

Gero Wallmann und Hans-Heinrich Harms, Braunschweig

Assistenzsystem zur Überladung landwirtschaftlicher Güter

Bei selbstfahrenden Erntemaschinen ist ein Trend zu immer leistungsstärkeren Maschinen mit zunehmender Arbeitsbreite und wachsendem Erntemengendurchsatz zu erkennen.

Insbesondere bei der parallelen Verkettung von Ernte und Transport stellt die vollständige und verlustfreie Beladung der Transportanhänger eine hohe Anforderung an die beteiligten Maschinenbediener dar.

An der TU Braunschweig werden deshalb am Institut für Landmaschinen und Fluidtechnik in Zusammenarbeit mit dem Institut für Regelungstechnik Untersuchungen bezüglich eines Assistenzsystems zur Anhängerbefüllung am Beispiel eines selbstfahrenden Feldhäckslers durchgeführt.

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Gero Wallmann ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Landmaschinen und Fluidtechnik (ILF) der Technischen Universität Braunschweig, Langer Kamp 19a, 38106 Braunschweig (Leiter: Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Hans-Heinrich Harms); e-mail: g.wallmann@tu-bs.de

Schlüsselwörter

Beladungssteuerung, Relativpositionsbestimmung, GPS

Keywords

Control of loading processes, registration of relative position, GPS

Der Schwerpunkt des Forschungsvorhabens liegt in der Entwicklung von Beladungsstrategien, die eine vollständige Befüllung des Anhängers bewirken und der entsprechenden automatischen Umsetzung. Diese Umsetzung wird zum einen durch eine automatisierte Ausrichtung des Auswurfkrümmers erreicht. Zum anderen soll eine für die Beladung günstige Positionierung der Transporteinheit berechnet werden, welche dem Fahrer über eine Mensch-Maschine-Schnittstelle angezeigt wird.

Zur Realisierung dieser Arbeitsweise ist die Erfüllung der in Bild 1 aufgeführten Teilfunktionen erforderlich.

Die Steuerung des Auswurfkrümmers umfasst sowohl dessen Drehung als auch die Verstellung der Leitklappen. Die höchste Priorität bei der Ausrichtung hat das sichere Treffen des Anhängers, um Erntegutverluste zu vermeiden. Darüber hinaus soll eine Be-

ladestrategie ausgeführt werden, die durch eine getaktete Ausrichtung auf verschiedene Zielbereiche eine gleichmäßige und vollständige Beladung des Transportanhängers bewirkt.

Durch eine Füllstandsmessung soll das Erreichen der maximalen Füllhöhe erfasst werden. In der Anhängermitte sind dabei höhere Grenzwerte als an den Außenseiten festzulegen, da eine Beladung mit einem Schüttkegel möglich ist. Die vollständige Ausnutzung der Transportkapazität wird erreicht, indem gegen Ende des Beladungsvorganges eine Ausrichtung auf die verschiedenen Zielbereiche bis zum Erreichen der hier festgelegten maximalen Füllhöhen erfolgt.

Die Vorgabe einer für die Beladung günstigen Position an die Transporteinheit wird unter der Prämisse eines möglichst kurzen Erntegutstroms erteilt, welches einerseits die Treffsicherheit steigert und andererseits den

