

Automatische Kopplung zwischen Traktor und Gerät

Der Koppelvorgang zwischen Traktor und Gerät ist kompliziert und zeitaufwändig. Der Traktor muss Zentimeter genau an das Gerät fahren, was vom Fahrer hohe Präzision und viel Erfahrung erfordert. Schlechtes Wetter, Dunkelheit oder Gegenlicht können die Arbeitsbedingungen beim Koppelvorgang zusätzlich erschweren. Jährlich werden zahlreiche Personen beim Koppeln von Traktor und Gerät schwer verletzt. Um derartige Unfälle zu vermeiden und den Fahrer zu entlasten, wurde in Dresden eine Einrichtung zur automatischen Kopplung zwischen Traktor und Gerät entwickelt, die in diesem Beitrag diskutiert werden soll.

Dipl.-Ing. Ruslan Rudik war wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl Landmaschinen der Technischen Universität Dresden, Bergstr. 120, 01069 Dresden (Leiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Gerd Bernhardt); e-mail: ruslan.rudik@web.de, bernhardt@landmaschinen.tu-dresden.de
Die Untersuchungen wurden von der DFG gefördert.

Schlüsselwörter

Traktor, Gerät, automatische Kopplung, Arbeitssicherheit

Keywords

Tractor, implement, automatic coupling, occupational safety

Das Traktorhubwerk wurde bereits in den zwanzigen Jahren des letzten Jahrhunderts entwickelt. Obwohl das primäre Ziel seiner Erfindung eine konstante Zugkraftübertragung war [1], wurde durch diese Entwicklung auch die Möglichkeit geschaffen, die Arbeitsgeräte zu heben und zu tragen. Das An- und Abkoppeln von Arbeitsgeräten ist jedoch schwer und zeitaufwändig, da für die Änderung der Kinematik des Hubwerkes oft der Oberlenker und die Hubstreben manuell verstellt werden müssen. Die Forderung nach höherem Bedienkomfort und geringeren Rüstzeiten haben insbesondere in den letzten Jahren zu weiteren Entwicklungen am Traktorhubwerk geführt. Hierbei sind vor allem die Ausrüstung des Hubwerkes mit hydraulischem Oberlenker, hydraulischen Hubstreben und hydraulischen Seitenstabilisatoren zu erwähnen [2]. Damit wurde insbesondere beim Einsatz eines Rahmenkupplers das An- und Abkoppeln von Arbeitsgeräten wesentlich erleichtert. Ein präzises Fahren an das Gerät ist jedoch immer noch erforderlich. Aus diesem Grund wurde am Lehrstuhl Landmaschinen der TU Dresden in einer Zusammenarbeit mit den John Deere Werken Mannheim ein neuartiges Traktorhubwerk mit sechs Freiheitsgraden - der Hexapodanbau - entwickelt (Bild 1) [3].

Koppelvorgang mit dem Hexapodanbau

Durch die Anwendung des Hexapodanbaus ist es möglich, den Rahmenkuppler im Raum entlang einer vorgegebenen Bewegungsbahn zu verfahren. Ist die Lage und Orientierung des Arbeitsgerätes relativ zum Traktor bekannt, können diese als Sollwerte zur Ansteuerung des Hexapodanbaus übernommen und das Gerät vollautomatisch gekoppelt werden. Der Koppelvorgang kann somit wie folgt erfolgen:

Beim Annähern an das Gerät wird dessen Lage und Orientierung durch eine geeignete Sensorik erfasst. Befindet sich das Gerät im Bewegungsraum des Hexapodanbaus, wird der Fahrer durch die Elektronik des Traktors informiert und kann den Traktor anhalten und den Koppelvorgang per Knopfdruck starten. Das Ankoppeln des Gerätes kann so-

mit zügig durch automatische Ansteuerung des Hexapodanbaus entlang einer abgespeicherten Bewegungsbahn erfolgen. Dies führt zu wesentlichen Zeiteinsparungen, da der Koppelvorgang nicht mehr von der Geschicklichkeit des Fahrers und den Umgebungsbedingungen abhängig ist.

Verfahren zur Messung von Position und Orientierung des Gerätes

Um eine praxistaugliche Einrichtung zur automatischen Ankopplung von Arbeitsgeräten zu entwickeln, muss die Sensorik zur Erfassung der Position und Orientierung der Geräte vor allem folgende Anforderungen erfüllen:

- Messbereich bis 3 m und ein maximaler Winkel in der horizontalen Ebene von $\pm 45^\circ$
- geringe Kosten
- keine beweglichen Teile
- Elemente auf den Geräten sollen keine Wartung, Justierung oder Energieversorgung benötigen
- keine Einschränkung der Funktionalität der Geräte
- robust gegen Einflüsse von Regen, Schnee, Gegenlicht und Vibrationen

Unter Berücksichtigung dieser Anforderungen sollen zunächst verschiedene Messverfahren untersucht werden.

