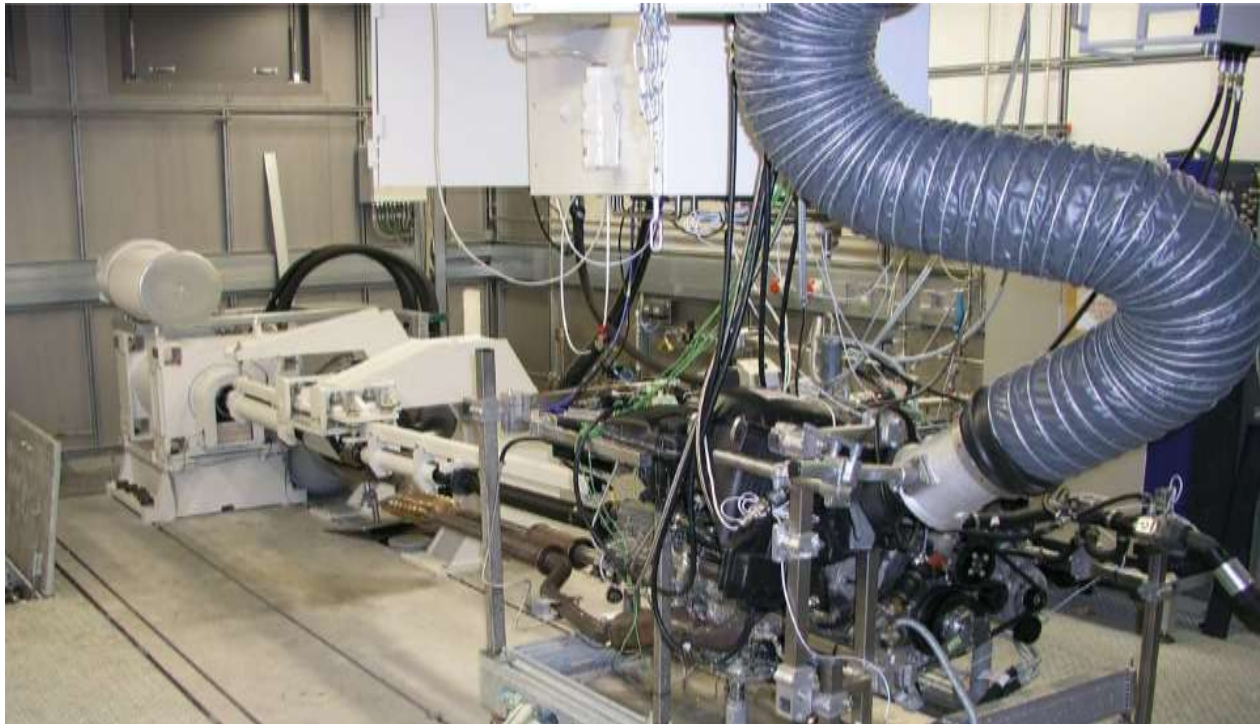


Motoren-Prüfstand effektiv vernetzt mit EtherCAT



In der Automobilindustrie werden Prüfstände eingesetzt, um Motoren, Getriebe, Aggregate und Antriebsstränge zu testen. Um den hohen Anforderungen an Flexibilität und dennoch einfacher Bedienung gerecht zu werden, sind in den Prüfständen eine Vielzahl von Rechnern und Subsystemen miteinander vernetzt. BMW München setzt hier auf die Zusammenarbeit mit koenig-pa GmbH als Engineering-Partner für EtherCAT.

ZAHLEICHE SCHNITTSTELLEN UND WENIG FLEXIBEL: DIE BISHERIGE VERNETZUNG DER MOTOREN-PRÜFSTÄNDE BEI BMW MÜNCHEN

In einem Motoren-Prüfstand kommunizieren viele Komponenten miteinander: Automatisierungssystem (AUSY), Kraftstoffverbrauchsmessung, Gangschaltgerät mit Kupplungsbetätigung und elektronischem Gaspedal, Belastungseinrichtungen für den Motor, über das Applikationssystem verbundene Steuergerä-

Pressekontakt

koenig-pa GmbH
Gerhard Spiegel
Im Talesgrund 9A,
91207 Lauf a.d. Pegnitz
Tel +49 (0)9128 725 652
Fax +49 (0)9128 725 407
marketing@koenig-pa.com
www.koenig-pa.com

te, Messwerterfassung (Drehmomente, Drehzahlen, Drücke, Temperaturen, etc.), Abgas- und Akustikmesssystem, Klopfkennung, Simulationssystem sowie Prüfstandswächter.

