

Bussysteme in der Messtechnik

## So wählen Sie einen geeigneten Mess-Bus für ein Mess- und Testsystem

14.04.16 | Autor / Redakteur: Christian Korreng \* / [Hendrik Härter](#)



Eine PXI-Karte im Detail. Entstanden ist diese Weiterentwicklung aus den parallelen PCI-Bus. Der Standard geht auf National Instruments zurück und ist seit 1998 offizieller Industriestandard. (Bild: LX Instruments)

Die Busse LXI und PXI bieten kombiniert für Mess- und Testsysteme einige Vorteile. Wir stellen diese und weitere Bussysteme für die Messtechnik vor und zeigen entsprechende Anwendungen.

Sowohl LXI als auch PXI haben sich etabliert. Systeme, die die Vorteile von LXI und PXI kombinieren, sind im Trend, da sie sowohl den Anforderungen der modernen Produktion als auch denen der Datenerfassungssysteme gerecht werden. Messgeräte mit LXI nehmen seit der ersten Stunde eine wachsende Bedeutung beim sogenannten „Internet of Things“ ein.

LXI ermöglicht das einfache Vernetzen von Messinstrumenten über LAN. PXI(e) ist ein Einsteckkartensystem, das die Vorteile der schnellen Kommunikation zwischen Einsteckkarten nutzt. Durch die geschickte Kombination der Bussysteme lassen sich moderne hybride Systeme mit hoher elektrischer Leistung, schneller Signalverarbeitung, beispielsweise für Echtzeitanwendungen, parallelen Tests von Baugruppen bis hin zu räumlich verteilten Datenerfassungssystemen mit Zeitsynchronisierung realisieren.

### Eine Übersicht der verfügbaren Mess-Bussysteme

Die Auswahl eines Bussystems für das Design eines Testsystems setzt detaillierte Kenntnisse über die verfügbaren Systeme und entsprechende Vorteile voraus: **LXI** (LAN Extension for Instrumentation) wurde 2004 von Agilent Technologies (heute Keysight Technologies) und VXI Technology (heute VTI Instruments) gegründet. Was bei den verfügbaren LAN-basierten Messgeräten bis dato fehlte, war ein gemeinsamer Standard für Instrumente verschiedener Hersteller. Die Lücke füllte der LXI-Standard.



### [Fotostrecke starten: Klicken Sie auf ein Bild \(5 Bilder\)](#)

LXI ergänzt Ethernet durch die Definition einheitlicher Konzepte für die Konfiguration, Triggerung, interaktive Bedienung und automatisierte Steuerung der Geräte. Das Konsortium ist heute auf rund 50 Mitglieder gewachsen, die bisher über 2700 Produktserien registriert haben. Einzelinstrumente bieten den Vorteil, dass die Gesamtfunktion des Instrumentes sichergestellt ist. Jedes Instrument kann direkt an das Stromnetz angeschlossen werden und bietet ein in sich geschlossenes Bedienkonzept. LXI erweitert dieses Konzept und bietet weitere Vorteile:

- Hohe Daten-Bandbreite durch Ethernet (100 MBit und 1 GBit),
- geringe Kosten aufgrund der hohen Verbreitung (Kabel, Switches),
- einfaches Bedienen: Zusätzlich zu den physikalischen Frontpanels lassen sich die meisten LXI-Geräte über integrierte Webserver direkt über einen Webbrowser konfigurieren und bedienen,
- unterstützt gängige Netzwerkprotokolle, die die Instrumente im Netz selbstständig finden und in die Software integrieren (mDNS, VXI-11 oder HiSLIP),
- unabhängige Plattform: Obwohl für alle Geräte fertige IVI-Treiber zur Verfügung stehen, lassen sich die meisten Instrumente auf Wunsch unabhängig mit geringem Aufwand programmieren (SCPI-Befehle).

### **Welche Vorteile der LXI-Bus bietet**

Die Stärke von LXI ist die Vielseitigkeit. Zwar bieten andere Standards unter anderem höhere Datenraten und geringere Latenzzeiten, jedoch spielen diese bei genauer Betrachtung in vielen realen Einsatzgebieten eine untergeordnete Rolle. Bei Anwendungen wie dem klassischen Funktionstest wird oft zwischen vielen Messpunkten umgeschaltet. Die hierbei physikalisch auftretenden Schaltzeiten der eingesetzten Relais liegen meist bei mehreren Millisekunden.

