



## Der CAN-Bus onboard als idealer Einstieg in die Automatisierung von mobilen Arbeitsmaschinen

### Inhalt:

|                                                   |    |
|---------------------------------------------------|----|
| Die Landmaschine immer einen Schritt voraus       | 2  |
| Der CAN-Bus für mobile Arbeitsmaschinen           | 3  |
| Wie der Feinsteuerbereich verbessert wird         | 5  |
| Diagnosemöglichkeiten mit Onboard Elektronik      | 5  |
| Was für einen Steuerungsaufbau noch benötigt wird | 7  |
| Ausblick                                          | 10 |

Die intelligente, schnelle und sichere Datenübertragung ist ein elementarer Bestandteil bei der Automatisierung und der Elektrifizierung von mobilen Arbeitsmaschinen und in den Off-Highway Fahrzeugen. Elektroniksteuerungen und Bussysteme leisten hier einen wesentlichen Beitrag. Sie tauschen die Daten zwischen den Steuerungskomponenten aus, optimieren und überwachen sich selbst.

## Einführung

**Die Maschinenbediener sind es von Smartphone, Haushaltsgeräten und Fernseher im privaten Bereich gewohnt und schätzen es auch bei der Arbeit - eine intuitive und komfortable Bedienung ihrer Maschine.**

Das ist damit ein gutes Verkaufsargument für den OEM und gleichzeitig ein Garant für die Zufriedenheit der Nutzer. Eine benutzerfreundliche Steuerung erleichtert die Einarbeitung des Bedieners und reduziert Fehler während des Betriebes. Gleichzeitig erwarten die Maschinenbetreiber, dass die Arbeitsfunktionen zuverlässig aber auch mit einem effizienten Umgang der Ressourcen Energie und Öl ausgeführt werden. Durch den zunehmenden Einsatz von elektronischen Steuerungen können diese Anforderungen der Bediener umgesetzt und darüber hinaus auch seine Sicherheit, aber auch die von weiteren Personen im Maschinenumfeld erhöht werden. Das gilt auf der Baustelle, genauso wie im Wald oder auf dem Feld.

## Die Landmaschine immer einen Schritt voraus

In der Landtechnik arbeiten die Entwickler schon länger an der Herausforderung die Schlepper und Anbaugeräte herstellerübergreifend miteinander verbinden zu können, so dass der Bediener aus der Fahrerkabine auch mit den Anbaugeräten kommunizieren kann.

Hierfür wurde das Bussystem ISOBUS für landtechnische Anwendungen entwickelt und herstellerübergreifend etabliert. Viele Landmaschinenhersteller arbeiten in der Fahrerkabine mit Joysticks und/oder Displays zum Bedienen der Geräte. So können Funktionen und Messwerte des Schleppers und der anhängenden Geräte über eine Bedieneinheit gesteuert und gleichzeitig ausgelesen werden. Alle Teilnehmer des Bussystems können miteinander kommunizieren und lassen sich so perfekt aufeinander abstimmen. Durch die fortschreitende Elektronifizierung in der Landtechnik lässt sich zum Beispiel das „Precision Farming“ durchführen, wo Dün-



Smart farming steht für moderne Fahrzeugsteuerung in der Landtechnik  
(Bild: Adobe Stock)

ger- und Pflanzenschutzmittel mit Hilfe von GPS Daten positionsgetreu und gleichmäßig verteilt werden. Über den ISOBUS können Informationen nicht nur lokal im Fahrzeug verarbeitet, sondern auch aus der Ferne ausgewertet und gesteuert werden. Die unterschiedlichsten Daten kommend vom Traktor, Anbaugeräten, GPS-Ortung und Lenksystemen werden in einem Netzwerk ausgetauscht und verarbeitet. Die Landmaschinenhersteller setzten damit schon früh auf ein herstellerübergreifendes Bussystem mit seinen Vorteilen.

