



Serie DPO70E
Optische 33-GHz- und 59-GHz-Tastköpfe
Benutzerhandbuch





Serie DPO70E
Optische 33-GHz- und 59-GHz-Tastköpfe
Benutzerhandbuch

Warnung

Die Reparatur- und Wartungsanweisungen sind nur zur Verwendung durch entsprechend qualifiziertes Personal vorgesehen. Führen Sie keine Reparatur- und Wartungsarbeiten durch, sofern Sie nicht über eine entsprechende Qualifikation verfügen. Anderenfalls können Verletzungen die Folge sein. Lesen Sie vor der Durchführung von Reparatur- und Wartungsarbeiten alle Sicherheitshinweise durch.

Dieses Dokument unterstützt die Software der Version 1.0 und höher der Serie DOP70E.

Copyright © Tektronix. Alle Rechte vorbehalten. Lizenzierte Software-Produkte stellen Eigentum von Tektronix oder Tochterunternehmen bzw. Zulieferern des Unternehmens dar und sind durch das nationale Urheberrecht und die Bestimmungen internationaler Verträge geschützt. Tektronix-Produkte sind durch erteilte und angemeldete Patente in den USA und anderen Ländern geschützt. Die Informationen in dieser Broschüre ersetzen alle einschlägigen Angaben älterer Unterlagen. Änderungen der Spezifikationen und der Preisgestaltung vorbehalten.

TEKTRONIX und TEK sind eingetragene Marken der Tektronix, Inc.

Tektronix-Kontaktinformationen

Tektronix, Inc.
14150 SW Karl Braun Drive
P.O. Box 500
Beaverton, OR 97077
USA

Informationen zu diesem Produkt und dessen Verkauf sowie zum Kundendienst und technischen Support erhalten Sie:

- in Nordamerika unter der Rufnummer 1-800-833-9200.
- Unter www.tek.com finden Sie Ansprechpartner in Ihrer Nähe.

Garantie

Tektronix garantiert, dass dieses Produkt für einen Zeitraum von einem (1) Jahr ab Versanddatum keine Fehler in Material und Verarbeitung aufweist. Wenn ein Produkt innerhalb dieser Garantiezeit Fehler aufweist, steht es Tektronix frei, dieses fehlerhafte Produkt kostenlos zu reparieren oder einen Ersatz für dieses fehlerhafte Produkt zur Verfügung zu stellen. Von Tektronix für Garantiezwecke verwendete Teile, Module und Ersatzprodukte können neu oder in ihrer Leistung neuwertig sein. Alle ersetzten Teile, Module und Produkte werden Eigentum von Tektronix.

Um mit dieser Garantie Kundendienst zu erhalten, muss der Kunde Tektronix über den Fehler vor Ablauf der Garantiezeit informieren und passende Vorkehrungen für die Durchführung des Kundendienstes treffen. Der Kunde ist für die Verpackung und den Versand des fehlerhaften Produkts an das Tektronix Service Center verantwortlich. Die Versandgebühren müssen im Voraus bezahlt sein. Tektronix übernimmt die Kosten der Rücksendung des Produkts an den Kunden, wenn sich die Versandadresse im gleichen Land wie das Tektronix Service Center befindet. Der Kunde übernimmt alle Versandkosten, Fracht- und Zollgebühren sowie sonstige Kosten für die Rücksendung des Produkts an eine andere Adresse.

Diese Garantie tritt nicht in Kraft, wenn Fehler, Versagen oder Schaden auf die falsche Verwendung oder unsachgemäße und falsche Wartung oder Pflege zurückzuführen sind. Tektronix muss keinen Kundendienst unter dieser Garantie leisten, wenn a) ein Schaden behoben werden soll, der durch die Installation, Reparatur oder Wartung des Produkts von anderem Personal als Tektronix-Vertretern verursacht wurde; b) ein Schaden behoben werden soll, der auf die unsachgemäße Verwendung oder den Anschluss an inkompatible Geräte zurückzuführen ist; c) Schäden oder Fehler behoben werden sollen, die auf die Verwendung von Komponenten zurückzuführen sind, die nicht von Tektronix stammen; oder d) wenn ein Produkt gewartet werden soll, an dem Änderungen vorgenommen wurden oder das in andere Produkte integriert wurde, so dass dadurch die aufzuwendende Zeit für den Kundendienst oder die Schwierigkeit der Produktwartung erhöht wird.

DIESE GARANTIE WIRD VON TEKTRONIX FÜR DAS PRODUKT ANSTELLE ANDERER AUSDRÜCKLICHER ODER IMPLIZITER GARANTIEN GEGEBEN. TEKTRONIX UND SEINE HÄNDLER SCHLIESSEN AUSDRÜCKLICH ALLE ANSPRÜCHE AUS DER ALLGEMEINEN GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT ODER DER EINSETZBARKEIT FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK AUS. FÜR TEKTRONIX BESTEHT DIE EINZIGE UND AUSSCHLIESSLICHE VERPFLICHTUNG DIESER GARANTIE DARIN, FEHLERHAFTERE PRODUKTE FÜR DEN KUNDEN ZU REPARIEREN ODER ZU ERSETZEN. TEKTRONIX UND SEINE HÄNDLER ÜBERNEHMEN KEINERLEI HAFTUNG FÜR DIREKTE, INDIREKTE, BESONDERE UND FOLGESCHÄDEN, UNABHÄNGIG DAVON, OB TEKTRONIX ODER DER HÄNDLER VON DER MÖGLICHKEIT SOLCHER SCHÄDEN IM VORAUS UNTERRICHTET IST.

[W2 – 15AUG04]

Inhalt

| | |
|---|------|
| Software-Lizenzvereinbarung | iii |
| Wichtige Sicherheitshinweise | vii |
| Allgemeine Sicherheitshinweise | vii |
| Sicherheit bei Wartungsarbeiten | viii |
| In diesem Handbuch verwendete Begriffe | ix |
| Am Gerät verwendete Begriffe | ix |
| Symbole am Gerät | ix |
| Informationen zur Konformität | xi |
| Einhaltung von Umweltschutzbestimmungen | xi |
| Vorwort | xiii |

1: Erste Schritte

| | |
|--|----|
| Produktbeschreibung | 1 |
| Wichtige Funktionen | 4 |
| Optionen und Zubehör | 5 |
| Empfohlene und erforderliche Oszilloskopsoftware | 7 |
| Installation | 7 |
| Entladung statischer Elektrizität | 7 |
| Montage des TekConnect-Tastkopfs | 8 |
| Installation des ATI-Kanals | 9 |
| Funktionstests beim ersten Einschalten | 11 |

2: Bedienungsgrundlagen

| | |
|---|----|
| Betriebssicherheit und Umgang mit dem Tastkopf | 13 |
| Anschließen optischer Signale am Tastkopf | 14 |
| Abschwächen optischer Signale | 16 |
| Systeminteraktion | 17 |
| Optische Anschlüsse reinigen | 17 |
| Reinigen der Tastkopfaußenseite | 20 |
| Tastkopfeinstellung | 21 |
| Vertikaleinstellungen | 23 |
| Tastkopfeinstellungen | 30 |
| Kalibrierung | 34 |
| Dunkelpegelkompensation | 34 |
| Eigenkalibrierung | 34 |
| Einstellungen für optischen Filter und Bandbreite | 40 |

| | |
|---|----|
| Elektrischer Ausgang | 41 |
| Korrektur der Konvertierungsverstärkung | 42 |

3: Referenz

| | |
|--|----|
| Optische und elektrischer Bandbreite | 43 |
| Bandbreite für Flachfiltereinstellungen | 44 |
| Bandbreite für Einstellungen des ORR-Filters | 44 |
| Leistung des optischen Referenzempfängers | 45 |

4: Anhang A: Befehle der Programmierschnittstelle (PI, Programming Interface)

| | |
|---|----|
| CH<x>:OPTI:POWER? (nur Abfrage) | 47 |
| CH<x>:OPTIcal:AOPstream | 48 |
| CH<x>:OPTIcal:RCVR | 49 |
| CH<x>:OPTIcal:RCVR:USERVALue? (nur Abfrage) | 50 |
| CH<x>:OPTIcal:WLENgth | 50 |
| CH<x>:OPTIcal:WLENgth:LIST? (nur Abfrage) | 51 |
| CH<x>:PRObe:GAIN? (nur Abfrage) | 51 |

Software-Lizenzvereinbarung

TEKTRONIX-SOFTWARE-LIZENZVEREINBARUNG

DIE IN DEN GERÄTEN CODIERTEN ODER INTEGRIERTEN PROGRAMME UND DIE MIT DIESER VEREINBARUNG GELIEFERTEN PROGRAMME WERDEN GEMÄSS DEN VERKAUFS- UND LIEFERBEDINGUNGEN DIESER VEREINBARUNG AUSGELIEFERT. DIE AUFBEWAHRUNG DES PROGRAMMES ÜBER EINEN ZEITRAUM VON MEHR ALS 30 TAGEN UND JEDLICHE NUTZUNG DES PROGRAMMES STELLEN EINE ZUSTIMMUNG ZU DEN LINZENZBEDINGEN DAR. FALLS SIE DIESE BEDINGUNGEN NICHT AKZEPTIEREN, GEBEN SIE DAS UNBENUTZTE PROGRAMM SOWIE JEDLICHE DAZUGEHÖRIGE DOKUMENTATION UMGEHEND AN TEKTRONIX ZURÜCK, UM EINE VOLLSTÄNDIGE RÜCKERSTATTUNG DER BEZAHLTEN LIZENZGEBÜHR ZU ERHALTEN. (FÜR INFORMATIONEN ZUR RÜCKGABE VON IN DEN GERÄTEN CODIERTEN ODER INTEGRIERTEN PROGRAMMEN WENDEN SIE SICH AN DAS NÄCHSTGELEGENE TEKTRONIX-VERKAUFSBÜRO.)

