

# Funktionale Absicherung nach Motorintegration



Temperaturmessung

Werden umfangreichere Änderungen an einem Fahrzeug vorgenommen, ist in der Regel eine funktionale Absicherung erforderlich. Dabei sind alle wichtigen Fahrzeugparameter unter unterschiedlichsten Betriebsbedingungen zu betrachten, um sicherzustellen, dass das Fahrzeug die vorgegebenen Anforderungen erfüllt. Im folgenden Beispiel wird gezeigt, wie dies mit CSM Messtechnik an einem Gabelstapler durchgeführt wird.



## Hintergrund

Hersteller von PKWs, Nutzfahrzeugen und mobilen Arbeitsgeräten entwickeln ihre Produkte stetig weiter, um einerseits geänderten rechtlichen Normen wie Abgasvorschriften gerecht zu werden und andererseits ihren Kunden stets neue und fortschrittliche Lösungen präsentieren zu können. Der Gabelstapler-Hersteller Linde Material Handling integrierte neue Gas- und Dieselmotoren in die nächste Generation der Gabelstapler-Serien für bis zu 2.000 kg und bis zu 5.000 kg Tragfähigkeit. Die Motorintegration erforderte konstruktive Anpassungen, unter anderem in den Bereichen Schlauchrouting und Elektrik und wurde einschließlich der nachfolgenden

funktionalen Absicherung an den Entwicklungsdienstleister EDAG Engineering übertragen.

EDAG Engineering ist ein international tätiger Ingenieurdienstleister mit weltweit rund 8.600 Mitarbeitern und 60 Standorten, der sich speziell mit der Entwicklung von Fahrzeugen sowie zugehörigen Produktionsanlagen, Modulen und deren Optimierung befasst. Für funktionale Absicherungen nach der Integration neuer Komponenten steht die Abteilung Gesamtfahrzeugabsicherung (GFA) am Standort Fulda zur Verfügung.

Nach der erfolgreichen Motorintegration musste eine umfangreiche funktionale Absicherung des Gesamtsystems erfolgen, um sicherzustellen, dass die für eine Typzulassung notwendigen Anforderungen (ECE-Homologation) erfüllt werden. Ohne eine erfolgreiche Überprüfung unter Einhaltung aller relevanten Vorschriften kann keine Serienfreigabe für die neue Generation der Gabelstapler erteilt werden.

Um das Verhalten des Systems in allen erdenklichen Situationen zu validieren, werden zahlreiche Messungen unter unterschiedlichsten Bedingungen durchgeführt, wie z. B. in einer Klimakammer, im Zuge eines Dauertests bei einem Anwender, bei einer Höhererprobung auf 2.400 m in den Alpen und auch auf der EDAG Teststrecke.

Auf der EDAG Teststrecke im Freifeld werden definierte Fahrzyklen mit einer Zuladung von 80% der maximalen Traglast durchfahren: Vorwärts und rückwärts teils in voller Geschwindigkeit und mit Heben und Senken der Last. Dabei müssen verschiedene Messgrößen erfasst werden: Drücke im Kraftstoff- und Kühlsystem, Ströme und Spannungen von Batterie und Anlasser, Durchflussmengen im Kühlkreislauf sowie Temperaturen an zahlreichen



Abb. 1: In der Höhererprobung wird ein Gabelstapler auf 2.400 m in den Alpen erprobt. Nach der Motorintegration muss das Fahrzeug weiterhin einwandfrei funktionieren.

Stellen im Motorraum. Da sich im Freifeld die Außentemperatur nicht beeinflussen lässt, wird diese während der Messungen aufgezeichnet und die Ergebnisse auf die maximal spezifizierten Ecktemperaturen der Fahrzeuge hochgerechnet. Für Kühlsystem und Motor sind entsprechende Sicherheitsreserven eingeplant.



