

## Multibus-Logger als IoT-Gateway in vernetzten mobilen Anwendungen

Fachartikel



**Bild 1:** Fahrzeug-Flottenversuch: eine klassische Remote-Monitoring Anwendung

Messtechnik und Condition Monitoring ins Internet bringen: Ein Überblick über die vielfältigen Anforderungen an autarke Datenerfassungssysteme zur Überwachung von Maschinen und Fahrzeugen und mögliche flexible Lösungen.

Ob das „Internet of Things“ tatsächlich seinen großen Durchbruch bei der Vernetzung von Consumer-Geräten des Alltags wie Kühlschränken und Zahnbürsten erleben wird und ob alle dort erprobten Anwendungen tatsächlich dringende Bedürfnisse befriedigen – das wird aktuell durchaus kontrovers diskutiert. Doch dass es im industriellen Bereich sehr vielversprechende Anwendungen für vernetzte Datenerfassung und Überwachung gibt, mit massivem Potential für Einsparungen von Ressourcen, Energie und vermeidbarem Verschleiß oder Ausfällen, das ist weithin unumstritten. Bus-Logger spielen dabei eine zentrale Rolle, als Erfassungssystem für Daten von Kommunikationsbussen und als intelligentes Gateway zum Internet.

## Bussysteme und Protokolle

Feld- und Fahrzeugbusse als digitale Kommunikations-Protokolle gibt es in vielfältiger Form. Der CAN-Bus ist dabei sowohl in Fahrzeugen mit ihrer Vielzahl an Steuergeräten (ECUs), als auch in Maschinen und Industrieanlagen besonders weit verbreitet. Seine neueste Ausprägung als beschleunigte CAN FD Variante wird ihm dabei voraussichtlich noch einen gehörigen Schub für die Zukunft bescheren. Doch auch andere Bussysteme mit höherer Datenrate und Kapazität haben große Bedeutung, wie etwa FlexRay und XCPoE im Fahrzeug, ARINC und AFDX in der Avionik, MVB und IPTCom im Bahnbereich oder EtherCAT und PROFINET im industriellen Umfeld.

## Aufgaben eines vernetzten Loggers

Eine Überwachung von Fahrzeugen, mobilen oder stationären Maschinen und Anlagen erfolgt in der Regel autark und unbemannt, ohne dass der Anwender vor Ort davon überhaupt etwas mitbekommt. Dabei sollen typischerweise aktuelle Betriebsdaten gesammelt werden, um z.B. eine Belastungshistorie zu erfassen. Ziel eines solchen „Condition Monitoring“ kann es sein, sich ankündigenden Verschleiß zu erkennen, um im Sinne einer vorausschauenden Wartung rechtzeitig Service-Maßnahmen ergreifen zu können. So werden fatale Ausfälle mit folgenreichem und teurem Maschinenstillstand vermeidbar. Dazu müssen die erfassten Daten in einer zentralen Instanz gesammelt und ausgewertet werden. Das erlaubt einen globalen Zugriff auf Statusinformationen und ermöglicht es, automatisierte Alarm- und Benachrichtigungs-Mechanismen zu realisieren. Mit einer solchen Anbindung an eine Internet-basierte IT-Infrastruktur („Cloud“), wird die überwachte Maschine Teil des „Internet of Things“ (IoT). Der Zugriff auf die Daten vieler verteilter Objekte eröffnet dabei auch ganz neue Anwendungen und Geschäftsmodelle: Neben der Wartung können die gewonnenen Statistiken über realen Betriebsbedingungen auch in Verbesserung und Weiterentwicklung einfließen. Flottenversuche erfassen mittels GPS zu Betriebs- und Leistungsdaten korrelierte Bewegungsprofile, was etwa bei Elektrofahrzeugen die Entwicklung intelligenter Ladestrategien und Fahrerassistenz unterstützt.

## Vielfältige Anforderungen

Wichtigste Disziplin für einen IoT-Datenlogger ist die Vernetzung: Der Zugang zum Internet kann bei stationären Anwendungen über Ethernet oder WLAN erfolgen. Bei mobilen Anwendungen oder auch abgelegenen und unzugänglichen Anlagen ist dagegen eine direkte Datenverbindung über Mobilfunk-Netze das Mittel der Wahl, also eine Anbindung über GPRS, UMTS oder LTE. Neben der Kosten- seite, gilt es in diesem Fall, auf begrenzte Übertragungsbandbreiten sowie möglicherweise instabile Verbindungen Rücksicht zu nehmen. Daher müssen IoT-Logger robuste Datenübertragungs-Mechanismen implementieren, die derlei tolerieren. Die Begrenzung des Datenvolumens führt zur Forderung nach leistungsfähigen Möglichkeiten der lokalen Signalverarbeitung im Logger.