DEFINITIONEN:

„Tektronix“ bezeichnet Tektronix, Inc., eine Gesellschaft aus Oregon, bzw. den lokalen Rechtsträger von Tektronix, der das Gerät verkauft.

„Programm“ bezeichnet das dieser Lizenzvereinbarung beiliegende oder in dem Gerät, dem diese Vereinbarung beigefügt wurde, integrierte Softwareprodukt (ausführbares Programm und/oder Daten).

„Kunde“ bezeichnet die Person oder Firma, in dessen/deren Namen dieses Programm bestellt wurde.

LIZENZ:

Der Kunde ist berechtigt:

1. das Programm auf einem einzigen Gerät zu betreiben; und
2. das Programm ohne vorherige schriftliche Zustimmung von Tektronix an andere Personen oder Unternehmen außerhalb des Unternehmens weiterzugeben, außer durch die Weitergabe von Geräten mit integrierten oder kodierte Programmen;
3. das Programm, jegliche dazugehörige Dokumentation oder das unmittelbare Produkt daraus ohne die vorherige Genehmigung durch die Office of Export Administration, Department of Commerce, Washington, D.C. und die entsprechenden ausländischen Behörden direkt oder indirekt in ein Land zu exportieren oder aus einem Land wieder auszuführen, in das der Export oder die Wiederausfuhr durch die Gesetze oder Vorschriften der USA oder jeglicher anderer ausländischer Regierung eingeschränkt ist;
4. das Programm zu ändern, abgeleitete Werke zu erstellen oder das Programm mit einem anderen Programm zusammenzuführen;
5. das Programm zu einem beliebigen Zweck zu dekompileieren oder zu zerlegen, auch über den in anwendbaren Open-Source-Lizenzen bzw. in

anwendbaren Gesetzen ausdrücklich erlaubten Umfang hinaus, und trotz dieser Einschränkung;

6. die dem Programm beiliegende Dokumentation zu vervielfältigen.

Bei Programmen, die zur Nutzung auf einem einzigen Computer vorgesehen sind und einen oder mehrere zusätzliche Computer lokal oder über Fernzugriff unterstützen, ohne die Übertragung und den Betrieb des Programms auf einem weiteren Computer zu ermöglichen, werden die zusätzlichen Computer als „einzelne Computer“ definiert. Bei Programmen, welche die Übertragung auf einen weiteren Computer und die lokale Ausführung auf diesem weiteren Computer ermöglichen, ist eine separate Lizenz für jeden der Computer erforderlich, auf dem das Programm genutzt werden kann.

Das Eigentumsrecht am Programm sowie an all seinen Kopien, aber nicht an den Medien, auf denen das Programm oder seine Kopien abgelegt sind, liegt und verbleibt bei Tektronix oder anderen Anbietern, von denen Tektronix ein entsprechendes Lizenzrecht erworben hat.

Bei Fälligkeit hat der Kunde alle derzeit oder in Zukunft auferlegten, zu entrichtenden oder eingeforderten gesetzlichen Steuern in Hinblick auf den Besitz oder die Verwendung des Programms oder dieser Lizenz zu bezahlen und alle mit diesen Steuern in Zusammenhang stehenden Belege aufzubewahren.

Wenn das Programm oder eine dazugehörige Dokumentation für oder von einer Behörde der US-Regierung erworben wird, sind das Programm und die Dokumentation als „kommerzielle Computersoftware“ bzw. „Dokumentation zu kommerzieller Computersoftware“ zu betrachten, gemäß der Verwendung dieser Begriffe in 48 CFR §12.212, 48 CFR §227.7202 und 48 CFR §252.227-7014. Das Programm und die Dokumentation werden auch in diesem Fall nur mit den Rechten gewährt, die allen anderen Lizenzgebern und wie in dieser Vereinbarung beschrieben gewährt werden.

DAS PROGRAMM DARF AUSSCHLIESSLICH WIE IN DIESEN BEDINGUNGEN AUSDRÜCKLICH GENEHMIGT VERWENDET, KOPIERT, MODIFIZIERT, ZUSAMMENGEFÜHRT ODER ÜBERTRAGEN WERDEN. DURCH WEITERGABE JEDLICHER KOPIEN, MODIFIKATIONEN ODER ZUSAMMENGEFÜHRTER PROGRAMMBESTANDTEILE WIRD DIE DER ÜBERTRAGENDEN PARTEI HIERMIT GEWÄHRTE LIZENZ AUTOMATISCH BEENDET.

DAUER:

Die hiermit gewährte Lizenz wird mit der Annahme durch den Kunden wirksam und bleibt es so lange, bis sie wie hier bestimmt beendet wird. Die Lizenz kann jederzeit durch schriftliche Benachrichtigung seitens des Kunden an Tektronix beendet werden. Die Lizenz kann durch Tektronix oder jeglichen Fremdanbieter, von dem Tektronix ein entsprechendes Lizenzrecht erworben hat, beendet werden, falls der Kunde eine der hier aufgeführten Verkaufs- oder Lieferbedingungen missachtet und dies nicht binnen 30 (dreißig) Tagen nach einer dementsprechenden Benachrichtigung durch Tektronix oder deren Fremdanbieter abstellt. Bei Beendigung durch eine der genannten Parteien hat der Kunde das Programm sowie jegliche dazugehörige Dokumentation zusammen mit jeglicher Art von Kopien an Tektronix zurückzugeben oder zu zerstören.

BESCHRÄNKTE GARANTIE:

Das Programm wird ohne Mängelgewähr und ohne jegliche ausdrückliche oder implizite Garantie bereitgestellt. Tektronix übernimmt keinerlei Garantie dafür, dass die in diesem Programm enthaltenen Funktionen die Anforderungen des Kunden erfüllen oder dass der Betrieb des Programms ohne Unterbrechung oder Fehler erfolgt.

TEKTRONIX UND SEINE HÄNDLER SCHLIESSEN AUSDRÜCKLICH ALLE ANSPRÜCHE AUS DER ALLGEMEINEN GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT ODER DER EINSETZBARKEIT FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK AUS.

TEKTRONIX, IHRE WIEDERVERKÄUFER ODER SONSTIGE ANBIETER, VON DENEN TEKTRONIX EIN LIZENZRECHT ERWORBEN HAT, HAFTET/HAFTEN KEINESFALLS FÜR JEDLICHE ART VON INDIREKTEN, BESONDEREN, NACHFOLGENDEN SCHÄDEN ODER NEBENSCHÄDEN, DIE DURCH DEN BESITZ ODER DIE VERWENDUNG DES PROGRAMMS ENTSTEHEN ODER DAMIT IN ZUSAMMENHANG STEHEN, SELBST WENN TEKTRONIX ODER IHRE LIZENZGEBER ODER WIEDERVERKÄUFER VORAB ÜBER DIE MÖGLICHKEIT DERARTIGER SCHÄDEN INFORMIERT SIND.

FREMDANBIETER-HAFTUNGSAUSSCHLUSS:

Sofern nicht ausdrücklich anders vereinbart, gewähren Fremdanbieter, von denen Tektronix ein Lizenzrecht erworben hat, keinerlei Garantie auf das Programm, übernehmen keinerlei Haftung in Hinblick auf dessen Verwendung und verpflichten sich auch nicht zur Bereitstellung jeglicher damit in Zusammenhang stehender Unterstützung oder Information.

ALLGEMEINES:

Diese Vereinbarung stellt die gesamte Vereinbarung zwischen den Parteien in Hinblick auf die Verwendung, Reproduktion sowie Übertragung des Programms dar. Weder diese Vereinbarung noch die darin gewährte Lizenz darf ohne vorherige schriftliche Zustimmung durch Tektronix vom Kunden abgetreten oder übertragen werden.

Diese Vereinbarung und die hierdurch gewährte Lizenz sind durch die Gesetze des US-Bundesstaates Oregon geregelt.