## Herausforderung

Aufgrund der großen Zahl und unterschiedlichen Art der durchzuführenden Tests benötigt das EDAG-Team ein flexibles und skalierbares Messsystem, um schnelle Umbaumaßnahmen und Konfigurationen realisieren zu können. Zudem muss die Messtechnik robust und platzsparend sein, um in dem beengten Platzangebot, das ein Gabelstapler bietet, verbaut werden zu können. Insgesamt summiert sich die Anzahl der Messstellen pro Fahrzeug auf bis zu 90, davon bis zu 70 für Temperaturen. Messungen

sollen nah an der Messstelle durchgeführt werden, um ungewollte Störeinflüsse zu minimieren. Die Flexibilität erstreckt sich außerdem auf zwei Bereiche: Zum einen sollen Daten von Steuergeräten über einen CAN-Bus synchron erfasst werden, zum anderen soll das gesamte Messsystem problemlos in die bestehende Datenerfassungs-Software eingebettet werden können. Das EDAG GFA Team nutzt Software-Lösungen von Vector Informatik.

 CSM Messtechniklösung

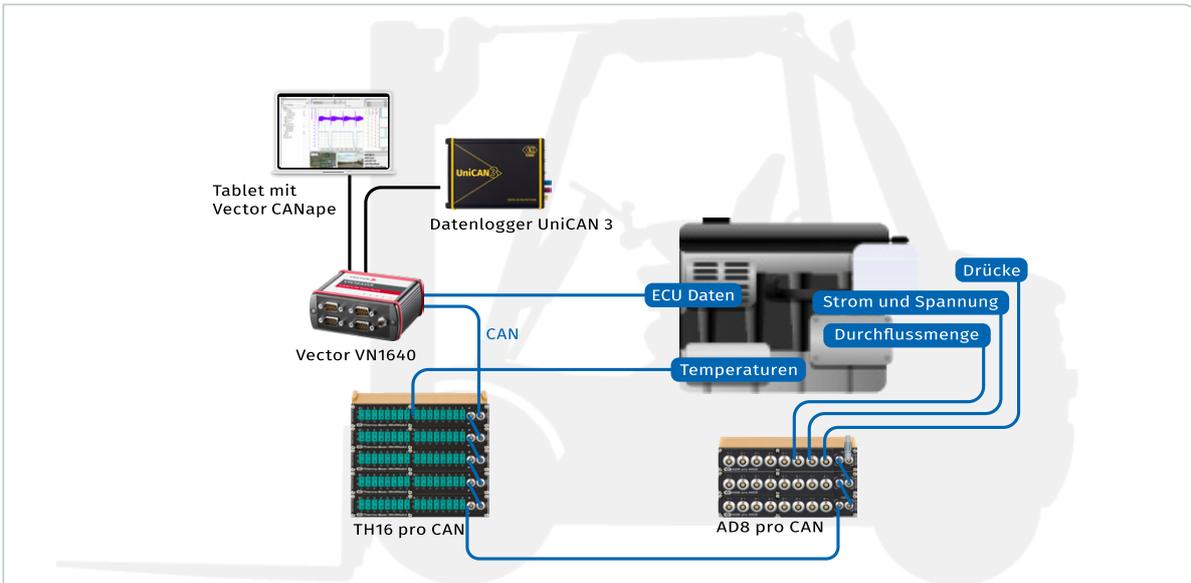


Abb. 2: Temperaturmessmodule THMM 16 pro erfassen die Temperaturen an verschiedenen Stellen im Motorraum. Weitere Messdaten werden von Messmodulen AD8 pro MC2 gemessen. Die Messdaten werden synchron mit Informationen aus dem Steuergerät mit der Vector Schnittstelle VN 1640 erfasst und an einen Datenlogger UniCAN3 sowie ein Tablet für die Live-Darstellung weitergegeben.

Zur Erfassung der notwendigen Temperaturwerte werden Typ K Thermoelemente in die relevanten Stellen im Motorraum eingebracht und an Temperatur-Messmodule **THMM 16 pro** angeschlossen. Diese Messmodule bieten aufgrund der internen Kaltstellenkompensation für jeden Messeingang eine hohe Genauigkeit über den kompletten Temperaturbereich. Verbunden mit der geringen Temperaturdrift aufgrund des Hardware Designs erleichtert dies die Einbindung der Sensoren: Das Team muss sich keine Sorgen über eventuelle Messungenauigkeiten, die durch Temperaturunterschiede in

der Anschlussbuchse hervorgerufen werden, machen. Mit passenden Standardsensoren werden die übrigen Messgrößen erfasst: Drücke im Kühl- und Kraftstoffsystem, Durchflussmengen im Kühlsystem und Ströme und Spannungen von Batterie und Anlasser. Messmodule **AD8 pro MC2** erfassen die Signale und versorgen die Sensoren zudem mit benötigter Spannung.

