

Aus dem Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre
der Universität Hohenheim
Fachgebiet: Analyse, Planung und Organisation
der landwirtschaftlichen Produktion

Prof. Dr. Drs. h.c. Jürgen Zeddis

**Implementierung und Kosten-Nutzen-Analyse
automatischer Datenerfassungssysteme
in russischen Agrarholdings**

Dissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors
der Agrarwissenschaften

vorgelegt

der Fakultät Agrarwissenschaften
der Universität Hohenheim

von

Silvia Andres
aus Erlangen

2009

Die vorliegende Arbeit wurde am 12.10.2009 von der Fakultät Agrarwissenschaften der Universität Hohenheim als „Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Agrarwissenschaften“ angenommen.

Tag der mündlichen Prüfung: 27. November 2009

Prodekan: Prof. Dr. Werner Bessei

Berichterstatter, 1. Prüfer: Prof. Dr. Drs. h. c Jürgen Zeddies

Mitberichterstatter, 2. Prüfer: Prof. Dr. Stefan Böttinger

Weiterer Prüfer: Prof. Dr. Reiner Doluschitz

DANKSAGUNG

Nach Abschluss dieser Arbeit danke ich herzlich allen, die direkt und indirekt zum Gelingen beigetragen haben:

Allen voran gilt mein Dank Herrn Prof. Dr. Drs. h. c. Zeddies für die Überlassung des Promotionsthemas, die fachliche Betreuung und den Freiraum, den er mir bei der Bearbeitung des Themas gelassen hat.

Bei Herrn Prof. Dr. Böttinger bedanke ich mich für die Übernahme des Zweitgutachtens und die hilfreichen fachlichen Diskussionen.

Für die Mitberichterstattung während der mündlichen Prüfung danke ich Herrn Prof. Dr. Doluschitz.

Ein besonderer Dank geht an Dr. Heinrich Schüle für die wertvolle Unterstützung während der ersten Jahre meiner Promotion in seiner Funktion als wissenschaftlicher Assistent des Instituts.

Bei der KWS Saat AG – insbesondere bei Dr. Alexei Ugarov – möchte ich mich für die Kontaktherstellung zu einem der untersuchten Unternehmen sowie die finanzielle Unterstützung während der ersten Phase der Arbeit bedanken.

Ein herzliches Dankeschön geht an Henning für die ausführlichen und informativen Erklärungen und Diskussionen.

Allen Freunden und Kollegen danke ich für die angenehme Arbeitsatmosphäre und moralische Unterstützung. Besonders erwähnen möchte ich hier Frau Bardoll und Nicole, die einen ganz besonderen Beitrag zur Motivation lieferten.

Meinen Eltern möchte ich recht herzlich für ihre Unterstützung jeglicher Art danken durch die sie ihren Beitrag zur Entstehung dieser Arbeit lieferten.

And last but not least – TUSEN TACK Torbjörn for standing all the Ups and Downs especially during the last months!

Stuttgart-Hohenheim im Februar 2010

Silvia Andres

Inhaltsverzeichnis	I
Verzeichnis der Abbildungen	V
Verzeichnis der Tabellen.....	VII
Verzeichnis der Abkürzungen	XI

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung	1
1.1 Problemstellung.....	1
1.2 Zielsetzung	3
1.3 Datengrundlagen und Methodik	3
1.4 Aufbau der Arbeit.....	5
2 Landwirtschaft in Russland.....	6
2.1 Rahmenbedingungen der landwirtschaftlichen Produktion in Russland	6
2.2 Entwicklungen im Agrarsektor Russlands seit 1990	8
2.3 Agrarholdings	11
2.3.1 Entstehung von Agrarholdings.....	11
2.3.2 Management und Organisation von Agrarholdings.....	16
3 Grundlagen des Informationsmanagements und der automatischen Datenerfassung	20
3.1 Bedeutung von Information zur Unternehmensführung	20
3.1.1 Informationsmanagement	22
3.1.2 Informationssysteme.....	24
3.1.3 Information zur Kontrolle und Steuerung von Unternehmensprozessen.	25
3.2 Informationssysteme in der Landwirtschaft	28
3.2.1 Farm-Management-Informationssysteme für den Pflanzenbau	29
3.2.2 Automatische Prozessdatenerfassung.....	31
3.2.3 Telemetrie.....	36

3.2.4	Webbasierte Informationssysteme.....	39
3.3	Besonderheiten des Informationsmanagements in landwirtschaftlichen Großbetrieben	39
3.4	Besonderheiten des Informationsmanagements in russischen Betrieben ..	40
4	Beschreibung und Analyse bestehender Informationssysteme in den untersuchten Unternehmen.....	42
4.1	Produktionsplanung und Budgetierung.....	42
4.2	Normen.....	43
4.3	Manuelle Primärdatenerfassung.....	46
4.3.1	Feldarbeit.....	46
4.3.2	Transporte	51
4.3.3	Materialbewegungen.....	51
4.4	Elektronische Datenverarbeitung	52
4.4.1	Buchführung	52
4.4.2	Individuelle, unternehmensinterne Berichte	53
4.5	Plan-Fakt-Analysen	55
4.6	Analyse und Bewertung des aktuellen Informationssystems.....	55
5	Einsatz automatischer Datenerfassung auf Erntemaschinen	58
5.1	Funktionsweise des Datenerfassungssystems Claas-Telematics	58
5.2	Übersicht ausgewählter Analyseinstrumente von Claas-Telematics	59
5.2.1	Aktueller Betriebsstatus	60
5.2.2	Betriebszeitanalyse.....	61
5.2.3	Leistungsanalyse	62
5.2.4	Zählerstandsabfrage	65
5.2.5	Berichtswesen	65
5.3	Grundlagen zur Qualität der erfassten Daten	66
5.3.1	Ertragsmessung.....	66
5.3.2	Flächenmessung	68
5.3.3	Fruchtart	69
5.3.4	Datum und Uhrzeit.....	69

5.4	Implementierung des Informationssystems Claas-Telematics im Unternehmen.....	70
5.4.1	Entwicklung eines angepassten Reportingsystems	72
5.4.1.1	Bericht über die Produktivität	72
5.4.1.2	Bericht über die tatsächliche Arbeitszeiteffizienz	74
5.4.2	Nachernteanalyse und Betriebsvergleiche.....	78
5.4.2.1	Betriebsvergleiche der Produktivität des Ernteprozesses	79
5.4.2.2	Betriebsvergleiche der Arbeitszeiteffizienz.....	86
5.4.3	Telematics als Instrument für das Interne Benchmarking	92
6	Einsatz automatischer Datenerfassung auf Traktoren.....	95
6.1	Funktionsweise des Systems	95
6.2	Analyseinstrumente	96
6.2.1	Programmmodul „Navikat“	96
6.2.1.1	Grafische Darstellung der Fahrspuren	96
6.2.1.2	Betriebszeitanalyse	97
6.2.2	Programmmodul “GIS-Pflanze“	97
6.3	Ergebnisse	98
7	Kosten und Nutzen automatischer Datenerfassungssysteme für russische Agrarholdings	103
7.1	Kosten- und Nutzenermittlung von Informationssystemen	103
7.1.1	Nutzen von Informationssystemen.....	103
7.1.2	Kosten von Informationssystemen	107
7.2	Kosten von Claas-Telematics	111
7.3	Schwelle der Kostendeckung beim Einsatz von Claas-Telematics	114
7.4	Ermittlung des Nutzens von Claas-Telematics	116
7.4.1	Definition der Nutzwirkungen von Claas-Telematics.....	116
7.4.2	Monetär quantifizierbarer Bruttonutzen.....	117
7.4.2.1	Vermeidung von Standzeiten	117
7.4.2.2	Steigerung der Produktivität.....	119
7.4.2.3	Senkung der Stückkosten durch Leistungssteigerung	122
7.4.2.4	Einsparung von Arbeitskräften	125

7.4.3	Nicht-quantifizierbarer Nutzen	125
7.4.3.1	Kontrolle des Kraftstoffverbrauchs	125
7.4.3.2	Kontrolle der Erntemenge	125
7.4.3.3	Speicherung der Koordinaten der gefahrenen Strecken	126
7.4.3.4	Verbesserung der Datenqualität	126
7.5	Nettonutzen auf Betriebs- und Unternehmensebene.....	131
7.5.1	Nettonutzen ohne Zusatzinvestitionen - Szenario 1.....	133
7.5.2	Nettonutzen mit Zusatzinvestition - Szenario 2.....	137
7.5.3	Maximaler Nettonutzen - Szenario 3.....	140
7.5.4	Freisetzung von Mähdruschkapazität	143
7.6	Nutzwirkungen von ODOKUS	144
8	Diskussion	146
8.1	Ergebnisse der Auswertungen - Berichtswesen, Betriebsvergleiche.....	146
8.1.1	Erntemaschinen.....	147
8.1.2	Offenes Dokumentationssystem - ODOKUS	150
8.2	Implementierung und Akzeptanz	151
8.3	Kosten-Nutzen-Abschätzung	152
8.4	Datenqualität	155
8.5	Integration in ein Unternehmens-Informationssystem und vollständige Automatisierung der Dokumentation	156
9	Zusammenfassung.....	158
10	Summary	161
11	Literatur	164
12	Anhang	174

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 2.1:	Landwirtschaftlich bedeutendste Regionen Russlands	6
Abbildung 2.2:	Anteil der Betriebsformen an der Saatfläche Russlands	10
Abbildung 2.3:	Anteil der verschiedenen Betriebsformen an der Produktion der wichtigsten landwirtschaftlichen Produkte	10
Abbildung 2.4:	Flächenentwicklung ausgewählter Agrarholdings.....	13
Abbildung 2.5:	Regionale Verteilung der Betriebe einer Agrarholding (am Beispiel des Unternehmens Prodimex)	16
Abbildung 2.6:	Schematische Darstellung der Organisation einer Agrarholding nach funktionalen Aspekten.....	17
Abbildung 2.7:	Organigramm eines russischen Betriebes	19
Abbildung 3.1:	Informationsbedarf, Informationsnachfrage und Informationsangebot	23
Abbildung 3.2:	Automatische Prozessdatenerfassung auf Landmaschinen	32
Abbildung 3.3:	Räumliche Ausdehnung der Flächen eines russischen Betriebes	35
Abbildung 4.1:	Vordruck für die betriebliche Datenerfassung während der Ernte - „Auszug aus dem Ernteregister“	49
Abbildung 4.2:	Dokumentenfluss auf einem russischen Betrieb während der Ernte	50
Abbildung 4.3:	Elemente des Informationsflusses eines russischen Betriebes	57
Abbildung 5.1:	Beispielhafter Betriebsstatus in Claas-Telematics	61
Abbildung 5.2:	Beispielhafte Betriebszeitanalyse eines Arbeitstages in Claas- Telematics	62
Abbildung 5.3:	Beispielhafte Leistungsanalyse eines Erntetages: Liniendiagramm der Messwerte für Durchsatz und Fahrgeschwindigkeit einer Maschine.....	63
Abbildung 5.4:	Beispiel der Darstellung digitaler Parameter in der Leistungsanalyse	64
Abbildung 5.5:	Abweichung des vom Ertragsmesssystem ermittelten Ertrages zu der auf der Waage bestimmten Erntemenge für ausgewählte Betriebe.	68

Abbildung 5.6:	Beispiel eines Tagesreports der Produktivität.....	73
Abbildung 5.7:	Detaillierte Form der erweiterten Arbeitszeiteffizienzanalyse für einen Betrieb.	76
Abbildung 5.8:	Aggregierter Report der Arbeitszeiteffizienz	77
Abbildung 5.9:	Kennzahlen zum Benchmarking der Betriebe hinsichtlich der Mähdrescherleistung	78
Abbildung 5.10:	Erntemengen nach Maschinengruppen (Ernte 2008).....	80
Abbildung 5.11:	Tagesleistungen Erntefläche [ha] und Erntemenge [t] nach Betrieben, Ernte von Winterweizen 2008	81
Abbildung 5.12:	Vergleich des durchschnittlichen Durchsatzes [t/h] verschiedener Maschinen sowie gemessenes Ertragsniveau [t/ha], Ernte von Winterweizen 2008.....	82
Abbildung 5.13:	Zeitanteil verschiedener Klassen der Motorauslastung für einzelne Maschinen, Ernte von Winterweizen 2008	83
Abbildung 5.14:	Zusammenhang zwischen Durchsatz [t/h] und Kraftstoffverbrauch in [l/t], Ernte von Winterweizen 2008	85
Abbildung 5.15:	Tägliche durchschnittliche vermeidbare Standzeit je Maschine.....	89
Abbildung 6.1:	Bildschirmausdruck aus dem Programm GIS-Pflanze - Auswahlfenster zur Erstellung von Berichten	98
Abbildung 6.2:	Tägliche Standzeiten verschiedener Betriebe während der Aussaat mit identischer Maschinenausstattung und Arbeitsart.....	101
Abbildung 6.3:	Grafische Darstellung der Arbeitsgeschwindigkeit in km/h bei der Aussaat in Navikat-GIS	102
Abbildung 7.1:	Schwierigkeiten bei der Bewertung des Nutzens von Informationssystemen	105
Abbildung 7.2:	Übersicht positiver und negativer Kosteneffekte durch den Einsatz von Telematics.....	117

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 2.1:	Durchschnittserträge von Weizen in ausgewählten Regionen Russlands.....	7
Tabelle 2.3:	Unternehmen aus dem Agrarsektor unter den 400 umsatzstärksten russischen Unternehmen.....	15
Tabelle 3.1:	Benchmarking in der Landwirtschaft.....	28
Tabelle 3.2:	Mittels automatischer Datenaufzeichnung erfassbare Informationen und ihre Quellen	33
Tabelle 3.3:	Vollautomatische Dokumentationssysteme für die Landwirtschaft mit drahtloser Datenübertragung	38
Tabelle 4.1:	Beispielhafter Auszug aus einer Technologischen Karte für den Anbau von 100 ha Sommerweizen.....	45
Tabelle 5.1:	Verteilung der Mähdrescher auf die Betriebe und Regionen des Unternehmens, Erntebedingungen 2008	71
Tabelle 5.2:	Auszug aus dem Kurzbericht über Produktivität für die Saison 2008	74
Tabelle 5.3:	Erträge, Durchsätze und Abweichungen vom Soll-Durchsatz von 26,5 t/h nach Maschinen und Betrieben. Weizenernte 2008	84
Tabelle 5.4:	Arbeitstage je Maschine und Datenverfügbarkeit auf den Betrieben der Stichprobe	87
Tabelle 5.5:	Durchschnittliche Zeiten des Beginns und des Endes der Erntearbeiten sowie der theoretischen Dauer des Erntetages [hh:mm].....	88
Tabelle 5.6:	Durchschnittliche tägliche Arbeits- und Standzeit in [hh:mm] je Maschine	88
Tabelle 5.7:	Kalkulatorische Steigerung der Saisonleistung bei Verringerung der Standzeiten [ha/Maschine].....	90
Tabelle 5.8:	Kalkulatorische Steigerung der durchschnittlichen täglichen Flächenleistung bei Verringerung der Standzeiten [ha/Maschine]	90
Tabelle 5.9:	Matrix zur Ermittlung des „besten Betriebes“ 2008 in der Kategorie „Saisonleistung“	94

Tabelle 5.10:	Matrix zur Ermittlung des „besten Betriebes“ 2008 in der Kategorie „Ernte Weizen“	94
Tabelle 5.11:	Matrix zur Ermittlung des „besten Betriebes“ 2008 in der Kategorie „Ernte Gerste“	94
Tabelle 5.12:	Matrix zur Ermittlung des „besten Betriebes“ 2008 in der Kategorie „Arbeitszeiteffizienz“	94
Tabelle 6.1:	Module des Dokumentationssystems ODOKUS.....	96
Tabelle 6.2:	Verteilung der Datenlogger des Systems ODOKUS auf Maschinen und Betriebe	99
Tabelle 6.3:	Vergleich der Produktivität der Aussaat dreier Betriebe mit identischer Maschinenausstattung	100
Tabelle 7.1:	Nutzenkategorien von IT-Investitionen	106
Tabelle 7.2:	Gesamtkosten im Rahmen einer Investition in Informationstechnologien.....	109
Tabelle 7.3:	Zu erwartende Gesamtkosten in Euro für den Einsatz von Claas-Telematics in einem Zeitraum von fünf Jahren.....	113
Tabelle 7.4:	Kostendeckungsschwelle für den Einsatz von Claas-Telematics in Unternehmen 2 in Abhängigkeit von der Gesamtnutzungsdauer des Systems.....	115
Tabelle 7.5:	Nutzenkategorien von Claas-Telematics beim Einsatz in russischen Agrarholdings	116
Tabelle 7.6:	Einsparpotenzial je Einzelmaschine durch geringere Standzeiten der eigenen Mähdrescher [€/Maschine].....	118
Tabelle 7.7:	Mögliche Einsparungen auf Betriebsebene durch Verringerungen der Standzeiten [€/Betrieb].....	118
Tabelle 7.8:	Bruttonutzen [€] durch Vermeidung von Standzeiten auf Unternehmensebene	119
Tabelle 7.9:	Mögliche Steigerung der Eigenleistung beim Mähdrusch von Weizen in t und ha sowie dadurch bedingte Reduzierung der Kosten für Lohndrusch bei Steigerung des durchschnittlichen Durchsatzes auf die Benchmark 2008 von 26,5 t/h (Bruttonutzen)	121
Tabelle 7.10:	Maschinenkostenrechnung in Abhängigkeit von jährlicher Einsatzfläche, Arbeitsstunden und Erntemenge	124

Tabelle 7.11:	Vergleich der Wege- und Arbeitszeiten einer Maschinengruppe von 5 Maschinen im Juli und August 2008 aus der betrieblichen Dokumentation und aus Telematics	127
Tabelle 7.12:	Vergleich der aus den betrieblichen Aufzeichnungen resultierenden Produktivitätskennzahlen mit den entsprechenden Werten aus Telematics (19 Erntetage, Winterweizenernte 2008).....	129
Tabelle 7.13:	Vergleich der aus verschiedenen betrieblichen Aufzeichnungen resultierenden absoluten Kennzahlen mit den entsprechenden Werten aus Claas-Telematics (9 Erntetage, Winterweizenernte 2008).....	130
Tabelle 7.14:	Übersicht über die zu variierenden Faktoren zur Erhöhung der Auslastung der Mähdrescher.....	132
Tabelle 7.15:	Kalkulation des Nettonutzens für Betrieb 2.1, Szenario 1	135
Tabelle 7.16:	Nettonutzen auf Unternehmensebene nach Szenario 1	136
Tabelle 7.17:	Kalkulation des Nettonutzens für Betrieb 2.1, Szenario 2.....	138
Tabelle 7.18:	Nettonutzen auf Unternehmensebene nach Szenario 2	139
Tabelle 7.19:	Investitionen in Überladetechnik in Szenario 3 sowie Gesamtausstattung mit eigener Ernte- und Überladetechnik	140
Tabelle 7.20:	Kalkulation des Nettonutzens für Betrieb 2.1, Szenario 3.....	141
Tabelle 7.21:	Nettonutzen auf Unternehmensebene nach Szenario 3	142
Tabelle 7.22:	Mögliche Freisetzung von Mähdruschkapazität nach der Leistungsoptimierung	143

Verzeichnis der Tabellen (Anhang)

Tabelle 12.1:	Kalkulation des Nettonutzens für Betrieb 1.1, Szenario 1 (entspricht Szenario 3)	174
Tabelle 12.2:	Kalkulation des Nettonutzens für Betrieb 1.1, Szenario 2.....	175
Tabelle 12.3:	Kalkulation des Nettonutzens für Betrieb 1.2, Szenario 1 (entspricht Szenario 3)	176
Tabelle 12.4:	Kalkulation des Nettonutzens für Betrieb 1.2, Szenario 2.....	177
Tabelle 12.5:	Kalkulation des Nettonutzens für Betrieb 1.3, Szenario 1.....	178
Tabelle 12.6:	Kalkulation des Nettonutzens für Betrieb 1.3, Szenario 2 (entspricht Szenario 3)	179
Tabelle 12.7:	Kalkulation des Nettonutzens für Betrieb 1.4, Szenario 1.....	180
Tabelle 12.8:	Kalkulation des Nettonutzens für Betrieb 1.4, Szenario 2.....	181
Tabelle 12.9:	Kalkulation des Nettonutzens für Betrieb 1.4, Szenario 3.....	182
Tabelle 12.10:	Kalkulation des Nettonutzens für Betrieb 1.5, Szenario 1 (entspricht Szenario 3)	183
Tabelle 12.11:	Kalkulation des Nettonutzens für Betrieb 1.5, Szenario 2.....	184
Tabelle 12.12:	Kalkulation des Nettonutzens für Betrieb 2.2, Szenario 1.....	185
Tabelle 12.13:	Kalkulation des Nettonutzens für Betrieb 2.2, Szenario 2.....	186
Tabelle 12.14:	Kalkulation des Nettonutzens für Betrieb 2.2, Szenario 3.....	187
Tabelle 12.15:	Kalkulation des Nettonutzens für Betrieb 2.3, Szenario 1.....	188
Tabelle 12.16:	Kalkulation des Nettonutzens für Betrieb 2.3, Szenario 2 (entspricht Szenario 3)	189

Verzeichnis der Abkürzungen

AF	Ackerfläche
BUS	Binary Unit System
CAN-BUS	Controlled Area Network BUS ein von der Firma Bosch entwickeltes und häufig genutztes serielles BUS-System
CEBIS	CLAAS elektronisches Bord-Informationssystem BordComputer aus Claas-Technik
CF	Compact Flash
csv	comma separated values
DSS	Decision Support System
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
FMIS	Farm Management Informationssystem(e)
EDGE	Enhanced Data for GSM Evolution
ESRI	Environmental Systems Research Institute
GIS	Gesellschaft für Informationssysteme
GIS	Geographisches Informationssystem
GSM	Global System for Mobile Communication
GPRS	General Packet Radio Service
IMEI	International Mobile Equipment Identity
IS	Informationssystem(e)
ISO	International Organization for Standardization
ISOBUS	Internationaler Standard zur Traktor-Geräte-Kommunikation (Landwirtschaftliches BUS-System) nach der Norm ISO 11783
IT	Informationstechnologie
IV	Informationsverarbeitung

GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
LBS	Landwirtschaftliches BUS-System
LN	Landwirtschaftlich nutzbare Nutzfläche
MD	Mähdrescher
MIS	Managementinformationssystem
MoDaSys	Modulares Datenerfassungssystem
ODOKUS	Offenes Dokumentationssystem
PC	Personal Computer
PCMCIA	Personal Computer Memory Card International Association
RFID	Radio Frequency Identification
TCO	Total Cost of Ownership
TECU	Tractor Electronic Control Unit
WLAN	Wireless Local Area Network
XML	Extensible Markup Language

1 Einführung

1.1 Problemstellung

Nach dem starken Abschwung des russischen Agrarsektors im Zusammenhang mit dem Zerfall der Sowjetunion ist seit 1998 eine deutliche Erholung sowie die zunehmende Bildung einer neuen Unternehmensform zu beobachten - der Agrarholdings. Unternehmen aus den der Landwirtschaft vor und nach gelagerten Wirtschaftsbereichen sowie auch branchenfremde Konzerne übernehmen ehemalige, wirtschaftlich angeschlagene Kolchosen und Sowchosen in größerer Zahl und führen sie zu vertikal integrierten und regional differenzierten Holdingunternehmen zusammen. (KHRAMOVA und SEROVA, 2004; RYLKO und JOLLY, 2004). Oftmals bewirtschaften die Agrarholdings, deren Anzahl zur Zeit auf ca. 200 geschätzt wird (RYLKO, 2008) auf verschiedenen Teilbetrieben Flächen von mehreren 100.000 ha und beschäftigen mehrere Tausend Arbeitskräfte.

Die Größe der russischen Agrarholdings und die verschiedenen Organisations- und Hierarchieebenen führen zu einem sehr hohen Grad an Komplexität und geringer Überschaubarkeit der Unternehmensvorgänge. Vor allem die weite räumliche Verteilung der Betriebsflächen und Technikeinheiten erschwert die zeitgerechte Bereitstellung aktueller Produktionsdaten mit hoher Qualität insbesondere für die oberen Managementebenen.

Die zum jetzigen Zeitpunkt in russischen Agrarunternehmen angewandte Informationserfassung und -verarbeitung ist durch verschiedene Unzulänglichkeiten gekennzeichnet. So erfolgt ein Großteil der Dokumentation manuell auf staatlich vorgegebenen Formblättern. Bedingt durch die arbeitsteilige Organisation und die große Menge anfallender Produktionsdaten in den russischen Agrarunternehmen ist die Qualität der manuellen Datenerhebung und -eingabe zweifelhaft und darüber hinaus mit überproportionalem Zeitaufwand verbunden ist.

Gewerbliche Unternehmen dieser Größe setzen in der Regel Managementinformationssysteme zur Speicherung und Verarbeitung der relevanten Produktionsdaten ein. Für die Dokumentation der verschiedenen Produktionsschritte in der Landwirtschaft existieren eine Vielzahl spezialisierter Insellösungen für die verschiedenen Betriebszweige, wie z.B. Ackerschlagkarteien und Herdenmanager (DOLUSCHITZ und SPILKE, 2002; DLG-MITTEILUNGEN 11/2003). Die Anforderungen an die eingesetzten Informationssysteme und der Bedarf an Instrumenten zur Entschei-

dungsunterstützung sind auch im Agrarsektor gestiegen (HIRSCHAUER, 2001), jedoch wurden entsprechende Softwarelösungen bisher nicht bis zur Praxisreife entwickelt (DOLUSCHITZ, 2002).

Der Anteil der Maschinenkosten an den Produktionskosten ist durch die meist hohen Ersatzinvestitionen in westliche, schlagkräftige Technik, die aufgrund der Überalterung des Maschinenparks notwendig waren, sehr hoch. Sie betragen beinahe 50 % der gesamten Produktionskosten (ZIMMER et al., 2007, ZIMMER et al. 2008). Die im Vergleich zu anderen Ländern niedrigen Produktionskosten von Weizen in Höhe von ca. 100 US-\$/t werden durch die ebenfalls geringeren Erlöse, bedingt durch das niedrige Ertragsniveau und im Durchschnitt geringere Verkaufspreise, nur knapp gedeckt (ZIMMER et al., 2007). Daher ist auch für russische Betriebe eine Kostenminimierung die Voraussetzung für eine wettbewerbsfähige Produktion.

Zur Senkung der Produktionskosten in einem wettbewerbsfähigen Produktionssystem sind sowohl die Ausnutzung der installierten Maschinenleistung als auch eine „maschinenübergreifende und logistische Optimierung“ (BÖTTINGER, 2004) wichtige Angriffspunkte.

Ein zentrales Problem bei der exakten Bewertung der tatsächlichen Auslastung der einzelnen Technikeinheiten sowie der Optimierung der eingesetzten Produktionsverfahren stellt die Belastbarkeit der Datenbasis auf den Betrieben dar. Eine genaue Erfassung der zur Beurteilung notwendigen Kennzahlen ist manuell kaum möglich. Besonders erschwert wird die Datenerfassung dadurch, dass es sich häufig um Maschinenflotten handelt, deren Einzelmaschinen zum gleichen Zeitpunkt an teilweise mehrere hundert Kilometer voneinander entfernt liegenden Orten im Einsatz sind.

Daher müssen soweit wie möglich elektronische Datenerfassungssysteme, wie zum Beispiel automatische Prozessdatenerfassung oder Flottenmanagementsysteme zum Einsatz kommen. Die Softwareanwendungen zur Auswertung der erfassten Daten sollten verschiedene Sichtweisen auf die Daten sowie verschiedene Stufen der Informationsverdichtung ermöglichen. Ein praktischer Einsatz solcher Informationssysteme wurde in russischen Betrieben und Unternehmen bisher noch nicht durchgeführt.

1.2 Zielsetzung

In der vorliegenden Arbeit soll der Einsatz von Informationssystemen auf Basis automatischer Datenerfassung auf Landmaschinen zur Dokumentation der Arbeiten in der Außenwirtschaft in russischen Unternehmen betrachtet werden.

Der Einsatz dieser Technik soll zu einer deutlichen qualitativen Verbesserung der Datengrundlage und somit der auf diesen Daten basierenden Auswertungen führen.

Zwei Systeme zur automatischen Datenerfassung sollen im Praxiseinsatz auf den Betrieben getestet und vom Standpunkt des Informationsbedarfs verschiedener Managementebenen und -aufgaben in einer russischen Agrarholding bewertet werden:

Das auf Erntemaschinen spezialisierte System Claas-Telematics und das schlagbezogene Dokumentationssystem ODOKUS.

Von Bedeutung sind neben der Datenaktualität vor allem die Qualität und Ausarbeitung des Berichtswesens sowie die Anpassung an die organisatorische Struktur der Unternehmensform Agrarholding. Des Weiteren sollen für die untersuchte Unternehmensform optimierte Auswertungsbeispiele erarbeitet und dargestellt werden, wie diese Systeme in das Informationssystem des Unternehmens integriert und als Managementinstrument genutzt werden können. Hierbei sollen insbesondere die Schwachstellenanalyse und das Interne Benchmarking ausgewählter Prozesse in der Pflanzenproduktion einen Schwerpunkt bilden.

Eine ökonomische Bewertung soll die Wirtschaftlichkeit dieser Informationssysteme am Beispiel eines der beiden eingesetzten Systeme überprüfen, die Gesamtkosten des Systemeinsatzes sowie den zu erwartenden Nutzen aus dem Einsatz monetär bewerten und sowohl auf Betriebs- als auch auf Unternehmensebene berechnen.

1.3 Datengrundlagen und Methodik

Die Daten für die vorliegende Arbeit wurden in zwei russischen Agrarholdings sowie den diesen Unternehmen zugehörigen landwirtschaftlichen Betrieben erhoben.

Die in die Untersuchung einbezogenen Betriebe und Unternehmen liegen im Zentralen Schwarzerdegebiet (Abschnitt 2.1). Die Gesamtfläche von Unternehmen 1 betrug 70.000 ha, Unternehmen 2 bewirtschaftete zum Zeitpunkt der Datenerhebung ca. 150.000 ha. Der Schwerpunkt beider Unternehmen liegt im Marktfruchtbau, das kleinere Unternehmen ist auf Zuckerrüben spezialisiert, das größere auf die Produktion von Weizen, Gerste, Raps, Sonnenblumen und Körnermais.

Zu Beginn der Arbeit stand eine umfassende Analyse der bestehenden Dokumentations- und Informationssysteme der Unternehmen mit Schwerpunkt auf der Dokumentation der Feldarbeiten. Diese Erhebungen wurden durchgeführt, um einen detaillierten Überblick über die bestehenden Datengrundlagen zu erhalten, auf deren Basis betriebswirtschaftliche Auswertungen und Planungsrechnungen vor der Einführung der untersuchten Informationssysteme durchgeführt werden.

Die Informationen wurden sowohl aus handschriftlichen Aufzeichnungen, intermediären Berichten und dem eingesetzten Buchhaltungssystem als auch aus Interviews mit Personen des Lower-, Middle- und Top-Managements erhalten.

Darauf folgte der praktische Einsatz von zwei Systemen zur automatischen Prozessdatenerfassung in Unternehmen 2. Beide Systeme übertragen die Daten über den Mobilfunkstandard General Packet Radio Service (GPRS) und stellen damit die Informationen in Echtzeit zur Verfügung.

Das herstellereigene, webbasierte System Claas-Telematics der Firmen Claas und agrocom, das für den Einsatz auf Claas-Erntemaschinen spezialisiert ist, wurde während der Ernte 2007 in einem Pretest eingesetzt. Die Implementierung im gesamten Unternehmen folgte in der Erntesaison 2008 für 49 Großmähdrescher.

Ein auf die Hierarchieebenen angepasstes Reportingsystem wurde entwickelt, in dem die wesentlichen Kenndaten des Maschineneinsatzes zusammengefasst und den Managern des Top- und Middle-Management täglich zur Verfügung gestellt wurden. Zum Abschluss der Saison wurden Betriebsvergleiche sowie ein Internes Benchmarking durchgeführt.

Als weiteres System wurde das vom Maschinenhersteller unabhängig einsetzbare automatische schlagbezogene Dokumentationssystem ODOKUS der Firmen Hansenhof-electronic und GIS-Gbr eingesetzt und bewertet. Der Einsatz erfolgte in den Bereichen Saat- und Pflanzenschutz- bzw. Düngetechnik in drei Betrieben.

Die Datenauswertung erfolgte soweit möglich mit den Instrumenten, die in den beiden Informationssystemen zur Verfügung gestellt wurden. Darüber hinaus wurde mit Datenbankanalysen innerhalb eines Tabellenkalkulationsprogramms gearbeitet.

Die ökonomische Betrachtung wurde am Beispiel des Systems Claas-Telematics durchgeführt und in vier Fragestellungen unterteilt:

- Ermittlung der Gesamtkosten des Einsatzes des Informationssystems
- Notwendige Leistungssteigerung der Maschinen zur Deckung der Gesamtkosten für den Einsatz des Systems
- Ermittlung der möglichen Einsparungen an Lohndruschkosten in der Ernte 2008 (=Bruttonutzen)
- Ermittlung des Nettonutzens in verschiedenen Ernteszenarien

1.4 Aufbau der Arbeit

Kapitel 2 vermittelt Grundlagen des russischen Agrarsektors und der Unternehmensform Agrarholding. In Kapitel 3 werden die Grundlagen des Informationsmanagements erläutert sowie der aktuelle Stand der Datenerfassungssysteme in der Landwirtschaft beschrieben. In Kapitel 4 werden das aktuelle Informations- und Dokumentationssystem russischer Betriebe auf Basis der aus den Untersuchungen gewonnenen Ergebnissen dargestellt. Die Kapitel 5 und 6 beinhalten die Ergebnisse des Einsatzes der GPS-basierten Dokumentationssysteme. Nach einem kurzen Überblick über die Funktionsweise der Systeme werden die zur Implementierung entwickelten Reportingformate sowie die Ergebnisse der Nachernteanalysen vorgestellt. In Kapitel 7 wird eine ökonomische Analyse des Einsatzes und der Nutzwirkungen solcher Informationssysteme am Beispiel von Claas-Telematics durchgeführt.

2 Landwirtschaft in Russland

2.1 Rahmenbedingungen der landwirtschaftlichen Produktion in Russland

Die landwirtschaftlich nutzbare Fläche (LN) Russlands beträgt ca. 190 Mio. ha, davon sind ca. 115 Mio. ha Ackerfläche (AF) (GOSKOMSTAT, 2008). Bei einer Gesamtfläche der Russischen Föderation von 17 Mio. km² sind nur 7 % der Landesfläche landwirtschaftlich genutzt. Die LN ist im Westen und Süden des Landes konzentriert. Nach Untersuchungen von BREUNIG (2008) lassen sich die landwirtschaftlich bedeutendsten Gebiete zu fünf Regionen zusammenfassen: Nordwest-, Schwarzerde-, und Wolgaregion sowie Nordkaukasus und Westsibirien (Abbildung 2.1). In den genannten Regionen befinden sich 75 % der Betriebe und 81 % der Ackerfläche. Die Regionen unterscheiden sich durch naturräumliche, klimatische Bedingungen sowie Durchschnittserträge und Rentabilität der Betriebe.

Ihr Anteil an der landwirtschaftlichen Gesamtproduktion beträgt 89 % bei Weizen, 96 % bei Mais, 99 % bei Sonnenblumen und 100 % bei Zuckerrüben (BREUNIG, 2008).

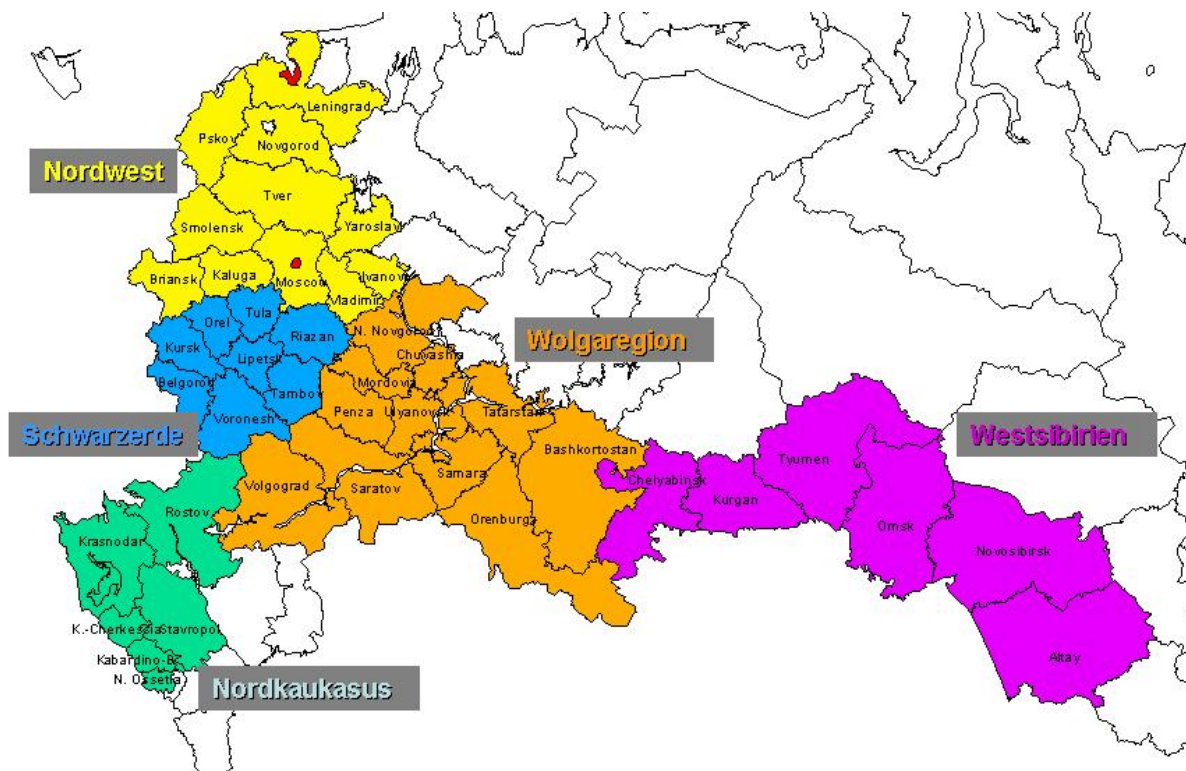


Abbildung 2.1: Landwirtschaftlich bedeutendste Regionen Russlands
(Quelle: verändert nach BREUNIG, 2008)

Die Durchschnittserträge bei Getreide liegen im mehrjährigen Landesdurchschnitt bei 1,9 t/ha, jedoch treten starke Schwankungen zwischen den Regionen auf (Tabelle 2.1).

Tabelle 2.1: Durchschnittserträge von Weizen in ausgewählten Regionen Russlands

Region	Oblast ¹	2004	2005	2006	2007	Ø
Zentrale	Lipezk	2,77	3,45	2,79	3,16	3,04
Schwarzerderegion	Belgorod	2,74	3,17	2,55	3,09	2,89
Nordkaukasus	Krasnodar	4,32	4,66	4,28	4,52	4,45
Wolgaregion	Samara	1,27	1,11	1,21	1,70	1,32
Westsibirien	Omsk	1,43	1,36	1,38	1,50	1,42
Russische Föderation		1,88	1,85	1,89	1,98	1,90

Quelle: GOSKOMSTAT, 2008

Die ertragreichsten Regionen sind die Zentrale Schwarzerderegion und die Nordkaukasusregion mit Durchschnittserträgen von 3 bzw. 4,5 t/ha. Beide Regionen verfügen im Gegensatz zu den übrigen Gebieten über ausreichende Niederschlagsmengen und keine extreme Frühjahrstrockenheit. Die Namensgebung der Zentralen Schwarzerderegion stammt von der hier vorherrschenden Bodenart Chernozem (= Schwarzerde). Die Schwarzerde ist ein stark humoser, sehr fruchtbarer Boden mit hoher Bioaktivität und ausgezeichneten Puffer- und Speicherkapazitäten und zählt daher zu den fruchtbarsten Böden der Welt. Von der Ukraine über den Süden Russlands bis zum Altai-Gebirge in Westsibirien ist sie die vorherrschende Bodenart.

In der Wolgaregion sowie in Westsibirien nimmt die Kontinentalität des Klimas in östlicher Richtung zu. Stark ertragsbegrenzend wirken sich hier lange Trockenperioden und niedrige Durchschnittstemperaturen aus. Hier liegt der Durchschnittsertrag von Weizen bei 1,4 t/ha.

In der Nordwestregion ist die niedrige Durchschnittstemperatur der bedeutendste ertragsbegrenzende Faktor (BREUNIG, 2008).

¹ Oblast: administratives Gebiet, vergleichbar mit einem Bundesland in Deutschland

2.2 Entwicklungen im Agrarsektor Russlands seit 1990

Nach der Auflösung der Sowjetunion und dem Ende der Planwirtschaft begann 1991 die Privatisierung der Kolchosen und Sowchosen. Als erster Schritt der Privatisierung war die Auflösung der Betriebe und deren Neuregistrierung in einer neuen Rechtsform vorgeschrieben, wie z. B. GmbH, AG, Landwirtschaftliches Kooperativ (LERMAN et al., 2004).

Die neue Organisation war dann berechtigt, das Eigentum an Land und Anlagen an die Bürger (meist an die aktiven sowie ehemaligen Mitarbeiter) in Form von Anteilscheinen zu übertragen. Dadurch erhielten diese das Eigentumsrecht auf eine gewisse Fläche Land (ein „Pai“²), jedoch ohne Definition der geographischen Lage der Fläche, sowie einen Anteil an den Anlagegütern (ROZELLE und SWINNEN, 2000).

Aufgrund der bürokratischen Hemmnisse bei der Ausweisung eines Flurstückes, der Problematik der imperfekten Märkte - insbesondere beim Bezug von Produktionsmitteln sowie beim Absatz der Produkte als auch beim Zugang zu Krediten für notwendige Investitionen etablierte sich eine individuelle Landwirtschaft nur schleppend. Ein weiterer Grund war der Einfluss der ehemaligen Betriebsleiter, die durch jahrelang gepflegte Beziehungen in vielen Fragen sowohl unterstützen sowie auch zur Durchsetzung der eigenen Interessen Druck ausüben konnten.

Der Großteil der neuen Landeigentümer verpachtete die Eigentumsanteile wieder zurück an die Nachfolgebetriebe der ehemaligen Kolchosen (LERMAN et al., 2004). Daher wurden in Russland kaum Privatbetriebe gegründet und die Privatisierung führte nicht zum Transfer des Landes an effizienter wirtschaftende Betriebe, wie das in Marktwirtschaften der Fall ist. In den neuen Organisationen änderte sich meist abgesehen von der Rechtsform kaum etwas. Die internen Betriebsabläufe und Machtverhältnisse blieben bestehen.

LERMAN (2004) bezeichnete das als „changing the sign on the door“ und „stay-as-is-Ansatz“ der Privatisierung, der in vielen Ländern der ehemaligen Sowjetunion anzutreffen ist.

Die landwirtschaftliche Produktion brach nach der Auflösung der Sowjetunion drastisch ein. Die Bruttoproduktion betrug im Jahr 1999 nur noch 45 % des Niveaus von 1990, die Tierproduktion war wesentlich stärker betroffen als die pflanzliche Produktion. Einer der wesentlichen Gründe für den starken Produktionsrückgang war die mit

² Pai = Landanteil, die Größe eines Anteils variiert je nach Gebiet und betrug meist 4 - 10 ha

der Marktwirtschaft beginnende Preis- und Marktliberalisierung. Während der Planwirtschaft waren die Preise für Produktionsmittel - insbesondere Kraftstoff und Düngemittel - niedrig gehalten worden. Diese indirekte Art der Subvention fiel mit der Liberalisierung der Märkte weg.

Durch die steigende Inflation und das dadurch geringere Realeinkommen der Bevölkerung sank die Nachfrage nach Lebensmitteln. Zusätzlich verschlechterte sich die Einkommenssituation der Betriebe durch die Verringerung der bis 1990 über Weltmarktniveau gehaltenen Produktpreise relativ zu den Inputpreisen. Die Betriebe verschuldeten sich zunehmend, jedoch wurden die Schulden nicht mehr wie zuvor „vergeben“. Mangels einer gesetzlichen Regelung der Insolvenz blieben diese Betriebe aber zunächst bestehen.

Der Aufschwung des Agrarsektors begann mit der Finanzkrise 1998. Die Entwertung des Rubels, die ansteigende Nachfrage nach heimischen Lebensmitteln und die daraus resultierenden höheren Nahrungsmittelpreise sowie eine Reduzierung der Naturalzahlungen verbesserten die finanzielle Situation der Betriebe. Im Folgenden förderte der russische Staat die positive Entwicklung im Agrarsektor durch Verringerung des Steuersatzes und durch Zinssubventionen für kurzfristige Kredite zum Bezug von Betriebsmitteln (CRAMON-TAUBADEL und ZORYA, 2003).

Die Betriebsstruktur Russlands ist immer noch durch Großbetriebe geprägt. Über 75 % der LN wird von Großbetrieben und 15 % von Privatbetrieben bewirtschaftet, 5 % der Fläche werden von Privathaushalten hauptsächlich zur Subsistenzwirtschaft und Erzielung eines geringen Nebeneinkommens genutzt (Abbildung 2.2).

Die Anzahl der Großbetriebe weist zwischen 2002 bis 2007 einen Rückgang um 20 % auf, ihre Anzahl betrug 2007 nur noch 23.969.

Die Großbetriebe produzieren 80 – 90 % der technischen Kulturen wie Getreide, Zuckerrüben und Sonnenblumen. Die Hauswirtschaften produzieren den Großteil der Kulturen, die zur Selbstversorgung sowie zur Direktvermarktung dienen, wie z. B. Kartoffeln und Gemüse (Abbildung 2.3).

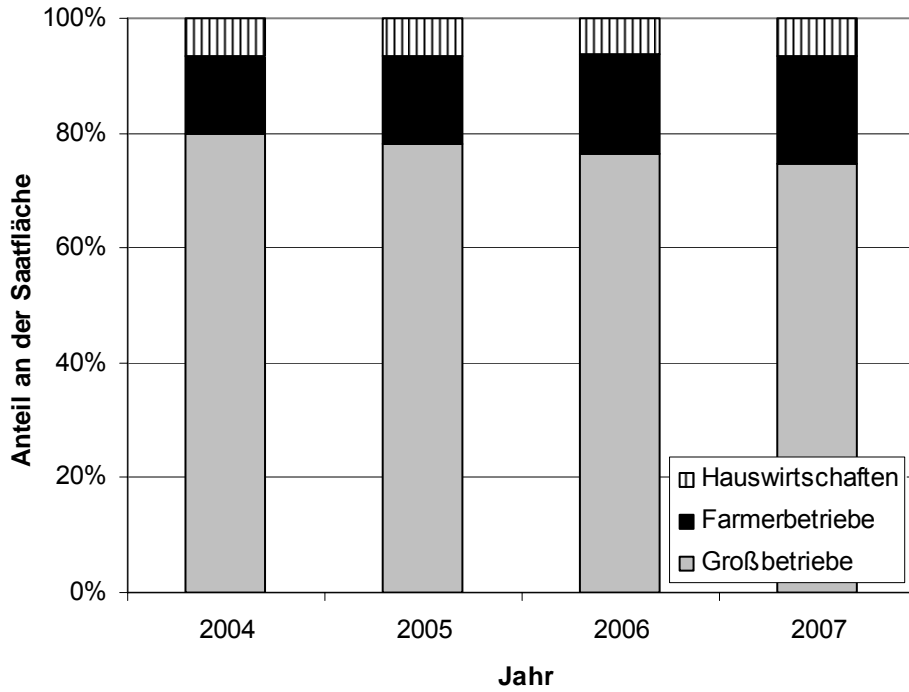


Abbildung 2.2: Anteil der Betriebsformen an der Saatfläche Russlands

Quelle: GOSKOMSTAT (2008), Eigene Darstellung

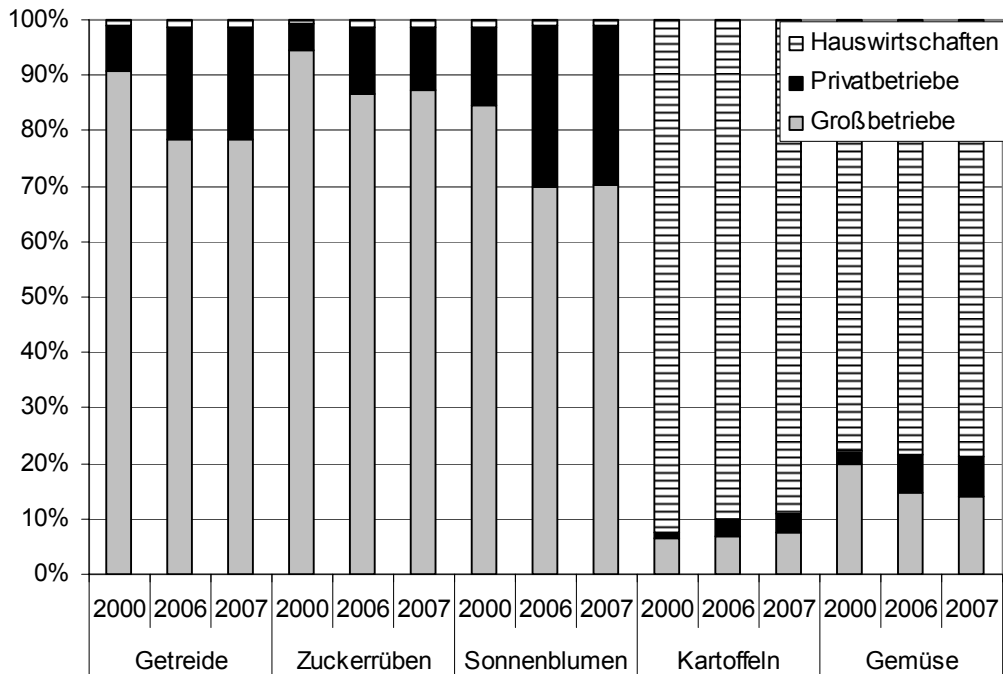


Abbildung 2.3: Anteil der verschiedenen Betriebsformen an der Produktion der wichtigsten landwirtschaftlichen Produkte

Quelle: GOSKOMSTAT (2008), Eigene Darstellung

2.3 Agrarholdings

2.3.1 Entstehung von Agrarholdings

Seit der Finanzkrise im Jahr 1998 bildet sich in Russland eine neue Form landwirtschaftlicher Megaunternehmen - vertikal und horizontal integrierte Agrarholdings. Zwischen 1998 und 2003 wurden insgesamt 4,5 Mio. ha Land von Investoren übernommen (VON CRAMON-TAUBADEL und ZORYA, 2003; RYLKO und JOLLY, 2004). Einige der ersten Unternehmen, die in den landwirtschaftlichen Sektor investierten stammten aus der Erdöl- und -gasbranche, wie z. B. Gazprom und Lukoil. Investitionen in die Landwirtschaft stellten eine gute Möglichkeit dar, die Steuerbelastungen der im Ölgeschäft erwirtschafteten Gewinne zu senken (HOCKMANN, 2005). Während diese Unternehmen heutzutage keine bedeutende Rolle in der Agrarproduktion mehr spielen, haben weitere Holdings der Anfangsphase ihr landwirtschaftliches Engagement konstant ausgedehnt. Hierzu zählen u. a. Prodimex, Rasguljaj und Rus-Agro, deren Ursprünge in Zuckerhandel und Zuckerindustrie liegen. Die quantitative und qualitative Sicherung der Rohstoffe für die verarbeitenden Betriebszweige durch Etablierung einer eigenen Produktion war einer der Hauptgründe für die Entstehung vertikal integrierter Holdings.

RYLKO und JOLLY (2004) sowie KHRAMOVA und SEROVA (2004) nennen folgende Ursachen, die die Entstehung von Agrarholdings begünstigten bzw. auslösten:

- Unvollständige und imperfekte Märkte
 - Risikoverringerung durch Rohstoffproduktion im eigenen Unternehmen
 - Höheres Vertrauen in vertikal und horizontal integrierte Strukturen
 - Lobbyismus begünstigte das weitere Wachstum bereits bedeutender Unternehmen
- Schlecht ausgebildetes oder nicht existierendes Bankensystem im ländlichen Raum
 - Die Holdinggesellschaft kann die Liquidität von Betrieben sicherstellen, die keinen direkten Zugang zu Krediten haben
- Die durch die Privatisierung fragmentierte Struktur führte nicht zur Bildung von Privatbetrieben, sondern zur Erhaltung der großbetrieblichen Struktur durch Rückverpachtung der Landanteile an die ehemaligen Kolchosen (Abschnitt 2.2).

- Die Folgen der Finanzkrise 1998 begünstigten die Bedingungen für Investitionen in die russische Landwirtschaft
 - Die Nachfrage nach einheimischen Lebensmitteln stieg an.
 - Die Betriebsmittelpreise sanken.
 - Die Schulden der Betriebe wurden durch den Kursverfall des Rubels entwertet.
- Die Angebotselastizität der bisherigen Produzenten war gering

Seitdem wächst die Bedeutung der Agrarholdings immer weiter. Im Jahr 2003 waren 115 Unternehmen mit insgesamt 6,1 Mio. ha Land bekannt, drei Jahre später wurde die Zahl der Holdings auf 150 geschätzt (AGRA-EUROPE, 2006). Aktuelle Zahlen belegen, dass die Anzahl der Agrarholdings in Russland mittlerweile ca. 200 Unternehmen beträgt, die zusammen 10,5 Mio. ha bewirtschaften und 25 % des russischen Getreides erzeugen (RYLKO, 2008).

Das größte Unternehmen ist *Ivolga-Holding* mit 650.000 ha Fläche. Die 30 größten Agrarunternehmen in Russland bewirtschafteten 2008 zusammen 6,7 Mio. ha Land (INDIKATORI RINKI ZEMLI, 2008).

Eine stark steigende Tendenz ist nicht nur bei der Anzahl der Unternehmen und der insgesamt von dieser Unternehmensform bewirtschafteten Fläche zu erkennen. Auch die Größe der einzelnen Unternehmen steigt stetig (Abbildung 2.4). In Untersuchungen von RYLKO und JOLLY (2004) bewirtschaftete ein Großteil der Holdings noch weniger als 100.000 ha und nur fünf Unternehmen waren größer als 200.000 ha. Im Jahr 2008 gab es 14 Unternehmen mit einer Fläche über 200.000 ha und 12 Unternehmen zwischen 100.000 ha und 200.000 ha (INDIKATORI RINKI ZEMLI, 2008).