Auch Einstellungen wie Messfunktion und -bereiche der Messinstrumente werden häufig für jede Messung verändert. Aufgrund dieser Tatsache haben ein durchdachtes Systemdesign und eine gute Applikationssoftware den größten Einfluss auf die tatsächliche Testzeit der Prüfobjekte.

Auch bei verteilter Datenerfassung kann LXI für die Überbrückung von großen Distanzen seine Vorteile ausspielen: Eine räumliche Verteilung der einzelnen Messerfassungen verbessert einerseits die Signalqualität der zu messenden Größe, da viel geringere Kabelwege bei üblicherweise sehr kleinen Sensorsignalen notwendig sind. Außerdem wird der Messaufbau deutlich übersichtlicher, da von jeder Aufnahmestelle lediglich eine Netzwerkverbindung weiter geführt werden muss.

Gerade bei Datenerfassungssystemen ermöglicht das Protokoll IEEE1588 die präzise

Zeitsynchronisation aller Komponenten im Netzwerk und sichert auch bei verteilten Systemen eine zeitlich korrelierte Erfassung räumlich getrennter Messstellen. Der LXI-Standard definiert solche und weitere Zusatzfunktionen wie Trigger und stellt die gemeinsame Verwendung von Komponenten unterschiedlicher Hersteller sicher.

**PXI** und **PXIe** stehen für PCI(e) Extension for Instrumentation. Es ist eine Weiterentwicklung des parallelen PCI und des schnellen, seriellen PCIe-Busses, der aus der Computerwelt bekannt ist. Der Standard geht auf den Hersteller National Instruments zurück und ist seit 1998 als offener Industriestandard mit vielen Mitgliedern und Produkten verfügbar. Ein PXI(e)-System besteht aus einem Mainframe mit integrierter Stromversorgung und Einschubplätzen für eine definierte Anzahl von PXI(e)-Modulen bzw. Einsteckkarteninstrumenten.

Häufig wird der „Computer“ direkt als Controllereinschub in das Mainframe integriert. Alternativ lässt sich der PCI(e)-Bus eines externen Rechners mit sogenannten Bridges auf das Mainframe erweitern. Die Kommunikation zwischen Instrumenten und Rechner erfolgt über eine gemeinsame Backplane. Wie auch in der Computerindustrie gibt es die etwas ältere, parallele PXI- und die neuere, serielle PXIe-Architektur. Es gibt Mainframes, die sowohl PXI, PXIe und gemischte Kartenbestückungen ermöglichen.

PXI(e) ergänzt den reinen Datenbus um einen Referenztakt von 10 MHz und Trigger-Funktionen, die für jedes Modul zur Verfügung stehen. Im Vergleich zu Einzelinstrumenten sind die Einsteckkarten wesentlich kompakter, wodurch das Frontpanel entfällt und auch die elektrische Leistung je Modul limitiert ist. PXI(e) eignet sich aufgrund der hohen Datenraten und der geringen Latenzzeiten für Systeme, die viele Daten erfassen und verarbeiten müssen. Durch die hohe Packungsdichte der Instrumente lassen sich kompakte Messsysteme entwickeln, die aufgrund der integrierbaren Rechner vollständig ohne externe Bedienelemente auskommen oder sich durch den Einsatz von FPGA-Karten auch für die Implementierung von Echtzeiteigenschaften eignen.

Die Steuerung der Instrumente erfolgt über mitgelieferte Treiber. Somit verschiebt sich das „Frontpanel“ in die Software. Mit einem entsprechenden Treiber wird ein HMI visualisiert. Die hohe verfügbare Daten-Bandbreite zusammen mit vielkanaligen Datenerfassungsmodulen macht PXI(e) bei der schnellen, zeitlich synchronisierten und präzisen Datenerfassung von vielen Kanälen interessant. Hierbei können je nach Applikation schnell Datenmengen von mehreren GByte aufgenommen werden.

