

# R&S® TS-PI02

## Analog/Digital-IO-Modul 2

### Bedienhandbuch



1506.7208.11 – 06

Dieses Handbuch beschreibt das folgende R&S®TSVP Modul:

- R&S®TS-PIO2

© 2016 Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG

Mühdorfstr. 15, 81671 München, Germany

Telefon: +49 89 41 29 - 0

Fax: +49 89 41 29 12 164

E-mail: [info@rohde-schwarz.com](mailto:info@rohde-schwarz.com)

Internet: [www.rohde-schwarz.com](http://www.rohde-schwarz.com)

Änderungen vorbehalten – Daten ohne Genauigkeitsangabe sind unverbindlich.

R&S® ist ein eingetragenes Warenzeichen der Firma Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG.

Eigennamen sind Warenzeichen der jeweiligen Eigentümer.

Im vorliegenden Handbuch werden folgende Abkürzungen verwendet: R&S®TS-PIO2 wird abgekürzt mit R&S TS-PIO2.

# Grundlegende Sicherheitshinweise

## **Lesen und beachten Sie unbedingt die nachfolgenden Anweisungen und Sicherheitshinweise!**

Alle Werke und Standorte der Rohde & Schwarz Firmengruppe sind ständig bemüht, den Sicherheitsstandard unserer Produkte auf dem aktuellsten Stand zu halten und unseren Kunden ein höchstmögliches Maß an Sicherheit zu bieten. Unsere Produkte und die dafür erforderlichen Zusatzgeräte werden entsprechend der jeweils gültigen Sicherheitsvorschriften gebaut und geprüft. Die Einhaltung dieser Bestimmungen wird durch unser Qualitätssicherungssystem laufend überwacht. Das vorliegende Produkt ist gemäß beiliegender EU-Konformitätsbescheinigung gebaut und geprüft und hat das Werk in sicherheitstechnisch einwandfreiem Zustand verlassen. Um diesen Zustand zu erhalten und einen gefahrlosen Betrieb sicherzustellen, muss der Benutzer alle Hinweise, Warnhinweise und Warnvermerke beachten. Bei allen Fragen bezüglich vorliegender Sicherheitshinweise steht Ihnen die Rohde & Schwarz Firmengruppe jederzeit gerne zur Verfügung.













Darüber hinaus liegt es in der Verantwortung des Benutzers, das Produkt in geeigneter Weise zu verwenden. Das Produkt ist ausschließlich für den Betrieb in Industrie und Labor bzw., wenn ausdrücklich zugelassen, auch für den Feldeinsatz bestimmt und darf in keiner Weise so verwendet werden, dass einer Person/Sache Schaden zugefügt werden kann. Die Benutzung des Produkts außerhalb des bestimmungsgemäßen Gebrauchs oder unter Missachtung der Anweisungen des Herstellers liegt in der Verantwortung des Benutzers. Der Hersteller übernimmt keine Verantwortung für die Zweckentfremdung des Produkts.

Die bestimmungsgemäße Verwendung des Produkts wird angenommen, wenn das Produkt nach den Vorgaben der zugehörigen Produktdokumentation innerhalb seiner Leistungsgrenzen verwendet wird (siehe Datenblatt, Dokumentation, nachfolgende Sicherheitshinweise). Die Benutzung des Produkts erfordert Fachkenntnisse und zum Teil englische Sprachkenntnisse. Es ist daher zu beachten, dass das Produkt ausschließlich von Fachkräften oder sorgfältig eingewiesenen Personen mit entsprechenden Fähigkeiten bedient werden darf. Sollte für die Verwendung von Rohde & Schwarz-Produkten persönliche Schutzausrüstung erforderlich sein, wird in der Produktdokumentation an entsprechender Stelle darauf hingewiesen. Bewahren Sie die grundlegenden Sicherheitshinweise und die Produktdokumentation gut auf und geben Sie diese an weitere Benutzer des Produkts weiter.

Die Einhaltung der Sicherheitshinweise dient dazu, Verletzungen oder Schäden durch Gefahren aller Art auszuschließen. Hierzu ist es erforderlich, dass die nachstehenden Sicherheitshinweise vor der Benutzung des Produkts sorgfältig gelesen und verstanden sowie bei der Benutzung des Produkts beachtet werden. Sämtliche weitere Sicherheitshinweise wie z.B. zum Personenschutz, die an entsprechender Stelle der Produktdokumentation stehen, sind ebenfalls unbedingt zu beachten. In den vorliegenden Sicherheitshinweisen sind sämtliche von der Rohde & Schwarz Firmengruppe vertriebenen Waren unter dem Begriff „Produkt“ zusammengefasst, hierzu zählen u. a. Geräte, Anlagen sowie sämtliches Zubehör.

## Grundlegende Sicherheitshinweise

### Symbole und Sicherheitskennzeichnungen

Symbol	Bedeutung	Symbol	Bedeutung
	Achtung, allgemeine Gefahrenstelle Produktdokumentation beachten	○	EIN-/AUS (Versorgung)
	Vorsicht beim Umgang mit Geräten mit hohem Gewicht	⏻	Stand-by-Anzeige
	Gefahr vor elektrischem Schlag	≡	Gleichstrom (DC)
	Warnung vor heißer Oberfläche	~	Wechselstrom (AC)
	Schutzleiteranschluss	⎓	Gleichstrom/Wechselstrom (DC/AC)
	Erdungsanschluss		Gerät entspricht den Sicherheitsanforderungen an die Schutzklasse II (Gerät durchgehend durch doppelte / verstärkte Isolierung geschützt).
	Masseanschluss des Gestells oder Gehäuses		EU - Kennzeichnung für Batterien und Akkumulatoren.  Das Gerät enthält eine Batterie bzw. einen Akkumulator. Diese dürfen nicht über unsortierten Siedlungsabfall entsorgt werden, sondern sollten getrennt gesammelt werden.  Weitere Informationen siehe Seite 7.
	Achtung beim Umgang mit elektrostatisch gefährdeten Bauelementen		EU - Kennzeichnung für die getrennte Sammlung von Elektro- und Elektronikgeräten.  Elektroaltgeräte dürfen nicht über unsortierten Siedlungsabfall entsorgt werden, sondern müssen getrennt gesammelt werden.  Weitere Informationen siehe Seite 7.
	Warnung vor Laserstrahl Produkte mit Laser sind je nach ihrer <a href="#">Laser-Klasse</a> mit genormten Warnhinweisen versehen. Laser können aufgrund der Eigenschaften ihrer Strahlung und aufgrund ihrer extrem konzentrierten elektromagnetischen Leistung biologische Schäden verursachen.  Für zusätzliche Informationen siehe Kapitel „Betrieb“ Punkt 7.		

## Grundlegende Sicherheitshinweise

### Signalworte und ihre Bedeutung

Die folgenden Signalworte werden in der Produktdokumentation verwendet, um vor Risiken und Gefahren zu warnen.



kennzeichnet eine unmittelbare Gefährdung mit hohem Risiko, die Tod oder schwere Körperverletzung zur Folge haben wird, wenn sie nicht vermieden wird.



kennzeichnet eine mögliche Gefährdung mit mittlerem Risiko, die Tod oder (schwere) Körperverletzung zur Folge haben kann, wenn sie nicht vermieden wird.



kennzeichnet eine Gefährdung mit geringem Risiko, die leichte oder mittlere Körperverletzungen zur Folge haben könnte, wenn sie nicht vermieden wird.



weist auf die Möglichkeit einer Fehlbedienung hin, bei der das Produkt Schaden nehmen kann.

Diese Signalworte entsprechen der im europäischen Wirtschaftsraum üblichen Definition für zivile Anwendungen. Neben dieser Definition können in anderen Wirtschaftsräumen oder bei militärischen Anwendungen abweichende Definitionen existieren. Es ist daher darauf zu achten, dass die hier beschriebenen Signalworte stets nur in Verbindung mit der zugehörigen Produktdokumentation und nur in Verbindung mit dem zugehörigen Produkt verwendet werden. Die Verwendung von Signalworten in Zusammenhang mit nicht zugehörigen Produkten oder nicht zugehörigen Dokumentationen kann zu Fehlinterpretationen führen und damit zu Personen- oder Sachschäden führen.

### Betriebszustände und Betriebslagen

*Das Produkt darf nur in den vom Hersteller angegebenen Betriebszuständen und Betriebslagen ohne Behinderung der Belüftung betrieben werden. Werden die Herstellerangaben nicht eingehalten, kann dies elektrischen Schlag, Brand und/oder schwere Verletzungen von Personen, unter Umständen mit Todesfolge, verursachen. Bei allen Arbeiten sind die örtlichen bzw. landesspezifischen Sicherheits- und Unfallverhütungsvorschriften zu beachten.*

1. Sofern nicht anders vereinbart, gilt für R&S-Produkte folgendes:  
als vorgeschriebene Betriebslage grundsätzlich Gehäuseboden unten, IP-Schutzart 2X, Verschmutzungsgrad 2, Überspannungskategorie 2, nur in Innenräumen verwenden, Betrieb bis 2000 m ü. NN, Transport bis 4500 m ü. NN, für die Nennspannung gilt eine Toleranz von  $\pm 10\%$ , für die Nennfrequenz eine Toleranz von  $\pm 5\%$ .
2. Stellen Sie das Produkt nicht auf Oberflächen, Fahrzeuge, Ablagen oder Tische, die aus Gewichts- oder Stabilitätsgründen nicht dafür geeignet sind. Folgen Sie bei Aufbau und Befestigung des Produkts an Gegenständen oder Strukturen (z.B. Wände und Regale) immer den Installationshinweisen des Herstellers. Bei Installation abweichend von der Produktdokumentation können Personen verletzt, unter Umständen sogar getötet werden.
3. Stellen Sie das Produkt nicht auf hitzeerzeugende Gerätschaften (z.B. Radiatoren und Heizlüfter). Die Umgebungstemperatur darf nicht die in der Produktdokumentation oder im Datenblatt spezifizierte Maximaltemperatur überschreiten. Eine Überhitzung des Produkts kann elektrischen Schlag, Brand und/oder schwere Verletzungen von Personen, unter Umständen mit Todesfolge, verursachen.

## Grundlegende Sicherheitshinweise

### Elektrische Sicherheit

*Werden die Hinweise zur elektrischen Sicherheit nicht oder unzureichend beachtet, kann dies elektrischen Schlag, Brand und/oder schwere Verletzungen von Personen, unter Umständen mit Todesfolge, verursachen.*

1. Vor jedem Einschalten des Produkts ist sicherzustellen, dass die am Produkt eingestellte Nennspannung und die Netzennspannung des Versorgungsnetzes übereinstimmen. Ist es erforderlich, die Spannungseinstellung zu ändern, so muss ggf. auch die dazu gehörige Netzsicherung des Produkts geändert werden.
2. Bei Produkten der Schutzklasse I mit beweglicher Netzzuleitung und Gerätesteckvorrichtung ist der Betrieb nur an Steckdosen mit Schutzkontakt und angeschlossenem Schutzleiter zulässig.
3. Jegliche absichtliche Unterbrechung des Schutzleiters, sowohl in der Zuleitung als auch am Produkt selbst, ist unzulässig. Es kann dazu führen, dass von dem Produkt die Gefahr eines elektrischen Schlags ausgeht. Bei Verwendung von Verlängerungsleitungen oder Steckdosenleisten ist sicherzustellen, dass diese regelmäßig auf ihren sicherheitstechnischen Zustand überprüft werden.
4. Sofern das Produkt nicht mit einem Netzschalter zur Netztrennung ausgerüstet ist, beziehungsweise der vorhandene Netzschalter zu Netztrennung nicht geeignet ist, so ist der Stecker des Anschlusskabels als Trennvorrichtung anzusehen.  
Die Trennvorrichtung muss jederzeit leicht erreichbar und gut zugänglich sein. Ist z.B. der Netzstecker die Trennvorrichtung, darf die Länge des Anschlusskabels 3 m nicht überschreiten.  
Funktionsschalter oder elektronische Schalter sind zur Netztrennung nicht geeignet. Werden Produkte ohne Netzschalter in Gestelle oder Anlagen integriert, so ist die Trennvorrichtung auf Anlagenebene zu verlagern.
5. Benutzen Sie das Produkt niemals, wenn das Netzkabel beschädigt ist. Überprüfen Sie regelmäßig den einwandfreien Zustand der Netzkabel. Stellen Sie durch geeignete Schutzmaßnahmen und Verlegearten sicher, dass das Netzkabel nicht beschädigt werden kann und niemand z.B. durch Stolperfallen oder elektrischen Schlag zu Schaden kommen kann.
6. Der Betrieb ist nur an TN/TT Versorgungsnetzen gestattet, die mit höchstens 16 A abgesichert sind (höhere Absicherung nur nach Rücksprache mit der Rohde & Schwarz Firmengruppe).
7. Stecken Sie den Stecker nicht in verstaubte oder verschmutzte Steckdosen/-buchsen. Stecken Sie die Steckverbindung/-vorrichtung fest und vollständig in die dafür vorgesehenen Steckdosen/-buchsen. Missachtung dieser Maßnahmen kann zu Funken, Feuer und/oder Verletzungen führen.
8. Überlasten Sie keine Steckdosen, Verlängerungskabel oder Steckdosenleisten, dies kann Feuer oder elektrische Schläge verursachen.
9. Bei Messungen in Stromkreisen mit Spannungen  $U_{\text{eff}} > 30 \text{ V}$  ist mit geeigneten Maßnahmen Vorsorge zu treffen, dass jegliche Gefährdung ausgeschlossen wird (z.B. geeignete Messmittel, Absicherung, Strombegrenzung, Schutztrennung, Isolierung usw.).
10. Bei Verbindungen mit informationstechnischen Geräten, z.B. PC oder Industrierechner, ist darauf zu achten, dass diese der jeweils gültigen IEC 60950-1 / EN 60950-1 oder IEC 61010-1 / EN 61010-1 entsprechen.
11. Sofern nicht ausdrücklich erlaubt, darf der Deckel oder ein Teil des Gehäuses niemals entfernt werden, wenn das Produkt betrieben wird. Dies macht elektrische Leitungen und Komponenten zugänglich und kann zu Verletzungen, Feuer oder Schaden am Produkt führen.

## Grundlegende Sicherheitshinweise

12. Wird ein Produkt ortsfest angeschlossen, ist die Verbindung zwischen dem Schutzleiteranschluss vor Ort und dem Geräteschutzleiter vor jeglicher anderer Verbindung herzustellen. Aufstellung und Anschluss darf nur durch eine Elektrofachkraft erfolgen.
13. Bei ortsfesten Geräten ohne eingebaute Sicherung, Selbstschalter oder ähnliche Schutzeinrichtung muss der Versorgungskreis so abgesichert sein, dass alle Personen, die Zugang zum Produkt haben, sowie das Produkt selbst ausreichend vor Schäden geschützt sind.
14. Jedes Produkt muss durch geeigneten Überspannungsschutz vor Überspannung (z.B. durch Blitzschlag) geschützt werden. Andernfalls ist das bedienende Personal durch elektrischen Schlag gefährdet.
15. Gegenstände, die nicht dafür vorgesehen sind, dürfen nicht in die Öffnungen des Gehäuses eingebracht werden. Dies kann Kurzschlüsse im Produkt und/oder elektrische Schläge, Feuer oder Verletzungen verursachen.
16. Sofern nicht anders spezifiziert, sind Produkte nicht gegen das Eindringen von Flüssigkeiten geschützt, siehe auch Abschnitt "Betriebszustände und Betriebslagen", Punkt 1. Daher müssen die Geräte vor Eindringen von Flüssigkeiten geschützt werden. Wird dies nicht beachtet, besteht Gefahr durch elektrischen Schlag für den Benutzer oder Beschädigung des Produkts, was ebenfalls zur Gefährdung von Personen führen kann.
17. Benutzen Sie das Produkt nicht unter Bedingungen, bei denen Kondensation in oder am Produkt stattfinden könnte oder ggf. bereits stattgefunden hat, z.B. wenn das Produkt von kalter in warme Umgebung bewegt wurde. Das Eindringen von Wasser erhöht das Risiko eines elektrischen Schlages.
18. Trennen Sie das Produkt vor der Reinigung komplett von der Energieversorgung (z.B. speisendes Netz oder Batterie). Nehmen Sie bei Geräten die Reinigung mit einem weichen, nicht fasernden Staublappen vor. Verwenden Sie keinesfalls chemische Reinigungsmittel wie z.B. Alkohol, Aceton, Nitroverdünnung.

### Betrieb

1. Die Benutzung des Produkts erfordert spezielle Einweisung und hohe Konzentration während der Benutzung. Es muss sichergestellt sein, dass Personen, die das Produkt bedienen, bezüglich ihrer körperlichen, geistigen und seelischen Verfassung den Anforderungen gewachsen sind, da andernfalls Verletzungen oder Sachschäden nicht auszuschließen sind. Es liegt in der Verantwortung des Arbeitsgebers/Betreibers, geeignetes Personal für die Benutzung des Produkts auszuwählen.
2. Bevor Sie das Produkt bewegen oder transportieren, lesen und beachten Sie den Abschnitt "Transport".
3. Wie bei allen industriell gefertigten Gütern kann die Verwendung von Stoffen, die Allergien hervorrufen - so genannte Allergene (z.B. Nickel) - nicht generell ausgeschlossen werden. Sollten beim Umgang mit R&S-Produkten allergische Reaktionen, z.B. Hautausschlag, häufiges Niesen, Bindehautrötung oder Atembeschwerden auftreten, ist umgehend ein Arzt aufzusuchen, um die Ursachen zu klären und Gesundheitsschäden bzw. -belastungen zu vermeiden.
4. Vor der mechanischen und/oder thermischen Bearbeitung oder Zerlegung des Produkts beachten Sie unbedingt Abschnitt "Entsorgung", Punkt 1.

