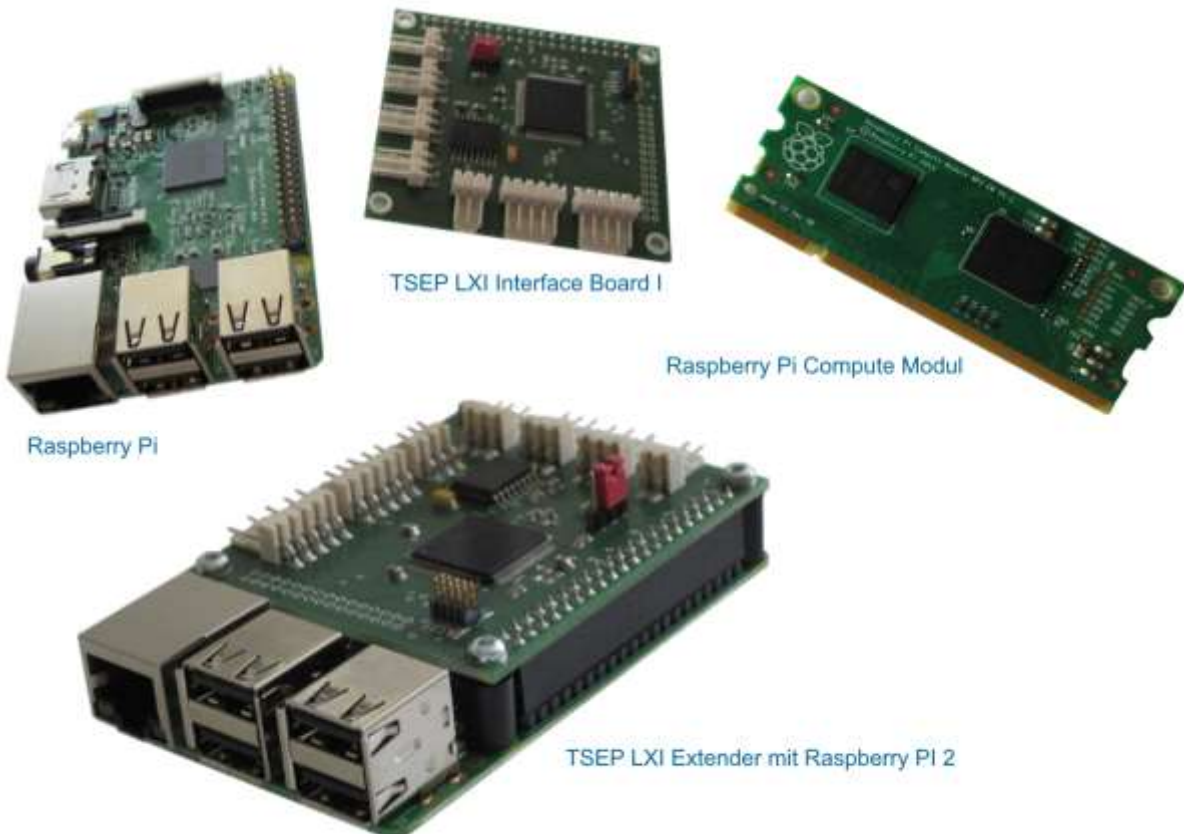


**TSEP**

Technical  
Software  
Engineering  
Plazotta

# Produktbeschreibung LXI Extender



*Der TSEP LXI Extender stellt eine einfache Möglichkeit dar, Messgeräte ohne großen Aufwand mit dem LXI Standard auszustatten. Zusätzlich kann das Messgerät auch mit einem SCPI kompatiblen Parser ausgestattet werden.*

## **Einführung:**



Der LXI Standard legt fest, wie sich Messgeräte an der Netzwerkschnittstelle verhalten sollen und definiert zusätzliche Features, die das Zusammenspiel von mehreren Messgeräten im Netzwerk vereinfachen bzw. erweitern. Der Standard

gliedert sich in mehrere Teilkomponenten. Die „LXI Device Specification 2016“ Komponente enthält alle Basiskomponenten wie Netzwerkkonfiguration, Web-Server zur Steuerung der Geräte über einen Webbrowser und weitere Teilkomponenten, wie mDNS zur automatischen Identifikation der Geräte im Netzwerk. Andere Teilkomponenten sind optional, wie Event Messaging, HiSlip, Wired Trigger Bus und Clock Synchronisation gemäß dem IEE-E1588 Standard oder Event Logging.

