

# Automatisierte, teilzeitspezifische Analyse von Maschinendaten am Beispiel der Bodenbearbeitung

Dietrich Kortenbruck<sup>1</sup> und Hans W. Griepentrog<sup>1</sup>

**Abstract:** Operation profiles are used for machine design and testing by representing the demands that lead to a certain machine load. Due to the complexity of machine and implement use the determination of operation profiles is expensive and time consuming. Within the present project a method has been developed to simplify the creation of operation profiles by using machine communication messages from standardized ISO11783 interface and GNSS data. This approach also allows an analysis of machine parameters regarding specific time fractions. To show the capabilities of the presented method field experiments have been conducted with a tractor plough system for soil tillage.

**Keywords:** Einsatzprofile, Arbeitszeitanalyse, Zeitschema, ISOBUS, Bodenbearbeitung.

## 1 Einleitung

Die Einsatzbedingungen landwirtschaftlicher Maschinen sind bedingt durch unterschiedliche Flächenstrukturen, Betriebsstrukturen oder Umwelteinflüsse wie Bodeneigenschaften oder das Wetter untereinander nur schwer zu vergleichen. Diese hohe Variabilität, erschwert eine großflächige messtechnische Erfassung und Analyse. Die Einsatzbedingungen einer Maschine können in einem Einsatzprofil zusammengefasst werden um eine bessere Vergleichbarkeit verschiedener Maschineneinsätze zu ermöglichen. Nach der Definition von Olfe und Schön (1984) sollte ein Einsatzprofil unter anderem die technische Daten der eingesetzten Maschinen, die Arbeitszeiten und den Kraftstoffverbrauch beinhalten [OS84].

Durch die standardisierte CAN-Kommunikation nach ISO11783 auf modernen Landmaschinen sind mittlerweile viele Maschinenparameter während des Einsatzes einfach erfassbar, die zuvor nur durch aufwändige Installation von Messtechnik zu ermitteln waren. Derzeit fehlen jedoch Methoden diese Werte automatisiert auszuwerten und zur Optimierung des Maschineneinsatzes hinsichtlich Verfahrensleistung, Arbeitszeitbedarfes oder Energieeffizienz zu nutzen. Im vorliegenden Projekt wurde eine Software entwickelt, die im Betrieb aufgezeichnete Maschinen- und Positionsdaten automatisiert auswertet, in ein Arbeitszeitmodell einordnet und in einem Einsatzprofil zusammenfasst. Zusätzlich zur reinen Zeitanalyse werden den ermittelten Teilzeiten Maschinenparameter zugeordnet. Dadurch wird eine wesentlich differenziertere Betrachtung von Maschineneinsätzen ermöglicht.

---

<sup>1</sup> Universität Hohenheim, Institut für Agrartechnik, Fg. Mess- und Prüftechnik (440c), Garbenstr. 9, 70599 Stuttgart, dietrich.kortenbruck@uni-hohenheim.de

## 2 Material und Methoden

Für das vorgestellte Experiment wurde ein *John Deere 6210R* mit einem aufgesattelten *Lemken* Vierschar-Pflug mit einem *RM Michalides 5102 GPS* Datenlogger ausgerüstet. Ein CAN-Kanal des Datenloggers wird über die ISOBUS-Steckdose in der Fahrerkabine (In-Cab Connector) nach ISO11783 mit der Maschine verbunden. Die Daten werden auf einer 16GB SDHC Karte gespeichert. Durch den einfachen Anschluss des Datenloggers an die vorhandene ISOBUS-Schnittstelle und die Verwendung einer GNSS-Antenne mit Magnetfuß wird eine schnelle und einfache Installation des Datenerfassungssystems gewährleistet. Die gespeicherten Kommunikationsdaten wurden im Wesentlichen nach der von Kortenbruck (2014) vorgestellten Methodik ausgewertet [KGH14]. Es wurden jedoch zusätzliche Funktionen hinzugefügt um die ermittelten Teilzeiten mit den korrelierenden Maschinendaten zu verknüpfen.

