

# R&S® TS-PFG

## Funktionsgenerator

### Bedienhandbuch



1152.3820.11 – 11

Dieses Handbuch beschreibt das folgende R&S®TS-PFG Modul:

- R&S®TS-PFG (1157.9610.02)

© 2016 Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG

Mühldorfstr. 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-PFG wird abgekürzt mit R&S TS-PFG.

# 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, Bindehautreizung 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 Hebemittels (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 Hebemitteln zu befestigen. Beachten Sie die Sicherheitsvorschriften des jeweiligen Herstellers eingesetzter Transport- oder Hebemittel, 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 ISO9001 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)



# Inhalt

<b>1</b>	<b>Anwendung</b> .....	<b>7</b>
1.1	Allgemeines.....	7
1.2	Eigenschaften.....	8
1.3	Einsatzmöglichkeiten.....	8
1.4	Sicherheitshinweise.....	9
<b>2</b>	<b>Ansicht</b> .....	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>Blockschaltbilder</b> .....	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>Aufbau</b> .....	<b>14</b>
4.1	<b>R&amp;S TS-PFG</b> .....	<b>14</b>
4.1.1	Mechanischer Aufbau.....	14
4.1.2	Schnittstellen.....	15
4.1.3	Anzeigeelemente.....	15
4.2	<b>R&amp;S TS-PDC</b> .....	<b>16</b>
4.2.1	Mechanischer Aufbau.....	16
4.2.2	Schnittstellen.....	17
4.2.3	Anzeigeelemente.....	18
4.2.3.1	R&S TS-PDC bis Version 2.0 (R&S No. 1157.9804.02).....	18
4.2.3.2	R&S TS-PDC ab Version 2.0 (R&S No. 1157.9804.12).....	18
<b>5</b>	<b>Funktionsbeschreibung</b> .....	<b>19</b>
5.1	<b>R&amp;S TS-PFG</b> .....	<b>19</b>
5.1.1	Übersicht.....	19
5.1.1.1	Analoge Hardware des Moduls.....	19
5.1.1.2	Synchronisierung.....	19
5.1.1.3	Besonderheiten bei Standardkurvenformen.....	20
5.1.2	Relaismatrix und Analogbus.....	20
5.1.3	Kaskadierung der beiden Kanäle.....	21
5.1.4	Ausgabe von Standard-Kurvenformen.....	22
5.1.4.1	Kurvenformen.....	23
5.1.4.2	Konfiguration einer Standard Kurvenform.....	23
5.1.5	Ausgabe von arbiträren Kurvenformen.....	23

5.1.5.1	Erstellen der Kurvenform.....	24
5.1.5.2	Konfiguration einer arbiträren Kurvenform.....	24
5.1.5.3	Hinzufügen von Markern.....	25
5.1.5.4	Filterung des Ausgangssignals.....	25
5.1.6	Ausgabe von arbiträren Sequenzen.....	25
5.1.6.1	Erstellen einer Sequenz.....	26
5.1.6.2	Konfiguration einer arbiträren Sequenz.....	26
5.1.6.3	Marker-Signale in arbiträren Sequenzen.....	27
5.1.6.4	Filterung des Ausgangssignals.....	27
5.1.6.5	Performance-Gewinn durch arbiträre Sequenzen.....	27
5.1.7	Triggerung.....	28
5.1.8	Betriebsmodus.....	29
5.1.8.1	Continuous-Modus.....	29
5.1.8.2	Burst-Modus.....	30
5.1.9	Fixierung des DC-Offset Bereiches.....	30
5.1.10	Dynamische Amplitudenänderung an Kurvenformen.....	31
<b>6</b>	<b>Inbetriebnahme.....</b>	<b>34</b>
6.1	Installation des Moduls R&S TS-PFG.....	34
6.2	Installation des Moduls R&S TS-PDC.....	34
<b>7</b>	<b>Software.....</b>	<b>36</b>
7.1	Treibersoftware.....	36
7.2	Softpanel.....	36
7.3	Programmierbeispiel R&S TS-PFG.....	38
<b>8</b>	<b>Selbsttest.....</b>	<b>49</b>
8.1	LED-Test.....	49
8.2	Einschalttest.....	49
8.3	TSVP-Selbsttest.....	50
<b>9</b>	<b>Schnittstellenbeschreibung.....</b>	<b>51</b>
9.1	R&S TS-PFG.....	51
9.1.1	Steckverbinder X10.....	51
9.1.2	Steckverbinder X20.....	53
9.1.3	Steckverbinder X30.....	54

9.1.4	Steckverbinder X1 (cPCI Bus).....	55
<b>9.2</b>	<b>R&amp;S TS-PDC.....</b>	<b>56</b>
9.2.1	Steckverbinder X20.....	56
<b>10</b>	<b>Technische Daten.....</b>	<b>58</b>





# 1 Anwendung

## 1.1 Allgemeines

Dieses Handbuch beschreibt Funktion und Betrieb des ROHDE&SCHWARZ Funktionsgenerator-Moduls R&S TS-PFG für die Verwendung in der Test System Versatile Platform R&S CompactTSVP. Die Hardware wird als CompactPCI-Karte realisiert, die nur einen Slot im frontseitigen Bereich des TSVP belegt. An der Rückseite wird am gleichen Steckplatz das zugehörige Rear-I/O Modul R&S TS-PDC (DC/DC-Wandler-Modul) eingesteckt.

Das ROHDE&SCHWARZ-Funktionsgenerator-Modul R&S TS-PFG kommt überall dort zum Einsatz, wo die Simulation von ein- oder mehrkanaligen, analogen Ausgangssignalen notwendig ist.

Die potentialfreie Auskopplung der Signale vermeidet die Beeinflussung des Prüflings und garantiert damit eine möglichst realitätsnahe Simulation der Anwendung.

Durch den hohen Dynamikbereich der Ausgangsspannung und die hohe Sample-Rate wird eine sehr feine Auflösung der Ausgangssignale erreicht. Es können Standardsignalformen wie Sinus, Dreieck, Rechteck, Rampe sowie arbiträre Signalformen erzeugt werden. Diese können im Pulsbetrieb oder kontinuierlich ausgegeben werden.

Zur Definition der Signalkurven können marktübliche Waveform-Editoren verwendet werden. (z.B. Analog Waveform Editor von National Instruments). Umfangreiche Triggermöglichkeiten über lokale Trigger- und Markersignale oder den PXI-Triggerbus ermöglichen die Synchronisierung mit anderen R&S Mess-, Stimulus- oder Schaltmodulen bzw. PXI-Modulen anderer Hersteller.

Für die allgemeinen Funktionen der Kurvenformerzeugung des Moduls R&S TS-PFG steht ein LabWindows IVI-C Software-Treiber zur Verfügung. Darüber hinausgehende Funktionen der Hardware werden über spezifische Erweiterungen des Treibers bedient. Wie für einen LabWindows Treiber üblich, stehen Function Panels und eine Online Hilfe zur Verfügung.

Das Modul R&S TS-PFG wird frontseitig in das R&S CompactTSVP-Chassis gesteckt. Es verwendet den cPCI/PXI-Standard. Der frontseitige Steckverbinder schließt mit der Frontplatte des R&S CompactTSVP-Chassis ab und wird zur Kontaktierung von Prüflingen oder Messproben verwendet. Rückseitig ist das Modul R&S TS-PFG mit dem cPCI-Steuerbus und dem PXI-Triggerbus verbunden. Alternativ zum frontseitigen Steckverbinder können analoge Messsignale über den analogen Messbus des R&S CompactTSVP abgegriffen werden.

Die Spannungsversorgung des R&S TS-PFG wird über das Rear-I/O-Modul R&S TS-PDC mit DC/DC-Wandlern dem Modul zur Verfügung gestellt.



Das Modul R&S TS-PFG kann nur im R&S CompactTSVP (TSVP = Test System Versatile Platform) eingesetzt werden.

## 1.2 Eigenschaften

Eigenschaften des Funktionsgenerator-Moduls R&S TS-PFG

- 2-kanaliger, arbiträrer Funktionsgenerator (beide Kanäle sind als unabhängige Generatoren betreibbar)
- potentialfreie Signalgenerierung (max. 125 V Arbeitsspannung)
- Auflösung (16 Bit)
- Sample-Rate bis 25 MSamples/s pro Kanal
- Ausgangsspannung bis 40 Vpp pro Kanal (Kanäle sind kaskadierbar)
- Ausgangsstrom bis  $\pm 250$  mA pro Kanal
- Speichertiefe 1 MSamples pro Kanal
- Waveform linking and looping
- Samplesynchrones Markersignal konfigurierbar
- Synchronisierung über PXI-Triggerbus
- Kanäle sind wahlfrei auf 8 Analogbusse / Ausgänge schaltbar
- Selbsttestfähigkeit in Verbindung mit Modul R&S TS-PSAM
- LabWindows IVI-C Treiber verfügbar
- Einsatz im R&S CompactTSVP

## 1.3 Einsatzmöglichkeiten

Das Funktionsgenerator-Modul R&S TS-PFG kann unter anderem für folgende Aufgaben eingesetzt werden:

- Erzeugung von Sinus-, Rechteck-, Rampen- und Dreieckssignalen
- Erzeugung beliebiger, verketteter Kurvenformen
- Sensorsimulation (potentialfreie Stimulierung)
- Erzeugung arbiträrer Signale
- Stimulierung von niederfrequenten digitalen Signalen mit einstellbarem Pegel
- Programmierbare Taktgeneratoren
- Erzeugung von Prüflingsversorgungsspannungen

Werden weitere Stimuluskanäle in der Anwendung benötigt, so ist dies durch Hinzufügen weiterer Funktionsgenerator-Module R&S TS-PFG und die Synchronisation über den PXI-Triggerbus realisierbar.

Über den Analogbus und ein R&S Schaltmodul (z.B. R&S TS-PMB) können die Ausgangssignale auf eine sehr hohe Anzahl von Prüflingspins gemultiplext werden.

Durch das digitale Markersignal, welches samplesynchron zum Analogsignal ausgegeben wird, können komplexe Prüfaufgaben realisiert werden. Durch eine schaltbare Kopplung der beiden Ausgangskanäle, kann der Ausgangsspannungsbereich verdoppelt bzw. DC-Signale mit aufmodulierten AC-Signalen generiert werden.

Durch den äußerst platzsparenden Aufbau mit Primärmatrix und Signalkonditionierung, bei nur einem CompactPCI/PXI Slot Breite, wird der Aufbau von sehr leistungsfähigen und kompakten Mess- und Stimulussystemen ermöglicht.

Ein Selbsttest des Funktionsgenerators R&S TS-PFG kann in Verbindung mit dem Analogen Mess- und Stimulus-Modul R&S TS-PSAM durchgeführt werden. Diagnose LEDs an der Frontseite signalisieren den aktuellen Status des Moduls.

## 1.4 Sicherheitshinweise

### ACHTUNG

#### Beschädigung des Geräts bzw. einzelner Module durch Überschreiten der Betriebsspannung

Die Produktionstestplattform R&S CompactTSVP/R&S PowerTSVP und das Funktionsgenerator-Modul R&S TS-PFG sind für Betriebsspannungen bis 125 V ausgelegt. Bei Überschreiten dieser Betriebsspannung kann das Gerät bzw. einzelne Module beschädigt werden.

Es muss darauf geachtet werden, dass diese Grenze auch bei Summation von Spannungen zu keiner Zeit zwischen erdfreien Mess- oder Stimulusgeräten, Analogbussen und GND überschritten wird.

### ⚠️ WARNUNG

#### Verletzungsgefahr durch elektrische Spannung

Zur Vermeidung von Verletzungen durch elektrische Spannungen sind die Vorschriften der EN61010-1 zum Betrieb mit "gefährlich aktiven" Spannungen zu beachten.

Bild 1-1 zeigt einige typische zulässige Spannungsanordnungen zwischen Analogbussen und Masse.

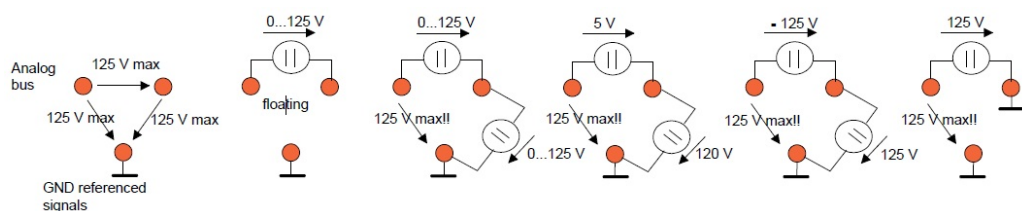
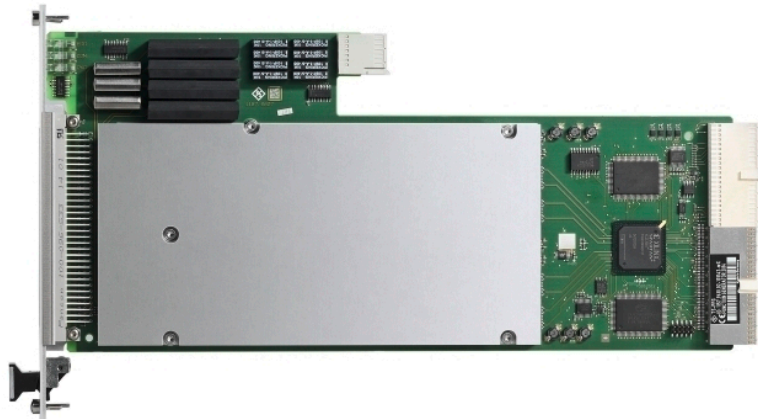


Bild 1-1: Zulässige Spannungen an Analogbusleitungen

## 2 Ansicht

Bild 2-1 zeigt das Funktionsgenerator-Modul R&S TS-PFG 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 Moduls R&S TS-PFG*



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

### 3 Blockschaltbilder

Im folgenden Abschnitt wird sowohl das Funktionsblockschaltbild des Moduls R&S TS-PFG als auch das detaillierte Blockschaltbild dargestellt.

Bild 3-1 zeigt das Funktionsblockschaltbild des Moduls R&S TS-PFG.

Bild 3-2 zeigt ein detailliertes Blockschaltbild des Moduls R&S TS-PFG.