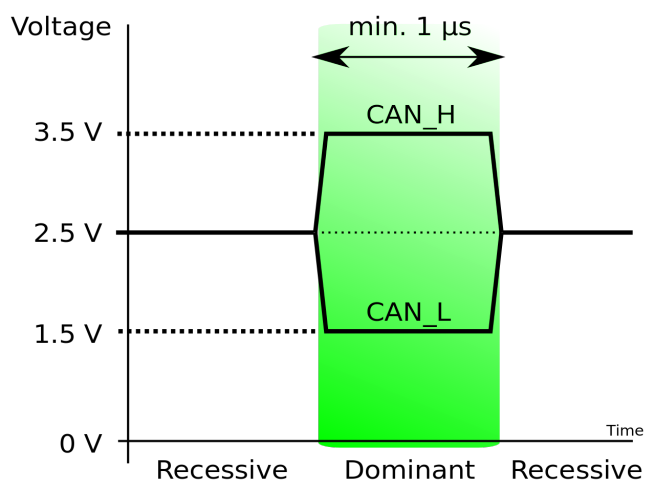
Aber auch in den mobilen Arbeitsmaschinen und Fahrzeugen geht der Trend hin zu komfortablen, vernetzbaren und intelligenten Maschinen. Durch elektronische Steuerungen, applikationsbezogene Software und die mittels Bussystemen realisierte Vernetzung können auch hier für viele Anwendungen individuell angepasste, aber gleichzeitig herstellerübergreifende Lösungen geschaffen werden. Hierfür hat sich der seit 1992 etablierte und kontinuierlich weiterentwickelte CAN-Bus als ideal geeignet erwiesen.

## Warum der CAN-Bus ideal ist für die Anforderungen der mobilen Arbeitsmaschinen

Je nach Komplexität ist der Aufbau der elektronischen Steuerung in zentraler bzw. dezentraler Struktur von Vorteil. In beiden Fällen ist ein geeignetes Kommunikationssystem notwendig, um die Daten zwischen den dezentralen Steuerungen, den Sensoren und den Aktoren auszutauschen. Im Gegensatz zum bekannten Universal Serial Bus (USB), der zwei Geräte miteinander verbindet, erlaubt der CAN-Bus die gleichzeitige Vernetzung von quasi beliebig vielen Teilnehmern, die beim CAN-Bus auch Knoten genannt werden.

Der CAN-Bus bildet so die Grundlage für den definierten, schnellen und zuverlässigen Austausch von Daten innerhalb des elektronischen Systems eines Fahrzeugs, einer Anlage oder Maschine. Mittlerweile hat sich die Nutzung des CAN-Buses nicht nur in Personen- und Nutzfahrzeugen, sondern auch im gesamten Bereich mobiler Arbeitsmaschinen durchgesetzt. Auch in der Mobilhydraulik kamen immer mehr Komponenten mit CAN-Bus-Technologie auf den Markt.

Der CAN-Bus als weitverbreitetes Bussystem bietet zudem noch eine hohe Störsicherheit, Echtzeitfähigkeit und viele Diagnosemöglichkeiten. Auch elektronische



Spannungspegel im Highspeed CAN-Bus (Bild: Wikimedia-Plupp)

### CAN = Controller Area Network

Der CAN-Bus ist eine robuste, lang erprobte Bus-technologie und wurde 1983 von dem Unternehmen Bosch entwickelt und ist seit 1992 im kommerziellen Einsatz. Beim CAN-Bus handelt es sich um ein serielles Bussystem, das zu den Feldbussen zählt und mehrere Teilnehmer miteinander verbindet. Grundidee beim Start der Entwicklung war es, die enorm gewachsenen Kabelbäume wieder zu reduzieren (in den 1980er Jahren betrug die Kabellänge in einem PKW über 2km). Anstelle vieler dedizierter, analoger und digitaler Signalleitungen wird ein zweiadriges Kabel für digitale Datenübertragung genutzt, an welches über Stichleitungen Sensoren oder Aktoren direkt oder über zusätzliche Verteilerknoten angeschlossen werden können. Ein großer Vorteil entsteht dabei durch das zweiadrige CAN-Kabel, wodurch mehrere Informationen innerhalb einer Leitung ausgetauscht werden können. Ohne ein solches Bussystem wird für jede Information ein eigenes Kabel benötigt. Durch die Reduzierung der Anzahl der notwendigen Kabel in der Maschine werden nicht nur Gewicht und Kosten reduziert.

Abstands- und Kollisionswarnsysteme, wie sie aus dem PKW bekannt sind, kommen in mobilen Maschinen vermehrt zum Einsatz. Dabei geht es auch um Radarsensoren, die riesigen mobilen Maschinen helfen, die Umgebung und tote Winkel einfacher wahrzunehmen und Hindernisse zu erkennen. Die Daten dieser Warnsysteme werden über den CAN-Bus zur Hauptsteuerung geleitet und werden so ins Fahrerhaus oder auf mobile Bediengeräte übertragen und zur Anzeige gebracht.