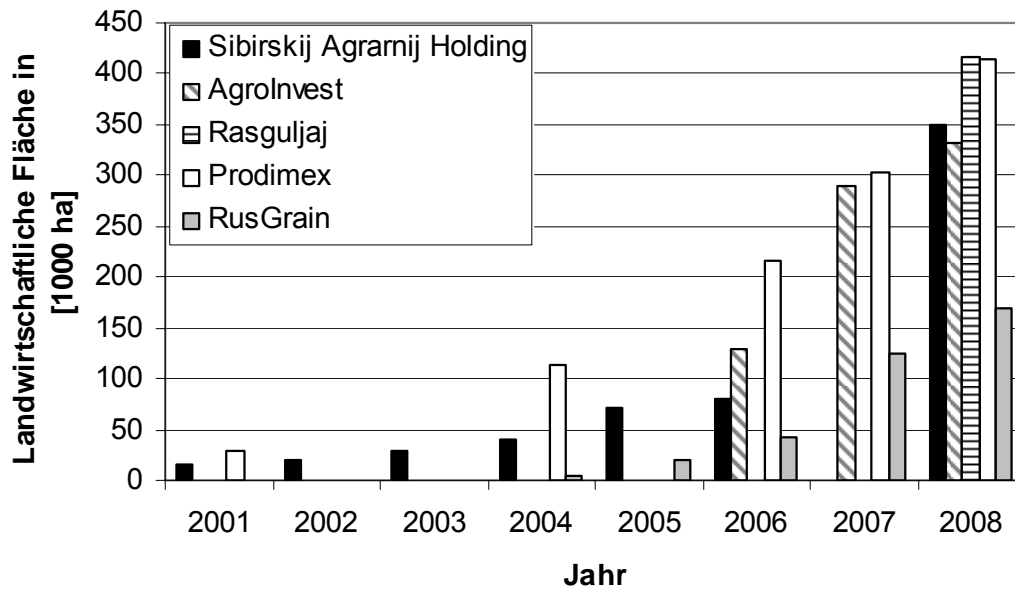


Abbildung 2.4: Flächenentwicklung ausgewählter Agrarholdings

QUELLE: AGROINVEST (2009), PRODIMEX (2009), RASGULAIJ AGRO (2009), RUSGRAIN (2009), SIBIRSKIJ AGRARNIJ HOLDING (2009)

Regional konzentrieren sich die Holdings in den landwirtschaftlich bedeutendsten Regionen - in der Zentralen Schwarzerderegion (38 %³), in der Wolgaregion (12 %) sowie in Südrussland (15 %) (RYLKO, 2008).

Die gesamte landwirtschaftliche Fläche einer Agrarholding wird in mehreren Betrieben von 5.000 bis 20.000 ha Größe bewirtschaftet. Die bis zu 30 landwirtschaftlichen Betriebe befinden sich meist in verschiedenen administrativen Regionen und werden von einer Zentrale in Moskau koordiniert. Diese Betriebe sind in der Regel juristisch unabhängige Personen, finanziell jedoch von der Holdinggesellschaft abhängig.

Die Organisation sowie die Managementstrukturen von Agrarholdings werden in Abschnitt 2.3.2 genauer beschrieben. Eine Übersicht der Kenndaten der zehn größten Agrarholdings in Russland ist in Tabelle 2.2 dargestellt.

³ Die Prozentangaben beziehen sich auf den Anteil der gesamten von Holdings bewirtschafteten Fläche in dieser Region

Tabelle 2.2: Landwirtschaftliche Fläche der 10 größten Agrarholdings in Russland, weitere Unternehmenszweige und regionale Verbreitung

Unternehmen	Gründungs- jahr / Einstieg in LW	Fläche in ha (2008)	Schwerpunkt Landwirtschaft	Anzahl landwirt- schaftlicher Betriebe	vor- und nachgelagerte Industrie (Auswahl)	weitere Unternehmensbereiche	Regionen
Ivolga-Holding	k.A. / k.A.	650.000	Getreide	k.A.	Molkereien Elevator, Mühle, Bäckerei Getreidehandel Ersatzteilvertrieb Handel mit Landtechnik Vertrieb von Pflanzenschutzmitteln Zuckerfabriken	Getränke/ Mineralwasserhandel Catering/Imbisse Transportunternehmen Werkstatt PKW/LKW Supermarkt	Orenburg, Kursk, Kasachstan
Prodimeks	1992 / 1999	570.000	Zuckerrüben	24	Zuckerfabriken (15)	Zitronensäureproduktion	Voronezh, Belgorod, Baschkortostan, Krasnodar, Orjol, Pensa, Stavropol
Solotoi Kolos (TatFondBank)	k.A. / 2002	460.000	Zuckerrüben	20	Zuckerfabriken (3)	Spedition Versicherung	Tatarstan
Rasgulaj Agro	1992 / k.A.	420.000	Zuckerrüben Getreide	17	Zuckerfabriken (11) Elevatoren Mühlen Bäckereien Kraftfutterherstellung		Karelien, Moskau, Ivanov, Orjol, Belgorod, Kursk, Voronezh, Volgograd, Rostov, Krasnodar, Stavropol, Tatarstan, Samara, Orenburg, Baschkortostan, Omsk, Altaj
WAMIN-Tatarstan	k.A. / k.A.	410.000	Milchkühe	k.A.	Molkereien (33)		Tatarstan
NAPKO - Tsherkovskij- Group	k.A. / k.A.	400.000	Geflügel Schweine	k.A.	Fleischverarbeitung Kraftfutterherstellung	Supermarkt	Pensa, Lipezk, Briansk, Moskau, Vologda, Tambov
Krasnij Vostok	k.A. / k.A.	350.000	Getreide	k.A.	Brauereien	Supermarkt Hotel	Tatarstan
Sibirskij Agrarnij Holding	2000 / 2000	350.000	Getreide	15	Bäckereien (13) Herstellung und Vertrieb von Pflanzenschutzmitteln Getreidehandel Fruchtsaftherstellung		Novosibirsk, Omsk, Moskau, Tula, Uljanovsk, Altaj
AgroInvest	2005 / 2005	300.000	Getreide	18	Elevator		Kursk, Voronezh, Tambov, Lipezk, Rjasan, Samara
RusAgro	1995 / 1998	260.000	Zuckerrüben	33	Zuckerfabriken Elevator	Spedition Sicherheitsdienst Service für Technik	Tambov, Belgorod, Ekaterinburg

QUELLE: AGROINVEST (2009), CHERKIZOVO GROUP (2009), INDIKATORI RINKI ZEMLI (2008); IVOLGA-HOLDING (2009), KRASNIJ VOSTOK (2009), NEKRASOVA (2006), PRODIMEKS (2009), RASGULAJ AGRO (2009), RUSAGRO (2009), RUSGRAIN (2009), SIBIRSKIJ AGRARNIJ HOLDING (2009), VAMIN-TATARSTAN (2009),

Im Vergleich des jährlichen Umsatzes einzelner Agrarholdings mit anderen großen russischen Unternehmen erschließt sich die gesamtwirtschaftliche Bedeutung. Im Jahr 2006 befanden sich unter den 400 umsatzstärksten Unternehmen Russlands sechs Agrarholdings (IVANOV, 2009; EXPERT, 2009). Im Jahr 2007 hat sich deren Anzahl mit 10 vertretenen Unternehmen beinahe verdoppelt (Tabelle 2.3).

Tabelle 2.3: Unternehmen aus dem Agrarsektor unter den 400 umsatzstärksten russischen Unternehmen

Rang (2007)	Unternehmen	Umsatz (2007) Mio Rubel
124	Rasguljaj Agro	31 010,00
138	Jug Rusi	28 328,30
234	RusAgro	16 794,30
245	Komos-Gruppe	15 882,40
334	Prodimex	11 099,00
340	APK Stoilenskaja Niva	10 915,20
372	APK OGO	10 252,00
387	Agrokom-Gruppe	9 737,00
388	Vamin-Tatarstan	9 695,40
396	Arkada	9 558,20

Quelle: IVANOV (2009); EXPERT (2009)

Der Anteil ausländischer Investitionen in den russischen Agrar- und Ernährungssektor nimmt zu. Das Investitionsvolumen nicht-russischer Geldgeber belief sich von 2003 bis 2008 auf insgesamt 300 Mrd. US\$. Das entspricht 0,4 % des gesamten Investitionsvolumens in den Agrar- und Ernährungssektor (KOREPANOVA, 2008).

Auch in weiteren Ländern der ehemaligen Sowjetunion bilden sich holdingartige Strukturen. In Kasachstan gibt es ca. 20 Agrarholdings, die regional im Norden des Landes konzentriert sind und 80 % der Getreideproduktion erwirtschaften. Neben der Produktion liegt deren Unternehmensschwerpunkt auch in der Getreideverarbeitung (WANDEL, 2008; RYLKO, 2008).

In der Ukraine bewirtschaften 40 Agrarholdings 4 - 4,5 Mio. ha Land, 10 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche des Landes. Im Vergleich zum Jahr 2007 haben sich Anzahl und Fläche beinahe verdoppelt (TOVSTOPYAT und LISSITSA, 2008).

2.3.2 Management und Organisation von Agrarholdings

Die Managementstruktur russischer Agrarholdings ist stark zentralisiert. Die Zentren der meisten Unternehmen befinden sich in Moskau und werden durch regionale Niederlassungen ergänzt. Die zur Holding gehörenden Betriebe befinden sich in verschiedenen administrativen Regionen Russlands. Die regionale Verteilung der Produktionsstätten ist in Abbildung 2.5 am Beispiel des Unternehmens *Prodimex* dargestellt (PRODIMEX, 2009), dessen Schwerpunkt in der Zuckerproduktion und entsprechend auch im Zuckerrübenanbau liegt.

Die landwirtschaftlichen Betriebe sowie Zuckerfabriken befinden sich in sieben Regionen:

- Krasnodar und Stavropol in Südrussland/Nordkaukasus, (ca. 1.500 km südwestlich von Moskau),
- Belgorod, Voronezh, Pensa und Orjol im Zentralen Schwarzerdegebiet (ca. 500 km südlich von Moskau) sowie
- Bashkortostan in der Wolgaregion/Ural (ca. 1.500 km südöstlich von Moskau).

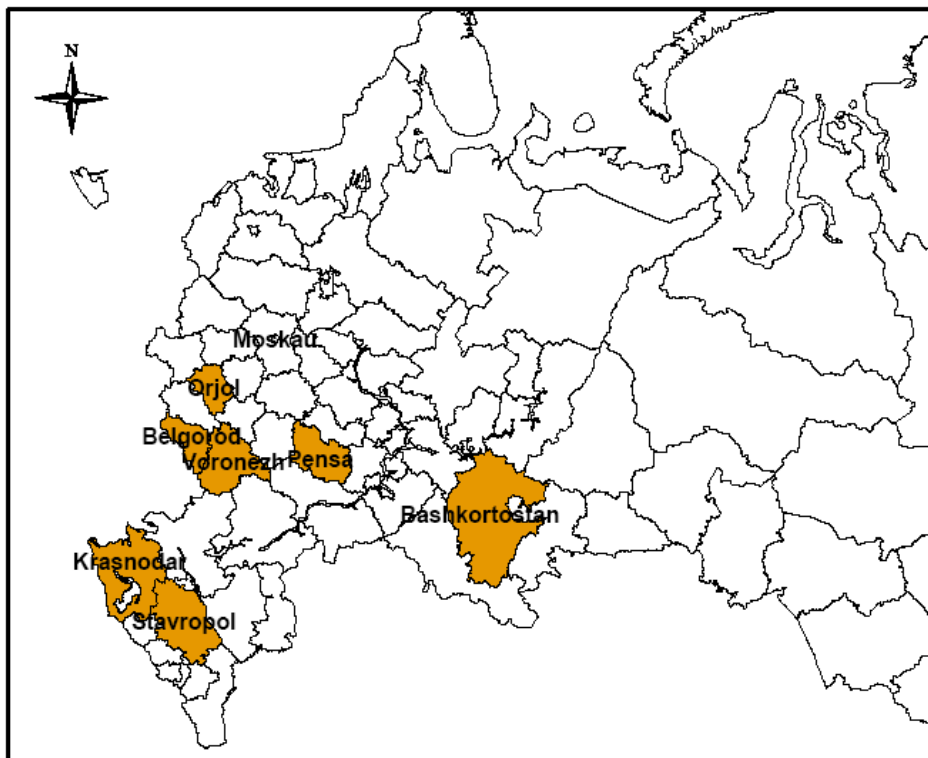


Abbildung 2.5: Regionale Verteilung der Betriebe einer Agrarholding (am Beispiel des Unternehmens Prodimex)

Quelle: PRODIMEX (2009); Eigene Darstellung in ESRI ArcView®

Das Management von Agrarholdings ist wie in gewerblichen Unternehmen divisional und funktional gegliedert - Finanzen, Personal, Verkauf, EDV/IT, Juristische Abteilung und Produktion. Die Abteilung Produktion kann dann weiter in die Bereiche Beschaffung, Pflanzenbau, Technik, Berichtswesen und Analyse sowie Logistik unterteilt sein (Abbildung 2.6). Die Leitung der Abteilungen befindet sich in der Unternehmenszentrale, in der auch alle strategischen und viele operative Entscheidungen getroffen werden.

In den meisten Unternehmen übernimmt die Holdinggesellschaft zentral den Einkauf von Betriebsmitteln, die Investitionsplanung sowie die Vermarktung der erzeugten Produkte. Weitere Bereiche, die in die Entscheidungskompetenz der Holdinggesellschaft fallen, sind Investitionsentscheidungen und häufig auch Entscheidungen des operativen Managements, wie die Bestimmung der Betriebsleiter oder Teile der Anbau- und Produktionsplanung (KHRAMOVA und SEROVA, 2004; HOCKMANN et al., 2005; NEKRASOVA, 2006; eigene Erhebungen). HOCKMANN et al. (2005, S. 1) sprechen deswegen auch von einer „Rückkehr der quasi zentral geplanten Strukturen“.

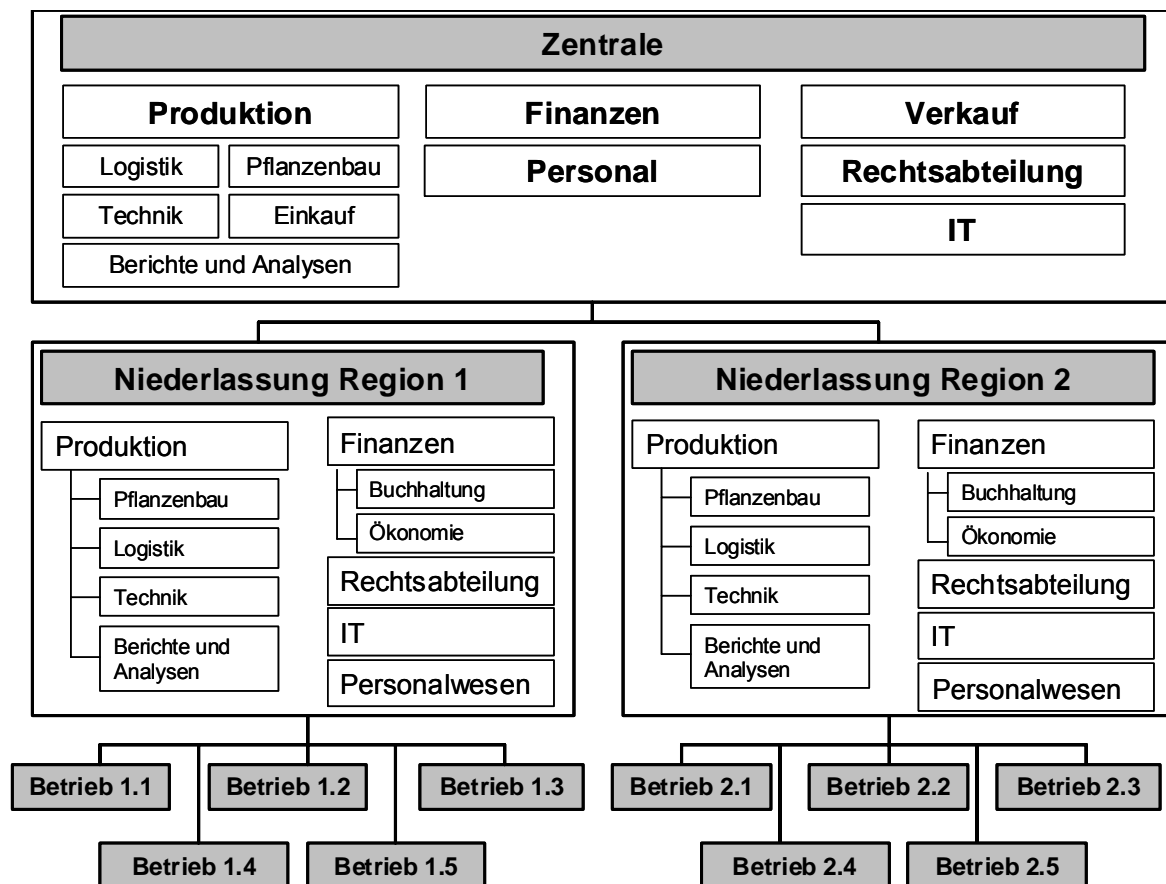


Abbildung 2.6: Schematische Darstellung der Organisation einer Agrarholding nach funktionalen Aspekten

Zur Unterstützung der Umsetzung von Entscheidungen sowie zur Berichterstattung in die Zentrale existieren regionale Niederlassungen mit je einem oder mehreren Vertretern der genannten Bereiche. Eine regionale Niederlassung koordiniert diese Aufgaben für jeweils mehrere landwirtschaftliche Betriebe.

Die niedrigste Hierarchiestufe bilden die landwirtschaftlichen Betriebe. Diese sind in sich ebenfalls stark hierarchisch gegliedert (Abbildung 2.7). Die Organisation eines Einzelbetriebes ähnelt in ihrer Organisation noch stark der einer Kolchose (UGAROV, 1997). Vom Direktor und seinem Stellvertreter über die Fachgebietsleiter für Pflanzenbau und Technik bis zu den ausführenden Arbeitskräften existieren mindestens drei weitere Hierarchieebenen. Je nach Größe des Betriebes kann dieser noch einmal in Teilbetriebe mit Teilbetriebsverantwortlichen unterteilt sein.

Die Entscheidungskompetenz der Betriebe ist stark eingeschränkt. Die Aufgaben der Betriebsleitung konzentrieren sich auf die Einhaltung der Produktionsvorgaben und der Finanzpläne (Abschnitt 4.1). Auf dieser Hierarchieebene kann kurzfristig nur auf Ereignisse reagiert werden, die die täglichen Arbeiten betreffen, wie z. B. die Planung und Organisation der Arbeitsausführung (eigene Erhebungen; NEKRASOVA, 2006).

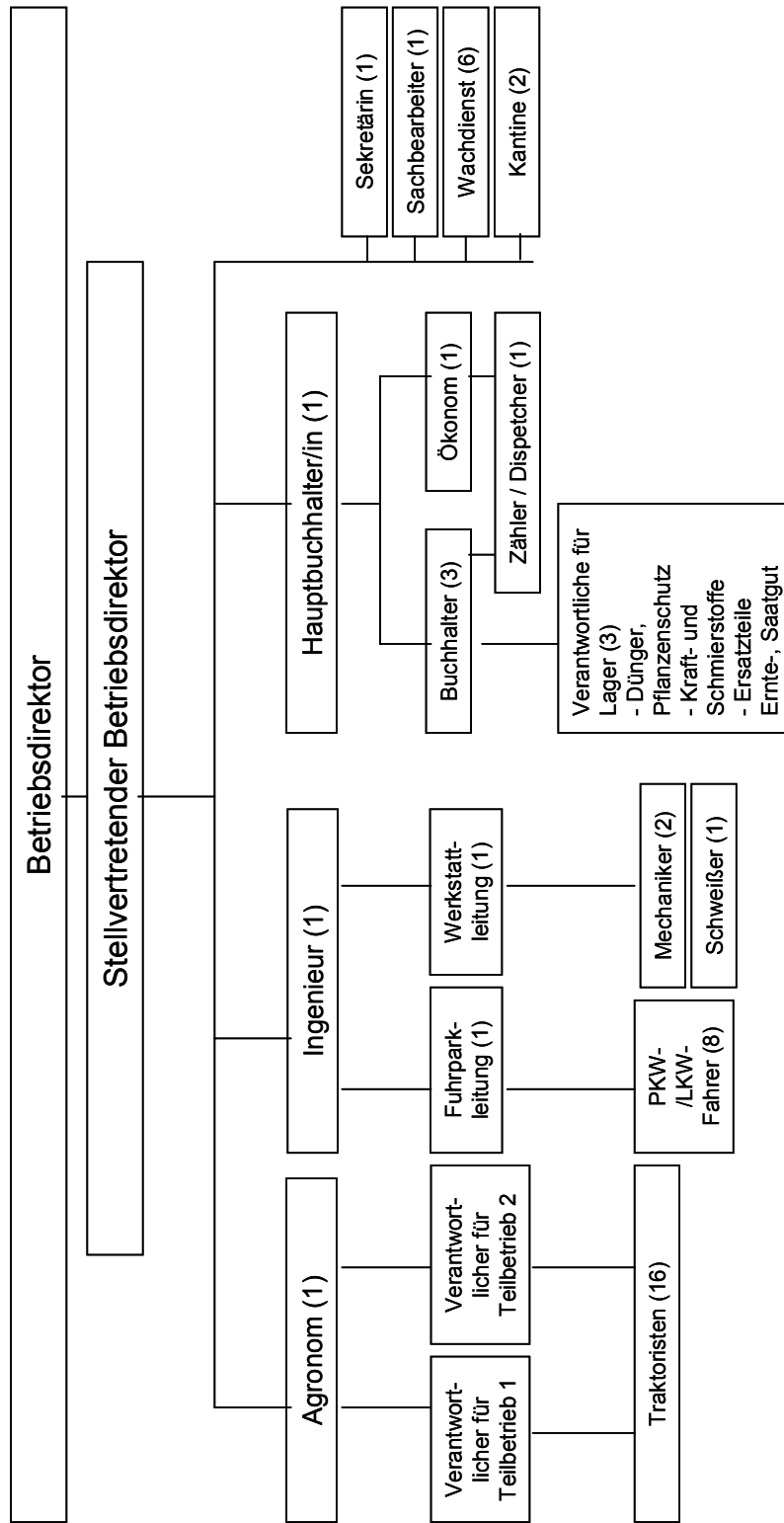


Abbildung 2.7: Organigramm eines russischen Betriebes

3 Grundlagen des Informationsmanagements und der automatischen Datenerfassung

3.1 Bedeutung von Information zur Unternehmensführung

Eine wissenschaftlich allgemein anerkannte Definition des Begriffes *Information* gibt es nicht. Einig sind sich verschiedene Autoren, die den subjektiven Informationsbegriff vertreten, darin, dass Relevanz für den Empfänger sowie Neuigkeit Eigenschaften von Informationen sind. „Information ist eine Nachricht, die ein Akteur oder Objekt aussendet, und die der Empfänger als neu und nützlich empfindet“ (SPITTA und BICK, 2008, S. 50).

WITTMANN (1959, S. 14, bei KRCMAR (2005), S. 17) definierte Information als „zweckbezogenes Wissen“ und forderte somit, dass Daten in einem Verwendungszusammenhang stehen müssen, bevor sie als Information bezeichnet werden dürfen. Nach KRCMAR (2005, S. 17) ist „zweckbezogen“ als „Entscheidungen oder Handlungen“ vorbereitend zu verstehen.

Nicht immer wurde dem Faktor Information eine so große Bedeutung für die Führung von Unternehmen zugestanden wie heute. Die Bewertung von Information und Informationsverarbeitung wandelte sich im Laufe der Jahrzehnte stark (LAUDON, 1998, S. 50). In den 50er Jahren lag der Schwerpunkt des Einsatzes der Informationsverarbeitung mit Hilfe von EDV in Unternehmen in der Ausführung routinemäßiger Aufgaben mit dem Ziel der Kostenreduzierung und Zeitersparnis. Von 1960 bis 1970 verbreitete sich die Erkenntnis, dass die Bereitstellung bestimmter Informationen Unternehmensprozesse verbessern kann. Daraufhin wurden vermehrt Computerprogramme entwickelt, die einfache Funktionen des Reporting erfüllten, wie z. B. Wochen-, Monats- und Jahresberichte etc.

In den 70er Jahren wurde Information neben Boden, Arbeit und Kapital zum vierten Produktionsfaktor aufgewertet (KRCMAR, 2005). LAUDON (1998) bezeichnet diese Periode als „Information für das Management“ („Information for management“). Die in diesem Zeitraum neu entstandenen Formen von Informationssystemen waren Entscheidungsunterstützungssysteme (Decision Support Systeme, DSS) und Führungsinformationssysteme (FIS, auch Executive Support Systems, ESS - Executive Information Systems, EIS), deren wesentlicher Einsatzzweck es ist, die Entscheidungsfindung durch Bereitstellung entsprechend aufbereiteter Informationen zu beschleunigen.

nigen und zu verbessern. Einen erneuten Wandel erfuhr das Verständnis von Information nach 1980, als die strategische Bedeutung von Information erkannt wurde.

Die Funktionen und Aufgaben des Managements sind ausführlich beschrieben bei ZIMMERMANN (2007, S. 57-88). Führungsaufgaben lassen sich nach dem „Zürcher Ansatz der Führungslehre“ in folgende vier Bereiche gliedern (THOMMEN, 2002, zitiert bei ZIMMERMANN, 2007):

- Planung
- Entscheidung
- Realisierung
- Kontrolle und Steuerung

Eine Definition, die die enge Verbindung zwischen den Führungsaufgaben des Managements und der Notwendigkeit der Zurverfügungstellung von Information verdeutlicht, stammt von WILD (1971, bei KRUMHOLTZ, 2005, S. 23): „Management kann [...] definiert werden als die Verarbeitung von Informationen und ihrer Verwendung zur zielorientierten Steuerung von Menschen und Prozessen.“

Eine realistische *Planung* z.B. des Ressourcenbedarfs und der effiziente Einsatz der vorhandenen Kapazitäten kann nur bei Vorliegen exakter Datengrundlagen durchgeführt werden.

Eine *Entscheidung* für die Vorzüglichkeit eines Produktionsverfahrens im Vergleich zu einem anderen ist ohne das Vorhandensein zuverlässiger Daten nicht denkbar.

Zur *Kontrolle und Steuerung* ist das Management auf die permanente Erhebung von Ist-Daten und eine zeitnahe Übermittlung in aussagekräftigen, aggregierten Berichten angewiesenen, um gegebenenfalls eingreifen zu können.

„Information dient im Rahmen der Kontrollunterstützung dem Erkennen von Abweichungen zwischen angestrebten und erreichten Zielgrößen.“ (DOLUSCHITZ, 1997, S. 173). Auf den letztgenannten Einsatzzweck von Information wird in Abschnitt 3.1.3 noch genauer eingegangen. Im folgenden Abschnitt werden die Grundlagen von Informationsmanagement und Informationssystemen dargestellt.

3.1.1 Informationsmanagement

Wohingegen Information vor einigen Jahren noch ein knappes Gut war, steht man heutzutage der Herausforderung gegenüber, die Informationsflut zu bewältigen und das Informationsangebot auf entscheidungsrelevante Information zu reduzieren (KRCMAR, 2005). „Eine der wesentlichen Aufgaben des IM [Informationsmanagement, Anm. d. Autors] ist es [...], die erforderlichen Informationen zur richtigen Zeit im richtigen Format zum Entscheider zu bringen“ (KRCMAR, 2005, S. 28).

Daraus leiten sich die zwei wesentlichen Aufgaben des Informationsmanagements ab:

- Bestimmung des Informationsbedarfs und Beschaffung der erforderlichen Informationen
- Empfängergerechte Aufbereitung und zeitgerechte Zurverfügungstellung der Informationen

Informationsbedarf

Der Zusammenhang zwischen Informationsangebot, Informationsnachfrage und Informationsbedarf ist in Abbildung 3.1 dargestellt.

Zur Lösung jeder spezifischen Fragestellung besteht ein objektiver Informationsbedarf, der zur Lösung bzw. zur Entscheidungsfindung benötigt wird. Des Weiteren besteht ein subjektiver Informationsbedarf des Entscheidungsträgers, der in der Regel nicht deckungsgleich mit dem objektiven Informationsbedarf ist. Das vorhandene Informationsangebot beinhaltet jeweils Teilmengen des objektiven und des subjektiven Informationsbedarfs, führt jedoch nicht zur Deckung des gesamten Informationsbedarfs. Die Schnittmenge dieser drei Komponenten stellt den aktuellen Informationsstand dar. Schnittmengen von je zwei der Komponenten sind die relevante, aber nicht gedeckte Informationsnachfrage sowie das nicht genutzte, aber relevante Informationsangebot.

Die Aufgabe des Informationsmanagements ist es somit, den objektiven und den subjektiven Informationsbedarf zur Deckung zu bringen, und mit einem entsprechenden Informationsangebot den Informationsbedarf zu befriedigen. (KRCMAR, 2005).

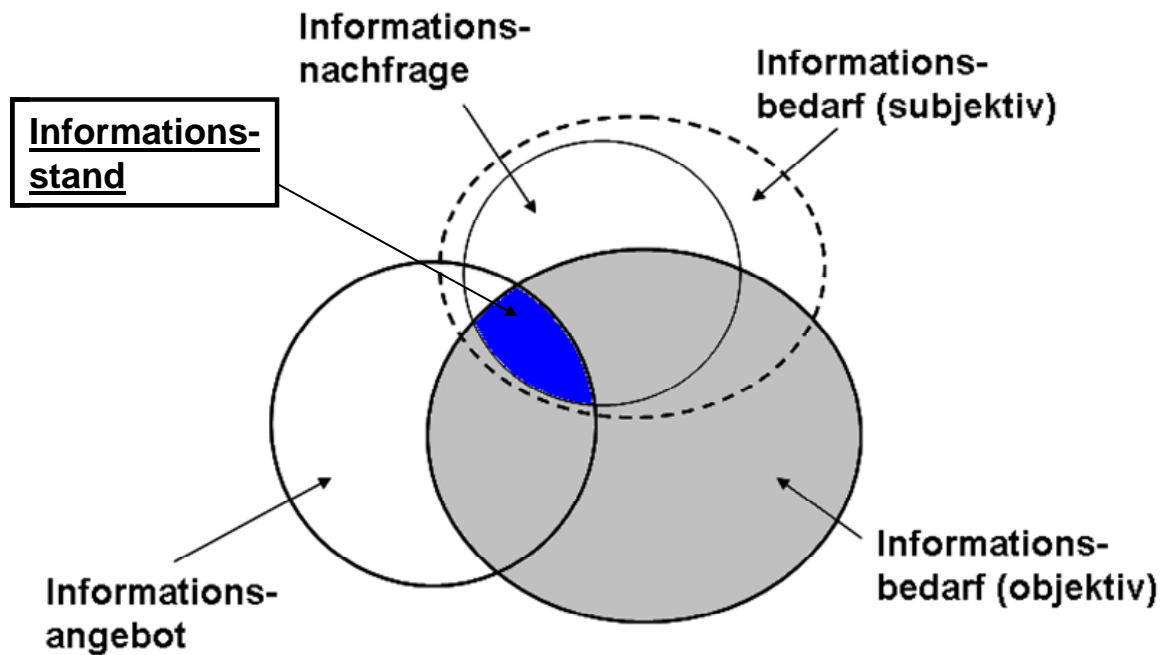


Abbildung 3.1: Informationsbedarf, Informationsnachfrage und Informationsangebot

Quelle: verändert nach KRCMAR (2005, S. 60)

Informationslogistik

KRCMAR (2005) beschreibt die Dualität der Information, wonach jede Informationsübertragung neben einem informatorischen Aspekt auch einen physischen Aspekt hat. Die physische Gebundenheit der Information spielt für die Informationslogistik - der Organisation des Informationsflusses und der Informationskanäle - eine wichtige Rolle.

Das von AUGUSTIN (1990, bei KRCMAR, 2005, S. 54) definierte Grundprinzip der Informationslogistik stellt folgende Anforderungen an die Bereitstellung von Information:

- die richtige Information
vom Empfänger verstanden und benötigt
- zum richtigen Zeitpunkt
für die Entscheidungsfällung ausreichend
- in der richtigen Menge
so viel wie nötig, so wenig wie möglich
- am richtigen Ort
beim Empfänger verfügbar

- in der erforderlichen Qualität
ausreichend detailliert und wahr, unmittelbar verwendbar

3.1.2 Informationssysteme

Zur Gewährleistung einer zuverlässigen, fehlerfreien und erfolgreichen Datenspeicherung, -verarbeitung sowie der Übermittlung von Information innerhalb des Unternehmens werden computergestützte Informationssysteme (IS) eingesetzt.

„Bei Informationssystemen handelt es sich um sozio-technische („Mensch-Maschine“ -) Systeme, die menschliche und maschinelle Komponenten (Teilsysteme) umfassen und zum Ziel der optimalen Bereitstellung von Information und Kommunikation nach wirtschaftlichen Kriterien eingesetzt werden.“ (WKWI 1994, S. 80, bei KRCMAR 2005, S. 25)

„Informationssysteme bezeichnen Systeme aufeinander abgestimmter Elemente personeller, organisatorischer und technischer Natur, die der Deckung des Informationsbedarfs dienen.“ (KRCMAR, 2005, S. 48)

In der Organisationstheorie wird traditionell von „einem“ IS ausgegangen, die Wirtschaftsinformatik zerlegt das Gesamtsystem in einzelne Subsysteme, die sich nach Verwendungszwecken gliedern lassen (KRCMAR, 2005).

Informationssysteme werden in branchenspezifische und branchenübergreifende Systeme (z. B. Buchführungsprogramme) unterschieden.

Innerhalb eines Unternehmens wiederum werden verschiedene funktionsbezogene Informationssysteme eingesetzt, die speziell auf die Bedürfnisse der Abteilungen Beschaffung, Produktion, Absatz etc. angepasst sind.

Unternehmensbezogene Informationssysteme dienen der Schaffung von Schnittstellen zwischen den Informationssystemen der Abteilungen zur Bildung eines integrierten Gesamtsystems (KRCMAR, 2005).

LAUDON (1998) teilt Informationssysteme in sechs Hauptgruppen ein, die auf vier Unternehmensebenen eingesetzt werden:

- Operationale Ebene:
Datenverarbeitungssysteme (TPS - transaction processing systems) sind für den täglichen Einsatz in den Bereichen Einkauf, Produktion, Absatz,

Rechnungswesen etc. konzipiert. Sie dienen in erster Linie der Speicherung und Strukturierung der Daten und sind der wichtigste Lieferant von Input-Daten für die anderen IS auf höheren Ebenen

- Wissensebene (Knowledge level):
Wissensbasierte Programme (KWS - knowledge work systems): dienen zur Erstellung neuer Informationen. Ein Beispiel sind spezielle Zeichenprogramme für Ingenieure
Büro-Automatisierungssysteme (OAS - office automation systems) automatisieren den Büroalltag, wie z. B. elektronischer Kalender, email-Programme.
- Management-Ebene:
Management-Informationssysteme (MIS - management information systems): dienen zur Beantwortung strukturierter und bekannter Fragestellungen in Form von Berichten für die Managementebene. MIS sind in der Regel wenig flexibel und erfüllen kaum analytische Funktionen
Entscheidungsunterstützungssysteme (DSS - decision support systems): unterscheiden sich von Management-Informationssystemen dadurch, dass sie auch die Verwendung externer Informationen vorsehen und für die Durchführung analytischer Aufgaben konzipiert wurden.
- Strategische Ebene:
ESS (Executive support systems): werden vom Top (Senior)-Management eingesetzt. Sie integrieren sowohl externe Daten als auch Daten aus den intern genutzten Informationssystemen wie MIS und DSS. Diese Systeme dienen nicht der Beantwortung analytischer und spezifischer Fragestellungen, sondern der Entscheidungsunterstützung bei strategischen Fragestellungen.

3.1.3 Information zur Kontrolle und Steuerung von Unternehmensprozessen

Den bedeutenden Beitrag zur Kontrolle und Steuerung der Unternehmensprozesse liefert das betriebliche Controlling.

Abgeleitet wird der Begriff „Controlling“ vom englischen Verb „to control“ das mit „lenken, steuern, regeln, beherrschen, kontrollieren, überwachen“ übersetzt werden kann. „Controlling“ sollte daher nicht mit dem Begriff „Kontrolle“ verwechselt werden.

Es ist viel mehr ein Instrument zur Unternehmens- und Gewinnsteuerung und als Subsystem des Managements zu verstehen. Ebenso wie das Management kann das Controlling anhand seiner Aufgaben in strategisches und operatives Controlling unterteilt werden (BAUS, 2003).

Strategisches Controlling beschäftigt sich u. A. mit der Fragestellung, ob das Unternehmen in den richtigen Geschäftsfeldern tätig ist. Es spielt aber im Zusammenhang mit den in dieser Arbeit betrachteten Systemen keine Rolle.

Das operative Controlling dahingegen analysiert die laufenden Geschäftsprozesse und sucht Abweichungen bzw. Optimierungsmöglichkeiten. Kernelemente des operativen Controlling sind:

- Abweichungsanalysen
- Budgetierung
- Berichtswesen

Berichtswesen

Das Berichtswesen stellt das zentrale Instrument des Informationsmanagements zur Kontrolle und Steuerung von Prozessen dar.

Im Folgenden werden die Richtlinien zur Erstellung von Berichten im Rahmen des operativen Controlling beschrieben (BAUS, 2003, S. 119 ff.):

- Selektivität zur Eindämmung der Informationsflut
- Regelmäßige Erstellung von Standardberichten
- Erstellung von Abweichungsberichten nur für diejenigen Sachgebiete, die eine bedeutende Abweichung aufweisen (Überschreiten einer Toleranzschwelle)
- Das Management erhält nur Berichte zu seinem jeweiligen Verantwortungsbereich
- Jede Managementebene erhält die verdichteten Berichtsinhalte der ihr direkt unterstellten Ebene
- Je höher die Ebene der Unternehmenshierarchie ist, umso verdichteter und globaler müssen die Berichtsinhalte sein.
- Führungskräfte benötigen bereichsübergreifende Information

- viele kleine Berichte lassen sich den Bedarfsprofilen der Empfänger leichter anpassen und können schneller sowie wirtschaftlicher übermittelt werden.
- Die gewählte Berichtsform sollte der Kontinuität unterliegen, damit das vertraute Berichtsbild den Zugang zu den nötigen Informationen erleichtert
- Ein vorangestellter Kurzbericht kann den Blick auf die wesentlichen Inhalte lenken, im Bedarfsfall auf Detailberichte verweisen
- Zerlegung von großen Datenmengen in Teilmengen, die dann in Nebentabellen dargestellt werden
- Klare Trennung von Globalgrößen und Details, Zeilen für Zwischensummen
- Hinzufügen von Schaubildern und Diagrammen
- Auswahl geeigneter Kennzahlen

Benchmarking

Der Begriff Benchmarking beschreibt ein Konzept, das sich seit Beginn der 90er Jahre zu einem wichtigen Management- und Controllinginstrument entwickelt hat (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT, 2009).

„Benchmarking ist die Suche nach besseren Problemlösungen durch systematischen Vergleich mit Best-Praktiken im eigenen Unternehmen, der Branche und insbesondere auch branchenfremden Unternehmen, um die eigene Leistungsfähigkeit zu verbessern.“ (BAUS, 2003, S. 181). Durch den Vergleich mit dem besten Unternehmen sollen Leistungslücken aufgedeckt und geschlossen werden. In Abhängigkeit vom Benchmarking-Objekt lassen sich verschiedene Formen unterscheiden:

- Internes Benchmarking:
Vergleich der Ausführung bestimmter Aktivitäten in verschiedenen Abteilungen oder Niederlassungen, Bestimmung der „Best-in-house-Practice“
- Wettbewerbs-Benchmarking:
Vergleich mit Unternehmen der gleichen Branche
- Funktionales Benchmarking:
Vergleich ausgewählter Prozesse in branchenfremden Unternehmen (BAUS, 2003, S. 184; RECKLIES, 2001)

Vorteil des Internen Benchmarkings ist die einfache Umsetzung aufgrund der Datenverfügbarkeit und der Datentiefe. Die zum Benchmarking herangezogenen Kennzah-

len können sowohl finanziellen als auch nicht finanziellen Ursprungs sein (BAUS, 2003).

HIRSCHAUER (2001) nennt folgende Ziele und Objekte des Benchmarking in der Landwirtschaft:

Tabelle 3.1: Benchmarking in der Landwirtschaft

Benchmarkingziele	Benchmarkingpartner	Benchmarkingobjekte
Leistungssteigerung	Nichtlandwirtschaftliche Unternehmen	Methoden
Steigerung erzielter Preise	Landwirtschaftliche Unternehmen mit anderen Betriebszweigen und/oder Märkten	Prozeßabläufe
Kostenreduzierung	Landwirtschaftliche Unternehmen mit identischen Betriebszweigen und/oder Märkten	Produkte

Quelle: HIRSCHAUER, 2001 (S. 328)

3.2 Informationssysteme in der Landwirtschaft

Für die Landwirtschaft existiert eine Vielzahl branchenspezifischer Softwarelösungen zur Dokumentation der Produktionsvorgänge. Der Grund dafür ist nicht zuletzt eine Reihe gesetzlicher Regelungen der Europäischen Union, die die Landwirte zur Dokumentation der einzelnen Produktionsschritte zur Rückverfolgbarkeit von Lebensmitteln (z.B. EU-Richtlinie 178/2002) oder der Überprüfbarkeit der Einhaltung von Umweltauflagen verpflichten.

Im Pflanzenbau nutzt man Ackerschlagkarteien (Abschnitt 3.2.1) zur effizienten und kostengünstigen Erfüllung dieser Aufgaben (DOLUSCHITZ, 2002; KIEP, 2004), für die Tierhaltung wurden betriebszweigspezifische Managementsysteme für die Verwaltung der Tierdaten entwickelt. Auch spezielle Anwendungssoftware für Biogasanlagen, Anpassungen für Lohnunternehmer und Spezialprogramme für den Pflanzen-

bau (Prognose von Krankheitsbefall) sind auf dem Markt verfügbar (DOLUSCHITZ, 2002).

Neben diesen produktionsorientierten Systemen stellt auch die landwirtschaftliche Buchführung ein wichtiges innerbetriebliches Informationssystem dar. DOLUSCHITZ (1997) hebt folgende Bedeutung der Buchführung für betriebswirtschaftliche Zwecke hervor:

- Laufende Kontrolle der Geschäftsvorgänge
- Kontrolle des Vermögens (besonders bei hohem Fremdkapitalanteil)
- Berechnung des Unternehmenserfolges (Gewinn- und Verlustrechnung)
- Analyse der Leistungs-Kosten-Struktur der einzelnen Betriebszweige und des Unternehmens als Ganzem
- Lieferung von Grunddaten für die Finanz- und Investitionsplanung

SCHWERDTLE (2002) macht die Möglichkeiten der Nutzung der Buchführungsdaten bei detaillierter und gründlicher Buchung für Betriebszweiganalysen und Controlling deutlich.

Im Gegensatz zu den betriebszweigspezifischen Anwendungen sind hoch integrierte Systeme, die sowohl die einzelnen Betriebszweige als auch das Gesamtunternehmen abdecken noch nicht bis zur Praxisreife entwickelt (DOLUSCHITZ, 2002; LOBENSTEIN, 2002; DOLUSCHITZ et al, 2005; STEINBERGER, 2009).

3.2.1 Farm-Management-Informationssysteme für den Pflanzenbau

Das zentrale Dokumentations- und Informationssystem im Pflanzenbau ist für westliche Betriebe die Ackerschlagkartei. Diese Art von Software wird von verschiedenen Softwarehäusern in jeweils individuellen Ausarbeitungen angeboten und unterstützt in der Regel sowohl pflanzenbauliche als auch ökonomische Aufgaben. Schlagkarteien sind auf die Anforderungen der Dokumentation der Prozesse in der Außenwirtschaft ausgerichtet und meist aus folgenden Modulen aufgebaut:

- Anbauplanung
- Schlagbezogene Arbeitsdokumentation
- Lagerverwaltung
- Düngeplanung und Nährstoffbilanzierung

- Deckungsbeitragsrechnung, teilw. Betriebszweigabrechnung
- Auswertungen und Berichte
personen-, schlag-, maschinen- und zeitraumbezogen
- Elektronische Betriebskarte (Geographisches Informationssystem, GIS)
- Teilflächenspezifische Bewirtschaftung (Erstellung von Ertrags- und Applikationskarten)

Alle produktionsrelevanten Vorgänge werden der kleinsten⁴ Produktionseinheit - dem Schlag - zugeordnet. Auf Schlagbasis wird der Aufwand an Betriebsmitteln, Maschineneinsatz- und Arbeitszeit während der gesamten Produktionsperiode „verbucht“. Am Ende der Saison werden dem Aufwand Natural- und Monetärertrag gegenübergestellt und so die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen für jeden Schlag gesondert ermittelt. Auf Basis dieser Aufzeichnungen können dann für die jeweiligen Schlagverhältnisse angepasste Produktionsverfahren zur Optimierung des Deckungsbeitrages definiert werden (KIEP, 2004).

Pflanzenbauliche Beobachtungen wie Ergebnisse von Nährstoffuntersuchungen und Bonituren der Bestände können als zusätzliche Informationen in die Datenbank eingegeben werden.

Die grafische Darstellung der Schläge in einem Geographischen Informationssystem (GIS) ist zur Bestimmung der Schlaggröße, zur Planung der Logistik und für die Arbeit mit weiteren georeferenzierten Daten (Ertragsdaten, Teilflächenspezifische Bewirtschaftung, Prozessdaten) notwendig.

Eine Planung ist nicht immer vorhanden und kann sehr viel Zeit erfordern. Weiterer Kritikpunkt ist, dass Ackerschlagkarteien Kontrolle und Steuerung nicht unterstützen, da keine Vergleiche der Plan-Daten mit den Ist-Daten vorgesehen sind.

In den meisten Fällen sind die Programme für eine manuelle Dateneingabe konzipiert. Eine manuelle Dateneingabe ist aufgrund der hohen Fehleranfälligkeit generell als kritisch zu bewerten. REGENER und ANNEN (1997) stellten fest, dass in eine Schlagkartei nur 30 - 70% der tatsächlich geleisteten Arbeitsstunden eingegeben wurden, wodurch es zu unvollständiger Information und nicht verlässlichen ökonomi-

⁴ Im „Precision Farming“ ist die kleinste Einheit nicht der Schlag, sondern eine in sich homogene Zone innerhalb eines Schlages.

schen Resultaten kam. Die oftmals lückenhafte Führung von Schlagkarteien wird auch von ROTHMUND et al. (2002) bestätigt.

3.2.2 Automatische Prozessdatenerfassung

In Abschnitt 3.1.1 wurde die Bedeutung der Qualität und der Aktualität von Daten im Zusammenhang mit der Informationsbereitstellung zur Unternehmensführung dargestellt. Als Alternative zur manuellen Datenerfassung und -eingabe bietet die automatische Prozessdatenerfassung auf Landmaschinen in Verbindung mit GPS-Daten zur Herstellung eines geographischen Bezuges Möglichkeiten zur Erfassung von Daten mit hoher Datenqualität bei gleichzeitig räumlich und zeitlich hoher Auflösung (ROTHMUND, 2004).

Die Aufzeichnung von Prozessdaten und deren Datentransfer zum Betriebs-PC wurde 1987 erstmals durch den Einsatz einer Speicherkarte von Müller-Elektronik realisiert. Seit 1990 wurde an lokalen Ertragsermittlungssystemen im Mähdrescher unter Nutzung der Satellitenortung GPS-NAVSTAR gearbeitet (AUERNHAMMER, 2002).

Die Nutzung von GPS zur automatisierten Arbeitszeiterfassung stellten AUERNHAMMER und WILD (1995) als zuverlässige Alternative zur manuellen Arbeitszeitmessung vor. Die detaillierte Aufschlüsselung verschiedener Arbeitszeitelemente beim Einsatz verschiedener Landmaschinen wies im Vergleich zu Messungen mit der Stoppuhr - die im praktischen Arbeitsalltag nicht durchgeführt werden - nur minimale Abweichungen auf und ist damit von ausreichend hoher Qualität.

Im Jahr 2000 stellten AUERNHAMMER et. al (2000) einen Ansatz zur automatisierten und georeferenzierten Datenerfassung aller produktionsrelevanten Daten eines landwirtschaftlichen Betriebes vor (Abbildung 3.2). Dieses Konzept beinhaltet neben dem Bordrechner und dem Traktor-BUS drei Komponenten:

- GPS
zur Bestimmung von Zeit und Ort
- Anbaugerätedaten
Task-Controller für „intelligente“ Anbaugeräte wie Düngestreuer, Pflanzenschutzspritze oder Sämaschine, der Gerätedaten, Ausbringmengen und weitere Sensorwerte übermittelt
oder

IMI (Implement-Indicator) für Anbaugeräte, die über keinen Task-Controller verfügen (Bodenbearbeitung etc.)

Der IMI übermittelt die Identifikation des Anbaugerätes sowie weitere Kenn-daten wie Arbeitsbreite etc.

- Standard zur elektronischen Kommunikation (LBS⁵ oder ISOBUS⁶) zur Datenübermittlung vom Anbaugerät zum Bordrechner des Traktors und umgekehrt.

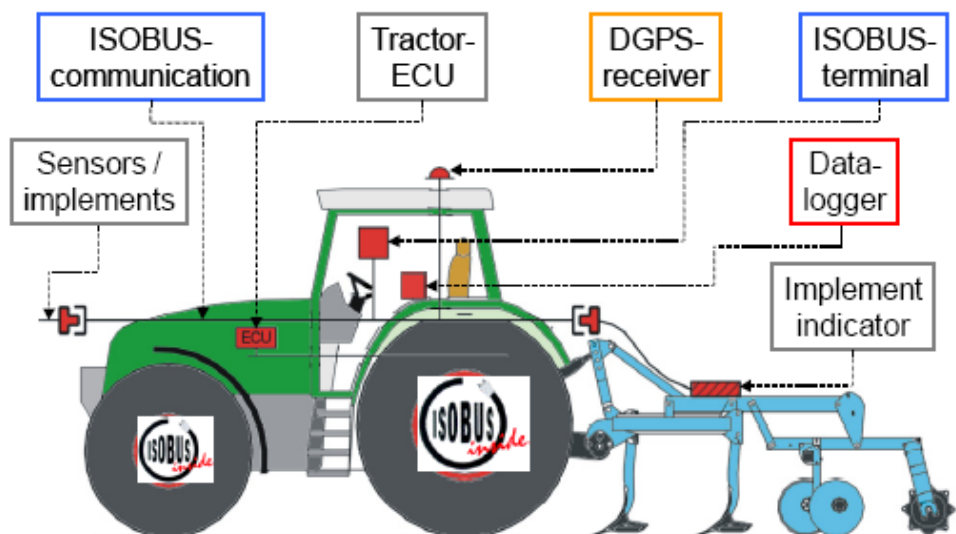


Abbildung 3.2: Automatische Prozessdatenerfassung auf Landmaschinen

Quelle: ROTHMUND (2006, S. 36)

AUERNHAMMER (2001) sieht in der Integration dieser Informationstechnologie in die Landtechnik die Eröffnung zahlreicher Möglichkeiten des Monitorings und der Kontrolle sowie eine Steigerung des Informationsgehalts und der -qualität für die schlagbezogene Dokumentation.

⁵ LBS: DIN 9684, der erste herstellerunabhängige Standard zur elektronischen Kommunikation in der Landtechnik, eingesetzt von einigen europäischen Maschinenherstellern (Schmidt, k.A.)

⁶ ISO 11783 (ISOBUS) - Internationaler Standard zur Traktor-Geräte-Kommunikation

Tabelle 3.2: Mittels automatischer Datenaufzeichnung erfassbare Informationen und ihre Quellen

Information	Quelle
Datum und Uhrzeit	GPS-Signal / NMEA-Datensatz
Geographische Länge und Breite	GPS-Signal / NMEA-Datensatz
Geschwindigkeit	GPS-Signal / NMEA-Datensatz
Kraftstoffverbrauch	Traktor-CAN-BUS externer Sensor
Arbeitsstellung bestimmter Aggregate	Sensoren am Anbaugerät IMI
Aufwandmengen	Task-Controller des Anbaugeräts, genormter oder proprietärer Kommunika- tionsstandard
Maschinenkennung	Eindeutige Zuordnung über Datenlogger
Geräteerkennung	IMI
Fahrerkennung	Datenkarte, z. B. RFID
Sonstige Sensorwerte	

Quelle: nach ROTHMUND et al. (2002)

Für den praktischen Einsatz wurde mittlerweile eine Vielzahl von Datenerfassungssystemen entwickelt, die aber auf die Bedürfnisse kleiner, westeuropäischer Landwirtschaftsbetriebe angepasst sind. Im Vergleich zu Betrieben mit Fremdarbeitskräften sind auf kleineren Landwirtschaftsbetrieben Maschinenführer und Betriebsleiter häufig identisch. Der Maschinenführer hat in dieser Situation ein großes Interesse an der Aufzeichnung aller ausgeführten Aktionen.

Die Aufzeichnung der Daten erfolgt häufig auf einer Speicherkarte im Bordcomputer oder in einem Pocket-PC. Die Datenaufzeichnung muss meist manuell vom Maschinenführer gestartet sowie um weitere Zusatzinformationen wie Arbeitsgang, Schlagname und eingesetzte Technik ergänzt werden.

Um die richtige Zuordnung der Daten im Farm-Management-Informationssystem (FMIS) zu gewährleisten, ist es oft Voraussetzung, dass die Stammdaten des Betriebes auf der Datenkarte gespeichert werden bzw. die Arbeitsaufträge zunächst am PC vorbereitet und auf die Datenkarte gespeichert werden.

Über entsprechende Schnittstellen können die Daten in ein FMIS eingelesen werden (DOLUSCHITZ, 2002). Hierbei ist eine Beschränkung des Datenimports auf proprietäre Datenformate ausgewählter Anbieter nicht selten, weswegen für eine durchgängige Dokumentation aller Arbeitsgänge in einem FMIS die Bindung an einen Maschinenanbieter notwendig wäre.

Das führt dazu, dass für eine vollständige Dokumentation in der Regel immer noch ein hoher Anteil manueller Arbeitsschritte notwendig ist - entweder für die direkte Dateneingabe oder für die Konvertierung von Daten in ein anderes Datenformat. Problematisch ist hierbei vor allem, dass viele Systeme inkompatibel sind und für Konvertierungen bereits Spezialwissen und -software notwendig sind (STEINBERGER et al., 2009).

Exkurs: Standardisierung der Kommunikation in der Landtechnik

Nach dem ersten Standard zur Traktor Geräte Kombination LBS, an dem sich nur europäische Landtechnikhersteller beteiligten, begann 1990 die Arbeiten an dem Internationalen Standard ISOBUS nach der Norm ISO 11783 Teil 1 - 14, die sowohl die Kommunikation an der Schnittstelle Traktor - Anbaugerät als auch die Schnittstelle zur Desktop-Software beschreibt. Mit dieser Norm sollten in Zukunft solche Inkompatibilitätsprobleme vermieden werden. Dennoch sind heutzutage noch viele landwirtschaftliche Geräte im Einsatz, die noch nicht diesem Standard entsprechen.

Ein Datenformat auf Basis von XML (Extended Markup Language) zum problemlosen Datenaustausch zwischen verschiedenen Softwarelösungen innerhalb des Betriebes und auch mit Partnern des vor- und nachgelagerten Sektors wird im Standard agroXML definiert und ist in Bearbeitung (DOLUSCHITZ et al, 2005)

Beim Einsatz solcher teilautomatisierten Systeme ist die Datenqualität stark vom Maschinenführer abhängig, im Extremfall kann es zu völligem Datenverlust kommen, sollte der Fahrer vergessen die Datenaufzeichnung zu starten (ROTHMUND, 2001). HACKFORTH und ROTHMUND (2007) sehen ebenfalls das Problem hoher Fehlerquoten bei manueller Datenergänzung. Datenverlust kann außerdem durch das häufige Wechseln der Datenkarten und damit verbundenen Verschleißerscheinungen bzw. dem Verlust der Datenkarte verursacht werden (ZIMMERMANN, 2007).