## Grundlegende Sicherheitshinweise

- Bei bestimmten Produkten, z.B. HF-Funkanlagen, können funktionsbedingt erhöhte elektromagnetische Strahlungen auftreten. Unter Berücksichtigung der erhöhten Schutzwürdigkeit des ungeborenen Lebens müssen Schwangere durch geeignete Maßnahmen geschützt werden. Auch Träger von Herzschrittmachern können durch elektromagnetische Strahlungen gefährdet sein. Der Arbeitgeber/Betreiber ist verpflichtet, Arbeitsstätten, bei denen ein besonderes Risiko einer Strahlenexposition besteht, zu beurteilen und zu kennzeichnen und mögliche Gefahren abzuwenden.
- Im Falle eines Brandes entweichen ggf. giftige Stoffe (Gase, Flüssigkeiten etc.) aus dem Produkt, die Gesundheitsschäden verursachen können. Daher sind im Brandfall geeignete Maßnahmen wie z.B. Atemschutzmasken und Schutzkleidung zu verwenden.
- Falls ein Laser-Produkt in ein R&S-Produkt integriert ist (z.B. CD/DVD-Laufwerk), dürfen keine anderen Einstellungen oder Funktionen verwendet werden, als in der Produktdokumentation beschrieben, um Personenschäden zu vermeiden (z.B. durch Laserstrahl).
- EMV Klassen (nach EN 55011 / CISPR 11; sinngemäß EN 55022 / CISPR 22, EN 55032 / CISPR 32)

### **Gerät der Klasse A:**

Ein Gerät, das sich für den Gebrauch in allen anderen Bereichen außer dem Wohnbereich und solchen Bereichen eignet, die direkt an ein Niederspannungs-Versorgungsnetz angeschlossen sind, das Wohngebäude versorgt.

Hinweis: Diese Einrichtung kann wegen möglicher auftretender leitungsgebundener als auch gestrahlter Störgrößen im Wohnbereich Funkstörungen verursachen. In diesem Fall kann vom Betreiber verlangt werden, angemessene Maßnahmen durchzuführen.

### **Gerät der Klasse B:**

Ein Gerät, das sich für den Betrieb im Wohnbereich sowie in solchen Bereichen eignet, die direkt an ein Niederspannungs-Versorgungsnetz angeschlossen sind, das Wohngebäude versorgt.

## Reparatur und Service

- Das Produkt darf nur von dafür autorisiertem Fachpersonal geöffnet werden. Vor Arbeiten am Produkt oder Öffnen des Produkts ist dieses von der Versorgungsspannung zu trennen, sonst besteht das Risiko eines elektrischen Schlages.
- Abgleich, Auswechseln von Teilen, Wartung und Reparatur darf nur von R&S-autorisierten Elektrofachkräften ausgeführt werden. Werden sicherheitsrelevante Teile (z.B. Netzschalter, Netztrafos oder Sicherungen) ausgewechselt, so dürfen diese nur durch Originalteile ersetzt werden. Nach jedem Austausch von sicherheitsrelevanten Teilen ist eine Sicherheitsprüfung durchzuführen (Sichtprüfung, Schutzleitertest, Isolationswiderstand-, Ableitstrommessung, Funktionstest). Damit wird sichergestellt, dass die Sicherheit des Produkts erhalten bleibt.

## Batterien und Akkumulatoren/Zellen

*Werden die Hinweise zu Batterien und Akkumulatoren/Zellen nicht oder unzureichend beachtet, kann dies Explosion, Brand und/oder schwere Verletzungen von Personen, unter Umständen mit Todesfolge, verursachen. Die Handhabung von Batterien und Akkumulatoren mit alkalischen Elektrolyten (z.B. Lithiumzellen) muss der EN 62133 entsprechen.*

- Zellen dürfen nicht zerlegt, geöffnet oder zerkleinert werden.
- Zellen oder Batterien dürfen weder Hitze noch Feuer ausgesetzt werden. Die Lagerung im direkten Sonnenlicht ist zu vermeiden. Zellen und Batterien sauber und trocken halten. Verschmutzte Anschlüsse mit einem trockenen, sauberen Tuch reinigen.



## Grundlegende Sicherheitshinweise

3. Zellen oder Batterien dürfen nicht kurzgeschlossen werden. Zellen oder Batterien dürfen nicht gefahrbringend in einer Schachtel oder in einem Schubfach gelagert werden, wo sie sich gegenseitig kurzschließen oder durch andere leitende Werkstoffe kurzgeschlossen werden können. Eine Zelle oder Batterie darf erst aus ihrer Originalverpackung entnommen werden, wenn sie verwendet werden soll.
4. Zellen oder Batterien dürfen keinen unzulässig starken, mechanischen Stößen ausgesetzt werden.
5. Bei Undichtheit einer Zelle darf die Flüssigkeit nicht mit der Haut in Berührung kommen oder in die Augen gelangen. Falls es zu einer Berührung gekommen ist, den betroffenen Bereich mit reichlich Wasser waschen und ärztliche Hilfe in Anspruch nehmen.
6. Werden Zellen oder Batterien, die alkalische Elektrolyte enthalten (z.B. Lithiumzellen), unsachgemäß ausgewechselt oder geladen, besteht Explosionsgefahr. Zellen oder Batterien nur durch den entsprechenden R&S-Typ ersetzen (siehe Ersatzteilliste), um die Sicherheit des Produkts zu erhalten.
7. Zellen oder Batterien müssen wiederverwertet werden und dürfen nicht in den Restmüll gelangen. Akkumulatoren oder Batterien, die Blei, Quecksilber oder Cadmium enthalten, sind Sonderabfall. Beachten Sie hierzu die landesspezifischen Entsorgungs- und Recycling-Bestimmungen.

### Transport

1. Das Produkt kann ein hohes Gewicht aufweisen. Daher muss es vorsichtig und ggf. unter Verwendung eines geeigneten Hebmittels (z.B. Hubwagen) bewegt bzw. transportiert werden, um Rückenschäden oder Verletzungen zu vermeiden.
2. Griffe an den Produkten sind eine Handhabungshilfe, die ausschließlich für den Transport des Produkts durch Personen vorgesehen ist. Es ist daher nicht zulässig, Griffe zur Befestigung an bzw. auf Transportmitteln, z.B. Kränen, Gabelstaplern, Karren etc. zu verwenden. Es liegt in Ihrer Verantwortung, die Produkte sicher an bzw. auf geeigneten Transport- oder Hebmitteln zu befestigen. Beachten Sie die Sicherheitsvorschriften des jeweiligen Herstellers eingesetzter Transport- oder Hebmittel, um Personenschäden und Schäden am Produkt zu vermeiden.
3. Falls Sie das Produkt in einem Fahrzeug benutzen, liegt es in der alleinigen Verantwortung des Fahrers, das Fahrzeug in sicherer und angemessener Weise zu führen. Der Hersteller übernimmt keine Verantwortung für Unfälle oder Kollisionen. Verwenden Sie das Produkt niemals in einem sich bewegenden Fahrzeug, sofern dies den Fahrzeugführer ablenken könnte. Sichern Sie das Produkt im Fahrzeug ausreichend ab, um im Falle eines Unfalls Verletzungen oder Schäden anderer Art zu verhindern.

### Entsorgung

1. Batterien bzw. Akkumulatoren, die nicht mit dem Hausmüll entsorgt werden dürfen, darf nach Ende der Lebensdauer nur über eine geeignete Sammelstelle oder eine Rohde & Schwarz-Kundendienststelle entsorgt werden.
2. Am Ende der Lebensdauer des Produktes darf dieses Produkt nicht über den normalen Hausmüll entsorgt werden, sondern muss getrennt gesammelt werden. Rohde & Schwarz GmbH & Co.KG ein Entsorgungskonzept entwickelt und übernimmt die Pflichten der Rücknahme- und Entsorgung für Hersteller innerhalb der EU in vollem Umfang. Wenden Sie sich bitte an Ihre Rohde & Schwarz-Kundendienststelle, um das Produkt umweltgerecht zu entsorgen.

## Grundlegende Sicherheitshinweise

3. Werden Produkte oder ihre Bestandteile über den bestimmungsgemäßen Betrieb hinaus mechanisch und/oder thermisch bearbeitet, können ggf. gefährliche Stoffe (schwermetallhaltiger Staub wie z.B. Blei, Beryllium, Nickel) freigesetzt werden. Die Zerlegung des Produkts darf daher nur von speziell geschultem Fachpersonal erfolgen. Unsachgemäßes Zerlegen kann Gesundheitsschäden hervorrufen. Die nationalen Vorschriften zur Entsorgung sind zu beachten.
4. Falls beim Umgang mit dem Produkt Gefahren- oder Betriebsstoffe entstehen, die speziell zu entsorgen sind, z.B. regelmäßig zu wechselnde Kühlmittel oder Motorenöle, sind die Sicherheitshinweise des Herstellers dieser Gefahren- oder Betriebsstoffe und die regional gültigen Entsorgungsvorschriften einzuhalten. Beachten Sie ggf. auch die zugehörigen speziellen Sicherheitshinweise in der Produktdokumentation. Die unsachgemäße Entsorgung von Gefahren- oder Betriebsstoffen kann zu Gesundheitsschäden von Personen und Umweltschäden führen.

Weitere Informationen zu Umweltschutz finden Sie auf der Rohde & Schwarz Home Page.

# Quality management and environmental management

Certified Quality System  
**ISO 9001**

Certified Environmental System  
**ISO 14001**

## Sehr geehrter Kunde,

Sie haben sich für den Kauf eines Rohde&Schwarz Produktes entschieden. Sie erhalten damit ein nach modernsten Fertigungsmethoden hergestelltes Produkt. Es wurde nach den Regeln unserer Qualitäts- und Umweltmanagementsysteme entwickelt, gefertigt und geprüft. Rohde&Schwarz ist unter anderem nach den Managementsystemen ISO9001 und ISO 14001 zertifiziert.

## Der Umwelt verpflichtet

- Energie-effiziente, RoHS-konforme Produkte
- Kontinuierliche Weiterentwicklung nachhaltiger Umweltkonzepte
- ISO 14001-zertifiziertes Umweltmanagementsystem

## Dear customer,

You have decided to buy a Rohde&Schwarz product. This product has been manufactured using the most advanced methods. It was developed, manufactured and tested in compliance with our quality management and environmental management systems. Rohde&Schwarz has been certified, for example, according to the ISO9001 and ISO 14001 management systems.

## Environmental commitment

- Energy-efficient products
- Continuous improvement in environmental sustainability
- ISO 14001-certified environmental management system

## Cher client,

Vous avez choisi d'acheter un produit Rohde&Schwarz. Vous disposez donc d'un produit fabriqué d'après les méthodes les plus avancées. Le développement, la fabrication et les tests de ce produit ont été effectués selon nos systèmes de management de qualité et de management environnemental. La société Rohde&Schwarz a été homologuée, entre autres, conformément aux systèmes de management ISO 9001 et ISO 14001.

## Engagement écologique

- Produits à efficience énergétique
- Amélioration continue de la durabilité environnementale
- Système de management environnemental certifié selon ISO 14001



# Customer Support

## Technischer Support – wo und wann Sie ihn brauchen

Unser Customer Support Center bietet Ihnen schnelle, fachmännische Hilfe für die gesamte Produktpalette von Rohde & Schwarz an. Ein Team von hochqualifizierten Ingenieuren unterstützt Sie telefonisch und arbeitet mit Ihnen eine Lösung für Ihre Anfrage aus - egal, um welchen Aspekt der Bedienung, Programmierung oder Anwendung eines Rohde & Schwarz Produktes es sich handelt.

## Aktuelle Informationen und Upgrades

Um Ihr Gerät auf dem aktuellsten Stand zu halten sowie Informationen über Applikationsschriften zu Ihrem Gerät zu erhalten, senden Sie bitte eine E-Mail an das Customer Support Center. Geben Sie hierbei den Gerätenamen und Ihr Anliegen an. Wir stellen dann sicher, dass Sie die gewünschten Informationen erhalten.

### Europa, Afrika, Mittlerer Osten

Tel. +49 89 4129 12345  
[customersupport@rohde-schwarz.com](mailto:customersupport@rohde-schwarz.com)

### Nordamerika

Tel. 1-888-TEST-RSA (1-888-837-8772)  
[customer.support@rsa.rohde-schwarz.com](mailto:customer.support@rsa.rohde-schwarz.com)

### Lateinamerika

Tel. +1-410-910-7988  
[customersupport.la@rohde-schwarz.com](mailto:customersupport.la@rohde-schwarz.com)

### Asien/Pazifik

Tel. +65 65 13 04 88  
[customersupport.asia@rohde-schwarz.com](mailto:customersupport.asia@rohde-schwarz.com)

### China

Tel. +86-800-810-8228 /  
+86-400-650-5896  
[customersupport.china@rohde-schwarz.com](mailto:customersupport.china@rohde-schwarz.com)



# 1 Anwendung

## 1.1 Allgemeines

Das Analog/Digital-IO-Modul R&S TS-PIO2 kann in den Testplattformen R&S CompactTSVP und R&S PowerTSVP betrieben werden. Die Karte wird dabei von einem Rear-I/O Modul vom Typ R&S TS-PDC mit erdfreien Spannungen versorgt. Die Ansteuerung des R&S TS-PIO2 erfolgt über den im R&S CompactTSVP und R&S PowerTSVP vorhandenen CAN-BUS.

Das Modul R&S TS-PIO2 stellt 16 kombinierte analoge / digitale Eingabekanäle sowie 16 kombinierte analoge / digitale Ausgabekanäle zur Verfügung. Die Kanäle sind in die vier Gruppen eingeteilt. Jeweils der letzte Ausgangskanal einer Gruppe hat spezielle Eigenschaften. Dazu gehört eine höhere Genauigkeit, eine einstellbare Strombegrenzung, ein größerer maximaler Ausgangsstrom und die Möglichkeit, Sense- Leitungen zu verwenden. Die Einstellungen für einen Kanal können teilweise kanalspezifisch oder gruppenspezifisch (für alle Kanäle einer Gruppe gleich) durchgeführt werden. Jeder Kanal stellt dem Anwender auch einen 100  $\Omega$  Präzisionswiderstand zur Verfügung, der über den frontseitigen Stecker kontaktierbar ist.

Jeder der 16 Ausgabekanäle kann in einer der folgenden Betriebsarten betrieben werden:

- analoger Ausgang
- digital statischer Ausgang
- digital dynamischer Ausgang
- arbiträre Kurvenform
- Rechteck

Alle 16 Eingabekanäle sind auf Komparatoren geschaltet und zusätzlich auf den Eingang eines Analog-Digital-Wandlers geführt. Die Schwellen der Komparatoren sind einstellbar. Folgende Auswertungen eines Signals sind damit möglich:

- Spannungsmessungen gegen die Modulmasse
- differentielle Spannungsmessungen zwischen zwei Kanälen
- digitale Auswertung

Die zeitliche Steuerung der Bitmuster- und Messdatenerfassung bzw. die Ausgabe der digitalen Bitmuster und der Stützwerte für die Kurvenformgenerierung erfolgt parallel für alle IO-Kanäle über eine zentrale Ablaufsteuerung. Für die digitale und analoge Ein- bzw. Ausgabe stehen auf dem Modul vier Speicher mit einer Tiefe von je 5000 Werten zur Verfügung. Die Ablaufsteuerung kann über verschiedene Triggerquellen gestartet werden. Das Abtastintervall ist im Bereich 200  $\mu$ s bis 1 s einstellbar.

Unabhängig von der Ablaufsteuerung können die Ausgangskanäle ein Rechtecksignal generieren. Pegel, Frequenz und Tastverhältnis sind dabei einstellbar.

Die Ein- und Ausgänge sind flexibel über Relais verschaltbar. Jeder Ausgang kann entweder an den frontseitigen Stecker oder auf den zugehörigen Eingang geschaltet

werden. Die Eingänge jedes Kanals können zusätzlich an den frontseitigen Stecker oder auf den TSVP - Analogbus geschaltet werden.

## 1.2 Eigenschaften des Moduls R&S TS-PIO2

**Tabelle 1-1: Eigenschaften R&S TS-PIO2**

Eigenschaften R&S TS-PIO2
potentialfrei
16 Eingangskanäle und 16 Ausgangskanäle
Ausgangsspannungsbereich $\pm 27$ V
Eingangsbereiche $\pm 7$ V, $\pm 14$ V, $\pm 28$ V
Maximaler Ausgangsstrom für die 12 Standardkanäle 25 mA, für die erweiterten Kanäle 100 mA
Sense Leitungen und programmierbare Strombegrenzung für die erweiterten Kanäle
Möglichkeit der differentiellen Spannungsmessung
Hohe Genauigkeit, Auflösung 24 Bit
Maximale Abtastrate beim Messen und Aktualisierungsrate für die Ausgabe 5 kHz
Speicher für 4 x 5000 Werte (analoge und digitale Messwerte; digitale Bitmuster- und analoge Kurvenformausgabe)
Zugang zum Analogbus
Triggermöglichkeiten über PXI Triggerbus
Selbsttestfähigkeit
Softpanel für die interaktive Bedienung
LabWindows/CVI Treiber verfügbar

## 1.3 Eigenschaften des Moduls R&S TS-PDC

Das Rear-I/O Modul R&S TS-PDC dient dem Analog/Digital-IO-Modul R&S TS-PIO2 als erdfreie Gleichspannungsversorgung. Der Aufbau ist über zwei identische DC/DC-Wandler realisiert. Über eine Eingangsspannung von 5 V DC werden folgende erdfreie Gleichspannungen gewonnen:

- +15VDC  $\pm 5\%$ , 0,5A (2x)
- -15 VDC  $\pm 5 \%$ , 0,5 A (2x)
- +5 VDC  $\pm 5 \%$ , 0,5 A (2x)
- +3,3 VDC  $\pm 5 \%$ , 0,25 A (2x)

## 1.4 Sicherheitshinweise

---

**ACHTUNG**

Die Produktionstestplattform R&S CompactTSVP/ R&S PowerTSVP und das Analog/Digital-IO-Modul R&S TS-PIO2 sind für Betriebsspannungen bis 125 V ausgelegt. Die Vorschriften der EN61010-1 zum Betrieb mit „gefährlich aktiven“ Spannungen sind zu beachten.