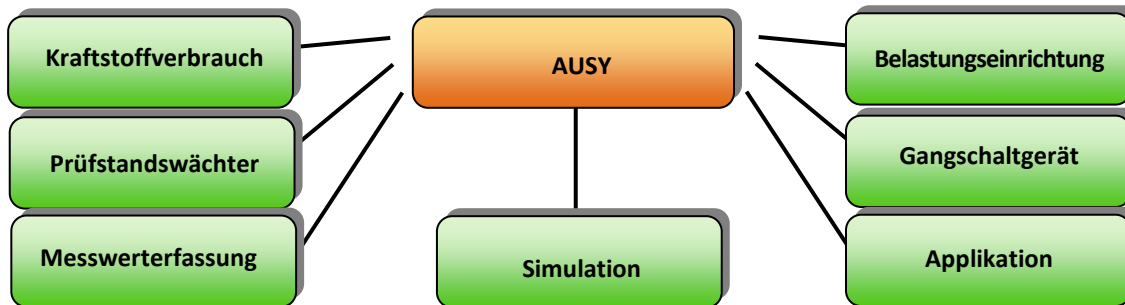
Bislang erfolgte die dafür nötige Verdrahtung zentral in Sterntopologie, wobei die Schnittstellen von den Lieferanten der jeweiligen Geräte definiert wurden. Zum Einsatz kamen auf physikalischer Ebene beispielsweise drei Profibusstränge, acht RS232-Schnittstellen, sechs CAN-Busse, eine Ethernet-Verbindung, zahlreiche analoge Schnittstellen mit Koaxialverdrahtung, digitale Schnittstellen – realisiert über bis zu 16 PCI oder ISA-Schnittstellen. Jeder dieser Schnittstellentypen wurde mit verschiedenen, teils proprietären Protokollen betrieben, was nicht nur hohen Entwicklungs- und Pflegeaufwand zur Folge hatte, sondern auch eine Vielzahl von teils manuell zu erstellenden und konsistent zu haltenden Konfigurationen mit sich brachte. Zudem waren vier verschiedene externe Diagnose-Tools für Profibus, CAN, RS-232 und Ethernet nötig. Die PCI-Treiber waren abhängig von der jeweiligen Version des Windows-Betriebssystems: Entwickelte der Hardware-Hersteller keinen Treiber für die neue Version mehr, waren ein Hardware-Tausch sowie eine Umentwicklung der Prüfstands-Software nötig.

Die Zykluszeit des Gesamtsystems betrug 10 Millisekunden, die einzelnen Standardmesssysteme waren nicht synchronisiert. Sollte ein schon vorhandener Sensor von dem Rekordermodul zusätzlich aufgezeichnet werden, erforderte dies das Verlegen einer weiteren Leitung. Da während des Tests der Zutritt zum Prüfraum untersagt ist, war dies jedoch nicht machbar. Wollte man die Konfiguration des Rekordermoduls ändern, so erforderte dies einen kompletten Neustart des Systems, wodurch jedoch der Betriebszustand des Prüfobjekts, wie zum Beispiel die Temperatur, verändert würde.

Die zentralen Kommunikationsbeziehungen auf dem Prüfstand waren vielfältig, wenig flexibel, unsynchronisiert und in ihrer Bandbreite nicht mehr den Anforderungen der Antriebsentwicklung entsprechend. Zudem bedurfte das ganze System einer sehr umfangreichen Verkabelung, weshalb sich BMW München für eine Neuausrichtung in diesem Bereich entschied.