Mit zunehmender Unternehmensgröße steht bei der automatischen Datenerfassung nicht nur die Dokumentation der Feldarbeiten, sondern auch die Überwachung von

Fremdarbeitskräften im Vordergrund. Da die Flurstücke räumlich weit voneinander entfernt liegen (Abbildung 3.3) und in der Pflanzenproduktion vorwiegend mobile Technik eingesetzt wird, ist die Durchführung von Vor-Ort-Kontrollen mit überproportionalem zeitlichem Aufwand verbunden. In Abbildung 3.3 ist die Lage der zu einem russischen Großbetrieb gehörenden Flächen dargestellt. Die Ausdehnung des Betriebes beträgt ca. 50 mal 50 km.

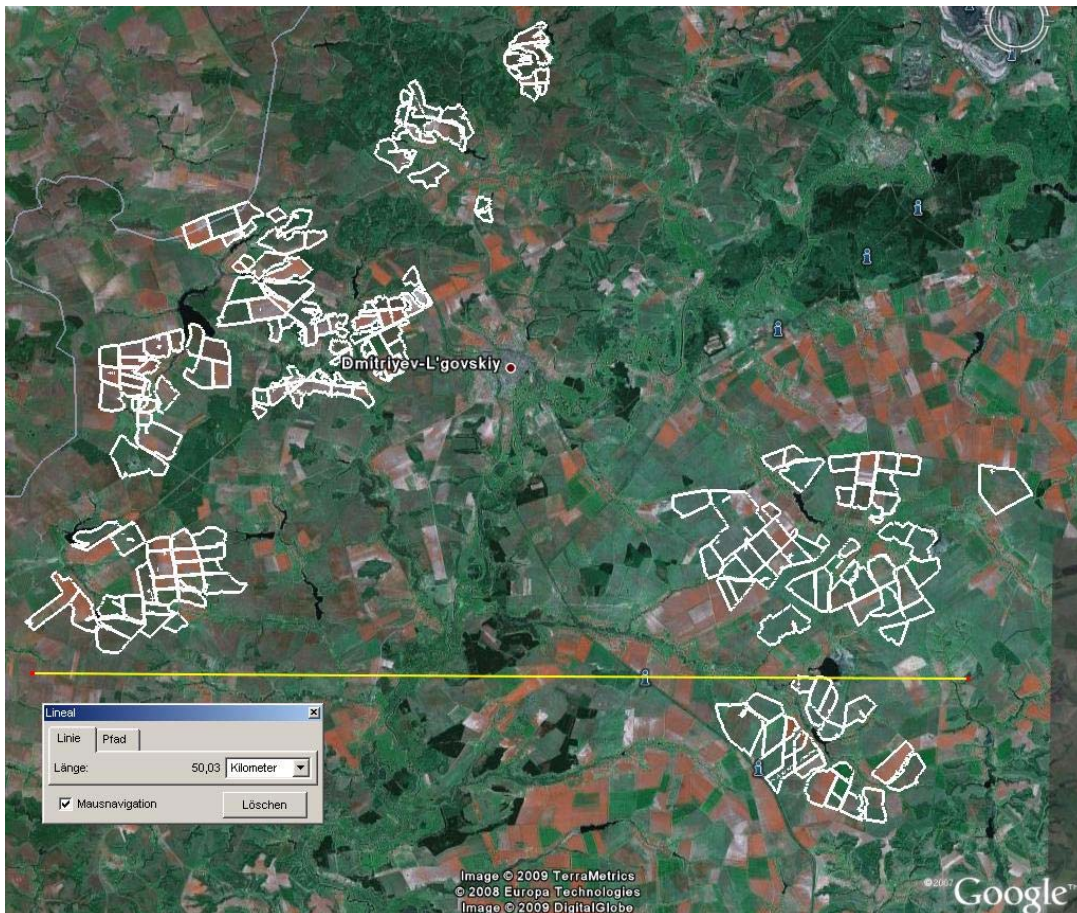


Abbildung 3.3: Räumliche Ausdehnung der Flächen eines russischen Betriebes
(Die Linie entspricht 50 km)

Quelle: Eigene Darstellung in Google Earth®

Da außerdem „die tatsächlich erbrachte Leistung nicht immer anhand des Arbeitsergebnisses festgestellt werden“ kann, sieht MÜLLER (2002, S. 47) im Einsatz GPS-basierter Datenaufzeichnungssysteme eine Lösung des Überwachungsproblems. Auch ZIMMERMANN (2007, S. 211) hebt hervor, dass „in Großbetrieben ein personenunabhängiges, weitgehend automatisches Werkzeug für die Dokumentation der betrieblichen Vorgänge notwendig“ ist.

Bei vollautomatisierten Systemen erfolgt die Datenaufzeichnung unabhängig von der bewussten Interaktion durch den Fahrer, sie kann z.B. durch das Einschalten der Zündung ausgelöst werden.

„Mit der automatisierten Erfassung ergibt sich eine neue Datenqualität für die Betriebsablaufanalyse in der Außenwirtschaft. Damit sind Informationen erreichbar, die in manuellen oder teilautomatisierten Dokumentationssystemen nicht abgebildet werden können.“ (ROTHMUND, 2004, S. 66)

Aus der großbetrieblichen Struktur ergeben sich besondere Anforderungen an die Informationslogistik hinsichtlich der zeitnahen Übertragung der aufgezeichneten Daten. Bei der Verwendung von Speicherkarten - unabhängig davon, ob ein teilautomatisiertes oder ein vollautomatisiertes Dokumentationssystem eingesetzt wird - besteht wiederum der überproportional hohe zeitliche Aufwand zum Transfer der Daten in den Betriebs-PC. Soll die Bedingung „zeitnahe Informationsbereitstellung“ erfüllt werden, muss bei der Datenübertragung von der Maschine in die Datenbank auf physische Datenträger verzichtet werden.

Das führt dazu, dass teilautomatisierte Dokumentationssysteme sowie der Datentransfer mittels Speicherkarten für den Einsatz in landwirtschaftlichen Großbetrieben und insbesondere in der beschriebenen Unternehmensform Agrarholding nur bedingt bis gar nicht geeignet sind.

3.2.3 Telemetrie

Ein verschleißfreier Datentransfer lässt sich durch drahtlose Datenübertragung realisieren. Drahtlose Datenübertragungsstandards wie Bluetooth oder WLAN (Wireless Local Area Network) sind meist durch ihre begrenzte Reichweite nur beschränkt für großbetriebliche Zwecke einsetzbar.

Ein verbreiteter Standard für den Datentransfer über weite Distanzen ist GPRS (General Packet Radio Service). Diese Möglichkeit der Datenübertragung erlaubt eine Echtzeitkontrolle weit entfernter und verstreuter Technik. GPRS baut auf dem Mobilfunkstandard GSM (Global System for Mobile Communication) auf und nutzt die gleiche Infrastruktur (SAUTER, 2008).

Exkurs „GPRS“:

Im Vergleich zu der leitungsvermittelten Datenübertragung via GSM, bei der nur zwei Teilnehmer über eine direkte Leitung mit geringer Bandbreite verbunden sind, wird bei paketorientierter Datenübertragung via GPRS die gesamte Bandbreite eines Kanals genutzt. Diese steht jedoch nicht nur den zwei miteinander kommunizierenden Nutzern zur Verfügung, sondern allen Nutzern. Die einzelnen Datenpakete werden dementsprechend mit Absender- und Empfängerinformation versehen. Zum Versenden der Daten wird die volle Bandbreite genutzt und steht nacheinander allen Teilnehmern zur Verfügung.

Somit kann eine wesentlich schnellere Datenübertragung erreicht werden. Durchschnittliche Übertragungsraten von GPRS liegen bei ca. 50 kbit/sec, bei GSM betragen diese nur 13 kbit/sec. Noch höhere Übertragungsraten von 230 kbit/sec sind durch die Verwendung von EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution, auch EGPRS) realisierbar, jedoch ist EDGE im Gegensatz zu GPRS nicht flächendeckend verfügbar.

Weitere Vorteile sind ein schnellerer Aufbau der Verbindung zum Internet sowie die Abrechnung der Gebühren nach Datenvolumen und nicht nach Zeit. Da GPRS auf dem GSM-Standard aufbaut, kann außerdem die Hardware und Infrastruktur des GSM-Netzes (teilweise) mit genutzt werden. So sind die entstehenden Kosten für den Datentransfer äußerst gering (SAUTER, 2008).

Die Anzahl auf dem Markt verfügbarer, automatisierter Datenerfassungssysteme mit drahtloser Datenübertragung ist gering. Kommerziell bereits nutzbare Systeme sind in Tabelle 3.3 aufgezählt.

Tabelle 3.3: Vollautomatische Dokumentationssysteme für die Landwirtschaft mit drahtloser Datenübertragung

Name	Hersteller	Maschinen	Schnittstelle zu Schlagkartei
MoDaSys	Riegger Telemetrie- Systeme	Fendt	HELM , eLMID AgroNet (agrocom)* Agrar-Office (LandData)* ISAGRI*, PROGIS*
Offenes Doku- mentations- System (ODOKUS)	Hansenhof electronic	unabhängig	GIS-Pflanze (Gesellschaft für Informationssysteme)
Claas- Telematics	Claas/ agrocom	Claas- Erntemaschinen	Nicht vorhanden
Agroscout	Agrocom	unabhängig	Nicht vorhanden
JD Link	John Deere	John Deere	Nicht vorhanden

* in Bearbeitung

Quelle: GRÜNEFELD (2008), HAMACHER (2008b), RIEGGER (2004), RIEGGER (2008), SCHMIEDER (2008),

Deutlich erkennbar ist die Spezialisierung der meisten Systeme auf bestimmte Maschinenhersteller - dadurch wird eine hohe Quantität und Qualität der maschinenspezifischen Parameter sichergestellt, jedoch wird das Datenerfassungssystem so zur Insellösung. Sind auf Betrieben Maschinen verschiedener Hersteller im Einsatz, führt das zu einem Nebeneinander verschiedener Spezialsoftwareanwendungen, die nicht miteinander kompatibel sind. Vom Maschinenhersteller unabhängige Datenerfassungssysteme liefern dahingegen keine mit den Spezialanwendungen vergleichbare Datentiefe.

Nur zwei dieser Systeme - MoDaSys und ODOKUS - sind über entsprechende Schnittstellen an Schlagkarteien (Abschnitt 3.2.1) angebunden und ermöglichen somit neben der maschinen- und zeitraumbezogenen Auswertung zusätzlich auch eine schlagbezogene Zuordnung und Auswertung der erfassten Daten.

3.2.4 Webbasierte Informationssysteme

Die Systeme Claas-Telematics, AgroScout und JD Link senden die Daten auf einen externen Server, wo sie langfristig gespeichert werden. Zugriff auf die Daten bekommen nur autorisierte Personen. Möglich ist eine zeitraum- und maschinenbezogene Auswertung. Die angefragten Informationen werden entsprechend der vom Anwender gewählten Abfrageparameter auf einer dynamisch generierten Webseite angezeigt.

Das Konzept webbasierter Informationssysteme zeichnet sich gegenüber lokaler PC-Software durch folgende Vorteile für den Anwender aus: (STEINBERGER et al., 2006; STEINBERGER et al., 2009)

- Die Daten sind besser vor Verlust geschützt, da Server von Dienstleistern über regelmäßige Backups verfügen
- Die Anfälligkeit für Viren und unerwünschte Zugriffe ist geringer, da professionell verwaltete Server generell über einen sehr guten Virenschutz verfügen
- Der Updatevorgang wird vereinfacht
- Die Software ist immer auf dem aktuellsten Stand

Demgegenüber stehen folgende Nachteile:

- sensitive Betriebsdaten sind auf fremden Servern gespeichert
- keine Datenverfügbarkeit bei Serverproblemen

3.3 Besonderheiten des Informationsmanagements in landwirtschaftlichen Großbetrieben

Das Informationsmanagement eines Unternehmens wird in nicht unbedeutendem Ausmaß von der Organisationsstruktur beeinflusst. So ist die in russischen Agrarholdings oft anzutreffende hierarchische Linienstruktur einerseits vorteilhaft, da Kompetenzbereiche eindeutig festgelegt werden und auch Leistungen und Fehler eindeutig einer Stelle zugeordnet werden können. Andererseits führt diese Organisationsform dazu, dass die Kommunikationswege sehr lang werden, da Informationen über die übergeordnete Stelle vermittelt werden müssen, was zur Verfälschung und Filterung der Information führen kann. Dies lässt sich dadurch begründen, dass die in sich hie-

rarchischen Strukturen zur notwendigen Koordination der Informationsflüsse die Einrichtung von Dienstwegen zur Steuerung und Verdichtung anbieten. Zu streng reglementierte Dienstwege können jedoch die Bereitschaft zur Informationsweitergabe senken und somit die Verlangsamung des Kommunikationsprozesses einleiten. Zusätzlich besteht durch die eindeutig bilateralen Weisungsbeziehungen bedingt die Gefahr einer Problemverlagerung und eines Problemstaus und somit der Überlastung der oberen Hierarchieebenen. (DOLUSCHITZ, 1997; BALMANN, 2001).

Durch die Lohnarbeitsverfassung und die arbeitsteiligen Organisationsstrukturen wird eine „Führung nach innen“ notwendig und damit wächst auch der Bedarf an zusätzlichen Informationsgrundlagen (HIRSCHAUER, 2001).

HIRSCHAUER (2001, S. 278) unterstreicht zudem den „zu erwartenden höheren Grenzgewinn von Informationen über Handlungsmöglichkeiten, Schwachstellen, Kosteneinsparpotenziale“ in landwirtschaftlichen Großbetrieben. „Die Ursache ist in der Multiplikatorwirkung großer Flächen bzw. Mengen zu sehen, bei denen die Vorteile wirksam werden.“

3.4 Besonderheiten des Informationsmanagements in russischen Betrieben

Einer Studie von BORISENKO und SHURYGIN aus dem Jahr 2005 zu Folge bestehen große Defizite im Informationssystem vieler russischer Betriebe. So besitzen die meisten Betriebe keine zeitgemäße Datenverarbeitungstechnik, die Buchführung wird teilweise noch manuell geführt und es fehlt an qualifizierten Fachkräften vor allem im ökonomischen und buchhalterischen Bereich. Die vielen handschriftlichen Aufzeichnungen sowie die dezentrale Datenhaltung ermöglichen keine effiziente Weiterverarbeitung der Information. Daten und Informationen werden unnötig vervielfacht, der Informationsfluss ist nicht operational und wenig flexibel, was letztendlich dazu führt, dass Managemententscheidungen vielmals nicht auf Basis betrieblicher Informationen sondern „nach Gefühl“ gefällt werden.

Umfassende Untersuchungen zum Informationsmanagement in russischen Großbetrieben wurden von ZIMMERMANN (2007) durchgeführt. Eine Befragung von Betriebsleitern im Gebiet Samara (Wolgaregion) ergab, dass in den Betrieben der Einsatz von Computern in den Bereichen Buchhaltung, Bilanz, Kostenkalkulation und Lagerhaltung bereits stark verbreitet ist (ZIMMERMANN, 2007). Lagerhaltung sowie Kosten-

kalkulation sind jedoch integrierte Bestandteile der Buchhaltungssoftware und keine eigenständigen Programme.

ZIMMERMANN (2007) erhob außerdem Daten zur Nutzung interner Informationsquellen. Hierbei stellte sich heraus, dass in allen untersuchten Betrieben sowohl für Informationen zum Maschineneinsatz als auch zur schlagbezogenen Kostenrechnung neben den Spezialisten der jeweiligen Fachabteilungen Technik bzw. Pflanzenbau die Buchhaltung die wichtigste Informationsquelle ist.

Die Informationssysteme russischer Großbetriebe sind stark auf den Bedarf externer Informationsempfänger wie Steuer- und Statistikbehörden ausgerichtet. „Zur Effizienzsteigerung ausgerichtete Informationssysteme [werden] nur in wenigen Fällen eingesetzt“ (ZIMMERMANN, 2007, S. 107).

ZIMMERMANN (2007, S. 110) kritisiert das bestehende Informationssystem als „schwerfällig“ und stellt fest, dass Abweichungen zwar erkannt werden, aber „die dafür verantwortlichen Ursachen [...] hinter den hoch aggregierten Daten verborgen [bleiben] und die Entscheidungsträger [...] keine Möglichkeit [haben], regulierend einzugreifen“.

4 Beschreibung und Analyse bestehender Informationssysteme in den untersuchten Unternehmen

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde das bestehende Informationssystem zweier Agrarholdings - insbesondere die Dokumentation und Datenverarbeitung der Feldarbeiten - erhoben und analysiert.

Die Ist-Analyse ergab bei beiden Unternehmen ein ähnliches Ergebnis: Die Primärdokumentation ist stark geprägt von Formblättern, die vom russischen Landwirtschaftsministerium und russischen Statistikamt herausgegeben werden. Das Ersterscheinungsdatum dieser Formblätter liegt teilweise in den 70er Jahren des letzten Jahrhunderts, was zeigt, dass in der innerbetrieblichen Datenerfassung während der vergangenen drei Jahrzehnte kaum Änderungen vorgenommen wurden.

In beiden Unternehmen diente diese Form der Primärdokumentation mit geringfügigen Variationen als Grundlage für das gesamte betriebliche Informationssystem.

Das wichtigste Element der Datenverarbeitung und -speicherung stellt die Buchhaltungssoftware dar. Hier werden die erfassten Daten eingegeben und dauerhaft gesichert. Der Marktführer unter den russischen Buchführungsprogrammen („1C“) ermöglicht die Programmierung und Integration von Modulen für individuelle Anwendungen, die von Unternehmen 2 auch genutzt wurden.

Zur Standardisierung und Beschleunigung des Informationsflusses von den Betrieben zu den höheren Managementebenen wurden zusätzlich individuelle Berichtsformate erarbeitet, die vorwiegend in einem Tabellenkalkulationsprogramm realisiert wurden.

Beiden Unternehmen gemein ist ebenfalls die hohe Detaillierung der erfassten Daten. Die Informationen über ausgeführte Arbeiten werden nach Mitarbeitern erfasst, der Betriebsmittelverbrauch wird generell schlagbezogen zugeordnet und Ersatzteile sowie Kraft- und Schmierstoffverbrauch maschinenbezogen erfasst.

Im Folgenden werden die wesentlichen Elemente der aktuellen Datenerfassung- und -verarbeitung beschrieben.

4.1 Produktionsplanung und Budgetierung

Die Planung des Betriebsmittel- und Ressourcenbedarfs sowie der Produktionskosten erfolgt auf Basis von Standardproduktionsverfahren (auch „Technologische Kar-

ten“, Tabelle 4.1). Die Technologischen Karten sind kulturartspezifisch und beinhalten die einzelnen Maßnahmen mit Faktor- und Ressourcenaufwand sowie optional auch den Ausführungszeitraum.

Die Feststellung von ZIMMERMANN (2007), dass keine regionalen bzw. schlagspezifischen Anpassungen in der Planung vorgenommen werden, kann durch die erhobenen Daten nicht bestätigt werden. Sowohl regionale Anpassungen der Produktionsverfahren als auch bedingt schlagspezifische Anpassungen wurden von beiden Unternehmen vorgenommen.

Ausgehend von den Technologischen Karten und dem Anbauplan werden die direkten Produktionskosten berechnet und durch Hinzufügen der auftretenden Gemeinkosten, wie Löhne etc. zunächst ein Gesamtkostenplan auf Betriebsebene erstellt. Die Kostenpläne der verschiedenen Betriebe werden dann auf Unternehmensebene aggregiert und zu einem Produktions- und Finanzplan für das gesamte Unternehmen zusammengefasst.

Dieser enthält alle relevanten Kosten- und Mengenpositionen für den Planungszeitraum. Zur Liquiditätsplanung sind die geplanten Kosten und Einnahmen den einzelnen Monaten zugeordnet.

4.2 Normen

Die zur Produktionsplanung benötigten Kennzahlen für Flächenproduktivität und Kraftstoffverbrauch werden dem „russischen Normenbuch“⁷ entnommen. Da dieses hauptsächlich Kennzahlen für russische Technik enthält, die meisten großen Unternehmen aber einen hohen Anteil westlicher Technik einsetzen, müssen die Normen angepasst oder im Feldversuch ermittelt werden.

Die Methoden zur Ermittlung sind in ihren Möglichkeiten meist stark eingeschränkt, da eine ausreichend detaillierte und genaue Erfassung der Daten kaum möglich ist.

Bei der Festlegung der Normen besteht weiterhin die Gefahr, dass von Seiten der Betriebe versucht wird, besonders „weiche“ Normen zu bekommen, um deren Erfüllung zu erleichtern.

⁷ Tipovye Normi vyrabotki i raschoda topliwo na selkochosjastwennije mechanisirovanye raboti, Moskau 2000

Die Normen bzw. die Normerfüllung dienen außerdem zur Ermittlung der zu zahlenden Löhne. Das russische Lohnsystem basiert nicht auf Arbeitsstunden sondern auf dem geleisteten Arbeitsumfang, z. B. bearbeitete Fläche oder geerntete bzw. transportierte Menge. Bei Nichterfüllung der Norm oder erhöhtem Kraftstoffaufwand kann es zu Lohnabzügen kommen. Eine Ausnahme stellen Reparaturarbeiten oder Fahrzeiten dar, die zu einem festgelegten Stundensatz abgerechnet werden.

4.3 Manuelle Primärdatenerfassung

4.3.1 Feldarbeit

Zur Dokumentation der Feldarbeiten wird ein spezielles Formular - ein Auftragszettel - verwendet, welches nach der morgendlichen Arbeitsbesprechung an die Arbeiter ausgegeben wird. Dieses Formular führt jeder Traktorist während seiner Arbeitszeit mit sich. Es enthält folgende Informationen:

- Name des Traktoristen
- Marke und Inventarnummer des Traktors
- Marke des Anbaugeräts
- Arbeitsauftrag: auszuführender Arbeitsgang sowie zu bearbeitende Schläge
- Soll-Leistung Fläche je Schicht
- Soll-Verbrauch Kraftstoff je ha und Schicht

Nach Beendigung der Schicht werden diese Daten durch folgende Ist-Daten ergänzt:

- geleistete Arbeitsstunden Feldarbeit
- geleistete Arbeitsstunden Fahrt
- Ist-Leistung (gesamt und nach Schlägen)
- Ist-Verbrauch Kraftstoff (gesamt und nach Schlägen)

Das Betanken der Maschinen erfolgt jeweils zum Schichtwechsel, wobei die getankte Menge zu Schichtende dem Ist-Verbrauch der vorhergehenden Schicht entspricht oder die Restmenge an Kraftstoff mit einer Messlatte bestimmt wird. Da zuverlässige Hilfsmittel zur Flächenbestimmung fehlen, kommt es häufig vor, dass die bearbeitete Fläche indirekt über den Gesamtkraftstoffverbrauch und den Normverbrauch je Flächeneinheit ermittelt wird. Wurden innerhalb einer Schicht mehrere Schläge bearbeitet, wird der gesamte Zeit- und Mittelaufwand anteilig auf die Schläge verteilt. Wegezeiten werden separat mit dem Stundenaufwand ausgewiesen.

Das Eintragen der Daten in die Formblätter wird durch eine spezielle Arbeitskraft - den „Zähler“ oder die „Zählerin“ - durchgeführt. Die Richtigkeit der Daten wird durch die Unterschrift des Agronomen, des Stellvertretenden Direktors und des Teilbetriebsverantwortlichen bestätigt.

Aufgrund der in Russland noch weit verbreiteten leistungsabhängigen Lohnberechnung kommen diesen Primärdokumenten in erster Linie Bedeutung zur Ermittlung

der tatsächlich auszuzahlenden Löhne, aber auch zur Kontrolle des Kraftstoffverbrauchs zu.

Eine Besonderheit stellt die Dokumentation während der Ernte dar, für die zur Verstärkung der Kontrolle zusätzliche Dokumente eingeführt wurden (Abbildung 4.2).

Zusätzlich zu seinem Auftragszettel erhält jeder Mähdrescherfahrer zweiteilige Belegzettel (Talons) mit Seriennummern und seinem Namen. Beim Abtanken eines jeden Korntanks übergibt der Mähdrescherfahrer eine Hälfte eines Talons an den Fahrer des Transportfahrzeuges, die andere Hälfte verbleibt beim Fahrer der Erntemaschine. Der Fahrer des Transportfahrzeuges übergibt die an ihm übergebenen Talonabschnitte bei der Ankunft an der betriebseigenen Waage dem Wiegemeister, der die gewogene Menge auf dem Talon vermerkt. Wurden mehrere Korntanks evtl. auch von verschiedenen Mähdreschern mit einem LKW transportiert, so wird die Gesamtmenge anteilig den Mähdrescherfahrern zugerechnet. Der Schlag, von dem das Erntegut stammt, wird mündlich übermittelt.

In regelmäßigen Abständen übergeben die Mähdrescherfahrer die bei ihnen verbliebenen Hälften der Talons in die Buchhaltung zum Abgleich mit den Talons aus dem Wiegehaus.

Im Wiegehaus werden drei verschiedene Formulare ausgefüllt:

- „Wiegebuch“
Eintragen der einzelnen Wiegevorgänge (Brutto, Tara, Netto) in chronologischer Reihenfolge ohne Berücksichtigung der Herkunft des Getreides
Angabe des Kennzeichens des Transportfahrzeuges sowie des Fahrers und der Seriennummer des Talons
- „Ernteregister“ nach Schlägen und Tagen
Eintragen des angelieferten Getreides nach Schlägen und Tagen⁸
Enthält Seriennummer des Talons, Name des Fahrers und Kennzeichen des Fahrzeugs sowie Brutto, Tara, und Nettogewicht. Das Nettogewicht wird zusätzlich einem oder anteilig mehreren Mähdrescherfahrern zugeteilt
- „Auszug aus dem Ernteregister“
Erntemengen nach Tagen und Mähdrescherfahrern (Abbildung 4.1)

⁸ Ein „Register“ enthält nur Daten eines Tages und eines Schlages. Die Anzahl täglich geführter Ernteregister entspricht also immer der Anzahl der Schläge, auf denen am jeweiligen Tag Erntearbeiten durchgeführt wurden.

geordnet nach Fahrten mit jeweiliger Seriennummer des Talons
keine Unterteilung nach Schlägen

Kurzfristig sind während der Ernte folgende Informationen verfügbar:

- Gesamterntemenge seit Erntebeginn
- Gesamterntemenge eines Tages (nach Kulturen)
- Gesamterntemenge nach Mähdrescherfahrern
- Gesamterntemengen nach Schlägen

Die Erntefläche wird nach Beendigung eines jeden Schlages indirekt über die Erntemenge und den Durchschnittsertrag ermittelt.

Betrieb _____
 Teilbetrieb (Brigade) _____
 Landwirtschaftliche Datenerfassung, Formular № 67a
 Landwirtschaftsministerium der UdSSR, 16.05.77, № 269-1

**Auszug aus dem Ernteregister
 über Erntemenge und Erntefläche**

für den _____ 200 _____
 (Tag, Monat)
 Mechanisator _____
 (Nachname, Vorname)

Mähdröschcher № _____

№	Fruchtart, Sorte	angenomm. Talons (Stück)	angelieferetes Getreide (kg)	Erntefläche (ha)	Bemerkung
	A	1	2	3	4

Abbildung 4. 1: Vordruck für die betriebliche Datenerfassung während der Ernte - „Auszug aus dem Ernteregister“ eige-
 ne Übersetzung des Vordrucks

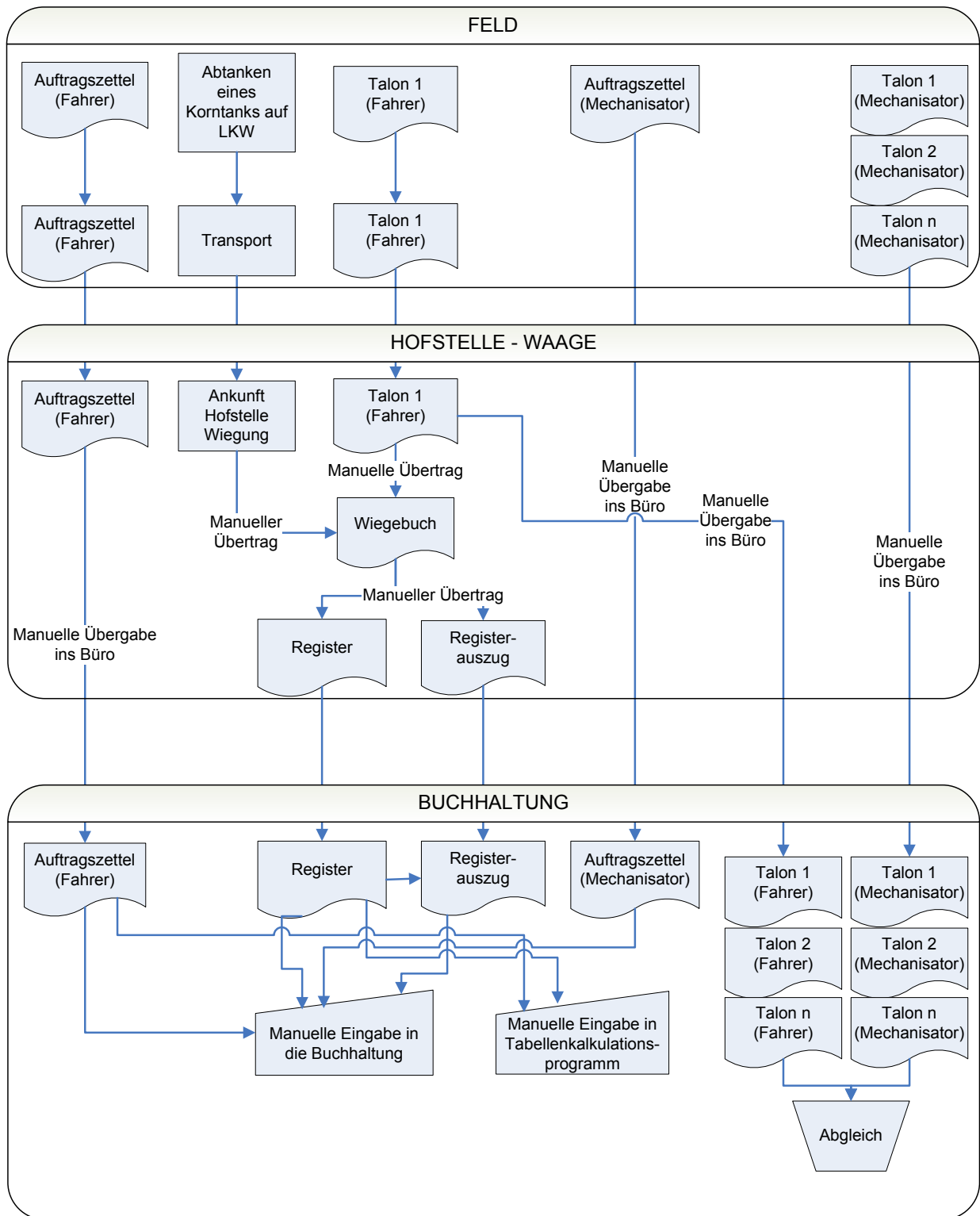


Abbildung 4.2: Dokumentenfluss auf einem russischen Betrieb während der Ernte

4.3.2 Transporte

Für die Erfassung von Transportarbeiten existieren zwei unterschiedliche Formblätter: eines für Traktoristen, die Transporte mit dem Schlepper ausführen (z. B. Wassertransport beim Pflanzenschutz) und ein weiteres für Fahrer von Transportfahrzeugen.

Neben dem Namen des Arbeiters und der Bezeichnung der Technik werden hier noch der Ort der Zu- und Entladung sowie die Art und Menge der Ladung vermerkt.

Bei Fahrzeugen des Fuhrparks erfolgt zusätzlich die Dokumentation der gefahrenen Strecke und welcher Anteil der Strecke mit Ladung zurückgelegt wurde, sowie die Anzahl an Fahrten.

Bei Traktoristen wird die Arbeitszeit notiert.

Ebenso wie bei den Feldarbeiten wird täglich der Kraftstoffverbrauch durch die nach dem Ende der Schicht getankte Menge oder aber auch mit Hilfe eines Messstabes bestimmt.

4.3.3 Materialbewegungen

Kraft- und Schmierstoffe

Das Betanken der Fahrzeuge erfolgt entweder an der betriebseigenen Tankstelle oder auf dem Feld mit einem Tankwagen. Die getankte Menge wird im Tankbuch vermerkt und vom Verantwortlichen für die Tankstelle sowie dem Traktoristen durch Unterschrift bestätigt.

Zusätzlich existiert für jede Fahrer-Fahrzeug-Kombination ein Karteiblatt über die Ausgabe von Kraft- und Schmierstoffen, auf welches die Mengen aus dem Tankbuch mit Datum und Bezeichnung übertragen werden.

Auf einem weiteren Formblatt werden monatlich die Zu- und Abgänge aller Kraft- und Schmierstoffe „bilanziert“.

Saatgut, Dünger, Pflanzenschutzmittel

Unternehmen 1 nutzt zur Dokumentation des Materialverbrauchs selbst definierte Berichtsblätter, in denen der Agronom monatlich den gesamten Materialeinsatz sowie die mengenmäßige Verteilung auf die verschiedenen Schläge bestätigt.

Unternehmen 2 setzt hierzu die von staatlichen Stellen erarbeiteten Formblätter ein. Der Agronom des Betriebes erstellt für jeden Schlag ein separates Dokument, in dem das eingesetzte Betriebsmittel sowie die Gesamtaufwandmenge notiert sind.

Ersatzteile

Alle herausgegebenen Ersatzteile werden auf Belegscheinen notiert und der Maschine, in welche sie eingebaut werden, zugeordnet.

4.4 Elektronische Datenverarbeitung

Die elektronische Verarbeitung der Daten erfolgt in der betrieblichen Buchhaltung sowie in Tabellenkalkulationsprogrammen. Als Grundlage für die Dateneingabe dienen grundsätzlich nur die Daten aus den in Abschnitt 4.3 vorgestellten Dokumenten.

4.4.1 Buchführung

Feldarbeit

Da die Erfassung dieser Daten in erster Linie der Dokumentation der Arbeitszeit- und -leistung der Mechanisatoren dient, erfolgt die Dateneingabe nach Mitarbeitern. Für jeden Arbeitsgang, jeden Schlag und jeden Tag wird ein Datensatz angelegt, der zusätzlich Informationen über die bearbeitete Fläche oder geerntete Menge, den Zeitaufwand, den Kraftstoffverbrauch und die eingesetzte Technik enthält.

Die Soll-Werte für Leistung und Kraftstoffverbrauch sind im Programm in Abhängigkeit vom Arbeitsgang und der Maschine-Geräte-Kombination hinterlegt.

Der Umfang der eingegebenen Ist-Daten ist vergleichbar mit der in Westeuropa verbreiteten Schlagkartei, ggf. sogar detaillierter. Pflanzenbauliche Aspekte werden jedoch nicht berücksichtigt.

Über die Information zu tatsächlicher Leistung und tatsächlichem Kraftstoffverbrauch wird der für den jeweiligen Tag auszubezahlende Lohn berechnet.

Materialbewegungen

In Unternehmen 1 werden die Formblätter jeweils zum Monatsende abgeschlossen, an die Buchhaltung weitergegeben und dort im Buchhaltungsprogramm verbucht. Bei Kraft- und Schmierstoffen bleibt der Bezug zur Maschine und zum Arbeiter erhalten,

bei den sonstigen Betriebsmitteln wird der Bezug zum Schlag hergestellt. Die Verbuchung erfolgt sowohl mengen- als auch wertmäßig.

Die Dateneingabe erfolgte in beiden Unternehmen mit mehrtägiger Verzögerung, sollte jedoch spätestens bis zum Monatsende für die Daten des aktuellen Monats abgeschlossen sein.

Die Buchhaltungssoftware ermöglicht verschiedene bereits integrierte oder nachträglich vom Unternehmen hinzugefügte Auswertungen. Vom produktionstechnischen Standpunkt sind folgende Auswertungsmöglichkeiten von Bedeutung:

- Arbeitsstundenaufwand der Mechanisatoren
- Chronologische Auswertungen, gruppierbar nach
 - ausgeführten Arbeitsgängen
 - Maschinen
 - Traktoristen
 - Schlägenjeweils mit Angabe von
 - Ist-Leistung (Fläche, Erntemenge)
 - Zeitaufwand
 - Kraftstoffverbrauch
- Kostenrechnung nach Kulturen, Schlägen (gesamt und je Hektar)
- Aufwandmengen von Saatgut, Dünge- und Pflanzenschutzmittel nach Kulturen und Schlägen

Keines der beiden Unternehmen verfügte über eine serverbasierte Lösung zum Arbeiten mit den Daten mehrerer Betriebe. Der Datenaustausch von den Betrieben zu den regionalen Niederlassungen und zur Zentrale erfolgt über Datensicherungen der Einzelbetriebe, die in ein- bis zweiwöchigen Abständen von den Betrieben an die höheren administrativen Ebenen übermittelt wurden.

4.4.2 Individuelle, unternehmensinterne Berichte

Zur Standardisierung und Beschleunigung der Kommunikation innerhalb des Unternehmens wurden von beiden Unternehmen verschiedene Standardberichte in einem Tabellenkalkulationsprogramm erarbeitet. Als Eingangsdaten für diese Berichte diente ebenfalls die manuelle Primärdokumentation.

Dadurch werden die Daten - nach der manuellen Duplikation auf verschiedenen Formularen und vor der Eingabe in die Buchführungssoftware - ein weiteres Mal dupliziert.

Gründe hierfür sind:

- zeitnahe Erstellung der Berichte⁹
- fehlende Plausibilitätsprüfung in der Buchhaltung¹⁰
- Vermitteln von Informationen, die in der Buchführung nicht dargestellt werden oder nicht dargestellt werden (können)

In Unternehmen 1 wurden nur für bestimmte Schlüsselarbeiten wie Saat und Ernte solche Berichte erstellt.

Unternehmen 2 hat hinsichtlich der täglichen Arbeitserledigung eine wesentlich strengere Berichterstattung eingeführt. Die Erstellung dieser Berichte gehört entweder ebenfalls zum Aufgabengebiet des Zählers oder es wurde ein spezieller Mitarbeiter auf Betriebsebene dafür eingestellt.

Von der Betriebsebene werden die Berichte per email in die regionale Niederlassung gesendet und nach Plausibilitätsprüfung sowie Aggregation in die Zentrale weitergeleitet.

Im Folgenden werden zwei dieser Standardberichte, die sich mit der Außenwirtschaft beschäftigen, genauer vorgestellt.

Standardbericht der Abteilung Produktion (täglich)

Der Standardbericht der Abteilung Produktion ist in mehrere Teile gegliedert. Der größte Teil beinhaltet die Dokumentation der Durchführung der Feldarbeiten. Zu jedem Schlag werden die einzelnen Arbeitsgänge mit Angabe des Zeitraums, bearbeiteter Fläche und Kraftstoffverbrauch sowie Verbrauch an Betriebsmitteln eingetragen. Der Anteil bereits bearbeiteter Fläche wird zur Feststellung des Arbeitsfortschrittes ermittelt. Die Aggregation nach Kulturen erfolgt auf Betriebs-, Regions- und Unternehmensebene

⁹ Die Eingabe der Daten in die Buchhaltungssoftware erfolgt oft mit zeitlicher Verzögerung von bis zu 4 Wochen

¹⁰In der Buchhaltung kann z.B. die Saatfläche eines Schlages größer sein als der Schlag selbst

Des Weiteren wird die Auslastung jeder Technikeinheit berechnet. Für jeden Kalendertag und jede Maschine wird der Status „Arbeit“ oder „Stand“ eingetragen und daraus die Einsatzhäufigkeit in % berechnet (Anzahl Arbeitstage / Tage gesamt im Betrachtungszeitraum).

Während der Ernte werden zusätzlich die Einsatzzeiten und Arbeitsleistungen der Erntemaschinen und Transportfahrzeuge notiert. Bei den Erntemaschinen werden Motorstunden, Fläche und Erntemenge nach Tagen erfasst.

Erntebericht (während der Ernte täglich)

Dieser Bericht enthält Informationen über die Erntemenge und -fläche jedes Betriebes, seit Erntebeginn sowie das Ergebnis des Vortages und den prozentualen Anteil der bereits geernteten Fläche nach Kulturen. Des Weiteren liefert dieser Bericht Informationen über die erzielten Durchschnittserträge im Vergleich zum geplanten Ertrag.

Die Aggregation erfolgt ebenso von den Betrieben auf die regionale Ebene und dann auf die Unternehmensebene.

Ein vergleichbarer Bericht wird auch während der Aussaat erstellt.

4.5 Plan-Fakt-Analysen

Entsprechend der Kostenpositionen im Produktionsplan wird monatlich bzw. quartalsweise ein Plan-Ist-Vergleich durchgeführt. Unternehmen 1 führte lediglich einen rein monetären Plan-Ist Vergleich durch, Unternehmen 2 führt sowohl monetäre als auch naturale Plan-Ist-Vergleiche durch.

Die Buchführung wurde in Unternehmen 2 soweit angepasst, dass Plan-Ist-Vergleiche bis auf die Schlagebene durchzuführen sind.

4.6 Analyse und Bewertung des aktuellen Informationssystems

Bereits bei der manuellen Datenerfassung erfolgt eine Mehrfacherfassung bestimmter Daten - das wird besonders am Beispiel der Erntedokumentation deutlich. Die Datenerhebung und Informationserfassung scheint immer noch sehr stark an den Bedürfnissen externer Informationsnachfrager wie Steueramt, Statistikamt aber auch die Holdinggesellschaft ausgerichtet zu sein (ZIMMERMANN, 2007). Die hohe Anzahl

an Primärbelegen ist auch ein Mittel zur Kontrolle, um den Schwund an Betriebsmitteln möglichst gering zu halten.

Mit den individuellen, unternehmensinternen Berichtsformaten wurde ein Schritt in Richtung angepasster, interner Datenerhebung gemacht. Dennoch fehlen Instrumente bzw. Systeme, die die tatsächliche Effizienz der Produktionsabläufe in der Außenwirtschaft bewerten. Die Bewertung der Auslastung der Maschinen nach eingesetzten Arbeitstagen ohne eine Angabe über die tatsächlich geleisteten Arbeitsstunden ist nur beschränkt aussagefähig.

Das System der Normen erinnert an die Planerfüllung zu Zeiten der Planwirtschaft. Eine „Übererfüllung“ der Norm wird möglichst nicht angestrebt, da sonst die Gefahr besteht, in der darauffolgenden Saison höhere Normen bzw. einen niedrigeren Soll-Kraftstoffverbrauch erfüllen zu müssen.

Die detaillierte Dokumentation in zwei verschiedenen Programmen - der Buchhaltung und einem Tabellenkalkulationsprogramm - ist sehr fehleranfällig und deutet auf eine nicht ausreichende Informationsbereitstellung aus dem bisherigen Informationssystem (der Buchhaltung) hin. Probleme sind vorrangig die Zeitverzögerung und beschränkte Auswertungsmöglichkeiten dieser in vielen Betrieben eingesetzten Software.

Die Dokumentation erfolgt in erster Linie nach den Objekten „Arbeiter“, „Maschine“ und „Kultur“, sie ist nicht vergleichbar schlagbezogen wie in westeuropäischen Betrieben. Zwar wird der Einsatz und Verbrauch von Ressourcen bis auf die Schlagenebene dokumentiert, jedoch mehr aus Gründen der Kontrolle und Transparenz als zur Optimierung der einzelnen Bewirtschaftungseinheiten.

Durch die ausschließlich manuelle Dokumentation sind die Daten nicht belastbar.

Die durchgeführten Plan-Ist-Vergleiche sind ebenfalls als ein weiterer Schritt in Richtung marktwirtschaftlich orientierter Unternehmensführung mit Einsatz moderner Managementinstrumente zu bewerten. Jedoch ist für einen sinnvollen Einsatz solcher Instrumente eine realistische Planung und eine zuverlässige Erhebung der Ist-Daten Voraussetzung, um auftretende Abweichungen kritisch analysieren zu können.

Abbildung 4.3 stellt die verschiedenen Elemente des Informationsflusses innerhalb eines Teilbetriebes von Unternehmen 1 dar. Deutlich zu erkennen ist die zentrale Stellung der Buchhaltung, in der alle Daten gesammelt, verarbeitet und die wesentlichen Berichte erstellt werden.

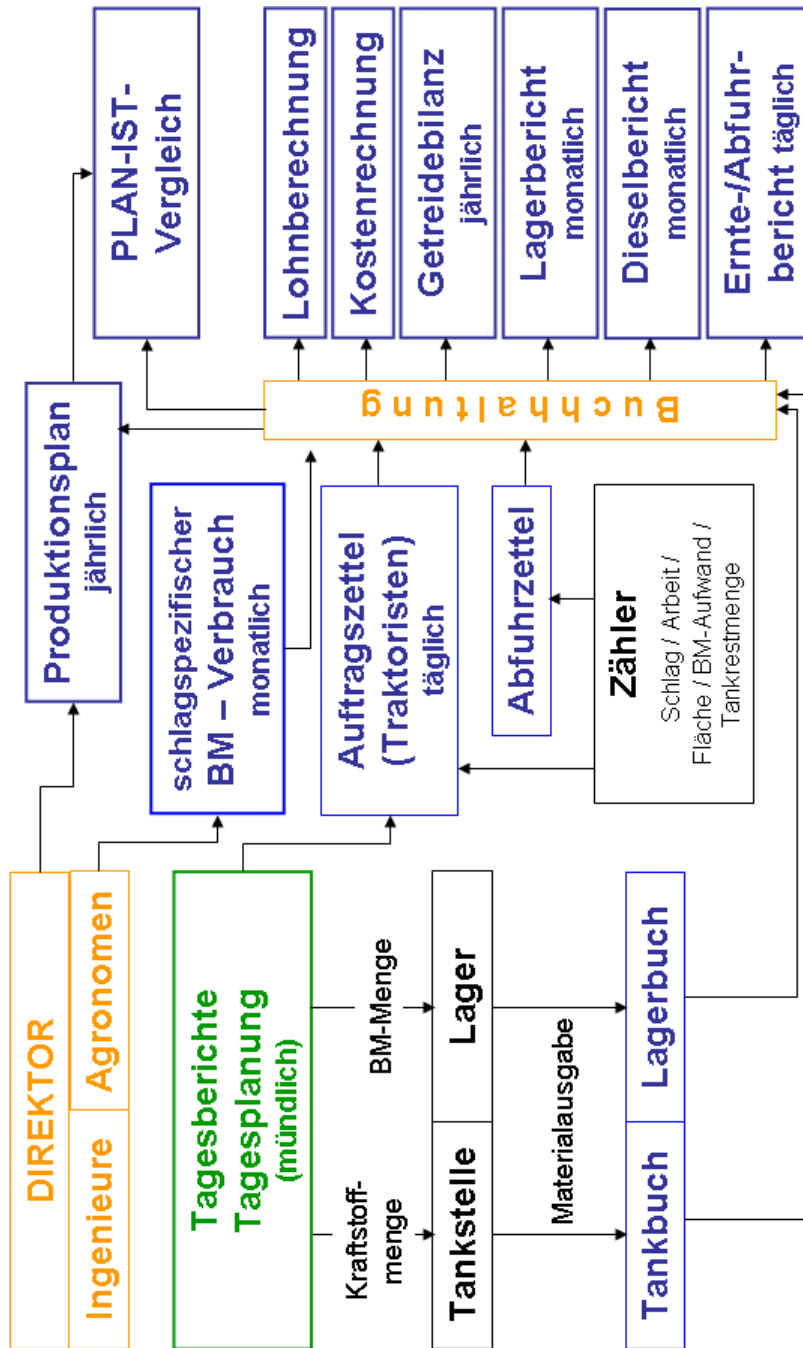


Abbildung 4.3: Elemente des Informationsflusses eines russischen Betriebes

5 Einsatz automatischer Datenerfassung auf Erntemaschinen

5.1 Funktionsweise des Datenerfassungssystems Claas-Telematics

Claas-Telematics wurde 2005 in den Markt eingeführt. Das System speichert die Werte verschiedener, am CAN-BUS des Mähdreschers anliegender Sensoren nach Einschalten der Zündung in einem Intervall von 15 Sekunden auf die PCMCIA-Datenkarte im CEBIS-Bordcomputer. Im Abstand von 15 Minuten werden diese Daten in das Teleservicemodul transferiert und über den GSM-basierten Datenübertragungsservice GPRS auf einen Kommunikationsserver in Deutschland übertragen. Von dort aus werden die Daten in eine Datenbank auf einem Server der Firma Claas eingespeist, auf dem sie zentral gespeichert werden. Über das passwortgeschützte Webinterface www.claas-telematics.com kann der Anwender jederzeit auf die Daten seiner Maschinen zugreifen und mit den dort zur Verfügung stehenden Analyseinstrumenten verschiedene Auswertungen durchführen. Die Informationen werden entsprechend der gewählten Abfrageparameter bei jeder Informationsanfrage neu zusammengestellt und auf einer dynamisch generierten Webseite angezeigt.

Die Anzahl an Zugängen je Kunde ist nicht begrenzt. Die Maschinen, auf deren Daten zugegriffen werden kann, können für jeden Nutzer individuell zugeteilt werden, was bei den Kunden mit großen Flotten sowie vielen Hierarchieebenen und starker regionaler Differenzierung der Betriebsstätten notwendig ist.

Das komplette Datenerfassungs- und -analyse-System Claas-Telematics besteht aus folgenden Komponenten:

- Datenloggersoftware
- Teleservicemodul (mit integriertem Mobiltelefonmodem und SIM-Karte)
- Kommunikationsserver
- Telematics Datenbank und Webserver
- Webinterface Claas-Telematics

Zum Zeitpunkt der Fertigstellung dieser Arbeit ist Claas-Telematics noch stark auf die Anwendung im Großmähdrescher Lexion konzentriert (HAMACHER, 2008 a).

Insgesamt waren 2008 ca. 400 Systeme im Einsatz, davon der Großteil in der Ukraine (50)¹¹, Russland (70), Großbritannien (80) und Argentinien (120). Während in Argentinien und Großbritannien ein einzelner Eigentümer nur wenige Maschinen besitzt, setzten in der Ukraine und in Russland wenige Eigentümer mit großen Maschinenflotten dieses System ein (HAMACHER, 2008 b).

Der Informationsbedarf letztgenannter Maschinenbesitzer wird sich stark vom Informationsbedarf des Einzelmaschinenbesitzers unterscheiden.

5.2 Übersicht ausgewählter Analyseinstrumente von Claas-Telematics

Das Webinterface von Claas-Telematics ist in vier Hauptrubriken unterteilt: Monitoring, Analyse und Statistik, Tracking und Mapping sowie Datenexport.

Für die Auswertungen können einzelne Maschinen zu Gruppen zusammengefasst werden, bei gleichzeitiger Anzeige von Daten mehrerer Maschinen ist die Anzahl auf maximal drei Maschinen begrenzt.

Monitoring:

ermöglicht die Einsicht aktueller Einstellungen und Leistungsdaten, bis zu drei Maschinen können nebeneinander verglichen werden

Das Vorhandensein neuer Fehler- und Wartungsmeldungen wird angezeigt.

Über die Funktion Geofencing kann für jede Maschine ein Umkreis definiert werden, bei dessen Verlassen dem Eigentümer eine Warnmeldung zugesendet wird.

Analyse und Statistik:

ermöglicht die Durchführung von Zeitraumanalysen. Über einen Kalender kann der interessierende Zeitraum ausgewählt werden, die kleinste Einheit ist eine Stunde.¹²

„Betriebszeitanalyse“ dient zur Ermittlung der Arbeitseffizienz (Abschnitt 5.2.2).

„Leistungsanalyse“ dient zur grafischen Darstellung am CAN-BUS abgegriffener sowie im Bordcomputer ermittelter Werte (Abschnitt 5.2.3).

„Zählerstände“ dient zur Abfrage verschiedener Zählerstandswerte (Abschnitt 5.2.4).

¹¹ Die Zahl in Klammern bezeichnet die Anzahl der Telematics-Systeme für das genannte Land

¹² Gilt nur für Betriebszeitanalyse und Leistungsanalyse

Tracking und Mapping:

Darstellung der letzten übermittelten Position auf einer Umgebungskarte. Die Fahrspuren der Maschinen können mit Hilfe von Google Earth® auf Satellitenbildern dargestellt werden.

Datenexport:

Die Leistungsdaten sowie die Zählerstände können als Datei im Format comma separated value (*.csv) auf einen lokalen PC heruntergeladen werden. Sie wurden in der vorliegenden Arbeit für detaillierte Analysen der Leistungsdaten herangezogen. Die Ertragsdaten können im CLAAS / agrocom-proprietären Text-Format *.aft auf einem lokalen PC gespeichert werden und in verschiedenen Schlagkarteien zu Ertragskarten weiterbearbeitet werden.

Nicht alle zum Zeitpunkt der Fertigstellung der vorliegenden Arbeit zur Verfügung stehenden Funktionen werden hier ausführlich beschrieben, sondern nur diejenigen, die sich im Rahmen der Datenerhebung als nutzbringend für die untersuchte Unternehmensform herausgestellt haben und für die Erstellung der Ergebnisse eingesetzt wurden.

5.2.1 Aktueller Betriebsstatus

Im Bereich „Monitoring“ kann über die Option „Betriebsstatus“ abgefragt werden, welche Maschinen zur Zeit im Einsatz sind. Über eine „Ampelkennzeichnung“ wird signalisiert ob

- a) die Maschine an ist (grün),
- b) die Maschine am aktuellen Tag bereits an war (gelb), jedoch momentan aus ist oder
- c) die Maschine am aktuellen Tag noch gar nicht an war (rot).

Außerdem wird die eingestellte Fruchtart, der Zeitpunkt der letzten Datenübertragung und sowie das Vorhandensein neuer Fehler- oder Wartungsmeldungen angezeigt (Abbildung 5.1).

Maschine	Letzte Messung	Fruchtart	Betriebsstunden	Alarmmeldungen	Wartungsmeldung	Maschine Aktiv
5850	20.10.2008 12:03:41	Körnermais	711,88	Neue Meldung	Keine neue Meldung	
5850	17.10.2008 15:25:19	Körnermais	723,75	Keine neue Meldung	Keine neue Meldung	
5850	07.09.2008 16:26:02	Weizen	574,92	Keine neue Meldung	Keine neue Meldung	
5850	13.09.2008 17:10:09	Sommergerste	625,23	Keine neue Meldung	Keine neue Meldung	
5850	02.10.2008 15:15:02	Raps	831,12	Keine neue Meldung	Keine neue Meldung	
5850	26.09.2008 16:29:11	Körnermais	790,7	Keine neue Meldung	Keine neue Meldung	
5850	20.10.2008 12:01:57	Körnermais	853,8	Neue Meldung	Keine neue Meldung	
5850	20.10.2008 12:02:38	Körnermais	870,83	Neue Meldung	Neue Meldung	
5850	20.10.2008 11:18:31	Unbekannt	688,65	Neue Meldung	Keine neue Meldung	
5850	20.10.2008 11:36:51	Körnermais	647,42	Neue Meldung	Keine neue Meldung	

Abbildung 5.1: Beispielhafter Betriebsstatus in Claas-Telematics

Quelle: CLAAS-TELEMATICS (2008)

Der Betriebsstatus gibt dem Eigentümer bzw. dem Flottenverantwortlichen sehr schnell einen Überblick über die Flotte. Nachteilig ist jedoch, dass der Status AN / AUS an das Einschalten der Zündung gebunden ist und nicht an das Starten des Motors oder des Dreschwerks. Daher kann nicht festgestellt werden, ob tatsächlich mit der Maschine gearbeitet wird oder nur die Zündung an ist bzw. war. Die Identifikation der Maschinen über die Seriennummer kann bei großen Flotten auch zur Unübersichtlichkeit führen, da die Betriebszugehörigkeit nicht erkennbar ist.