Das Globale Positionierungssystem (GPS) wird unter anderem für die Ortung der Fahrzeuge und automatische Führung entlang der berechneten Leitlinie bei Landmaschinen eingesetzt. Durch die Kombination des Zweifrequenz-GPS-Empfängers mit entsprechenden Korrekturdaten einer festen Referenzstation (DGPS-Verfahren) können die Positionen im Zentimeterbereich mit bis zu 20 Hz gemessen werden [4].

Für die Ermittlung der räumlichen Position des Gerätes relativ zum Traktor sind jeweils drei Zweifrequenz-DGPS-Empfänger auf dem Traktor und auf dem Gerät erforderlich. Deshalb sind die GPS-Systeme für die automatische Kopplung aus Kostengründen ungeeignet.

Die nach dem Prinzip der Pulslaufzeitmessung arbeitenden Laserscanner werden oft zur Führung von Fahrzeugen entlang der

vorhandenen Leitlinien (Beispiel: automatische Führung des Mähreschers entlang der Getreidekante [5]) eingesetzt. Durch eine Verstellung der Linsen im Scanner wird der gepulste Laserstrahl abgelenkt und somit die Umgebung in einer Ebene abgetastet. Dieses Messverfahren benötigt jedoch aufgrund der hohen Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichts ($\sim 300\,000\text{ km/s}$) eine höhere Auflösung für die Laufzeitmessung. Deshalb und aufgrund der aufwendigen Optoelektronik und Mechanik sind sie sehr teuer. Ein weiterer Nachteil von solchen Messsystemen sind die zur Verstellung der Linse erforderlichen beweglichen Teile.

Wesentlich aussichtsreicher erscheint das Laufzeitverfahren mit Anwendung von Ultraschallsensoren. Aufgrund des geringen Preises im Vergleich zu anderen Sensoren [6] werden Ultraschallsensoren oft für die Erfassung der Leitlinien, die durch die landwirtschaftliche Bearbeitung entstanden sind, bei der automatischen Lenkung verwendet. Beispiel hierfür ist die Führung der selbstfahrenden Erntemaschinen oder Traktoren entlang der Schwad-, Pflugfurchen- und Bestandskanten [7]. Die im praktischen Einsatz auftretenden Staub, Lichtreflexe, Feuchtigkeit und Vibrationen haben nur einen geringen Einfluss auf die Messergebnisse der Ultraschallsensoren und können problemlos bewältigt werden.

Vor diesem Hintergrund wurde zur Ermittlung der Position und Orientierung des Arbeitsgerätes das Laufzeitverfahren auf der Basis von Ultraschallsensoren gewählt. Am Lehrstuhl Landmaschinen der TU Dresden

wurde ein mobiler Versuchsstand aufgebaut, wobei drei Ultraschallsender und ein Funkempfänger auf dem Gerät sowie drei Ultraschallempfänger und ein Funksender auf dem Traktor angebracht wurden. Alle 300 ms wird von einem Steuergerät am Traktor per Funk an die Ultraschallsensoren der Befehl erteilt, abwechselnd ein kurzes 40 KHz-Schaltssignal zu senden. Die Abstände vom jeweiligen Sender zu den drei Empfängern sind dann das Produkt aus Laufzeit und Schallgeschwindigkeit in Luft mit 343 m/s bei 20 °C [8]. Aus diesen Abständen wird dann die Position jedes Senders und somit auch die Position und Orientierung des Gerätes relativ zum Traktor ermittelt.

Schlussfolgerung

Durch den Einsatz von Ultraschallsensoren lassen sich die Position und Orientierung des Arbeitsgerätes relativ zum Traktor ermitteln: das Gerät kann dann mit dem Hexapodanbau vollautomatisch gekoppelt werden. Mit diesem Prinzip wurde eine kostengünstige Lösung entwickelt, die die Arbeitssicherheit und die Arbeitsqualität beim Koppelvorgang zwischen Traktor und Gerät wesentlich verbessern kann. Nachteilig an dieser Lösung ist, dass die Ultraschallsensoren am Gerät mit Energie versorgt werden müssen. Aus diesem Grund sollen die zurzeit noch teuren, aber in der Roboter- und Werkzeugtechnik immer häufiger verwendeten Verfahren der Bilderkennung in weiteren Forschungsarbeiten untersucht werden.