Pressekontakt

koenig-pa GmbH
Gerhard Spiegel
Im Talesgrund 9A,
91207 Lauf a.d. Pegnitz
Tel +49 (0)9128 725 652
Fax +49 (0)9128 725 407
marketing@koenig-pa.com
www.koenig-pa.com



Sternförmige Vernetzungstopologie

NEUAUSRICHTUNG AUF BASIS EINER STUDIE

Als Basis für die Neuausrichtung der Motoren-Prüfstände hat BMW gemeinsam mit einem externen Partner die Ziele für den Prüfstand 2020 wie folgt formuliert:

- Am AUSY sollen künftig statt 20 ca. 35 Messsysteme angeschlossen werden.
- Der Einbau des Simulationssystems in den Prüfstand soll ohne Änderung der Verkabelung, sondern lediglich durch Konfigurationsänderung, möglich sein.
- In Abhängigkeit der Prüfaufgabe definiert der Prüfenieur notwendige und optionale Messsysteme, die an die Standard-Messwerterfassung angeschlossenen Sensoren werden dann vom AUSY automatisch erkannt.
- Hochdynamische Motoren-Prüfstände, kürzere Taktzeiten bei den Simulationssystemen (1ms) sowie mehr Messsysteme erfordern zwangsläufig eine höhere Bandbreite als bisher.
- Die künftigen Schnittstellen sollen zudem synchronisierte Daten liefern und einfach diagnostizierbar, standardisiert und automatisch konfigurierbar sein.

Im Rahmen der Studie wurden verschiedene Kommunikationstechnologien verglichen. Im Ergebnis entschied sich BMW für EtherCAT, wobei zunächst an einem exemplarischen Testaufbau mit am Markt verfügbaren EtherCAT Standard-Komponenten die Schlüsselfunktionen wie Performance, automatische Umkonfiguration, Synchronität und Diagnoseeigenschaften validiert wurden.

Pressekontakt

koenig-pa GmbH
Gerhard Spiegel
Im Talesgrund 9A,
91207 Lauf a.d. Pegnitz
Tel +49 (0)9128 725 652
Fax +49 (0)9128 725 407
marketing@koenig-pa.com
www.koenig-pa.com

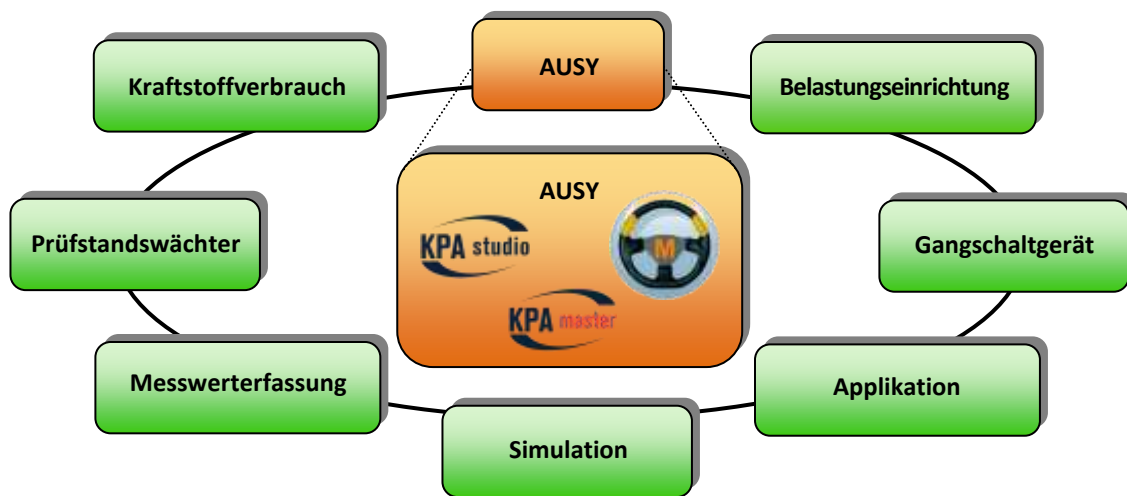
ANFORDERUNGEN AN DIE KOMPONENTENLIEFERANTEN

Anschließend ermutigte das Projektteam von BMW die relevanten Zulieferer von Prüfstandskomponenten für ihre Produkte – sofern nicht bereits vorhanden – EtherCAT-Schnittstellen zu entwickeln.