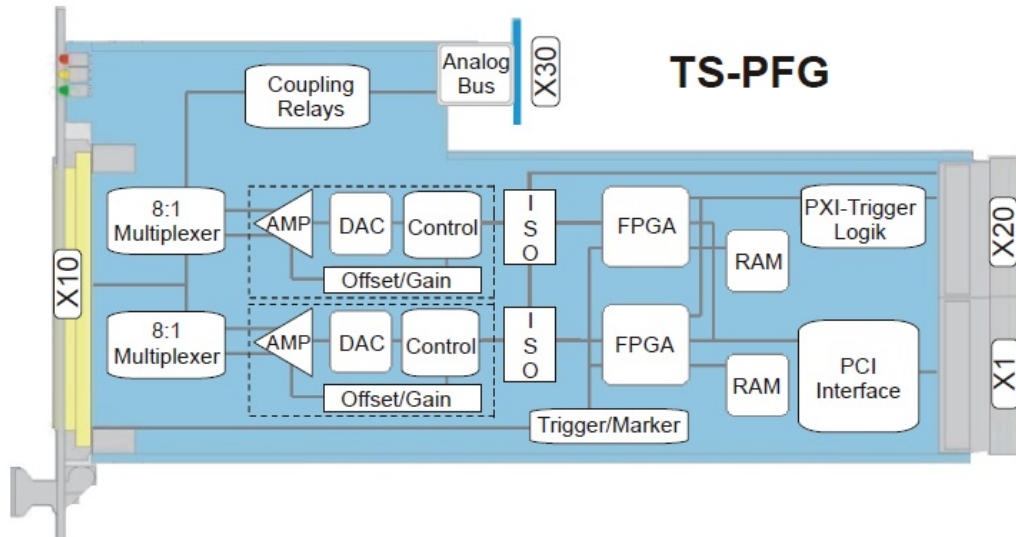


Bild 3-1: Funktionsblockschaltbild des Moduls R&S TS-PFG

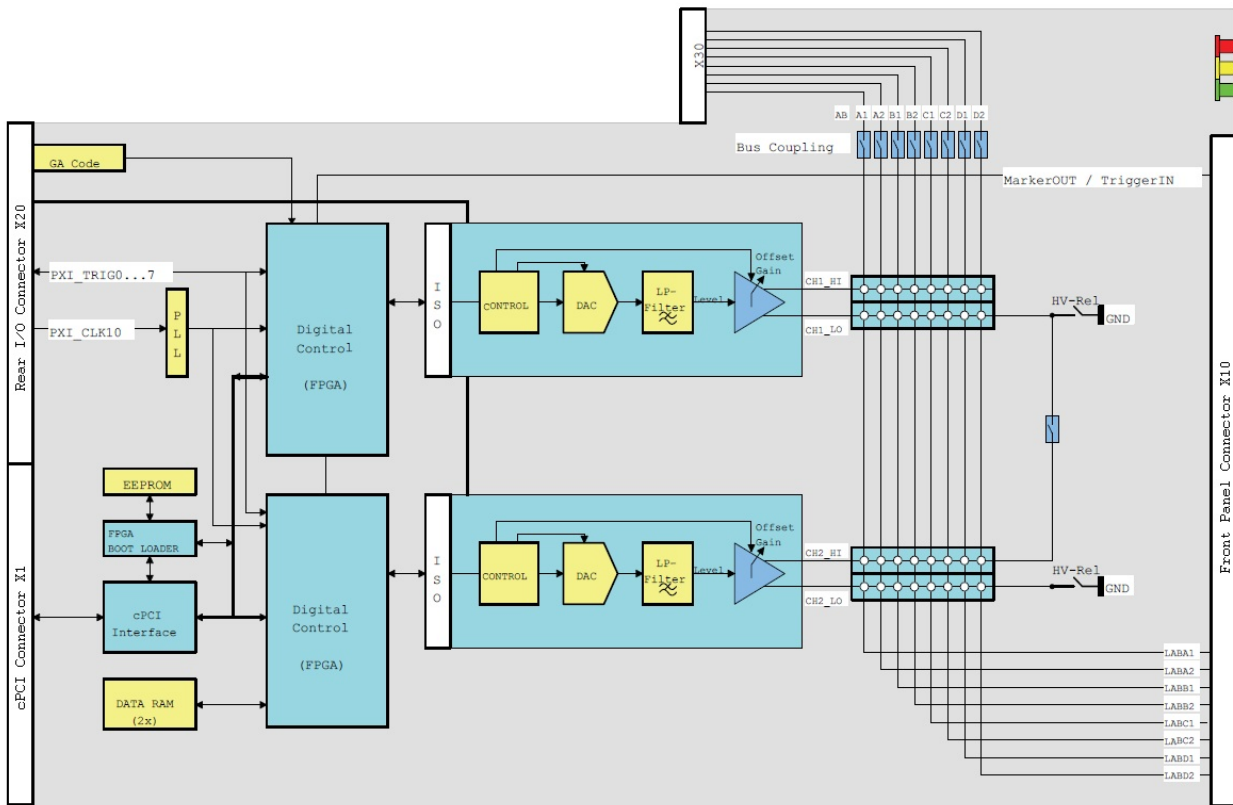


Bild 3-2: Detailliertes Blockschaltbild des Moduls R&S TS-PFG

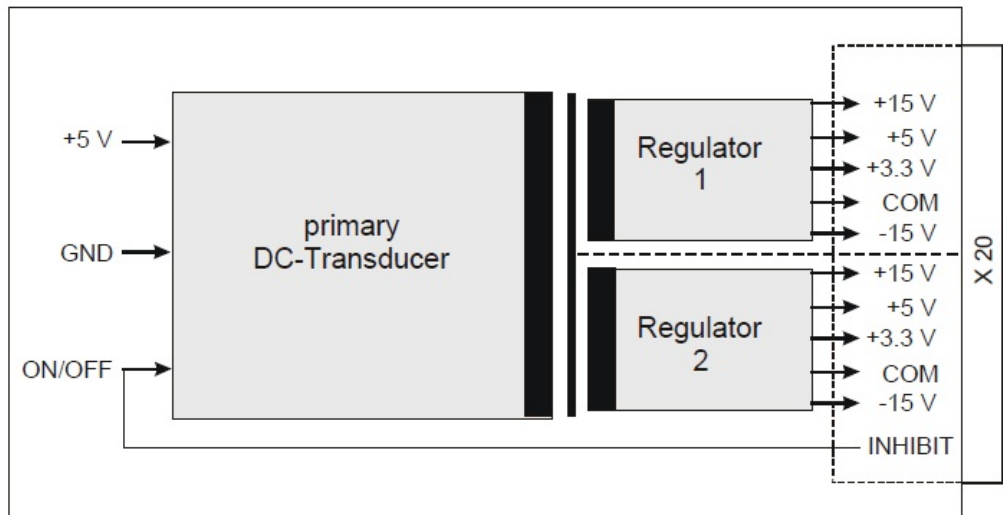
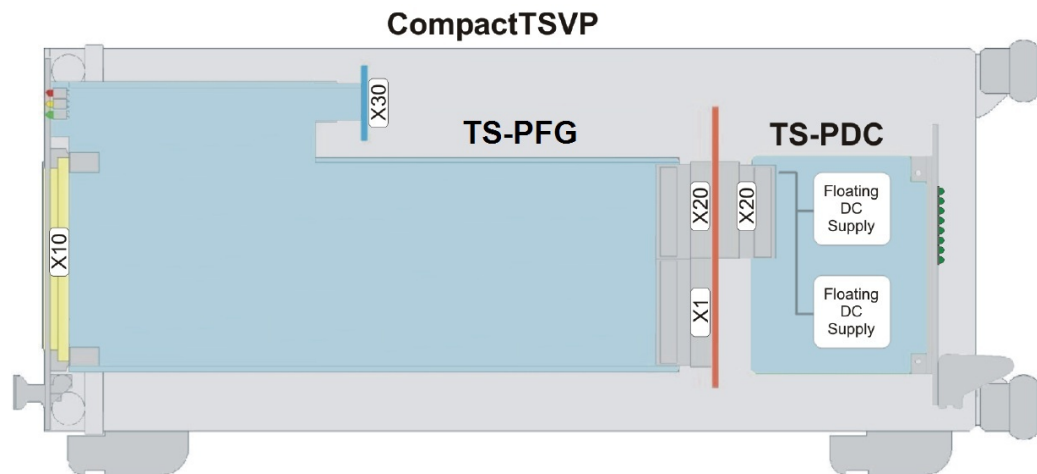


Bild 3-3: Blockschaltbild des Rear-I/O-Moduls R&S TS-PDC



*Bild 3-4: Module R&S TS-PFG und R&S TS-PDC im R&S CompactTSVP*

## 4 Aufbau

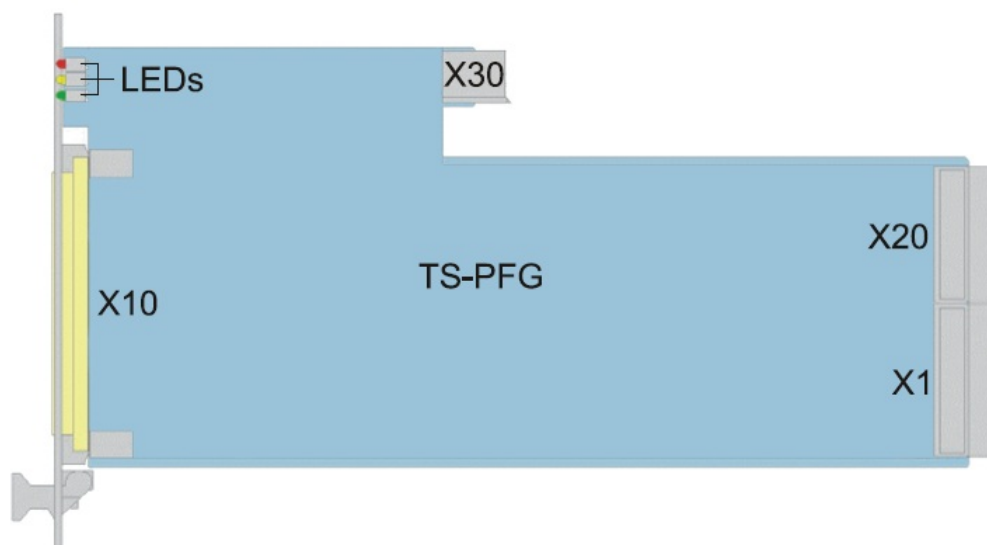
### 4.1 R&S TS-PFG

#### 4.1.1 Mechanischer Aufbau

Das Modul R&S TS-PFG ist ein **langes cPCI-Einsteckmodul** und für den frontseitigen Einbau in den R&S CompactTSVP ausgeführt.

Die Höhe der Platine des Moduls beträgt 3 HE (134 mm). Um ein sicheres Einschleiben in den R&S CompactTSVP zu gewährleisten, ist die Frontblende mit einem Führungsstift bestückt. Die Arretierung des Moduls geschieht mit den beiden Befestigungsschrauben der Frontblende.

Die frontseitige Schnittstelle X10 dient zum Anschluss von Prüflingen. Die Schnittstelle X30 verbindet das Modul R&S TS-PFG mit der Analogbus-Backplane im R&S CompactTSVP. Die Schnittstelle X20/X1 verbinden das Modul R&S TS-PFG mit der cPCI-Backplane/PXI-Steuer-Backplane.



*Bild 4-1: Anordnung der Schnittstellen am Modul R&S TS-PFG*



## 4.1.2 Schnittstellen

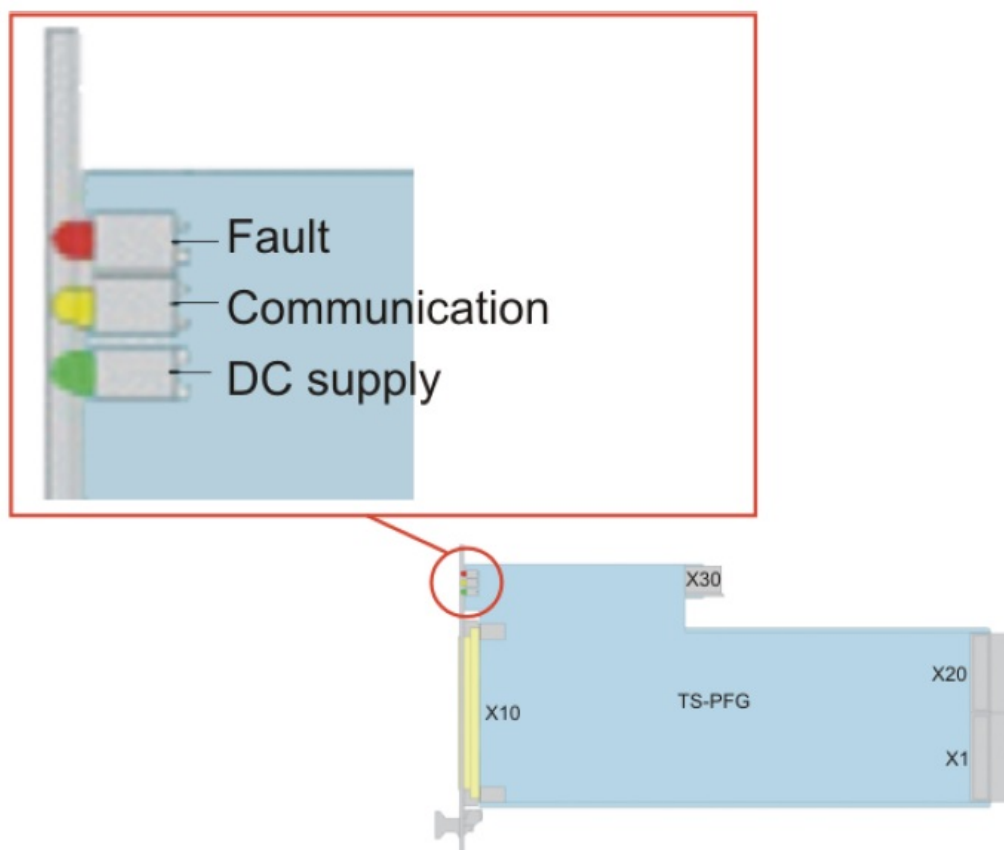
*Tabelle 4-1: Schnittstellen am R&S TS-PFG*

Kurzzeichen	Verwendung
X1	Backplane cPCI Bus
X10	Prüfling (UUT)
X20	Backplane Extension (PXI), Rear-I/O
X30	Analog Bus

Eine detaillierte Schnittstellenbeschreibung mit Signalbelegung an den Steckverbindern befindet sich in [Kapitel 9, "Schnittstellenbeschreibung"](#), auf Seite 51.

## 4.1.3 Anzeigeelemente

Auf der Frontseite des R&S TS-PFG sind drei Leuchtdioden (LED) mit folgender Bedeutung angeordnet:



*Bild 4-2: LED Anzeigen des R&S TS-PFG*

Tabelle 4-2: Anzeigeelemente des R&amp;S TS-PFG

LED	Beschreibung
ERR (rot)	Fehlerzustand: Leuchtet, wenn nach dem Einschalten der Versorgungsspannung ein Fehler beim Einschalttest auf dem R&S TS-PFG entdeckt wird.
COM (gelb)	Kommunikation: Leuchtet bei Datenverkehr über das Interface auf.
PWR (grün)	Versorgungsspannung: Leuchtet, wenn alle nötigen Versorgungsspannungen anliegen

## 4.2 R&S TS-PDC

### 4.2.1 Mechanischer Aufbau

Das Modul R&S TS-PDC ist ein **Rear-I/O-Modul** für den rückseitigen Einbau in den R&S CompactTSVP. Die Höhe der Platine 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 Backplane im R&S CompactTSVP.

#### **ACHTUNG**

##### **Beschädigung der Module R&S TS-PFG und R&S TS-PDC**

Durch fehlerhafte Verbindung der Module R&S TS-PFG und R&S TS-PDC mit der Backplane des R&S CompactTSVP können die beiden Module beschädigt werden. Das Modul R&S TS-PDC muss immer am entsprechenden Rear-I/O Slot des Moduls R&S TS-PFG gesteckt werden.

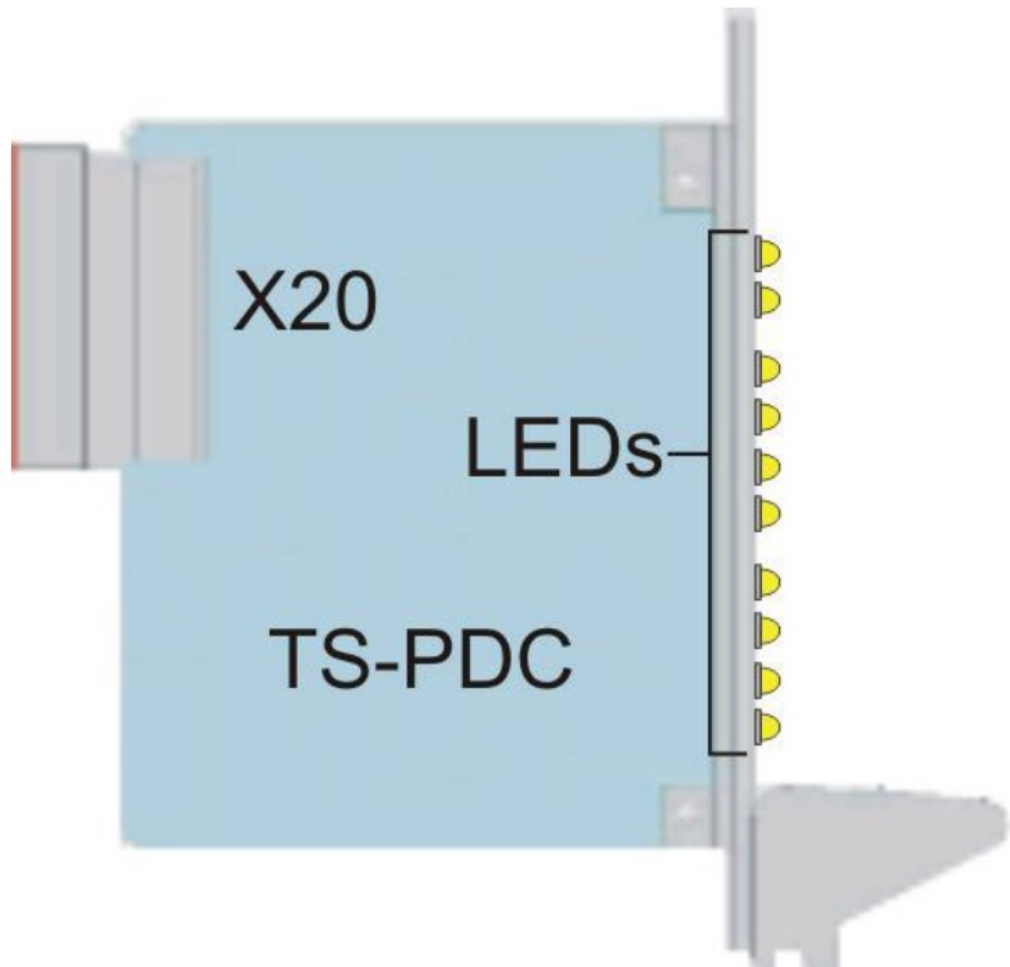


Bild 4-3: Steckverbinder und LEDs am Modul R&S TS-PDC

## 4.2.2 Schnittstellen

Tabelle 4-3: Schnittstellen am R&S TS-PDC

Kurzzeichen	Verwendung
X20	Backplane Extension (Rear I/O)

Eine detaillierte Schnittstellenbeschreibung mit Signalbelegung am Steckverbinder befindet sich in [Kapitel 9, "Schnittstellenbeschreibung"](#), auf Seite 51.