## 3 Ergebnisse

Im Folgenden wird die Auswertung der Betriebsdaten anhand eines Einsatztages durchgeführt. Tab. 1 zeigt die an diesem Tag bearbeiteten Schläge mit den dazugehörigen Flächen sowie Entfernungen.

	Fläche [ha]	Hof-Feld Entfernung [km]	Feld-Feld Entfernung [km]
Schlag 1	2,95	0,45	1,45
Schlag 2	0,33	0,9	0,78
Schlag 3	0,40	1,14	0,73
Schlag 4	0,35	1,3	1,05
Schlag 5	0,38	1,8	1,20
Mittelwert	0,88	1,12	1,04
Summe	4,41		

Tab. 1: Flächen der Schläge und Entfernungen zum Hof und zwischen den Schlägen

Die kurzen Wegstrecken sowie kleinen Schlaggrößen des Versuchsbetriebes entsprechen im Wesentlichen den regionalen Gegebenheiten.

### 3.1 Ergebnis der Arbeitszeitanalyse

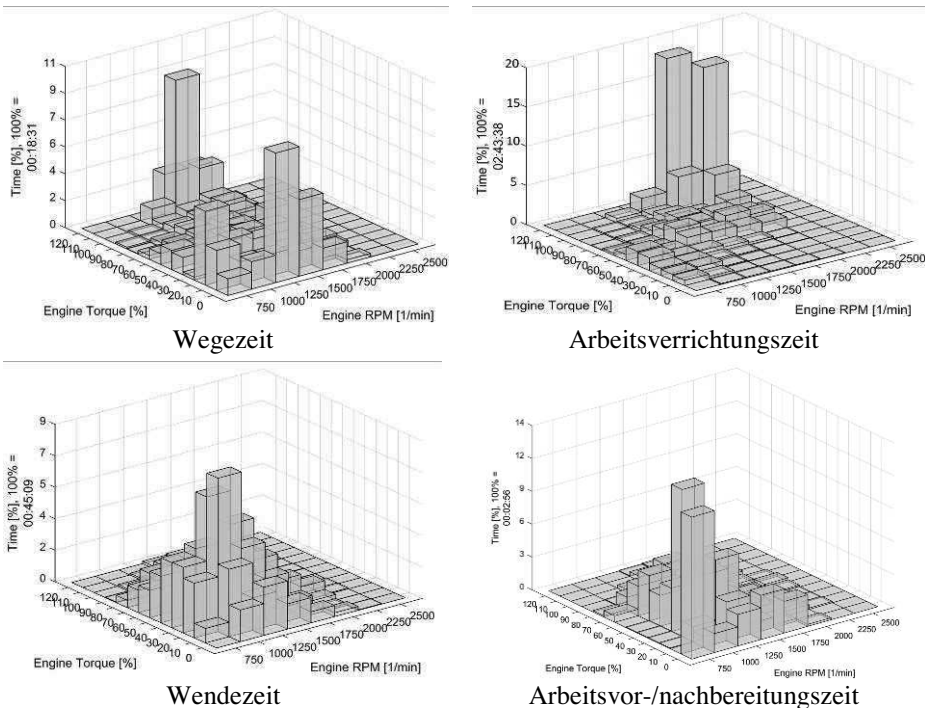
Das Ergebnis der Arbeitszeitanalyse ist in Tab. 2 dargestellt. Die Gesamtbetriebszeit der Maschine beträgt für diesen Einsatz 04:39:22 h. Unter der „Sonstigen Wegezeit“ sind Warte- oder Störzeiten auf der Straße zusammengefasst. Die „Sonstige Feldzeit“ entspricht Warte- oder Störzeiten auf dem Feld. Das zugrundeliegende Arbeitszeitmodell wurde in Anlehnung an das KTBL Arbeitszeitmodell 2013 erstellt [WF14].

