



# WHITEPAPER

Digitalisierung des Bordnetzes  
einfach gemacht

# DIGITALISIERUNG DES BORDNETZES

einfach gemacht

**Die steigende Elektrifizierung in mobilen Arbeitsmaschinen führt zu einer höheren Anzahl an größeren Lasten und komplexeren Systemen. Die Vernetzung verschiedener Maschinenkomponenten ist hierbei Grundvoraussetzung. Der CAN-Bus als Standard-Feldbus in der Fahrzeugindustrie ist die ideale Technologie für eine schnelle und unkomplizierte Datenübertragung. Mit CAN-fähigen, intelligenten Stromverteilern und I/O-Modulen kann die Digitalisierung des Bordnetzes für verschiedene Systemarchitekturen gelingen – und dabei sogar die Komplexität reduzieren.**

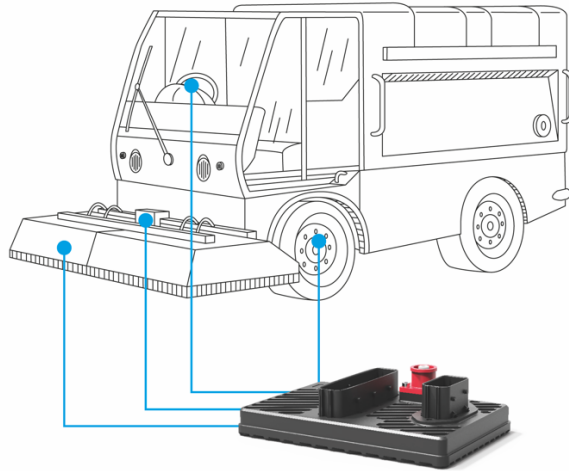
Digitalisierung, Nachhaltigkeit und Effizienz sind Schlagworte, die aktuell auf viele Branchen zutreffen, Land- und Baumaschinen sowie Sonderfahrzeuge eingeschlossen. Elektrifizierung, Vernetzung und Condition Monitoring gehen mit diesen Trends Hand in Hand.

Das Thema Effizienz spielt bei Baumaschinen und Sonderfahrzeugen eine zentrale Rolle. Unter anderem, weil eine Vielzahl von Städten so genannte „Ultra Low Emission“-Zonen einführt. Im Idealfall sollen Bagger und Co. möglichst wenig Energie verbrauchen. Elektrifizierung findet gerade jetzt bei kleineren Baumaschinen statt. Bei der Nachhaltigkeit geht es vor allem um die Integration von vorbeugenden Schutzmechanismen der Maschine sowie um Wartungsunterstützung. Über Sensoren lassen sich kritische Zustände erkennen, was ein rechtzeitiges Abschalten schon vor einem Ausfall ermöglicht. Ohne ein intelligentes, digitalisiertes Bordnetz schwer vorstellbar.

In der Landtechnik ließ sich in den letzten Jahren der Trend hin zu immer größeren und komplexeren Maschinen beobachten, wie Mähdrescher mit über 600 PS und Schneidwerken von 17 Meter Arbeitsbreite. Parallel dazu zeigt sich aber auch eine Entwicklung hin zu kompakteren, smarten und autonomen Traktoren und Anbaugeräten. Die Basis hierfür legen digitale Bordnetze, die Daten sammeln und auswerten können.

Mit der zunehmenden Intelligenz und Flexibilität, die von einer Maschine verlangt wird, wird auch die Konstruktion der Steuerelektronik entsprechend komplex. Je nach Maschinen- oder Fahrzeugtyp finden bei der Bordnetzentwicklung verschiedene Systemarchitekturen Anwendung.

Eine zentralisierte Systemarchitektur ist besonders für kleinere und kompakte Maschinen mit limitiertem Bauraum geeignet. In diesem Fall steuert ein einziger zentraler und leistungsstarker Knoten beziehungsweise Controller die gesamte Maschine. Die Leistungsverteilung wird möglichst kompakt an einem Ort mit wenigen Einzelkomponenten realisiert. Sensoren und Aktoren sind in diesem Fall entweder direkt oder über den CAN-Bus mit der zentralen Steuerung verbunden. Sie kontrolliert und überwacht alle Maschinenfunktionen. Konstrukteure können dank dieser zentralisierten Architektur kompakte Maschinen mit wenig Platzbedarf bauen. Abbildung 1 zeigt exemplarisch den zentralen Systemansatz mit Einsatz des intelligenten Stromverteilers SCS3000 der Firma E-T-A.



