

Stefan Kübler, Winfried Fechner und Peter Pickel, Halle

# Entwicklung von Software zur bausteinorientierten Prozesssimulation im Feldbau

Bei verfahrenstechnischen Untersuchungen zeigte sich häufig, dass einfache Berechnungen und Annahmen einen recht guten Mittelwert zu liefern vermögen. Speziellen Anforderungen hinsichtlich anfallender Stör- und Hilfszeiten, Schlagform und -größe, individuelle Leistungsunterschiede der Fahrer oder unterschiedlichem Maschinenalter können diese Berechnungen jedoch nicht ausreichend genügen. Neue Simulationsansätze sind notwendig. Die vorgestellte Softwarelösung integriert Innovationen der Fertigungsindustrie. Für den Einsatz in der Landwirtschaft sind noch Bausteine für Prozesse mit flächiger oder räumlicher Dimension zu entwerfen.

Im Zuge der im Technikbereich regelmäßig anstehenden Re-, Neu- und Ersatzinvestitionen ergibt sich vor allem die Frage, wie passt die neue, moderne Technik zum vorhandenen Maschinenpark. Als besonders wichtig ist der Bereich der Ernte- und Transporttechnik hervorzuheben, da hier Unstimmigkeiten in der Leistungsabstimmung zu finanziellen Verlusten führen können. Dabei müssen sowohl zukünftige Durchsätze und Bunkervolumina der Erntemaschinen als auch Lademasse, Eigenmasse, Ladevolumina, universelle Einsetzbarkeit und Preise der Transporttechnik, die STVZO und vieles mehr mit bewertet werden. In der Praxis werden oft eher zweifelhafte Maschinenvergleiche angestellt. Für eine reale Basis muss den Rahmenbedingungen (Temperatur, Korn-, Stroh- und Bodenfeuchte, Relief) besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Diese Rahmenbedingungen sollten dem ceteris paribus-Prinzip unterliegen. Da dies in der Praxis jedoch nicht durchführbar ist, kann man lediglich subjektive Eindrücke über die Leistungsfähigkeit einzelner Maschinen erhalten. Des Weiteren ist es ebenso unmöglich, alle im Handel erhältlichen Maschinen organisieren zu können, um diese im persönlichen Einsatz zu testen.

Konfrontiert mit dieser Situation wurde nach neuen Lösungswegen gesucht, welche in der Lage sind, derartige Prozesse unabhängig von den genannten Einflussgrößen abzubilden. Zukunftsfähig erscheint hier die

in der Automobilindustrie schon länger angewandte computergestützte Prozesssimulation. Mit deren Hilfe soll es möglich werden, sowohl die direkten Fahrwege aller Maschinen und Geräte auf dem Feld mit den genannten Einflussgrößen darzustellen als auch verfahrenstechnische Fragestellungen mit geringem zeitlichen, materiellen und personellen Aufwand zu klären. Nach Recherche im Bereich Simulationssoftware fiel die Wahl auf das Simulationsprogramm „SIMPRO“, mit dem in der Automobilindustrie ganze Fabrikhallen entwickelt und getestet werden können, bevor der erste Spatenstich getan wird.

Mit diesem ereignisgesteuerten Simulationsprogramm können Materialflusssysteme von der Grob- bis zur Feinplanung im Bereich Transport, Lager, Fertigung und Logistik dargestellt werden. Dazu werden einfach entsprechende, vorhandene Bausteine aus einem Bausteinkasten (Lager, Strecke, Bearbeitungsstation) in einer Maske platziert, miteinander verbunden und parametrisiert. In Bild 1 ist ein einfaches Modell dargestellt. Dabei handelt es sich um eine Lackierstrecke mit Auftrags-, Transport- und Fertigungssteuerung. Zusätzlich könnten Betriebskalender und Ablaufsteuerungen hinterlegt werden, um auch nicht kontinuierlich ablaufende Prozesse abzubilden. Interessant ist auch die Möglichkeit, Bausteine selbst zu programmieren.

Dipl.-Ing. agr. Stefan Kübler und Dipl.-Ing. Winfried Fechner sind Mitarbeiter, Prof. Dr.-Ing. Peter Pickel ist Leiter des Instituts für Agrartechnik und Landeskultur, Ludwig-Wucherer-Str. 81, 06108 Halle (Saale); e-mail: [kuebler@landw.uni-halle.de](mailto:kuebler@landw.uni-halle.de)