---

Weitere Details siehe [Kapitel 5.1.17, "Hinweise zum Betrieb mit gefährlichen Spannungen"](#), auf Seite 30 und Beiblatt „Sicherheitshinweise“ im Bedienhandbuch Produktionstestplattform R&S CompactTSVP/ R&S PowerTSVP.

## 2 Ansicht

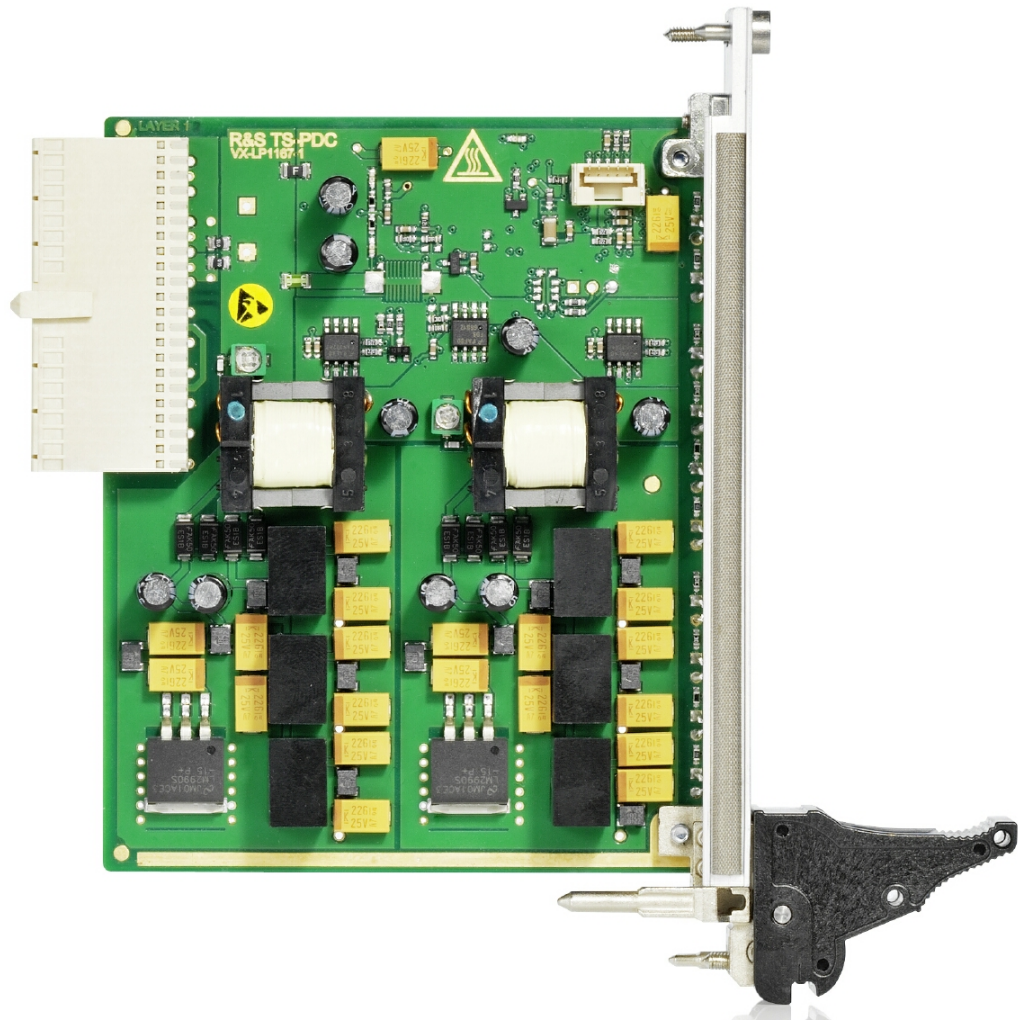
Bild 2-1 zeigt das Analog/Digital-IO-Modul R&S TS-PIO2 ohne das zugehörige Rear-I/O Modul R&S TS-PDC.

Das Rear-I/O Modul R&S TS-PDC ist in Bild 2-2 abgebildet.



**Bild 2-1: Ansicht des R&S TS-PIO2**





*Bild 2-2: Ansicht des Rear-I/O Moduls R&S TS-PDC*



Das Modul R&S TS-PDC existiert in 3 verschiedenen Ausführungen:

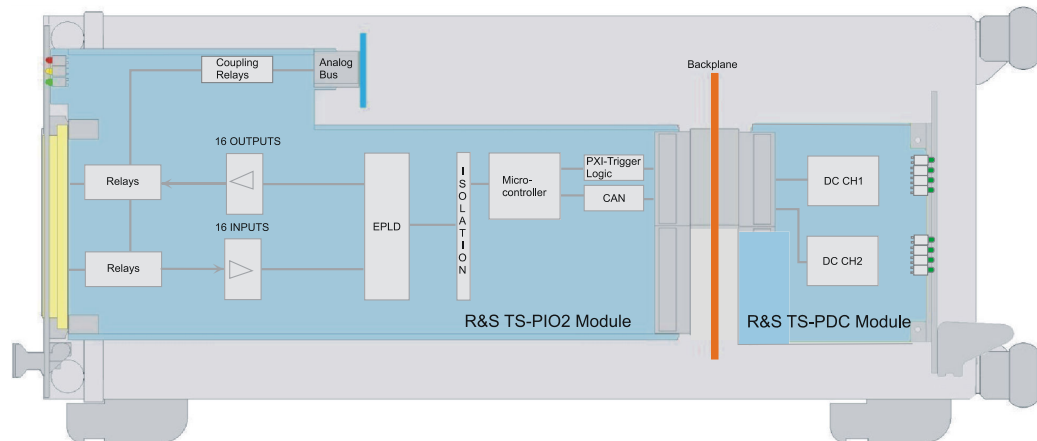
- Vergossen in einem schwarzen Gehäuse - Version bis 1.8 (1157.9804.02 obsolet)
- Gekapselt im Metallgehäuse mit Kühlrippen - Version 1.9 (1157.9804.02 obsolet)
- Ohne Gehäuse - Version ab 2.0 (1157.9804.12 aktuelle Version)

### 3 Blockschaltbild

Bild 3-1 zeigt das vereinfachte Funktionsblockschaltbild des Analog/Digital- IO-Moduls R&S TS-PIO2 und des Rear-I/O Moduls R&S TS-PDC im R&S PowerTSVP.

Bild 3-2 zeigt das Blockschaltbild des Analog/Digital-IO-Moduls R&S TS-PIO2.

Bild 3-3 zeigt das Blockschaltbild des Rear-I/O Moduls R&S TS-PDC.



**Bild 3-1: Funktionsblockschaltbild R&S TS-PIO2 mit R&S TS-PDC im R&S PowerTSVP**

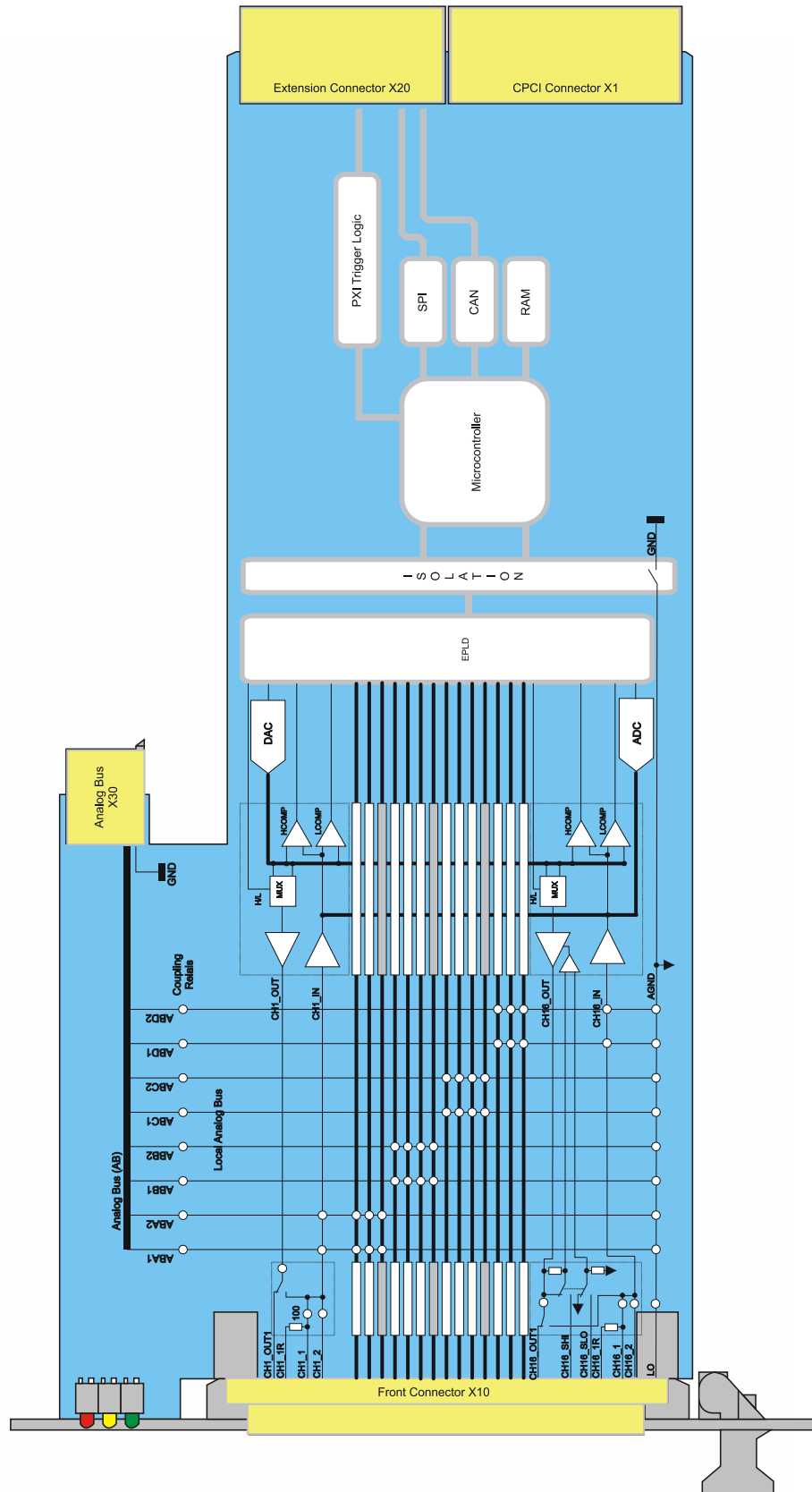


Bild 3-2: Blockschaltbild Analog/Digital-IO-Modul R&S TS-PIO2

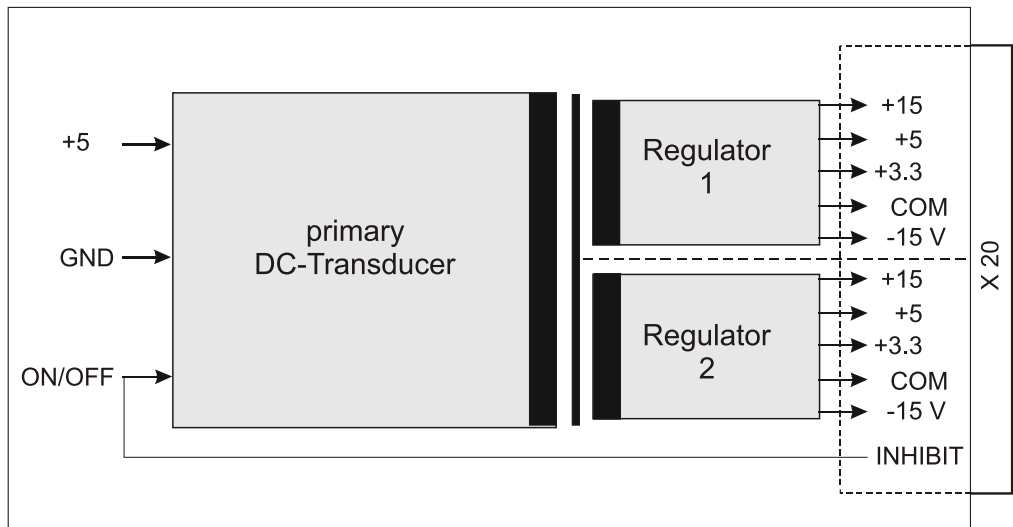


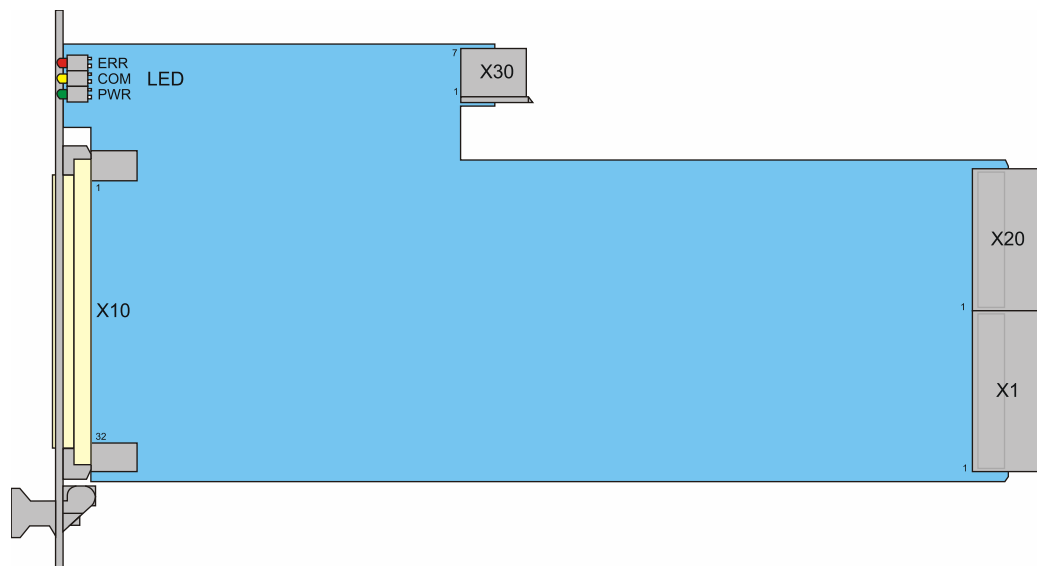
Bild 3-3: Blockschaltbild Rear-I/O Modul R&S TS-PDC

## 4 Aufbau

### 4.1 Mechanischer Aufbau des Moduls R&S TS-PIO2

Das Analog/Digital-IO-Modul R&S TS-PIO2 ist als lange Einsteckkarte für den frontseitigen Einbau in die Testplattformen R&S CompactTSVP oder R&S PowerTSVP ausgeführt.

Der frontseitige Steckverbinder X10 dient zum Anschluss von Prüflingen. Der Steckverbinder X30 verbindet das Modul mit der Analogbus- Backplane im R&S CompactTSVP/R&S PowerTSVP. Die Steckverbinder X20/X1 verbinden das Modul mit der CompactPCI-Backplane/PXI Steuerbackplane.

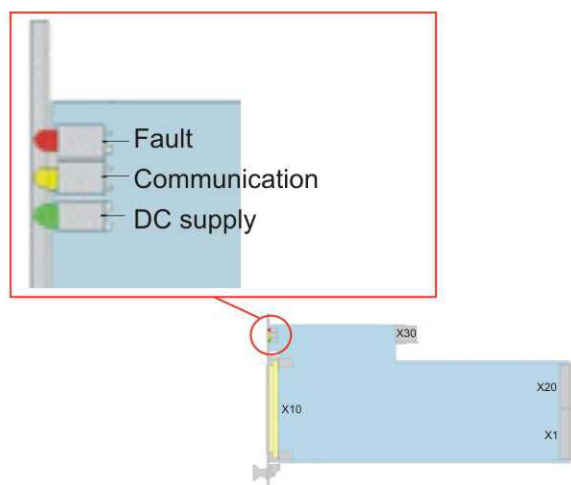


**Bild 4-1:** Anordnung der Steckverbinder und LEDs am Modul R&S TS-PIO2

**Tabelle 4-1:** Steckverbinder am R&S TS-PIO2

Kurzzeichen	Verwendung
X1	cPCI Connector
X10	Front Connector
X20	cPCI Connector
X30	Analog Bus Connector

## 4.2 Anzeigeelemente des Moduls R&S TS-PIO2



**Bild 4-2: Anordnung der LEDs am Modul R&S TS-PIO2**

Auf der Frontseite des Moduls R&S TS-PIO2 sind drei Leuchtdioden (LED) angeordnet. Diese zeigen den aktuellen Status des Moduls. Die LEDs haben folgende Bedeutung:

**Tabelle 4-2: Anzeigeelemente am Modul R&S TS-PIO2**

LED	Beschreibung
rot	Fehlerzustand: Leuchtet, wenn nach dem Einschalten der Versorgungsspannung ein Fehler beim Einschalttest auf dem Modul R&S TS-PIO2 auftritt. Dies bedeutet, dass ein Hardwareproblem auf dem Modul besteht. (siehe auch <a href="#">Kapitel 8, "Selbsttest"</a> , auf Seite 42)
gelb	Kommunikation: Leuchtet bei Datenverkehr über das Interface auf.
grün	Versorgungsspannung in Ordnung: Leuchtet, wenn alle nötigen Versorgungsspannungen anliegen (inklusive der R&S TS-PDC Spannungen).