5.2.2 Betriebszeitanalyse

Die Betriebszeitanalyse (Abbildung 5.2) gibt Aufschluss über die zeitliche Effizienz des Maschineneinsatzes. Unterschieden wird die aufgezeichnete Zeit in folgende Abschnitte:

- Prozesszeit (Materialfluss, Schneidwerk in Arbeitsstellung)
- Wendezeit
- Abtanken während der Fahrt
- Abtanken im Stand
- Standzeit mit vollem Korntank (Korntank 100 % voll an)

- Standzeit¹³
- Fahrzeit

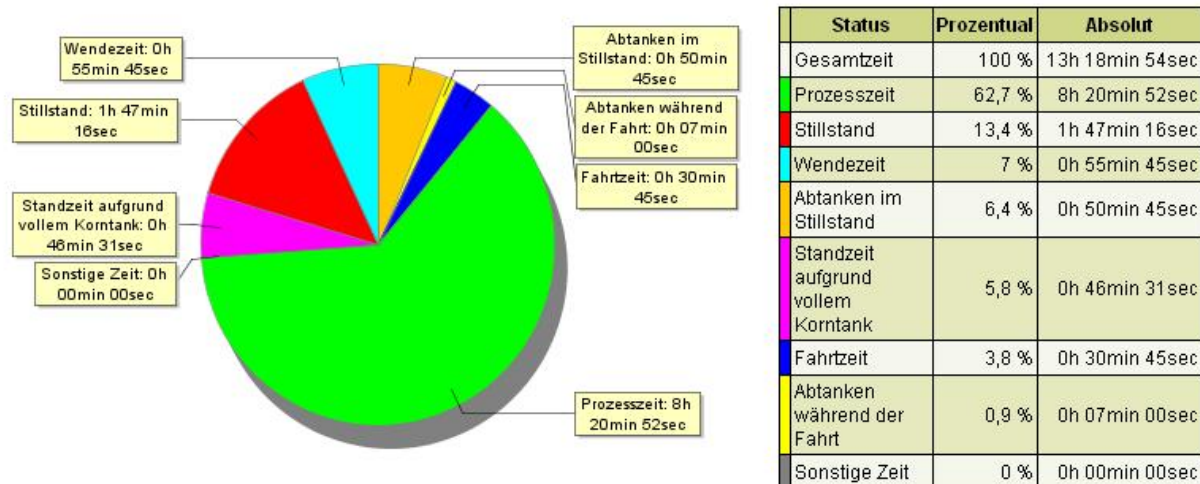


Abbildung 5.2: Beispielhafte Betriebszeitanalyse eines Arbeitstages in Claas-Telematics

Quelle: CLAAS-TELEMATICS (2008)

Der Anwender kann seinen Bedürfnissen entsprechend diese Parameter an- oder abwählen. Zeiten, die nicht den oben genannten Kategorien zugeordnet werden kann, wird als „Sonstige Zeit“ ausgewiesen.

5.2.3 Leistungsanalyse

Im Bereich Leistungsanalyse hat der Anwender die Möglichkeit, frei zu definierende Parameter verschiedener Maschinen grafisch im Tagesverlauf zu vergleichen. Zur Auswahl stehen zahlreiche Maschineneinstellungen sowie Daten über Fahrgeschwindigkeit, Durchsatz, Flächenleistung, Kornfeuchte, Ertrag etc.

In einem Diagramm können bis zu sechs Parameter und bis zu drei Maschinen ausgewählt werden. Gleichzeitig dargestellt werden aber nur sechs Variablen, was die Anwendung auf sechs Parameter einer Maschine, je drei Parameter zweier Maschinen oder je zwei Parameter von drei Maschinen begrenzt.

¹³ Standzeiten mit ausgeschalteter Zündung wurden in der eingesetzten Version (Sommer 2008) nicht erfasst.

Zu unterscheiden sind analoge und digitale Parameter. Analoge Messwerte können jeden Wert in einem definierten Bereich annehmen, sie werden in einem Liniendiagramm dargestellt (Abbildung 5.3).

In der vorliegenden Arbeit wurde diese Auswertung benötigt, um den Beginn und das Ende der Erntearbeiten innerhalb einer Maschinengruppe (eines Betriebes) für jeden Tag zu bestimmen.

Zeitraum: 25.07.2008 06:00:00 - 26.07.2008 06:00:00

Erntetag: 25.07.2008

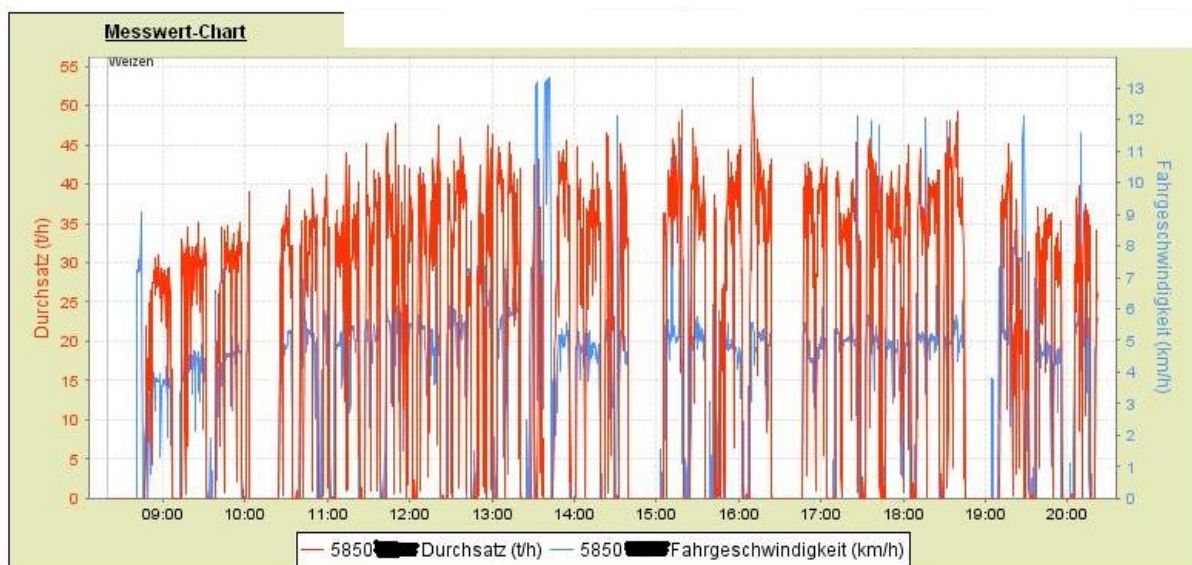


Abbildung 5.3: Beispielhafte Leistungsanalyse eines Erntetages: Liniendiagramm der Messwerte für Durchsatz und Fahrgeschwindigkeit einer Maschine

Quelle: CLAAS-TELEMATICS (2008)

Digitale Messwerte können nur zwei Werte annehmen - 1 (EIN) oder 0 (AUS). Daher werden digitale Parameter nicht in einem Liniendiagramm angezeigt, sondern in einem Balkendiagramm, mit roten Balken für „AUS“ und grünen Balken für „EIN“ („Gantt-Diagramm“, Abbildung 5.4).

Zeitraum: 09.08.2008 06:00:00 - 10.08.2008 06:00:00

Erntetag: 09.08.2008

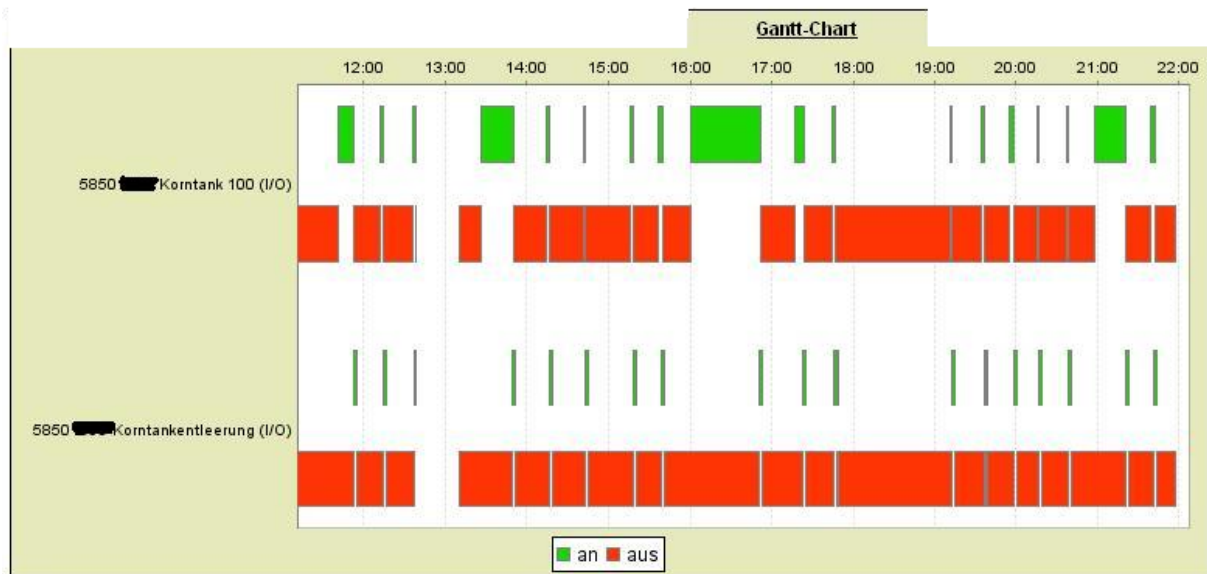


Abbildung 5.4: Beispiel der Darstellung digitaler Parameter in der Leistungsanalyse

Quelle: CLAAS-TELEMATICS (2008)

Ist weder ein grüner noch ein roter Balken angezeigt, war die Zündung und somit die Datenaufzeichnung ausgeschaltet.

Diese Darstellung war als Ergänzung der Betriebszeitanalyse zur Aufdeckung von Problemen in der Logistik von Bedeutung. Die Länge des grünen Balkens für den Messwert „Korntank 100% voll“ zeigt die Länge der Wartezeiten auf Transportfahrzeuge an. Lange grüne Balken bei „Korntank 100%“ (erste Reihe von oben) voll weisen auf Logistikprobleme hin, so z.B. von 16.00 Uhr bis 17.00 Uhr in Abbildung 5.4.

Während bei eingeschalteter Zündung die Werte aufgezeichnet werden und deren Summe der Betriebszeitanalyse entnommen werden können, geht die Information über Wartezeiten bei ausgeschalteter Maschine verloren. Mit Hilfe eines solchen Diagramms lassen sich diese zusätzlichen, sonst nicht bestimmten Wartezeiten ermitteln indem überprüft wird, ob vor dem Ausschalten der Korntank zu 100 % voll war und direkt nach dem Einschalten der Maschine ein Abtankvorgang stattgefunden hat.

5.2.4 Zählerstandsabfrage

Zum Zeitpunkt der Fertigstellung der vorliegenden Dissertation wurden die Zählerstände aus dem CEBIS-Terminal automatisch bei Datumswechsel oder beim ersten Einschalten nach dem Datumswechsel gespeichert. Zusätzlich besteht die Möglichkeit der aktiven Auslösung des Zählerstandsabrufs, der die aktuellsten Werte innerhalb von 15 Minuten an den Server übermittelt.

Folgende Werte werden aufgezeichnet:

- Motorstunden, Dreschtrommelstunden, Druschstunden, Häckslerstunden
- insgesamt bearbeitete Fläche, bearbeitete Fläche mit Häcksler
- Erntemenge
- Kraftstoffverbrauch (Gesamt-, Feld- und Straßenfahrt)
- Wegstrecke (Gesamt-, Feld- und Straßenfahrt)

Folgende Arten von Zählerständen werden unterschieden:

- Gesamtzähler (Summe seit erstem Einsatz der Maschine)
- Fruchtartzähler (Summe über Fruchtart seit erstem Einsatz der Maschine)
- Tageszähler (Differenz zwischen zwei Zählerstandswerten)
- Auftragszähler (Summe seit Auftragsstart (z. B. ein bestimmter Schlag), wenn dies durch den Fahrer ausgelöst wurde)¹⁴

Die Werte der Zählerstandsabfragen wurden genutzt, um die Produktivität der Maschinen zu beurteilen.

5.2.5 Berichtswesen

In Abschnitt 3.1.3 wurde erläutert, dass ein gut funktionierendes und angepasstes Berichtswesen wesentlicher Bestandteil eines betrieblichen Informationssystems ist. Idealerweise werden diese Reports mit Hilfe eines Management-Informationssystems erstellt.

Claas-Telematics bietet einige Elemente der Analysen als automatischen, täglichen Report an: Betriebszeitanalyse, Tageszählerstände sowie zwei frei definierbare Leis-

¹⁴ Da hier der bereits in Abschnitt 3.2.2 die als kritisch eingestufte Abhängigkeit der Datenqualität vom Fahrer einen großen Einfluss hat, wird diese Zählerart für die untersuchte Betriebsform als nicht relevant eingestuft und in der vorliegenden Arbeit nicht weiter verwendet.

tungsanalyse-Diagramme. Dieser drei Seiten umfassende Bericht wird für je eine Maschine erstellt. Um die Daten aller 49 Maschinen einzusehen, wären täglich 147 Seiten Bericht zu analysieren. Einen informativsten Wert enthalten diese Berichte für die Managementebenen oberhalb der Betriebsebene nicht, da die Daten zu detailliert präsentiert werden (Abschnitt 3.1.3). Aus diesem Grund wurde die Funktion des automatischen Reporting nur auf Betriebsebene aktiviert, für die höheren Managementebenen wurde eine auf den Informationsbedarf angepasste Berichtsform erarbeitet (Abschnitt 5.4).

5.3 Grundlagen zur Qualität der erfassten Daten

Obwohl Telematics weitgehend unabhängig von Eingriffen des Fahrers ist, können einige der aufgezeichneten Daten dennoch durch inkorrekte Einstellungen verfälscht werden.

Das betrifft insbesondere den Ertrag, die Fläche, die Zuordnung zur Kultur sowie die zeitliche Zuordnung.

5.3.1 Ertragsmessung

Das in den Claas-Mähdreschern eingesetzte Ertragsmesssystem arbeitet nach dem Prinzip der Volumenstrommessung. Über die Verdunkelungszeit einer Lichtschranke im Körnerellevator wird das Volumen des Getreides auf den Elevatorpaddeln ermittelt. Über die eingegebenen Messwerte für Hektolitergewicht, Kornfeuchte und Kalibrierfaktor (prozentuale Abweichung der Vergleichsmessung mit der Fuhrwerkswaage) wird die Masse des Ernteguts berechnet. Bei guter Kalibrierung ist eine Standardabweichung von ca. +/- 4 % zu erwarten. Untersuchungen der Universität Weihenstephan ergaben, dass insbesondere niedrige Durchsätze und größere Hangneigungen sich negativ auf die Messgenauigkeit auswirken. Auch die Verschmutzung und Abnutzung der Linse der Lichtschranke im Körnerellevator und Ablagerungen auf den Elevatorpaddeln verschlechtern das Messergebnis (DEMMELE; k. A.).

Zur Durchführung der Kalibrierung müssen mehrmals pro Tag das Hektolitergewicht gemessen werden und die Einstellung im Bordcomputer überprüft bzw. verändert werden. Die identische Einstellung aller auf einem Schlag fahrenden Maschinen ist zu gewährleisten. Zudem müssten regelmäßig getrennte Gegenwiegungen einzelner

Korntankfüllungen der verschiedenen Mähdrescher auf der Fuhrwerkswaage durchgeführt werden, wozu ein separates Fahrzeug nötig wäre, um die Erntelogistik nicht zu stören.

Aufgrund der genannten Schwierigkeiten und da es das Ziel der Arbeit war, das Informationssystem zu bewerten, jedoch nicht die Ertragsmessung unter den gegebenen Bedingungen zu optimieren, wurde in der vorliegenden Arbeit auf die Kalibrierung der Ertragsmessung verzichtet.

Während der Datenerfassung 2008 wurden stichprobenartig Gegenwiegungen auf der Fuhrwerkswaage durchgeführt sowie nach Ende der Ernte die Gesamterntemengen der Ertragsmessung und der Wiegung abgeglichen.

In Abbildung 5.5 sind die Ergebnisse der Ertragsermittlung sowie deren Abweichung vom Ergebnis der Waage für ausgewählte Betriebe des Unternehmens 2 dargestellt. Bei Weizen waren die Abweichungen geringer als bei Gerste. Die stärksten Abweichungen treten bei Raps auf, was durch die stärkere Verschmutzung der Linse der Lichtschranke zu erklären ist. Ohne Berücksichtigung des Rapses liegen die Werte der Ertragsmessung bis zu 15 % über den von den Betrieben erfassten Messungen auf der Waage. Dieses Ergebnis deckt sich auch mit den Ergebnissen einiger Gegenwiegungen, bei denen durchschnittlich 10 % Erntegut mehr ermittelt wurde als auf der Waage. STEINMAYR (2002) wies eine generelle Überschätzung des Claas-Ertragsmesssystems nach, bei Durchsätzen unter 20 t/h lagen die Abweichungen höher, die durchschnittliche Abweichung bei kalibriertem Messsystem lag bei 3 %. Seltener gibt es Abweichungen in den negativen Bereich, die auch geringer sind als die positiven Abweichungen.

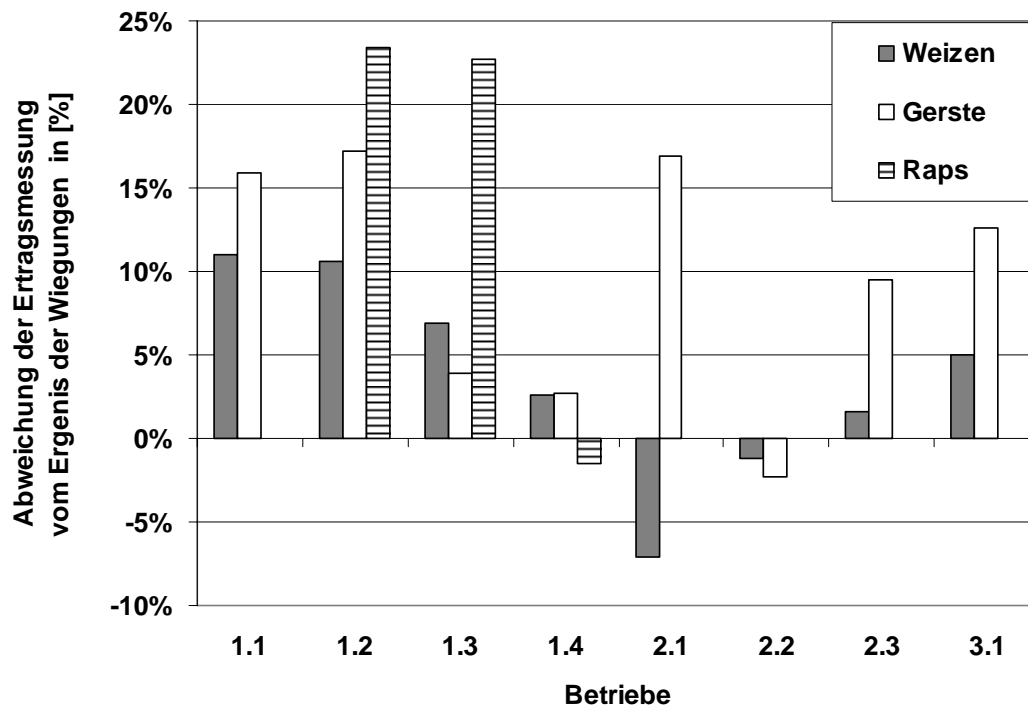


Abbildung 5.5: Abweichung des vom Ertragsmesssystem ermittelten Ertrages zu der auf der Waage bestimmten Erntemenge für ausgewählte Betriebe.

5.3.2 Flächenmessung

Die Ermittlung der Erntefläche sowie der Druschstunden ist abhängig vom Ein- und Ausschalten der Flächenzählung. Diese Zählung startet, sobald das Schneidwerk unter eine bestimmte Höhe - die „Arbeitsstellung“ - abgesenkt wird. Aufgrund unterschiedlicher Schnitthöhen verschiedener Kulturen ist diese Höhe fruchtartabhängig und kann vom Fahrer eingestellt werden, wodurch es zu Fehleinstellungen kommen kann.

Der zweite Einflussfaktor auf die Genauigkeit der Flächenmessung ist die tatsächliche Ausnutzung der vollen Schneidwerksbreite.

Die Maschinen waren mit Schneidwerken mit 12 m Arbeitsbreite ausgestattet, die Flächenermittlung erfolgt über die Multiplikation der Geschwindigkeit mit der Schneidwerksbreite. Wird die Schneidwerksbreite nicht zu 100 % genutzt, sollte das zur Berichtigung der Flächenzählung und Ermittlung des Ertragsniveaus manuell vom Fahrer eingegeben werden. Geschieht dies nicht, wird eine zu große Fläche ermittelt und dementsprechend ein zu niedriges Ertragsniveau angegeben.

5.3.3 Fruchtart

Die geerntete Fruchtart wird vom Fahrer ausgewählt. Diese Auswahl beeinflusst die Fruchtartzähler und auch die Ertragsermittlung, da für jede Fruchtart eine individuelle Kalibrierkurve zur Ertragsbestimmung hinterlegt ist.

5.3.4 Datum und Uhrzeit

Die zeitliche Zuordnung der Messwerte erfolgt entsprechend der Einstellung der internen Uhr im CEBIS. Bei falscher Einstellung von Datum und Uhrzeit sind die Daten zeitlich nicht mehr richtig zuordenbar, der Vergleich der Leistungen verschiedener Maschinen im Tagesablauf nicht mehr möglich und im Extremfall die Daten nicht mehr auffindbar.

5.4 Implementierung des Informationssystems Claas-Telematics im Unternehmen

In Unternehmen 2 waren 33 Mähdrescher des Typs Lexion 570 bereits im Jahr 2007 mit Telematics ausgestattet, im Jahr 2008 erhöhte sich die Anzahl auf 49 Maschinen. 2007 wurde in einer ersten Testphase in einigen Teilbetrieben gearbeitet, im Jahr 2008 erfolgte - basierend auf den Erfahrungen des Vorjahres - die Ausarbeitung und praktische Umsetzung eines Konzepts zur Implementierung und Nutzung der verschiedenen Instrumente als Bestandteil des Informationssystems innerhalb der gesamten Holding.

Während der Testphase 2007 wurde deutlich, dass die zur Verfügung gestellten Informationen aufgrund der zu hohen Detaillierung größtenteils ungenutzt blieben. Das ist teilweise dadurch zu erklären, dass für das Management der Betriebe, das am schnellsten über die Informationen verfügen und darauf reagieren sollte, oftmals die Arbeit mit dem Computer eine Hürde darstellte. Auf höheren Managementebenen stellte sich dahingegen das Problem, dass Claas-Telematics in der genutzten Version (Ende 2008¹⁵) zwar sehr detaillierte Daten über Einzelmaschinen liefert, jedoch aber die notwendigen Instrumente fehlen, um aussagekräftige Flottenauswertungen entsprechend der Gruppierung nach Betrieben und Regionen, wie in Tabelle 5.1 dargestellt, zu generieren.

Die in Abschnitt 2.3.2 dargestellten Managementebenen können beim Einsatz von Claas-Telematics bisher lediglich über die Beschränkung der den Nutzerzugängen zugewiesenen Maschinen berücksichtigt werden. Unterschiedliche Anforderungen an die Aufbereitung der Daten angepasst an die Managementstufe sind bisher nicht vorgesehen.

Ausgehend von der angebotenen Datenbasis und den Ergebnissen der Analyse des Ist-Zustandes des Informationssystems wurden daher entsprechend der Informationsbedürfnisse des Top- und Middle-Managements Ernteberichte erarbeitet. Im Vorfeld der Ernte wurde ein eintägiges Seminar abgehalten, in dem die Inhalte und Analysemöglichkeiten des Informationssystems vermittelt wurden.

¹⁵ Eine Versionsnummer ist nicht verfügbar

Tabelle 5.1: Verteilung der Mähdrescher auf die Betriebe und Regionen des Unternehmens, Erntebedingungen 2008

Region	Betrieb	Anzahl Lexion	Weizenertrag 2008 [t/ha]	Erntebedingungen 2008
1	1.1	3	4,0	Häufige Regenfälle
	1.2	3	4,5	
	1.3	2	4,9	
	1.4	3	4,3	
	1.5	3	4,6	
Summe Region 1		14		
2	2.1	3	6,2	Hoher Anteil an Lagergetreide Hoher Anteil an Lagergetreide Lohndrusch auf Betrieb 2.4
	2.2	5	4,4	
	2.3	4	4,7	
	2.4	3	4,9	
	2.5	2	4,6	
	2.6	2	5,0	
	2.7	3	4,7	
Summe Region 2		22		
3	3.1		3,3	
Summe Region 3		5		
4	4.1	6	4,1	Keine Daten Keine Daten
	4.2	1	-	
	4.3	1	-	
Summe Region 4		8		
Summe Unternehmen		49		

5.4.1 Entwicklung eines angepassten Reportingsystems

Da der geringe Verdichtungsgrad der erfassten Daten im Jahr 2007 als ein maßgebliches Problem erkannt wurde, war eine der ersten Maßnahmen der Implementierung die Erarbeitung an die hierarchischen Strukturen und regionale Gliederung angepasster Berichte. Während der Ernte wurden ein Bericht über die Produktivität und ein Bericht über die Arbeitszeiteffizienz täglich erstellt und per email versandt. Konzipiert waren diese Berichte für die Zielgruppe „Abteilung Produktion“ mit den in Abbildung 2.6 dargestellten Unterabteilungen Logistik, Technik sowie Berichte und Analyse.

5.4.1.1 Bericht über die Produktivität

Der Bericht über die Produktivität der Maschinen enthielt folgende Informationen in Form von Tageswerten sowie Summen seit Saisonbeginn:

- absolute Kennzahlen:
 - Betriebsstunden
 - Arbeitsstunden
 - Erntemenge
 - Erntefläche
 - Kraftstoffverbrauch
 - geerntete Kultur
- relative Kennzahlen:
 - Flächenproduktivität ha/h
 - Durchsatz t/h
 - Kraftstoffverbrauch l/ha
 - Kraftstoffverbrauch l/t
 - Ertrag t/ha

Ein Beispiel für eine Tagesauswertung ist in Abbildung 5.6 dargestellt.

		12.08.2008									
	Seriennummer	Betriebsstunden	Arbeitsstunden	Menge [t]	Fläche [ha]	Kraftstoff [l]	ha/h	l/ha	lt	t/ha	t/h
Durchschnitt je MD: Betrieb 1.4		11	7	141	34	424	4,8	12,8	3,0	4,2	20,0
Summe Betrieb 1.4		11	7	141	34	424	4,8				20,0
Durchschnitt je MD: Betrieb 1.5		10	7	138	46	423	6,4	9,3	3,1	3,0	19,0
Summe Betrieb 1.5		20	14	275	91	845	12,7				38,0
Zwischensumme Region 1		81	55	1019	269	3327	38,4				147,3
Betrieb 2.1 (Maschinen)	2.1-1	12,9	9,3	158	31	420	3,3	13,6	2,7	5,1	17,0
	2.1-2	13,3	8,3	147	25	411	3,1	16,2	2,8	5,8	17,7
	2.1-3	12,9	8,6	154	29	448	3,3	15,5	2,9	5,3	17,8
Durchschnitt je MD: Betrieb 2.1		13	9	153	28	426	3,2	15,1	2,8	5,4	17,5
Summe Betrieb 2.1		39	26	459	85	1279	9,7				52,6
Durchschnitt je MD: Betrieb 2.2		12	8	190	44	586	5,4	13,2	3,1	4,3	23,0
Summe Betrieb 2.2		24	16	379	89	1172	10,8				46,1
Betrieb 2.3 (Maschinen)	2.3-1	13,1	8,2	96	32	439	3,9	13,8	4,6	3,0	11,7
	2.3-2	12,8	9,0	116	47	492	5,2	10,5	4,3	2,5	12,9
	2.3-3	13,5	8,6	113	43	427	5,0	10,0	3,8	2,7	13,2
	2.3-4	13,2	8,7	112	41	460	4,7	11,3	4,1	2,7	12,9
Durchschnitt je MD: Betrieb 2.3		13	9	109	41	455	4,7	11,4	4,2	2,7	12,7
Summe Betrieb 2.3		53	34	436	162	1818	18,8				50,7
Durchschnitt je MD: Betrieb 2.4		6	2	37	10	96	5,8	9,5	2,6	3,7	21,3
Summe Betrieb 2.5		12	3	74	20	192	11,6				42,6
Durchschnitt je MD: Betrieb 2.5											
Summe Betrieb 2.5		0	0	0	0	0	0,0				0,0
Durchschnitt je MD: Betrieb 2.6		13	9	82	60	541	7,0	9,2	6,6	1,4	9,5
Summe Betrieb 2.6		25	18	164	119	1082	20,9				19,1
Durchschnitt je MD: Betrieb 2.7		9	6	97	23	395	3,6	17,2	4,1	4,2	15,4
Summe Betrieb 2.7		18	13	195	46	789	7,3				30,8
Zwischensumme Region 2		171	111	1708	522	6332	79,2				241,9
Durchschnitt je MD: Betrieb 3.1		9	6	94	27	315	5,1	11,3	3,3	3,5	17,8
Summe Betrieb 3.1		43	28	470	136	1573	25,7				89,0
Zwischensumme Region 3		43	28	470	136	1573	25,7				89,0
SUMME (Unternehmen)		296	194	3197	927	11232	143,3	-	-	-	478,2

Abbildung 5.6: Beispiel eines Tagesreports der Produktivität

Der Bericht basiert auf den Zählerstandswerten aus Telematics und wurde um folgende Informationen erweitert:

- Durchschnittswerte für Betriebe, Regionen und das Unternehmen
- Summenwerte für Betriebe, Regionen und das Unternehmen

Da mit steigender Hierarchiestufe die Informationsdichte höher sein muss und die Werte der Einzelmaschinen unwichtiger für den Empfänger werden, waren die Werte der Einzelmaschinen standardmäßig ausgeblendet. Sie konnten bei Bedarf per Mausklick geöffnet werden.

Für die Topmanagementebene wurde ein noch höher verdichteter Kurzbericht erstellt (Tabelle 5.2). Die wesentlichen Produktivitätskennzahlen mit den jeweiligen Durchschnittswerten sowie den Minimalwerten und Bestleistungen sind nach Kulturen auf einen Blick zu erkennen. Ggf. auftretende größere Abweichungen von den der Planung zugrunde gelegten Produktivitäten können leicht erkannt werden.

Tabelle 5.2: Auszug aus dem Kurzbericht über Produktivität für die Saison 2008

	Gesamt	Maschinen-		
		Durchschnitt	Minimum	Maximum
Saisonleistung				
Arbeitsstunden [h]		234	43	376
Gesamtfläche [ha]	48.073	1.023	250	1.692
Erntemenge [t]	184.512	4.011	1.086	6.500
Weizen				
Fläche [ha]	27.963	595	176	1.161
Menge [t]	122.593	2.636	271	5.308
Flächenleistung [ha/d]	1.372	28	18	38
Ernteleistung [t/d]	6.125	125	60	172
Flächenleistung [ha/h]		4,1	2,8	5,6
Durchsatz [t/h]		18,1	10,9	27,7
Kraftstoffverbrauch [l/ha]		16,5	12,3	21,7
Kraftstoffverbrauch [l/t]		3,7	2,6	5,3

5.4.1.2 Bericht über die tatsächliche Arbeitszeiteffizienz

Der zweite Bericht fasste die Effizienz der Druschzeitausnutzung basierend auf den Ergebnissen der Betriebszeitanalyse zusammen. Diesem Bericht kommt daher eine große Bedeutung zu, da die Ermittlung der tatsächlichen Feldeffizienz eine wichtige Grundlage zur Planung des Maschineneinsatzes und der Bestimmung der notwendigen Größe des Maschinenparks darstellt. Auch erhalten die Daten über die Produktivität mit der zusätzlichen Information aus diesem Bericht einen höheren Informationsgehalt. So kann z. B. eine geringe Tagesleistung durch natürliche Faktoren bedingt sein, die nicht beeinflusst werden können (z. B. Lager, Wetter), oder aber auch durch Organisationsmängel, auf die Einfluss genommen werden kann (Pausenzeiten, Logistik etc.).

Die in der eingesetzten Ausarbeitung der Betriebszeitanalyse in Claas-Telematics zur Verfügung gestellten Werte waren nicht aussagekräftig genug, da folgende, für die korrekte Beurteilung wichtige, Informationen fehlten:

- Beginn und Ende der Arbeit,

zur betriebsspezifischen Ermittlung der (minimalen¹⁶) theoretisch möglichen Druschzeit und der Ermittlung der Feldeffizienz bezogen auf die mögliche Druschzeit

- Gesamte Standzeit während des Tages, inkl. Zeit mit ausgeschalteter Zündung¹⁷
- Tagesdurchschnitt der Betriebe
- Saisondurchschnitt der Betriebe
- Vergleich mit dem Saisondurchschnitt des aktuellen Jahres mit dem Vorjahr

Daher wurden - wie bei den Zählerstandswerten - die Einzelwerte in ein Tabellenkalkulationsprogramm übernommen und die Auswertungen entsprechend des oben genannten zusätzlichen Informationsbedarfs erweitert. Abbildung 5.7 zeigt diesen Report in detaillierter Form für die Betriebsebene. Sowohl die Ergebnisse jeder Einzelmaschine als auch der Betriebsdurchschnitt werden angezeigt. Die Zeitabschnitte werden zu den Gruppen „mögliche Druschzeit“, „tatsächliche Druschzeit“, „Fahr-(Wege-)zeit“ und „Standzeit“ zusammengefasst. Neben den Werten für den Vortag werden der bisherige Durchschnitt der aktuellen Erntesaison sowie das Ergebnis des Vorjahres angezeigt. Um das Erkennen von Abweichungen zu erleichtern wechselte die Hintergrundfarbe des Wertes „Standzeit“ bei Überschreiten einer definierten Schwelle zur Signalfarbe orange.

¹⁶ Da nicht eindeutig festgestellt werden kann, ob zum frühest möglichen Zeitpunkt begonnen und bis zum spätest möglichen Zeitpunkt geerntet wurde, wurde die Differenz zwischen dem frühesten Start (Bewegung der Maschine, Fahrt oder Druschbeginn) und dem spätesten Ende des jeweiligen Betriebes als Druschfenster des jeweiligen Tages bestimmt.

¹⁷ Zündung AUS-Zeit wird nicht erfasst, somit „verschwinden“ in der Online-Auswertung diese Zeitabschnitte. So könnte der Fall eintreten, dass eine Maschine, die 1 Stunde mit eingeschalteter Zündung steht bei sonst identischen Werten ein schlechteres Ergebnis zeigt als eine Maschine, die 1 Stunde mit ausgeschalteter Zündung steht.

1	2										
1	2	A	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	
	2	Betrieb 2.1									
	3										
	4	Durchschnitt 2007									
	5	MD 1		MD 2		MD 3		Betriebsdurchschnitt			
	6	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%
	7	Mögliche Druschzeit	263:00	100%	263:00	100%	263:00	100%	263:00	263:00	100%
	8	Tatsächliche Arbeitszeit	153:04	58%	151:54	58%	148:06	56%	151:01	57%	
	13	Fahrzeit	25:52	10%	23:32	9%	24:43	9%	24:43	9%	
	14	STANDZEIT	84:02	32%	87:32	33%	90:10	34%	87:15	33%	
	18										
	19	Durchschnitt 2008									
	20	MD 1		MD 2		MD 3		Betriebsdurchschnitt			
	21	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%
	22	Mögliche Druschzeit	643:49	100%	643:49	100%	467:59	100%	585:12	100%	
	23	Tatsächliche Arbeitszeit	344:58	54%	382:39	59%	235:53	50%	321:10	55%	
	28	Fahrzeit	40:15	6%	40:50	6%	40:42	9%	40:36	7%	
	29	STANDZEIT	258:35	40%	220:18	34%	191:22	41%	223:25	38%	
	33										
	754										
	755	28.08.2008									
	756	WW		WW		WW		Start	Ende		
	756							7:45:00	20:45		
	757	MD 1		MD 2		MD 3		Betriebsdurchschnitt			
	758	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%
	759	Mögliche Druschzeit	13:00	100%	13:00	100%	13:00	100%	13:00	100%	
	760	Tatsächliche Arbeitszeit	7:08	55%	11:06	85%	10:39	82%	9:38	74%	
	761	Druschzeit	5:59	46%	9:17	71%	8:55	69%	8:03	62%	
	762	Abtanken (Stand)	0:39	5%	0:59	8%	0:53	7%	0:50	6%	
	763	Abtanken (Fahrt)	0:03	0%	0:02	0%	0:01	0%	0:02	0%	
	764	Wendezeit	0:26	3%	0:48	6%	0:50	6%	0:41	5%	
	765	Fahrzeit	0:02	0%	0:18	2%	0:17	2%	0:12	2%	
	766	STANDZEIT	5:48	45%	1:34	12%	2:02	16%	3:08	24%	
	767	Stand (Zündung AUS)	4:09	32%	0:30	4%	0:50	7%	1:50	14%	
	768	Wartezeit auf Transport	0:41	5%	0:29	4%	0:43	6%	0:38	5%	
	769	Standzeit (Zündung EIN)	0:57	7%	0:34	4%	0:28	4%	0:39	5%	

Abbildung 5.7: Detaillierte Form der erweiterten Arbeitszeiteffizienzanalyse für einen Betrieb.

Die in Abbildung 5.7 dargestellte Auswertung für die Betriebsebene ist für höhere Managementebenen zu detailliert. Die aggregierte Form des Reports (Abbildung 5.8) zeigt diese drei Zeitabschnitte im Betriebsdurchschnitt.

Im oberen Teil des Berichtes sind die Durchschnittswerte des Vorjahres sowie der bisherige Durchschnitt des aktuellen Jahres angegeben. Darunter folgen die Ergebnisse des Vortages des Berichts für jede Maschine. Die rechte Spalte enthält den Betriebsdurchschnitt. Es wurden jeweils die absoluten Zahlen [hh:mm] sowie der relative Anteil an der Gesamtzeit ermittelt.

Ebenso wie beim Bericht über Produktivität wurde auch dieser Bericht in der Standardform mit ausgeblendeten Einzelmaschinendaten, versandt. Die Möglichkeit des Drill-Down besteht sowohl von Betriebsebene auf die Ebene der Einzelmaschinen als auch von den drei Hauptprozessabschnitten der Ernte zu den einzelnen Prozessen.

	Betrieb 2.2				Betrieb 2.3				Betrieb 2.4				Betrieb 2.5			
	Durchschnitt 2007				Durchschnitt 2007				Durchschnitt 2007				Durchschnitt 2007			
	Betriebsdurchschnitt		%		Betriebsdurchschnitt		%		Betriebsdurchschnitt		%		Betriebsdurchschnitt		%	
MÖGLICHE DRUSCHZEIT	Total	291:00	100%	Total	391:00	100%	Total	298:15	100%	Total	0:00	0%	Total	0:00	0%	
TATSÄCHLICHE ARBEITSZEIT		106:07	36%		207:13	53%		156:25	52%		0:00	0%		0:00	0%	
FAHRZEIT		18:00	6%		27:00	7%		24:23	8%		0:00	0%		0:00	0%	
STANDZEIT		166:51	57%		156:45	40%		117:26	39%		0:00	0%		0:00	0%	
	Durchschnitt 2008				Durchschnitt 2008				Durchschnitt 2008				Durchschnitt 2008			
MÖGLICHE DRUSCHZEIT	Total	354:24	100%	Total	638:28	100%	Total	785:24	100%	Total	698:49	100%	Total	698:49	100%	
TATSÄCHLICHE ARBEITSZEIT		181:14	51%		387:22	61%		434:50	55%		271:13	39%		271:13	39%	
FAHRZEIT		33:33	9%		38:15	6%		57:54	7%		51:15	7%		51:15	7%	
STANDZEIT		139:36	39%		212:50	33%		292:40	37%		376:20	54%		376:20	54%	
	01.08.2008				01.08.2008				01.08.2008				01.08.2008			
	Start	09:30	21:35	Ende	10:20:00	23:40:00	Start	10:00:00	00:20:00	Ende	10:00:00	00:20:00	Start	10:00:00	00:20:00	
MÖGLICHE DRUSCHZEIT	Betriebsdurchschnitt	12:05	100%	Betriebsdurchschnitt	13:20	100%	Betriebsdurchschnitt	14:20	100%	Betriebsdurchschnitt	14:20	100%	Betriebsdurchschnitt	14:20	100%	
TATSÄCHLICHE ARBEITSZEIT		6:22	53%		10:00	75%		11:12	78%		9:57	69%		9:57	69%	
FAHRZEIT		0:07	1%		0:41	5%		0:10	1%		0:06	1%		0:06	1%	
STANDZEIT		5:35	46%		2:38	20%		2:57	21%		4:16	30%		4:16	30%	
	02.08.2008				02.08.2008				02.08.2008				02.08.2008			
	Start	08:45	21:45	Ende	09:00:00	23:30:00	Start	09:30:00	22:15:00	Ende	09:30	22:30	Start	09:30	22:30	
MÖGLICHE DRUSCHZEIT	Betriebsdurchschnitt	13:00	100%	Betriebsdurchschnitt	14:30	100%	Betriebsdurchschnitt	12:45	100%	Betriebsdurchschnitt	13:00	100%	Betriebsdurchschnitt	13:00	100%	
TATSÄCHLICHE ARBEITSZEIT		6:44	52%		6:51	47%		8:41	68%		5:46	44%		5:46	44%	
FAHRZEIT		0:33	4%		1:13	8%		0:35	5%		0:34	4%		0:34	4%	
STANDZEIT		5:41	44%		6:25	44%		3:28	27%		6:38	51%		6:38	51%	

Abbildung 5.8: Aggregierter Report der Arbeitszeiteffizienz

5.4.2 Nachernteanalyse und Betriebsvergleiche

Nach Abschluss der Ernte wurden für alle Maschinen und Betriebe vergleichende Auswertungen für die Erntesaison vorgenommen. Die Kennzahlen sind in Abbildung 5.9 dargestellt. Unterteilt wird die Nachernteanalyse wie das entwickelte Berichtssystem in die zwei Kategorien Produktivität und Arbeitszeiteffizienz.

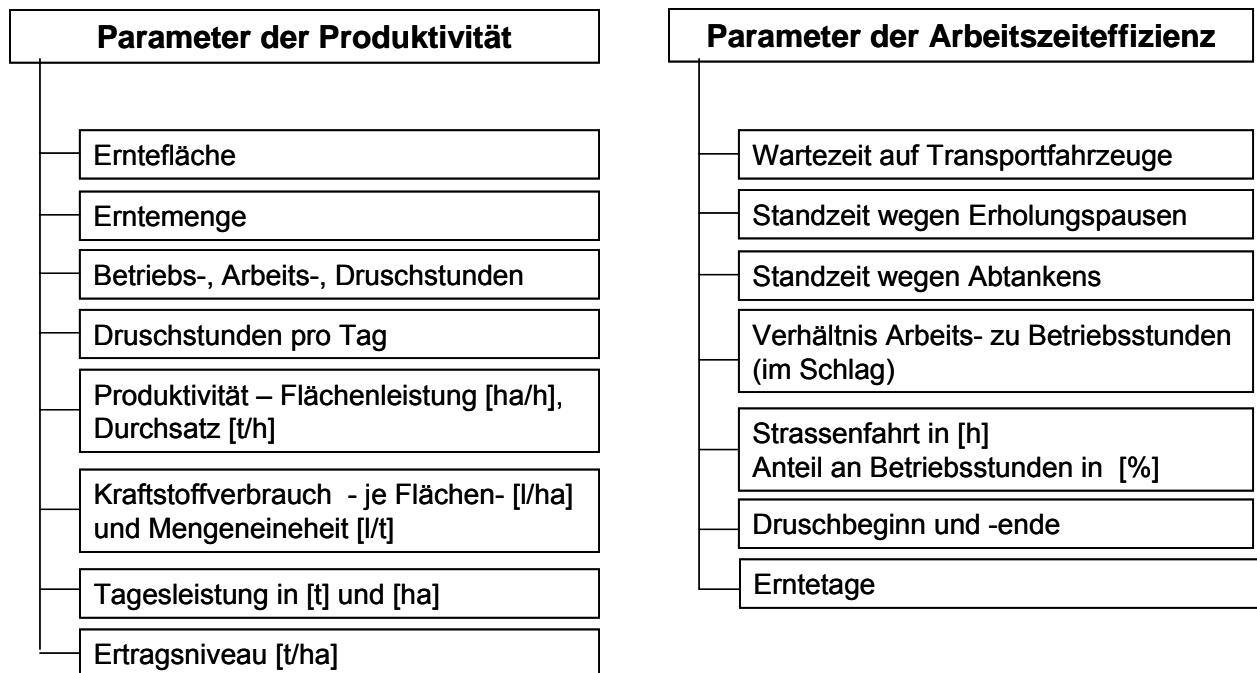


Abbildung 5.9: Kennzahlen zum Benchmarking der Betriebe hinsichtlich der Mähdrescherleistung

Im Folgenden werden ausgewählte Ergebnisse der Betriebsvergleiche für Produktivität und Arbeitszeiteffizienz dargestellt und ein Vorgehen für die Bestimmung der Benchmark entwickelt. Die Auswertungen beschränken sich auf die Ernte der Kulturen Weizen, Gerste und Raps, da Körnermais und Sonnenblumen nur in geringem Umfang und auf wenigen Betrieben angebaut wurden.

Der Vergleich von Betrieben unter Zuhilfenahme von Durchschnittswerten (und nicht der Vergleich von Einzelmaschinen innerhalb einer Gruppe, wofür das System im Augenblick ausgearbeitet ist) wird in dieser Arbeit unter dem Zugrundelegen folgender Annahmen durchgeführt:

- In Russland ist die Ausbildung und Erfahrung der Fahrer im Bedienen von Großmähdreschern weit unter dem Niveau von Fahrern in z. B. Westeuropa

- Die zwischen den Betrieben zu erwartenden Unterschiede in Leistungsausschöpfung und Wissen bzw. Erfahrung sind höher als die Unterschiede zwischen Maschinen/Fahrern eines Betriebes, da innerhalb eines Betriebes Wissensaustausch stattfindet, d. h. die übrigen Fahrer passen sich selbstständig in gewissen Grenzen an den besten Fahrer des Betriebes an.
- Es kann nicht vorausgesetzt werden, dass in jeder Maschinengruppe mindestens ein Fahrer arbeitet, der unter den jeweiligen Bedingungen die Maschine optimal fahren und die maximale Leistung erreichen kann.
- Das prioritäre Ziel ist nicht ein „Feintuning der Fahrer“ durch Anpassen der schlechteren Fahrer an den jeweils besten Fahrer der Gruppe, sondern das Anheben des Leistungsniveaus aller Betriebe.
- Die verglichenen Betriebe hatten ähnliche Erntebedingungen (Niederschlagshäufigkeit, Klima, Ertragsniveau, Beschaffenheit des Bestandes).
- Betriebsabhängige Faktoren wie Organisation und Logistik wirken sich gleichermaßen auf alle Maschinen der Gruppe aus.

5.4.2.1 Betriebsvergleiche der Produktivität des Ernteprozesses

Die Zählerstandswerte wurden nach Einzelmaschinen und Betrieben (Maschinengruppen) ausgewertet. Die Analyse der Saisonleistung erfolgte anhand der absoluten Kennzahlen Betriebs- und Arbeitsstunden, Erntefläche und Erntemenge.

Abbildung 5.10 zeigt die durchschnittliche Gesamterntemenge je Maschine nach Maschinengruppen. Zusätzlich sind in jeder Gruppe der minimale und der maximale Messwert angegeben. Diese Werte sind notwendig, um zu erkennen, ob ein niedriger Durchschnitt durch betriebsbedingte Faktoren - wie Organisation und Logistik - zustande kam, oder durch Ausreißer innerhalb der Gruppe verursacht wurde.

Sechs der Betriebe übertreffen den Unternehmensdurchschnitt, aber nur in zwei Betrieben liegt auch die beste Maschine deutlich unterhalb des Unternehmensdurchschnitts.

Die Betriebe 1.3, 2.7 und 4.1 erreichten einen geringen Durchschnittswert je Maschine, die jeweils beste Maschine der Betriebe erreichten jedoch Werte, die mit zu den Maximalwerten der Saison gehören. Der geringe Durchschnittswert wird verursacht durch den jeweils schlechtesten Wert eines Betriebes. Deren niedrige Saisonleistung ist in allen drei Fällen auf lange Ausfallzeiten aufgrund von Defekten in Verbindung

mit mangelnder Ersatzteilversorgung, und nicht auf organisatorische, dem Betrieb zuzuschreibende Probleme zurückzuführen.

In den Betrieben 1.1, 1.4, 2.5 und 3.1 müssen andere Faktoren für die generell niedrige Leistung ausschlaggebend sein.

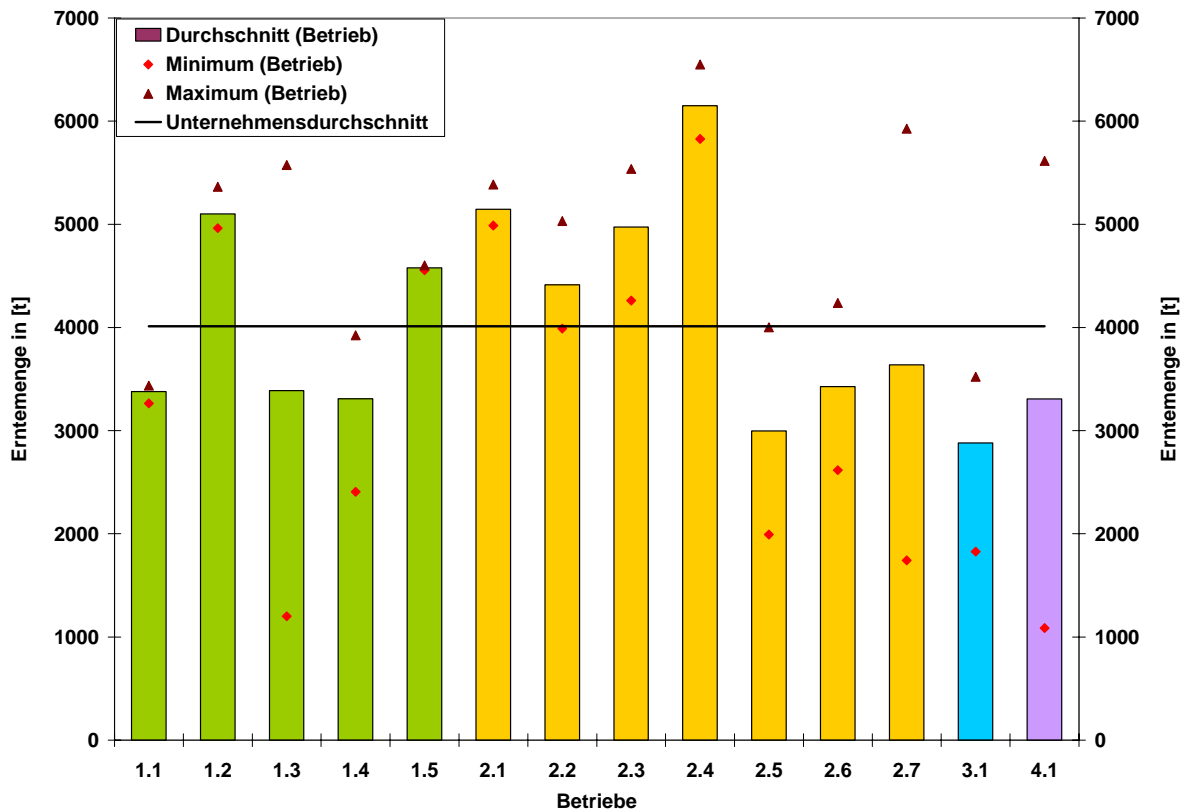


Abbildung 5.10: Erntemengen nach Maschinengruppen (Ernte 2008)

Durchschnitt, Maximum (♦) und Minimum (Δ) der Betriebe sowie Unternehmensdurchschnitt

Die flächen- und mengenbezogenen Kennzahlen wurden fruchtartspezifisch ermittelt und ausgewertet. Im Weiteren werden die Ergebnisse beispielhaft für die Kultur Weizen dargestellt.

In Abbildung 5.11 ist die durchschnittliche Tagesleistung der Betriebe im Vergleich dargestellt.

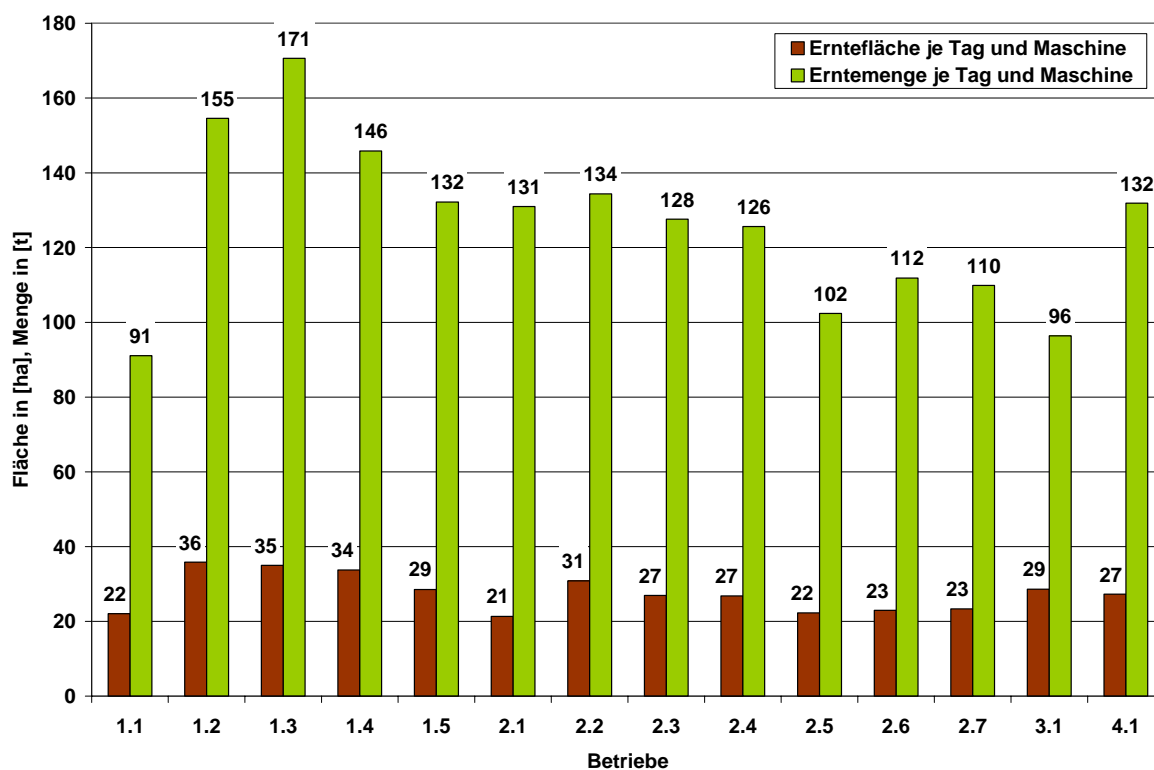


Abbildung 5.11: Tagesleistungen Erntefläche [ha] und Erntemenge [t] nach Betrieben, Ernte von Winterweizen 2008

Im Vergleich zur Gesamtleistung sind bei der Tagesleistung andere Betriebe am produktivsten: Die Betriebe 1.3, 1.2 und 1.4 ernten je Maschine und Tag mehr als 140 t Weizen, die Betriebe 1.1, 2.3, 2.4 und 2.5 mit geringer Produktivität ernteten ca. 90 - 100 t je Tag und Maschine.