Bei Fragen in Bezug auf diese Vereinbarung oder die hierdurch gewährte Lizenz wenden Sie sich bitte an das nächstgelegene Tektronix-Verkaufsbüro.

Wichtige Sicherheitshinweise

Dieses Handbuch enthält Informationen und Warnhinweise, die vom Benutzer befolgt werden müssen, um einen sicheren Betrieb und Zustand des Geräts zu gewährleisten.

Zur sicheren Durchführung von Wartungs- und Reparaturarbeiten an diesem Gerät siehe unter *Sicherheit bei Wartungsarbeiten* nach den *Allgemeinen Sicherheitshinweisen*.

Allgemeine Sicherheitshinweise

Verwenden Sie dieses Gerät nur gemäß Spezifikation. Beachten Sie zum Schutz vor Verletzungen und zur Verhinderung von Schäden an diesem Gerät oder an daran angeschlossenen Geräten die folgenden Sicherheitshinweise. Lesen Sie alle Anweisungen sorgfältig durch. Bewahren Sie diese Anweisungen auf, damit Sie später darin nachlesen können.

Das Produkt muss unter Einhaltung lokaler und nationaler Vorschriften verwendet werden.

Für einen sachgemäßen und sicheren Betrieb des Geräts ist es ganz wesentlich, dass Sie neben den in diesem Handbuch aufgeführten Sicherheitshinweisen auch allgemeingültige Sicherheitsmaßnahmen zu ergreifen.

Das Gerät ist ausschließlich für den Gebrauch durch geschultes Personal konzipiert.

Die Abdeckung sollte nur zu Reparatur-, Wartungs- oder Einstellungs Zwecken und nur von qualifiziertem Personal entfernt werden, das die damit verbundenen Risiken kennt.

Prüfen Sie vor jedem Gebrauch mit Hilfe einer bekannten Quelle, ob das Gerät ordnungsgemäß funktioniert.

Dieses Gerät ist nicht zum Erfassen gefährlicher Spannungen geeignet.

Verhütung von Bränden und Verletzungen

Gerät nicht ohne Abdeckungen betreiben. Bedienen Sie dieses Produkt nur bei vollständig angebrachten Abdeckungen bzw. Platten und bei geschlossenem Gehäuse. Kontakt mit gefährlichen Spannungen ist möglich.

Gerät nicht betreiben, wenn ein Defekt vermutet wird. Wenn Sie vermuten, dass das Gerät beschädigt ist, lassen Sie es von qualifiziertem Wartungspersonal überprüfen.

Ist das Gerät beschädigt, deaktivieren Sie es. Verwenden Sie das Produkt nur, wenn es keine Schäden aufweist und ordnungsgemäß funktioniert. Sollten Sie Zweifel an der Sicherheit des Gerätes haben, schalten Sie es ab und ziehen Sie das Netzkabel ab. Kennzeichnen Sie das Gerät entsprechend, um zu verhindern, dass es erneut in Betrieb genommen wird.

Prüfen Sie das Geräts vor dem Gebrauch auf äußerliche Unversehrtheit. Halten Sie Ausschau nach Rissen oder fehlenden Teilen.

Verwenden Sie nur die angegebenen Ersatzteile.

Nicht bei hoher Feuchtigkeit oder bei Nässe betreiben. Bedenken Sie, dass bei einem Wechsel von einer kalten in eine warme Umgebung Kondensationserscheinungen am Gerät auftreten können.

Nicht in einer explosionsfähigen Atmosphäre betreiben.

Oberflächen des Geräts sauber und trocken halten. Eingangssignale entfernen, bevor Sie das Produkt reinigen.

Sicherheit bei Wartungsarbeiten

Der Abschnitt *Sicherheit bei Wartungsarbeiten* enthält zusätzliche Informationen, die für eine sichere Wartung des Gerätes relevant sind. Wartungsarbeiten sind nur von qualifiziertem Personal durchzuführen. Bevor Sie Wartungsmaßnahmen gleich welcher Art durchführen, sollten Sie sich die Angaben unter *Sicherheit bei Wartungsarbeiten* sowie die *Allgemeinen Sicherheitshinweise* durchlesen.

Nicht allein arbeiten. Nehmen Sie Wartungsarbeiten und Einstellungen am Geräteinnern nur dann vor, wenn eine weitere Person anwesend ist, die Erste Hilfe leisten oder Wiederbelebungsmaßnahmen einleiten kann.

Nach jeder Reparatur Sicherheit überprüfen. Überprüfen Sie nach jeder Reparatur erneut die Erdung und die Durchschlagsfestigkeit der Netzleitung.

In diesem Handbuch verwendete Begriffe

In diesem Handbuch werden die folgenden Begriffe verwendet:



WARNUNG. *Warnungen weisen auf Bedingungen oder Verfahrensweisen hin, die eine Verletzungs- oder Lebensgefahr darstellen.*



VORSICHT. *Vorsichtshinweise machen auf Bedingungen oder Verfahrensweisen aufmerksam, die zu Schäden am Gerät oder zu sonstigen Sachschäden führen können.*

Am Gerät verwendete Begriffe

Am Gerät sind eventuell die folgenden Begriffe zu sehen:

- **GEFAHR** weist auf eine Verletzungsgefahr hin, die mit der entsprechenden Hinweisstelle unmittelbar in Verbindung steht.
- **WARNUNG** weist auf eine Verletzungsgefahr hin, die nicht unmittelbar mit der entsprechenden Hinweisstelle in Verbindung steht.
- **VORSICHT** weist auf mögliche Sach- oder Geräteschäden hin.

Symbole am Gerät



Ist das Gerät mit diesem Symbol gekennzeichnet, lesen Sie unbedingt im Handbuch nach, welcher Art die potenziellen Gefahren sind und welche Maßnahmen zur Vermeidung derselben zu treffen sind. (In einigen Fällen wird das Symbol aber auch verwendet, um den Benutzer darauf hinzuweisen, dass im Handbuch Kennwerte zu finden sind.)

Am Gerät sind eventuell die folgenden Symbole zu sehen:



VORSICHT
Beachten Sie die
Hinweise im Handbuch

Informationen zur Konformität

In diesem Abschnitt finden Sie die vom Gerät erfüllten Umweltschutznormen.

Fragen zu den unten aufgeführten Informationen zur Einhaltung von Vorschriften richten Sie bitte an die folgende Adresse:

Tektronix, Inc. PO Box 500, MS 19-045
Beaverton, OR 97077, USA
www.tek.com

Einhaltung von Umweltschutzbestimmungen

In diesem Abschnitt finden Sie Informationen zu den Auswirkungen des Geräts auf die Umwelt.

Produktentsorgung

Beachten Sie beim Recycling eines Geräts oder Bauteils die folgenden Richtlinien:

Geräterecycling. Zur Herstellung dieses Geräts wurden natürliche Rohstoffe und Ressourcen verwendet. Das Gerät kann Substanzen enthalten, die bei unsachgemäßer Entsorgung nach Produktauslauf Umwelt- und Gesundheitsschäden hervorrufen können. Um eine solche Umweltbelastung zu vermeiden und den Verbrauch natürlicher Rohstoffe und Ressourcen zu verringern, empfehlen wir Ihnen, dieses Produkt über ein geeignetes Recyclingsystem zu entsorgen und so die Wiederverwendung bzw. das sachgemäße Recycling eines Großteils des Materials zu gewährleisten.



Dieses Symbol kennzeichnet Produkte, die den Bestimmungen der Europäischen Union gemäß den Richtlinien 2012/19/EU und 2006/66/EG für Elektro- und Elektronik-Altgeräte und Batterien entsprechen. Informationen zu Recyclingmöglichkeiten finden Sie auf der Tektronix-Website (www.tek.com/productrecycling).

Vorwort

Dieses Handbuch beschreibt die Installation, Bedienung und Wartung der optischen Tastköpfe DPO7OE1, 33 GHz, und DPO7OE2, 59 GHz, für Oszilloskope der Modelle DPO/MSO70000 C/DX/SX.

Aufbau des Handbuchs

Dieses Handbuch enthält die folgenden Kapitel:

- *Erste Schritte* beschreibt die Installation und Konfiguration des optischen Messmoduls.
- *Bedienungsgrundlagen* beschreibt die Bedienung des Moduls über das vordere Bedienfeld und die Benutzeroberfläche des Geräts.
- *Referenz* enthält Informationen zur optischen Bandbreite, zur Leistung des optischen Referenzempfängers (ORR) und den Nennwerten.
- *Anhang A* beschreibt die Befehle der Programmierschnittstelle (PI, Programming Interface).

Weitere Informationen

Die Tastköpfe der Serie DPO7OE werden als Teil eines größeren Gerätesystems verwendet. Mess-, Kalibrier- und andere Einstellungen werden über die Bedienelemente des Hauptgeräts gesteuert.