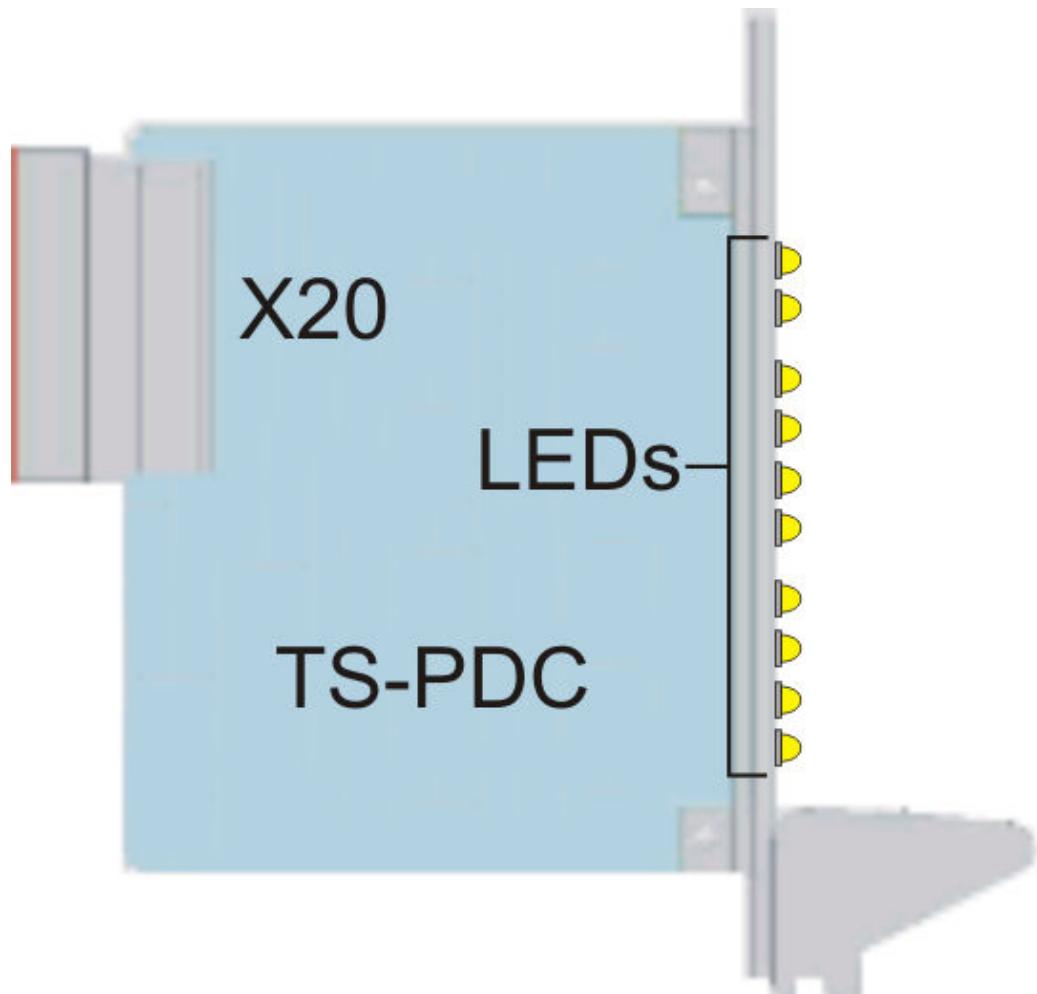
## 4.3 Mechanischer Aufbau des Moduls R&S TS-PDC

Das Rear-I/O Modul R&S TS-PDC ist für den rückseitigen Einbau in den R&S CompactTSVP/R&S PowerTSVP vorgesehen. Die Platinhöhe des Moduls beträgt 3 HE (134 mm). Die Fixierung des Moduls geschieht mit den beiden Befestigungsschrauben der Frontblende. Der Steckverbinder X20 verbindet das Modul R&S TS-PDC mit der Extension- Backplane im R&S CompactTSVP/R&S PowerTSVP. Das Modul R&S TS-PDC muss immer den entsprechenden Rear-I/O Slot zum Hauptmodul (z.B. Modul R&S TS-PIO2) verwenden.

**ACHTUNG**

Das Modul R&S TS-PDC muss immer am entsprechenden Rear- I/O Slot (gleicher Slotcode) des Moduls R&S TS-PIO2 gesteckt werden.

Bei fehlerhaftem Stecken (z.B. cPCI/PXI Standardmodulen im Frontbereich) können beide Module zerstört werden.



*Bild 4-3: Anordnung des Steckverbinders und LEDs am Modul R&S TS-PDC*

*Tabelle 4-3: Steckverbinder des Moduls R&S TS-PDC*

Kurzzeichen	Verwendung
X20	Extension (Rear I/O)

## 4.4 Anzeigeelemente des Moduls R&S TS-PDC

### 4.4.1 R&S TS-PDC Version kleiner 2.0 (1157.9804.02)

Der aktuelle Status des Moduls wird über 8 grüne LEDs signalisiert, wobei jede LED das Vorhandensein einer Ausgangsspannung anzeigt.

Im fehlerfreien Betrieb müssen gleichzeitig alle 8 LEDs leuchten.

### 4.4.2 R&S TS-PDC ab Version 2.0 (1157.9804.12)

Der aktuelle Status des Moduls wird über 10 LEDs signalisiert.

Im eingeschalteten Zustand wird durch die grüne LED PWR der Power- On Status angezeigt. Im fehlerfreien Betrieb leuchten zusätzlich die 8 grünen LEDs für jede erzeugte Ausgangsspannung.

Im Falle einer Überlastung oder Übertemperatur schaltet das Modul eigenständig ab. Der Fehler wird durch die rote LED ERR signalisiert.

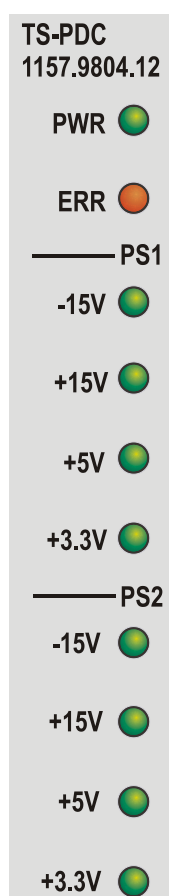


Bild 4-4: LEDs am Modul R&S TS-PDC ab Version 2.0



## 5 Funktionsbeschreibung

### 5.1 Funktionsbeschreibung zum Modul R&S TS-PIO2

#### 5.1.1 Allgemeines

Das Analog/Digital-IO-Modul R&S TS-PIO2 stellt 16 IO-Kanäle (CH1 bis CH16) zur Verfügung. Die Kanäle sind in die vier Gruppen A bis D eingeteilt. Jeweils der letzte Ausgangskanal einer Gruppe (CH4, CH8, CH12 und CH16) hat spezielle Eigenschaften.

**Tabelle 5-1: Kanäle und zugehörige Gruppen**

Kanal	Gruppe	Analogbuszugang	Anmerkung
CH1	A	ABa1, ABa2	
CH2	A	ABa1, ABa2	
CH3	A	ABa1, ABa2	
CH4	A	ABa1, ABa2	erweiterter Kanal
CH5	B	ABb1, ABb2	
CH6	B	ABb1, ABb2	
CH7	B	ABb1, ABb2	
CH8	B	ABb1, ABb2	erweiterter Kanal
CH9	C	ABc1, ABc2	
CH10	C	ABc1, ABc2	
CH11	C	ABc1, ABc2	
CH12	C	ABc1, ABc2	erweiterter Kanal
CH13	D	ABd1, ABd2	
CH14	D	ABd1, ABd2	
CH15	D	ABd1, ABd2	
CH16	D	ABd1, ABd2	erweiterter Kanal

Die Ausgänge der Kanäle können in folgenden Betriebsarten arbeiten:

- Analog
- Digital Static
- Digital Dynamic
- Waveform
- Square Wave

Die einzelnen Modi werden in den folgenden Kapiteln genauer beschrieben.

Die Einstellungen für einen Kanal können teilweise kanalspezifisch oder gruppenspezifisch durchgeführt werden. Im folgenden Bild sind die Einstellmöglichkeiten der Ausgänge für die Kanäle der Gruppe A grafisch dargestellt. Der ausgegebene Pegel hängt von den Inhalten der Pegelregister und dem Zustand im Patternregister ab. Bei der Rechteckausgabe wird der entsprechende Schalter zwischen H und L zyklisch umgeschaltet, während im Patternregister für diesen Kanal eine **1** eingetragen wird.

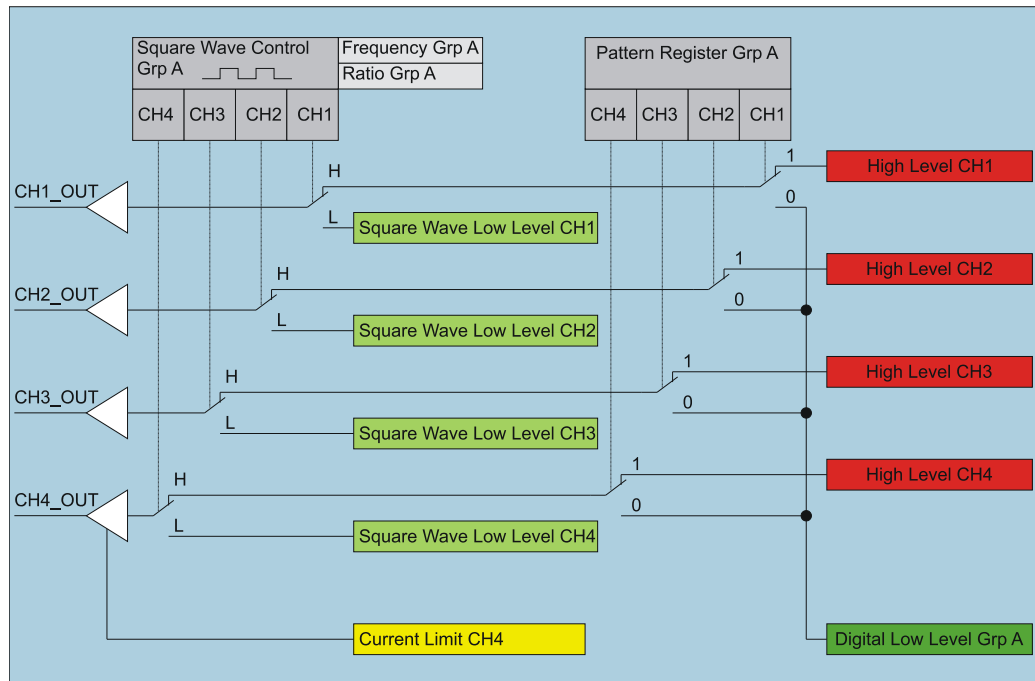


Bild 5-1: Kanal- und gruppenspezifische Parameter der Ausgänge (Gruppe A)

### 5.1.2 Anwendungsbeispiele

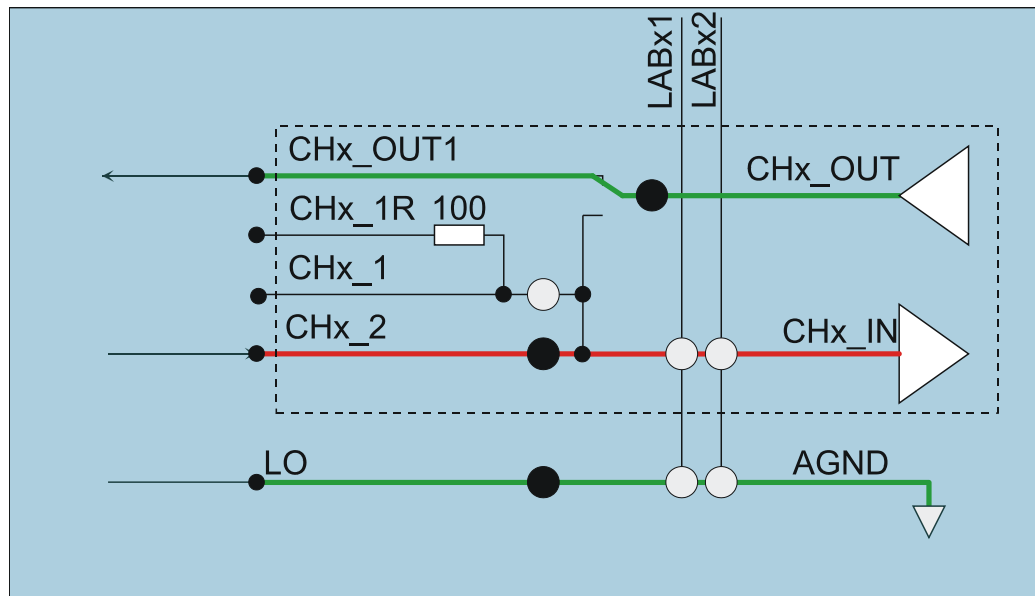


Bild 5-2: Unabhängige Verwendung von Eingang und Ausgang

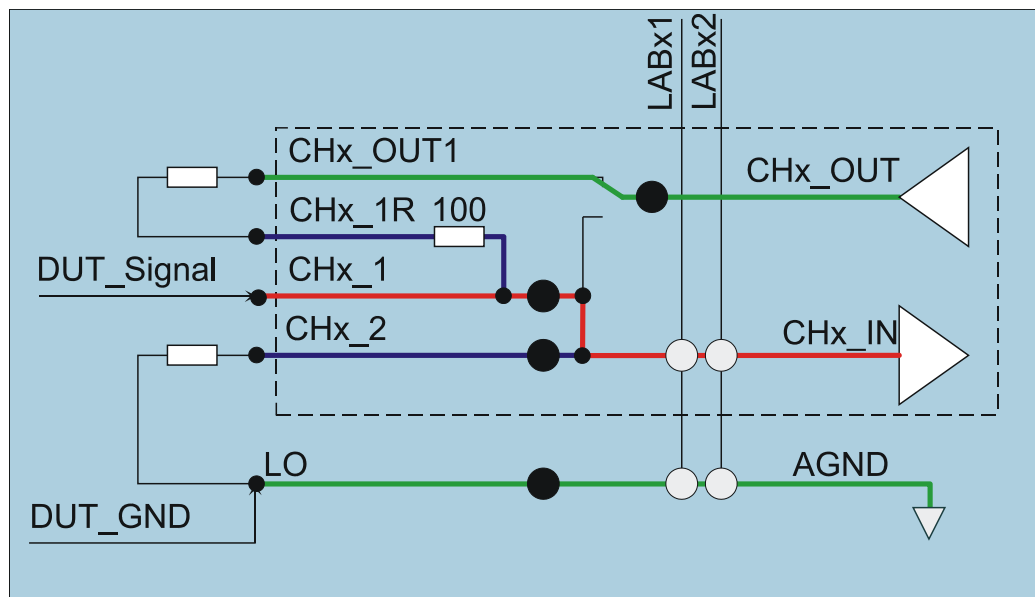


Bild 5-3: Schaltbare Lasten (Pull-up und Pull-down von digitalen Eingängen)

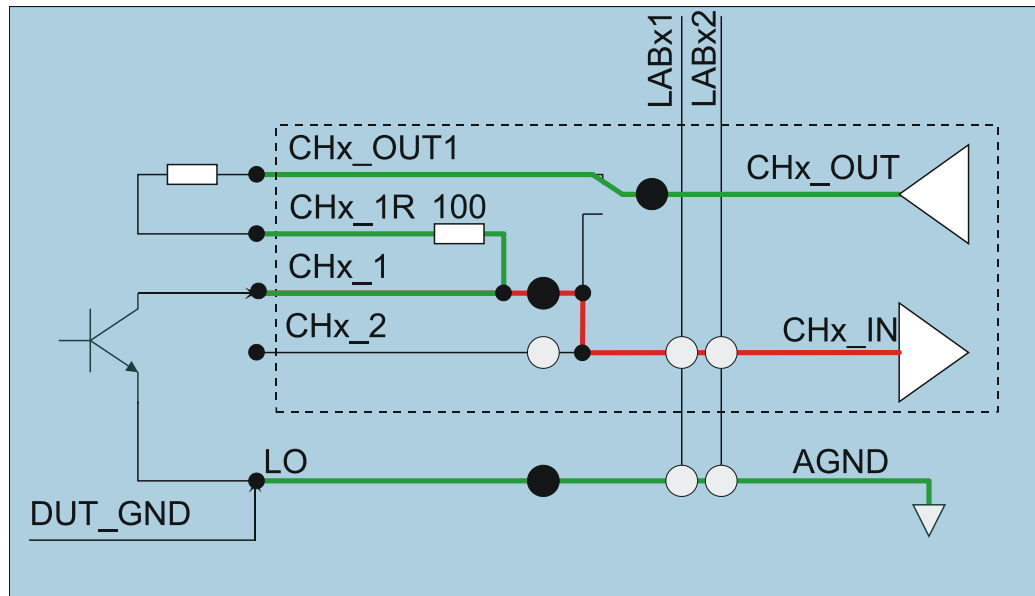


Bild 5-4: Test von „Low-Side“ Ausgängen (OC, OD, Optokoppler, Schalter usw.)

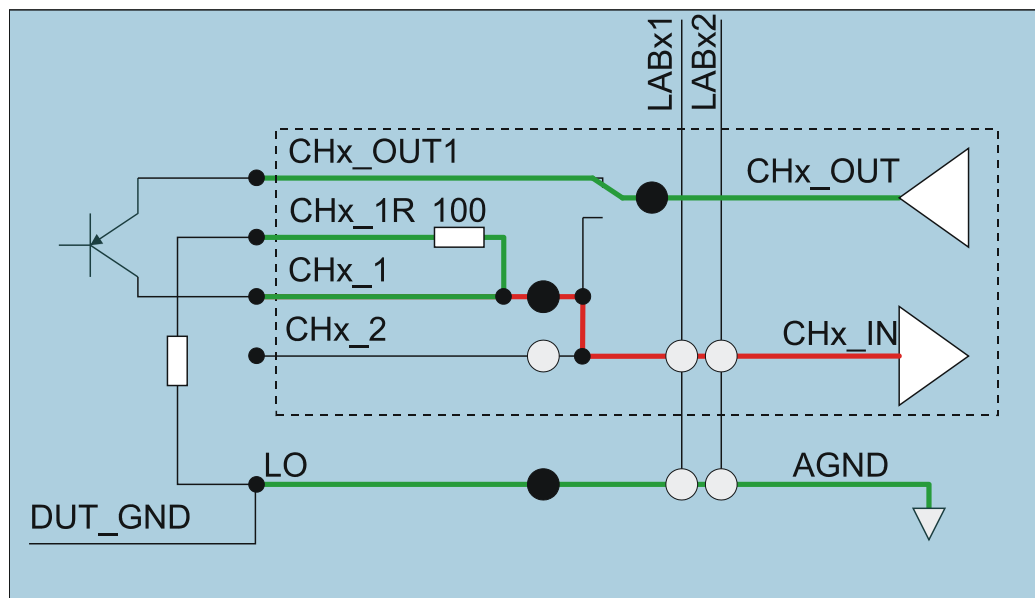


Bild 5-5: Test von „High-Side“ Ausgängen (OC, OD, Optokoppler, Schalter usw.)