<b>Teilzeit</b>	<b>Zeitanteil [%]</b>
Arbeitsvor-/nachbereitungszeit	1
Wegezeit	8
Sonstige Wegezeit	4
Arbeitsverrichtungszeit	58
Wenden	16
Sonstige Feldzeit	13

Tab. 2: Ergebnis der Arbeitszeitanalyse

### 3.2 Ergebnisse der teilzeitspezifischen Maschinendatenanalyse

Die automatisierte Datenauswertung erlaubt eine einfache Zuordnung von Maschinenparametern zu den Teilzeiten sofern diese auf dem ISOBUS verfügbar sind. Tab. 3 zeigt exemplarisch den Motorbetriebspunkt für ausgewählte Teilzeiten. Es ist deutlich zu sehen, dass in den verschiedenen Teilzeiten unterschiedliche Anforderungen an die Maschine gestellt werden. Eine vergleichbare Auswertung kann auch hinsichtlich anderer Maschinenparameter erfolgen.



Tab. 3: Darstellung der Verweildauer im Motorkennfeld bei verschiedenen Teilzeiten.

## 4 Diskussion und Ausblick

Die beschriebene Methodik konnte ihr Potential bei der automatisierten Datenauswertung im vorgestellten Experiment unter Beweis stellen. Der Einsatz des Systems hat gezeigt, dass die Vielzahl an verfügbaren Parametern eine umfassende Analyse des Arbeitseinsatzes bei gleichzeitig geringem Installationsaufwand ermöglicht. Beispielsweise kann die Auslastung von Maschinen in den verschiedenen Teilzeiten verglichen werden, was dem Anwender Hilfestellung bei der Auswahl der optimalen Arbeitsmaschine für zukünftige Einsätze geben kann. Dennoch sind im Hinblick auf eine vollständige Automatisierung – von der Datenerfassung bis zur hier gezeigten Auswertung – noch einige Hürden zu bewältigen. Insbesondere die Arbeitsbreite und Arbeitsstellung von Geräten die über keine ISOBUS-Schnittstelle verfügen müsste dem System zur Verfügung stehen. Hier könnte, gerade in Hinblick auf eine großflächige Datenerfassung, ein funkbasiertes Geräteerkennungssystem Abhilfe schaffen.

Analog zur „Digitalisierung des Autos“ ist zukünftig auch auf dem Sektor der mobilen Arbeitsmaschinen eine großflächigen Erfassung und Speicherung von Betriebsdaten zu erwarten. Hochskaliert kann die vorgestellte Methodik dazu beitragen die erfassten Datenmengen im Sinne des „Big Data“ zu analysieren und für die weitere Verwendung aufzubereiten. Die so bereitgestellten Informationen können dem Anwender dabei helfen seine Produktionsprozesse zu analysieren und zu optimieren. Auch bei der Entwicklung von Landmaschinen erlaubt die Berücksichtigung von Einsatzprofilen eine Anpassung der Maschinen an den realen Einsatz. Gerade im Bereich der Betriebsfestigkeitsuntersuchung kann eine genaue Kenntnis der Einsatzbedingungen die Genauigkeit der Kalkulation verbessern was positive Auswirkungen auf Lebensdauer und Zuverlässigkeit von Maschinen haben kann [Pa15].

## Literaturverzeichnis

- [KGH14] Kortenbruck D.; Griepentrog, H.W.; Holzhauer, A.: Ermittlung von Einsatzprofilen durch automatisierte Arbeitszeitanalyse an Landmaschinen. In: VDI-MEG Tagung Land.Technik, (VDI-Verlag ), Düsseldorf; S. 227-235, 2014.
- [OS84] Olfe, G.; Schön, H.: Einsatzzeiten von Schleppern bei unterschiedlichen betrieblichen Verhältnissen. Grundlagen der Landtechnik Bd. 34 (1984) Nr. 6, S. 236-243, 1984.
- [Pa15] Paraforos, D. et.al.: Methodology for accelerated durability testing of agricultural machinery. In: VDI-MEG Tagung Land.Technik, (VDI-Verlag ), Düsseldorf; S. 323-330, 2015.
- [WF14] Winkler, B., Frisch, J.: Weiterentwicklung der Zeitgliederung für landwirtschaftliche Arbeiten. In (Leibnitz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. Hrsg.): Arbeitswissenschaften im Landbau – Bornimer Agrartechnische Berichte – Heft 83, Potsdam-Bornim/Dresden, S. 14-21, 2014