## 4.2.3 Anzeigeelemente

### 4.2.3.1 R&S TS-PDC bis Version 2.0 (R&S No. 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.

### 4.2.3.2 R&S TS-PDC ab Version 2.0 (R&S No. 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.

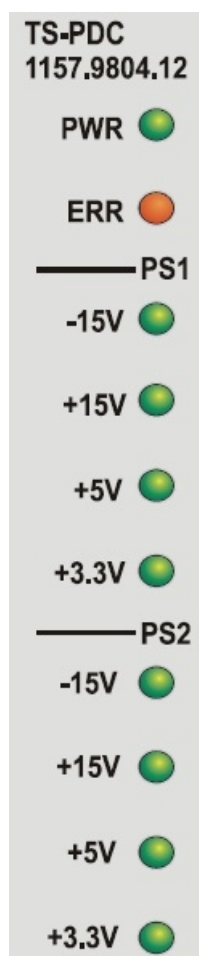


Bild 4-4: LEDs am Modul R&S TS-PDC ab Version 2.0

## 5 Funktionsbeschreibung

### 5.1 R&S TS-PFG

#### 5.1.1 Übersicht

##### 5.1.1.1 Analoge Hardware des Moduls

Zur Ausgabe der analogen Stimuluswerte werden zwei unabhängige Kanäle mit je einer eigenen Spannungsversorgung verwendet. Beide Ausgabekanäle sind identisch aufgebaut.

Jeder Kanal besitzt einen schnellen D/A-Wandler, dem drei Tiefpass-Filter sowie ein differenzieller Leistungsverstärker mit vier Pegelbereichen nachgeschaltet sind.

Über eine isolierte, parallele Schnittstelle werden von der massebezogenen Kontrolleinheit (FPGA) die digitalen Daten mit der maximal möglichen Datenrate übertragen. Die Aktualisierung des D/A-Wandlers wird vom FPGA in Abhängigkeit von der eingestellten Sample-Rate für jeden Kanal individuell durchgeführt.

Alle notwendigen digitalen Steuersignale (Systemtakt, Updatesignal, Verstärkungseinstellung) werden vom FPGA erzeugt und ebenfalls über Isolationsübertrager an den Analogteil übergeben.

Die Spannungsversorgung des analogen Frontends wird über ein Rear-I/O-Modul (R&S TS-PDC) mit DC/DC-Wandlern dem Modul zur Verfügung gestellt.

Die Ausleitung der Analogsignale erfolgt über Matrixrelais am Frontsteckverbinder (X10) des Moduls und über weitere Koppelrelais zum analogen Messbus des R&S CompactTSVP. Eine feste Strombegrenzung ist vorhanden.

Um höhere Ausgangsspannungen erzeugen zu können, besteht die Möglichkeit der Kaskadierung der potentialgetrennten Einzelkanäle.

##### 5.1.1.2 Synchronisierung

Um eine Synchronisierung mit anderen Geräten, insbesondere mit Analysator-Modulen oder Digitalen Messmodulen zu ermöglichen, können Trigger empfangen werden.

Dazu stehen die Triggersignale des PXI-Triggerbus und zwei massebezogene Trigger-Eingangssignale zur Verfügung.

Zusätzlich kann bei der Ausgabe von arbiträren Kurvenformen oder arbiträren Sequenzen ein phasensynchrones Markersignal generiert werden.

### 5.1.1.3 Besonderheiten bei Standardkurvenformen

Die Standardkurvenformen (Sinus, Rechteck, Dreieck, Rampe) können mit dem R&S TS-PFG Modul sehr frequenzgenau erzeugt werden. Jedoch können bei Kurvenformen mit steilen Flanken (Rechteck, Rampe) Flankenverschiebungen auftreten, die bei den anderen Kurvenformen nicht sichtbar sind. Die Verschiebung (Jitter) beträgt ein Abtastintervall, d.h. 40 ns bei Signalfrequenzen über 1 kHz.

Für eine jitterfreie Signalerzeugung ist die Signalfrequenz so zu wählen, dass die Periodendauer bzw. die Pulsbreite (bei Rechteck) ein ganzzahliges Vielfaches von 40 ns ist, oder das Signal muss als arbiträre Kurvenform programmiert werden.

## 5.1.2 Relaismatrix und Analogbus

Über eine Vollmatrix können die beiden Stimuluskanäle wahlfrei auf einen lokalen Analogbus (8 Leitungen LABx) verschaltet werden.

Eine Verschaltung zum Analogbus des R&S CompactTSVP ist über separate Bus-Koppel-Relais' möglich.

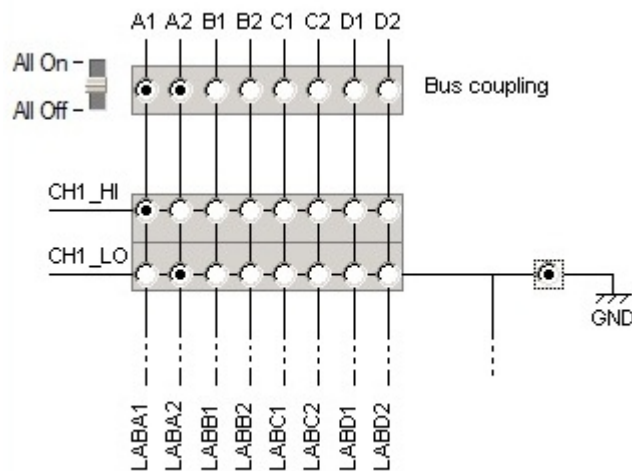
Beide Generatorkanäle können mit Masse verbunden werden.

**Beispiel:**

- Kanal 1 des R&S TS-PFG wird über Matrixrelais mit dem lokalen Analogbus verbunden.
- Über die Koppelrelais werden die lokalen Analogbusleitungen auch mit dem Analogbus des R&S CompactTSVP verbunden.
- Es wird eine Masseverbindung am Kanal 1 hergestellt.

Die entsprechenden Funktionsaufrufe des IVI-C Gerätetreibers lauten:

- `rspfg_Connect` zum Verschalten der Matrixrelais
- `rspfg_ConfigureCoupling` zum Verschalten der Koppelrelais
- `rspfg_ConfigureGround` zum Verschalten des Masserelais



*Bild 5-1: Beispiel Relaisverschaltung am R&S TS-PFG Kanal 1*

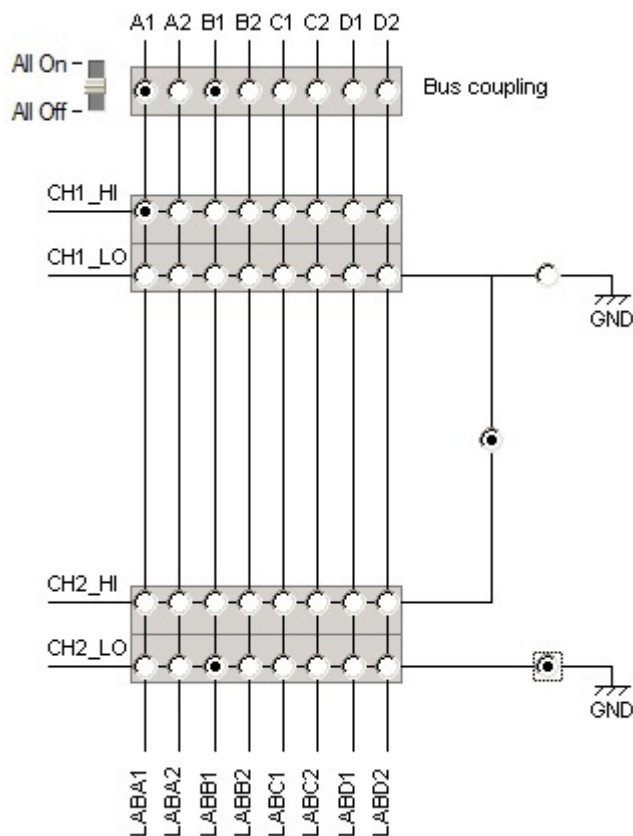
### 5.1.3 Kaskadierung der beiden Kanäle

Beide Kanäle des R&S TS-PFG können über ein Relais kaskadiert werden. Auf diese Weise kann die Summe der beiden Kanalspannungen auf den Analogbus gelegt werden.

**Beispiel:**

Der High-Ausgang des Kanals 2 wird mit dem Low-Ausgang des Kanals 1 verbunden.  
Der entsprechende Funktionsaufruf des IVI-C Gerätetreibers lautet:

```
rspfg_Connect(vi, "CH1_LO", "CH2_HI");.
```



*Bild 5-2: Beispiel Kaskadierung der beiden R&S TS-PFG Kanäle*

### 5.1.4 Ausgabe von Standard-Kurvenformen

Um Standard-Kurvenformen konfigurieren und ausgeben zu können, muss der R&S TS-PFG in den entsprechenden Modus geschaltet werden. Der IVI-C Funktion `rspfg_ConfigureOutputMode` wird hierzu der Parameter `RSPFG_VAL_OUTPUT_FUNC` übergeben. Damit werden beide Kanäle beeinflusst. Soll nur ein Kanal konfiguriert werden, muss die Funktion `rspfg_ConfigureOutputModeChannel` verwendet werden.

Nach dem Öffnen des Gerätetreibers oder auch nach einem Reset des Treibers befinden sich beide Kanäle des R&S TS-PFG im Modus `RSPFG_VAL_OUTPUT_FUNC`.

Standard-Kurvenformen können entweder kontinuierlich ausgegeben werden oder es kann eine Anzahl von Signalperioden konfiguriert werden nach der die Ausgabe des Signals stoppt. Für weitere Informationen siehe [Kapitel 5.1.8, "Betriebsmodus"](#), auf Seite 29.



#### 5.1.4.1 Kurvenformen

Folgende Standard-Kurvenformen können mit dem R&S TS-PFG erzeugt werden:

- Sinus
- Dreieck
- Rechteck
- Rampe, steigend
- Rampe, fallend

Zu allen Kurvenformen kann ein Gleichspannungs-Offset addiert werden. Ebenso kann auch nur eine konstante Gleichspannung ausgegeben werden.

#### 5.1.4.2 Konfiguration einer Standard Kurvenform

Mit Hilfe der Funktion `rspfg_ConfigureStandardWaveform` des IVI-C Treibers für den R&S TS-PFG können die folgenden Parameter eingestellt werden:

- Art der Kurvenform
- Amplitude
- DC Anteil
- Frequenz
- Startphase

Der höchste Spannungswert einer Kurvenform, die aus einem DC Anteil plus einem variablen Kurvenformanteil besteht, darf an einem Kanal +20.0 V nicht überschreiten. Der niedrigste Spannungswert des Ausgangssignals darf -20.0 V nicht unterschreiten.

Der einstellbare Frequenzbereich erstreckt sich von 1.0 Hz bis 1.0 MHz.

Bei der Kurvenform "*Rechteck*" kann mit der Funktion `rspfg_ConfigureDutyCycle` der Duty-Cycle Wert (Verhältnis von High-Anteil zum Low-Anteil innerhalb einer Periodendauer) in Schritten von einem Prozent eingestellt werden.

#### 5.1.5 Ausgabe von arbiträren Kurvenformen

Um arbiträre Kurvenformen konfigurieren und ausgeben zu können, muss der R&S TS-PFG in den entsprechenden Modus geschaltet werden. Der IVI-C Funktion `rspfg_ConfigureOutputMode` wird hierzu der Parameter `RSPFG_VAL_OUTPUT_ARB` übergeben. Damit werden beide Kanäle beeinflusst. Soll nur ein Kanal konfiguriert werden, muss die Funktion `rspfg_ConfigureOutputModeChannel` verwendet werden.

Arbiträre Kurvenformen können entweder kontinuierlich ausgegeben werden oder es kann eine Anzahl von Signalperioden konfiguriert werden nach der die Ausgabe des Signals stoppt. Für weitere Informationen siehe [Kapitel 5.1.8, "Betriebsmodus"](#), auf Seite 29.

### 5.1.5.1 Erstellen der Kurvenform

Durch den Aufruf der Funktion `rspfg_CreateArbWaveform` kann eine arbiträre Kurvenform erzeugt und in den Kurvenformspeicher des R&S TS-PFG abgelegt werden. Durch den Rückgabewert dieser Funktion kann eine existierende Kurvenform zu einem späteren Zeitpunkt durch andere Funktionen des IVI-C Treibers wieder referenziert werden.

Die Größe des Kurvenformspeichers beträgt maximal 1 MSample pro Kanal.

Es können auch mehrere kleinere Kurvenformen gleichzeitig in den Speicher abgelegt werden.

Das Datenarray aus Gleitpunktzahlen, das an die Funktion `rspfg_CreateWaveform` übergeben wird muss aus normierten Werten bestehen, also aus Werten von minimal -1.0 bis maximal +1.0.

### 5.1.5.2 Konfiguration einer arbiträren Kurvenform

Damit eine normierte, bereits im Kurvenformspeicher vorhandene arbiträre Kurvenform mit einer bestimmten Amplitude ausgegeben werden kann, muss ein Verstärkungsfaktor über die Funktion `rspfg_ConfigureArbWaveform` angegeben werden. Dieser Faktor, multipliziert mit den normierten Werten der Kurvenform ergibt dann den Pegel der einzelnen Kurvenformpunkte (Samples) in Volt.

Ebenso wird mit dieser Funktion ein eventueller Gleichspannungsanteil konfiguriert. Wie bei den Standard-Kurvenformen gilt auch hier, dass die Summe aus DC-Anteil plus dem variablen Kurvenformanteil an einem Kanal +20.0 V nicht überschreiten darf. Der niedrigste Spannungswert des arbiträren Ausgangssignals darf -20.0 V nicht unterschreiten.

Sind mehrere arbiträre Kurvenformen im Speicher des R&S TS-PFG vorhanden, wird diejenige ausgegeben, die als letztes mit der Funktion `rspfg_ConfigureArbWaveform` konfiguriert und damit aktiviert wurde.

Die Ausgabegeschwindigkeit der Kurvenform wird über die Funktion `rspfg_ConfigureSampleRate` für beide Kanäle oder über `rspfg_ConfigureSampleRateChannel` für einen Kanal eingestellt. Die langsamste mögliche Ausgabegeschwindigkeit beträgt ein Sample pro Sekunde. Die schnellstmögliche Ausgabegeschwindigkeit ist 25 MS/s (Megasamples pro Sekunde). Zwischen diesen Werten sind nicht alle beliebigen Sample-Raten möglich. Die möglichen Sample-Raten neben 25 MS/s lassen sich durch folgende Formel berechnen:

**Sample-Rate in Sekunden =  $1.0 / (100.0e-9 + n * 20.0e-9)$  mit  $n = 0,1,2,3,\dots$**

Werden Sample-Raten konfiguriert, die zwischen den möglichen Werten liegen, stellt der IVI-C Treiber automatisch einen möglichen Nachbarwert ein.