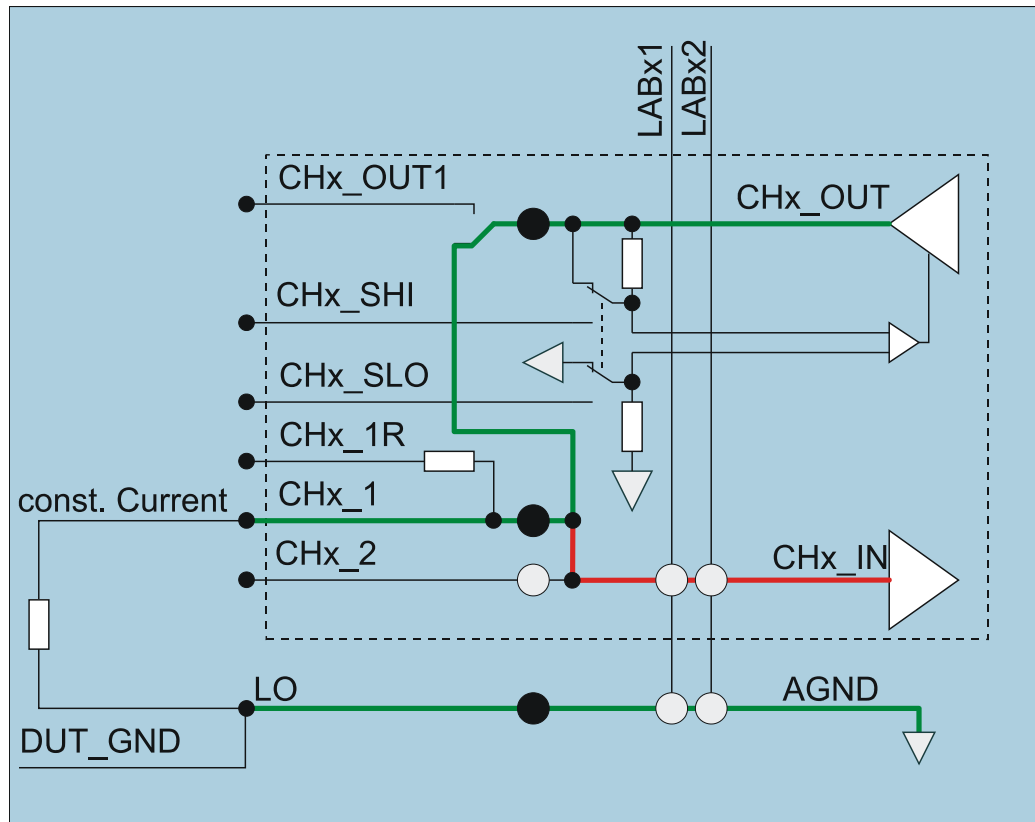


Bild 5-6: Erweiterter Kanal zur Realisierung von Stromschnittstellen (0.5 mA ... 100 mA, Aktoren)

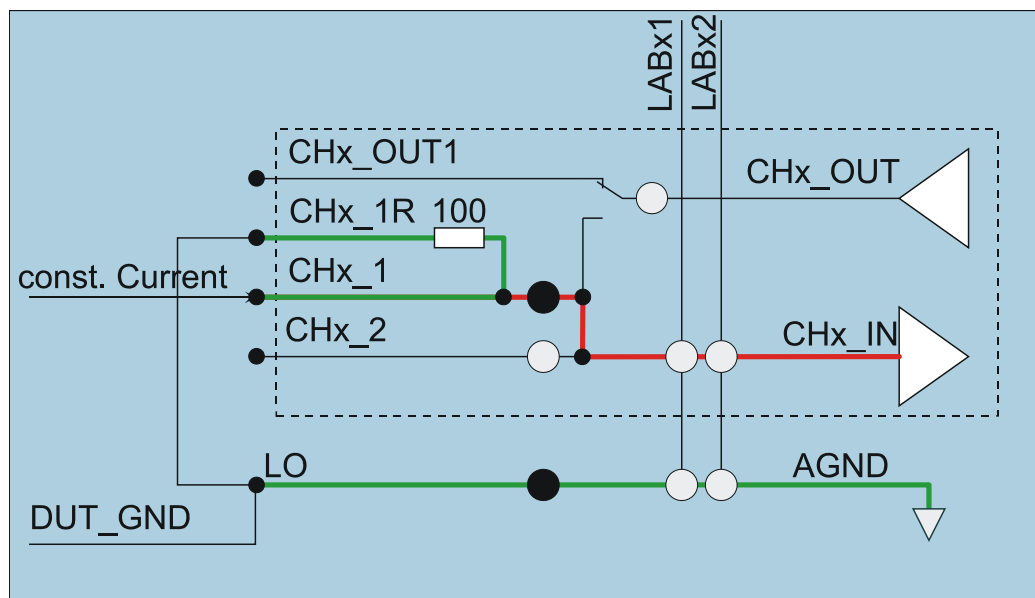


Bild 5-7: Auswertung von Stromschnittstellen (Sensoren)

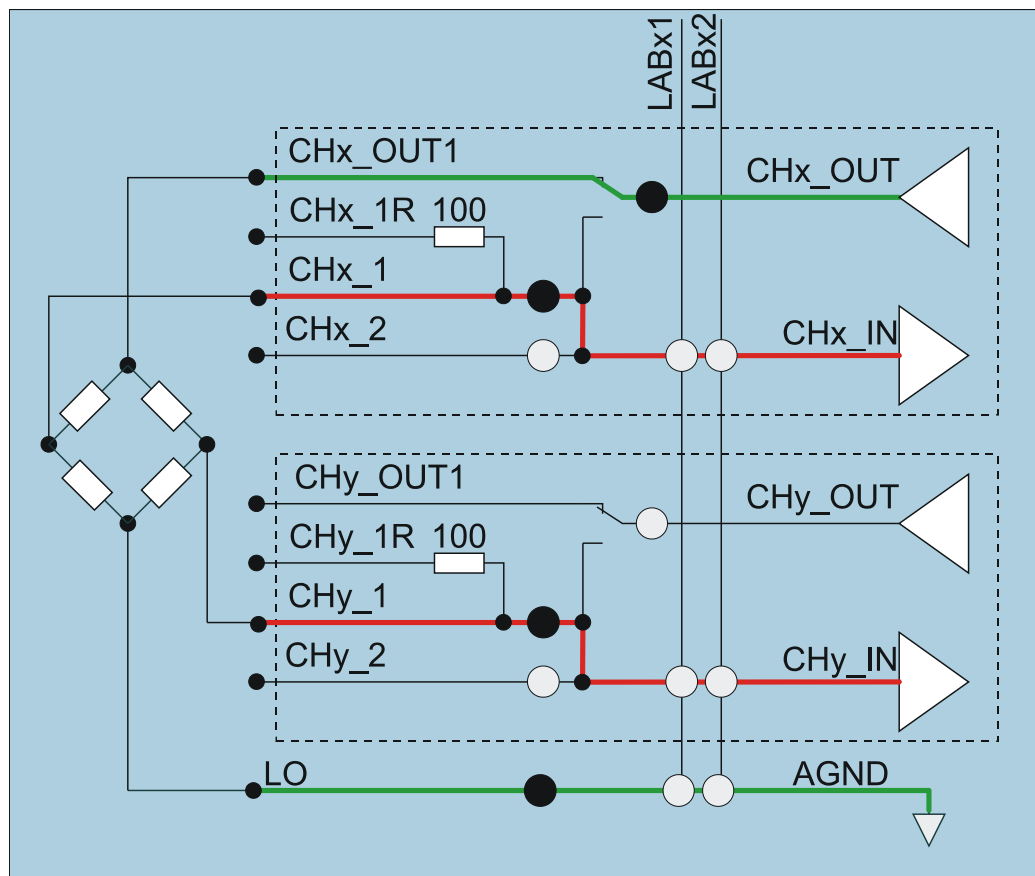


Bild 5-8: Differenzielle Messung an Brückensensoren

### 5.1.3 Verschaltung der Signale

#### 5.1.3.1 Allgemeines

Alle Signalverschaltungen auf dem Modul R&S TS-PIO2 werden mit Hilfe von Relais durchgeführt. Da Relais eine Anzugs- und Abfallverzögerung sowie eine Prellzeit aufweisen, sollte in einem Testprogramm nach dem Durchführen der Verschaltungen gewartet werden, bis die Signale stabil anliegen. Die Funktion `rspio2_IsDebounced` kann verwendet werden, um festzustellen, ob die Schaltvorgänge abgeschlossen sind. `rspio2_WaitForDebounce` wartet bis alle Schaltvorgänge beendet sind, und gibt anschließend die Kontrolle an das Testprogramm zurück.

#### **ACHTUNG**

Um Zerstörungen der Relaiskontakte zu vermeiden, sollten die Relais nur mit Strömen im spezifizierten Bereich geschaltet werden.

### 5.1.3.2 Verschaltung der Modulmasse

Die Modulmasse (potentialfreier gemeinsamer Bezugspunkt der IO-Kanäle, AGND) kann über Relais mit dem frontseitigen Stecker (LO) und mit jeder Leitung des Analogbusses (ABxy) verbunden werden.

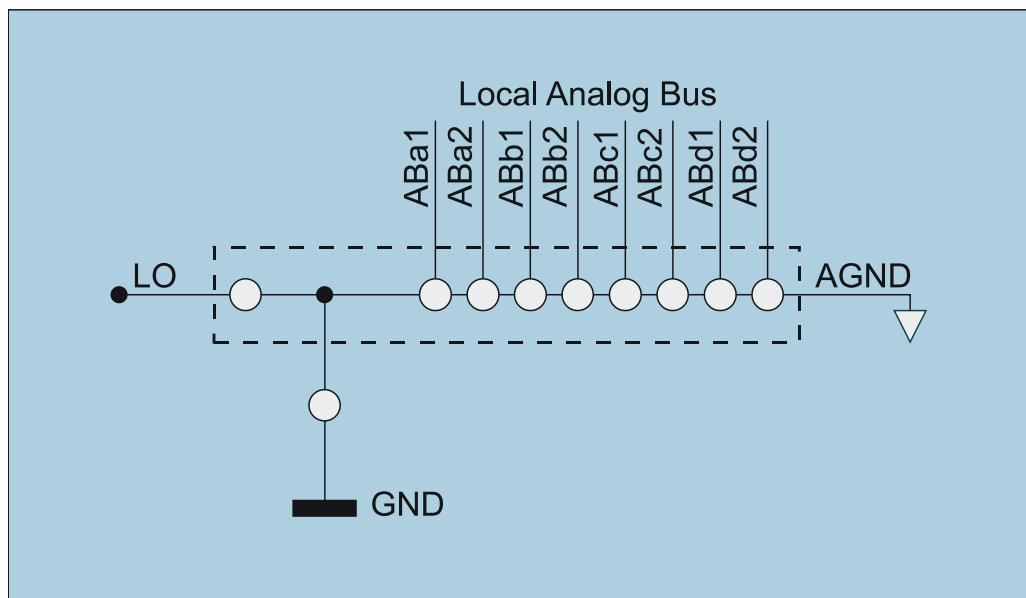


Bild 5-9: Relais zur Verschaltung der Modulmasse

Für die Bedienung dieser Relais stehen die folgenden Funktionen zur Verfügung:

- `rspio2_Connect`
- `rspio2_Disconnect`
- `rspio2_DisconnectAll`

Mit der Funktion `rspio2_DisconnectAll` können alle Verbindungen, die mit `rspio2_Connect` hergestellt wurden, durch einen einzigen Funktionsaufruf aufgehoben werden.



`rspio2_DisconnectAll` hat keinen Einfluss auf die Konfiguration der Ausgänge, Koppelrelais und des Masserelais.

Mit Hilfe des Masserelais kann die potentialfreie Modulmasse auch mit Erde verbunden werden (siehe Kapitel 5.1.3.6, "Masserelais", auf Seite 22)

### 5.1.3.3 Verschaltung der Eingänge

Die Eingänge jedes Kanals können über einen Multiplexer an den frontseitigen Stecker (CHx\_1 bzw. CHx\_2) oder auf den TSVP-Analogbus geschaltet werden (siehe Tabelle 5-1).

Für die Bedienung dieser Relais stehen die folgenden Funktionen zur Verfügung:

- `rspio2_Connect`

- `rspio2_Disconnect`
- `rspio2_DisconnectAll`

Mit der Funktion `rspio2_DisconnectAll` können alle Verbindungen, die mit `rspio2_Connect` hergestellt wurden, durch einen einzigen Funktionsaufruf aufgehoben werden.



`rspio2_DisconnectAll` hat keinen Einfluss auf die Konfiguration der Ausgänge, Koppelrelais und des Masserelais.

---

#### 5.1.3.4 Verschaltung der Ausgänge

Die Funktion `rspio2_ConfigureOutputMux` konfiguriert den Verschaltungszustand des Ausgangs eines Kanals. Folgende Einstellungen sind möglich:

- Ausgang getrennt
- Ausgang mit frontseitigem Stecker verbunden (`CHx_OUT1`)
- Ausgang mit zugehörigem Eingang verbunden (`CHx_IN`)



Es ist zu beachten, dass die Funktion `rspio2_DisconnectAll` diese Einstellung nicht beeinflusst!

---

#### 5.1.3.5 Koppelrelais

Die Koppelrelais verbinden den lokalen Analogbus (LAB) auf der Baugruppe mit dem Analogbus im R&S CompactTSVP bzw. R&S PowerTSVP. Die Funktion `rspio2_ConfigureCoupling` legt den Zustand der Koppelrelais fest.



Es ist zu beachten, dass die Funktion `rspio2_DisconnectAll` diese Relais nicht öffnet!

---

#### 5.1.3.6 Masserelais

Das Modul R&S TS-PIO2 hat ein Masserelais, mit dem die potentialfreie Modulmasse (AGND) mit Erde (GND) verbunden werden kann.



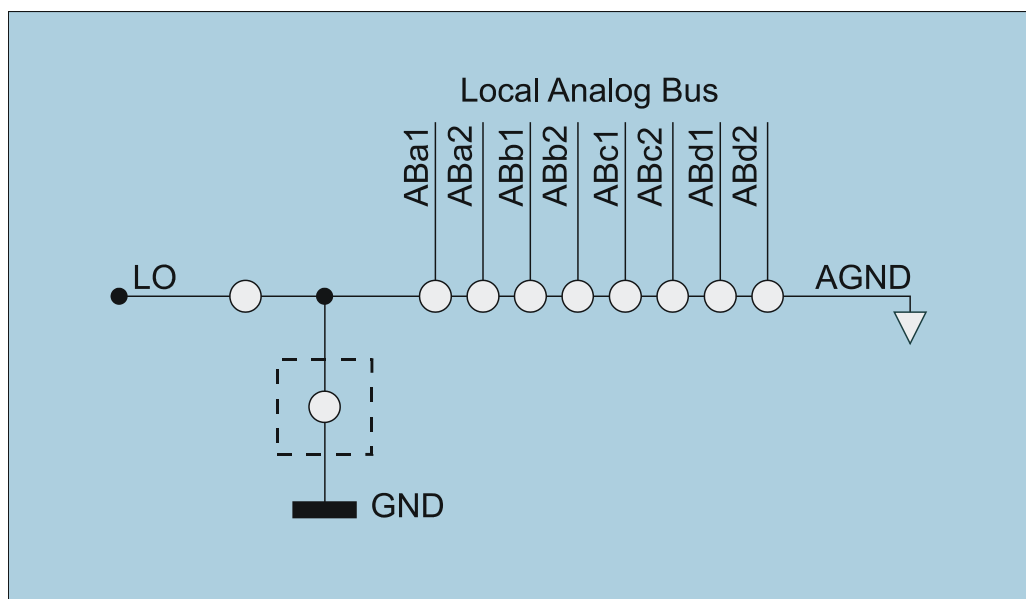


Bild 5-10: Masserelais

Im Grundzustand wird das Modul erdfrei betrieben. Mit Hilfe der Funktion `rspio2_ConfigureGround` kann dieser Zustand geändert werden.



Es ist zu beachten, dass die Funktion `rspio2_DisconnectAll` das Masserelais Relais nicht öffnet!



Aus technischen Gründen wird ein nicht verschaltetes Modul R&S TS-PIO2 (keine Verbindung der Signale zum frontseitigen Stecker oder zum Analogbus) automatisch über das Masserelais geerdet. Dieses Relais wird automatisch wieder geöffnet bevor eine neue Verschaltung durchgeführt wird. Dies gilt, wenn das Modul R&S TS-PIO2 erdfrei konfiguriert ist.

#### 5.1.4 Verwendung von Senseleitungen

Um Spannungsabfälle in der Zuleitung zur externen Last auszugleichen, können die erweiterten Kanäle (CH4, CH8, CH12 und CH16) des R&S TS-PIO2 auf externes Sensing eingestellt werden. Hierfür sind zwei weitere Leitungen direkt zum Prüfling erforderlich. Die gemessene Differenzspannung an diesen Leitungen wird automatisch von dem R&S TS-PIO2 auf die Sollspannung geregelt.