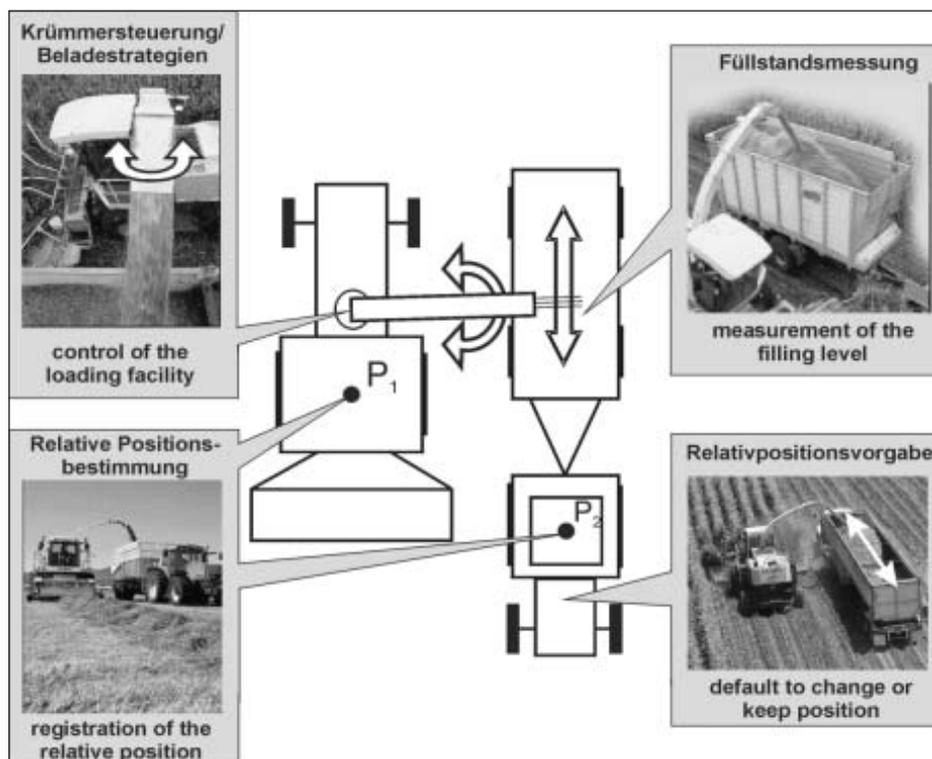


Bild 1: Teilfunktionen des Assistenzsystems (Fotos: Claas)

Fig. 1: Sub-functions of the assistance system (photos: Claas)

größtmöglichen Teil der im Gutstrom enthaltenen kinetischen Energie für die Verdichtung des bereits im Anhänger befindlichen Erntegutes bewahrt. Da sich die Transporteinheit mit möglichst geringem Seitenabstand neben der Erntemaschine befindet, beschränkt sich die Positionsvorgabe auf die Fahrtrichtung (vor/zurück).

Die Bestimmung der Position der Fahrzeuge zueinander ist die Grundlage zur Erfüllung der beschriebenen Arbeitsweise. Neben der Bestimmung des Abstandes in Quer- und Längsrichtung sind dabei unterschiedliche Fahrtrichtungen sowie der Knickwinkel zwischen Zugfahrzeug und Anhänger zu erfassen.

Voruntersuchungen

GPS-Empfänger kommen auch in Landmaschinen immer häufiger zum Einsatz. Die Anwendungsfelder reichen dabei von der Ertragskartierung über Parallelfahrhilfen bis hin zu einer automatischen Fahrzeugführung [1,2]. In dem letztgenannten Fall kommen dabei hochwertige und damit sehr teure GPS-Empfänger zum Einsatz, die eine absolute Ortungsgenauigkeit von wenigen Zentimetern ermöglichen [3].

Am ILF wurden Voruntersuchungen durchgeführt, durch die festgestellt werden sollte, mit welcher Genauigkeit die Relativposition mit Hilfe einfacher GPS-Empfänger bestimmbar ist. Der Grundgedanke bestand dabei darin, dass aufgrund korrelierender Messfehler zweier baugleicher GPS-Empfänger eine höhere Genauigkeit bei der Bestimmung der relativen Position zueinander erzielbar sein könnte, als bei der absoluten Positionsbestimmung. Eingesetzt wurden bei den Versuchen zwei DGPS Empfänger vom Typ „Garmin GPS 35“, die zur Steigerung ihrer Messgenauigkeit mit Korrekturdaten des DGPS-Dienstes „SAPOS-EPS“ gespeist wurden. *Bild 2* veranschaulicht eine rund 900 m lange Versuchsfahrt mit zwei Empfängern auf einem Fahrzeug, die mit einer konstanten Geschwindigkeit von 9 km/h ausgeführt wurde.

Es zeigt sich, dass der gemessene Abstand in Fahrtrichtung bis zu mehreren Metern von dem Ist-Wert abweicht. Insbesondere nach einem Richtungswechsel verändert sich die gemessene Relativposition über einen Zeitraum von ~ 60 Sekunden erheblich, obwohl diese aufgrund der fixen Position der Empfänger auf dem Fahrzeug und des gleichbleibenden Kurses konstant ist.

Die Versuche haben gezeigt, dass es aufgrund korrelierender Fehlereinflüsse nicht zu einer wesentlichen Steigerung der Genauigkeit bei der Bestimmung der Relativposition kommt. Messfehler von teilweise über 2 m lassen diese einfache Methode zur