Alternativ kann die Ausgabegeschwindigkeit auch über die Funktion `rspfg_ConfigureArbFrequency` eingestellt werden. Über diese Funktion lässt sich einstellen, mit welcher Frequenz die gesamte arbiträre Kurvenform wiederholt werden soll. Die arbiträre Frequenz ist über folgende Formel mit der arbiträren Sample Rate verknüpft:

### Arbiträre Frequenz = Arbiträre Sample Rate / Anzahl der Kurvenform Samples



Bei der Variante des Funktionsgenerator-Moduls R&S TS-PFG (R&S No. 1157.9610.02) ist zu beachten, dass eine arbiträre Kurvenform mindestens aus 18 Samples bestehen muss wenn man sie mit der maximalen Sample-Rate von 25 MSamples pro Sekunde ausgeben will. Bei niedrigeren Sample-Raten gibt es keine Einschränkung der minimalen Länge der Kurvenform.

#### 5.1.5.3 Hinzufügen von Markern

Bei der Ausgabe von arbiträren Signalen können die einzelnen Samples auch mit Marker-Signalen gekoppelt werden. Mit Hilfe dieser Marker können z.B. andere Geräte mit bestimmten Abschnitten einer arbiträren Kurvenform synchronisiert werden.

Für jeden der beiden Kanäle des R&S TS-PFG gibt es am Frontstecker X10 jeweils einen Marker-Ausgang mit den beiden möglichen Ausgangsspannungen 0.0 V und 3.3 V.

Eine bereits existierende arbiträre Kurvenform kann mit einem Marker-Datenarray verknüpft werden, indem man die IVI-C Funktion `rspfg_ConfigureArbMarker` aufruft.

#### 5.1.5.4 Filterung des Ausgangssignals

Arbiträre Ausgangssignale können mit einem nachgeschalteten Tiefpass-Filter geglättet werden. Jeder der beiden Kanäle der R&S TS-PFG verfügt über ein eigenes Filter.

Folgende drei Filterfrequenzen sind über die IVI-C Treiber Funktion `rspfg_ConfigureFilter` einstellbar:

- 3 kHz
- 100 kHz
- 3 MHz

#### 5.1.6 Ausgabe von arbiträren Sequenzen

Um arbiträre Sequenzen konfigurieren und ausgeben zu können, muss der R&S TS-PFG in den entsprechenden Modus geschaltet werden. Der IVI-C Funktion `rspfg_ConfigureOutputMode` wird hierzu der Parameter `RSPFG_VAL_OUTPUT_SEQ` übergeben. Damit werden beide Kanäle beeinflusst. Soll nur ein Kanal konfiguriert werden, muss die Funktion `rspfg_ConfigureOutputModeChannel` verwendet werden.

Sind bereits mehrere arbiträre Kurvenformen im Speicher eines Kanals der R&S TS-PFG vorhanden, können diese zu einer Sequenz zusammengefügt und ausgegeben werden. Eine Sequenz kann aus bis zu 256 hintereinander aufgerufenen arbiträren Kurvenformen bestehen. Dabei ist es möglich, jede Teilkurvenform bis zu 16382 mal zu wiederholen. Die komplette Sequenz kann dann nur einmal ausgegeben werden. Danach muss sie wieder neu gestartet werden.



Eine kontinuierliche, sich automatisch wiederholende Ausgabe einer arbiträren Sequenz ist nicht möglich.

#### 5.1.6.1 Erstellen einer Sequenz

Durch den Aufruf der Funktion `rspfg_CreateArbSequence` kann eine arbiträre Sequenz erzeugt und in den Kurvenformspeicher der R&S TS-PFG abgelegt werden. Durch den Rückgabewert dieser Funktion kann diese Sequenz dann zu einem späteren Zeitpunkt durch andere Funktionen des IVI-C Treibers wieder referenziert werden.

Es werden zwei Datenarrays gleicher Länge an die Funktion übergeben. Das erste Array besteht aus Referenzwerten (Handles) auf bereits existierende arbiträre Kurvenformen. Alle Kurvenformen werden in der Reihenfolge in der sie in diesem Array aufgelistet sind in der Sequenz abgespielt. Das zweite Array besteht aus ganzzahligen Werten, die angeben wie oft die Kurvenform des ersten Arrays mit gleichem Arrayindex hintereinander abgespielt werden soll.

Es können auch mehrere arbiträre Sequenzen gleichzeitig definiert und in den Speicher der R&S TS-PFG abgelegt werden.

#### 5.1.6.2 Konfiguration einer arbiträren Sequenz

Damit eine arbiträre Sequenz, die ja aus normierten arbiträren Kurvenformen besteht, mit einer bestimmten Amplitude ausgegeben werden kann, muss ein Verstärkungsfaktor über die Funktion `rspfg_ConfigureArbSequence` angegeben werden. Dieser Faktor, multipliziert mit den normierten Werten der Kurvenformen ergibt dann den Pegel der einzelnen Kurvenformpunkte (Samples) in Volt.

Ebenso wird mit dieser Funktion ein eventueller Gleichspannungsanteil konfiguriert. Wie bei den Standard- und arbiträren Kurvenformen gilt auch hier, dass die Summe aus DC-Anteil plus dem variablen Kurvenformanteil an einem Kanal +20.0 V nicht überschreiten darf. Der niedrigste Spannungswert des arbiträren Ausgangssignals darf -20.0 V nicht unterschreiten.

Sind mehrere arbiträre Sequenzen im Speicher des R&S TS-PFG vorhanden, wird diejenige ausgegeben die als letztes mit der Funktion `rspfg_ConfigureArbSequence` konfiguriert und damit aktiviert wurde. Die Ausgabegeschwindigkeit der Kurvenform wird über die Funktion `rspfg_ConfigureSampleRate` für beide Kanäle oder über `rspfg_ConfigureSampleRateChannel` für einen Kanal eingestellt. Die langsamste mögliche Ausgabegeschwindigkeit beträgt ein Sample pro Sekunde. Die schnellstmögliche Ausgabegeschwindigkeit ist 25 MS/s (Megasamples pro Sekunde). Zwischen diesen Werten sind nicht alle beliebigen Sample-Raten möglich. Die möglichen Sample-Raten neben 25 MS/s lassen sich durch folgende Formel berechnen:

**Sample-Rate in Sekunden =  $1.0 / (100.0e-9 + n * 20.0e-9)$  mit  $n = 0,1,2,3,\dots$**

Werden Sample-Raten konfiguriert, die zwischen den möglichen Werten liegen, stellt der IVI-C Treiber automatisch einen möglichen Nachbarwert ein.



Bei der Variante des Funktionsgenerator-Moduls R&S TS-PFG (R&S No. 1157.9610.02) ist zu beachten, dass jede Teilkurvenform der arbiträren Sequenz mindestens aus 18 Samples bestehen muss wenn man die Sequenz mit der maximalen Sample-Rate von 25 MSamples pro Sekunde ausgeben will. Bei niedrigeren Sample-Raten gibt es keine Einschränkung der minimalen Länge der Teilkurvenformen.

### 5.1.6.3 Marker-Signale in arbiträren Sequenzen

Alle Marker-Signale die für die einzelnen arbiträren Kurvenformen aus denen die arbiträre Sequenz besteht definiert wurden, werden bei der Ausgabe der Sequenz am Frontstecker X10 des R&S TS-PFG mit ausgegeben.

Informationen darüber wie man Marker-Signale zu arbiträren Kurvenformen hinzufügt, finden sich in [Kapitel 5.1.5.3, "Hinzufügen von Markern"](#), auf Seite 25.

### 5.1.6.4 Filterung des Ausgangssignals

Ebenso wie arbiträre Ausgangssignale können auch arbiträre Sequenzen mit einem nachgeschalteten Tiefpass-Filter geglättet werden. Jeder der beiden Kanäle des R&S TS-PFG verfügt über ein eigenes Filter.

Folgende drei Filterfrequenzen sind über die IVI-C Treiber Funktion `rspfg_ConfigureFilter` einstellbar:

- 3 kHz
- 100 kHz
- 3 MHz

### 5.1.6.5 Performance-Gewinn durch arbiträre Sequenzen

In einigen Fällen kann durch geschickten Einsatz einer arbiträren Sequenz ein erheblicher Performance-Gewinn in der Programmablaufgeschwindigkeit im Vergleich zur Verwendung einer arbiträren Kurvenform erreicht werden.

Folgendes Beispiel soll die sinnvolle Verwendung einer arbiträren Sequenz veranschaulichen:

**Beispiel:**

Es soll am Ausgang des Funktionsgenerators eine Bitfolge erzeugt werden wobei die High-Bits aus 70 Sinus-Perioden mit einer Frequenz von 125 kHz bestehen sollen. Für alle Low-Bits wird ein Pegel von 0.0 V ausgegeben.

Bildet man eine Sinus-Periode aus zehn Kurvenformpunkten, benötigt man für ein High-Bit insgesamt 700 Samples. Bei einer konstant bleibenden Sample Rate benötigt man damit auch für das Low-Bit 700 Samples des 0.0 V Pegels. Soll eine Bitfolge aus 100 Bits ausgegeben werden beträgt die Gesamtzahl der auszugebenden Samples 70000.

Das Laden einer aus 70000 Kurvenformpunkten bestehenden arbiträren Kurvenform in den Sample-Speicher des R&S TS-PFG benötigt, wenn man z.B. den R&S CompactTSVP über eine PCI-Brücke von einem externen PC steuert, ca. 360 ms.

Die gleiche Kurvenformausgabe kann man durch den Einsatz einer arbiträren Sequenz erreichen. Damit lässt sich die benötigte Zeit, um den R&S TS-PFG entsprechend zu konfigurieren, auf ca. 15 ms reduzieren. Hier werden zuerst zwei verschiedene arbiträre Kurvenformen definiert:

- Eine einzelne Sinus-Periode bestehend aus zehn Samples.
- Eine Kurvenform bestehend aus einem einzigen 0.0 V Sample.

Als nächsten Schritt definiert man die arbiträre Sequenz, indem man in einem Datenarray angibt, welche Kurvenformen in welcher Reihenfolge hintereinander ausgegeben werden sollen.

In einem zweiten Datenarray mit gleicher Länge wird angegeben, wie oft die Kurvenform der entsprechenden Array-Position wiederholt werden soll. Die Länge beider Datenarrays beträgt in unserem Beispiel maximal 100, da 100 Bits ausgegeben werden sollen. Gibt es Abschnitte in der auszugebenden Kurvenform in denen mehrere gleichartige Bits hintereinander ausgegeben werden, kann sich die Länge der beiden Datenarrays auch noch reduzieren. Dafür wird an den entsprechenden Abschnitten einfach die Anzahl der Wiederholungen der arbiträren Kurvenform vervielfacht.

Diese Methode führt dazu, dass an den R&S TS-PFG statt der vorher 70000 Kurvenformpunkte nur noch 11 Kurvenformpunkte plus die Datenarrays mit den Informationen darüber wie die Sequenz aufgebaut ist geschickt werden müssen. In diesem Beispiel sinkt die benötigte Zeit für die Konfiguration des Funktionsgenerators um 96 Prozent.

### 5.1.7 Triggerung

Die Ausgabe von Kurvenformen an einem Kanal bzw. die synchronisierte Ausgabe an beiden Kanälen des Funktionsgenerators R&S TS-PFG kann über Trigger-Ereignisse gestartet werden. Als Trigger-Eingang kann eine von acht im R&S CompactTSVP vorhandenen PXI Trigger Leitungen dienen.

Als Trigger-Quelle fungiert in diesem Fall eine andere im R&S CompactTSVP verbaute Einsteckkarte, welche PXI Trigger Signale erzeugen kann wie z.B. das Analoge Stimulus- und Messmodul R&S TS-PSAM.

Es gibt auch die Möglichkeit den R&S TS-PFG über ein externes, am Frontstecker X10 zugeführtes TTL-Signal zu triggern. Durch die Triggereingänge XT11 und XT12 können beide Kanäle getriggert werden.

Die dritte Möglichkeit, den Beginn einer Signalausgabe zu starten, ist die Software-Triggerung. Hier wird durch den IVI-C Treiber Funktionsaufruf `rspfg_SendChannelSoftwareTrigger` aus einer Software-Applikation heraus die Signalausgabe auf einem Kanal des R&S TS-PFG gestartet. Durch die Funktion `rspfg_SendSoftwareTrigger`, die nicht kanalspezifisch wirkt, können beide Kanäle synchron gestartet werden.

Welche der drei beschriebenen Triggerquellen verwendet werden soll, wird über die IVI-C Treiber Funktion `rspfg_ConfigureTriggerSource` konfiguriert. Nach dem Öffnen des Gerätetreibers oder auch nach einem Reset des Treibers ist bei beiden Kanälen des R&S TS-PFG als Triggerquelle "Software-Triggerung" eingestellt.

Falls eine Verzögerung der Signalausgabe nach einem eingetretenen Triggerereignis erfolgen soll, kann diese mittels der Funktion `rspfg_ConfigureTriggerDelay` eingestellt werden.

Nach der Konfiguration von Triggerquelle und Triggerverzögerung wird der R&S TS-PFG durch den Aufruf der Funktion `rspfg_InitiateGeneration` für Triggersignale empfangsbereit geschaltet und wartet nun auf das Triggerereignis.

Wird die Funktion `rspfg_AbortGeneration` aufgerufen, bevor ein Triggerereignis aufgetreten ist, wird der Funktionsgenerator für Triggersignale wieder unempfindlich geschaltet. Ist schon ein Triggerereignis aufgetreten und damit die Signalausgabe gestartet worden, bewirkt diese Funktion ein Abbrechen der Signalausgabe.

### 5.1.8 Betriebsmodus

Die beiden Kanäle des Funktionsgenerators R&S TS-PFG können in zwei unterschiedlichen Betriebsmodi verwendet werden: Continuous-Modus oder Burst-Modus.

An die Funktion `rspfg_ConfigureOperationMode` wird entweder der Parameter `RSPFG_VAL_OPERATE_CONTINUOUS` oder `RSPFG_VAL_OPERATE_BURST` übergeben.

Nach dem Öffnen des Gerätetreibers oder auch nach einem Reset des Treibers befinden sich beide Kanäle des R&S TS-PFG im Betriebsmodus `RSPFG_VAL_OPERATE_CONTINUOUS`.

#### 5.1.8.1 Continuous-Modus

Im Continuous-Modus wird nach dem Aufruf der Gerätetreiberfunktion `rspfg_InitiateGeneration` sofort kontinuierlich das vorher konfigurierte Signal ausgegeben. In diesem Betriebsmodus ist es unerheblich, welche Triggerquelle vom Anwender für den verwendeten Kanal konfiguriert wurde. Intern wird in diesem Modus immer die Triggerquelle auf Software-Trigger gesetzt und am Ende der Funktion `rspfg_InitiateGeneration` wird automatisch ein Software-Trigger an jeden Kanal der sich im Continuous-Modus befindet gesendet.

Auch nach der Initialisierung des Gerätetreibers durch die Funktionen `rspfg_init` bzw. `rspfg_InitWithOptions` oder nach einem Zurücksetzen des R&S TS-PFG mit der Funktion `rspfg_reset` befinden sich beide Kanäle des Funktionsgenerators im Continuous-Mode und geben als Signal 0.0 V Gleichspannung aus.

Eine kontinuierlich ausgegebene Kurvenform kann mit der Funktion `rspfg_AbortGeneration` abgebrochen werden. Hier ist zu beachten, dass nur der variable Anteil der Kurvenform beendet wird, d.h. auf 0.0 V absinkt. Ein eventuell eingestellter Gleichspannungsanteil der Kurve liegt weiterhin am Kanalausgang an.

Im Gegensatz zu den Standard-Kurvenformen und arbiträren Kurvenformen, die kontinuierlich ausgegeben werden können, nimmt die arbiträre Sequenz im Continuous-Modus eine Sonderstellung ein. Eine arbiträre Sequenz kann nicht kontinuierlich ausgegeben werden. Nachdem sie einmal ausgegeben wurde, muss eine erneute Ausgabe wieder mit der Funktion `rspfg_InitiateGeneration` angestoßen werden.

