



Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt  
Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik

# Automatische Dokumentation von Warenströmen bei Transportprozessen von landwirtschaftlichen Gütern

**Sebastian Alois Pauli**

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

**Doktors der Agrarwissenschaften**

genehmigten Dissertation.

**Vorsitzender:** Univ.-Prof. Dr. K.-J. Hülsbergen

**Prüfer der Dissertation:**

1. Univ.-Prof. Dr. H. Bernhardt
2. Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. A. Heißenhuber, i.R.

Die Dissertation wurde am 23.07.2014 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt am 16.02.2015 angenommen.



# Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand zum größten Teil während meiner Tätigkeit als Mitarbeiter der PC-Agrar GmbH in Pfarrkirchen. In zahlreichen Diskussionen mit Kollegen und Vertretern aus Wissenschaft und Wirtschaft wurden neue Ideen entwickelt und miteinander verknüpft. Diese Arbeit, als Resultat, skizziert erstmals einen Ansatz, der nicht nur eine einzelne Systemkomponente in der Dokumentation (als Gesamtheit der Datenerfassung, -übertragung und -verarbeitung) auf Betrieben im landwirtschaftlichen Umfeld berücksichtigt, sondern dieses Zusammenspiel von Desktop, Cloud und mobilen Systemen übergreifend und technisch beschreibt.

Die Aufgabe eines Agraringenieurs liegt dabei in der Zusammenbringung und Vernetzung der diversen Akteure. Der Agraringenieur ist die Schnittstelle zwischen Forschung, Praxis und Entwicklung. In meiner Position als Agraringenieur habe ich die vorliegende Arbeit mit Vertretern aus den genannten Bereichen diskutiert und die wesentlichen Forderungen und Aspekte miteinander in Bezug gesetzt. Ich bedanke mich daher ganz herzlich bei allen, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben, insbesondere bei:

Prof. Dr. Heinz Bernhardt für die Überlassung des Themas und die Betreuung der Arbeit als Doktorvater. Die gezielte Führung, sowie seine Hinweise und Anregungen in den Besprechungen während der gesamten Zeit meiner Doktorarbeit ermöglichten mir trotz einer Vollzeitstelle bei der PC-Agrar GmbH die Anfertigung dieser Arbeit. Die Möglichkeit zur Präsentation und Abstimmung meiner Ergebnisse in gemeinsamen Tagungsbeiträgen und Veröffentlichungen war für mich ein großer Gewinn.

Prof. Dr. Alois Heißenhuber für sein großartiges Engagement sich für Studenten und Doktoranden einzusetzen. Nicht nur als Studiendekan der Agrar- und Gartenbauwissenschaften hatte er stets ein offenes Ohr, auch darüber hinaus konnte ich mit meinen Anliegen zu ihm kommen und auf seinen kompetenten Rat setzen. Im Rahmen dieser Arbeit bedanke ich mich für die wertvollen Hinweise und die Bereitschaft die Zweitprüfung zu übernehmen.

Dr. Wolfgang Angermair für die Bereitschaft mich im Rahmen meiner Anstellung durch eine Doktorarbeit weiter qualifizieren zu können. Er begleitete maßgeblich den Verlauf dieser Arbeit in gemeinsamen Diskussionen, Tagungsbeiträgen und Veröffentlichungen.

Trotz der vielfältigen Pflichten und Aufgaben als Geschäftsführer der PC-Agrar GmbH konnte ich immer auf seine Unterstützung setzen. Auch den anderen Kolleginnen und Kollegen möchte ich in diesem Zusammenhang für die stets sehr gute und harmonische Zusammenarbeit danken.

Dr. Georg Tüller für die zahlreichen Diskussionen, die wir während des gesamten Verlaufs meiner Doktorarbeit zu Veröffentlichungen und vielen anderen Themen geführt haben. Seine Fähigkeit zu Hinterfragen und „des Pudels Kern“ einer Arbeit in kürzester Zeit zu identifizieren, brachte mich persönlich einen großen Schritt nach vorne.

In zahllosen Gesprächen mit Landwirten, Dienstleistern und Partnern konnte ich meine Ideen präsentieren und weiterentwickeln. Albert Allkofer, Arne Lorenzen, Franz Höpfinger, Hannes Schallermayer uvm. nahmen sich immer Zeit für eine kritische Auseinandersetzung zu diversen Punkten dieser Arbeit.

Meinem Mentor Ulli Wenger, der mich während des Studiums und meiner Doktorarbeit begleitet, in wichtigen Fragen beraten und auf „Kurs“ gehalten hat.

Meinen Eltern Sieglinde und Alois, sowie meiner Schwester Veronika für die ständige Unterstützung, durch Motivation und einer einzigartigen Leistungsbereitschaft für den gemeinsamen landwirtschaftlichen Betrieb, so dass ein Fortbestand auch für die Zukunft gesichert werden konnte. Ganz besonders möchte ich mich bei meiner Ehefrau Anna Trösch für die tatkräftige Unterstützung und ihr Verständnis und ihre Zuneigung, trotz der hohen Belastungen, die sich aus Beruf, Doktorarbeit und der Arbeit auf unserem landwirtschaftlichen Betrieb ergaben, herzlich bedanken.

Oberkashof

im Juli 2014



# Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	III
Inhaltsverzeichnis.....	VI
Abbildungsverzeichnis .....	IX
Tabellenverzeichnis .....	XI
Abkürzungen.....	XII
1 Einleitung und Problemstellung .....	1
1.1 Zunahme der Transporte .....	1
1.2 Anforderungen an Transporte .....	2
1.3 Datenerfassung.....	2
1.4 Problemstellung .....	3
2 Stand des Wissens .....	5
2.1 Definitionen.....	5
2.1.1 Transport.....	5
2.1.2 Automatische Dokumentation .....	5
2.2 Transportprozesse landwirtschaftlicher Güter.....	7
2.3 Bestehende Dokumentationssysteme.....	7
2.3.1 Quantifizierung und Qualifizierung von Biomasse.....	8
2.3.2 Kommerzielle Lösungen .....	9
2.3.2.1 ISO11783 .....	10
2.3.2.2 John Deere GreenStar™ .....	12
2.3.2.3 Telematik Systeme .....	15
2.3.2.4 Telematik Systeme mit Waagenanbindung .....	15
2.3.2.5 Helm „Herakles Erntekette“ .....	16
2.3.2.6 Rübenlogistik .....	17
2.3.2.7 FMIS – Anwendungen zur Verwaltung der Dokumentationsdaten.....	18
2.3.3 Forschungsprojekte.....	20
2.3.3.1 LaSeKo .....	21
2.3.3.2 iGreen-Projekt.....	21
2.3.3.3 marion.....	22
2.3.3.4 Markierung von Getreidekörnern.....	23
2.4 Vorgegebene Führungsgrößen.....	25

---

2.4.1	ProdHaftG und BasisVO .....	26
2.4.2	Zertifizierungssysteme .....	27
2.4.2.1	GLOBALG.A.P. ....	27
2.4.2.2	EN ISO 22000:2005 (D).....	28
2.4.2.3	Zusammenfassung .....	29
2.4.3	Abrechnung .....	29
2.5	Anforderungen an Datengrundlage .....	30
2.5.1	Interpretation der äußeren Rahmenbedingungen.....	30
2.5.2	Erforderlicher Datenumfang aus Sicht eines FMIS .....	31
2.5.3	Bereitgestellter Informationsgehalt – Erzeugung von Daten .....	31
2.5.4	Erzeugung von Informationen .....	34
3	Zielstellung .....	37
4	Material und Methoden .....	38
4.1	Verwendete Dokumentationssysteme .....	38
4.1.1	Wägetechnik: OAS e:maxx und Fliegl FWS.....	39
4.1.2	Transportdokumentation auf Basis ISOBUS .....	41
4.1.3	John Deere GreenStar™ .....	41
4.1.4	AO netDok Telematiksystem.....	42
4.1.5	FMIS AO Agrar-Office .....	43
4.2	Beschreibung des Versuchsaufbaus und der Datengrundlage .....	44
4.2.1	Ernte von Biomasse .....	44
4.2.2	FWS im Labormaßstab .....	50
4.3	Bewertung der Dokumentationsdaten .....	51
4.3.1	Überprüfung auf Automatisierungsgrad .....	53
4.3.2	Überprüfung auf rechtliche Belastbarkeit.....	54
4.3.3	Synthese der Analyseergebnisse .....	56
5	Ergebnisse .....	58
5.1	Versuchsanstellung A.....	58
5.1.1	Dokumentation im Erntefahrzeug .....	59
5.1.2	Dokumentation in Transportfahrzeugen .....	61
5.1.3	Gesamtsystem .....	63
5.2	Versuchsanstellung B.....	65
5.3	Versuchsanstellung C.....	67
5.4	Versuchsanstellung D.....	70
5.5	Zusammenstellung der Feldversuche.....	72

---

6	Diskussion .....	75
6.1	Entwicklung eines neuen Systems für die Transportdokumentation .....	77
6.2	Online Verriegelung am Feld .....	79
6.2.1	Vernetzung der erfassten Daten .....	79
6.2.2	Datenerfassung und Datentransfer .....	80
6.2.3	Datenverarbeitung .....	87
6.2.4	Ausblick und Grenzen des Systems .....	99
6.3	Zentrale Verriegelung mit einer Fuhrwerkswaage.....	100
7	Schlussfolgerung .....	103
8	Kritik an der Arbeit .....	105
9	Weiterführende Arbeiten .....	107
10	Zusammenfassung .....	108
11	Summary .....	110
12	Literaturverzeichnis.....	112
	Anhang A .....	XIII
	Anhang B .....	XVII



# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Beziehung zwischen den Ebenen der Begriffshierarchie (verändert, nach: Probst et al., 2010).....	6
Abbildung 2: Task auf einem CCI 200 Bordcomputer (Quelle: eigener Screenshot) .....	12
Abbildung 3: John Deere GreenStar™ Transportdokumentation auf GS3 2630 Monitor (Quelle: eigener Screenshot) .....	13
Abbildung 4: Positioneingabe einer Be- oder Entladung auf GS 2630 (Quelle: eigener Screenshot).....	14
Abbildung 5: Dokumentation der Beladung eines Transportfahrzeug am GS 2630 des Erntefahrzeuges (Quelle: eigener Screenshot).....	14
Abbildung 6: Entwicklung von Datenmenge, FMIS-Funktionen und Softwarekompetenz (Quelle: Pauli et al., 2013).....	19
Abbildung 7: Grain Tracing Caplet (Quelle: Lee et al., 2010).....	24
Abbildung 8: Korndummies mit RFID Technik im Vergleich zu Weizenkörnern (Quelle: Beplate-Haarstrich, 2007) .....	25
Abbildung 9: Umfang und Aufbau einer Maßnahme im FMIS (Quelle: Pauli et al., 2013) .	31
Abbildung 10: Vergleich der ISOXML und EIC Schnittstelle hinsichtlich verpflichtenden Angaben (Quelle: Pauli et al., 2013).....	32
Abbildung 11: Einige erforderliche Daten zur Erfüllung der Dokumentationspflicht (Quelle: Keicher et al., 2008) .....	33
Abbildung 12: Job (GS 2630) (Quelle: eigener Screenshot).....	35
Abbildung 13: Maßnahme mit Spurübersicht (AO Agrar-Office) (Quelle: eigene Darstellung).....	35
Abbildung 14: Dokumentation im landwirtschaftlich orientierten Betrieb. Komponenten, Schnittstellen und Übertragungsweg (Quelle: eigene Darstellung) .....	39
Abbildung 15: Links: OAS Fahrzeugwaagen für Biogasanlagen (Quelle: verändert nach OAS, 2013); Rechts: Fliegl Wiegesystem FWS (Quelle: Fliegl Agrartechnik, 2012).....	40
Abbildung 16: GreenStar™ 3 System (verändert nach Quelle: stellarsupport.deere.com) .....	42
Abbildung 17 Hardware für AO netDok (Quelle: Werkbild LAND-DATA Eurosoft).....	42
Abbildung 18: Systemkonfiguration Versuchsanstellung A.....	46

---

Abbildung 19: Systemkonfiguration Versuchsanstellung B .....	47
Abbildung 20: Ausschnitt des Auftragszettels aus AO Agrar-Office .....	49
Abbildung 21: Systemkonfiguration Versuchsanstellung C .....	50
Abbildung 22: Systemkonfiguration Versuchsanstellung D .....	51
Abbildung 23: Wiegeschein der geeichten Fuhrwerkswaage .....	59
Abbildung 24: Auswertung der Ladungserfassung des Selbstfahrhäckslers John Deere 7540i mit AO Agrar-Office (Quelle: eigener Screenshot) .....	60
Abbildung 25: Graphische Auswertung der Ladungserfassung des Selbstfahrhäckslers John Deere 7540 i mit AO Agrar-Office (Quelle: eigener Screenshot) .....	60
Abbildung 26: EIC-Transkript der John Deere Transportdokumentation für den Import in AO Agrar-Office (oben) und Darstellung in AO Agrar-Office (unten).....	62
Abbildung 27: Transportdokumentation mit unterschiedlichen Aufzeichnungsintervallen (Quelle: eigene Screenshots aus AO Agrar-Office) .....	65
Abbildung 28: Außenanzeige an der Bordwand des FWS (Quelle: Werksbild Fliegl) .....	66
Abbildung 29: Fahrspur des Selbstfahrhäckslers vom 08.10.2012 auf ausgewählten Schlägen .....	69
Abbildung 30: Schematische Darstellung eines ISOBUS Wiegesystems mit Alibi Speicher (Quelle: Höpfinger (2013)) .....	72
Abbildung 31: Prozessdatenverarbeitung in einem FMIS (Quelle: eigene Darstellung) ....	92

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Versuchsüberblick .....	44
Tabelle 2: Transportgespanne Versuchsanstellung A .....	45
Tabelle 3: Transportgespanne Versuchsanstellung B .....	47
Tabelle 4: Transportgespanne Versuchsanstellung C .....	47
Tabelle 5: Definierte Anforderungen an die Datenerhebung für eine automatisierte Dokumentation (vgl. Kapitel 2.5) .....	52
Tabelle 6: Zielwerte definierter Parameter für die Automatisierung der Datenverarbeitung .....	54
Tabelle 7: Obligatorische und fakultative Angaben im Datensatz zur Einordnung von Dokumentationsdaten hinsichtlich rechtlicher Anforderungen .....	55
Tabelle 8: Einteilung nach Erreichungsgrad hinsichtlich Automatisierung der Datenverarbeitung und rechtlicher Anforderungen.....	57
Tabelle 9: Automatisch ermittelte zurückgelegte Strecken und Betriebsstunden der Transportfahrzeuge.....	64
Tabelle 10: Auswertung Transporte der Versuchsanstellung C.....	67
Tabelle 11: Analyseergebnisse automatische Dokumentation .....	72
Tabelle 12: Analyse Ergebnisse Recht .....	74
Tabelle 13: DDIs, Device Classes und Cultural Practices (Erweiterte Tabelle in Anhang A) .....	82
Tabelle 14: Inhaltsübersicht TSK-Element und BIN-Datei für einen Transporttask eines Fahrzeugs .....	84

## Abkürzungen

DDI.....	Data Dictionary Identifier number
EIC.....	Equipment Interface Component by John Deere AMS
FMIS.....	Farm Management Information System
FWS.....	Fliegl Weighing System
GUID.....	Globally Unique Identifier
LKW.....	Lastkraftwagen
M2M.....	machine to machine
NIRS.....	Nahinfrarotspektroskopie
RFID.....	Radio-frequency identification
RRL.....	Rübenreinigungslader

# 1 Einleitung und Problemstellung

„Die Landwirtschaft ist ein Transportgewerbe wider Willen“ (Friedrich Aereboe, 1865 - 1942). Diese Feststellung gilt heute ebenso wie vor einem Jahrhundert. In der Landwirtschaft und dessen Umfeld werden sowohl innerbetrieblich wie auch außerbetrieblich mit dem Schienenverkehr vergleichbare Massen (ca. 400 Mio. t/a) transportiert (Bernhardt, 2003). Beginnend bei der Aussaat, über die Düngung oder den Pflanzenschutz und endend bei der Einlagerung der Ernte. Transporte nehmen 40 bis 50 % des Arbeitszeitaufwandes in der Außenwirtschaft in Anspruch (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, 2003). Durch Zunahme der Transporte, deren Bedeutung und den überbetrieblichen Maschineneinsatz tritt heute neben dem reibungslos ablaufenden Massefluss der dazugehörige Datenstrom immer mehr in den Vordergrund.

## 1.1 Zunahme der Transporte

Die Veränderung der landwirtschaftlichen Betriebsstruktur und der stetig wachsende Bioenergiesektor (Hemmerling et al., 2011, Heizinger und Bernhardt, 2012) bedingt eine weitere Intensivierung der landwirtschaftlichen Transporte. Die Konzentration auf wenige Fruchtarten, sich schnell ändernde Wetterverhältnisse, sowie höchste Qualitätsansprüche (z.B. durch optimalen Schnittzeitpunkt) erhöhen die Anforderungen an eine störungsfrei funktionierende und leistungsfähige Transportkette mit saisonalen Arbeitsspitzen. Die schwankenden Preise auf den Rohstoffmärkten können als weitere Triebfeder für die Zunahme der Transporte gesehen werden. Die Einlagerung eigener Rohstoffe (wie z.B. Getreide) und der Verkauf zum betriebswirtschaftlich optimalen Zeitpunkt sind häufig mit zusätzlichen Transporten verbunden.

Um diesen hohen Anforderungen an die Transportleistung gerecht zu werden, wurden einerseits die landwirtschaftlichen Fahrzeuge (Zugfahrzeug, Anhänger) immer leistungsfähiger. Die Erhöhung der Transportkapazität (Optimierung von Nutzlast, Ladefläche und Volumen) bis an die gesetzliche Höchstgrenze des zulässigen Gesamtgewichts bei Anhängern bedingte eine Steigerung der Motorleistung häufig in Kombination mit einer Erhöhung der Höchstgeschwindigkeit der Fahrzeuge. Andererseits

wurde der Maschinenumfang für die Bewältigung der Arbeitsspitzen entsprechend angepasst.

## 1.2 Anforderungen an Transporte

Dieser raschen Entwicklung im landtechnischen Bereich und der tatsächlichen Bewegung der Güter stehen die gewachsenen unternehmerischen Anforderungen an Transporte im Bereich der Datenerfassung gegenüber.

Seufert und Hesse (2008) erweitern diese Aussage wie folgt:

*„Im Hintergrund wirken aber, hoheitlich ausgelöste, Informationsströme mit übergeordneter gesellschaftlicher Bedeutung, die als Ziele anerkannt und umzusetzen sind. Diese zusätzlichen Anforderungen an das Betriebsmanagement erhöhen den Aufwand der Datenerfassung und Dokumentation.“*

Insbesondere im stetig wachsenden Bereich der landwirtschaftlichen Dienstleister stellt die Datenerfassung, neben der reinen Arbeitserledigung, ein wichtiges Fundament ihrer ökonomischen Leistung dar. Mit Hilfe der erhobenen Daten können sie Abrechnung und Dokumentation (Qualitätssicherung, Rückverfolgbarkeit) der Dienstleistung gegenüber dem Auftraggeber durchführen. Diese Informationen werden weiter für die Planung von Ressourcen (Maschinen, Substrat) und Abrechnungssätzen zu Grunde gelegt.

## 1.3 Datenerfassung

In der Praxis werden heute Bordcomputer zur Aufzeichnung verschiedener Sensor- und dokumentationsrelevanter Daten verwendet. Dabei kommt in der Regel ein physikalischer Datenträger (z.B. USB-Speichermedium) zum Einsatz, welcher die Dokumentations- und Stammdaten als abgeschlossenen Datensatz enthält. Derzeit wird die Entwicklung von Bordcomputertechnik und die Übertragung der erzeugten Datensätze via GSM-Verbindung an zentrale Server (Bernhardt und Dörfler, 2012) erheblich vorangetrieben.

## 1.4 Problemstellung

Der vom Bordcomputer über Onlineverbindung übertragene Datensatz unterscheidet sich bei vielen Herstellern nicht von Datensätzen auf physikalischen Datenträgern. Die vorhandene und normierte Datenstruktur (ISO 11783-10, 2009) enthält teilweise redundante Informationen und wird nur als Einheit übertragen. Eine Folge davon können Datenpakete im zweistelligen Megabyte-Bereich sein. Insbesondere im schlecht erschlossenen ländlichen Raum stellt das eine Herausforderung für künftige Entwicklungen dar, da eine ständige Breitbandverbindung zum Internet nicht zu Grunde gelegt werden kann (Alcalá und Lecker, 2012, Meyer und Rusch, 2010) und oft nur Datenraten kleiner als 15 kByte/s erreicht werden (Rusch, 2012).

Die heute verfügbare Erfassungstechnik auf Bordcomputern arbeitet singular, betrachtet daher nur die Einzelmaschine und deren Anbaugeräte (Bartolein et al., 2011). Eine Vernetzung der Datenerfassung von unterschiedlichen Maschinen wurde bisher nur in Forschungsprojekten (z.B. iGreen, LaSeKo) realisiert. Alle bisherigen Ansätze verfolgen die Speicherung der erhobenen Informationen innerhalb eines Datensatzes. Steinberger et al. (2006) fordern eine serverseitige Speicherung und Verarbeitung der Daten mit Schnittstellen zu FMIS und systemrelevanten Beteiligten und legen den im ISOBUS Standard definierten Datensatz zu Grunde.

Diese singuläre Betrachtungsweise innerhalb der Datenerfassung wirkt sich nachteilig auf die Verbindung zwischen Waren- und Datenstrom aus. Bei der Übergabe der Ware von einem Fahrzeug auf ein anderes, werden durch den Einsatz der aktuell verfügbaren Technik das Transportgut und die dazu erfassten Informationen voneinander getrennt oder müssen auf der Übernahmemaschine erneut manuell erfasst werden. Folglich müssen für Abrechnung und Dokumentation relevante Informationen nachträglich miteinander verknüpft werden. Aktuell gibt es keine Lösung zur automatisierten Vereinigung von Transport- und Substratdaten verschiedener Datenquellen aus Aufzeichnungen verfügbarer Technik. In landwirtschaftlichen Unternehmen werden Daten darüber hinaus oft nur unzureichend oder unstrukturiert erfasst (Pauli et al., 2012), so dass wichtige Informationen nicht zur Verfügung stehen (Hesse und Seufert, 2007; Bernhardt, 2007). Hesse und Seufert (2007) empfehlen „Daten aller Erntegüter bis zum Verlassen des Betriebes schlagbezogen auswerten zu können“.

In Forschungsprojekten von Landtechnikherstellern und Wissenschaft (z.B. LaSeKo) werden erste proprietäre Ansätze zur Weitergabe von Informationen zwischen verschiedenen Maschinen (des gleichen Systems) entwickelt (siehe Kapitel [2.3.3.1](#) und [2.3.3.2](#).)

Die Entwicklung von umfänglichen Datenerfassungssystemen hinkt dem rasanten Fortschritt in Landwirtschaft und Landtechnik aber hinterher. Aktuell divergieren die Entwicklung zur Datenerfassung und die gestellten Anforderungen. Es existiert keine geschlossene Datenkette von der Erfassung bis zur Auswertung der Information. Verschiedene proprietäre Formate (= Systembrüche), die Diversifizierung durch die unterschiedliche Auslegung des ISOBUS Standards 11783 Part 10 durch die Landmaschinenhersteller, die teilweise Trennung der Dokumentation von Warenströmen, viele manuelle Eingriffe während der Dokumentation, für den wireless Datatransfer zu große Datenmengen und nicht zu Letzt der unzureichende Ausbau einer Breitbandverbindung im ländlichen Raum können für die kontinuierlich langsam ablaufende Umsetzung der oben genannten Ziele benannt werden. Daher wird ein Umdenken hinsichtlich der eingesetzten Methodik zur Erfassung und Übertragung von Prozessdaten bei Transportern landwirtschaftlicher Güter als notwendig gesehen. Diese Arbeit soll einen Beitrag dazu leisten, Schwächen aufzuzeigen und Lösungsvorschläge für die Erreichung der geforderten Ziele anzubieten.



## 2 Stand des Wissens

Dieses Kapitel beinhaltet wichtige Definitionen zu verwendeten Begriffen, die für das Verständnis der folgenden Kapitel notwendig sind. Es befasst sich außerdem mit den Anforderungen und Zielen an eine automatische Dokumentation im landwirtschaftlichen Transportwesen.

### 2.1 Definitionen

Zunächst sollen die Begriffe „Transport“, „automatisch“ und „Dokumentation“ beschrieben werden. Daraus wird eine Definition zur „automatischen Dokumentation“ abgeleitet.

#### 2.1.1 Transport

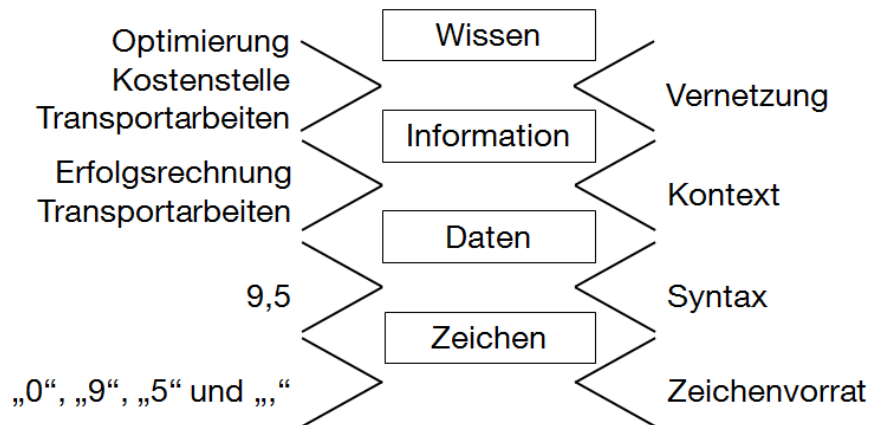
In Gabler Verlag (2013) wird zwischen außerbetrieblichen und innerbetrieblichen Transporten unterschieden. Der außerbetriebliche Transport wird als *„Raumüberbrückung von Gütern mithilfe von Transportmitteln“* definiert. Die Wahl des Transportmittels wird von *„transportgutabhängigen (Produktbeschaffenheit, Verpackungsart, Bestellmenge), transportmittelabhängigen (Ladekapazität, Zuverlässigkeit, Schnelligkeit, Sicherheit, Kosten), geschäftspartnerorientierten (Entfernung zwischen Liefer- und Empfangspunkt, Zugänglichkeit zum Transportnetz, Transportzeiten) sowie gesetzlichen Einflussfaktoren“* bestimmt.

Der innerbetriebliche Transport wird als *„Planung, Steuerung und Durchführung von Aktivitäten der Ortsveränderung innerhalb von Betrieben und Betriebsteilen“* definiert. Im weiteren Verlauf sollen nur außerbetriebliche Transporte berücksichtigt werden.

#### 2.1.2 Automatische Dokumentation

Die automatische Dokumentation gliedert sich in mehrere Teilbereiche. Unter zu Grunde Legung des Wortsinns ist „automatisch“ ein *„durch Selbststeuerung oder -regelung“* (Bibliographisches Institut GmbH und Dudenverlag, 2012) erfolgender Prozess. Die Dokumentation als Prozess beinhaltet die *„Zusammenstellung und Nutzbarmachung von*

*Dokumenten, Belegen und Materialien jeder Art“ (Bibliographisches Institut GmbH und Dudenverlag, 2013). Probst et al. (2010) verweisen auf die Abgrenzung der Begriffe „Zeichen“, „Daten“, „Information“ und „Wissen“: „Zeichen werden durch Syntaxregeln zu Daten, welche in einem gewissen Kontext interpretierbar sind und damit für den Empfänger Informationen darstellen [...]. Die Vernetzung von Information ermöglicht deren Nutzung in einem bestimmten Handlungsfeld, welches als Wissen bezeichnet werden kann. [...] Wissen bezeichnet die Gesamtheit der Kenntnisse und Fähigkeiten, die Individuen zur Lösung von Problemen einsetzen. [...] Wissen stützt sich auf Daten und Informationen, ist im Gegensatz zu diesen jedoch immer an Personen gebunden.“ In **Abbildung 1** wird dieser Zusammenhang an Hand eines Beispiels erläutert.*



**Abbildung 1: Beziehung zwischen den Ebenen der Begriffshierarchie (verändert, nach: Probst et al., 2010)**

Der Prozess der Dokumentation beinhaltet daher verschiedene Ebenen. Das Aggregieren, Vernetzen und Interpretieren der Zeichen und Daten zu Information und Wissen ist als Bereitstellung von Dokumenten, beispielsweise für die Abrechnung und den späteren Nachweis von Prozessen, zu interpretieren.

### **Definition**

Die ‚automatische Dokumentation‘ stellt einen selbstständig ablaufenden Prozess, von der Datenerhebung, über die Speicherung und Verarbeitung bis hin zur Bereitstellung von Informationen dar. Durch die personengebundene Vernetzung der Informationen, können Handlungen (‚Wissen‘) abgeleitet werden.

## 2.2 Transportprozesse landwirtschaftlicher Güter

Ein landwirtschaftlicher Transportprozess beinhaltet die Verbringung eines Gutes zwischen zwei definierten Orten unter zur Hilfenahme eines Transportgespannes. Der Transportprozess beginnt mit der Aufnahme des Transportgutes von einer mobilen Arbeitsmaschine oder einem Lager und endet nach dem Befördern des Substrates mit dessen Übergabe am Zielort. Die Übergabe kann in ein (Zwischen-) Lager oder eine mobile Arbeitsmaschine erfolgen. *„Der Transportvorgang umfasst also nicht nur die Überbrückung von Entfernung, sondern schließt die Arbeitsglieder Beladen und Entleeren ein“* (Eichhorn und Böhrnsen, 1999). Mührel (1983) definiert den Transportprozess wie folgt: *„Ausführung einer Folge von Transport-, Umschlag- und Lagerungsoperationen (TUL) oder einzelner Transportoperationen an Gütern sowie der dazu erforderlichen Hilfsoperationen mit dem Ziel Güter fortzubewegen, um sie an einem anderen Ort zu einem bestimmten Zeitpunkt bereitzustellen“*.

Im landwirtschaftlichen Umfeld werden bei Transporten Gespanne aus Traktor und angehängtem Transportgerät eingesetzt, wobei sich diese je nach Substratart unterscheiden. Zur Überbrückung größerer Entfernungen sind Traktorgespanne *„aus Zeit- und Kostengründen nur bedingt für transportlogistische Tätigkeiten geeignet“*, aber in der Praxis noch häufig anzutreffen (Engelhardt et al., 2013). Für weite Transporte müssen sich mehrgliedrige Lösungen aus z.B. Überladewagen, LKWs und Spezialfahrzeugen (z.B. Agrottruck zur Bergung von Erntegut) etablieren. Die Zuckerrübenlogistik sei dazu als Modell mit langjährigen Erfahrungen genannt (siehe Kapitel 2.3.2.6).

Aus Sicht des Substrates teilt sich durch Überladen auf ein anderes Transportgerät die Beförderung in mehrere Schritte auf. Dies kann den Durchlauf eines Substrates durch mehrere Transportprozesse bis zum endgültigen Zielort bedeuten. Dabei erhobene Dokumentationsdaten sollten im Idealfall von Maschine zu Maschine bzw. von Maschine zu Abladestelle mit dem Verladen des Substrates übergeben werden (siehe Kapitel 2.3.3.1).

## 2.3 Bestehende Dokumentationssysteme

Neben den tatsächlichen Transportprozessen muss die Rückverfolgbarkeit der Produkte durch eine lückenlose und umfangreiche Dokumentation gewährleistet werden

(Oexmann, 2005). „*Qualitätsstandards wie GLOBAL GAP oder QS [...] werden in Zukunft noch stärker von der aufnehmenden Hand und der verarbeitenden Industrie als Abnahmekriterium verlangt werden. Der damit verbundene Dokumentationsaufwand [...] inklusive der abschließenden genauen Angabe von Herkunft [...] und der Qualitätsparameter [...] ist enorm, aber notwendig*“ (Engelhardt et al., 2013). „*Der aktuelle Ablauf in der Wertschöpfungskette ist gekennzeichnet durch die auf jeder Stufe erneut durchgeführte Erfassung aller relevanten Daten zum Gut*“ (Zimmermann et al., 2012). Die entstehende Fehlerquelle könnte durch die Übernahme bestehender Daten und Ergänzung neuer Informationen erheblich reduziert werden. Verschiedene Lebensmittel-skandale, wie die Ausbreitung von EHEC im Sommer 2011 oder der Verkauf des mit Aflatoxin belasteten Mais im Frühjahr 2013 zeigten allen Beteiligten die Hürden und Lücken in bestehenden Dokumentationssystemen und die Notwendigkeit einer durchgehenden Dokumentation in elektronischer Form.

Im Folgenden sollen aktuell verfügbare Systeme und Projekte zur Dokumentation von Schüttguttransporten vorgestellt werden. Die Schwierigkeit und Komplexität derartiger Prozessdokumentation liegt in der Eigenschaft des Transportgutes, welches „lose“ transportiert und meist gesammelt an einem Ort abgeladen wird. Dort kommt es zur Vermischung verschiedener Partien, die in der Regel keiner eindeutigen Charge mehr zugeordnet werden können.

### **2.3.1 Quantifizierung und Qualifizierung von Biomasse**

Transportgüter in der Landwirtschaft sind in der Regel (feste oder flüssige) Schüttgüter und müssen über Volumen, Dichte oder Masse quantifiziert werden. Eine in der Praxis häufig anzutreffende Quantifizierungsmethode stellt die Fuhrwerkswaage dar. Fuhrwerkswaagen sind in der Regel stationär und meist nur schwierig in eine Erntekette integrierbar, jedoch eichfähig. Systeme zur Online-Verwiegung von Gütern am Transportgerät sind im Handel erhältlich, weisen jedoch je nach Konstruktion deutliche Schwächen auf. Während auf Dehnmessstreifen basierende Systeme nur sehr unzuverlässig funktionieren, liefern Drucksensoren oder digitale bzw. analoge Wiegezellen gute bis sehr gute Ergebnisse (Thurner et al., 2012). Keines dieser Systeme konnte zum Zeitpunkt dieser Arbeit mit einer Eichung nach EichG (1969) geliefert werden. Für das Fliegl Weighing System mit digitalen Wiegezellen wurde lediglich die Eichfähigkeit bei der PTB Braunschweig beantragt (Stand Dezember 2013).

Die zusätzliche Quantifizierung über die Anzahl ist bei speziellen Bergungstechniken mit Vereinzelungsverfahren (z.B. im Grünland: Ballenpressen) möglich, aber z.B. für große Biogasanlagen aus diversen Gründen nicht praxistauglich (z.B. Kosten, manuelle Entfernung der Ballenschnüre).

Die Bestimmung von Qualitätsparametern, wie Trockensubstanz oder Inhaltsstoffe, aber auch die Quantifizierung des Ertrages sind heute in Erntemaschinen mit Hilfe spezieller Sensorik (z.B. Inhaltsstoffe: NIRS-Systeme) möglich. Nach Thurner et al. (2011b) wurde *„der Trockensubstanzgehalt [...] von beiden [untersuchten] Systemen (Anm.: NIR-Sensor bzw. Dielektrische Leitfähigkeitsmessung) überschätzt, [...] die Frischmasse je Transportwagen wurde aber von beiden Maschinen ziemlich genau ermittelt“*<sup>1</sup>. Auch Köhler et al. (2010) kommen zu einer vergleichbaren Einschätzung: *„Anhand der Versuche zur Überprüfung der Messgenauigkeit der „Ertrags- und Feuchteermittlung am Feldhäcksler“ können unter laufenden Praxisbedingungen auf Schlag- und Fuhrwerkebene gegenüber dem Referenzsystem (Gesamtwiegung) bereits sehr gute Übereinstimmungen bei den Ertragserfassungen in den Frischmassen beim Silomais festgestellt werden. Die Überprüfung der Messsysteme zur Feuchteermittlung, bei denen zwei unterschiedliche Messtechniken getestet wurden, zeigen dagegen bei Praxisbedingungen noch gewisse Abweichungen zu dem Referenzsystem (Wiegung und Ofentrocknung). Insgesamt liefert die „Ertrags- und Feuchteermittlung am Feldhäcksler“ beim Silomais bei entsprechender Kalibrierung verlässliche Daten zu den Erträgen.“* Derzeit werden in den kommerziellen Lösungen die von Sensoren erfassten Daten auf der Erntemaschine gespeichert, nicht aber an Transportfahrzeuge weitergegeben.

### 2.3.2 Kommerzielle Lösungen

Am Markt werden bereits zahlreiche Lösungen für die „lückenlose Dokumentation“ von Transporten für verschiedene Bereiche wie die Biogas- und Getreideernte oder die Rübenlogistik beworben. Die eingesetzte Hard- und Software unterscheidet sich dabei teils erheblich. Erhobene Daten sind teilweise nur bedingt standardisiert und mit vorhandenen FMIS kompatibel oder für die Weitergabe an nachfolgende Systeme der aufnehmenden Hand konzipiert. Die betrachteten Systeme bedienen sich dabei der oben

---

<sup>1</sup> Übersetzung des Originals

genannten Sensorik zur Quantifizierung und Qualifizierung von Substraten. Im Folgenden soll näher auf Dokumentationssysteme, wie sie oft in der Praxis anzutreffen sind, eingegangen werden.

### 2.3.2.1 ISO11783

*„Der ISO11783 Standard beinhaltet Spezifikationen für ein serielles Datennetzwerk zur Kontrolle und Kommunikation in forst- oder landwirtschaftlichen Traktoren [...]. Die Absicht dahinter ist eine Standardisierung der Methode und des Formats zum Transfer von Daten zwischen Sensoren, Aktuatoren, Kontrollelementen, Traktoren, etc. Manchmal wird der ISO11783 Standard als ISOBUS bezeichnet. Er besteht aus mehreren Teilen: ein allgemeiner Standard für mobile Datenkommunikation, [...], einem Taskcontroller und Management Informationssystem Austausch<sup>2</sup>“ (Tumenjargal et al., 2013). Derzeit umfasst der Standard 14 Teile.*

ISO11783 definiert im zehnten Teil ein XML Schema (ISOXML) für den Datenaustausch zwischen FMIS und Bordcomputern. In der Norm wird der Begriff des „Tasks“ definiert, der alle Attribute zur erledigten Arbeit beinhalten soll. Ein Task *„spezifiziert was, wo, wie, durch wen und wann“* (ISO 11783-10, 2009) erledigt werden soll (siehe Beispiel in [Abbildung 2](#)). Im Task sind Informationen zu „Time“, „Farm“, „Customer“, „CropType“, „Partfield“, „Worker“, „Device“ oder „Product“ enthalten, welche alle *optional* durch den Bediener eingegeben werden können (ISO 11783-10, 2009). Diese Informationen sind (falls benötigt) durch den Anwender manuell zu erfassen oder vorab in einem FMIS zu planen. Die Planung von Tasks im FMIS wird als erster Schritt im Standard Workflow der Norm beschrieben. Die beschriebene Herangehensweise kann als Grundkonzept für verschiedene Auftragsmanagementtools innerhalb von FMIS Produkten angesehen werden. Sensorwerte (z.B. Trockensubstanz, Anzahl Ballen) zu Produkten werden von den Systemen automatisiert aufgezeichnet, sofern ein im FMIS geplanter Auftrag (TASKDATA.XML) entsprechende Aufzeichnungsanweisungen enthält. Standardmäßig wird im Auftrag der „Default DataLog Trigger (DFFF)“ angegeben, der den Taskcontroller zur Aufzeichnung aller verfügbaren Attribute veranlasst.

---

<sup>2</sup> Übersetzung des Originals

Der elfte Teil der Norm („Mobile data element dictionary“) beschreibt Identifiers zur Aufzeichnung von Elementen, die in ISO11783-10 definiert sind. Die Identifier (Data Dictionary Entities – DDEs) beinhalten unter anderem eine Definition, die Einheit, und die Auflösung des Wertes (Rusch et al., 2011; ISO 11783-11, 2011). Beispielsweise steht DDEntity 81 für „Application Total Mass“ mit der Einheit „kg“ (siehe Kapitel 6.2.2).

Die Angabe eines Lagers oder Übernahmefahrzeuges, sowie die Dokumentation einer komplexen Erntekette sind in der Norm bisher nicht vorgesehen. Im Fokus der Bordcomputer steht die Einzelmaschine in singularer Betrachtungsweise (Bartolein et al., 2011). Komplexe Vorgänge, wie die Übergabe von Substraten von einer Maschine zur nächsten, können im Task bisher nicht dokumentiert werden.

Der Standard lässt es den Herstellern von ISOBUS Bordcomputern offen, welche physischen Schnittstellen (USB, WLAN, Bluetooth, GPRS) zum Datenaustausch mit den Desktopsystemen in den Terminals verbaut werden (Rothmund und Wodok, 2010). Daten werden teilweise über eine drahtlose Verbindung (z.B. Fendt, Müller) oder via Datenträger (z.B. CCI, Müller) an Desktopsysteme übertragen. Generell gilt aber, dass der Datenaustausch zu einem FMIS über die TASKDATA.XML Datei und die dazugehörigen BIN-Dateien stattfindet. Die Taskdata stellt ein abgeschlossenes Dateikonstrukt mit teilweise erheblicher Dateigröße dar, welche immer als Ganzes übertragen werden muss. Die Aufzeichnung der Sensorwerte erzeugt je nach Umfang wenige kB/ha bis zu GB/ha (Pesonen et al., 2007).



