

## ISOLATION ENTSCHEIDET ÜBER DIE QUALITÄT DER MESSERGEBNISSE

# Galvanisch isolieren – aber wie?

**Die galvanische Isolation ist – abhängig von der Anwendung – entscheidend für die Messgenauigkeit. Dafür sind mehrere handelsübliche Topologien zu unterschiedlichen Preisen erhältlich, aber welche ist die beste? Genau genommen muss die Frage lauten: Welche Topologie passt am besten zu den jeweiligen Anforderungen?**



THOMAS BLUM

**E**in typisches messtechnisches Problem kann am Beispiel einer großen Maschine oder Produktionsanlage demonstriert werden. **Bild 1** stellt eine Situation dar, in der zwei Messpunkte (etwa zwei Motoren in einer Produktionslinie) 50 m voneinander entfernt sind. Ein Anwender würde höchstwahrscheinlich das Messsystem in der Mitte anordnen und Kabel zu den beiden Messpunkten führen. Üblicherweise sind beide Messobjekte und das Datenerfassungssystem mit Schutzerde verbunden.

Man würde annehmen, dass das Potenzial jedes Erdleiters identisch ist. Diese Annahme trifft vor allem dann nicht zu, wenn große Lasten geschaltet werden, die mit ungeeigneten Erdungsleitern ausgestattet sind (zu kleiner Leiterdurchmesser oder fehlerhafte Anschlüsse). Das Potenzial am Masseanschluss an den verschie-

denen Messpunkten kann sich kurzzeitig ändern. Auch wenn diese Differenzen nur über einen kurzen Zeitraum und mit einem Potenzialunterschied von nur wenigen Volt auftreten, sind die hervorgerufenen Folgen dennoch signifikant. Dieses

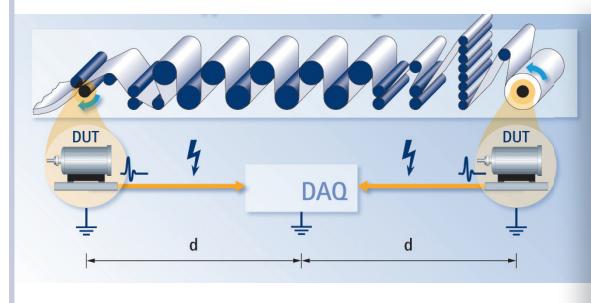
Phänomen wird als Erdschleife bezeichnet – die auftretenden Ausgleichsströme sind in der Lage, Messgeräte und DUT-Einrichtungen zu schädigen sowie empfindliche Messungen zu stören.

### Externe Trennverstärker oder interne Isolation?

Der einfachste Lösungsansatz besteht darin, entweder isolierte Sensoren oder Trennverstärker (**Bild 2**) zwischen dem Sensor und dem Messsystem zu verwenden. Es treten dann keine Erdschleifen mehr auf. Die Vorteile dieser Lösung sind, dass das vorhandene DAQ-System weiterhin genutzt werden kann und relativ kostengünstige, modulare und universell einsetzbare Trennverstärker mit unterschiedlichen technischen Daten auf dem Markt verfügbar sind.

Externe Trennverstärker weisen aber drei Einschränkungen auf. Erstens beeinträchtigt die Handhabung eines zu-

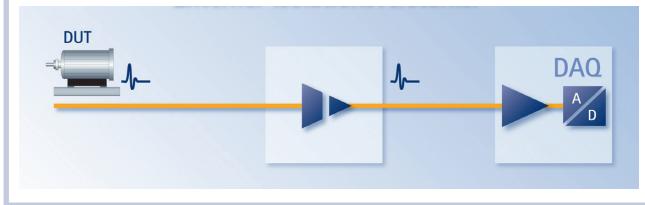
### 1 TYPISCHE MESSAUFGABE



**Bild 1.** (a) Es ist naheliegend, das Messsystem in der Mitte zwischen den beiden Messpunkten anzubringen und diese über Kabel anzubinden; (b) Legende zu den Bildern 1 bis 5