Mit Hilfe der Funktion `rspio2_ConfigureRemoteSensing` werden die Senseleitungen an den frontseitigen Steckverbinder (CHx\_SHI und CHx\_SLO) geschaltet.

### 5.1.5 Einstellen einer Strombegrenzung

Die erweiterten Kanäle (CH4, CH8, CH12 und CH16) des R&S TS-PIO2 erlauben die Einstellung einer Strombegrenzung. Der eingestellte Wert ist unabhängig vom eingestellten Modus eines Kanals und findet damit immer Anwendung. Die Funktion `rspio2_ConfigureChannelCurrentLimit` ermöglicht diese Einstellung.

### 5.1.6 Ausgabe von statischen Spannungen

Im Grundzustand des Moduls sind alle Ausgänge in der Betriebsart "Analog". Bei Bedarf kann mit Hilfe der Funktion `rspio2_ConfigureChannelMode` dieser Modus auch ausgewählt werden.

Die Spannung kann mit der Funktion `rspio2_ConfigureChannelLevels` kanalspezifisch eingestellt werden. Der Parameter "Output High Level" bestimmt dabei die Ausgangsspannung.

### 5.1.7 Ausgabe von statischen digitalen Bitmustern

Mit Hilfe der Funktion `rspio2_ConfigureChannelMode` kann ein Kanal in den Modus "Digital Static" geschaltet werden. Es können beliebig viele Kanäle in dieser Betriebsart arbeiten. Abhängig von einem programmierten Bitmuster wird entweder die kanalspezifische Spannung "Output High Level" oder die einer Gruppe zugeordnete Spannung "Output Digital Low Level" ausgegeben.

**Tabelle 5-2: Ausgangsspannungen im Modus "Digital Static" und "Digital Dynamic"**

Patternwert	Ausgegebene Spannung	Einstellfunktion des Spannungswertes
0	Output Digital Low Level	<code>rspio2_ConfigureGroup</code>
1	Output High Level	<code>rspio2_ConfigureChannelLevels</code>

Der Patternwert für die Kanäle im Modus "Digital Static" wird mit der Funktion `rspio2_SetDigitalOutputState` eingestellt. Ein Parameter dieser Funktion dient als Maske, damit auch einzelne Kanäle bedient werden können.



Beim Wechsel vom Modus "Analog", "Waveform" oder "Square Wave" in den Modus "Digital Static", wird der Pegel "Output High Level" ausgegeben (Patternwert 1).

### 5.1.8 Ausgabe von dynamischen digitalen Bitmustern

In der Betriebsart „Digital Dynamic“ wird die Ausgangsspannung der beteiligten Kanäle von einem digitalen Bitmuster bestimmt, das nach dem Starten der Ablaufsteuerung (siehe [Kapitel 5.1.13, "Triggerung und Ablaufsteuerung"](#), auf Seite 28) zyklisch aktualisiert wird.

Mit Hilfe der Funktion `rspio2_ConfigureChannelMode` kann dieser Modus für einen Kanal ausgewählt werden. Es können beliebig viele Kanäle in diese Betriebsart geschaltet werden.

Die Einstellung der High- und Low-Pegel für die beteiligten Kanäle erfolgt wie im Modus "Digital Static" (siehe [Kapitel 5.1.7, "Ausgabe von statischen digitalen Bitmustern"](#), auf Seite 24).

Bevor die Ablaufsteuerung gestartet wird, müssen das Bitmuster auf das Modul R&S TS-PIO2 geladen werden. Dazu dient die Funktion `rspio2_SetDigitalDynamicMemory`. Es können maximal 5000 Werte in den Speicher geschrieben werden. Falls weniger Werte im Speicher abgelegt wurden, als die Ablaufsteuerung ausgeben möchte, wird der letzte Wert wiederholt.



Beim Wechsel vom Modus "Analog", "Waveform" oder "Square Wave" in den Modus "Digital Dynamic", wird der Pegel "Output High Level" ausgegeben (Patternwert 1). Wenn vor dem Starten der dynamischen Bitmuster-Ausgabe der Pegel "Output Digital Low Level" anliegen soll, muss zunächst im Modus "Digital Static" der Patternwert 0 eingestellt werden.

### 5.1.9 Ausgabe von Kurvenformen

Mit Hilfe der Funktion `rspio2_ConfigureChannelMode` kann einer der 16 Kanäle in die Betriebsart "Waveform" geschaltet werden. Dazu wird im Patternregister für diesen Kanal eine 1 eingetragen. Nach dem Starten der Ablaufsteuerung (siehe [Kapitel 5.1.13, "Triggerung und Ablaufsteuerung"](#), auf Seite 28) wird die Ausgangsspannung dieses Kanals von den Werten im Kurvenformspeicher bestimmt. Die Werte werden dazu in das Register "High Level" übertragen.

Die Funktion `rspio2_SetAnalogWaveformMemory` dient zum Übertragen der Stützwerte auf das Modul R&S TS-PIO2. Wie bei den digitalen Bitmustern können maximal 5000 Werte in den Speicher geschrieben werden. Falls weniger Werte im Speicher abgelegt wurden, als die Ablaufsteuerung ausgeben möchte, wird der letzte Wert wiederholt.



Innerhalb einer Gruppe können die Betriebsarten "Waveform" und "Square Wave" nicht gleichzeitig ausgewählt werden.

### 5.1.10 Ausgabe von Rechtecksignalen

Damit ein Kanal ein Rechtecksignal ausgeben kann, muss zunächst mit der Funktion `rspio2_ConfigureChannelMode` die Betriebsart "Square Wave" aktiviert werden. Es können mehrere Kanäle gleichzeitig in diesem Modus betrieben werden.

Bei der Generierung von Rechtecksignalen lässt sich sowohl der High- als auch der Low-Pegel mit Hilfe der Funktion `rspio2_ConfigureChannelLevels` kanalspezifisch einstellen. Bei gestoppter Rechteckgenerierung wird immer der "Output High Level" ausgegeben. Frequenz und Tastverhältnis werden immer für die entsprechende

Gruppe festgelegt. Dies geschieht mit der Funktion `rspio2_ConfigureSquareWave`. Frequenz und Tastverhältnis können auch geändert werden, während das Signal generiert wird.

Bei der Einstellung des Rechtecksignals ist die im Datenblatt ausgewiesene Anstiegs- und Abfallzeit der Kanäle zu berücksichtigen. Die erweiterten Kanäle haben hierbei längere Zeiten.

Die Ausgabe der Rechtecksignale wird schließlich mit der Funktion `rspio2_SquareWaveEnabled` für eine Gruppe gestartet. Zum Stoppen der Generierung wird die gleiche Funktion verwendet. Die Parameter der Funktion erlauben ein synchrones Starten der Ausgabe für mehrere Gruppen.

Die Generierung der Rechtecksignale ist unabhängig von der Ablaufsteuerung für die Erfassung von Messwerten und der Ausgabe von digitalen Bitmustern und arbiträren Kurvenformen.



Wenn die Ausgabe eines Rechtecksignals für eine Gruppe freigegeben ist, können folgende Einstellungen für alle Kanäle dieser Gruppe nicht modifiziert werden:

- Output High Level
- Output Square Wave Low Level
- Output Current Limit
- Output Digital Low Level
- Input Digital High Threshold
- Input Digital Low Threshold

### 5.1.11 Digitale Messwerterfassung

Jeder Eingang ist auf zwei Komparatoren geführt, deren Ansprechschwelle einstellbar ist. Dadurch lässt sich eine Hysterese bei der Bewertung von Signalen realisieren. Die Schwellen können mit Hilfe der Funktion `rspio2_ConfigureGroup` gesetzt werden. Für jede Gruppe von Kanälen können damit individuelle Schwellen eingestellt werden.

Das Ergebnis der Signalbewertung eines Kanals ist **1**, wenn der Eingangspegel größer als der Wert "Input Digital High Threshold" ist. Das Ergebnis der Signalbewertung eines Kanals ist **0**, wenn der Eingangspegel kleiner als der Wert "Input Digital Low Threshold" ist.

Befindet sich der Eingangspegel zwischen den Schwellwerten, wird immer der letzte Zustand beibehalten.

Die digitale Messwerterfassung erfolgt parallel zur Spannungsmessung und wird mit der Ablaufsteuerung (siehe [Kapitel 5.1.13, "Triggerung und Ablaufsteuerung"](#), auf Seite 28) gestartet. Die Ergebnisse werden mit der Funktion `rspio2_FetchDigital` abgeholt.

### 5.1.12 Spannungsmessungen

Für die Spannungsmessung an den Eingängen stehen zwei Methoden zur Verfügung:

**Tabelle 5-3: Methoden zur Spannungsmessung**

Methoden	Anmerkung
Single Ended	Es wird der Pegel zwischen einem Eingang (CHx_IN) und Modulmasse (AGND bzw. LO am frontseitigen Stecker) gemessen
Differential	Es wird der Pegel zwischen zwei Eingängen durch Differenzbildung ermittelt. Folgende Kombinationen von Eingängen sind möglich: CH1 - CH9 CH2 - CH10 CH3 - CH11 CH4 - CH12 CH5 - CH13 CH6 - CH14 CH7 - CH15 CH8 - CH16

Folgende Messbereiche sind einstellbar:

- 7V
- 14V
- 28V

Die Konfiguration der Spannungsmessung erfolgt mit der Funktion `rspio2_ConfigureAnalogMeasurement`.

Die Aufnahme der Messwerte wird von der Ablaufsteuerung (siehe [Kapitel 5.1.13, "Triggerung und Ablaufsteuerung"](#), auf Seite 28) kontrolliert. Durch die Einstellung des Zeitintervalls wird auch die Wandelzeit des ADC und damit die Eingangsbandbreite und erreichbare Genauigkeit festgelegt. Der Parameter "Sample Interval" der Funktion `rspio2_ConfigureSampling` hat deshalb auch eine Bedeutung, wenn nur ein Messwert ("Sample Count" = 1) genommen werden soll!

**Tabelle 5-4: Zusammenhang von "Sample Interval" mit Bandbreite und Genauigkeit**

Intervall	Eingangsbandbreite	Genauigkeit
200 µs ≤ Sample Interval < 1 ms	hoch	geringer
1 ms ≤ Sample Interval < 10.0 ms	mittel	höher
10.0 ms ≤ Sample Interval ≤ 1 s	gering	am besten

Die Messwertaufnahme wird über die Ablaufsteuerung (siehe [Kapitel 5.1.13, "Triggerung und Ablaufsteuerung"](#), auf Seite 28) gestartet. Die Ergebnisse können mit der Funktion `rspio2_FetchAnalog` abgefragt werden. Falls man nur an dem Mittelwert aller aufgenommenen Samples interessiert ist, kann dieser mit `rspio2_FetchAverage` abgeholt werden.

### 5.1.13 Triggerung und Ablaufsteuerung

Die Erfassung von Messwerten und die Ausgabe von digitalen Bitmustern und arbiträren Kurvenformen wird von einer zentralen Steuerung kontrolliert. Mit der Funktion `rspio2_ConfigureSampling` kann die Anzahl der Samples festgelegt werden, die aufgenommen bzw. ausgegeben werden sollen. Auch das Zeitintervall zwischen den Samples kann mit dieser Funktion eingestellt werden.

In jedem Zeitschlitz werden von der Ablaufsteuerung folgende Aktionen ausgeführt:

- Ausgeben eines digitalen Bitmusters, falls mindestens ein Ausgang im Modus "Digital Dynamic" ist
- Ausgeben eines analogen Stützwertes, falls ein Kanal im Modus "Waveform" betrieben wird
- Ausgeben eines Pulses auf den konfigurierten Triggerleitungen
- Einlesen eines digitalen Bitmusters
- Einlesen eines Messwertes

Zum Starten der Ablaufsteuerung stehen verschiedene Triggerquellen zur Verfügung:

**Tabelle 5-5: Triggerquellen**

Triggerquelle	Anmerkung
Immediate	Die Ablaufsteuerung startet sofort beim Aufruf der Funktion <code>rspio2_Initiate</code>
External	erdbezogener TTL Eingang XT11 am frontseitigen Stecker; positive Flanke triggert die Ablaufsteuerung
Software	Die Ablaufsteuerung wird mit der Funktion <code>rspio2_SendSoftwareTrigger</code> gestartet
PXI0 ... PXI7	positive Flanken auf den PXI Triggerleitungen starten die Ablaufsteuerung

Die Funktion `rspio2_ConfigureTriggerSource` legt die Triggerquelle fest. Mit Hilfe der Funktion `rspio2_Initiate` wird die zuvor konfigurierte Triggerquelle freigegeben und die Ablaufsteuerung befindet sich im Zustand "Initiated". Nach dem Eintreffen des Triggerereignisses geht die Steuerung in den Zustand "Sampling" über. Nachdem die eingestellte Anzahl Samples eingelesen bzw. ausgegeben wurde, geht die Ablaufsteuerung in den Grundzustand zurück. Die eingelesenen Daten können nun mit den zugehörigen Funktionen (`rspio2_FetchAnalog`, `rspio2_FetchAverage`, `rspio2_FetchDigital`) abgeholt werden. Diese Funktionen haben einen "Timeout" Parameter. Sollte die Ablaufsteuerung innerhalb der übergebenen Zeit nicht abgelaufen sein, wird ein Fehler zurückgegeben. Ansonsten werden die Ergebnisse geliefert.



Wenn sich die Ablaufsteuerung im Zustand "Initiated" bzw. "Sampling" befindet, können einige Funktionen nicht ausgeführt werden. Diese Funktionen liefern in diesem Fall eine Fehlermeldung. Bei Bedarf kann die Ablaufsteuerung mit der Funktion `rspio2_Abort` in den Grundzustand gebracht werden.

### 5.1.14 Generierung von Triggersignalen

Das Modul R&S TS-PIO2 ist in der Lage, Triggersignale auf folgenden Leitungen zu generieren:

**Tabelle 5-6: Triggerausgänge**

Bezeichnung	Anmerkung
XTO1	erdbezogener TTL Ausgang XTO1 am frontseitigen Stecker
PXI0 ... PXI7	PXI Triggerleitungen auf der Backplane

Damit eine Änderung auf den Triggerleitungen stattfindet, muss der ausgewählten Leitung ein Ereignis zugeordnet werden, das den Triggerpuls auslöst. Folgende Einstellungen sind möglich:

**Tabelle 5-7: Ereignisse für die Ausgabe eines Triggerpulses**

Bezeichnung	Anmerkung
General Purpose Trigger	Die Funktion <code>rspio2_InitiateTrigger</code> erzeugt auf den konfigurierten Triggerleitungen einen Puls von ca. 1 $\mu$ s Länge.
Sequence Start	Beim Starten der Ablaufsteuerung wird ein Puls von ca. 1 $\mu$ s Länge auf den konfigurierten Triggerleitungen generiert.
Sample Clock	In jedem Zeitschlitz der Ablaufsteuerung wird ein Puls von ca. 1 $\mu$ s Länge auf den konfigurierten Triggerleitungen generiert.

Auch die Polarität des Triggersignals kann für die einzelnen Ausgänge festgelegt werden. Die Treiberstufen für die PXI Triggerleitungen sind zusätzlich abschaltbar.

Alle Einstellungen werden mit Hilfe der Funktion `rspio2_ConfigureTriggerOutput` vorgenommen.

### 5.1.15 Autokorrektur

Damit die hohen Genauigkeiten erreicht werden, muss unter bestimmten Umständen ein Prozess gestartet werden, der automatisch neue Korrekturwerte ermittelt. Dieser Prozess wird mit Hilfe der Funktion `rspio2_PerformAutoCorrection` durchgeführt. Die Ermittlung der Korrekturwerte nimmt dabei ca. eine Minute in Anspruch und die Funktion wird erst beendet, wenn der Prozess abgeschlossen ist. Nach der Autokorrektur befindet sich das Modul R&S TS-PIO2 im Grundzustand.

Bei geringeren Anforderungen an die Genauigkeit kann die Funktion `rspio2_PerformFastAutoCorrection` durchgeführt werden. Dieser Prozess ist bereits nach ca. 2 Sekunden abgeschlossen.

Die Autokorrektur muss spätestens nach 24 Stunden Betriebszeit, oder wenn sich die Temperatur auf dem Modul R&S TS-PIO2 um 5 °C ändert, durchgeführt werden. Der Treiber überwacht diese Parameter. Mit der Funktion `rspio2_QueryDeviceState` kann abgefragt werden, ob die Autokorrektur gestartet werden muss.



Die Funktion `rspio2_QueryDeviceState` verlangt immer nach einer Autokorrektur, wenn das Modul R&S TS-PIO2 neu eingeschaltet oder durch einen Hardware-Reset zurückgesetzt wurde.

### 5.1.16 Übertemperaturschutz

Auf dem Modul R&S TS-PIO2 befinden sich vier Temperatursensoren. Wenn einer dieser Sensoren eine unzulässige Temperatur meldet, schaltet sich das Modul automatisch ab. Die Funktionen zum Verschalten der Signale und zum Aktivieren der Ausgänge liefern in diesem Zustand eine Fehlermeldung. Die vollständige Bedienung des R&S TS-PIO2 ist erst wieder möglich, wenn die Temperatur im zulässigen Bereich ist, und das Ansprechen der Schutzmaßnahme durch Aufruf der Funktion `rspio2_reset` quittiert wurde. Mit der Funktion `rspio2_QueryDeviceState` kann der Zustand der Temperaturüberwachung abgefragt werden.

### 5.1.17 Hinweise zum Betrieb mit gefährlichen Spannungen

Die folgenden Spannungs-Grenzwerte gelten nach der EN 61010-1 als "gefährlich aktiv".

- 70 V DC
- 33 V AC<sub>eff</sub>
- 46.7 V AC<sub>peak</sub>

## ACHTUNG

Bei Betrieb des Analog/Digital-IO-Moduls R&S TS-PIO2 oberhalb dieser Spannungs-Grenzwerte sind die Vorschriften der EN 61010-1 zu beachten.

