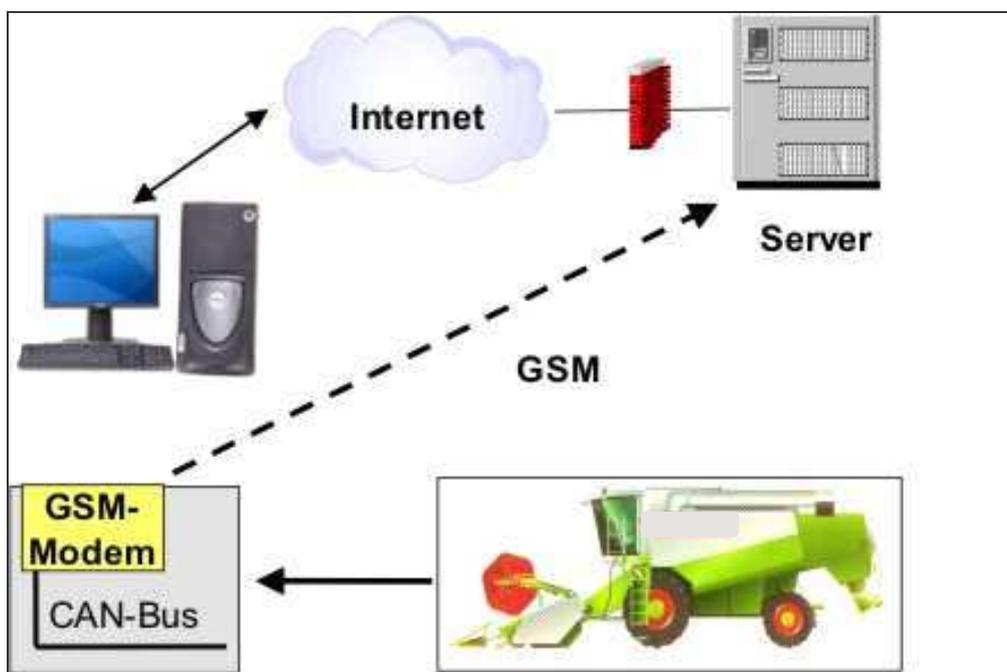


Teleservice - Transparenz beim Einsatz von Traktoren und selbstfahrenden Erntemaschinen



Prof. Dr. Thomas Rademacher

Teleservice - Transparenz beim Einsatz von Traktoren und selbstfahrenden Erntemaschinen

November 2005

Prof. Dr. Thomas Rademacher ist Professor für Landtechnik an der Fachhochschule Bingen, Fachrichtung Agrarwirtschaft, Berlinstraße 109, 55 411 Bingen, Telefon: 06721/409177, e-Mail: Rademacher@FH-Bingen.de

Gliederung

1. Einleitung.....	179
2. Struktur von Teleservice-Systemen	180
3. Onlineprotokoll.....	186
4. Besonderheiten der verschiedenen Anbieter	190
4.1 AGCO-Fendt – Riegger.....	190
4.2 Claas-Agrocom	192
4.3 John Deere.....	193
4.4 Krone	195
5. Anwendungsbeispiele	196
5.1 Ferndiagnose	196
5.2 Motordaten	197
5.3 Zustandsüberwachung und Positionsanzeige	198
5.4 Verfahrenskontrolle	198
5.5 Arbeitszeiterfassung und –auswertung	199
6. Ökonomische Bewertung – Beispiele	201
7. Probleme.....	203
8. Zusammenfassung	204
9. Literaturverzeichnis	205

1. Einleitung

Zunehmende Investitionsvolumina und technische Leistungsfähigkeiten von Traktoren und selbstfahrenden Erntemaschinen führen zu steigenden Kosten für Ausfallzeiten. Außerdem nehmen die Maschinen-Vollkosten zu, wenn sie nicht optimal eingesetzt werden. Vor allem Großbetriebe und Lohnunternehmer mit hohen Maschinenauslastungen ist eine maximale Maschinenverfügbarkeit wichtig. Dazu kann die drahtlose Kommunikation, der sogenannte Teleservice zur Datenübertragung von der Maschine zur Einsatzleitung oder der Werkstatt und umgekehrt in hohem Maße beitragen.

Seit diese Teleservicesysteme zur Datenerfassung und Onlineübertragung zur Agritechnica 2001 vorgestellt wurden, haben sich in diesem Bereich beachtliche Entwicklungen vollzogen. Aus der Sicht des Landwirts oder Lohnunternehmers ist die Struktur dieser Informations- und Datenübertragungssysteme vergleichsweise unübersichtlich, weil die Einsatzziele völlig unterschiedlich sein können. Dem ursprünglichen Ziel, die Verfügbarkeit einer Maschine zu maximieren, folgt nun die

Analyse des Einsatzes mit den Zielen „Einsatz- und Verfahrensoptimierung“ und „Dokumentation“. Dies geschieht je nach Anbieter auf unterschiedliche Weisen.

Ziel dieser RKL-Schrift ist es, die verschiedenen Teleservice-Systeme anhand von Beispielen transparent darzustellen sowie den möglichen Nutzen für den Anwender aufzuzeigen. Dazu wird zunächst die Struktur von Teleservice-Systemen erklärt. Danach werden einige Beispiele vorgestellt und abschließend der mögliche Nutzen für den Landwirt bei unterschiedlichen Zielsetzungen des Einsatzes erarbeitet.

2. Struktur von Teleservice-Systemen

Die Daten von Informationssystemen selbstfahrender Maschinen können grundsätzlich auf zwei verschiedene Weisen an einen Zentralrechner bzw. die Einsatzzentrale übertragen werden. Daher werden Teleservice-Systeme in On- und Offline Systeme unterschieden: Ein Online System überträgt die Daten per Funk. Bei Offline Systemen werden die Maschinendaten auf einen Datenträger (PCMCIA-CARD, USB-Stick, HD) gespeichert.

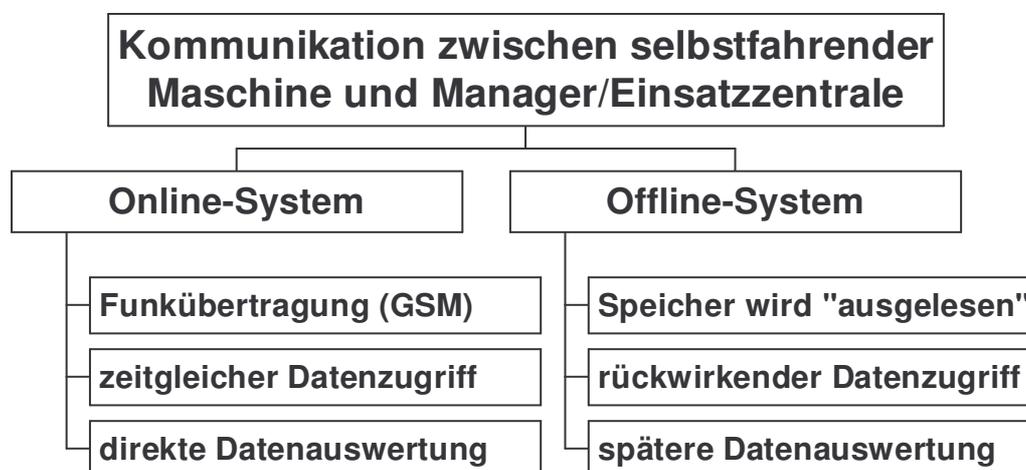


Abb. 1: Prinzipien und Methoden der Kommunikation zwischen Maschine und Manager/Einsatzzentrale [5]

Gemäß Abb. 1 erlaubt das Online-System einen zeitgleichen Zugriff auf die Maschinendaten. In der Einsatzzentrale kann direkt verfolgt werden, wie die Maschine aktuell arbeitet. Beim Offline-System erfolgt die Datenauswertung dagegen später. Ob On- oder Offline-Systeme verwendet werden, hängt von den Kosten und der Notwendigkeit des direkten Datenzugriffes ab. Ist ein gewisser Zeitverzug kein Problem, reicht es sehr häufig aus, die Daten per Datenträger zu übertragen. Dieses

ist auch der kostengünstigere Weg, da keine Kommunikationskosten entstehen. Die sogenannten Mengendaten (Ertragskartierung) werden in der Regel Offline übertragen. Dagegen erfordern zeitkritische Daten (Diagnosewerte, Einstellwerte) einen schnellen Zugriff und damit eine Online-Anbindung [5].

Sollen möglichst viele Daten erfasst und automatisch ausgewertet bzw. gespeichert und gleichzeitig die Übertragungskosten minimiert werden, bietet sich die Kombination aus On- und Offline-System an. Die anfallenden Daten werden gespeichert und entweder zu einer bestimmten Zeit automatisch oder nach Abfrage zum Betriebsrechner übertragen. Zusätzlich kann der Einsatzleiter jeder Zeit die aktuellen Daten der Maschine abfragen und bei Problemen (z. B. Maschineneinstellung) korrigierend einwirken. Die automatische Datenübertragung an den Betriebsrechner ist mit dem großen Vorteil verbunden, dass sie auch tatsächlich stattfindet. Denn in Arbeitsspitzen vernachlässigt der Fahrer erfahrungsgemäß die Datenübertragung per Datenträger.

Die Übertragung von nicht zeitkritischen Daten wie Arbeitszeiten muss nicht unbedingt per GSM (Global Service Messaging) erfolgen. Diese Daten können z. B. beim Tanken vom System des Traktors per Bluetooth-Übertragung an den Betriebsrechner übergeben werden. Diese Art der drahtlosen Datenübertragung spart die Übertragungskosten. Das Erkennungs- und Übertragungssystem muss allerdings an einer Stelle angebracht sein, die in bestimmten Zeitabständen angefahren wird. Hier bietet sich die Tankstelle an, möglich sind aber auch andere Standorte, wie eine Betriebseinfahrt oder eine Brückenwaage.

Tabelle 1 zeigt verschiedene Anwendungsbeispiele für Teleservice nach On- und Offline-Systemen gegliedert. Die **Ferndiagnose** ist systembedingt nur Online möglich. Hierbei werden wichtige Maschinendaten aus dem Diagnosesystem z. B. zur Vertragswerkstatt übertragen, um im Falle eines Defektes das erforderliche Ersatzteil direkt zum Einsatzort mitbringen zu können.

Die **Alarmüberwachung** sollte ebenfalls Online erfolgen. Hier werden die Alarmsignale, die sonst nur der Fahrer erhält, wie „überhöhte Motortemperatur“, „zu geringer Öldruck“ oder „Drehzahl unterhalb der Solldrehzahl“ zeitgleich zur Einsatzzentrale übertragen.

Die **Online-Positionsanzeige** bietet sich u. a. für Mietmaschinen an, die für den Einsatz in einer bestimmten Region vorgesehen sind. Um den zentralen Einsatzort wird ein Zirkel gelegt und sobald die Maschine diese Grenze überschreitet, wird dies der Einsatzzentrale gemeldet. Darüber hinaus lassen sich im überbetrieblichen Einsatz Maschinen, die einem kurzzeitig gemeldeten Einsatzort (ein Landwirt möchte unbedingt eine bestimmte Fläche kurzfristig ernten lassen) am nächstgelegenen sind,

zu diesem neuen Einsatzort leiten. Dies reduziert die Wegezeiten – ein klassisches Beispiel des sogenannten Flottenmanagements.