## **Weitere Schnittstellen bei Messinstrumenten**

Allgemeine Messinstrumente bieten häufig weitere Schnittstellen zum Anschluss an einen Steuerrechner. **GPIB (IEEE488)** gehört zu den älteren Schnittstellen, die in den 1960er Jahren von Hewlett-Packard zunächst als proprietärer HP-IB entwickelt wurden. In den 1970ern reichte HP den Bus zur Standardisierung bei IEEE ein, der sehr schnell als *General Purpose Interface Bus* seinen Siegeszug durch die Messtechnik antrat. Bis heute sind trotz überschaubarer Geschwindigkeit und eingeschränkter Möglichkeiten viele Instrumente mit dieser Schnittstelle ausgestattet.

Auch **RS232** ist eine aus der Computerwelt bekannte Schnittstelle, die aus den 1960er Jahren stammt. Die Geschwindigkeit der Schnittstelle ist verglichen mit anderen verfügbaren Schnittstellen die langsamste und wurde bei Messinstrumenten wie in der Computerwelt nahezu komplett durch die USB-Schnittstelle ersetzt. In der Messtechnik gibt es ebenfalls komplette Messinstrumente, die auf **USB 2.0** und in Zukunft sicherlich auf **USB 3.x** aufsetzen.

Die hohe Datenrate des aktuellen seriellen Busses ist eine günstige Schnittstelle für räumlich begrenzte Messaufbauten. Die Messtechnik hat USB mit dem Software-Protokoll USB TMC erweitert. Damit lassen sich USB-Instrumente auf die gleiche Art wie GPIB-Instrumente steuern. Häufig stellen GPIB, RS232 oder USB gute Alternativen dar, um LXI oder PXI

basierte Systeme mit besonderen oder existierenden Messgeräten zu ergänzen.

## **Zahlreiche Varianten aus dem PCI-Standard**

Bereits Anfang der 1990er Jahre wurde in der PC-Technik der **PCI-** (Peripheral-Component-Interconnect-)Standard vorgeschlagen, der bis Mitte der 1990er den zuvor vorherrschenden ISA-Bus ablöste. Bereits zu dieser Zeit begann man, PC-Einschubkarten mit messtechnischer Funktionalität zu entwickeln. Kleinere Aufgabenstellungen konnten so schnell und kostengünstig realisiert werden. Aus dem PCI-Standard wurden zahlreiche Varianten entwickelt, so der PCI-X, PC-Card/Cardbus für Notebooks.

Für die Messtechnik relevant sind heute Compact-PCI (cPCI) und PCI-Express (PCIe). Keiner dieser Standards hat Bedeutung für komplexere messtechnische Anforderungen. Einzig der Ableger ATCA wurde weiterentwickelt und wird in exotischen MTCA- und in AXIe-basierter Messtechnik eingesetzt. PXI(e) hat sich als messtechnische Spezialisierung auch für komplexe Aufgabenstellungen aus dem PCI-Bus entwickelt.

## **Der VXI-Bus bietet eine dynamische Adressierung**

Der **VME Extension for Instrumentation-Bus** (VXI-Bus) war in der industriellen Messtechnik ein sehr verbreitetes Einschubsystem mit Modulen. Er geht auf die Entwicklung einiger Messtechnikfirmen aus dem Jahre 1985 für das US-Militär zurück. 1987 wurde der Bus vom IEEE standardisiert und im Rahmen des VXI-Konsortiums vorangetrieben. Der VXI-Bus stellt eine, für die Messtechnik, modifizierte Version des VME-Busses dar. Dieser war ursprünglich speziell für den Einsatz mit Motorolas 68000er Prozessoren entwickelt worden.

Im Gegensatz zum VME-Bus besitzt der VXI-Bus eine dynamische Adressierung mit manuellen Adress- und Interrupt-Vergaben. Damit sollen Fehlfunktionen aufgrund von Doppeladressierungen vermieden werden. Dieses Konzept wurde später auch für PCs beim Wechsel vom ISA zum PCI-Bus verfolgt. Heute sind noch einige VXI-Systeme im Einsatz. Neue Systemplattformen werden vermehrt auf allerdings Standards wie LXI und PXI aufgesetzt.

Im Jahr 2009 kam der jüngste Messtechnikbus auf den Markt: Mit **Advanced TCA Extensions for Instrumentation and Test** versuchte man, alles unter einen Hut zu bringen. Grundsätzlich auf ATCA aufbauend, dürfen PXI und LAN kombiniert werden, wobei die Kartenstruktur und die Selbstbezeichnung, als größerer Bruder von PXI, die Orientierung vorgeben. Adressaten des ATCA sind speziell die Märkte Aerospace Defense oder Halbleitertest, da beide besonders hohe Geschwindigkeiten fordern.

