

Montage- und Prüflinie für Lenkhilfemotoren

# EtherCAT für Prüfstandsautomatisierung

Vogelsang & Benning ist Spezialist für die voll- bzw. halbautomatische End-of-Line-Prüfung in der industriellen Produktion. Seit der Unternehmensgründung im Jahre 1983 wurden Prüfsysteme für die verschiedensten Industrieanwendungen, die Antriebstechnik und den Maschinenbau realisiert. Bei der aktuell entwickelten Montage- und Prüflinie für Lenkhilfemotoren hat sich Vogelsang & Benning für eine PC- und EtherCAT-basierte Automatisierungslösung von Beckhoff entschieden.



Abb.1: Komplette Montagelinie im Überblick



Konventionelle, hydraulisch unterstützte PKW-Lenkungen werden zunehmend durch elektro-mechanisch betätigte Einheiten ersetzt. Die komplette Servo-Unit (SU) besteht aus einem permanenterregten Synchronmotor und der Steuereinheit (Electronic Control Unit, ECU). Der Motor selbst wird schon vorher – beim Zulieferer – einem ausführlichen Test unterzogen. Die komplette Montage- und Prüflinie besteht aus Schraub- und Flashmodul sowie aus Dichtheits- und Leistungsprüfmodul mit integrierten Handlingsmodulen. Im Schraubmodul werden ECU und Motor zusammengefügt und verschraubt; im Flashmodul wird die Anwendungssoftware in die ECU übertragen (geflasht). Anschließend folgen die Dichtheitsprüfung sowie die Leistungs- und Geräuschprüfung. Da die Lenkung eine sicherheitskritische Komponente im Fahrzeug darstellt, liegt auf der Datensicherung und Archivierung besonderes Augenmerk: Alle Prüfparameter, Einstellungen und Messdaten müssen rückverfolgbar und jedem Prüfling eindeutig zuordenbar sein und auf einem separaten, zentralen Fileserver gespeichert werden.

Für die Prüfstandsautomatisierung wurden Komponenten verschiedener Hersteller mit diversen Schnittstellen integriert: Die Belastungseinrichtung des Prüfmoduls verfügt über eine PROFIBUS-Schnittstelle, die Steuereinheit des Prüflings wird über FlexRay angesteuert, das FlexRay-Gateway über Ethernet. Weitere Geräte, wie Scanner, Flascheinheit oder das Dichtheitsprüfgerät, kommunizieren über serielle Schnittstellen mit dem Steuerrechner.