Die **Auftragsverwaltung** per Online-Technik ist vor allem im überbetrieblichen Einsatz interessant, wenn nicht zeit- oder flächenbezogen, sondern mit Hilfe der vom Informationssystem erfassten Daten (Massen, Flächenleistungen, Arbeitszeiten) abgerechnet wird. Außerdem bietet sich dieses Verfahren für Betriebe an, die ihre Daten für Flächennachweise und Rückverfolgbarkeit zentral verwalten lassen möchten.

Tab. 1: Beispiele für On- und Offline-Anwendungen

Anwendung	Online	Offline
Ferndiagnose	X	
Alarmüberwachung	X	
Positionsanzeige	X	
Auftragsverwaltung	X	
Auftragskartierung		X
Datalogging		X
Arbeitszeitanalyse		X
Einstellungsanzeige	X	
Einstellungsdokumentation		X

Dagegen kann die **Auftragskartierung** Offline erfolgen. Denn hier werden Auftrags- mit Ertragsdaten gekoppelt. Und diese müssen nicht Online übertragen werden, da sie nicht zeitkritisch sind. Hier genügt das Auslesen per Datenträger nach einer bestimmten Gesamtarbeitszeit, oder die automatische Übertragung zu einer vorgegebenen Zeit. Auftragskartierung und Auftragsverwaltung werden gekoppelt, um die Datenverarbeitung zu vereinfachen.

Beim **Datalogging** werden die Betriebsdaten des Traktors oder der selbstfahrenden Erntemaschine gespeichert, um sie später auswerten zu können. Zu diesen Daten zählen Betriebszustände, wie Fahrgeschwindigkeiten, Motordrehzahlen, Drehzahlen von Aggregaten, Schaltvorgänge wie „Zapfwelle ein/aus“ usw. Das Datalogging wird mit Hilfe der sogenannten Online-Protokolle dargestellt.

Die **Einstellungsanzeige** kann als Hilfe zur Optimierung der Maschineneinstellung nur Online sinnvoll genutzt werden. Der Einsatzleiter kann die wichtigsten Einstellwerte und Drehzahlen auf seinen Bildschirm rufen, mit den Werten anderer

Maschinen vergleichen und abhängig von den Einsatz- und Erntebedingungen korrigierend eingreifen.

Die Online-Systeme gliedern sich in zentrale und dezentrale Systeme. Bei einem zentralen System (Abb. 2) werden sämtliche Maschinendaten und die Daten der Administration in einer zentralen Datenbank abgelegt. Zusätzlich wird in diesem System mit den Anwendungsprogrammen gearbeitet. Über eine Internetverbindung zu einem Web Server erhält der Anwender nach einer entsprechenden Authentifizierung Zugang zu seinen Maschinendaten. Der Anwender benötigt auf der Client Seite lediglich einen Internet Browser und einen Internet Anschluss.

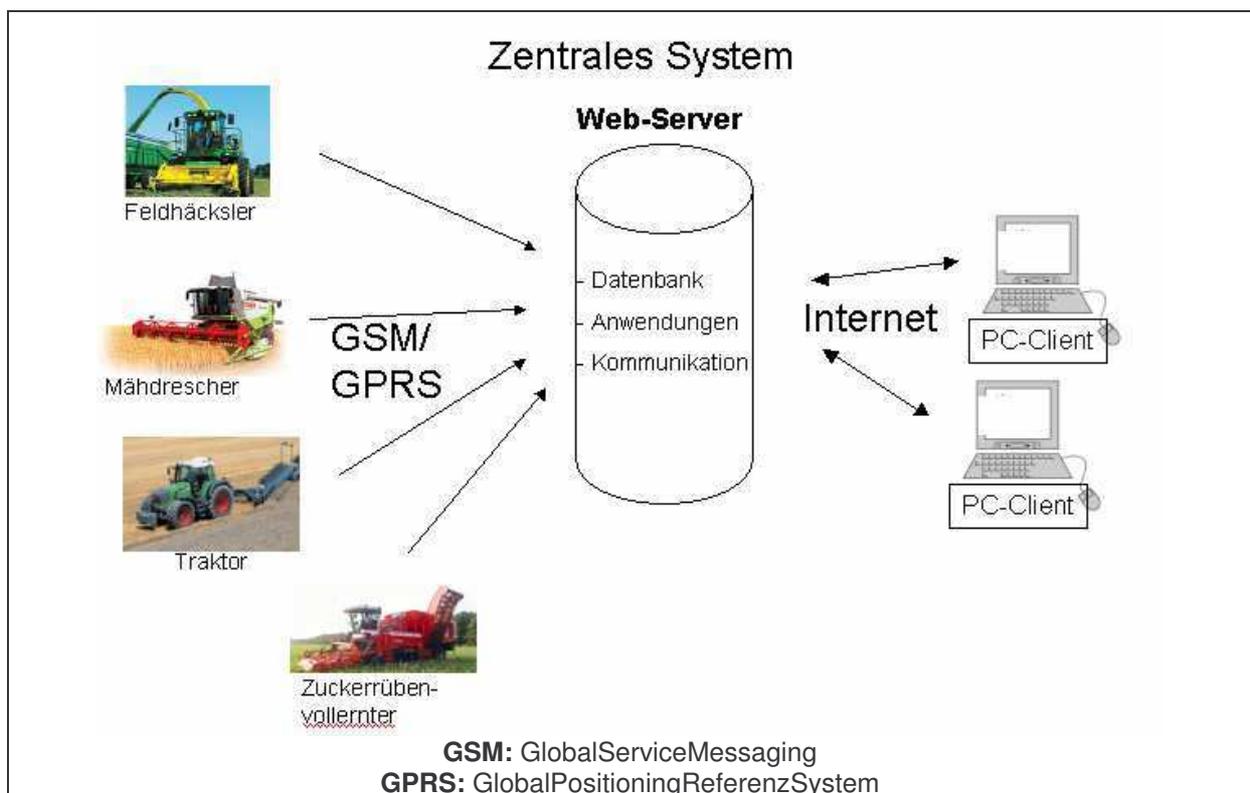


Abb. 2: Systembild zentrales Online-System

Beim dezentralen System (Abb. 3) befinden sich im Gegensatz zum zentralen System sämtliche Daten auf dem PC des Kunden. Es erfolgt eine Softwareinstallation, die neben der Datenbank auch die Programme zur Bedienung enthält. Mit eingeschränkter Leistungsfähigkeit ist die Softwarestruktur auf dem Client-PC der auf dem Server identisch. Die Programmpflege erfolgt entweder über Internet-Updates oder aufwändig mit Hilfe von Datenträgern des Softwareanbieters.

Darüber hinaus wird beim dezentralen System nach direkter und indirekter Maschinenkommunikation unterschieden. Der Client-PC kann entweder direkt (Abb. 3) an die Maschine angebunden sein. Dazu wird eine zusätzliche Hardware (ISDN-

Karte oder GSM-Karte) benötigt, die in den Client-PC eingebaut werden muss. Der Einsatzleiter kommuniziert auf direktem Weg mit seiner Maschine (Punkt zu Punkt). Das dezentrale System bietet dem Betrieb Datensicherheit. Viele Betriebsleiter möchten aus Datenschutzgründen auf ein zentrales Internetsystem verzichten und sich nicht in zu hohem Maße in ein Abhängigkeitsverhältnis zum Anbieter begeben. Als Beispiel dafür sei die zentrale Datenbank bei einem Land- und Landmaschinenhändler genannt. Der Händler hat als Unternehmer und Gewinnmaximierer ein ursächliches Interesse an Betriebsdaten, um seinen Absatz zu steigern. Der Landwirt möchte dagegen in seinen Kaufentscheidungen frei und unbeeinflusst sein. Daher werden je nach Wunsch des Landwirts oder Lohnunternehmers zukünftig sicherlich beide Systeme genutzt bzw. angeboten.

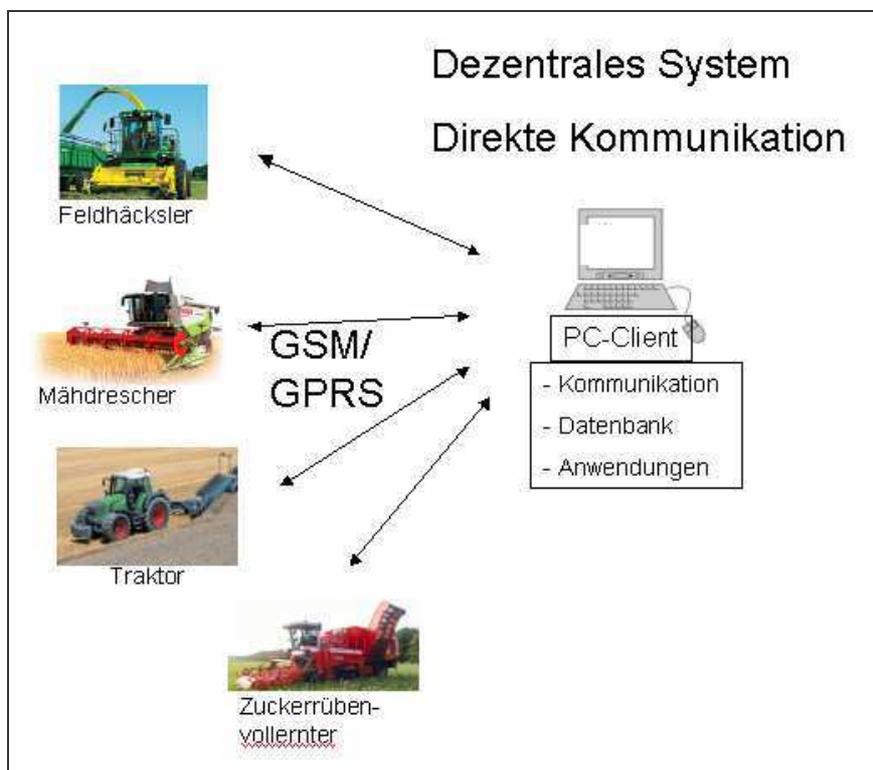


Abb. 3: Systembild dezentrales Online-System mit direkter Kommunikation

Als weitere Variante bietet sich das dezentrale System mit indirekter Kommunikation an. Der WebServer dient dabei nur der Kommunikation; Datenbanken und Anwendungen befinden sich auf dem Client-PC. Über einen zentralen Einwahlknoten auf dem WebServer kann der Einsatzleiter per Internet seine Daten abrufen. Er steht mit dem WebServer in regelmäßigem Kontakt, um die Daten von den Maschinen zu empfangen bzw. zu den Maschinen zu senden.

Bei diesem System kann der Einsatzleiter bereits aufbereitete Datensätze abrufen und mit seinem eigenen System weiter verarbeiten/verwalten. Da die Datenablage und vor allem -auswertung von den verschiedenen Anbietern unterschiedlich

realisiert wird sowie ständig weiterentwickelt wird, ist sie hier immer auf dem aktuellsten Stand. Die Verknüpfung mit anderen Betriebsdaten liegt ausschließlich beim Betrieb, so dass diesbezüglich Datensicherheit gewährleistet ist.