## Lokale Daten-Analyse als Schlüssel zu effizientem Monitoring

Um die Menge der zu übertragenden Daten zu reduzieren, ist ein gängiger Weg diese verlustfrei zu komprimieren, etwa mittels Zip-Komprimierung. Noch effektiver ist ein echtes Verdichten der Informationen durch eine Vorverarbeitung und Analyse.

Diese Verdichtung kann bereits in simpler Statistik bestehen, wie z.B. Mittelung, Filterung und Effektivwerten und bis hin zu anspruchsvollen Auswertungen reichen wie Spektralanalysen oder Klassier-

Verfahren etwa zur Festigkeits-Analyse und Erkennung von Materialermüdung. Auch Verrechnung von Kanälen untereinander, wie etwa die Leistungsberechnung, sorgt für eine deutliche Datenreduktion. Statt Rohdaten sind nur noch aussagekräftige Kennwerte zu übertragen. Eine weitere Möglichkeit der Verdichtung bietet eine getriggerte Datenaufnahme, die statt kontinuierlich nur noch relevante Ereignisse erfasst.

Die Liste könnte noch lange fortgesetzt werden. Entscheidend ist jedoch, dass jede Anwendung speziell zugeschnittene Funktionen, Berechnungen und Analysen erfordert.

Ein intelligenter Datenlogger sollte daher in der Lage sein, den Anwender auf einer leicht bedienbaren Plattform bei der Erstellung und Anpassung seiner individuellen Lösung zu unterstützen – vorzugsweise ohne tief-greifende Programmierung oder Firmware-Anpassung. Dieser Weg wird vom Anbieter imc Meßsysteme GmbH konsequent verfolgt mit seinem Echtzeit-Signalverarbeitungs-System imc Online FAMOS.

## Multi-Feldbusse: Flexibilität und Vermittlungs-Fähigkeiten

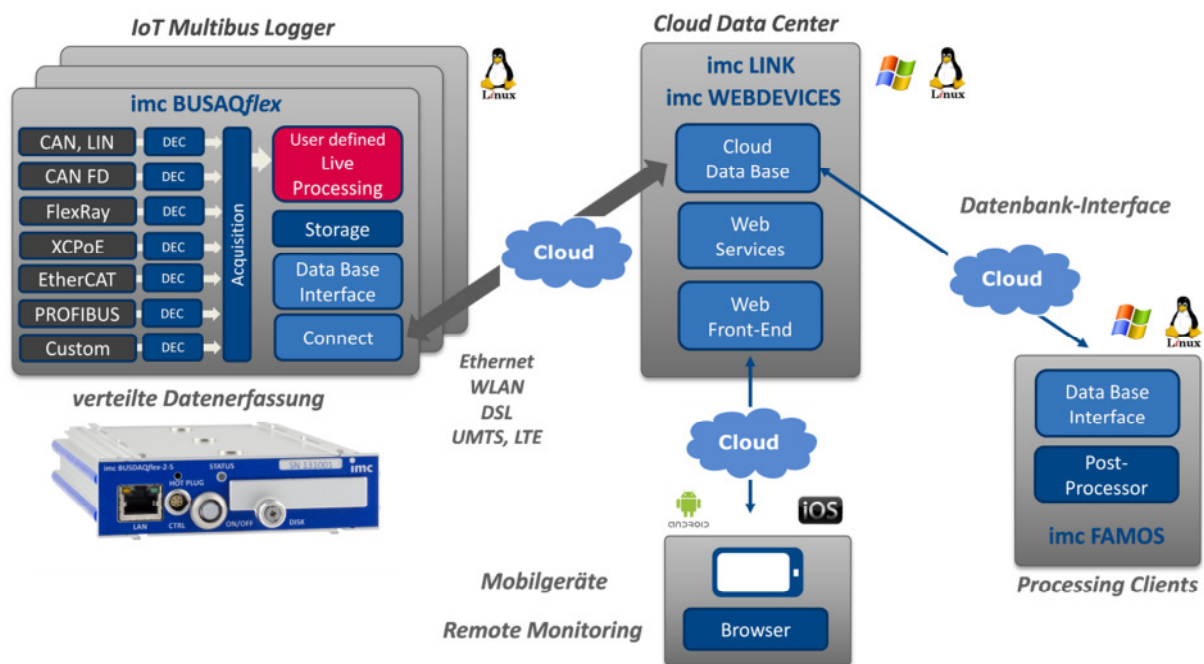
Häufig gilt es in einer Anwendung gleich mehrere Bussysteme parallel zu erfassen. Dieser Multi-Feldbus-Betrieb erfordert einen flexiblen Logger, der mit verschiedenen Typen und Anzahlen von Busschnittstellen ausgerüstet werden kann.