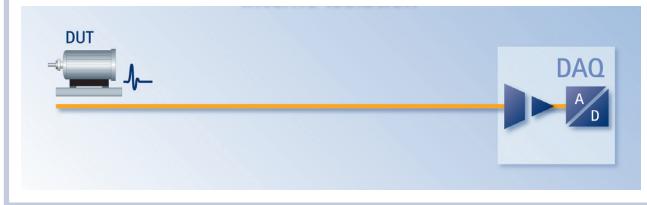
	Prüfling, z.B. Elektromotor
	Analoger Signalpfad
	Digitaler Signalpfad
	Messdatenerfassung (Data acquisition)
	Messverstärker
	Isolierter Messverstärker
	Analog-Digital Wandler
	Digital-Analog Wandler
	Batterie
	Sender
	Empfänger

## 2 EXTERNER ISOLATIONSVERSTÄRKER



**Bild 2.** Das DAQ-System kann weiterhin genutzt werden, und Trennverstärker sind kostengünstig zu haben

## 3 INTERNE ISOLATION



**Bild 3.** Verbessert die Einsatzfähigkeit des DAQ-Systems sowie die Signalqualität

sätzlichen Gehäuses, das über das Netz gespeist werden muss, die Einsatzfähigkeit für mobile Anwendungen, etwa bei der Fehlersuche oder vorbeugenden Wartungsarbeiten. Zweitens können die technischen Daten für Analogbandbreite, Isolationsspannung und Genauigkeit die Gesamt-Signalqualität der Messkette beeinträchtigen. Die dritte Einschränkung besteht darin, dass Trennverstärker den Einfluss des langen Signalwegs der Analogsignale nicht beseitigen. In Anwendungen wie der oben beschriebenen muss die elektromagnetische Umgebung berücksichtigt werden. Je höher die zu schalten-

den Einschaltströme und induktiven Lasten sind, desto mehr Störungen werden erzeugt. Lange Messleitungen wirken als Antennen und empfangen elektromagnetische Energie jeglicher Art, die sich dann auf das gemessene Signal auswirkt.

Verbesserungen in Bezug auf Einsatzfähigkeit und Signalqualität können dadurch erreicht werden, dass man die Isolation in das DAQ-System integriert (**Bild 3**). Diese Lösung wird oft in mobile Messgeräte für Wartungsarbeiten implementiert sowie in fortschrittlichere DAQ-Systeme. Externe Trennverstärker in Stand-Alone-Ausführung bieten normalerweise Bandbreiten von wenigen Kilohertz bis zirka 50 kHz – je nach der verwendeten Technologie. Interne Trennverstärker können Bandbreiten bis zu einigen 100 kHz erreichen.

lich wie bei den externen Trennverstärkern. Das analoge Eingangssignal wird über eine Isolationsbarriere transportiert, und der Ausgang ist wieder ein Analogsignal.

Das LWL-Isolationssystem besteht aus einem batteriebetriebenen Frontend, das in der Nähe des Messpunkts angeordnet wird, sowie einem Empfänger in der Nähe des DAQ-Systems. Dies erfordert nur einen sehr kurzen Weg für das Analogsignal; die Auswirkungen elektromagnetischer Störungen werden daher deutlich reduziert. Der Frontend-Sender (Tx) enthält den Eingangsverstärker sowie den Analog/Digital-Wandler (A/D). Das gemessene Signal wird digitalisiert, anschließend werden die Informationen an den Empfänger übertragen. Im Empfänger (Rx) werden die Daten über einen Digital/Analog-Wandler verarbeitet und als analoges Ausgangssignal rekonstruiert. LWL-Isolationssysteme für Messanwendungen erreichen analoge Bandbreiten bis maximal 20 MHz. Sie werden vorwiegend als zusätzliche Isolation für vorhandene Messsysteme (Oszilloskope, Transientenrecorder, DAQ-Systeme) eingesetzt. Der Vorteil hierbei ist, dass der Anwender die bestehende Messtechnik weiter verwenden kann.