Die Datenübertragung erfolgt beim CAN-Bus nur über zwei Adern. Die beiden Datenleitungen werden entsprechend ihrer Signalpegel mit CAN\_HIGH und CAN\_LOW bezeichnet. Die beiden Leitungen enthalten das invertierte und das nicht invertierte Datensignal (hohe Störsicherheit). Einem CAN-Netzwerk muss dabei eine für

alle Teilnehmer identische Übertragungsrate zugeordnet werden. Die maximale Kabellänge ist abhängig von der Bitrate, da alle CAN-Knoten die Nachricht praktisch gleichzeitig verarbeiten können müssen. Prinzipiell sind Bitraten bis zu 1Mbit/s möglich.

Bei der Datenübertragung in einem CAN-Bus werden von einem Sender keine Empfänger (Knoten) adressiert. Jede Nachricht wird prinzipiell an alle Teilnehmer gleichzeitig gesendet und ist durch einen eindeutigen „Identifier“ gekennzeichnet. Zusätzlich legt der Identifier auch noch die Priorität der Nachricht fest. Alle Knoten im CAN-Netzwerk prüfen anhand des Identifiers, ob die empfangenen Daten für sie relevant sind. Nachrichten können somit von mehreren Knoten gleichzeitig empfangen und ausgewertet werden. Eine solche Nachricht wird als „Frame“ bezeichnet und besteht aus 7 Kennfeldern: Start-Condition, Message Identifier, Steuerbits, Daten (0-8 Bytes), Prüfbits, Acknowledge-Bit, Stop-Condition. Die Frames werden außerdem noch nach der Länge des Identifiers unterschieden: Standard Frame (11 Bit Identifier: 211 = 2048 Adresses) und Extended Frame (29 Bit Identifier: 229 = 536870912 Adresses).

Die Frames werden in 4 Arten von Telegrammen unterschieden:

- Data Frames (Datenübermittlung)
- Remote Frames (Fordern Data Frames an)
- Error Frames (Signalisieren Fehlerzustand auf dem Bus)
- Overload Frames (Bilden zusätzliche Verzögerung zwischen zwei Data Frames)\*

Verschiedene Protokolltypen sind verfügbar, welche die Nutzung der Identifier für bestimmte Typen von Nachrichten und das Format der Datenbytes definieren. Die bekanntesten und für die mobilen Arbeitsmaschinen relevanten Protokolle sind CANopen und J1939.

\* Quelle: Wikipedia

## Wieso eine CAN-BUS Betätigung direkt am Wegeventil (Onboard) sinnvoll ist

Durch den Einsatz von Elektronik und die Anschlussmöglichkeit der Steuerungen und Sensoren in der Maschine über CAN-Bus ergeben sich die eingangs genannten Vorteile für den Steuerungsaufbau und die Inbetriebnahme. Diese können durch eine direkte Integration des CAN-Busknoten auf dem Ventil (Onboard-Elektronik) noch erhöht werden.

Betrachtet man die pro Ventilsegment in der Vergangenheit notwendige Einzelverkabelung, ergeben sich bei



Das Wegeventil mit direkt montiertem CAN-Kopf als Betätigung wird nur noch über einen Stecker an den CAN-Bus angeschlossen. (Bild: HAWE Hydraulik)

einer Ventilbatterie mit z.B. 8 zu steuernden Funktionen schon 16 Kabel, die einzeln an die Ventilsteuerung des Fahrzeugs angeschlossen werden müssen. Sind diese Einzelventilsektionen nun bereits in der Ventilbatterie über ein Kabel miteinander verbunden, muss die gesamte Ventilbatterie nur noch mit einem Anschlussstecker in das CAN-Netzwerk verbunden werden. Der Verkabelungsaufwand bei der Montage bzw. Inbetriebnahme sowie im Servicefall reduziert sich deutlich. Dies senkt die Kosten und verringert gleichzeitig die Fehleranfälligkeit des Systems.

Gerade Steckverbindungen zählen zu den häufigsten Fehlerquellen in elektrischen / elektronischen Systemen. Entsprechend kann die Anzahl der PWM Ausgänge an der zugehörigen elektronischen Steuerung prinzipiell auf null gesetzt werden. Über die 2-Draht Leitung lassen sich theoretisch beliebig viele Teilnehmer anschließen. Es sind bis zu 40 Ventile gleichzeitig steuerbar. Dadurch kann für jeden Kunden eine maßgeschneiderte Lösung geformt werden.

