

Nils Fölster, Jens Krallmann und Hans-Heinrich Harms, Braunschweig

Teleservice bei Landmaschinen

Ergebnisse von Feldversuchen und Einsatzpotenziale

Beobachtungen auf der Agritechnica 2001 zeigten, dass Teleservice zu einem entscheidendem Entwicklungsfeld für praktisch alle großen Hersteller von Landmaschinen geworden ist. Die ersten Versuche mit einem selbstfahrenden Kartoffelroder, die am Institut für Landmaschinen und Fluidtechnik durchgeführt wurden, belegen, dass eine genauere Modellierung und Simulation der Maschine realisierbar ist. Allerdings muss in diesem Hinblick kritisch untersucht werden, welche Funktionen und Messungen sinnvoll und vor allem auch ökonomisch vertretbar sind.

An dieser Stelle wurden in früheren ALANDTECHNIK-Beiträgen bereits die Feldversuche vorgestellt [1, 2]. Neben den Ergebnissen zu den Auswirkungen von Bodenverhältnissen und Aufwuchseinflüssen auf die Einsatzdaten [2] lassen sich auch betriebszustandsabhängige Charakteristika feststellen. Erwartungsgemäß sind die Unterschiede zwischen Rodebetrieb und Straßenfahrt deutlich. Beispielhaft ist in Bild 1 ein Vergleich der Temperaturen des Hydrauliköls bei Straßenfahrt und Rodebetrieb dargestellt. Neben den über den CAN-Bus verfügbaren Informationen wurden zusätzlich die Tank-, die Umlauf- sowie die Lecköltemperaturen am Maschinenantrieb und an den Fahrmotoren gemessen. Es zeigt sich, dass die maschinenintern vorhandenen, am Kühler gemessenen Werte die Tanktemperatur für beide Betriebszustände hinreichend gut wiedergeben. Für den Rodebetrieb ergeben sich auch an den anderen Messstellen kaum signifikante Abweichungen hiervon (siehe Bild 1, rechts). Dies lässt auf einen äußerst schonenden Rodebetrieb schließen, für den bei reduzierter Motordrehzahl kaum Leistung im Fahrantrieb benötigt wird. Bei der Straßenfahrt (links) wird hingegen fast die volle Motorleistung bei maximaler Drehzahl im Fahrantrieb umgesetzt, weshalb die Lecköltemperaturen hier deutlich erhöht sind und infolge der schwankenden Geschwindigkeiten und Leistungen (Anfahr-

ren, Abbremsen, Berg- und Talfahrt) auch stärker streuen. Ebenso hat die deutlich angestiegene Motorauslastung eine vergleichsweise höhere Tanktemperatur zur Folge. Erfahrungsgemäß kommt es aber bei schwierigen Rodebedingungen eher zur Grenzauslastung. Dieses Beispiel zeigt anschaulich, dass eine aggregatspezifische Temperaturüberwachung sinnvoll ist.

Bild 2 zeigt ein Beispiel für eine zusätzliche Funktion, die durch Druck- und Wegmessung am Bunkerhebezyylinder ermöglicht wird. Wird der Druck über dem Weg aufgetragen, ergeben sich je nach Grad der Bunkerbefüllung charakteristische Kennlinien, die zur Erprobung, Überprüfung und Ergänzung von Ertragsmesssystemen dienen können. Der Befüllungszustand des Bunkers sollte zur exakten Referenzierung natürlich präziser bestimmt werden, als es durch eine grobe Schätzung wie in Bild 2 möglich war.

Ökonomische Restriktionen

Die auf der Agritechnica 2001 vorgestellten Möglichkeiten von Teleservice-Anwendungen bedürfen nun der praxisgerechten Umsetzung seitens der Anbieter. Dabei stellt sich vor allem die Frage, welche Funktionen

Dipl.-Ing. Nils Fölster und Dipl.-Wirtsch.-Ing. Jens Krallmann sind wissenschaftliche 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: n.foelster@tu-bs.de, j.krallmann@tu-bs.de
Das Forschungsprojekt „Fehlerlokalisierung und Schadensdiagnostik für Teleservice“ wurde finanziell von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert. Das ILF ist außerdem mit dem Teilvorhaben „Erstellung von Maschinenmodellen und Teleservicemodulen“ an dem Verbundprojekt „Grundlagenermittlung für Teleservice“ des BMBF beteiligt.