Abbildung 2: Task auf einem CCI 200 Bordcomputer (Quelle: eigener Screenshot)

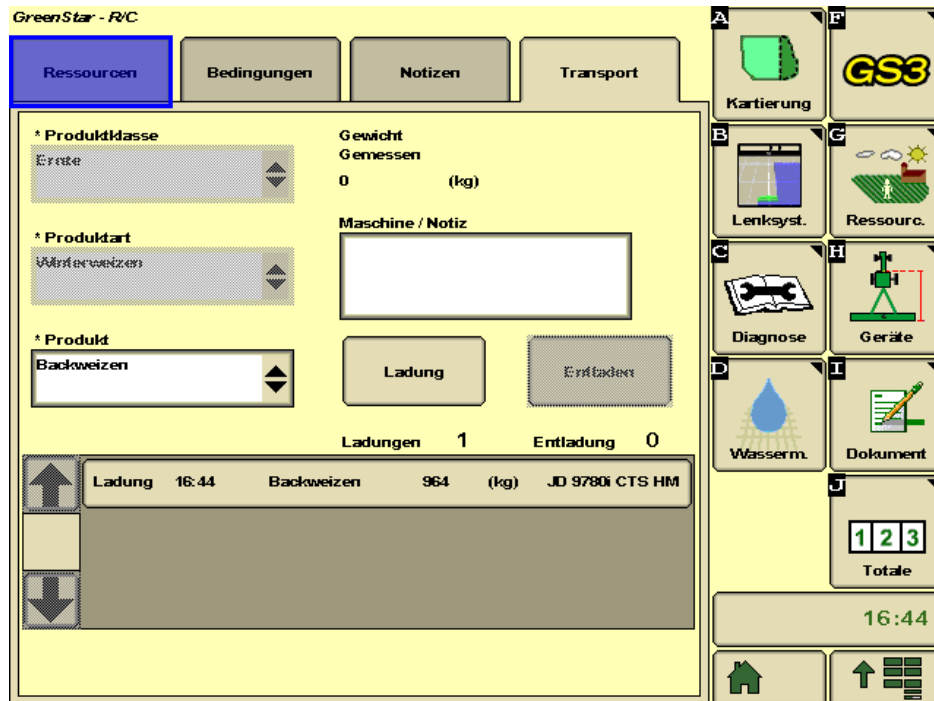
### 2.3.2.2 John Deere GreenStar™

John Deere GreenStar™ ist ein herstellerspezifisches Dokumentationssystem, das mit Hilfe der EIC als Decoder der proprietären Formate mit verschiedenen FMIS kommuniziert. Das John Deere GreenStar™ unterscheidet zwischen sieben Dokumentationsarten, sogenannten Jobs: „Bodenbearbeitung“, „Pflanzen/Säen“, „Applikation“, „Ernte“, „Wassermanagement“, „Sonstige“ und nach Freischaltung des Business Packs können „Transporte“ ausgewählt werden. Jede Dokumentationsart umfasst einen speziellen Attributumfang, wobei insbesondere auf den Transporttask näher eingegangen werden soll.

In [Abbildung 3](#) ist ein Transportjob des John Deere GreenStar™ Dokumentationsystems auf einem GS3 2630 Monitor dargestellt. Als Besonderheit in diesem Beispiel wird die Masse über das Fliegl Weighing System (FWS) ermittelt und direkt für die Dokumentation bereitgestellt. Ohne diese Kopplung eines ISOBUS Jobrechners mit angeschlossenen Wiegezellen muss die Masse manuell erfasst werden. Der Anwender muss zur Spezifizierung des Transports die Produktklasse (z.B. Ernte, Applikation), die Produktart (z.B. Winterweizen, Maissilage) und das Produkt (z.B. Backweizen, Vermehrungsweizen) angeben. Nach Abschluss der Beladung ist ein Klick auf „Ladung“ und die Angabe der



Position des Beladungsorts durch den Anwender obligatorisch (siehe [Abbildung 4](#)). Zur Auswahl stehen „Schlag“, „Lagerort oder Lager“ sowie „GPS-Daten“. Die Angabe einer Position kann nicht abgebrochen werden. Ein Transport kann durch Klick auf Entladen und nach Angabe der Abladeposition abgeschlossen werden. Das System erlaubt mehrere Be- und Entladungen (Teilladungen) innerhalb eines Transportjobs.



**Abbildung 3: John Deere GreenStar™ Transportdokumentation auf GS3 2630 Monitor (Quelle: eigener Screenshot)**

Neben den Transportjobs gibt es auf Erntefahrzeugen die Möglichkeit optional innerhalb der Dokumentationsart „Ernte“ Transporttickets in „Loads“ zu erfassen (siehe [Abbildung 5](#)). Die Angabe eines Ladungsnamen und Lagerortes ist optional. Praktiker verwenden für den Ladungsnamen oft die Bezeichnung des Fahrzeuges, welcher aber nicht mit den Stammdaten „Fahrzeuge“ korrespondiert und FMIS-seitig nicht automatisiert verknüpft werden kann. Die Lagerorte werden nicht aus den Stammdaten wie im Transportjob bereitgestellt und können daher nicht aus den Stammdaten des FMIS verwendet werden. Bei jedem Überladevorgang muss der Fahrer des Erntefahrzeuges durch einen Klick das Speichern des Transporttickets auslösen. Neben den genannten Informationen werden auch die überladene Menge und Qualitätsparameter wie Trockensubstanz (von der Fahrzeugsensorik ermittelt) gespeichert. Eine Übergabe des Transporttickets an das Transportfahrzeug ist bis dato nicht vorgesehen.

Abbildung 4: Positionseingabe einer Be- oder Entladung auf GS 2630 (Quelle: eigener Screenshot)

Abbildung 5: Dokumentation der Beladung eines Transportfahrzeug am GS 2630 des Erntefahrzeuges (Quelle: eigener Screenshot)

Die erfassten Daten liegen in einem proprietären Format vor. Sie können mit Hilfe der EIC in FMIS eingelesen und verarbeitet werden. Das FMIS AO Agrar-Office 5.0 von LAND-DATA Eurosoft wurde speziell für die Dokumentation von John Deere Transportjobs

angepasst, da sich Transporte in der Regel nicht auf einen Schlag oder Lager beziehen und somit nicht Teil der Schlagdokumentation im Sinne eines FMIS sind. Der kleinste gemeinsame Nenner ist das Transportgespann, das als Basis für die Transportbuchungen im FMIS verwendet wird. Die genannten Komponenten aus Dokumentationssystem und FMIS sind in ihrer Ausführung einzigartig.

### **2.3.2.3 Telematik Systeme**

Am Markt werden diverse Telematik Systeme, wie Arvato Farmpilot, John Deere JDLink, Claas Telematics oder AO netDok von LAND-DATA Eurosoft angeboten. Im Folgenden soll das System AO netDok von LAND-DATA Eurosoft beispielhaft beschrieben werden, da Ergebnisse dieser Arbeit den Daten aus jenem System zu Grunde liegen und die anderen Systeme grundsätzlich ähnlich gestaltet sind. Die Systemkonfiguration von AO netDok wird in Kapitel 4.1 näher beschrieben. AO netDok Clients übertragen automatisiert, wie bei anderen Telematik-Systemen, Spur- und Prozessdaten in bestimmten Intervallen an den zentralen Server AO netDok. Dort werden die Daten zur Visualisierung der Position der Fahrzeuge und zur späteren Aufbereitung gespeichert. Die Besonderheit dieses Systems ist die Möglichkeit der Kopplung zum FMIS AO Agrar-Office und die dortige automatisierte Verschneidung (AO AutoDok) der Spurpunkte mit den hinterlegten Schlagkonturen zu Maßnahmen (vergleichbar mit Tasks und Jobs). Standardmäßig übermittelt das System lediglich Zeit und Position des Fahrzeuges. Über verschiedene Schnittstellen können aber auch Zusatzinformationen zur erledigten Arbeit über die AO Dokubox (proprietär) oder den CAN-Bus (standardisiert) übermittelt werden. AO netDok ist auch für den Empfang von Daten anderer Clients konzipiert. Seit 2013 werden auch Positions- und Prozessdaten des Krone CCI 200 Bordcomputers und prototypisch des GS3 2630 Monitors (iGreen-Projekt) in kontinuierlichen Abständen an AO netDok übertragen. Diese *Daten* kann der Anwender nachträglich am PC zu Maßnahmen (*Informationen*) aggregieren (vgl. [Abbildung 1](#)) und die von einem bestimmten Fahrzeug erledigte(n) Aufgabe(n) dokumentieren und abrechnen.

### **2.3.2.4 Telematik Systeme mit Waagenanbindung**

Ein weiteres Telematik System im Bereich Dokumentation wird von Living Logic (2012) vorgestellt. Es verknüpft Informationen des GPS-Standortes eines Erntefahrzeuges, die geografischen Informationen der Schläge und die Daten aus der Fahrzeugerkennung via RFID am Erntefahrzeug und an der Waage zu einem an der Waage vollautomatisch

erstellten Wiegeschein. Am Übergabeort wird das Transportfahrzeug durch das Erntefahrzeug mittels RFID Technik erkannt und erfasst. Nach einem Überladevorgang wird die Position des Erntefahrzeuges, die Information zum Transportfahrzeug und optional ein Trockensubstanzgehalt (manuell vom Dokumentationssystem des Erntefahrzeuges durch den Fahrer in die Anwendung zu übertragen) an einen zentralen Server via Mobilfunk übertragen. An der Fuhrwerkswaage wird das Transportfahrzeug anhand der RFID-Kennzeichnung erkannt, der letzte Beladungsort mittels der vom Erntefahrzeug überreichten Daten ermittelt und dem Wiegeschein hinzugefügt, der nach der automatisch ausgelösten Wägung vom System selbsttätig erstellt wird. Bei fehlender Kommunikation (Abbruch der Mobilfunkverbindung) des Erntefahrzeuges mit dem Server werden die Lieferscheine laut Herstellerangaben nachträglich um die fehlende Information ergänzt. Ähnlich funktionierende Systeme werden auch von NEST Informationssysteme GmbH und Keitlinghaus Umweltservice angeboten.

### 2.3.2.5 Helm „Herakles Ertekette“

Böhrnsen (2013) stellt in einem Praxisbericht die Erntelogistik mit Waagenanbindung „Herakles Ertekette“ von Helm vor: Das System besteht aus einer App auf mobilen Endgeräten (Clients) der Apple Produktfamilie (iPhone, iPad), einer Mobilfunkverbindung zu einem zentralen Server von Helm (Farmbox) und optional einer Anbindung an eine „*Hofschlagkartei (z.B. Logiss von Helm)*“. Der Funktionsumfang umfasst die Darstellung der Schläge, der Waage, sowie der gesamten Ertekette (Erntefahrzeug, Transportfahrzeug) auf den mobilen Geräten. Die Positionsdaten der mobilen Clients werden an die Farmbox übertragen. Die Fahrspur eines beliebigen Fahrzeuges kann an alle mobilen Clients für Routing-Zwecke (ohne Navigation) übertragen werden. Sämtliche Arbeitsstatus wie „Beladen“, „Beladen fertig“ müssen vom Fahrer in der App eingetragen werden, *„damit der weitere Ablauf einschließlich der Kopplung mit der Waage automatisch funktioniert. [...] An der Waage [...] löst der Fahrer dann den Befehl „Wiegen“ aus. Die Herakles-App überträgt daraufhin die zur Fuhre gehörenden Daten (Datum, Uhrzeit, Fahrer, Schlag) über die Farmbox an die Waagensoftware auf dem PC“*. Das System verfügt über eine Offline Funktionalität zur Speicherung einiger Daten und kann so *„eine Zeit lang ohne Handyempfang“* betrieben werden. Im Falle einer schlechten Mobilfunkverbindung an der Waage können spezielle Handsender des Waagenherstellers zur Auslösung der Wägung verwendet werden. *„Da im Hintergrund die Fahrspuren mit*

*Datum und Zeit mitgeloggt werden, können die Datensätze notfalls nachbearbeitet werden, falls Informationen zum Schlag fehlen.“*

### **2.3.2.6 Rübenlogistik**

Der Ablauf in der Rübenlogistik unterscheidet sich in der Regel deutlich von der Abfuhr von halmgutartiger Biomasse wie Mais, Gras oder Ganzpflanzensilage. Ursache ist die monopolistische Marktposition des Abnehmers, der sämtliche Vorgaben für die Anlieferung der Zuckerrüben und so einen einheitlichen Aufbau der Ernteketten definiert.

Beispielhaft soll im Folgenden die Abfuhrlogistik der Südzucker dargestellt werden. Die Informationen stammen aus der Befragung eines Praktikers (Pauli, 2013) sowie aus Unterlagen der Südzucker.

Die mit einem Rübenroder geernteten Früchte werden am Feldrand in Feldmieten bis zum tatsächlichen Transport zur Zuckerrübenfabrik gelagert. Bis zu diesem Zeitpunkt ist die Information über die Herkunft der Rüben anhand des Lagerortes eindeutig zu ermitteln. Alle Transporte werden vor der Durchführung zentral von der Zuckerrübenfabrik geplant und online an die Bordcomputer der Abfuhrfahrzeuge (LKWs und Verlademaus) weitergeben. Der Transport beginnt mit der Beladung der Zuckerrüben mittels eines Rübenreinigungsladers (RRL) auf die Transportgespanne (meist LKW). Am RRL werden mit Hilfe eines Bordcomputers der Herkunftsort und der Lieferant erfasst. Vor der Beladung muss der LKW Fahrer das Beladen bestätigen. Das Abfuhrfahrzeug wird durch Auslesen eines RFID Chips am Transportfahrzeug vom RRL ermittelt und im Bordcomputer des RRL als Information zur Beladung hinzugefügt. Nach Beendigung des Überladevorgangs werden die Angaben zum Herkunftsort und Lieferanten auf den RFID Transponder am Transportfahrzeug geschrieben. Neuere Systeme nutzen eine Waage am RRL für die Dokumentation von Teilladungen. Diese Information wird ebenfalls an den RFID Transponder des LKW übergeben. Zur Absicherung der Datenerfassung werden alle Informationen zusätzlich auf dem Bordcomputer des RRLs gespeichert. Am Zielort wird der Transponder des LKW ausgelesen und die Information an ein zentrales System der Zuckerrübenfabrik übermittelt. Die automatisierte Übertragung der Daten wird unterbrochen, falls ein LKW aus technischen Gründen den Transport unterbricht und ein anderer LKW als Ersatz eingesetzt werden muss, da die Produktinformationen nicht von einem LKW auf einen anderen übertragen werden. In der Zuckerrübenfabrik erfolgt in

diesem Fall eine mündliche Weitergabe der Informationen, ansonsten durch Auslesen der RFID Datenträger.

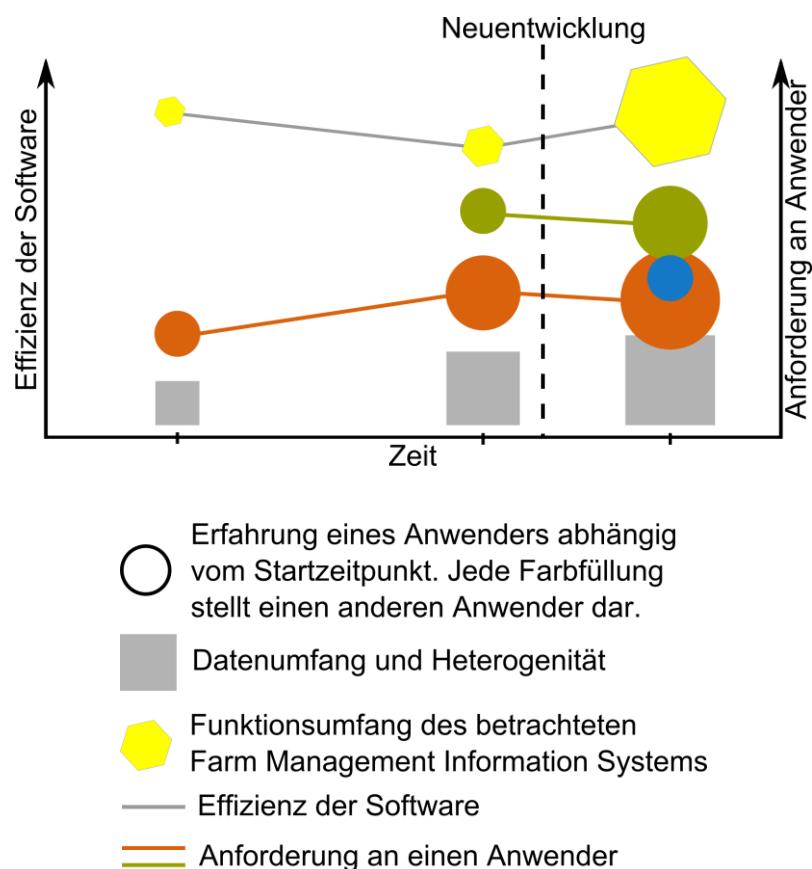
### 2.3.2.7 FMIS – Anwendungen zur Verwaltung der Dokumentationsdaten

Ein FMIS ist für die Verwaltung anfallender Dokumentationsdaten im landwirtschaftlichen Bereich konzipiert und als weiteres Glied in der Dokumentationskette zu sehen. Zum einem können Aufträge geplant und an mobile Clients (Bordcomputer, Smartphone) für die weitere Bearbeitung gesendet werden. Die erledigten Aufträge werden zum anderen in der Datenbank des FMIS abgelegt und als Dokumentation für die durchgeführten Arbeiten verwendet. Ein Auftragsmanagementmodul zur Übertragung von geplanten/erledigten Aufträgen an/vom Bordcomputer ist für diverse FMIS Produkte erhältlich. Ein Großteil der landwirtschaftlichen Dokumentation (Pflanzenschutz, Düngung, etc.) wird schlagbezogen dokumentiert und im FMIS abgespeichert.

Die Automatisierung des Datentransfers ist ein wichtiger Aspekt innerhalb von FMIS Produkten, sofern die Kopplung zu mobilen Clients eingesetzt wird. Ein hoher Automatisierungsgrad in diesem Bereich ist nicht in allen Softwareprodukten zufriedenstellend gelöst, aber im Sinne der ‚automatischen Dokumentation‘ erforderlich. *“Die am Feld, zum Teil schon automatisch erfassten und heterogenen Daten, müssen mit Hilfe von Desktopsoftware mit minimalem Aufwand verarbeitet werden. Vorhandene Systeme konnten diese Anforderungen nicht mehr immer ausreichend erfüllen“* (Pauli et al., 2013).

In **Abbildung 6** ist die Entwicklung und der Zusammenhang zwischen Datenmenge, FMIS-Funktionalität und Softwarekompetenz der Anwender schematisch dargestellt. Die Größe der Symbole stellt den Umfang des betrachteten Attributes dar. Je größer ein Symbol, desto größer ist auch dessen Umfang. Zum Zeitpunkt 1 war der von den Landtechnikherstellern bereitgestellte Datenumfang relativ überschaubar und durch die geringe Zahl an verschiedenen Systemen und Systemkonfigurationen relativ homogen. Der Funktionsumfang der Software wurde entsprechend dieser Daten entwickelt. Somit war die Effizienz der Software als hoch einzustufen. Zum Zeitpunkt 2 nahm der Datenumfang und die Heterogenität der Daten (durch z.B. verschiedene Maßnahmenarten: Ernte, Bodenbearbeitung, Transport) deutlich zu. Bei gleichbleibendem Funktionsumfang war die Effizienz der Software niedriger, die Anforderungen für Neueinsteiger dadurch höher. Trotz Standardisierung nahm die Heterogenität der

Bordcomputerdaten stetig zu, da einerseits immer neue Geräte und Anwendungen über den ISOBUS angesteuert werden können. Diese Vielfalt an verschiedenen Geräten bedingt andererseits eine stetige Erweiterung des Standards, der durch die unterschiedliche Auslegung des ISOBUS Standards 11783 Part 10 durch die Landmaschinenhersteller einer gewissen Diversifizierung unterliegt. Zum Zeitpunkt 3 wurde ein Prototyp entwickelt, mit dem es gelang den Funktionsumfang so zu erweitern, dass einerseits die Heterogenität der Daten berücksichtigt und der Neueinstieg in die Datenverarbeitung durch Automatisierung des Importprozesses erleichtert wurde. Dadurch wurde eine Effizienzsteigerung bei der Benutzung der Software erreicht.



**Abbildung 6: Entwicklung von Datenmenge, FMIS-Funktionen und Softwarekompetenz (Quelle: Pauli et al., 2013)**

„Für eine möglichst hohe Akzeptanz beim Anwender wurde die Verarbeitung der heterogen strukturierten Prozessdaten mit Hilfe der Critical Incidents Methode [...] in zwei FMIS Produkten analysiert. [...] Der automatische Anstoß des Importprozesses, eine Minimierung der Userinteraktionen und die Performance der Anwendung wurden als [...] Critical Incidents klassifiziert. Daraus wurde ein Modell eines durchgängigen und sequentiellen Workflows für den Import und die Verarbeitung von Prozessdaten abgeleitet

*und umgesetzt.*“ (Pauli et al., 2013). Im Rahmen jener Arbeit wurde ein Konzept zur Erkennung von unbekanntem Datensätzen in Kombination einer automatisierten Umwandlung in Stammdaten umgesetzt. Der für den Anwender entstehende Nutzen ist direkt über die Anzahl der notwendigen Mausklicks im Vergleich zu anderen Softwareprodukten bzw. der Ausgangssituation messbar.

Ursprünglich waren für die Anlage von neuen Stammdaten je Stammdatensatz mindestens vier Klicks notwendig. Die Neuentwicklung reduziert die Anzahl der Klicks auf zwei unabhängig von der Anzahl der neu anzulegenden Stammdaten. *„Die strukturierte Vorgehensweise ermöglichte eine erhebliche Reduktion der notwendigen Interaktionen. Die Integration und enge Verknüpfung der neuen Import- und Verarbeitungsroutine mit anderen Teilen des FMIS fördert die Produktivität und ermöglicht Synergien zur mehrfachen Nutzung einmal erfasster Daten“* (Pauli et al., 2013). Diese Entwicklung kann als erster Schritt in eine automatisierte Dokumentation gesehen werden.

In dieser Arbeit wird das FMIS AO Agrar-Office 5.0 von LAND-DATA Eurosoft betrachtet, da es neben der Behandlung der Transportdokumentation innerhalb eines FMIS als einziges kommerziell verfügbares Produkt die John Deere Businesspack Transportdokumentation verarbeiten kann. Die Transportdokumentation stellt eine Besonderheit innerhalb der landwirtschaftlichen Aufzeichnungen dar. Wie in Kapitel 2.1.1 dargestellt, definiert sich ein Transport durch eine Raumüberbrückung zwischen zwei Orten. Eine eindeutige Zuweisung der Transportdokumentation zu einem Arbeitsort im FMIS ist folglich nicht immer möglich. Mit Hilfe der Verknüpfung aus Lager- und Maßnahmenbuchungen kann ein Großteil der Warenströme im landwirtschaftlichen Bereich dokumentiert werden. Reine Transporte ohne Dokumentation eines Arbeitsortes können aber in der Logik eines FMIS nicht ohne weiteres abgebildet werden. Die desktopseitige Umsetzung der John Deere Business Pack Transportdokumentation in AO Agrar-Office sieht eine maschinenspezifische Speicherung und Auswertung dieser Informationen vor (siehe Kapitel 2.3.2.2). Dabei werden die Attribute „gefahrte Strecke“, „verbrauchter Diesel“ und „Herkunft/Ziel“ jeweils maschinenspezifisch gespeichert.

### **2.3.3 Forschungsprojekte**

Neben den diversen Systemen am Markt, sollen im Folgenden relevante Forschungsergebnisse im Bereich der Transportdokumentation vorgestellt werden.



### 2.3.3.1 LaSeKo

*„Um eine autonome Datenübertragung zu gewährleisten, wurde an der TU Berlin ein System entwickelt, das mit dem Funkstandard IEEE 802.15.4 arbeitet. Das vorzustellende Datenübertragungssystem besteht aus Kommunikationsboxen, welche die Maschinendaten via ISOBUS-Schnittstelle aufzeichnen. Weiterhin sind in den Kommunikationsboxen ein GPRS-Modul, ein GPS-Modul, eine SD-Karte und eine Funkschnittstelle integriert. Das GPRS-Modul dient nur in sehr dringenden Fällen der Kommunikation, da die Datenübertragung mit Kosten verbunden ist“ (Meyer, 2009).*

*„Da mobile Arbeitsmaschinen meist dort eingesetzt werden, wo teilweise weder ein Breitbandanschluss noch Mobilfunknetze vorhanden sind, ist eine direkte Übertragung mit bestehenden Technologien nicht möglich“ (Meyer und Rusch, 2010).*

*„Mit dem GPS-Modul wird die aktuelle Position der Maschine ermittelt, somit können Fahrwege und Zeiten aufgezeichnet werden. Die SD-Karte wird zur Zwischenspeicherung der Daten und zur Identifizierung des Fahrers verwendet. Der gesamte Datenaustausch zwischen den Maschinen und dem zentralen Datenserver erfolgt über die Funkschnittstelle. [...] Um sicherzustellen, dass die Daten autonom zum Datenserver gelangen und nicht zwischen Mähdreschern ausgetauscht werden, wurde ein Prioritätenmodell entwickelt. Jeder Maschinentyp hat eine bestimmte Priorität. Mähdrescher besitzen eine höhere Priorität als Überladefahrzeuge und der Datenserver wiederum besitzt die niedrigste Priorität im Funknetzwerk. Eine Datenübergabe erfolgt nur zu einem Teilnehmer mit einer niedrigeren Priorität“ (Meyer, 2009).*

Im Projekt wurde ein seriennahes System entwickelt. Eine vollständige Integration in eine Maschine oder einen Gesamtprozess konnte nicht erreicht werden (Herlitzius und Teichmann, 2011).

Die lückenlose Rückverfolgbarkeit von Erntegütern war mit dem eingesetzten System möglich, *„für eine sichere und rechtssichere Dokumentation müssen aber weitere Untersuchungen durchgeführt werden“ (Rusch, 2012).*

### 2.3.3.2 iGreen-Projekt

*„Das Ziel des Projektes iGreen ist die Konzeption und Realisierung eines standortbezogenen Dienste- und Wissensnetzwerks zur Verknüpfung verteilter,*

*verschiedener, öffentlicher, wie auch privater Informationsquellen. Darauf aufbauend werden mobile Entscheidungsassistenten mit modernsten Technologien entwickelt, die dieses Netzwerk nutzen, um energieeffiziente, ökonomische, umweltangepasste und von vielen Gruppen gemeinsam organisierte Produktionsprozesse dezentral zu unterstützen und zu optimieren“ (iGreen, 2013).*

Im Rahmen des Projektes wurde eine Plattform geschaffen, auf der sich verschiedene Landtechnikhersteller zur Entwicklung von Grundlagentechnik für die drahtlose Kommunikation mit und zwischen Fahrzeugen treffen und austauschen konnten. Als Ergebnisse wurden unter anderem ein „Maschine Connector“ für den herstellerübergreifenden Datenaustausch zwischen Fahrzeugen (Blank et al., 2013), die herstellerunabhängige Plattform „geoformular“ zur Erfassung und Weitergabe von Aufträgen an Maschinen realisiert. Außerdem wurden Demonstratoren auf der DeLuTa 2012 vorgestellt, mit denen der sogenannte Wireless Data Transfer zwischen Büro und Landmaschinen möglich war.

Ein weiterer Schwerpunkt des Projektes war die Beschreibung einer Vernetzung von verschiedenartiger Information aus heterogenen Quellen (z.B. Maschinen, Landtechnikhändler, Dienstleister, e-Government) über „Online Boxes“ und „semantic web technology“ (Bartolein et al., 2011; Grimnes et al., 2012).

### **2.3.3.3 marion**

*„Ziel von marion ist die Roboterisierung der Arbeitsprozesse mit autonomen Fahrzeugen unter besonderer Berücksichtigung der Kooperation der beteiligten Maschinen. Kern ist die Bewegungs- und Verfahrensplanung mobiler Maschinen und Maschinengruppen, die eine Grundlage für den autonomen Maschinenbetrieb darstellt. Die Realisierung erfolgt in intelligenten Assistenzsystemen, die Prozesse autonom durchführen und die am Prozess beteiligten Menschen unterstützen. Teilergebnis ist ein Planungssystem, das dynamisch die jeweils vorliegende Situation in einem flexiblen Planungsergebnis berücksichtigt. Geeignete Prozesse sollen durch Assistenzsysteme vollautomatisiert durchgeführt werden, während bei anderen Prozessen durch kontextspezifisch aufbereitete Informationen eine Entscheidungsunterstützung des Bedieners erfolgt. Ein von der automatischen Planung abweichendes Verhalten des Anwenders soll durch die Maschine erkannt und akzeptiert werden und in die (Neu-) Planung einfließen“ (marion, 2013).*

Ausgangspunkt des Projektes ist die Planung einer komplexen Erntekette für Getreide. Alle Aspekte der Logistik dieser Erntekette müssen in einem Vorabprozess für alle Teilnehmer geplant werden. Während der Ernte kann es durch nicht planbare Führungsgrößen (Variation des Ertrages oder der Feuchte, Maschinenausfall) zu einer Beeinflussung der gesamten Erntekette kommen. Die Entwicklungen in marion sollen dieser Beeinflussung durch eine stete Prozessüberwachung und fahrzeugspezifischen Korrektur der Planung entgegenwirken. *„Existierende Kommunikationsstandards in der Landwirtschaft sind nicht dafür geschaffen dieses Szenario abzubilden<sup>3</sup>“* (Rusch et al., 2011). Grundvoraussetzung zur Behandlung von dynamischen und nicht vorhersehbaren Einflüssen ist die kontinuierliche Überwachung der Maschinenstatus und eine Echtzeit M2M Kommunikation. In marion wurde diese vorerst mit Hilfe des Wireless Protokolls (IEEE802.11 – WLAN) umgesetzt, da es sich um eine *„vielseitige, robuste und weitverbreitete Technologie handelt“*. Der Informationsaustausch zwischen den Maschinen basiert auf dem Standard ISO11783 (siehe Kapitel 2.3.2.1).

#### 2.3.3.4 Markierung von Getreidekörnern

In der Literatur wurden verschiedene Systeme zur Rückverfolgbarkeit untersucht und vorgestellt, die landwirtschaftliche Schüttgüter mit einem Informationsträger versehen.

*„Eine direkte Markierung des Getreides, also die aktive Verknüpfung von Information und Ware, kann helfen, die Warenkette transparenter zu gestalten. Bei Stückgut ist dies z. B. durch Barcodes und Radiofrequenzidentifikations-Etiketten (RFID) leicht zu realisieren. Da Getreide meist als Schüttgut gehandelt und transportiert wird, ist hier eine andere Art der Informationsverknüpfung notwendig“* (Steinmeier, 2011).

Die verwendeten Systeme unterscheiden sich in der eingesetzten Technologie und von den vorher vorgestellten Lösungen, haben aber eine Gemeinsamkeit: Die Dokumentationsinformation (Herkunft, Qualität) wird direkt mit der Ware verknüpft. Eine Weiterreichung der Information in Form eines Lieferscheins oder Transporttickets von einem Dokumentationssystem in das nächste ist nicht notwendig.

---

<sup>3</sup> Übersetzung des Originals

*„Es ist beispielsweise möglich, das Getreide mit einem Isotopenmarker auf Wasserbasis zu besprühen und damit direkt zu markieren [66]. Das Verfahren ist bei der wiederkehrenden Vermischung von vielen unterschiedlichen Getreidechargen aber nicht anzuwenden. Durch die wiederkehrende Vermischung verändert sich das Isotopenverhältnis unkalkulierbar, und die Analytik liefert nicht die richtigen Herkunftsangaben [36]“ (Steinmeier, 2011).*

Am Department of Biological and Agricultural Engineering, Kansas State University wurde eine Getreide-Rückverfolgungs-Kaplette (Grain Tracing Caplet) entwickelt, welche dem Weizen beim Überladevorgang vom Erntefahrzeug auf das Transportfahrzeug beigemischt wurde. Die Kaplette besteht aus lebensmittelechten Hartweizengries und wurde mit einem Barcode bedruckt (siehe **Abbildung 7**). Ziel des Systems ist die Rückverfolgung der Ware bis zum Produktionsort (Lee et al., 2010).

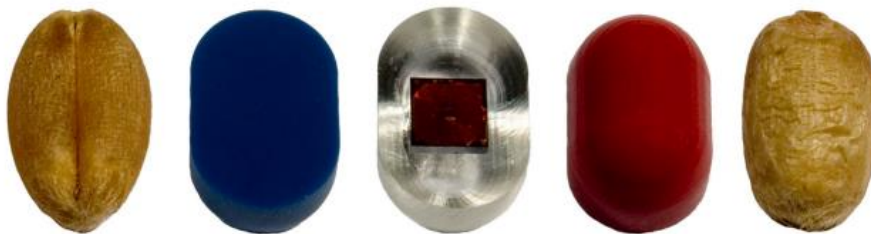


**Abbildung 7: Grain Tracing Caplet (Quelle: Lee et al., 2010)**

Das Startup TruTag Technologies setzt auf die Verwendung von auf Siliziumwafer geätzten Barcodes zur Identifikation von Lebensmitteln und Hardware. Die Siliziumwafer werden anschließend einem Trennungsverfahren unterzogen. Es entsteht ein weißes Pulver, welches Lebensmitteln und anderen Produkten beigemischt werden kann. Laut Hersteller und U.S. Food and Drug Administration ist der Einsatz in Lebensmitteln auf Grund der chemischen Eigenschaften von Siliziumdioxid, welches als inert gilt, unbedenklich (GRAS = generally recognized as safe). Die Dekodierung der gespeicherten Informationen erfolgt mit Hilfe spezieller Scanner. (TruTag Technologies, 2013, t3n, 2013).

„Ein anderer Ansatz ist es, dem Getreide Informationsträger in kornähnlicher Form zuzufügen [...]. Um eine Getreidecharge im Getreide-Warenstrom [sicher] markieren zu können, muss der Informationsträger dem Getreidekorn sehr ähnlich sein“ (Steinmeier, 2011). An der Universität Göttingen wurde hierfür ein System aus „Epoxydharz-Marker[n] Bauart Beplate-Haarstrich“ (Steinmeier, 2011) mit RFID Technologie entwickelt (siehe **Abbildung 8**).

Dem Getreide werden bei der Ernte RFID Marker in Getreideform appliziert, die mit verschiedenen Informationen kodiert werden können. „Ungeklärt sind dagegen zahlreiche Fragen bezüglich der vielversprechenden Integration der RFID-Technologie in die Getreidekette nicht nur aus technischer Sicht“ (Beplate-Haarstrich, 2007).



**Abbildung 8: Korndummies mit RFID Technik im Vergleich zu Weizenkörnern (Quelle: Beplate-Haarstrich, 2007)**

Offen sind z.B. Angaben zur Mindestkonzentration der Marker im Partikelkollektiv (Schüttgut) und die Möglichkeit zur effektiven Trennung des Schüttgutes in Marker und Getreide. Eine Verwendung für andere Masegüter wie Maissilage oder Gärrest wurde bisher nicht in den Veröffentlichungen genannt.

## 2.4 Vorgegebene Führungsgrößen

„Die landwirtschaftliche Produktion als offenes-dynamisches-sozio-technisches System ist gekennzeichnet von einer Fülle der verschiedensten Führungsgrößen. Eine besondere Rolle spielen dabei in letzter Zeit die Führungsgrößen in Form von Gesetzen, Verordnungen und Richtlinien, die der Landwirtschaft von Gesetzgebern und Handel vorgegeben werden“ (Bernhardt, 2007). In diesem Zusammenhang spielt die Aufzeichnung der erledigten Arbeit eine entscheidende Rolle, die einen ebenso wichtigen Faktor für eine langfristige Kundenbindung durch transparente, faire Abrechnung und somit für den wirtschaftlichen Erfolg des Unternehmens darstellt (Engelhardt et al., 2013,

Oexmann, 2005, Berutto et al., 2011). Welche Anforderungen an die Datenerfassung (insbesondere im Rahmen landwirtschaftlicher – nicht gewerblicher – Transportarbeiten) gestellt werden, soll im Folgenden erörtert werden.

### 2.4.1 ProdHaftG und BasisVO

*„Seit dem 01.12.2000 erfasst die verschuldensunabhängige Produkthaftung auch landwirtschaftliche Erzeugnisse. [...] Um den Entlastungsbeweis nach § 1 Abs. 2, 3 Produkthaftungsgesetz (ProdHaftG) zu führen, sind genaue Dokumentation sowie deren Archivierung durch den Hersteller des Produktes notwendig. In § 1 Abs. 2 und Abs. 3 ProdHaftG sind Einzelfälle geregelt, wonach eine Ersatzpflicht des Herstellers des landwirtschaftlichen Produktes ausgeschlossen ist.*

Die möglichst genaue und ausführliche Dokumentation ist [dabei] die einzige Absicherung des Landwirtes gegenüber Ansprüchen Dritter.

*Zusätzlich kann sie den Versicherten vor der Inanspruchnahme durch den Versicherer wegen einer Obliegenheitsverletzung im Innenverhältnis bewahren (§ 61 des Versicherungsvertragsgesetzes – VVG –). [...] Nach § 1 Abs. 1 S. 1 ProdHaftG ist der Hersteller eines Produktes verpflichtet, sofern durch den Fehler des Produktes jemand getötet, der Körper oder seine Gesundheit verletzt oder eine Sache beschädigt wird, dem Geschädigten den daraus entstehenden Schaden zu ersetzen. [...] Weicht [ein ...] Produkt [...] im Vergleich von der Beschaffenheit anderer Produkte des Herstellers ab, liegt ein Fabrikationsfehler vor. Im Rahmen des Produkthaftungsrechtes existiert kein sog. Produktbeobachtungsfehler, da grundsätzlich keine Produktbeobachtungspflichten des Herstellers bestehen. Hier besteht jedoch die eigentliche Neuerung, welche sich für den Landwirt aufgrund des Inkrafttretens der EU-Verordnung 178/2002 zum 01.01.2005 ergibt“ (Oexmann, 2005).*

Der Transport als Bindeglied zwischen zwei Station der Lagerung eines Gutes stellt einen kritischen Punkt der Weitergabe von Produktdaten an die nächste (Verarbeitungs)stufe dar. Deshalb ist die Verordnung (EG) Nr. 178/2002 insbesondere für Transporte von großer Bedeutung, denn *„nach Art 18 Abs. 1, 65 der „Verordnung (EG) Nr. 178/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 28. Januar 2002 zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der*

*Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit“ (kurz: BasisVO) ist seit dem 01.01.2005 die Rückverfolgbarkeit von Lebens- und Futtermitteln, von der Lebensmittelgewinnung dienenden Tieren und allen sonstigen Stoffen, die dazu bestimmt sind [...] in allen Produktions-, Verarbeitungs- und Vertriebsstufen sicherzustellen“ (Oexmann, 2008). Die Verordnung 178/2002 verfolgt im Wesentlichen drei Ziele: Dokumentation der Warenherkunft („one step up“), Warenabgabe („one step down“) und die Weitergabe von Informationen an zuständige Behörden (Oexmann, 2008, Völpel, 2006). Ähnliche Vorgaben wurden auch im „Bioterrorism Act Section 306“ von der U.S. Food and Drug Administration für die Herstellung, Verarbeitung, Verpackung und den Transport erlassen. Die Legislative in Europa fordert „Systeme und Verfahren“ (EU-VO 178/2002, 2002) zur Erreichung der genannten Ziele, konkretisiert aber weder wie solche Systeme zu konfigurieren und etablieren sind, noch welchen technischen Anforderungen sie genügen sollen (Oexmann, 2005).*

## **2.4.2 Zertifizierungssysteme**

Neben den gesetzlichen Rahmenbedingungen existiert noch eine Vielzahl von Zertifizierungssystemen, die im landwirtschaftlichen Umfeld Anwendung finden und sich an gesetzlichen Vorgaben anlehnen. Im Folgenden sollen das weltweit ausgerichtete Zertifizierungssystem GLOBALG.A.P. und die DIN EN ISO 22000 vorgestellt werden.