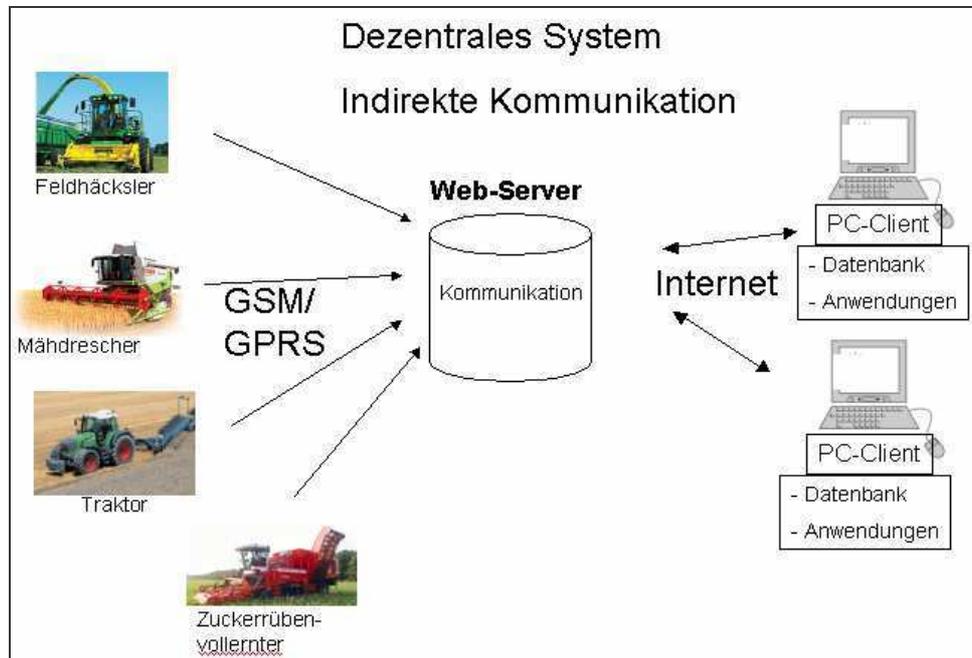


Abb. 4: Systembild dezentrales Online-System mit indirekter Kommunikation

Als Voraussetzung für den Teleservice müssen Landmaschine oder Traktor entsprechend ausgerüstet sein. Sie verfügen in der Regel über einen CAN-Bus zur Leitung sämtlicher Maschinendaten, die sensorisch (Temperaturen, Drehzahlen) erfasst werden, oder als einfache Schaltsignale (Motor ein/aus, Steuergerät betätigen) vorliegen. Für den Zugriff auf diese Maschinendaten wird über eine Schnittstelle ein Übertragungsmodul angeschlossen. Das Übertragungsmodul besteht in der Regel aus einem CAN-Analyser und einer GSM-Einheit. Für Fahrzeuge ohne GPS Ausrüstung sind die Übertragungsmodule auch mit GPS-Receiver erhältlich. Ein Kabelbaum für die Spannungsversorgung und eine Antenne komplettieren die Hardware-Ausrüstung der Maschine.

Bei den mit CAN-Bus-Technik ausgestatteten Landmaschinen und Traktoren ist die Ausrüstung mit der Hardware für den Teleservice unproblematisch. Die Komponenten nehmen derart wenig Platz in Anspruch, dass sie entweder in der Box für die Zentralelektrik oder auch im Kabinendach untergebracht werden. An der Maschine ist daher äußerlich nicht erkennbar, ob sie mit Telemetrie-Technik ausgerüstet ist oder nicht.

3. Onlineprotokoll

Das Onlineprotokoll eines Mähreschers des Claas-Kundendienstes zeigt Abb. 5. Im Rahmen des Projektes „Bordbuch“ werden von Mähreschern, die bundesweit bei verschiedensten Kunden arbeiten, mehrere Kennwerte über der Einsatzzeit abgetragen: die Motordrehzahl (min^{-1} , Linie A), der Durchsatz (kg/h, Linie B), die Fahrgeschwindigkeit (km/h, Linie C), Betätigung der Überladeschnecke (Linie D), Signal „Bunker voll“ (Linie E) [1,5]. Es lassen sich folgende Kennwerte ablesen bzw. Schlussfolgerungen ziehen:

- Motordrehzahl: Auslastung des Mähreschers, Defekte und/oder Pausen
- Durchsatz: Korndurchsatz und Maschinenauslastung
- Fahrgeschwindigkeit: Geschwindigkeit während der Ernte und bei Wendemanövern
- Überladeschnecke ein/aus: Überladen während der Fahrt
- Kornbunker voll und kein Durchsatz: Wartezeit auf ein Transportfahrzeug, oder Fahrt zum Transportfahrzeug am Feldrand



Abb. 5: Onlineprotokoll Claas Kundendienst: Einsatzes eines Mähreschers, Claas Lexion 480 am 29.07.2003 [1]

Anhand des Onlineprotokolls lassen sich typische Verhaltensweisen, die einerseits verfahrenstechnisch bedingt sind, andererseits aber auch durch das Verhalten oder Fehlverhalten des Fahrers bedingt sein können, nachvollziehen. Beim vorliegenden Protokoll wurden die Ereignisse auf dem zu erntenden Weizenschlag vor Ort notiert. Das Anmähen des Schlages um 12.00 Uhr ist gemäß Abb. 5 durch wechselnde Durchsätze gegen 12.10 Uhr gekennzeichnet, weil sich am Vorgewende Hindernisse befinden und außerdem ein spitzer Winkel freigemäht werden muss. Um 12.18 Uhr wird der erste Weizen auf einen Standwagen übergeladen. Danach folgt eine lange

Erntestrecke mit hohen Durchsätzen von mehr als 46 t/h bis der Kornbunker gegen 12.32 Uhr wieder gefüllt ist (Signal Bunkerfüllung 100 %). Da jedoch neben dem Mähdrescher nicht ausreichend Platz für den Umlader vorhanden ist, fährt der Mähdrescher rückwärts (kleiner Pik bei der Fahrgeschwindigkeit) und erntet rechts neben der vorherigen Spur eine kurze Erntestrecke (kleiner Pik beim Durchsatz) frei. Danach wird der Weizen bei stehendem Mähdrescher übergeladen. Diese Kurvenverläufe der Signale sind charakteristisch für den Arbeitsschritt beim Anmähen eines Schlages „Platz für ein Transportfahrzeug schaffen“ [5].

Bei Claas ist neben dem beschriebenen System des Kundendienstes das System „Agro-Combine Online“ von Agrocom seit 2 Jahren erhältlich. Zusätzlich zum Datalogging kann der Einsatzleiter eine Prinzipzeichnung (Kap. 4.2) des Mähdreschers abrufen und bekommt die aktuellen Drehzahlen und Einstellungen dargestellt, um sie mit denen von anderen Maschinen zu vergleichen. Durch farbige Hinterlegung wird der Vergleich mit Soll Drehzahlen dargestellt [3]. Das neue System Telematics von Claas wird zur Agritechnica vorgestellt. Es besteht aus zwei Komponenten für zwei Nutzer. Die Komponente MARVIN (Machine Analysis Remote Visual Integrated Network) wird vom Service-Partner und die Komponente Combine-Online wird vom Mähdreschernutzer zur Einsatzoptimierung genutzt.

Das Onlineprotokoll von Fa. Riegger (RTS) des Traktors Fendt Vario 930 eines Lohnunternehmers zeigt Abb. 6. Dargestellt sind die Motordrehzahl (obere Kurve), Heckzapfwellendrehzahl (mittlere Kurve) und Fahrgeschwindigkeit (untere Kurve). Kurz nach 7.00 Uhr wird der Traktor gestartet und fährt mit einer Geschwindigkeit von 50 km/h bei einer Motordrehzahl von 2300 U/min [6]. Das leistungsverzweigte Getriebe lässt jedoch zu, die maximale Fahrgeschwindigkeit mit reduzierter Drehzahl und somit reduziertem Dieserverbrauch zu fahren. Analysiert der Einsatzleiter dieses Onlineprotokoll, so ergibt sich hieraus die Empfehlung an den Fahrer, die technischen Möglichkeiten des Traktors tatsächlich zu nutzen, also mit reduzierter Drehzahl zu fahren, um Diesel zu sparen.

Am Einsatzort angekommen, wird der Motor ausgeschaltet – vielleicht hat der Fahrer die zu verrichtende Arbeit mit dem Kunden besprochen. Danach wird die Arbeit mit der Heckzapfwelle bis 11.00 Uhr verrichtet. Von 11.15 Uhr bis etwa 12.20 fährt der Traktor zum nächsten Einsatzort – wieder mit zu hoher Motordrehzahl. Danach folgt wieder eine Arbeit mit eingeschalteter Zapfwelle und von 13.15 bis etwa 13.50 Uhr eine Pause [6].

Das Onlineprotokoll eines Traktors ist weit schwieriger zu interpretieren als das einer Erntemaschine, weil diese eben „nur ernten“ kann. Der Traktor wird dagegen mit unterschiedlichsten Front- und Heck-Anbaugeräten, gezogenen oder aufgesattelten Geräten oder zum Transport verwendet. Daher ist für den Traktor eine Kennung des

Gerätes bzw. der damit verrichteten Arbeit erforderlich, um rückwirkend die Daten von verschiedenen Arbeiten zu interpretieren. Dies ist auf verschiedene Weisen möglich: einerseits können die Daten des Traktorterminals abgerufen werden, aber nur wenn der Fahrer die verschiedenen Gerätekombinationen gespeichert hat und aufruft. Andererseits kann das Datalogging mit der Auftragsverwaltung und je nach Ausrüstung auch der Auftragskartierung gekoppelt werden.

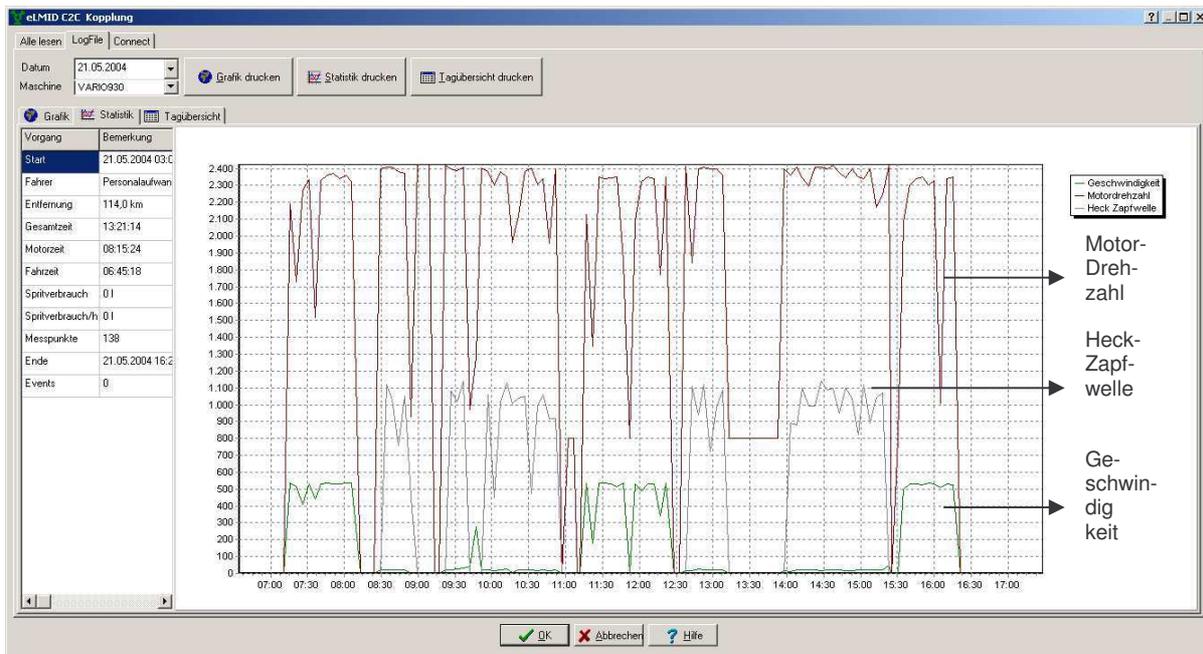


Abb. 6: Onlineprotokoll Riegger-Fendt: Einsatzes eines Traktors, Fendt Vario 930 [6]

Der Auftragsverwaltung ist zu entnehmen, was, wann, auf welchem Schlag und für wen, wie lange gearbeitet wurde. Wird dies zusätzlich mit einer Kartierung verknüpft, so kann der Einsatzleiter zusätzlich anhand der Schlagkarte erkennen, welchen Teilarbeitsschritt der Fahrer verrichtet hat bzw. was wann an welcher Position geschehen ist. Z. B. kann bei der Ausbringung von Dünger, oder Pflanzenschutzmittel nachvollzogen werden, wo die Dosiereinheit ein- und ausgeschaltet wurde. Oder die Auslösevorgänge des Knoters einer Quaderballenpresse werden kartiert. Der Lohnunternehmer hat somit eine exakte Basis zur Abrechnung mit dem Landwirt – die für die jeweilige Arbeit wichtigen Ereignisse werden dokumentiert. RTS bietet mit dem Teleservice „MoDaSys“ (Modulares Datenerfassungs-System) unterschiedliche, auf die betrieblichen Erfordernisse zugeschnittene Ausbaustufen an.