Schlüsselwörter

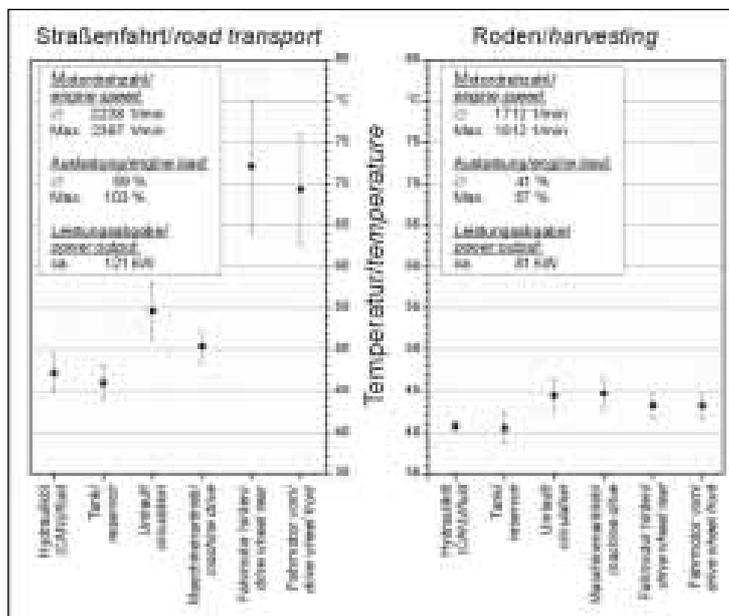
Teleservice, Ferndiagnose, Datenfernübertragung

Keywords

Remote service, remote diagnosis, remote data transmission

Bild 1: Fehlerbalkendarstellung der ermittelten Temperaturen (Messdauer 5 Minuten)

Fig. 1: Error bar diagram of measured temperatures (capture length of 5 minutes)



Kriterium Sensor- art/Informa- tionsursprung	Kosten	Empfindlichkeit/ Lebensdauer	Informationsgehalt	Potenzial für Teleservice- Anwendungen	Bemerkungen
CAN-Bus	Informationen i.A. kostenlos verfügbar; u.U. Zusatzelektronik nötig	unempfindlich; langlebig	großer Informationsumfang; zeitliche Auflösung mäßig	unerlässlich, da alle zur Steuerung und Regelung der Maschine notwendigen Daten bereits verfügbar sind	u.U. können für Teleservice zusätzliche Jobrechner erforderlich sein
Drucksensor (Stahlmembran mit DMS)	relativ preiswert	relativ unempfindlich; relativ langlebig	gute zeitliche Auflösung; erleichtert Fehlersuche	insbesondere bei komplexen Steuer und Regelvorgängen auf der Maschine unerlässlich	über Kennfelder und Drosseln Volumenströmerfassung möglich
Volumenstromzähler	sehr teuer	anfällig für Verschmutzungen im Öl; kann zu Blockaden führen	gute zeitliche Auflösung; hilfreich für Fehlersuche; Fließrichtungsanzeige nützlich	für Serieneinsatz wegen der hohen Kosten nicht abzusehen, für Prototypen im Versuch denkbar	Folgeschäden bei Blockade können teuer sein; Hersteller arbeiten an "Low-Cost"-Varianten
Weg- oder Winkel- aufnehmer	extern angebaut; preiswert bis teuer; integriert: sehr teuer	verschmutzungsanfällig für äußeren Schmutz und Wasser	hilfreich insbesondere für Zylinder außerhalb des Blickfeldes; zeitliche Auflösung gut	für wichtige Funktionen ist ein Einsatz möglich	innerzylindrische Wegmessung wird weiterentwickelt
Näherungsschalter, auch zur Drehzahlmessung	sehr preiswert	unempfindlich; recht langlebig	wichtige und umfangreiche Informationen bei Ablaufsteuerungen, Endlagenabfragen und Drehzahlmessungen	eröffnet viele Anwendungen, u.a. auch zur Drehmomentmessung einsetzbar [3]	weit verbreitet, auch auf einfachen, gezogenen Maschinen
Temperatur- aufnehmer	relativ preiswert	unempfindlich; langlebig	zur Anzeige lokaler Probleme und allgemein zur Überwachung von Motor u. Hydrauliksystem geeignet	zur Anzeige lokaler Probleme und allgemein zur Überwachung von Motor u. Hydrauliksystem geeignet	Abgastemperatur vom Dieselmotor wünschenswert für Verschleißmessung

