

**HYDAC  
SONDER-  
DRUCK**



## Moderne Hydraulik

Mehr Effizienz und Präzision  
in der Landwirtschaft

**Forschungsfonds Fluidtechnik  
Informationsveranstaltung  
und Mitgliederversammlung**

**Antriebe  
Pneumohydraulisch  
angetriebene Roboterzangen**

**Elektrifizierung  
Das Fitnessprogramm  
der Hydraulik**

Zum Jahreswechsel 2014/15 betrug die Anzahl der Weltbevölkerung ca. 7,28 Mrd. Menschen [1]. Die Vereinten Nationen rechnen mit einem Anstieg auf 9,5 Mrd. bis 2050 [2]. Die landwirtschaftliche Nutzfläche pro Person sank dadurch von 0,3 ha im Jahr 1961 auf 0,2 ha im Jahr 2012 [3]. Wurde das bisherige Wachstum noch über höhere Ernterträge durch Mechanisierung, Züchtung und Flächenerweiterung erzielt, muss für die Zukunft eine andere Lösung gefunden werden. Denn Fakt ist, dass die landwirtschaftlich nutzbaren Flächen endlich sind und die derzeit stattfindenden Flächenzugewinne auf Kosten von wertvollem Urwaldbestand gehen. Zusätzlich werden Agrarflächen für den Anbau von Energiepflanzen genutzt, um die steigende Nachfrage nach Energie zu befriedigen.

Wie die Industrie sieht auch die Landwirtschaft Industrie 4.0 als nächsten Entwicklungsschritt, der die Effizienz der Produktion erhöhen wird. So können intelligentere Maschinenregelungen zu höheren Erträgen und weniger Verlusten bei der Ernte, dem Transport oder der Lagerung führen. Ein weiteres Ziel ist es, durch das Sammeln und Auswerten großer Datenmengen, Stichwort Big Data, den Ressourcenverbrauch beim Dünge- und Pflanzenschutzmitteleinsatz zu senken. Zusammengefasst bedeutet Precision Farming daher: mehr wissen, intelligenter regeln und effizienter ausführen. Genau dabei können intelligente mechatronische

**Autoren:** Dipl.-Ing. M., Projektingieur Landtechnik, HYDAC System GmbH, Sulzbach, Dipl.-Ing. R. Leinenbach, Leiter Vertrieb und Dr.-Ing. U. Seel, Leiter Produktmanagement, beide HYDAC Electronic GmbH, Gersweiler

Systeme helfen, wie sie das Unternehmen Hydac als Komponente oder Gesamtsystem anbietet.

### Wissen, was eine Maschine gerade wie macht

Precision Farming impliziert höhere Ansprüche betreffend Funktion, Präzision und Bearbeitungszeit. Daraus resultiert wiederum eine nennenswerte Steigerung der Komplexität der Maschinen und somit der jeweiligen mechatronischen Systeme. Im elektronischen Teil dieses Systems müssen immer mehr Informationen in immer komplexeren Rechenalgorithmen verarbeitet

*Precision Farming heißt:  
mehr wissen, intelligenter  
regeln, effizienter ausführen*

werden. Dazu werden immer mehr Daten und Datenströme übertragen. Beispielsweise maschinenintern zwischen verschiedenen Controllern, zwischen Mensch und Maschine oder extern zu anderen Maschinen oder Kommunikationsnetzen.

Wissen was eine Maschine gerade wie macht ist die Aufgabe von Sensoren. Werden zur Realisierung von Funktionen mehr Informationen benötigt, resultiert dies auch in einem Mehr an Sensoren. Dies zielt nicht nur in Richtung Anzahl der Sensoren, sondern auch in Richtung weiterer Messgrößen. Hydac hat sich hierzu mit einem breiten Sensorprogramm aufgestellt. Für Applikationen in landwirtschaftlichen Maschinen sind dies vorrangig Sensoren für

Druck, Weg, Position, Winkel, Neigung, Füllstand, Temperatur und Drehzahl.