Im Interesse performanter Skalierbarkeit ist jedes Interface dabei mit eigenem Prozessor für die Dekodieraufgaben ausgerüstet. So bleibt die Leistung des Gesamtsystems stabil und vorhersehbar.

Verfügt das System zusätzlich über eine übergeordnete Signalprozessor-Plattform (wie z.B. imc Online FAMOS) kann es damit sogar als Multi-Bus-Gateway fungieren: Es bildet nicht nur eine Schnittstelle zum Internet bzw. der Cloud, sondern kann auch zwischen den unterschiedlichen Bussen vermitteln und routen. Das ist z.B. hilfreich in den gegenwärtig „hybriden“ Konfigurationen aus CAN- und CAN-FD-

Bussen, die noch für eine geraume Zeit der Migration nötig sein werden: Da nämlich existierende „konventionelle“ Standard-CAN-Hardware nicht mit schnellen CAN-FD-Teilnehmern (ECUs) am gleichen Bus koexistieren kann, ist eine Aufteilung in separate Netze nötig. Sogar Aufgaben der Restbus-Simulation kann ein intelligenter Bus-Logger übernehmen, also die „Emulation“ von nicht vorhandenen Komponenten, etwa in einem Prototypen, dessen CAN Botschaften (z.B. Freigabe-Signale) nachgebildet und ausgegeben werden müssen, um die Funktion des Gesamtsystems zu gewährleisten.



**Bild 2:** Remote Monitoring mit verteilten Multibus-Loggern als IoT Gateway zu flexiblen Cloud-Services

## Dekodieren oder Protokollieren?

Digitale Busse dienen als Medium für mitunter tausende von unterschiedlichen Informations-Kanälen, die jeweils durch das Protokoll kodiert werden - bei CAN etwa in Botschaften mit IDs verpackt, deren Belegung in standardisierten Formaten wie dbc oder Fibex definiert wird. Daher ist je nach Aufgaben zu entscheiden, ob der Logger den kompletten Datenstrom in seiner Gesamtheit als „Protokoll-Kanal“ aufnehmen soll, oder aber gezielt einzelne Kanäle dekodiert und extrahiert werden. Beide Ansätze haben Vor- und Nachteile und je nach Anwendung gleichermaßen ihre Berechtigung:

Beim Loggen des gesamten Datenstroms als „Dump“ werden alle Busdaten gespeichert. So kann nichts vergessen werden. Nachteil bei dieser Methode ist die hohe Datenmenge und dass die Daten nicht online interpretiert und analysiert werden können.

Nicht so bei der Kanaldekodierung, die live anhand der Dekodiervorschriften (z.B. dbc) einzelne Kanäle extrahiert, skaliert und auf reale physikalischen Größen abbildet. Sie ist damit die Voraussetzung für jegliche weitere intelligente Echtzeit-Verarbeitung wie die Bildung von Triggerbedingungen, mathematischen Analysen, Reduktion, Filter etc. und kann den Speicheraufwand auf das tatsächlich relevante Maß begrenzen. Andererseits erfordert sie aber entsprechende Prozessor-Ressourcen und ist daher auf eine endliche Zahl von Kanälen beschränkt. Zudem können etwa-

ige vergessene Kanäle nicht nachträglich hinzugefügt werden. Nur die Kanäle stehen zu Verfügung, die im Voraus konfiguriert wurden.

Mit seinem Konzept des „Online BusDecoder“ bietet imc neben der direkten Live-Dekodierung eine weitere flexible Alternative. Dazu werden in den Protokoll-Kanal die Dekodier-Informationen aller potentiell relevanten Kanäle mit eingebettet. Damit wird zunächst im Sinne eines simplen „Dump“ der gesamte Datenverkehr mitgeschnitten. Jedoch können entlang der weiteren Signalverarbeitungskette, angefangen von der internen Signalanalyse-Plattform des Loggers, über den Transport-Prozess in die Cloud, bis hin zu späteren dort ablaufenden Post-Processing Routinen jederzeit flexibel Kanäle aus dem Datenstrom extrahiert werden. Das vereint die Vorteile aus beiden Ansätzen und vereinfacht die Verwaltung, weil die Koderinformationen im Protokollkanal gekapselt und damit stets konsistent sind.