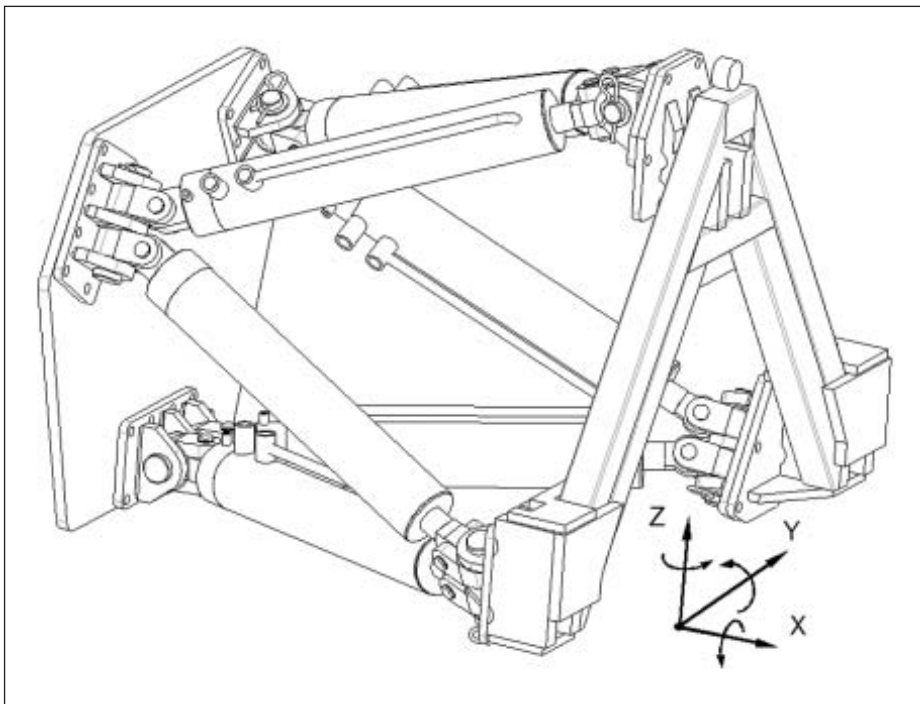


Bild 1: Hexapodanbau

Fig. 1: Hexapod hitch

Literatur

Bücher sind mit • gezeichnet

- [1] Britisches Patent H. Ferguson 253,566, 1925
- [2] Coenen, H., und Th. Lang: 50 Jahre Dreipunktkupppler und mögliche Entwicklungspotentiale. Tagung Landtechnik 1999, VDI-MEG, VDI-Verlag, S. 395-402
- [3] Fedotov, S., und R. Rudik: Aufbau und Steuerung einer neuartigen Geräteschnittstelle mit zusätzlichen Freiheitsgraden. Tagung Landtechnik 2001, VDI-MEG, VDI-Verlag, S. 47-52
- [4] Stoll, A.: Automatische Lenkung mit DGPS. Landtechnik 54 (1999), H. 5, S. 266-268
- [5] Diekhans, N.: Automatische Spurführung bei Landmaschinen. Tagung Landtechnik 2000, VDI-MEG, VDI-Verlag, S.337-341
- [6] Thomas, Ch.: Berührungslos arbeitende Abstandssensoren in der Landtechnik. Grundlagen der Landtechnik 34 (1984), H. 3, S. 125-131
- [7] Klee, U., Ch. Richter und L. Hofmann: Aufbau und Funktion automatischer Lenkeinrichtung am Beispiel eines Traktors. Agrartechnische Forschung 4 (1998), H. 2, S. 103-107
- [8] Stöcker, H.: Taschenbuch der Physik. Verlag Harry Deutsch, Frankfurt am Main, 1994

NEUE BÜCHER

Bioethanolproduktion und Strohheizungsanlagen

Vertrieb: wetter@fh-muenster.de oder Tel.: 0251/83-62725 oder Fax: 0251/83-62717; je 25 + MwSt.

Weitere Informationen unter: www.fh-muenster.de/FB4/forschung/forschung.htm

Ab sofort sind zwei Machbarkeitsstudien verfügbar, die von der Fachhochschule Münster erarbeitet und vom Land Nordrhein-Westfalen gefördert wurden.

Die erste Studie zur „Bioethanolproduktion in landwirtschaftlichen Brennereien“ prüft die Möglichkeit in landwirtschaftlichen Brennereien, die derzeit innerhalb des Monopols brennen, die Produktionsmenge zu erhöhen und Bioethanol herzustellen. Es wird eine technische und wirtschaftliche Betrachtung durchgeführt, bei der ökologische und ökonomische Aspekte untersucht werden. Hier wird insbesondere ein Konzept zur Schließung kleinräumiger Stoffkreisläufe entwickelt. Abschließend wird die erwartete Marktentwicklung abgeschätzt und es werden Investitionskriterien genannt.

Die zweite Studie zur „Integration einer Strohheizungsanlage in eine landwirtschaftliche Brennerei“ befasst sich mit Stroh als Energieträger. Es werden gesetzliche Grundlagen für den Bau einer Strohheizungsanlage zusammengestellt sowie der Stand der Technik dargestellt. Beispielhaft wird eine Strohheizungsanlage bemessen und für dieses konkrete Beispiel eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung durchgeführt. Abschließend werden Förderprogramme und Finanzierungsmöglichkeiten genannt.