Tabelle 2 zeigt den aktuellen Datenstand eines Feldhäckslers, erfasst mit JDLink über das Internet am 27. September 2005 um 8.35 Uhr. Neben der Maschinenkennung im oberen Tabellenteil werden Maschinendaten wie Motortemperatur, Einstellwerte wie Schnittlänge und Leistungswerte wie der

Durchsatz und die Flächenleistung im unteren Tabellenteil angegeben [4]. Der Einsatzleiter kann sich auf einfache Weise einen Überblick über die aktuellen Daten seiner Maschinen verschaffen.

Tab. 2: Daten eines Feldhäckslers von John Deere vom zentralen Online-System JDLink per Internet abgerufen [4]

Maschine	
Maschinen ID	7500-AMS
Datum/Zeit der letzten Verbindung	27. Sep 2005 8.35 Uhr
Last Known Position_0407	Lat_0407: 51.046278309077 Lon_0407: 13.9103446528316
Datum/Zeit der letzten Positionsmeldung	27. Sep 2005 8.35 Uhr
Maschinenstatus	In Betrieb
Abfragestatus	Kontakt angefordert 27. Sep 2005 8.34 Uhr Erfolgreich 27. Sep 2005 8.35 Uhr
PIN	ZW7500A5070930000
ESN	352884004399367
Maschinentyp	Feldhäcksler
Hersteller	John Deere
Modell	7300-7700
Einstellung - Kopie der aktuellen Maschinen Einstellungen (Für Maschinenzustand "Aus" zeigen die Einstellungen den Zustand vor dem Ausschalten der Zündung.)	
Maschinenstunden	660.8 Stunden
Geschwindigkeit über Grund	3 Km/h
Motordrehzahl	2174 U/min
Lastfaktor	73 %
Häckseltrommel-Stunden	380 Stunden
Getreide	Maissilage
Aktuelle Erntegutfeuchte	72 %
Kraftstoffankinhalt	87 %
Hydrauliköltemperatur	73 Grad C
Kühlflüssigkeitstemperatur	82 Grad C
Schneidwerksgeschwindigkeit	1220 U/min
Schnittlänge	12 mm
Einzugswalzendrehzahl	398 U/min
Reihenführung	Aus
Metaldetektor	Bewaffnet
Schnellstopp	Aus
Erntestatus	Ein
Autom. Schmierung	Fehler
Hauptkupplung	Ein
Feld-Modus	Ein
Arbeitsbreite	6 m
Schneidwerksart	Unabhängig von Reihe
Aktueller Durchsatz	83 t/h_0407
Aktueller Ertrag feucht	47.35 Tonnen/Hektar
Fläche aktuelles Feld	21.6 Hektar
Aktuelle Produktivität	1.88 Hektar/h
Allradantrieb und Antriebsschlupfregelung, Status	Allradantrieb und Antriebsschlupfregelung aktiviert

Wie die Beispiele zeigen, erlaubt das Datalogging nachträglich eine exakte Analyse nicht nur der Betriebszustände, sondern auch der Arbeit selbst und stellt damit eine Grundlage für die Optimierung der Verfahrenstechnik dar. In Kombination mit der Auftragsverwaltung dient es der überbetrieblichen Abrechnung sowie der gesamten Dokumentation durch Übertragen der Auftragsdaten zu verschiedenen Agrarsoftwarepaketen, also in die Ackerschlagkartei.

Der jederzeit mögliche Zugriff auf den aktuellen Datenstand ist für den Einsatzleiter eine kostensparende Managementenerleichterung, weil er direkt erkennen kann, in welchem Maße die technische Leistung der Maschine genutzt wird. Dies gilt insbesondere für Betriebe mit großen Flotten und für Lohnunternehmer mit großem Einzugsgebiet.

4. Besonderheiten der verschiedenen Anbieter

Im Folgenden wird auf einige Besonderheiten der Online-Systeme der verschiedenen Anbieter eingegangen. Aufgrund der Komplexität der Systeme können nicht alle technischen Details berücksichtigt werden.

4.1 AGCO-Fendt - Riegger

Die Fa. Riegger, Telemetrie Systeme GmbH (RTS) ist Zulieferer für Fendt. Das modulare Datenerfassungssystem (MoDaSys) ist nach dem Baukastenprinzip aufgebaut. Die Elektronik-Komponenten werden einfach in den Kasten der Zentralelektrik hinten rechts in der Kabine eingebaut sowie die Antennen auf dem Kabinendach befestigt. Basis von MoDaSys ist die Frage, welche Daten zu erfassen und wie zu verknüpfen sind, um die Arbeitsschritte in der Außenwirtschaft möglichst transparent zu machen. Dabei soll der Anwender möglichst wenig belastet werden, also der Automatisierungsgrad bei der Datenerfassung möglichst hoch sein.

Die erste Ausbaustufe, das Modul 1 übernimmt die Daten aus dem Varioterminal des Fendt-Traktors mit Hilfe eines Pocket PC über die Bluetooth-Schnittstelle. Im Betriebsrechner werden die Aufträge mit den Daten in der Ackerschlagkartei verknüpft. Es werden vorhandene Techniken mit Hilfe des auch anderweitig verwendbaren Pocket-PC intensiver genutzt, um die Datenverarbeitung insgesamt zu vereinfachen [6].

Modul 2 nutzt GPS, um die jeweils verrichteten Arbeiten zu kartieren. Alle Daten werden automatisch mit den GPS-Koordinaten verknüpft. Daraus ergibt sich eine Arbeitskarte gemäß Abb. 7. Jeder Punkt stellt ein Ereignis dar [6]. Der Einsatzleiter erkennt exakt, wo der Traktor gefahren ist und bei der jeweiligen Arbeit z. B. ein Steuergerät des Traktors betätigt wurde. So kann z.B. beim Ausbringen von Flüssigmist später exakt nachvollzogen werden, ob über- oder unterdosiert wurde. Wenn auf langen Schlägen der Inhalt des Tankwagens nicht für eine Überfahrt ausreicht, lässt sich nachvollziehen, ob in Fahrtrichtung exakt Anschluss gefahren wurde. Darüber hinaus ist erkennbar, ob der Fahrer immer den kürzesten Weg zwischen Dunglager und Schlag gewählt hat – wichtig für eine Schwachstellenanalyse und natürlich für die Dokumentation gegenüber dem Kunden im überbetrieblichen Einsatz.

Mit einem zweiten CAN-Eingang zum ISO-Bus Anschluss werden die Daten der entsprechend ISO-Bus-fähigen Maschinen und Geräte erfasst. Ausbringmengen von Betriebsmitteln werden gespeichert. Bei nicht ISO-Bus-fähigen Geräten können die

Ausbringungsmengen in einen virtuellen Speicher eingegeben werden, um spätere Übertragungsfehler zu vermeiden [6].

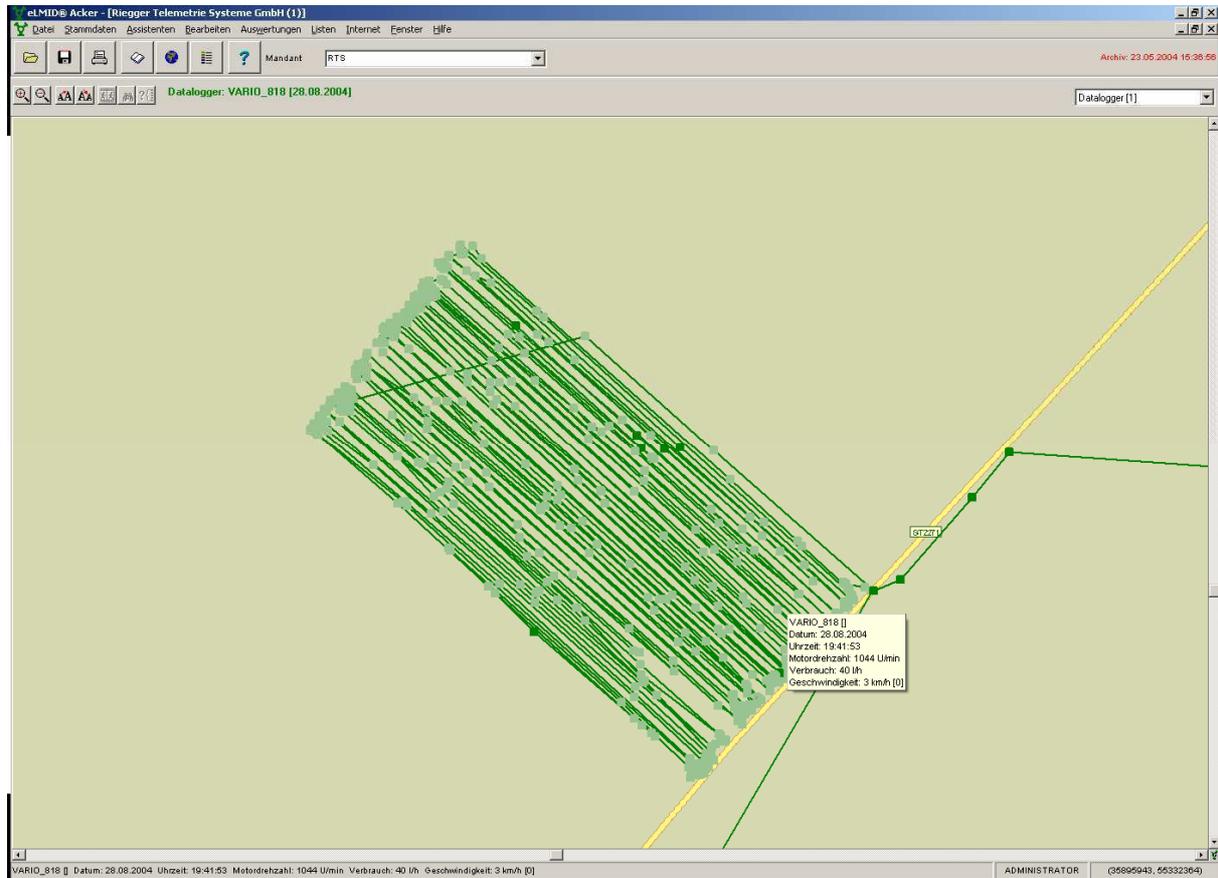


Abb. 7: Arbeitskarte eines Traktors, Fendt-Vario 818 – MoDaSys, Fa. Riegger, Ausbaustufe 2 [6]

Insgesamt wird der Fahrer von der Datenaufzeichnung entlastet. Es erfolgt eine automatische Flächenvermessung und Aufzeichnung der Gerätedaten sowie eine Datenübergabe an viele gängige Agrarsoftwarepakete wie Agrocom, Landdata, Helm, Lukas, Isagri, Lmid und Bunzendahl. Die Daten werden per Bluetooth übertragen und auf dem betriebseigenen Server gespeichert.