## Wie der Feinsteuerbereich verbessert wird

Einen wichtigen Einfluss auf die Ausführung der Arbeitsfunktion hat der Feinsteuerbereich des Wegeventils gerade beim Anfahren der Funktion oder wenn es auf hohe Präzision in der Ausführung ankommt. Dieser wird durch den Verlauf des Volumenstroms in Abhängigkeit von der Auslenkung des Joysticks, und damit der Stromstärke definiert jedoch durch das Gesamtsystem beeinflusst. Diese

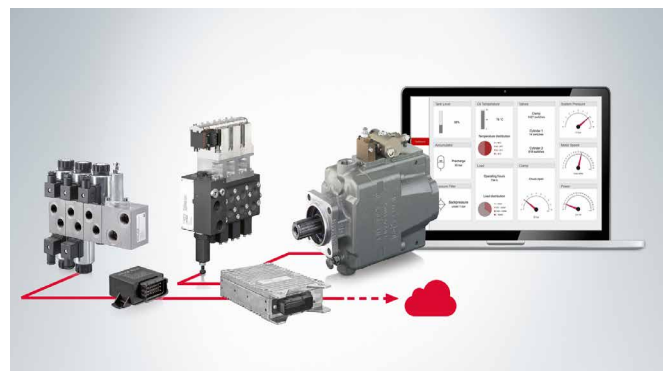


Die Volumenstromkennlinie kann durch den Einsatz von Onboard-Elektronik linearisiert werden. Die Start- und Endposition sind im Auslieferungszustand voreingestellt. (Bild: HAWE Hydraulik)

Volumenstromkennlinie kann mit Hilfe der Elektroniksteuerung an den Arbeitszyklus bzw. den Fahrmodus angepasst und somit im Betrieb nachjustiert und damit fein gesteuert werden. Dabei spielt auch die Hysterese des Wegeventil eine wichtige Rolle.

## Welche Diagnosemöglichkeiten sich mit Onboard Elektronik bieten

Die Onboard Elektronik bietet gute Diagnosemöglichkeiten direkt vor Ort am Ventil. Dadurch dass die Daten dezentral erhoben und ausgewertet werden, wird die Hauptsteuerung entlastet und der Datenstrom reduziert. So kann man direkt an der Ventilsektion zum Beispiel die Temperatur, den Magnetwiderstand oder den Fehlerstatus in Echtzeit auslesen. Darüber hinaus ist eine elektronische Mengenbeschränkung an der einzelnen Ventilsektion oder an der gesamten Ventilbatterie umsetzbar. Ein eingebauter Wegsensor meldet permanent die Position des Schieberkolbens an den Steuerkopf und gleicht ihn mit den Soll-Werten ab. Liegt eine Abweichung vor, wird dementsprechend nachgeregelt. Weitere Diagnosemöglichkeiten bieten sich durch das Weiterleiten der erfassten Daten an die Fahrzeugsteuerung oder an eine Monitoringlösung in der Cloud.



Erfasste Daten können entweder lokal oder zentral gespeichert, ausgewertet und nachjustiert werden. (Bild: HAWE Hydraulik)

## Beispielrechnung: Einsparpotenzial an Verkabelungsaufwand in einem LKW-Ladekran

In einem LKW-Ladekran werden verschiedene Funktionen, wie die Abstützung und die Bewegungen des Kranarmes hydraulisch gesteuert. Jede einzelne Bewegung, wie z.B. die Armdrehung, den Armausschub usw. übernimmt jeweils eine Ventilsektion in der Hydraulikventilbatterie. Geht man bei einem Kranarm beispielhaft von 18 Einzelfunktionen aus, die vorher mit PWM-gesteuerten Ventilen angesteuert und nun auf CAN-Bus Onboard Ventile umgerüstet wurden, ergibt sich nachfolgende Beispielrechnung.