### **2.4.2.1 GLOBALG.A.P.**

*„GLOBALG.A.P. ist eine privatwirtschaftliche Organisation, die weltweit freiwillige Standards zur Zertifizierung von landwirtschaftlichen Produkten setzt. [...] GLOBALG.A.P. dient als praktisches Handbuch für eine gute Agrarpraxis (G.A.P.) überall in der Welt. Die Basis ist eine gleichberechtigte Partnerschaft von landwirtschaftlichen Produzenten und Händlern, die effiziente Zertifizierungsstandards und -verfahren etablieren wollen“ (FoodPLUS GmbH, 2013).*

*„Die Anforderungen von GLOBALG.A.P. orientieren sich stark an den Vorgaben der Europäischen Union. Viele seit Jahren bei GLOBALG.A.P. geforderte Punkte finden sich mittlerweile in EU-Richtlinien wieder. Somit vereinfacht sich die Umsetzung auf Betrieben innerhalb der EU. Vielfach sind die notwendigen Unterlagen bereits auf dem Betrieb vorhanden und können somit auch direkt genutzt werden. Eine gesonderte Führung von*

*Dokumentation für GLOBALG.A.P. ist nicht erforderlich. Mittlerweile bieten auch viele namhafte Agrarsoftwarehersteller Schlagdateien an, in denen sich die erforderlichen Daten erstellen lassen“* (Hesse und Seufert, 2008).

Die Zertifizierungsstellen für GLOBALG.A.P. geben Checklisten heraus, mit denen ein Unternehmen überprüfen kann, ob es die Kriterien des Standards einhält. Das Zertifizierungssystem unterstützt den Landwirt also dahingehend, welche Informationen auf dem Betrieb vorhanden sein sollen. Wie diese Informationen entstehen und welche Qualität (z.B. handschriftliche Aufzeichnungen, Prozessdaten) an die Daten zu Grunde gelegt werden muss, wird hier nicht festgelegt. Eindeutig werden aber die Rückverfolgbarkeit von Produkten und die Dokumentation des Entstehungsprozesses gefordert.

QM-Systeme zielen auf die unternehmensübergreifende Dokumentation von Prozessen, Dienstleistungen und Waren. *„Den Informationsaustausch zwischen den einzelnen Stufen einer Wertschöpfungskette zeitnah und zielgruppenspezifisch zu gestalten, ist eine Voraussetzung zum Aufbau unternehmensübergreifender QM-Systeme“* (Petersen et al., 2008). Eine Möglichkeit zum Datenaustausch innerhalb des Betriebes und über die Systemgrenzen hinweg, stellt der agroXML Standard dar (Kunisch et al., 2009).

#### **2.4.2.2 EN ISO 22000:2005 (D)**

In der Einleitung der ISO Norm 22000:2005 (DIN Deutsches Institut für Normung e.V.) heißt es: *„Die Lebensmittelsicherheit bezieht sich auf das Vorhandensein von Gefahren in Lebensmitteln zum Zeitpunkt des Konsums [...]. Da gesundheitliche Gefahren durch Lebensmittel auf jeder Stufe der Lebensmittelkette auftreten können, ist ihre ausreichende Beherrschung über die gesamte Lebensmittelkette erforderlich. [...] Die Organisation muss den Anwendungsbereich des Managementsystems für Lebensmittelsicherheit festlegen. Der Anwendungsbereich muss die Produkte oder Produktkategorien, Verfahren und Produktionsorte bestimmen, für die das Managementsystem für Lebensmittelsicherheit gilt.“* Die Norm ist dabei bewusst sehr allgemein gehalten, um die Bedürfnisse verschiedener Unternehmen (von der Urproduktion über Verarbeitung bis in den Handel) abbilden zu können. Das System ist ausdrücklich auf allen Stufen der Produktion umsetzbar und beinhaltet daher auch die Landwirtschaft. Die Folge der allgemeinen Ausführungen sind wenig konkrete Aussagen zur Form und zum Umfang der Aufzeichnungen. Um die Lebensmittelsicherheit zu



gewährleisten, sind wie auch in der Gesetzgebung gefordert, die Herkunft und die Produktionsverfahren aufzuzeichnen.

*„Die ISO 22000 beinhaltet HACCP, geht aber z.B. in ihrem systematischen Ansatz und in Kriterien wie der Validierung, Verifizierung und Aktualisierung sämtlicher der Sicherheit dienenden Maßnahmen darüber hinaus“ (TÜV SÜD Management Service GmbH, 2008).*

### **2.4.2.3 Zusammenfassung**

Weder Gesetzgebung noch die dargestellten Zertifizierungssysteme zeigen auf, wie die Dokumentation zur Rückverfolgbarkeit von Produkten gestaltet sein muss. Darauf soll in Kapitel 2.5 näher eingegangen werden.

### **2.4.3 Abrechnung**

Neben den gesetzlichen Anforderungen an die ordentliche Rechnungslegung, ergeben sich im Dienstleistungssektor noch weitere wichtige Punkte, auf die im Folgenden näher eingegangen werden soll. Im einfachen Fall des Kaufs einer Sache an der Ladentheke entstehen in der Regel keine Zweifel über die erbrachte Leistung des Verkäufers. Im Falle einer Dienstleistung (in Landwirtschaft oder Gewerbe) kann sich diese Situation vielschichtiger gestalten. Dienstleister operieren häufig ohne Anwesenheit und im Vertrauen der Auftraggeber. Als Beispiel kann hier die Biomasseernte angeführt werden. Innerhalb dieses Verfahrens „Ernte“ sind mehrere Transportgespanne und ein oder mehrere Erntefahrzeuge eines oder mehrerer Dienstleister(s) beteiligt. Der Auftraggeber erteilt dem Dienstleister den Auftrag zur Ernte von Biomasse auf einem bestimmten Schlag. Die geerntete Biomasse wird häufig direkt an Biogasanlagen angeliefert. Spätestens an dieser Stelle müssen Angaben zu Menge, Herkunftsort oder Lieferanten erfasst werden (Pauli et al., 2012). Nach Erbringung der Dienstleistung rechnet der Auftragnehmer mit dem Auftraggeber ab. Dabei kann es zu Nachfragen z.B. über die Anzahl der Transporte (abgerechnete Wegstrecke) oder die geerntete Menge kommen. Zu diesem Zeitpunkt ist klar, der Auftragnehmer (Dienstleister), hat nicht nur die ordentliche Erledigung seiner Dienstleistung zu gewährleisten. Zusätzlich hat der Dienstleister auch die Aufgabe der Datenlieferung zu erfüllen, damit bei Nachfragen zu einer Substratlieferung durch den Lieferanten bei der Biogasanlage (Auftraggeber des Dienstleisters) eine solide Beweisgrundlage vorliegt. Dabei sind an die Dokumentation, dieselben Anforderungen wie im rein landwirtschaftlichen Betrieb zu stellen.

Für die Abrechnung von Massen gegenüber Lieferanten ist zu beachten, dass bestimmte vereinbarte Abrechnungsmodalitäten eine Ermittlung der Massedaten mit einem geeichten Wiegesystem voraussetzen. Die rechtliche Grundlage bildet § 25 Absatz 1 des Gesetzes über das Mess- und Eichwesen (EichG, 1969): *„Es ist verboten Meßgeräte zur Bestimmung der Länge, der Fläche, des Volumens [oder] der Masse [...] ungeeicht im geschäftlichen Verkehr zu verwenden oder so bereitzuhalten, daß sie ohne besondere Vorbereitung in Gebrauch genommen werden können.“*

## 2.5 Anforderungen an Datengrundlage

Die in Kapitel 2.4 allgemeinen Festlegungen zum erforderlichen Datenumfang aus rechtlicher Sicht, sollen im Folgenden durch Interpretation verschiedener Veröffentlichungen konkretisiert werden.

### 2.5.1 Interpretation der äußeren Rahmenbedingungen

Oexmann (2005) zieht *„hinsichtlich der Art der Dokumentation [...] Parallelen zur Dokumentationspflicht des Arztes im Rahmen der Arzthaftung. Grundsätzlich zulässig sind daher handschriftliche Dokumentationen, wobei im Regelfall Aufzeichnungen in Stichworten ausreichen. [...] In Anlehnung an diese Grundsätze ist demnach auch bei der Dokumentation des Landwirts als zwingende Vorsorgemaßnahme im Rahmen der Produkthaftung darauf zu achten, dass die Dokumentation lückenlos ist und eine Rückverfolgbarkeit des Produktes unproblematisch zulässt. Für die Beweiskraft der EDV-Dokumentation ist zu fordern, dass ein Back-Up-System benutzt wird, welches nachträgliche Änderungen sichtbar macht. Anderenfalls kommt der EDV-Dokumentation nicht die erforderliche Beweiskraft zu.“* Neben der Schlag- und Lagerdokumentation ist auch eine Transportdokumentation erforderlich, die neben Herkunft und Ziel auch den Transporteur und das Transportmittel beinhaltet. Die Erstellung und Aufbewahrung von Transportbegleitscheinen wird empfohlen (Oexmann, 2005). Auch Meyer et al. (2010) sehen in den Begriffen „Systeme und Verfahren“ *„zumindest eine Dokumentation des Warenein- und -ausgangs durch gegliederte und geordnete schriftliche Aufzeichnungen in Papierform oder in elektronischer Form“.*

## 2.5.2 Erforderlicher Datenumfang aus Sicht eines FMIS

„Der Datenumfang für Zwecke der Abrechnung und Dokumentation ist in [Abbildung 9] dargestellt. Es wird deutlich, dass neben der Bezeichnung eines Stammdatensatzes viele zusätzliche Attribute wie beispielsweise Produktart, Adresse oder Preise für die weitere Verarbeitung und Verwendung im FMIS erforderlich sind“ (Pauli et al., 2013).

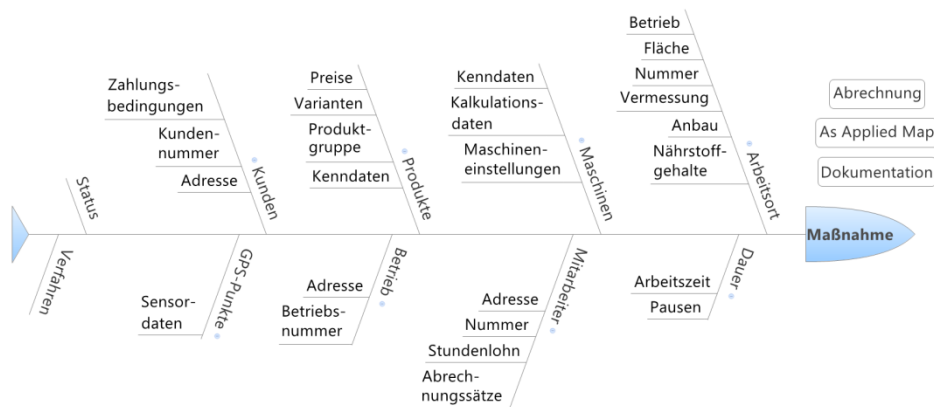
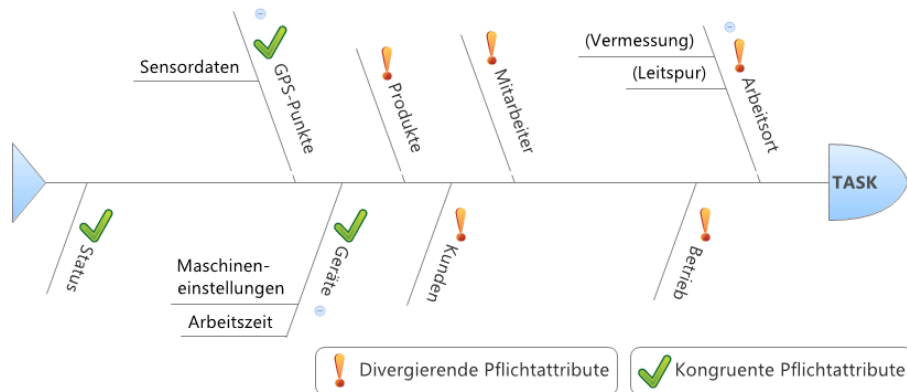


Abbildung 9: Umfang und Aufbau einer Maßnahme im FMIS (Quelle: Pauli et al., 2013)

Dadurch ist die weitreichende Verwendung von Daten nicht nur für die Dokumentation, sondern insbesondere für betriebswirtschaftliche Analysen und Betriebszweigauswertungen, sowie die Abrechnung von Lohnarbeiten möglich (Seufert und Hesse, 2008).

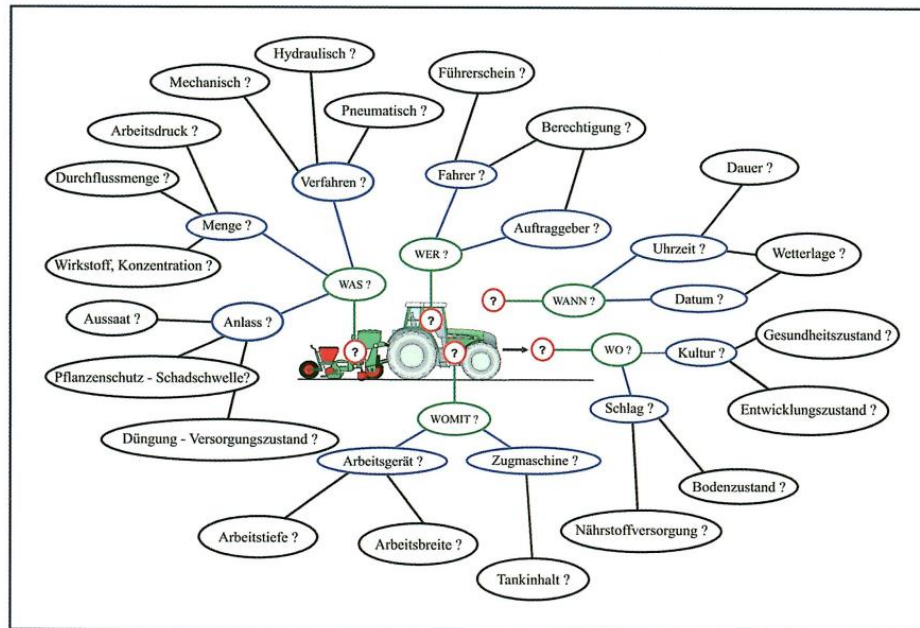
## 2.5.3 Bereitgestellter Informationsgehalt – Erzeugung von Daten

„Dem erforderlichen Datenumfang im FMIS steht der Informationsgehalt eines TASKs aus Prozessdaten von Bordcomputern gegenüber. In [Abbildung 10] ist der unterschiedliche Informationsgehalt der betrachteten Schnittstellen ISOXML und EIC (Equipment Interface Component by John Deere AMS) dargestellt. Optionale Angaben zu Arbeitsort, Betrieb, Kunde und Produkten bei ISOXML und die abweichende Umsetzung in der EIC bedingen in der weiteren Verarbeitung der Prozessdaten eine fallbezogene und komplexe Interpretation sowie Ergänzung der Daten durch das FMIS“ (Pauli et al., 2013). Die Untersuchung zeigte, dass nur ein Teil der benötigten Informationen von den Bordcomputern geliefert wurden und teilweise noch nicht auf Stammdaten im FMIS referenziert waren.



**Abbildung 10: Vergleich der ISOXML und EIC Schnittstelle hinsichtlich verpflichtenden Angaben (Quelle: Pauli et al., 2013)**

Diese fakultative Erfassung von Attributen kann zu einer unstrukturierten und lückenhaften Datenerfassung führen, „so dass nach der Maßnahme auch nur wenig Information entstehen kann, wodurch wiederum der Wissensgewinn gering bleibt“ (Keicher et al., 2008). Für eine umfangreiche Verwendung der erhobenen Daten müssten „bei allen Maßnahmen [...] Basisdaten wie Personen und Maschinen, sowie quasikontinuierlich zu erfassende Daten wie Transport-, Arbeits- und Rüstzeiten, bearbeitete Fläche, Gewichte, Bodenzustand, Reifendruck, Kraftstoffverbrauch und die Wetterdaten, Ort, Zeit und Geschwindigkeit“ erhoben werden (Keicher et al., 2008). Als Anforderung für die Datenaufzeichnung bei Transportarbeiten kommt hinzu, dass alle bei der Ernte erfassten Daten den Bezug zum Erntegut nicht verlieren, da ansonsten alle bis zu diesem Zeitpunkt erfassten Datenströme aus Sicht der Rückverfolgbarkeit obsolet sind (Keicher et al., 2008). In **Abbildung 11** sind einige erforderliche Daten zur Erfüllung der Dokumentationspflicht dargestellt. „Es genügt jedoch nicht, zu wissen wer den Auftrag anordnet, wer ihn ausführt und welche Tätigkeit der Auftrag beinhaltet, sondern es muss auch dokumentiert werden, zu welcher genauen Zeit auf welchem Schlag in welcher Kultur gearbeitet wurde, welche Mengen in welcher Konzentration appliziert wurden, warum welcher Arbeitsgang mit welcher Maschine durchgeführt wurde und vieles mehr“ (Keicher et al., 2008).



**Abbildung 11: Einige erforderliche Daten zur Erfüllung der Dokumentationspflicht (Quelle: Keicher et al., 2008)**

(Keicher et al., 2008) stellen fest, dass im Sinne der Dokumentationspflicht und betriebswirtschaftlicher Sicht *„eine kontinuierliche Datenerfassung über die Zeit mit Ortsbezug erforderlich ist“*, um die Auslastung und Beanspruchung der eingesetzten Maschinen zu kennen. Die kontinuierliche Datenerfassung steht der anfangs in Kapitel 2.5.1 beschriebenen Aussage von Oexmann (2005) zu handschriftlichen Aufzeichnungen gegenüber. Möglicherweise stellt Oexmann in Kapitel 5.4 des Sammelbandes von Seufert und Hesse (2008) daher klar: *„Handschriftliche Aufzeichnungen reichen keineswegs aus. Ein Landwirt kann sich [einer Verurteilung] nur entziehen, wenn er ausreichend = rechtssicher dokumentiert. VO (EG) 178/2002 [...] verlangen „Systeme und Verfahren“ zu Dokumentation, d.h. Beweismittel = Aufzeichnungen auf elektronischen Datenträgern mit besonderen Sicherheits- und Schutzmaßnahmen, um Veränderung, Vernichtung und unrechtmäßige Verwendung zu verhindern“*. Bei der revisionssicheren Speicherung und Verarbeitung der Daten kann neben dem Bezug zur (Muster-) Berufsordnung für die deutschen Ärztinnen und Ärzte (MBO-Ä., 1997) auch eine Analogie zu den Grundsätzen ordnungsmäßiger DV-gestützter Buchführungssysteme (GoBS, 1995) gezogen werden. Als Folge der kontinuierlichen Datenerfassung kann *„planlose Anhäufung von Daten [genannt werden], [die] zunächst recht sinnfrei erscheinen [mag], zumal wenn die erste Analyse keinen unmittelbaren Erkenntnisgewinn mit sich bringt. Jedoch ist eine umfangreiche Datensammlung, bei entsprechender Strukturierung, die wichtigste Ressource für die spätere Auswertung mit den geeigneten Werkzeugen“*

(Keicher et al., 2008). In Anbetracht einer lückenlosen Dokumentation bleibt einem Produzenten nur die Aufzeichnung und Archivierung aller möglichen Sensor- und Analysewerte (Keicher et al., 2008). Eine vergleichbare Einschätzung kann auch für Dienstleister in der Landwirtschaft gezogen werden. Die Größe landwirtschaftlicher Betriebe oder Biomasseverwertungsanlagen setzen wie bereits in den Kapiteln 1.1 und 1.2 dargelegt sehr große Transportgespanne voraus. Insbesondere in der Diskussion um Nacht-, Sonn- und Feiertagsfahrverbote, bei Fragen einer möglichen Schadensentstehung durch „zu schwere Maschinen“ oder als Dokumentationsgrundlage für die erbrachte Dienstleistung scheint es für Lohnunternehmer unumgänglich die nötige Beweisgrundlage lückenlos darbringen zu können.

#### 2.5.4 Erzeugung von Informationen

Anders ausgedrückt handelt es sich bei diesen großen Datenmengen um „Big Data“, die *„u.a. von Sensoren (Mess-Geräte, RFID-Lesegeräte usw.) erzeugt werden. [...] Diese großen Datenmengen zeichnen sich dadurch aus, dass sie unstrukturiert bzw. nur schwach strukturiert [...], nicht selbstbeschreibend sind [und] erst bereinigt, aggregiert und in vorhandene „traditionelle“ Datenbestände integriert werden müssen, damit sie Aussagekraft gewinnen für die Organisation, die sie nutzen möchte“* (Zander, 2013). Die Erzeugung und der Transfer dieser Daten zwischen Bordcomputer und FMIS erfolgt derzeit meist in Form von Dateien, z.B. im ISOBUS Format (TASKDATA.XML). Die Speicherung dieser Daten erfolgt in vielen FMIS Produkten in relationalen Datenbanken. Die Auswertung der Daten basiert auf „klassischen“ Algorithmen und SQL-Abfragen. Häufig liefern Bordcomputer für definierte Attribute (z.B. Erntegut) Summen der Sensorwerte, sog. Totals, welche vom FMIS direkt übernommen werden können. Die Speicherung der Bordcomputerdaten erfolgt in zwei getrennten Komponenten: Maßnahme (Totals) und Spur (GPS-Punkte). Dabei werden in der Maßnahme die Summen der aufgezeichneten Attribute (Zeit, Fahrzeug, Gerät, Mitarbeiter, verbrauchte Ressourcen) unverändert vom Bordcomputer übernommen. Die Spuransicht bietet die Möglichkeit die Attribute zu jedem einzelnen Spurpunkt anzeigen zu lassen (siehe [Abbildung 12](#) und [Abbildung 13](#)).

Abbildung 12: Job (GS 2630) (Quelle: eigener Screenshot)

Abbildung 13: Maßnahme mit Spurübersicht (AO Agrar-Office) (Quelle: eigene Darstellung)

Alternativ ermöglicht das untersuchte FMIS AO Agrar-Office die Verschneidung von Spurpunkten mit Schlagkonturen. Bei dieser Datenbearbeitung können zusammengehörige Spurpunkte anhand der Schlagkontur festgestellt werden. Die Attributwerte der eingesetzten Ressourcen innerhalb der Maßnahme ergeben sich durch Aufsummierung der einzelnen Attribute je Spurpunkt bzw. aus anderen Berechnungsformeln (z.B. Durchschnitt). Bei dieser Verfahrensweise mit großen

Datenmengen kann eine Analogie zum sog. Data-Mining gezogen werden, welches durch *„[halb] automatische Auswertung großer Datenmengen zur Bestimmung bestimmter Regelmäßigkeiten, Gesetzmäßigkeiten und verborgener Zusammenhänge“* (Bibliographisches Institut GmbH, 2013) verwendet wird. (Keicher et al., 2008) sehen diese großen Datenmengen als Rohstoff: *„Würde dieser Rohstoff adäquat bewirtschaftet, entstünde im Produktionsprozess, der sowohl die Aufzeichnung aller anfallenden, sowie die Auswahl der im jeweiligen Fall benötigten Daten, als auch deren Aufarbeitung und Konzentration beinhaltet, als Endprodukt eine an das Produkt der Urproduktion gekoppelte Informationseinheit“*. Auch Jensen et al. (2007) beschreiben ein Brachliegen von relevanten Dokumentationsdaten auf mobilen Arbeitsmaschinen. Als Grund nennen sie *„Schwierigkeiten im Transfer solcher Daten von den Maschinen zu den Management Systemen auf den Betrieben<sup>4</sup>“*. Der Wireless Datentransfer wird als Möglichkeit genannt, diese Daten für Echtzeitüberwachung, Managementoptimierung, Entscheidungsunterstützung und Dokumentation zu verwenden.

---

<sup>4</sup> Übersetzung des Originals



### 3 Zielstellung

Im Rahmen dieser Arbeit soll ein Bewertungsmaßstab für Dokumentationssysteme und die daraus entstehenden Daten und Informationen entwickelt werden. Anhand des definierten Bewertungsmaßstabes sollen in der Praxis anzutreffende Systeme analysiert und eingeordnet werden.

Die Ergebnisse der System- und Datenanalyse sollen für die gezielte Weiterentwicklung und Vernetzung vorhandener Systeme oder die Neuentwicklung eines anderen Systems verwendet werden. Dabei soll erstmals unter Berücksichtigung der rechtlichen Rahmenbedingungen und vorhandenen Systemen auf das komplexe Gesamtsystem aus Datenerfassung, Datentransfer und Datenverarbeitung eingegangen werden.

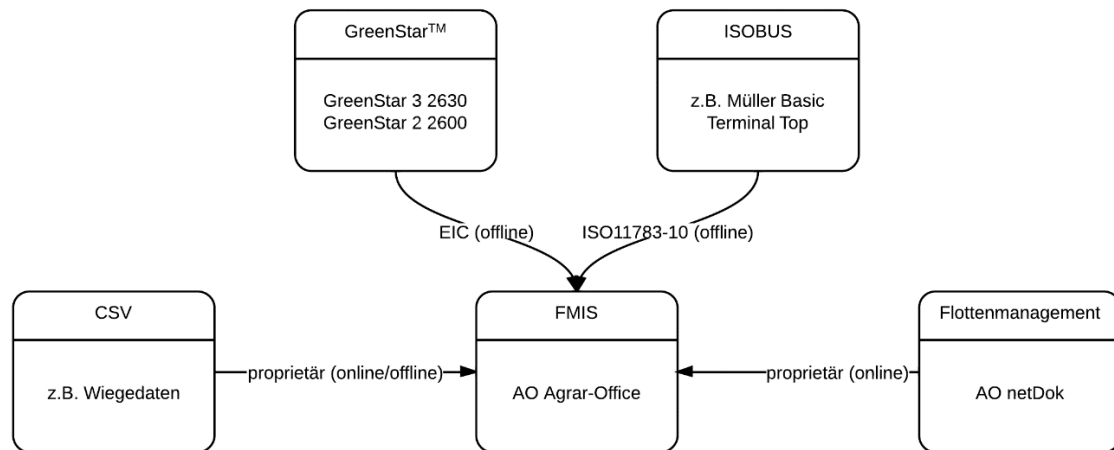
Die Ermittlung von Schwachstellen der aktuell am Markt und in der Forschung befindlichen Systeme soll Ansätze zur Vervollständigung liefern, so dass eine automatische oder zumindest hoch automatisierte und standardisierte Dokumentation ermöglicht wird.

## 4 Material und Methoden

Eine Vielzahl von Bordcomputer- und anderen Bewegungsdaten diverser Dokumentations- und Erfassungssysteme bildet die Grundlage der Untersuchungen in der vorliegenden Arbeit. Die Interpretation der Realdaten und die Analyse des Workflows von der Entstehung bis zur Verarbeitung der heterogen strukturierten wurden als Quelle für die Ergebniserhebung verwendet.

### 4.1 Verwendete Dokumentationssysteme

In Kapitel 2.3.2 wurden Dokumentationssysteme bereits allgemein vorgestellt. In diesem Kapitel sollen die verwendeten Systeme näher spezifiziert werden. Die verschiedenen (praxisnahen) Versuchsaufstellungen (siehe Kapitel 4.2) ergeben sich aus Kombination der Einzelsysteme. In [Abbildung 14](#) ist die Vernetzung der Dokumentationssysteme schematisch dargestellt. GreenStar™ und ISOBUS Bordcomputer sind über die spezifischen Schnittstellen an ein FMIS (AO Agrar-Office) angebunden. Beide Schnittstellen sind für die offline Übertragung von Datensätzen über Wechseldatenträger ausgelegt, wobei die Daten von GreenStar™ Bordcomputern über die proprietäre Schnittstelle EIC importiert werden müssen. Die Anbindung des Flottenmanagementsystems AO netDok ist über eine proprietäre online Schnittstelle an das FMIS abgebildet. Der Datenabgleich findet über HyperText Transfer Protocol Secure (HTTPS) statt. Dabei werden die Positionsdaten inkrementell zwischen den beiden Systemen ausgetauscht. Die Anbindung von Wiegesoftware an ein FMIS geschieht derzeit in proprietären CSV-Formaten. Eine standardisierte Schnittstelle steht nicht zur Verfügung. Die Stammdaten werden via CSV-Datei an eine Waagensoftware gesendet und dort für die Dokumentation der Bewegungsdaten verwendet. Die Bewegungsdaten werden wieder über eine andere CSV-Schnittstelle an das FMIS übertragen und in die Lagerverwaltung automatisiert übernommen.



**Abbildung 14: Dokumentation im landwirtschaftlich orientierten Betrieb. Komponenten, Schnittstellen und Übertragungsweg (Quelle: eigene Darstellung)**

#### 4.1.1 Wägetechnik: OAS e:maxx und Fliegl FWS

Zur Bestimmung der Masse wurden in den Versuchen Wägetechnik von OAS, Fliegl bzw. die Durchflussmessung eines Feldhäckslers genutzt. OAS stellt u.a. Fahrzeugwaagen für Biogasanlagen her und bietet alle Wiegekomponenten für die Verwiegung von Fahrzeugen an. Auf einem Pilotbetrieb im Landkreis Ebersberg (Kopplung der Wägesoftware e:maxx mit FMIS AO Agrar-Office) stand eine Unterflurwaage ESB mit Fernanzeige WCON F3 mit einem Wägebereich bis 60 t zur Verfügung (siehe [Abbildung 15](#)). Die Waage ist mit einem Rechner verbunden, auf dem die Softwareanwendung e:maxx Biogas zur Erfassung der Bewegdaten installiert war. Die Waage wurde mittels Funkfernbedienung aus der jeweiligen Fahrerkabine bedient. Durch Eingabe einer Schlag-ID wurde die Wägung ausgelöst und in e:maxx gespeichert. Die Funkfernbedienung ermöglicht das Auslösen der Erst- und Zweitwägung, welche für jede Fuhre durchgeführt wurde (OAS, 2013). Für die Verwaltung von Stammdaten (Lieferanten, Schläge, Fahrzeuge, Artikel) wurde auf dem Pilotbetrieb AO Agrar-Office eingesetzt. Für die Kommunikation zwischen AO Agrar-Office und e:maxx wurde eine Schnittstelle (csv-Format) vereinbart und umgesetzt. Die Schnittstelle tauscht Stammdaten und Bewegdaten zwischen den beiden Systemen aus, so dass die Bewegdaten in AO Agrar-Office automatisiert, eindeutig und zweifelsfrei zugeordnet und für die Abrechnung verwendet werden konnten.

Fliegl bietet für seine Abschiebewagen das Fliegl Wiegesystem (FWS, siehe [Abbildung 15](#) rechts) an. Als erster Hersteller verwendet Fliegl eine Doppelrahmen-Konstruktion mit

sechs digitalen Wägezellen zur Bestimmung der geladenen Masse. Besonderheiten des Systems sind neben der hohen Genauigkeit, die ISOBUS-Fähigkeit, die Kopplung an die John Deere Transportdokumentation und die damit verbundene Konnektivität mit einem FMIS, wie z.B. AO Agrar-Office (siehe Kapitel 2.3.2.2).



**Abbildung 15: Links: OAS Fahrzeugwaagen für Biogasanlagen (Quelle: verändert nach OAS, 2013); Rechts: Fliegl Wiegesystem FWS (Quelle: Fliegl Agrartechnik, 2012)**

Die Genauigkeit des FWS liegt laut Hersteller bei  $\pm 0,1\%$  der Nutzlast oder  $\pm 10$  kg. Optional kann das System mit einem Neigungssensor für die Korrektur der Messwerte am Hang und einem LED-Display an der Bordwand des Abschiebewagens ausgerüstet werden (Fliegl Agrartechnik, 2012). Ein großer Vorteil des Systems ist die sofortige Verwiegung der Ladung. Im Bereich der Erntetechnik spielt dies im Zusammenhang mit der Kalibrierung der Erntefahrzeuge (z.B. Selbstfahrhäcksler) und der Überwachung der Überlademenge auf Transport-LKWs (im osteuropäischen Raum) eine entscheidende Rolle. Die Kalibrierung kann sofort nach dem Ladevorgang durchgeführt werden und nicht erst nach Verwiegung des Fahrzeuges auf einer Fuhrwerkswaage, das durch lange Transportwege unter Umständen zu großen Zeitversätzen führen kann. Durch die sofortige Kalibrierung der Erntemaschinen wird die Masseschätzung genauer. Zur Zeit der Datenerhebung für diese Arbeit gab es aber weder das Fliegl FWS noch die Masseschätzung in Selbstfahrhäckslern als geeichtes System. Je nach vertraglicher Vereinbarung durch Abrechnung einer Masse oder länderspezifischen Vorgaben ist daher der Einsatz nicht geeichter Waagen verboten und eine geeichte Fuhrwerkswaage obligatorisch (siehe Kapitel 2.4.3).

## 4.1.2 Transportdokumentation auf Basis ISOBUS

Wie in Kapitel 4.1.1 dargestellt, ist das FWS ISOBUS-fähig. Die aktuelle Version des FWS bietet für ISOBUS Bordcomputer sowohl die Darstellung und Bedienung des Virtual Terminals (VT) als auch die Dokumentation im ISOXML Standard (ISO11783-10). Im Rahmen der Umsetzung des FWS wurden von Fliegl in Zusammenarbeit mit LAND-DATA Eurosoft bei der VDMA zwei neue DDI-Entities (320 – Last loaded Weight, 321 – Last unloaded Weight) beantragt und durch die VDMA genehmigt. Erst hierdurch wird die Dokumentation eines Transportes im ISOBUS-Format ermöglicht. Der Task beinhaltet so neben den in Kapitel 2.3.2.1 beschriebenen Elementen zusätzlich Angaben für die Be- und Entladungsvorgänge.

## 4.1.3 John Deere GreenStar™

Das John Deere GreenStar™ System ist modular aufgebaut und kann auf Traktoren und Selbstfahrern aller Landtechnikhersteller in unterschiedlicher Konfiguration installiert werden. Je nach Ausstattung der Fahrzeuge ist das GreenStar™ System (z.B. Dokumentation von Sensordaten, Gerätesteuerung, automatisches Lenksystem) vollumfänglich nutzbar. In den Versuchsanstellungen wurden die GreenStar™ 2 und GreenStar™ 3 Systeme bestehend aus den Displays 2600 und 2630 sowie dem GPS-Empfänger StarFire iTC auf Traktoren und Selbstfahrhäckseln unterschiedlicher Landtechnikhersteller in der jeweils aktuellen Version mit vollumfänglicher Freischaltung eingesetzt (siehe [Abbildung 16](#)). Die Erweiterungen im GreenStar™ 3 gegenüber dem GreenStar™ 2 System betreffen die Handhabung der Dokumentationsdaten in Terminalprofilen, sowie spezifische Entwicklungen zur Nutzung des Fliegl FWS in der Transportdokumentation des sog. Business Packs. Der Datenaustausch und die Weiterverarbeitung der Daten mit dem FMIS AO Agrar-Office 5.0 bzw. AO transportDoc ermöglicht die Interpretation der aufgezeichneten Transporte (Load/Unload), sowie die Darstellung der gefahrenen Spur in einem GIS.



Abbildung 16: GreenStar™ 3 System (verändert nach Quelle: [stellarsupport.deere.com](http://stellarsupport.deere.com))

#### 4.1.4 AO netDok Telematiksystem

AO netDok von LAND-DATA Eurosoft GmbH und Co. KG ist ein fahrzeughersteller-unabhängiges Flottenmanagementsystem. Es besteht aus einem Datenlogger (Aplicom A1, siehe [Abbildung 17](#)), einer Kombiantenne für GPS und Mobilfunk (Hirschmann GPS/GSM 1890 LP/G (920 062-001), siehe [Abbildung 17](#)) sowie der Serveranwendung AO netDok.



Abbildung 17 Hardware für AO netDok (Quelle: Werkbild LAND-DATA Eurosoft)

Die Datenlogger verfügen über eine Instantübertragung der Daten (Sendeintervall 0,1 Hz) über das Mobilfunknetz und eine Offline Funktionalität zur Pufferung von Daten, die bei erneutem Aufbau einer Verbindung zum AO netDok Server automatisch gesendet werden. Für den Betrieb des Systems im Fahrzeug reicht eine Verbindung an das 12 V Bordnetz. Im Rahmen der Versuche wurde ein erster Demonstrator eines Datenloggers als App für das Betriebssystem Android erprobt. Die App verfügt über eine eindeutige

Registrierung und sendet in einem einstellbaren Intervall die GPS-Position des Smartphones oder Tablets, ähnlich der Aplicom A1, an den AO netDok Server.

Das Gesamtsystem wird vom Hersteller konfiguriert und kann sofort nach Freischaltung eingesetzt werden. Der Server dient zum Empfang und der Speicherung der gesendeten Daten (Position und ggf. weitere Attribute), zum Versand von Updates an die Aplicom Boxen, sowie zur Darstellung der erfassten Bewegdaten auf einer Weboberfläche. Der Server wird zentral von LAND-DATA Eurosoft betrieben und gepflegt. Das System verfügt über eine Schnittstelle für den manuellen und automatisierten Datenabruf durch das FMIS AO Agrar-Office von LAND-DATA Eurosoft.

#### 4.1.5 FMIS AO Agrar-Office

Für die Auswertung der Bewegdaten wurde das FMIS AO Agrar-Office 5.0 von LAND-DATA Eurosoft (Land-Data Eurosoft GmbH & Co KG, 2013) in der jeweils aktuellen Version verwendet. AO Agrar-Office umfasst die GIS unterstützte Verwaltung des Anbaus in einer Schlagkartei, die Kopplung zu Bordcomputern, AO netDok und mobilen Clients auf Smartphones, eine Faktura, ein Vertragswesen für z.B. Pacht- oder Lieferverträge von Biomasse, spezielle Erweiterungen und Funktionen für Lohnunternehmer sowie eine Düngerplanung und Katasterverwaltung. Im Rahmen der Veröffentlichung von Pauli et al. (2013) und dieser Arbeit wurde ein Konzept für den automatisierten Import von Bordcomputerdaten erarbeitet und im FMIS AO Agrar-Office umgesetzt. Anhand der Critical Incidents Methode (Flanagan, 1954) wurden bei der Verarbeitung der heterogen strukturierten Prozessdaten die notwendigen Verarbeitungsschritte hinsichtlich eines durchgängigen und sequentiellen Workflows untersucht. *„Die Untersuchung des Import- und Verarbeitungsprozesses wurde unter Annahme eines häufig in der Praxis anzutreffenden Szenarios mit Datensätzen durchgeführt, die keine Stammdaten aus den betrachteten FMIS-Produkten enthielten, weil dieses Szenario in besonders hohem Maße Benutzerinteraktionen erfordern. Critical Incidents wurden durch Untersuchung bestehender Softwareprodukte und in Einzel- bzw. Gruppeninterviews ermittelt. Die Analyse der Interviews ergab eine Kategorisierung der Critical Incidents zu Schlüsselereignissen. In der Konzeptionsphase wurden UML-Diagramme und Mock-ups als Grundlage für Interviews und die Identifizierung von Critical Incidents verwendet. In der Umsetzungsphase wurden die Konzepte auf Grundlage der Critical Incidents im Sinne einer agilen Softwareentwicklung iterativ und inkrementell programmiert“* (Pauli et al., 2013). In jener Arbeit wurde ein erster Demonstrator programmiert, der durch die

Ergebnisse dieser Arbeit unter Beibehaltung der gewählten Methodik zur serienreife weiterentwickelt wurde.

## 4.2 Beschreibung des Versuchsaufbaus und der Datengrundlage

Im Rahmen dieser Arbeit wurden sowohl Daten aus Versuchen (Feldeinsatz und Labor) als auch die aufgezeichneten Realdaten eines existenten Praxisbetriebes verwendet und ausgewertet. **Tabelle 1** zeigt Versuchszeitraum, die Anzahl der eingesetzten Transportfahrzeuge, eine Kurzbeschreibung und den Datenumfang in Megabyte.

**Tabelle 1: Versuchsüberblick**

Versuch	Zeitraum	Anzahl Transportfahrzeuge	Kurzbeschreibung	Datenumfang*
<b>A</b>	27.09.2010-01.10.2010	6	Einsatz von Prototypen zur Transportdokumentation auf Bordcomputern	54,9 MB
<b>B</b>	17.08.2011-18.08.2011	2	Überprüfung der erforderlichen Änderungen aus den Ergebnissen von A	9,8 MB
<b>C</b>	08.10.2012-14.10.2012	13	Einsatz eines Flottenmanagementsystem und einer Fuhrwerkswaage zur Transportdokumentation	20,1 MB
<b>D</b>	Aug. 2012-Nov. 2013	1 (Simulation)	Simulation eines Fahrzeuges zur Online Verwiegung von Substrat	2,5 MB

\*unkomprimiert

### 4.2.1 Ernte von Biomasse

Im Zeitraum von 27.09.2010 bis 01.10.2010 wurden im Rahmen einer Roadshow im Landkreis Alzey-Worms in Rheinland-Pfalz Erntedaten (56,52 ha Mais, 9,31 ha Hirse) von einem Selbstfahrhäcksler (John Deere 7450i) und sechs Transportgespannen (siehe **Tabelle 2**) erfasst (Versuchsanstellung A: Feldeinsatz). Alle Fahrzeuge waren mit einem

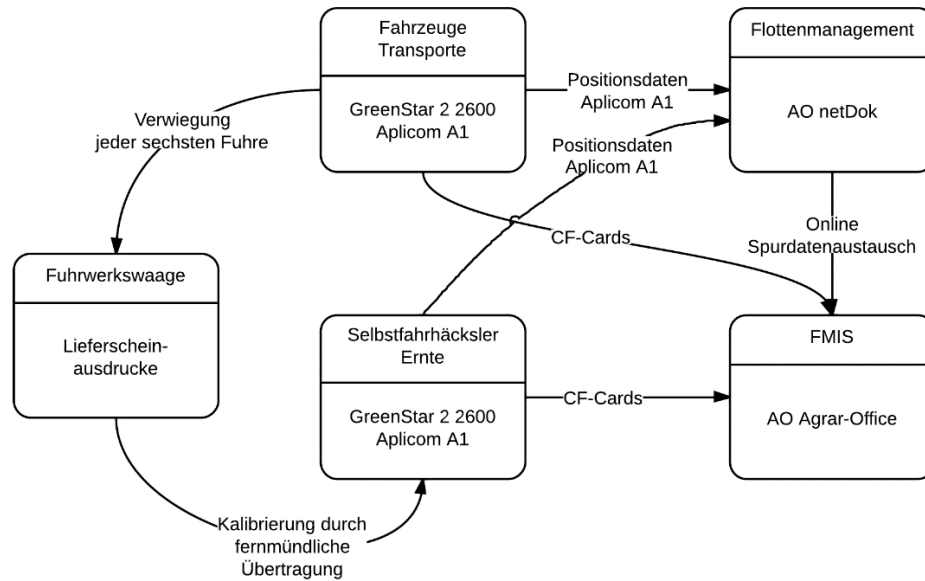


John Deere GreenStar™ 2 2600 Display und zusätzlich mit dem in Kapitel 4.1.4 beschriebenen AO netDok System ausgestattet.