Modul 3 beinhaltet die Aufrüstung mit GSM und sogar mit RFID-Kennung (Radio Frequency Identification) [6]. Es ist ein dezentrales Online-System mit direkter Kommunikation – alle Daten bleiben im Betrieb. Der Einsatzleiter kann ständig auf den Traktor zugreifen und aktuelle Daten abfragen. Neben den in Kap. 3 beschriebenen Traktordaten, werden zusätzlich Dieselmengen, Dieserverbrauchswerte, Streckenlängen, Fahrzeiten und Motorzeiten sowie die Anzahl von Schaltungen (z. B. Betätigen von Steuergeräten) abgerufen bzw. im Tagesprotokoll gelistet. Das Modul erlaubt den Datenexport mit Hilfe von XML bzw. Agro-XML in andere Informationssysteme, die in der Wirtschaft genutzt werden.

Der Fahrer aktiviert das Informationssystem mit einem RFID-Chip. Dadurch wird er identifiziert und gleichzeitig geprüft, ob er überhaupt eine Berechtigung (Fahrerlaubnis vom Einsatzleiter) für dieses Fahrzeug hat. Der RFID-Chip aktiviert auch die Arbeitszeiterfassung, er ist sozusagen die Stechkarte des Traktorfahrers. Dies ist eine große Hilfe für die Verwaltung bei der Lohnabrechnung in größeren Betrieben oder Lohnunternehmen mit mehreren Mitarbeitern sowie vielen Saisonkräften.

Das RFID-System erlaubt auch den Zugang zur Tankstelle. Die getankte Dieselmenge wird direkt dem Fahrzeug zugeordnet und kann später anteilig den Arbeiten bzw. Aufträgen zugeordnet werden. Damit ist ein lückenloser Nachweis von Dieserverbrauchswerten gegeben. Darüber hinaus kann der Traktor ohne die RFID-Kennung nicht gestartet werden – ein wirksamer Diebstahlschutz.

RTS bietet mit dem MoDaSys ein Informationssystem an, das durch seinen modularen Aufbau an unterschiedliche betriebliche Ansprüche anpassbar ist. Das Ziel des Systems, eine Antwort auf die Frage zu geben, was, wann, wo, wie geschieht, bei einem möglichst hohen Automatisierungsgrad der Datenübertragung, ist in vergleichsweise hohem Maße erreicht.

4.2 Claas-Agrocom

Claas nutzt zwei Teleservice-Systeme, von denen eines vermarktet wird. Der Claas Kundendienst erfasst mit Hilfe des Teleservice die Daten von Mähdreschern, um daraus Einsatzprofile zu erstellen. Dies ist das sogenannte Projekt Bordbuch, in dem bundesweit die Daten von bis zu 70 Mähdreschern erfasst wurden [1]. Der Kundendienst kann anhand der Datenauswertungen Hinweise zur Einsatzoptimierung geben. Darüber hinaus wird für den Hersteller transparent, wie seine Maschinen eingesetzt werden.

Agro-Combine-Online ist der zweite Teleservice von Claas, der von Agrocom vermarktet wird. Es ist ein zentrales Online-System. Bis zu 26 Werte werden in einem Zeitintervall als Log-Datei gespeichert. Neben den in Kap. 3 beschriebenen Daten (Motordrehzahl, Durchsatz, etc.) werden auch die Maschinenposition und die Einstellwerte (Abb. 8) aller Aggregate erfasst, die über das Cebis-Informationssystem im Mähdrescher einstellbar sind. Darüber hinaus überwacht das Cebis auch die Drehzahlen wichtiger nicht einstellbarer Baugruppen, wie z. B. die des Häckslers [3].

Der Einsatzleiter erkennt direkt, ob die Maschinenwerte mit den Sollwerten übereinstimmen, weil Abweichungen farbig hinterlegt sind. Somit ist ein rascher

Quervergleich zwischen den Mähdreschern einer Flotte möglich. Außerdem wird die Maschinenposition auf einer Karte oder einem Luftbild dargestellt. Die Tagesarbeitszeit wird für jede Maschine einzeln gelistet.

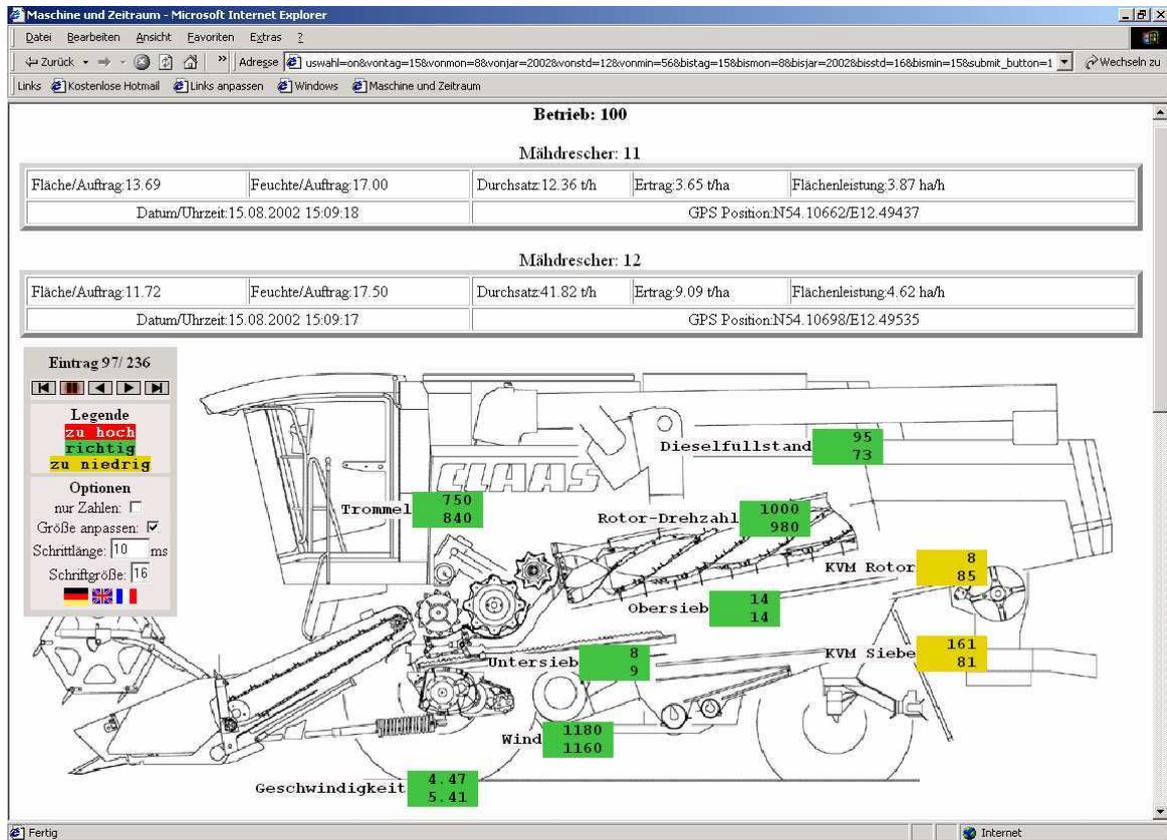


Abb. 8: Onlineprotokoll der Drehzahlen der Dresch- und Trenneinrichtungen eines Rotor-Mähdreschers, Claas Lexion beim System Combine-Online von Agrocom [3]

Insgesamt verfolgt Agro-Combine Online im Wesentlichen zwei Ziele: Erstens die Dokumentation der Arbeit, betriebsintern bei Eigenmechanisierung und auch extern bei überbetrieblichem Einsatz. Zweitens die Schwachstellenanalyse über den Vergleich der Arbeitszeiten, Leistungsdaten und Einstellwerte.

4.3 John Deere

Bereits seit 2003 setzt John Deere seinen Teleservice JDLINK ein. Es ist ein zentrales Online-System. Typisch für John Deere ist der unkomplizierte Aufbau von JDLINK. Wie bei den bisher beschriebenen Systemen werden die Maschinenposition und die Daten des CAN-Busses per GSM an einen zentralen Server übermittelt. Der Einsatzleiter greift per Internet so oft auf seine Daten zu, wie er möchte. Der Zugang

ist per Password geschützt. Einmal täglich wird automatisch ein Maschinenreport erstellt [4].

John Deere legt Wert auf einen einfachen Einbau der Komponenten unter dem Kabinendach der Traktoren der 20er Baureihe. Selbst „ältere“ Traktoren der 10er Baureihe (7010, 8010) sowie der 9000er Baureihe sind nachrüstbar. Bei Feldhäckslern wird JDLink in die 7000er Baureihe eingebaut. Der Einsatz im Mähdrescher ist in Vorbereitung. Der GPS-Empfänger Starfire und die CAN-Bus-Schnittstelle sowie das GSM-Modem sind rasch von Traktor zu Traktor umbaubar [4].

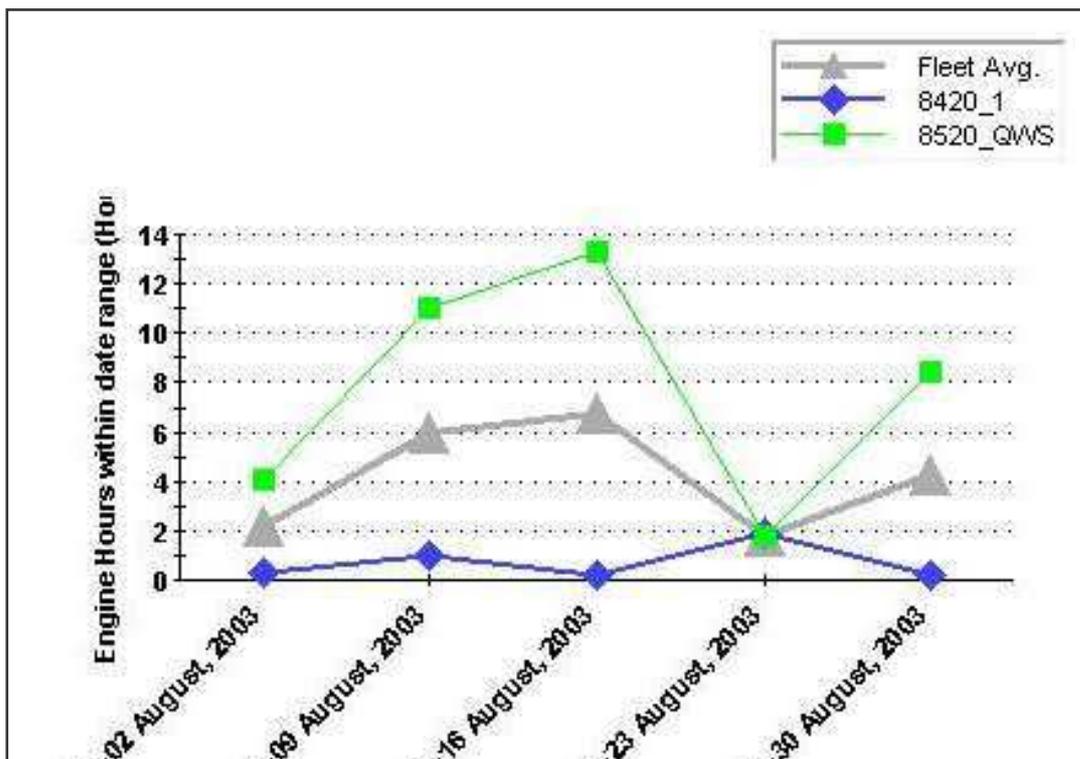


Abb. 9: Ausgewertete Onlineprotokolle des Einsatzes von Traktoren, John Deere 8520 und 8420 im Vergleich zum Mittelwert der Fahrzeugflotte [4]

JDLink erfasst relativ wenige Daten, wertet diese aber für den Einsatzleiter gut nachvollziehbar aus. Um die Maschineneffizienz zu analysieren, wird registriert, wie lange der Traktor im Leerlauf (Standgas), unter Belastung (Arbeit) und mit hoher Geschwindigkeit (Transport) betrieben wird. Die anteiligen Arbeitszeiten werden in einer Kreisgraphik dargestellt. Damit erhält der Einsatzleiter direkt eine Aussage, ob bei einer bestimmten Arbeit oder in einem wählbaren Zeitraum der Traktor z. B. zu lange bei Standgas betrieben wurde. Die Konsequenz für den Fahrer: bei Unterbrechungen der Arbeit den Motor abschalten, was Betriebskosten spart.