Eine **Vector Informatik Schnittstelle VN 1640** erfasst die zusätzlich benötigten Daten aus den Steuergeräten zeitsynchron.



Abb. 3: Die Temperatur- und Drucksensoren werden an den vorgegebenen Stellen im Motorraum angebracht.

Alle Messwerte werden mit einem Datenlogger UniCAN 3 gespeichert und später mit Tools von Vector Informatik analysiert. Für eine direkte Kontrolle während des Fahrversuchs werden die Messdaten zusätzlich auf einem Tablet mit Vector CANape dargestellt.

Mit der Konfigurationssoftware CSMconfig werden die Messmodule im Labor vorkonfiguriert. Diese bietet dem Testpersonal die nötige Flexibilität, wie Thomas Schenk, Teamleiter GFA-NVH-Messtechnik bei der EDAG Engineering GmbH erklärt:

» Wir fangen mit dem Messstellenplan an. Diese Liste enthält den Typ und die Bezeichnung des Sensors, eine kurze Ortsbeschreibung und den im Modul verwendeten Kanalnamen. Wo die Messstelle genau liegt, wird meist direkt am Fahrzeug während des Einbaus entschieden. Bei Temperatur- und Drucksensoren gibt der Motorhersteller in speziellen Einbaurichtlinien vor, wo die Sensoren verbaut werden müssen. «



Abb. 4: Mit Montagekomponenten werden die Messmodule kompakt zusammengefügt und mit der Trägerplatte verbaut.



Abb. 5: Durch die geringe Größe lässt sich die Messtechnik auch bei geringem Platzangebot in der Kabine unterbringen.

Der Messstellenplan kann als .csv-Datei einfach in CSMconfig eingelesen werden und die Konfiguration erfolgt dann automatisch. Mit CSM Montagekomponenten, wie Adapterplatten und Winkelblechen, werden die Messmodule auf Trägerplatten montiert und können mit ihren Slide Cases einfach in die Halterung geschoben werden (Abb. 4). Dieser kompakte Aufbau wird schließlich an geeigneten Stellen in der Fahrerkabine (kleine Modelle bis 2.000 kg Traglast) oder dahinter (größere Modelle bis 5.000 kg Traglast) befestigt (Abb. 5). Für das Team von Herrn Schenk verkürzt sich so die benötigte Zeit für den Einbau erheblich. Im Anschluss werden die vorgegebenen Fahrzyklen absolviert und alle benötigten Messwerte gesammelt (Abb. 6).

Auch die gleichzeitige Erfassung und Auswertung von Daten aus den Steuergeräten und mit den Messmodulen stellt laut Thomas Schenk kein Problem dar:

» Wir nutzen verschiedene Tools von Vector Informatik, die sehr gut mit den CSM-Produkten zusammen arbeiten. Die Messdaten lassen sich einfach mit CAN-Timestamps und CAN-Daten verknüpfen. Dadurch können wir beispielsweise parallel zu den Messdaten auch Motor- und Hydraulikdaten über den CAN-Bus aufzeichnen und somit sehen, in welchem Lastpunkt der Motor gerade arbeitet. «

Die Funktion der Messtechnik kann einfach über Kanal-LEDS auf der Front der Messmodule überprüft werden. Dies erleichtert die Kontrolle gerade bei vielen Kanälen: Ein defekter Sensor oder fehlerhafter Anschluss lässt sich so mit einem Blick identifizieren.