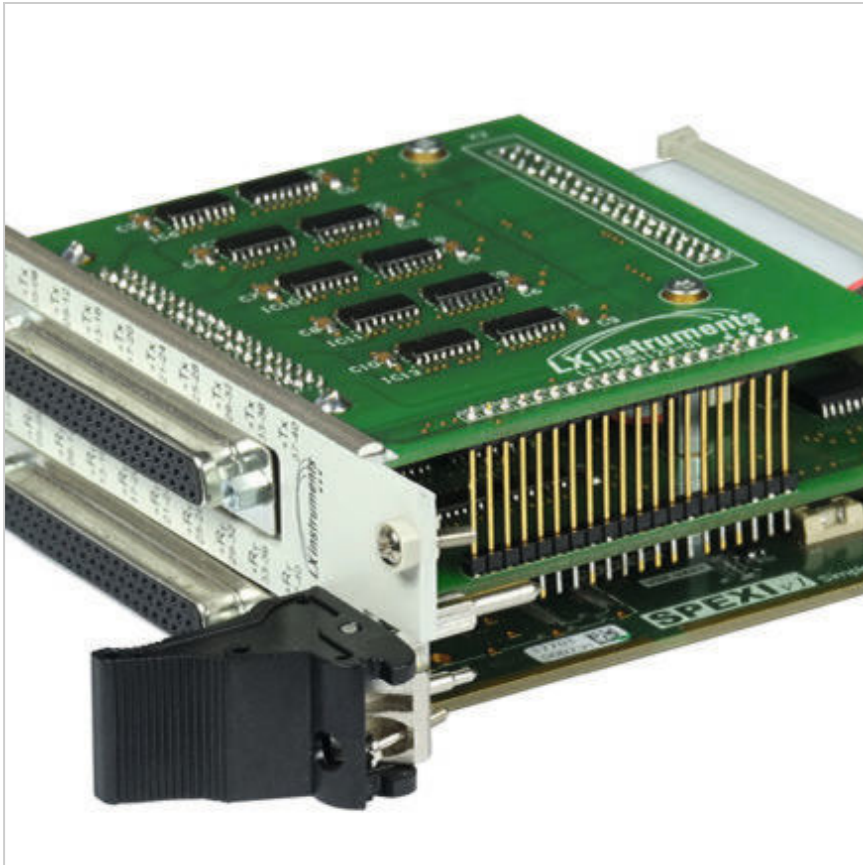
\* Christian Korreng ist als Vertriebsspezialist für elektrische Sicherheits- und Funktionstests am Standort in Sindelfingen tätig.

Copyright © 2016 - Vogel Business Media

Dieser Beitrag ist urheberrechtlich geschützt.  
Sie wollen ihn für Ihre Zwecke verwenden?  
Infos finden Sie unter [www.mycontentfactory.de](http://www.mycontentfactory.de).



Modernes Bussystem: Das Bild zeigt ein realisiertes LXI-System. LXI ergänzt Ethernet durch die Definition einheitlicher Konzepte für die Konfiguration, Triggerung, interaktive Bedienung und automatisierte Steuerung der Geräte. (Bild: LXInstruments)



Eine PXI-Karte im Detail: Entstanden ist diese Weiterentwicklung aus den parallelen PCI-Bus. Der Standard geht auf National Instruments zurück und ist seit 1998 offizieller Industriestandard. (Bild: LX Instruments)



USB-Anschlüsse: Die Vorderseite des Tisch-Oszilloskops des Herstellers GWInstek. Am Gerät finden sich die USB-Anschlüsse USB-A und USB-B. (Bild: LX Instruments)



Rückseite des Tisch-Oszilloskops mit diversen Anschlüssen. (Bild: LX Instruments)



Ein VXI-System mit GPIB: Dieser Standard ist eine Entwicklung aus dem Jahr 1985 und wurde für das US-Militär konzipiert. (Bild: LX Instruments)





Ein hybrides LXI-/PXI-System: Nach einem jahrelangen Streit zwischen den beiden Standards LXI und PXI existieren heute beide nebeneinander. (Bild: LX Instruments)