All-in-one Modul SCS3000 - 64

Abb. 1: Zentralisierte Systemarchitektur für kleine, kompakte Fahrzeuge

Bei großen und komplexen Maschinen erhöht sich ebenfalls die Komplexität der Bordnetzelektronik. Hohe Lastströme und schwere, komplizierte Kabelbäume im Inneren der Maschine sind Herausforderungen, die daraus resultieren können. Aus diesem Grund wird bei diesem Fahrzeug- und Maschinentyp eine modulare, dezentrale Systemarchitektur bevorzugt. Dabei sind kleinere Funktionsgruppen in der Maschine optimalerweise nah an den zu steuernden Lasten platziert und über den standardisierten CAN-Bus verbunden, um die Komplexität und den Aufwand bei der Verdrahtung drastisch zu reduzieren. Durch die Vernetzung über den standardisierten Feldbus lassen sich zusätzliche Komponenten bei einer späteren Nachrüstung problemlos in bestehende Systeme integrieren. Abbildung 2 zeigt exemplarisch den dezentralen Systemansatz mit Einsatz von intelligenten, CAN-fähigen Stromverteilern der Firma E-T-A.

Der Bereich der Land- und Baumaschinen und der Sonderfahrzeug-Sektor setzen insbesondere auf bewährte und weit verbreitete CAN-Protokolle, wie SAE J1939 oder CANopen. Diese basieren auf dem CAN 2.0B-Standard und implementieren zusätzlich höhere Schichten des OSI-Modells. Das gewährleistet eine allgemeingültige, standardisierte Übertragung von Befehlen und Diagnosedaten.

Die Vernetzung und Steuerung verschiedener Fahrzeugteile und Lasten über den CAN-Bus und der Einsatz von Komponenten, die den CAN-Standard unterstützen, ermöglichen eine erhebliche Reduktion des Verdrahtungsaufwands, Gewichtseinsparung sowie einfache Skalierbarkeit des Systems je nach Fahrzeugoption.

Ein digitalisiertes Bordnetz bedeutet allerdings nicht nur den Einsatz des CAN-Busses zur Steuerung verschiedener Lasten in der Arbeitsmaschine. Ein solches Bordnetz beinhaltet auch den Informationsaustausch zwischen den einzelnen Subsystemen beziehungsweise Komponenten und das Schaffen von Systemtransparenz durch Diagnosedaten.

Insbesondere das Sammeln und die unkomplizierte Bereitstellung von Daten in allen Ebenen der Maschine, sowie die Auswertung im Sinne von Condition Monitoring und vorbeugender Wartung spielen eine zentrale Rolle. Wenn es um die Digitalisierung und Modernisierung des Bordnetzes geht, kann es ebenfalls von Bedeutung sein, bereits bestehende klassische Lösungen und Produkte unkompliziert smart zu gestalten.

Unabhängig vom Hauptsteuergerät einer Maschine existieren Produkte, wie intelligente Stromverteiler oder CAN I/O-Module, um die beschriebenen Ansätze effektiv umzusetzen. Sie machen den Schritt in Richtung Digitalisierung der Arbeitsmaschine möglich und bieten einen erheblichen Mehrwert.

Gerade bei der Modernisierung der Fahrzeugarchitektur und dem Vorantreiben der Elektrifizierung der Arbeitsmaschine sind die Kapazitäten bezüglich Stromtragfähigkeit und Anzahl der Ein- und Ausgänge eines Steuergeräts schnell erschöpft. Hier eignen sich flexibel konfigurierbare CAN-Kleinststeuerungen als unkomplizierte, dezentrale I/O-Erweiterung – auch dann, wenn Lasten höhere Ausgangsströme benötigen, als standardmäßig von der Steuerung zur Verfügung stehen. Über den CAN-Bus lassen sich solche I/O-Module unkompliziert integrieren. Sie erweitern so das bestehende System. Dies ist insbesondere bei vielen verschiedenen Fahrzeug- und Maschinenoptionen von Vorteil, wenn es darum geht, Komplexität in der Produktion und bei der Lagerhaltung gering zu halten. Konfigurierbare CAN-Kleinststeuerungen zeichnen ebenfalls die Möglichkeit der flexiblen Definition der CAN-Strukturen aus. Über eine Konfigurationssoftware lassen sich alle CAN-Nachrichten frei definieren. Dies umfasst sowohl den Identifier des CAN-Frames, als auch Position, Länge und Typ der CAN-Daten. Neben der klassischen I/O-Erweiterung bietet das insbesondere Sonderfahrzeug- und Aufbautenherstellern den Vorteil, Statusdaten des Basisfahrzeugs, die das PSM-Modul bereitstellt, zu sammeln und weiterzuverarbeiten. Die CAN-Kleinststeuerungen von E-T-A decken vom CAN-Relais SCS10, über das leistungsstarke H-Brückenmodul SCS20 mit zwei 10 A-Vollbrücken, bis hin zur Kleinststeuerung SCS30 mit einer Vielzahl an digitalen und analogen I/Os das gesamte Spektrum ab und unterstützen dadurch den dezentralen, modularen Systemansatz. Dabei eint alle Module eins: Standardisierte Hardware in Kombination mit flexibler Software für einfache Anpassbarkeit und Skalierbarkeit.