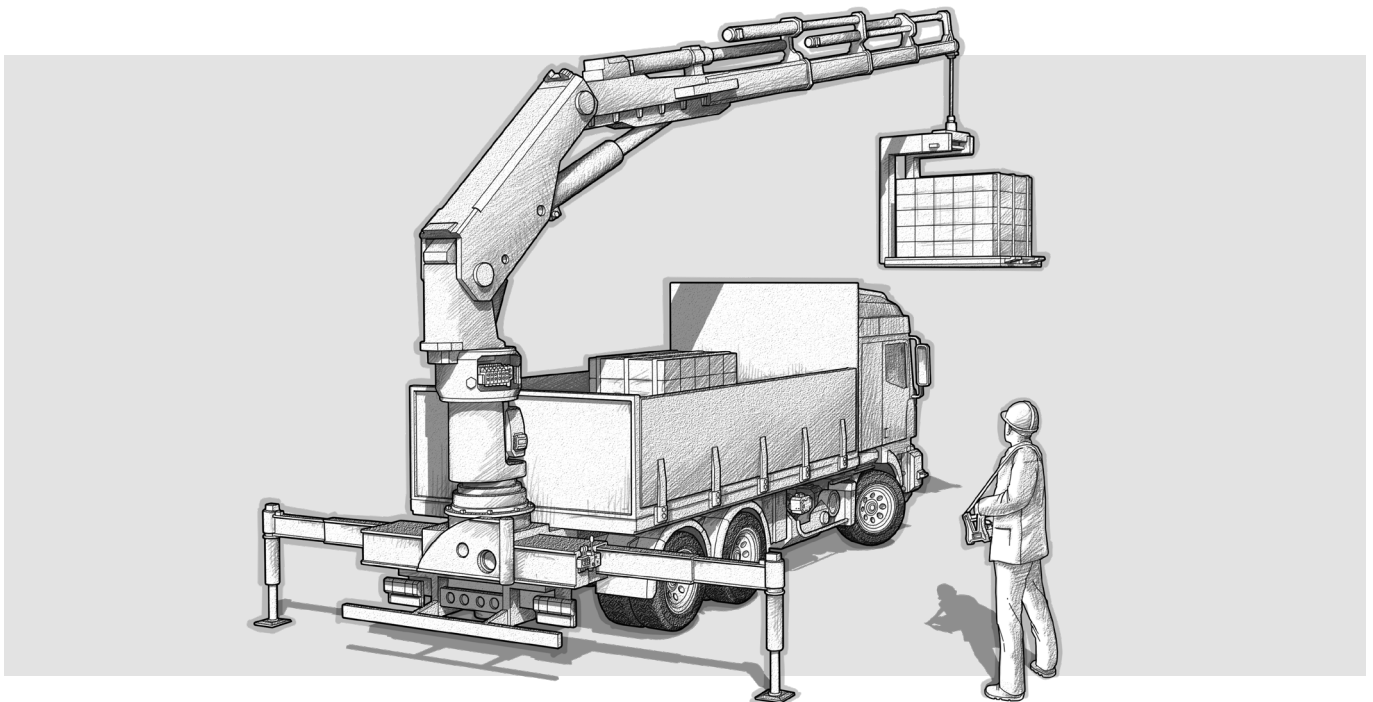
Die PWM-Ventile werden durch je zwei Kabel pro Ventilsektion an den CAN-Bus des Fahrzeuges angeschlossen. Im Vergleich dazu wird die jeweilige CAN-Bus Onboard-Ventilbatterie nur durch ein Kabel an die Fahrzeugsteuerung angeschlossen.

Geht man nun von 18 CAN-Bus Ventilsektionen für 18 Einzelfunktionen in diesem Beispiel aus, spart man sich 36 Kabel und 5 Verteilerboxen anzuschließen und zu

verlegen. Allein durch den geringeren Materialaufwand und den reduzierten Zeitaufwand für die Installation werden erhebliche Kosten eingespart:

| Komponente       | Preis    | Anzahl | Ersparnis |
|------------------|----------|--------|-----------|
| M12 Kabel        | 8,- €    | 36     | 288,- €   |
| M12 Verteilerbox | 120,- €  | 5      | 600,- €   |
| Instalation      | 60,- €/h | 15h    | 900,- €   |
| Gesamt           |          |        | 1.788,- € |

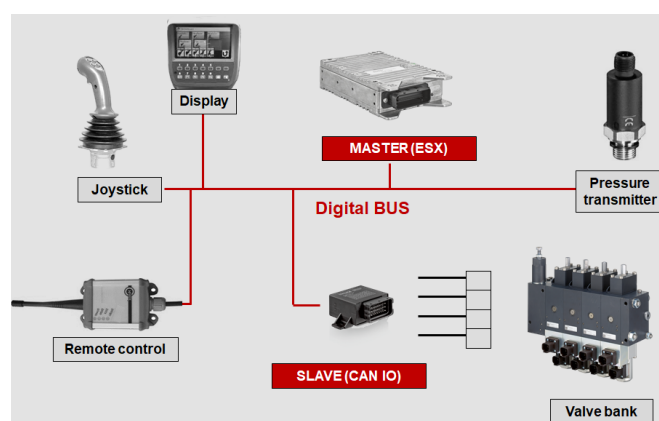
Beispielrechnung für einen LKW-Ladekran mit 18 hydraulisch zu steuernden Einzelfunktionen