## Robuster Einsatz unter anspruchsvollen Umgebungsbedingungen

Die typischen Einsatzfälle für Buslogger dieser Art diktieren anspruchsvolle Betriebsbedingungen in Bezug auf Umgebungstemperaturen, Dichtigkeit und Erschütterungen, die konventionelle PC-Technologie zu einer kritischen Wahl machen würde. Auch die zu integrierenden Dekodier- und Signalanalyse-Algorithmen stellen Echtzeit-Anforderungen, mit denen

Windows Plattformen überfordert sind. Daher basieren Geräte dieser Art in der Regel auf Embedded-Technologie mit ARM-Prozessoren oder ähnlichem und leistungsfähigen FPGA zur Hardware-Unterstützung der zeitkritischen Daten-Pfade. Das gewährleistet die nötige Performance, ist aber auch entsprechend anspruchsvoll, da für viele Funktionalitäten, auch in Bezug auf Soft- und Firmware, nicht auf Standard-PC Komponenten zurückgegriffen werden kann.

Dazu kommen potentiell prekäre Stromversorgungsbedingungen die einen sehr weiten Eingangsspannungs-Bereich erfordern, sowie Maßnahmen zur Sicherung der Datenintegrität bei abruptem Spannungsausfall. Eine integrierte USV-Pufferung kann in solchen Fällen das sichere Abschließen der Mess-Dateien auf dem System garantieren und eine Zerstörung des File-Systems vermeiden. So bleibt der Datenpool intakt, der bis zur vollständigen Übertragung z.B. auf ein NAS oder eine Cloud-Umgebung im Gerät gehalten werden muss.

Daneben sollte ein Low-Power Design auch einen Sleep Modus realisieren, aus dem heraus gezielt und mit kurzer Reaktionszeit eine Messung wieder aufgenommen werden kann (Wake-on CAN). Oft ist es auch erforderlich, die autarken Geräte signalgesteuert zu aktivieren: im Fahrzeug etwa über das Zündschloss „Klemme K15“. Darüber kann zum einen das Gerät direkt versorgt werden und zum anderen gezielt eingeschaltet bzw. aus dem Sleep-Modus aufgeweckt werden. In diesem Zusam-

menhang sind auch weitere digitale Ein- und Ausgänge (DIO) hilfreich, mit denen Status- und Steuersignale des Objekts und seiner Umgebung mit einbezogen werden können.

## Skalierbare Lösungen

Von imc wird mit imc BUSDAQflex eine Familie von Multibus-Loggern angeboten, die diesen vielfältigen Anforderungen und Funktionalitäten gerecht wird. Dabei spielt die im Gerät integrierte Echtzeit-Signalverarbeitungsplattform imc Online FAMOS eine zentrale Rolle. Sie kann fast beliebige Analyse-Algorithmen ausführen, die der Anwender in komfortabler Form einfach zeilenweise als mathematische Formeln und komplexe Funktionsaufrufe editieren kann.

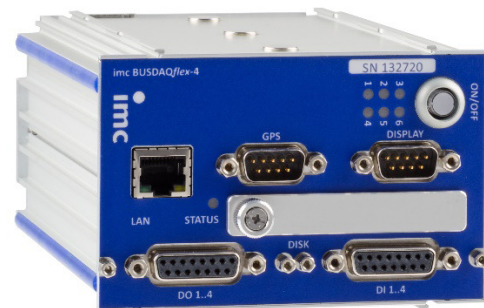


Bild 3: imc BUSDAQflex als 4-Knoten CAN-Logger

So erreicht man mit bereits lokal durchgeführter intelligenter Vorverarbeitung nicht nur Effizienz bei Transfer und Speicherung der Daten, sondern befördert auch auf der Seite des Cloud-Servers, dass moderne Big Data Ansätze und Data Mining ihr enormes Potential entwickeln können.

## Erweiterung um Analog-Sensoren

Komplettiert wird die Familie durch weitere CAN basierte Messmodule in der gleichen Gehäuseform, die mit einer werkzeugfreien Klick-Verbindung mechanisch und elektrisch direkt andockt werden können. Diese imc CANSASflex Module erweitern bei Bedarf das System um zusätzliche Analog-Frontends mit Sensor- und Signal-Konditionierung sowie Digitalisierung. Damit sind neben den Feldbussen auch direkt physikalische Sensoren in das Messsystem integrierbar.