Tab. 1: Technische Informationsquellen und ihre Bewertung

Table 1: Technical information sources and their evaluation

zusätzlich implementiert werden sollen. Da die meisten Maschinen bereits mit CAN-Bus und zahlreichen Sensoren ausgerüstet sind, gilt es zu untersuchen, inwieweit diese Daten genutzt werden können oder ob der Einsatz von zusätzlichen oder höher auflösenden Sensoren notwendig ist. Hier spielen natürlich in erster Linie ökonomische Restriktionen die entscheidende Rolle. Möglicherweise wird an einigen Stellen auch vollkommen auf Messaufnehmer verzichtet, da sich mögliche Fehlerkosten als gering erweisen.

In Tabelle 1 sind die eingesetzten Informationsquellen aufgeführt und bewertet. Dabei wird anhand von Kosten, Robustheit und Informationsgehalt das Potenzial für Teleservice-Anwendungen abgeschätzt.

Bewertung der Messaufnehmer

Es zeigt sich, dass neben den Daten vom CAN-Bus vorwiegend der Einsatz von Druck- und Temperatursensoren sowie Näherungsschaltern sinnvoll ist. Weg- oder Winkel- und vor allem Volumenstromsensoren können ebenfalls wertvolle Hinweise geben, sind aufgrund ihrer hohen Kosten und Empfindlichkeit gegenüber den Umgebungsbedingungen nach dem heutigen Stand der Technik jedoch nur bedingt für den Serieneinsatz geeignet. Für Prototypen und ihre Erprobung können sie allerdings nützliche Informationen liefern. In Serienmaschinen könnte eine indirekte Volumenstromberechnung über Pumpendrehzahl und Schwenkwinkel oder über Druckmessung und hinterlegte Kennfelder erfolgen. Die ge-

nerell problematische Erfassung von Drehmomenten kann für hydraulische Antriebe durch Druckmessungen unter Einbeziehung der unveränderlichen Schluckvolumina von Hydromotoren erfolgen.

Bestehende Temperaturmesssysteme erlauben ein relativ günstiges Monitoring des Gesamtsystems und sind auch zur Überwachung einzelner Komponenten geeignet. Die innovative Anwendung der Näherungsschalter erlaubt darüber hinaus sogar die Messung von Drehmomenten [3].

Fazit und Ausblick

Zusätzlich gewonnene Daten sollten auf jeden Fall in den CAN-Bus eingespeist werden. Dieses reduziert den Verkabelungsaufwand und vereinfacht die Datenübertragung. Außerdem minimiert es unvermeidbare, elektronische Probleme mit den auf Fahrzeugen unweigerlich auftretenden Masseschleifen. Die Hersteller von Volumenstrommesstechnik arbeiten an „Low-Cost“-Ausführungen bewährter Sensoren. Dieses und

zukünftig erschwingliche innerzylindrische Wegmesssysteme werden eine Optimierung von Teleservicesystemen ermöglichen. Die etablierten Druck-, Temperatursensoren und Näherungsschalter erlauben ausreichende Informationsgewinnung und bieten darüber hinaus noch Innovationspotenzial durch einfallreiche Anwendung.

Literatur

- [1] Fölster, N. und J. Krallmann: Teleservice bei Landmaschinen – technische und logistische Problemstellungen. LANDTECHNIK 56 (2001), H. 1, S.18-19
- [2] Fölster, N., J. Krallmann und H.-H. Harms: Teleservice bei Landmaschinen – Erste Praxiserfahrungen mit einem selbstfahrenden Kartoffelroder. LANDTECHNIK 56 (2001), H. 6, S. 402-403
- [3] Lohmüller, A. und H. Jung: Der intelligente Antrieb. In: Tagung Landtechnik 2001, VDI-Verlag, Düsseldorf, 2001, S. 371-375

Bild 2: Bunkerinhaltsbestimmung mittels Kennlinien

Fig. 2: Determining hopper content using characteristic curves