Insbesondere vor dem Hintergrund von Condition Monitoring und vorbeugender Wartung spielen Diagnosedaten und Analysefähigkeit eine ganz entscheidende Rolle in modernen Arbeitsmaschinen. Hier kommt es allerdings nicht nur auf die Datenauswertung und Vorausberechnungen durch das Steuergerät an. Das vorherige Sammeln und Bereitstellen von Daten ist gerade auch auf der Lastebene essenziell, um beispielsweise Condition Monitoring implementieren zu können.

CAN-fähige, kompakte Stromverteiler übernehmen in dezentralen Systemarchitekturen das Steuern von größeren Lasten unterhalb der ECU. Gerade auf dieser Ebene ist es sinnvoll, wertvolle Informationen zum Status der Lasten zu sammeln. Das gewährleistet eine hohe Transparenz innerhalb der Maschine und lässt Rückschlüsse bezüglich des Zustands des Fahrzeugs oder der Maschine zu. Auf diese Anforderungen hat E-T-A mit der Entwicklung des intelligenten, CAN-gesteuerten Stromverteilers SCS200 reagiert. Er verfügt über eine Stromtragfähigkeit von bis zu 30 A pro Kanal und 150 A Summenstrom.

Eine integrierte Laststrom- und Spannungsmessung je Ausgangskanal sowie eine Summenstrom- und Temperaturerfassung ermöglichen die Bereitstellung von umfassenden Diagnosedaten über den CAN-Bus, die über reine Schaltzustandsmeldungen hinausgehen. Vor dem Hintergrund von Condition Monitoring oder vorbeugender Wartung kann das Steuergerät durch die Information über die tatsächliche Stromaufnahme der Last zu jeder Zeit Auswertungen vornehmen. Eine zunehmende Verschmutzung oder der Verschleiß von Lasten wie Motoren, Pumpen oder Lüftern macht sich durch eine erhöhte Stromaufnahme bemerkbar. Das wird durch die gelieferten Daten des intelligenten Stromverteilers frühzeitig erkannt. So

kann der Anwender vorbeugend bereits vor einem Ausfall handeln und eine erhöhte Maschinenverfügbarkeit gewährleisten.

Der dezentrale SCS200-Stromverteiler von E-T-A lässt sich nicht nur über CAN J1939 von der ECU steuern und versendet Diagnoseinformationen. Das Modul verfügt auch über einen elektronischen Lastschutz je Kanal, der sich remote über CAN wieder zurücksetzen lässt. Auch diese Funktionalität trägt zur Reduzierung von Stillstandszeiten bei.

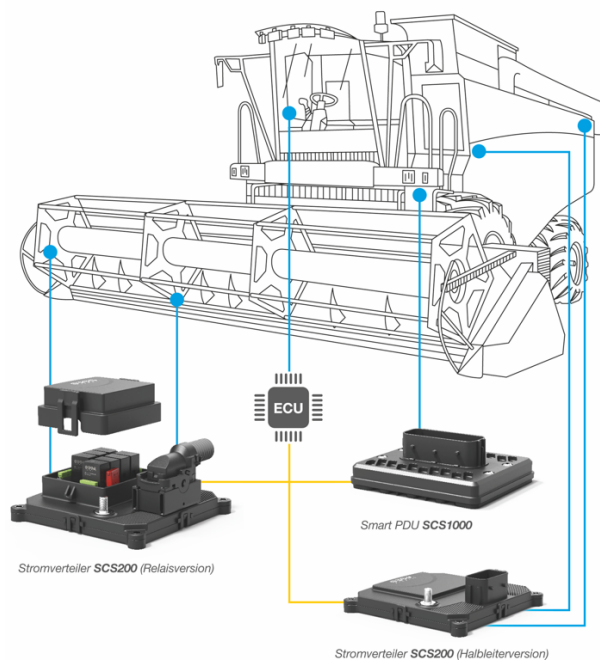


Abb. 2: Dezentrale Systemarchitektur für komplexe Arbeitsmaschinen

In Arbeitsmaschinen und Fahrzeugen, in denen nur begrenzt Energie zur Verfügung steht, spielen Effizienz, fortschrittliches Lastmanagement und die Gewichts- und Komplexitätsreduktion eine entscheidende Rolle.