Anfang des neuen Jahrtausends wurde es immer wichtiger, verschiedene Messgeräte möglichst einfach zu einem Testsystem verbinden zu können. Dies wurde notwendig, um die verschiedenen Messszenarien und Messabläufe auch in verteilten Systemen realisieren zu können. Die immer komplexeren Anforderungen verlangten im Messaufbau immer mehr unterschiedliche Messgeräte wie Generatoren, Analysatoren, Switching Units etc., zu integrieren und diese Geräte für die Programmierung des Messablaufes mit den Steuerrechner zu verbinden.

Die bisherigen Ansätze basierten auf dem IEC Bus (GPIB bzw. IEE-E488), was die Austauschbarkeit, Flexibilität und Erweiterbarkeit begrenzte. Durch die starke Verbreitung des Ethernets sowohl im Heim-PC Bereich als auch in der Industrie, bot sich das LAN-Interface als Alternative für einen standardisierten Bus für Messsysteme an. Deshalb haben sich 2004 die führenden T&M Unternehmen entschlossen, einen Standard auf Basis des Ethernet Netzwerkes zu etablieren.

Für die Implementierung dieses Standards bedarf es natürlich entsprechender Hardware Ressourcen. Ein nicht unerheblicher Teil der am Markt etablierten Messgeräte sind aufgrund ihrer Hardware nicht oder nur mit größerem Aufwand auf diesen Standard aufzurüsten. Für diese Geräte hat TSEP den LXI Extender entwickelt.

## **TSEP LXI Extender:**



Der TSEP LXI Extender besteht aus dem TSEP LXI Interface Board, das die Hardware Schnittstelle zwischen der Gerätefirmware und dem eigentlichen LXI Extender Board herstellt. Auf dem LXI Extender Board, welches ein handelsüblicher Raspberry Pi 2/3/Compute Modul oder Cubieboard sein kann, läuft das LXI Referenz Design und eventuelle zusätzlichen optionalen Software

Komponenten. Als LXI Extender Board kann natürlich auch ein bereits beim Kunden vorhandenes Linux System verwendet werden.

Das TSEP LXI Interface Board bietet eine Vielzahl von Hardware Schnittstellen an. Zurzeit ist das TSEP LXI Interface Board I verfügbar das die Low-Level Schnittstellen I<sup>2</sup>C, SPI, UART oder parallele Ports bereitstellt. Zum Austausch der Daten wird eine von TSEP definiert Softwareschnittstelle verwendet. Diese Softwareschnittstelle ist für alle Hardware Interfaces identisch und liegt in einer C-Implementierung als Source-Code vor. Somit kann diese einfach in die entsprechende Gerätefirmware integriert werden. Die Softwareschnittstelle ist auch einfach erweiterbar, so dass ohne großen Aufwand kundenspezifische Daten transferiert werden können.

Es ist auch das TSEP LXI Interface Board II geplant, das eine erweiterte Palette an Schnittstellen (USB, etc.) erlaubt.

Das TSEP LXI Interface Board enthält einen Cypress PSoC  $\mu$ C der mit Hilfe seiner eingebauten Hardware einfach kundenspezifische Protokolle adaptieren kann. Dieser  $\mu$ C kann auch über eine USB Schnittstelle jederzeit mit einem Software Update versehen werden. Somit können Erweiterungen oder Anpassungen jederzeit einfach umgesetzt werden.

Für die Entwicklung kann mit Hilfe der USB Schnittstelle auf dem TSEP LXI Extender Board auch ein Überwachung der Kommunikation erfolgen. Hiermit lassen sich Probleme in der Kommunikation einfach lokalisieren.

Das TSEP LXI Interface Board kann auf die Stifteleiste des Raspberry Pi 3 aufgesteckt werden, Wird ein Raspberry Pi Compute Modul verwendet, ist die entsprechende Anschlussmöglichkeit auf dem TSEP LXI Interface Board vorhanden. Das TSEP LXI Extender Interface Board übernimmt die Spannungsversorgung des Raspberry Pi Compute Moduls und stellt die benötigten Schnittstellen zur Verfügung (RJ45, USB und HDMI).

Das für den Raspberry Pi oder den Cubieboard verwendete Linux System wurde von TSEP mit Hilfe des „yocto“ Frameworks erstellt. Somit kann sichergestellt werden, dass nur Komponenten im Linux-Image vorhanden sind, die den geforderten Lizenzrichtlinien entsprechen.

## TSEP LXI Interface Board I:



TSEP LXI Interface Board I

Das TSEP LXI Interface Board dient als Kommunikationszentrale zwischen der bestehenden Geräte Hardware und dem LXI Extender Board. Basis für das Board ist ein Cypress PSoC 5 LP der Dank seiner frei programmierbaren Hardwarelogik vielfältige Hardware Schnittstellen bedienen kann. Selbst kundenspezifische Protokolle können mit diesem  $\mu$ C einfach realisiert werden. Die Standard

Protokolle wie I<sup>2</sup>C, SPI, UART, USB oder CAN sind bereits vorkonfiguriert vorhanden. Mit diesen Features ist der  $\mu$ C die erste Wahl für das Interface Board.