Ein weiteres Kennzeichen hoher Produktivität ist die Leistung je Zeiteinheit - beim Mähdrusch die Flächenproduktivität in ha/h und der Durchsatz an Erntegut in t/h.

Die Analyse des Durchsatzes verschiedener Maschinen, die bei vergleichbarem Ertragsniveau und Erntebedingungen arbeiteten, zeigt deutliche Unterschiede (Abbildung 5.12). Der durchschnittliche Durchsatz schwankt von 15 t/h bis 27 t/h, der Ertrag von 3,5 t/ha bis 6,2 t/ha. Dabei korrelieren die Unterschiede der Durchsätze nicht mit den Unterschieden im Ertragsniveau.

Die besten Maschinen erreichten durchschnittliche Durchsätze von 25 - 27 t/h bei einem Ertragsniveau von 5 t/ha. Maschinen des Betriebes 2.1 erreichten durchschnittliche Durchsätze von 18 t/h bei einem Ertragsniveau von 6,2 t/ha. Die niedrigste Produktivität lag bei Betrieb 3.1 mit einem durchschnittlichen Durchsatz von 14 t/h bei 3,3 t/ha.

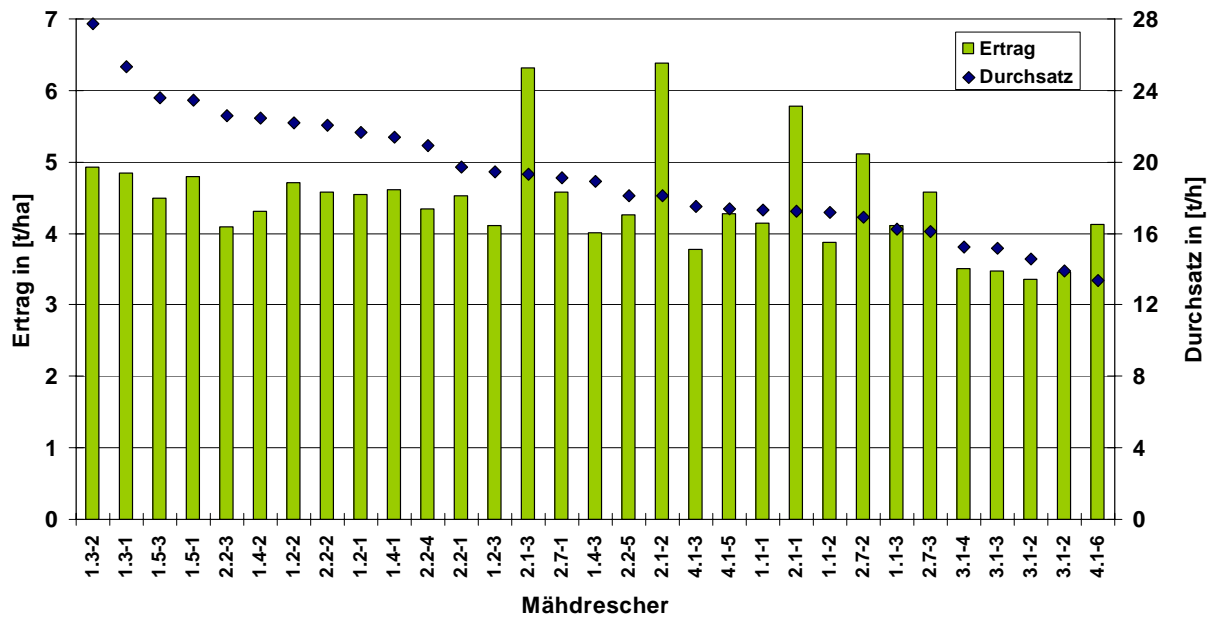


Abbildung 5.12: Vergleich des durchschnittlichen Durchsatzes [t/h] verschiedener Maschinen sowie gemessenes Ertragsniveau [t/ha], Ernte von Winterweizen 2008

Zur Beurteilung, ob das Erreichen der Leistungsgrenze der Maschine den Durchsatz begrenzte, wurde die Motorauslastung einzelner Maschinen während des Druschprozesses ausgewertet. Herangezogen wurden nur die Messwerte, die während des Drusches gemessen wurden. Aus den Messwerten wurden die Werte verwendet, bei denen die Geschwindigkeit größer 0,5 km/h war und gleichzeitig ein Gutfluss gemessen wurde. Betriebe, in denen die Erntebedingungen durch Lager oder hohe Feuchte erschwert waren, wurden in diese Betrachtung nicht mit einbezogen. Dadurch wurde eine Verfälschung der Ergebnisse durch Wende- und Abtankzeiten verhindert und die Ergebnisse der Betriebe untereinander vergleichbar gemacht.

Die Messwerte der Motorauslastung wurden in Klassen eingeteilt. Im Bereich von 0 - 60 % Auslastung wurden 10 %-Schritte gewählt, im Bereich von 60 % bis 100 % in 5 %-Schritte. Aus den Leistungsdaten wurde berechnet, welchen Anteil der Hauptarbeitszeit die Maschinen in niedriger, mittlerer und hoher Motorauslastung gefahren wurden.

Je größer der Zeitanteil mit hoher Motorauslastung, desto höher ist die Ausnutzung der installierten Leistung. Hierbei ist zu beachten, dass eine hohe durchschnittliche Motorauslastung in Kombination mit geringem Durchsatz auch durch eine falsche Einstellung des Mähdreschers verursacht sein kann. Eine niedrige Auslastung bei niedrigem Durchsatz weist jedoch eindeutig auf eine unzureichende Ausnutzung der

Maschinenkapazität. In beiden Fällen wäre eine Leistungssteigerung technisch realisierbar.

Die Ergebnisse sind in Abbildung 5.13 dargestellt.

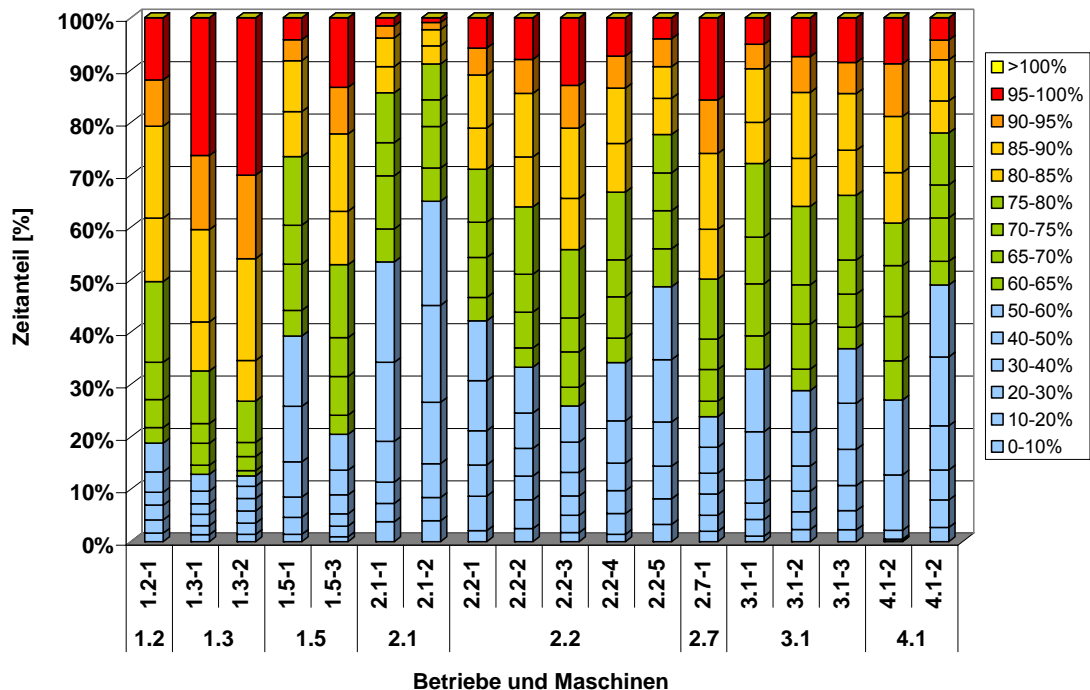


Abbildung 5.13: Zeitanteil verschiedener Klassen der Motorauslastung für einzelne Maschinen, Ernte von Winterweizen 2008

Die Maschinen des Betriebes 1.3 mit den höchsten Durchsätzen hatten die höchste Auslastung der Motorleistung in der Vergleichsgruppe. Die Maschinen des Betriebes 2.1, die bei dem höchsten Ertragsniveau innerhalb der Vergleichsgruppe ernteten, aber nur einen geringen Durchsatz von 18 t/h aufwiesen, wurden nur knapp 15 % der Zeit mit hoher Auslastung gefahren.

Der Großteil der anderen Maschinen fährt mit durchschnittlicher Auslastung und niedrigen bis durchschnittlichen Durchsätzen.

Aufgrund dieser Ergebnisse wurde der durchschnittliche Durchsatz der beiden Maschinen 1.3-1 und 1.3-2 von 26,5 t/h als Soll-Wert definiert und die absoluten und relativen Abweichungen der übrigen Maschinen und Maschinengruppen von diesem Bestwert berechnet (Tabelle 5.3). Die Produktivität liegt in den ausgewählten Betrieben bei durchschnittlich 18,7 t/h und damit 30 % unter dem Sollwert von 26,5 t/h. Bei Einzelmaschinen gibt es Abweichungen von bis zu -48 %.

Tabelle 5.3: Erträge, Durchsätze und Abweichungen vom Soll-Durchsatz von 26,5 t/h nach Maschinen und Betrieben. Weizenernte 2008

Betrieb	Maschine	Ertrag in [t/ha]	Durchsatz in [t/h]	Abweichung vom Soll-Durchsatz in %	Differenz zum Soll-Durchsatz in [t/h]
1.1	1.1-1	4,1	17,3	-35	-9,2
	1.1-2	3,9	17,1	-35	-9,1
	1.1-3	4,1	16,3	-39	-10,2
	Durchschnitt	4,0	16,9	-36	-9,6
1.2	1.2-1	4,5	21,7	-18	-4,8
	1.2-2	4,7	22,2	-16	-4,3
	1.2-3	4,1	19,5	-27	-7,0
	Durchschnitt	4,5	21,1	-20	-5,4
1.4	1.4-1	4,6	21,4	-19	-5,1
	1.4-2	4,3	22,5	-15	-4,0
	1.4-3	4,0	18,9	-29	-7,6
	Durchschnitt	4,3	20,9	-21	-5,6
1.5	1.5-1	4,8	23,5	-11	-3,0
	1.5-3	4,5	23,6	-11	-2,9
	Durchschnitt	4,6	23,5	-11	-3,0
2.1	2.1-1	5,8	17,2	-35	-9,3
	2.1-2	6,4	18,1	-32	-8,4
	2.1-3	6,3	19,3	-27	-7,2
	Durchschnitt	6,2	18,2	-31	-8,3
2.2	2.2-1	4,5	19,7	-26	-6,8
	2.2-2	4,6	22,0	-17	-4,5
	2.2-3	4,1	22,6	-15	-3,9
	2.2-4	4,3	20,9	-21	-5,6
	2.2-5	4,3	18,1	-32	-8,4
	Durchschnitt	4,4	20,7	-22	-5,8
2.7	2.7-1	4,6	19,1	-28	-7,4
	2.7-2	5,1	16,9	-36	-9,6
	2.7-3	4,6	16,1	-39	-10,4
	Durchschnitt	4,7	17,4	-34	-9,1
3.1	3.1-1	3,5	13,9	-48	-12,6
	3.1-2	3,4	14,6	-45	-11,9
	3.1-3	3,5	15,2	-43	-11,3
	3.1-4	3,5	15,2	-43	-11,3
	Durchschnitt	3,5	14,7	-44	-11,8
4.1	4.1-3	3,8	17,5	-34	-9,0
	4.1-5	4,3	17,3	-35	-9,2
	4.1-6	4,1	13,4	-49	-13,1
	Durchschnitt	4,1	16,1	-39	-10,4
Gesamtdurchschnitt		4,4	18,7	-30	-7,8

Ein höherer Durchsatz und die dadurch erzielte bessere Motorauslastung führen zu einem geringeren spezifischen Kraftstoffverbrauch je Tonne Erntegut. Dieser Sachverhalt wird von FEIFFER et al. (2005) dargelegt und kann auch anhand der erhobenen Daten belegt werden (Abbildung 5.14).

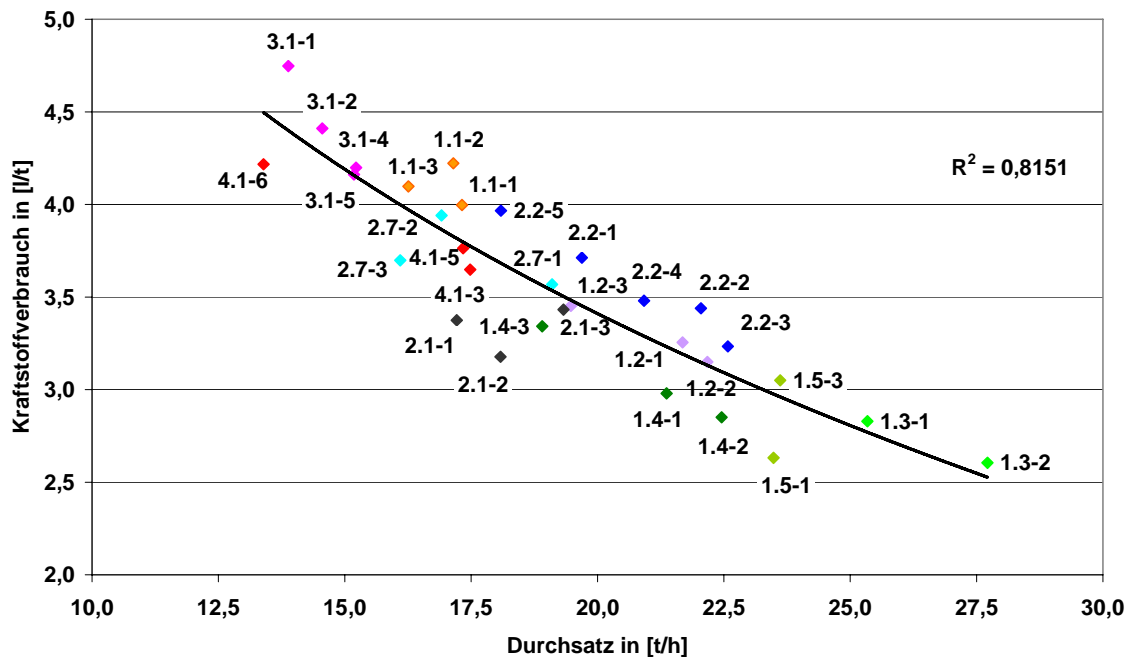


Abbildung 5.14: Zusammenhang zwischen Durchsatz [t/h] und Kraftstoffverbrauch in [l/t], Ernte von Winterweizen 2008

Der spezifische Kraftstoffverbrauch der untersuchten Maschinen schwankt zwischen 2,6 l/t und 4,8 l/t. Es besteht ein direkter Zusammenhang zwischen Durchsatz, Motorauslastung und spezifischem Kraftstoffverbrauch. Den geringsten Kraftstoffverbrauch haben die Maschinen der Betriebe mit hohen Durchsätzen, den höchsten Kraftstoffverbrauch haben die Maschinen von Betrieb 3.1 mit dem niedrigsten durchschnittlichen Durchsatz von 14,7 t/h.

5.4.2.2 Betriebsvergleiche der Arbeitszeiteffizienz

Die maximal installierte Maschinenleistung eines Mähdreschers kann in der Praxis durch eine Reihe von Faktoren gemindert werden, die zur tatsächlichen Feldeffizienz führen. Dazu gehören Warte-, Reparatur-, Stör-, Rüst-, Pausen- und Transportzeiten sowie Anschneiden des Feldes und Mehraufwand an Zeit durch ungünstige Beete (FEIFFER et al. 2005). Nicht alle dieser Faktoren sind vermeidbar und mit Hilfe elektronischer Datenaufzeichnung erkennbar.

Vermeidbare Standzeiten, die mit dem eingesetzten System eindeutig nachweisbar waren, sind Wartezeiten auf Transportfahrzeuge, Abtanken im Stand und Standzeiten der Maschinen während der Erholungspausen der Fahrer. Diese gilt es zu erkennen und zu minimieren.

Aus einer Stichprobe von acht Betrieben und 26 Maschinen des Unternehmens wurden die vermeidbaren Standzeiten identifiziert und deren Gesamtumfang bestimmt. Die Methodik wird im Folgenden kurz erläutert:

Wartezeit auf Transportfahrzeuge

Ermittlung: bei eingeschalteter Zündung mit Hilfe der Betriebszeitanalyse in Claas-Telematics.

Bedingungen: Geschwindigkeit < 0,5 km/h, Korntank 100 % voll

Ermittlung: bei ausgeschalteter Zündung visuell mit Hilfe der Leistungsanalyse

Bedingungen: nach dem erneuten Starten der Maschine fand ein Abtankprozess statt, bevor die Dreschtrommel und der Druschprozess erneut gestartet wurden¹⁸.

Die Druschzeit vor Ausschalten der Maschine entspricht ca. der Zeit, die am jeweiligen Tag notwendig war um einen Korntank zu füllen.

Die Zeitdifferenz zwischen Aus- und Einschalten wurde der Standzeit wegen fehlender Transportfahrzeuge zugeteilt.

Abtanken im Stand:

Ermittlung mit Hilfe der Betriebszeitanalyse.

Bedingungen: Abtanken ist eingeschaltet und Fahrgeschwindigkeit < 0,5 km/h. Zusätzlich wurde auch der Zeitanteil Abtanken während der Fahrt hierzu addiert, da aus

¹⁸ Diese Methode zur Bestimmung von Standzeiten wurde eingeführt, nachdem diese Situationen im Feld beobachtet und danach mit dem Informationssystem belegt werden konnten.

Erfahrung bekannt war, dass es sich hierbei nicht um tatsächliches Abtanken während der Fahrt, sondern lediglich um geringfügige Positionsänderungen der Erntemaschine zum Abfuhrfahrzeug handelt.

Erholungspausen:

Ermittlung: visuell mit Hilfe der Leistungsanalyse

Bedingungen: Fahrgeschwindigkeit und Flächenleistung aller Maschinen einer Gruppe waren zur gleichen Zeit Null, Wiederholbarkeit über einen Großteil der Erntetage war gegeben und ein Logistikproblem kann ausgeschlossen werden.

Extrapolation:

Da aus technischen Gründen nicht von allen Tagen Daten vorhanden waren, wurden die Ergebnisse der vorhandenen Tage auf alle Erntetage hochgerechnet, um ein für die gesamte Erntesaison repräsentatives Ergebnis zu bekommen. Die Datenverfügbarkeit lag jedoch in allen Fällen bei mehr als 50 %, bei mehr als der Hälfte der Betriebe bei mehr als 70 % (Tabelle 5.4).

Tabelle 5.4: Arbeitstage je Maschine und Datenverfügbarkeit auf den Betrieben der Stichprobe

Betrieb	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3
Erntetage je Maschine	39,3	41,3	22,5	29,7	33,7	39,7	31,4	41,0
Datenverfügbarkeit	64 %	50 %	78 %	85 %	69 %	73 %	70 %	76 %
Ø Flächenleistung [ha/h]	4,2	4,9	5,9	4,6	5,1	4,1	5,2	3,8

Zur Berücksichtigung spezifischer Erntebedingungen 2008 (z. B. hoher Anteil an Lagergetreide) wurde für jeden Betrieb eine betriebsspezifische Flächenproduktivität für die Saison 2008 ermittelt, in die je nach Flächenanteil gewichtet die durchschnittlichen Flächenleistungen von Weizen, Gerste und Raps mit einfließen. Die ermittelten Standzeiten wurden dann mit der betriebsspezifischen Flächenproduktivität multipliziert, um das nicht genutzte Potenzial je Maschine und Betrieb zu erhalten. Da die Betriebe unterschiedliche lange Erntezeiträume hatten, wurden sowohl die Ergebnis-

se jeweils für die gesamte Erntesaison 2008 als auch für einen durchschnittlichen Erntetag¹⁹ errechnet.

Die Differenz zwischen dem Druschbeginn und dem Druschende ergibt die theoretische Dauer des Arbeitstages - das tägliche Druschfenster. Dieser Zeitraum wurde nicht individuell für jede Maschine, sondern für den Betrieb bzw. die Maschinengruppe bestimmt: die erste Maschine, die die Arbeit aufnahm, bestimmte den Startzeitpunkt, die letzte Maschine, die die Arbeit beendete, bestimmte das Ende des Arbeitstages.

Die Länge des „theoretischen Arbeitstages“ variiert von 11 Stunden bis 13 Std 39 min. Diese Unterschiede werden sowohl durch die unterschiedlichen Start- als auch Endzeitpunkte verursacht (Tabelle 5.5).

Tabelle 5.5: Durchschnittliche Zeiten des Beginns und des Endes der Erntearbeiten sowie der theoretischen Dauer des Erntetages [hh:mm]

Betrieb	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3
Beginn	10:45	09:37	09:59	09:46	09:27	08:55	09:14	09:29
Ende	21:45	23:17	22:09	21:58	21:50	21:35	22:34	22:38
Druschfenster	11:00	13:39	12:09	12:11	12:22	12:40	13:19	13:09

Die durchschnittliche tägliche tatsächliche Arbeitszeit, d. h. die Zeit, die innerhalb des Druschfensters für Drusch und Wenden verwendet wurde, variierte von 5 Std. 31 min bis 8 Std 02 min. Abzüglich der Zeiten für das Umsetzen der Maschinen ergeben sich innerhalb der möglichen Druschzeit 4 Std 23 min bis 6 Std tägliche Standzeit (Tabelle 5.6).

Tabelle 5.6: Durchschnittliche tägliche Arbeits- und Standzeit in [hh:mm] je Maschine

Betrieb	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	Ø
Arbeitszeit	5:31	6:51	6:22	5:33	5:58	7:30	6:23	8:02	6:35
Fahrzeit	0:38	0:46	0:33	0:40	0:54	0:33	1:00	0:43	0:43
Standzeit	4:50	6:00	5:12	5:57	5:28	4:36	5:54	4:23	5:17

¹⁹ Um repräsentative Ergebnisse zu erhalten, wurden alle Tage an denen mindestens eine Druschstunde geleistet wurde einbezogen

Im Anschluss wurde bestimmt, welcher Anteil der gesamten Standzeit den vermeidbaren Standzeiten - also dem Warten auf Transportfahrzeuge, dem Abtanken im Stand und den Maschinenstandzeiten während der Erholungspausen der Fahrer zurechenbar sind.

Die durchschnittliche vermeidbare tägliche Standzeit betrug 1 Std 52 min, mit Spannweiten von 1 Std 31 min bis 2 Std 09 min (Abbildung 5.15).

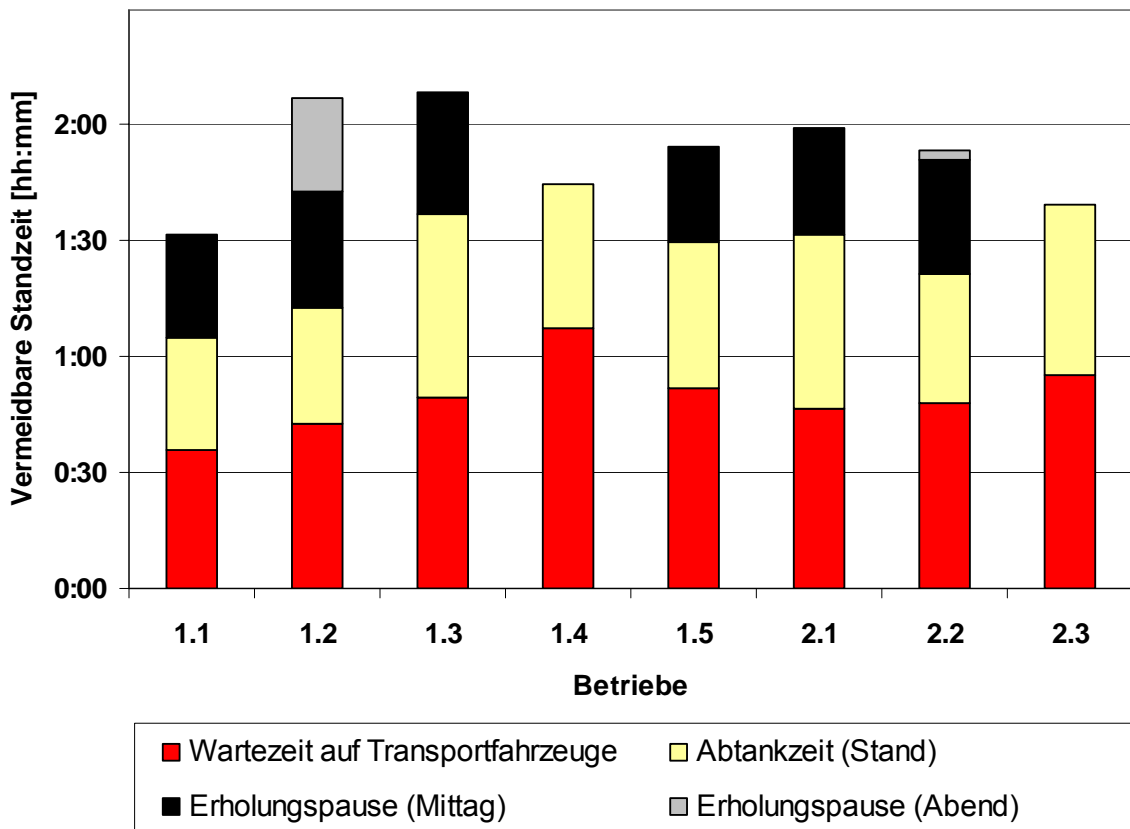


Abbildung 5.15: Tägliche durchschnittliche vermeidbare Standzeit je Maschine

Ausgehend von diesen Werten wurde für jeden der Betriebe ermittelt, welche Steigerung der Erntefläche mit Eigenmechanisierung bei Vermeidung dieser Standzeiten erreicht werden könnte. Hierzu wurde für jeden Betrieb die individuelle Flächenleistung des Jahres 2008 in ha/h angesetzt.

Durch eine Verbesserung der Organisation des Ernteprozesses sind folgende Steigerungen der Saisonleistung möglich: 137 ha je Maschine durch Optimierung der Logistik, 101 ha je Maschine durch Abtanken während der Fahrt und 69 ha je Maschine durch Vermeidung von Maschinenstandzeiten während der Erholungspausen der Fahrer (Tabelle 5.7).

Tabelle 5.7: Kalkulatorische Steigerung der Saisonleistung bei Verringerung der Standzeiten [ha/Maschine]

Betrieb	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	Ø
Saisonleistung 2008 [ha]	859	1409	834	896	1061	1032	1073	1284	1075
Steigerung durch									
Optimierung der Logistik [ha]	113	150	102	168	151	110	132	156	137
Abtanken während der Fahrt [ha]	83	105	102	91	109	102	91	124	101
Erholungspausen [ha]	73	183	70	0	71	75	89	0	69
Steigerung gesamt [ha]	269	438	274	260	331	287	311	280	307

Die durchschnittlich geerntete Fläche je Maschine betrug in der Stichprobe 1075 ha. Der Durchschnitt der Stichprobe kann um 307 ha auf 1382 ha angehoben werden. Dementsprechend ergibt sich eine Steigerung der tatsächlichen Tagesleistung der Stichprobe von 30,8 ha auf 39,7 ha.

Tabelle 5.8: Kalkulatorische Steigerung der durchschnittlichen täglichen Flächenleistung bei Verringerung der Standzeiten [ha/Maschine]

Betrieb	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	Ø
Tagesleistung 2008 [ha/d]	21,8	34,1	37,1	30,2	31,5	26,0	34,2	31,3	30,8
Steigerung durch									
Optimierung der Logistik [ha/d]	2,9	3,6	4,5	5,7	4,5	2,8	4,2	3,8	4,0
Abtanken während der Fahrt [ha/d]	2,1	2,5	4,5	3,1	3,2	2,6	2,9	3,0	2,9
Erholungspausen [ha/d]	1,9	4,5	3,1	0	2,1	1,9	2,8	0	2,0
Steigerung gesamt [ha/d]	6,8	10,6	12,2	8,7	9,8	7,2	9,9	6,8	8,9

Das entspricht einer relativen möglichen Steigerung der Leistung um 29 %, wovon 13 % auf Logistik (Warten auf Transportfahrzeuge), 10 % auf Abtanken während der Fahrt und 7 % auf den Verzicht auf Pausenzeiten entfallen.

Die Gründe für die relativ großen Unterschiede in der möglichen Gesamt- und Tagesflächenleistung für die Saison liegen einerseits in den Erntebedingungen (Tabelle 5.1), so war die Gesamtleistung von Betrieb 1.1 durch Wetterbedingungen limitiert. Die Flächenleistung des Betriebes 2.3 war durch einen hohen Anteil an Lagergetreide beschränkt.

Andererseits ist bei dieser Kalkulation keine mögliche Steigerung des Durchsatzes oder eine längere tägliche Arbeitszeit berücksichtigt. Daher erscheint das Steigerungspotential bei den produktiveren Betrieben mit langen Arbeitstagen und hohen Durchsätzen (1.2, 1.3, 1.5, 2.2) höher als bei den Betrieben mit kürzeren Arbeitstagen und niedrigeren Produktivitäten. Durch längere Arbeitstage haben diese Maschinen automatisch mehr Abtankvorgänge und daher auch kalkulatorisch höhere Standzeiten während des Abtankens sowie ggf. auch längere Wartezeiten auf Transportfahrzeuge.

Ob der jeweils frühest mögliche Zeitpunkt für den Beginn der Ernte sowie der spätest mögliche Endzeitpunkt gewählt wurde ist schwer nachzuweisen. Anhand der deutlichen Unterschiede in den Ergebnissen des Arbeitsbeginns und -endes kann man nur Vermutungen anstellen, welche Betriebe den Arbeitstag besser und welche schlechter ausnutzen (Tabelle 5.5). Einen Hinweis gibt die ebenfalls in Telematics ausgewiesene Kornfeuchte zu Druschbeginn, sie erlaubt aber keinen direkten Rückschluss darauf, ob ein früherer Druschbeginn möglich gewesen wäre, da die Strohfeuchte den limitierenden Faktor für die Dreschbarkeit darstellt (FEIFFER et al., 2005).

Anhand der mit dem System erhobenen Daten ist es nicht möglich, allen Standzeiten eine bestimmte Ursache zuzuordnen, die Gründe für den größeren Teil der Standzeiten bleiben unklar. Dies betrifft im täglichen Durchschnitt weitere zwei bis vier Stunden. Als Begründung auszuschließen sind die Rüstzeiten vor Arbeitsbeginn, da diese bei der Bestimmung des Arbeitsbeginns nicht mit einbezogen wurden.

Für eine genauere Analyse dieser Faktoren, wären weitere Aufzeichnungen von Wetterdaten sowie eine exakte Dokumentation der Reparaturzeiten der Maschinen notwendig.

5.4.3 Telematics als Instrument für das Interne Benchmarking

Die durch den Einsatz des Datenerfassungssystems Telematics gewonnenen Daten erfüllten hinsichtlich Qualität und Quantität die Voraussetzungen zur Durchführung eines Internen Benchmarkings. Ein Wettbewerbs-Benchmarking war aufgrund mangelnder Daten von Konkurrenten nicht möglich.

Der mit Hilfe von Telematics kontrollierte Prozess „Mähdrusch“ beeinflusst direkt einige finanzielle Kennzahlen wie Erntekosten und Kosten für Dienstleister. Eine aussagekräftigere Vergleichbarkeit der Maschinenleistung wurde jedoch durch absolute und relative Produktivitätskennzahlen sowie die Bewertung der Arbeitszeiteffizienz gewährleistet. Es wurden die Kennzahlen aus Abbildung 5.9 herangezogen.

In den Abschnitten 5.4.2.1 und 5.4.2.2 wurden die Ergebnisse der Betriebe und Einzelmaschinen hinsichtlich Produktivität und Arbeitszeiteffizienz vorgestellt. Die Identifizierung eines „besten Betriebes“ für den Gesamtprozess Mähdrusch ist aufgrund der Streuung der Ergebnisse bei den verschiedenen bewerteten Parametern schwer möglich. Ein Betrieb, in dem die gesamte Ernteorganisation und Maschinenausnutzung optimal ist, ist in der Stichprobe nicht vertreten.

So erreicht z. B. der Betrieb mit dem höchsten Durchsatz bei der Weizenernte (Betrieb 1.5) nur einen durchschnittlichen Wert beim Parameter „durchschnittliche tägliche Arbeitszeit“, „theoretische tägliche Arbeitszeit“ und „vermeidbare Standzeit je Tag“. Der Betrieb mit der höchsten Erntefläche (Betrieb 1.2) hat schlechte Ergebnisse bei der Anzahl der Erntetage, da der optimale Erntezeitraum von 30 Kalendertagen überschritten wurde. Die vermeidbare tägliche Standzeit ist ebenfalls im schlechteren Bereich angesiedelt, dahingegen ist die theoretische Dauer des Arbeitstages bei diesem Betrieb die beste des Unternehmens. Daher ist es notwendig den „besten Betrieb“, der als Benchmark dienen kann, für jeden Parameter separat zu bestimmen, z. B. Saisonleistung, Produktivität Weizenernte, Organisation und Logistik. Hierzu wurde untenstehende Matrix erarbeitet (Tabelle 5.9 bis Tabelle 5.12). Jeweils die zwei besten und die zwei schlechtesten Ergebnisse werden farblich hervorgehoben, um die „Benchmark“ unter den Betrieben visuell leicht erkennbar zu machen.

Der Benchmark-Betrieb für beste Produktivität sowie den geringsten spezifischen Kraftstoffverbrauch bei der Weizen- und Gerstenernte sowie für die Saisonleistung 2008 wird nach dieser Matrix Betrieb 1.3. Der Ertrag wird als Zusatzinformation zur

Beurteilung der Flächenproduktivität und des Durchsatzes angegeben, da diese beiden Kennzahlen stark vom Ertragsniveau beeinflusst werden.

Die Betriebe 2.1 und 2.3 weisen von allen Betrieben die effizienteste Ausnutzung des Arbeitstages auf, und könnten als Benchmark für die theoretische Länge des Arbeitstages - früher Start und spätes Ende - herangezogen werden.

Sie sollten jedoch nicht als Benchmark für minimale Standzeiten herangezogen werden, da das Ziel hinsichtlich der Standzeiten die vollständige Vermeidung der Standzeiten ist.

Bei der Bestimmung der Benchmark sollte auch immer die ökonomische Relevanz der betrachteten Parameter berücksichtigt werden. Die ökonomische Analyse (Kapitel 7) zeigte jedoch, dass der Bruttonutzen aus der Vermeidung der Standzeiten und der Steigerung der Ausnutzung der Maschinenkapazität auf Unternehmensebene in etwa derselben Höhe liegt.

Tabelle 5.9: Matrix zur Ermittlung des „besten Betriebes“ 2008 in der Kategorie „Saisonleistung“

Saison 2008 - Summen								
Betrieb	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3
Arbeitsstunden [h]	206	302	237	190	212	303	212	333
Fläche [ha]	895	1461	1309	1050	1148	1142	1230	1313
Menge [t]	3437	5363	5575	3923	4601	5386	5032	5536
ha pro Tag	22	34	34	30	32	26	34	31
t pro Tag	86	124	144	111	137	130	141	121
Arbeits- zu Betriebsstunden	66%	67%	60%	64%	62%	71%	60%	68%
Erntetage	41	41	36	35	34	42	32	42

Legende:	 bester Wert	 zweitschlechtester Wert
	 zweitbesten Wert	 schlechtesten Wert
	 Werte im Mittelfeld	

Tabelle 5.10: Matrix zur Ermittlung des „besten Betriebes“ 2008 in der Kategorie „Ernte Weizen“

Saison 2008 - Ernte Weizen								
Betrieb	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3
t/ha	4,0	4,5	4,9	4,3	4,6	6,2	4,4	4,7
ha/h	4,2	4,7	5,4	4,9	4,8	3,0	4,7	3,4
t/h	16,9	21,1	26,5	20,9	23,5	18,2	20,7	15,9
l/t	4,1	3,3	2,7	3,1	2,8	3,3	3,6	4,0
ha pro Tag	22	36	35	34	29	21	31	27
t pro Tag	91	155	171	146	132	131	134	128

Tabelle 5.11: Matrix zur Ermittlung des „besten Betriebes“ 2008 in der Kategorie „Ernte Gerste“

Saison 2008 - Ernte Gerste								
Betrieb	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3
t/ha	3,4	3,2	3,8	4,0	3,4	4,5	3,2	2,8
ha/h	3,9	5,3	6,2	4,5	5,7	3,6	6,3	4,7
t/h	13,4	17,2	23,6	17,4	12,8	16,5	20,3	13,0
l/t	4,6	3,4	2,7	3,4	3,0	2,9	3,2	3,7
ha pro Tag	15	41	33	28	36	29	37	34
t pro Tag	53	129	127	112	121	129	121	95

Tabelle 5.12: Matrix zur Ermittlung des „besten Betriebes“ 2008 in der Kategorie „Arbeitszeiteffizienz“

Saison 2008 - Zeiteffizienz								
Betrieb	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3
theoret. Arbeitstag	11:00	13:39	12:09	12:11	12:22	12:40	13:19	13:09
tatsächliche Arbeitszeit	5:31	6:51	6:22	5:33	5:58	7:30	6:23	8:02
Druschstunden je Tag	4:46	6:31	5:26	5:50	5:44	6:58	5:55	6:50
vermeidbare Standzeit	1:31	2:07	2:09	1:45	1:54	1:59	1:54	1:39
Arbeitszeit/theoret. Arbeitstag	50%	50%	52%	46%	48%	59%	48%	61%

6 Einsatz automatischer Datenerfassung auf Traktoren

6.1 Funktionsweise des Systems

Das Datenerfassungssystem ODOKUS (Offenes Dokumentations-System) ist im Gegensatz zu Claas-Telematics herstellerunabhängig auf Technik installierbar. Die auf die Maschinen zu installierenden Komponenten bilden ein modulares System, das verschiedene Detaillierungsgrade der erfassten Daten ermöglicht (Tabelle 6.1). Die Basisversion ist ein Datenlogger mit GPRS- und GPS-Antenne, der die verfügbaren Daten durchgehend und unabhängig vom Status der Maschine in einem Intervall von 10 Sekunden speichert und bei bestehender Funkverbindung permanent über GPRS auf einen Server überträgt. Wie jedes GSM-Endgerät haben die Datenlogger Seriennummern. Diese Seriennummer (IMEI, International Mobile Equipment Identity) wird bei der Datenübertragung ebenfalls übermittelt und ermöglicht die eindeutige Zuordnung der Daten zu einer bestimmten Maschine. Die Anzahl verschiedener Parameter, die aufgezeichnet werden, hängt von der Ausbaustufe des Systems ab. In der Basisversion werden die Maschinenkennung, die geographische Position sowie die Geschwindigkeit ermittelt. Um die Maschinendaten mit Kraftstoffverbrauchsdaten zu ergänzen, ist ein externer Kraftstoffverbrauchsmesser integrierbar. Um eine eindeutige Identifikation des Anbaugerätes zu ermöglichen, steht ein IMI (Abschnitt 3.2.2) zur Verfügung. Über diesen IMI wird ebenfalls bestimmt, ob sich das Anbaugerät in Arbeitsstellung oder in Transportstellung befindet. Über eine Karte mit RFID-Chip und ein in die „Tractor-Unit“ integriertes RFID-Lesegerät kann letztendlich der Fahrer eindeutig identifiziert werden.

Da die Datenlogger dem ISOBUS-Standard (ISO 11783) entsprechen, ist die Übernahme von Daten ISOBUS-fähiger Anbaugeräte denkbar, wie z. B. die Ausbringmengen von Düngerstreuern oder Pflanzenschutzspritzen.

Zur Auswertung der Daten wird ein Programmpaket bestehend aus der GIS²⁰-Software „Navikat“ und der Schlagkartei „GIS²¹-Pflanze“ eingesetzt.

²⁰ An dieser Stelle steht die Abkürzung GIS für „Geographisches Informationssystem“

²¹ An dieser Stelle steht die Abkürzung GIS für die Firma „Gesellschaft für Informationssysteme“

Tabelle 6.1: Module des Dokumentationssystems ODOKUS

	Modul	Erfasste Daten
Basis Hardware	Datenlogger mit GPS- und GPRS-Antenne	Maschinenzuordnung Fahrspuren Fahrgeschwindigkeit Einsatzzeiten
Basis Software	Software-Paket „GIS-Pflanze“ und „Navikat-GIS“	
Optional Hardware	Kraftstoffverbrauchsmessung	Kraftstoffverbrauch
	Implement Indicator (IMI)	Arbeitsstellung Gerätekennung Arbeitsbreite
	Tractor Unit mit RFID-Karte	Fahreridentifikation

Quelle: SCHMIEDER (2008)

6.2 Analyseinstrumente

Zur weiteren Verarbeitung werden die Daten vom Server in das Programmpaket GIS-Pflanze und Navikat auf einem lokalen Anwender-PC importiert. Die Zuordnung zur Maschine erfolgt über die IMEI des Datenloggers. Die Zuordnung zum Anbaugerät erfolgt entweder auf Basis der aufgezeichneten Daten, wenn ein IMI vorhanden ist, der das Anbaugerät eindeutig identifiziert. Ist kein IMI vorhanden kann das Anbaugerät manuell nachgetragen werden oder im Programm für jede Maschine vordefiniert werden.

6.2.1 Programmmodul „Navikat“

6.2.1.1 Grafische Darstellung der Fahrspuren

Im Programmmodul Navikat sind die Schlaggrenzen der zum Betrieb gehörenden Flächen gespeichert und mit dem Schlagdatensatz in der Datenbank der Schlagkartei GIS-Pflanze gekoppelt. Die Fahrspuren der Maschinen können als zusätzliche Ebene in Navikat eingelesen werden und über die Betriebskarte gelegt werden. Die Fahrspuren können nach verschiedenen Parametern (z. B. Fahrgeschwindigkeit) eingefärbt werden, wobei der Anwender die jeweilige Farbskala frei definieren kann.

Stillstandszeiten werden mit Ort und Dauer angezeigt. Die bearbeitete Fläche wird aufgrund der zurückgelegten Wegstrecke und der im Programm hinterlegten Arbeitsbreite ermittelt.

6.2.1.2 Betriebszeitanalyse

In der Betriebszeitanalyse der eingesetzten Ausbaustufe des Informationssystems ODOKUS werden drei Arbeitszeitabschnitte unterschieden:

- Prozesszeit: Das Fahrzeug befindet sich im Schlag und bewegt sich schneller als eine frei definierbare Geschwindigkeitsgrenze. Das Anbaugerät befindet sich in Arbeitsstellung
- Wegezeit: Das Fahrzeug befindet sich außerhalb des Feldes und bewegt sich schneller als eine frei definierbare Geschwindigkeitsgrenze. Das Anbaugerät ist nicht in Arbeitsstellung
- Standzeit: Das Fahrzeug befindet sich innerhalb oder außerhalb eines Schlages und bewegt sich langsamer als die definierte Geschwindigkeitsgrenze
- Wendezeit: Das Fahrzeug befindet sich im Schlag, das Anbaugerät befindet sich nicht in Arbeitsstellung²²

In der Software kann vom Anwender die Uhrzeit für den Tageswechsel bestimmt werden, was im vorliegenden Beispiel mit dem täglich stattfindenden Schichtwechsel um 7:30 Uhr zusammengelegt wurde, um jeweils die Daten von zwei 12-Stunden-Schichten zusammenhängend zu analysieren.

6.2.2 Programmmodul “GIS-Pflanze“

Das Programmmodul GIS-Pflanze dient zur schlag- und maschinenbezogenen Dokumentation der Arbeitsgänge. Nach dem Import der Daten in die Schlagkartei können diese nach aktiver Bestätigung durch den Nutzer in die Datenbank übernommen werden. Bei diesem Vorgang wird der Nutzer aufgefordert eine Plausibilitätsprüfung der Daten vorzunehmen und hat die Möglichkeit, Zusatzinformationen, die nicht automatisch erfasst werden konnten oder nicht korrekt sind, manuell nachzutragen bzw.

²² Wendezeit wurde in den hier vorliegenden Ergebnissen noch nicht ermittelt, da der entsprechende Sensor zur Feststellung der Arbeitsstellung noch fehlte

zu korrigieren. Hierzu gehören u. a. Betriebsmittel, Fahrer, Anbaugerät und Arbeitsgang.

Die in die Schlagkartei übernommenen Daten können schlag-, maschinen-, fruchtart-, personen- und betriebsbezogen ausgewertet werden (Abbildung 6.1).

Abbildung 6.1: Bildschirmausdruck aus dem Programm GIS-Pflanze - Auswahlfenster zur Erstellung von Berichten

6.3 Ergebnisse

In der vorliegenden Arbeit wurden acht GPS-Datenlogger (Basisversion) auf drei Betrieben eingesetzt. Insbesondere wurde der Einsatz von Großtraktoren (JD 9630 und JD 9420) sowie selbst fahrender Pflanzenschutzspritzen und Düngerstreuer (JD 4930) der Firma John Deere mit Hilfe der Datenaufzeichnungsgeräte überwacht und analysiert (Tabelle 6.2).

Tabelle 6.2: Verteilung der Datenlogger des Systems ODOKUS auf Maschinen und Betriebe

Betrieb	Maschine	Anbaugerät	Arbeitsart
Betrieb 1	JD 9630	Bourgault	Saat
	JD 9420	Top Down 700	Saatbettbereitung
	JD 4930	-	Düngung, Pflanzenschutz
Betrieb 2	JD 9630	Bourgault	Saat
	JD 4930	-	Düngung, Pflanzenschutz
Betrieb 3	JD 9630	Bourgault	Saat
	JD 9420	Top Down 700	Saatbettbereitung
	JD 4930	-	Düngung, Pflanzenschutz

Entsprechend des Informationsbedarfs des Managements wurde der Schwerpunkt der Datenauswertung ebenso wie beim Mähdrusch auf die Bereiche Arbeitszeiteffizienz und Produktivität gelegt.

Betriebsvergleich der Produktivität bei der Aussaat

Während der Aussaat wurde die Leistung dreier Betriebe mit identischer Maschinenausstattung und identischer Aussaatmenge analysiert. Die Daten wurden während der Aussaat von Sommergerste erhoben. Alle Betriebe arbeiteten mit einem Traktor des Typs John Deere 9630 und einer Sämaschine der Marke Bourgault mit 18 m Arbeitsbreite. Tabelle 6.3 fasst die Ergebnisse zusammen.

Da keine Wetterbedingungen herrschten, die eine Unterbrechung der Aussaat notwendig machten, wurden für den gesamten Zeitraum der Datenerfassung die zur Verfügung stehende Zeit je Tag mit 24 Stunden festgesetzt.

Der Unterschied in der täglichen durchschnittlichen Leistung zwischen bestem und schlechtestem Betrieb liegt bei 26% - Betrieb 3 säte durchschnittlich 267 ha je Tag, Betrieb 2 nur 211 ha je Tag.

Die Betriebszeitanalyse zeigt einen deutlichen Unterschied der täglichen Saat- und Standzeiten der drei Betriebe. Die Wegezeiten unterscheiden sich nicht sehr stark, zumal der Betrieb mit der höchsten täglichen Leistung auch die höchsten Wegezeiten hat, kann dies als Grund für eine niedrige Leistung ausgeschlossen werden. Ausschlaggebend sind die tägliche effektive Saatzeit sowie die durchschnittliche tägliche Standzeit. Während die durchschnittliche Standzeit von Betrieb 3 ca. sechs

Stunden beträgt, was der Zeit entspricht, die entsprechend der täglichen Flächenleistung notwendig ist um Saatgut nachzufüllen und Schichtwechsel durchzuführen, sind die Standzeiten der beiden anderen Betriebe deutlich höher. Betrieb 3 hat somit je Tag 16,5 Stunden effektive Saatzeit, wohingegen die effektive Saatzeit in den Betrieben 1 und 2 nur knapp 13 Stunden beträgt.

Tabelle 6.3: Vergleich der Produktivität der Aussaat dreier Betriebe mit identischer Maschinenausstattung

Betrieb	Tage	Gesamtfläche [ha]	Ø Aussaatfläche [ha/d]	Maximale Leistung [ha/d]	Effektive Saatzeit [hh:mm /d]	Produktivität [ha/h]	Wegezeit [hh:mm /d]	Standzeit [hh:mm /d]
1	8	1787	223	258	12:58	17,1	0:56	10:15
2	8	1690	211	246	13:27	15,7	0:47	9:51
3	8	2136	267	309	16:36	16,1	1:06	6:18

Um auszuschließen, dass die hohen durchschnittlichen Standzeiten in den Betrieben 1 und 2 durch Ausreißer verursacht wurden, wurde die Entwicklung der Standzeiten über mehrere Tage hinweg betrachtet.

In Abbildung 6.2 wird deutlich, dass die Standzeiten von Betrieb 3 über die gesamte Dauer der Datenerhebung unter denen der anderen beiden Betriebe lagen. Daraus folgt, dass in den Betrieben 1 und 2 organisatorische Probleme während der Saat auftraten, die regelmäßig zu Verzögerungen führten.

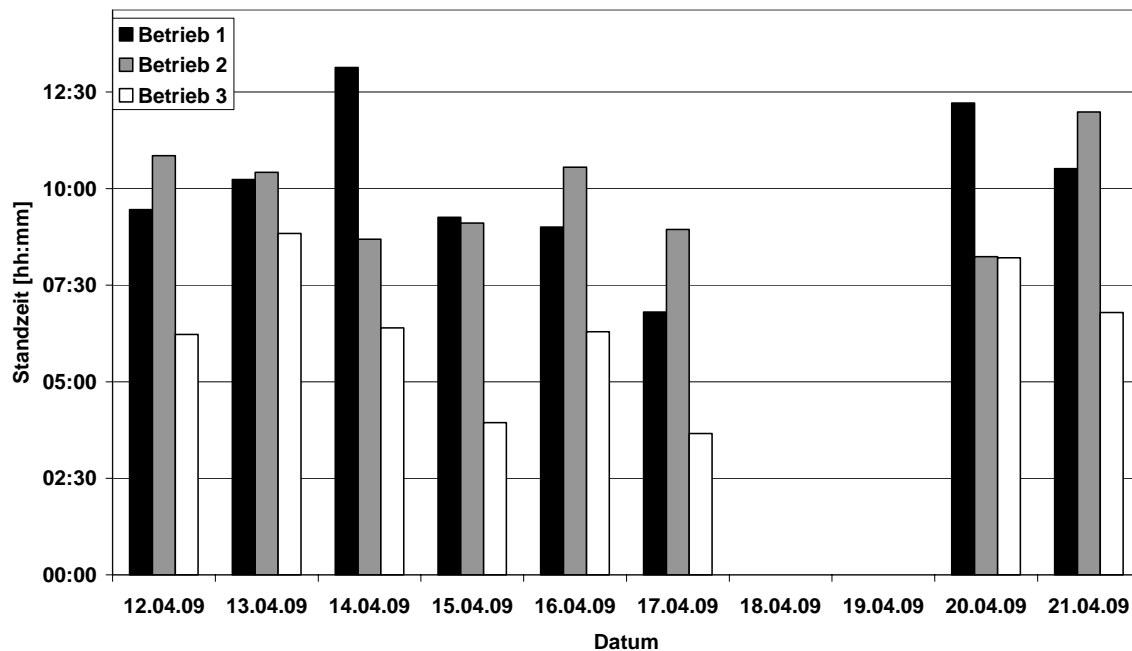


Abbildung 6.2: Tägliche Standzeiten verschiedener Betriebe während der Aussaat mit identischer Maschinenausstattung und Arbeitsart

Betrieb 1, dessen tägliche Produktivität zwischen den beiden anderen Betrieben liegt, zeichnet sich jedoch durch eine besonders hohe Flächenproduktivität aus.

Anhand der grafischen Analyse der Arbeitsgeschwindigkeit (Abbildung 6.3) wird sichtbar, dass einer der beiden Traktoristen dieses Betriebes mit durchschnittlich 14 - 16 km/h (dunkle Linien) deutlich schneller fuhr als der andere, der eine Geschwindigkeit von 12 - 13 km/h einhielt (helle Linien). Der Fahrerwechsel wird durch die schwarze Linie gekennzeichnet. Ob die höhere Arbeitsgeschwindigkeit sich negativ auf die Arbeitsqualität auswirkt wäre in diesem Fall zu überprüfen und in die Bewertung der Ergebnisse mit einzubeziehen.



Abbildung 6.3: Grafische Darstellung der Arbeitsgeschwindigkeit in km/h bei der Aussaat in Navikat-GIS

7 Kosten und Nutzen automatischer Datenerfassungssysteme für russische Agrarholdings

7.1 Kosten- und Nutzenermittlung von Informationssystemen

7.1.1 Nutzen von Informationssystemen

Der Nutzen von Informationstechnologien (IT) beschäftigt die Forschung seit dem Ende der 80er Jahre des letzten Jahrhunderts. Der von SOLOW (1987) geprägte und in der Literatur verbreitete Begriff „Produktivitäts-Paradoxon der Informationstechnologie“ besagt, dass kein messbarer Nutzen durch den Einsatz von Informationsverarbeitung (IV) festgestellt werden kann, obwohl die Investitionen der Firmen in IT ständig stiegen. Mitte der 90er Jahre änderte sich diese Ansicht, nachdem BRYNJOLFSSON und HITT (1996) Studien veröffentlicht hatten, in denen ein positiver Nutzeneffekt des IT-Einsatzes nachgewiesen werden konnte. Ende der 90er Jahre konnte POTTHOF (1998) feststellen, dass ein Großteil der Studien zur Wirtschaftlichkeit von Informationssystemen (IS) einen leicht positiven Effekt belegte. Mögliche Gründe dafür, dass der wirtschaftliche Nutzen der IT lange Zeit nicht erkannt wurde, liegen in der Problematik, die mit der Bewertung von Informationstechnologien - insbesondere deren Nutzen - einhergehen.

Vom ökonomischen Standpunkt der neoklassischen Theorie aus betrachtet, sollte jedes Nutzen stiftende Attribut einer Investition (folglich also auch einer IT-Investition) monetär messbar sein, da sie der Vermögensmehrung des Unternehmens dienen soll. Von diesem Standpunkt aus wäre der gesamte Nutzen monetär zu bewerten. Jedoch kann diese finanzwirtschaftliche Betrachtungsweise bei IT-Investitionen nicht ausschließlich angewendet werden, da Unternehmen auch nicht-finanzielle Ziele verfolgen können. Dadurch entstehen komplexe Zielsysteme, die auch nicht monetär bewertbaren Nutzen enthalten. „Der Nutzen ist ein komplexes Konstrukt, das in seinem eigentlichen Sinne nur dimensionslos messbar ist“ (KRCMAR, 2005).

Im einfachsten Fall handelt es sich beim IT-Nutzen um eine direkte Kostenreduzierung in Form einer Einsparung von Sachmitteln oder Personal. Der größere Teil des Gesamtnutzens von Informationssystemen sind jedoch meist indirekte Folgen aus der Investition. Daher steht der Analyst zunächst vor der Aufgabe, alle Nutzenkomponenten umfassend zu identifizieren, zu erfassen und zu quantifizieren (PIETSCH,

2003). Das Fehlen eindeutiger Kriterien erschwert diese Aufgabe zusätzlich (KRCMAR, 2005).