Informationen zum Einrichten und Ausführen von Messungen, zu den technischen Daten des Geräts, zu Programmierbefehlen und zu Prozeduren zur Leistungsüberprüfung finden Sie in der Hilfe und Dokumentation des Oszilloskops. Die neueste Version dieser Dokumente steht auf der Tektronix-Website zum Herunterladen bereit (www.tek.com/product-support).

| Inhalt | Dokument | Speicherort |
|---|--|---|
| In diesem Dokument wird die Beziehung zwischen optischer und elektrischer Bandbreite mathematisch erläutert. Es enthält Grundlagen für ein besseres Verständnis und für die zuverlässige Berechnung optischer und elektrischer Bandbreiten für einen optischen Kanal. | Optische Bandbreitenanforderungen für NRZ- und PAM4-Signale | https://www.tek.com/search?keywords=PAM4&type%5B0%5D=type%3Adocument |
| In diesem Dokument erfahren Sie, wie Sie Konformitätsmessungen für 100G-Standards vorbereiten. | Tests der physikalischen Schicht von Kommunikationssystemen mit 100 Gbit/s | |

| Inhalt | Dokument | Speicherort |
|---|--|---|
| Mit DPOJET erzielen Sie ein neues Niveau an Produktivität, Effizienz und Messzuverlässigkeit für komplexe Takt-, Digital- und serielle Datensignale. Dieses Dokument enthält detaillierte Informationen über die Verwendung der DPOJET-Anwendung für den Einstieg. | DPOJET Jitter, Noise and Eye Diagram Analysis Solution User Manual (Benutzerhandbuch zu Lösungen für Jitter-, Rausch- und Augendiagrammanalyse) | PDF unter www.tek.com/manuals ; in der Anwendung als Hilfesystem |
| Die PAM4-Analyse führt mit der DPOJET-Anwendung und weiteren Ressourcen Spannungs- und Zeitbereichs-Messungen durch und stellt Augendiagramme für das Zielsignal dar. Dieses Dokument enthält detaillierte Informationen über die Verwendung der PAM4-Anwendung für den Einstieg. | PAM4 Analysis Software User Manual (Benutzerhandbuch für Analysesoftware PAM4) | PDF unter www.tek.com/manuals ; in der Anwendung als Hilfesystem |
| In diesem Dokument erfahren Sie, wie die Oszilloskope der Serie MSO/DPO70000 installiert und bedient werden. | MSO/DPO70000 Series Primary User Manual (Hauptbenutzerhandbuch für Produktreihe MSO/DPO70000) | Druckversion wird mit dem Gerät geliefert und eine PDF befindet sich unter www.tek.com/manuals |
| In diesem Dokument erfahren Sie, wie die Oszilloskope der Serie MSO/DPO70000 installiert und bedient werden. | DPO70000SX Series Primary User Manual (Hauptbenutzerhandbuch für Produktreihe DPO70000SX) | Druckversion wird mit dem Gerät geliefert und eine PDF befindet sich unter www.tek.com/manuals |
| Dieses technische Referenzhandbuch enthält alle Produktspezifikationen. In diesem Dokument erfahren Sie, wie Sie Verfahren zur Leistungsprüfung für garantierte Spezifikationen ausführen. | DPO70E Series Specifications and Performance Verification Technical Reference (Spezifikationen und technisches Referenzhandbuch zur Leistungsprüfung für die Serie DPO70E) | PDF unter www.tek.com/manuals |
| In diesem Referenzhandbuch sind die Speichergeräte im Produkt aufgeführt sowie Verfahren zu Bereinigung und Ausbau erläutert. | Anweisungen zur Geheimhaltungsaufhebung und Sicherheit für die Serie DPO70E | PDF unter www.tek.com/manuals |

Erste Schritte

Dieser Abschnitt enthält eine Beschreibung der optischen Tastköpfe der Serie DPO7OE sowie Informationen über Funktionen, Optionen, Zubehör und empfohlene Software.

Produktbeschreibung

Die folgenden optischen Tastköpfe der Serie DPO7OE sind erhältlich.

- DPO7OE1 33 GHz
- DPO7OE2 59 GHz

Die Tastköpfe der Serie DPO7OE sind rauscharme, optische Tastköpfe mit großem Wellenlängenbereich, die als optische Referenzempfänger für serielle Hochgeschwindigkeitssignale (mit auswählbaren Bessel-Thomson-ORR-Filtern) oder als herkömmliche O/E-Wandler für die allgemeine Erfassung optischer Breitbandsignale eingesetzt werden können. Die Tastköpfe der Serie DPO7OE bieten einen optischen FC/PC- oder FC/APC-Anschluss für die Tektronix-Oszilloskopmodelle DPO/MSO70000 C/DX/SX zur schnellen Überprüfung optischer Signale.

Die Tastköpfe der Serie DPO7OE eignen sich als Prüf- und Messwerkzeug für die allgemeine Charakterisierung von ultraschnellen optischen Signalen und für das Physical Layer Conformance Testing von Signalen aus dem Glasfaserbereich mit sehr hohen Bitraten, beispielsweise von Telekommunikations- oder Datenkommunikationssignalen mit 100 Gbit/s (DPO7OE1) und 400 Gbit/s (DPO7OE2).

Die DPO7OE-Serie kann an DPO70000SX-Geräten mit ATI-Kanälen mit 50 GHz oder mehr verwendet werden, was eine große Bandbreite für eine glatte BT-Antwort für Daten bis 28 GBd ermöglicht. Der in Verbindung mit 70-GHz-ATI-Kanälen auf dem DPO70000SX-Gerät verwendete DPO7OE2 unterstützt eine glatte BT-Antwort für den Einsatz mit 53-GBd-PAM4-Daten.

Die Tastköpfe der Serie DPO7OE Series verfügen über eine TekConnect-Schnittstelle, über die sie an jedes Oszilloskop der Modelle DPO/MSO70000 C/DX/SX angeschlossen werden können. Wenn die Tastköpfe der Serie DPO7OE an TekConnect-Kanäle angeschlossen sind, stellen sie bis zu 33 GHz Bandbreite bereit. Bei einem Anschluss an ATI-Kanäle liefert der DPO7OE1 bis zu 42 GHz elektrische Reaktion und der DPO7OE2 bis zu 59 GHz elektrische Bandbreitenreaktion.



Abbildung 1: Optischer Tastkopf der Serie DPO70E mit am Träger befestigtem Shuttle



Abbildung 2: DPO70E-Serie mit vom Träger getrenntem Shuttle

Optische Signale können auch an einem ATI-Kanal mit größerer Bandbreite erfasst werden, indem der Shuttle des DPO7OE vom Träger getrennt und der HF-Ausgang am Shuttle mit dem ATI-Eingangssteckverbinder (1,85 mm) am Oszilloskop verbunden wird. Erfassen von Signalen für einen ATI-Kanal mit hoher Bandbreite hält die lineare Phase im Durchlassbereich des Kanals aufrecht. Dadurch ist es möglich, echte Qualitätsfilter des optischen Referenzempfängers (ORR) für Baudraten von bis zu 28 Gbd auf dem DPO7OE1, der einen kontrollierten Ansprechstrom von bis zu 42 GHz erfordert, und PAM4-Baudraten von bis zu 53 Gbit/s auf dem DPO7OE2 zu aktivieren.

Die DPO7OE-Serie unterstützt Mehrfach-Träger-Konfigurationen und ist mit einem einzelnen ATI-Kanal bzw. mit der TekConnect-Schnittstelle mit mehreren Kanälen kompatibel. Dank dieser Vielseitigkeit eignet sich der optische Tastkopf für alle Oszilloskope der Serien DPO70000SX, MSO/DPO70000DX und MSO/DPO70000C.



Abbildung 3: Die DPO7OE-Serie unterstützt mehrere optische Eingänge und Mehrfach-Träger-Konfigurationen

Wichtige Funktionen

Alle optischen Tastköpfe der Serie DPO7OE sind benutzerdefiniert konfigurierbare, optische Erfassungsmodule mit großer Bandbreite, die sich für zahlreiche Test- und Messanwendungen und -systeme eignen.