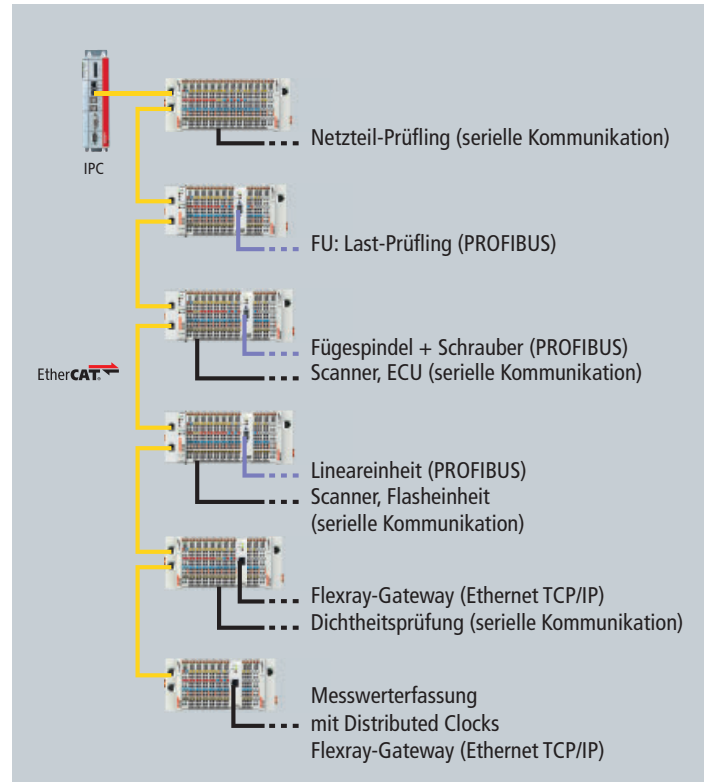


Abb. 1: Flexible Topologie, große Schnittstellenvielfalt

### EtherCAT als übergeordnetes Bussystem

Einer der Hauptgründe für die Auswahl von EtherCAT als Basisbussystem war, neben der hohen Performance und der präzisen Synchronisierung von Prozesswerten auf Basis der Distributed-Clocks, die Verfügbarkeit der o. g. Schnittstellen als dezentral verteilte EtherCAT-Geräte. Darüber hinaus bestand eine wesentliche Forderung des Endkunden darin, dass bei steigenden Stückzahlen zusätzliche Module über die Buserweiterung ergänzt werden können. Durch die Dezentralisierung der genannten Schnittstellen (s. Abb. 1) ist diese Forderung überhaupt erst mit vertretbarem Verdrahtungs- und Installationsaufwand lösbar geworden. Mussten vormals beim Einsatz von vielkanaligen Schnittstellenkarten etliche Meter serielle Kabel verlegt werden, sind nun die Wege kurz und die Störanfälligkeit erheblich geringer geworden.



In den Prüfmodulen werden die wesentlichen Eigenschaften des Lenkhilfemotors ermittelt:

- | Dichtheit der verschraubten Komponenten untereinander
- | verschiedene Lastprüfungen mit Kontrolle von Drehmoment und Drehzahl
- | Geräuschprüfungen unter verschiedenen Betriebszuständen
- | Prüfung aller Parameter und der ECU-Gesamtfunktion

#### **Standard-EtherCAT-Klemmen übernehmen Messwerterfassung**

Der Prüfling erhält per FlexRay-Kommunikation eine Drehmomentvorgabe, die auch unter Last (umrichter gesteuerte Lastmaschine) sehr präzise eingehalten werden muss. Bei konstanter Drehzahl wird das Drehmoment mit einer Abtastrate von 1000 Messwerten pro Sekunde permanent gemessen. Die Auswertung von Abweichungen des Drehmomentes erfolgt mit Hilfe einer Fast-Fourier-Transformation (FFT). Damit diese zuverlässige Auswertungen liefert, muss die Erfassung der Messwerte (Drehmomente) absolut zeit- bzw. winkelsynchron erfolgen. Während in der Vergangenheit für diese Messwerterfassung noch teure Spezialgeräte eingesetzt wurden, übernehmen heute Standard-EtherCAT-Klemmen (Zählerklemme und Analogeingang) mit Distributed-Clocks-Funktionalität diese Aufgabe. Mit Hilfe der verteilten Uhren kann die Messung nanosekundengenau synchronisiert werden und liefert somit die für die FFT notwendige zeitliche Korrelation der Messwerte. Abweichungen des Drehmomentes werden dann im Frequenz-Amplitudenspektrum visualisiert. Das Prüfergebnis wird zusammen mit dem DMC-Code in der Datenbank abgelegt. Die Leistungsfähigkeit des EtherCAT-Systems mit verteilten Uhren verdeutlicht Abb. 2: Es wurden zwei über EtherCAT synchronisierte Flankenwechsel aufgezeichnet. Zwischen den beiden Geräten lagen 300 EtherCAT-Knoten sowie 120 m Leitungslänge. Die Gleichzeitigkeit des synchron angesteuerten Flankenwechsels lag bei ca. 15 ns, der Jitter bei  $\pm 20$  ns.

#### **Montage- und Prüfablauf im Detail**

In der ersten Station werden Motor und Steuereinheit zusammengefügt und verschraubt. Fügespindel und Schrauber werden dabei über PROFIBUS angesteuert. Ein Scanner mit serieller Schnittstelle ermittelt den DMC-Code des Prüflings für die erforderliche Materialverfolgung und Archivierung in der Datenbank. In der nächsten Station bekommt die ECU per Flashmodul – ebenfalls seriell – die Firmware eingespielt und das Handlingsystem (PROFIBUS) übergibt an das nächste Modul. Die Materialverfolgung erfolgt auch hier über einen seriellen Scanner. In dieser Station befindet sich außerdem eine EtherCAT-Switchportklemme, um über ein optional angeschlossenes FlexRay-Gateway direkte Einstellungen auf der ECU vornehmen zu können. Die Verbindung mit dem Gateway erfolgt dann als reine TCP/IP-Kommunikation innerhalb der azyklischen Kommunikationslots des EtherCAT-Systems.