Die  $\mu$ C Firmware kann jederzeit über die USB Schnittstelle neu geladen werden. Der Updateprozess ist robust ausgelegt, so das Stromausfall oder falsche  $\mu$ C Software den erneuten Updateprozess nicht unterbinden. Somit können bei Erweiterungen oder Anpassungen die neue Software jederzeit aufgespielt werden.

Das LXI-Extender Interface Board stellt verschiedene Standard Protokolle zur Verfügung. Die Kommunikationsrichtung (Master/Slave und Rx/Tx) wird im folgendem immer aus der Sicht des Extender Boards beschrieben. Der Spannungspegel der Kommunikationspins beträgt 3,3V. Spannungspegel über 2,7V werden eindeutig als High-Pegel erkannt. Spannungspegel über 3,8V können das LXI Extender Interface Board zerstören.

### SPI Master:

Der SPI Master arbeitet mit einer Taktfrequenz von bis zu 3MHz. Die Shift Richtung ist "most significant bit" (MSB). Es wird der SPI Modus 0 verwendet, dies entspricht CPHA = 0 und CPOL = 0.

Die Wortbreite der SPI-Kommunikation beträgt 8Bit. Folgende Pins sind für die Kommunikation mit dem SPI-Master notwendig:

Signal	Anmerkung
MISO	SPI Master In Slave Out, Input des SPI Masters
MOSI	SPI Master Out Slave In, Output des SPI Masters
CLK	SPI Clock, Output des SPI Masters
CS	SPI Chip Select, Output des SPI Masters, Low aktiv
ALERT	Data Available Pin, Input des SPI Masters

Alle „SPI Master Pins“ sind über 10 k $\Omega$  Pullup-Widerstände an 3,3V angeschlossen. Soll ein Datenaustausch über den SPI-Slave initiiert wird, muss dieser den Alert-Pin auf Low Pegel ziehen. Der SPI Master beginnt innerhalb einer Millisekunde ein Taktsignal

zu erzeugen. Sobald die Kommunikation von Sicht des Slaves aus abgeschlossen ist, muss der Alert Pin wieder einen High Pegel erhalten.

**SPI Slave:**

Der SPI Slave arbeitet ähnlich wie der SPI Master mit einer Taktfrequenz von 3MHz und dem SPI Modus 0.

<b>Signal</b>	<b>Anmerkung</b>
MISO	SPI Master In Slave Out, Output des SPI Slaves
MOSI	SPI Master Out Slave In, Input des SPI Slaves
CLK	SPI Clock, Input des SPI Slaves
CS	SPI Chip Select, Input des SPI Slaves, low aktiv
ALERT	Data Available Pin, Output des SPI Slaves

Will der SPI-Slave einen Datenaustausch initiieren, zieht er den Alert-Pin auf Low-Pegel. Taktet der SPI-Master nicht innerhalb von 250 Millisekunden verwirft der LXI-Extender das Paket.

**I2C Master:**

Die Kommunikation mit dem LXI-Extender kann auch über I2C Master stattfinden. Der I2C -Master arbeitet mit einer Taktfrequenz von 100kHz (+/-5%). Die SDA und SCL Leitung des Busses werden über 10 kΩ Pullup-Widerstände auf 3,3V gezogen. Die Adresse des I2C Slaves kann konfiguriert werden, der LXI-Extender speichert sich diese konfigurierte Adresse dauerhaft.

<b>Signal</b>	<b>Anmerkung</b>
SDA	Datenleitung, Input/Output des I2C Masters
SCL	Taktleitung, Input/Output des I2C Masters
ALERT	Data Available Pin, Input des I2C Masters

Will ein angeschlossener I2C Slave die Kommunikation initiieren, muss dieser den Alert-Pin auf Low Pegel ziehen.

### I2C Slave:

Die Kommunikation mit dem LXI-Extender kann auch über I2C Slave stattfinden. Der I2C -Master muss mit einer Taktfrequenz von 100kHz (+/-5%) arbeiten. Die SDA und SCL Leitung des Busses werden über 10 kΩ Pullup-Widerstände auf 3,3V gezogen. Die Default Adresse des I2C -Slaves ist 0x18. Bei Bedarf kann diese Slave Adresse um konfiguriert werden.