Wichtige Funktionen des DPO7OE1:

- Echtzeiterfassung optischer Signale mit großer Bandbreite und einem Ansprechvermögen von 750 nm bis 1650 nm
- Kalibrierte vertikale Skala bei 850 nm, 1310 nm und 1550 nm
- Doppelte Anschlussoption: TekConnect oder ATI
- Bis zu 33 GHz elektrische Bandbreite mit DSP-Korrektur an TekConnect-Kanälen
- Bis zu 42 GHz elektrische Bandbreite mit DSP-Korrektur an TekConnect-Kanälen
- Einfachmodus und Mehrfachmodus (50 µm) für den Glasfasereingang
- Eingangssteckeroptionen FC/PC und PC/APC
- Gemessene S-Parameter für eindeutige, optimierte DSP-Filtererzeugung an jedem Wandler/Kanal-Paar
- Präzise Filter des optischen Referenzempfängers (ORR) für die optischen Netzwerkstandards 25 GBd, 26 GBd und 28 GBd (100-Gigabit-Ethernet, OTU4 (x4), 32G-Fibre-Channel)
- Bis zu 4 optische Eingänge an einem einzigen Oszilloskop der Serie DPO70000C/DX/SX

Wichtige Funktionen des DPO7OE2:

- Echtzeiterfassung optischer Signale mit großer Bandbreite und einem Ansprechvermögen von 1200 nm bis 1650 nm
- Kalibrierte vertikale Skala bei 1310 nm und 1550 nm
- Doppelte Anschlussoption: TekConnect oder ATI
- Bis zu 33 GHz elektrische Bandbreite mit DSP-Korrektur an TekConnect-Kanälen
- Bis zu 59 GHz elektrische Bandbreite mit DSP-Korrektur an TekConnect-Kanälen
- Einfachmodus (9 µm) für den Glasfasereingang
- Eingangssteckeroptionen FC/PC und PC/APC
- Gemessene S-Parameter für eindeutige, optimierte DSP-Filtererzeugung an jedem Wandler/Kanal-Paar
- Präzise Filter des optischen Referenzempfängers (ORR) für die optischen Netzwerkstandards 25 GBd, 26 GBd, 28 GBd und 53 GBd (100-Gigabit-Ethernet, OTU4 (x4), 32G-Fibre-Channel)
- Bis zu 4 optische Eingänge an einem einzigen Oszilloskop der Serie DPO70000C/DX/SX

Optionen und Zubehör

Produktoptionen Die folgenden Produktoptionen sind verfügbar:

HINWEIS. Wählen Sie einen der folgenden, obligatorischen und sich gegenseitig ausschließenden optischen Eingangssteckverbinder aus. Beim Kauf eines optischen Tastkopfs der Serie DPO7OE muss eine dieser beiden Optionen ausgewählt werden.

| Option | Beschreibung |
|---------------------|--|
| FC/APC ¹ | Optischer FC/APC-Eingangssteckverbinder (typischerweise in Forschungsanwendungen eingesetzt) |
| FC/PC | Optischer FC/PC-Eingangssteckverbinder (typischerweise in Netzwerk-/Datenzentrumsnetzwerkanwendungen eingesetzt) |

Standardzubehör Das Produkt wird mit dem folgenden Standardzubehör bereitgestellt:

| Zubehör | Tektronix-Teilenummer |
|---|-----------------------|
| Koffer (siehe Abbildung 4: Zubehörkoffer auf Seite 6) | 024-0018-xx |
| Benutzerhandbuch (Englisch) | 071-3558-xx |
| Glasfaserreinigungswerkzeug | 006-8217-xx |
| ATI-Eingangshalterung | 407-6082-xx |
| Zertifikat der rückführbaren Kalibrierung | nicht zutreffend |
| Ein Jahr Garantie | nicht zutreffend |

¹ Die Option „FC/APC“ beschränkt die Reaktion des Tastkopfs auf die folgenden Wellenlängenbereiche: für DPO7OE1 von 1260 nm bis 1650 nm; für DPO7OE2 von 1200 nm bis 1650 nm.

Optionales Zubehör Das folgende Zubehör ist optional erhältlich:

| Zubehör | Tektronix-Teilenummer |
|-------------------------------|-----------------------|
| Reiniger für optische Stecker | 006-8327-xx |



Abbildung 4: Zubehörkoffer

Empfohlene und erforderliche Oszilloskopsoftware

Erforderliche Version der Oszilloskopsoftware

Die optischen Tastköpfe der Serie DPO7OE sind mit allen Oszilloskopen der Serien DPO70000SX, MSO/DPO70000DX und MSO/DPO70000C kompatibel. Zur Verwendung des Tastkopfs muss auf diesen Oszilloskopen eine der folgenden Firmwareversionen ausgeführt werden:

- **70-GHz-Oszilloskopmodelle:** Version 10.8.0 oder höher.
- **Alle anderen Oszilloskopmodelle:** Version 10.8.1 oder höher.

Empfohlene Oszilloskop-Anwendungssoftware

Die optischen Tastköpfe der Serie DPO7OE ermöglichen mit der Tektronix DPOJET Jitter- und Augendiagrammanalyse und PAM4-Analysesoftware auf dem Oszilloskop eine tiefgehende Analyse von PAM4- und PAM2(NRZ)-Signalen.

| Anwendungssoftware | Beschreibung |
|--------------------|---|
| PAM4-O | Optische Messungen für PAM4 |
| DJA | DPOJET Jitter- und Augendiagrammanalyse mit PAM4 |
| DJAN | DPOJET Jitter- und Augendiagrammanalyse mit Trennung des vertikalen Rauschens |
| SDLA | Analyse serieller Datenverbindungen |

Installation

Entladung statischer Elektrizität

Um Schäden durch elektrostatische Entladung am Hauptgerät und an den optischen Messmodulen zu vermeiden, halten Sie die in diesem Handbuch und im zum Hauptgerät gehörigen Handbuch beschriebenen Vorsichtsmaßnahmen ein.



VORSICHT. Die Schaltkreise im optischen Messmodul ist sehr empfindlich auf Schäden durch elektrostatische Entladung und Overdrive-Signale. Achten Sie darauf, das optische Messmodul nur in einer auf statische Entladung kontrollierten Umgebung zu betreiben (geerdete leitende Arbeitsplatte, Armband, Bodenmatte und Gebläse mit ionisierter Luft). Entladen Sie unbedingt jegliche elektrostatische Ladung, die an elektrischen Kabeln vorhanden sein kann, bevor Sie ein elektrisches Kabel am HF-Shuttle-Ausgang der DPO7OE-Serie anschließen.

Montage des TekConnect-Tastkopfs

Die folgende Prozedur beschreibt das Anschließen des Tastkopfs der Serie DPO70E am Oszilloskop.

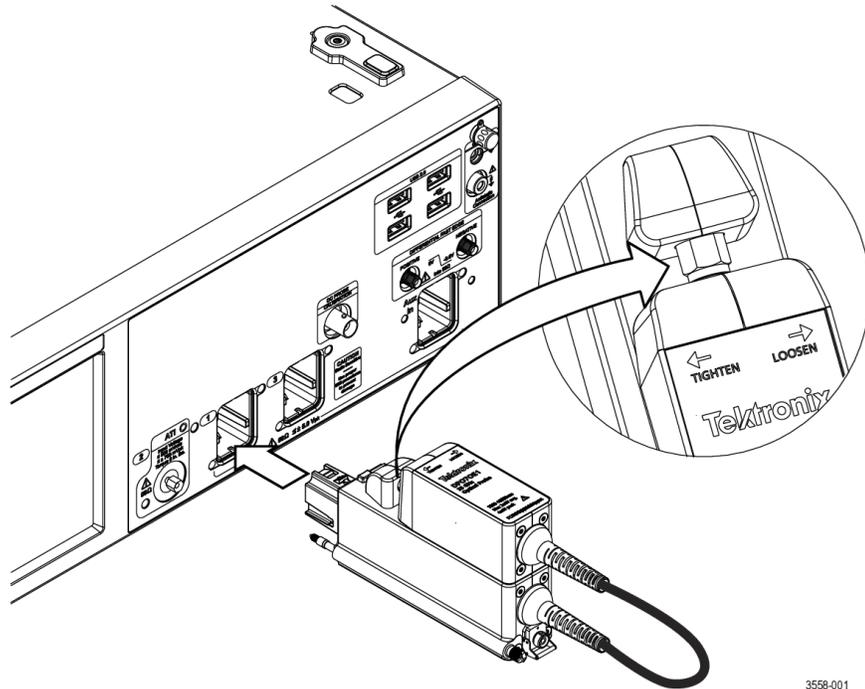


Abbildung 5: Anschließen des Tastkopfs der Serie DPO70E am Oszilloskop

1. Nehmen Sie den Tastkopf aus dem Koffer.
2. Befestigen Sie bei Bedarf den Tastkopf-Shuttle am Träger:
 - a. Setzen Sie den Shuttle in den Schlitz oben auf dem Tastkopfträger und schieben Sie ihn nach vorne.
 - b. Ziehen Sie die Mutter wie auf dem Shuttle-Etikett angegeben am Tastkopf-Shuttle fest, indem Sie sie mit einem auf 8 in lbs eingestellten Drehmomentschlüssel gegen den Uhrzeigersinn drehen.



VORSICHT. Wenden Sie kein zu großes Drehmoment am elektrischen Steckverbinder am Shuttle an, um Schäden am Tastkopf zu vermeiden.

3. Schließen Sie den Tastkopf am Oszilloskop an.
4. Ziehen Sie die Flügelschraube hinten am Tastkopf fest, um den Tastkopf am Oszilloskop zu sichern.