## Wie voreingestellte Parameter die Inbetriebnahme erleichtern

Ein wesentlicher Vorteil von Ventilen mit Onboard-Elektronik ist das sogenannte „Plug & Perform“. Das bedeutet, dass Kunden spezifische Parameter, z.B. Firmware, Baudrate, Note ID, im Vorhinein festlegen können und der Lieferant das Ventil mit genau diesen voreingestellten Daten für die Inbetriebnahme liefert. Durch die hydraulisch voreingestellten Parameter bei Ventilen ist keine Erstparametrierung mehr notwendig, wodurch wieder zusätzlich Zeit und Kosten gespart werden. Somit sind bei diesen Ventillösungen keine Anpassungen mehr am Controller erforderlich.

Die Ventillösungen müssen nur noch eingebaut und elektrisch sowie hydraulisch angeschlossen werden. Die Zeit für die Inbetriebnahme und für Stromeinstellungen entfallen somit komplett. Deshalb sind solche Ventile ideal für die Serienfertigung geeignet und die Zeit- und Kostenvorteile summieren sich dabei zu einer beachtlichen Einsparung. Bei Ventilen ohne eine entsprechende Onboard-Elektronik, also auch ohne die „Plug & Perform“ Funktion, müssen Start- und Endposition immer in der Steuerung parametrieren werden.

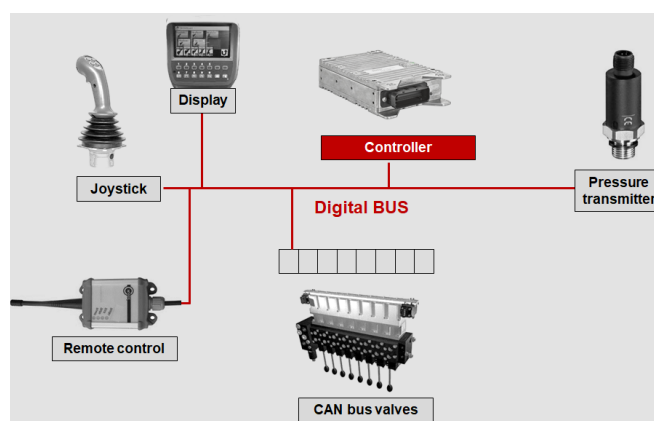


Beispiel für den Aufbau einer dezentralen Steuerung mit einem IO-Modul zum Anschluss eines Wegeventil ohne CAN-Bus onboard (Bild: HAWE Hydraulik)

## Was für einen Steuerungsaufbau mit CAN-Bus noch benötigt wird

Um eine komplette Steuerung mit CAN-Bus Kommunikation aufzubauen, benötigt man noch eine Mobilsteuerung mit CAN-Bus Schnittstelle. Wenn solch eine Steuerung im Fahrzeug bereits vorhanden ist, kann diese auch für die Steuerung der Hydraulik-Ventilbatterien genutzt werden. Alle Sensoren und Aktoren, welche in den Steuerungsaufbau eingebaut werden sollen, benötigen eine CAN-Bus Schnittstelle.

In der Abbildung wird ein dezentrale Steuerungsarchitektur dargestellt, welche in der Regel über eine CAN-Bus Kommunikation realisiert wird. Hier wird nochmal verdeutlicht, dass eine Hauptsteuerung (Master) notwendig ist, an welche nochmal zusätzlich dezentrale IO Steuerungen als Slave angeschlossen werden können. Bei einer zentralen Steuerungsarchitektur werden dagegen im Vergleich alle Geräte einzeln an der Hauptsteuerung angeschlossen. Dies geschieht üblicherweise über reine Analog- und Digitalsignale.



Beispiel für den Aufbau einer dezentralen Steuerung mit einer CAN-Busbetätigung direkt am Wegeventil. Nur ein Anschluss ist noch notwendig (Bild: HAWE Hydraulik)