## Schlüsselwörter

Simulation, Software, Ernteverfahren, Arbeitszeit

## Keywords

Simulation, software, harvesting methods, work time

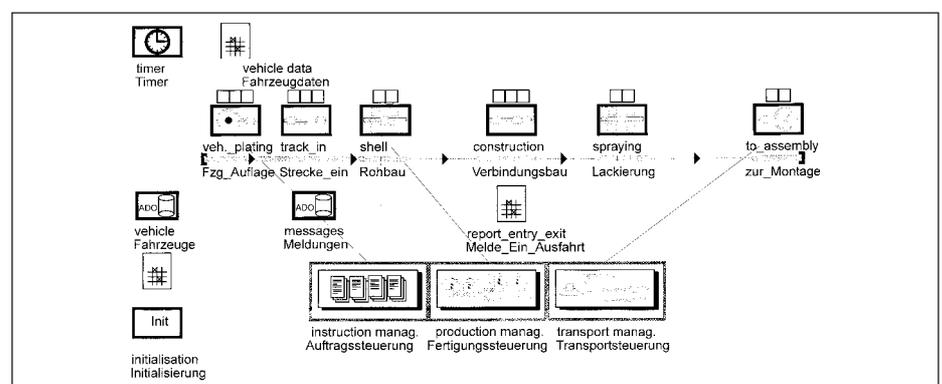


Bild 1: Modell einer Lackierstrecke mit Auftrags-, Transport- und Fertigungssteuerung

Fig. 1: Model of a varnishing line with order, transport and manufacturing control

## Anpassung

Ohne Programmerweiterungen können schon jetzt Transport-, Umschlag- und Lagerprozesse aus der landwirtschaftlichen Praxis nachgebildet werden. Flächengebundene Simulation jedoch, die in der Landwirtschaft obligatorisch ist, kann mit herkömmlicher Simulationssoftware nicht abgebildet werden. Besonderes Augenmerk wird daher auf die Entwicklung der Bausteine „FELD“, „ERNTEMASCHINE“ und „TRANSPORTEINHEIT“ gelegt, um die Ernte-, Transport- und Umschlagsszenarien auf einer Fläche (zweiter und dritter Dimension) abbilden und analysieren zu können. Diese Art von Bausteinen, welche nicht punktförmig arbeiten, stellen eine Neuentwicklung dar.

Von großer praktischer Bedeutung sind beispielsweise die Analyse und Bewertung unterschiedlicher Verfahrensvarianten speziell in der Gülle- und Stallmistausbringung. Dabei steht im Vordergrund die Optimierung der Arbeitsbreite, Ausbringmenge, Lade- und Eigenmasse sowie Schlageigenschaften und Relief hinsichtlich der geringsten Bo-

denbelastung und niedrigsten Kosten.

Weiterhin besteht die Nachfrage nach der betriebsbezogen optimierten Durchsatzleistung der Erntemaschinen. Einerseits muss soviel Transportkapazität bereitgestellt (ersetzt) werden, dass keine Stillstandszeiten der Erntemaschinen entstehen. Andererseits soll auf Bodendruck, Antriebsleistung der Traktoren und Kosten geachtet werden. Des Weiteren gilt es auch zu untersuchen, inwieweit sich Erntemaschinen unterschiedlicher Leistungsklasse und Bauart oder mit unterschiedlichem Herstellungsdatum gegenseitig behindern. Dies betrifft vor allem die Fragestellung „Muss ich meine Mähdröschler mit einem Mal ersetzen oder einzeln von Jahr zu Jahr?“, um so sehr große Investitionen in einem Wirtschaftsjahr zu vermeiden.

Nicht minder wichtig als die möglichst hohe Leistung der zu testenden Maschinen sind die damit verknüpften verfahrenstechnischen Auswirkungen auf Transport-, Umschlag- und Lagertechnik. Die vorhandenen Transport- und Umschlagkapazitäten sind oft auf die vorhandene Erntetechnik abgestimmt. Wird die Ernteleistung erhöht, kommt es im Tagesverlauf zu temporären

Stillstandszeiten der Erntemaschinen, weil die Lagertechnik- und Transportkapazitäten der erhöhten Leistung nicht gewachsen sind.

## Fazit

Es ist deshalb festzuhalten, dass es an der Zeit ist, diese und weitere Probleme für die Verfahrenstechnik wichtig ist, neue Wege zu beschreiten. Dabei sollte man vorhandenes Potenzial sowohl der landwirtschaftlichen als auch der industriellen Forschung und Praxis nutzen, verknüpfen und sinnvoll in die Praxis einführen. Weiterhin können zusätzliche Parameter, wie etwa Bodenbelastung, Ertrag, Steinigkeit einfließen und kartiert (digitalisiert) werden. Mittels dieser Karten und Daten ergeben sich zukünftig weitere Möglichkeiten einer mit GPS-Technik gesteuerten teilflächenspezifischen Bodenbearbeitung und -lockerung, Düngung, aber auch von Pflanzenschutzmaßnahmen und optimierten Befahrstrategien der Feldstücke. Diese Vielzahl an Möglichkeiten gilt es in Zukunft zu nutzen, um im Zuge der Agrarstrukturereformen konkurrenzfähig und gut gerüstet für den Weltmarkt zu sein.