### 5.1.8.2 Burst-Modus

Im Burst-Modus kann festgelegt werden, wie oft eine bestimmte Kurvenform hintereinander ausgegeben werden soll. Dies wird durch einen Parameter der Gerätetreiberfunktion `rspfg_ConfigureBurstCount` festgelegt. Der erlaubte Wertebereich des Parameters erstreckt sich von 1 bis 16382. Zusätzlich ist auch noch der Wert 0 (definiert als `RSPFG_VAL_BURST_COUNT_INFINITE`) erlaubt. In diesem Fall wird das Signal kontinuierlich ausgegeben.

Im Burst-Modus wird im Gegensatz zum Continuous-Modus die Signalausgabe nur durch ein Triggerereignis gestartet, das nach dem Funktionsaufruf `rspfg_InitiateGeneration` eintreten muss. Dies kann ein Software-Trigger, ein PXI-Trigger oder ein externes TTL-Trigger-Signal am Frontstecker des R&S TS-PFG sein. Welche dieser drei Triggerarten verwendet werden soll, wird durch die Funktion `rspfg_ConfigureTriggerSource` festgelegt. Ist die Kurvenformausgabe abgeschlossen, bleibt am Kanalausgang des Funktionsgenerators der Spannungspegel des letzten Kurvenpunktes erhalten.

Auch hier nimmt die arbiträre Sequenz wieder eine Sonderstellung ein. Sie kann nicht kontinuierlich und auch nicht mehrmals hintereinander ausgegeben werden. Nachdem sie einmal ausgegeben wurde, muss eine erneute Ausgabe wieder mit der Funktion `rspfg_InitiateGeneration` und ein nachfolgendes Triggerereignis angestoßen werden.

### 5.1.9 Fixierung des DC-Offset Bereiches

Die Hardware des R&S TS-PFG enthält vier Verstärkungsbereiche für den Gleichspannungsanteil einer Kurvenform (DC-Offset). Diese Bereiche sind 20 V, 10 V, 5 V und 1 V. Um einen vom Anwender programmierten Gleichspannungsanteil auszugeben, wird zuerst der optimale Verstärkungsbereich an der Hardware eingestellt und dann der dazu passende D/A Wandler-Wert berechnet.

Soll der Gleichspannungsanteil verändert werden, und liegt der neue Wert in einem anderen Verstärkungsbereich kommt es bei der Umschaltung am Ausgang des entsprechenden R&S TS-PFGkanals zu kleinen Spannungssprüngen, da das Aktivieren des neuen Verstärkungsbereiches und das Programmieren des zugehörigen A/D Wandler-Wertes nur sequentiell erfolgen kann.



**Beispiel:**

Es soll der Gleichspannungsanteil einer Kurvenform von 11 V auf 9 V reduziert werden:

- Zuerst schaltet der Gerätetreiber den Verstärkungsbereich des Gleichspannungsanteiles von 20 V auf 10 V um. Da der A/D Wandler-Wert noch unverändert ist, führt dies zu einer kurzzeitigen Spannungsreduktion am Ausgang des R&S TS-PFG Kanals auf ca. 5.5 V ( $11V/20V * 10V$ ).
- Im zweiten Schritt wird nun der A/D Wandler-Wert, der der Ausgangsspannung von 9 V im 10 V Verstärkungsbereich entspricht, gesetzt. Die Spannung am Kanalausgang des R&S TS-PFG steigt nun von 5.5 V auf die gewünschten 9 V an.

In einigen Fällen sind diese Effekte bei der Umschaltung des Verstärkungsbereiches unerwünscht. Hier gibt es die Möglichkeit den Verstärkungsbereich des Gleichspannungsanteiles zu fixieren. Dies geschieht mit der Funktion `rspfg_ConfigureDCOffsetRange` und dem übergebenen Parameter `offsetRange`, z.B. 20.0 V. Nun wird der 20 V-Bereich verwendet auch wenn man einen Gleichspannungsanteil von kleiner als 10 V einstellt.

Der Nachteil dieser Methode liegt in der geringeren zur Verfügung stehenden D/A-Wandler-Auflösung und damit der geringeren Genauigkeit der Ausgangsspannung bei kleinen Spannungswerten. Konfiguriert man eine Ausgangsspannung von 0.5 V und befindet sich im Verstärkungsbereich 1 V, so wird die ausgegebene Spannung höchstens um ca. +/-250 µV vom Nominalwert abweichen. Im Verstärkungsbereich 20 V kann die Ausgangsspannung von 0.5 V nur mit einer Genauigkeit von ca. +/- 5 mV eingestellt werden.

Nach der Initialisierung des Gerätetreibers durch die Funktionen `rspfg_init` bzw. `rspfg_InitWithOptions` oder nach einem Zurücksetzen des R&S TS-PFG mit der Funktion `rspfg_reset` ist an beiden Kanälen des Funktionsgenerators eine automatische Umschaltung des Gleichspannungs-Verstärkungsbereiches konfiguriert. Dies entspricht einem Aufruf der Funktion `rspfg_ConfigureDCOffsetRange` mit dem als Parameter `offsetRange` übergebenen Wert 0.0 V (definiert als `RSPFG_OFFSET_RANGE_AUTO`).

### 5.1.10 Dynamische Amplitudenänderung an Kurvenformen



Die in diesem Kapitel beschriebene Funktionalität wird nur von der Variante des Funktionsgenerator-Moduls R&S TS-PFG mit der R&S No. 1157.9610.02 unterstützt. Es ist die Firmware-Version 3.03 oder höher notwendig.

Die Amplitude einer auszugebenden Standard-Kurvenform wird über die Funktion `rspfg_ConfigureStandardWaveform` festgelegt. Der Softwaretreiber stellt dazu den optimalen der vier verschiedenen Verstärkungsbereiche 20 V, 10 V, 5 V oder 1V an der Hardware ein und berechnet die dazu passenden Kurvenformpunkte die dann in den Kurvenformspeicher des R&S TS-PFG geschrieben werden.

Soll die Amplitude der Kurvenform über einen erneuten Aufruf der Funktion `rspfg_ConfigureStandardWaveform` geändert werden, so müssen die einzelnen Punkte für den Kurvenformspeicher neu berechnet werden. Dies führt zu einer Unterbrechung der Signalausgabe bis das Beschreiben des Kurvenformspeichers abgeschlossen ist. Erst anschließend wird die Ausgabe der Kurvenform mit neuer Amplitude wieder gestartet.

In einigen Fällen ist die Unterbrechung der ausgegebenen Kurvenform bei Amplitudenänderung nicht gewünscht. Aus diesem Grund bietet der Softwaretreiber eine Funktion an, über die die einzelnen Kurvenformpunkte des Speichers dynamisch im FPGA des R&S TS-PFG mit einem Faktor zwischen 0.0 und 1.0 multipliziert und damit verringert werden können. Der Name dieser Funktion lautet `rspfg_ConfigureDynamicACAmplitude`. Als Parameter wird ein gewünschter Amplitudenwert übergeben der kleiner oder gleich dem Amplitudenwert sein muss der vorher über die Funktion `rspfg_ConfigureStandardWaveform` eingestellt wurde.

Ein typischer Programmablauf könnte wie folgt aussehen:

<code>rspfg_AbortGeneration</code>	R&S TS-PFG gibt konstant 0.0 V aus
<code>rspfg_ConfigureStandardWaveform</code>	z.B. 10.0 Vpp werden konfiguriert, R&S TS-PFG gibt weiterhin 0.0 V aus
<code>rspfg_ConfigureDynamicACAmplitude</code>	z.B. 2.0 Vpp werden konfiguriert, R&S TS-PFG gibt weiterhin 0.0 V aus
<code>rspfg_InitiateGeneration</code>	R&S TS-PFG startet die Ausgabe einer Standardkurvenform mit Ampl. 2.0 Vpp
<code>rspfg_ConfigureDynamicACAmplitude</code>	Unterbrechungsfreier Wechsel zur Ausgabe der Standardkurvenform mit geänderter Amplitude von z.B. 5.0 Vpp

Ein erneuter Aufruf der Funktion `rspfg_ConfigureStandardWaveform` beendet den Mechanismus der dynamischen Amplitudenanpassung. Es wird am entsprechenden Kanal des R&S TS-PFG eine Kurvenform mit der übergebenen Amplitude ausgegeben.

Bei der Ausgabe von arbiträren Kurvenformen oder Sequenzen aus arbiträren Kurvenformen kann ebenso wie bei den Standard-Kurvenformen die Höhe der ausgegebenen Pegel dynamisch mit der Funktion `rspfg_ConfigureDynamicACAmplitude` verändert werden. In dem gerade gezeigten Programmablauf müssten lediglich statt der Funktion `rspfg_ConfigureStandardWaveform` die Funktionen `rspfg_ConfigureArbWaveform` bzw. `rspfg_ConfigureArbSequence` verwendet werden. In diesen beiden Funktionen wird statt der Amplitude einer Kurvenform der Verstärkungsfaktor in Volt angegeben mit dem die einzelnen Punkte der arbiträren Kurvenformen (Werte zwischen 0.0 und 1.0) multipliziert werden. Die in der Funktion `rspfg_ConfigureDynamicACAmplitude` übergebene Amplitude muss zwischen 0.0 V und dem vorher konfigurierten Verstärkungsfaktor für arbiträre Kurvenformen liegen.



Die dynamische Amplitudensteuerung über die Funktion

`rspfg_ConfigureDynamicACAmplitude` beeinflusst nur den veränderlichen Anteil einer Kurvenform (AC-Amplitude). Der Gleichspannungsanteil (DC-Offset) der ausgegebenen Kurvenform wird dadurch nicht verändert.

## 6 Inbetriebnahme

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

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

#### **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.

1. Herunterfahren und Ausschalten des R&S CompactTSVP.
2. Auswahl eines geeigneten frontseitigen Steckplatzes.
3. Entfernen der entsprechenden Teilfrontplatte am TSVP-Chassis durch Lösen der Schrauben.
4. Das Einsteckmodul mit mäßigem Druck einschieben
5. Der obere Fangstift des Einsteckmoduls muss in die rechte Bohrung, der untere in die linke Bohrung am TSVP-Chassis geführt werden.  
Das Einsteckmodul ist richtig eingeschoben, wenn ein deutlicher Anschlag zu spüren ist.
6. Die Schrauben oben und unten an der Frontplatte des Einsteckmoduls festschrauben.

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

Zur Installation des Einsteckmoduls ist wie folgt vorzugehen:

**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.

Voraussetzung ist die Installation des Moduls R&S TS-PFG.

1. Entsprechenden Rear-I/O-Slot zum Modul R&S TS-PFG auswählen.
2. Entfernen der entsprechenden Teilrückplatte am R&S CompactTSVP-Chassis durch Lösen der beiden Schrauben.
3. Einschieben des Einsteckmoduls mit mäßigem Druck.

Das Einsteckmodul ist richtig eingeschoben, wenn ein deutlicher Anschlag zu spüren ist.

**Hinweis:** 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.

4. Die beiden Befestigungsschrauben an der Frontplatte des Moduls festschrauben.

## 7 Software

### 7.1 Treibersoftware

Für die Ansteuerung des Funktionsgenerator-Moduls R&S TS-PFG steht ein LabWindows IVI Treiber zur Verfügung, der die Klassen `IVI_FGEN` und `IVI_SWITCH` unterstützt. Alle Zusatzfunktionen der Hardware werden über spezifische Erweiterungen des Treibers bedient. Der Treiber ist Bestandteil der R&S 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-PFG**

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



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

### 7.2 Softpanel

Dem Software-Paket des Moduls R&S TS-PFG ist ein Softpanel beigelegt (siehe [Bild 7-1](#)). Das Softpanel setzt auf dem IVI Treiber auf und ermöglicht die interaktive Bedienung des Moduls per Mausklick am Bildschirm.

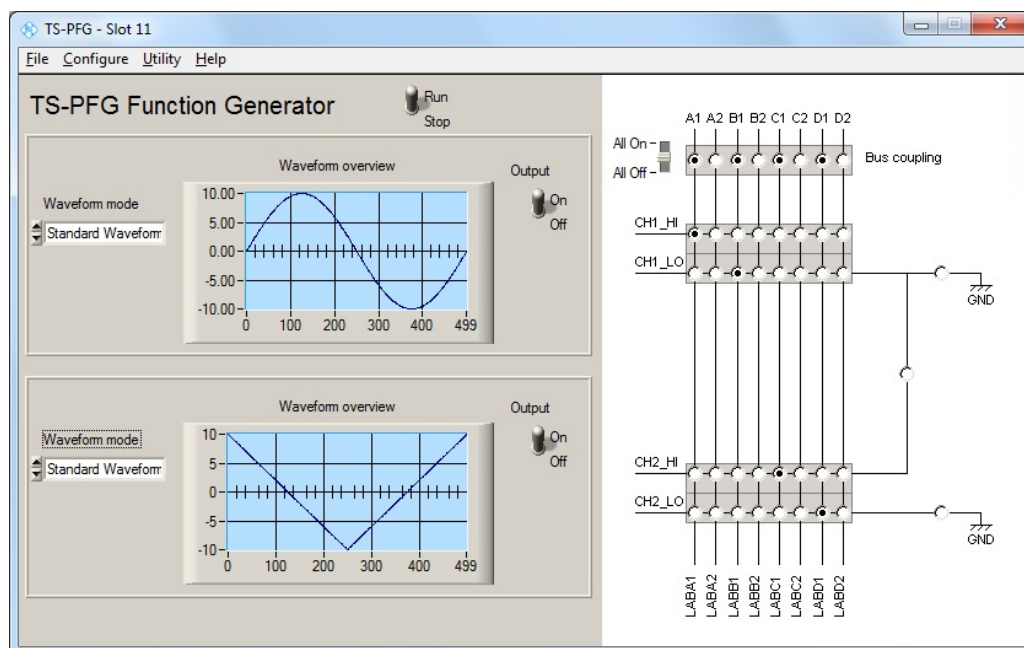


Bild 7-1: Softpanel R&S TS-PFG



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

Im R&S TS-PFG Softpanel lassen sich arbiträre Kurvenformdaten durch das Einlesen aus externen Dateien laden. Diese Daten können in den vier verschiedenen Formaten ‚ASCII‘, ‚Binary Little Endian‘, ‚Binary Big Endian‘ und ‚AWD‘ vorliegen. Der Wertebereich der Daten darf größer sein als  $\pm 1.0$  Volt, da die Import-Funktion des Softpanels eine Normierung vornehmen kann. An die für die Erstellung von arbiträren Kurvenformen vorhandenen Funktionen des R&S TS-PFG IVI-C Treibers können nur Werte zwischen  $-1.0$  Volt und  $+1.0$  Volt übergeben werden.

- **ASCII Datenformat**  
Die einzelnen Kurvenformpunkte sind in einer Textdatei mit der Endung `.txt` als Gleitkommazahlen oder Integer-Werte ohne Angabe der Einheit Volt gespeichert. Als Trennzeichen dient ein Zeilenumbruch. Alle Zeilen die nicht mit einer Ziffer beginnen werden als Kommentar interpretiert. Leerzeichen am Beginn einer Zeile werden ignoriert.
- **Binary Little Endian**  
Datenformat einer Binärdatei mit der Endung `.bin`. Ein Kurvenformpunkt wird durch zwei Bytes repräsentiert die einen 16-Bit Integer-Wert bilden. Das niederwertigste Byte ist zuerst, also an der kleineren Speicheradresse, abgespeichert.
- **Binary Big Endian**  
Datenformat einer Binärdatei mit der Endung `.bin`. Ein Kurvenformpunkt wird durch zwei Bytes repräsentiert die einen 16-Bit Integer-Wert bilden. Das höchstwertige Byte ist zuerst, also an der kleineren Speicheradresse, abgespeichert.
- **AWD**

Datenformat einer Binärdatei mit der Endung `.acv`. Die Datei beginnt mit einem Kommentar der durch ein Zeilenvorschubzeichen (0x0a) abgeschlossen wird. Danach reihen sich die Kurvenformpunkte bestehend aus jeweils vier Bytes an. Die Anordnung der vier Bytes entspricht dem float-Datentyp.