**Tabelle 2: Transportgespanne Versuchsanstellung A**

Transportfahrzeug	Transportgerät	Kapazität [m <sup>3</sup> ]
<b>JCB 3230</b>	Kaweco Radium 50	42
<b>Fendt 820 Vario</b>	Krampe TWK 20	27
<b>John Deere 7710</b>	Fliegl Gigant ASW 278	35
<b>John Deere 6920</b>	Kröger Agroliner	27
<b>John Deere 6830</b>	Mengele 3800	20
<b>Fendt 716 Vario</b>	Kröger Agroliner	28

Ziel der Roadshow war der Praxistest des von John Deere zu diesem Zeitpunkt neu entwickelten Business Packs für Transporte und der ebenfalls neu entwickelten Verarbeitungs- und Auswertungsroutinen in AO Agrar-Office. Jeder Fahrer eines Transportfahrzeuges wurde angewiesen, vor der Beladung einen neuen Transportauftrag zu starten und mit Ende der Entladung abzuschließen. Die neue Business Pack Funktionalität umfasste auch das sog. „Alltime Recording“ mit einem Aufzeichnungsintervall von  $\frac{1}{60}$  Hz. Die Masseermittlung wurde über die Ertragsermittlung des Selbstfahrhäckslers durchgeführt und mit Hilfe der Ladungsdokumentation im GreenStar™ 2 Display dokumentiert. Hierfür war vor Beginn einer Beladung eine manuelle Eingabe des Fahrers („Klick auf Plus-Zeichen“) notwendig. Ziel war die Kalibrierung mindestens einmal je Schlag, spätestens aber nach jeder sechsten Fuhre. Auf einem nahegelegenen Firmengelände konnte eine geeichte Fuhrwerkswaage benutzt werden. Es wurden alle Ladungen des Transportgespannes aus John Deere 6830 und Mengele 3800 verwogen. Die Systemkonfiguration des Versuches ist in **Abbildung 18** dargestellt. Diese Daten wurden für die Auswertung ausgewählt, weil auf allen Maschinen identische Systeme zur Aufzeichnung verwendet wurden und mit AO netDok ein Redundanzsystem zum Abgleich der erfassten Daten vorhanden war. Die Systemkonfiguration war einzigartig in Umfang hinsichtlich technischer Komponenten und Datenerfassung.



**Abbildung 18: Systemkonfiguration Versuchsanstellung A**

Zwischen den Displays für Ladungsdokumentation (Feldhäcksler) und Transportdokumentation (Transportfahrzeuge) bestand keine Kommunikation zum Austausch von relevanten Daten (Maschinenname, Erntemenge, etc.). Vor Versuchsbeginn wurde lediglich darauf geachtet jeweils auf allen Maschinen mit einem einheitlichen Stammdatensatz zu arbeiten.

Die Versuchsanstellung B (siehe [Abbildung 19](#)) wurde durch die Ergebnisse aus Versuchsanstellung A optimiert. Das Aufzeichnungsintervall für das Alltime Recording wurde auf  $\frac{1}{5}$  Hz erhöht. Alle Terminals (GreenStar™ 2600 auf John Deere 7950i und GreenStar™ 2630 auf John Deere 6930) wurden zusätzlich auf die einheitliche Uhrzeit (GPS-Zeit verwenden) eingestellt. Anders als in Versuchsanstellung A stand keine Fuhrwerkswaage zur Verfügung. Die Masseermittlung erfolgte ebenfalls durch die Ertragsermittlung im Selbstfahrhäcksler. Ein Transportgerät war mit dem FWS ausgestattet, welches für die Instant-Kalibrierung des Häckslers verwendet wurde.

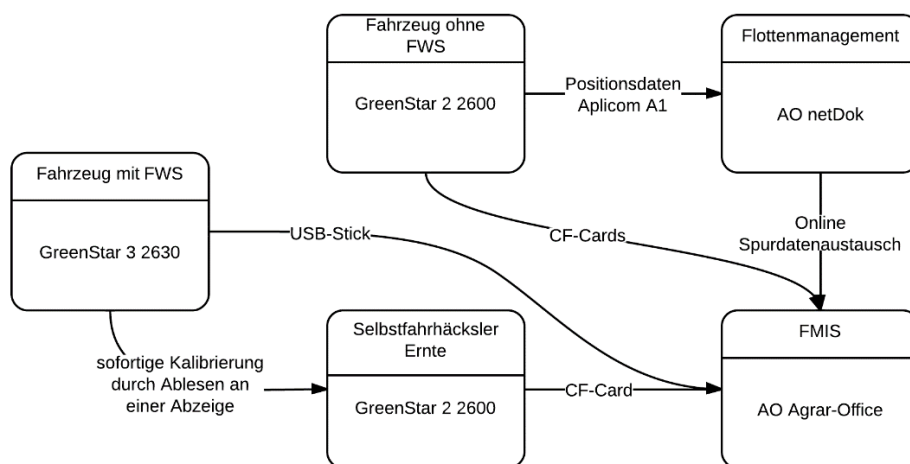


Abbildung 19: Systemkonfiguration Versuchsanstellung B

Die Daten wurden am 17. und 18.08.2011 im Landkreis Eichstätt von einem John Deere 7950i und zwei Transportgespannen erfasst (siehe [Tabelle 3](#)).

Tabelle 3: Transportgespanne Versuchsanstellung B

Transportfahrzeug	Transportgerät	Kapazität [m <sup>3</sup> ]
John Deere 6930	Fliegl ASW 261 FWS	30
John Deere 7530	Fliegl ASW 391	45

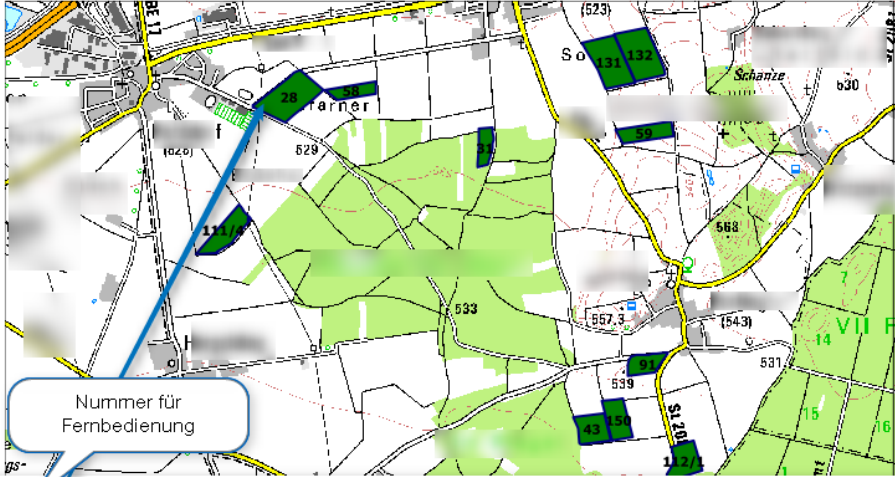
Im Zeitraum von 08.10.2012 bis 14.10.2012 wurden im Landkreis Ebersberg auf einem Pilotbetrieb (Biogasanlage, 500 kW<sub>e</sub>) mit der in Kapitel 4.1.1 beschriebenen Kopplung aus Wägetechnik und FMIS Wiegedaten ein weiteres System untersucht. Für die Ernte wurden bis zu zwölf Transportfahrzeuge (Versuchsanstellung C: Praxisbetrieb, siehe [Tabelle 4](#)) und zwei Feldhäcksler der Marke Claas (Jaguar 860 und Jaguar 960) eingesetzt.

Tabelle 4: Transportgespanne Versuchsanstellung C

Transportfahrzeug	Transportgerät	Kapazität [m <sup>3</sup> ]
Case CS 110	Wagner	34
Case CS 130	Spannraft Lifthacken	36
Case CVX 1155	Spannraft Dolly 3 Achsanhänger	46

Transportfahrzeug	Transportgerät	Kapazität [m <sup>3</sup> ]
<b>Deutz Agrotron 150</b>	Grabmayr	42
<b>Fendt 718</b>	Brandner Power Tube	40
<b>Fendt 820</b>	Brandner Power Tube	40
<b>John Deere 6230</b>	Grabmayr Abschiebewaagen	35
<b>John Deere 6800</b>	Wagner (Holzzusatzaufbau)	37
<b>John Deere 6910s</b>	Spannraft Lifthacken	36
<b>John Deere 6R 130</b>	Fliegl Abschiebewaagen	35
<b>John Deere 7430 (1)</b>	Spannraft Dolly 4 Achsanhänger	48,5
<b>John Deere 7430 (2)</b>	Wagner	34
<b>New Holland 120 TM</b>	Käsbohrer 16 t	26

Für die Transportgespanne wurden auf der Fuhrwerkswaage je Anlieferung das Brutto- und Leergewicht gemessen. Dabei wurde neben Art, Masse und Zeitpunkt der angelieferten Biomasse auch die Herkunft inklusive des Lieferanten und Transportfahrzeuges in einem Datensatz der Wägesoftware e:maxx im geeichten Speicher abgelegt. Die Fahrer der Transportfahrzeuge konnten mittels einer Funkfernbedienung die Herkunft in Form der Schlagnummer an die Waage übermitteln. Allen Fahrern war die Schlagnummer stets bekannt, da in der Feldeinfahrt Schilder mit der jeweiligen Schlagnummer aufgestellt waren und auf den ausgeteilten Auftragszetteln aus AO Agrar-Office die Schlagnummern auch in einer graphischen Übersicht auf einer Straßenkarte dargestellt waren (siehe [Abbildung 20](#)). Nach Eingabe der Schlagnummer konnte am Silo abgeladen werden. Anschließend wurde das Fahrzeugleergewicht bestimmt. Auf der Fuhrwerkswaage musste vom Fahrer lediglich die Zweitwägung durch die Funkfernbedienung ausgelöst werden. Am Ende jedes Erntetages wurde ein Export der Wiegedaten aus e:maxx vorgenommen. Der Import der Bewegdaten in die Lagerverwaltung des FMIS AO Agrar-Office erfolgte im csv-Format.



Nr.	Arbeitsort	ha	Fru.	Betr.	Datum	Beginn/Ende/Bem.
	81929 München					
28 0	Brüche II	7,41	M	ObGbR		
	Kroi					1056245
31 0	Neufelder Feld	2,05	M	KroiJ		
	Pflu					
34 0	Kotterfeld	4,85	M	PflBe		
	neding Wolfe:					
38 1	Großer	2,96	M	BiJo		
	r Peter weg 8 0810					684
43 0	Spielbergländ	3,47	M	HilPe		
44 0	Forstfeld 1	1,87	M	RaGbR		

Abbildung 20: Ausschnitt des Auftragszettels aus AO Agrar-Office

Für jeden Schlag wurde jeweils eine Probe für die Bestimmung der Trockensubstanz gezogen und in einem Labor ausgewertet. Die Laborergebnisse wurden von Hand in die Software e:maxx nachgetragen und gleichzeitig mit dem Import in das FMIS übergeben. Die Masse- und Trockensubstanzdaten dienen als Grundlage für die trockenmasseabhängige Abrechnung im FMIS gegenüber den Lieferanten der Biogasanlage.

Alle Fahrzeuge wurden mit dem in Kapitel 4.1.4 beschriebenen AO netDok System zur Dokumentation der Ernte- und Transportmaschinen ausgestattet (siehe Abbildung 21). Bei der Auswertung der Dokumentation wurde die Übereinstimmung aus Aufzeichnung an der Waage und der tatsächlichen Herkunft der Biomasse mit Hilfe der Auswertung „Einsatznachweis“ aus AO Agrar-Office überprüft. Die Auswertung nutzt die Information aus den erfassten GPS-Punkten mit Verschneidung der bereits vorhandenen Schlagkonturen. Dabei entsteht ein zeitlicher Ablauf der Aufenthaltsorte einer Maschine.

Außerdem dienten diese Aufzeichnungen zur Bestimmung der tatsächlich zurückgelegten Strecke, sowie zur Berechnung der Transportleistung der einzelnen Fahrzeuge.

Die Auswahl der Daten aus Versuchsanstellung C für die Auswertung in dieser Arbeit wurde auf Grund der praxisnahen Umsetzung des Systems getroffen. Es soll ein in der Praxis anzutreffendes System mit anderen sich teilweise noch in Entwicklung befindlichen Systemen verglichen werden.

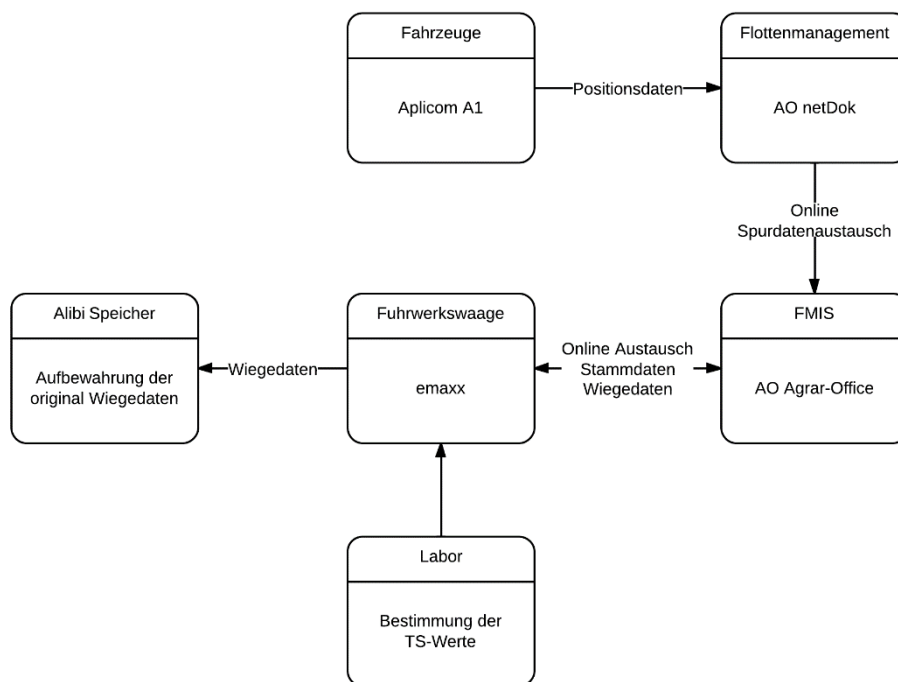
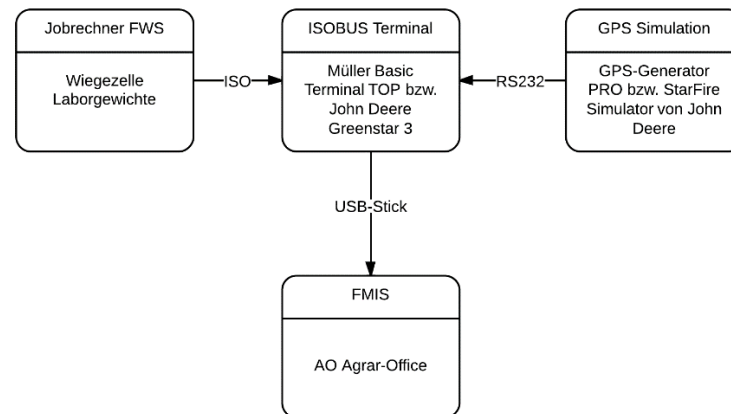


Abbildung 21: Systemkonfiguration Versuchsanstellung C

#### 4.2.2 FWS im Labormaßstab

Neben den Feldversuchen wurden Daten durch Simulation im Labor (Versuchsanstellung D) mit den originalen Komponenten der Landtechnikhersteller erzeugt. Für die Versuche wurde von Fliegl Agrartechnik ein Jobrechner des FWS inklusive einer digitalen Wägezelle und geeichten Laborgewichten zur Verfügung gestellt. Im FWS auf Abschiebewägen kommen sechs dieser Wägezellen zum Einsatz. Das Labor FWS konnte mittels ISOBUS Stecker mit den Bordcomputern Müller Basic Terminal Top (Software Version v405) und John Deere GreenStar™ 3 (Software Version 3.16.1174) verbunden werden. Be- und Entladungsvorgänge wurden mit Hilfe der Laborgewichte simuliert, wobei die Belastung mit 1 kg einem Wert von 1000 kg im Bordcomputer

entsprach. Für die realistische Darstellung von Beladungsvorgängen wurde die Bewegung des „Fahrzeugs“ mit teils aufgezeichneten Spurdaten aus den Vorversuchen mittels GPS-Simulationssoftware simuliert. Für die GPS-Simulation wurde in Verbindung mit dem Bordcomputer Müller Basic Terminal Top die Software GPS Generator PRO (Version 4.1.3.5) und in Verbindung mit dem GreenStar™ 2630 Display der StarFire Simulator von John Deere verwendet (siehe [Abbildung 22](#)).



**Abbildung 22: Systemkonfiguration Versuchsanstellung D**

Mit Hilfe dieses Equipments wurden jeweils die neuesten Softwarestände getestet und Daten für den Import in AO Agrar-Office erzeugt. Die Simulation der Be- und Entladungsvorgänge mit den jeweils aktuellen Softwareständen des FWS (Implementierung der neuen DDIs 320 (Last loaded Weight) und 321 (Last unloaded Weight)) war für die Feststellung von Schwachstellen sowie der Entwicklung einer neuen Importroutine notwendig.

### 4.3 Bewertung der Dokumentationsdaten

Die Ableitung eines Bewertungsmaßstabes zur Evaluierung von Dokumentationsdaten (speziell für Transportprozesse von landwirtschaftlichen Gütern) erfolgt unter anderem auf Grundlage der Ausführungen von Seufert und Hesse (2008), Keicher et al. (2008), Oexmann (2005), Rusch (2012) und Pauli et al. (2013) (vgl. Kapitel 2.5), da sich die Autoren jeweils aus einem speziellen Blickwinkel mit dem Thema der Dokumentation auseinandersetzen:

- Rechtliche Aspekte und Rahmenbedingungen der Dokumentation im landwirtschaftlichen Bereich (Hesse und Seufert, 2008; Oexmann, 2005; Keicher et

al., 2008) durch Analyse geltenden Rechts (z.B. EU-VO 178/2002, 2002; ProdHaftG, 1989) ohne genauere Spezifikation der erforderlichen Hardware oder Datenverarbeitung: Bereich „Recht“

- Schwerpunkt maschinenseitige Kommunikation zur Informationsweitergabe und Dokumentation von Transporten (Rusch, 2012, ISO 11783-10, 2009): Bereich „LaSeKo“ und „ISOBUS“
- Betrachtung der Datenverarbeitung in FMIS (Pauli et al., 2013) unter besonderer Berücksichtigung der Kommunikation mit Bordcomputern: Bereich „FMIS“

In **Tabelle 5** wurden die in Kapitel 2.5 bereits definierten Rahmenbedingungen und Anforderungen (Gesichtspunkte) an eine automatisierte Dokumentation abhängig von der oben beschriebenen Einordnung in die Bereiche „Recht“, „LaSeKo“, „ISOBUS“ und „FMIS“ erarbeitet und dargestellt.

**Tabelle 5: Definierte Anforderungen an die Datenerhebung für eine automatisierte Dokumentation (vgl. Kapitel 2.5)**

Anforderung Definiert durch		Recht	LASEKO	ISOBUS	FMIS
Parameter					
Lückenlose Aufzeichnung	} <b>Rechtliche Belastbarkeit</b>	X	X	X	X
Rückverfolgbarkeit		X	X	X	X
Manipulationssicherheit		X	XO	-	X
<b>Erstellung von Begleitscheinen</b>		X	-	-	-
<b>Systemübergreifender Stammdatensatz</b>		-	-	-	X
<b>Definition von Pflichtangaben:</b>		X	X	-	X
Maschinendaten (Auslastung, Kraftstoffverbrauch, Arbeitszeit)		X	X	X	X
Angaben zu Personen, Tätigkeiten, Schlag		X	XO	O	X
Bezug der Daten zum Ernteprodukt und Schlag		X	X	O	X
Definition Datensatz „Transport - Ernte“		X	X	XO	XO
Definition Datensatz „Überladevorgang Mähdrescher“		-	X	-	-
<b>Kontinuierliche Datenerfassung mit Ortsbezug</b>		X	X	-	-
<b>Onlineübertragung von Daten</b>		X	-	-	X
<b>Automatisierung Datenverarbeitung (Voraussetzungen)</b>		XO	-	-	X
<b>Verfügbarkeit der Information (Performance)</b>		XO	XO	-	X



<b>Anforderung Definiert durch</b>	<b>Recht</b>	<b>LASEKO</b>	<b>ISOBUS</b>	<b>FMIS</b>
<b>Parameter</b>				
<b>Standardisierung systemübergreifender Kommunikation</b>	xO	x	-	x
<b>Betrachtung von Fahrzeugflotten</b>	-	x	-	x

x: Anforderung definiert, xo: Anforderung teilweise definiert, o: Eingabe optional, -: Anforderung nicht definiert

Der Zielwert für die nachfolgende Einordnung eines Parameters zur obligatorischen Erfassung ergibt sich, sobald in einem der betrachteten Teilbereiche jener Parameter erforderlich ist.

### 4.3.1 Überprüfung auf Automatisierungsgrad

Der Automatisierungsgrad der Verarbeitung im Zielsystem FMIS hängt maßgeblich von der Qualität und Quantität der aufgezeichneten Daten (Verfügbarkeit, Übertragungsweg, Aufzeichnungsintervall von Sensorwerten), sowie der systemübergreifenden Vernetzung durch gemeinsame Stammdaten ab (siehe [Tabelle 6](#) und [Kapitel 2.5.2](#)).

Die (manuell oder automatisch) erfassten Datensätze im Erfassungssystem (Display, Waage) sollen hinsichtlich definierter Pflichtangaben für Auswertungen und Abrechnung im Zielsystem (FMIS) untersucht werden. Die Analyse umfasst hierbei Angaben zum Transportgespann (Identifikation Fahrzeug/Anhänger, Kraftstoffverbrauch, Arbeitszeit, transportierte Menge), Verfahren (Transport, Ernte, Ausbringung), am Verfahren beteiligten Personen und die Fahrwege. Die Daten sollen weiterhin auf einen definierten Umfang des Prozesses „Transport“ (Menge und Beschaffenheit Transportgut) überprüft und eingeordnet werden. Der Überladevorgang stellt einen wesentlichen Punkt in der Weitergabe von Daten an das nächste Transportglied bei absätzigen Verfahren dar. Dieser Parameter soll bei allen Versuchsanstellungen überprüft werden, auch wenn keine Überladevorgänge stattgefunden haben.

Tabelle 6: Zielwerte definierter Parameter für die Automatisierung der Datenverarbeitung

Parameter	Ausprägung	Zielwert
Datenübertragung	online/offline	online
Aufzeichnungsintervall von Sensorwerten (in Versuchsaufstellungen)	0,1 – 5 Hz	mind. 1 Hz (abhängig von Sensorwert)
Systemübergreifende Stammdaten	ja/nein	ja
Manueller Eingriff erforderlich	ja/nein	nein
Pflichtangaben für FMIS aus Daten ermittelbar		
Identifikation des Transportgespannes	ja/teilweise/nein	ja
Kraftstoffverbrauch	ja/nein	ja
Arbeitszeit von Fahrzeug und Fahrer	ja/nein	ja
Zurückgelegte Strecke	ja/nein	ja
Transportgut		
Menge	ja/nein	ja
Beschaffenheit (TS-Gehalt)	ja/nein	ja
Personen (Fahrer, verantwortlicher Mitarbeiter)	ja/nein	ja
Verfahren (Transport, Ernte, Ausbringung)	ja/nein	ja
Systemübergreifende Datenweitergabe zwischen Transportgliedern bei absätzigen Verfahren	ja/nein	ja

### 4.3.2 Überprüfung auf rechtliche Belastbarkeit

Die Analyse der in dieser Arbeit verwendeten Dokumentationsdaten von Transportprozessen landwirtschaftlicher Güter auf rechtliche Belastbarkeit soll anhand der Parameter „lückenlose Aufzeichnung“, „Rückverfolgbarkeit (des Erntegutes)“ und „Manipulationssicherheit“ durchgeführt werden. Dazu werden die in den Systemkonfigurationen (siehe [Abbildung 18](#), [Abbildung 19](#), [Abbildung 21](#), [Abbildung 22](#)) beschriebenen Komponenten und deren Schnittstellen in jeder Versuchsanstellung untersucht und eingeordnet.

Die „lückenlose Aufzeichnung“ soll unter den Gesichtspunkten der rechtssicheren Dokumentation und der Dokumentation gegenüber einem Auftraggeber analysiert werden (siehe [Tabelle 7](#)). Wie in Kapitel [2.5.1](#) dargestellt, gilt es neben Transportgut, Herkunft

und Ziel auch den Transporteur und das Transportmittel festzuhalten. Die Beschaffenheit von Transportgut und –mittel (Transportdokumentation nach GMP) ist im Sinne des ProdHaftG ebenfalls festzuhalten. Für Dienstleister stellt die lückenlose Aufzeichnung der gefahrenen Spur mit Hilfe von GPS-Sensorwerten im Regressfall eine Beweisgrundlage für z.B. erledigte Arbeit dar. Die Aufzeichnung der GPS-Spur ist somit aus rechtlicher Sicht nicht zwingend erforderlich, aus Sicht eines Dienstleisters empfehlenswert und für die automatische Ermittlung von Informationen (z.B. Ermittlung der gefahrenen Strecke, Erntekarten) erforderlich. *Die Rückverfolgbarkeit der Produkte sollte bis zum Verlassen des Betriebes auf der Ebene des Schlages durchgeführt werden* (Hesse und Seufert, 2007). Rückverfolgbarkeit bedeutet aber auch Datensicherheit und Zurückverfolgung von Änderungen in Datenbeständen elektronischer Aufzeichnung, wie es bei Waagen-Systemen durch einen geeichten Alibispeicher und einer eindeutigen Identifikationsnummer einer Wiegung der Fall ist. Andere Systeme setzen auf Protokollierung von Veränderungen innerhalb einer Datenbank und ein gegen Angriffe ausreichend geschütztes Verfahren zur Sicherung der Daten beispielsweise durch Verschlüsselung. Die Systeme sollen auf Ausfalleigenschaften wie Informations- und Interaktionsmöglichkeit des Anwenders bei vom definierten Zustand abweichenden Ereignissen analysiert werden. Die Untersuchung schließt die Überprüfung auf Vorhandensein von redundanten Daten zur nachträglichen Herstellung fehlender Datensätze mit ein.

**Tabelle 7: Obligatorische und fakultative Angaben im Datensatz zur Einordnung von Dokumentationsdaten hinsichtlich rechtlicher Anforderungen**

Parameter	Obligatorisch	Fakultativ
<b>Transportgut (Art, Menge, Qualitätsparameter)</b>		x
<b>Art</b>	x	
<b>Menge</b>	x	
<b>Qualitätsparameter</b>		x
<b>Herkunft</b>	x	
<b>Ziel</b>	x	
<b>Transportmittel</b>	x	
<b>Transporteur</b>	x	
<b>Beschaffenheit Transportmittel</b>	x	
<b>Beschaffenheit Transportgut</b>	x	
<b>Aufzeichnung GPS-Sensorwerte</b>		x

Parameter	Obligatorisch	Fakultativ
Rückverfolgbarkeit auf Schlagebene		x
Rückverfolgbarkeit durch Manipulationssicherheit	x	
Redundanzsystem bei Ausfall des Erstsystems	x	
Information des Anwenders und Interaktionsmöglichkeit bei Ausfall des Systems	x	

### 4.3.3 Synthese der Analyseergebnisse

Für die Überprüfung der Versuchsanstellungen nach der in [Tabelle 5](#), [Tabelle 6](#) und [Tabelle 7](#) definierten Parameter müssen die einzelnen Ausprägungen in eine auswertbare Syntax übersetzt werden. Dazu werden die Ausprägungen in eine dreistufige Skala „-1“, „0“ und „+1“ eingeteilt. Wird eine Anforderung bei obligatorischer Zielwertvorgabe nicht erfüllt, so wird diese mit „-1“ bewertet. Obligatorische Anforderungen, die auf Grund optionaler Eingaben teilweise erfüllbar sind oder vom System generell erfüllbar wären, jedoch im Versuch nicht dokumentiert wurden, werden mit dem neutralen Wert „0“ eingestuft. Im Falle der Erfüllung wird die Ausprägung mit dem Wert „1“ beurteilt. Das Ziel ist eine 100 prozentige Erfüllung aller Anforderung, welche sich in einer maximal erreichbaren Punktzahl widerspiegelt.

Die Analyse der Dokumentationsdaten anhand der in [Tabelle 5](#), [Tabelle 6](#) und [Tabelle 7](#) definierten Parameter resultiert in einem „Erreichungsgrad“ der maximal möglichen Zielwerte (siehe [Tabelle 8](#)). Ein Erreichungsgrad von 100 % (Fall 1) bedeutet, dass die erfassten Daten alle Aspekte hinsichtlich automatischer Dokumentation (siehe Definition in Kapitel [2.1.2](#)) und gesetzlicher Vorgaben erfüllen. Bei einem Erreichungsgrad unter 100 % muss innerhalb der Kategorien „Automatisierung Datenverarbeitung“ und „rechtliche Anforderungen“ differenziert werden. So kann die vollständige Automatisierung der Datenverarbeitung gegeben sein, es werden aber nicht alle rechtlichen Anforderungen an eine belastbare Dokumentation (Fall 2) erfüllt oder umgekehrt (Fall 3). Wird in keiner der beiden Kategorien ein Wert von 100 % erreicht, so sind weder die automatische Dokumentation noch die rechtlichen Anforderungen an die Datengrundlage gegeben.

**Tabelle 8: Einteilung nach Erreichungsgrad hinsichtlich Automatisierung der Datenverarbeitung und rechtlicher Anforderungen**

<b>Kategorie</b>	<b>Automatisierung Datenverarbeitung</b>	<b>Rechtliche Anforderungen</b>
<b>Unterscheidung</b>		
<b>Fall 1</b>	100 %	100 %
<b>Fall 2</b>	100 %	< 100 %
<b>Fall 3</b>	< 100 %	100 %
<b>Fall 4</b>	< 100 %	< 100 %

## 5 Ergebnisse

Die in Kapitel 4.2 beschriebenen Versuchsanstellungen zu Transportprozessen von Biomasse sollen im Folgenden nach den in 4.3 definierten Kriterien überprüft werden.

Ziel der Evaluierung ist die Einordnung der aufgezeichneten Daten hinsichtlich Automatisierungsgrad der Dokumentation und rechtlicher Belastbarkeit, sowie die Ableitung von möglichen Erweiterungen hinsichtlich der Kommunikation zwischen den Systemen zur Erhöhung des Automatisierungsgrades der Datenverarbeitung (siehe Kapitel 3). Die Daten sollen hinsichtlich Verwendbarkeit für die automatisierte Abrechnung und Dokumentation von Dienstleistungen (Rechnung und Leistungsnachweis) sowie der gelieferten Substrate im Verfahren „Bergung und Anlieferung von Biomasse“ betrachtet werden. Die betrachteten Dienstleistungen beinhalten die Ernte und den Transport von Biomasse. Grundsätzlich sind diese Überlegungen auch auf die Ausbringung von Substraten übertragbar.

### 5.1 Versuchsanstellung A

Im Zeitraum von 27.09.2010 bis 01.10.2010 wurden im Rahmen des Feldtests insgesamt 2506,6 t FM Mais und 467,6 t FM Hirse geerntet und transportiert. Die Ermittlung der Erträge wurde mit Hilfe der Ertragserfassung des Selbstfahrhäckslers John Deere 7540i durchgeführt. Die Kalibrierung des Selbstfahrhäckslers erfolgte mit den ermittelten Gewichten einer geeichten Waage (Begleitschein) spätestens nach jeder sechsten Beladung oder mindestens einmal je Schlag (siehe [Abbildung 23](#)). Insgesamt erfolgten 30 Kalibrierungen des Selbstfahrhäckslers. Die Abweichung der vom Selbstfahrhäckslers ermittelten Masse bezogen auf die an der Fuhrwerkswaage ermittelten Gewichte lag im Mittel aller bearbeiteten Schläge bei +1,27 %. Eine statistische Analyse der Genauigkeit auf Grundlage der geringen Stichprobe (ohne Wiederholung, verschiedene Schläge) ist nicht aussagekräftig. Die so ermittelte Masse entspricht nicht den Anforderungen des EichG (1969) und darf nicht für die Abrechnung verwendet werden (Gehring Martin, 2010, Thurner et al., 2011a).

**Wiegevorgang**  
**Nr.:** 596 Anlieferung  
**Artikel:** 202020 Getreide Ernte 2010  
**Order No.:** 30.09.2010 **Delivery No.:** 30.09.2010  
**Spediteur:**  
**KFZ-Kennzeichen:** [REDACTED]

	Datum	Uhrzeit	Lfd.-Nr.	Gewicht
<b>1. Wägung</b>			0	<b>11.880 kg H</b>
<b>2. Wägung</b>	30.09.2010	11:48	1164	<b>19.900 kg</b>
			<b>Netto:</b>	<b>8.020 kg E</b>

Messwerte aus frei programmierbarer Zusatzeinrichtung.  
 Die geeichten Messwerte können eingesehen werden.  
 H = Handeingabe E = errechneter Wert

**Abbildung 23: Wiegeschein der geeichten Fuhrwerkswaage**

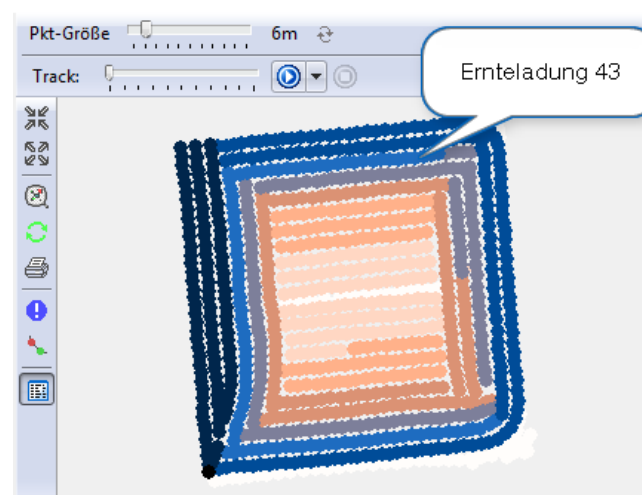
## 5.1.1 Dokumentation im Erntefahrzeug

Mit Hilfe der Ladungserfassung als Bestandteil der Dokumentationsart „Ernte“ (siehe Kapitel 2.3.2.2) wurde jede Beladung auf ein Transportfahrzeug am Display des Selbstfahrhäckslers dokumentiert (siehe [Abbildung 24](#) und [Abbildung 25](#)). Die Ladungsdokumentation von John Deere sieht die Felder fortlaufende Nummer, Menge mit Einheit, Feuchte, Zeitstempel, Dauer, Fläche, Fahrzeug und Lager vor. In den aktuellen Dokumentationsdaten wurde das Feld „Fahrzeug“ nicht ausgefüllt, weil eine Verknüpfung mit den anderen Fahrzeugstammdaten (= Transportfahrzeuge) aus AO Agrar-Office und den internen Stammdaten des GreenStar™ Systems in der Displaysoftware (Version 2.6.1299) für den Selbstfahrhäcksler nicht vorgesehen war. Stattdessen war optional eine Freitexteingabe durch den Fahrer möglich. Ebenso verhielt es sich mit den Lagerstammdaten aus AO Agrar-Office. Die Schnittstelle sah die Verwendung gemeinsamer Stammdaten in der regulären Dokumentation vor. Die Ladungsdokumentation war davon ausgenommen. (In der aktuellen Version 2.8.1033 bzw. 3.16.1174 wurden hinsichtlich dieser Aspekte keine Änderungen vorgenommen.) Im Display wurde einmalig ein Begriff für die Silomiete vorgegeben. Folgende Eingaben wurden mit diesem Begriff als Vorschlagswert initialisiert.

Details des ausgewählten Datensatzes		Ernteladungen		Details der markierten Datensätze				
Nummer	Menge	Einheit	Feuchte in %	Datum	Dauer in s	Fläche	Fahrzeug	Lager
41	93,79	dt FM	67,16	30.09.2010 11:10:10	0,07	0,1876		Silohaufen
42	147,61	dt FM	66,60	30.09.2010 11:18:33	0,10	0,3103		Silohaufen
43	80,24	dt FM	65,76	30.09.2010 11:25:59	0,06	0,1651		Silohaufen
44	108,48	dt FM	64,87	30.09.2010 11:34:09	0,08	0,2295		Silohaufen
45	115,03	dt FM	65,43	30.09.2010 11:41:48	0,08	0,2422		Silohaufen
46	91,16	dt FM	65,55	30.09.2010 11:48:40	0,06	0,1942		Silohaufen
47	92,57	dt FM	66,26	30.09.2010 11:56:04	0,06	0,2189		Silohaufen
48	32,46	dt FM	65,84	30.09.2010 12:02:54	0,04	0,0886		Silohaufen

**Abbildung 24: Auswertung der Ladungserfassung des Selbstfahrhäckslers John Deere 7540i mit AO Agrar-Office (Quelle: eigener Screenshot)**

Die Visualisierung der Beladungsvorgänge aus den Dokumentationsdaten des Selbstfahrhäckslers in AO Agrar-Office erfolgt in tabellarischer (Abbildung 24) und graphischer Form (Abbildung 25). Im GIS werden alle Spurpunkte einer Beladung einheitlich eingefärbt, so dass der Beladevorgang unter dem Aspekt der Rückverfolgbarkeit nachvollziehbar reproduziert werden kann.



**Abbildung 25: Graphische Auswertung der Ladungserfassung des Selbstfahrhäckslers John Deere 7540 i mit AO Agrar-Office (Quelle: eigener Screenshot)**

Aus den Dokumentationsdaten des Feldhäckslers können außerdem Informationen zur Identifikation des Fahrzeuges, Einsatzzeiten von Fahrer und Fahrzeug, zurückgelegten Strecken und Kraftstoffverbrauch bei aktiver Dokumentation entnommen werden. Die Dokumentation des Kraftstoffverbrauchs erfolgte in der Standardfreischaltung lediglich während der Arbeiten auf einem Schlag (= aktive Dokumentation). Für die Ermittlung des gesamten Kraftstoffverbrauchs, ist die zusätzliche Freischaltung des Business Packs erforderlich. Im sogenannten „Alltime Recording“ Modus werden zurückgelegte Strecke und Dieselverbrauch auch ohne aktive Dokumentation erfasst. Die Datengrundlage ermöglicht auf Grund fehlender Verknüpfung durch z.B. einheitliche Globally Unique



Identifiers (GUID) (anders als bei der Transportdokumentation) keine Referenz von Dokumentationsdaten auf die „Alltime Recording“ Daten, z.B. für die Ermittlung von Informationen zu Anfahrten zum Schlag. Die Speicherung der Bordcomputerdaten in AO Agrar-Office erfolgt in zwei getrennten Bereichen: Maßnahme und Spur. Dabei werden die Summen der aufgezeichneten Attribute (Zeit, Fahrzeug, Gerät, Mitarbeiter, verbrauchte Ressourcen) meist vom Bordcomputer geliefert und unverändert in die Maßnahme übernommen. Eine Maßnahme im FMIS beinhaltet also exakt die Attribute und Attributwerte wie sie am Bordcomputer des Fahrzeuges berechnet wurden, und stellt nicht zwingend die Summe der Einzelattribute aus den übertragenen Spurpunkten dar. Eine nachträgliche Änderung der Maßnahme ist möglich. Nur bei Aufbewahrung der Rohdaten können die ursprünglichen Werte wiederhergestellt werden. Die Qualität der Daten ist maßgeblich von den manuellen Eingaben des Fahrers abhängig, wobei lediglich die Eingaben eines Fahrers für die Dokumentation teilweise verwertbar waren.