Signal	Anmerkung
SDA	Datenleitung, Input/Output des I2C Slaves
SCL	Taktleitung, Input/Output des I2C Slaves
ALERT	Data Available Pin, Output des I2C Slaves

Sollen über I2C Slave Kommunikation Daten LXI Extender Board zum angeschlossenen Gerät gesendet werden, wird der Alert Pin auf Low gezogen, dieser bleibt solange auf Low, bis der I2C Slave alle Daten gesendet hat.

### UART:

Die Kommunikation mit dem LXI-Extender-Interfaceboard kann auch über UART stattfinden. Es werden 57600 Bits pro Sekunde unterstützt. Mit acht Datenbits, keinem Paritätsbit und einem Stoppbit muss die Kommunikation initiiert werden.

Signal	Anmerkung
Rx	Empfangs-Pin UART
Tx	Sende-Pin UART

### Software Protokoll:

Zum Austausch der Daten wird eine von TSEP definiert Softwareprotokoll verwendet. Dieses Protokoll ist für alle Hardware Interfaces identisch und liegt in einer C-Implementierung als Source-Code vor.

Das Protokoll definiert eine bidirektionale Schnittstelle, der Aufbau der Daten die in beiden Richtungen ist identisch. Jedes Datenpaket hat folgenden Aufbau:

Header	Daten	Prüfsumme
6 Byte	Bis zu 512 Byte	2 Byte

### Aufbau Header:

Jeder Header besteht aus drei Einzelkomponenten, die nachfolgend aufgeführt sind:

Header	Daten	Datenlänge
2 Byte Kommando	2 Byte Flags	2 Byte Datenlänge

Von LXI Extender sind ca. 50 Kommandos definiert. Die restlichen 200 können für kundenspezifische Lösungen verwendet werden.

In diesen 16Bit hinterlegten Flags dienen zur Steuerung der Kommunikation:

- Querypaket
- Responsepaket
- Updatepaket

### Aufbau Prüfsumme:

Über das komplette Paket wird eine Prüfsumme berechnet und nach dem Header und den Nutzdaten zum Paket hinzugefügt. Zur Prüfsummenberechnung werden alle Bytes miteinander addiert, sollte ein Überlauf des Worts stattfinden, wird dies ignoriert. Ist die Prüfsumme 0 oder -1, wird in das Prüfsummenwort 0x002B eingetragen.



## TSEP Remote System:



Um einen SCPI konformen Zugang zur Gerätesoftware zu erhalten, kann das TSEP Remote System optional eingesetzt werden. Das TSEP Remote System enthält eine Reihe von SCPI 488-2 konformen Befehlen, die als Minimalausstattung notwendig sind.

Zusätzlich sind eine Reihe von SCPI Befehlen definiert, die das LXI Subsystem unterstützen. Insbesondere das „Event Messaging“ des LXI Subsystem.

Zusätzlich können beliebige kundenspezifische SCPI Kommandos definiert werden und in eigenen Parsern ausgelagert werden. Diese kundenspezifischen Kommandos können dann über das TSEP LXI Interface Board auf Gerätespezifische Daten zugreifen und diese manipulieren. Für die Kommunikationskanäle stehen TCP/IP, HiSlip und RS-232 zu Verfügung. Es können aber auch kundenspezifische Kommunikationskanäle integriert werden.

Der Zugriff über SCPI konforme Befehle auf Messgeräte ist natürlich immer auch mit einer möglichst kurzen Kommunikationszeit verbunden. Das TSEP Remote System ist besonders auf eine schnelle Kommunikation ausgelegt. Auf Intel I5 Rechner sind Antwortzeiten (Beispielsweise \*IDN?) von unter 1ms kein Problem. Bei High End Geräten mit I7 und entsprechender CPU Taktung können Zeiten von unter 400µs erreicht werden. TSEP arbeitet an einer kontinuierlichen Verbesserung der Performance des TSEP Remote Systems, da der Faktor Performance ein durchaus wichtiges Keyfeature ist.

Für die Dokumentation der Kommandos hat TSEP ein eigenes Tool erstellt, das aus den XML Definitionen der Kommandos, freidefinierte Word-Dokumente erstellt. Der Kunde erhält dieses Tool im Source-Code und kann es für seine CI und Zwecke anpassen. Das Tool wurde in C# erstellt, so das eine geringe Einarbeitungszeit und ein niedriger Skill-Level notwendig sind.

## **Preise:**

Alle nachfolgenden Preise verstehen sich excl. MwSt.

▪ TSEP Lxi Extender Development Kit	599,-- €
▪ TSEP Lxi Extender bis 10 Stück	Stück 99,-- €
▪ TSEP Lxi Extender bis 100 Stück	Stück 79,-- €
▪ TSEP Lxi Extender ab 101 Stück	Auf Anfrage
▪ TSEP Remote System für LXI Extender	Auf Anfrage