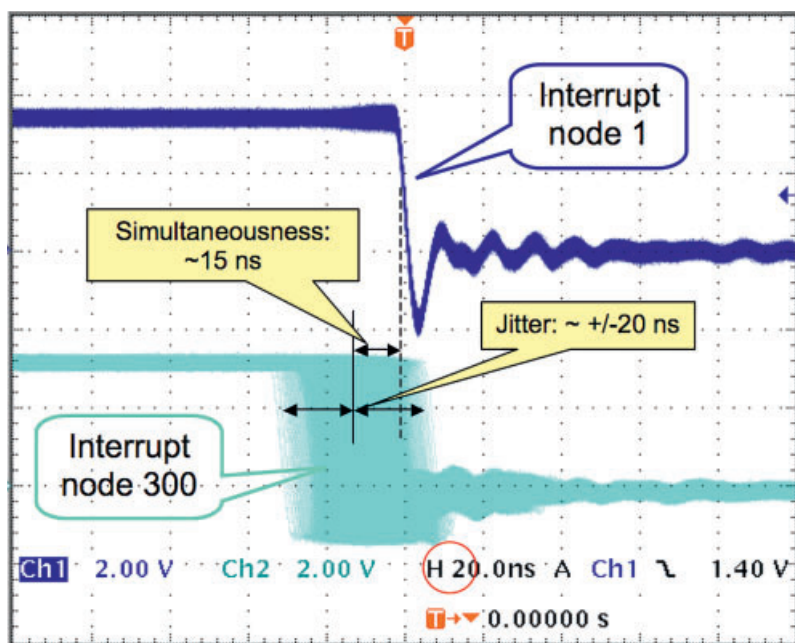


Abb.2: Nanosekundengenaue Synchronisation mit Distributed-Clocks; Langzeitaufzeichnung von zwei Geräten

### ADS erlaubt die Übertragung kompletter Messdatensätze innerhalb weniger Millisekunden

Die Auswertung, Darstellung und Archivierung der Mess- und Kalibrierwerte erfolgt mit der in C++ erstellten Software METIS, die von Vogelsang & Benning entwickelt und umgesetzt wurde. Die Schnittstelle zur TwinCAT-Steuerung ist ADS, eine komfortable Routerschnittstelle für Datentransfer, Steuerung und Diagnose. Die gute Integration und das komfortable Kommandointerface (z. B. zur Umschaltung von Betriebsmodi) machen die Kommunikation wesentlich einfacher und effektiver als das vormalige Handling von Datenbausteinen in der SPS. Innerhalb weniger Millisekunden werden komplette Messdatensätze von der SPS in die METIS-Software übertragen. Für die Fernwartung wird ADS in das TCP/IP-Protokoll eingebettet; die dazu in der METIS-Software notwendigen Einstellungen sind minimal.



### Eine zukunftsweisende Lösung

„Ich hoffe, wir können noch viele Kunden überzeugen, Prüfstände mit Beckhoff-Technologie auszurüsten“, so Robert Biletic, Projektleiter und Programmierer der beschriebenen Prüflinie. „Für uns haben sich erhebliche Vorteile gegenüber den in der Vergangenheit eingesetzten Lösungen ergeben. Da sind zum einen die bereits erwähnten, dezentralen Feldbusschnittstellen als EtherCAT-Geräte, die eine sehr flexible Topologie und Geräteauswahl ermöglichen. Aber auch die SPS-Programmierung ist durch die Verfügbarkeit von Hochsprachen (Strukturierter Text) und des Instanzkonzeptes – und damit der beliebigen Wiederverwendbarkeit von Softwarebausteinen – effektiver und kostengünstiger geworden. Der TwinCAT System Manager und das integrierte Echtzeit-Scope bieten hervorragende Diagnosemöglichkeiten. Verdrahtungsfehler können bereits ohne SPS-Programm – nur mit dem System Manager – durch die integrierte Online-Darstellung schnell und einfach gefunden und behoben werden. Das Scope erweist sich auch als hilfreich bei der Einstellung und Optimierung von Reglern aller Art. EtherCAT als Feldbussystem ist extrem performant und ermöglicht uns den Einsatz von Standard-E/A-Klemmen als Erfassungsebene für hochpräzise Messwerte. Das spart nicht nur Geld; damit lässt sich die Messaufgabe auch komplett in Software lösen. Das Know-how bleibt bei uns im Haus und wir können einfache Adaptionen an andere Prüfstandsapplikationen vornehmen.“

Vogelsang & Benning [www.vogelsangbenning.de](http://www.vogelsangbenning.de)