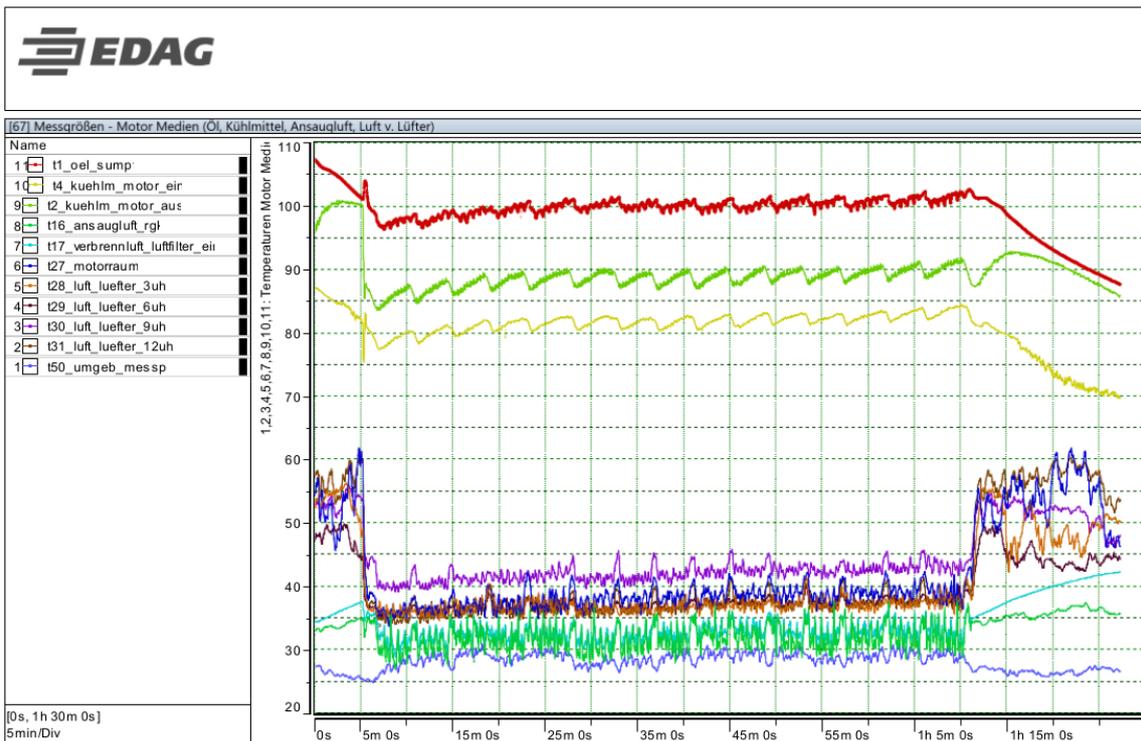
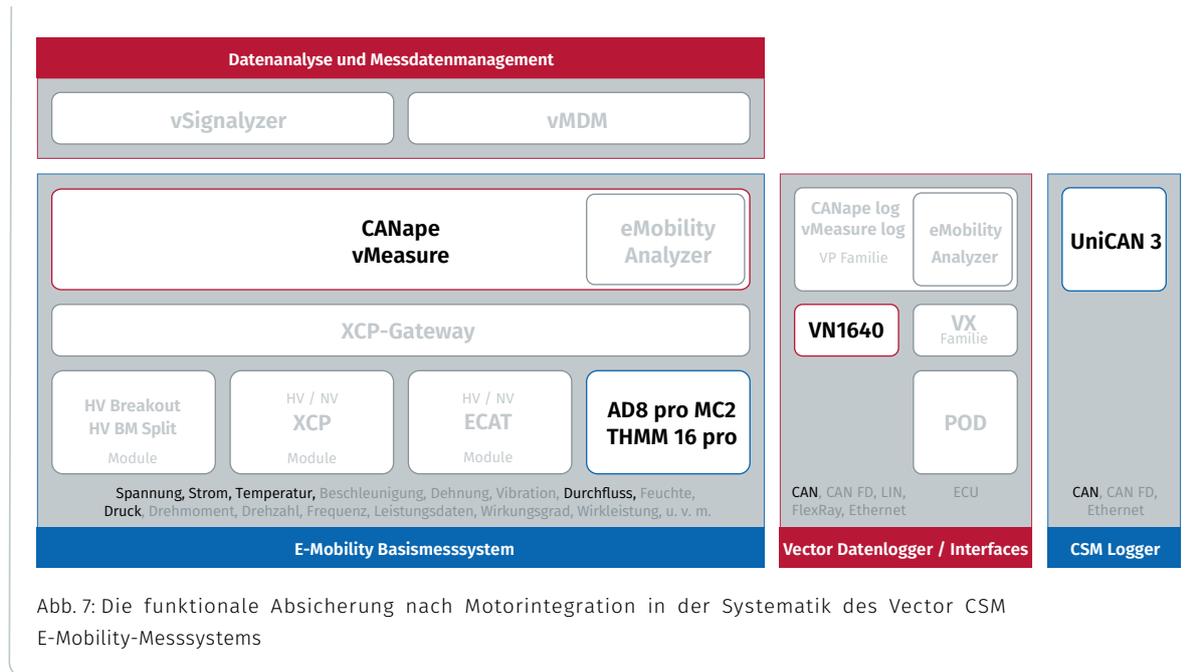


Abb. 6: Durch einfache Gegenüberstellung der Messwerte kann der ordnungsgemäße Betrieb des gesamten Systems geprüft werden.