### 5.1.2 Dokumentation in Transportfahrzeugen

Alle Transportfahrzeuge der „Multicolored Fleet“ (siehe [Tabelle 2](#)) waren mit John Deere GreenStar™ 2 Displays inklusive der Freischaltung Business Pack zur Ladungsdokumentation ausgerüstet. Das System zeichnet sich durch eine Vielzahl von Eingabemöglichkeiten aus, welche von den Fahrern nur teilweise verwendet wurden. In der Auswertung wurde lediglich der Datensatz des Fahrzeuges John Deere 6830 verwendet. Wie in Kapitel [2.3.2.2](#) vorgestellt, sieht die Displaysoftware die manuelle Erfassung von Ernteprodukt, Menge, Herkunft, Ziel und Kommentaren (siehe [Abbildung 3](#) und [Abbildung 4](#)) vor. Zum Zeitpunkt der Datenerfassung war den meisten Fahrern lediglich die Bezeichnung des Ernteproduktes und Ziels bekannt. Die überladene Menge hätte theoretisch mündlich zwischen den Fahrern des Selbstfahrhäckslers (Ladungsdokumentation) und der Transportfahrzeuge ausgetauscht und dokumentiert werden können. Aus zeitlichen und technischen Gegebenheiten (Umgebungsärm) konnte ein Austausch der Informationen nicht stattfinden. Der Fahrer des John Deere 6830 dokumentierte in der Transportdokumentation des GreenStar™ 2 Systems nachträglich an der Waage das jeweilige Gewicht. Diese Datensätze werden im Display als „Modified“ gekennzeichnet (siehe [Abbildung 26](#) oben → Zeile 6). Die Kennzeichnung erlaubt eine Rückverfolgung von Manipulationen am Datensatz. Zusätzlich zu den Transportdokumentationsdaten wurde jeweils eine Fahrspur mit den Attributen „Longitude“, „Latitude“, „Kraftstoff“, „Distance“, „Zeitpunkt“ und „TicketNr“ aufgezeichnet.

Die Daten aus Alltime Recording und Transportdokumentation sind über eine GUID verknüpft, so dass je Transportvorgang Informationen über Kraftstoffverbrauch, zurückgelegte Strecke und transportrelevante Daten (Menge, Art, Herkunft, Ziel) zur Verfügung standen. Alle Informationen konnten über die Schnittstelle EIC in AO Agrar-Office importiert werden (siehe **Abbildung 26** unten). Auch die Transportdokumentation war maßgeblich von der Qualität der manuellen Eingaben abhängig. Von 283 Fahrten konnten lediglich in 28 Fällen (9,89 %) die Angaben der Transportdokumentation verwendet werden. In allen anderen Fällen fehlten relevante Angaben zur Substratmenge oder der Herkunft. Als Ursachen konnten einerseits die geringe Akzeptanz des Systems, sowie fehlende Informationen zum Zeitpunkt der Erfassung festgestellt werden.

The screenshot shows a transcript with the following fields and values:

```

1 [Version]
2 1.4
3 [888b8fd7-f15b-2bb4-38f5-50b28dc834f3\Transport]
4 4ca05fa6-0000-1000-7fb0-e1e1e11131f0 1 30.
11:26:26.000 4ca3b44a-0000-1000-4032-e1e1e11131f0
Silomais3009 17403.61 0.70
5 [888b8fd7-f15b-2bb4-38f5-50b28dc834f3\Tickets]
6 1 3 Load Modified 30.09.2010 12:09:27.000
4ca473e0-0000-1000-403c-e1e1e11131f0 M 8020000.000 kg E
51725040-52e2-40a5-8979-ebd125449be0 Silomais (Biogas) ?
7 2 5 Unload New 30.09.2010 12:09:45.000 4ca47e09-0000-1000-4f3d-e1e1e11131f0 M
0.000 kg E 51725040-52e2-40a5-8979-ebd125449be0 Silomais (Biogas) L
53350e44-31ea-441a-8d33-0c2f6d561c4a Feldmiete
8 [888b8fd7-f15b-2bb4-38f5-50b28dc834f3\GPS]
9 Longitude Latitude Kraftstoff Distance Zeitpunkt TicketNr
10 X Y -6 -4 -9 -12
11 8.1661314672 49.7955504184 0.000 0.000 30.09.2010 11:26:26.000 1
12 8.1646431222 49.7949192304 19.752 161.410 30.09.2010 11:27:16.792 1
13 8.1586128602 49.7943054884 433.283 445.140 30.09.2010 11:28:16.785 1
14 8.1514563882 49.7936912644 537.446 519.930 30.09.2010 11:29:16.779 1
15 8.1418761952 49.7932445634 216.645 692.600 30.09.2010 11:30:16.773 1
16 8.1325708432 49.7931897874 489.101 670.120 30.09.2010 11:31:16.765 1
43 8.1481517082 49.8361607054 5.833 244.063 30.09.2010 11:58:16.554 1
44 8.1483279332 49.8358634114 41.665 40.433 30.09.2010 11:59:16.552 1
45 8.1483278852 49.8358945924 44.166 25.003 30.09.2010 12:00:16.551 1
46 8.1483057912 49.8360439974 41.666 17.163 30.09.2010 12:01:16.550 1
47 8.1482963112 49.8360752564 25.000 4.623 30.09.2010 12:02:16.550 1
48 8.1479344142 49.8361361694 272.491 32.603 30.09.2010 12:03:16.548 1
49 8.1469141702 49.8394389594 271.644 371.487 30.09.2010 12:04:16.543 1
50 8.1496037372 49.8415768824 95.824 433.357 30.09.2010 12:05:16.537 1
51 8.1473856042 49.8415278864 377.443 370.207 30.09.2010 12:06:16.528 1
52 8.1378629262 49.8407551364 423.256 690.657 30.09.2010 12:07:16.517 1
53 8.1290533362 49.8424614274 66.652 696.387 30.09.2010 12:08:16.504 1
54 8.1225902621 49.8393408762 0.000 0.000 30.09.2010 12:08:16.504 2

```

Callouts in the image explain:

- Tickets innerhalb dieses Transportjobs**: Points to the 'Tickets' field.
- Transportierte Menge in Gramm!**: Points to the '8020000.000' value.
- Transportgut**: Points to the 'kg E' unit.
- Beginn Ladung: Load**: Points to the 'Load' operation.
- Beginn Entladung: Unload**: Points to the 'Unload' operation.
- Zeilen ausgeblendet**: Points to the '43' row number.

Transport	Mitarbeiter									
Zeile	Datum	Dauer in Std.	Art *	Verbrauch	Wohin* <input type="checkbox"/>	Herkunft/Ziel	Bezeichnung	Kostensatz	Menge/Einh.	Einheit
1	30.09.2010 12:09:27	0,84	Beladung	11,1636	GPS		Silomais (Biogas)	Standard	80,2000	dt FM
2	30.09.2010 12:09:45		Entladung	0,0000	Lagerzelle	Feldmiete	Silomais (Biogas)	Standard	0,0000	dt FM

**Abbildung 26:** EIC-Transkript der John Deere Transportdokumentation für den Import in AO Agrar-Office (oben) und Darstellung in AO Agrar-Office (unten)

### 5.1.3 Gesamtsystem

Das GreenStar™ 2 System sieht keine Onlineübertragung der Dokumentationsdaten an einen zentralen Server vor. Für den Datenaustausch ist eine Compact Flash (CF) Karte (aktuelle Systeme: USB-Stick) vorgesehen, welche die gesamte Dokumentation, sowie Maschineneinstellungen (Versätze, Lenkeinstellungen) enthält. Die Daten liegen in einer proprietären Dateistruktur und teilweise im binären Format vor. Eine Dokumentation der Schnittstelle „EIC“ zur Interpretation der Daten ist nicht öffentlich verfügbar. Das GreenStar™ System sieht keine Verschlüsselung der Daten vor. Die Komplexität der Dateistruktur ist selbst für versierte Computeranwender nicht selbsterklärend, interpretierbar oder änderbar und kann als manipulationssicher bezeichnet werden. Beim Transfer der Daten in AO Agrar-Office entstehen kurzzeitig lesbare Textdateien, die theoretisch verändert werden könnten. In AO Agrar-Office selbst sind alle importierten Attribute und Attributwerte ebenfalls veränderbar, sodass die willkürliche Veränderung der Transkriptdateien nicht erforderlich ist und von einer Verschlüsselung dieser Dateien abgesehen werden kann. Veränderungen gegenüber den importierten Daten werden nicht gespeichert oder visuell hervorgehoben. Der Erhalt der Rohdaten (automatisches Kopieren in ein Datenarchiv vorhanden) ist daher im Zweifelsfall eine solide Beweisgrundlage.

Auftretende Probleme, fehlende Eingaben oder Fehleingaben meldet der Bordcomputer in Dialogen, die durch eine Interaktion vom Fahrer bestätigt oder behoben werden müssen. Die Dokumentation kann lückenlos gewährleistet werden, wenn die Fahrer entsprechend geschult und die nötige Zeit für die Dokumentation eingeräumt werden. Datenbestände aus der Praxis zeigen aber häufig die Überforderung der Fahrer durch die komplexen Systeme zur Dokumentation. Als Grund für Fehleingaben oder falsch erfasste Daten wird die Notwendigkeit von Spezialwissen zu einzelnen Aspekten der Dokumentation (z.B. Auswahl der Fruchtart, Verwendung von Terminalprofilen, Übertragung von Maschinen-Offsets, uvm.) genannt.

Die Auswertung der zurückgelegten Strecken wurde mit den Fahrspuren aus AO netDok (Redundanzsystem) und AO Agrar-Office durchgeführt, da die Datengrundlage des GreenStar™ 2 Systems auf Grund des niedrigen Aufzeichnungsintervalls nicht für die Analyse ausreichend war. Alle Fahrzeuge einschließlich des Selbstfahrhäckslers haben im genannten Zeitraum 6452 km in 424 Stunden zurückgelegt. Eine Zuordnung der Überladevorgänge des Häckslers zu den Transporten der Fahrzeuge und eine

Auswertung der transportierten Mengen je Fahrzeug waren, wie oben beschrieben, im Nachhinein nicht möglich.

**Tabelle 9: Automatisch ermittelte zurückgelegte Strecken und Betriebsstunden der Transportfahrzeuge**

<b>Transportfahrzeug</b>	<b>Zurückgelegte Strecke [km]</b>	<b>Betriebsstunden [h]</b>
<b>JCB 3230</b>	929	58
<b>FENDT 820 VARIO</b>	927	57
<b>JOHN DEERE 7710</b>	946	57
<b>JOHN DEERE 6920</b>	1056	61
<b>JOHN DEERE 6830</b>	1038	58
<b>FENDT 716 VARIO</b>	1017	59
<b>GESAMT</b>	<b>5913</b>	<b>350</b>

Alle Ladungen wurden an denselben Ort verbracht und in einer Feldmiete gelagert. Eine Rückverfolgbarkeit auf Schlagebene war ab dem Zeitpunkt der Einlagerung nicht mehr gegeben. Der Umfang der Rückverfolgbarkeit beschränkt sich auf die Dokumentation durch den Feldhäcksler.

Zusammenfassend kann festgehalten werden: In der Versuchsanstellung A wurden vier Systeme zur Erfassung von ernte- und transportrelevanten Dokumentationsdaten verwendet (siehe [Abbildung 18](#)): John Deere GreenStar™ 2, AO netDok, AO Agrar-Office und eine Fuhrwerkswaage. Bis auf die teilweise Verwendung von gleichen Stammdaten in den verschiedenen Systemen, war keine weitere Vernetzung der Daten gegeben. Eine nachträgliche Zusammenführung der Daten, um daraus neue Informationen zu generieren, war trotz gleicher Stammdatengrundlage zum damaligen Zeitpunkt nicht erreichbar.

Alle oben genannten Ergebnisse sind in Kapitel [5.4](#) in [Tabelle 11](#) und [Tabelle 12](#) dargestellt.

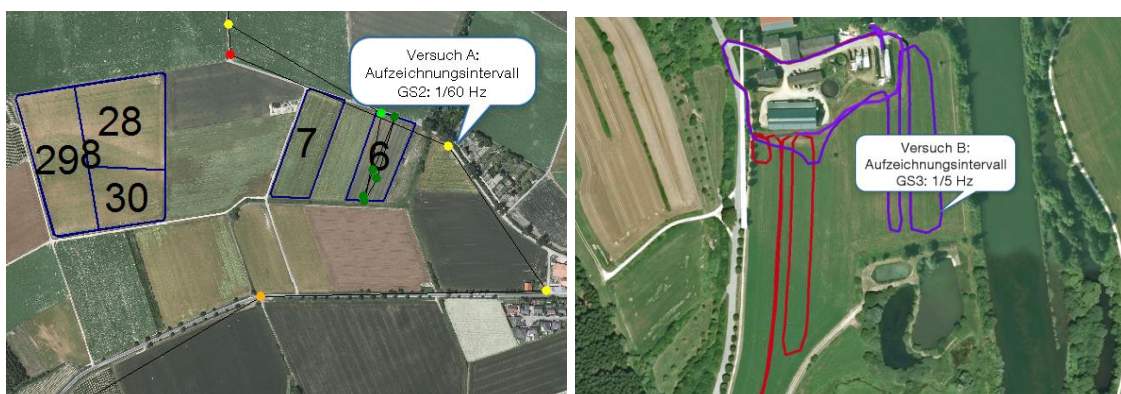
## 5.2 Versuchsanstellung B

Versuchsanstellung B unterscheidet sich technisch in drei wesentlichen Faktoren von Versuchsanstellung A, bei ansonsten gleicher Konfiguration:

- Erhöhung Aufzeichnungsintervall des Alltime Recordings (GreenStar™ 3) von  $1/60$  Hz auf  $1/5$  Hz.
- Verwendung des Fliegl Weighing Systems (FWS) anstatt einer stationären Fuhrwerkswaage zur Kalibrierung des Selbstfahrhäckslers.
- Erweiterung der Transportdokumentation in der GreenStar™ 3 Software durch Integration der auf ISOBUS basierenden Technik des FWS.

Ziele der Versuchsanstellung waren eine sofortige Kalibrierung des Selbstfahrhäckslers nach Überladen des Substrates auf das Transportfahrzeug (Erhöhung der Genauigkeit der Ertragserfassung) und die Analyse der teilweise neu entwickelten Kommunikation zwischen FWS, John Deere GreenStar™ 3 und AO Agrar-Office.

Anhand der Spurdaten konnte in Versuchsanstellung A (siehe [Abbildung 27](#) links) der Verlauf eines Transportes nur bedingt nachvollzogen werden. Die Erhöhung des Aufzeichnungsintervalls im GreenStar™ 3 System bewirkte eine deutliche Steigerung in der Datenqualität hinsichtlich Rückverfolgbarkeit in der graphischen Darstellung (siehe [Abbildung 27](#) rechts).



**Abbildung 27: Transportdokumentation mit unterschiedlichen Aufzeichnungsintervallen (Quelle: eigene Screenshots aus AO Agrar-Office)**

Die Kopplung des FWS mit dem GreenStar™ 3 Displays reduzierte die Eingaben am Display durch automatische Übernahme der Beladungsgewichte vom Jobrechner des FWS. Alle anderen Vorgänge der Transportdokumentation (Start/Ende des

Transportvorgangs, Eingabe Herkunft/Ziel) mussten weiterhin vom Fahrer manuell im Display erfasst werden. Nachteilig wirkte sich eine Plausibilisierung der Be- und Entladungsgewichte durch den GreenStar™ 2630 Bordcomputer aus. Die Summe der Entladungen durfte nicht größer als die Summe der Beladungen sein. In der Praxis konnte dies durch auf dem Anhänger verbliebene Restmengen oder Verschmutzung des Anhängers nicht gewährleistet werden. Die Plausibilisierung verhinderte das Abspeichern des Entladungsvorgangs, bis eine manuelle Korrektur der Beladungsmenge vorgenommen wurde.

An der Bordwand des Abschiebewagens befand sich eine Außenanzeige zur Darstellung des aktuellen Gewichtes in Kilogramm (siehe [Abbildung 28](#)). Der Fahrer des Selbstfahrhäckslers übernahm das Gewicht durch Ablesen und Eingabe in den Bordcomputer zur sofortigen Kalibrierung. Im Vergleich zur nachträglichen Kalibrierung mit den Daten einer Fuhrwerkswaage stellt dieses System einen deutlichen Fortschritt dar, da ein Fahrer die Gewichte sofort in den Bordcomputer übernehmen kann und nicht nachträglich einen bereits vorhandenen Datensatz erneut suchen und aktualisieren muss. Insbesondere in Stresssituationen stellt dies eine deutliche Erleichterung des Fahrers dar und vermindert so die Fehleingabe durch ggf. technische Gegebenheiten (Umgebungsärm). Zusätzliche Fahrten des Transportfahrzeuges zu einer Fuhrwerkswaage waren nicht erforderlich. Ziel dieses Versuches war die Optimierung der vorhandenen Komponenten, sowie die Demonstration der sofortigen Kalibrierung des Feldhäckslers durch das FWS. Daher wurden in diesem Versuch keine Erntemengen, Transportstrecken oder Betriebsstunden ermittelt.



**Abbildung 28: Außenanzeige an der Bordwand des FWS (Quelle: Werkbild Fliegl)**

In diesem Kapitel wurden zu Kapitel 5.1 abweichende Fakten dargestellt und in Kapitel 5.4 in [Tabelle 11](#) und [Tabelle 12](#) zusammengefasst.

### 5.3 Versuchsanstellung C

Die Versuchsanstellung C unterscheidet sich grundsätzlich von den bisher dargestellten Systemen. Auf den Einsatz von Bordcomputern wurde bis auf das bereits installierte proprietäre System des Claas Selbstfahrhäckslers verzichtet. Stattdessen wurden alle Fahrzeuge mit dem fahrzeugherstellerunabhängigen Flottenmanagement AO netDok und die Transportfahrzeuge mit einer Funkfernbedienung zur Bedienung der Waage von OAS ausgestattet. Jede Telematikeinheit bzw. Funkfernbedienung war im System mit einer eindeutigen Identifikation einem Fahrzeug zugewiesen, so dass eine fahrzeugspezifische Auswertung der Transportmengen, Einsatzzeiten und gefahrenen Strecke möglich war (siehe [Tabelle 10](#)). Die Stromversorgung der Telematikeinheiten erfolgte über den 12 V Anschluss in der Kabine der Fahrzeuge bzw. im Fahrzeug Case CS 110 am Dauerstrom. Die teilweise abgenutzten 12 V Steckdosen der Transportfahrzeuge verursachten bei einigen Telematikeinheiten Ausfälle, die in Aufzeichnungslücken resultierten. Die Dauerstrom-versorgung im Case CS 110 verursachte eine ununterbrochene Verbindung zu AO netDok, so dass die tatsächlichen Betriebszeiten dieses Fahrzeuges nur an Hand von Beginn und Ende der Erntetage abgeleitet werden konnte.

Grundsätzlich fordert der Hersteller eine feste Verkabelung mit dem Bordnetz sowie die Kopplung an die Zündung, so dass die Stromversorgung der Telematikeinheiten gewährleistet werden kann. Durch die Kopplung mit der Zündung können die aktiven Zeiten der Fahrzeuge erfasst werden. Für die Untersuchung war keine feste Verkabelung vorgesehen und kurzfristig nicht zu realisieren. Trotzdem konnten mit den eingesetzten Komponenten die Zielsetzungen erreicht werden: Die Ermittlung der zurückgelegten Strecken und Einsatzzeiten, sowie die sichere Zuordnung von Substratlieferungen zu Transportfahrzeug und der Herkunft (Lieferant).

**Tabelle 10: Auswertung Transporte der Versuchsanstellung C**

Transportfahrzeug	Zurückgelegte Strecke [km]	Betriebsstunden (Onlinezeit)	Transportierte Menge [t]
<b>Case CS 110</b>	858	73*	906
<b>Case CS 130</b>	1114	82	1169

Transportfahrzeug	Zurückgelegte Strecke [km]	Betriebsstunden (Onlinezeit)	Transportierte Menge [t]
<b>Case CVX 1155</b>	924	76	1546
<b>Deutz Agrottron 150</b>	819	70	1352
<b>Fendt 718</b>	439	40	607
<b>Fendt 820</b>	1083	70	562
<b>John Deere 6230</b>	1069	70	738
<b>John Deere 6800</b>	1049	72	959
<b>John Deere 6910s</b>	1014	61	916
<b>John Deere 6R 130</b>	1021	69	991
<b>John Deere 7430 (1)</b>	972	64	1617
<b>John Deere 7430 (2)</b>	439	40	747
<b>New Holland 120 TM</b>	702	80	514
<b>Gesamt</b>	11503	794	12624

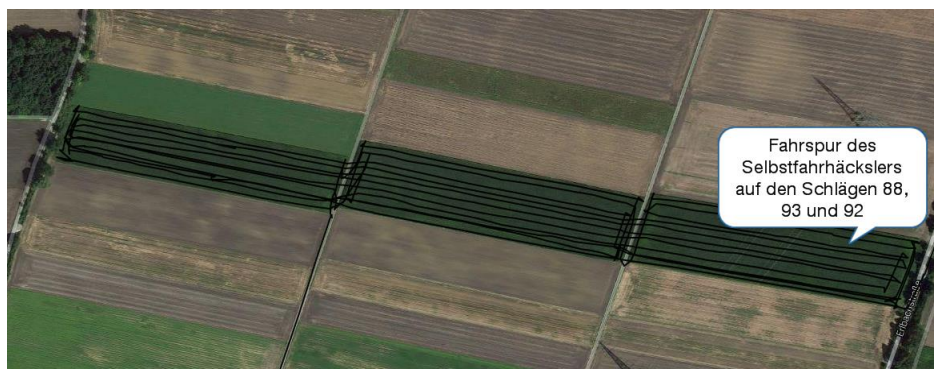
\* ungefährender Wert auf Grund von teilweise ausgefallener Stromversorgung bzw. Versorgung mit Dauerstrom

Im Zeitraum von 08.10.2012 bis 14.10.2012 wurden auf 313 ha (122 Schläge von 29 Betrieben) insgesamt 12624 t Silomais geerntet und transportiert. Die Verwendung der Stammdaten (Lieferanten, Schläge, Artikel, Fahrzeuge) aus AO Agrar-Office in der Wägesoftware e:maxx gewährleistete einen automatischen Import der Wiegedaten in AO Agrar-Office. Die anschließende Abrechnung der Substrate in AO Agrar-Office an Hand der in das Lager importierten Wiegedaten konnte ohne weiteren Eingriff (z.B. Zuordnung eines unbekanntens Datensatzes) und teilautomatisiert durchgeführt werden. Das Schnittstellenformat zwischen AO Agrar-Office und e:maxx war eine nicht verschlüsselte mit Semikolon getrennte Textdatei. Dieses Format ist mit gängigen Texteditoren oder Tabellenkalkulationsprogrammen les- und veränderbar. Durch die Verwendung und Übergabe einer eindeutigen Wiege-ID (Lieferscheinnummer) konnte im Zweifelsfall jederzeit auf die im geeichten Speicher abgelegten originalen Wiegedaten zugegriffen werden. Die Abrechnungen enthielten den Zusatz: „Messwerte aus frei programmierbarer Zusatzeinrichtung. Die geeichten Messwerte können eingesehen werden.“ Trotz der einfachen Möglichkeit einer Manipulation des Transferdatensatzes ist durch den geeichten Speicher eine Manipulationssicherheit und Rückverfolgbarkeit gegeben.

Eine Überprüfung der Zuordnung auf Richtigkeit an Hand der Spuranalyse (Auswertung „Einsatznachweis“ in AO Agrar-Office) zeigte, dass in allen Fällen die Wiegedaten dem richtigen Lieferanten sicher zugeordnet werden konnten. Eine schlagbezogene



Zuordnung der gewogenen Masse war auf den Schlägen 88, 92, und 93 (bei identischem Lieferanten) nicht möglich, weil auf Grund der kleinen Flächengrößen und großen Transportentfernung zum Zielort (16,4 km einfach) über die Schlaggrenzen hinweg geerntet wurde (siehe [Abbildung 29](#)). An der Waage wurde von den Fahrern der Schlag gewählt, von dem der mutmaßlich größte Teil des Substrats (Silomais) auf dem Transportfahrzeug stammte. Insgesamt wurden von den drei Schlägen 21 Ladungen (2,1 % von 1004 Wiegungen) mit einer Gesamtmasse von 273 t ermittelt. In 97,9 % aller Wiegungen wurden keine Teilmengen anderer Schläge transportiert und konnten sicher einem Schlag zugeordnet werden. Im Vergleich zu Versuchsanstellung A war dieser Datensatz für die Abrechnung der gelieferten Menge problemlos verwendbar. Die Akzeptanz dieses Systems war bei allen Fahrern gegeben, so dass keine Informationslücken in der Erfassung entstanden. Die Transporte wurden so organisiert, dass jeder Fahrer an der Waage zunächst die Angabe zur Herkunft über die Funkfernbedienung eingeben musste. Bei Unklarheiten war sofort eine weitere Person zur Klärung vor Ort, so dass jede Wiegung zur Zeit der Erfassung überprüft wurde. Mögliche Fehleingaben durch die Fahrer fallen in der Regel bei der Auswertung der Datensätze auf, wenn diese in einer Reihe von Wiegungen eines Schlages stattgefunden haben und nur ein Schlag zur selben Zeit beerntet wird.



**Abbildung 29: Fahrspur des Selbstfahrhäckslers vom 08.10.2012 auf ausgewählten Schlägen**

Die Erntedokumentation auf den Transportfahrzeugen umfasste neben den AO Telematikeinheiten die Führung eines handschriftlichen Protokolls unter Angabe von Herkunft, Menge und Zeitpunkt (Redundanzsystem). Der fahrzeugspezifische Kraftstoffverbrauch wurde täglich an der betriebseigenen Tankstelle dokumentiert, jedoch nicht mit der Dokumentation in AO Agrar-Office durch manuelle Eingabe synchronisiert. Während der Ernte war für die Fahrer lediglich das Betätigen der Funkfernbedienung der Waage als manueller Eingriff in die elektronische Dokumentation

notwendig. Die Fahrer der Selbstfahrhäcksler druckten je Schlag die Totalen mit einem an den Bordcomputern angeschlossenen Bondrucker aus. Die Bons enthielten Informationen zu Zeitpunkt, bearbeiteter Fläche, Kraftstoffverbrauch, Arbeitszeit, geernteter Menge, Trockenmassegehalt und Anfahrt.

Alle oben genannten Ergebnisse sind in Kapitel 5.5 in [Tabelle 11](#) und [Tabelle 12](#) dargestellt.

## 5.4 Versuchsanstellung D

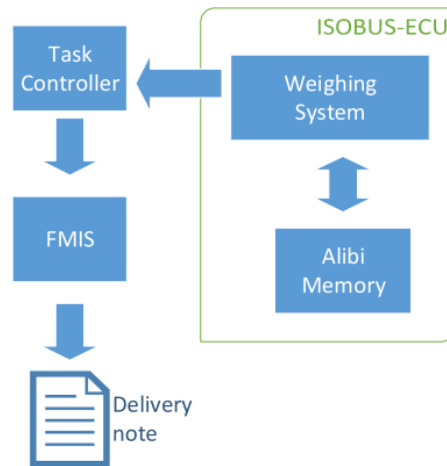
Die Dokumentation im Erntefahrzeug kann analog zu Versuchsanstellung A gesehen werden. Auf ISOBUS basierende Dokumentationssysteme mit dem in Kapitel 5.1 vorgestellten Funktionsumfang sind am Markt verfügbar.

Die Laboreinheit des FWS mit Kopplung an einen ISOBUS Bordcomputer ist als Erweiterung des in Kapitel 5.1.2 beschriebenen Dokumentationssystems für Transportfahrzeuge anzusehen und befand sich zum Zeitpunkt dieser Arbeit in Entwicklung. Die Ergebnisse dieser Arbeit sollen in die weitere Umsetzung des Systems einfließen. Während das in Kapitel 5.1.2 beschriebene System einen proprietären Ansatz innerhalb der GreenStar™ Transportdokumentation und AO Agrar-Office darstellte, verfolgte die Laborversion eine Implementierung im ISOBUS Standard zur Kopplung mit kompatiblen Bordcomputern und FMIS.

Data Dictionary Identifier numbers (DDIs) stellen die Identifikation von Attributen bei Verwendung in den XML Elementen innerhalb der Taskdata-Datei und der Verarbeitung in FMIS sicher (vgl. Kapitel 2.3.2.1). Die Entwicklung des auf ISOBUS basierenden FWS bedingte eine Erweiterung der DDIs um die Einträge 320 (Last loaded Weight), 321 (Last unloaded Weight) und 322 bzw. 323 (Load Identification Number (LIN) bzw. Unload Identification Number (UIN)). Die DDIs 320 und 321 werden für die Kommunikation zwischen Wiegesystem und Taskcontroller verwendet. Das Load bzw. Unload Event wird durch manuellen Eingriff des Anwenders (eichfähige Version) auf der Bedienoberfläche des Taskcontrollers oder automatisch durch einen intelligenten Detektionsalgorithmus ausgelöst und in der BIN-Datei gespeichert. Im Demonstrator wurden die Totalen der Load und Unload Events mit den DDIs 81 (Application Total Mass, verwendet für die Summe der Entladungen) und 90 (Yield Total Mass, verwendet für die Summe der

Beladungen) in den TIM-Elementen der TaskData als DataLogValue dokumentiert. Die Interpretation der Daten im FMIS erfolgt anhand der Informationen aus der Taskdata-Datei sowie der BIN-Datei. Die Totalen werden aus der Taskdata-Datei wie beschrieben (Application Total Mass = ausgebrachte Menge, Yield Total Mass = Erntemenge) übernommen. Für die Darstellung des Beladungsverlaufes werden die Positionsdaten und die angehängten Attribute (DDI 320, 321) der BIN-Datei verwendet und als Spur im GIS dargestellt. Angaben zum Be- und Entladungsort analog zum John Deere Format sind im ISOBUS Standard derzeit nicht definiert.

Die Dateistruktur und -inhalte der ISOBUS Dokumentation liegen unverschlüsselt in einem für Anwender lesbaren Format vor. Die Binärdatei mit den Positionsdaten stellt die Ausnahme dar. Die Übertragung mit Hilfe von tragbaren Medien wie USB-Sticks ermöglicht eine unbemerkte Veränderung durch einen Angreifer, da die Dateiinhalte für versierte PC-Anwender einfach verständlich und mit Hilfe von Texteditoren manipulierbar sind. Die DDIs 322 bzw. 323 (Load Identification Number (LIN) bzw. Unload Identification Number (UIN)) sollen durch eine Referenz der Be- und Entladungsvorgänge mit einer eindeutigen Nummer im Übertragungsdatensatz und im geeichten und unveränderbaren Alibi Speicher des FWS die Rückverfolgung von Manipulationen ermöglichen (siehe [Abbildung 30](#)). Die Auswertung der Wiegedaten im FMIS sollen neben der Identifikation der Wiegung und des Fahrzeuges um den Zusatz „Messwerte aus frei programmierbarer Zusatzeinrichtung. Die geeichten Messwerte können eingesehen werden.“ ergänzt werden. Durch die Angabe des Gerätes (=genaue Identifikation des FWS-Anhängers) und der Identifikationsnummer der Wiegung kann über eine Maske an einem Bordcomputer durch Verbindung mit dem entsprechenden Gerät (=FWS) im Alibispeicher der Datensatz verifiziert werden (Höpfinger, 2013).



**Abbildung 30: Schematische Darstellung eines ISOBUS Wiegesystems mit Alibi Speicher (Quelle: Höpfinger (2013))**

Die beschriebene Umsetzung auf Seiten der Bordcomputer und im FMIS ist noch nicht ausreichend. In Kapitel 6 sollen Erweiterungen diskutiert werden, welche eine automatisierte Dokumentation zulassen.

## 5.5 Zusammenstellung der Feldversuche

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse aus den Kapiteln 5.1, 5.2, 5.3 und 5.4 in tabellarischer Form zusammengefasst. Die ausführliche Erklärung der Parameter findet sich in den vorherigen Kapiteln. Je nach Erreichungsgrad der Anforderung werden die einzelnen Parameter mit „-1“ (nicht erfüllt), „0“ (teilweise erfüllt) und „1“ (erfüllt) in den vier Versuchsanstellungen einem Zielwert gegenübergestellt (siehe Kapitel 4.3.3).

**Tabelle 11: Analyseergebnisse automatische Dokumentation**

Versuchsanstellung		A	B	C	D	ZIEL
Parameter	Zielwert					
<b>Dokumentation Erntefahrzeuge</b>						
<b>Identifikation</b>	<b>ja</b>	1	1	1	1	1
<b>Kraftstoffverbrauch</b>	<b>ja</b>	0	0	1	1	1
<b>Arbeitszeit von Fahrzeug und Fahrer</b>	<b>ja</b>	0	0	1	1	1
<b>Zurückgelegte Strecke</b>	<b>ja</b>	0	0	1	1	1
<b>Erntegut (Bezeichnung)</b>	<b>ja</b>	1	1	-1	1	1

Versuchsanstellung		A	B	C	D	ZIEL
Parameter	Zielwert					
Menge	ja	1	1	1	1	1
Beschaffenheit (TS-Gehalt)	ja	1	1	1	1	1
Systemübergreifende Datenweitergabe zwischen Transportgliedern bei absätzigen Verfahren (Betrachtung von Flotten)	ja	-1	-1	-1	-1	1
<b>Dokumentation Transportfahrzeuge</b>						
Identifikation	ja	0	1**	0	1	1
Kraftstoffverbrauch	ja	1	1	1	1	1
Arbeitszeit von Fahrzeug und Fahrer	ja	1	1	0	1	1
Zurückgelegte Strecke	ja	1*	1	0	1	1
Transportgut (Bezeichnung)	ja	1	1	1	1	1
Menge	ja	1	1	1	1	1
Beschaffenheit (TS-Gehalt)	ja	-1	-1	-1	-1	1
Systemübergreifende Datenweitergabe zwischen Transportgliedern bei absätzigen Verfahren (Betrachtung von Flotten)	ja	-1	-1	-1	-1	1
Datenübertragung	online	0	0	0	0	1
Aufzeichnungsintervall von Sensorwerten	mind. 1Hz	0	0	-1	1	1
Systemübergreifende Stammdaten	ja	0	0	1	1	1
Kein manueller Eingriff erforderlich	ja	-1	-1	-1	-1	1
Personen (Fahrer, verantwortlicher Mitarbeiter)	ja	1	1	0	1	1
Verfahren (Transport, Ernte, Ausbringung)	ja	1	1	0	1	1
<b>Ergebnis (= Spaltensumme)</b>		<b>7</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>13</b>	<b>22</b>

-1: Anforderung nicht erfüllt; 0: Anforderung teilweise erfüllt; 1: Anforderung erfüllt

\* Datengrundlage des Redundanzsystems

\*\* Bei Verwendung des FWS

Tabelle 12: Analyse Ergebnisse Recht

Versuchsanstellung		A	B	C	D	ZIEL
Parameter	Pflicht					
<b>Transportgut</b>						
<b>Art</b>	x	1	1	1	1	1
<b>Menge (geeicht)</b>	x	-1	-1	1	1	1
<b>Qualitätsparameter</b>		1	1	1	1	1
<b>Herkunft</b>	x	0	0	0	1	1
<b>Ziel</b>	x	1	1	1	1	1
<b>Transportmittel</b>	x	1	1	1	1	1
<b>Transporteur</b>	x	1	1	1	1	1
<b>Beschaffenheit Transportmittel</b>	x	-1	-1	-1	-1	1
<b>Beschaffenheit Transportgut</b>	x	-1	-1	-1	-1	1
<b>Aufzeichnung GPS-Sensorwerte</b>		1	1	1	1	1
<b>Lückenlose Rückverfolgbarkeit auf Schlagebene</b>		0	0	0	0	1
<b>Rückverfolgbarkeit durch Manipulationssicherheit</b>	x	1	1	1	1	1
<b>Redundanzsystem bei Ausfall des Erstsystems</b>	x	0	0	1	1	1
<b>Information des Anwenders und Interaktionsmöglichkeit bei Ausfall des Erstsystems</b>	x	1	1	1	1	1
<b>Erstellung von Begleitscheinen</b>	x	0	-1	1	-1	1
<b>Ergebnis (Spaltensumme)</b>		5	4	9	8	15

-1: Anforderung nicht erfüllt; 0: Anforderung teilweise erfüllt; 1: Anforderung erfüllt

Die untersuchten Systeme konnten weder die Zielvorgaben einer vollständig automatisch ablaufenden Dokumentation noch alle Anforderungen an eine rechtssichere Dokumentation erfüllen. Der in Kapitel 4.3.3 definierte Erreichungsgrad war für beide Kategorien für alle betrachteten Systeme kleiner als 100 %.

Im folgenden Kapitel soll erörtert werden, welche zusätzlichen Komponenten und Vorgaben für die Erreichung der Zielvorgaben notwendig sind.

## 6 Diskussion

In Kapitel 5 wurden vier Versuchsanstellungen beschrieben, welche sich in die Kategorien „zentrale Verwiegung mit einer Fuhrwerkswaage“ und „Online-Verwiegung am Feld“ einteilen lassen. Die Umsetzungen aller betrachteten Systeme zum Zeitpunkt dieser Arbeit wiesen Defizite hinsichtlich Automatisierung und rechtlicher Belastbarkeit auf (siehe Zusammenfassung Kapitel 5.5). Die Versuchsanstellungen A, B und D („Online-Verwiegung“) ermöglichen durch eine Vielzahl von Eingabeoptionen im John Deere GreenStar™ System (bzw. ISOBUS Taskcontroller bei Versuchsanstellung D) eine detaillierte Dokumentation des Transportvorganges. Die Anzahl der Eingabefelder und die eventuell zum Zeitpunkt der Erfassung nicht vorliegenden Informationen führen insgesamt zu einer geringen Akzeptanz des Systems durch die Anwender. Deutlich wird dies in der niedrigen Zahl der über das System dokumentierten Transporte (nur 9,89 % aller untersuchten Transporte in Versuch A). In Versuch C konnte unter Verwendung einer Funkfernbedienung jeder Transport inkl. transportierter Menge und Art fahrzeugspezifisch dokumentiert werden. Die schlagspezifische Auswertung war in 97,9 % der Transporte von Versuch C möglich. In Versuch A konnten alle Mengen über die Erntedokumentation des Feldhäckslers schlagspezifisch ausgewertet werden, da die Erfassung nicht über die Summe der einzelnen Transporte, sondern über den Massefluss im Selbstfahrhäcksler ermittelt wurde. In diesem Fall ist die Verwendung der Daten zu Abrechnungszwecken sorgfältig abzuwägen (Turner et al., 2011a). Die Transportdokumentation der Fahrzeuge lieferte in den Versuchsanstellungen A und B keine belastbaren Ergebnisse.

Die im GreenStar™ System aus Versuch A und B hinterlegte Plausibilitätsprüfung zur Entladungsmasse führt bei den Anwendern zu Unverständnis. Das System verhindert die Dokumentation eines größeren Werts für die Entladung im Vergleich zur Beladung, auch wenn die Abweichung nur sehr gering ist (z.B. 10 kg). Diese Plausibilisierung führt beim Einsatz von Wiegezellen in der Praxis häufig zu Schwierigkeiten, da durch Schmutzanhaftungen oder Restmengen der vorherigen Ladung Abweichungen in der Erfassungsmenge entstehen können und das System die Dokumentation erst nach Korrektur der Beladungsmenge zulässt. Insgesamt konnte in den Versuchen mit diesem System der Transportdokumentation keine belastbare Grundlage für die Abrechnung von Transport oder Substrat herbeigeführt werden.

Das System in Versuchsanstellung D ermöglicht im Vergleich zu A und B durch die integrierten Wiegezellen eine automatisierte Dokumentation der Ladungsmasse. Eine Eingabe von Be- und Entladungsort ist im ISOBUS Standard derzeit nicht vorgesehen und somit nur im GreenStar™ System möglich. Die Dokumentation im ISOBUS Standard ist wie in Kapitel 6.2.3 beschrieben, noch nicht vollständig und praxistauglich.

Die Dokumentation der Erntefahrzeuge unterschied sich in den Versuchen. In Versuch A und B konnten Kraftstoffverbrauch, Arbeitszeit von Fahrer und Fahrzeug und die zurückgelegte Strecke nur teilweise aus den Daten des GreenStar™ Systems ermittelt werden. Die dafür notwendige Erweiterung war zwar auf den Displays aktiviert, jedoch können aus dem komplexen Datenkonstrukt, wie in Kapitel 5.1.1 dargelegt, die notwendigen Informationen für Zeiten außerhalb eines Schlages nicht praxistauglich ausgegeben werden. Mit Hilfe der Aufzeichnungen aus AO netDok (Redundanzsystem) war es dennoch möglich, die Strecken und Zeiten über eine Verschneidung mit den Schlagkonturen zu ermitteln. Die Dieselaufzeichnungen wurden in Versuch C anders als in A und B über eine Zapfsäule an der Biogasanlage realisiert. Diese Methode erlaubt zwar die Erfassung der gesamten Dieselmenge, ein Rückschluss auf den punktuellen Verbrauch auf Positionsebene ist damit nicht möglich.