### Externe optische Isolation mit LWL

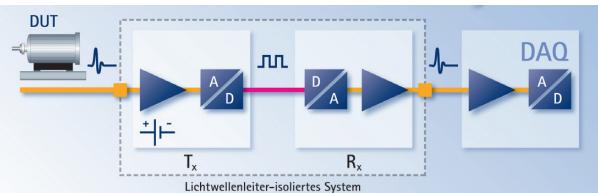
Um das Problem langer Signalleitungen in schwierigen elektromagnetischen Umgebungen in den Griff zu bekommen, stehen zwei Lösungen zur Verfügung. Die herkömmlichen Methoden bestehen in der Verwendung von Kabeln höherer Qualität (doppelt oder dreifach abgeschirmt), abgeschirmten Kabelkanälen oder einer sorgfältigen Kabelführung mit ausreichendem Abstand zu Störquellen. Eine zweite Möglichkeit ist die Verwendung von optischen Isolationssystemen mit Lichtwellenleitern (LWL, **Bild 4**). Sie bieten eine Architektur mit Analog-Eingang/Analog-Ausgang, ähn-

### Interne optische Isolation mit LWL

Die beiden Lösungen mit externer Isolation haben eines gemeinsam: Aus dem analogen Eingangssignal wird ein analoges Ausgangssignal erzeugt, das dann

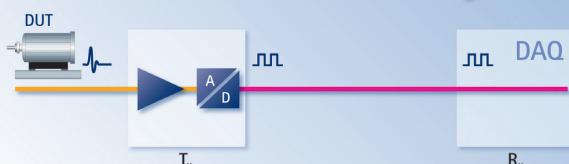
## FAZIT

**Eine umfassende Aufgabe.** Zunächst ist zu klären, ob das Datenerfassungs- (DAQ-) System ersetzt wird oder nicht. Danach muss der Zweck der Isolation definiert werden. Dies kann die Sicherheit des Personals betreffen, die Beseitigung von Erdschleifen, eine hohe Isolationsspannung, um Potenzialmessungen zu ermöglichen, sowie die zu überbrückende Entfernung zwischen Messpunkt und DAQ. Schließlich sind die Anforderungen im Hinblick auf Analogbandbreite, Genauigkeit und Messunsicherheit zu definieren – hieraus ergibt sich der Investitionsbedarf.

**4 EXTERNE LWL-ISOLIERUNG**

**Bild 4.** Löst das Problem langer Signalleitungen in schwierigen elektromagnetischen Umgebungen

in den Analogeingang des DAQ-Systems gespeist wird. Für die Genauigkeit der Messung sind mehrere technische Daten von Bedeutung. Der Anwender muss sicherstellen, dass die Gesamtunsicherheit seiner Messkette noch innerhalb der für die Anwendung geltenden Anforderung liegt. Während dies bei Messungen vor Ort (Fehlersuche, vorbeugende Wartung) meist kein beherrschender Faktor ist, gehört es zu den Schlüsselementen bei

**5 INTERNE LWL-ISOLIERUNG**

**Bild 5.** Verbessert die Gesamtgenauigkeit und verringert die Unsicherheit der Messkette

Zertifizierungs- und Forschungsanwendungen. Hier wird für eine Messung oft die niedrigstmögliche Unsicherheit gefordert.

**Bild 5** zeigt einen Lösungsansatz für diese Anwendungen, bei dem der Empfänger (Rx) des optisch isolierten LWL-Systems direkt in das DAQ-System integriert ist. Die digital übertragenen Daten werden direkt gespeichert und nicht mehr als Analogsignal rekonstruiert. Sie müssen daher nicht noch einmal digitalisiert werden.

Dies verbessert die Gesamtgenauigkeit und verringert die Unsicherheit der Messkette erheblich. (ml)

**DER AUTOR**

THOMAS BLUM ist Business Development Manager Power bei HBM.

[www.EL-info.de](http://www.EL-info.de)

255402