Für frei wählbare Zeitabschnitte werden Daten wie Motorbetriebsstunden, Kraftstoff-Gesamtverbrauch, Summe der Betriebsstunden mit eingeschaltetem Allradantrieb

bzw. eingeschalteter Zapfwelle usw. ausgewiesen, um den Traktoreinsatz vergleichend zu analysieren [4].

In Betrieben mit Fahrzeugflotten ist der Quervergleich auf Basis der absolvierten Betriebsstunden zwischen den verschiedenen Landmaschinen und Traktoren bzw. Fahrern ein weiteres, wichtiges Instrument zur Schwachstellenanalyse. Abb. 9 zeigt den Vergleich der täglich absolvierten Betriebsstunden von zwei Traktoren in Relation zum Mittelwert der Flotte. Traktor 8520 arbeitet an fast allen Tagen mehr als der Durchschnitt der Flotte, während Traktor 8420 fast immer weit unter dem Durchschnitt liegt.

Ein derartiger Vergleich schafft eine einfache und rasche Übersicht über den Stand der Effizienz der verschiedenen Traktoren. Wichtig ist dabei die Identifikation der unterschiedlichen Arbeiten. Denn die Daten eines Traktors, der zur Bodenbearbeitung eingesetzt wird, mit denen eines Pflege- oder Transporttraktors zu vergleichen, ist keinesfalls sinnvoll.

Darüber hinaus ortet JDLink den Traktor, dessen Position ebenso wie bei den beschriebenen Anbietern auf einer Landkarte dargestellt wird. Es kann ein sogenannter virtueller Zaun um den Traktor gelegt werden. Wenn der Traktor diese Linie überfährt, also sein vorgegebenes Einsatzgebiet verlässt, wird dies notiert und eine Alarmierung des Einsatzleiters kann auf Wunsch per Mobiltelefon erfolgen. Dies ist ebenfalls eine Art Diebstahlsicherung - der sachverständige Dieb wird sie jedoch nach einem Blick unter das Kabinendach deaktivieren.

4.4 Krone

Krone vertreibt im Vergleich zu den anderen Anbietern von Teleservice (außer Grimme) keine Traktoren, in denen Teleservice zusätzlich zur Erntemaschine genutzt werden kann. Jedoch ist gerade bei den selbstfahrenden Futtererntemaschinen Big M und Big X aufgrund ihrer hohen technischen Kapazität und der termingebundenen Arbeit vor allem die Einsatzsicherheit im Focus. Durch die Ferndiagnose per Teleservice sollen die Stillstandskosten bei technischen Problemen reduziert werden [7].

Darüber hinaus will Krone den Lebenszyklus einer Maschine dokumentieren [7], was ihre Vermarktung transparenter gestaltet. Denn der Gebrauchtmasschinenkäufer möchte auch bei einem reduzierten Investitionsvolumen im Vergleich zur Neumaschine häufig eine Garantiezeit.

Ansonsten bietet Krone die Anwendungsbereiche, die bereits angesprochen wurden. Ob das Online-System zentral oder dezentral strukturiert wird, hängt sicherlich von den jeweiligen Kundenwünschen ab.

5. Anwendungsbeispiele

Die Anbieter von Teleservice sehen ihre Kundenkreise naturgemäß bei Landwirten und Lohnunternehmern, aber auch bei Händlern und sogar bei sich selbst. Denn auch für die Hersteller ist das rasche Auswerten von Daten ihrer Test- oder Vorserienmaschinen wichtig. Und weil immer mehr Traktoren und Landmaschinen gemietet werden, hat auch der Vermieter, also der Händler ein Interesse an den übertragenen Daten.

5.1 Ferndiagnose

Die Ferndiagnose spart die Zeit- und Wegekosten für die Diagnose am Einsatzort (in der Regel mindestens eine Fahrt des Werkstattwagens und die Arbeitszeit für die Diagnose), also Werkstattkosten und reduziert darüber hinaus die Stillstandszeit einer Maschine. Denn normalerweise informiert der Fahrer zunächst die Servicezentrale, wenn er ein technisches Problem hat, das er selbst nicht lösen kann. Bei der Sprachübertragung treten oft Verständnisprobleme auf, die durch technisches Missverständnis bedingt sein können – manchmal sogar Sprachprobleme [7].

Die Ferndiagnose kann nur so gut sein wie die Datenerfassung in der Maschine. Sämtliche Daten von Drehzahlen über Öl- und Lagertemperaturen müssen erfasst werden, um einen Defekt exakt zu lokalisieren [2]. Ob dann Diagnosefehler ausgeschlossen sein werden, bleibt fraglich. Denn es darf nicht vorkommen, dass z.B. ein Defekt in der Einspritzanlage eines Motors angezeigt wird, die Einspritzpumpe getauscht wird, der Fehler noch immer gegeben ist und tatsächlich nur der Dieselfilter verstopft ist. Derartige Fälle sind in der Vergangenheit bei Standard-Diagnosesystemen schon vorgekommen. Daran ändert auch die Online-Diagnose nichts, wenn das eigentliche System in der Maschine diese Fehler nicht ausschließt.

Mit Hilfe der Online-Ferndiagnose kann die Servicezentrale das Problem lokalisieren und sowohl Beratungshilfe leisten, als auch die entsprechenden Ersatzteile laden und zum Einsatzort der Maschine fahren, der aufgrund der GPS-Ortung auch genau bekannt ist [2,7]. Das reduziert die Stillstandszeiten und spart entsprechend Kosten. Denn bei selbstfahrenden Erntemaschinen ist die Stillstandszeit oft um ein Vielfaches

teurer als die Werkstattkosten, da nicht nur die Maschine selbst stillsteht, sondern auch die logistische Kette dahinter. Z. B. betragen bei einem Großmähdrescher die Ausfallkosten je nach Auslastung zwischen 3 und 5 €/min. Die Kosten durch nicht geerntete Druschfrucht betragen je nach Durchsatz und Druschfruchtpreis zwischen 30 und 50 €/min. Hinzu kommt, dass der Abtransport stillsteht, evtl. sogar zusätzliche Speditionskosten entstehen.

Steht ein Feldhäcksler der obersten Leistungsklasse aufgrund eines technischen Defektes still, so sind die Ausfallkosten noch höher, weil zusätzlich zur Transportkette auch der oder die Walztraktor/en in eine Zwangspause versetzt werden. Daher wird der Online-Ferndiagnose bei zunehmendem Investitionsvolumen für die Erntemaschinen und steigender technischer Kapazität sowie größerer Komplexität der Verfahren (Abstimmung von Kapazitäten und Logistik) eine immer größere Bedeutung zukommen. Allein zur Sicherung der Maschinenverfügbarkeit werden zukünftig Teleservice-Systeme zur Standardausrüstung von Großmaschinen gehören.

5.2 Motordaten

Das Aufzeichnen von Motordaten ist auch von Vorteil bei Maschinen, deren Nutzer nicht ihr Eigentümer ist. Wurde von einer Mietmaschine während der Einsatzdauer beim Kunden kein Alarmsignal ausgesandt, so kann der Vermieter von einem problemlosen Einsatz bei sachgerechter Handhabung ausgehen. Dies ist für Händler besonders wichtig, wenn sie Mietmaschinen später verkaufen wollen. Sie können entweder dem Kunden lückenlos belegen, wie die Maschine eingesetzt wurde, oder bei nicht sachgemäßer Maschinennutzung Vorsichtsmaßnahmen ergreifen, wie prophylaktisches Ersetzen eines Teiles.

Auch bei Neumaschinen ist die Online-Alarmüberwachung zur unbürokratischen Abwicklung von Garantiefällen sinnvoll. Hier steht die Alarmüberwachung in Wechselwirkung mit der Ferndiagnose. Wurde während des bisherigen Einsatzes z. B. nie das Alarmsignal „zu geringer Öldruck“ übertragen oder vom Diagnosesystem abgerufen, so kann bei einem Motorschaden daraus geschlossen werden, dass der Motor sachgerecht gewartet wurde. Dies vereinfacht das Garantieverfahren für den Maschinennutzer und den Hersteller beiderseits.

Die Hersteller können mit dem Teleservice erstmalig den Lebenszyklus einer Maschine lückenlos dokumentieren. Aus den Daten lassen sich für die Konstruktion wichtige Informationen generieren. Denn bisher wurden Schwachstellen von Serienmaschinen anhand der verkauften Ersatzteilstückzahlen oder Mängellisten des Kundendienstes aufgedeckt. Durch Teleservice lassen sich Einsatzprofile und technische Defekte verknüpfen und die Defekte entsprechend interpretieren.

Der Landwirt oder Lohnunternehmer kann darüber hinaus anhand der Motordaten dokumentieren, was die Maschine wann und wo gearbeitet hat. Er nutzt diese Daten also auch zur Verfahrensanalyse. Damit sind die Motordaten ein klassisches Beispiel für einen breiten Kundennutzen.

5.3 Zustandsüberwachung und Positionsanzeige

Die Zustandsüberwachung und Positionsanzeige ermöglicht wie bereits beschrieben die lückenlose Dokumentation der verschiedenen Arbeiten. Schlagspezifisch können die Teilarbeitsschritte von der Stoppelbearbeitung bis zur Ernte dokumentiert werden. Der Landwirt kommt damit nicht nur seiner Dokumentationspflicht nach, sondern kann die Daten auch zur Verfahrensanalyse nutzen.

Die Online-Positionsanzeige bietet sich für Miet- oder Lohnmaschinen an, die für den Einsatz in einer bestimmten Region vorgesehen sind. Um den zentralen Einsatzort wird ein Zirkel gelegt und sobald die Maschine diese Grenze überschreitet, wird dies der Einsatzzentrale gemeldet. Bei der Zuckerrübenerte wird die Position der Mieten kartiert und damit der Einsatz der Verlademaschine sowie der Transport organisiert. Dies reduziert die Wegezeiten – klassische Beispiele des sogenannten Flottenmanagements.