Keines der untersuchten Systeme verfügte über eine M2M-Kommunikation zur Weitergabe relevanter Daten an andere Transportglieder. Ziel der in Kapitel 2.3.3 dargestellten Forschungsprojekte ist eine Vernetzung aller Teilnehmer einer Flotte zur Optimierung des Gesamtprozesses. Voraussetzung für eine Betrachtung des Gesamtprozesses ist eine dauerhafte Online-Verbindung zu einem Server oder anderen Maschine. In den untersuchten Systemen verfügten lediglich die Komponenten von AO netDok über eine Online-Verbindung zu einem Server. Es hat sich gezeigt, dass ein Aufzeichnungsintervall von mind. 1 Hz anzustreben ist, um eine sehr gute Nachvollziehbarkeit/Rückverfolgbarkeit gewährleisten zu können. Als wichtigstes Merkmal einer automatischen Dokumentation ist per se die Vermeidung von manuellen Eingriffen. Lediglich in Versuch C waren die Interaktionen auf ein Minimum beschränkt (Eingabe der Schlagnummer an der Waage) und somit von den Fahrern akzeptiert. Ziel einer automatischen Dokumentation ist aber die völlige Vermeidung einer Interaktion durch den Anwender. Ähnliche Systeme am Markt versprechen auch jene Eingabe der Schlagnummer bereits automatisch durchführen zu können (vgl. Kapitel 2.3.2.4). Ein solches System konnte im Rahmen dieser Arbeit nicht untersucht werden. Auf



entsprechende Rückfragen zur Datensicherheit und Zulässigkeit einer selbsttätigen Waage, gab das Unternehmen keine Auskunft.

Im Folgenden werden zwei Szenarien betrachtet: Die Neuentwicklung eines spezialisierten Systems für die Transportdokumentation soll der Weiterentwicklung vorhandener Systeme gegenübergestellt werden.

## **6.1 Entwicklung eines neuen Systems für die Transportdokumentation**

Grundsätzlich soll die Entwicklung eines spezialisierten Systems für die automatische Transportdokumentation landwirtschaftlicher Güter in Betracht gezogen werden. Mit einem neuen System könnten spezifische Fragestellungen der Transportdokumentation beantwortet werden. In Kapitel 2.3.2.6 wurde bereits ein hochspezialisiertes System für die Logistik von Zuckerrüben vorgestellt, welches eigens für die Anlieferung von Zuckerrüben in Fabriken und den Ernteprozess entwickelt worden ist. Die verwendeten Komponenten ermöglichen einen hohen Automatisierungsgrad, setzen aber auf eine von einer Organisation vorgegebene Erntetechnik. Wesentlicher Bestandteil des Systems ist die Verpflichtung der Logistikteilnehmer zur Verwendung der Technik, sowie eine detaillierte Planung der Transporte. Das beschriebene System ist auf die Bedürfnisse der aufnehmenden Organisation zugeschnitten. Die Ernte von halmartiger Biomasse oder Ausbringung von Substraten ist in der Regel weniger planbar, als der Abtransport einer Feldmiete aus Zuckerrüben. Der Verlauf der Ernte ist im Vergleich zum Abtransport der Zuckerrüben durch sich ständig ändernde Vorgaben (z.B. hinzukommende oder wegfallende Schläge, sich ändernde Flottenzusammensetzung) hochdynamisch. Aus diesen Gründen ist dieses System nicht auf alle Transporte im landwirtschaftlichen Bereich ohne weiteres adaptierbar.

In Kapitel 2.3.2.4 wurden Systeme beschrieben, die Wiegesoftware-Produkte als zentrales Element für die Sammlung von Daten verwenden. Die Praxis, sowie die Versuchsanstellung C zeigt, dass Wiegesoftware häufig nicht für die Verwaltung der komplexen Stamm-, Dokumentations- und Abrechnungsdaten geeignet ist und spezielle Schnittstellen in ein FMIS (als die integrierte Software im landwirtschaftlichen Umfeld) definiert werden müssen (vgl. Kapitel 5.3). Bei Wiegesoftware ist der Fokus auf der Waage (Beispiel: Umfeld Bau- oder Abfallgewerbe). Im landwirtschaftlichen Bereich

werden alle Maßnahmen auf Basis eines Schlages dokumentiert. Die Dokumentation in einer Wiegesoftware ist nicht an die Anforderungen eines landwirtschaftlichen Betriebes oder einer über das Substratmanagement hinausgehende Funktionalität konzipiert. Innerhalb eines landwirtschaftlichen Betriebes kann die Wiegesoftware allenfalls als Schnittstelle zwischen Waagenhardware und FMIS gesehen werden.

Die Investition in proprietäre Systeme lohnt sich nur, wenn es entsprechend häufig und vielseitig genutzt werden kann oder von einer Organisation als Abnahmekriterium vorgegeben wird. Für kleine und mittlere Betriebe stellt die Anschaffung eines weiteren Systems speziell für die Transportdokumentation keine attraktive Lösung dar. Der Trend in der Landtechnik geht heute eindeutig zu standardisierten Lösungen, wie es in den letzten Jahren verstärkt im Bereich ISOBUS umgesetzt wurde. Proprietäre Systeme können nur durch spezielle Schnittstellen an vorhandene FMIS angebunden werden. Die Anbindung und das Design der Schnittstelle sind meist hochgradig individuell und somit mit hohen Kosten bei gleichzeitig geringer Akzeptanz für den Auftraggeber verbunden. Insbesondere bei der Ernte von halmartiger Biomasse kommen sehr heterogen ausgestattete Fahrzeugflotten zum Einsatz, welche ggf. nicht mit jenem proprietären System ausgestattet sind.

Die Argumentation zeigt, dass ein neu zu entwickelndes System nicht in einer Insellösung auf proprietärer Basis münden darf. Vielmehr müssen vorhandene Komponenten, wie ein FMIS oder auf ISOBUS basierende Bordcomputer im System verwendet werden, da viele Fahrzeuge heute bereits serienmäßig mit ISOBUS ausgerüstet sind. Seit Einführung des ISOBUS-Standards 2001 wurde dieser stetig weiterentwickelt und an aktuelle Anforderungen angepasst. Der Use-Case „Transport“ wurde bis jetzt nicht vollständig im ISOBUS-Standard beschrieben. Die spezifischen Merkmale eines Transportes (z.B. Straßenfahrt, Überladung, eichfähige Masseermittlung) sind nicht mit den anderen Cultural Practices des ISOBUS Standards konform. Systembedingt handelt es sich bei Transporten oft um einen Flottenansatz und in der Regel nicht um Einzelmaschinen (singulärer Ansatz).

Im Folgenden sollen daher Erweiterungen für bestehende Systeme im Rahmen des ISOBUS-Standards diskutiert werden, so dass die Forderungen aus Kapitel 5.5 erfüllt werden können. Auch (Keicher et al., 2008) kommen zu dem Ergebnis, dass sich *„eine automatisierte Dokumentation im eigentlichen Sinn [...] mit auf dem Markt befindlichen Komponenten realisieren [ließe]. Dass diese in der Praxis noch nicht eingeführt ist, hängt*

*mit dem mangelnden Problembewusstsein in der Kundschaft einerseits, aber auch mit der Stoßrichtung der landtechnischen Entwicklung und Werbung zusammen.“*

## **6.2 Online Verwiegung am Feld**

Als erster Ansatz soll neben der Einbindung einer stationären Fuhrwerkswaage (siehe Kapitel 6.3) die Online Verwiegung am Feld, sowie die möglichen Einsatzgebiete betrachtet werden. In Kapitel 5.1 und 5.4 wurden die Ergebnisse zur Analyse der Versuchsanstellungen präsentiert. Dabei kristallisierte sich eine Reihe von Unzulänglichkeiten heraus, in der die geringe Verbreitung in der landwirtschaftlichen Praxis begründet sein kann.

### **6.2.1 Vernetzung der erfassten Daten**

In der Analyse der erfassten Daten von Versuchsanstellung A wurde anfangs versucht die Datensätze der Transportdokumentation mit denen der Ladungsdokumentation des Selbstfahrhäckslers nachträglich zu verschneiden und abzugleichen, um daraus die transportierten Mengen je Transportfahrzeug mit den zurückgelegten Kilometern zu ermitteln. Bereits nach Ende des ersten Tages der Datenerhebung wurde auf diese Weise ein Fehler in der Datenaufzeichnung erkannt und behoben: Die Displays waren mit unterschiedlichen Zeiteinstellungen konfiguriert. Alle Bordcomputer wurden anschließend auf „GPS-Zeit verwenden“ eingestellt.

Die Verwendung des Timestamps in der Auswertung war vorgesehen, da die Stammdaten in Ladungsdokumentation (Selbstfahrhäcksler) und Transportdokumentation (Transportfahrzeuge) zwar gleiche Bezeichnungen verwenden, allerdings jeweils im proprietären Datensatz mit unterschiedlichen GUIDs geführt und nicht miteinander in Verbindung gebracht werden konnten. Auch nach Verwendung eines identischen Timestamps war eine Auswertung auf Basis der Fahrspuren der Displaydatensätze nicht möglich. Die geringe zeitliche Auflösung von  $\frac{1}{60}$  Hz der Transportdokumentation stellte neben der Zuordenbarkeit der Beladung bei mehreren Transportfahrzeugen am Schlag ein weiteres Problem in der Auswertung dar. Die Verwendung der Aufzeichnungen aus AO netDok mit einer höheren Auflösung von  $\frac{1}{10}$  Hz wurde als alternative Quelle für die Transportdokumentation herangezogen. Allerdings war eine Verschneidung auch mit diesen Daten nicht ohne weiteres möglich. Heizinger

und Bernhardt (2012) stellen einen Algorithmus zur Analyse von Logistikketten vor, der Spurdaten unterschiedlicher Fahrzeuge in Beziehung zu einander setzt, um daraus Beladungen und Arbeitszeitstatus abzuleiten. Zum Zeitpunkt der Auswertung stand dieser Algorithmus nicht zur Verfügung.

Das Ziel der Datenerfassung auf verschiedenen Maschinen sollte die Maßgabe der Vereinigung oder Weitergabe an die nachfolgende Maschine sein. Dabei ist zu beachten, dass die Erfassungseinheiten mit einheitlichen Zeiteinstellungen und Stammdatensätzen vorkonfiguriert werden.

Im folgenden Kapitel wird ein Ansatz zur Vernetzung und anschließenden Analyse aufbauend auf den Erkenntnissen aus Versuchsanstellung A, des LaSeKo und iGreen Projektes vorgestellt.

## 6.2.2 Datenerfassung und Datentransfer

Die Datenerfassung in Versuchsanstellung A und B (siehe Kapitel 5.1 und 5.2) war von einer Vielzahl von manuellen Eingaben geprägt. Wie in Kapitel 4.3.1 und 4.3.2 dargestellt, ist die manuelle Erfassung von Daten auf Grund von Fehleingabemöglichkeiten und der geringen rechtlichen Belastbarkeit zu vermeiden. Dazu wurde im FWS (Versuchsanstellung D, Kapitel 5.4) ein intelligenter Detektionsalgorithmus zur Erkennung von Load und Unload Events entwickelt. Selbsttätige Waagen sind zwar nach EichG (1969) nicht erlaubt. Je nach Einsatzzweck ist daher zu entscheiden, ob die Funktionalität für automatische Erkennung von Be- und Entladung aktiviert oder eine rechtssichere Transportdokumentation für Abrechnungszwecke verwendet werden soll. Es ist zu überprüfen, ob beide Modi gleichzeitig verwendet werden können, um einerseits eine rechtssichere Dokumentation nach EichG (1969) und den definierten Anforderungen von Seufert und Hesse (2008) gerecht zu werden.

Der Demonstrator aus Versuchsanstellung D speicherte die Load und Unload Events in der Binärdatei, sowie je die Summe und Anzahl aller Be- und Entladungen in der TASKDATA-Datei. Im Demonstrator wurde versucht die Elemente anderer Cultural Practices des bestehenden Standards aus Teil elf wiederzuverwenden, da bis dato keine spezifischen DDIs zur Dokumentation der Gesamtmasse vorgesehen sind. Die Summe und Anzahl aller Beladungen wurden als „Yield Total Mass“ (DDI 90) und „Yield Total

Count“ (DDI 91), die Summe und Anzahl aller Entladungen als „Application Total Mass“ (DDI 81) und „Application Total Count“ (DDI 82) innerhalb eines TSK-Elements gespeichert. Die Attribute des TSK-Elements werden im FMIS als Ressourcen innerhalb der Maßnahme übernommen. Die Informationen der BIN-Datei werden als Spurattribute im GIS dargestellt. Die gemischte Verwendung der DDIs 81 und 90 innerhalb eines TSK-Elements ist aus Sicht der (automatischen) Interpretationsmöglichkeiten durch ein FMIS als problematisch anzusehen (siehe Kapitel 6.2.3 und Tabelle 13 und Anhang A).

Im TSK-Element sollte abhängig von der Cultural Practice jeweils nur eine DDI mit der Nettoverbringungsmasse verwendet werden, welche automatisiert vom Taskcontroller berechnet wird und in die Maßnahme des FMIS übernommen werden kann.

Das FWS wurde für Abschiebewägen der Firma Fliegl entwickelt. Es ist aber auch als OEM Version für andere Gerätehersteller verfügbar. Daher sollte abhängig von der im Taskcontroller erkannten Device Class (bzw. Implement Detection) eine spezifische Cultural Practice, wie in Tabelle 13 vorgeschlagen, verwendet werden. Die Verwendung der DDIs 90 und 91 ist im Zusammenhang mit Transport im Allgemeinen nicht zu empfehlen, wie auch aus der Liste der „typically used by device class(es)“ abgeleitet werden kann. Die aus der DDI abgeleitete Cultural Practice ist Harvesting (= Ernte) und entspricht nicht dem tatsächlichen Vorgang eines Transports. Diese DDI ist für die Verwendung in Erntemaschinen wie Selbstfahrhäckslern vorgesehen.

Die DDIs 91 bzw. 82 wurden im Demonstrator des FWS für die Dokumentation der Anzahl von Be- bzw. Entladungsvorgänge verwendet. DDI 91 war ursprünglich für einen Stückzähler bei der Produktion von Stückgütern konzipiert. DDI 82 wird für die Ausbringung von Stückgütern z.B. Pflanzknollen bei der Aussaat verwendet. Beide DDIs sind daher nicht für die Dokumentation der Be- und Entladungsanzahl geeignet. Eine eigene DDI für die Nummerierung des Be- bzw. Entladevorganges wird als nicht notwendig erachtet, weil diese Information aus den Daten in der BIN-Datei nachträglich ohne aufwändige Interpretationsalgorithmen hergestellt werden kann. Bei der Verwendung des FWS im Bereich von Applikationen kann die DDI 81 als ausgebrachte Gesamtmasse verwendet werden. Eine gleichzeitige Verwendung der neu zu beantragenden DDI „Transported Total Mass“ (siehe unten) und die Angabe des applizierten Produktes wird aus Gründen der Rückverfolgbarkeit (vgl. Kapitel 4.3.2) empfohlen.

Die Norm sieht für die Dokumentation von Massen die Cultural Practice „Transport“ und einige für die Massedokumentation relevanten DDIs (229 bis 235) vor. Sie werden für die Beschreibung des aktuellen Netto- und Bruttogewichtes, sowie deren Status („stable“, „unstable“) verwendet (vgl. [Tabelle 13](#) und [Anhang A](#)).

**Tabelle 13: DDIs, Device Classes und Cultural Practices (Erweiterte Tabelle in Anhang A)**

<b>DDI</b>	<b>Definition</b>	<b>Typically used by Device Class(es)</b>	<b>Cultural Practice</b>
<b>81</b>	Application Total Mass = Accumulated Application specified as mass	4 – Planters /Seeders 5 - Fertilizer 6 - Sprayers 10 - Irrigation	2 – Planting /Seeding 1 – Fertilizing 3 – Crop Protection
<b>82</b>	Application Total Count = Accumulated Application specified as count	4 - Planters /Seeders 5 - Fertilizer 6 - Sprayers	2 – Planting /Seeding 1 – Fertilizing 3 – Crop Protection
<b>90</b>	Yield Total Mass = Accumulated Yield specified as mass, not corrected for the reference moisture percentage	7 - Harvesters 8 - Root Harvester 9 - Forage harvester 14 - Special Crops	8 – Harvesting 8 – Harvesting 8 – Harvesting 8 – Harvesting
<b>91</b>	Yield Total Count = Accumulated Yield specified as count	7 – Harvesters 8 - Root Harvester 9 - Forage harvester 14 - Special Crops	8 – Harvesting 8 – Harvesting 8 – Harvesting 8 – Harvesting
<b>320</b>	Last Loaded Weight	4 - Planters /Seeders 5 - Fertilizer 7 - Harvesters 8 - Root Harvester 9 - Forage harvester 11 - Transport / Trailers 17 - Sensor System	2 – Planting /Seeding 1 – Fertilizing 3 – Crop Protection 8 – Harvesting 8 – Harvesting 10 – Transport
<b>NA1</b>	<i>Transported Total Mass = Sum of all “Last unloaded Weight” Events as Total Mass per TSK</i>	<i>11 – Transport/Trailers</i>	<i>10 – Transport</i>

Über diese Information ist der zeitliche Ablauf der Be- und Entladungsvorgänge rekonstruierbar. Für die lückenlose Dokumentation und Rückverfolgbarkeit sind die in den BIN-Dateien enthaltenen Zusatzinformationen wie „Last Loaded Weight“ bzw. „Last Unloaded Weight“ wichtig, da daraus ein Saldo der Be- und Entladungen inkl. einer

Ortsangabe in Form eines GPS Attributes enthalten sind. Daraus können Rückschlüsse über Herkunft und Verbleib der transportierten Substrate je Fahrzeug getroffen werden. Diese Angabe genügt den Anforderungen für die Betrachtung eines Einzelfahrzeuges, z.B. dem Transport von Erntegütern vom Schlag in ein Lager oder von Gärsubstrat vom Lager auf einen Schlag. Die Betrachtung von Fahrzeugketten ist im ISOBUS Standard derzeit nicht vorgesehen. Für die Rückverfolgbarkeit auf Schlagebene können „Load Position“ und „Unload Position“ (GPS-Punkt in BIN-Datei von „Last Loaded/Unloaded Weight“) ggf. nicht ausreichen, da die Überladung auf ein anderes Fahrzeug am Feldrand stattfinden kann. Die Datenspeicherung wird zunächst für jedes Fahrzeug autonom durchgeführt und optional über die Informationen eines Access Points (vgl. „Machine Connector“ in Kapitel 2.3.3.2, siehe unten) eines anderen Fahrzeuges ergänzt. Die interpretationsfreie Rückverfolgbarkeit des Substrates über eine Systemebene hinaus kann nur über die Verknüpfung mit einer DDI „Pairing ID“ zustande kommen. Diese im Gesamtsystem eindeutige „Pairing ID“ (GUID) sollte bei der Verbindung zwischen zwei Access Points entstehen und zum Load/Unload Event in der BIN-Datei gespeichert werden.

In der weiteren Verwendung für Abrechnung oder Lagerwesen ist neben Substratart, gefahrener Strecke, Zeitaufwand und Kraftstoffverbrauch, die transportierte Gesamtmasse (Transported Total Mass) die Angabe von Herkunft (= „Load Source“) oder Ziel (= „Unload Target“) und der Übergabepunkt („Load/Unload Position“) von Bedeutung (siehe Kapitel 6.2.3). Der ISOBUS-Standard ermöglicht eine flexible Verwendung eines TSK-Elementes. Ein Task kann sich als einzelner Transport zwischen zwei Orten mit je einer Be- und Entladung definieren. Der Transporttask kann aber auch beispielsweise während einer Ernte oder Applikation mehrere Fahrten zwischen ein oder mehreren Feldern und einer oder mehreren Lagerstätten beinhalten. Dies bedeutet, dass in der BIN-Datei mehrere Be- bzw. Entladungsvorgänge dokumentiert werden müssen, aus der die transportierte Gesamtmasse ermittelt wird. Die transportierte Gesamtmasse innerhalb des Zeitfensters eines TSK-Elementes kann als Summe aller Entladungsvorgänge definiert werden, weil dies die tatsächliche zwischen zwei Orten verbrachte Masse darstellt (vgl. Kapitel 2.1.1 und Tabelle 14).

Tabelle 14: Inhaltsübersicht TSK-Element und BIN-Datei für einen Transporttask eines Fahrzeugs

TSK-n	BIN-n					
<b>Start Timepoint</b>	Load/Unload Position [r]	Event [r]	Mass [r]	Identification Number [r]	Source/Target [o]	Pairing ID [r]
	P <sub>1</sub>	Load*	L <sub>1</sub>	LIN <sub>1</sub>	S <sub>1</sub>	PID <sub>1</sub>
<b>Transported Total Mass = U<sub>1</sub>+U<sub>2</sub>+U<sub>3</sub>+U<sub>n</sub></b>	P <sub>2</sub>	Load	L <sub>2</sub>	LIN <sub>2</sub>	S <sub>1</sub>	PID <sub>2</sub>
<b>Distance = D<sub>T</sub></b>	P <sub>3</sub>	Unload**	U <sub>1</sub>	UIN <sub>1</sub>	U <sub>1</sub>	PID <sub>3</sub>
<b>Fuel = F<sub>T</sub></b>	P <sub>4</sub>	Load	L <sub>3</sub>	LIN <sub>3</sub>	S <sub>2</sub>	PID <sub>4</sub>
<b>Transported Total Mass Identification Number</b>	P <sub>5</sub>	Unload	U <sub>2</sub>	UIN <sub>2</sub>	U <sub>1</sub>	PID <sub>5</sub>
	P <sub>6</sub>	Unload	U <sub>3</sub>	UIN <sub>3</sub>	U <sub>2</sub>	PID <sub>6</sub>
<b>End Timepoint</b>						

\*Last Loaded Weight, \*\*Last Unloaded Weight, [r]=required, [o]=optional

Die Dokumentation einer transportierten Gesamtmasse ist derzeit vom ISOBUS-Standard nicht definiert. Daher wird die Beantragung einer DDI „Transported Total Mass“ als notwendig erachtet. (Der ISOBUS Standard sieht die Berechnung der Totalen durch den Bordcomputer vor, welche im TSK-Element in der TASKDATA-Datei protokolliert werden. Dadurch ist die eindeutige Übernahme in ein FMIS gewährleistet). Eine dazugehörige Identifikationsnummer analog zur „Load Identification number“ wird empfohlen: Diese neue DDI „Transported Total Mass Identification Number“ soll die ermittelte Gesamtmasse im eichfähigen Speicher referenzieren und dem FMIS als eindeutige Transportnummer dienen. Die Überprüfung der Gesamtmasse (bestehend aus mehreren Loads und Unloads) soll dadurch erheblich erleichtert werden. Die Verwendung der DDIs 322 und 323 (LIN und UIN, vgl. Kapitel 5.4) stellt die lückenlose Rückverfolgbarkeit aller Be- und Entladungsvorgänge durch referenzierte Wiegedatensätze im eichfähigen Speicher sicher. Der Anwender ist bei Unstimmigkeiten in der Lage jedes Ladungsereignis gezielt zurückzuverfolgen und die im TSK-Element ermittelte Summe zu überprüfen. Zur Erfüllung der rechtlichen Anforderungen (siehe Tabelle 12) an die Dokumentation sollte die Datenerfassung die Beschaffenheit von Transportmittel und Transportgut ermöglichen. Diese Anforderung könnte über die Einführung neuer DDIs erreicht werden, sofern verschiedene Beschaffenheitszustände (Bonituren) im Standard



explizit definiert werden (z.B. „gereinigt“, „desinfiziert“, usw.). Die Umsetzung bedingt, jedoch eine Anpassung aller TASK-Controller, sowie der Schnittstelle in das FMIS, da bisher nur numerische Werte über diesen Weg übertragen werden.

Die oben geschilderte Herangehensweise deckt diverse Sonderfälle ab, welche in der landwirtschaftlichen Praxis auftreten können. Bei Start eines Tasks muss durch den Bordcomputer als erstes geprüft werden, ob sich eine Restmenge (Actual Net Weight überschreitet einen kritischen Wert) auf dem Transportfahrzeug befindet. Sofern von einer Restmenge ausgegangen wird, ist diese in den neuen Task als Last Loaded Weight mit der zuletzt bekannten Position und „Load Source“ (siehe unten) zu übernehmen. Im Falle keiner verbliebenen Restmenge ist das System zu tarieren.

Zwei weitere DDIs „Load Source“ und „Unload Target“ sind für die Erkennung von Ladungsherkunft und Zielort für die drahtlose Kommunikation zwischen Transportfahrzeug und einem weiteren Access Point (mobil oder stationär) analog der Machine to Maschine (M2M) Kommunikation aus dem LaSeKo Projekt vorzusehen (vgl. Kapitel 2.3.3.1). Die DDIs „Load Source“ und „Unload Target“ beinhalten als Attribut lediglich eine eindeutige ID zur Identifikation des Access Points, dem im FMIS ein Stammdatensatz zugeordnet werden kann. Mit Hilfe dieser Daten können Überladungsvorgänge zwischen verschiedenen Maschinen und Lagerstätten automatisiert aufgezeichnet und mit Hilfe des GPS-Sensors einer Position zugeordnet werden. Sofern während eines Ladungsereignisses kein Access Point erkannt wird, muss durch den Bordcomputer eine Interaktion mit dem Fahrer zur Auswahl eines vorhandenen Stammdatensatzes oder Freitextes veranlasst werden. Gleiches gilt für die Erfassung von „Load/Unload Position“ analog zur Dokumentation von Transportjobs im GreenStar™ 3 System (vgl. [Abbildung 4](#)) bei einer möglichen GPS Abschattung

Die lückenlose Verfolgung von Transportgütern ist mit dem beschriebenen Ansatz gewährleistet. Die Offlinedatenerfassung auf Wechseldatenträgern und die Onlineübertragung als georedundante Speicherung der Daten erfüllen die Grundlage für ein manipulations- und verlustsicheres System wie es im ProdhaftG und der BasisVO gefordert ist. Ebenso wie im LaSeKo Projekt, ist die Übermittlung weiterer Attribute (Angaben zu Qualitätsparametern des Substrates aus NIR-Sensormessungen, Menge, Produkt) zwischen zwei Maschinen denkbar, allerdings in einem bereits standardisierten Format. Der Vorteil bei der Verwendung des ISOBUS Standards zur Weitergabe von Daten liegt in der bereits weiten Verbreitung der ISOBUS Schnittstelle, sowohl bei

Bordcomputern als auch im Bereich von FMIS-Anwendungen. Im LaSeKo Projekt wurde hauptsächlich die M2M Kommunikation untersucht und ein erster Demonstrator entwickelt. Diese Erkenntnisse können für die Entwicklung einer auf ISOBUS basierenden Kommunikationseinheit („Access Point“) genutzt werden. Für die Weitergabe von Daten innerhalb des LaSeKo-Systems wurde ein proprietäres Format, in andere Systeme das agroXML Format gewählt (Meyer et al., 2009). In den Veröffentlichungen ist kein System zur vollständigen Verarbeitung (Dokumentation, Rechnungsstellung, Spurdatenübersicht) der erzeugten Daten beschrieben. Auch die Verarbeitung der Daten in FMIS Anwendungen ist auf Grund der geringen Verbreitung der Schnittstelle nicht erwähnt. In Kapitel 6.2.3 soll die Verarbeitung von Transportdaten im ISOBUS-Format in einem FMIS beschrieben werden. Daraus resultierende Änderungen für die Erfassungslogik auf Bordcomputern wird ebenfalls im folgenden Kapitel beschrieben und ist als Ergänzung zu den Ausführungen in diesem Kapitel zu verstehen.

Derzeit erfolgt die Speicherung der Datensätze häufig auf Wechseldatenträgern. Die Entwicklung von Bordcomputertechnik und die Übertragung der erzeugten Datensätze via GSM-Verbindung an zentrale Server (Bernhardt und Dörfler, 2012) werden erheblich vorangetrieben. Generell sollte die primäre Datenübertragung online erfolgen (Jensen et al., 2007; Rusch et al., 2011, da sich daraus völlig neuartige Applikationen ergeben können (Wang et al., 2006). Anders als im LaSeKo Projekt beschrieben, ist nach aktuellen Stand der Technik eine günstige Mobilfunkverbindung in den meisten Gebieten Deutschlands verfügbar und für die Übertragung von Spurpunkten geeignet (Alcalá und Lecker, 2012). Die Datenübertragung im LaSeKo Projekt sieht zudem nur die Übertragung von produktspezifischen Daten vor. Maschinendaten (wie z.B. Kraftstoffverbrauch) werden nicht an die nächste Instanz (Maschine) weitergegeben und stehen erst nach einem Transfer über eine Chipkarte im Zielsystem zur Verfügung. Für große Fahrzeugflotten, aber auch einzelne Fahrzeuge im landwirtschaftlichen Umfeld stellt die direkte Übertragung von Echtzeitdaten einen zusätzlichen Nutzen dar und wird bereits vielfältig eingesetzt. Disponenten werden durch die Echtzeitdaten in die Lage versetzt, live den Fortschritt eines Auftrages zu verfolgen und auf Veränderungen sofort reagieren zu können. Zusätzlich werden erfasste Daten neben den lokalen Speichern im Bordcomputer georedundant auf einem oder mehreren Server vorgehalten und gesichert. Der für Manipulationen oder Verlust anfällige Wechseldatenträger ist im Falle des Wireless Data Transfers nur bei Ausfall der online Datenübertragung als Rückfalllösung

notwendig. Eine Pufferung der Daten für die zeitversetzte Übertragung ist in jedem Fall vorzusehen.

In der aktuellen Fassung des ISOBUS Standards ist der Austausch von Daten über diverse Kommunikationswege zulässig. Der Austausch erfolgt momentan über die Übertragung eines Datensets aus TASKDATA-Datei und zugehörigen BIN-Dateien. Für den Wireless Data Transfer ist dieses Austauschformat ungeeignet, weil die verfügbare Bandbreite auf Grund der Größe der Dateien oft nicht ausreichend ist (Alcalá und Lecker, 2012, Pesonen et al., 2007). Dazu muss die Übertragung der Datensets für künftige Anforderungen angepasst werden. Als Eckpunkte und Ausblick gilt es die Übertragung der Spurpunkte inklusive der aufgezeichneten Attribute inkrementell und intervallbasierend an einen zentralen Server zu gestalten. Die Übermittlung einer neuen TASKDATA-Datei mit Planaufträgen oder neuen Stammdaten darf die bestehende Datenbank im Bordcomputer nicht ersetzen, sondern sollte diese ergänzen. Ein intelligenter und inkrementeller Synchronisationsservice für Stammdaten und Aufträge zwischen Bordcomputer (Client) und Server ist als weiterer Ausbauschritt zu nennen. Der Kommunikationsweg zwischen Server und Bordcomputer sollte als eigener Teil in den Standard integriert werden, so dass durch die zielgerichtete Implementierung dieser Schnittstelle in bereits existierende Farmportale wie AO netDok, JD Link, Farmpilot uvm. den Anwendern die Möglichkeit zur einfachen Wahl eines Anbieters gegeben wird.

Die weitere Verarbeitung der Fahrzeugdaten in einem FMIS (als Client) kann analog zur aktuellen Verarbeitung von ISOBUS Dateien geschehen. Über eine zu standardisierende Verbindung ruft das FMIS (als Client) neue Daten ab, welche im etablierten Format (TASKDATA Datei und BIN-Dateien) auf den Desktoprechner geladen und verarbeitet werden. Die Beschreibung der Schnittstelle zwischen Bordcomputer bzw. FMIS und einem zentralen Server („Cloud“) ist nicht Bestandteil dieser Arbeit und muss in weiterführenden Arbeiten geklärt werden.

### **6.2.3 Datenverarbeitung**

Die Maßnahmenart innerhalb von FMIS-Produkten ist vergleichbar mit der in ISO 11783-10 (2009) verwendeten Cultural Practice. Die Verwendung von Maßnahmenarten (und Cultural Practice) wird als sinnvoll erachtet, weil es dem Anwender einen schnellen Überblick und eine Kategorisierung seiner erledigten Arbeiten z.B. in Auswertungen erlaubt. In vielen FMIS Produkten gibt es derzeit kein Pendant zur Cultural Practice

„Transport“. Im betrachteten AO Agrar-Office wurde ein spezieller Bereich zur Abbildung von Transporten geschaffen. Dennoch ist damit keine Gleichstellung mit den anderen Maßnahmenarten erreicht.

Analog zum ISOBUS-Standard sollte in FMIS Anwendungen die Maßnahmenart Transport aufgenommen werden, um einerseits den ISOBUS Standard abzubilden und andererseits der Bedeutung des Transportwesens gerecht zu werden.

DDIs sind bestimmten Device Classes (Fahrzeugtypen) und Cultural Practices zugeordnet. Diese Zuordnung wird auf Seiten des FMIS für die Interpretation der Daten und der Zuweisung zu einer Maßnahmenart (z.B. Düngung oder Aussaat) verwendet. Maßnahmenarten beinhalten je nach Typ verschiedene Pflichtangaben (z.B. Maßnahmenart „Ernte“ – Pflichtangabe „Ernteprodukt“), die teilweise durch die im Programm hinterlegte Logik automatisch ergänzt werden, da sie für die weitere Verwendung benötigt werden. Daher ist die in der Norm vorgesehene Verwendung von DDIs unbedingt einzuhalten (siehe auch Kapitel 6.2.1), da daraus die Cultural Practice abgeleitet werden kann. Andernfalls kann es bei der automatisierten Plausibilisierung von Daten zur Fehlinterpretation kommen. Im Rahmen des Projektes *„Entwicklung eines benutzerfreundlichen und einheitlichen Workflows zur Verarbeitung heterogener und komplexer Prozessdaten“* (Pauli et al., 2013) wurde ein Konzept *„zur weitgehend automatisierten Verarbeitung von Prozessdaten landwirtschaftlicher Maschinen innerhalb eines etablierten Farm Management Information Systems (FMIS) unter Berücksichtigung einer hohen Bedienfreundlichkeit“* implementiert. Diese Umsetzung berücksichtigt bereits die automatisierte Auslegung dem FMIS unbekannter Datensätze durch einen Stammdatenassistenten. Er liefert abhängig von der im TSK-Element verwendeten DDI im Programm hinterlegte Vorschlagswerte. Beispielsweise wird die DDI „Yield Total Mass“ als unspezifizierter Artikel „Ernteprodukt fest“ sowie die Maßnahmenart „Ernte“ interpretiert. Andere DDIs werden in der aktuellen Umsetzung fallspezifisch auch als „Messung/Bonitur“ interpretiert (z.B. Feuchtegehalt des Ernteproduktes), wenn im TASK keine Zuordnung zu einer Ressource (Artikel, Maschine, Person) definiert wurde. Im Ressourcenbereich der Maßnahmen Erfassung eines FMIS werden neben physikalisch vorhandenen Ressourcen wie Fahrzeugen oder Artikeln auch Messungen/Bonituren wie z.B. „Temperatur“ gespeichert. Derzeit werden Messungen/Bonituren in der Maßnahmen Erfassung hierarchisch wie Ressourcen abgespeichert.

Wie in Kapitel 6.2.1 beschrieben, ist die gemeinsame Verwendung der DDI 90 („Yield Total Mass“) und 81 („Application Total Mass“) nicht für die Verwendung als Gesamtsumme aller Be- bzw. Entladungen bei Transporten geeignet. Ein Interpretationsalgorithmus, wie der Stammdatenassistent im betrachteten FMIS, nutzt diese Information im TSK-Element für die Erkennung einer Maßnahmenart und liefert je nach Reihenfolge der DDIs im TSK-Element die Maßnahmenart „Ernte“ oder „Düngung/Pflanzenschutz“ mit den Artikeln „Erntemenge fest“ bzw. „Ausbringmenge fest“ zurück. Je nach ausgeführter Arbeit (Transport, Düngung, Aussaat) kann diese Interpretation ein falsches Ergebnis erzielen. Eine Interpretation ist dennoch notwendig, weil der ISOBUS Standard keine verpflichtende Angabe eines „Products“ (=Artikel im FMIS) oder „Cultural Practice“ im TSK-Element vorsieht. Die Verwendung von spezifischen Artikeltypen in der Maßnahme ist abhängig von der Maßnahmenart für die Speicherung im FMIS vorgegeben (Pflichtfeld) und auch aus fachlicher Sicht sinnvoll. Bei Verwendung der genannten DDIs ohne „Product“ im TSK-Element ist eine Interpretation von Maßnahmenart „Ernte“ bzw. „Düngung/Pflanzenschutz“ sowie von Ernteprodukt bzw. Dünge-/Pflanzenschutzmittel erforderlich. Dieser Interpretationsalgorithmus ist als Vorgehensweise im Sinne eines hohen Automatisierungsgrades sowie der Usability durch die Anwender begründet. Vor diesem Hintergrund ist aktuell im FMIS eine fallspezifische Betrachtung und Wandlung von DDIs zu Artikeln bzw. Messungen/Bonituren implementiert.

Die Speicherung aller DDIs als Messung/Bonitur ist als alternativer Weg für die künftige Behandlung neuer DDIs als vorteilhaft anzusehen, weil dadurch der Pflegeaufwand in der Einbindung neuer DDIs im Interpretationsalgorithmus reduziert werden kann. Mit zunehmender Verbreitung des ISOBUS Standards in der Landtechnik ist mit einem deutlichen Anstieg an neuhinzukommenden DDIs zu rechnen (siehe [Tabelle 13](#)). Die Bezeichnung neuer DDIs sollte aus der TASKDATA Datei übernommen werden. In der Stammdatenverwaltung „Messung/Bonitur“ oder im Stammdatenassistenten kann durch den Anwender eine Umbenennung durchgeführt oder ein anderer Stammdatensatz zugeordnet werden. Wie oben beschrieben, erfordern einige Maßnahmenarten Pflichtangaben zu Artikeln. Der jetzige ISOBUS Standard sieht die optionale Angabe von Maschinen, Mitarbeitern und Produkten im Task Element vor. Der Anwender muss von sich aus aktiv werden und am Bordcomputer Ressourcen aus Listen auswählen bzw. neu erfassen. Im schlimmsten Fall werden von den Fahrern nur Informationen erfasst, welche als Pflichtfeld vorgesehen sind. Insbesondere im überbetrieblichen Einsatz und bei

hochspezialisierter Arbeitsteilung stellt die absätzigige Behandlung von Bordcomputerdaten die Beteiligten (Fahrer, Bürokräfte, Administratoren, Disponenten, etc.) vor große Herausforderungen. Im Sinne einer lückenlosen und zweifelsfreien Dokumentation sollte bereits am Bordcomputer die Erfassung von relevanten Daten interaktiv veranlasst werden, welche im Nachgang nur schwer oder nicht aus dem Kontext ermittelbar sind. Diese sind bei Transporten das Transportgut und deren Beschaffenheit und bei Applikationen die applizierten Produkte.

Dabei ist die Herangehensweise zur Erfassung eines TASKs am Bordcomputer abzuändern. Im Sinne einer automatischen Dokumentation sollten im Hintergrund generell alle DDIs am Bordcomputer in einem definierten Intervall (z.B. 1 Hz) und „on change“ aufgezeichnet werden. Beim Start der Maschine sollte sich der Fahrer über einen Anmeldedialog identifizieren. Die automatische Anmeldung am Bordcomputer kann an eine eindeutige Identifikation (Fahrerkarte, RFID-Chip, Bluetooth Verbindung, Fingerabdruck) gekoppelt werden. Fahrzeug und Geräte können über den ISOBUS ermittelt werden. Die Information des Anbaugerätetyps kann der Bordcomputer automatisiert feststellen und daraus die Cultural Practice ableiten. Die Aufzeichnung eines Tasks kann automatisch starten, sobald sich ein Fahrer am System anmeldet. Bereits vorliegende Informationen sollten automatisiert in den Task übernommen werden. Einige Bordcomputerhersteller (z.B. John Deere, Müller Elektronik) setzen bereits auf die automatische Ergänzung von Attributen im TSK-Element von Aufträgen. Für definierte Cultural Practices kann der Bordcomputer interaktiv vom Anwender weitere Informationen zu verwendeten Produkten (z.B. Erntegut, Dünger, Pflanzenschutzmittel) anfordern, wenn eine automatische Ermittlung, z.B. aus einem vordefinierten Auftragsset nicht möglich ist. Eine Bestätigung der Richtigkeit durch den Fahrer ist empfehlenswert. Nur bei Verwendung von DDIs in Kombination mit einem „Product“ (über „ProductAllocation“ oder „ProcessDataVariable“) im TSK-Element ist eine zweifelsfreie Zuordnung der ermittelten Totalen zu einer Ressource im FMIS möglich. In Kapitel 2.5.2 wurde der Sachverhalt zwischen erforderlichem Datenumfang aus Sicht eines FMIS und den Pflichtangaben in den Schnittstellen ISOBUS und EIC (John Deere) dargestellt. Daraus kann abgeleitet werden, dass bereits am Bordcomputer relevante Daten erfasst werden müssen, welche aus dem Kontext nicht ermittelt werden können (siehe Kapitel 2.5.3 und [Abbildung 11](#)).