## 7.3 Programmierbeispiel R&S TS-PFG

```

/*
    Generating different output signals with and without trigger conditions.
    The different examples just show the order of function calls used to output
    a special signal.
    Error handling is not considered in this example in order to keep it easy to read.
    The return status should be checked after each device driver call.
*/

/* rspfg ivi-driver header file */
#include "rspfg.h"

static ViSession    s_VI;
static ViStatus     s_Status;

main()
{
    double    arb_wfm_A[] = {-0.9,  0.8, -0.7,  0.6, -0.5,  0.4, -0.3,  0.2, -0.1,  0.0};
    double    arb_wfm_B[] = { 0.5,  0.6,  0.7,  0.8,  0.9,  0.9,  0.8,  0.7,  0.6,  0.5};
    ViInt32    arb_wfm_A_handle;
    ViInt32    arb_wfm_B_handle;

    double    marker_wfm[] = { 0.0, 0.0, 1.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0};

    ViInt32    arb_seq[3];
    ViInt32    arb_seq_loop_array[3];
    ViInt32    arb_seq_handle;

    /*
        The resource descriptor must be adapted to the system.
        Init the rspfg driver.
        After the fuction call the module will generate a dc voltage output
        signal of 0 volts on both channels.
    */
    s_Status = rspfg_InitWithOptions ( "PXI6::12::0::INSTR", VI_TRUE, VI_TRUE, "", &s_VI);

    /* Connect channel 1 to front connector X10. */
    s_Status = rspfg_Connect (s_VI, "CH1_Lo","ABa2");
    s_Status = rspfg_Connect (s_VI, "CH1_Hi","ABa1");

```



```
/* Connect channel 2 to front connector X10. */
s_Status = rspfg_Connect (s_VI, "CH2_Lo", "ABb2");
s_Status = rspfg_Connect (s_VI, "CH2_Hi", "ABb1");

/* Open ground relays of both channels */
s_Status = rspfg_ConfigureGround(s_VI, "CH1", VI_FALSE);
s_Status = rspfg_ConfigureGround(s_VI, "CH2", VI_FALSE);

/* Wait until switching relays are settled. */
s_Status = rspfg_WaitForDebounce (s_VI, 1000);

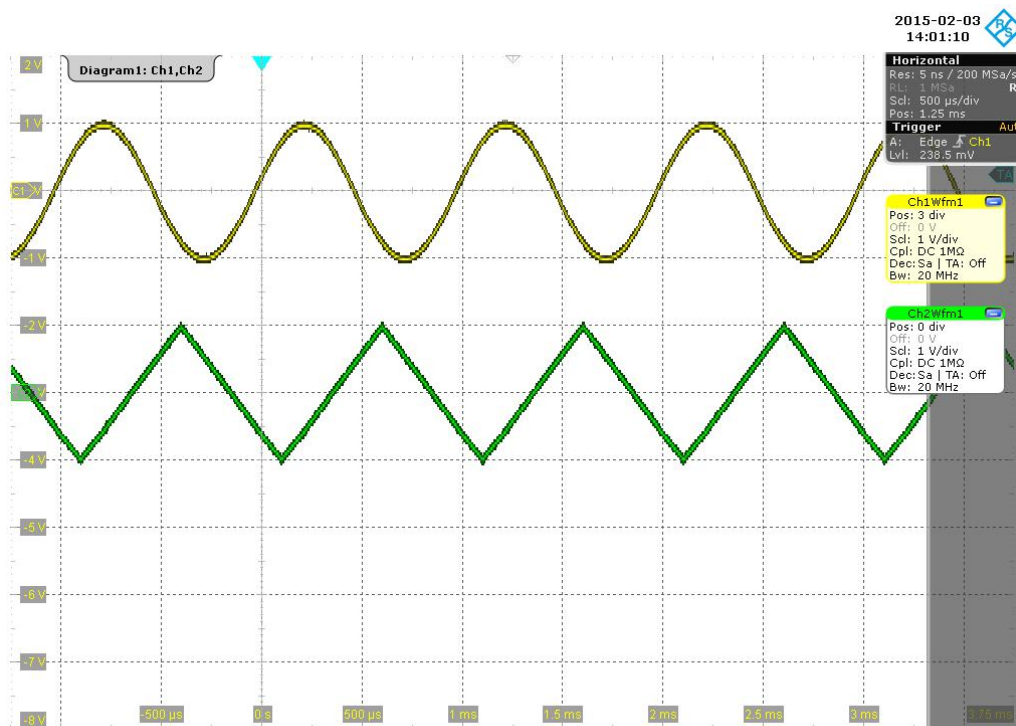
/*
   The following three function calls are optional at this place,
   because this values are default values which have been already
   set in the functions rspfg_InitWithOptions().
*/

/* Configure continuous generation of the output signal. */
s_Status = rspfg_ConfigureOperationMode (s_VI, "CH1", RSPFG_VAL_OPERATE_CONTINUOUS);

/* Configure continuous generation of the output signal. */
s_Status = rspfg_ConfigureOperationMode (s_VI, "CH2", RSPFG_VAL_OPERATE_CONTINUOUS);

/* Configure standard function output for both channels. */
s_Status = rspfg_ConfigureOutputMode (s_VI, RSPFG_VAL_OUTPUT_FUNC);

/*
   Configure sine wave output on channel 1 and triangle output on channel two with
   2.0 volts amplitude peak to peak,
   frequency: 1000 Hz,
   phase: 0 Hz,
   dc offset voltage: 0.0 volt.
*/
s_Status = rspfg_ConfigureStandardWaveform (s_VI, "CH1", RSPFG_VAL_WFM_SINE,
                                             2.0, 0.00, 1000, 0.00);
s_Status = rspfg_ConfigureStandardWaveform (s_VI, "CH2", RSPFG_VAL_WFM_TRIANGLE,
                                             2.0, 0.00, 1000, 0.00);
```



**Bild 7-2: Oszilloskop: Standardsignale auf beiden Kanälen, nicht synchron**

\*/

/\*

Note that both channels haven't been started at the same moment.  
The signals are phase locked but they show a phase shift to each other.  
To start both channels of the function generator synchronously at the same moment, first prevent the generator from generating an output signal with function `rspfg_AbortGeneration()`, then optionally set or change output settings and subsequently start signal generation on both channels with function `rspfg_InitiateGeneration()`.

\*/

/\* Stop generation of output signals \*/

`s_Status = rspfg_AbortGeneration(s_VI);`

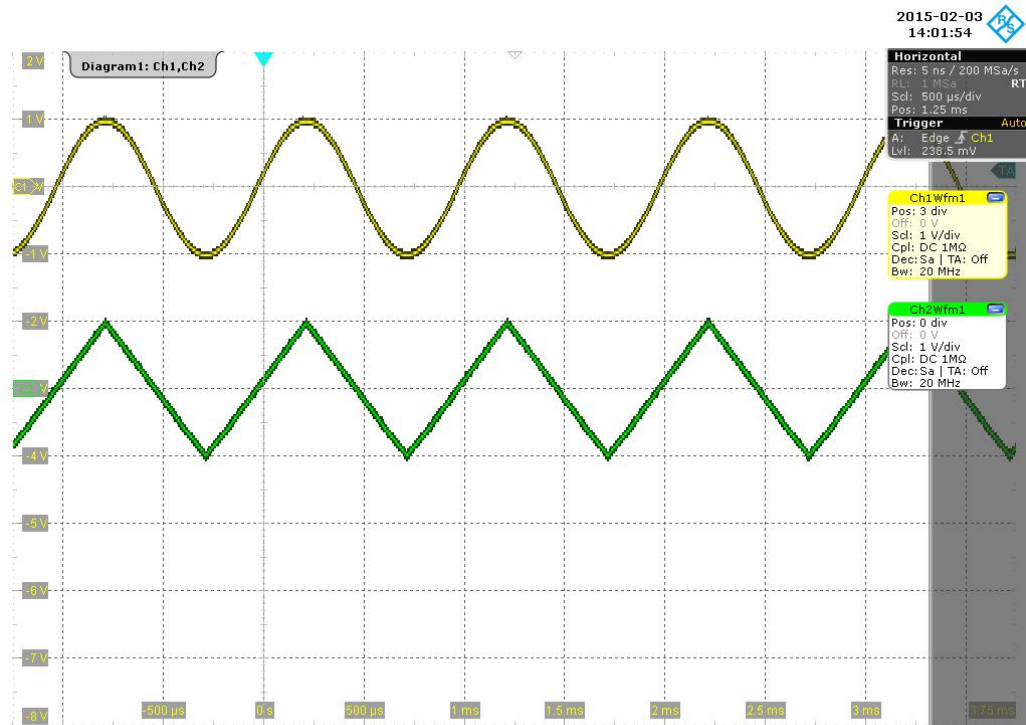
/\*

Start generation of output signals synchronously on both channels.  
In CONTINUOUS mode the generator will immediately output signals without any trigger event.

\*/

`s_Status = rspfg_InitiateGeneration(s_VI);`

/\*



**Bild 7-3: Oszilloskop: Standardsignale auf beiden Kanälen, synchron**

\*/

/\*

Switch to burst mode. Only the configured number of waveforms will be output at a specified trigger event. After initialization of the device driver, the default trigger source is set to software trigger.

\*/

/\* Stop generation of output signal.\*/

```
s_Status = rspfg_AbortGeneration (s_VI);
```

/\* Configure number of bursts. \*/

```
s_Status = rspfg_ConfigureBurstCount (s_VI, "CH1", 2);
```

```
s_Status = rspfg_ConfigureBurstCount (s_VI, "CH2", 1);
```

/\* Configure burst generation of the output signal. \*/

```
s_Status = rspfg_ConfigureOperationMode (s_VI, "CH1", RSPFG_VAL_OPERATE_BURST);
```

```
s_Status = rspfg_ConfigureOperationMode (s_VI, "CH2", RSPFG_VAL_OPERATE_BURST);
```

/\*

Configure sine wave output on channel 1 with 1.0 volts amplitude peak to peak, with  
frequency: 2000 Hz,  
phase: 0 Hz,

```

    dc offset voltage: 0.0 volt.
*/
s_Status = rspfg_ConfigureStandardWaveform (s_VI, "CH1", RSPFG_VAL_WFM_SINE,
                                             2.0, 0.00, 2000, 0.00);

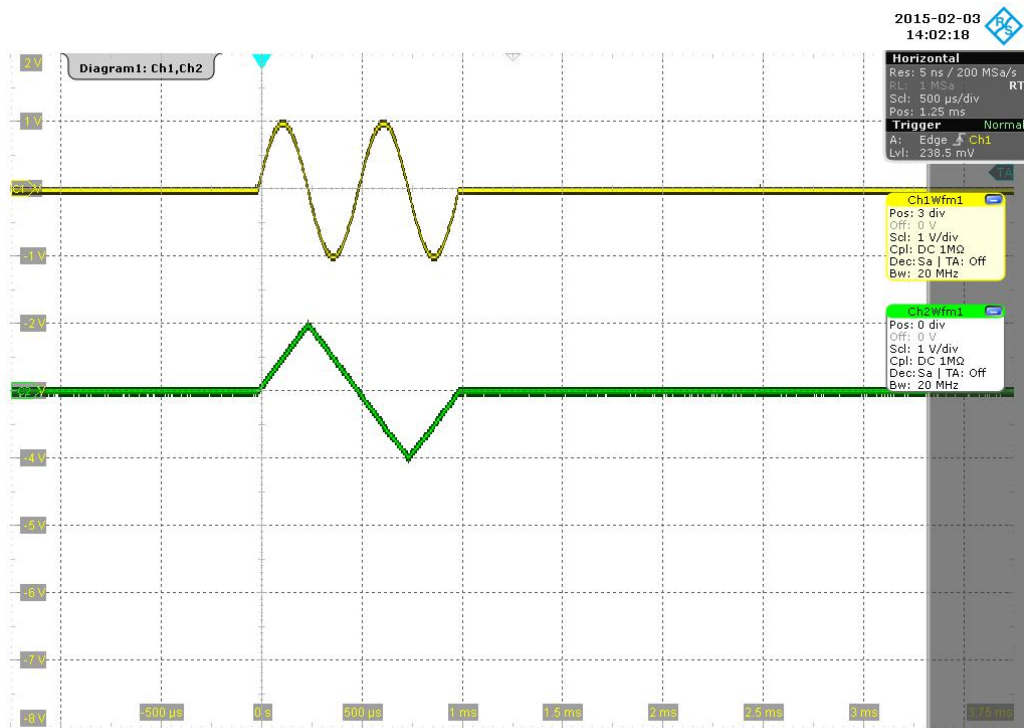
/* Configuration of channel 2 is not changed */

/*
    Initiate generating signal generator output.
    Channel 1 waits for the software trigger event and then shows 2 signal bursts.
    Channel 2 waits for the software trigger event and then shows 1 signal burst.
*/
s_Status = rspfg_InitiateGeneration (s_VI);

/* Start generating signal generator output. */
s_Status = rspfg_SendSoftwareTrigger (s_VI);

/*

```



**Bild 7-4: Oszilloskop: Bursts aus Standardsignalen auf beiden Kanälen**

```

*/

/*
    Output of an arbitrary waveform on channel 2
*/

```

```
/* Stop generation of output signal.*/
s_Status = rspfg_AbortGeneration (s_VI);

/* Create the arbitrary waveform */
s_Status = rspfg_CreateArbWaveform(s_VI, 10, arb_wfm_A, &arb_wfm_A_handle );

/* switch to arbitrary waveform mode */
s_Status = rspfg_ConfigureOutputModeChannel(s_VI, "CH2", RSPFG_VAL_OUTPUT_ARB );

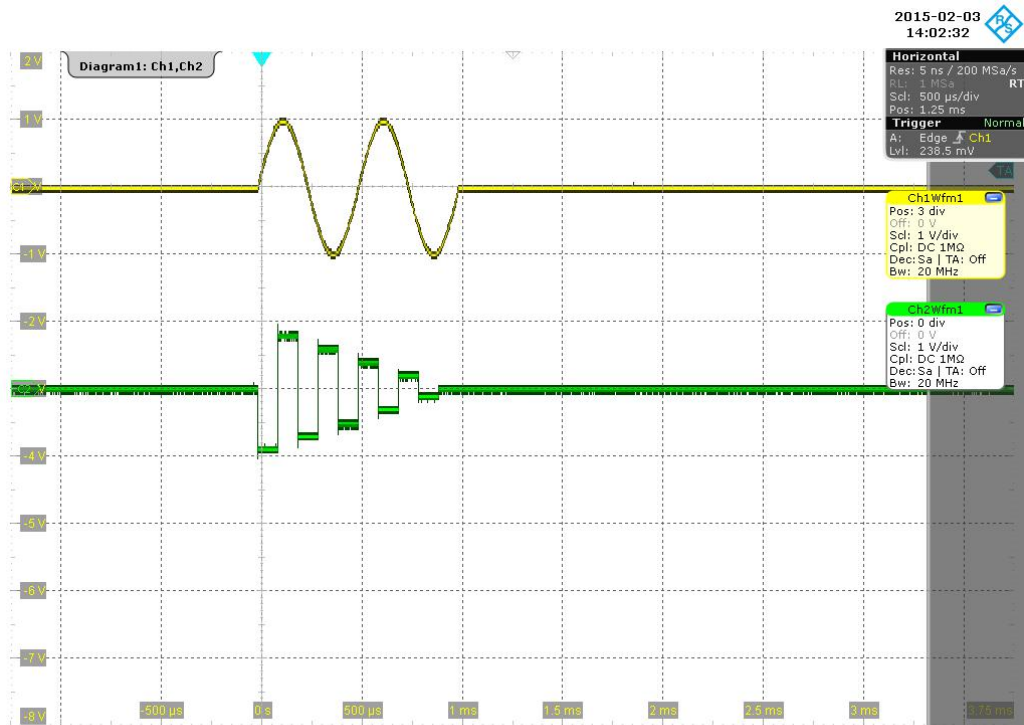
/* Configure the arbitrary waveform on channel 2 */
s_Status = rspfg_ConfigureArbWaveform(s_VI, "CH2", arb_wfm_A_handle, 1.0, 0.0 );

/* Configure sample rate on channel 2 */
s_Status = rspfg_ConfigureSampleRateChannel(s_VI, "CH2", 1.0e4 );

/* Initiate generating signal generator output.
   Channel 1 waits for the software trigger event and then shows 2 sine wave
   signal bursts.
   Channel 2 waits for the software trigger event and then shows 1 arbitrary
   signal burst.
*/
s_Status = rspfg_InitiateGeneration (s_VI);

/* Start generating signal generator output. */
s_Status = rspfg_SendSoftwareTrigger (s_VI);

/*
```