Ein weiteres Problem stellt die Zeitverzögerung dar, die zwischen Investition und Auftreten des Nutzens besteht und dazu führen kann, dass der kausale Zusammenhang verloren geht. Dies erschwert auch die Festlegung des optimalen Messzeitpunktes. Neben diesem zeitlichen Aspekt der Zuordnungsproblematik kann auch ein „räumlicher“ Aspekt der Zuordnungsproblematik auftreten (PIETSCH, 2003). Das trifft zu, wenn positive Effekte durch Einführung neuer Informationstechnologien in anderen Unternehmensbereichen als demjenigen, der in die IV investierte, auftreten.

VERSTEGEN (1995) und PIETSCH (2003) weisen weiter darauf hin, dass der Faktor Mensch einen wesentlichen Einfluss auf die Auswirkungen der IT im Unternehmen hat - beginnend bei der Investitionsentscheidung und Einführung des Systems bis hin zur Akzeptanz durch den Endanwender und dessen Motivation.

Im Rahmen von Investitionsentscheidungen muss der Nutzen in die Zukunft prognostiziert werden. Informationssysteme (Software) befinden sich aber ständig in Weiterentwicklung, Updates werden Funktionen enthalten, die zum Zeitpunkt der Prognose noch völlig unbekannt sind (PIETSCH, 2003). Auch in diesem Zusammenhang spielt der Faktor Mensch eine bedeutende Rolle - da es sich um ein sozio-technisches System handelt, ist eine Prognose mit wesentlich größeren Unsicherheitsfaktoren belastet als sie es bei einem rein technischen System wäre.

Das Heranziehen des Unternehmenserfolges zur Bewertung des Nutzens der IT ist nicht möglich, denn er muss immer im Zusammenhang mit dem jeweiligen Unternehmenshintergrund geschehen. Ein positiver Effekt der IT kann durch Fehlentscheidungen in anderen Unternehmensbereichen verringert werden.

Abbildung 7.1 fasst die Problembereiche im Zusammenhang mit der Nutzenbewertung der Informationsverarbeitung zusammen.

Bei VERSTEGEN (1995, S. 276) findet man folgende Definition zur Bestimmung des Nutzens von Informationssystemen: „Die Differenz zwischen (i) dem Nutzen der besten alternativen Entscheidung bei Verfügbarkeit einer bestimmten Information und (ii) dem Nutzen der besten Alternative ohne Verfügbarkeit dieser Information ist der Wert dieser Information und somit der Wert des Managementinformationssystems, welches diese Information bereitgestellt hat“.

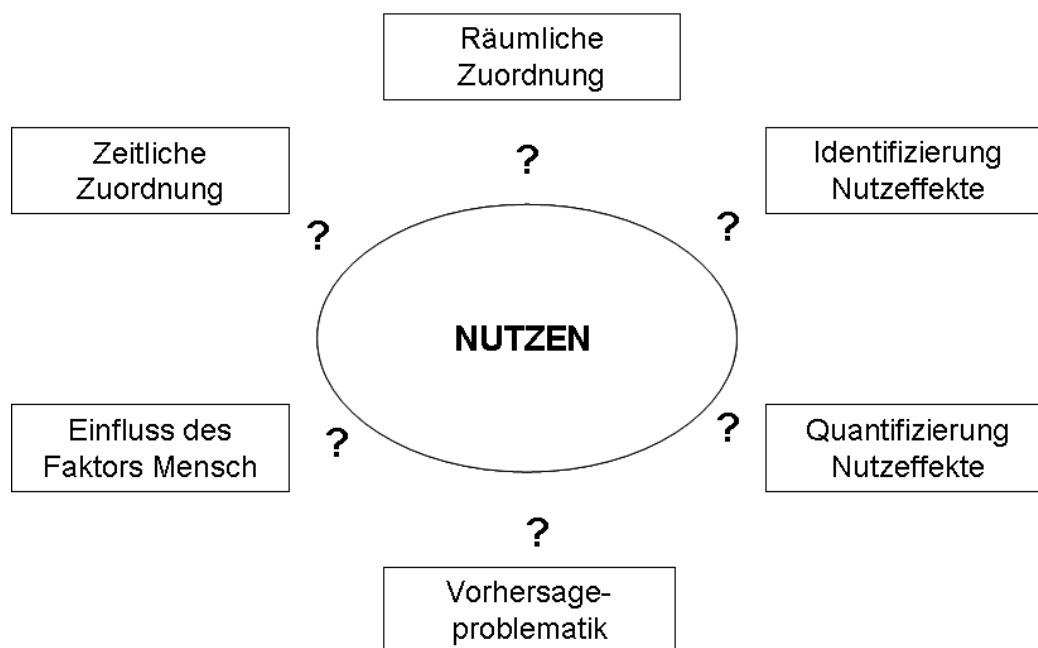


Abbildung 7.1: Schwierigkeiten bei der Bewertung des Nutzens von Informationssystemen

Quelle: nach PIETSCH, 2003 und POTTHOF, 1998

In der deutschsprachigen Literatur werden folgende Arten des Nutzens aus dem Einsatz von Informationstechnologien beschrieben (NAGEL, 1988; VERSTEGEN et al, 1995)

- monetär quantifizierbarer und nicht quantifizierbarer Nutzen
- direkter, indirekter und schwer fassbarer Nutzen (entspricht der Einsparung gegenwärtiger und künftiger Kosten sowie Nutzen durch Sekundärwirkungen der EDV)

In der englischsprachigen Literatur findet man auch die Unterscheidung nach Nutzen aus

- substitutivem
- komplementärem
- strategischem

Einsatz der Informationsverarbeitung (NAGEL, 1988).

Aufgrund der genannten Schwierigkeiten der Nutzenbewertung kommen PIETSCH (2003), POTTHOF (1998) UND VERSTEGEN (1995) zu dem Schluss, dass reine Investitionsrechnungen mit ausschließlicher Bewertung monetär bewertbarer Effekte nicht für die Bewertung von Informationssystemen geeignet sind.

Daher wurden in der Vergangenheit spezielle, multi-kriterielle Verfahren zur Bewertung und zum Vergleich des Nutzwerts verschiedener IS entwickelt. Sie unterscheiden sich von den klassischen Investitionsrechnungsverfahren dadurch, dass sie den Nutzen nicht monetär bewerten.

In der Literatur findet man folgende Einteilungen der Methoden zur Nutzenbewertung (Tabelle 7.1):

- klassische ein- bis wenigdimensionale ökonomische Verfahren zur Bewertung von Kosteneinsparungen
- mehrdimensionale Verfahren, die auch die nicht monetär bewertbaren Nutzenkategorien einschließen
- Verfahren, die die Unterstützung der Kritischen Erfolgsfaktoren (KEF) des Unternehmens in die Bewertung des IT-Nutzens mit einbeziehen.

Tabelle 7.1: Nutzenkategorien von IT-Investitionen

Nutzenkategorien Kriterien	Strategische Wettbewerbsvorteile	Produktivitätsverbesserung	Kostensparnis
Zuordnung zu Unternehmensebenen	Strategische Ebene	Taktische Ebene	Operative Ebene
Anwendungen	Innovative Anwendungen	Komplementäre Anwendungen	Substitutive Anwendungen
Bewertbarkeit	Entscheidbar	Kalkulierbar	Rechenbar
Methodeneinsatz	Neuere Verfahren	Mehrdimensionale Verfahren	Wenigdimensionale Verfahren

Quelle: KRCMAR (2005, S. 401 (nach NAGEL, 1990))

Je stärker die Gewichtung auf dem strategischen Nutzen der IT-Investition liegt, desto weiter sind die anzuwendenden Verfahren von der reinen Investitionsrechnung entfernt und desto mehr kommen Punktesysteme zur Bewertung und individuellen Gewichtung der verschiedenen, schwer fassbaren Nutzenkategorien zum Einsatz.

So werden z. B. bei der Nutzwertanalyse (NAGEL, 1988; PIETSCH, 2003) zunächst die individuellen Ziel- und Nutzenkategorien des Unternehmens definiert, dann wird deren Bedeutung gewichtet. Der Beitrag, den verschiedene IS voraussichtlich zum Erreichen jedes einzelnen Zieles beitragen können, wird bestimmt und mit dem Gewichtungsfaktor multipliziert.

Der Nutzwert der alternativen Informationssysteme wird dann über Wertaddition aller Nutzenkategorien ermittelt, verschiedene alternative IS können anhand ihres Nutzwerts verglichen werden.

Um den ermittelten Bruttonutzen zu erreichen, können in anderen Bereichen Mehrausgaben anfallen, in Einzelfällen sind eventuell sogar Zusatzinvestitionen notwendig. Die Summe dieser zusätzlichen Aufwendungen muss zur Bewertung der tatsächlichen wirtschaftlichen Auswirkung auf den Unternehmenserfolg in die Betrachtung mit einbezogen werden.

POTTHOF (1998, S. 16) nennt in diesem Zusammenhang das von der Volkswirtschaftslehre geprägte Begriffspaar des Brutto- und des Nettonutzens.

Bruttonutzen:

Summe aller identifizierten Nutzeneffekte

Nettonutzen:

Gesamter Nutzen unter Berücksichtigung direkter und indirekter IV-Kosten sowie nicht vermeidbarer Nebenwirkungen

7.1.2 Kosten von Informationssystemen

Im Gegensatz zur Bewertung des Nutzens sind die Kosten von Informationssystemen und -verarbeitung relativ leicht über Hard- und Softwarepreise sowie Gehälter zu Marktpreisen zu bewerten.

Eine sachbezogene Unterteilung von IT-Kostenarten findet sich bei POTTHOF (1998):

- Hardware:
Rechner, Bildschirme, Netzwerk, Speichermedien etc.
- Software:
Betriebssystem, Datenbanksystem, Anwendungssoftware, Entwicklungs- und Administrations-Tools
- Personal:
Planung, Konzeption, Einführung, Anwenderbetreuung, Wartung
- Sonstige:
Raummieten, Telekommunikation, Energie, Büromaterialien, Versicherungen

PIETSCH (2003) teilt IT-Kosten in einmalige und laufende Kosten ein (Tabelle 7.2).

Tabelle 7.2: Gesamtkosten im Rahmen einer Investition in Informationstechnologien

Einmalige Kosten	Laufende Kosten
Anschaffungs- und Implementierungskosten, Zusatzausstattung	Abschreibungen, kalkulatorische Zinsen für Hardware und Ausstattungsgegenstände
Untersuchungen, Beratung, Projektbetreuung und Anschaffungsnebenkosten	Kosten für Hardware, Software oder Räume wie Mieten, Leasingraten oder Versicherungsprämien
Anschaffungs- oder andere einmalige Kosten für Maßnahmen im Bereich der Datensicherung und des Datenschutzes	Personalkosten im Rahmen der Informationsverarbeitung
Kosten für Neu- oder Umbau und Gebäudeausstattung	Kosten für Energie und Sicherstellen der Energieversorgung
Kosten für sonstige Infrastrukturmaßnahmen	Laufende Kosten für das Schaffen und Erhalten der Datensicherheit
Kosten für das Schulen und Einweisen der Mitarbeiter sowie für die Personalbeschaffung	Materialkosten (Datenträger, Formulare, Farbbänder, und sonstiges Verbrauchsmaterial)
	Wartungs- und Pflegekosten der Hard- und Software

Quelle: PIETSCH (2003), S. 45

Beide Einteilungen enthalten Kostenarten, die bei der Kostenanalyse für ein bestimmtes Informationssystem nur anteilig zu berechnen sind. Z. B. sind in der Regel mehrere, voneinander unabhängige Anwendungen auf der gleichen Hardware installiert und werden dort genutzt. Auch bei Raummieten sowie Telekommunikations- und Energiekosten, stellt sich bei der Berechnung der anteiligen Kosten das Problem der richtigen Zuordnung.

Während nach *Moore's Law* die Kosten für Hardware im Laufe der Zeit aufgrund des technischen Fortschritts drastisch sanken und noch sinken werden (MOORE, 1965), steigen die Gesamtkosten für IT-Projekte. Das steht in Zusammenhang mit der steigenden Komplexität der Systeme und der damit verbundenen höheren Personalintensität (PIETSCH, 2003; POTTHOF, 1998; KRCCMAR, 2005). Insbesondere bei der Einführung eines neuen IS fallen in der Regel überproportional hohe Kosten an (ALTER, 1980; PIETSCH, 2003).

Eine verbreitete Methode zur Berechnung der Kosten der Informationsverarbeitung ist „Total Costs of Ownership“ (TCO, entwickelt 1987 von Bill Kirwin, Gartner Group). Bei dieser Methode werden die auftretenden, sachlogisch gruppierten IT-Kosten zunächst den übergeordneten Kategorien direkte, budgetierte (also planbare bzw. geplante) und indirekte, nicht budgetierte Kosten zugeordnet. Unter nicht budgetierten Kosten, die auch als dezentrale, versteckte Kosten bezeichnet werden, sind negative Produktivitätseffekte durch lange Antwortzeiten, durch Systemausfälle und durch den Endbenutzer zu verstehen (KRCCMAR, 2005; PIETSCH, 2003).

7.2 Kosten von Claas-Telematics

In der vorliegenden Arbeit werden die für den Einsatz des Informationssystems Claas-Telematics in einer Agrarholding mit einer Abbildung 2.6 entsprechenden Struktur relevanten Kosten ermittelt und den übergeordneten Kostenkategorien zugeordnet. Als Kostenkategorien wurden Hardware, Software (Lizenzgebühren), Personalkosten und Sonstige Kosten definiert. Zu den Sonstigen Kosten gehören GPRS-Gebühren, Arbeitsmaterialien (PC etc.), Internetnutzung und Telekommunikation.

Eine eindeutige Zuordnung der Kosten ist bei den Hardwarekosten sowie den jährlichen Lizenzgebühren und den Gebühren des GPRS-Datentransfers ohne Weiteres möglich.

Jedoch sowohl die Personalkosten als auch die Kosten für Arbeitsmaterialien und Telekommunikationsmittel können nicht vollständig dem hier betrachteten System zugeordnet werden: Die Mitarbeiter, die für die Erstellung von Berichten und Analysen basierend auf den durch das System erfassten Daten, zuständig sind, übernehmen noch weitere Aufgaben im Unternehmen. Auf den eingesetzten PCs werden auch Aufgaben über die Arbeit mit dem analysierten System ausgeführt und die Kosten für Internet sowie sonstige Kommunikation sind ebenfalls nur schwer nach Nutzungszwecken auftrennbar.

Die im Zusammenhang mit der TCO erwähnten indirekten Kosten fielen im Einsatzjahr 2008 durch lange Antwortzeiten des Systems und daraus resultierende lange Bearbeitungszeiten an. Des Weiteren war im Einsatzjahr 2008 das System nicht auf die Verwaltung großer Maschinenflotten ausgelegt, weswegen eine hohe Anzahl an Wiederholungen identischer Arbeitsschritte notwendig war, um aus den Einzelmaschinendaten aggregierte Reports für die unterschiedlichen Zielgruppen zu erstellen. Diese versunkenen Kosten sind in den Personalkosten enthalten und werden daher nicht gesondert aufgeführt.

Um die Personalkosten exakt den verschiedenen Aufgabengebieten der Mitarbeiter zuzuordnen, fehlen die hierzu notwendigen detaillierten Aufzeichnungen. Daher wurden für die Kalkulation folgende Annahmen gemacht:

- 50 % der jährlichen Arbeitszeit entfallen auf Informationsverarbeitung aus Telematics

Erntezeit von Mitte Juli bis Mitte November (inkl. Körnermais und Sonnenblumen) zuzüglich zwei Monate Vorbereitungs- und Nachbearbeitungszeit²³

- Für die Phase der Implementierung wurde zusätzlich eine ausländische Führungskraft veranschlagt, deren Aufgaben aber nach der Implementierungsphase an eine russische Führungskraft übergeben werden. Die Personalkosten für die russische Führungskraft werden entsprechend des firmeninternen Lohnniveaus angesetzt und sind niedriger als die für die ausländische Führungskraft. Damit werden die in der Implementierungsphase oft überproportional hohen Kosten berücksichtigt (ALTER, 1980).

Die Kosten für die Nutzung der Internetseite www.claas-telematics.de sowie Gebühren für die Datenübertragung via GPRS und sonstige Telekommunikation wurden für Region 1 (14 Maschinen) erfasst und auf die Flotte von 49 Maschinen hochgerechnet.

Die Gesamtkosten in Tabelle 7.3 wurden für den Zeitraum der ersten fünf Jahre nach der Anschaffung berechnet. Der Anschaffungspreis des Systems in Höhe von 5000 € je Maschine wurde über eine erwartete Gesamtnutzungsdauer der Mähdrescher von 10 Jahren abgeschrieben.

²³ Der Zeitrahmen wird dadurch bestimmt, dass die aufbereitete Information möglichst zeitnah zur Verfügung stehen sollte, und daher entsprechend ausreichend Personal zur Verfügung stehen muss, um diese Aufgabe nicht zu spät nach Ende der Ernte abschließen zu können

Tabelle 7.3: Zu erwartende Gesamtkosten in Euro für den Einsatz von Claas-Telematics in einem Zeitraum von fünf Jahren²⁴

Kosten in € pro Maschine und Jahr		Kos- tenan- teil %	Gesamtkosten € auf Unternehmensebene				
			2008	2009	2010	2011	2012
Hardware Abschreibungen	500	20,4	24.500	24.500	24.500	24.500	24.500
Lizenzgebühren	990	40,4	48.510	48.510	48.510	48.510	48.510
Lohnkosten	901	36,8	50.400	54.230	36.780	38.692	40.588
Führungskraft Ausland (1)	305	12,5	36.000	38.736	-	-	-
Führungskraft Inland (1)	263	10,5	-	-	20.433	21.496	22.549
Fachkräfte Inland (3)	333	13,6	14.400	15.494	16.347	17.197	18.039
Sonstige Kosten	57	2,4	2.685	2.741	2.784	2.828	2.871
Datenüber- tragung (GPRS)	17	0,7	735	791	834	878	921
Hardware (PC)	13	0,6	660	660	660	660	660
Telefon, Internet	26	1,1	1.290	1.290	1.290	1.290	1.290
Gesamtkosten	2.448	100	126.095	129.981	112.574	114.530	116.469

Die Berechnungen zeigen, dass der Großteil der Kosten bei den Lizenzgebühren (ca. 40 %) und bei den Personalkosten (ca. 35 %) liegt. Mit ca. 20 % haben auch die Abschreibungen auf den Mehrpreis des Mähdreschers bei Ausstattung mit der notwendigen Hardware einen bedeutenden Anteil an der Kostenstruktur. Die sonstigen Kosten für die Datenübertragung, den Internetnutzung sowie die PC der Mitarbeiter fallen mit weniger als 3 % an den Gesamtkosten kaum ins Gewicht. Die jährlichen Gesamtkosten pro Maschine für das Informationssystem Telematics betragen 2.448 €.

²⁴ Löhne und Kosten für Datenübertragung wurden in ihrer Entwicklung der zu erwartenden Inflation (OECD, 2004) angepasst

7.3 Schwelle der Kostendeckung beim Einsatz von Claas-Telematics

Die zur Kostendeckung notwendige Mehrleistung der Maschinen wurde für verschiedene Gesamtnutzungsdauern des Informationssystems Telematics ermittelt.

Da das Auftreten eines Nutzens erst ab dem 2. Jahr unterstellt wird, wurde auch die Ermittlung der Kostendeckung erst ab diesem Zeitpunkt berechnet. Alle Kosten die im ersten Einsatzjahr der Maschine anfallen werden kalkulatorisch auf die darauffolgenden Jahre verteilt. Sollte die Maschine nur zwei Jahre genutzt werden, müssten also in diesem Jahr die Kosten aus zwei Jahren gedeckt werden, bei drei Jahren Gesamtnutzungsdauer müssten innerhalb von zwei Jahren die Kosten von drei Jahren gedeckt werden. Daher sinken die durchschnittlichen jährlichen Fixkosten (Abschreibungskosten), deren Gesamtbetrag von der Gesamtnutzungsdauer unabhängig sind, relativ stark mit zunehmender Anzahl an Gesamteinsatzjahren. Die durchschnittlichen, variablen, in jedem Nutzungsjahr anfallenden, Kosten sinken nur in den ersten Jahren stark, da hier noch die Kosten aus dem Basisjahr einen hohen Anteil haben. Ermittelt wurde jeweils die mindestens zu erreichende durchschnittliche jährliche Leistungssteigerung sowie die Gesamtleistungssteigerung.

Die Nettoeinsparung durch einen geringeren Anteil an Lohndrusch, die je Flächeneinheit angesetzt wurde, beträgt 49,22 €. Dieser Betrag ergibt sich aus den Kosten für Lohndrusch in Höhe von 71,43 € je ha, abzüglich der variablen Kosten, die beim Drusch eines Hektars mit eigener Technik entstehen. Dies sind Kraft- und Schmierstoffkosten, Reparaturkosten, Lohn sowie Versicherung, die zusammen 22,21 €/ha betragen (Tabelle 7.10).

Bei einer Gesamtnutzungsdauer von 10 Jahren liegt die zur Kostendeckung notwendige Mehrleistung bei 490 ha bzw. bei jährlich durchschnittlich 54 ha. Bei sinkender Nutzungsdauer steigt die zur Kostendeckung notwendige durchschnittliche Mehrauslastung pro Jahr an, da die Abschreibung der Anschaffungskosten (Mehrkosten der Maschine) auf die geringere Nutzungsdauer angerechnet werden müssen. Außerdem sind die Personalkosten bei der Implementierung in den ersten beiden Jahren überproportional hoch und heben so die jährlichen Kosten zusätzlich an.

Tabelle 7.4: Kostendeckungsschwelle für den Einsatz von Claas-Telematics in Unternehmen 2 in Abhängigkeit von der Gesamtnutzungsdauer des Systems

Gesamtnutzungsdauer der Maschine	Jahr	Anzahl an Jahren, in denen ein Nutzen aus dem Einsatz des System gezogen wird	Jährliche Fixkosten je Maschine	Jährliche variable Kosten je Maschine	Durchschnittliche Gesamtkosten pro Jahr und Maschine	Notwendige Mehrleistung [ha] je Maschine und Jahr	Notwendige Mehrleistung je Maschine [ha] über 10 Jahre
2 Jahre	2009	1	5.000 €	4.226 €	9.226 €	187	187
3 Jahre	2010	2	2.500 €	3.012 €	5.512 €	112	224
4 Jahre	2011	3	1.667 €	2.620 €	4.287 €	87	261
5 Jahre	2012	4	1.250 €	2.434 €	3.684 €	75	299
6 Jahre	2013	5	1.000 €	2.323 €	3.323 €	68	338
7 Jahre	2014	6	833 €	2.249 €	3.082 €	63	376
8 Jahre	2015	7	714 €	2.196 €	2.910 €	59	414
9 Jahre	2016	8	625 €	2.156 €	2.781 €	56	452
10 Jahre	2017	9	556 €	2.125 €	2.681 €	54	490

7.4 Ermittlung des Nutzens von Claas-Telematics

7.4.1 Definition der Nutzwirkungen von Claas-Telematics

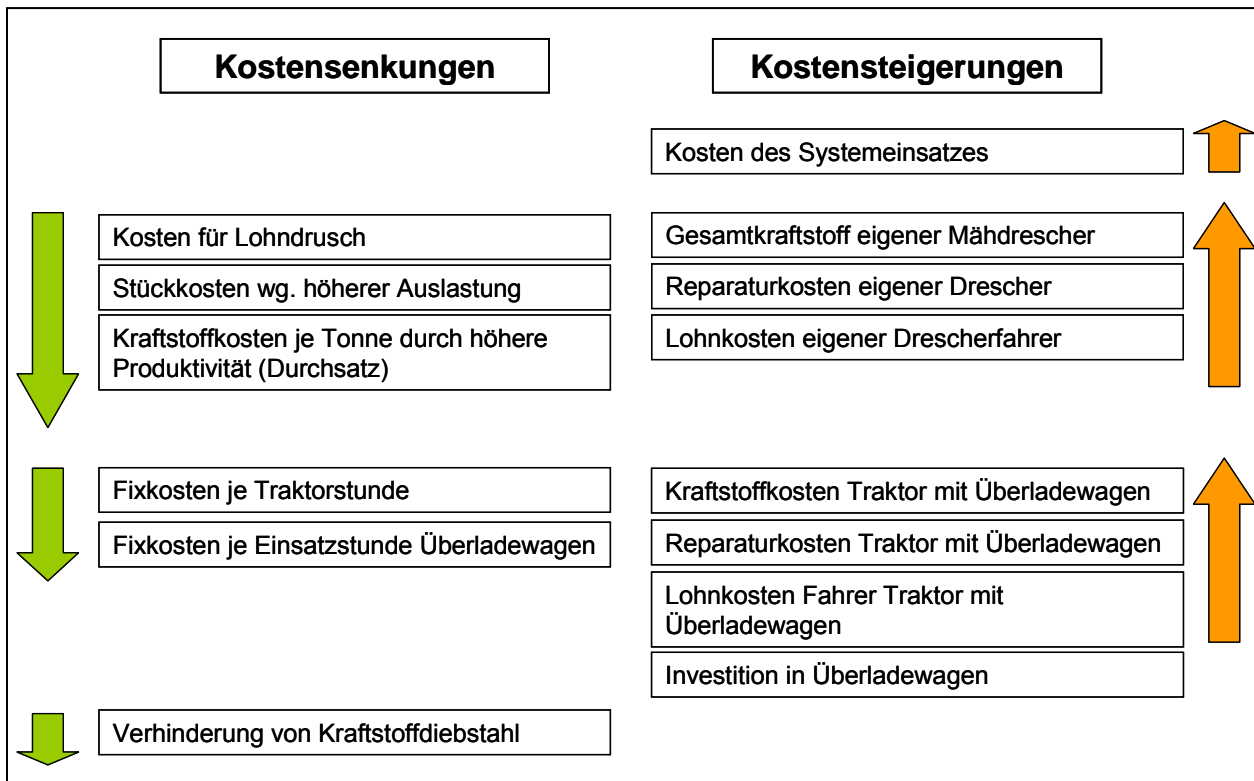
Zur Bewertung des Nutzens von Claas-Telematics wurden zunächst die Nutzenkategorien definiert sowie deren Bewertbarkeit bestimmt. Eine Übersicht ist in Tabelle 7.5 dargestellt, für die Bewertbarkeit wurde die Unterscheidung von KRCMAR (2005) und NAGEL (1988) verwendet.

Tabelle 7.5: Nutzenkategorien von Claas-Telematics beim Einsatz in russischen Agrarholdings

Nutzenkategorie	Effekt	Bewertungsmöglichkeiten
Längere Maschineneinsatzzeiten	Kosteneinsparung	Monetär
Leistungssteigerung	Kosteneinsparung	Kalkulierbar
Einsparung von Arbeitskräften	Kosteneinsparung	Monetär
Diebstahlkontrolle	Kosteneinsparung	Kalkulierbar
Nachweis falscher Einstellungen	Kosteneinsparung	Kalkulierbar
Höhere Datenqualität	Strategisch	Entscheidbar
Echtzeitverfügbarkeit der Daten	Strategisch	Entscheidbar
Teilflächenspezifische Ertragsdaten	Strategisch	Entscheidbar

In Abschnitt 7.1 wurde bereits der Begriff des Brutto- und des Nettonutzens definiert. Die Auswertungen der Betriebszeitanalyse sowie der Produktivität (Abschnitt 5.4.2) zeigten, dass in dem untersuchten Unternehmen ein großes Potenzial zur Leistungssteigerung beim Prozess Mähdrusch besteht. Jedoch wäre es falsch, nur diese Daten zu betrachten, ohne die Kostensteigerungen mit einzuberechnen, die eine höhere Auslastung der vorhandenen Technik zwangsläufig mit sich bringt. In Abbildung 7.2 sind die möglichen Kostenwirkungen dargestellt, in den folgenden Abschnitten werden die einzelnen Positionen monetär bewertet und abschließend der Nettonutzen ermittelt.

Abbildung 7.2: Übersicht positiver und negativer Kosteneffekte durch den Einsatz von Telematics



7.4.2 Monetär quantifizierbarer Bruttonutzen

7.4.2.1 Vermeidung von Standzeiten

Ausgehend von den Ergebnissen der Analyse der Arbeitszeiteffizienz und der daraus berechneten Steigerung der Flächenleistung der Maschinen, wurde für jeden Betrieb das Einsparpotenzial durch geringere Inanspruchnahme von Lohndrusch ermittelt. Die Kosten für Lohndrusch wurden mit 2.500 Rubel bzw. 71,43 € angesetzt.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 7.6 je Einzelmaschine und Tabelle 7.7 als Summe pro Betrieb dargestellt. Für die acht analysierten Betriebe liegt der Bruttonutzen durch geringere Inanspruchnahme von Lohndrusch im Jahr 2008 bei 614.845 €. Dieser Betrag ist geringer als die Kosten für Lohndrusch auf den 8 Betrieben und kann daher vollständig in die Nutzenrechnung mit einbezogen werden.

Die durchschnittliche mögliche Einsparung je Maschine von 23.598 € ergibt bei Hochrechnung auf die Unternehmensebene eine Summe von 1.158.746 € (Tabelle 7.8). Am gesamten Einsparpotenzial ist der Anteil der Logistik (Warten auf Transportfahrzeuge) mit 44,6 % am größten. Der zweitgrößte Faktor zur Verringerung der Kosten ist die Realisierung des Abtankens während der Fahrt, der Anteil beträgt 33 %.

Tabelle 7.6: Einsparpotenzial je Einzelmaschine durch geringere Standzeiten der eigenen Mähdrescher [€/Maschine]

Betrieb	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	Ø
Optimierung der Logistik	8.550	11.575	7.887	12.992	11.651	8.488	10.178	12.006	10.556
Abtanken während der Fahrt	6.416	8.067	7.857	7.030	8.428	7.890	7.052	9.574	7.799
Keine Erholungspausen	5.617	14.133	5.389	0	5.440	5.768	6.794	0	4.459
Gesamt	20.584	33.775	21.133	20.023	25.518	22.147	24.024	21.580	23.598

Tabelle 7.7: Mögliche Einsparungen auf Betriebsebene durch Verringerungen der Standzeiten [€/Betrieb]

Betrieb	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	Summe
Optimierung der Logistik	25.651	34.725	15.774	38.977	34.952	25.465	50.888	48.023	274.455
Abtanken während der Fahrt	19.249	24.200	15.715	21.091	25.283	23.670	35.261	38.296	202.766
Keine Erholungspausen	16.852	42.399	10.777	0	16.320	17.305	33.970	0	137.624
Gesamt	61.753	101.325	42.266	60.068	76.555	66.440	120.119	86.319	614.845

Tabelle 7.8: Bruttonutzen [€] durch Vermeidung von Standzeiten auf Unternehmensebene

	Bruttonutzen gesamt [€]	Bruttonutzen [€] durch		
		Verbesserung der Logistik	Abtanken wäh- rend der Fahrt	Vermeidung von Erholungs- pausen
Stichprobe	614.845	274.455	202.766	137.624
Unternehmen	1.158.746	517.242	382.135	259.369
Anteil am Einspar- potenzial in %	100	44,6	33,0	22,4

Die Realisierbarkeit des vollen Potenzials ist jedoch nur für die Logistik und die Eliminierung der Pausenzeiten kurzfristig ohne Zusatzinvestitionen möglich. Letzteres kann erreicht werden, indem generell zwei Fahrer pro Mähdrescher eingeteilt werden oder ein Auswechselfahrer eingesetzt wird (BÖTTINGER, 1997; FEIFFER et al., 2005; NACKE, 2006).

Die Entleerung des Korntanks während der Fahrt (Drusch) wäre für einige Betriebe ebenso bereits in der kommenden Saison möglich, da vereinzelt Überladetechnik vorhanden ist. Ein Großteil der Betriebe müsste aber zunächst in Überladetechnik investieren. Die ökonomischen Auswirkungen solcher Zusatzinvestitionen werden in Abschnitt 7.5 näher betrachtet.

7.4.2.2 Steigerung der Produktivität

Die Steigerung der Produktivität wirkt sich auf zwei der monetär bewertbaren Nutzenkategorien aus (Abschnitt 7.4.1). Einerseits erhöht sich die Leistung der eigenen Maschinen, was wiederum zu einem geringeren Bedarf an Lohndienstleistungen führt. Andererseits verringern sich die Erntekosten der Eigenmechanisierung je Einheit Erntegut durch geringeren spezifischen Kraftstoffverbrauch (Abbildung 5.14) und eine Senkung der Fixkostenbelastung (Abschnitt 7.4.2.3).

In Abschnitt 5.4.2.1 wurde dargestellt, dass der durchschnittliche Durchsatz aller Maschinen mit 18 t/h 30 % unter der internen Benchmark von 26,5 t/h lag.

In der Kalkulation in Tabelle 7.9 wurden zwei Fälle betrachtet:

- Die Auswirkungen einer Steigerung der Produktivität durch höheren Durchsatz ohne gleichzeitige Verringerung der Standzeiten der Maschinen.
- Die Auswirkungen einer Leistungssteigerung bei gleichzeitiger Vermeidung der Standzeiten.

Im ersten Fall ergibt sich eine Erhöhung der mit eigener Technik geernteten Flächen um 9.702 ha, womit 693.026 € an Kosten für Lohndrusch brutto eingespart werden können.

Im zweiten Fall beträgt die Steigerung der Eigenleistung 13.998 ha und die mögliche Kostenreduzierung 999.842 € brutto. Bei diesen Beträgen handelt es sich ausschließlich um den Effekt, der durch eine bessere Ausnutzung der installierten Maschinenleistung erreicht werden kann. Der Betrag, der durch die Vermeidung von Standzeiten eingespart werden kann, ist bereits vom Ergebnis subtrahiert, da dieser Aspekt gesondert in Abschnitt 7.4.2.1 behandelt wurde.

Tabelle 7.9: Mögliche Steigerung der Eigenleistung beim Mähdrusch von Weizen in t und ha sowie dadurch bedingte Reduzierung der Kosten für Lohndrusch bei Steigerung des durchschnittlichen Durchsatzes auf die Benchmark 2008 von 26,5 t/h (Bruttonutzen)

Betrieb	Maschine	Ist-Erntemenge Weizen [t] 2008	Ertrag Weizen 2008 [t/ha]	mögliche Steigerung durch			Wirkung der Produktivitätssteigerung, bei gleichbleibenden Standzeiten				Nettowirkung durch Produktivitätssteigerung bei gleichzeitiger Vermeidung von Standzeiten			
				Vermeidung von Standzeiten [%]	höherer Durchsatz [%]	absolute Steigerung der Erntemenge [t]	Soll-Erntemenge [t]	zusätzliche Fläche in Eigenleistung [ha]	Einsparung an Lohndruschkosten [EUR]	absolute Steigerung der Erntemenge [t]	Soll-Erntemenge in [t]	zusätzliche Fläche in Eigenleistung [ha]	Einsparung an Lohndruschkosten [EUR]	
1.1	1.1-1	3.208			53%	1.700	4.908	425	30.361	2.227	6.430	557	39.772	
	1.1-2	3.311			55%	1.806	5.116	451	32.246	2.366	6.702	591	42.242	
	1.1-3	3.029			63%	1.908	4.937	477	34.076	2.500	6.467	625	44.640	
	Summe/Durchschnitt	9.547	4,0	31%	57%	5.414	14.962	1.354	96.683	7.093	19.600	1.773	126.654	
1.2	1.2-1	3.286			22%	730	4.017	162	11.592	957	5.262	213	15.185	
	1.2-2	3.648			20%	711	4.360	158	11.292	932	5.711	207	14.793	
	1.2-3	3.358			36%	1.212	4.570	269	19.233	1.587	5.986	353	25.195	
	Summe/Durchschnitt	10.292	4,5	31%	26%	2.653	12.946	590	42.117	3.476	16.959	772	55.173	
1.4	1.4-1	1.882			24%	452	2.334	105	7.510	583	3.011	146	10.415	
	1.4-2	1.977			18%	356	2.333	83	5.915	459	3.010	115	8.202	
	1.4-3	869			40%	349	1.218	81	5.800	450	1.572	113	8.043	
	Summe/Durchschnitt	4.729	4,3	29%	27%	1.157	5.886	269	19.224	1.398	7.593	373	26.659	
1.5	1.5-1	3.096			13%	398	3.494	86	6.175	521	4.577	130	9.302	
	1.5-3	3.301			12%	403	3.705	88	6.264	528	4.853	132	9.436	
	Summe/Durchschnitt	6.398	4,6	31%	13%	801	7.199	174	12.438	1.049	9.430	262	18.738	
2.1	2.1-1	2.448			54%	1.320	3.768	213	15.208	1.690	4.823	422	30.173	
	2.1-2	2.288			47%	1.066	3.354	172	12.280	1.364	4.294	341	24.363	
	2.1-3	2.390			37%	887	3.277	143	10.222	1.136	4.195	284	20.281	
	Summe/Durchschnitt	7.126	6,2	28%	46%	3.273	10.399	528	37.710	4.190	13.311	1.047	74.817	
2.2	2.2-1	3.387			35%	1.171	4.568	266	19.010	1.511	5.880	378	26.975	
	2.2-2	3.173			20%	641	3.813	146	10.399	826	4.919	207	14.757	
	2.2-3	3.906			17%	679	4.585	154	11.015	875	5.914	219	15.630	
	2.2-4	3.490			27%	931	4.422	212	15.115	1.201	5.704	300	21.448	
	2.2-5	2.179			47%	1.013	3.192	230	16.448	1.307	4.118	327	23.340	
	Summe/Durchschnitt	16.135	4,4	29%	29%	4.434	20.569	1.008	71.987	5.720	26.534	1.430	102.149	
Summe Stichprobe						17.734	71.960	3.922	280.159	26.595	97.096	5.659	404.192	
Abschätzung Unternehmensebene						43.867	178.008	9.702	693.026	65.787	240.184	13.998	999.842	

7.4.2.3 Senkung der Stückkosten durch Leistungssteigerung

Die Senkung der Stückkosten ist eine direkte Folge der besseren Auslastung der vorhandenen Maschinen. In diesem Abschnitt wird die Auswirkung einer Steigerung der Auslastung der Maschinen auf die Stückkosten hergeleitet und berechnet.

Für landwirtschaftliche Maschinen existiert eine Grenze der Nutzungsdauer N in Jahren und einen Leistungsvorrat n in Leistungseinheiten (Stunden oder Flächeneinheiten). Der Quotient aus Leistungsvorrat und Gesamtnutzungsdauer ergibt die Schwelle der variablen Abschreibung (Abschreibungsschwelle):

$$Ab = \frac{n}{N}$$

Liegt der durchschnittliche jährliche Einsatz der Maschine unterhalb der Abschreibungsschwelle, so ist die Maschine über die Gesamtnutzungsdauer mit einem jährlich fixen Betrag vorzunehmen. Unter diesen Bedingungen ist die Abschreibung je Leistungseinheit variabel und sinkt mit steigender Ausnutzung bis zum Erreichen der Abschreibungsschwelle.

Liegt der Einsatz der Maschine über dieser Schwelle, wird ist der Gesamtleistungsvorrat in einem kürzeren Zeitraum aufgebraucht. In diesem Fall ist die variable Abschreibung anzuwenden, deren jährlicher Betrag sich aus den erwarteten Nutzungsjahren ergibt. Eine weitere Senkung der Abschreibungskosten je Leistungseinheit ist dann aber nicht mehr möglich (REISCH und ZEDDIES, 1992, S. 70).

Die in Tabelle 7.10 dargestellte Maschinenkostenkalkulation zeigt die Erntekosten je Hektar in Abhängigkeit von der erreichten Maschinenauslastung.

Dazu wurden folgende Annahmen getroffen:

Maximale Gesamtnutzungsdauer $N = 10$ Jahre

Maximaler Leistungsvorrat $n = 4.000^{25}$ Arbeitsstunden

Anschaffungspreis $A = 12.000.000$ Rubel / 342.853 €

Restwert = 0

²⁵ nach KTBL beträgt die maximale Nutzungsdauer 3.000 Stunden, da in Russland aufgrund der geringeren Erträge und Durchsätze die Belastung der Maschine wesentlich geringer ist, werden ein um 25 % höherer Leistungsvorrat angenommen

durchschnittliche Flächenleistung = 4,0 ha/h (gewichtete mittlere Flächenproduktivität über Weizen, Gerste und Raps)

Die Reparaturkosten wurden mit der Formel von BRUHN²⁶ (2000, S. 121) zur Reparaturkostenschätzung für Mähdrescher auf Großbetrieben errechnet.

Unter diesen Annahmen wird die Abschreibungsschwelle bei einem jährlichen Einsatz von 400 Stunden erreicht, der im Jahr 2008 erreichte Unternehmensdurchschnitt beträgt 234²⁷ Stunden je Lexion, liegt also noch 166 Stunden unter dieser Schwelle. Mit den Durchschnittsdaten 2008 für Ertrag und Flächenproduktivität ist die Abschreibungsschwelle bei 1.600 ha erreicht, die aktuelle Leistung lag bei ca. 1000 ha. Das bedeutet, dass die Maschinenkosten der Eigenmechanisierung von 55,70 €/ha um 10,64 €/ha bis auf 45,06 €/ha gesenkt werden könnten, wenn die Erntefläche auf 1.600 ha steigt. Bei einem Durchschnittsertrag von 3,9 t/ha entspricht das einer Kostensenkung von 2,77 € je Tonne (13,88 €/t zu 11,11 €/t) bezogen auf die Erntekosten mit eigener Technik und Arbeitskraft.

Der Einfluss auf die Gewinnsituation auf Betriebs- und Unternehmensebene wird in Abschnitt 7.5 in verschiedenen Szenarien ermittelt.

²⁶ $y = 0,00021 * x^{1,5}$, y: Reparaturkosten über die gesamte Nutzungsdauer in % vom Anschaffungspreis.
x: Gesamtbetriebsstunden

²⁷ Hier sind Arbeitsstunden und nicht Betriebsstunden gemeint. Wegezeiten wurde nicht berücksichtigt, diese liegt bei ca. 10% der Betriebsstunden

Tabelle 7.10: Maschinenkostenrechnung in Abhängigkeit von jährlicher Einsatzfläche, Arbeitsstunden und Erntemenge

Erntefläche [ha/a]	800	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000
Erntemenge [t/a]	3.120	3.900	4.680	5.460	6.240	7.020	7.600
Arbeitsstunden [h/a]	200	250	300	350	400	450	500
Kalkulatorische Gesamtarbeitsstunden	2.000	2.500	3.000	3.500	4.000	4.000	4.000
Einsatzjahre	10	10	10	10	10	8,9	8,0
Jährliche Abschreibung [€]	43.286	34.286	34.284	34.286	34.286	38.571	38.571
Anteil der Reparaturkosten am Kaufpreis [%] ²⁸	19	26	35	43	53	53	53
Gesamtkosten Ersatzteile [€/a]	6.400	9.000	11.831	14.909	18.215	20.492	22.768
Erntekosten [€/ha]	63,43	55,70	50,70	47,43	45,06	45,03	45,01
Abschreibung [€/ha]	42,86	34,29	28,57	24,49	21,43	21,43	21,43
Kraftstoff [€/ha]	9,43	9,43	9,43	9,43	9,43	9,43	9,43
Schmierstoffe [€/ha]	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Ersatzteilkosten [€/ha]	8,05	9,00	9,86	10,65	11,38	11,38	11,38
Lohnkosten [€/ha]	2,29	2,29	2,29	2,29	2,29	2,29	2,29
Versicherung [€/ha]	0,54	0,43	0,36	0,31	0,27	0,24	0,22
Erntekosten [€/t]	15,88	13,88	12,60	11,73	11,11	11,10	11,09
Abschreibung [€/t]	10,99	8,79	7,33	6,28	5,49	5,49	5,49
Kraftstoff [€/t]	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Schmierstoffe [€/t]	0,12	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05
Ersatzteilkosten [€/t]	2,06	2,31	2,53	2,73	2,92	2,92	2,92
Lohnkosten [€/t]	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57
Versicherung [€/t]	0,14	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06	0,06

²⁸ nach Bruhn (2000)

7.4.2.4 Einsparung von Arbeitskräften

Durch die automatische Dokumentation könnte die in Kapitel 4.3 beschriebene handschriftliche Dokumentation auf den Betrieben ersetzt und somit Arbeitskräfte - die Zähler - eingespart werden. In der vorliegenden Arbeit wird diese Einsparung der Vollständigkeit halber erwähnt, in der ökonomischen Betrachtung jedoch nicht angesetzt, da Claas-Telematics nur den Bereich der Erntemaschinen abdeckt. Da die Zähler der Betriebe aber für die gesamte Technik zuständig sind, können diese Arbeitskräfte durch Telematics nur in geringem Maße ersetzt werden. Daher wird dieser Aspekt in dieser Arbeit nicht als direkte monetäre Nutzwirkung mit einberechnet.

7.4.3 Nicht-quantifizierbarer Nutzen

7.4.3.1 Kontrolle des Kraftstoffverbrauchs

Ein Thema, das in den Ländern der ehemaligen Sowjetunion von besonderer Relevanz ist, ist der Schwund an Betriebsmitteln - insbesondere Kraftstoff - durch Diebstahl. Die Kontrolle des Kraftstoffdiebstahls durch Maschinenprozessdaten ist durch einige verschiedene Einflüsse nur beschränkt möglich. So liegt es zum Beispiel nahe, die Tankmenge nach Betriebsdokumentation mit dem Kraftstoffverbrauch des Bordcomputers zu vergleichen. Jedoch verfügt die moderne Landtechnik in der Regel nicht über Durchflusssensoren, sondern der Kraftstoffverbrauch wird über elektronisch gemessene Leistungsparameter rechnerisch ermittelt. So würden Ergebnisse zweier unterschiedlicher Messverfahren verglichen werden, was insbesondere daher als kritisch einzustufen ist, da Dieselmotoren in diesen Ländern oft nicht westeuropäischen Qualitätsstandards entspricht. So kann z. B. ein höherer Wassergehalt im Kraftstoff eine höhere zu tankende Menge zur Folge haben.

7.4.3.2 Kontrolle der Erntemenge

Auf die Einflussfaktoren auf die Genauigkeit der Ertragsermittlung wurde bereits in Abschnitt 5.3 eingegangen. Aus diesen Gründen kann die Ertragsmessung nicht dazu herangezogen werden, die Erntemenge zu kontrollieren. Die Abweichungen des nicht kalibrierten Ertragsmesssystems von bis zu 15 % liegen für diesen Zweck zu hoch. Diese Abweichungen können durch Ungenauigkeit der Kalibrierung, durch Diebstahl und durch Transportverluste aufgrund undichter Fahrzeuge gleichermaßen

beeinflusst sein. Zum Nachweis bzw. Ausschluss von Diebstahl wäre eine permanente Überwachung der Messgenauigkeit zwingend notwendig. Das wiederum würde einen zusätzlichen Personalaufwand in Höhe von 510 Mann-Tagen bedeuten (16 Maschinengruppen, 30 Erntetage) bedeuten.

Als Indikator für die Erntemenge und das Ertragsniveau liefert die Ertragsmessung jedoch trotzdem wertvolle Ergebnisse.

7.4.3.3 Speicherung der Koordinaten der gefahrenen Strecken

Anhand der Fahrspuren kann überprüft werden, ob ein Feld komplett abgeerntet wurde und wo abgetankt wurde. Liegen Vermessungsdaten der Feldgrenzen in elektronischer Form vor, kann auch überprüft werden, ob eventuell Fremdschläge geerntet wurden.

Belege aus der Praxis liegen zu diesen Überlegungen jedoch nicht vor.

Auch kann die Bewegung der Maschinen im Feld analysiert werden, und durch eine andere Anordnung der Maschinen im Feld die Arbeitszeit effizienter ausgenutzt werden. Diese Faktoren wurden jedoch in der vorliegenden Arbeit nicht rechnerisch ermittelt.

7.4.3.4 Verbesserung der Datenqualität

Durch eine bessere Datenqualität und Zuordenbarkeit kann im Unternehmen eine genauere Kostenkalkulation und Ressourcenplanung durchgeführt werden.

Zur Überprüfung der Differenzen zwischen Daten aus der automatischen Prozessdatenerfassung und der betrieblichen Dokumentation wurden Vergleiche durchgeführt. Tabelle 7.11 stellt die Wege- und Druschzeiten eines Betriebes mit 5 Mähdruschern, die mit den betrieblichen Belegen erfasst wurden und diejenigen, die mit automatischer Datenerfassung ermittelt wurden, dar. In der betrieblichen Dokumentation weisen die Maschinen stark unterschiedliche Wegezeiten von 8 bis 19 Stunden auf. Alle Werte liegen deutlich unter der tatsächlichen Wegezeit von ca. 25 Stunden je Maschine. Die Druschzeiten werden in der betrieblichen Dokumentation generell zu hoch angegeben. Die Überschätzung der tatsächlichen Druschzeit in den betrieblichen Aufzeichnungen beträgt 70 bis 85 Stunden je Maschine.

Die Ungenauigkeiten im bisherigen Dokumentationssystem haben Auswirkungen auf Planungsrechnungen sowie auch auf die Lohnberechnung der Fahrer. Im russischen Lohnsystem werden die Mähdrescherfahrer während der Druschzeit nach geernteten Tonnen bezahlt, wodurch dieser Anteil unbeeinflusst bleibt. Für Reparatur- und Wegezeiten wird der Lohn nach Stundenaufwand mit einem festgelegten Stundensatz verrechnet. Die genaue Summe dieses Lohnanteils wird im vorliegenden Beispiel auf Basis der Betriebsdaten nicht korrekt ermittelt und übervorteilt die Fahrer der Maschinen 2.2-1, 2.2-4 und 2.2-5 gegenüber den anderen beiden Fahrern. Keiner der fünf Fahrer bekommt den ihm tatsächlich nach dem Lohnsystem zustehende Lohn. Wie bereits bei ZIMMERMANN (2007) erwähnt, kann die automatische Prozessdatenerfassung dazu beitragen, die Transparenz der Lohnabrechnung zu erhöhen.

Tabelle 7.11: Vergleich der Wege- und Arbeitszeiten einer Maschinengruppe von 5 Maschinen im Juli und August 2008 aus der betrieblichen Dokumentation und aus Telematics

	Maschinen				
	2.2-1	2.2-2	2.2-3	2.2-4	2.2-5
Wegezeit [hh:mm] (Betriebsdaten)	15:00	9:00	8:00	19:00	17:00
Wegezeit [hh:mm] (Telematics)	25:18	24:28	25:06	26:43	25:51
Differenz Wegezeit	- 10:18	- 15:28	- 17:06	- 7:43	- 8:51
Druschzeit [hh:mm] (Betriebsdaten)	242:40	267:00	264:35	238:10	224:15
Druschzeit [hh:mm] (Telematics)	164:40	182:33	185:47	170:14	154:30
Differenz Druschzeit	+ 73:59	+ 84:26	+ 78:47	+ 67:55	+ 69:43

Stärker als die Ermittlung der Wegezeiten wirken sich die berechneten Produktivitätskennzahlen auf die Planung aus. In Tabelle 7.12 wurden für den Zeitraum einer Woche die Produktivitätskennzahlen während der Weizenernte ermittelt. Herangezogene Informationsquellen waren a) Claas-Telematics, b) die betriebliche Buchhaltung und c) der „analytische Bericht“ (Abschnitt 4.4.2).

Sowohl die Buchhaltungsdaten als auch der analytische Bericht ergeben eine durchschnittliche Flächenleistung von 2,0 ha/h und eine Erntemenge von 9,8 t/h je Maschine, die tatsächliche Produktivität liegt aber bei 3,4 ha/h und 19,6 t/h (Tabelle 7.12).

Der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch je Hektar und Tonne Erntegut aus den Buchhaltungsdaten und aus den Werten der automatischen Datenerfassung weichen nicht stark voneinander ab. Im analytischen Bericht sind Informationen über den Kraftstoffverbrauch nicht enthalten.

Tabelle 7.12: Vergleich der aus den betrieblichen Aufzeichnungen resultierenden Produktivitätskennzahlen mit den entsprechenden Werten aus Telematics (19 Erntetage, Winterweizenernte 2008)

Produktivitätskennzahlen aus Claas-Telematics						
	Maschine					
	1	2	3	4	5	Durchschnitt
ha/h	3,3	3,4	3,3	3,8	3,2	3,4
l/ha	21,5	21,5	21,6	19,5	22,7	21,4
l/t	3,9	3,5	3,6	3,4	4,3	3,9
t/h	18,6	21,4	19,7	21,7	16,5	19,6
Produktivitätskennzahlen aus betrieblichen Aufzeichnungen (Buchführung)						
	Maschine					
	1	2	3	4	5	Durchschnitt
ha/h	1,8	2,0	2,0	1,9	2,1	2,0
l/ha	22,4	19,8	18,1	18,0	18,0	19,2
l/t	4,5	3,9	3,7	3,8	3,5	3,9
t/h	8,8	10,2	10,0	9,2	10,5	9,8
Produktivitätskennzahlen aus dem „Analytischen Bericht“						
	Maschine					
	1	2	3	4	5	Durchschnitt
ha/h	1,8	1,9	2,1	2,1	2,1	2,0
l/ha	-	-	-	-	-	-
l/t	-	-	-	-	-	-
t/h	8,6	9,6	10,0	10,5	10,5	9,8

Quelle: CLAAS-TELEMATICS (2008), Betriebliche Aufzeichnungen, Eigene Berechnung und Darstellung

Der Grund für die starken Abweichungen liegt darin, dass in den betrieblichen Aufzeichnungen entweder nur Arbeitsstunden des Fahrers oder die Betriebsstunden der Maschine erfasst wurden. Die tatsächlichen Arbeits- oder Druschstunden, die die reelle Produktivität zeigen, wurden nicht dokumentiert (Tabelle 7.13).

Tabelle 7.13: Vergleich der aus verschiedenen betrieblichen Aufzeichnungen resultierenden absoluten Kennzahlen mit den entsprechenden Werten aus Claas-Telematics (9 Erntetage, Winterweizenernte 2008)

Daten aus Claas-Telematics						
	Maschine					
	1	2	3	4	5	Summe
Motorstunden	113	111	114	109	119	566
Arbeitsstunden	60	66	68	61	68	323
Kraftstoffverbrauch	4326	4891	4799	4480	4867	23363
Daten aus betrieblichen Aufzeichnungen (Buchführung)						
	Maschine					
	1	2	3	4	5	Summe
Arbeitsstunden	128	130	130	133	128	649
Kraftstoffverbrauch	5074	5154	4815	4663	4724	24430
Daten aus dem „Analytischen Bericht“						
	Maschine					
	1	2	3	4	5	Summe
Motorstunden	127	131	131	130	129	648
Kraftstoffverbrauch	-	-	-	-	-	-

Quelle: Eigene Ermittlung, Berechnung und Darstellung, CLAAS-TELEMATICS (2008)

7.5 Nettonutzen auf Betriebs- und Unternehmensebene

Zur monetären Quantifizierung des Nettonutzens (Bruttonutzen abzüglich Kostenwirkungen, die im direkten Zusammenhang mit der Leistungssteigerung stehen) wurden die Einzelkomponenten des Nutzens und der zusätzlichen Kosten für die 8 Betriebe der Stichprobe auf Betriebsebene kalkuliert. Ausgehend vom Ergebnis dieser Berechnung wurde dann der Nettonutzen auf Unternehmensebene abgeschätzt.

Es werden verschiedene Szenarien berechnet, die sich darin unterscheiden, ob und in welchem Umfang in zusätzliche Überladetechnik investiert wird.