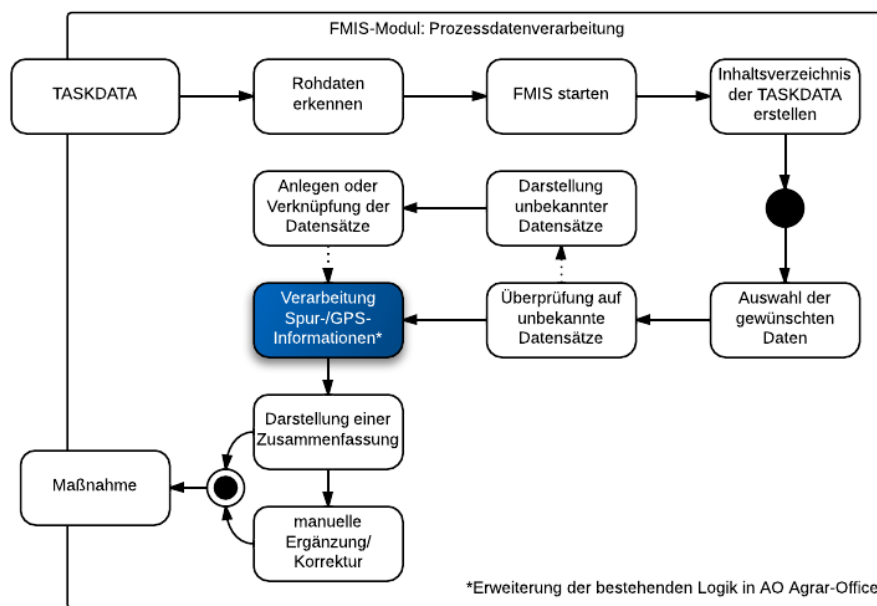
Für die automatische Dokumentation ist die Verwendung von einheitlichen betriebsspezifischen Stammdaten essentiell. Diese müssen zentral (Cloud/Server) verwaltet und in allen Clients (FMIS, Bordcomputer, Smartphone-Apps, usw.) verwendet werden. Als unbekannt erkannte Datensätze müssen vom Zielsystem ermittelt (analog Stammdatenassistent), vorhandenen Stammdaten zugeordnet oder neu erfasst und mit allen relevanten Clients anschließend synchronisiert werden.

Die beschriebenen Anforderungen und Funktionalitäten bedeuten für den Fahrer ein Minimum an Eingriffen am Bordcomputer und reduziert die Möglichkeit an Fehleingaben. Die Aufzeichnung innerhalb eines Tasks sollte solange fortgeführt werden, bis der Fahrer den Task manuell beendet, ein anderes Anbaugerät anschließt oder sich vom System abmeldet. Der Fahrer entscheidet dabei, ob ein TASK abgeschlossen ist oder später fortgeführt wird. Ein Task sollte auch manuell gestartet werden können, z.B. wenn bereits am Bordcomputer kundenspezifisch gearbeitet werden soll.

Spurdaten werden in diesem Prozess inkrementell an einen Server übertragen. Die entstehende Ergebnisdatei enthält durch die oben und in Kapitel 6.2.1 beschriebenen Anforderungen alle notwendigen Angaben für eine hochautomatisierte Verarbeitung von Bordcomputerdaten. Die Taskinformationen sollten abschließend an den Server übermittelt und zur Spur gespeichert werden. Insgesamt könnte ein derartiges System eine höhere Datenqualität als aktuelle Lösungen erreichen, weil einerseits alle erforderlichen Informationen am Bordcomputer erfasst werden und durch die Echtzeitübertragung dem Gesamtsystem sofort und verlustfrei zur Verfügung stehen.

Nach diesem Exkurs zum Verbesserungspotential in der Usability von Bordcomputern soll im Folgenden die Verarbeitung der in Kapitel 6.2.1 definierten Transportdokumentationsdaten beschrieben werden. Die Dokumentationsdaten liegen im ISOBUS Format als TASKDATA-Datei und den dazugehörigen BIN-Dateien vor. Im TSK-Element (TASKDATA-Datei) werden je TASK die Totalen (Gesamtsummen) der aufgezeichneten Attribute gespeichert. In der BIN-Datei werden ergänzende Informationen je GPS-Punkt gespeichert (vgl. Tabelle 13). Im Idealfall werden am Bordcomputer, wie beschrieben, Stammdaten aus dem Zielsystem verwendet und Angaben zu den im FMIS erwarteten Pflichtattributen gemacht. Nur unter diesen Voraussetzungen kann eine hochautomatisierte Datenverarbeitung (vgl. Abbildung 31) stattfinden. Die Erkennung der Rohdaten (TASKDATA) in einem vom FMIS vordefinierten Verzeichnis startet das Datenverarbeitungsmodul. Die TASKDATA wird prozessiert und

daraus ein Inhaltsverzeichnis auf der Benutzeroberfläche des FMIS erstellt. An dieser Stelle kann der Anwender erstmals in die Datenverarbeitung eingreifen und selektiv Daten für den Import an- oder abwählen. Neue, noch nicht importierte Datensätze werden ähnlich wie die Darstellung in einem E-Mail Programm hervorgehoben und für den Import automatisch vorgesehen. Nach Bestätigung wird das Datenset vollständig in die Datenbank des FMIS importiert und auf unbekannte Datensätze überprüft. Liefert die Prüfung am Bordcomputer neu erfasste Datensätze zurück, so werden diese in tabellarischer Form zur Überprüfung und ggf. Vervollständigung durch den Anwender angeboten.



**Abbildung 31: Prozessdatenverarbeitung in einem FMIS (Quelle: eigene Darstellung)**

Als Erweiterung in AO Agrar-Office (FMIS) ist die bereits vorhandene Funktionalität der automatischen Verschneidung von Spurpunkten mit Schlagkonturen aus dem „AutoDok-Modul“ in die bestehende Datenverarbeitung zu integrieren und mit weiteren Funktionen zu ergänzen. Die DDIs „Load Position“ bzw. „Unload Position“ enthalten jeweils die Übergabekoordinaten bei einer Be- bzw. Entladung. Diese Koordinaten sind mit den vorhandenen GIS-Konturen abzugleichen und bei einer Übereinstimmung um weitere Informationen (Schlag, Arbeitsort, Lager) zu ergänzen. Damit können in Auswertungen weitere Informationen zu Bewirtschafter, Lieferant oder kundenspezifischen Preisen hinzugefügt werden. Auch ohne Übereinstimmung mit vorhandenen Schlagkonturen,



sollte die Überladeposition gespeichert werden. Zu einem späteren Zeitpunkt kann diese Information vorliegen und ermittelt werden. Für die Anzeige in einem GIS sind Koordinaten der Überladeposition ausreichend.

Die DDIs „Load Source“ und „Unload Target“ enthalten eine Referenz auf einen anderen Stammdatensatz, der ebenfalls aus den Stammdaten ermittelt werden muss. Über die DDI „Pairing ID“ können so die Spuren verschiedener Maschinen miteinander vernetzt und ausgewertet werden. Setzt sich eine Maßnahme aus mehreren Be- und Entladungen zusammen (siehe Beispiel

Tabelle 14), so ist die Gesamtspur durch Verschneidung auf die betroffenen Arbeitsorte, sowie in eine Transportstrecke zu unterteilen. Dabei kann es sich um einen reinen Transport oder einen Transport mit anschließender Maßnahme einer anderen Maßnahmenart handeln. Der reine Transport beschränkt sich auf die Beförderung eines Substrates von einem Ort an einen anderen mit oder ohne Überladung durch ein anderes Fahrzeug. Eine anschließende Maßnahme stellt die Ausbringung eines Feststoffes, einer Flüssigkeit oder eines Saatgutes dar. Je nach Verfahren soll der gesamte TASK der Maßnahmenart zugeordnet werden, die den Zweck der Maßnahme bestimmt. Der Transport ist als Ergänzung zu diesen Maßnahmen zu interpretieren. Als typisches Beispiel für einen Transport mit anschließender Maßnahme sei die Düngung mit einem Gärrestsubstrat (fest oder flüssig) genannt. Somit teilt sich der Transport in Maßnahmen auf „n“ unterschiedlichen Arbeitsorten (optional) und dem tatsächlichen Transport zur Überbrückung der Distanz zwischen Lager und Arbeitsort auf. Die derzeitige Logik in AO Agrar-Office sieht die Speicherung von Anbau-, Lager- und Transportmaßnahmen vor, die untereinander referenzierbar sind. Allerdings gab es bisher keinen Datensatz von Bordcomputern, in dem alle genannten Komponenten und Bestandteile vorhanden waren. Dementsprechend müssen auch im FMIS einzelne Bereiche auf die neuen Datensätze angepasst werden.

Die im TASK verwendete „Cultural Practice“ soll im FMIS die zu verwendende Maßnahmenart bestimmen. Die Verschneidung der Spurinformatoren mit Schlagkonturen soll ein Konglomerat aus Einzelbestandteilen an Maßnahmen auf Anbau, im Lager und den Transport erzeugen, welche aber über die Spur (und ggf. eine „Pairing ID“) untereinander vernetzt bleiben. Derzeit gibt es in vielen FMIS eine Funktionalität zur Kennzeichnung von gleichartigen Maßnahmen auf verschiedenen Schlägen („Sammelmaßnahme“). AO Agrar-Office erlaubt überdies eine Gliederung einer Maßnahme in sogenannte Teilverfahren. Dies ermöglicht z.B. die exakte Dokumentation einer Pflanzenschutzmaßnahme auf Teilen des Schlages mit verschiedenen Tankmischungen. Beide Funktionalitäten sind für die Anforderung, mehrere Maßnahmen unterschiedlicher Maßnahmenarten miteinander zu verknüpfen, als erster Ansatz tragfähig. Der Aufruf eines Bestandteils (auf Anbau, im Lager oder sonstigen Arbeitsortes) aus der Gesamtmaßnahme muss die Möglichkeit bieten, die Gesamtmaßnahme zu öffnen. Die Aufteilung des TASKs ist in den diversen Bestandteilen des TASKS (Straßentransport, unterschiedliche Arbeitsorte, Ausbringung) begründet. Aus landwirtschaftlicher Sicht ist der TASK einer Maßnahme auf einem bestimmten Anbau

(Schlag in einer Ernteperiode) zuzuordnen, um Dokumentationsauflagen erfüllen und betriebswirtschaftliche Vergleichsauswertungen durchführen zu können. Darin verwendete Ressourcen, wie Düngemittel oder Ernteprodukte müssen über eine Lagermaßnahme im Lager verwaltet werden, damit der Überblick über betriebliche Stoffkreisläufe gewährleistet wird. Spezifische für die Lagermaßnahme erforderliche Informationen, wie der Lieferant oder der Zustand des Transportfahrzeuges, können so erfasst werden. Der Transport als Bindeglied zu einer folgenden Maßnahme oder als eigenständige Maßnahme wird derzeit zum Transportfahrzeug gespeichert. Eine Begründung in der aktuellen Umsetzung zur Behandlung in drei Erfassungsmasken liegt in den unterschiedlichen Erfassungsdetails und der Tatsache eines stetig gewachsenen Systems, angepasst an neue Anforderungen. Dieses System bietet einige Vorteile bei der manuellen Erfassung von einzelnen Maßnahmen, die nicht untereinander verknüpft werden müssen. Es erleichtert dem Anwender den Einstieg in dieses komplexe System und führt ihn Schritt für Schritt an die maximale Ausbaustufe. Aus Sicht eines Dienstleisters (Lohnunternehmers) ist die Verwendung des Anbaus für die Abrechnung zunächst nicht von Bedeutung, kann aber künftig für die Dokumentation als Bestandteil der Dienstleistung von größerer Bedeutung werden (z.B. Düngerverwendungsnachweis, Nachhaltigkeitsdokumentation für Biogasanlagen etc.). Die beschriebene Aufteilung des Tasks in Maßnahmen ist nicht nur für die heutigen Anforderungen durch Bordcomputerdaten von Nachteil, auch die Performance der Anwendung wird durch die komplexe Zerlegung, den Aufbau von Redundanzen und anschließender Vernetzung der Daten beeinträchtigt. Es erscheint umständlich durch die Spur verbundene Maßnahmen in diverse Bestandteile aufzuteilen, um sie anschließend wieder miteinander zu vereinen. Sowohl Landwirte als auch Dienstleister sind an vernetzten und vollständigen Informationen ihrer Arbeitsmaschinen interessiert, so dass die Herangehensweise in der Datenverarbeitung (ebenso wie in der Datenerfassung, siehe oben) verändert werden sollte. Alle dem Autor bekannten FMIS Systeme arbeiten nach diesem historisch gewachsenen Konzept, der Speicherung von Maßnahmen auf einem Anbau und separat im Lager. Der Anbau (Schlag in einer definierten Ernteperiode) ist als oberstes Glied in der Hierarchie zur Speicherung der Maßnahme festgelegt.

Herausforderungen für künftige FMIS Versionen liegen in der effizienten Verarbeitung der beschriebenen Datensätze, sowie einer neuen Herangehensweise zur Speicherung und Visualisierung (siehe Schritt „Darstellung einer Zusammenfassung“ in [Abbildung 31](#)). Als erster Ansatz kann die Verwaltung und Verarbeitung der Spurdaten im AutoDok-Modul

von AO Agrar-Office herangezogen werden. Dort werden alle Spuren tabellarisch gelistet. Durch Aufruf einer Spur kann diese im GIS visualisiert und mit Jobdetails angezeigt werden. Zusätzlich wird die Spur optional durch Verschneidung mit Schlagkonturen um Anbaumaßnahmen ergänzt, die in der Maßnahmenliste angezeigt werden. Über die Anbaumaßnahmenerfassung ist derzeit auch eine Verknüpfung mit dem Lager realisiert. Diese hochkomplexe Umsetzung stellt für viele Anwender Hürden in der Usability der Software dar. Auch aus diesem Grund ist die Konsolidierung der verschiedenen Erfassungswege zu einer Maßnahmenerfassung notwendig. Das AutoDok-Modul kann zu einer Art „Sammelpunkt“ oder „Zeitleiste“ für Maßnahmen aller Art umgebaut werden. Sämtliche stattgefundenen Arbeiten werden an einem zentralen Ort in einer Software dokumentiert. Durch automatische Anreicherung der Maßnahmen um zusätzliche Informationen als sogenannte „Tags“ ist eine fallspezifische Sicht auf die Daten möglich. Die Sicht des Landwirts auf den Anbau und dort stattgefundenene Maßnahmen kann durch Gruppierung der Maßnahmen nach „Anbau-Tags“ ermöglicht werden. Alle die Maßnahme betreffenden oder die verknüpften weiteren Informationen können in einer Maske visualisiert werden. Die Spur aus den Bordcomputerdaten verknüpft alle zusammenhängenden Maßnahmen. Dadurch wird eine den Gesamtprozess betreffende Sicht auf die erledigten Arbeiten ermöglicht. Die Darstellung der Maßnahme aus Sicht eines Dienstleisters kann z.B. durch fahrzeug- oder kundenspezifische Gruppierung von „Tags“ ermöglicht werden. Diese Art der Speicherung und Verarbeitung der Daten ist analog zur Auswertung von Big Data und Data-Mining (siehe Kapitel 2.5.4) zu sehen.

Neben der beschriebenen Konsolidierung ist auch die konsequente Weiterentwicklung der AutoDok-Funktionalität anzugehen. Die Analyse der Spurdaten und Verschneidung mit Schlagkonturen erlaubt derzeit die Zurechnung von Arbeitszeiten zu einem bestimmten Anbau (bzw. Kunden). Wird diese Analyse konsequent fortgeführt, so kann die Ermittlung der gefahrenen Strecke sowie der Nebenzeiten (Anfahrt, Rüstzeit) ermöglicht werden. Sofern keine Schlagkonturen vorhanden sind, aber die Spur bestimmte Attribute enthält, die auf „Produktivzeiten“ hinweisen (z.B. aktive Ertragsmessung), ist ein Algorithmus denkbar, der automatisiert eine Kontur um die äußere gefahrene Spur im halben Abstand der Arbeitsbreite ergänzt (vgl. Software Krone Big Data Tools). Ein Assistent kann entweder während oder nach der Erzeugung einer Schlagkontur vom Anwender weitere Angaben zum Bewirtschafter oder Anbau abfragen und somit eine smarte Interaktion zwischen Software und User herstellen. Die AutoDok-Funktionalität ergänzt zu den Spurinformatoren also weitere „Tags“ wie Anbau oder

Lagerorte und verknüpft die Datensätze des TASKS vom Bordcomputer mit den FMIS-Stammdaten. Insgesamt wird je TASK eine neue Maßnahme in der „Maßnahmen-Zeitleiste“ erzeugt. Der Aufruf der Maßnahme erzeugt eine Sicht auf die Totalen des gesamten TASKS, erlaubt aber durch Verknüpfung mit Anbau- und Lagerdaten eine detailliertere Sicht auf einzelne Teile des Gesamtprozesses aus verschiedenen Perspektiven.

Anhand des Beispiels einer Transportlogistik während der Ernte sollen der beschriebene Ansatz weiter erläutert und die Tragfähigkeit des Konzeptes dargelegt werden. (Grundsätzlich kann diese Vorgehensweise auch auf andere Maßnahmenarten, wie die Düngung oder den Pflanzenschutz erweitert werden.) Ausgehend von einer komplexen Erntekette bestehend aus mehreren Teilnehmern und der in Kapitel 6.2.1 beschriebenen Erfassung von Bordcomputerdaten, entsteht je Fahrzeug automatisch eine Spur für den Zeitraum des Einsatzes. Das Szenario enthält eine oder mehrere Erntemaschinen (z.B. Mähdrescher oder Feldhäcksler), Überlade- und Abfahrfahrzeuge. Jedes Fahrzeug ist mit einem Bordcomputer ausgestattet, der mit den Stammdaten des Gesamtsystems konfiguriert ist. Erntemaschinen verfügen über eine Echtzeit Ertrags- und Qualitätserfassung. Alle Überlade- und Transportfahrzeuge sind mit einem Wiegesystem ausgestattet (vgl. FWS aus Kapitel 5.4). Über die Vernetzung der Fahrzeuge und Arbeitsorte (Lager) durch Access Points (vgl. Kapitel 2.3.3.1, 2.3.3.2 und 6.2.1) kann im Nachgang eine Vernetzung der Maßnahmen über die „Pairing-IDs“ in der „Maßnahmen-Zeitleiste“ erzeugt werden. Die Planung der Ernte und Transportlogistik erfolgt optional im FMIS. Die Aufträge werden online über eine Cloud als TASKDATA im ISOBUS-Format an die Empfänger (Bordcomputer) versendet. Der Auftrag enthält alle relevanten Informationen zu Arbeitsort, Kunde und zu verwendende Ressourcen. Wie beschrieben, wird durch die Anmeldung des Fahrers am Bordcomputer automatisch die Aufzeichnung gestartet und durch Abmeldung am System automatisch beendet. Bei auf dem Bordcomputer vorliegenden Aufträgen entscheidet die unternehmensspezifische Vereinbarung, ob Einzelaufträge als erledigt markiert werden, oder ob diese nur informell genutzt werden. Im ersten Fall wird am Bordcomputer je geplanten Auftrag die Aufzeichnung vom Fahrer dafür beendet und automatisch neu gestartet. Im Zielsystem wird jeweils der geplante Auftrag mit den neuen Informationen aktualisiert. Als Vorteil kann die Nachverfolgung des Arbeitsfortschrittes durch einen Disponenten genannt werden. Falls die Aufträge nur informellen Charakter haben, entsteht im Zielsystem neben den Planaufträgen ein neuer Auftrag, der für die weitere Betrachtung zu verwenden ist.

(Es muss unternehmensspezifisch entschieden werden, welches Konzept am besten zur Arbeitsweise passt. Konsequenterweise sollte in einem Unternehmen nur ein Konzept verfolgt werden.) Die Erntekette liefert demnach je Bordcomputer 1 bis n neue Aufträge die im Zielsystem (FMIS) entsprechend interpretiert werden müssen. Die Erntemaschine erzeugt beginnend bei der Anfahrt zu einem Schlag alle den Prozess betreffenden relevanten Daten (siehe Kapitel 2.5) inklusive der Angabe der beladenen Fahrzeuge (über „Pairing-ID“). Überlade- und Transportfahrzeuge übertragen in den transportrelevanten Prozessdaten die in Kapitel 6.2.1 definierten Attribute. Die beschriebene Verschneidungsfunktionalität („AO AutoDok“) zur Analyse der Maßnahmen- und Spurdaten ergänzt über im FMIS hinterlegte Stammdaten weitere Informationen. Mit „Pairing-IDs“ und „Tags“ können weitere Informationen aus anderen Maßnahmen ermittelt werden, sobald diese im System vorhanden sind. Die DDIs „Load Source“ und „Unload Target“ beinhalten jeweils die ID des anderen an der Be- oder Entladung beteiligten Access Points (Fahrzeug/Lager) und müssen entsprechend aus den Stammdaten interpretiert werden. Ist keine automatische Interpretation möglich wird zunächst die ID gespeichert. In einem späteren Schritt, wenn weitere Informationen vorliegen, kann diese ID einem Stammdatensatz zugewiesen werden. Ebenso gilt es die „Load Position“ und „Unload Position“ zu behandeln. Aus dem Datensatz wird ein GPS Punkt übergeben, der mit den vorhandenen Schlagkonturen verschnitten werden muss. Ergibt sich keine Übereinstimmung wird der Eintrag unverändert übernommen und kann als Punkt in einer GIS-Karte angezeigt werden. Auch hier muss es im Nachhinein möglich sein Informationen manuell oder automatisch nachzupflegen. Die automatisch erfasste Nettoverbringungsmasse „Transported Total Mass“ soll im FMIS zunächst neben den anderen Ressourcen wie Fahrzeuge, Mitarbeitern oder Artikeln als Messung/Bonitur innerhalb der Maßnahme Transport gespeichert werden. Die weiteren DDIs „Load Total Mass“, „Unload Total Mass“, „Load Total Count“, „Unload Total Count“ sowie „Load Identification Number“ und „Unload Identification Number“ aus der BIN-Datei sollen als zusätzliche Information innerhalb der Maßnahme z.B. in einem Grid auf einem zusätzlichen Tabsheet „Transportinformation“ visualisiert werden. Die aufgezeichneten Spurpunkte werden analog zu anderen Maßnahmen in einem GIS z.B. als Flying Window innerhalb der Maßnahme visualisiert. Die Darstellung im GIS beinhaltet beispielsweise auch die Überladepunkte, so dass im Nachgang der Verbleib der transportierten Masse analysiert werden kann (siehe Anhang B) Bei der Übernahme der Daten aus der BIN-Datei werden aktuell Spurpunkte ohne gültige Ortsinformation verworfen. Dieser Algorithmus muss dahingehend erweitert werden, dass trotz ungültiger Ortsinformation

die DDIs „Load Total Mass“, „Unload Total Mass“, „Load Total Count“, „Unload Total Count“ sowie „Load Identification Number“ und „Unload Identification Number“ als „Transportinformation“ erhalten bleiben und in eine tabellarische Ansicht übernommen werden. Nur dadurch kann gewährleistet werden, dass alle Load und Unload Events in das FMIS übertragen werden und eine lückenlose Rückverfolgbarkeit über die Load/Unload Identification Numbers erfolgen kann.

Durch einen Access Point im Abladebereich wird gewährleistet, dass das abgeladene Substrat einem Lager zugeordnet werden kann. Im einfachsten Fall stammt das gesamte gelieferte Substrat von einem Schlag eines Lieferanten, der über die Information „Load Position“ ermittelt werden kann. Bei Teilladungen oder Überladen am Feldrand, muss über die Verknüpfung mit Pairing-IDs die gesamte Datengrundlage analysiert werden, bis jeder Teil-Beladung ein Anbau (Lieferant) zugeordnet werden kann (siehe [Anhang B](#)). Für die Darstellung der lagerspezifischen Stoffkreisläufe sind die im Lager angenommenen/entnommenen Substrate (Entladungen/Beladungen) von Bedeutung. Für die Abrechnung gegenüber einem Lieferanten/Empfänger die jeweils geborgene/ausgebrachte Substratmenge.

#### **6.2.4 Ausblick und Grenzen des Systems**

Die vorgestellte Lösung bietet die Möglichkeit Substrate lückenlos zwischen mehreren Teilnehmern (Erntefahrzeug, Überladefahrzeug, Transportfahrzeug, Lager) zurückzuverfolgen. Voraussetzungen sind maschinenseitig verbaute Erfassungssysteme für die Massenermittlung und M2M Kommunikationseinheiten, sowie ein System für die Auswertung der erzeugten Daten. Die beschriebene Lösung scheint in erster Linie für Großbetriebe interessant zu sein, die den Verbleib der geernteten/ausgebrachten Substrate nachvollziehen und abrechnen können müssen. Diese Verfahrenskomplexität und die damit verbundene Informationsdichte treffen aber nicht auf alle Betriebe, insbesondere mit westdeutscher Struktur, zu. Verfahren ohne Überlade- und separate Transportfahrzeuge sind bei kleineren Betrieben und auch Dienstleistern noch häufig anzutreffen. In einfacheren Verfahrensketten von Dienstleistern und mittleren Betrieben kann dieses System für die lückenlose Dokumentation und Abrechnung der geleisteten Arbeit und transportierten Substrate ohne Einschränkung Verwendung finden.

In manchen Bundesländern sind die Strukturen jedoch so kleinräumig, dass auch die Datenerhebung mit dem beschriebenen System zu Lücken in der Erfassung führen kann.

Dies ist der Fall, wenn in einer Überladung eines Erntefahrzeuges das Substrat mehrerer Schläge verschiedener Lieferanten enthalten ist. Nur über die Ertragserfassung aus der Erntemaschine kann mit Hilfe der Verschneidung mit Schlagkonturen, die Menge je Schlag/Lieferant ermittelt werden. Durch Überladen auf ein anderes Fahrzeug entsteht ein Be-/Entladungsvorgang, der nicht mehreren Lieferanten zugeordnet werden kann. Bei der Entladung im Lager und Rückverfolgung über die DDIs „Pairing-ID“ und ggf. „Load Position“ ist eine Aufteilung der Substrate nicht mehr eindeutig möglich. Für kleinstrukturierte Agrargebiete hat dies zur Folge, dass entweder jeder Schlag für sich beerntet werden muss, oder bei Gewannenbewirtschaftung die mengenmäßige Abrechnung für Substrate auf Grundlage der Ertragsermittlung in einem Erntefahrzeug durchgeführt werden muss. Die Kalibrierung des Selbstfahrhäckslers erfolgte in Versuchsanstellung A mit den ermittelten Gewichten einer geeichten Waage (Begleitschein) spätestens nach jeder sechsten Beladung oder mindestens einmal je Schlag. Diese Herangehensweise deckt sich mit der Empfehlung nach Thurner et al. (2011a) zu einer hinreichend genauen Ermittlung der Masse. Wie in Kapitel 2.4.3 dargestellt, ist die Ermittlung und Abrechnung von Massen nur mit geeichten Systemen erlaubt. Hier müssen geeignete Konditionen gefunden und vereinbart werden, so dass auch in diesem Fall eine rechtssichere Abrechnung gewährleistet ist.

Das Vorhandensein eines einheitlichen Online Wiegesystems (wie das FWS) ist für eine heterogene Fahrzeugflotte („multicolored fleet“), wie sie in der Ernte für Biomasse auf Biogasanlagen häufig zum Einsatz kommt, nicht vorzusetzen. Meist ist auf Biogasanlagen eine zentrale Verwiegung mit einer Fuhrwerkswaage vorgesehen.

### **6.3 Zentrale Verwiegung mit einer Fuhrwerkswaage**

Die Fuhrwerkswaage stellt für viele Betriebe (Biogasanlagen) eine sehr flexible Lösung zur Verwiegung von Substraten dar. Einerseits können vorhandene Transportgespanne ohne Wiegeeinrichtung eingesetzt werden. Andererseits steht ganzjährig ein in der Praxis bewährtes System zur Verwiegung von Fahrzeugen aller Art zur Verfügung. In Kapitel 5.3 wurde ein System mit zentraler Verwiegung aller Warenbewegungen einer Biogasanlage vorgestellt. Die wesentlichen Schwachstellen des Systems ergeben sich aus der Konfiguration der einzelnen Komponenten. Während eine Wiegesoftware nicht für die Verwaltung von Schlägen oder Substratlieferungen ausgelegt ist, kann ein FMIS nicht die volle Funktionalität zur Anbindung beliebiger Waagen bieten. Daher werden in der Praxis



Schnittstellen zum Austausch von Stamm- und Bewegungsdaten vereinbart, die aufwändig definiert und gepflegt werden müssen. Nur mit definierten Schnittstellen und gemeinsamen Stammdaten in beiden Systemen kann ein fehler- und verlustfreier Transfer von Datensätzen zwischen den Systemen bewerkstelligt werden. Die Schwierigkeit der Umsetzung von gemeinsamen Schnittstellen liegt in der großen Heterogenität der verschiedenen Systeme und den proprietären Ansätzen der diversen Hersteller. In Versuchsanstellung C ist es gelungen eine geeignete Schnittstelle zum Datenaustausch für ein dezidiertes System umzusetzen, welches unter Praxisbedingungen funktioniert. Auch andere Hersteller (siehe Kapitel 2.3.2.4, 2.3.2.5 und 2.3.2.6) bieten ähnliche Systeme in unterschiedlichen Ausbaustufen an, zum Teil mit automatisierter Wägung oder RFID-Datenübertragung. Das Rübenlogistiksystem (siehe Kapitel 2.3.2.4) übergibt beispielsweise die Daten zum Lieferant mittels RFID von Fahrzeug zu Fahrzeug. Dabei müssen von den Fahrern Eingaben an einer Bedieneinheit zur Kopplung der Datenverbindung zwischen den Fahrzeugen vorgenommen werden. Das in Kapitel 2.3.2.6 vorgestellte System nutzt die RFID Kopplung zwischen Transport- und Erntefahrzeug zur Identifizierung des Transportfahrzeuges am Erntefahrzeug und der Waage. Nach der Beladung schickt der proprietäre Bordcomputer („Moped“) am Erntefahrzeug eine Information zum Überladevorgang des aktuell beladenen Fahrzeuges inkl. der Lieferanteninformation per Online Verbindung an die zentrale Waage. Dort wird das Transportfahrzeug mittels RFID erkannt und der Wiegedatensatz mit den Informationen des Erntefahrzeuges ergänzt. Die Wägung wird automatisch ausgelöst, sobald sich das Fahrzeug auf der Waage befindet, auch wenn die Informationen des Erntefahrzeuges zum Lieferanten noch nicht vorliegen. Nach EichG (1969) ist es *„verboten Meßgeräte zur Bestimmung der Länge, der Fläche, des Volumens [oder] der Masse [...] ungeeicht im geschäftlichen Verkehr zu verwenden oder so bereitzuhalten, daß sie ohne besondere Vorbereitung in Gebrauch genommen werden können.“* Die automatische Auslösung der Wägung ist also nach Eichgesetz nicht zulässig. Aus der Systembeschreibung geht nicht hervor, wie ein mögliches Backup-System bei fehlenden Daten konfiguriert ist. Eine entsprechende Anfrage des Autors wurde vom Hersteller nicht beantwortet. Ein weiterer Nachteil dieses Systems liegt in der Trennung von Waren- und Datenstrom (vgl. Kapitel 2.5.3).

Eine Weiterentwicklung der stationären Verwiegung ist aber aus genannten Gründen erforderlich. In Kapitel 6.2 wurde ein ISOBUS Access Point als zu entwickelnde Komponente vorgestellt. Dieser Access Point kann sowohl auf mobilen Arbeitsmaschinen

für den Austausch von Informationen zwischen den Maschinen und als stationäre Einheit zur Erkennung eines Lagerortes genutzt werden. Auf gleiche Weise wie im mobilen Einsatz können so über die DDI „Paring-ID“ Informationen von einem Access-Point zum nächsten zurückverfolgt werden. Generell gilt diese Herangehensweise auch für die Verwendung des mobilen FWS als zentrale Waage in der Innenwirtschaft. Softwareseitig bedarf es dazu keiner Änderung gegenüber der mobilen Variante. Die standardisierte Schnittstelle ermöglicht jedem Waagenhersteller die sofortige Konnektivität zu kompatiblen FMIS Anwendungen. Mit diesem Ansatz gelänge erstmals der Transfer des ISOBUS Standards in die Innenwirtschaft.

## 7 Schlussfolgerung

„Automatische Dokumentation“ wird aktuell von vielen Herstellern aktiv beworben. Die Definition aus Kapitel 2.1.2 gibt den Eckpfeiler eines solchen Systems vor: Es ist ein selbstständig ablaufender Prozess von der Datenerfassung bis hin zur Informationsbereitstellung. Die untersuchten Systeme waren nur teilweise den definierten Anforderungen zur automatischen Dokumentation von Warenströmen bei Transportprozessen von landwirtschaftlichen Gütern geeignet, von „*automatisierter Dokumentation*“ konnte in Einzelfällen gesprochen werden. Viele Eingriffe der User waren in aktuellen Anwendungen auf Bordcomputer oder FMIS im Prozess der Datenerfassung, -übertragung und -verarbeitung notwendig. Die Diskussion zeigt, dass durch die Verwendung von gemeinsamen Stammdaten über alle Systemkomponenten hinweg eine erhebliche Vereinfachung der Datenverarbeitung möglich ist. Auch ein intelligenter Algorithmus zur Erkennung von unbekanntem Datensätzen und Wandlung zu Stammdaten ist eine Voraussetzung für die automatisierte Verarbeitung (Pauli et al., 2013). Die aktuellen Bordcomputer besitzen durch ihre singuläre Erfassungslogik eine zu sehr auf die Einzelmaschine bezogene Sichtweise (Bartolein et al., 2011). Künftig müssen Bordcomputer als Teil eines Gesamtsystems innerhalb eines Online-Netzwerkes („Cloud“) agieren und auf die speziellen Anforderungen eines FMIS angepasst werden, so dass Systembrüche vermieden werden können.

Die Datenübertragung spielt eine zentrale Rolle im System. Derzeit sind viele Systeme für die Kommunikation mit Offline-Wechseldatenträgern konzipiert. Künftige Systeme müssen ihre Daten online über eine Mobilfunkverbindung übertragen, so dass diese im Gesamtsystem sofort georedundant und manipulationssicher zur Verfügung stehen. Die Offline Datenübertragung erfüllt nicht mehr die Ansprüche für künftige Anforderungen (Rusch et al., 2011). Der ISOBUS Standard bildet dafür die Grundlage, muss aber hinsichtlich inkrementeller Übertragung von Daten und M2M Kommunikation ergänzt werden (siehe Kapitel 6.2.2). Erst die Vernetzung und Kommunikation aller Clients in einem drahtlosen Netzwerk ermöglicht neue Applikationen (Wang et al., 2006). Vellidis et al. (2007) sehen durch die drahtlose Vernetzung einen ähnlichen Technologiesprung wie GPS in der letzten Dekade bewirken konnte. Die Systeme zur Erfassung und Verarbeitung der Daten müssen künftig „smarter“ mit den Anwendern in Interaktion treten

und benötigte Angaben aktiv/gezielt abfragen. Die Anwender sollen durch die eingesetzte Technik nicht überfordert werden.

In der vorliegenden Arbeit wurden Datenbereiche definiert, welche vom Anwender gezielt einzugeben sind bzw. aus dem Kontext automatisch ermittelt werden können. Diese Aussage zeigt, dass es künftig eine Steigerung in der „automatisierten Dokumentation“ geben wird, wohl aber keine vollautomatische Dokumentation, welche eine Form von Intelligenz voraussetzt, die derzeit nur von einem Menschen geleistet werden kann.

Die Ergebnisse zur Untersuchung bestehender Dokumentationssysteme in Kombination mit den eingangs genannten Lebensmittelskandalen zeigen deutliche Schwächen hinsichtlich der rechtlichen Belastbarkeit und des Dokumentationsumfangs im Gesamtsystem auf. Durch die Erweiterungen der Dokumentationssysteme im produzierenden Bereich des Lebensmittelsektors ist zumindest die Dokumentation bis zur verarbeitenden Stufe gewährleistet (Petersen et al., 2008). Die aufnehmende Hand und die produzierenden Betriebe benötigen ein geeignetes Austauschformat, so dass auch systemübergreifend Informationen weitergegeben werden können.

## 8 Kritik an der Arbeit

Die Komplexität dieses Themas einer automatischen Dokumentation und die Vielschichtigkeit in Landwirtschaft und im Dienstleistungssektor sind vermutlich mit keiner anderen Branche vergleichbar. Die Outputs der Branche – Lebensmittel – stellen in der Gesellschaft per se einen sehr sensiblen Bereich dar und unterliegen daher strengen Reglements (vgl. Kapitel 2.4). Daher werden die Anforderungen an Produktion, Transport und Dokumentation stetig erhöht. Generell gilt es für Betriebe jeder Größenordnung, diese Vorgaben einzuhalten und die Einhaltung der Vorschriften elektronisch aufzuzeichnen oder schriftlich zu fixieren. Vom Gesetzgeber wird gefordert, „Systeme und Verfahren“ einzurichten, die es ermöglichen, den geforderten Dokumentationsumfang aufzuzeichnen. Durch die Verallgemeinerung der Formulierung auf „Systeme und Verfahren“ bleibt es den Betroffenen derzeit noch offen, mit welchen Hilfsmitteln die geforderten Aufzeichnungen zu erfüllen sind. Mit der zunehmenden möglichen Technisierung werden die gesetzlichen Anforderungen an Prozesse, Dokumentation und Abrechnung aber an das technisch machbare angehoben und auf alle Betriebe unterschiedlicher Größenklassen gleichermaßen angewendet. Ebenso wenig wie die analoge Dokumentation für jeden Betrieb beliebig skalierbar ist, gilt es betriebsindividuell die Skalierbarkeit der technischen Möglichkeiten für kleine Betriebe zu überprüfen.

Die in dieser Arbeit beschriebene Erweiterung der Dokumentationseinrichtungen für Transportprozesse ist nicht für jeden Betrieb im gleichen Maße erforderlich. Auch künftig wird es neben wenigen Großbetrieben verhältnismäßig mehr kleine Betriebe (Familienbetriebe) geben, die mit geringerem Aufwand eine vergleichbare Dokumentationssicherheit gewährleisten können, da innerbetriebliche Prozesse wesentlich einfacher abbildbar sind. Die Forderung nach elektronischer Dokumentation auf dem aktuell möglichen technischen Niveau (vgl. Kapitel 2.5.3) sollte auf Grund der relativ hohen Investitionen für kleine und mittlere Betriebe kein Ausscheidungskriterium aus dem Markt bedeuten müssen, da z.B. die Nichteinhaltung von Ausbringungsgrenzen für Wirtschaftsdünger über Bodenuntersuchungen nachgewiesen werden kann.

Die Entwicklungen von Hilfsmitteln zur elektronischen Dokumentation (z.B. Bordcomputer, FMIS usw.) haben ihr Ziel der Erleichterung der Aufzeichnungspflicht für die Beteiligten nur teilweise erreicht. Der erforderliche Datenumfang, die hohe Zahl von

Beteiligten und das Know How zur Bedienung der einzelnen Clients im Gesamtsystem sind nur für Experten überschaubar. Der Einsatz der beschriebenen Systeme bedeutet für Anwender eine hohe Lernbereitschaft und Technikaffinität, um das System effizient benutzen zu können. Es reicht nicht aus, sich gelegentlich mit solchen Systemen kurz zu beschäftigen. Vielmehr ist die tägliche Auseinandersetzung mit den aufgezeichneten Daten erforderlich, um diese Systeme beherrschen zu können. Umgekehrt bedeutet die Aussage, dass weniger versierte Anwender unter Umständen mit manueller Dokumentation einfacher und sicherer die Dokumentationspflicht erfüllen können. Dies demonstriert wiederum, dass elektronische Systeme nicht für jeden Betrieb gleichermaßen geeignet und somit anzuwenden sind.

Mit dieser Arbeit wurde gezeigt, dass die Entwickler von künftigen Lösungen neben der Umfänglichkeit eines Systems, vor allem auf die Vernetzung zwischen verschiedenen Systemen und Wert auf eine hohe Benutzerfreundlichkeit und Integrationsdichte legen müssen. Dazu ist es notwendig im offenen Dialog herstellerübergreifend Lösungen zu erarbeiten.

Die vorliegende Arbeit umfasst nicht jedes Detail für die Umsetzung des Gesamtsystems aus Datenerfassung, -übertragung und -verarbeitung, beinhaltet aber die grundlegenden Zusammenhänge. Es wurden Schwerpunkte auf einzelne Aspekte gelegt, die als Schlüsselkomponenten angesehen wurden. In weiterführenden Arbeiten müssen nun Details zur Umsetzbarkeit erörtert und technische Konzepte erarbeitet werden.