## Vorteile

Mit diesem Messsystem kann die funktionale Absicherung nach der Motorintegration schnell und einfach erfolgen. Durch die kompakte Größe und einfache Handhabung bieten die Messmodule beim Einrüsten und den notwendigen Messungen enorme Vorteile, wie Thomas Schenk deutlich macht:

» Besonders gefallen haben uns bei den Messtechnikprodukten dieses Anbieters die

*kompakte Baugröße und die flexiblen Kombinationsmöglichkeiten der angebotenen Module, was eine einfache Skalierbarkeit ermöglicht. Sehr hilfreich ist für uns außerdem, dass sich die Module über den CAN-Bus vernetzen sowie problemlos in die von uns verwendete Software von Vector Informatik einbinden lassen.* «



## Verwendete Produkte

### THMM 16 pro

Das THMM 16 pro ermöglicht präzise dezentrale Temperaturmessungen mit Thermoelementen vom Typ K, J oder T. Dank der geringen Temperaturdrift liefert es sehr genaue Messergebnisse über den gesamten Betriebstemperaturbereich von -40 °C bis +125 °C.



### ADMM pro

Die AD pro MiniModule (ADMM) erlauben breite Einsatzmöglichkeiten beim Erfassen von Signalen von Sensoren mit analogen Spannungsausgängen (Spannung, Strom, Druck, Durchfluss, etc.). Mit einer Status-LED für jeden Kanal kann der ordnungsgemäße Betrieb leicht überprüft werden. Eine erweiterte Skalierung mit 32 Stützstellen pro Kanal erleichtert die Linearisierung von Sensoren.



### UniCAN 3

Der Datenlogger UniCAN 3 wurde speziell für den Einsatz im Automotive-Bereich entwickelt: Bis zu 12 CAN-Schnittstellen, frei konfigurierbare Ein- und Ausgänge, Wake-on-CAN, LAN und WLAN, Unterstützung von CAN FD. Darüber hinaus erlaubt die Datenübertragung über LTE-Modem oder WLAN einen weltweiten Einsatz.



Komplettlösungen aus einer Hand:

CSM stellt Ihnen umfangreiche Komplettpakete aus Messmodulen, Sensoren, Verbindungskabeln und Software zur Verfügung - zugeschnitten auf Ihre individuellen Bedürfnisse.

vWeitere Informationen zu unseren Produkten erhalten Sie auf [www.csm.de](http://www.csm.de) oder per E-Mail unter [sales@csm.de](mailto:sales@csm.de).



**CSM GmbH Zentrale** (Deutschland)

Raiffeisenstraße 36 • 70794 Filderstadt  
☎ +49 711-77 96 40 ✉ sales@csm.de

**CSM Büro Südeuropa** (Frankreich, Italien)

Site d'Archamps  
178, rue des Frères Lumière • Immeuble Alliance – Entrée A  
74160 Archamps France  
☎ +33 450-95 86 44 ✉ info@csm-produits.fr

**CSM Products, Inc. USA** (USA, Kanada, Mexiko)

1920 Opdyke Court, Suite 200 • Auburn Hills, MI 48326  
☎ +1 248 836-4995 ✉ sales@csmproductsinc.com

**CSM** (RoW)

**Vector Informatik** (China, Japan, Korea, Indien, Großbritannien)

ECM AB (Schweden)

DATRON-TECHNOLOGY (Slowakei, Tschechien)

Unsere Partner garantieren Ihnen eine weltweite  
Verfügbarkeit. Sprechen Sie uns einfach an.

Unser Unternehmen ist zertifiziert.



Alle erwähnten Marken- und Warenzeichen sind Eigentum ihrer jeweiligen Besitzer.  
Irrtum und Änderungen jederzeit ohne Ankündigung vorbehalten.  
CANopen® und CiA® sind eingetragene Warenzeichen der Gemeinschaft CAN in Automation e. V.  
EtherCAT® ist eine eingetragene Marke und patentierte Technologie, lizenziert durch die Beckhoff Automation GmbH, Deutschland.