Folgende Bedingungen gelten für alle Szenarien:

- Ohne den Einsatz eines speziellen Informationssystems könnten die Schwachstellen in der Organisation der Ernte nicht aufgedeckt werden und in den Folgejahren keine Verbesserung erzielt werden.
- Die Gesamterntefläche sowie das Ertragsniveau je Betrieb bleiben im Vergleich zum Basisjahr 2008 unverändert
- Die Transportkosten bleiben unverändert, da sich die Gesamtmenge des zu transportierenden Getreides nicht verändert und die Transportkosten in Russland nach Menge abgerechnet werden.
- Lohndrusch eigener Technik auf fremden Betrieben (für den Fall frei werdender Kapazitäten) wird nicht in die Kalkulation mit einbezogen.
- Die Produktivitätssteigerung richtet sich nach der aus den Ergebnissen des Jahres 2008 definierten unternehmensinternen Benchmark von 26,5 t/h (Betrieb 1.3, Abschnitt 7.4.2.2). Dieser Wert wird für alle Maschinen als Zielwert festgelegt.
- Durch die Erhöhung des Durchsatzes und somit eine bessere Auslastung der Maschinen wird der spezifische Kraftstoffverbrauch reduziert. Als zu erreichender Wert wird der spezifische Kraftstoffverbrauch des internen Benchmark-Betriebes (Betrieb 1.3) des Jahres 2008 festgesetzt. Der Zielwert ist 2,7 l/t.
- Die Maschinenkosten je Tonne für eigene Technik wurden jeweils entsprechend der ermittelten Erntemenge je Mähdrescher aus Tabelle 7.10 entnommen (abzüglich Kraftstoffkosten).
- Die Kosten für Kraftstoff der eigenen Erntemaschinen werden separat berechnet. In der Variante „vor Optimierung“ anhand des tatsächlich ermittel-

ten Kraftstoffverbrauches, in der Variante „nach Optimierung“ mit dem Zielwert 2,7 l/t. Die Kraftstoffkosten betragen 20 Rubel / l.

- Die Kosten für Lohndrusch betragen umgerechnet 18 €/t
- Standzeiten wegen Wartens auf Transportfahrzeuge und Erholungspausen werden vermieden.
- Für die Bedienung der Maschinen während der Erholungspausen der Fahrer wird ein Auswechselfahrer für je maximal 3 Maschinen eingesetzt. Desessen Lohn beträgt 45.000 Rubel je Monat bzw. 1286 €²⁹.
- Der Lohn eines Traktorfahrers wird mit 572 € monatlich angesetzt.
- Die Kosten für die Informationsverarbeitung sind aus Tabelle 7.3 entnommen und mit der jeweiligen Anzahl der am Betrieb vorhandenen Erntemaschinen multipliziert.

Die Faktoren, die in der Kalkulation betriebsabhängig variieren, sind in Tabelle 7.14 dargestellt.

Tabelle 7.14: Übersicht über die zu variierenden Faktoren zur Erhöhung der Auslastung der Mähdrescher

Betrieb	Anzahl Mähdrescher	Anzahl notwendiger Auswechselfahrer	Anzahl vorhandener. Überladetechnik	Anzahl zusätzlich notwendiger Überladetechnik für alle Erntemaschinen
1.1	3	1	1	1
1.2	3	1	1	1
1.3	2	1	0	1
1.4	3	1	0	2
1.5	3	1	1	1
2.1	3	1	0	2
2.2	5	2	0	3
2.3	4	2	0	2

²⁹ Umrechnungskurs € zu RUR: 1:35 (2008)

Für jedes Teilszenario wird die Kalkulation für jeweils einen Betrieb detailliert dargestellt sowie der Nettonutzen für die Betriebe der Stichprobe und die Hochrechnung auf Unternehmensebene zusammengefasst. Die detaillierten Berechnungen für die übrigen Betriebe der Stichprobe befinden sich im Anhang.

7.5.1 Nettonutzen ohne Zusatzinvestitionen - Szenario 1

In Szenario 1 wird die Auswirkung der möglichen Prozessverbesserungen auf die Gesamterntekosten unter der Voraussetzung, dass die vorhandene Überladetechnik eingesetzt wird, berechnet.

- 2 Mähdrescher lasten einen Überladewagen voll aus.
- Für diese Überladetechnik werden nur variable Kosten angesetzt.
- Zusätzliche Überladetechnik wird nicht angeschafft.

Eine weitere Annahme ist die Einhaltung des optimalen Erntezeitraumes. Nach fachlicher Auskunft vor Ort beträgt dieser 30 Kalendertage. Um den nicht beeinflussbaren Ausfallzeiten wegen schlechter Wetterbedingungen und Defekten an den Maschinen gerecht zu werden, wurde die Anzahl zur Verfügung stehender Erntetage auf 25 reduziert. Die tägliche Dreschzeit wurde auf 10 Stunden festgelegt, was bei einigen Betrieben eine zusätzliche Leistungssteigerung durch längere Arbeitszeit bewirkte. Da eine Verkürzung des Erntezeitraumes auf einigen Betrieben zu einer zusätzlichen Steigerung des Bedarfs an Lohndrusch führt, wurden zur Bestimmung eines Referenzwertes zunächst die Erntekosten für das Basisjahr ebenfalls unter der Voraussetzung der Einhaltung des optimalen Erntezeitraumes berechnet. Alle übrigen Parameter wie Standzeiten und Produktivität wurden bei den tatsächlich ermittelten Werten des Jahres 2008 belassen.

Daraus ergibt sich für den Betrieb 2.1 für das Referenzjahr bei Einhaltung des Erntezeitraums aber unveränderter Produktivität folgende Situation: 48% des Getreides werden im Lohn geerntet, die Gesamterntekosten betragen 311.412 €, je Tonne durchschnittlich 16,82 €.

Nach der Ernteoptimierung durch Vermeidung von Standzeiten, den Einsatz des bereits am Betrieb vorhandenen Überladewagens und durch den höheren Durchsatz ist kein Lohndrusch mehr notwendig. Die theoretisch mögliche Tagesleistung von 265 t kann jedoch nicht erreicht werden, da auf dem Betrieb kein Überladewagen vorhan-

den ist, und daher alle Überladevorgänge im Stand stattfinden müssen. Durch die gesteigerte Tagesleistung erhöht sich auch die Anzahl an Korntankfüllungen je Tag und dadurch der tägliche Zeitbedarf für das Abtanken. Bei einer durchschnittlichen Dauer von 2:30 min je Abtanken beläuft sich der Gesamtzeitbedarf auf 1 Std. 28 min je Tag und Maschine. Das führt bei dem angestrebten Durchsatz von 26,5 t/h zu einer Leistungsminderung von durchschnittlich 39 t je Maschine und Tag führt. Die tatsächlich realisierte Leistung beträgt 226 t je Tag und Maschine. Mit dieser Leistung kann aber dennoch die gesamte Erntemenge ohne Inanspruchnahme von Lohndrusch geerntet werden.

Im Vergleich zur Variante des Referenzjahres sinken die Druschkosten für die eigene Technik je Tonne Getreide auf 11,11 €/t. Dies ist auf sinkende Fixkosten durch die bessere Ausnutzung sowie den geringeren spezifischen Kraftstoffverbrauch bei gesteigertem Durchsatz zurückzuführen (Tabelle 7.10 und Abbildung 5.14)

Die Erntekosten inklusive Kosten für den Einsatz eines Überladewagens, eines zusätzlichen Mähdrescherfahrers und die Kosten der Informationsverarbeitung für 3 Maschinen betragen 225.103 €. Im Vergleich zum Referenzjahr ist eine Kosteneinsparung von 86.309 € möglich, die Erntekosten je Tonne konnten von 16,82 €/t um 4,66 €/t auf 12,16 €/t gesenkt werden. Das entspricht einer Reduzierung der Kosten um 27,7 %.

Tabelle 7.15: Kalkulation des Nettonutzens für Betrieb 2.1, Szenario 1

Erntekosten ohne Prozessoptimierung durch den Einsatz des Informationssystems					
	Erntemenge [t/d]	Erntemenge gesamt [t]	Kosten in [€/t]	Gesamtkosten [€]	Erntekosten in [€/t] - Ø
eigene Technik (je MD ³⁰)	130	3.250			
eigene Technik gesamt (3 MD)		9.750	15,76	153.660	
Lohndrusch		8.764	18,00	157.752	
Summe		18.514		311.412	16,82
Erntekosten nach Prozessoptimierung durch den Einsatz des Informationssystems					
Theoretische mögliche Leistung je Maschine bei Vermeidung von Standzeiten und Steigerung des Durchsatzes (1 MD)	265				
Leistungsverlust durch Abtanken im Stillstand (100%, je 1 MD)	-39				
Realisierte Leistung eigene Technik (3 MD)	678	16.949	11,11	188.303	
Lohndrusch		1.565	18,00	28.170	
Lohnkosten Auswechselfahrer (1)				1.286	
Nutzung vorh. Überladewagen (0)				-	
Kraftstoff				-	
Lohn				-	
Kosten Informationsverarbeitung				7.344	
Summe		18.514		225.103	12,16
Nettonutzen				86.309	4,66
					-27,7%

Auf Unternehmensebene ist unter den gegebenen Bedingungen eine Kostenreduktion um 27 % von 5,5 Mio. € auf 4,01 Mio. € möglich (Tabelle 7.16). Die durchschnittlichen Erntekosten je Tonne betragen 16,98 €/t vor der Optimierung bzw. 12,35 €/t, nach der Optimierung, die Kostenreduktion beträgt 4,63 €/t.

³⁰ MD: Mähdrescher

Die Spannweite der Druschkosten je Tonne der einzelnen Betriebe beträgt 15,95 €/t bis 18,43 €/t ohne Optimierung des Ernteprozesses und 11,62 €/t bis 13,20 €/t nach Optimierung des Ernteprozesses.

Tabelle 7.16: Nettonutzen auf Unternehmensebene nach Szenario 1

Betrieb	Erntekosten [€]			Erntekosten [€/t]			Kostensenkung [%]
	vor Optimierung	nach Optimierung	Kostensenkung	vor Optimierung	nach Optimierung	Kostensenkung	
1.1	465.723	333.676	-132.048	18,43	13,20	-5,23	-28
1.2	296.756	205.649	-91.107	16,82	11,66	-5,16	-31
1.3	230.346	185.459	-44.887	16,13	12,98	-3,14	-19
1.4	324.080	223.340	-100.739	17,60	12,13	-5,47	-31
1.5	292.406	213.030	-79.376	15,95	11,62	-4,33	-27
2.1	311.412	225.103	-86.309	16,82	12,16	-4,66	-28
2.2	569.356	446.113	-123.243	16,37	12,83	-3,54	-22
2.3	440.408	304.085	-136.323	17,72	12,23	-5,48	-31
Stichprobe	2.930.486	2.136.455	-794.030	16,98	12,35	-4,63	-27
Unternehmen	5.509.313	4.016.536	-1.492.777				

Den größten Anteil am Einsparpotenzial haben, wie bereits in Abschnitt 5.4.2.2 dargestellt, die Verbesserung der Logistik und die Vermeidung der Pausenzeiten. Die hierzu notwendigen zusätzlichen Arbeitskräfte fallen bei dem in Russland sehr geringen Lohnniveau kaum ins Gewicht.

Die Erntekosten je Tonne weisen auch nach der Optimierung starke Unterschiede auf. Hauptsächlich ist dies zurückzuführen auf betriebliche Besonderheiten, wie z. B. die bewirtschaftete Fläche, die daraus resultierende Gesamterntemenge sowie der sich daraus ergebende Anteil an Inanspruchnahme an Lohndienstleistungen. Jedoch konnte nach der Verbesserung der Ernteorganisation die Unterschiede der Erntekosten zwischen den Betrieben innerhalb des Unternehmens stark verringert werden.

7.5.2 Nettonutzen mit Zusatzinvestition - Szenario 2

Um die verbleibenden Standzeiten wegen Abtankens im Stand ausschließen zu können, müsste ein Großteil der Betriebe in weitere Überladetechnik investieren. Dieser Fall wird in Szenario 2 betrachtet.

Szenario 2 entspricht Szenario 1, jedoch wird für jeden Betrieb zusätzliche Überladetechnik angeschafft. Der Preis für einen Überladewagen entspricht umgerechnet 37.500 €. Die Abschreibung erfolgt über 10 Jahre.

Eine ausreichende Anzahl an Traktoren, die für die Arbeit mit dem Überladewagen je Betrieb ist vorhanden, da die Anzahl der Erntetage auf die optimale Ernteperiode limitiert und der Bedarf an Lohntraktor entsprechend kalkuliert wurde. Eine zeitliche Überschneidung mit der Aussaat, in der diese Traktoren für andere Arbeiten benötigt werden, ist nicht zu erwarten.

Die Auswirkung einer Investition in zwei Überladewagen ist für Betrieb 2.1 in Tabelle 7.17 dargestellt. Die Kosten der Ernte vor der Optimierung entsprechen denjenigen in Szenario 1.

Durch den Einsatz des zweiten Überladewagens wird die Tagesleistung je Maschine auf 265 t gesteigert. Im Gegensatz zu Szenario 1, in dem noch ein geringer Teil der Ernte durch Lohntraktor eingebracht wurde, ist in Szenario 2 ein Verzicht auf Lohntraktor möglich. Die Kosten des Einsatzes der beiden Überladewagen belaufen sich auf 25.786 €, die Gesamtkosten der Ernte betragen somit 231.590 €, im Vergleich zum Referenzjahr 79.822 € weniger.

Die durchschnittlichen Erntekosten je Tonne betragen 12,51 € nach der Optimierung, was einer Kostenreduktion von 4,13 € oder 25,6 % entspricht.

Im Vergleich zu Szenario 1 liegen die Kosten durch die Anschaffung des zweiten Überladewagens um 0,35 €/t höher.

Tabelle 7.17: Kalkulation des Nettonutzens für Betrieb 2.1, Szenario 2

Erntekosten ohne Prozessoptimierung durch den Einsatz des Informationssystems					
	Ernte- menge [t/d]	Ernte- menge gesamt [t]	Kosten in [€/t]	Gesamt- kosten [€]	Ernte- kosten in [€/t] - Ø
Eigene Technik (je 1 MD)	130	3.250			
Eigene Technik gesamt (3 MD)		9.750	15,76	153.660	
Lohndrusch		8.764	18,00	157.752	
Summe		18.514		311.412	16,82
Erntekosten nach Prozessoptimierung durch den Einsatz des Informationssystems					
Theoretische mögliche Leistung je Maschine bei Vermeidung von Standzeiten und Steigerung des Durchsatzes (1 MD)	265				
Leistungsverlust durch Abtanken im Stillstand	-				
Realisierte Leistung eigene Technik (3 MD)	795	18.514	10,65	197.174	
Lohndrusch	-	-	-	-	
Lohnkosten Auswechselfahrer (1)				1.286	
Nutzung vorh. Überladewagen (0)				-	
Kraftstoff				-	
Lohn				-	
Investition Überladewagen (2)				25.786	
Abschreibung				7.500	
Kraftstoff				17.142	
Lohn				1.144	
Kosten Informationsverarbeitung				7.344	
Summe		18.514		231.590	12,51
Nettonutzen				79.822	4,31
					-25,6%

Auf Unternehmensebene ist nach der Investition in weitere Überladetechnik immer noch eine starke Kostenreduktion im Vergleich zum Referenzjahr festzustellen, diese ist jedoch niedriger als in Szenario 1. Die Erntekosten nach der Optimierung betragen 4,07 Mio. €, verglichen mit Szenario 1 ist der Nettonutzen um 51.251 € geringer. Die durchschnittlichen Erntekosten betragen 12,55 €/t, das sind 0,20 €/t mehr als in Szenario 1.

Tabelle 7.18: Nettonutzen auf Unternehmensebene nach Szenario 2

Betrieb	Erntekosten [€]			Erntekosten [€/t]			Kostensenkung [%]
	vor Optimierung	nach Optimierung	Kostensenkung	vor Optimierung	nach Optimierung	Kostensenkung	
1.1	465.723	339.472	-126.252	18,43	13,43	-5,00	-27
1.2	296.756	218.539	-78.217	16,82	12,39	-4,43	-26
1.3	230.346	178.817	-51.529	16,13	12,52	-3,61	-22
1.4	324.080	230.547	-93.533	17,60	12,52	-5,08	-29
1.5	292.406	225.923	-66.483	15,95	12,32	-3,63	-23
2.1	311.412	231.590	-79.822	16,82	12,51	-4,31	-26
2.2	569.356	435.954	-133.402	16,37	12,54	-3,84	-23
2.3	440.408	302.876	-137.532	17,72	12,18	-5,53	-31
Stichprobe	2.930.486	2.163.716	-766.769	16,98	12,55	-4,43	-26
Unternehmen	5.509.313	4.067.787	-1.441.526				

Das ist im Zusammenhang mit der meist ungeraden Anzahl an Erntemaschinen (Tabelle 7.14) sowie der der Berechnung zugrunde gelegten Annahme, dass ein Überladewagen mit 2 Erntemaschinen voll ausgelastet ist, zu sehen. Das führt dazu, dass auf den Betrieben mit ungerader Anzahl an Mähdreschern der zweite Überladewagen nicht voll ausgelastet wird und dadurch der Nettonutzen im Vergleich zu Szenario 1 geringer wird.

Ein weiterer Grund ist, dass nur ein geringer Teil des gesamten ermittelten Nutzenpotenzials auf das Überladen während der Fahrt zurückzuführen ist. Die für die Betriebe bedeutendsten ökonomischen Angriffspunkte sind die Vermeidung weiterer

Standzeiten sowie die Steigerung der Leistung durch bessere Ausnutzung der installierten Maschinenleistung.

7.5.3 Maximaler Nettonutzen - Szenario 3

Da Szenario 2 für das Gesamtunternehmen wirtschaftlich ungünstiger ist, da nicht alle Überladewagen mit den eigenen Erntemaschinen voll ausgelastet werden, wird in Szenario 3 eine Investition in Überladetechnik nur zugelassen, wenn diese voll ausgelastet werden.

Tabelle 7.19: Investitionen in Überladetechnik in Szenario 3 sowie Gesamtausstattung mit eigener Ernte- und Überladetechnik

Betrieb	Anzahl Erntemaschinen	Anzahl zu beschaffender Überladewagen	Anzahl Überladewagen gesamt	Vgl. auch Szenario
1.1	3	-	1	1
1.2	3	-	1	1
1.3	2	1	1	2
1.4	3	1	1	-
1.5	3	-	1	1
2.1	3	1	1	-
2.1	5	2	2	-
2.3	4	2	2	2

Die Kalkulation für Betrieb 2.1 nach Szenario 3 - Investition in einen Überladewagen, da der zweite nicht voll ausgelastet wäre - ergibt Gesamterntekosten von 218.697 € (Tabelle 7.20). Auch unter diesen Voraussetzungen kann auf Lohndrusch verzichtet werden. Die Einsparung im Vergleich zum Referenzjahr beträgt 92.715 € und ist somit höher, als die Einsparung in den Szenarien 1 und 2. Die Kostenreduzierung je Tonne Erntegut beträgt 5,01 € bzw. 29,8 %

Tabelle 7.20: Kalkulation des Nettonutzens für Betrieb 2.1, Szenario 3

Erntekosten ohne Prozessoptimierung durch den Einsatz des Informationssystems					
	Ernte- menge [t/d]	Ernte- menge gesamt [t]	Kosten in [€/t]	Gesamt- kosten [€]	Ernte- kosten in [€/t] - Ø
Eigene Technik (je 1 MD)	130	3.250			
Eigene Technik gesamt (3 MD)		9.750	15,76	153.660	
Lohndrusch		8.764	18,00	157.752	
Summe		18.514		311.412	16,82
Erntekosten nach Prozessoptimierung durch den Einsatz des Informationssystems					
Theoretische mögliche Leistung je Maschine bei Vermeidung von Standzeiten und Steigerung des Durchsatzes (je 1 MD)	265				
Leistungsverlust durch Abtanken im Stillstand (je 1 MD)	-13				
Realisierte Leistung eigene Technik (3 MD)	756	18.514	10,65	197.174	
Lohndrusch	-	-	-	-	-
Lohnkosten Auswechselfahrer (1)				1.286	
Nutzung vorh. Überladewagen (0)				-	
Kraftstoff				-	
Lohn				-	
Investition Überladewagen (1)				12.893	
Abschreibung				3.750	
Kraftstoff				8.571	
Lohn				572	
Kosten Informationsverarbeitung				7.344	
Summe		18.514		218.697	11,81
Nettonutzen				92.715	5,01
					-29,8%

Die Ergebnisse der Berechnungen in Szenario 3 (Tabelle 7.19) sind in Tabelle 7.21 dargestellt. Dieses Ergebnis stellt den maximal erreichbaren Nettonutzen für das Unternehmen dar. Durch die Anschaffung zusätzlicher Überladetechnik unter der Bedingung, dass diese voll ausgelastet wird, ergibt sich für die Betriebe 1.4, 2.1 und 2.2 ein höherer Nettonutzen als in den Szenarien 1 und 2. Die Betriebe 1.1, 1.2 und 1.5 verfahren nach Szenario 1, Betrieb 1.3 nach Szenario 2.

Demnach ergibt sich eine Senkung der Erntekosten auf Unternehmensebene um 28 % von 5,51 Mio. € auf 3,95 Mio. €.

Tabelle 7.21: Nettonutzen auf Unternehmensebene nach Szenario 3

Betrieb	Erntekosten [€]			Erntekosten [€/t]			Kostensenkung [%]
	vor Optimierung	nach Optimierung	Kostensenkung	vor Optimierung	nach Optimierung	Kostensenkung	
1.1	465.723	333.676	-132.676	18,43	13,20	-5,23	-28
1.2	296.756	205.646	-91.110	16,82	11,66	-5,16	-31
1.3	230.346	178.817	-51.529	16,13	12,52	-3,61	-22
1.4	324.080	217.654	-106.426	17,60	11,82	-5,78	-33
1.5	292.406	213.030	-79.376	15,95	11,62	-4,33	-27
2.1	311.412	218.697	-92.715	16,82	11,81	-5,01	-30
2.2	569.356	430.229	-139.126	16,37	12,37	-4,00	-24
2.3	440.408	302.876	-137.532	17,72	12,18	-5,53	-31
Stichprobe	2.930.486	2.100.624	-829.861	16,98	12,15	-4,83	-28
Unternehmen	5.509.313	3.949.174	-1.560.139				

7.5.4 Freisetzung von Mähdruschkapazität

Überprüft wurde weiterhin, ob durch die Steigerung der Leistung der eigenen Maschinen neben der Einsparung an Lohndrusch Erntekapazität in einem Ausmaß freigesetzt wird, dass die Anzahl an Erntemaschinen reduziert werden kann. Dadurch würde die Fixkostenbelastung der Betriebe insgesamt noch weiter verringert werden. Die Ergebnisse sind in Tabelle 7.22 dargestellt. Auf den Betrieben 1.2 und 2.3 sowie 1.4, 1.5 und 2.1 wäre nach der Optimierung eine Überkapazität vorhanden, jedoch nicht in einem Umfang, der eine ganze Maschine freisetzt. Denkbar wäre es jedoch, Lohndrusch anzubieten, und dadurch insbesondere den Betrieben 1.2 und 2.3 zusätzliche Einnahmequellen zu erschließen.

Im Zusammenhang mit Überkapazität an Mähdreschern ist aber im Gegenzug die Erntesicherheit zu bedenken. Bei erschwerten Erntebedingungen wie Lager oder häufigere Schlechtwettertage als angenommen dient eine geringe Überkapazität als Sicherheitspuffer. Bei optimalen Erntebedingungen können die täglichen Erntezeiten eventuell auf die besten Druschstunden reduziert werden.

Unter diesem Aspekt ist auch die Vorzüglichkeit von Szenario 3 gegenüber Szenario 2 zu bewerten. Bei unerwartet schlechten Erntebedingungen kann es günstiger sein, eine gewisse Überkapazität für jeden Betrieb zu haben, da kurzfristig vor der Ernte abgeschlossene Lohndruschverträge oft wesentlich teurer sind, als die in der Berechnung angenommenen Kosten.

Tabelle 7.22: Mögliche Freisetzung von Mähdruschkapazität nach der Leistungsoptimierung

Betrieb	Erntemenge des Betriebes [t]	Kapazität der eigenen Maschinen [t]	Freie Kapazität [t] nach Optimierung
1.1	25.272	18.900	-6.372
1.2	17.641	18.900	1.259
1.3	14.285	13.250	-1.035
1.4	18.416	18.900	484
1.5	18.334	18.900	566
2.1	18.514	18.900	386
2.2	34.774	32.125	-2.649
2.3	24.857	26.500	1.643

7.6 Nutzwirkungen von ODOKUS

Aufgrund fehlender Marktpreise für das System ODOKUS wurde keine Kosten-Nutzen-Analyse durchgeführt. Die wesentlichen Nutzwirkungen, die durch den Einsatz des Systems erreicht werden können, sollen dennoch im Folgenden - ohne sie im Detail zu quantifizieren - beschrieben werden.

Das Datenerfassungssystem ODOKUS, welches vorwiegend auf Traktoren und Dünge-/Pflanzenschutztechnik eingesetzt wurde, kann im untersuchten Unternehmen keine substitutiven Nutzwirkungen hervorrufen. Da die genannten Arbeiten ausschließlich mit eigener Technik ausgeführt werden, entfällt der Nutzwert „Verringerung des Anteil an Lohndienstleistungen“.

Die Reduzierung der Standzeiten sowie die Steigerung der Produktivität kann zu einem Nutzen führen, der sich in einer besseren Bestandesentwicklung widerspiegelt, wenn die optimalen Zeiträume für die Ausführung der Arbeitsgänge eingehalten wurden. Dieser Effekt kann jedoch schwer quantifiziert werden und insbesondere von den Folgen des Wetters stark überlagert werden.

Eventuell kann auch die bewirtschaftete Fläche mit bestehendem Maschinenpark noch weiter ausgedehnt werden, was wie bei den Erntemaschinen zu einer besseren Auslastung und damit zu einer Senkung der Fixkosten führt.

Die Ergebnisse der tatsächlichen bzw. potenziellen Leistungen können auch für Planungsrechnungen für die zur Produktion notwendige Maschinenausstattung bei weiterer Flächenausdehnung herangezogen werden.

Für das hier vorgestellte Beispiel ist es zunächst notwendig, die Ursachen für die hohen Standzeiten der Betriebe festzustellen. Hinsichtlich der Produktivität sollte die maximale Saatgeschwindigkeit, mit der noch eine optimale Arbeitsqualität erreicht wird, bestimmt und dann auf allen Betrieben eingehalten werden.

Im Gegensatz zu Telematics wäre mit ODOKUS der Ersatz der handschriftlichen Dokumentation denkbar, wenn alle Einheiten an Landtechnik mit den entsprechenden Datenerfassungsgeräten ausgestattet würden.

Die Lohnkosten einer Zählerin liegen bei durchschnittlich 10.000 - 12.000 Rubel je Monat (285 - 340 Euro/Monat). Würde eine solche Arbeitskraft durch ein umfassendes Dokumentationssystem für alle Maschinen ersetzt werden, läge das jährliche

Einsparpotenzial für eine Arbeitskraft bei 120.000 - 144.000 Rubel (3.428 - 4.114 €). Für 17 Betriebe könnten ca. 2.380.000 Rubel (68.000 €) eingespart werden.

Die exakte und schlagbezogene Dokumentation der ausgeführten Arbeiten kann bei entsprechender Pflege der Datenbank und Eingabe der fehlenden Informationen (Sorten, Dünge- und Pflanzenschutzmittel, Wetterdaten) zu einer Basis für angepasste Bewirtschaftungsstrategien werden.

Ein weiterer denkbarer Nutzen sind Einsparungen an Kraftstoff durch effiziente Fahrweise. Die ebenfalls im Zusammenhang mit Telematics erwähnte Kontrolle, dass keine Fremdschläge bearbeitet wurden kommt auch für dieses Dokumentationssystem zum Tragen, kann aber ebenso wenig quantifiziert werden.

8 Diskussion

In der vorliegenden Arbeit werden der praktische Einsatz und die Implementierung GPS-gestützter, vollautomatischer Datenerfassungssysteme auf Betrieben russischer Agrarholdings zur Kontrolle und Analyse der Arbeitsprozesse beschrieben. Aufgrund der erfassten Daten werden quantitative Analysen der Leistungssteigerungen ermittelt und eine Kosten-Nutzen-Analyse durchgeführt.

8.1 Ergebnisse der Auswertungen - Berichtswesen, Betriebsvergleiche

In Kapitel 3.1.3 wurde auf die Bedeutung des Berichtswesens zur Nutzung von Information als Instrument zur Kontrolle und Steuerung hingewiesen. Das integrierte Berichtswesen der eingesetzten Systeme sollte daher auch insbesondere hinsichtlich der Anpassung an die besondere Unternehmensform bewertet werden.

Die Aktualität der Daten war bei beiden Systemen durch die Datenübertragung über GPRS sehr hoch. Durch die Verfügbarkeit der Informationen in Echtzeit ist die Möglichkeit gegeben, kurzfristig auf Fehlentwicklungen zu reagieren und sofort einen Nutzen aus dem Informationssystem zu ziehen.

Aufgrund der Defizite der in den Informationssystemen integrierten Analyse- und Berichtsmöglichkeiten - was sich insbesondere bei der großen Anzahl an Erntemaschinen negativ auf die zeitnahe Datenauswertung auswirkte - war zum Zeitpunkt der Erstellung der vorliegenden Arbeit die kurzfristige Nutzung dieser Informationen nur stark eingeschränkt möglich.

Ein weiterer Grund für die mangelhafte zeitnahe Reaktion auf die aufgedeckten Schwachstellen in der Produktion noch während der Saison 2008 liegt darin, dass dieser Zeitraum die Implementierungsphase war und auf Anwenderseite noch nicht die notwendige Erfahrung und personelle Kapazität zur effizienten Verarbeitung der großen Datenmengen vorhanden war.

Ein an die Besonderheiten großer Maschinenflotten angepasstes Berichtswesen könnte hier Abhilfe schaffen. Die Weiterverarbeitung der Daten nach manueller Übernahme in ein Tabellenkalkulationsprogramm führt zu zusätzlichen manuellen Schritten und einer dezentralen Datenspeicherung. Daher ist die Integration eines Berichtswesens und die Schaffung einer Schnittstelle zu einem System, mit dem die für das Unternehmen individuell benötigten Berichte erstellt werden können, eine Bedingung für die nachhaltige Einführung und Nutzung des Systems.

8.1.1 Erntemaschinen

Die Ergebnisse der Arbeit mit dem System Claas-Telematics zeigten, dass mit den Auswertungsinstrumenten des Informationssystems kein angepasstes Reporting für eine Maschinenflotte vorgestellter Größe und Struktur erstellt werden kann. Es steht zwar eine große Menge an Detailinformationen zur Verfügung, die notwendige Verdichtung der Informationen für höhere Managementebenen war mit den zur Verfügung gestellten Analyseinstrumenten jedoch nicht möglich. So fehlten z. B. Gruppenvergleiche, Kampagneauswertungen und Abweichungsanalysen.

Im Rahmen der Arbeit wurden Berichtsformate erstellt und in der Praxis eingesetzt, die zur weiteren Entwicklung solcher Systeme herangezogen werden können. Die Berichte enthalten die wichtigsten produktivitätsbestimmenden Faktoren und berücksichtigen die organisatorische und hierarchische Gliederung des Unternehmens.

Durch die Nutzung des Systems in Form der entwickelten Reportingformate wurde eine Vielzahl wertvoller Informationen über den Maschineneinsatz gewonnen. Zunächst konnten die tatsächlichen Leistungen sowie das Leistungspotential ermittelt werden. Durch Internes Benchmarking wurden dann die erfolgreichen und die weniger erfolgreichen Betriebe identifiziert. Die individuellen Schwachstellen jedes Betriebes wurden erarbeitet und können in den Folgejahren dazu genutzt werden, gezielt an der Behebung der Probleme zu arbeiten.

Eine derart detaillierte und umfangreiche Datenerfassung und -analyse der räumlich weit voneinander entfernten Maschinen wäre ohne automatische Datenerfassung nicht denkbar. Die Auswertungen der Einsatzdaten der Mähdrescher zeigten ein sehr hohes Verbesserungspotenzial, das im Wesentlichen zwei Bereichen zugewiesen werden kann: der Standzeitminimierung sowie der Steigerung der Produktivität.

Der Vergleich mit weiteren Untersuchungen zur Effizienz des Einsatzes von Mähdreschern ergab, dass die Ergebnisse in einer Größenordnung liegen, die auch in anderen Arbeiten festgestellt wurde. So ist bekannt, dass die Leistung eines Mähdreschers bei Einsatz eines Überladewagens um 10 - 15% gesteigert wird und dass durch Nebenzeiten wie Abtanken, Wenden sowie durch Wege- und Rüstzeit bis zur Hälfte der zur Verfügung stehenden Zeit verloren geht (HASERT et al., 2003; BÖTTINGER, 1997; BÖTTINGER, 2004).

So können die im untersuchten Unternehmen häufig auftretenden Standzeiten während der Erholungspausen der Fahrer durch einen Auswechselfahrer, der während dieser Zeiten die Maschinen bedient, vermieden werden (BÖTTINGER, 1997; FEIFFER et al., 2005).

Nach RADEMACHER (2008) können die Feldeffizienzen von Landmaschinen „etwa um 30 % variieren. Eine Reduktion der Feldeffizienz um diesen Betrag hat bei der Druschfruchternte mit einer Großmaschine [...] eine Zunahme der Erntekosten um 40 €³¹ pro Hektar zufolge“.

Laut NACKE (2006) kann die „technisch installierte Maschinenleistung [...] nur ausgeschöpft werden, wenn der Fahrerhebel konstant bis an das 100 % Leistungsniveau herangeschoben wird. Selbst Spitzenfahrern dürften das über 8 oder sogar 10 Stunden mehrere Tage nacheinander kaum gelingen.“ Bei Datenauswertungen von Maschinen des Typs Lexion 580 schwankten die Durchsätze von 26 t/h bis zu über 40 t/h, mit einem Mittelwert von 32 t/h. Als durchschnittlichen Kraftstoffverbrauch je Tonne gibt NACKE (2006) 1,6 bis 2,6 l/t an.

Auch FEIFFER et al. (2005, S. 243) konnten „feststellen, dass zwischen den einzelnen Fahrern auch bei guter Kenntnis [...] Unterschiede in der Leistungsausschöpfung von 20 % auftraten“.

WIESEHOFF und SORIANO (2006) untersuchten die Auswirkung von Systemen zur automatischen Durchsatzregelung auf die Leistungssteigerung beim Mähdrusch. Selbst bei einem geübten Fahrer konnten sie eine Steigerung des Durchsatzes von 8 % beim Einsatz der automatischen Durchsatzregelung feststellen.

Dennoch lässt sich anführen, dass zur Aufdeckung der größten Schwachstellen in den russischen Unternehmen, wie Wartezeiten auf Transportfahrzeuge, Abtanken im Stand und Pausenzeiten kein hoch spezialisiertes Dokumentationssystem nötig wäre.

So würde ein eigenverantwortlicher Betriebsleiter bereits bei regelmäßigen Feldbesuchen z. B. zu hohe Standzeiten sowie deren Ursachen erkennen und Gegenmaßnahmen ergreifen. Erst vor dem Hintergrund der Unternehmensform und Betriebsstrukturen sowie auch der Mentalität der Bevölkerung (Abschnitt 8.2) wird die Notwendigkeit dieser Systeme deutlich.

³¹ Diese Zahl gilt für deutsche Betriebe

Da mangels Verfügbarkeit von Vergleichsdaten anderer Unternehmen in der Region nur ein internes Benchmarking durchgeführt werden konnte, kann nicht davon ausgegangen werden, dass die intern definierte Benchmark („best in house practice“) nicht noch steigerbar ist.

„Prozesse, die bei allen Organisationseinheiten des eigenen Unternehmens ineffizient sind, werden beim Fehlen von Ergebnissen von Konkurrenten eventuell nicht als Probleme identifiziert.“ (FORMANAGERS, 2009).

Der Vergleich mit Ergebnissen westeuropäischer Betriebe ist ebenfalls nur bedingt möglich, da die hier verfügbaren Daten entweder unter klein strukturierten Bedingungen erhoben wurden bzw. von anderen Unternehmensformen, wie z. B. Lohnunternehmen stammen.

HIRSCHAUER (2001, S. 328) führte außerdem an, dass zu prüfen ist welche „Benchmarkingaktivitäten bei der geringen Größe landwirtschaftlicher Unternehmen auf einzelbetrieblicher Ebene tatsächlich wirtschaftlich sind.“ Durch die Größe der Agrarholdings sowie die relativ einfache und kostengünstige Bereitstellung der notwendigen Datengrundlage mit Hilfe der automatischen Prozessdatenerfassung ist diese Aussage für die untersuchte Unternehmensform nicht zutreffend.

Die Bestimmung der Gründe für Standzeiten ist aus den Prozessdaten nur bedingt möglich. Da nur eindeutig zuordenbare Standzeiten ausgewertet wurden, wurden die vermeidbaren Standzeiten in den vorliegenden Ergebnissen eher unterschätzt als zu hoch angesetzt. Dasselbe gilt für die Produktivität - zwar kann davon ausgegangen werden, dass bei ähnlichen Erntebedingungen auf allen Betrieben die Leistung des Benchmark-Betriebes hätte erzielt werden können. Inwieweit diese Benchmark aber noch steigerbar ist, kann aufgrund der Datenbasis dieser Arbeit nicht ermittelt werden.

Außer Acht gelassen wurde in diesen Betrachtungen außerdem die Qualität des Druschgutes. Daher sollte in einem weiteren Schritt die Datenerfassung insbesondere beim Mähdrusch mit visuellen Bonituren der Sauberkeit des Druschgutes, des Bruchkornanteils sowie der Druschverluste ergänzt werden.

Die bisherigen Untersuchungen beschränkten sich ausschließlich auf Größen, die im Mähdrescher gemessen werden können.

8.1.2 Offenes Dokumentationssystem - ODOKUS

Das System ODOKUS verfügt durch die Vielzahl an Filter- und Gruppierungsmöglichkeiten über bedeutend flexiblere Möglichkeiten der Berichterstellung. Zur Datenverarbeitung muss aber vermutlich ein ebenso hoher Personalaufwand wie bei Claas-Telematics veranschlagt werden. Plausibilitätsprüfungen sind durchzuführen, v. a. für die Veränderung des Anbaugerätes, wenn kein IMI vorhanden ist. Die Berichte sind zwar sehr detailliert filter- und gruppierbar, jedoch werden nicht alle Durchschnittswerte gebildet, die nötig sind. Der Aufbau des Berichtes ist hinsichtlich der enthaltenen Produktivitätsparameter zu unflexibel. Daher wurden auch während der Arbeit mit dem System ODOKUS die Management-Berichte mit Hilfe eines Tabellenkalkulationsprogramms erstellt.

Auch in diesem System musste die theoretisch mögliche Arbeitszeit bestimmt werden, bevor die Analyse der Arbeitszeiteffizienz erfolgen konnte.

Durch die Nutzung des Systems ODOKUS konnten große Unterschiede in der Leistung der Maschinen verschiedener Betriebe nachgewiesen werden. Ebenso wie beim Mähdrusch sind Standzeiten und unterschiedliche Fahrgeschwindigkeiten die wesentlichen produktivitätslimitierenden Faktoren.

Eine transparente Aufschlüsselung der Arbeitszeit von Traktoren ist schwieriger als die selbst fahrender Erntemaschinen, da Signalprofile nicht so eindeutig definiert sind (RADEMACHER, 2008).

Eine Verbesserung der Betriebszeitanalyse wäre durch Aufnahme des Signals von Füllstandssensoren im Korntank der Sämaschine, im Düngerstreuer oder im Wassertank der Pflanzenschutzspritze denkbar. So wären z. B. die Standzeiten zur Befüllung bestimmbar. Pausen zum Betanken der Maschinen könnten über den Füllstand des Kraftstofftankes ermittelt werden.

Eine Analyse der Wasser- und Saatgutlogistik kann mit zusätzlichen Datenaufzeichnungsgeräten auf den Transportfahrzeugen realisiert werden.

Beide Systeme bieten für die Arbeitszeit eine sehr transparente und hoch aufgelöste Darstellung des Maschineneinsatzes. Ein großes Problem ist jedoch, dass die Zeit, in der die Maschine nicht eingesetzt wird, sich demgegenüber als ein „schwarzes Loch“ darstellt. Um die Effizienz bzw. die hauptsächlichen Probleme umfassender bewerten zu können, sollten neben der automatischen Datenerfassung des Maschineneinsatz-

zes die Gründe für Standzeiten aus technischen Gründen, mangelnder Ersatzteilversorgung oder ungünstiger Wetterbedingungen parallel sehr detailliert notiert werden. Das würde bei beiden Systemen dazu führen, dass zwar einerseits Arbeitskräfte durch EDV ersetzt werden könnten, da die Dokumentation automatisch geschieht. Andererseits entstehen aber durch neue Anforderungen, die wiederum noch nicht automatisiert erfüllt werden können, auch wieder neue Aufgaben, für die Arbeitskräfte benötigt werden.

8.2 Implementierung und Akzeptanz

In Kapitel 4 wurde dargestellt, dass das bisherige Informationssystem vorwiegend durch die Buchführung geprägt wird. Dieses Ergebnis deckt sich auch mit jenem von ZIMMERMANN (2007), der ebenfalls die Bedeutung der Buchhaltung als Informationsquelle in den russischen Betrieben hervorhob. Das Kennzeichen der Buchführung ist die Ausgeglichenheit von Soll und Haben. Bei der Durchführung der Produktionsdokumentation innerhalb einer Buchführungssoftware, wie es aktuell in den russischen Betrieben übliche Praxis ist, werden die Produktionsdaten immer so angepasst werden, dass Soll und Haben (Einkauf und Verbrauch) aufgeht, insbesondere beim Kraftstoffverbrauch.

Diese Ausgangssituation beeinflusst die Akzeptanz eines Datenerfassungssystems, das per se immer „Ungenauigkeiten“ bzw. Abweichungen zu den traditionellen Informationsquellen aufweisen wird, stark. Es herrscht insbesondere auf Betriebsebene ein Misstrauen gegenüber der Datenzuverlässigkeit, da die Werte eben „nicht aufgehen“ und im Vergleich mit der manuellen Primärdokumentation, die seit Jahrzehnten die betrieblichen Aufzeichnungen beherrscht, immer Abweichungen zu finden sind.

Auch die durch die Mentalität bedingte mangelnde Selbständigkeit und Eigenverantwortlichkeit können dazu verleiten, Fehlentwicklungen lieber zu übersehen als die Verantwortung für die Veränderung zu übernehmen.

Ausgehend von der Bandbreite verfügbarer Daten können Systeme dieser Art Informationen für Mitarbeiter mit sehr unterschiedlichen Aufgaben bereitstellen.

- Wartezeiten auf Transportfahrzeuge und Erntemenge je Tag bzw. je Stunde stellen wichtige Informationen für die Logistikabteilung dar

- Sonstige Standzeiten und Gesamteinsatzkennzahlen liefern der Abteilung für Technik wichtige Hinweise für fällige Wartungen und technische Probleme an den Maschinen. Auch Wartungs- und Fehlermeldungen werden übertragen und sind immer auf dem aktuellsten Stand.
- Die Abteilung für Produktion benötigt Kenndaten über Erträge (Ernte), Produktivitäten und Tagesleistungen.

Aus oben genannten Gründen war die Akzeptanz des Systems auf den unteren und mittleren Managementebenen, die den größten Einfluss auf das operative Tagesgeschäft nehmen können, stark eingeschränkt. Andererseits kann auch eine geringe Gewöhnung an die Arbeit mit einem PC, die bei vielen lokalen Führungskräften auf Betriebsebene noch anzutreffen ist, eine Ursache sein.

Des Weiteren ist zu bedenken, dass Claas-Telematics ausschließlich online nutzbar ist. Vor allem in ländlichen Gegenden Russlands ist ein Internetzugang noch nicht überall verbreitet. Selbst wenn ein Internetzugang verfügbar ist, ist oftmals die Verbindungsgeschwindigkeit und dadurch auch die Nutzbarkeit eines Online-Systems stark limitiert.

Informationssysteme, die zu Beginn der Arbeit als sozio-technisches Mensch-Maschine System definiert wurden, sind maßgeblich auf die Mitarbeiter, deren Rückschlüsse aus der gewonnenen Information und die aktive Gegensteuerung bei Fehlentwicklungen angewiesen.

Ein Informationssystem leistet immer nur so viel, wie die Mitarbeiter, die mit ihm arbeiten. Daher müssen Mitarbeiter durch gezielte Maßnahmen geschult und motiviert werden (PIETSCH, 2003, S. 42).

8.3 Kosten-Nutzen-Abschätzung

Die Gesamtkosten für den Einsatz des Systems Claas-Telematics wurden am Beispiel des untersuchten Unternehmens ermittelt. Einen erheblichen Anteil an den Kosten haben die Personalkosten. Das steht in direktem Zusammenhang mit dem bisher kaum entwickelten Berichtswesen innerhalb des Informationssystems sowie der Notwendigkeit der zeitnahen Informationsaufbereitung. Bei einer zu erwartenden Anpassung des automatischen Berichtswesens könnte sich der Anteil dieser Kosten in Zukunft verringern.

Mit einer hohen Personalintensität ist jedoch während der gesamten Einsatzdauer des Systems zu rechnen, da bei der in Russland üblichen starken Fluktuation des Personals nicht davon ausgegangen werden kann, dass Prozesse einmalig innerhalb eines definierten Zeitraumes optimiert werden und bleiben. Eine ständige Kontrolle und Gegensteuerung zur Aufrechterhaltung der erzielten Verbesserungen ist notwendig.

Da Information zwar eine immaterielle, jedoch aber keine kostenlose Ressource ist (WITTE, 1972, S. 64 bei KRUMHOLTZ, 2005, S.17), ist bei jedem Informationssystem die Wirtschaftlichkeit der Datenerhebung und -verarbeitung zu prüfen. In der vorliegenden Arbeit wurde dies am Beispiel der Optimierung des Ernteprozesses ermittelt.

Der monetäre Nettonutzen, der sich aus dem Einsatz des Informationssystems Claas-Telematics für das Unternehmen ergeben kann, ist stark positiv. Ein Grund dafür ist die Tatsache, dass für die Ernte ein großer Anteil an Lohndienstleistung eingesetzt wird, der durch die höhere Leistung der eigenen Maschinen zu einem günstigeren Preis substituiert werden kann.

Die detaillierten Maschinendaten erlauben die Auswertung zahlreicher Parameter. Die Vielfalt an Daten ermöglicht eine tiefgehende Analyse und daher auch vielfältige Nutzwirkungen.

Auffällig ist der starke Unterschied der Erntekosten der Betriebe in den optimierten Varianten. Dies ist meist auf betriebsspezifische Bedingungen zurückzuführen, wie z. B. die Gesamterntefläche und der daraus resultierende Anteil an Lohndrusch, das Vorhandensein von Überladetechnik, das Anbauverhältnis der verschiedenen Kulturen, das die mittlere Flächenproduktivität beeinflusst.

AMIAMA et al. (2008) stellten ein System zur automatischen Datenerfassung auf Feldhäckslern in Spanien vor. Sie ermittelten ein Einsparpotential von jährlich 1092 € für eine Flotte von fünf Maschinen. Dieser Wert liegt deutlich unter dem in der vorliegenden Arbeit ermittelten Nutzen für das Informationssystem für Mähdrescher. Jedoch betrachteten AMIAMA et al. hier ausschließlich Einsparungen durch den Wegfall der manuellen Dokumentation sowie Rechnungs- und Berichtserstellung. Ökonomische Effekte durch Leistungssteigerung oder eine bessere Auslastung wurden von den Autoren nicht berücksichtigt.

Die Realisierung des theoretisch erreichbaren Nutzens hängt jedoch stark von der Motivation und Eigenverantwortlichkeit der Mitarbeiter auf den Betrieben ab. In den Ländern der ehemaligen Sowjetunion sind diese Faktoren durch die jahrzehntelange Planwirtschaft wenig ausgeprägt. Dies ist ein weiterer Grund, weswegen für das Management von Agrarholdings in Russland automatische Dokumentations- und -kontrollsysteme eine so große Bedeutung haben. Der entscheidende Vorteil dieser Systeme liegt darin, dass eine große Anzahl an Maschinen, die räumlich weit voneinander entfernt liegen, gleichzeitig durch wenige Personen überwacht werden können. Die Prozessdaten liefern ein objektives Bild der tatsächlichen Situation und dienen als Beleg sowohl für gute als auch schlechte Leistungen.

Solch ein System ausschließlich als Kontrollsystem zu bezeichnen wäre falsch. So zeigt das Beispiel der Arbeitszeitaufzeichnungen eines Betriebes (Abschnitt 7.4.3.4), dass die betrieblichen Aufzeichnungen stark von der tatsächlich geleisteten Arbeitszeit abweichen, und auch bei Fahrzeiten der Erntemaschinen eines Betriebes, die nahezu identisch sein sollten, große Unterschiede zwischen den Maschinen festzustellen waren. Bei einer stundenbasierten Lohnabrechnung werden so einige Fahrer gegenüber den anderen übervorteilt. Automatische Datenerfassung kann in diesem Fall als Abrechnungsgrundlage herangezogen werden.

Insbesondere in Russland wichtige Aspekte, wie die Verhinderung oder Aufdeckung des Diebstahls von Getreide oder Kraftstoff durch Ertragskartierung bzw. Kraftstoffverbrauchsmessung ist mit automatischer Datenerfassung kaum zu realisieren. Hier haben die Messungenauigkeiten der Systeme bzw. der Einsatz unterschiedlicher Messsysteme einen zu großen Einfluss. Der Nachweis der Entwendung von Betriebsmitteln bzw. Erntegut müsste zudem in Echtzeit erfolgen.

Der strategische Aspekt dieses Nutzens ist darin zu sehen, dass mit Hilfe von Telematics eindeutig identifiziert werden kann, wo die Schwachstellen liegen und diese so zielgerichtet eliminiert werden können. Im Vergleich zu Mitbewerbern ohne den Einsatz dieser Technologie wird somit ein strategischer Vorteil geschaffen.

„In jedem Unternehmen und auch gerade in landwirtschaftlichen Unternehmen, die sich dem schon beschriebenen schwierigen Umfeld ausgesetzt sehen, kommt dem Begriff der Prozessoptimierung zum Zwecke der Kostensenkung enorme Bedeutung

zu. In diesem Fall muss die Wertschöpfung nicht allein über eine (nur begrenzt mögliche) Umsatzsteigerung erfolgen, sondern vor allem durch einen kostenoptimierten Faktoreinsatz erzielt werden.“ [...] „Die Crux dabei ist aber, dass zu einer effektiven Fehlerverhütung auch gewisse Aufwendungen zu betreiben sind, die dem Ziel einer generellen Kostensenkung zunächst kontraproduktiv gegenüber stehen.“ (JÜRGENS, 1997, S. 212)

8.4 Datenqualität

Die Genauigkeit der erhobenen Daten wird durch eine Reihe nicht vollständig beeinflussbarer Faktoren bestimmt. Insbesondere betrifft das die Flächenermittlung, die Ertragsermittlung und bestimmte Parameter, die vom Fahrer eingestellt werden müssen (beim Mähdrescher die Uhrzeit sowie die Fruchtart).

Der Vergleich der Erntemengen von Bordcomputer und betrieblichen Aufzeichnungen wies große Unterschiede auf. Wodurch diese hervorgerufen wurden kann nicht belegt werden. Mögliche Ursachen sind Ungenauigkeit des Ertragsmesssystems, Fehler in der Datenzuordnung der gewogenen Erntemengen im Wiegehaus und auch Entwendung.

Ebenso wird die Bestimmung des Kraftstoffverbrauchs von der getankten Flüssigkeitsmenge abweichen, da der Tankwagen und die Bordelektronik der Landmaschinen verschiedene Bestimmungsverfahren zugrunde legen.

Im Gegensatz zu den Abweichungen, die bei der manuellen Dokumentation auftreten, sind jedoch die bei der automatischen Dokumentation auftretenden Messabweichungen sowohl relativ als auch in ihrer Richtung besser einschätzbar und geringeren Schwankungen unterworfen.

Es ist notwendig, die eingehenden Daten regelmäßig einer Plausibilitätskontrolle zu unterziehen, um ggf. Fehleinstellungen zu korrigieren.

Bei der Analyse der Prozessdaten sowie bei der Verwendung der ermittelten Kennzahlen als Planungsgrundlage sollte auch immer bestimmt werden, in welchem Bereich sich die Abweichungen bewegen können und dieser Faktor entsprechend berücksichtigt werden. Unter diesen Voraussetzungen liefern die Prozessdaten auch eine wertvolle Grundlage für betriebliche Planungsrechnungen.

8.5 Integration in ein Unternehmens-Informationssystem und vollständige Automatisierung der Dokumentation

Zum aktuellen Zeitpunkt stehen die beiden eingesetzten Informationssysteme innerhalb des Unternehmens noch isoliert da. Insbesondere Claas-Telematics stellt eine Insellösung dar. Claas-Telematics ist ein speziell auf Claas-Erntemaschinen angepasstes System, das eine sehr große Bandbreite an Daten liefert. Es besteht jedoch keine Möglichkeit dieses Datenerfassungssystem auch auf andere Maschinen und Fabrikate anzuwenden. Eine lückenlose Dokumentation kann nicht realisiert werden. Als Schnittstelle zur Betriebsmanagementsoftware stehen die Ertragsdaten im Claas / agrocom proprietären Datenformat *.aft zur Verfügung, die in Schlagkarteien verschiedener Hersteller importiert werden können. Durch die im *.csv-Format zur Verfügung stehenden Leistungsdaten besteht eine weitere Möglichkeit, eine Anbindung an im Unternehmen eingesetzte Softwarelösungen zu schaffen.

Als Beispiel zur weiteren Integration betrieblicher Informationssysteme unter Einbeziehung GPS-basierter Datenerfassung kann das von AUGSBURGER (2002) entwickelte System SiSCA dienen, mit dem automatisch erfasste Prozessdaten in eine Kosten-Leistungs-Rechnung integriert werden.

Durch die maschinenherstellerunabhängige Hardware eignet sich das System ODOKUS eher zur umfassenden Dokumentation. Mit den vielfältigen Optionen der Berichterstattung und der Möglichkeit der Datenzuordnung zu Produktionseinheiten (=Schlägen) bildet es eine bessere Voraussetzung für die Schaffung definierter Schnittstellen und somit der Anbindung an weitere Informationssysteme.

Die Datenaufzeichnung im ISOBUS-Standard nach der Norm ISO 11783 ist eine weitere wichtige Voraussetzung zur Öffnung der Datenformate und Anbindung an verschiedene Programme. In diesem Zusammenhang ist auch der Standard agroXML zu nennen, der eine standardisierte Datenschnittstelle für den Datenaustausch zwischen verschiedenen Softwarelösungen im Agrarbereich definiert (DOLUSCHITZ et. al, 2005) und eine weitere Grundlage zur Integration der verschiedenen Systeme bilden kann.

Zur lückenlosen Dokumentation und Analyse wäre es notwendig, jede Maschine, die auf den Flächen im Einsatz ist, mit GPS-Datenloggern auszurüsten. Da insbesondere während der Ernte verstärkt Lohndienstleistungen für Drusch und Transport in An-

spruch genommen werden, ist eine lückenlose Automatisierung der Dokumentation noch nicht realisierbar.