Das Analog/Digital-IO-Modul R&S TS-PIO2 und die Test System Versatile Platform CompactTSVP sind für eine maximale Spannung von 125 V zwischen erdfreien Messgeräten, Analogbussen und GND ausgelegt. Es muss darauf geachtet werden, dass diese Grenze auch bei Summation von Spannungen zu keiner Zeit, also auch nicht durch Wechselsignale, überschritten wird.

Bild 5-11 zeigt einige typische zulässige Spannungskonfigurationen zwischen Analogbussen und Masse.

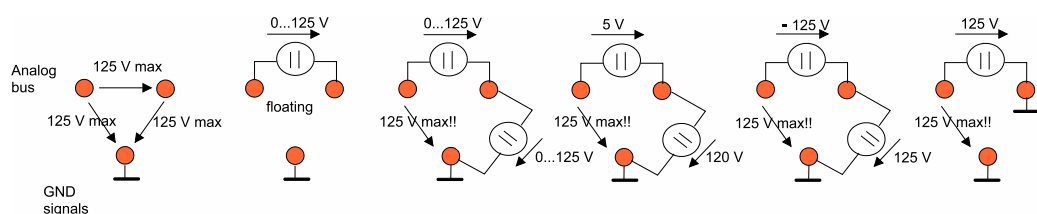


Bild 5-11: Zulässige Spannungen an Analogbusleitungen



Aus Brandschutzgründen wird nach EN 61010-1 empfohlen, bei DC-Quellen Strom bzw. die Leistung auf 150 VA zu begrenzen.

## 5.2 Funktionsbeschreibung zum Modul R&S TS-PDC

Das Rear-I/O Modul R&S TS-PDC ist als primär getakteter DC-Schaltwandler ausgeführt. Die Eingangsspannung (5 V DC) wird auf zwei sekundäre Potenziale übertragen und über Regler auf die Nennspannung gebracht. Der Status der jeweiligen Ausgangsspannung wird durch eine LED angezeigt.

Folgende Gleichspannungen werden erzeugt:

- +15 V DC, 0,5 A (2x)
- -15 V DC, 0,5 A (2x)
- +5 V DC, 0,5 A (2x)
- +3,3 V DC, 0,25 A (2x)

## 6 Inbetriebnahme

### 6.1 Installation des Moduls R&S TS-PIO2

Zur Installation des Einsteckmoduls R&S TS-PIO2 ist wie folgt vorzugehen:

- Herunterfahren und Ausschalten des TSVP.
- Auswahl eines geeigneten frontseitigen Steckplatzes. Siehe hierzu Bedienhandbuch „CompactTSVP R&S TS-PCA3“ bzw. „PowerTSVP R&S TS-PWA3“ jeweils Kapitel „Erlaubte Modulkonfigurationen“.
- Entfernen der entsprechenden Teilfrontplatte an der Rückseite des TSVP-Gehäuse durch Lösen der Schrauben.

#### **ACHTUNG**

##### **Beschädigung der Backplane durch verbogene Pins**

Durch verbogene Pins kann die Backplane dauerhaft beschädigt werden.

Die Backplane-Steckverbinder sind auf verbogene Pins zu überprüfen.

Verbogene Pins müssen ausgerichtet werden.

Beim Einschieben des Einsteckmoduls ist dieses mit beiden Händen zu führen und vorsichtig in die Backplane-Steckverbinder einzudrücken.

#### **ACHTUNG**

##### **Korrekte Version R&S TS-PDC**

Beim Einsatz in einem CompactTSVP R&S TS-PCA3 ab Seriennummer 100109 ist ein R&S TS-PDC Modul mit mindestens Versionsstand V1.4 (Seriennummer größer 100300) erforderlich.

- Das Einsteckmodul mit mäßigem Druck einschieben.
- Der obere Fangstift des Einsteckmoduls muss in die rechte Bohrung, der untere in die linke Bohrung am TSVP-Chassis geführt werden.
- Das Einsteckmodul R&S TS-PDC ist richtig eingeschoben, wenn ein deutlicher Anschlag zu spüren ist.
- Die Schrauben oben und unten an der Frontplatte des Einsteckmoduls R&S TS-PDC festschrauben.



Gemäß Abschnitt 6.2 das zugehörige Rear-I/O Modul R&S TS-PDC installieren.

## 6.2 Installation des Moduls R&S TS-PDC

Zur Installation des Einsteckmoduls ist wie folgt vorzugehen:

- Voraussetzung ist die Installation des Einsteckmoduls R&S TS-PIO2.
- Entsprechenden Rear-I/O-Slot zum Einsteckmodul auswählen
- Entfernen der entsprechenden Teilfrontplatte an der Rückseite des TSVP-Gehäuse durch Lösen der Schrauben.

### **ACHTUNG**

#### **Beschädigung der Backplane durch verbogene Pins**

Durch verbogene Pins kann die Backplane dauerhaft beschädigt werden.

Die Backplane-Steckverbinder sind auf verbogene Pins zu überprüfen.

Verbogene Pins müssen ausgerichtet werden.

Beim Einschieben des Einsteckmoduls ist dieses mit beiden Händen zu führen und vorsichtig in die Backplane-Steckverbinder einzudrücken.

- Einschieben des Einsteckmoduls mit mäßigem Druck.
- Das R&S TS-PDC Modul muss besonders vorsichtig eingeschoben werden, damit der Stecker korrekt in die Führung des Steckerbinders in der Backplane eingeführt wird und nicht beispielsweise versetzt. Die kurzen Leiterplattenführungen allein gewährleisten keine absolut sichere Führung.
- Mehrere benachbarte R&S TS-PDC Module sollten immer in der Reihenfolge „von links nach rechts“ eingeschoben und in umgekehrter Reihenfolge herausgezogen werden. Wegen der Enge ist darauf zu achten, dass keine Bauteile auf der Lötseite der Baugruppe beschädigt werden.
- Das R&S TS-PDC ist richtig eingeschoben, wenn ein deutlicher Anschlag zu spüren ist.
- Die Schrauben oben und unten an der Frontplatte des R&S TS-PDC festschrauben.

## 7 Software

### 7.1 Treibersoftware

Für die Funktionen des Analog/Digital-IO-Moduls R&S TS-PIO2 steht ein LabWindows IVI Treiber zur Verfügung, der die Klasse IVI SWTCH für die Schaltfunktionen unterstützt. Der Treiber ist Bestandteil der ROHDE & SCHWARZ GTSL-Software. Alle Funktionen des Treibers sind in der Online-Hilfe und in den LabWindows/CVI Function-Panels ausführlich dokumentiert.

Bei der Treiberinstallation werden die folgenden Softwaremodule installiert:

**Tabelle 7-1: Treiberinstallation R&S TS-PIO2**

Modul	Pfad	Anmerkung
rspio2.dll	<GTSL Verzeichnis>\ Bin	Treiber
rspio2.hlp / rspio2.chm	<GTSL Verzeichnis>\ Bin	Hilfedatei
rspio2.fp	<GTSL Verzeichnis>\ Bin	LabWindows CVI-Function-Panel-File, Function-Panels für CVI-Entwicklungsumgebung
rspio2.sub	<GTSL Verzeichnis>\ Bin	LabWindows CVI-Attribute-Datei. Diese Datei wird von einigen „Function Panels“ benötigt.
rspio2.lib	<GTSL Verzeichnis>\ Bin	Import-Bibliothek
rspio2.h	<GTSL Verzeichnis>\ Include	Header-Datei zum Treiber



Zum Betrieb des Treibers sind die IVI- und VISA-Bibliotheken von National Instruments notwendig.

### 7.2 Soft Panel

Für das Analog/Digital-IO-Modul R&S TS-PIO2 steht ein Soft Panel zur Verfügung ([Bild 7-1](#)). Das Soft Panel setzt auf den IVI Treiber auf. Das Soft Panel ermöglicht die interaktive Bedienung des Moduls. Die Ausgabe der Messwerte erfolgt grafisch.

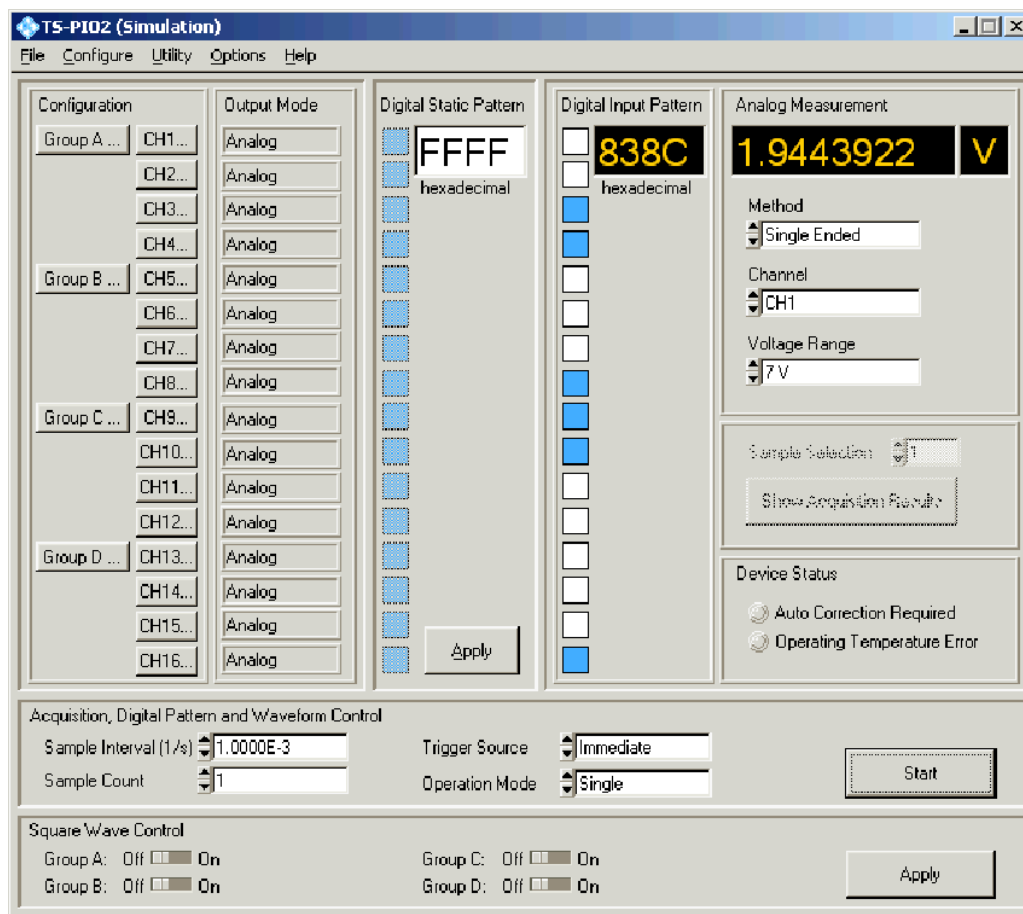


Bild 7-1: Soft Panel R&amp;S TS-PIO2



Die Bedienung der Softpanels ist in der *Software Description R&S GTSL* beschrieben.

Die Verschaltung der Signalpfade der R&S TS-PIO2 kann ebenfalls über das Soft Panel festgelegt werden (Bild 7-2).

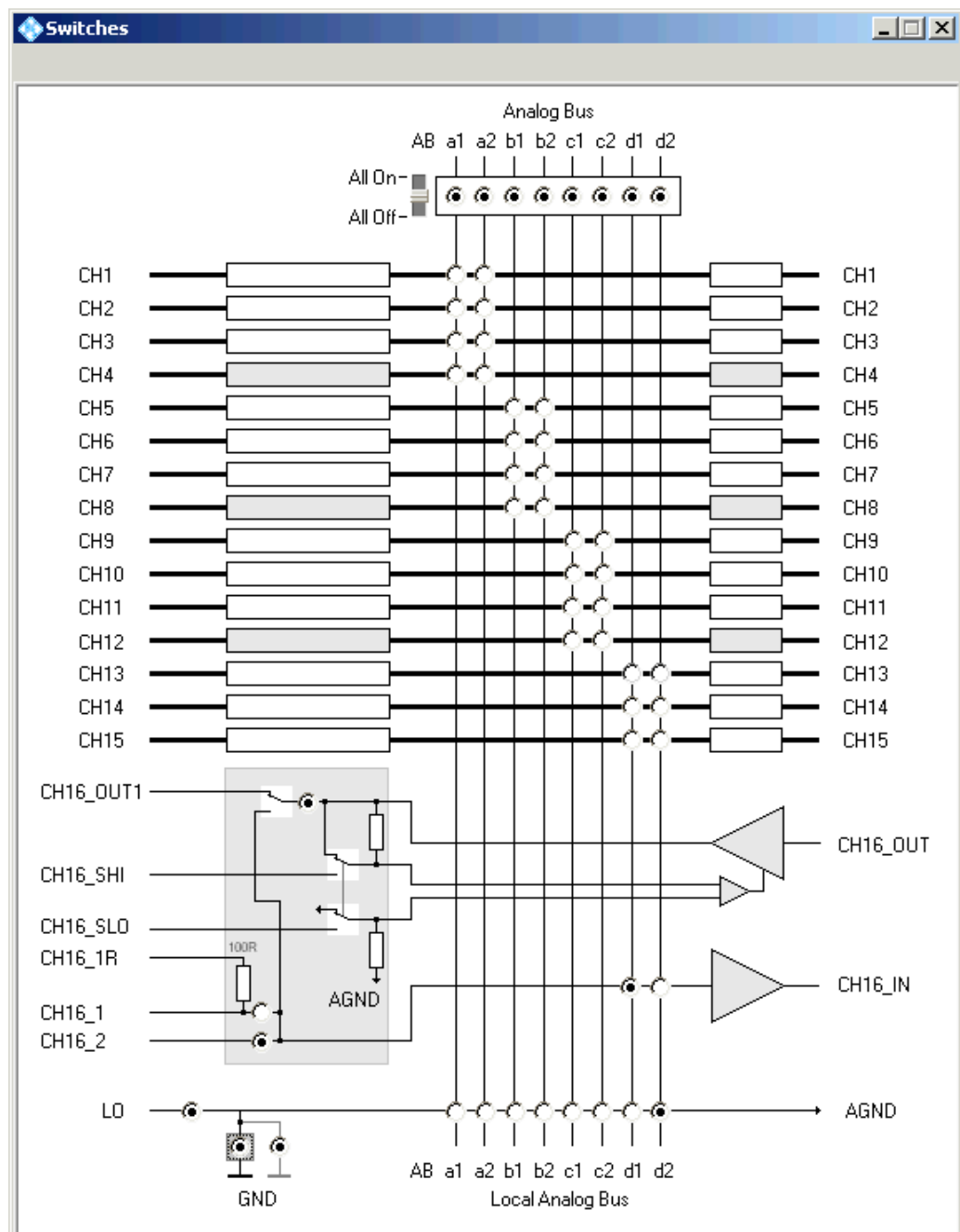


Bild 7-2: Soft Panel R&S TS-PIO2 Verschaltung

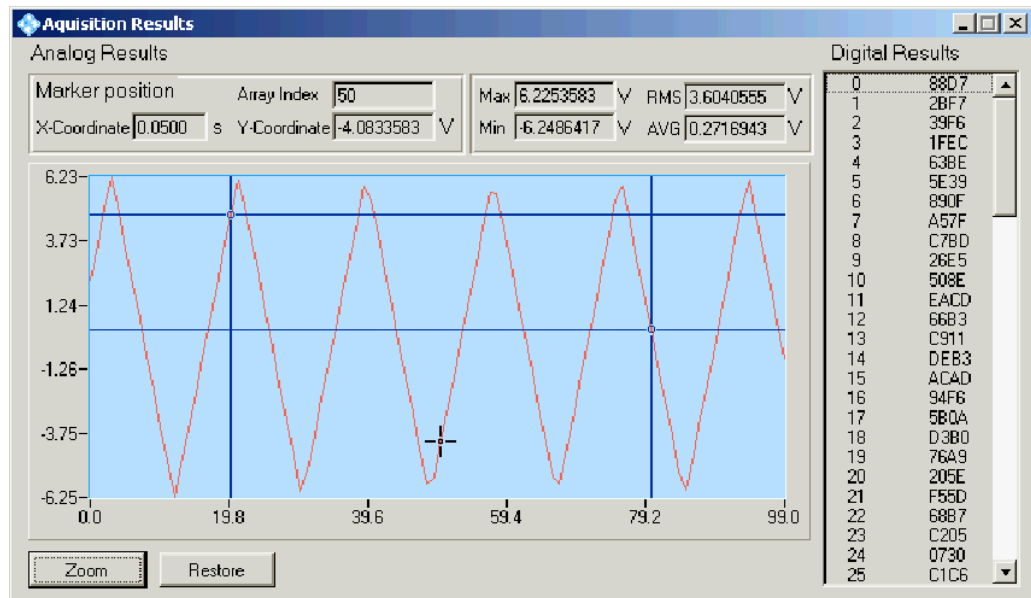


Bild 7-3: Soft Panel R&amp;S TS-PIO2 Messergebnisse

## 7.3 Programmierbeispiel R&S TS-PIO2

```

/*
   This example connects all channels to the front connector, configures
   the channels and starts the output/acquisition sequence.

   Error handling is not considered in this sample in order to
   keep it easy to read. The return status should be checked for
   VI_SUCCESS after each driver call.
*/

#include <ansi_c.h>
#include "rspio2.h"

#define SAMPLE_COUNT      16
#define SAMPLE_INTERVAL   1E-3

static ViChar * s_pGrpName[] =
{
    "GRP_A",
    "GRP_B",
    "GRP_C",
    "GRP_D"
};