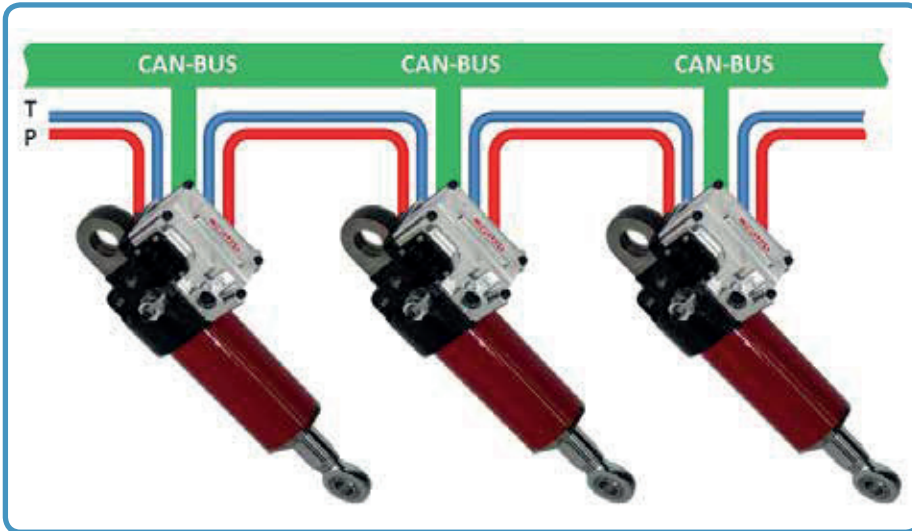
Entsprechend der Vielzahl unterschiedlicher Sensoren mit teils unterschiedlichen Ausgangssignalen müssen elektronische Controller viele Eingangskanäle mit weitgehend flexibler Signalanpassung besitzen. Die teilweise komplexen Rechenalgorithmen, welche oft in Echtzeit ausgeführt werden müssen, bedingen einen hochleistungsfähigen Rechnerkern. Zur Ansteuerung der hydraulischen Aktuatoren muss der Controller eine hohe Anzahl leistungsgerechter Schalt- und Proportionalausgänge zur Verfügung stellen. Maschinenseitig erfolgt die Kommunikation zwischen Funktionseinheiten immer noch sehr stark über den klassischen CAN-Bus. Speziell in landwirtschaftlichen Maschinen ist die inzwischen zu einem Standard gewordene ISOBUS-Kommunikation von großer Bedeutung. Diese Ansprüche erfüllen beispielsweise Hydac-Controller aus der Familie HY-TTC 500. Ein hochleistungsfähiger 32bit-Prozessorkern bildet das Herz dieser Steuerungen, die mit knapp 100 Ein- und Ausgängen den Anspruch seitens der Sensorik und der Hydraulik in hohem Maße erfüllen. CAN- und ISOBUS-Schnittstellen ermöglichen die maschineninterne und -externe Kommunikation. Für dezentrale Architekturen oder einfache I/O-Erweiterungen können Module der HY-TTC 30-Familie hinzugezogen werden.

### Den Fahrer entlasten

Hochgenaue hydraulische Regelungen ermöglichen die Erhöhung von Arbeitsbreite und Geschwindigkeit. Dadurch, dass intelligente Systeme (GPS-Lenkung, Vorgewendemanagement) den Fahrer entlasten, kann



**01** Hanglagen- und Distanzregelung eines Spritzgestänges mithilfe von Ultraschall-Abstandssensoren und einer hochdynamischen Ventil- und Regeltechnik



**02** Parallel geschaltete Smartzylinder mit integrierter Ventiltechnik, Druck- und Lagesensorik sowie einem Controller zur Zylinderansteuerung und Kommunikation mit dem CAN-Bus

dieser effektiver und entspannter arbeiten oder die Planung nachfolgender Aufgaben übernehmen. So unterstützen Komponenten aus dem modularen HY-STEER-Baukasten für elektrohydraulische Überlagerungssysteme die autonome Lenkung der Maschine anhand von GPS-Daten oder Sensoren (Reihen- /Spurerkennung). Die Sicherheit spielt dabei eine entscheidende Rolle. Das Orbitrol wird weiterhin priorisiert, so dass der Fahrer jederzeit eingreifen kann. Je nach Sicherheitsanforderung können dabei teil- oder vollredundante

Systeme mit zweifacher Sensorik, Regler- und Ventiltechnik eingesetzt werden, bei denen Hydac sowohl die Ventiltechnik, die Sensorik als auch die Software und die Controller anbietet.

