

Algorithmische Effizienzanalyse von Ernteprozessketten

Valentin Heizinger, Heinz Bernhardt

Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik
Technische Universität München
Am Staudengarten 2
85354 Freising - Weihenstephan
valentin.heizinger@wzw.tum.de
heinz.bernhardt@wzw.tum.de

Abstract: Insbesondere die zunehmende Nutzung von Biomasse als Energierohstoff führt zu einem deutlichen Anstieg des Transportaufkommens im Agrarsektor. Die Effizienz der Logistikketten ist dabei oftmals gering. Die vorgestellte Systemanalyse, basierend auf der Aufzeichnung von Positionsdaten, welche mit speziellen Algorithmen ausgewertet werden, ermittelt Schwachstellen in der Logistik-Planung und bildet die Basis für eine systematische Optimierung.

1. Einleitung

Moderne Agrar-Flottenmanagementsysteme [La11] unterstützen die automatische Zuweisung von Arbeitsaufträgen an Maschinen und Personal. Ebenso enthalten sie Navigationsanwendungen für den landwirtschaftlichen Einsatz. Auch Systeme für die automatisierte Abrechnung von Arbeitsleistungen sind Stand der Technik [Ld11]. Verlässliche Planungswerkzeuge, mit deren Hilfe man optimierte Ernteketten erstellen könnte, existieren derzeit jedoch im Agrarbereich bisher nicht. Daher beruht die Zusammenstellung von Logistikketten in der Regel auf Erfahrungswerten.

Eine Untersuchung der gegenwärtig eingesetzten Systeme bildet die Grundlage für eine Optimierung der Transportlogistik. Die hier dargestellte Effizienzanalyse ermittelt auf Basis der Positionsdaten aller Fahrzeuge einer Ernteprozesskette unter Verwendung verschiedener Auswertungsalgorithmen die Einsatzparameter der verwendeten Fahrzeuge. Die aufgezeichneten Positionsdaten werden ergänzt mit geographischen Informationen über benützte Weg und abgeerntete Schläge. Spezielle Applikationen bestimmen unter Verwendung der genannten Datengrundlagen zunächst den Betriebszustand eines Fahrzeugs zu einem bestimmten Zeitpunkt. Anschließend können daraus Ergebnisparameter (Prozesszeiten, Geschwindigkeiten, Störungsanteile etc.) abgeleitet werden. Insbesondere sind dadurch die unterschiedlichen Leistungsparameter konkurrierender Transportsysteme erkennbar. Beispielsweise kann das Einsatzspektrum von LKWs für landwirtschaftliche Transporte konkretisiert werden.

2. Methoden und Algorithmen

Die algorithmische Effizienzanalyse von Ernteprozessketten gliedert sich in die grundsätzlichen Abschnitte Datenerhebung und Datenauswertung, welche getrennt voneinander durchgeführt werden.

2.1 Datenerhebung

Als Datengrundlage für die Analyse der Logistikverfahren dienen während der Ernte erhobene Praxisdaten der untersuchten Prozessketten. Dabei werden alle Fahrzeuge einer Kolonne mit GPS-Datenloggern ausgerüstet. Diese zeichnen folgende Werte mit einer Frequenz von einem Hertz auf: Zeit (UTC), aktuelle Position (Längen- und Breitengrad), Höhe über NN, aktuelle Geschwindigkeit, weitere Parameter (GPS-Qualität, Kurs, etc.).

Die Methodik der Datenerhebung ist so konzipiert, dass die Rüstzeiten vor Beginn der Messungen möglichst gering gehalten werden. Dies schließt ein, dass die verwendeten Datenlogger mit einem internen Datenspeicher und einer eigenen Stromversorgung ausgestattet sind, wodurch die Verlegung von Kabeln bei der Montage völlig entfällt. Somit kann, was in der Praxis aufgrund der Witterungsabhängigkeit durchaus kein Einzelfall ist, auf kurzfristige Verschiebungen des geplanten Erntebeginns oder auf Änderungen in der Zusammenstellung der Ernteketten umgehend reagiert werden. Der Einbau zusätzlicher Sensoren, wie zum Beispiel Ultraschallsensoren auf Transportanhängern, um den Beladungszustand zu dokumentieren, würde für die Auswertung der Daten sicherlich zusätzliche Erkenntnisse bringen. Die entwickelte Methode der Datenaufzeichnung soll allerdings universell und vor allem kurzfristig in der Praxis einsetzbar sein. Daher wird auf die Erhebung zusätzlicher Parameter verzichtet.