### Elektroniksteuerungen von HAWE Hydraulik:

HAWE Hydraulik bietet verschiedene Mobilsteuerungen im Baukasten und gemeinsam mit dem Partner STW an. Je nach Komplexität und Anzahl von Ein- und Ausgängen wird die passende Größe ausgewählt. Das IO-Modul Typ CAN-IO wird als dezentraler CAN-Knoten eingesetzt. Mit seinen 8 Ein- und Ausgängen kann es für die Ansteuerung der Abstützung oder Einzelfunktionen eingesetzt werden. Für höhere Anforderungen und eine höhere Anzahl an Ein- und Ausgängen kommen die Mobilsteuerungen vom Typ ESX zum Einsatz. Die Anzahl der Ein- und Ausgänge definiert wie viele Sensoren und Aktoren angeschlossen werden können. Die einzelnen Steu-

erungstypen unterscheiden sich zusätzlich durch ihre Rechenleistung. Alle Mobilsteuerungen vom Typ ESX sind frei programmierbar in verschiedenen Entwicklungsumgebungen (z.B. Codesys, LogiCAD) bzw. mit unterschiedlichen Programmiersprachen wie „C“ oder Structured Text (ST). Dabei unterstützt HAWE die Maschinenhersteller durch fertige Software-Funktionsblöcke und ein erfahrenes Applikationsteam. Die Kompaktsteuerung Typ ESX-3CS ist für relativ kleine Maschinen als Zentralsteuerung oder bei größeren Maschinen als eine von mehreren dezentralen Steuerungen einsetzbar. Die Mobilsteuerung vom Typ ESX-3CM ist mit SIL2 für die Realisierung von verschiedenen Anforderungen an Funktionale Sicherheit vorbereitet.



|                | <b>CAN IO 14+</b>      | <b>ESX-3CS</b>                                 | <b>ESX-3CM</b>                         | <b>ESX-3XL</b>                                  |
|----------------|------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Eingänge       | 6x Analog oder Digital | 16x Analog oder Digital                        | 28x Analog oder Digital                | 28x Analog oder Digital (erweiterbar auf 100)   |
| Ausgänge       | 4x IPWM + 4x PWM       | 14x IPWM                                       | 28x IPWM                               | 24x IPWM (96)                                   |
| Kommunikation  | 1x CAN Bus, RS232      | 2x CAN Bus, RS232, opt. 1x Ethernet Diagnostic | 4x CAN Bus, 1x RS232, opt. 1x Ethernet | 4 (16)x CAN Bus, 1 (4)x RS232, opt. 3x Ethernet |
| Prozessor      | Freescall, 20 MHz      | TriCore, 32 bit, 300 MHz                       | TriCore, 32 bit, 300 MHz               | TriCore, 32 bit, 150 MHz                        |
| Programmierung | C, eDesign, VT*        | C, Codesys, LogiCAD, VT*                       | C, Codesys, LogiCAD, VT*               | C, Codesys, LogiCAD                             |

Übersicht über das Angebot an Elektroniksteuerungen aus der Partnerschaft von HAWE Hydraulik mit STW



### Der PSL-CAN – das Wegeventil mit direkter CAN-BUS Betätigung von HAWE Hydraulik

HAWE Hydraulik bietet die Proportional-Wegeventile vom Typ PSL in drei verschiedenen Baugrößen an. Grundlage des Baukastens bildet ein mechanisch betätigtes Mobilventil mit einer einfachen, analogen elektrischen Ansteuerung (Puls Weiten Modulation - PWM). Darauf aufbauend entstanden zwei Modellvarianten, die mit einem CAN-Kopf versehen wurden.



Alle Betätigungsvarianten des PSL können bei Bedarf in einer Ventilbatterie kombiniert werden. Eine Handhebelbetätigung als Handnotbetätigung kann einfach ergänzt werden. (Bild: HAWE Hydraulik)

Seit 2010 bietet HAWE das High-Performance Produkt an, den PSL-CAN, welcher selbst für Anwendungen mit Anforderungen an höchste Präzision, Hysterese und Dynamik geeignet ist. Zusätzlich wurde 2019 ein kostengünstigerer CAN-Kopf, der PSL-CAN Lite, als Einstiegsmodell entwickelt. Dieses CAN-Bus-Ventil bietet zwar nicht die extrem hohe Präzision des PSL-CAN, erlaubt aber den einfachen Anschluss an den CAN-Bus über einen Stecker in gleicher Weise. Er ist bereits für sehr viele Anwendungen funktional ausreichend und damit ein idealer Einstieg in die CAN-Bus-Technologie. Auch mit dem PSL-CAN Lite

profitiert der Kunde bereits vollständig von den genannten Vorteilen:

- Einfache Verkabelung
- Schnelle Inbetriebnahme
- Elektronischer Feinsteuerbereich
- Einfache und robuste CAN Kommunikation
- Sehr gute Diagnosemöglichkeiten

Die High-Performance Version PSL-CAN beinhaltet zusätzlich eine Schieberpositionsrückmeldung und ist dadurch hysteresefrei und linearisiert. Sie wird vor allem in Anwendungen genutzt, die eine hohe Präzision oder vollautomatisierte, komplexe Abläufe verlangen.