5.4 Verfahrenskontrolle

Verfahrenskontrolle und Zustandüberwachung stehen in Wechselwirkung zueinander. Die Verfahrenskontrolle bezieht sich auf den Ablauf der Arbeiten. So kann anhand des Dataloggings sehr gut nachvollzogen werden, ob z.B. ein Mähdrescher auf den Standwagen überladen musste, oder auf ein Parallelfahrzeug. Die Standwagenüberladung kann ein Lohnunternehmer zusätzlich in Rechnung stellen.

Wenn der Mähdrescher mit vollem Bunker auf dem Acker steht, ist dies ein Grund zur Verbesserung der Abfuhrlogistik. Erstaunlicherweise sind die Kapazitäten des/der Mähdrescher/s oder auch der/des Feldhäcksler/s und die Abfuhrlogistik in vielen Betrieben und Lohnunternehmen unzureichend abgestimmt. Viele Einsatzleiter würden sich erschrecken, wenn sie die Wartezeiten ihrer Erntemaschinen über eine Saison hinweg summieren würden. Ähnliches gilt für andere Verfahren.

Die Verfahrenskontrolle beinhaltet das gesamte Flottenmanagement. Der Einsatzleiter kann nachvollziehen, wann und wo welche Maschine am sinnvollsten und mit höchster Produktivität eingesetzt wird bzw. werden kann.

5.5 Arbeitszeiterfassung und -auswertung

Teleservice ermöglicht erstmalig das Erfassen von Arbeitszeiten. Wie beschrieben werden die Gesamtarbeitszeit oder die Motorbetriebsstunden gelistet – positiv für die Dokumentation. Die Arbeitszeitauswertung steckt jedoch noch in den Kinderschuhen. Denn der Teleservice revolutioniert geradezu die Methodik der Arbeitszeitmessung. Weil die Arbeitsteilzeiten mit Hilfe des Informationssystems erfasst werden, ist erstmalig keine Stoppuhr und somit keine zweite Person erforderlich. Die Ereignisse werden beim Datalogging über der Zeit abgetragen. Durch Differenzzeitbildung können die Teilarbeitszeiten erfasst werden.

Dieses Verfahren der Teilarbeitszeiterfassung wird jedoch derzeit noch nicht angeboten, weil es einerseits schwierig ist die Teilarbeitszeiten zu erkennen. Dazu muss für jede Arbeit ein Signalprofil erstellt werden. Denn die Wendezeiten eines Traktors mit einer Bestellkombination (Hubwerk, evtl. Spuranreißer, Fahrgassenschaltung, evtl. Vorwärts- und Rückwärtsfahrt) sind durch eine andere Reihenfolge und andere Signale gekennzeichnet als die eines Traktors mit einer Feldspritze (Schieberschaltung). Ein Problem ist noch, dass Teilarbeitszeiten zwar in Deutschland definiert sind, nicht aber weltweit [5].

Ein Problem stellen die Teilarbeitszeiten bei ausgeschalteter Elektrik bzw. ausgeschaltetem Motor dar. Sie können zwar wie beschrieben nach dem Prinzip „Steckkarte“ per RFID-Chip erfasst werden. Für das Erfassen von Reparaturzeiten im Feld müsste dann die Verkleidungsklappe des Werkzeugkastens mit einem Schalter ausgerüstet werden, dessen Signal in den CAN-Bus eingespeist wird.

Tabelle 3 zeigt die online erfassten Arbeitsteilzeiten von zwei Mähdreschern während der gesamten Kampagne. Beispiel-Mähdrescher MD1 erntet in Mecklenburg-Vorpommern. Er erntet 39,6 min pro Betriebsstunde, was einer Hauptarbeitszeit von 66 % entspricht. Beispiel-Mähdrescher MD2 erntet in Baden-Württemberg nur 24,6 min pro Betriebsstunde, was einer Hauptarbeitszeit von nur 41 % entspricht. Diese unterschiedlichen Hauptarbeitszeiten sind fast ausschließlich durch die Überladezeiten zu begründen. MD 1 lädt das Getreide nur 1,2 min pro Betriebsstunde auf Standwagen um, ansonsten auf ein Parallelfahrzeug. MD 2 lädt dagegen das Getreide 12 min pro Betriebsstunde auf Standwagen über.

In den USA berechnen Arbeitszeitanalysten die sogenannte Feld-Effizienz (FE). Die Feld-Effizienz berechnet sich aus der theoretischen Feldzeit (Hauptzeit) / Summe Arbeitszeiten im Feld (Hauptzeit, Wendezeit, Überladezeit, Einstell-, und Störzeiten, Wartungs- und Reparaturzeiten) x 100 (%). Wird diese Methode analog zur Berechnung der Feld-Effizienz der beiden Beispiel-Mähdrescher verwendet, so

ergeben sich sehr unterschiedliche Werte. MD1 erreicht eine FE von 77,6 %, MD2 lediglich 47,7 % [5].

Tab. 3: Arbeitsteilzeiten von zwei Beispiel-Mähdreschern und daraus berechnete Feld-Effizienz [5]

Maschine 1 (66 % Hauptzeit) Maschine 2 (41 % Hauptzeit)	MD 1 (min)	MD 2 (min)
Hauptzeit	39,6	24,6
sonstige Zeit	3,6	4,2
Überladezeit im Stand	1,2	12
Wendezeit	4,2	5,4
Rüstzeit	2,4	5,4
Wegezeit	9	8,4
Summe Zeiten	60	60
Summe ohne Fahrzeit	51	51,6
Feld-Effizienz (%)	77,6	47,7

Insgesamt verdeutlicht die Teilzeitanalyse und das Ausweisen der Feld-Effizienz die Problembereiche in der Verfahrenstechnik und gibt somit Ansatzpunkte zur Verbesserung der Arbeitsorganisation und damit Reduzierung der Verfahrens- bzw. Mähdrusch-Vollkosten.

Doch die Feld-Effizienz wird nicht nur durch die Verfahrenstechnik, sondern auch durch die Geometrie des Schlages beeinflusst. So wird unter sonst gleichen Bedingungen auf einem großen Schlag, der ungleichmäßig geformt oder durch Hindernisse gekennzeichnet ist, eine geringere Feld-Effizienz realisiert als auf einem kleinen, aber gleichmäßig geformten Schlag mit relativ weniger Wendezzeitenanteil. Daher kann die Feld-Effizienz als Kennwert für die Prognose von Verfahrenskosten und damit für die Pachtwürdigkeit eines Schlages, oder sogar für die Preisstaffelung von Lohnarbeiten herangezogen werden.

Landwirt und Lohnunternehmer erhalten erstmalig eine Stellgröße zur Optimierung der Arbeitsorganisation, weil sämtliche Maßnahmen zur Reduzierung von Wende-, Umlade- und sonstigen Verlustzeiten direkt anhand der zunehmenden Feld-Effizienz direkt nachvollziehbar sind. Außerdem ließe sich nach mehrmaliger Ernte desselben Schlages mit verschiedenen Mähdrescherfahrern der Fahrereinfluss und damit die Fahrerqualität ermitteln.

Analog zur Ernte mit dem Mähdrescher kann die Feld-Effizienz natürlich auch für alle anderen Verfahrensschritte berechnet werden, wenn Traktoren und andere selbstfahrende Arbeitsmaschinen mit der gleichen Auswerttechnik ausgerüstet sind. Dazu ist jedoch eine standardisierte Zeitmessung und automatische Teilarbeitszeitberechnung erforderlich. Und eben dies ist bisher noch nicht gegeben. Doch gerade der Aspekt „Arbeitszeitanalyse“ verdeutlicht, welche große Potenziale mit Teleservice erschlossen werden können.

6. Ökonomische Bewertung - Beispiele

Die Kosten für Teleservice sind vor allem bei Großtraktoren und Erntemaschinen im Verhältnis zum Gesamt-Investitionsvolumen gering. Die Hardwarekomponenten der Teleservice-Systeme in den Maschinen sind Industriemodule, direkt übernommen oder modifiziert, so dass dieser Bereich nicht teuer ist. Je nach Ausbaustufe des Systems können dafür etwa 2000 bis 3000 € veranschlagt werden – Tendenz wie überall im Elektronikbereich sinkend. Hinzu kommen Softwarelösungen und Softwarepflege etc., wofür maximal nochmals bis zu 3000 € zu veranschlagen sind. Die Spannweite ergibt sich durch die unterschiedlichen Nutzungsmöglichkeiten der verschiedenen Systeme. Aufgrund der rasanten Weiterentwicklung im Elektronikbereich ist eine Lebensdauer von maximal fünf Jahren mit einem Restwert von Null anzusetzen.

John Deere geht beim JDLink von jährlichen Übertragungskosten in Höhe von knapp 500 € aus. Agromcom veranschlagt beim Combine Online 250 € pro Saison. Riegger kalkuliert mit 250 € pro Jahr bei Modul 3 von MoDaSys. Die Übertragungskosten sind natürlich vom Datenaufkommen und von den Vertragskonditionen abhängig [3,4,6]. Für Traktoren mit einer jährlichen Nutzung von 500 bis 1000 Betriebsstunden ergeben sich daher je nach Anbieter und Ausbaustufe Kosten in Höhe von 2,2 bis 1,8 €/h für den Teleservice, wenn sein Restwert nach fünf Jahren Null beträgt.

Bei einem Mähdrescher kostet der Teleservice bei einem Anschaffungspreis von 3500 € und jährlichen Übertragungskosten von 250 € pro Betriebsstunde 5,3 €, wenn der Mähdrescher jährlich 300 Motor-Betriebsstunden genutzt wird. Bei Maschinenvollkosten zwischen 230 und 250 € pro Betriebsstunde müssten jährlich etwa 4 bis 5 Betriebsstunden eingespart werden, damit sich der Teleservice amortisiert. Aber so einfach ist die Rechnung nicht, denn neben den gesparten Betriebsstunden kann auch die Arbeitsqualität erhöht werden. Werden bei einem Großmähdrescher durch den Teleservice die Einstellungen so optimiert, dass sich der Bruchkornanteil und die Verluste insgesamt um nur 0,5 %-Punkte reduzieren, so

ergibt sich bei durchschnittlichem Preisniveau ein Mehrwert an Erntegut von etwa 1830 € (Getreide und Raps) pro Saison. Vorausgesetzt wurde hier eine Kampagneleistung von 400 ha/a mit einem Durchsatz von 3080 t/a und einem Durchschnittspreis von knapp 117 €/t.

Der vergleichenden Vollkostenkalkulation in Abb. 10 liegen die ökonomischen Kennwerte und Leistungsdaten von zwei Rotor-Mähdreschern mit jeweils einem Anschaffungspreis von 220 000 € zugrunde. Beim „Online-Mähdrescher“ wurden für den Teleservice zusätzlich 3500 € Anschaffungspreis und jährlich 250 € Übertragungskosten angesetzt.