Ein Hauptaugenmerk bei der Entwicklung von Landmaschinen liegt heute auf der Steigerung der Flächenleistung, so dass die Arbeitszeit und die Kosten sinken. Dies kann über eine größere Arbeitsbreite und/oder eine höhere Fahrgeschwindigkeit erreicht werden. Mit den beiden Faktoren ergibt sich aber das Problem, dass

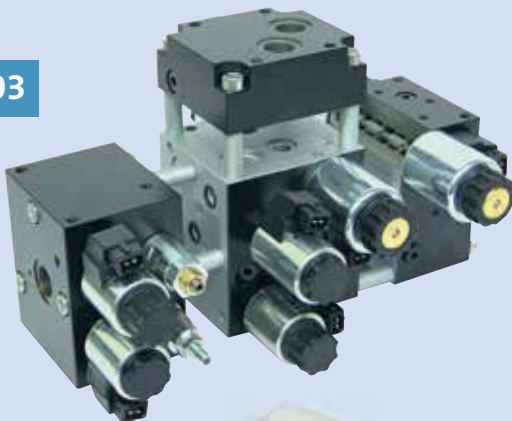
das Gestänge durch Schwingungen und Geländeunebenheiten nur noch unzureichend in einer konstanten Höhe über dem Bestand gehalten werden kann. Dies ist aber für einen optimalen Wirkungsgrad des Pflanzenschutzmittels unerlässlich. Um diese Forderung zu erfüllen und den Fahrer zu entlasten, bietet Hydac Komponenten für den Aufbau einer aktiven Gestängeregelung an. Über Ultraschallsensoren wird der Gestängeabstand zum Bestand detektiert und über die Ansteuerung von Proportionalventilen korrigiert. Die Intelligenz versteckt sich dabei im Hydac TTC Controller, da das System trotz hoher Dynamik auch schwingungsarm regeln muss. Die speziell für diesen Anwendungsfall entwickelte Proportionalventilserie PWSM06020W ermöglicht durch eine angepasste Kennlinie ein fein-

**03** Modularer HY-STEER-Lenksystembaukasten

**04** Sensoren für Applikationen in der Landtechnik

**05** Controller und Display mit integriertem Controller

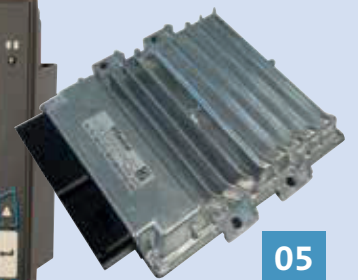
03



04



05



fühliges Anwinkeln und schnelle Korrekturbewegungen.

## Variable Arbeitstiefe, minimale Verschlauchung

Um die Flächenleistung zu steigern sind die Arbeitsbreiten von Bodenbearbeitungsgeräten und Sämaschinen in den letzten Jahrzehnten immer größer geworden. Die Aufgaben bleiben dabei die gleichen. Bei der Sätechnik muss die Verteilung, die Vereinzelnung und die genaue Ablage des Saatgutes kontrolliert und geregelt werden. Bei beiden Anwendungen muss die Arbeitstiefe eingestellt und laufend nachgeregelt werden. Bei Arbeitsbreiten von 24 m sollte die Arbeitstiefe aufgrund variierender Bodenverhältnisse sogar in einzelnen Segmenten, verteilt auf die Arbeitsbreite, unterschiedlich eingestellt werden. Dies bedeutet, dass bis zu 40 Zylinder mit verschiedenen Drücken und Zylinderhüben arbeiten und mit Hydrauliköl versorgt werden müssen. Zentrale Steuerblöcke führen dabei üblicherweise zu dicken Hydraulikschlauchbündeln, welche die einzelnen Zylinder versorgen.

Mit dem Smartzylinder kann die Verschlauchung minimiert werden, da die Zylinder ähnlich einem elektronischen Bus-System mit einer durchgehenden Druck- sowie Tankleitung verbunden sind. Die Ventile, der Controller, die Druck- und Lagesensoren zur Regelung der Zylinder sind in jedem Zylinder integriert und werden mit einem CAN-Bus verbunden. Anhand von offline-Georeferenzdaten oder mithilfe von Online-Sensoren kann nun die optimale

Sätiefe berechnet werden. Die einzelnen Säeinheiten werden über CAN-Bus-Signale angesteuert, so dass je nach örtlicher Bodenbeschaffenheit unterschiedliche Saattiefen eingestellt werden. Im Ergebnis verbessert sich das Pflanzenwachstum und der Ertrag wird gesteigert. Durch die Funktionalität empfiehlt sich der Hydac Smartzylinder auch für weitere Applikationen in der Landtechnik.