Beteiligt waren Firmen wie AVL (Kraftstoffverbrauch), Beckhoff (EtherCAT-Klemmen), Dspace (Simulation), Etas (Applikation = Schnittstelle zu Steuergeräten), Gustav Klein (Batterie-Simulation), HBM (Messwerterfassung), Müller BBM (Akustik), Siemens (Belastungseinrichtung) sowie ein zuverlässiger Engineering-Partner für EtherCAT (koenig-pa GmbH). Die Integration ins Automatisierungssystem (AUSY) übernahm die Firma d2t GmbH.

Voraussetzung war die Einhaltung der EtherCAT-Konformität sowie des „EMV Integrationsleitfadens für die Automobilindustrie“ [6].

PRÜFSTAND HEUTE MIT ETHERCAT



Zentrale Vernetzungstopologie

Pressekontakt

koenig-pa GmbH
 Gerhard Spiegel
 Im Talesgrund 9A,
 91207 Lauf a.d. Pegnitz
 Tel +49 (0)9128 725 652
 Fax +49 (0)9128 725 407
marketing@koenig-pa.com
www.koenig-pa.com

Georg Schwarz, Projektleiter bei BMW, erinnert sich: „Am Beginn des Projekts stellte sich die Frage, welches Echtzeit-Protokoll sich durchsetzen wird. Dies war vergleichbar mit der Situation bei den Feldbus-Protokollen in den 80er Jahren. Durch die erfreuliche Akzeptanz von EtherCAT auf dem Markt wurden diese Bedenken beseitigt. Bei der Migration des Systems von WIN-XP nach WIN7 hatte sich das Systemkonzept, nur einen Automatisierungsrechner mit EtherCAT-Vernetzung zu haben, bereits als großer Vorteil erwiesen. Zwei Stunden Prüfstands-Downtime genügten, um die Umstellung des Prüfstandes durchzuführen. Änderungen an der Vernetzungsinfrastruktur waren nicht notwendig.“

Ringtopologie

BMW hat sich aus Sicherheitsgründen in den heutigen Prüfständen für die Verdrahtung der Komponenten im Ring entschieden. Der Ring entsteht durch ein zusätzliches Stück Kabel zwischen der Belastungseinrichtung und der zusätzlichen Sende und Empfangseinheit im AUSY. Die daraus resultierende Kabelredundanz (CR) erlaubt ein Weiterarbeiten auch bei Kabelbruch oder Ausfall eines Slaves. Mobile Systeme können einfach in den Ring eingesteckt werden. Auf dem Ring wird EtherCAT „gesprochen“, wobei der maximale Abstand zwischen zwei Komponenten bis zu 100 Meter betragen kann

Gateways

Die Gateways für Feldbusse wie CAN oder Profibus werden an die dafür günstigste Position im Ring platziert, wodurch sich die Länge der Buskabel reduzieren lässt. Bei CAN können statt zwei PCI-Karten mit je zwei CAN-Schnittstellen entweder vier einkanalige Gateways von Beckhoff [2] oder ein Vierfach-Gateway von koenig-pa GmbH eingesetzt werden. Letzteres erlaubt durch die Gehäuseschutzart IP65 eine Platzierung im Prüfraum. Da auch die ILA [6] Forderung „Störspannung Klasse B - Erweitert“ erfüllt wird, kann das Gateway direkt neben sensibler Messtechnik positioniert werden.



Vierfach EtherCAT CAN Gateway für den Prüfraum

Pressekontakt

koenig-pa GmbH
Gerhard Spiegel
Im Talesgrund 9A,
91207 Lauf a.d. Pegnitz
Tel +49 (0)9128 725 652
Fax +49 (0)9128 725 407
marketing@koenig-pa.com
www.koenig-pa.com

Automatische und konsistente Konfiguration

Durch einen Scan des EtherCAT-Netzwerks, aber auch der unterlagerten Busse wie CAN und Profibus, werden in einem Konfigurationstool (KPA EtherCAT Studio von koenig-pa GmbH) die aktuellen Teilnehmer automatisch ermittelt. Das EtherCAT-Netzwerk und alle Busse werden mit Hilfe dieses Tools konsistent parametrisiert. Ändert der Benutzer etwa die Zykluszeit des EtherCAT-Netzwerks, so wird er auch auf die dann notwendige Änderung der Puffergröße in den CAN-Gateways hingewiesen.