2.2 Datenauswertung

Zu Beginn der Datenauswertung muss eine Plausibilitätsprüfung durchgeführt werden. Über maximal zulässige Positionsveränderungen entsprechend dem Beschleunigungsvermögen der Fahrzeuge können Fehler in der Positionsdarstellung können gefiltert werden. Auch die Kontinuität der zeitlichen Darstellung der GPS-Positionen muss überprüft werden.

Die aufgezeichneten Daten der einzelnen Fahrzeuge werden anschließend zueinander in Beziehung gesetzt und mit zusätzlichen Werten über beerntete Schläge ergänzt. Um charakteristische Parameter der Verfahrenskette wie durchschnittliche Be- und Entladezeiten, Transportgeschwindigkeiten oder Wartezeiten am Feld ermitteln zu können, ist es zunächst nötig, den Fahrzeugen zu allen Zeitpunkten bestimmte Betriebszustände zuzuweisen. Bei Häckselketten für Siliergüter wird dabei zwischen den Zuständen Straßenfahrt, Beladen, Warten am Feld, Entladen am Silo und Störung unterschieden. Der zugrunde liegende Entscheidungsalgorithmus für den Feldhäcksler ist in Abbildung 1 dargestellt. Durch einen ähnlichen Algorithmus werden die Zuweisungen von Betriebszuständen für Transportfahrzeuge ausgeführt.

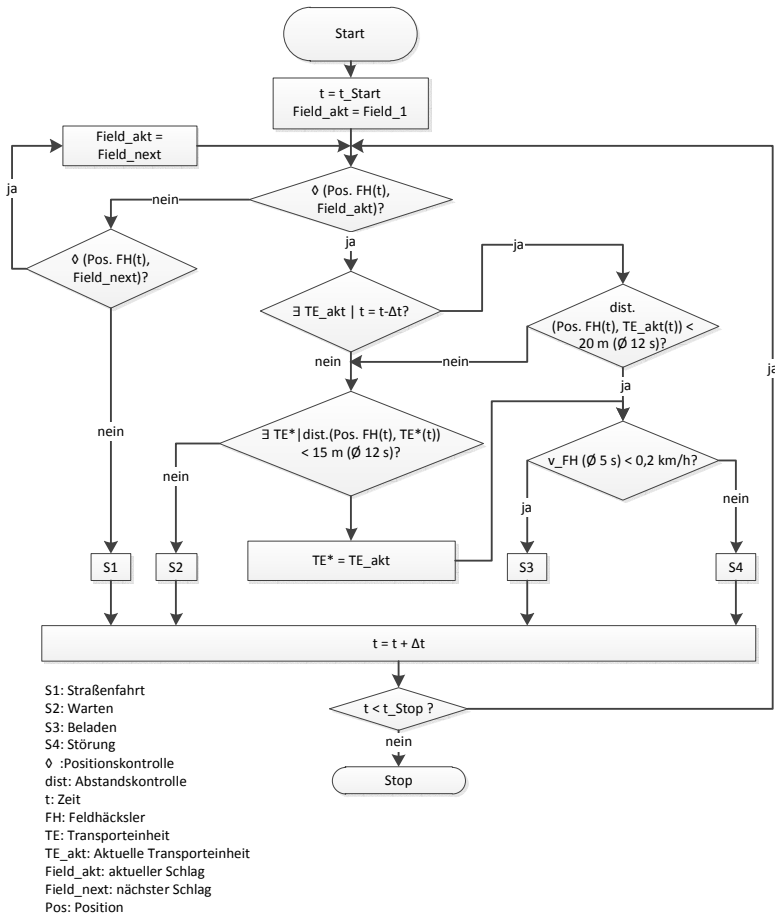


Abbildung 1: Flussdiagramm der Zuweisung der Betriebszustände für einen Feldhäcksler