```

```

static ViUInt16 s_digiStim[SAMPLE_COUNT];
static ViUInt16 s_digiResp[SAMPLE_COUNT];
static ViReal64 s_waveform[SAMPLE_COUNT];
static ViReal64 s_measResult[SAMPLE_COUNT];

int main (int argc, char *argv[])
{
    ViSession vi;
    ViStatus status;
    ViReal64 result;
    ViChar chName[5], ch1[8], ch2[8];
    ViInt32 idx;

    /*
       open a session to the device driver. The resource descriptor
       depends on the slot number of the module and must be adapted
       to the target system.
    */
    status = rspio2_InitWithOptions ("CAN0::0::2::7::INSTR",
                                     VI_TRUE,
                                     VI_TRUE,
                                     "Simulate=0,RangeCheck=1",
                                     &vi);

    /* configure sample count and interval */
    status = rspio2_ConfigureSampling (vi, SAMPLE_COUNT, SAMPLE_INTERVAL);

    /* fill stimulus buffer */
    for (idx = 0; idx < SAMPLE_COUNT; idx++)
    {
        s_digiStim[idx] = idx;           /* counter */
        s_waveform[idx] = idx * (10.0 / SAMPLE_COUNT); /* ramp */
    }

    /* upload samples */
    status = rspio2_SetDigitalDynamicMemory (vi, SAMPLE_COUNT, s_digiStim);
    status = rspio2_SetAnalogWaveformMemory (vi, SAMPLE_COUNT, s_waveform);

    /* configure voltage measurement at CH16 */
    status = rspio2_ConfigureAnalogMeasurement (vi, "CH16", 14.0);

    /* configure square wave generation on CH9 and CH10 */
    status = rspio2_ConfigureSquareWave (vi, "GRP_C", 2000, 50);

    /* generate trigger puls at XT01 when output/acquisition sequence starts */
    status = rspio2_ConfigureTriggerOutput (vi, RSPIO2_TRIG_MASK_XT01,

```



```
RSPIO2_VAL_TRIG_SEQ_START, 0,  
RSPIO2_TRIG_MASK_XTOL);  
  
/* configure module earth tied (connect AGND to GND) */  
status = rspio2_ConfigureGround (vi, VI_TRUE);  
  
/* connect AGND to front connector */  
status = rspio2_Connect (vi, "AGND", "LO");  
  
/* connect all output channel to front connector */  
for (idx = 1; idx <= 16; idx++)  
{  
    sprintf(chName, "CH%d", idx);  
    status = rspio2_ConfigureOutputMux (vi, chName,  
                                        RSPIO2_VAL_OUTMUX_MODE_OUT1);  
}  
  
/* connect all input channel to front connector */  
for (idx = 1; idx <= 16; idx++)  
{  
    sprintf(ch1, "CH%d_IN", idx);  
    sprintf(ch2, "CH%d_1", idx);  
    status = rspio2_Connect (vi, ch1, ch2);  
}  
  
/* wait until relays have settled; timeout 500 ms */  
status = rspio2_WaitForDebounce (vi, 500.0);  
  
/* configure channel 1 to 8 to mode digital dynamic */  
for (idx = 1; idx <= 8; idx++)  
{  
    sprintf(chName, "CH%d", idx);  
    status = rspio2_ConfigureChannelMode (vi, chName,  
                                        RSPIO2_VAL_CH_MODE_DIGITAL_DYNAMIC);  
}  
  
/* configure channel 9 to 10 to mode square wave */  
for (idx = 9; idx <= 10; idx++)  
{  
    sprintf(chName, "CH%d", idx);  
    status = rspio2_ConfigureChannelMode (vi, chName,  
                                        RSPIO2_VAL_CH_MODE_SQUAREWAVE);  
}  
  
/* configure channel 11 to 12 to mode digital static */  
for (idx = 11; idx <= 12; idx++)  
{  
    sprintf(chName, "CH%d", idx);  
    status = rspio2_ConfigureChannelMode (vi, chName,  
                                        RSPIO2_VAL_CH_MODE_DIGITAL_STATIC);  
}
```

```
}

/* configure channel 16 to mode waveform */
status = rspio2_ConfigureChannelMode (vi, "CH16",
                                       RSPIO2_VAL_CH_MODE_WAVEFORM);

/* configure current limit for the extended channels */
status = rspio2_ConfigureChannelCurrentLimit (vi, "CH4", 10.0e-3);
status = rspio2_ConfigureChannelCurrentLimit (vi, "CH8", 10.0e-3);
status = rspio2_ConfigureChannelCurrentLimit (vi, "CH12", 10.0e-3);
status = rspio2_ConfigureChannelCurrentLimit (vi, "CH16", 10.0e-3);

/* configure output high level to 3.3 V and square wave low level to 0 V */
for (idx = 1; idx <= 12; idx++)
{
    sprintf(chName, "CH%d", idx);
    status = rspio2_ConfigureChannelLevels (vi, chName, 3.3, 0.0);
}

/* configure output level for the analog channels */
status = rspio2_ConfigureChannelLevels (vi, "CH13", 3.3, 0.0);
status = rspio2_ConfigureChannelLevels (vi, "CH14", 5.0, 0.0);
status = rspio2_ConfigureChannelLevels (vi, "CH15", 12.0, 0.0);

/*
    configure group A, B, C for digital IO:

    output digital low level    0.0 V
    input digital high threshold 2.0 V
    input digital low threshold 0.8 V
*/
for (idx = 0; idx <= 2; idx++)
{
    rspio2_ConfigureGroup (vi, s_pGrpName[idx], 0.0, 2.0, 0.8);
}

/* set pattern for the digital static channel CH11 and CH12 */
status = rspio2_SetDigitalOutputState (vi, 0x0C00, 0x0800);

/* enable square wave */
status = rspio2_SquareWaveEnabled (vi, 0x4, 0x4);

/* start output/acquisition sequence with immediate trigger */
status = rspio2_Initiate (vi);

/* fetch the measurement results */
{
    ViInt32 actualPoints;
```

```
ViInt32 maxTime = SAMPLE_COUNT * SAMPLE_INTERVAL * 1000;

status = rspio2_FetchDigital (vi, maxTime, SAMPLE_COUNT,
                             s_digiResp, & actualPoints);
status = rspio2_FetchAnalog (vi, maxTime, SAMPLE_COUNT,
                             s_measResult, & actualPoints);
}

/* disable square wave generation */
status = rspio2_SquareWaveEnabled (vi, 0x4, 0x0);
/* disable all outputs */
for (idx = 1; idx <= 16; idx++)
{
    sprintf(chName, "CH%d", idx);

    /* set output high level to 0 V */
    status = rspio2_ConfigureChannelLevels (vi, chName, 0.0, 0.0);

    /* select output high level */
    status = rspio2_ConfigureChannelMode (vi, chName,
                                          RSPIO2_VAL_CH_MODE_ANALOG);

    /* disconnect output channel */
    status = rspio2_ConfigureOutputMux (vi, chName,
                                        RSPIO2_VAL_OUTMUX_MODE_OPEN);
}

/* disconnect the rest */
status = rspio2_DisconnectAll (vi);

/* configure module earth free again */
status = rspio2_ConfigureGround (vi, VI_FALSE);

/* reset module, close the driver session */
status = rspio2_close (vi);

return 0;
}
```

## 8 Selbsttest

Das R&S TS-PIO2 besitzt integrierte Selbsttestfähigkeit. Folgende Tests sind implementiert:

- LED-Test
- Einschalttest
- TSVP-Selbsttest

### 8.1 LED-Test

Nach dem Einschalten leuchten alle drei LEDs für ca. drei Sekunden auf. Dies signalisiert, dass die dafür benötigten Versorgungsspannungen anliegen und alle LEDs in Ordnung sind. Folgende Aussagen können über die verschiedenen Anzeigezustände gemacht werden:

**Table 8-1: Aussagen zum LED-Test**

LED	Beschreibung
eine einzelne LED leuchtet nicht	Hardwareproblem auf dem Modul LED defekt
alle LEDs leuchten nicht	+5 V-Versorgungsspannung fehlt

### 8.2 Einschalttest

Parallel zum LED-Test verläuft der Einschalttest. Wird dabei ein Fehler auf dem Modul entdeckt, wird dies durch Leuchten der roten LED angezeigt. Der Test beschränkt sich auf die Überprüfung der Kommando-Schnittstelle und der Firmware des R&S TS-PIO2. Folgende Aussagen können über die verschiedenen Anzeigezustände der roten und grünen LED nach dem LED-Test gemacht werden:

**Table 8-2: Aussagen zum Einschalttest**

LED	Beschreibung
PWR LED (grün) an	alle Versorgungsspannungen vorhanden
PWR LED (grün) aus	mindestens eine Versorgungsspannung von Modul R&S TS-PIO2 oder Modul R&S TS-PDC fehlt
ERR LED (rot) aus	es liegt kein Fehler vor
ERR LED (rot) an	Hardwarefehler liegt vor (Prozessor startet nicht)



Bei Diagnosen die auf eine fehlerhafte Versorgungsspannung hinweisen sind die LEDs des zugehörigen Rear-I/O Moduls R&S TS-PDC einer Sichtkontrolle zu unterziehen. Bestätigt sich der Ausfall einer Versorgungsspannung, so ist das Modul R&S TS-PDC auszutauschen.

### 8.3 TSVP-Selbsttest

Im Rahmen des TSVP-Selbsttests wird ein tiefgehender Test des Analog/ Digital-IO-Moduls R&S TS-PIO2 durchgeführt und ein ausführliches Protokoll generiert. Dies geschieht über die "Selbsttest Support Library".

Das Modul R&S TS-PSAM wird als Messeinheit im TSVP-Selbsttest verwendet. Durch Messungen über den Analogbus wird die Funktion der Module im System sichergestellt.

Dabei wird zunächst der Analogbus auf unzulässige Spannungen geprüft. Nach einer Isolationsmessung zwischen den Bussen werden alle Relais (Coupling-, Matrix-, Multiplexerrelais) geprüft. Es folgen Messungen an allen zugänglichen Komponenten des Moduls. Abschließend wird, falls möglich, die Triggerung über PXI-Leitungen überprüft.

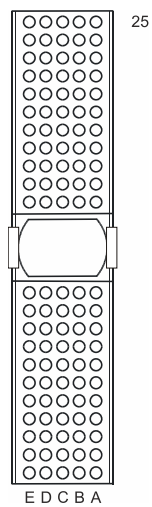


Informationen zum Starten des Selbsttests und zur Reihenfolge der notwendigen Arbeitsschritte sowie eine detaillierte Beschreibung der geprüften Parameter und Abläufe befindet sich im *Service Manual R&S CompactTSVP / R&S PowerTSVP*.

## 9 Schnittstellenbeschreibung

### 9.1 Schnittstellenbeschreibung R&S TS-PIO2

#### 9.1.1 Steckverbinder X1



**Bild 9-1: Steckverbinder X1 (Ansicht: Steckseite)**

Pin	F	E	D	C	B	A
25	GND	+5V				+5V
24	GND				+5V	
23	GND		+5V			
22	GND				GND	
21	GND					
20	GND				GND	
19	GND		GND			
18	GND				GND	
17	GND		GND			
16	GND				GND	
15	GND		GND			
12..14						
11	GND		GND			
10	GND				GND	
9	GND		GND			
8	GND				GND	
7	GND		GND			
6	GND				GND	
5	GND		GND			
4	GND				GND	
3	GND		+5V			
2	GND				+5V	
1	GND	+5V				+5V
Pin	F	E	D	C	B	A

Bild 9-2: Belegung X1

### 9.1.2 Steckverbinder X20

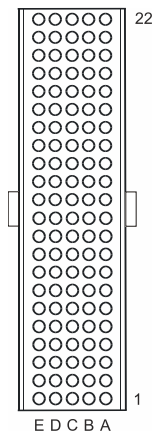


Bild 9-3: Steckverbinder X20 (Ansicht: Steckseite)

NC = not connected, NP = not populated

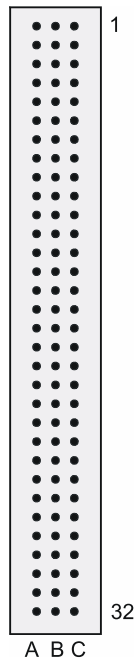
Pin	F	E	D	C	B	A
22		GA0	GA1	GA2	GA3	GA4
21					GA5	
20		+5V_IN	GND	+5V_IN		
19				+5V_IN	GND	
18		PXI_TRIG6	CAN_EN	PXI_TRIG5	PXI_TRIG4	PXI_TRIG3
17		PXI_CLK10	+5V_IN	+5V_IN	GND	PXI_TRIG2
16		PXI_TRIG7	GND		PXI_TRIG0	PXI_TRIG1
15			+5V_IN	+5V_IN	GND	
14						
13						
12	NP	+15V_IN	+18.3V_IN	+20V_IN	AGND	+30V_IN
11	NP					
10		-15V_IN			-30V_IN	AGND
9						
8		+15V_IN	+15V_IN	+15V_IN	+15V_IN	+15V_IN
7						
6		-15V_IN	-15V_IN	-15V_IN	-15V_IN	-15V_IN
5						
4						
3			RRST#		GND	RSDO
2			RSDI			RSCLK
1		+5V_IN	CAN L	CAN H	GND	RCS#
Pin	F	E	D	C	B	A

Bild 9-4: Belegung X20

### 9.1.3 Steckverbinder X10

Stecker-Typ DIN 41612, 96 pin, female





**Bild 9-5: Steckverbinder X10 (Ansicht: Frontplatte)**

**Tabelle 9-1: Belegung frontseitiger Stecker X10 (Ansicht Frontplatte)**

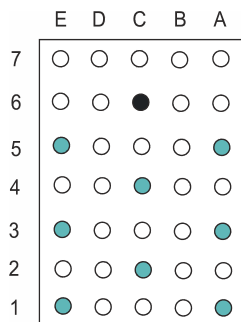
	A	B	C
1	CH1_OUT1	CH2_OUT1	CH3_OUT1
2	CH1_1R	CH2_1R	CH3_1R
3	CH1_1	CH2_1	CH3_1
4	CH1_2	CH2_2	CH3_2
5	LO	LO	LO
6	LO	CH4_1	CH4_SHI
7	CH4_OUT1	CH4_2	CH4_SLO
8	CH4_1R	CH6_OUT1	CH7_OUT1
9	CH5_OUT1	CH6_1R	CH7_1R
10	CH5_1R	CH6_1	CH7_1
11	CH5_1	CH6_2	CH7_2
12	CH5_2	LO	LO
13	LO	LO	CH8_SHI
14	CH8_OUT1	CH8_1	CH8_SLO
15	CH8_1R	CH8_2	CH11_OUT1
16	CH9_OUT1	CH10_OUT1	CH11_1R
17	CH9_1R	CH10_1R	CH11_1
18	CH9_1	CH10_1	CH11_2

	A	B	C
19	CH9_2	CH10_2	LO
20	LO	LO	LO
21	CH12_OUT1	CH12_1	CH12_SHI
22	CH12_1R	CH12_2	CH12_SLO
23	CH13_OUT1	CH14_OUT1	CH15_OUT1
24	CH13_1R	CH14_1R	CH15_1R
25	CH13_1	CH14_1	CH15_1
26	CH13_2	CH14_2	CH15_2
27	LO	LO	LO
28	CH16_OUT1	CH16_1	LO
29	CH16_1R	CH16_2	CH16_SHI
30	GND	GND	CH16_SLO
31	GND	GND	GND
32	XTO1	XTI1	CHA_GND



Das Signal CHA\_GND ist mit der Frontplatte der Baugruppe und über zwei 10 nF Kondensatoren mit GND verbunden. Die Frontplatte selbst hat keine direkte Verbindung zu GND. Bei Anschluss eines Prüflings soll Prüflings-GND an GND angeschlossen werden. GND und CHA\_GND zur Vermeidung von Brummschleifen nicht verbinden.

#### 9.1.4 Steckverbinder X30



**Bild 9-6:** Steckverbinder X30 (Ansicht: Steckseite)

**Tabelle 9-2:** Belegung Steckverbinder X30

Pin	E	D	C	B	A
7					
6			GND		

Pin	E	D	C	B	A
5	ABC1				ABA1
4			ABB1		
3	ABC2				ABB2
2			ABA2		
1	ABD2				ABD1

## 9.2 Schnittstellenbeschreibung R&S TS-PDC

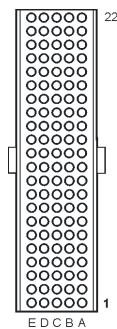


Bild 9-7: Steckverbinder X20 (Ansicht: Steckseite R&S TS-PDC)

Pin	Z	A	B	C	D	E		
22	GND						J20	
21	GND		GND or NC *3)					
20	GND			+5V *1)	GND	+5V *1)		
19	GND		GND	+5V *1)				
18	GND				GND or NC *4)			
17	GND		GND	+5V *2)	+5V *2)			
16	GND			+5V *2)	GND			
15	GND		GND	+5V *2)	+5V *1)			
14	NC							
13	NC							
12	NP	+15V_1	-15V_1	+5V_1	+3.3V_1	COM_1		C O N N E C T O R
11	NP							
10	NC	+15V_2	-15V_2	+5V_2	+3.3V_2	COM_2		
9	NC							
8	NC	COM_1	COM_1	COM_1	COM_1	COM_1		
7	NC							
6	NC	COM_2	COM_2	COM_2	COM_2	COM_2		
5	NC							
4	NC							
3	GND		GND		RRST#			
2	GND	RSCLK			RSDI			
1	GND	RCS#	GND			+5V *1)		
Pin	Z	A	B	C	D	E		

- \*1) TS-PDC Version 1.0 is supplied via these pins from +5V, for backplanes up to Version 3.x
- \*2) TS-PDC Version 1.1 or higher is supplied via these pins or pins from \*1)
- \*3) TS-PDC Version 1.3 or higher: This pin is not connected
- \*4) TS-PDC Version 1.4 or higher: This pin is not connected

Bild 9-8: Belegung Steckverbinder X20 (R&S TS-PDC)

## 10 Technische Daten

---

### **ACHTUNG**

Die technischen Daten des Analog/Digital-IO-Modul 2 R&S TS-PIO2 sind in den entsprechenden Datenblättern angegeben.

Bei Diskrepanzen zwischen Angaben in diesem Bedienhandbuch und den Werten im Datenblatt gelten die Datenblattwerte.

---