## Der Weg zum Gesamtsystem

Für die Erstellung eines Gesamtsystems aus Hydraulik, Sensorik, Controller und Regelungsalgorithmen reicht es bei komplexen Gesamtsystemen nicht aus, die einzelnen Teilsysteme zu betrachten. Gerade hochdynamische Systeme wie die Federung landwirtschaftlicher Fahrzeuge oder die Lageregelung von Aufbauten unter Einfluss von Schwingungsanregungen durch Bodenunebenheiten und Lenkbewegungen sind hier zu nennen. Um das Zusammenspiel von Sensor, Regler und Hydraulik schon frühzeitig zu untersuchen und zu optimieren, werden von Hydac im Bedarfsfall Simulationswerkzeuge wie AMESim, MATLAB oder RecurDyn eingesetzt und auch für Co-Simulationen kombiniert. Das Zusammenspiel der Komponenten kann so bereits frühzeitig mit dem Fahrzeughersteller diskutiert und hinsichtlich der mechanischen Randbedingungen optimiert werden. Der Austausch mathematischer Simulationsmodelle mit dem Hersteller vereinfacht dabei die gemeinsame Entwicklung.

In der weitergehenden Entwicklung steht der Fahrzeugentwickler vor der Aufgabe,

Hydac stellt Komponenten und Systeme zum Thema Precision Farming auf der Agritechnica 2015 in Halle 16 am Stand A08 aus.

die Welt der Hydraulik, der Sensoren, der Steuerungen und Displays bestmöglich zusammenzubringen und abschließend zu testen. Hierfür bietet Hydac das entwicklungsunterstützende Softwareprogramm MATCH an. MATCH ist eine modulare Entwicklungsumgebung, welche den Konstrukteuren bei der Systementwicklung, der Softwareentwicklung, der Testung, Inbetriebnahme und Simulation, sowie der Dokumentation unterstützt.

Mit seinen Komponenten und Systemen bietet Hydac eine Vielzahl an Produkten mit denen Precision Farming möglich wird. Damit leistet das Unternehmen seinen Beitrag zu einer effizienzmaximierten Landwirtschaft und somit zur Versorgung der stetig wachsenden Weltbevölkerung mit Lebensmitteln.

**Literaturverzeichnis:** [1] *Weltbevölkerungsbericht zum Jahresende*, Stiftung Weltbevölkerung. Stand: 23.12.2014, <http://www.weltbevoelkerung.de/aktuelles/details/show/details/news/zum-jahreswechsel-leben-7284283000-menschen-auf-der-erde.html> (abgerufen am 30.07.2015)  
[2] *World Urbanization Prospects - The 2014 Revision*, Abteilung Wirtschaft und Soziales der Vereinten Nationen (New York, 2015)  
[3] *World Development Indicators (WDI) - Arable Land*, Weltbank (Washington, D.C., 2015)

Fotos: Hydac

[www.hydac.com](http://www.hydac.com)





# Von der Komponente bis zur intelligenten Antriebslösung.

## BENUTZEREBENE

- Displays für höchste visuelle Ansprüche
- Peripheriegeräte, z.B. Joysticks

Functional Safety  
PL d  
SIL 2

## STEUERUNGSEBENE

- Controller in unterschiedlichen Leistungsklassen
- I/O-Erweiterungsmodule
- Standardausführung und Ausführungen mit erhöhter Funktionaler Sicherheit

Functional Safety  
PL d  
SIL 2

## SENSOREBENE

- Druck, Temperatur und Niveau
- Weg, Position, Winkel, Neigung und Drehzahl
- Durchfluss und Ölzustand
- Standardausführung und Ausführungen mit Diagnose und erhöhter Funktionaler Sicherheit verfügbar

## AKTOREBENE

- Vor- und direktgesteuerte Ventile
- Steuerblöcke (Monoblock / Sandwich)
- Vor- und Hauptsteuersysteme
- Intelligente Achsen
- Zylinder und Motoren

# Precision Farming – mit intelligenten Maschinen zur Effizienzmaximierung auf dem Feld

*Matthias Müter, Ralf Leinenbach, Uwe Seel*

*Die Bevölkerung wächst, und mit ihr die Nachfrage nach Lebensmitteln.*

*Da die Nutzflächen endlich sind, bedarf es höherer Effizienz in der Landwirtschaft, um dieser Nachfrage gerecht zu werden. Precision Farming soll diese Herausforderung lösen.*