Auch wichtige Zusatzinformationen wie die ausgesäte Sorte sowie die eingesetzten Dünge- und Pflanzenschutzmittel können nicht automatisiert erfasst werden.

Eine Anbaugeräteerkennung mit einem IMI ist vielversprechend, wurde aber in den vorliegenden Ergebnissen nicht eingesetzt. HACKFORT und ROTHMUND (2007) stellten in diesem Zusammenhang als Alternative eine RFID-Erkennung von Anbaugeräten vor.

STEINBERGER et al. (2005) schlugen vor, einen Pocket-PC mit dem Task-Controller auf der Maschine zu verbinden, und so die Prozessdaten um die notwendigen Zusatzinformationen zu ergänzen. Dies bedeutet aber wieder eine vermehrte Interaktion mit dem Fahrer, die in Russland unerwünscht ist.

9 Zusammenfassung

In der russischen Föderation blieb der Agrarsektor nach dem Zerfall der Sowjetunion durch Großbetriebe geprägt. Durch die zunehmende Gründung von Agrarholdings seit 1998 wird dieser Trend noch verstärkt. Agrarholdings charakterisieren sich dadurch, dass sie oft mehrere Hunderttausend Hektar Land auf mehreren Betrieben in weit voneinander entfernt liegenden Regionen bewirtschaften. Die Investoren stammen aus den vor- und nachgelagerten Bereichen sowie aus branchenfremden Bereichen. Auch der Anteil ausländischer Investoren nahm in den letzten Jahren zu.

Geführt werden diese Unternehmen von einer Zentrale in Moskau, in der alle wichtigen Unternehmensprozesse wie Einkauf, Vermarktung und Produktionsplanung zentralisiert durchgeführt werden. Zur effizienten Führung von Unternehmen dieser Größenordnung sind Informationssysteme zur Entscheidungsvorbereitung und -unterstützung unerlässlich. Managementinformationssysteme, wie sie für industrielle Betriebe entwickelt wurden, sind für den landwirtschaftlichen Bereich nur bedingt verfügbar. Hinzu kommt, dass eine effiziente Datenverarbeitung nur zusammen mit einer exakten Datenerfassung sinnvoll ist. Zur zuverlässigen sowie exakten und hoch aufgelösten Erfassung von Produktionsdaten in der Landwirtschaft bietet sich die automatische Prozessdatenerfassung an. Mit Einsatz dieser Technologie können Maschineneinsatzdaten detailliert und fehlerfrei erfasst und durch Anbindung eines GPS-Empfängers in einen räumlichen und zeitlichen Bezug gesetzt werden. In Kombination mit drahtlosen Datenübertragungsverfahren mit großer Reichweite bietet sich für Großbetriebe eine einzigartige Möglichkeit zur Echtzeitkontrolle des Maschineneinsatzes.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde in zwei Agrarholdings, die in der Zentralen Schwarzerderegion Russlands 70.000 ha bzw. 150.000 ha bewirtschaften, das aktuelle Informations- und Kommunikationssystem mit Schwerpunkt auf der Dokumentation der Arbeiten in der Außenwirtschaft analysiert. Zwei Systeme zur automatischen Datenerfassung wurden im praktischen Einsatz in einem der beiden Unternehmen bewertet.

Die Datenerhebung zum aktuellen Informationssystem in den beiden Unternehmen ergab, dass die in diesen Unternehmen eingesetzten Informations- und Kommunikationssysteme nicht den Anforderungen einer verlässlichen und zeitnahen Zurverfügungstellung von Analysen und Berichten entsprechen. Die Dokumentation der Arbeiten in der Außenwirtschaft erfolgt ausschließlich in Papierform und wird dann in

mehreren Schritten entweder manuell auf weiteren Formblättern oder in Tabellenkalkulationsprogrammen und in der Buchhaltungssoftware weiterverarbeitet. Dieses System der Datenerfassung ist stark fehleranfällig und leicht manipulierbar. Die notwendigen Informationen sind nicht zeitnah verfügbar, nicht den Informationsbedürfnissen der Empfänger entsprechend aufbereitet oder zu hoch aggregiert.

Zwei Systeme zur automatischen Erfassung der Maschineneinsatzdaten wurden in einer der beiden untersuchten Agrarholdings eingesetzt: Claas-Telematics auf 49 Mähdreschern des Typs LEXION 570 in 16 Betrieben sowie das herstellerunabhängige Datenerfassungssystem ODOKUS auf 3 Traktoren und 3 selbst fahrenden Pflanzenschutzspritzen auf drei Betrieben des gleichen Unternehmens.

Strategien zur Implementierung von Claas Telematics sowie das im Rahmen dieser Arbeit entwickelte und speziell an die Unternehmensstruktur angepasste Berichtswesen werden dargestellt. Die Erarbeitung eines speziellen Berichtswesens war notwendig, um die vom System bereitgestellten sehr detaillierten Einzelmaschinendaten zu aussagekräftigen Kennzahlen für die mittleren und hohen Managementebenen zu verdichten. Nach Beendigung der Ernte wurde eine umfassende Analyse der Saisonergebnisse durchgeführt. Die Schwachstellen innerhalb des Produktionsprozesses „Ernte“ wurden für jeden Betrieb individuell bestimmt. Die Auswertungen ergaben, dass auf allen Betrieben während der Ernte Standzeiten der Erntemaschinen von 1,5 bis 2 Std. je Tag zu verzeichnen waren, die bei besserer Organisation zu vermeiden gewesen wären. Die Leistung der Maschinen wäre unter sonst gleichen Bedingungen durch eine Optimierung der Logistik um 13 % zu steigern gewesen, durch Abtanken während der Fahrt um 10 % und durch die Vermeidung von Standzeiten während der Erholungspausen um weitere 7 %. Auch konnte nachgewiesen werden, dass die installierte Maschinenleistung nur bei wenigen Maschinen ausgenutzt wurde. Der durchschnittliche Durchsatz aller Maschinen lag mit 18,7 t/h 30 % unterhalb des Bestwertes von 26,5 t/h, was eine weitere Ursache für die geringe durchschnittliche Saisonleistung der Maschinenflotte war. Durch internes Benchmarking wurden die jeweils besten Betriebe innerhalb des Unternehmens identifiziert.

Mit dem System ODOKUS wurde ebenfalls die Arbeitszeiteffizienz sowie die Leistung verschiedener Betriebe mit identischer Maschinenausstattung bewertet. Als herstellerunabhängiges System liefert ODOKUS keine vergleichbar detaillierten Maschinendaten wie Claas-Telematics. Durch die universelle Einsetzbarkeit und die

Anbindung an eine Schlagkartei lassen sich Kosten und Aufwand schlagbezogen zuzuordnen, wodurch eine lückenlose Dokumentation realisierbar wäre. Bei der Analyse der Einsatzeffizienz wurden auch hier große Unterschiede zwischen den Betrieben bei Standzeiten und Flächenleistungen sichtbar.

Zur Bestimmung der Wirtschaftlichkeit des Einsatzes eines automatischen Datenerfassungssystems für die untersuchte Unternehmensform wurde eine Vollkostenrechnung durchgeführt sowie der Nettonutzen auf Betriebs- und Unternehmensebene für die Nutzung des Systems Claas-Telematics in verschiedenen Szenarien ermittelt. Der durch Internes Benchmarking identifizierte beste Betrieb innerhalb des Unternehmens bestimmt in dieser Kalkulation die zu erreichenden Zielwerte der Maschinenleistung. Die monetär bewertbaren Nutzeffekte, wie Verringerung des Anteils an Lohndrusch, geringere Fixkostenbelastung durch höhere Maschinenauslastung sowie geringerer spezifischer Kraftstoffverbrauch können einen maximalen Nettonutzen von 4,83 €/t bzw. 1,56 Mio. € auf Unternehmensebene bewirken. Dies entspricht einer relativen Kosteneinsparung von 28 % der gesamten Erntekosten.

Innerhalb des Unternehmens stehen diese Systeme aufgrund fehlender Schnittstellen noch als Insellösungen dar. Hier ist für die Zukunft an eine Integration beider Systeme sowie die Schaffung einer definierten Schnittstelle zum wichtigsten Informationssystem im Unternehmen - der Buchführung - zu denken. Auch wurde deutlich, dass mit der Einführung dieser Systeme auch neue Informationsbedürfnisse für die Interpretation der gewonnenen Daten entstehen, um z. B. die Gründe für Standzeiten nachvollziehen und in Auswertungen berücksichtigen zu können.

Insbesondere für Betriebsformen wie Agrarholdings liefern die untersuchten Datenerfassungssysteme aber bereits heute wertvolle, aussagekräftige Daten zur Unterstützung von Managemententscheidungen. Eine positive wirtschaftliche Auswirkung des Einsatzes der Systeme ist bei Eliminierung der aufgedeckten Schwachstellen sicher.

10 Summary

After the breakdown of the Soviet Union the agricultural sector of Russia kept being dominated by large scale farms - the successors of the kolkhozes and sovkhozes. Due to the appearance of agroholdings since 1998 this trend towards large scale farming even increased.

A typical agroholding normally cultivates several hundred thousands of hectares on a set of numerous farms, scattered over different regions of Russia. The investors originate from the up- and downstream sectors of agriculture as well as from branches not related to agriculture. The share of foreign investments into the Russian agricultural sector increased during the last years.

These enterprises mostly have their head offices based in Moscow. Decisions regarding investments, purchase and sales as well as about production planning are centrally being made here. For an efficient management of enterprises of this size the use of information systems for decision support is indispensable. Management information systems for agriculture are less developed and have less functions than the ones developed for industrial enterprises.

Additionally, efficient data processing is reasonable only in combination with exact data acquisition. To realize accurate acquisition of highly resolved production data in agriculture automatic process data acquisition can be applied.

Automatic process data acquisition stores data of the machinery use very detailed and error-free and creates a reference to time and position for every dataset using GPS. In combination with wireless and long distance data transfer standards these data acquisition systems provide a unique possibility for real-time control of machinery use in large farms.

The data for this PhD-thesis have been collected in two agroholdings in the central black soil region of Russia. These enterprises cultivate 70.000 ha and 150.000 ha respectively. The actual information and communication routines for documentation of the field works in these agroholdings have been analyzed. Systems for automatic process data acquisition have been used and evaluated in one of the two companies. The results of the evaluation of the information systems presently implemented showed for both companies that they do not fulfill the demanded requirements for real-time availability of reliable analysis and reports. The primary documentation of field works is done exclusively on paper sheets. Further data are being processed either manually on additional paper documents or by the farms' accounting software

or by a spreadsheet software. This way of data acquisition and processing is highly susceptible to errors and easily to manipulate. Necessary information is often not available in time, not adapted to the information needs of the managers or too highly aggregated.

Two systems for automatic process data acquisition to collect machinery usage data have been used on farms belonging to one of the two agroholdings: Claas-Telematics on 49 combines of the type Lexion 570 on 16 farms and the machinery manufacturer independent data acquisition system ODOKUS on 3 tractors and 3 self-propelled sprayers on three farms of the same agroholding.

Strategies for implementation of Claas-Telematics which have been developed in the frame of this PhD-thesis as well as reports adapted to the needs within the specific structure of an agroholding are presented. It was necessary to create a special reporting system in order to aggregate the very detailed data that are provided by the system for every single machine, to a higher level and to present meaningful key figures to the middle and top management. After the harvest season a complete analysis of the data has been made. The weak points in the production process „harvest“ have been determined for every farm individually. The results showed that in average 1.5 - 2 hours of idle times occurred per day and machine, which could have been avoided by improved harvest organization. The productivity could have been increased by 13 % through improved logistics, by 10 % through unloading while threshing and by another 7 % by employing additional combine drivers, to keep the machinery running during the necessary recovery breaks. It could be proved that the maximum combining capacity has been used completely by only a few machines. The average wheat throughput of the combine fleet was 18,7 t/h, that is 30 % less than the maximum throughput of 26,5 t/h measured in the fleet. This was another reason contributing to the low seasonal output of the combine fleet. The best farms considering different factors influencing high harvest productivity were determined through internal benchmarking.

The data acquisition system ODOKUS has been used for determining the work efficiency as well as the productivity of different farms with identical machinery equipment. As ODOKUS is a machinery manufacturer independent system it does not deliver as detailed machinery data as Claas-Telematics. ODOKUS can be installed on machinery of any manufacturer and an interface to a FMIS is already realized. Thus it enables the user to perform automatized field specific data allocation and offers a

possibility for complete documentation of all work processes. The analysis of work efficiency showed big differences between the three farms regarding idle times as well as area productivity.

In order to determine of cost effectiveness of the use of automatic data acquisition systems in Russian agrohholdings the total costs of the system use as well as a Cost-Benefit analysis have been calculated for Claas-Telematics on farm and enterprise level. The farm that has been identified as „best farm“ through internal benchmarking set the target values for combining productivity in these calculations. The savings caused by reduction of the number of third party combines, lower fixed costs due to higher workload of the machines and lower specific fuel consumption could lead to a net benefit of harvest costs of 4,83 €/t or 1,56Mio. € on enterprise level. These numbers represent 28 % of the total harvest costs.

Within the company these systems are still isolated due to lack of interfaces to other information systems used in the company. The next step should be the integration of both systems as well as the creation of a defined interface to the most important information system in the company - the accounting system.

The implementation of both systems showed that additionally to the machine process data the need of accurate information about external conditions increases. E. g. weather and breakdown data are needed to allow correct interpretation of the data and to understand the different possible reasons for idle times.

In particular the management of companies like Russian agrohholdings can be provided with useful and meaningful information for decision support by the data acquisition systems considered. An economic benefit can be expected by eliminating the detected weak points in production that have been detected.

11 Literatur

AGRA-EUROPE, 30.10.2006: Die russische Landwirtschaft bietet gute Renditechancen. Ausgabe 44/06. Länderberichte S. 26

AGROINVEST (2009): <http://www.agroinvest.com>, Internetzugriff am 16.02.2009

ALTER, S. (1980): Decision Support Systems - Current Practice and Continuing Challenges. University of Southern California. Addison-Wesley Publishing Company. ISBN 0-201-00193-4.

AMIAMA, C., J. BUENO und C. J. ALVAREZ (2008): Design and field test of an automatic data acquisition system in a self-propelled forage harvester. Computers and Electronics in Agriculture. Vol. 61. pp. 192 - 200, Elsevier

AUERNHAMMER, H. und K. WILD (1995): GPS als Grundlage zur automatisierten Arbeitszeiterfassung bei Feldarbeiten. Agrartechnische Berichte 26, 10. Arbeitswissenschaftliches Seminar am 23. und 24. Oktober 1995, S. 155 - 165

AUERNHAMMER, H., M. DEMMEL und A. SPANGLER (2000): Automatic process data acquisition with GPS and LBS AgEng Warwick 2000, Warwick (UK), Paper Number 00-IT-005

AUERNHAMMER, H. (2001): Precision Farming -The environmental challenge. Computers and Electronics in Agriculture. Vol. 30. pp. 30 - 43. Elsevier

AUERNHAMMER, H. (2002): Prozesssteuerung und Prozessautomatisierung in der Pflanzenproduktion. in DOLUSCHITZ und SPILKE (2002) (Hrsg.): Agrarinformatik, S. 209 - 240. ISBN 3-8252-2230-6

AUGSBURGER, C. (2002): Konzeption und Implementierung eines Leistungs-Kosten-Rechnungsmodells zur Auswertung kleinräumiger Daten. Dissertation an der Technischen Universität München.

BALMANN, A. (2001): Funktionsbereiche des Managements - Organisation. in: ODENING und BOKELMANN (Hrsg.): Agrarmanagement Landwirtschaft Gartenbau. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart. S. 63 - 112. ISBN-3-8001-3895-6

BAUS, J. (2003): Controlling - Lehr- und Arbeitsbuch für die Fort- und Weiterbildung. 3. Auflage. Cornelsen Verlag Berlin. ISBN 3-464-48988-4

BÖTTINGER, S. (1997): Wirtschaftlicher Maschineneinsatz am Beispiel des Mähdreschers. Stand der Technik und neue Möglichkeiten. VDI/MEG-Kolloquium Landtechnik 28, Mähdrescher, Tagung Hohenheim, 17./18.03.1997, S. 111-120.

BÖTTINGER, S. (2004): Informationstechnologie und Elektronik zur Optimierung des Unternehmensmanagements - Stand der Technik und Ausblick. FAT-Schriftenreihe 59. Elektronik in der Landtechnik.

BORISENKO A. und A. SHURYGIN, (2005): Sovershenstvovanje sistemi ekonomitsheskoi informatii i primenenije sovremennich kompjuternich tehnologii w APK. Meshdunarodnij Selskochosjastwennij journal 3/2005, S. 20 - 24

BREUNIG, P. (2008): Die Herren des großen Geldes. DLG-Mitteilungen 1/2008. S. 70 - 73

BRUHN, I. (2000): Erhebung zu Reparaturkosten von Maschinen auf Großbetrieben, dargestellt für Traktoren und Mähdrescher. Dissertation an der Christian-Albrechts-Universität Kiel. VDI Forschungsbericht Agrartechnik 357.

BRYNJOLFSSON, E., und L. HITT (1996): Paradox Lost? Firm-Level Evidence on the Returns to Information Systems Spending. Management Science. 42 (4), S. 541 - 558

CHERKIZOVO GROUP (2009): <http://www.cherkizovo-group.ru>, Internetzugriff am 16.02.2009

VON CRAMON-TAUBADEL, S. und ZORYA, S. (2003): Russian Agriculture: Situation and Agenda. GLOROS Policy Paper.

CLAAS-TELEMATICS (2008): <http://www.claas-telematics.com>, Internetzugriffe im Jahr 2008 auf die Daten von 49 Maschinen des Typs Lexion 570 des Unternehmens 2

- DEMMELE, M. (K. A.): DLG-Merkblatt 303 - Ertragsermittlung im Mähdrescher. Ergänztes und überarbeitete Neuauflage. Herausgegeben von der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft.
<http://www.dlg.org>, Internetzugriff am 02.12.2008
- DLG-MITTEILUNGEN (2003): Software passend zu ihrem Typ. DLG-Mitteilungen 11/2003. S. 24 - 27.
- DOLUSCHITZ, R. (1997): Unternehmensführung in der Landwirtschaft. UTB Verlag. ISBN 3-8252-1977-1
- DOLUSCHITZ, R. (2002): Betriebszweig-, Betriebs- und Unternehmensebene der landwirtschaftlichen Primärproduktion in: DOLUSCHITZ, R. und J. SPILKE (HRSG.) (2002): Agrarinformatik. S. 266 - 320. Verlag Eugen Ulmer - UTB. ISBN 3-8252-2230-6
- DOLUSCHITZ, R., M. KUNISCH, T. JUNGBLUTH und C. EIDER (2005): agroXML - A standardized Data Format for Information Flow in Agriculture. EFITA/WCCA Joint Congress on IT in Agriculture. 25. - 28.07.2005. Portugal. pp. 439 - 443
- EXPERT (2009): Rating Expert 400. <http://www.expert.ru/ratings/2007>, Internetzugriff am 16.02.2009
- FEIFFER P., A. FEIFFER, W. KUTSCHENREITER und T. RADEMACHER (2005): Getreideernte - sauber, sicher, schnell. DLG-Verlag Frankfurt am Main. ISBN 3-7690-0652-6
- FORMANAGERS (2009): http://www.4managers.de/fileadmin/4managers/folien/Benchmarking_02.pdf, Internetzugriff am 08.01.2009
- FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT (2009): <http://www.benchmarking.fraunhofer.de/> Internetzugriff: 08.01.2009, 11:53 Uhr
- GOSKOMSTAT (2008): Statistikamt der Russischen Föderation - Abteilung Landwirtschaft (Internetzugriff: 12.04.2009):
http://www.gks.ru/wps/portal/!ut/p/.cmd/cs/.ce/7_0_A/.s/7_0_33Q/_th/J_0_CH/_s.7_0_A/7_0_FL/_s.7_0_A/7_0_33Q

- GRÜNEFELD, E. (2008): John Deere AMS - Datenmanagement in der globalen Welt - am Beispiel von JD Link. Fachtagung Agrarwirtschaft. Fachhochschule Bingen. 22.04.2008
<http://www.fh-bingen.de/Nachbetrachtung-Fachtagung.2720.0.html>, Internet-Zugriff am 15.08.2008
- HACKFORT, A. und M. ROTHMUND (2007): Untersuchung von RFID-Systemen zur Erweiterung der automatischen Prozessdatenerfassung. Lecture Notes in Informatics. Informatik trifft Logistik. Band 2. Tagungsband der 37. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik am 24. - 27.09.2007 in Bremen. S. 16 - 20
- HAMACHER, H. (2008 a): Claas-Telematics - Maschinen- und Verfahrenseffizienzen erhöhen. Fachtagung Agrarwirtschaft. Fachhochschule Bingen. 22.04.2008
<http://www.fh-bingen.de/Nachbetrachtung-Fachtagung.2720.0.html>, Internet-Zugriff am 15.08.2008
- HAMACHER, H. (2008 b): Claas-Service und Parts GmbH. mündliche Mitteilung 15.12.2008
- HASERT, G. et. al. (2003): Zukunftsträchtiger Ackerbau - Systeme der computer- und GPS-gestützten teilflächenspezifischen Bewirtschaftung praxisnah bewertet. Deutscher Bauernverlag GmbH. ISBN 3-9809218-0-8
- HIRSCHAUER, N. (2001): Controlling. in: Agrarmanagement Landwirtschaft und Gartenbau. ODENING und BOKELMANN (Hrsg.). Verlag Eugen Ulmer Stuttgart. S. 276 - 339. ISBN 3-8001-3895-6
- HOCKMANN, H., J. WANDEL und A. NEDOBOROVSKYY (2005). "Agroholdings in Russia: Breaking the Vicious Circle?" 94th Seminar, April 9-10, 2005, Ashford, UK 24416, European Association of Agricultural Economists.
- INDIKATORI RIJNKI ZEMLI (2008): Krupnejshije rossijskije zemlevladelzi - 2008, <http://www.land-in.ru>, Internetzugriff am 10.02.1009
- IVANOV, E. (2008): IKAR. APK v raitinge Expert 400. <http://www.ikar.ru/articles/50.html>, Internetzugriff am 16.02.2009
- IVOLGA HOLDING (2009): <http://www.orenivolga.ru>, Internetzugriff am 16.02.2009

- JÜRGENS, P. (1997): Ein erweitertes Verständnis des Controlling für landwirtschaftliche Großbetriebe. Berichte der GIL, Band 9, S. 206 - 215
- KHRAMOVA und SEROVA, 2004: Motivation for Holdings in Russia's Agri-Food Sector. Vortrag auf der Konferenz "Factor markets in Russia's Agriculture: State of the Art and Policy Implications". Golitzino V. Moskau. 14. - 15. September 2004
- KIEP, V. (2004): Prozesssteuerung im Marktfruchtbau mit Hilfe der Ackerschlagkartei als wesentlicher Bestandteil des Unternehmensmanagements. Dissertation Martin-Luther Universität Halle-Wittenberg. AgriMedia Verlag Bergen. ISBN 3-86037-235-1
- KLUGE, A. (2007): Webbasierte Anwendungen - Architektur und Umsetzung. Vortrag auf der GIL-Jahrestagung 2007. 05. - 07. März 2007. Universität Hohenheim.
- KOREPANOVA, S., (2008): This is Russia. AgrolInvestor, Nr. 6, Juli 2008. <http://www.agroinvestor.ru/issue/59/351/>, Internetzugriff am 13.02.2009
- KRASNIJ VOSTOK (2009): <http://www.krvostok.ru>, Internetzugriff am 16.02.2009
- KRCMAR, H. (2005): Informationsmanagement. Verlag Springer, 4. Auflage, ISBN 3-540-23015-7
- KTBL TASCHENBUCH DER LANDWIRTSCHAFT 2002/03. 21. Auflage. S. 36. KTBL-Schriften-Vertrieb im Landwirtschaftsverlag GmbH Münster. ISBN 3-78743-2140-2
- MÜLLER, R. A. E. (2002): Ökonomische Aspekte neuer Informationstechnologien im Agrarbereich. in: DOLUSCHITZ, R. und J. SPILKE (HRSG.) (2002): Agrarinformatik. S. 30 - 49. Verlag Eugen Ulmer - UTB. ISBN 3-8252-2230-6
- MOORE, G. (1965): Cramming more components onto integrated circuits. Electronics. Vol. 38. No. 8.
- LAUDON, K. C. und J. P. LAUDON, (1998): Management Information Systems - New Approaches to Organization and Technology. 5th Edition. Prentice Hall Upper Saddle River, New Jersey. ISBN 0-13-857723-4

- LERMAN, Z., C. CSAKI und G. FEDER (2004): Agriculture in Transition - Land Policies and Evolving Farm Structures in Post Soviet Countries. Lexington Books. Maryland. ISBN 073910807-7
- LOBENSTEIN, T. (2002): Konzeption und Implementierung eines integrierten Controllinginstruments für landwirtschaftliche Unternehmen. Dissertation Universität Giessen. Cuvillier Verlag. ISBN 3-89873-453-6
- NACKE, E. (2006): Mähdrescher. Arbeits- und Reparaturkosten. Vortrag RKL-Tagung Münster. Sonderdruck des RKL
- NAGEL, K. (1988): Nutzen der Informationsverarbeitung. R. Oldenbourg-Verlag München. ISBN 3-486-20636-2
- NEKRASOVA, V. (2006): Organisations- und Managementstrukturen ausgewählter Agrarholdings in der Russischen Föderation. Master-Thesis. Universität Hohenheim. Lehrstuhl für Landwirtschaftliche Betriebslehre.
- OECD (2004): Agricultural Outlook 2004 - 2013.
<http://www.oecd.org/dataoecd/63/28/32037536.pdf>, Internetzugriff am 18.10.2008
- PIETSCH, T. (2003): Bewertung von Informations- und Kommunikationssystemen - Ein Vergleich betriebswirtschaftlicher Verfahren. 2., neu bearbeitete Auflage. Erich Schmidt Verlag Berlin. ISBN 3-503-07088-5
- POTTHOF, I. (1998): Kosten und Nutzen der Informationsverarbeitung - Analyse und Bewertung von Investitionsentscheidungen. Dissertation an der Universität Erlangen-Nürnberg. Deutscher Universitäts-Verlag Wiesbaden DUV. ISBN 3-8244-6818-2
- PRODIMEX (2009): <http://www.prodime.ru>, Internetzugriff am 16.02.2009
- RADEMACHER, T. (2008): Leistungen der Landtechnik im Netzwerk Landwirtschaft. Fachtagung Agrarwirtschaft Fachhochschule Bingen. 22.04.2008.
<http://www.fh-bingen.de/Nachbetrachtung-Fachtagung.2720.0.html>, Internet-Zugriff am 15.08.2008

- RASGULAIJ AGRO (2009): <http://www.raz.ru>, Internetzugriff am 16.02.2009
- RECKLIES, D. (2001): Benchmarking - Die Suche nach den Best Practices und ihre Grenzen.
<http://www.themanagement.de/Ressources/..%5Cpdf%5CBenchmarking.PDF>,
Internetzugriff am 08.01.2009
- REGENER, E. und T. ANNEN (1997): Spezielle Anforderungen landwirtschaftlicher Großbetriebe an Controllinginstrumente - Integrierte Planung und Kontrolle von Feldwirtschaft und Gesamtunternehmen. Berichte der GIL, Band 9, S. 198 - 205.
- REISCH, E. und J. ZEDDIES (1992): Einführung in die landwirtschaftliche Betriebslehre. Spezieller Teil. 3. neubearbeitete Auflage. Verlag UTB für Wissenschaft. ISBN 3-8252-0617-3
- RIEGGER, L. (2004): Betriebsdatenerfassung mit GPS. Beitrag zum Landwirtschaftlichen Hochschultag 2004 an der Universität Hohenheim - Landinfo 03/03. S. 36 - 41
- Riegger, L. (2008): Datenmanagement mit individuellen Anpassungsmöglichkeiten. Fachtagung Agrarwirtschaft Fachhochschule Bingen. 22.04.2008. <http://www.fh-bingen.de/Nachbetrachtung-Fachtagung.2720.0.html>, Internet-Zugriff am 15.08.2008
- ROTHMUND, M. (2001): Entwicklung eines SQL-basierten Auswertungsprogrammes für die automatische Prozessdatenerfassung mit LBS, GPS und IMI. Diplomarbeit Department für Biogene Rohstoffe und Technologie der Landnutzung. Technische Universität München.
- ROTHMUND, M., DEMMEL, M. und AUERNHAMMER, H. (2002): Nutzung von Informationen aus der automatischen Prozessdatenerfassung. Landtechnik H. 57. 3/2002. S. 148 - 149
- ROTHMUND, M. (2004): Die automatisierte Datenerfassung und ihre Nutzenanwendung im Pflanzenbau. FAT-Schriftenreihe 59

- ROTHMUND, M. (2006): Technische Umsetzung einer Gewannebewirtschaftung als virtuelle Flurbereinigung mit ihren ökonomischen und ökologischen Potentialen. Dissertation an der Technischen Universität München-Weihenstephan.
- ROZELLE S. D. und J. F. SWINNEN (2000): Transition and Agriculture. Working Paper No. 00-021. Submitted to: Journal of Economic Literature Submission. UC Davis 2000
- RUSAGRO (2009): www.rusagrogroup.ru , Internetzugriff am 16.02.2009
- RUSGRAIN (2009): <http://www.rusgrain.com/site.xp/049056.html>, Internetzugriff am 16.02.2009
- RYLKO , D. und R. JOLLY, (2004): Organizational innovation in Russian agriculture: The emergence of “New agricultural operators” and its consequences
- RYLKO, D. (2008): Agroholdings and “still” Russian farm land control revolution. IAMO Forum 2008. 25. - 27.06.2008 Halle/Saale
- SAUTER, M. (2008): Grundkurs mobile Kommunikationssysteme. 3. , erweiterte Auflage. Friedrich Vieweg & Sohn Verlag Wiesbaden. ISBN 978-3-8348-0397-9
- SCHMIEDER, S. (2008): mündliche Mitteilung am 05.08.2008
- SCHMIDT., W. (k. A.): LBS-Landwirtschaftliches BUS-System. DLG-Merkblatt 317. <http://www.dlg.org>, Internetzugriff am 10.06.2009
- SCHWERDTLE, J. G. (2002): Betriebliches Controlling mittels Buchführungsauswertung. 1. Auflage. HLBS Verlag Sankt Augustin. ISBN 3-89187-040-X
- SIBIRSKIJ AGRARNIJ HOLDING (2009): <http://www.saho.ru>, Internetzugriff am 16.02.2009
- SPITTA, T. und M. BICK (2008): Informationswirtschaft. Eine Einführung. 2., überarbeitete und erweiterte Auflage. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. ISBN 978-3-540-85115-8

- STEINBERGER, G., M. ROTHMUND, H. AUERNHAMMER (2005): Integration manueller Dateneingabe in Systeme zur automatischen Prozessdatenerfassung. in Creemers, A.: Informatik 2005. Informatik live! Beiträge der 35. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e. V. 19. bis 22. September 2005 in Bonn. Gesellschaft für Informatik (Hrsg). Bonn. S. 370 - 375, ISBN 3-88579-396-2
- STEINBERGER, G., M. ROTHMUND, H. AUERNHAMMER (2006): Serverbasierte Verarbeitung von Prozessdaten gemäß ISO 11783. in: Wenkel K. et al. (Hrsg.): Lecture Notes in Informatics. Referate der 26. GIL-Jahrestagung. Potsdam, 2006. S. 289 - 293
- STEINBERGER, G., M. ROTHMUND, H. AUERNHAMMER (2009): Mobile farm equipment as a data source in an agricultural service architecture. Computers and Electronics in Agriculture Vol. 65. S. 238-246
- STEINMAYR, T. (2002): Fehleranalyse und Fehlerkorrektur bei der lokalen Ertragsermittlung im Mähdrescher zur Ableitung eines standardisierten Algorithmus für die Ertragskartierung. Dissertation an der Technischen Universität München.
- SOLOW (1987): We'd better watch out. New York Times Book Review. July 12th, 1987
- TOVSTOPYAT, A., A. LISSITSA (2008): Vertical integrated structures in the Ukrainian agribusiness: a modern answer for world market challenges. IAMO Forum 2008. 25. - 27.06.2008 Halle/Saale
- UGAROV, A. (1997): Transformation der Landwirtschaft in eine marktorientierte Struktur. Dissertation an der universität Hohenheim. Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup. 1997
- VAMIN TATARSTAN (2009): <http://www.vamin.ru>, Internetzugriff am 16.02.2009
- VERSTEGEN, J., R. HUIRNE, A. DIJKHUIZEN, J. KLEIJNEN (1995): Economic value of management information systems in agriculture; a review of evaluation approaches. Computers and Electronics in Agriculture, Issue 13. pp. 273 - 288
- WANDEL, J. (2008): Agroholdings or Clusters in Kazakhstan's Agro-Food sector? IAMO-Forum 2008, 25. - 27.06.2008. Halle/Saale

WIESEHOFF, M. und J. F. SORIANO (2006): Leistungssteigerung durch automatische Durchsatzregelung und Parallelführung beim Mähdrusch. Landtechnik 61, 6/2006, S. 376 f.

ZIMMER, Y. et al. (2007): agribenchmark Cash Crop Report 2007. FAL Braunschweig

ZIMMER, Y. et al. (2008): agribenchmark Cash Crop Report 2008. vTI Braunschweig

ZIMMERMANN, J. (2007): Planungs-, Informations- und Controllingsysteme für Agrarunternehmen - Am Beispiel russischer Großbetriebe. Dissertation Universität Hohenheim. Verlag Dr. Kovac Hamburg. ISBN 987-3-8300-2942-7

12 Anhang

Tabelle 12.1: Kalkulation des Nettonutzens für Betrieb 1.1, Szenario 1 (entspricht Szenario 3)

Erntekosten ohne Prozessoptimierung durch den Einsatz des Informationssystems					
	Ernte- menge [t/d]	Ernte- menge gesamt [t]	Kosten in [€/t]	Gesamt- kosten [€]	Ernte- kosten in [€/t] - Ø
eigene Technik (je 1 MD)	86	2.150			
eigene Technik gesamt (3 MD)		6.450	19,68	126.936	
Lohndrusch		18.822	18,00	338.787	
Summe		25.272		465.723	18,43
Erntekosten nach Prozessoptimierung durch den Einsatz des Informationssystems					
Theoretische mögliche Leistung je Maschine bei Vermeidung von Standzeiten und Steigerung des Durchsatzes (je 1 MD)	265				
Leistungsverlust durch Abtanken im Stillstand (33%) (je 1 MD)	-13				
Realisierte Leistung eigene Technik (3 MD)	756	18.909	10,65	201.385	
Lohndrusch		6.362	18,00	114.518	
Lohnkosten Auswechselfahrer (1)				1.286	
Nutzung vorh. Überladewagen (1)				9.143	
Kraftstoff				8.571	
Lohn				572	
Kosten Informationsverarbeitung				7.344	
Summe		25.272		333.676	13,20
Nettonutzen				132.048	5,23
					-28,4%

Tabelle 12.2: Kalkulation des Nettonutzens für Betrieb 1.1, Szenario 2

Erntekosten ohne Prozessoptimierung durch den Einsatz des Informationssystems					
	Ernte- menge [t/d]	Ernte- menge gesamt [t]	Kosten in [€/t]	Gesamt- kosten [€]	Ernte- kosten in [€/t] - Ø
Eigene Technik (je MD)	86	2.150			
Eigene Technik gesamt (3 MD)		6.450	19,68	126.936	
Lohndrusch		18.822	18,00	338.787	
Summe		25.272		465.723	18,43
Erntekosten nach Prozessoptimierung durch den Einsatz des Informationssystems					
Theoretische mögliche Leistung je Maschine bei Vermeidung von Standzeiten und Steigerung des Durchsatzes (je 1 MD)	265				
Leistungsverlust durch Abtanken im Stillstand	0				
Realisierte Leistung eigene Technik (je 3 MD)	795	19.875	10,65	211.669	
Lohndrusch		5.397	18,00	97.137	
Lohnkosten Auswechselfahrer (1)				1.286	
Nutzung vorh. Überladewagen (1)				9.143	
Kraftstoff				8.571	
Lohn				571	
Investition Überladewagen (1)				12.893	
Abschreibung				3.750	
Kraftstoff				8.571	
Lohn				572	
Kosten Informationsverarbeitung				7.344	
Summe		25.272		339.472	13,43
Nettonutzen				126.252	5,00
					-27,1%

Tabelle 12.3: Kalkulation des Nettonutzens für Betrieb 1.2, Szenario 1 (entspricht Szenario 3)

Erntekosten ohne Prozessoptimierung durch Einsatz des Informationssystems					
	Ernte- menge [t/d]	Ernte- menge gesamt [t]	Kosten in [€/t]	Gesamt- kosten [€]	Ernte- kosten in [€/t] - Ø
eigene Technik (je MD)	124	3.100			
eigene Technik gesamt (3 MD)		9.300	15,77	146.624	
Lohndrusch		8.341	18,00	150.132	
Summe		17.641		296.756	16,82
Erntekosten nach Prozessoptimierung durch den Einsatz des Informationssystems					
Theoretische mögliche Leistung je Maschine bei Vermeidung von Standzeiten und Steigerung des Durchsatzes (je 1 MD)	265				
Leistungsverlust durch Abtanken im Stillstand (33%) (je 1 MD)	-13				
Realisierte Leistung eigene Technik (je 3 MD)	756	17.641	10,65	187.877	
Lohndrusch		-	-	-	-
Lohnkosten Auswechselfahrer (1)				1.286	
Nutzung vorh. Überladewagen (1)				9.143	
Kraftstoff				8.571	
Lohn				572	
Kosten Informationsverarbeitung				7.344	
Summe		17.641		205.649	11,66
Nettonutzen				91.107	5,16
					-30,7%

Tabelle 12.4: Kalkulation des Nettonutzens für Betrieb 1.2, Szenario 2

Erntekosten ohne Prozessoptimierung durch den Einsatz des Informationssystems					
	Ernte- menge [t/d]	Ernte- menge gesamt [t]	Kosten in [€/t]	Gesamt- kosten [€]	Ernte- kosten in [€/t] - Ø
Eigene Technik (je MD)	124	3.100			
Eigene Technik gesamt (3 MD)		9.300	15,77	146.624	
Lohndrusch		8.341	18,00	150.132	
Summe		17.641		296.756	16,82
Erntekosten nach Prozessoptimierung durch den Einsatz des Informationssystems					
Theoretische mögliche Leistung je Maschine bei Vermeidung von Standzeiten und Steigerung des Durchsatzes (je 1 MD)	265				
Leistungsverlust durch Abtanken im Stillstand (0%)	-				
Realisierte Leistung eigene Technik (3 MD)	795	17.641	10,65	187.873	
Lohndrusch	-	-	-	-	
Lohnkosten Auswechselfahrer (1)				1.286	
Nutzung vorh. Überladewagen (1)				9.143	
Kraftstoff				8.571	
Lohn				572	
Investition Überladewagen (1)				12.893	
Abschreibung				3.750	
Kraftstoff				8.571	
Lohn				572	
Kosten Informationsverarbeitung				7.344	
Summe		17.641		218.539	12,39
Nettonutzen				78.217	4,43
					-26,4

Tabelle 12.5: Kalkulation des Nettonutzens für Betrieb 1.3, Szenario 1

Erntekosten ohne Prozessoptimierung durch den Einsatz des Informationssystems					
	Ernte- menge [t/d]	Ernte- menge gesamt [t]	Kosten in [€/t]	Gesamt- kosten [€]	Ernte- kosten in [€/t] - Ø
eigene Technik (je MD)	144	3.600			
eigene Technik gesamt (2 MD)		7.200	14,28	102.816	
Lohndrusch		7.085	18,00	127.530	
Summe		14.285		230.346	16,13
Erntekosten nach Prozessoptimierung durch den Einsatz des Informationssystems					
Theoretische mögliche Leistung je Maschine bei Vermeidung von Standzeiten und Steigerung des Durchsatzes (je 1 MD)	265				
Leistungsverlust durch Abtanken im Stillstand (100%) (je 1 MD)	-39				
Realisierte Leistung eigene Technik (2 MD)	452	11.299	11,11	125.535	
Lohndrusch		2.986	18,00	53.742	
Lohnkosten Auswechselfahrer (1)				1.286	
Nutzung vorh. Überladewagen (0)					
Kraftstoff					
Lohn					
Kosten Informationsverarbeitung				4.896	
Summe		14.285		185.459	12,98
Nettonutzen				44.887	3,14
					19,5%

Tabelle 12.6: Kalkulation des Nettonutzens für Betrieb 1.3, Szenario 2 (entspricht Szenario 3)

Erntekosten ohne Prozessoptimierung durch den Einsatz des Informationssystems					
	Ernte- menge [t/d]	Ernte- menge gesamt [t]	Kosten in [€/t]	Gesamt- kosten [€]	Ernte- kosten in [€/t] - Ø
Eigene Technik (je MD)	144	3.600			
Eigene Technik gesamt (2 MD)		7.200	14,28	102.816	
Lohndrusch		7.085	18,00	127.530	
Summe		14.285		230.346	16,13
Erntekosten nach Prozessoptimierung durch den Einsatz des Informationssystems					
Theoretische mögliche Leistung je Maschine bei Vermeidung von Standzeiten und Steigerung des Durchsatzes (je 1 MD)	265				
Leistungsverlust durch Abtanken im Stillstand (0%)	0				
Realisierte Leistung eigene Technik (2 MD)	530	13.250	10,65	141.112	
Lohndrusch		1.035	18,00	18.630	
Lohnkosten Auswechselfahrer (1)				1.286	
Nutzung vorh. Überladewagen (1 Kraftstoff Lohn					
Investition Überladewagen (1 Abschreibung Kraftstoff Lohn				12.893 3.750 8.571 572	
Kosten Informationsverarbeitung				4.896	
Summe		14.285		178.817	12,52
Nettonutzen				51.529	3,61
					-22,4%

Tabelle 12.7: Kalkulation des Nettonutzens für Betrieb 1.4, Szenario 1

Erntekosten ohne Prozessoptimierung durch Einsatz des Informationssystems					
	Ernte- menge [t/d]	Ernte- menge gesamt [t]	Kosten in [€/t]	Gesamt- kosten [€]	Ernte- kosten in [€/t] - Ø
eigene Technik (je MD)	111	2.775			
eigene Technik gesamt (3 MD)		8.325	17,11	142.441	
Lohndrusch		10.091	18,00	181.639	
Summe		18.416		324.080	17,60
Erntekosten nach Prozessoptimierung durch Einsatz des Informationssystems					
Theoretische mögliche Leistung je Maschine bei Vermeidung von Standzeiten und Steigerung des Durchsatzes (je 1 MD)	265				
Leistungsverlust durch Abtanken im Stillstand (33%) (je 1 MD)	-39				
Realisierte Leistung eigene Technik (3 MD)	678	16.949	11,11	188.303	
Lohndrusch		1.467	18,00	26.408	-
Lohnkosten Auswechselfahrer (1)				1.286	
Nutzung vorh. Überladewagen (0)				-	
Kraftstoff					
Lohn					
Kosten Informationsverarbeitung				7.344	
Summe		18.416		223.340	12,13
Nettonutzen				100.739	5,47
					-31,1%

Tabelle 12.8: Kalkulation des Nettonutzens für Betrieb 1.4, Szenario 2

Erntekosten ohne Prozessoptimierung durch den Einsatz des Informationssystems					
	Ernte- menge [t/d]	Ernte- menge gesamt [t]	Kosten in [€/t]	Gesamt- kosten [€]	Ernte- kosten in [€/t] - Ø
Eigene Technik (je MD)	111	2.775			
Eigene Technik gesamt (3 MD)		8.325	17,11	142.441	
Lohndrusch		10.091	18,00	181.639	
Summe		18.416		324.080	17,60
Erntekosten nach Prozessoptimierung durch den Einsatz des Informationssystems					
Theoretische mögliche Leistung je Maschine bei Vermeidung von Standzeiten und Steigerung des Durchsatzes (je 1 MD)	265				
Leistungsverlust durch Abtanken im Stillstand	-				
Realisierte Leistung eigene Technik (3 MD)	795	18.416	10,65	196.131	
Lohndrusch	-	-	-	-	
Lohnkosten Auswechselfahrer (1)				1.286	
Nutzung vorh. Überladewagen (0)				-	
Kraftstoff					
Lohn					
Investition Überladewagen (2)				25.786	
Abschreibung				7.500	
Kraftstoff				17.142	
Lohn				1.144	
Kosten Informationsverarbeitung				7.344	
Summe		18.416		230.547	12,52
Nettonutzen				93.533	5,08
					-28,9%

Tabelle 12.9: Kalkulation des Nettonutzens für Betrieb 1.4, Szenario 3

Erntekosten ohne Prozessoptimierung durch den Einsatz des Informationssystems					
	Ernte- menge [t/d]	Ernte- menge gesamt [t]	Kosten in [€/t]	Gesamt- kosten [€]	Ernte- kosten in [€/t] - Ø
Eigene Technik (je MD)	111	2.775			
Eigene Technik gesamt (3 MD)		8.325	17,11	142.441	
Lohndrusch		10.091	18,00	181.639	
Summe		18.416		324.080	17,60
Erntekosten nach Prozessoptimierung durch den Einsatz des Informationssystems					
Theoretische mögliche Leistung je Maschine bei Vermeidung von Standzeiten und Steigerung des Durchsatzes (je 1 MD)	265				
Leistungsverlust durch Abtanken im Stillstand (33%) (je 1 MD)	-13				
Realisierte Leistung eigene Technik (3 MD)	756	18.416	10,65	196.131	
Lohndrusch	-	-	-	-	
Lohnkosten Auswechselfahrer (1)				1.286	
Nutzung vorh. Überladewagen (0)				-	
Kraftstoff					
Lohn					
Investition Überladewagen (1)				12.893	
Abschreibung				3.750	
Kraftstoff				8.571	
Lohn				572	
Kosten Informationsverarbeitung				7.344	
Summe		18.416		217.654	11,82
Nettonutzen				106.426	5,78
					-32,8%

Tabelle 12.10: Kalkulation des Nettonutzens für Betrieb 1.5, Szenario 1 (entspricht Szenario 3)

Erntekosten ohne Prozessoptimierung durch den Einsatz des Informationssystems					
	Ernte- menge [t/d]	Ernte- menge gesamt [t]	Kosten in [€/t]	Gesamt- kosten [€]	Ernte- kosten in [€/t] - Ø
eigene Technik (je MD)	137	3.425			
eigene Technik gesamt (3 MD)		10.275	14,34	147.344	
Lohndrusch		8.059	17,00	137.003	
Summe		18.334		284.347	15,51
Erntekosten nach Prozessoptimierung durch den Einsatz des Informationssystems					
Theoretische mögliche Leistung je Maschine bei Vermeidung von Standzeiten und Steigerung des Durchsatzes (je 1 MD)	265				
Leistungsverlust durch Abtanken im Stillstand (33%) (je 1 MD)	-13				
Realisierte Leistung eigene Technik (3 MD)	756	18.334	10,65	195.257	
Lohndrusch		-	-	-	
Lohnkosten Auswechselfahrer (1)				1.286	
Nutzung vorh. Überladewagen (1)				9.143	
Kraftstoff				8.571	
Lohn				572	
Kosten Informationsverarbeitung				7.344	
Summe		18.334		213.030	11,62
Nettonutzen				71.317	3,89
					-25,1%

Tabelle 12.11: Kalkulation des Nettonutzens für Betrieb 1.5, Szenario 2

Erntekosten ohne Prozessoptimierung durch den Einsatz des Informationssystems					
	Ernte- menge [t/d]	Ernte- menge gesamt [t]	Kosten in [€/t]	Gesamt- kosten [€]	Ernte- kosten in [€/t] - Ø
Eigene Technik (je MD)	137	3.425			
Eigene Technik gesamt (3 MD)		10.275	14,34	147.344	
Lohndrusch		8.059	17,00	137.003	
Summe		18.334		284.347	15,51
Erntekosten nach Prozessoptimierung durch den Einsatz des Informationssystems					
Theoretische mögliche Leistung je Maschine bei Vermeidung von Standzeiten und Steigerung des Durchsatzes (je 1 MD)	265				
Leistungsverlust durch Abtanken im Stillstand (je 1 MD)	-				
Realisierte Leistung eigene Technik (3 MD)	795	18.334	10,65	195.257	
Lohndrusch	-	-	-	-	
Lohnkosten Auswechselfahrer (1)				1.286	
Nutzung vorh. Überladewagen (1)				9.143	
Kraftstoff				8.571	
Lohn				572	
Investition Überladewagen (1)				12.893	
Abschreibung				3.750	
Kraftstoff				8.571	
Lohn				572	
Kosten Informationsverarbeitung				7.344	
Summe		18.334		225.923	12,32
Nettonutzen				58.424	3,19
					20,5%

Tabelle 12.12: Kalkulation des Nettonutzens für Betrieb 2.2, Szenario 1

Erntekosten ohne Prozessoptimierung durch den Einsatz des Informationssystems					
	Ernte- menge [t/d]	Ernte- menge gesamt [t]	Kosten in [€/t]	Gesamt- kosten [€]	Ernte- kosten in [€/t] - Ø
eigene Technik (je MD)	141	3.525			
eigene Technik gesamt (5 MD)		17.625	14,79	260.674	
Lohndrusch		17.149	18,00	308.682	
Summe		34.774		569.356	16,37
Erntekosten nach Prozessoptimierung durch den Einsatz des Informationssystems					
Theoretische mögliche Leistung je Maschine bei Vermeidung von Standzeiten und Steigerung des Durchsatzes (je 1 MD)	265				
Leistungsverlust durch Abtanken im Stillstand (100%) (je 1 MD)	-39				
Realisierte Leistung eigene Technik (5 MD)	1.130	28.248	11,11	313.838	
Lohndrusch		6.526	18,00	117.463	-
Lohnkosten Auswechselfahrer (2)				2.572	
Nutzung vorh. Überladewagen (0) Kraftstoff Lohn					
Kosten Informationsverarbeitung				12.240	
Summe		34.774		446.113	12,83
Nettonutzen				123.243	3,54
					-21,6%

Tabelle 12.13: Kalkulation des Nettonutzens für Betrieb 2.2, Szenario 2

Erntekosten ohne Prozessoptimierung durch den Einsatz des Informationssystems					
	Ernte- menge [t/d]	Ernte- menge gesamt [t]	Kosten in [€/t]	Gesamt- kosten [€]	Ernte- kosten in [€/t] - Ø
Eigene Technik (je MD)	141	3.525			
Eigene Technik gesamt (5 MD)		17.625	14,79	260.674	
Lohndrusch		17.149	18,00	308.682	
Summe		34.774		569.356	16,37
Erntekosten nach Prozessoptimierung durch den Einsatz des Informationssystems					
Theoretische mögliche Leistung je Maschine bei Vermeidung von Standzeiten und Steigerung des Durchsatzes (je 1 MD)	265				
Leistungsverlust durch Abtanken im Stillstand (0%) (je 1 MD)	-				
Realisierte Leistung eigene Technik (5 MD)	1.325	34.774	10,65	370.343	
Lohndrusch					
Lohnkosten Auswechselfahrer (2)				2.572	
Nutzung vorh. Überladewagen (0) Kraftstoff Lohn					
Investition Überladewagen (3) Abschreibung Kraftstoff Lohn				38.679 11.250 25.713 1.716	
Kosten Informationsverarbeitung				12.240	
Summe		34.774		435.954	12,54
Nettonutzen				133.402	3,84
					23,4%

Tabelle 12.14: Kalkulation des Nettonutzens für Betrieb 2.2, Szenario 3

Erntekosten ohne Prozessoptimierung durch den Einsatz des Informationssystems					
	Ernte- menge [t/d]	Ernte- menge gesamt [t]	Kosten in [€/t]	Gesamt- kosten [€]	Ernte- kosten in [€/t] - Ø
Eigene Technik (je MD)	141	3.525			
Eigene Technik gesamt (5 MD)		17.625	14,79	260.674	
Lohndrusch		17.149	18,00	308.682	
Summe		34.774		569.356	16,37
Erntekosten nach Prozessoptimierung durch den Einsatz des Informationssystems					
Theoretische mögliche Leistung je Maschine bei Vermeidung von Standzeiten und Steigerung des Durchsatzes (je 1 MD)	265				
Leistungsverlust durch Abtanken im Stillstand (20%) (je 1 MD)	-8				
Realisierte Leistung eigene Technik (5 MD)	1.285	32.150	10,65	342.394	
Lohndrusch		2.624	18,00	47.238	
Lohnkosten Auswechselfahrer (2)				2.572	
Nutzung vorh. Überladewagen (0) Kraftstoff Lohn					
Investition Überladewagen (2) Abschreibung Kraftstoff Lohn				25.786 7.500 17.142 1.144	
Kosten Informationsverarbeitung				12.240	
Summe		34.774		430.229	12,37
Nettonutzen				139.126	4,00
					24,4%

Tabelle 12.15: Kalkulation des Nettonutzens für Betrieb 2.3, Szenario 1

Erntekosten ohne Prozessoptimierung durch den Einsatz des Informationssystems					
	Ernte- menge [t/d]	Ernte- menge gesamt [t]	Kosten in [€/t]	Gesamt- kosten [€]	Ernte- kosten in [€/t] - Ø
eigene Technik (je MD)	121	3.025			
eigene Technik gesamt (4 MD)		12.100	17,42	210.782	
Lohndrusch		12.757	18,00	229.626	
Summe		24.857		440.408	17,72
Erntekosten nach Prozessoptimierung durch den Einsatz des Informationssystems					
Theoretische mögliche Leistung je Maschine bei Vermeidung von Standzeiten und Steigerung des Durchsatzes (je 1 MD)	265				
Leistungsverlust durch Abtanken im Stillstand (100%) (je 1 MD)	-39				
Realisierte Leistung eigene Technik (4 MD)	904	22.599	11,11	251.071	
Lohndrusch		2.258	18,00	40.651	
Lohnkosten Auswechselfahrer (2)				2.572	
Nutzung vorh. Überladewagen (0) Kraftstoff Lohn					
Kosten Informationsverarbeitung				9.792	
Summe		24.857		304.085	12,23
Nettonutzen				136.323	5,48
					-31,0%

Tabelle 12.16: Kalkulation des Nettonutzens für Betrieb 2.3, Szenario 2 (entspricht Szenario 3)

Erntekosten ohne Prozessoptimierung durch den Einsatz des Informationssystems					
	Ernte- menge [t/d]	Ernte- menge gesamt [t]	Kosten in [€/t]	Gesamt- kosten [€]	Ernte- kosten in [€/t] - Ø
Eigene Technik (je MD)	121	3.025			
Eigene Technik gesamt (4 MD)		12.100	17,42	210.782	
Lohndrusch		12.757	18,00	229.626	
Summe		24.857		440.408	17,72
Erntekosten nach Prozessoptimierung durch den Einsatz des Informationssystems					
Theoretische mögliche Leistung je Maschine bei Vermeidung von Standzeiten und Steigerung des Durchsatzes (je 1 MD)	265				
Leistungsverlust durch Abtanken im Stillstand (0%) (je 1 MD)	-				
Realisierte Leistung eigene Technik (4 MD)	1.060	24.857	10,65	264.727	
Lohndrusch		-	-	-	
Lohnkosten Auswechselfahrer (2)				2.572	
Nutzung vorh. Überladewagen (0) Kraftstoff Lohn					
Investition Überladewagen (2) Abschreibung Kraftstoff Lohn				25.786 7.500 17.142 1.144	
Kosten Informationsverarbeitung				9.792	
Summe		24.857		302.876	12,18
Nettonutzen				137.532	5,53
					-31,2%