## 9 Weiterführende Arbeiten

In den vorangegangenen Kapiteln wurden bereits viele neu zu entwickelnde Komponenten (Access Points, DDIs, Speicherung und Verarbeitung von Spurdaten, uvm.) beschrieben. In den weiterführenden Arbeiten sind diese Komponenten nun weiter zu spezifizieren und umzusetzen.

Als nächste Schritte sind die Beantragung neuer DDIs für die transportspezifische Dokumentation und die Umsetzung in der Bordcomputererfassung sowie der Verarbeitung im FMIS anzugehen. Zeitgleich sollten die in der AEF angestoßene Standardisierung des Wireless Data Transfer vorangetrieben und die Ergebnisse aus dieser Arbeit dazu eingebracht werden. Darin inbegriffen sind genormte Schnittstellen zur inkrementellen Übertragung von Bordcomputerdaten und dem Abruf der Spurdaten.

Die Hersteller von Bordcomputersystemen sollten verstärkt ein Gesamtsystem einschließlich FMIS im Fokus haben, das die Erfassung von maschinenübergreifenden Informationen erlaubt. Zudem sollte in der Entwicklung von Bordcomputern vermehrt auf die Bedienbarkeit bzw. automatische Ermittlung von Informationen aus dem Kontext geachtet werden.

Die Weitergabe von substratspezifischen Angaben, wie Art, Bezeichnung oder Inhaltsstoffe an andere Fahrzeuge (z.B. zur automatischen Kalibrierung eines Feldhäckslers) über den genannten Access Point ist in weiterführenden Arbeiten zu überprüfen. Ebenso stellt die Konfiguration eines stationären Access Points mit den substratspezifischen Daten (Use Case: Gärrestlager) eine interessante Weiterentwicklung des ISOBUS Standards in der Innenwirtschaft dar.

Die Entwicklung von Onlinesystemen stellt die Hersteller vor eine weitere Herausforderung: Die Akzeptanz eines solchen Systems bei den Anwendern. Künftig sollten Bereiche ermittelt werden, die ohne weiteres in ein Onlinesystem ausgelagert werden können und welche Daten auf Grund ihrer Sensibilität in einem Offline System verbleiben müssen. Dies beinhaltet auch die Aufklärung der betroffenen Anwender durch gezielte Erläuterung aller Komponenten des Gesamtsystems.

## 10 Zusammenfassung

In der Landwirtschaft und dessen Umfeld werden sowohl innerbetrieblich wie auch außerbetrieblich mit dem Schienenverkehr vergleichbare Massen (ca. 400 Mio. t/a) transportiert (Bernhardt, 2003). Durch Zunahme der Transporte, deren Bedeutung und den überbetrieblichen Maschineneinsatz tritt heute neben dem reibungslos ablaufenden Massefluss der dazugehörige Datenstrom immer mehr in den Vordergrund, um Rückverfolgbarkeit, Abrechnung und Controlling gewährleisten zu können. Die Entwicklung von umfänglichen Datenerfassungssystemen hinkt dem rasanten Fortschritt in Landwirtschaft und Landtechnik hinterher.

Dabei stellt die automatisierte Aufzeichnung der erledigten Arbeit neben der Erfüllung gesetzlicher Dokumentationsvorgaben einen wichtigen Faktor für eine langfristige Kundenbindung dar (Engelhardt et al., 2013, Oexmann, 2005, Berutto et al., 2011). Am Markt werden bereits zahlreiche Lösungen für die „lückenlose Dokumentation“ von Transporten für verschiedene Bereiche, wie die Biogas- und Getreideernte oder Wirtschaftsdüngerausbringung, beworben.

Die Zielstellungen dieser Arbeit lagen in der Entwicklung eines Bewertungsmaßstabes für Dokumentationssysteme, deren anschließenden Überprüfung und der konzeptionellen Entwicklung eines Systems zur hochautomatisierten Dokumentation.

Die Ableitung eines Bewertungsmaßstabes zur Evaluierung von Dokumentationsdaten (speziell für Transportprozesse von landwirtschaftlichen Gütern) erfolgte unter anderem auf Grundlage der Ausführungen von Seufert und Hesse (2008), Keicher et al. (2008), Oexmann (2005), Rusch (2012) und Pauli et al. (2013) (vgl. Kapitel 2.5). Auf Grundlage definierter Parameter (z.B. Art der Datenübertragung, Aufzeichnungsintervall, Manipulationssicherheit) wurden die erhobenen Dokumentationsdaten auf Automatisierung in Erfassung und Verarbeitung, sowie hinsichtlich ihrer Rechtssicherheit analysiert und eingeordnet. Untersuchungsgegenstand waren Dokumentationsdaten von Bordcomputern (John Deere GreenStar™, Müller Basic Terminal Top), Flottenmanagementsystemen (AO netDok) und einer Fuhrwerkswaage (OAS).



Die untersuchten Systeme und Daten erfüllen derzeit nicht die Anforderungen einer *automatischen* Dokumentation von Warenströmen bei Transportprozessen landwirtschaftlicher Güter. Einige Systeme sind auf die Eingabe von Informationen durch den Anwender angewiesen oder ermöglichen den Datenaustausch nur über Wechseldatenträger. In Einzelfällen kann von einer *automatisierten* Dokumentation gesprochen werden. Je nach Konfiguration konnte ein hoher Erreichungsgrad der definierten Anforderungen bzgl. Automatisierung und Rechtsicherheit festgestellt werden. Als wesentliche Schwachstellen wurden Systembrüche und Inkonsistenzen durch eine uneinheitliche Stammdatengrundlage identifiziert. Zudem hat sich der Datenaustausch über Wechseldatenträger als weitere Schwachstelle für Datenverlust, Manipulation oder als Ursache für fehlende Automatisierung herauskristallisiert.

Im Detail wurden Lösungsansätze für die Neuentwicklung oder Weiterentwicklung vorhandener Systeme diskutiert. Die vorliegende Arbeit zeigt, dass viele (z.T. standardisierte) Komponenten bereits vorhanden sind und künftig durch Vernetzung und einige Ergänzungen ein optimiertes Gesamtsystem erreicht werden kann. Die Idee zur Neuentwicklung eines Systems wurde auch aus diesem Grund verworfen. Die vorliegende Arbeit beschreibt erstmals ein Gesamtsystem von der Datenerfassung, über den Datentransfer bis hin zur Datenverarbeitung und einer neuen Herangehensweise zur Speicherung der generierten Informationen in einem FMIS.

Als Schlüsselkomponenten des Gesamtsystems werden der Wireless Data Transfer, eine inkrementelle Datenübertragung sowie eine gemeinsame Stammdatengrundlage und Speicherung von Bewegdaten in der „Cloud“ angesehen.

## 11 Summary

The amount of agricultural transports of just about 400 t/a is comparable to rail traffic (Bernhardt, 2003). Due to the increase of transportation volumes and the raising importance of transports, the associated data stream becomes more important to ensure traceability, billing and controlling. The development of documentation systems has come nowhere close to matching the rapid progress in agriculture and agricultural engineering.

The automated recording of work is in addition to fulfilling documentation requirements an important factor for long-term customer retention (Engelhardt et al., 2013, Oexmann, 2005, Berutto et al., 2011). On the market there are already a numerous of solutions for a “complete documentation” of transports in different contexts advertised, such as harvesting or manure spreading.

The aims of this investigation were the development of a valuation standard for documentations systems, their examination and the design of a system for high automated documentation.

The derivation of a valuation standard was based on the work of Seufert und Hesse (2008), Keicher et al. (2008), Oexmann (2005), Rusch (2012) and Pauli et al. (2013). On basis of defined parameters (e.g. kind of data transfer, recording interval, manipulation security) the documentation data was examined on automation in data capture and processing as well as in (german) legal compliance aspects. Data from on-board computers (John Deere GreenStar ®, Müller Basic Terminal Top), fleet management systems (AO netDok) and stationary weighing systems (OAS) were object of the investigation.

The tested systems and datasets currently do not fulfill the requirements for *automatic* documentation of commodity flow in transport processes of agricultural goods. Some of these systems require a lot of input from a user or only transfer data via removable disks. In some cases an *automated* documentation was possible. Depending on the configuration, a high degree of achievement concerning the defined requirements in terms of automation and legal certainty could be detected. System disconnects and

inconsistencies due to discrepancies in master data could be identified as the main weak points. The exchange of data via removable media was not only found to be more susceptible to data loss and manipulation but also to be the reason for the lack of automation.

In detail solution approaches for new development or further development were discussed. The present work shows that many components already exist, but have to be better linked in the future in order to optimize the system. Also for this reason the idea of developing a new system was discarded. This paper describes for the first time a complete system including data collection, data transfer and data processing as well as a new approach regulating the storage of generated information in FMIS.

Key components of this complete system are the wireless data transfer, an incremental data exchange, a common master data and the storage of documentation data on "cloud".

## 12 Literaturverzeichnis

- Alcalá, F., Lecker, J. (2012):** Mobiles Internet auf dem Ackerschlag. Analyse empirischer Langzeitdaten. In: Clasen, M., G. Fröhlich, H. Bernhardt, K. Hildebrand, Theuvsen Brigitte (Hrsg.): Informationstechnologie für eine nachhaltige Landwirtschaft. Fokus Forstwirtschaft ; Referate der 32. GIL-Jahrestagung, 29. Februar - 01. März 2012, Freising, Germany. Ges. für Informatik, Bonn, S. 35–38.
- Bartolein, C., Blank, S., Meyer, A., Kormann, G. (2011):** Seamless Data Management for Agricultural Vehicles within the iGreen Infrastructure. In: Conference Agricultural Engineering. Land.Technik AgEng 2011 : solutions for intelligent and sustainable farming. VDI-Verlag, Düsseldorf, S. 293–298.
- Beplate-Haarstrich, L. (2007):** Entwicklung eines Korndummies zur direkten Markierung von Getreide mittels Radiofrequenzidentifikation (RFID) als technische Möglichkeit zur Rückverfolgung, Göttingen.
- Bernhardt, H. (2007):** Verfahrenstechnische Konsequenzen zur Bewältigung ordnungspolitischer Vorgaben und Handelsnormen bei der Getreideproduktion unter Einbeziehung der Mykotoxinproblematik. Cuvillier, Göttingen.
- Bernhardt, H. (2003):** Transportaufkommen in der Landwirtschaft. In: Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.): Transport- und Umschlagtechnik in landwirtschaftlichen Betrieben, Dresden.
- Bernhardt, H., Dörfler, R. (2012):** Qualitätssicherung (Rückverfolgbarkeit). In: Frerichs, L. (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2012. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, Braunschweig, S. 1–10.
- Berutto, R., Busato, P., Zokaei, K., Fuentes-Pila, J. (2011):** Green lean approach for improving sustainability and economic performance of vegetable supply-chain: the ZEROEMISSION case. In: XXXIV CIOSTA CIGR V Conference Efficient and safe production processes in sustainable agriculture and forestry, Vienna.

- Bibliographisches Institut GmbH (2013):** Wörterbuch Eintrag: "Data-Mining". Abrufbar unter <http://www.duden.de/node/673172/revisions/1217338/view> (zuletzt geprüft am: 11.04.2013).
- Bibliographisches Institut GmbH, Dudenverlag (2013):** Wörterbuch: Eintrag "Dokumentation". Abrufbar unter <http://www.duden.de/node/705097/revisions/1164000/view>.
- Bibliographisches Institut GmbH, Dudenverlag (2012):** Wörterbuch: Eintrag "automatisch". Abrufbar unter <http://www.duden.de/node/646407/revisions/898377/view>.
- Blank, S., Bartolein, C., Meyer, A., Ostermeier, R., Rostanin, O. (2013):** iGreen: A ubiquitous dynamic network to enable manufacturer independent data exchange in future precision farming. Computers and Electronics in Agriculture 98, 0/2013, S. 109–116.
- Böhrnsen, A. (2013):** Wenn das iPhone mit der Waage spricht. profi, 1/2013, S. 82–85.
- DIN Deutsches Institut für Normung e.V.:** Managementsysteme für die Lebensmittelsicherheit – Anforderungen an Organisationen in der Lebensmittelkette (ISO 22000:2005); Deutsche Fassung EN ISO 22000:2005.
- EichG (1969):** Gesetz über das Meß- und Eichwesen.
- Eichhorn, H., Böhrnsen, A. (1999):** Landtechnik. Ulmer, Stuttgart.
- Engelhardt, D., Zimmermann, N., Bernhardt, H. (2013):** Organisation der Getreideernte - Einflussfaktoren und Chancen. In: VDI Wissensforum GmbH (Hrsg.): Technik für die Getreideernte. VDI-Verl., Düsseldorf, S. 71–80.
- EU-VO 178/2002 (2002):** Verordnung (EG) Nr. 178/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 28. Januar 2002 zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit.

- Flanagan, J. C. (1954):** The critical incident technique. Psychological Bulletin 51, 4/1954, S. 327–358.
- Fliegl Agrartechnik (2012):** Wiegesystem ISOBUS. Mit Task-Controller-Schnittstelle – herstellerübergreifend. Abrufbar unter <http://www.fliegl-agrartechnik.de/index.cfm?event=cmp.std.multimedia.download&file=%2Fsmfiledata%2F2%2F7%2F6%2F1%2F9%2FDFWSJan%2E2013%2Epdf> (zuletzt geprüft am: 18.04.2013).
- FoodPLUS GmbH (2013):** Willkommen bei GLOBALG.A.P. Abrufbar unter [http://www1.globalgap.org/cms/front\\_content.php?idcat=9](http://www1.globalgap.org/cms/front_content.php?idcat=9) (zuletzt geprüft am: 05.04.2013).
- Gabler Verlag (2013):** Gabler Wirtschaftslexikon, Stichwort: Transport, online im Internet: <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/83378/transport-v5.html> (zuletzt geprüft am: 17.01.2013).
- Gehring Martin (2010):** Biomassetransporte. Hinweise zur Organisation und Verrechnung. Abrufbar unter [http://www.biogas-forum-bayern.de/publikationen/Biomassetransporte\\_Hinweise\\_zur\\_Organisation\\_und\\_Verrechnung.pdf](http://www.biogas-forum-bayern.de/publikationen/Biomassetransporte_Hinweise_zur_Organisation_und_Verrechnung.pdf) (zuletzt geprüft am: 29.08.2013).
- GoBS (1995):** Grundsätze ordnungsmäßiger DV-gestützter Buchführungssysteme (GoBS). Schreiben des Bundesministeriums der Finanzen an die Oberfinanzbehörden der Länder vom 7. November 1995 - IV A 8 - S 0316 - 52/95 - BStBl 1995 I.
- Grimnes, G. A., Kiesel, M., Abufouda, M., Schröder, A. (2012):** Semantic Integration through Linked Data in the iGreen project. In: Clasen, M., G. Fröhlich, H. Bernhardt, K. Hildebrand, Theuvsen Brigitte (Hrsg.): Informationstechnologie für eine nachhaltige Landwirtschaft. Fokus Forstwirtschaft ; Referate der 32. GIL-Jahrestagung, 29. Februar - 01. März 2012, Freising, Germany. Ges. für Informatik, Bonn, S. 107–110.
- Heizinger, V., Bernhardt, H. (2012):** Algorithmische Analyse von Transportsystemen für Biomasse. Landtechnik 1, 67/2012, S. 22–25.

- Hemmerling, U., Pascher, P., Naß, S., Luetgebrune, C. (2011):** Situationsbericht 2011/12: Trends und Fakten zur Landwirtschaft. Deutscher Bauernverband.
- Herlitzius, T., J. Teichmann (2011):** Praxistest des Kommunikationssystems. Abrufbar unter <http://www.km.tu-berlin.de/fileadmin/fg21/KM-Bilder/LaSeKo-2011/03-Laseko-Teichmann-TUD.pdf> (zuletzt geprüft am: 22.02.2013).
- Hesse, J., Seufert, H. (2008):** Handelsstandards. In: Seufert, H., J. Hesse (Hrsg.): Landwirtschaft = QM. Qualitätsmanagement im Lebens- und Futtermittelsektor. DLG-Verlag, Frankfurt am Main, S. 133–174.
- Hesse, J., Seufert, H. (2007):** Entwicklung eines einheitlichen Informationssystems in landwirtschaftlichen Unternehmen für Anforderungen an Rechtsetzung, Cross Compliance und Handelsstandards. In: Landwirtschaftliche Rentenbank (Hrsg.): Sammelband zum Symposium der Edmund Rehwinkel-Stiftung: Zur Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Agrarwirtschaft - politische, institutionelle und betriebliche Herausforderungen, Frankfurt am Main, S. 147 ff.
- Höpfinger, F. (2013):** ISO 11783-11 Mobile Data Element Dictionary. DDE Request Form. Abrufbar unter [http://dictionary.isobus.net/isobus/attachments/399/ISO11783-11-DDI-323-Unload\\_Identification\\_Number\\_v1-v1.pdf](http://dictionary.isobus.net/isobus/attachments/399/ISO11783-11-DDI-323-Unload_Identification_Number_v1-v1.pdf) (zuletzt geprüft am: 17.09.2013).
- iGreen (2013):** iGreen bringt Dienste und Wissen auf den Punkt. Abrufbar unter <http://www.igreen-projekt.de/iGreen/index.php?id=5&L=3wANDm1%3D1-->.
- ISO 11783-10 (2009):** Tractors and machinery for agriculture and forestry — Serial control and communications data network. Part 10: Task controller and management information system data interchange.
- ISO 11783-11 (2011):** Tractors and machinery for agriculture and forestry — Serial control and communications data network. Part 10: Mobile data element dictionary.
- Jensen, L. A., C. G. Sørensen, R. N. Jørgensen (2007):** Real-time Internet-Based Traceability Unit for Mobile Payload Vehicles. Abrufbar unter <http://hdl.handle.net/1813/10621> (zuletzt geprüft am: 28.09.2013).

- Keicher, R., Seufert, H., Schwarz, H.-P. (2008):** Konsequenzen für Verfahrenstechnik und Management. In: Seufert, H., J. Hesse (Hrsg.): Landwirtschaft = QM. Qualitätsmanagement im Lebens- und Futtermittelsektor. DLG-Verlag, Frankfurt am Main, S. 175–220.
- Köhler, B., Spiekers, H., Demmel, M., Diepolder, M., Thurner, S. (2010):** Effizienz der Futterwirtschaft: Erträge von Silomais und Genauigkeit der Ertrags- und Trockenmasse (TM)-Messung am Feldhäcksler. In: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.): DMK-Tagung: Futterkonservierung und Fütterung, S. 63–70.
- Kunisch, M., Frisch, J., Martini, D., Schmitz, M., Böttinger, S. (2009):** Stand der Entwicklung von agroXML. In: GIL Jahrestagung, S. 89–92.
- Land-Data Eurosoft GmbH & Co KG (2013):** AO Agrar-Office 5.0. Land-Data Eurosoft GmbH & Co KG.
- Lee, K.-M., Armstrong, P. R., Thomasson, J. A., Sui, R., Casada, M., Herrman, T. J. (2010):** Development and Characterization of Food-Grade Tracers for the Global Grain Tracing and Recall System. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58, 20/2010, S. 10945–10957.
- Living Logic (2012):** Produktblatt BIOGASPOWER Erntelogistik. Abrufbar unter [http://www.erntelogistik.de/xist4c/download/web/Flyer\\_BiogasPower\\_uplId\\_3121\\_\\_cold\\_5365\\_.pdf](http://www.erntelogistik.de/xist4c/download/web/Flyer_BiogasPower_uplId_3121__cold_5365_.pdf) (zuletzt geprüft am: 13.02.2013).
- marion (2013):** marion. mobil. kooperativ. effizient. Abrufbar unter <http://www.projekt-marion.de/drupal/?q=node/3/> (zuletzt geprüft am: 01.04.2014).
- MBO-Ä. (1997):** (Muster-) Berufsordnung für die in Deutschland tätigen Ärztinnen und Ärzte.
- Meyer, A. H., Pache, E., Reinhart, A., Sosnitza, O., Streinz, R. (2010):** LFGB, BasisVO. Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch, Verordnung (EG) Nr. 178/2002 - Auszüge. Beck, C H, yMünchen.



- Meyer, H. (2009):** Landwirtschaftliches, selbstkonfigurierendes Kommunikationssystem zur Überwachung, Optimierung und Dokumentation von Ernteprozessen. Abrufbar unter <http://www.laseko.de/index.html> (zuletzt geprüft am: 22.02.2013).
- Meyer, H., Rusch, C. (2010):** LaSeKo - Landwirtschaftliches selbstkonfigurierendes Kommunikationssystem zur Prozessoptimierung. Landtechnik 2010, 6/2010, S. 450–452.
- Meyer, H., Rusch, C., Herlitzius, T., Geimer, M., Engel, T., Frenkel, A., Kritzner, A., Möller, M. (2009):** Selbstkonfigurierendes Kommunikationssystem zur Überwachung, Optimierung und Dokumentation von Arbeitsprozessen. In: Fachtagung Baumaschinentechnik 2009, Dresden, S. 289–296.
- Mührel, K. (1983):** Transport, Umschlag, Lagerung in der Landwirtschaft. VEB Verlag Technik, Berlin.
- OAS (2013):** Fahrzeugwaagen für Biogasanlagen. Abrufbar unter <http://www.oas.de/geschaeftsfelder/fahrzeugwaage/biogas-fahrzeugwaage.html> (zuletzt geprüft am: 18.04.2013).
- Oexmann, B. (2008):** Informative "Systeme und Verfahren" zur Rückverfolgbarkeit als rechtsichere Dokumentation nach Art. 18 BasisVO. In: Seufert, H., J. Hesse (Hrsg.): Landwirtschaft = QM. Qualitätsmanagement im Lebens- und Futtermittelsektor. DLG-Verlag, Frankfurt am Main, S. 124–132.
- Oexmann, B. (2005):** Dokumentation -landwirtschaftliche Produkthaftung. Abrufbar unter <http://www.oexmann.de/produkthaftung/dokumentation-landwirtschaftliche-produkthaftung> (zuletzt geprüft am: 06.03.2013).
- Pauli, S. A. (2013):** Dokumentation in der Rübenlogistik, Pfarrkirchen-Mangolding.
- Pauli, S. A., Angermair, W., Tüller, G., Bernhardt, H. (2012):** Evaluierung von Dokumentationsdaten elektronischer Erfassungssysteme in der Erntelogistik von Biomasse. Bewertung von Realdaten für die automatische Dokumentation und Abrechnung unter Berücksichtigung gesetzlicher Vorgaben. In: VDI-MEG (Hrsg.): Land.Technik 2012. Mit Erfahrung und Innovationskraft zu mehr Effizienz ; Karlsruhe, 6. und 7. November 2012. VDI-Verl., Düsseldorf, S. 205–210.

- Pauli, S. A., Tüller, G., Angermair, W., Bernhardt, H. (2013):** Entwicklung eines benutzerfreundlichen und einheitlichen Workflows zur Verarbeitung heterogener und komplexer Prozessdaten. In: Clasen, M., K. Kersebaum, A. Meyer-Aurich, B. Theuvsen (Hrsg.): Massendatenmanagement in der Agrar- und Ernährungswirtschaft. Erhebung, Verarbeitung, Nutzung ; 20. - 21. Februar 2013 in Potsdam, Germany. Ges. für Informatik, Bonn, S. 263–266.
- Pesonen, L., J. Kaivosoja, V. Virolainen, J. Oittinen, J. Kivipelto (2007):** Remote assisted task management for ISOBUS equipped tractor-implement combination. Abrufbar unter <http://hdl.handle.net/1813/10606> (zuletzt geprüft am: 20.10.2013).
- Petersen, B., Althoff, G. S., Ellebrecht, A. (2008):** Qualitäts- und Gesundheitsmanagement in der Fleischwirtschaft-eine grenzüberschreitende Aufgabe: Überbetriebliche Informationsverarbeitung in Wertschöpfungsketten der Fleischerzeugung<sup>1</sup>. Achim Spiller und Birgit Schulze (Hg.) Zukunftsperspektiven der Fleischwirtschaft, 2008, S. 183.
- Probst, G. J. B., Raub, S., Romhardt, K. (2010):** Wissen managen. Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen. Gabler, Wiesbaden.
- ProdHaftG (1989):** Gesetz über die Haftung für fehlerhafte Produkte (Produkthaftungsgesetz - ProdHaftG). ProdHaftG.
- Rothmund, M., Wodok, M. (2010):** ISOBUS - eine systematische Betrachtung der Norm ISO 11783. In: Claupheim, W., L. Theuvsen, A. Kämpf, M. Morgenstern (Hrsg.): Referate der 30. GIL-Jahrestagung in Hohenheim 2010. Precision Agriculture Reloaded - informationsgestützte Landwirtschaft, S. 163–167.
- Rusch, C. (2012):** Untersuchung der Datensicherheit selbstkonfigurierender Funknetzwerke im Bereich von mobilen Arbeitsmaschinen am Beispiel der Prozessdokumentation, Berlin.
- Rusch, C., Reinecke, M., Grothaus, H.-P., Autermann, L., Hartanto, R., Georgiew, E. (2011):** Wireless communication on the field following ISO 11783 for autonomous process planning and controlling of cooperating mobile agricultural machines. In: Conference Agricultural Engineering. Land.Technik AgEng 2011 :

solutions for intelligent and sustainable farming. VDI-Verlag, Düsseldorf, S. 299–306.

**Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.) (2003):** Transport- und Umschlagtechnik in landwirtschaftlichen Betrieben, Dresden.

**Seufert, H., Hesse, J. (Hrsg.) (2008):** Landwirtschaft = QM. Qualitätsmanagement im Lebens- und Futtermittelsektor. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.

**Steinberger, G., Rothmund, M., Auernhammer, H. (2006):** Serverbasierte Verarbeitung von Prozessdaten gemäß ISO 11783 (ISOBUS). In: Wagner, P., K.-O. Wenkel (Hrsg.): Land- und Ernährungswirtschaft im Wandel. Aufgaben und Herausforderungen für die Agrar- und Umweltinformatik ; Referate der 26. GIL Jahrestagung, 06. - 08. März 2006 in Potsdam, Germany. Ges. für Informatik, Bonn, S. 289–292.

**Steinmeier, U. (2011):** Entmischung von kornähnlichen Epoxydharz-Markern in Weizen. – Einfluss von Fördertechnik und Silolagerung –, Göttingen.

**t3n (2013):** Fälschungen: Startup integriert Barcodes in Medikamente. Abrufbar unter [http://t3n.de/news/startup-medikamente-barcode-492661/?utm\\_source=feedburner+t3n+News+12.000er&utm\\_medium=feed&utm\\_campaign=Feed%3A+aktuell%2Ffeeds%2Frss+%28t3n+News%29](http://t3n.de/news/startup-medikamente-barcode-492661/?utm_source=feedburner+t3n+News+12.000er&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+aktuell%2Ffeeds%2Frss+%28t3n+News%29) (zuletzt geprüft am: 17.09.2013).

**Turner, S., A. Fröhner, M. Demmel, B. Köhler (2011a):** Neue Technik für die Substratbergung. Abrufbar unter [http://www.aelf-wb.bayern.de/erwerbsskombination/41827/linkurl\\_0\\_2.pdf](http://www.aelf-wb.bayern.de/erwerbsskombination/41827/linkurl_0_2.pdf) (zuletzt geprüft am: 29.08.2013).

**Turner, S., Fröhner, A., Köhler, B., Demmel, M. (2011b):** Online measurement of yield and dry matter content of wilted grass with two forage harvesters - comparison with and verification of reference measurement. In: Stafford, J. V. (Hrsg.): Precision Agriculture 2011, S. 628–637.

**Turner, S., Köhler, B., Spiekers, H. (2012):** Möglichkeiten zur automatischen Erfassung von Futtermassen und Qualitätsparametern von der Ernte bis zum Stall. In: Aktuelle Aspekte der Milchviehfütterung, S. 1–18.

- TruTag Technologies (2013):** Food and Food Packaging Security and Brand Protection. Abrufbar unter <http://www.trutags.com/market-applications/food-beverage/> (zuletzt geprüft am: 17.09.2013).
- Tumenjargal, E., Badarch, L., Kwon, H., Ham, W. (2013):** Embedded software and hardware implementation system for a human machine interface based on ISOAgLib. *Journal of Zhejiang University SCIENCE C* 14, 3/2013, S. 155–166.
- TÜV SÜD Management Service GmbH (2008):** Weltweit harmonisiert. Lebensmittelsicherheit auf höchstem Niveau (zuletzt geprüft am: 14.03.2013).
- Vellidis, G., Garrick, V., Pocknee, S., Perry, C., Kvien, C., Tucker, M. (2007):** How wireless will change agriculture. In: Precision Agriculture '07-Proceedings of the Sixth European Conference on Precision Agriculture (6ECPA), Skiathos, Greece, S. 57–67.
- Völpel, N. (2006):** Rückverfolgbarkeit vom Acker bis zum Teller, 2006.
- Wang, N., Zhang, N., Wang, M. (2006):** Wireless sensors in agriculture and food industry—Recent development and future perspective. *Computers and Electronics in Agriculture* 50, 1/2006, S. 1–14.
- Zander, O. (2013):** ORACLEs IT-Architektur für die Verarbeitung von „Big Data“. In: Clasen, M., K. Kersebaum, A. Meyer-Aurich, B. Theuvsen (Hrsg.): Massendatenmanagement in der Agrar- und Ernährungswirtschaft. Erhebung, Verarbeitung, Nutzung ; 20. - 21. Februar 2013 in Potsdam, Germany. Ges. für Informatik, Bonn, S. 363–366.
- Zimmermann, N., Bernhardt, H., Engelhardt, D. (2012):** Einsatz neuer Technologien in der Getreideprozesskette - Radio Frequenz Identifikation zur Erhöhung von Transparenz in der Transportkette und Verbesserung der Rückverfolgbarkeit. In: Clasen, M., G. Fröhlich, H. Bernhardt, K. Hildebrand, Theuvsen Brigitte (Hrsg.): Informationstechnologie für eine nachhaltige Landbewirtschaftung. Fokus Forstwirtschaft ; Referate der 32. GIL-Jahrestagung, 29. Februar - 01. März 2012, Freising, Germany. Ges. für Informatik, Bonn, S. 331–334.

## Anhang A

Zuweisung von DDIs und Device Classes zu Cultural Practice. Erweiterung zu [Tabelle 13](#)

<b>DDI</b>	<b>Definition</b>	<b>Typically used by Device Class(es)</b>	<b>Cultural Practice</b>
<b>75</b>	Actual Mass Content	4 - Planters /Seeders 5 - Fertilizer 6 - Sprayers 7 - Harvesters 8 - Root Harvester 9 - Forage harvester 10 - Irrigation 11 - Transport / Trailers	2 – Planting /Seeding 1 – Fertilizing 3 – Crop Protection 8 – Harvesting 8 – Harvesting 8 – Harvesting 10 – Transport
<b>81</b>	Application Total Mass = Accumulated Application specified as mass	4 – Planters /Seeders 5 - Fertilizer 6 - Sprayers 10 - Irrigation	2 – Planting /Seeding 1 – Fertilizing 3 – Crop Protection
<b>82</b>	Application Total Count = Accumulated Application specified as count	4 - Planters /Seeders 5 - Fertilizer 6 - Sprayers	2 – Planting /Seeding 1 – Fertilizing 3 – Crop Protection
<b>90</b>	Yield Total Mass = Accumulated Yield specified as mass, not corrected for the reference moisture percentage	7 - Harvesters 8 - Root Harvester 9 - Forage harvester 14 - Special Crops	8 – Harvesting 8 – Harvesting 8 – Harvesting 8 – Harvesting
<b>91</b>	Yield Total Count = Accumulated Yield specified as count	7 – Harvesters 8 - Root Harvester 9 - Forage harvester 14 - Special Crops	8 – Harvesting 8 – Harvesting 8 – Harvesting 8 – Harvesting
<b>229</b>	Actual Net Weight	11 - Transport / Trailers 17 - Sensor System	10 – Transport
<b>230</b>	Net Weight State	11 - Transport / Trailers 17 - Sensor System	10 – Transport
<b>231</b>	Setpoint Net Weight	11 - Transport / Trailers 17 - Sensor System	10 – Transport
<b>232</b>	Actual Gross Weight	11 - Transport / Trailers	10 – Transport

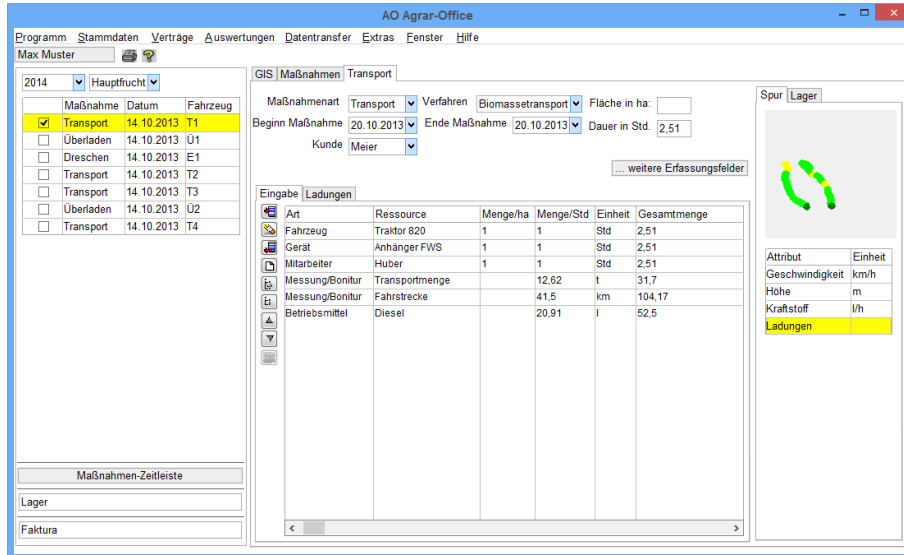
<b>DDI</b>	<b>Definition</b>	<b>Typically used by Device Class(es)</b>	<b>Cultural Practice</b>
		17 - Sensor System	
<b>233</b>	Gross Weight State	11 - Transport / Trailers 17 - Sensor System	10 – Transport
<b>234</b>	Minimum Gross Weight	11 - Transport / Trailers 17 - Sensor System	10 – Transport
<b>235</b>	Maximum Gross Weight	11 - Transport / Trailers 17 - Sensor System	10 – Transport
<b>320</b>	Last Loaded Weight	4 - Planters /Seeders 5 - Fertilizer 7 - Harvesters 8 - Root Harvester 9 - Forage harvester 11 - Transport / Trailers 17 - Sensor System	2 – Planting /Seeding 1 – Fertilizing 3 – Crop Protection 8 – Harvesting 8 – Harvesting 10 – Transport
<b>321</b>	Last unloaded Weight	4 - Planters /Seeders 5 - Fertilizer 7 - Harvesters 8 - Root Harvester 9 - Forage harvester 11 - Transport / Trailers 17 - Sensor System	2 – Planting /Seeding 1 – Fertilizing 3 – Crop Protection 8 – Harvesting 8 – Harvesting 10 – Transport
<b>322</b>	Load Identification Number	4 - Planters /Seeders 5 - Fertilizer 6 - Sprayers 7 - Harvesters 8 - Root Harvester 9 - Forage harvester 10 - Irrigation 11 - Transport / Trailers 14 - Special Crops 17 - Sensor System	2 – Planting /Seeding 1 – Fertilizing 3 – Crop Protection 8 – Harvesting 8 – Harvesting 8 – Harvesting 10 – Transport 8 – Harvesting
<b>323</b>	Unload Identification Number	4 - Planters /Seeders 5 - Fertilizer 6 - Sprayers 7 - Harvesters 8 - Root Harvester	2 – Planting /Seeding 1 – Fertilizing 3 – Crop Protection 8 – Harvesting 8 – Harvesting

<b>DDI</b>	<b>Definition</b>	<b>Typically used by Device Class(es)</b>	<b>Cultural Practice</b>
		9 - Forage harvester 10 - Irrigation 11 - Transport / Trailers 14 - Special Crops 17 - Sensor System	8 – Harvesting  10 – Transport 8 – Harvesting
<b>NA1</b>	<i>Transported Total Mass = Sum of all “Last unloaded Weight” Events as Total Mass per TSK</i>	11 – Transport/Trailers	10 – Transport
<b>NA2</b>	<i>Transported Total Mass Identification Number = Reference Number of the Transported Mass in a safety storage similar to the “Unload Identification Number”</i>	4 - Planters /Seeders 5 - Fertilizer 6 - Sprayers 7 - Harvesters 8 - Root Harvester 9 - Forage harvester 10 - Irrigation 11 - Transport / Trailers 14 - Special Crops 17 - Sensor System	2 – Planting /Seeding 1 – Fertilizing 3 – Crop Protection 8 – Harvesting 8 – Harvesting 8 – Harvesting  10 – Transport 8 – Harvesting
<b>NA3</b>	<i>Load Source = Source of the Load as ID of an Access Point</i>	4 - Planters /Seeders 5 - Fertilizer 6 - Sprayers 7 - Harvesters 8 - Root Harvester 9 - Forage harvester 10 - Irrigation 11 - Transport / Trailers 14 - Special Crops 17 - Sensor System	2 – Planting /Seeding 1 – Fertilizing 3 – Crop Protection 8 – Harvesting 8 – Harvesting 8 – Harvesting  10 – Transport 8 – Harvesting
<b>NA4</b>	<i>Unload Target = Target of the Unload as ID of an Access Point</i>	4 - Planters /Seeders 5 - Fertilizer 6 - Sprayers 7 - Harvesters 8 - Root Harvester 9 - Forage harvester 10 - Irrigation 11 - Transport / Trailers 14 - Special Crops 17 - Sensor System	2 – Planting /Seeding 1 – Fertilizing 3 – Crop Protection 8 – Harvesting 8 – Harvesting 8 – Harvesting  10 – Transport 8 – Harvesting

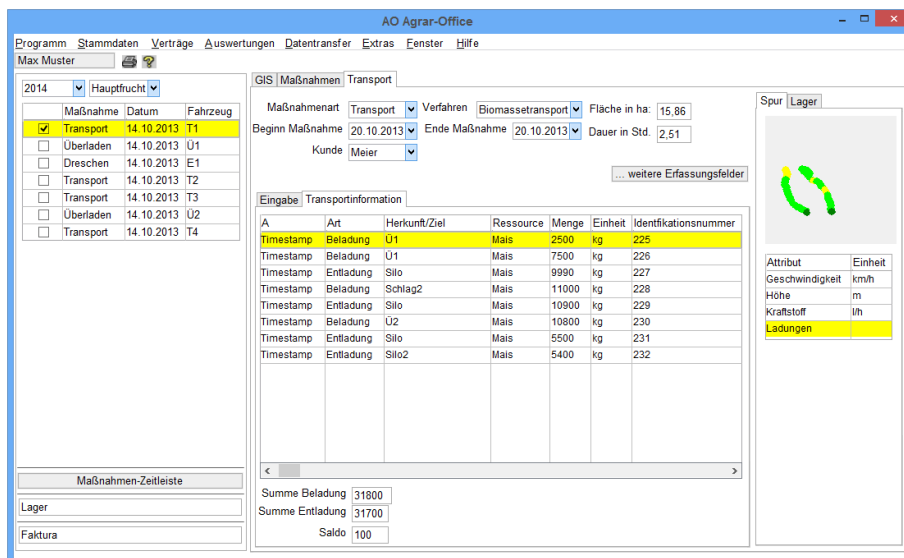
<b>DDI</b>	<b>Definition</b>	<b>Typically used by Device Class(es)</b>	<b>Cultural Practice</b>
<b>NA5</b>	<i>Pairing ID = Unique Identifier of a Pairing Event of two Access Points for backtracking the load</i>	4 - Planters /Seeders 5 - Fertilizer 6 - Sprayers 7 - Harvesters 8 - Root Harvester 9 - Forage harvester 10 - Irrigation 11 - Transport / Trailers 14 - Special Crops 17 - Sensor System	2 – Planting /Seeding 1 – Fertilizing 3 – Crop Protection 8 – Harvesting 8 – Harvesting 8 – Harvesting 10 – Transport 8 – Harvesting



# Anhang B



Mock-up eines FMIS zur Darstellung eines Transportjobs (Teil1, eigene Darstellung)



Mock-up eines FMIS zur Darstellung eines Transportjobs (Teil 2, eigene Darstellung)

**Sebastian A. Pauli**

# **Automatische Dokumentation von Warenströmen bei Transportprozessen von landwirtschaftlichen Gütern**

Bei landwirtschaftlichen Transporten gewinnt neben dem Massefluss der begleitende Datenstrom immer mehr an Bedeutung. Die Analyse zeigt, dass verfügbare Systeme nicht den Anforderungen einer automatischen Dokumentation von Warenströmen landwirtschaftlicher Güter genügen. In der vorliegenden Arbeit wurde ein auf dem ISO 11783 Standard basierendes Gesamtsystem von der Datenerfassung, über den Datentransfer bis hin zur Datenverarbeitung entwickelt.

# **Automatic Documentation of Mass Flow in Transport Processes of Agricultural Goods**

In agricultural transports it gets more and more important to collect the data concerning the mass flow. This analysis shows that existing systems do not fulfill the requirements on mass flow documentation of agricultural goods. In this work a complete system from data collection, over data transfer to data processing based on ISO 11783 was developed.