**Bild 7-5: Oszilloskop: Ein Burst eines arbiträrem Signals auf Kanal 2 (grün)**

```

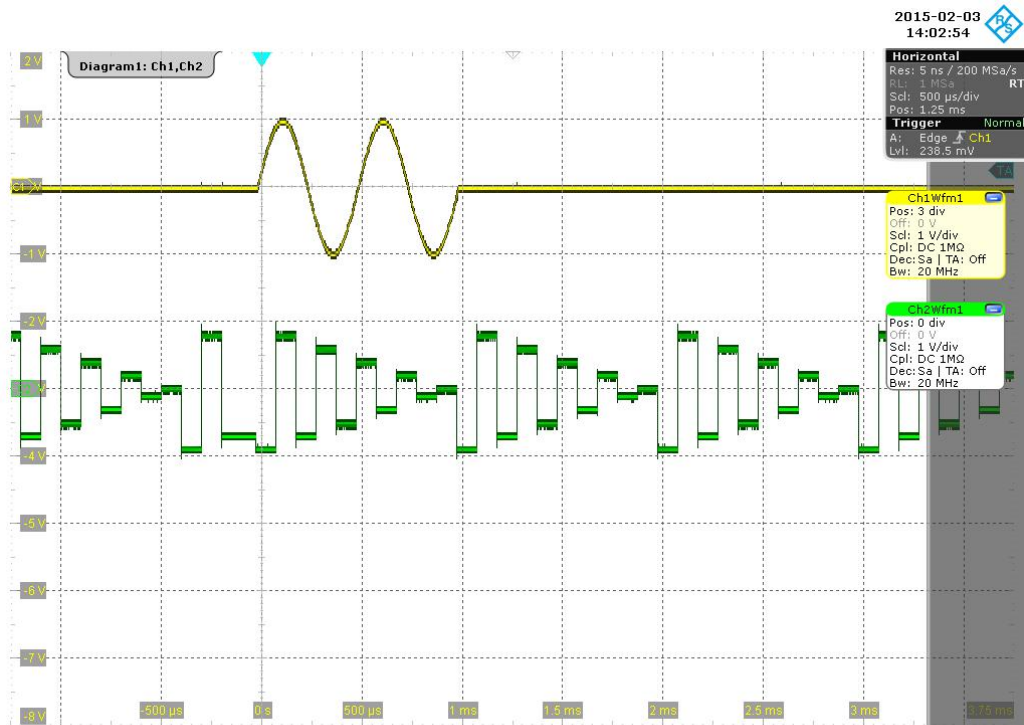
*/
/*
Switch channel 2 to continuous output of the arbitrary waveform.
Continuous mode doesn't need any trigger event.
The arbitrary signal is immediately output continuously.
*/
s_Status = rspfg_ConfigureOperationMode (s_VI, "CH2", RSPFG_VAL_OPERATE_CONTINUOUS);

/*
Initiate generating signal generator output.
Channel 1 waits for the software trigger event and then shows 2 sine wave
signal bursts.
Channel 2 is already running but it is restarted and outputs the arbitrary
signal continuously now.
*/
s_Status = rspfg_InitiateGeneration (s_VI);

/* Start generating signal generator output. */
s_Status = rspfg_SendChannelSoftwareTrigger (s_VI, "CH1");

/*

```



**Bild 7-6: Oszilloskop: Kontinuierliches arbiträres Signal auf Kanal 2 (grün)**

```

*/
/*
Add a marker signal to the arbitrary waveform of channel 2.
The marker signal shows up at the third sample of the arbitrary waveform
*/

/* Associate the marker waveform to an existing arbitrary waveform */
s_Status = rspfg_ConfigureArbMarker(s_VI, arb_wfm_A_handle, 10, marker_wfm);

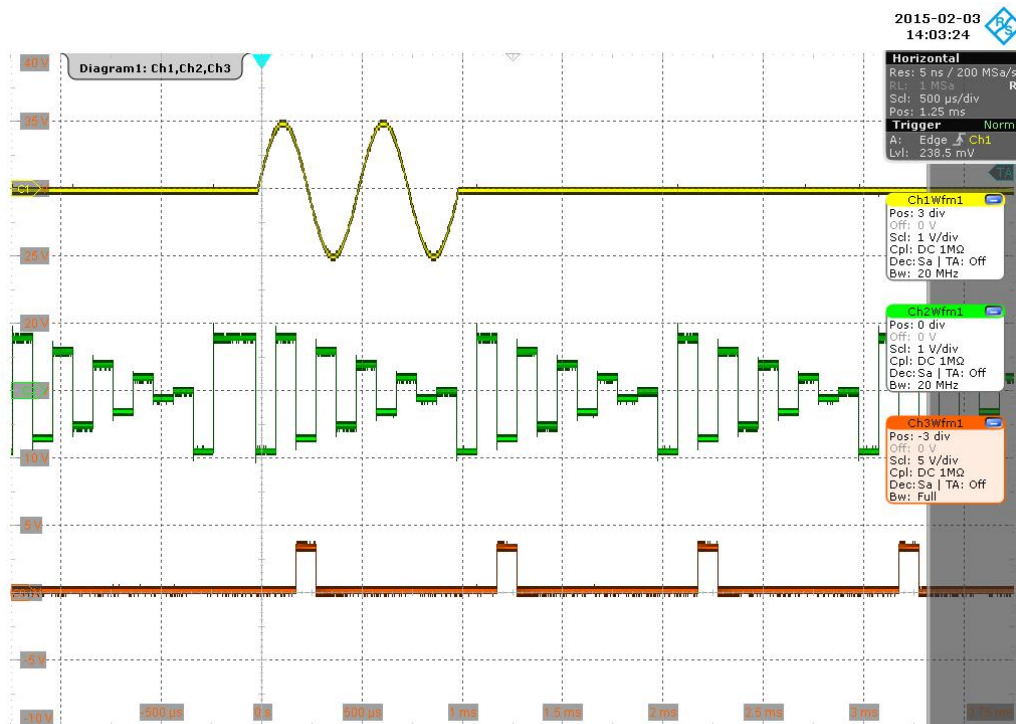
/* Configure the marker: enable the marker and set it polarity to high */
s_Status = rspfg_ConfigureMarkerOutput(s_VI, "CH2", VI_TRUE,
RSPFG_VAL_MARKER_POL_HIGH_ACTIVE);

/* Initiate generating signal generator output. */
s_Status = rspfg_InitiateGeneration (s_VI);

/* Start generating signal generator output. */
s_Status = rspfg_SendChannelSoftwareTrigger (s_VI, "CH1");

*/

```



**Bild 7-7: Oszilloskop: Markersignal (braun) des arbiträren Signals auf Kanal 2 (grün)**

\*/

/\*

Output of an arbitrary sequence on channel 1

\*/

/\* Stop generation of output signal.\*/

s\_Status = rspfg\_AbortGeneration (s\_VI);

/\* Create the second arbitrary waveform \*/

s\_Status = rspfg\_CreateArbWaveform(s\_VI, 10, arb\_wfm\_B, &arb\_wfm\_B\_handle );

/\* Create an arbitrary sequence from both arbitrary waveforms \*/

arb\_seq[0] = arb\_wfm\_A\_handle;

arb\_seq[1] = arb\_wfm\_B\_handle;

arb\_seq[2] = arb\_wfm\_A\_handle;

arb\_seq\_loop\_array[0] = 1;

arb\_seq\_loop\_array[1] = 1;

arb\_seq\_loop\_array[2] = 1;

s\_Status = rspfg\_CreateArbSequence(s\_VI, 3, arb\_seq, arb\_seq\_loop\_array, &arb\_seq\_handle );

/\* switch to arbitrary sequence mode \*/

s\_Status = rspfg\_ConfigureOutputModeChannel(s\_VI, "CH1", RSPFG\_VAL\_OUTPUT\_SEQ );



```

/* Configure the arbitrary waveform sequence on channel 1 */
s_Status = rspfg_ConfigureArbSequence(s_VI, "CH1", arb_seq_handle, 1.0, 0.0 );

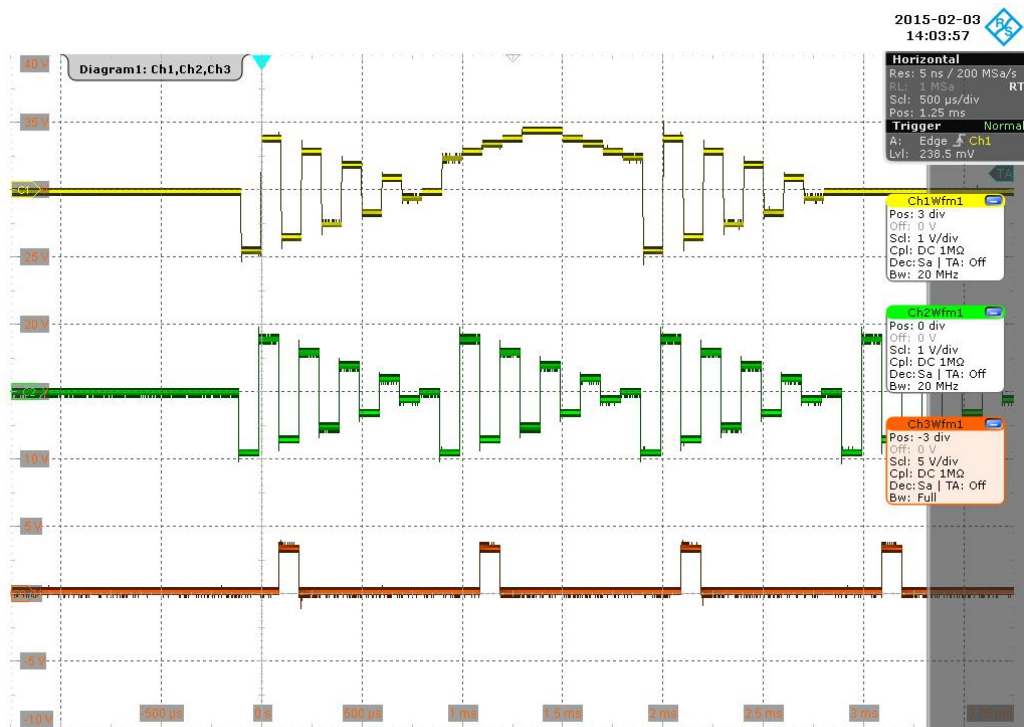
/* Configure sample rate on channel 1 */
s_Status = rspfg_ConfigureSampleRateChannel(s_VI, "CH1", 1.0e4 );

/*
  Initiate signal generator output.
  Channel 1 waits for the software trigger event and then shows the
  arbitrary sequence once.
  Channel 2 was stopped but it is restarted and outputs the arbitrary
  signal continuously.
*/
s_Status = rspfg_InitiateGeneration ( s_VI);

/* Start generating signal generator output on channel 1. */
s_Status = rspfg_SendSoftwareTrigger ( s_VI);

/*

```



**Bild 7-8: Oszilloskop: Arbiträre Sequenz auf Kanal 1 (gelb)**

```

*/

```

```

/*

```

Please note: An arbitrary sequence can only be output once.  
It doesn't matter if the R&S TS-PFG channel is in CONTINUOUS mode or

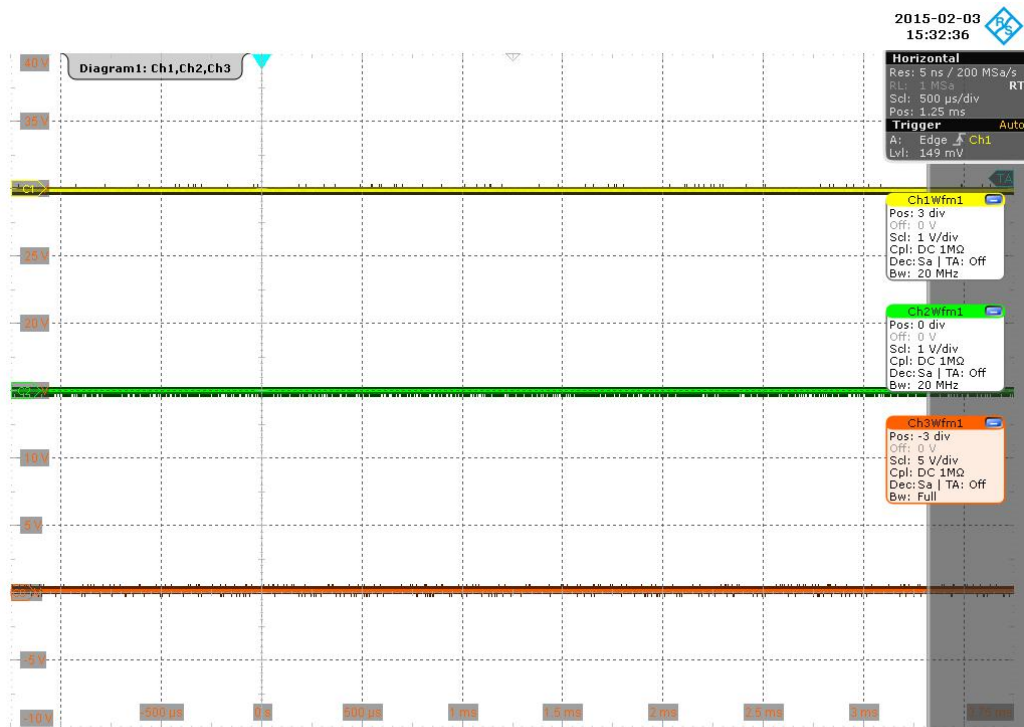
```

    in BURST mode.
*/

/* Stop generation of output signal. */
s_Status = rspfg_AbortGeneration (s_VI);

/*

```



**Bild 7-9: Oszilloskop: Alle veränderlichen Signale wurden abgeschaltet**

```

*/

/* Close the device driver */
s_Status = rspfg_close (s_VI);
}

```

## 8 Selbsttest

Der Funktionsgenerator R&S TS-PFG besitzt eine integrierte Selbsttestfähigkeit. Folgende Tests sind möglich:

- LED-Test
- Einschalttest
- TSVP-Selbsttest

### 8.1 LED-Test

Nach dem Einschalten leuchten alle drei LEDs für ca. eine Sekunde. Dies signalisiert, dass die 5V-Versorgungsspannung anliegt und alle LEDs in Ordnung sind. Folgende Aussagen können über die verschiedenen Anzeigezustände gemacht werden:

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

LED	Beschreibung
Eine einzelne LED leuchtet nicht	Hardwareproblem auf dem Modul; LED defekt
Alle LEDs leuchten nicht	+5V-Versorgungsspannung fehlt



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.

### 8.2 Einschalttest

Parallel zum LED-Test verläuft der Einschalttest. Folgende Aussagen können über die verschiedenen Anzeigezustände der LEDs gemacht werden:

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

LED	Beschreibung
PWR LED (grün) an	Alle Versorgungsspannungen vorhanden
PWR LED (grün) aus	Mindestens eine Versorgungsspannung fehlt
ERR LED (rot) aus	Wenn gleichzeitig die grüne LED eingeschaltet ist, liegt kein erkennbarer Fehler vor
ERR LED (rot) an	Hardwarefehler liegt vor. Beim Einschalttest wurde ein Fehler auf dem R&S TS-PFG entdeckt.

## 8.3 TSVP-Selbsttest

Im Rahmen des TSVP-Selbsttests wird ein tiefgehender Test des Moduls R&S TS-PFG durchgeführt und ein ausführliches Protokoll generiert. Dies geschieht über die “Selbsttest Support Library”.

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



Informationen zum Starten des Selbsttests und zur Reihenfolge der notwendigen Arbeitsschritte sind in der GTSL Software Description oder der GTSL-Online-Hilfe angegeben.