Verschiedene Baugrößen lassen sich in einer Ventilbatterie auch mit der CAN-Bus Betätigung kombinieren. Damit gelingt eine Anpassung des Volumenstrom an den jeweiligen Bedarf der jeweiligen Funktion einfach. (Bild: HAWE Hydraulik)

### Ausblick

Die Komplexität mobiler Arbeitsmaschinen und ihr Automatisierungsgrad wird auch in Zukunft weiter zunehmen. Haupttreiber dafür sind Megatrends unserer Zeit: Elektrifizierung, autonomes Fahren und Fernsteuerung- und Diagnose. Hinzu kommen zunehmend Gesetze und Richtlinien zur Erhöhung der Sicherheit.

Die Elektrifizierung wird die Anzahl der Steuerungssysteme bzw. deren benötigte Rechenleistung im Fahrzeug und in der Steuerungszentrale weiter erhöhen. Autonomes Fahren und Arbeiten ist nur durch die Nutzung zusätzlicher Sensorik (RADAR, LIDAR, Ultraschall, 2D-Kameras, 3D-Kameras) und die Bereitstellung von weiterer Rechenleistung möglich. Gleichzeitig erhöht sich die Datenmenge. Damit verbunden ist eine Forderung



Verschiedene Baugrößen lassen sich in einer Ventilbatterie auch mit der direkten CAN-Bus Betätigung kombinieren. Damit gelingt eine Anpassung des Volumenstrom an den jeweiligen Bedarf einfach. (Bild: AdobeStock)

nach mehr Bandbreite an die Bussysteme. Der CAN-Bus kommt hier dann an seine Grenzen. Schnellere Bussysteme wie Ethernet oder die Variante BroadR-Reach, die auch über ein einfaches zweiadriges Kabel funktioniert, sind hier mögliche Lösungen für die Zukunft.

Für einen Einstieg in die Automatisierung mobiler Arbeitsmaschinen und Off Highway Fahrzeuge ist der

CAN-Bus jedoch sehr gut aufgestellt. Durch seinen einfachen Steuerungsaufbau und effiziente Kommunikationsmethode sowie die vielen am Markt verfügbaren Komponenten bietet der CAN-Bus einen vergleichsweise kostengünstigen Start.

Aber auch beim CAN-Bus gibt es Weiterentwicklungen. 2012 wurde wiederum von Bosch CAN-FD („flexible data rate“) vorgestellt. Mit CAN-FD soll die Datenrate auf bis zu 15Mbit/s erhöht werden können. Gleichzeitig werden pro Frame dann bis zu 42 Byte Daten übertragen. Zudem kommen für spezielle Anwendungen weitere Protokolle in Frage. So gibt es in der Marine das NMEA Protokoll oder für Feuerwehrfahrzeuge den FireCAN.

Die Elektrifizierung der mobilen Arbeitsmaschinen bedeutet nicht das Ende der Hydrauliksteuerung. Die Hydraulikkomponenten haben sich gewandelt zu intelligenten, elektronisch ansteuerbaren und energieeffizienten Bestandteilen von elektrifizierten Fahrzeugen. Die bekannten Vorteile wie Leistungsdichte und Kostenvorteil spielen sie auch hier weiter aus.

Um für die Zukunft aber auch für spezielle Anwendungen gerüstet zu sein, entwickelt HAWE Hydraulik seine Produkte stetig weiter oder geht strategische Partnerschaften mit Technologieführern ein. So präsentierten HAWE Hydraulik und STW (Sensor-Technik Wiedemann) ihre Partnerschaft bei integrierten mechatronischen Antriebslösungen für mobile Maschinen zur Hannover Messe 2018 erstmals öffentlich. Gemeinsam realisieren die beiden Partner nun komplette Systeme von der Hydraulik bis hin zu Automatisierung und Cloud-basierten Konzepten. Durch den Zukauf der Mattro im Jahr 2019 gewinnt HAWE Hydraulik erfahrene Spezialisten in der Elektrifizierung von kompletten Fahrzeugen, wie Pistenraupen, Hubgeräte und Roboterplattformen. Das Wissen wird nun strategisch ausgebaut fließt auch in die zukünftige Entwicklung von Hydraulikbausteinen ein.



**HAWE Hydraulik SE**

Einsteinring 17  
DE-85609 Aschheim/München  
Tel.: +49 89 379100 - 1000  
[info@hawe.de](mailto:info@hawe.de)  
[www.hawe.com](http://www.hawe.com)