Nachdem der Tastkopf am Oszilloskop angeschlossen wurde, wird der Tastkopf vom System automatisch erkannt.

Installation des ATI-Kanals

Die folgende Prozedur beschreibt das Anschließen des Tastkopf-Shuttles der Serie DPO70E am ATI-Kanal des Oszilloskops.

Bevor Sie den Tastkopf-Shuttle am ATI-Kanal anschließen, montieren Sie den Tastkopf am TekConnect-Kanal 1 des Oszilloskops. Siehe [Montage des TekConnect-Tastkopfs](#) auf Seite 8.

1. Bevor Sie den Shuttle vom Tastkopfträger entfernen, montieren Sie die ATI-Shuttle-Halterung am ATI-Kanal des Oszilloskops.

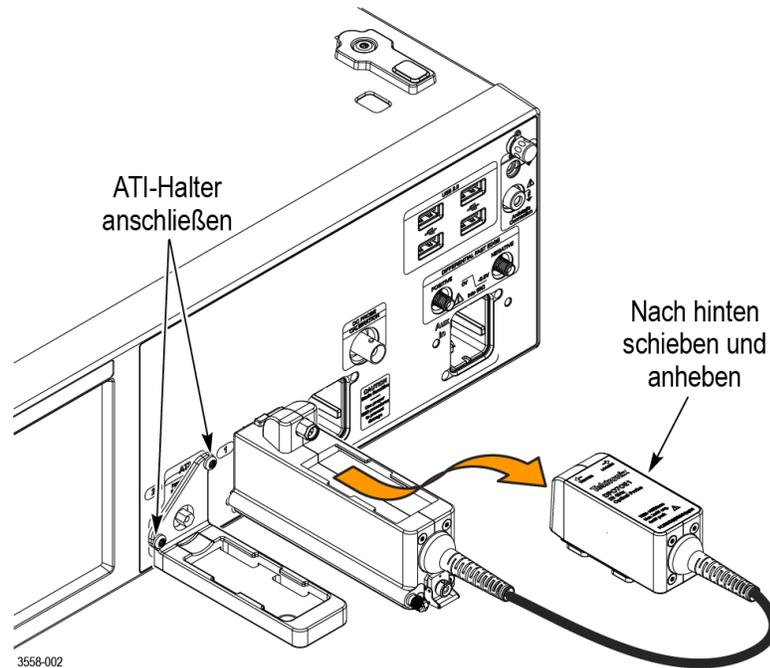


Abbildung 6: Befestigen der ATI-Halterung und Entfernen des Shuttles vom Tastkopfträger

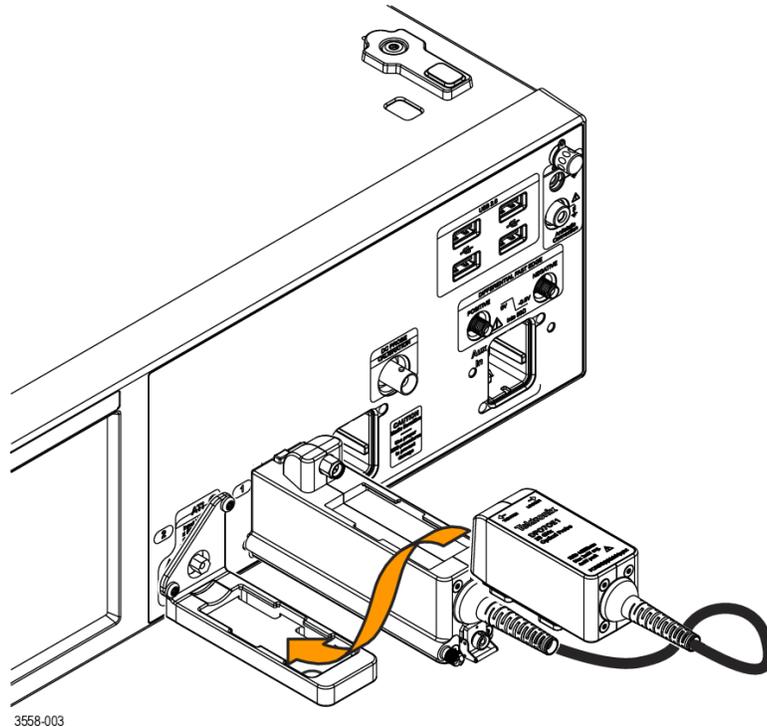
2. Lösen Sie die Mutter des Shuttles am Tastkopf mit einem auf 8 in lbs eingestellten Drehmomentschlüssel, indem Sie sie im Uhrzeigersinn (nach rechts) drehen. Die Drehrichtungen zum Lösen und Festziehen der Mutter sind am Tastkopf gekennzeichnet.



VORSICHT. Um Schäden am Tastkopf und am ATI-Eingangsstecker des Oszilloskops zu vermeiden, achten Sie darauf, kein zu großes Drehmoment am elektrischen Steckverbinder des Shuttles anzuwenden.

3. Drehen Sie die Mutter im Uhrzeigersinn (nach rechts), um den Shuttle zu entfernen.
4. Heben Sie den Shuttle vom Träger ab, indem Sie ihn leicht in Ihre Richtung schieben und dann gerade nach oben heben.

5. Setzen Sie den Shuttle in den Schlitz oben auf der ATI-Halterung und schieben Sie ihn nach vorne.



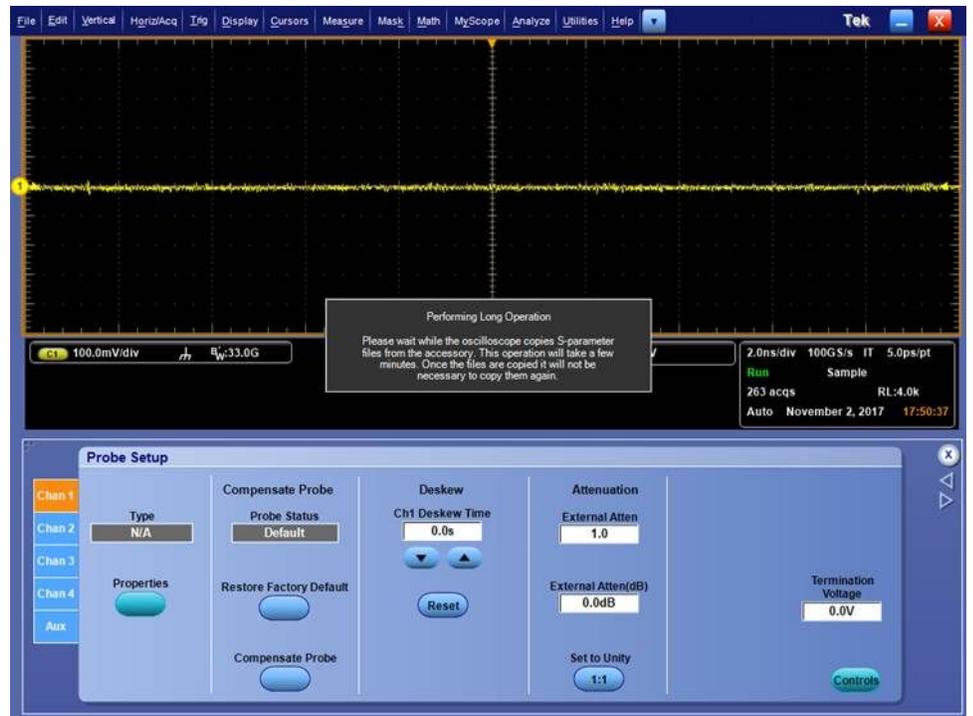
3558-003
Abbildung 7: Befestigen des Shuttles an der ATI-Halterung

6. Ziehen Sie die Mutter am Shuttle fest, indem Sie sie mit einem auf 8 in lbs eingestellten Drehmomentschlüssel gegen den Uhrzeigersinn (nach links) drehen, um den Shuttle an der ATI-Halterung zu sichern.

Nachdem der Shuttle des Tastkopfs am Oszilloskop angeschlossen wurde, wird der Tastkopf vom System automatisch erkannt.

Funktionstests beim ersten Einschalten

1. Beim ersten Anschließen eines Tastkopfs der Serie DPO70E an einem Oszilloskop der Serie 70k werden die gemessenen S-Parameter für den Tastkopf aus dem internen Tastkopfspeicher kopiert, um angepasste Korrekturfilter zu erstellen. Während dieses Vorgangs wird die unten abgebildete Meldung auf dem Bildschirm angezeigt. Dies kann über eine Minute dauern.



2. Nach Abschluss wird die Meldung wieder ausgeblendet.

Überprüfen Sie, ob die Meldung angezeigt wird, wenn Sie den Tastkopf zum ersten Mal am Gerät anschließen.