Eine detaillierte Beschreibung der geprüften Parameter und Abläufe befindet sich im Service Manual R&S CompactTSVP / R&S PowerTSVP.

---

## 9 Schnittstellenbeschreibung

### 9.1 R&S TS-PFG

#### 9.1.1 Steckverbinder X10

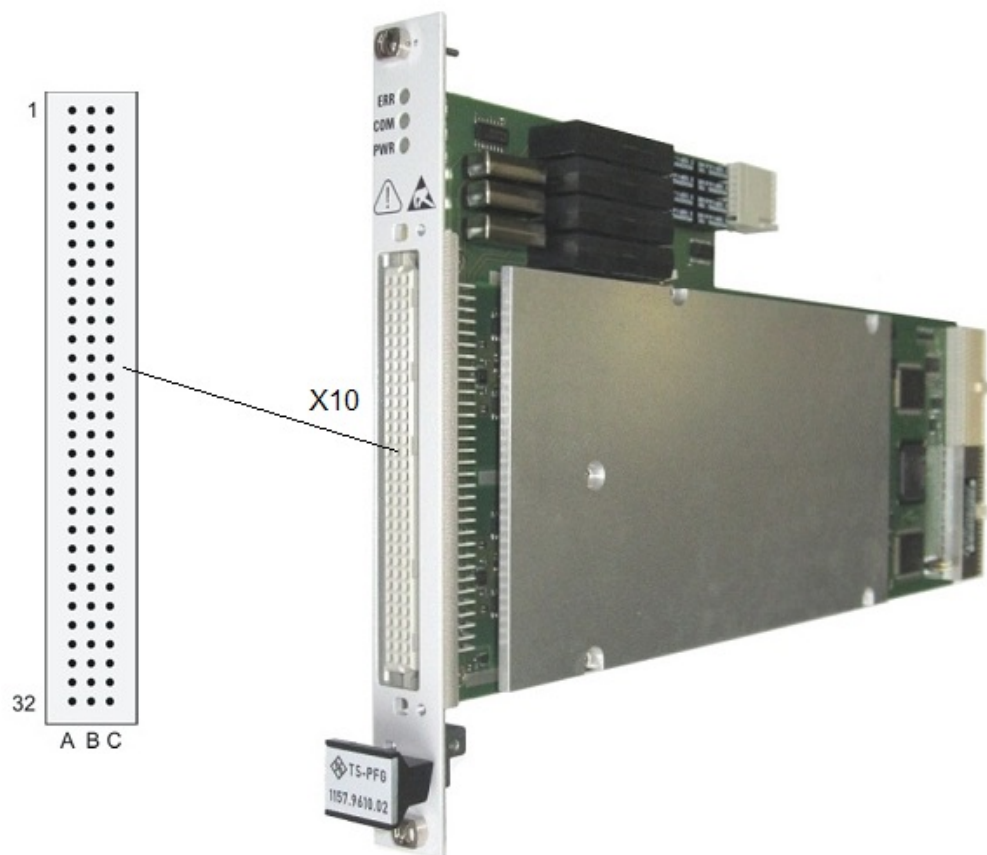


Bild 9-1: R&S TS-PFG Steckverbinder X10

Tabelle 9-1: Belegung R&S TS-PFG Steckverbinder X10

	A	B	C
1	LABA1		LABA2
2	LABB1		LABB2
3	LABC1		LABC2
4	LABD1		LABD2
5			

6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28	GND	GND	GND
29	MO1	GND	MO2
30	XTI1	GND	XTI2
31	GND	GND	GND
32	GND	GND	CHA-GND

### 9.1.2 Steckverbinder X20

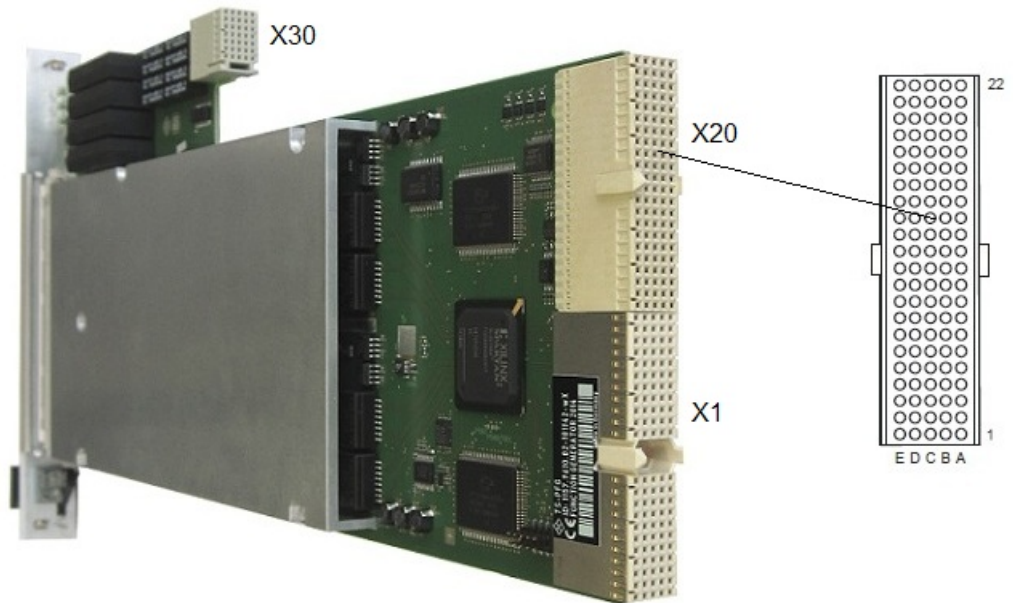


Bild 9-2: R&S TS-PFG Steckverbinder X20

Pin	F	E	D	C	B	A	
22	GND	GA0	GA1	GA2	GA3	GA4	CONNECTOR X20
21	GND				GND		
20	GND		GND				
19	GND				GND		
18	GND	PXI_TRIG6	GND	PXI_TRIG5	PXI_TRIG4	PXI_TRIG3	
17	GND	PXI_CLK10			GND	PXI_TRIG2	
16	GND	PXI_TRIG7	GND		PXI_TRIG0	PXI_TRIG1	
15	GND				GND		
14	NC						
13	NC						
12	NP	AGND_CH1	+3V3_CH1	+VCC2_CH1	-VCC1_CH1	+VCC1_CH1	
11	NP						
10	NC	AGND_CH2	+3V3_CH2	+VCC2_CH2	-VCC1_CH2	+VCC1_CH2	
9	NC						
8	NC						
7	NC						
6	NC						
5	NC						
4	NC						
3	GND	RSA0	RRST#		GND	RSDO	
2	GND		RSDI	RSA1		RSCLK	
1	GND				GND	RCS#	

Bild 9-3: Belegung R&S TS-PFG Steckverbinder X20

### 9.1.3 Steckverbinder X30

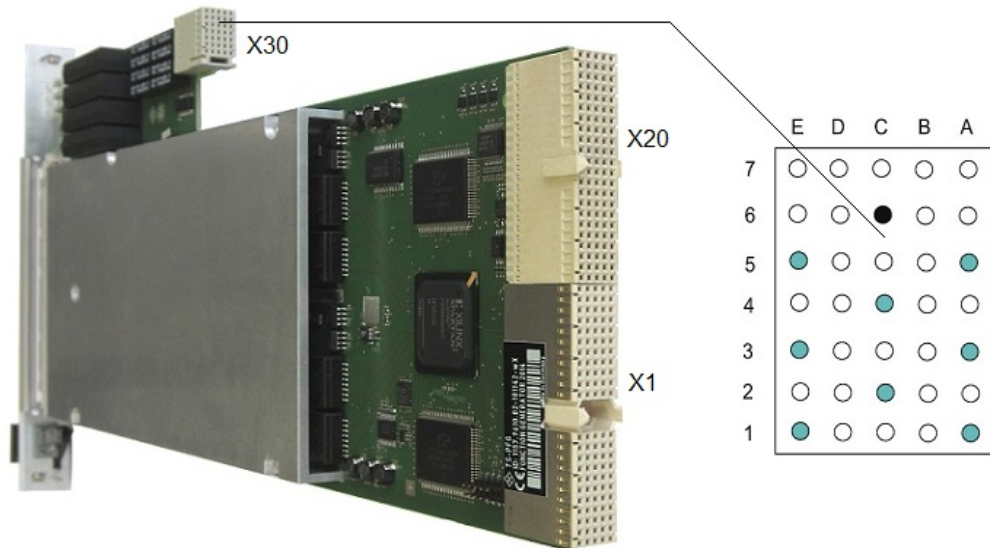


Bild 9-4: R&S TS-PFG Steckverbinder X30

Tabelle 9-2: Belegung R&S TS-PFG Steckverbinder X30

	E	D	C	B	A
7					
6			GND		
5	ABC1				ABA1
4			ABB1		
3	ABC2				ABB2
2			ABA2		
1	ABD2				ABD1



### 9.1.4 Steckverbinder X1 (cPCI Bus)

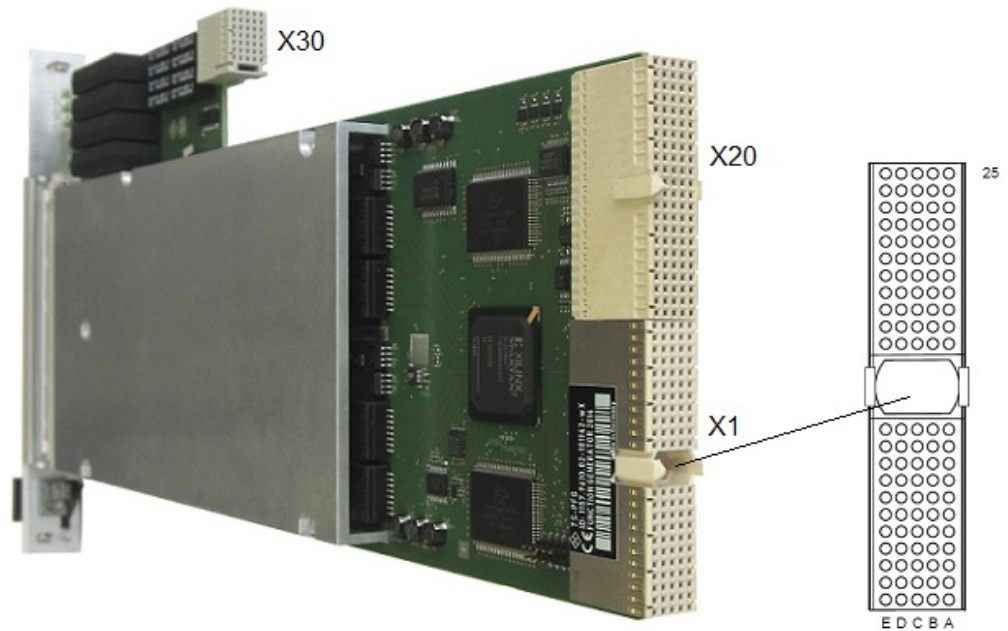


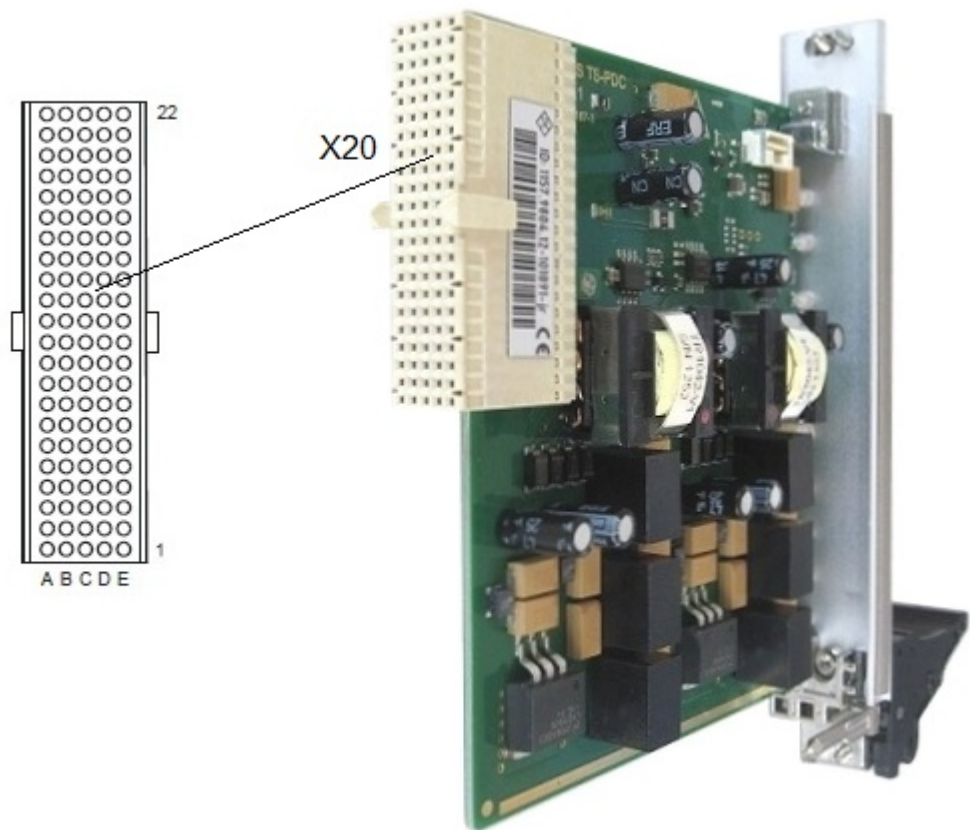
Bild 9-5: R&S TS-PFG Steckverbinder X1

Pin	F	E	D	C	B	A		
25	GND	5V	3.3V	ENUM#	REQ64#	5V	X1 C O N N E C T O R	
24	GND	ACK64#	AD[0]	V(I/O)	5V	AD[1]		
23	GND	AD[2]	5V	AD[3]	AD[4]	3.3V		
22	GND	AD[5]	AD[6]	3.3V	GND	AD[7]		
21	GND	C/BE[0]#	M66EN	AD[8]	AD[9]	3.3V		
20	GND	AD[10]	AD[11]	V(I/O)	GND	AD[12]		
19	GND	AD[13]	GND	AD[14]	AD[15]	3.3V		
18	GND	C/BE[1]#	PAR	3.3V	GND	SERR#		
17	GND	PERR#	GND	IPMB_SDA	IPMB_SCL	3.3V		
16	GND	LOCK#	STOP#	V(I/O)	GND	DEVSEL#		
15	GND	TRDY#	BD_SEL#	IRDY#	FRAME#	3.3V		
12..14	Key Area							
11	GND	C/BE[2]#	GND	AD[16]	AD[17]	AD[18]		
10	GND	AD[19]	AD[20]	3.3V	GND	AD[21]		
9	GND	AD[22]	GND	AD[23]	IDSEL	C/BE[3]#		
8	GND	AD[24]	AD[25]	V(I/O)	GND	AD[26]		
7	GND	AD[27]	GND	AD[28]	AD[29]	AD[30]		
6	GND	AD[31]	CLK	3.3V	GND	REQ#		
5	GND	GNT#	GND	RST#	BSRSV	BSRSV		
4	GND	INTS	INTP	V(I/O)	HEALTHY#	IPMB_PWR		
3	GND	INTD#	5V	INTC#	INTB#	INTA#		
2	GND	TDI	TDO	TMS	5V	TCK		
1	GND	5V	+12V	TRST#	-12V	5V		

Bild 9-6: Belegung R&S TS-PFG Steckverbinder X1

## 9.2 R&S TS-PDC

### 9.2.1 Steckverbinder X20



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

Pin	Z	A	B	C	D	E	
22	GND						X20 C O N N E C T O R
21	GND						
20	GND			+5V	GND	+5V	
19	GND		GND	+5V			
18	GND						
17	GND		GND	+5V	+5V		
16	GND			+5V	GND		
15	GND		GND	+5V	+5V		
14	NC						
13	NC						
12	NP	+15V_1	-15V_1	+5V_1	+3.3V_1	COM_1	
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	
Pin	Z	A	B	C	D	E	

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

## 10 Technische Daten

---



Die technischen Daten des Moduls R&S TS-PFG sind in den entsprechenden Datenblättern angegeben.

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

---