3. Ergebnisse

Auf Basis der algorithmischen Datenanalyse mit Zuweisung von Betriebszuständen für alle Fahrzeuge können verschiedene Ergebnisparameter der untersuchten Erntekette abgeleitet werden. Dabei ist es möglich, sowohl Aussagen über Leistungsparameter einzelner Fahrzeuge zu treffen, als auch Kennwerte zu ermitteln, die das gesamte System betreffen. Die Fragestellung, welche Auswirkungen der Einsatz von Agrar-LKWs auf die Transportgeschwindigkeiten hat, soll im Folgenden näher betrachtet werden. Höhere Endgeschwindigkeit bei geringerem Verbrauch und einem niedrigerem Leergewicht sind dabei die grundsätzlichen Vorteile eines LKWs im Vergleich zu einem Traktor. Die gemessene Transportgeschwindigkeit stellt einen Indikator dar, inwieweit diese Vorteile im praktischen Einsatz zum Tragen kommen (vgl. Abbildung 2).

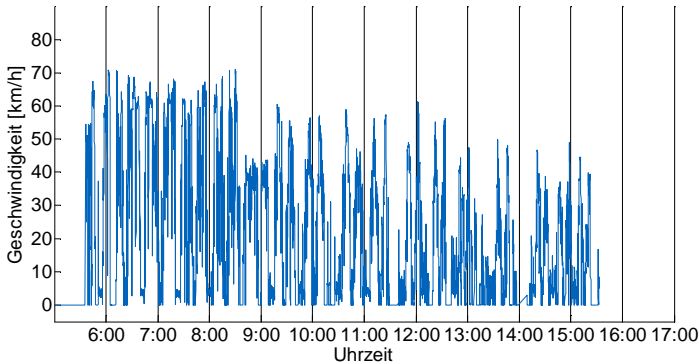


Abbildung 2: Geschwindigkeit Agrar-LKW, Silomaiserte 2011

In dieser Erntekette können in der Zeit bis 8:30 Uhr gut ausgebaute Land- und Bundesstraßen genutzt werden. Dort erreicht der LKW Endgeschwindigkeiten zwischen 60 und 70 km/h. Der Ausbauzustand der Straßen nach dem Schlagwechsel ist weniger gut. Der LKW kann dort keine höheren Endgeschwindigkeiten erreichen als parallel eingesetzte Traktoren. Mit Hilfe der durchgeführten Analyse mit Zuweisung von Betriebszuständen für alle Zeitpunkte können Geschwindigkeiten differenziert betrachtet werden. Zeiteile am Silo und auf dem Schlag können extrahiert werden und die reinen Transportanteile betrachtet werden. Im vorliegenden Beispiel ergeben sich mittlere Transportgeschwindigkeiten von 43,8 km/h vor und 31,0 km/h nach dem Schlagwechsel.

4. Fazit und Ausblick

Um zukünftig Biomasse möglichst effizient transportieren zu können, ist es nötig, Ernteprozessketten systematisch zu planen. Simulationsmodelle wie das Modell von Sonnen [So07], benötigen dazu geeignete Eingangsdaten. Da die Simulation von komplexen, realen Prozessen definitionsgemäß mit einer Vereinfachung verbunden ist [Sa99], sind selbst bei exakten Rechenprozessen Ungenauigkeiten unvermeidbar. Um diese möglichst gering zu halten, ist es zwingend erforderlich, auf genaue Eingangsdaten zugreifen zu können. Mit Hilfe der vorgestellten algorithmischen Analyse von Ernteketten kann eine belastbare Datengrundlage zur Systemoptimierung geschaffen werden.

Literaturverzeichnis

- [La11] Lacos Computerservice GmbH: Biomasselogistik, http://www.lacos.de/cms_neu/index.php?option=com_content&view=article&id=122, letzter Zugriff: 08.11.2011.
- [Ld11] Land-Data Eurosoft GmbH & Co. KG: AO Biogas, <http://www.eurosoft.de/software/ao-biogas.html>, letzter Zugriff: 08.11.2011.
- [Sa99] Sauerbier, T.: Theorie und Praxis von Simulationssystemen, Vieweg-Verlag, Braunschweig, 1999.
- [So07] Sonnen, J.: Simulation von Ernteprozessketten für Siliergüter, HU Berlin, 2007.