- Die Modellnummer und Seriennummer des Tastkopfs können im Bildschirm „Probe Properties“ (Tastkopfeigenschaften) überprüft werden, der über das Menü „Probe Setup“ (Tastkopfeinstellung) aufgerufen wird.



- Schließen Sie den Tastkopf am Gerät an.
 - Wählen Sie **Vertical > Probe Cal** (Vertikal > Tastkopfkalibrierung), um den Bereich „Probe Setup“ (Tastkopfeinstellung) zu öffnen. Wählen Sie die Registerkarte für den Kanal aus, an dem der Tastkopf angeschlossen ist.
 - Drücken Sie die Schaltfläche **Properties** (Eigenschaften).
- Das Fenster „Probe Properties“ (Tastkopfeigenschaften) wird angezeigt.
- Überprüfen Sie die Modellnummer und Seriennummer des Tastkopfs.

Bedienungsgrundlagen

Dieser Abschnitt enthält grundlegende Informationen zum Anschließen und Bedienen der optischen Tastköpfe der Serie DPO7OE.

Betriebssicherheit und Umgang mit dem Tastkopf

Lesen Sie den Abschnitt *Wichtige Sicherheitshinweise* am Anfang dieses Dokuments, um weitere Informationen zu sicherheitsrelevanten Aspekten zu erhalten.



VORSICHT. Befolgen Sie die folgenden Vorsichtsmaßnahmen, um Schäden am optischen Tastkopf zu vermeiden:

Lassen Sie den Tastkopf nicht fallen. Dies kann zu Schäden und zur Beeinträchtigung der Ausrichtung der Photodiodenbaugruppe führen. Lagern Sie das Modul bei Nichtverwendung an einem sicheren Ort, beispielsweise im mit dem Tastkopf gelieferten Koffer.

Sichern Sie den Shuttle während der Lagerung am Tastkopfträger, um die HF-Anschlüsse zu schützen.

Schrauben Sie bei Nichtverwendung des Moduls die Schutzkappe auf den Eingangsanschluss.

Achten Sie darauf, das Glasfaserkabel nicht zu zerdrücken, einzuquetschen oder abzuknicken.

Ziehen und reißen Sie nicht am Glasfaserkabel.

Um den Verlust der optischen Leistung und Schäden an den optischen Anschlüssen zu verhindern, halten Sie die Anschlüsse immer sauber. Stellen Sie sicher, dass alle Anschlüsse und Schutzkappen sauber sind, bevor Sie sie am Tastkopf anschließen. Siehe [Optische Anschlüsse reinigen](#) auf Seite 17.

Anschließen optischer Signale am Tastkopf

Diese Prozedur beschreibt das Anschließen eines Glasfaserkabels am Tastkopf der Serie DPO7OE.

Der Tastkopf-O/E-Wandler kann für den DPO7OE1 über den optischen FC-Eingang an Glasfaserkabeln mit einem Kerndurchmesser bis zu 50 µm und für den DPO7OE2 mit bis zu 9 µm angeschlossen werden.

Reinigen Sie alle optischen Glasfaserstecker, bevor Sie Verbindungen herstellen. Die Verunreinigung von Endflächen ist einer der Hauptgründe für Ausfälle in Glasfaserverbindungen. Schmutz und Verunreinigungen verursachen Einfügedämpfung und Reflektionen, die die optische Übertragung verhindern. Da Schmutz vor, während und nach der Faseroptik-Zertifizierungsprüfung ein Problem darstellen und beim Herstellen einer Verbindung von einer Endfläche zur anderen gelangen kann, müssen immer beide Seiten gereinigt und überprüft werden. Außerdem kann das Verbinden verunreinigter Stecker bleibende Schäden verursachen, da mikroskopisch kleine Partikel beim physischen Kontakt zwischen den Endflächen zerquetscht werden. Es wird empfohlen, vor dem Anschließen mit einer Glasfaser-Prüfsonde auf Verschmutzungen zu prüfen. Siehe *Optische Anschlüsse reinigen* auf Seite 17.



VORSICHT. *Um die hohe Leistungsfähigkeit (geringer Rückgabeverlust) zu erhalten, schließen Sie den Adapter und das Kabel zwischen dem Eingang des O/E-Wandlers und dem Prüfling an. Wenn Sie Verbindungen zu anderen Geräten herstellen, lassen Sie den Adapter und das Kabel an ihrer Position, um den optischen Stecker des O/E-Wandlers vor Verschleiß zu schützen.*

FC/PC-Anschlüsse und FC/APC-Anschlüsse dürfen nicht vertauscht werden. Das Vertauschen dieser Anschlüsse kann zu Schäden am optischen Eingang des Tastkopfs führen.

Wenn Sie Glasfaserkabel mit einem größeren als dem maximalen Kerndurchmesser für das Tastkopfmodell anschließen, kann der O/E-Wandler möglicherweise Licht koppeln, aber der nicht passende Kerndurchmesser führt zu einer geringeren Konvertierungsverstärkung.

Der Tastkopf sollte am Oszilloskop angeschlossen werden, bevor das Glasfaserkabel am Tastkopf angeschlossen wird. Siehe *Montage des TekConnect-Tastkopfs* auf Seite 8. Siehe *Installation des ATI-Kanals* auf Seite 9.

1. Schrauben Sie am Tastkopf die Metallkappe von der optischen Eingangsbuchse ab.
2. Richten Sie den Schlüssel am Glasfaserstecker oder Adapter mit dem Schlitz am Tastkopfeneingang aus und drücken Sie dann den Kabelverbinder oder Adapter fest und bis zum Anschlag in die Ausrichtungshülse.

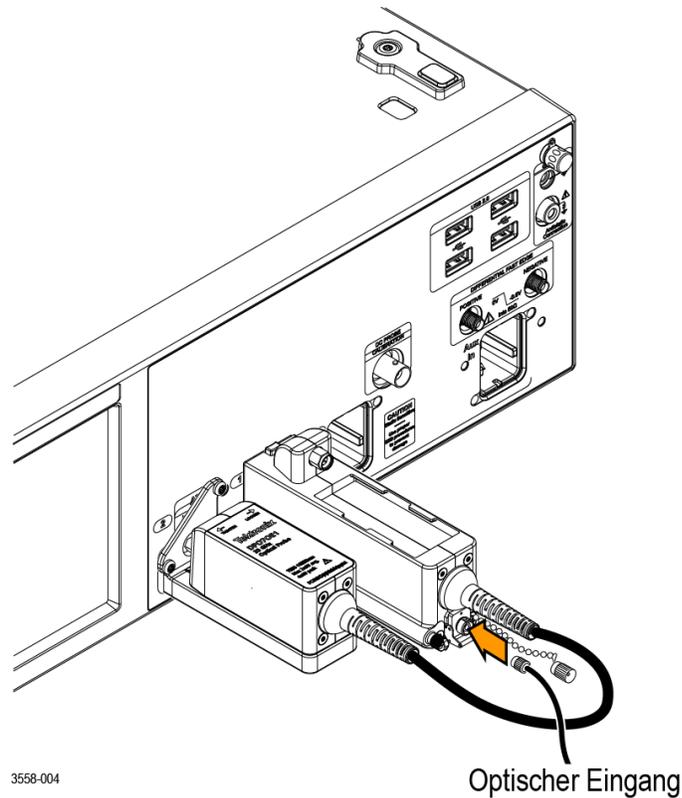


Abbildung 8: Anschließen des optischen Eingangskabels am Tastkopf

3. Den Kabelverbinder oder die Adapterhülse nur mit Fingerdruck festdrücken.

Nachdem das Glasfaserkabel fest am Tastkopf angeschlossen ist, ist das Oszilloskop bereit für Messungen am Kabelsignal.

Abschwächen optischer Signale

Um die Leistung des optischen Eingangs auf einem angemessenen Niveau zu halten, muss das optische Signal unter Umständen gedämpft werden.



VORSICHT. Halten Sie die maximalen Leistungspegel des Signals unter dem in der folgenden Tabelle angegebenen Spitzenwert. Um Schäden am optischen Eingang des Moduls zu vermeiden, dämpfen Sie das optische Eingangssignal auf einen Wert unter dem maximalen absoluten zerstörungsfreien Optikeingang. Um die Pegel innerhalb des Leistungsbereichs zu halten und eine Signalbegrenzung zu vermeiden, legen Sie die maximalen Eingangspegel für die optischen Signale anhand der folgenden Tabelle fest.

Tabelle 1: Maximaler absoluter zerstörungsfreier Optikeingang

| Modell | Mittelwert | Spitzenwert |
|---------|------------|-------------|
| DPO7OE1 | 4 mW | 8 mW |
| DPO7OE2 | 2 mW | 5 mW |

HINWEIS. Der dynamische Bereich eines optischen Tastkopfs kann überschritten werden, ohne dass dies klar auf dem Bildschirm angezeigt wird, weil der überlastete Signalausgang des Photodetektors möglicherweise noch innerhalb des dynamischen Bereichs des elektrischen Kanals am Oszilloskop liegt.