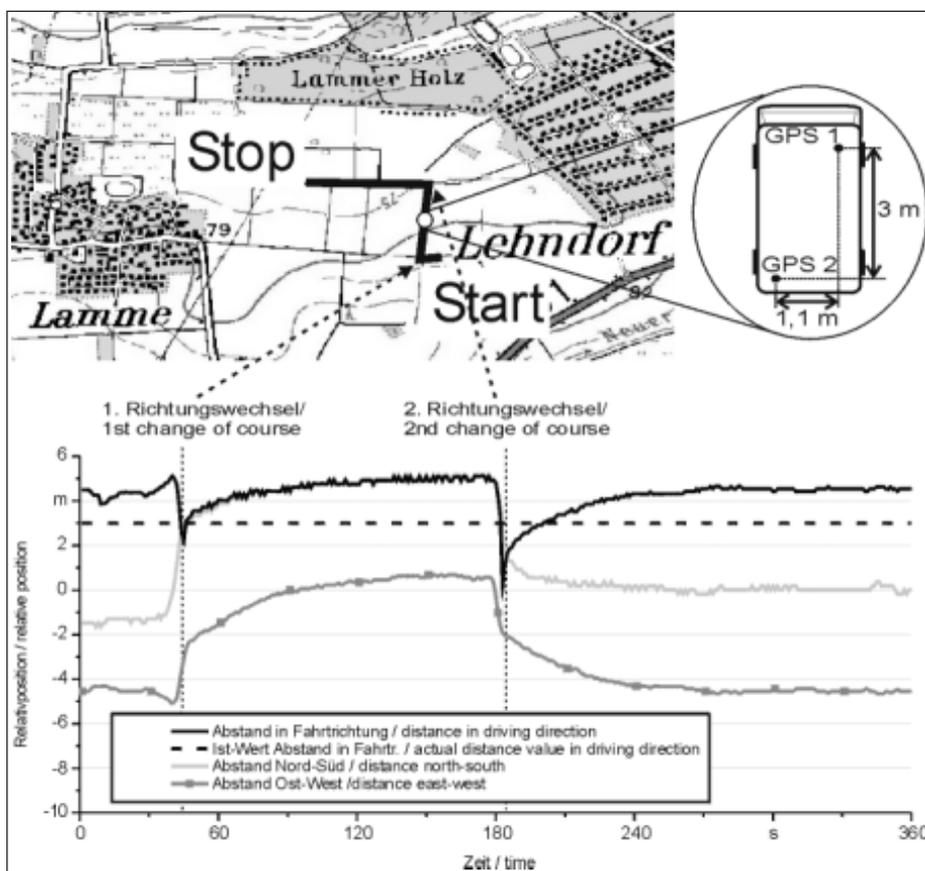


Bild 2: Bestimmung der Relativposition mit DGPS

Fig. 2: Registration of relative position by DGPS

Bestimmung der Relativposition ausscheiden.

Weiteres Vorgehen

Für die Entwicklung des Assistenzsystems ist der Aufbau von zwei Versuchsfahrzeugen geplant, die mit einem hochgenauen, trägerphasenkorrigierten DGPS-System zur Bestimmung der Relativposition ausgerüstet sind. Aus dem per DGPS ermittelten Fahrtkurs sowie aus den zusätzlich zu erfassenden Lenkwinkeln wird auf die Stellung der Fahrzeuge zueinander geschlossen.

Ein Fahrzeug wird dabei mit einem dem Auswurfkrümmer eines Feldhäckslers entsprechenden Aufbau ausgestattet, das zweite Fahrzeug dient als Zugmaschine für einen Anhänger, der mit einer Sensorik zur Erfassung der Treffsicherheit ausgerüstet ist.

Es sind drei Entwicklungsstufen vorgesehen:

1. Ausrichtung auf vorgegebene Zielbereiche bei paralleler Fahrt
2. Automatische Ausführung von Beladungsabläufen unter Einbeziehung der Relativpositionsvorgabe
3. Integration der Füllstandsmessung gegen Ende der Beladung

Die Umsetzung der dritten Entwicklungsstufe kann erst mit einer Übertragung auf den realen Ernteeinsatz erfolgen, da nur hiermit eine Veränderung des Füllstandes während der Beladung unter realen Bedingungen gegeben ist.

Neben den beschriebenen technischen Aspekten sollen ebenfalls wirtschaftliche Gesichtspunkte des Assistenzsystems untersucht werden. Aus einer Gegenüberstellung der erzielbaren Einsparungen durch reduzierte Erntegutverluste und bessere Ausnutzung der Transportkapazität mit den zu erwartenden Kosten für das beschriebene System soll eine Prognose über dessen Nutzen gewonnen werden.

Fazit

Die Entwicklung eines Assistenzsystems zur Überladung landwirtschaftlicher Güter hat sich als eine vielschichtige Aufgabenstellung erwiesen, zu deren Lösung Forschungsbedarf besteht.

Kostengünstige DGPS-Empfänger sind zur Bestimmung der Relativposition ungeeignet. Hier ist der Einsatz höherwertiger Sensorik erforderlich.

Literatur

- [1] Jürschik, P.: Anwendung des Satellitennavigationssystems GPS in der Landwirtschaft. Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft (RKL) 1998, Sonderdruck aus der Kartei für Rationalisierung 4.1.0
- [2] Luetgebrune, A.: Präzisionslandwirtschaft; GPS-gelenkte Parallelfahrhilfen. DLG Mitteilungen (2002), H. 1, S. 76-77
- [3] Stoll, A.: Automatische Lenkung mit DGPS. Agrartechnische Forschung 5 (1999), H.2, S.107-116