In der Automobilindustrie werden CAN-Knoten im DBC-Format beschrieben, wo für analoge Sensoren unter anderem Offset, Verstärkung und die physikalische Einheit definiert sind. Lädt ein Benutzer diese in das Konfigurationswerkzeug und wählt dort die CAN-Botschaften, dann werden der EtherCAT Master und das Gateway entsprechend konfiguriert. Dem AUSY stehen so bereits skalierte Messwerte in der passenden Einheit zur Verfügung.

Master mit Synchronisierung und Hot Connect (HC)

Das AUSY übernimmt die Funktion eines Masters. Durch das Echtzeitbetriebssystem RTX von IntervalZero wird eine Zykluszeit von einer Millisekunde garantiert, CPU- und Netzlast liegen unter 30 Prozent. Die Synchronisation der EtherCAT-Komponenten erfolgt über Distributed Clocks (DC) mit einer Genauigkeit von unter einer Mikrosekunde, wobei die Uhr eines der Slaves als Referenz dient. Durch die Hot Connect (HC)-Funktion von EtherCAT ist ein Hinzufügen oder Entfernen von Geräten ohne Netzneustart möglich, während der Rest der Slaves weiterhin aktiv und synchron (DC) bleibt.

Davon ausgenommen ist der Slave mit der Referenzzeit; in diesem Fall übernimmt ein vorher definierter Slave dessen Funktion.

Dynamische Slave-Slave-Kommunikation

Soll ein weiterer, im Motorenprüfstand bereits vorhandener Sensor im Rekordermodul aufgezeichnet werden, genügt es, eine zusätzliche Slave-Slave-Verbindung zur Laufzeit zu konfigurieren. Der Anschluss eines zusätzlichen Kabels ist unnötig.

Pressekontakt

koenig-pa GmbH
Gerhard Spiegel
Im Talesgrund 9A,
91207 Lauf a.d. Pegnitz
Tel +49 (0)9128 725 652
Fax +49 (0)9128 725 407
marketing@koenig-pa.com
www.koenig-pa.com

Weitreichende Diagnose

Durch den „Data Logger“ kann der Benutzer über einen langen Zeitraum Daten aufzeichnen und auf Ereignisse triggern. Dabei werden auch Daten vor und nach dem Trigger-Ereignis gespeichert. Als Ausgabeformat kann das weiterbreitete Messdatenformat mdf gewählt werden. Der „Frame Logger“ ermöglicht es dem Benutzer, das Zeitverhalten am EtherCAT-Ring während des Betriebs zu analysieren.

Tritt im Ring ein Ereignis auf, wird dieses im Trace-Fenster angezeigt, wobei die Ereignisse nach Meldung, Warnung und Fehler klassifiziert sind und hinsichtlich ihres Entstehungsortes gefiltert werden können. Zu jedem Fehler bekommt der Benutzer eine Liste der möglichen Ursachen und Abhilfemaßnahmen angezeigt. Bei EtherCAT ist der Master in der Lage, alles, was im Netz passiert, zu steuern und damit auch überwachen zu können.

Im Rahmen des neuen Prüfstandkonzepts angepasste Komponenten

Bei der Batteriesimulation für Hybridantriebe zur Einhaltung der EMV-Vorschriften am Prüfstand ILA wurde eine Lichtwellenleiterstrecke in den Ring eingebaut [6].

Für die Belastungseinrichtung wurde eine PCI-Karte für das Betriebssystem xPTarget entwickelt, auf dem ein Simulink-Modell läuft. Durch diese Karte wird die Belastungseinrichtung zu einem EtherCAT Slave. Der Austausch von Kalibrierdaten zwischen den Schnittstellen für die Motorsteuergeräte (ECUs) und dem AUSY wurde durch EtherCAT deutlich von 100ms auf 1ms verkürzt [3], [4]. Auch in der Messwerterfassung bringt EtherCAT große Performance-Vorteile mit sich (s. „Advanced Plug and Measure“ [1] und EtherCAT in der Messtechnik [5]).