## NEUE BÜCHER

### Konzeption und Simulation eines passiven Kabinenfederungssystems für Traktoren

Von Bernd Thomas. Shaker Verlag GmbH, Aachen, 2001; 146 S., 44,50 €, ISBN 3-8265-9563-7

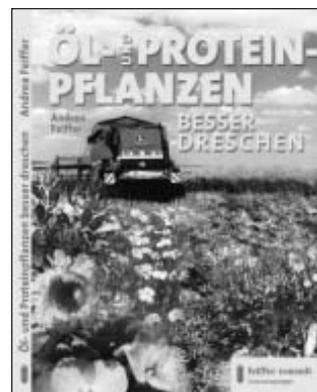
Traktoren werden heute in zunehmendem Maße für Transportaufgaben eingesetzt und müssen daher auch bei den heute bereits üblichen Höchstgeschwindigkeiten von 50 km/h ausreichenden Fahrkomfort bieten. Die vorliegende Arbeit beschreibt die Konzeption einer Kabinenfederung für vorderachsgeführte Traktoren unter Anwendung numerischer Simulationsverfahren. Dabei wurde speziell die Wirkungsweise der Federungssysteme bei unterschiedlichen Ballastierungssituationen (unbelasteter Traktor, Traktor mit Heckanbaugerät, Traktor mit Frontlader) untersucht. Durch numerische Simulationen wurde die Abstimmung des Federungssystems auf die verschiedenen Anforderungen optimiert und die vertikale Sitzfederung an die neuen Randbedingungen der Kabinenfederung angepasst. Durch experimentelle Untersuchungen wurden die durch Simulationen gewonnenen Aussagen überprüft und die Modelle validiert. Die für die Bewertung des Komforts angewendeten objektiven Bewertungsverfahren wurden durch subjektive Bewertungen in ihrer Richtigkeit bestätigt. Durch die Untersuchungen konnte festgestellt werden, dass niederfrequente Kabinenfederungssysteme mit einer Nick-Eigenfrequenz von 1 Hz den Fahrkomfort bei Transportfahrten von unballastierten und frontballastierten Traktoren deutlich erhöhen. Am eindruckvollsten lässt sich dies belegen mit der aus Simulationen und Fahrexperimenten gleicher-

maßen abgeleiteten Aussage, dass es sich mit einem unballastierten Traktor mit Vorderachs- und Kabinenfederung bei einer Fahrgeschwindigkeit von 50 km/h komfortabler fahren lässt als mit einem Traktor, der nur mit einer Vorderachsfederung ausgestattet ist, bei einer Fahrgeschwindigkeit von 20 km/h. Bei heckballastierten Traktoren hingegen war die Wirkungsweise der Kabinenfederung bei Transportfahrten zwar generell positiv, quantitativ aufgrund des ungünstigen Verhältnisses zwischen ungefederter und gefederter Masse jedoch geringer als bei den anderen Ballastierungszuständen. Es konnte weiterhin gezeigt werden, dass die gefederte Kabine auch eine positive Wirkung bezüglich des Rad-Boden-Kontakts der Hinterräder besitzt und damit zu einer besseren Kontrollierbarkeit des Fahrzeugs beiträgt.

Bezüglich der angewendeten Simulationstechnik wurde festgestellt, dass sie in der Konzeptphase ein unersetzliches Werkzeug ist, um die gegenseitige Wirkungsweise mehrerer Federungssysteme besser verstehen zu können. Der hohe praktische Nutzen des Einsatzes der Simulation für die Entwicklung von Federungssystemen von Traktoren wurde sichtbar gemacht und durch experimentelle Validierung bestätigt.

### Öl- und Proteinpflanzen besser dreschen

Von Andrea Feiffer. Fachverlag für Umweltsysteme, An der Adlerskerbe 13, 99706 Sondershausen, Tel.: 03632/757000, Fax: 757002, e-mail: beratung@feiffer-consult.de; www.feiffer-consult.de; 2003, 92 S., zahlreiche Abbildungen und Tabellen. Der Einführungspreis des Buches bis 31. Oktober 2003 beträgt:



19,80 € zzgl. 7 % MwSt. und 2,20 € Versand, danach 22,80 € zzgl. 7 % MwSt. und 2,20 € Versand.

Der Praktiker findet in diesem Buch in kürzester Form alles das, was ein Ratgeber zur Ernte von Öl- und Proteinpflanzen enthalten sollte. Gerade beim Drusch von Sonderkulturen sind die Unsicherheiten sehr groß und damit verbunden auch die Verluste, Qualitätseinbußen und Kosten.

Es ist ein Verdienst dieses Werkes, erstmalig die wichtigsten Elemente zur Optimierung des Drusches - von der genauen Feststellung des Erntetermins über die optimale Mähdröschereinstellung aller Typen bis hin zur Verlustsenkung - dargestellt zu haben. Dazu wurden von der Autorengruppe und feiffer consult alle Erkenntnisse der vergangenen Jahrzehnte, für jeden Landwirt nachvollziehbar, zusammengefasst. Die Broschüre ist sehr übersichtlich gestaltet, gut bebildert und anschaulich mit hohem praktischen Nutzwert.