Bild 4: imc BUSDAQflex Logger mit zusätzlich andockten Analog-Messmodulen imc CANSASflex

## Protokolle und Services für IoT-Anwendungen

Für die Realisierung von verteilten Internet-Anwendungen müssen moderne Logger standardisierte Schnittstellen und Protokolle unterstützen. Die imc Geräte bieten beispielsweise einen ftp-Server für Transfer von Messdaten und Messkonfigurationen, ein „Broadcast“-Monitoring von ausgewählten Statusvariablen mittels UDP-Protokoll und einen Web-Server für direkte https-Aufrufe z.B. von Tablets oder Smartphones aus. Für Cloud-Lösungen, ob

als weltweit verfügbare Public Cloud oder als Corporate Cloud innerhalb eines Firmen-Netzwerks, werden Synchronisationsmechanismen angeboten, um die im Gerät zwischengespeicherten Messdaten auf ein NAS zu transferieren oder in eine Cloud-Datenbank zu laden.

## Ganzheitlicher Ansatz

Als Anbieter von kompletten Lösungen bietet imc ein integriertes und flexibles Gesamtsystem: Von der individuellen Sensor-Anpassung über eine Echtzeitplattform bis zum Cloud-Service für mobile Endgeräte. Auf allen Stufen stehen Anwendern Standard-Komponenten zur Verfügung, mit denen sich maßgeschneiderte Lösungen realisieren lassen. Je nach eigener Erfahrung, Expertise und Erwartungen erstellen Kunden dies selbst oder beziehen eine schlüsselfertige Gesamt-Lösungen als Engineering Dienstleistung von imc.



Bild 5: Monitoring via Web-Server für mobile Endgeräte

### Autoren:

Dipl.-Ing. Martin Riedel  
... ist Leiter Produkt-Marketing bei imc Meßsysteme, Berlin.

Dipl.-Ing. Nils Becker  
... ist Leiter Marketing bei imc Test & Measurement, Friedrichsdorf.

## Weitere Informationen erhalten Sie unter:

### imc Test & Measurement GmbH

Voltastr. 5  
D-13355 Berlin

Telefon: +49 (0)30-46 7090-0  
Fax: +49 (0)30-46 31 576  
E-Mail: [hotline@imc-tm.de](mailto:hotline@imc-tm.de)  
Internet: <http://www.imc-tm.de>

Die imc Test & Measurement GmbH ist Hersteller und Lösungsanbieter von produktiven Mess- und Prüfsystemen für Forschung, Entwicklung, Service und Fertigung. Darüber hinaus konzipiert und produziert imc schlüsselfertige Elektromotorenprüfstände. Passgenaue Sensor- und Telemetriesysteme ergänzen unser Produktportfolio.

Unsere Anwender kommen aus den Bereichen Fahrzeugtechnik, Maschinenbau, Bahn, Luftfahrt und Energie. Sie nutzen die imc-Messgeräte, Softwarelösungen und Prüfstände, um Prototypen zu validieren, Produkte zu optimieren, Prozesse zu überwachen und Erkenntnisse aus Messdaten zu

gewinnen. Rund um die imc Geräte steht dafür ein umfassendes Dienstleistungsspektrum zur Verfügung, das von der Beratung bis zur kompletten Prüfstandsautomatisierung reicht. Auf diese Weise verfolgen wir konsequent das imc Leistungsversprechen „produktiv messen“.

National wie international unterstützen wir unsere Kunden und Anwender mit einem starken Kompetenz- und Vertriebsnetzwerk.

Wenn Sie mehr über die imc Produkte und Dienstleistungen in Ihrem Land erfahren wollen oder selbst Distributor werden möchten, finden Sie auf unserer Webseite alle Informationen zum imc Partnernetzwerk:

<http://www.imc-tm.de/partner/>



### Nutzungshinweis:

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Dieser Bericht darf ohne Genehmigung weder bearbeitet, abgewandelt noch in anderer Weise verändert werden. Ausdrücklich gestattet ist das Veröffentlichen und Vervielfältigen des Dokuments. Bei Veröffentlichung bitten wir darum, dass der Name des Autors, des Unternehmens und eine Verlinkung zur Homepage [www.imc-tm.de](http://www.imc-tm.de) genannt werden. Trotz inhaltlicher sorgfältiger Ausarbeitung, kann dieser Bericht Fehler enthalten. Sollten Ihnen unzutreffende Informationen auffallen, bitten wir um einen entsprechenden Hinweis an: [marketing@imc-tm.de](mailto:marketing@imc-tm.de). Eine Haftung für die Richtigkeit der Informationen wird grundsätzlich ausgeschlossen.