Die Implementierung eines Lastmanagements ermöglicht die Überwachung und Steuerung des Energieverbrauchs der Gesamtzahl der Lasten, um ein Überschreiten der Systemgrenzen zu vermeiden. So lassen sich weniger wichtige Lasten, wie beispielsweise Komfortfunktionen, zugunsten essenziell wichtiger Verbraucher abschalten, sollte die von der Batterie zur Verfügung gestellte Energie knapp werden.

Nicht nur begrenzte Energie, sondern ebenso limitierter Bauraum ist eine allgemein gegenwärtige Herausforderung, mit der es umzugehen gilt. Leistungsfähige Hochstromverteiler mit integrierter Logik können in diesen Anwendungsfeldern einen entscheidenden Mehrwert bieten.

Die intelligenten Stromverteiler SCS1000 und SCS3000 von E-T-A leisten auch hier einen wichtigen Beitrag zum Digital Switching. Sie kombinieren die Verteilung hoher Ströme mit Logik, Steuerungsfunktionen und CAN-Anbindung in einem kompakten Gehäuse. Insbesondere SCS3000-Module eignen sich mit bis zu 64 Lastausgängen und 280 A Summenstrom für einen zentralisierten Systemansatz. Sie ersetzen viele Einzelkomponenten

durch ein einziges smartes Produkt. Geringerer Platzbedarf und Reduktion des Verdrahtungsaufwands sind dabei nur zwei Vorteile.

Der Anwender konfiguriert über eine graphische Programmierumgebung die Module je nach Anwendung. Die Definition von Inrush- und Warnschwellen, Zeitfunktionen sowie logische Verknüpfungen helfen dabei, ein umfassendes Lastmanagement zu realisieren. Auch größere induktive Lasten, wie Motoren oder Lüfter, können mit Hilfe konfigurierbarer Soft Start-Funktionen ohne hohe Einschaltspitzen kontrolliert angefahren werden.

Anders als bei reinen Client-Modulen lassen sich E-T-A SCS3000-Stromverteiler nicht nur über den CAN-Bus ansteuern. Das eigenständige Schalten der Leistungsausgänge ohne externe ECU ist hier ebenfalls möglich. Dies erlaubt, Funktionalitäten an die smarten PDUs auszulagern, um das Steuergerät zu entlasten.

Die Digitalisierung des Bordnetzes ist allgegenwärtig. Weitere Innovationen, wie Weiterentwicklungen in Richtung höherer Messgenauigkeit, intelligente Stromverteiler für 48 V-Bordnetze oder auch echtzeitfähige Systeme, werden sicher folgen.

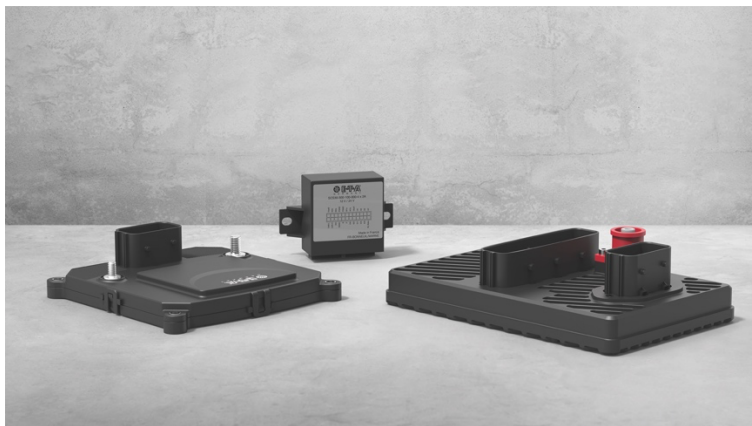


Abb. 3: Die SCS-Familie von E-T-A vereint intelligente Stromverteiler und I/O-Module mit der Fähigkeit zur Kommunikation über CAN