Das Ergebnis des Projekts fasst Georg Schwarz wie folgt zusammen: „Es gibt mittlerweile EtherCAT auf circa 120 Prüfstände, die alle gut laufen. Und es ist schön, das Ergebnis zu sehen. Die Vernetzungsstruktur hat alle prognostizierten Anforderungen im Messtechnik- und Prüfstandsbereich erfüllt und sogar übertroffen. Damit steht ein für die nächsten Jahre tragfähiges Konzept für Prüfstände (Prüfstand 2020) zur Verfügung. Mit dem Master und den Tools der Firma koenig-pa GmbH existiert noch dazu eine der leistungsfähigsten EtherCAT-Implementierungen.“ Und auch auf lange Sicht ist Georg Schwarz überzeugt, dass EtherCAT die immer höheren Anforderungen der Automobilindustrie erfüllen kann: „Durch die Entwicklungen bei dem im EtherCAT-Konsortium zusammengefassten Firmen kann der Prüfständeverbund

Pressekontakt

koenig-pa GmbH
Gerhard Spiegel
Im Talesgrund 9A,
91207 Lauf a.d. Pegnitz
Tel +49 (0)9128 725 652
Fax +49 (0)9128 725 407
marketing@koenig-pa.com
www.koenig-pa.com

in der Leistungsfähigkeit zukünftig weiter gesteigert werden. Ein Beispiel hierfür wäre die Einführung von Functional Safety-Technologien, um die Funktionssicherheit der Prüfstände zu erhöhen. Weiterhin sind bei Bedarf Möglichkeiten zur Steigerung der Datenstromfrequenzen gegeben. Weiterentwicklungen der in diesem Bereich sehr kompetenten Firmen werden das System für die stark steigenden Anforderungen der Prüftechnik in der Automobilindustrie interessant halten.“

Referenzen BMW-Projekt

[1] Bertermann, Reinhard (2008): [Datenerfassung in Echtzeit: Motorenprüfstände der neuen Generation mit Messtechnik von HBM], <http://www.pressebox.de/pressemitteilung/hottinger-baldwin-messtechnik-gmbh/Datenerfassung-in-Echtzeit-Motorenpruefstaende-der-neuen-Generation-mit-Messtechnik-von-HBM/boxid/152721>, abgerufen 19.09.2013.

[2] Rostan, Martin, Beckhoff Automation GmbH, Tischer, Mirko Vector Informatik GmbH (2008): [CAN/CANopen to EtherCAT Gateways: Requirements and Solutions], <http://www.can-cia.org/fileadmin/cia/files/icc/12/Rostan.pdf>, abgerufen 19.09.2013.

[3] D2T (2009): [MORPHEE 2, EtherCAT and Fast ECU Access], <http://www.d2t.com/fileadmin/newsletters/fr/09sep/etherCAT-MORPHEE2.pdf>, abgerufen 19.09.2013.

[4] Régis de Bonnaventure, D2T/ETAS (2012): [High-Speed Calibration Tests], http://www.etas.com/data/RealTimes_2010/rt_2010_1_13_en.pdf, abgerufen 19.09.2013.

Referenzen Messtechnik

[5] Dr.-Ing. Peter Ebert, MessTec& Automation (2008): [EtherCAT der neue Messtechnikstandard?], http://www.ethercat.de/pdf/german/EtherCAT_mt0508.pdf, abgerufen 19.09.2013.

Referenzen EMV am Prüfstand

[6] Verschiedene, (2013): [EMV Integrationsleitfaden für die Automobilindustrie], http://www.emv-ila.de/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=1&Itemid=111, abgerufen 19.09.2013, Login erforderlich.

Pressekontakt

koenig-pa GmbH
Gerhard Spiegel
Im Talesgrund 9A,
91207 Lauf a.d. Pegnitz
Tel +49 (0)9128 725 652
Fax +49 (0)9128 725 407
marketing@koenig-pa.com
www.koenig-pa.com