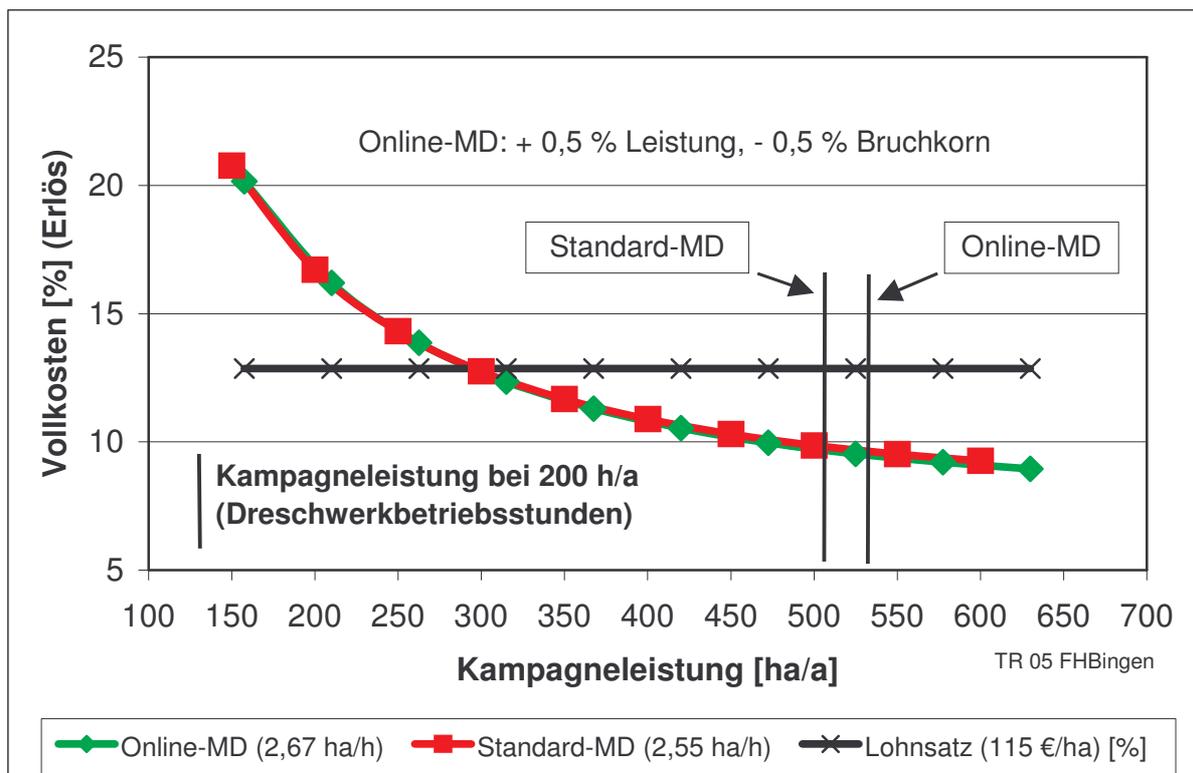


Abb. 10: Vollkostenkalkulation in v. H. des Verkaufserlöses des Erntegutes für einen Mähdrescher mit Online-Ausrüstung im Vergleich zum Standard-Mähdrescher – Mähdreschkosten in v. H. des monetären Ertrages in Abhängigkeit von der Kampagneleistung

Es wurde unterstellt, dass die Mähdrescher von Fahrern mit durchschnittlichen Kenntnissen bedient werden. Beim Einsatz von Teleservice wurde eine Mehrleistung durch Optimierung des Einsatzes (Flottenmanagement) von nur 0,5 %-Punkten angenommen. Darüber hinaus wurde mit einer möglichen Verbesserung der Arbeitsqualität des Mähdreschers durch die Optimierung der Einstellung (reduzierter Bruchkornanteil, weniger NKB im Erntegut, reduzierte Verluste) gerechnet. In der Kalkulation wurden beim „Online-Mähdrescher“ die Verluste um 0,5 %-Punkte gegenüber dem „Standard-Mähdrescher“ reduziert. Eine höhere

Maschinenverfügbarkeit durch das Onlinesystem bei auftretenden Störungen/Reparaturen und daraus resultierende, verringerte Stillstandszeiten blieben unberücksichtigt.

Bei einer Nutzungsdauer von 200 Dreschwerk-Betriebsstunden pro Saison erntet der „Standard-Mähdrescher“ 509 ha/a, entsprechend einem Fruchtumsatz von 455.000 €/a. Der „Online-Mähdrescher“ erntet in derselben Zeit 535 ha/a bei einem Fruchtumsatz von 481 000 €/a. Die Kostenkurven in Abb.10 sind zwar nahezu deckungsgleich. Bei zunehmender Kampagneleistung zeigt sich jedoch ein Kostenvorteil zugunsten des „Online-Mähdreschers“, so dass sich die Kosten für den Teleservice allein durch die Verbesserung der Arbeitsqualität bei identischer Kampagneleistung bereits amortisieren würden.

7. Probleme

Die Technik des Teleservice stellt kein Problem dar, es sei denn das Funknetz hat Lücken. Aber dies lässt sich einfach lösen, indem die Daten so lange zwischengespeichert werden, bis der Funkkontakt wieder hergestellt ist.

Vielmehr sind datenschutzrechtliche Probleme noch zu lösen: Wer darf personenbezogene Daten speichern? Hier sind personenbezogene Arbeitszeiten zu nennen. Wer ist überhaupt autorisiert, Daten zu speichern? Und wie sicher sind die Daten geschützt? Aufgrund dieser Unsicherheiten wünschen viele Teleservicenutzer ein dezentrales System.

Gelten für eine Maschine, die mit Teleservice ausgerüstet ist, eventuell in Zukunft andere Regeln der Versicherer? Und wie gestaltet sich die Produkthaftung, wenn im Streitfall doch nicht erkennbar ist, wie die Maschine genau eingesetzt wurde? Ist das Verwechseln von Datensätzen ausgeschlossen, wenn viele Teilnehmer das Netz nutzen?

Ob sich jeder Fahrer zukünftig wirklich der ständigen Kontrolle durch den Einsatzleiter aussetzen möchte, bleibt ebenfalls fraglich. Vor allem in Betrieben mit guter Organisation und gutem Betriebsklima wird die Akzeptanz von Teleservice wohl gering sein und auch bleiben.

8. Zusammenfassung

Teleservice wird von immer mehr Herstellern angeboten, vor allem für Großtraktoren und Erntemaschinen. Das Angebot reicht von einfachen Datenübertragungstechniken per Chip, oder per drahtloser Schnittstelle am Kleincomputer (kein Teleservice per Definition) bis hin zur vollautomatischen Datenübertragung per GSM. Die Technik ist zwar übertragungstechnisch ausgereift, im Hinblick auf die Umsetzung und Nutzung der Daten im verfahrenstechnischen Bereich befindet sie sich noch im Anfangsstadium. Denn bisher hat noch kein Hersteller ein Produkt erstellt, das verfahrenstechnische Defizite automatisch generiert und Verbesserungsvorschläge anbietet.

Wer in Teleservice investieren möchte, steht vor der Frage, was für seine betrieblichen Erfordernisse richtig ist. Hersteller wie Claas-Agrocom und John Deere bieten Komplettlösungen an, mit zentralem Server. RTS Riegger Telemetrie-Systeme bietet für Fendt ein modulares Baukastensystem an, legt jedoch Wert auf die dezentrale Datenspeicherung beim Kunden.

Das Datalogging ist die Basis des Teleservice. Hierbei werden die vom CAN-Bus der Maschine registrierten Signale in Abhängigkeit von der Zeit abgetragen. Drehzahlen, Fahrgeschwindigkeiten, Schaltungen von Steuergeräten und Aggregaten sind somit präzise nachvollziehbar. Dies ist die Basis für die Analyse von Verfahren, weil z. B. Abweichungen von Soll Drehzahlen oder Wartezeiten detektiert werden können. Daraus können dann Verbesserungsvorschläge abgeleitet werden.

Wird das Datalogging mit einer Positionsmessung per GPS und einer Ackerschlagkartei kombiniert, so lässt sich zusätzlich exakt belegen, wo die verschiedenen Ereignisse mit entsprechenden Mengenangaben stattgefunden haben. Diese Auftragskartierung ist ein zentrales Element zur lückenlosen Dokumentation der Teilarbeiten im Hinblick auf das Lebensmittel- und Futtermittelgesetz. Zusätzlich dient sie der exakten Abrechnung überbetrieblicher Dienstleistungen.

Teleservice ermöglicht erstmalig eine Arbeitszeiterfassung ohne Stoppuhr und damit eine automatisierte, schlagspezifische Arbeitszeitanalyse. Anhand der erfassten Teilarbeitszeiten lässt sich die sogenannte Feld-Effizienz berechnen. Diese ist nicht nur von der Geometrie eines Schlages, sondern auch von dem Grad der Optimierung der Verfahrenstechnik abhängig. Damit erhält der Maschinennutzer erstmalig einen Kennwert seiner Produktivität. Dies ist jedoch noch ein wenig Zukunftsmusik, denn Voraussetzung dafür ist zunächst eine Vereinheitlichung der Definitionen von Teilzeitelementen sowie deren Erfassungsmethoden. Andernfalls werden sich

Online-Datenerfassungssysteme mit integrierter Arbeitszeitanalyse wohl kaum weltweit erfolgreich vermarkten lassen.

Weil der Anschaffungspreis für den Teleservice sowie die Übertragungskosten für die Daten in Relation zum Investitionsvolumen für eine Erntemaschine oder einen Traktor gering sind, amortisiert sich der Teleservice rasch – vorausgesetzt, er wird entsprechend genutzt. Bei Traktoren, ob eigen- oder überbetrieblich genutzt, wird mit Teleservice allein durch Maßnahmen des Flottenmanagements in Betrieben mit größeren Fahrzeugflotten rasch Geld verdient werden.

Bei Erntemaschinen ist neben einer möglichen Leistungssteigerung auch eine verbesserte Produktqualität durch eine Einstellungsoptimierung mit Hilfe des Teleservice möglich. Darüber hinaus ist der Teleservice hier zur Verbesserung der Maschinenverfügbarkeit (Reduzierung von sehr teuren Stillstandszeiten) zukünftig sicherlich unabdingbar.

Problematisch ist nach wie vor der Umgang mit den Daten. Daher bevorzugen viele Betriebsleiter den dezentralen Teleservice mit Datenspeicherung im eigenen PC anstelle des zentralen Systems mit Datenspeicherung im Server des Anbieters. Hier sind noch einige Fragen ungeklärt. Und schließlich möchte nicht jeder Fahrer dauernd „überwacht“ werden, was die Akzeptanz bei vielen Kunden einschränkt. Der aufgeschlossene Fahrer möchte dagegen sogar die Qualität seiner Arbeit exakt belegen. Daher wird Teleservice zukünftig sicherlich an Bedeutung gewinnen.

9. Literaturverzeichnis

1. HAMACHER, H.: Online-Datenerfassung am Mähdrescher. Unveröffentlichte Präsentationen der Firma Claas, Harsewinkel, 2003
2. HARMS, H.-H., KRALLMANN, J.: Teleservice von morgen – Entwicklungen und Trends. VDI-Berichte, Nr. 1742, 2003, S. 97 - 111
3. JUNG, D.: AGRO-Combine-Online. Unveröffentlichte Präsentation der Firma Claas-Agrocom, Bielefeld, 2005
4. JOHN DEERE: Datenerfassungssystem JDLink. Unveröffentlichte Präsentation der Firma John Deere Agrar Management Solutions, Zweibrücken, 2005
5. RADEMACHER, TH.: Online-Datenerfassung zur Optimierung der Verfahrenstechnik der Druschfruchternte. VDI-MEG Kolloquium Mähdrescher. Heft Nr. 38, S. 167 – 181, VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf 2005
6. RIEGGER, L.: Datenerfassungssystem MODASYS. Unveröffentlichte Präsentation der Firma Riegger Telemetrie Systeme (RTS) und AGCO-Fendt, Riedhausen, 2005

7. SCHNIEDERBRUNS, B., KEUTER, A.: Telematik in der Landtechnik.
Unveröffentlichte Präsentation der Firma Krone, Spelle, 2005