Systeminteraktion

Der optische Tastkopf wird als Teil eines größeren Gerätesystems verwendet. Die meisten Funktionen des optischen Tastkopfs werden automatisch vom Hauptgerät gesteuert. Dies umfasst beispielsweise die Einstellung der vertikalen Skalierung und horizontalen Abtastrate. Sie steuern diese Parameter nicht direkt. Stattdessen werden die Parameter für Sie gesteuert, wenn Sie Aufgaben am Hauptgerät ausführen.

Eine zusätzliche Funktion des optischen Moduls, die vom Hauptgerät aus gesteuert wird, ist die externe Kanaldämpfung. Mit der externen Dämpfung können Sie eine Zahl eingeben, die einer von Ihnen zu einem Kanal hinzugefügten externen Dämpfung entspricht.

Optische Anschlüsse reinigen

Befolgen Sie die Anweisungen zur ordnungsgemäßen Reinigung und Handhabung, um den DPO7OE-Tastkopf in einem guten Betriebszustand zu erhalten. Kleine Staubpartikel und Öle können die optischen Anschlüsse verschmutzen und das Signal reduzieren oder blockieren. Achten Sie darauf, die Integrität der Stecker zu erhalten, indem Sie sie frei von Verschmutzungen halten.



VORSICHT. Um den Verlust der optischen Leistung und Schäden an den Glasfaseranschlüssen zu verhindern, halten Sie die Anschlüsse immer sauber.

Reinigen Sie die Anschlüsse mit einem Lappen in sanften, kreisenden Bewegungen. Verwenden Sie nur hochwertige bzw. empfohlene Reinigungsmittel, die nicht scheuern und die keine Rückstände hinterlassen.

Um den Reinigungsbedarf zu reduzieren, bringen Sie bei Nichtverwendung immer die Schutzkappen auf den Glasfaseranschlüssen an.

Erforderliches Material

Reinigen Sie die optischen Anschlüssen mit dem folgenden Material:

- Trockene, saubere Druckluft (wie Tektronix-Teilenummer 118-1068-xx)
- FIS-Kassettenreiniger (wie FI-6270) und/oder FIS-Klebebandabrollerreiniger (wie FI-7111)
- Rohrreiniger

Reinigungsprozedur

Beseitigen Sie Verschmutzungen, indem Sie die Glasfaseranschlüsse gemäß der folgenden Prozedur reinigen:



VORSICHT. Reinigen Sie beide Steckerenden mit einem trockenen Gewebbandreiniger (Kassette oder Klebebandabroller).

1. Entfernen Sie den JAE-Stecker vom Tastkopf:
 - a. Schrauben Sie die Metallstaubschutzkappe vom optischen Anschluss ab.



Abbildung 9: Entfernen der Metallstaubschutzkappe vom optischen Anschluss

- b. Ziehen Sie die JAE-Steckerlasche nach oben und ziehen Sie den Stecker vom Tastkopf ab. Das Steckerende hinter dem JAE-Anschluss liegt nun frei.

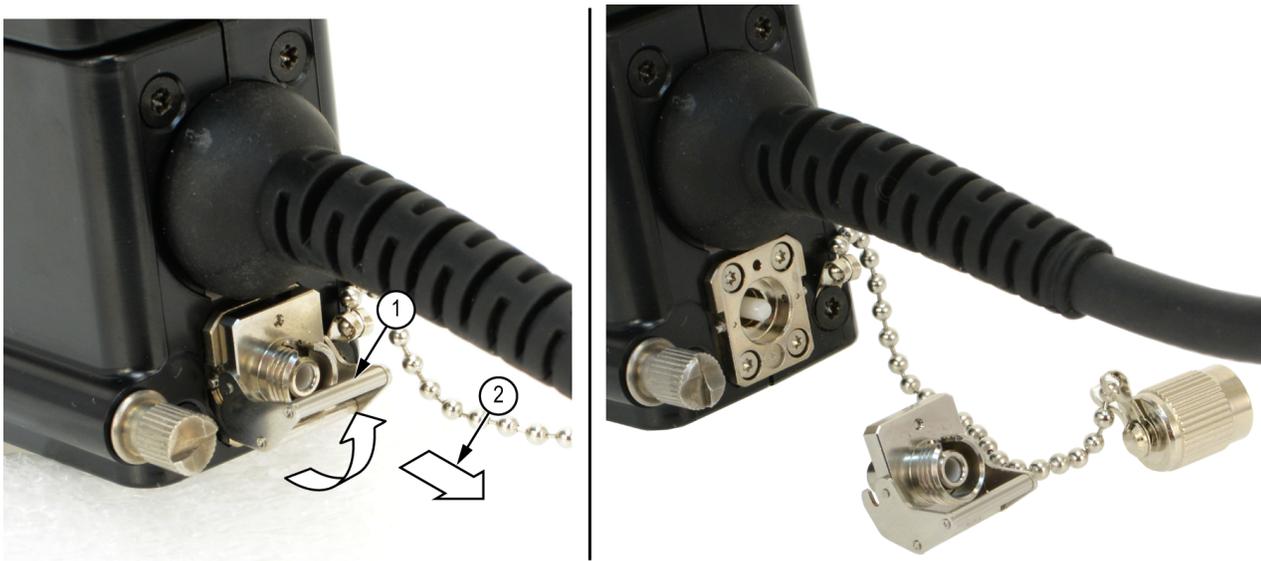


Abbildung 10: Entfernen des JAE-Anschlusses vom Tastkopf

2. Beseitigen Sie Verschmutzungen von der Innenwand des Buchsenausrichtungsrohrs im JAE-Anschluss:
 - a. Reinigen Sie den Buchseneingang des JAE-Anschlusses durchgehend mit Druckluft.
 - b. Reinigen Sie das Innere des JAE-Anschlusses mit dem Rohrreiniger.



Abbildung 11: Reinigen des JAE-Anschlusses



VORSICHT. Blasen Sie keine Druckluft in den Buchseneingang des JAE-Anschlusses, während dieser am Modul montiert ist.

3. Verwenden Sie einen ungebrauchten Abschnitt der fusselreifen, trockenen Reinigungsoberfläche der Faserreinigungskassette bzw. des Klebebandabrollerreinigers.
4. Ziehen Sie die saubere, trockene Oberfläche des Reinigungswerkzeugtuchs über einen kurzen Abstand (ein bis zwei Zentimeter) zum Steckerende des Glasfasereingangs.
5. Schließen Sie den JAE-Anschluss wieder am gereinigten Glasfaserende an. Die Lasche rastet ein, wenn der Anschluss richtig montiert ist.
6. Wenn am Modul keine Faser am Eingang/an den Eingängen angebracht ist, befestigen Sie die Metallstaubschutzkappe, um zu verhindern, dass Verschmutzungen aus der Luft in den optischen Eingang (Buchse) gelangen.
7. Reinigen Sie das Ende der Eingangsglasfaserkabel bzw. der Eingangsgeräte mit einem Reinigungstuch, bevor Sie sie am JAE-Steckereingang anschließen.

HINWEIS. Reinigen Sie Faserstecker bzw. Geräte mit einer ähnlichen Reinigungsmethode.

Reinigen der Tastkopfaußenseite

Das Modulgehäuse bietet Schutz vor Staub und sollte nicht geöffnet werden. Entfernen Sie den Tastkopf vom Oszilloskop, bevor Sie die Tastkopfaußenseite reinigen.



WARNUNG. *Um Verletzungen zu vermeiden, schalten Sie das Oszilloskop aus und trennen Sie es von der Netzspannung, bevor Sie Reinigungsarbeiten ausführen.*

Säubern Sie die Außenflächen des Tastkopfträgers und Shuttles mit einem trockenen, fusselfreien Tuch oder mit einer weichen Bürste. Wenn sich nicht aller Schmutz entfernen lässt, verwenden Sie ein feuchtes Stofftuch oder einen Lappen, das oder der in eine 75 %-ige Isopropylalkohollösung getaucht wurde. Reinigen Sie mit einem Lappen die Engräume um die Anschlüsse. Achten Sie darauf, dass keine Feuchtigkeit in das Tastkopffinnere gelangt. Verwenden Sie am Tastkopfgehäuse keine scheuernden Komponenten, die das Gehäuse beschädigen können.



VORSICHT. *Um Schäden am Tastkopf zu vermeiden, verwenden Sie keine chemischen Reinigungsmittel, die den Kunststoff im Tastkopf angreifen können. Benutzen Sie als Reinigungsmittel eine 75 %-ige Isopropylalkohollösung, und spülen Sie mit entionisiertem Wasser. Bevor Sie ein anderes Reinigungsmittel verwenden, lassen Sie sich von Ihrem Tektronix Service Center oder einem Vertreter beraten.*

Öffnen Sie nicht das Tastkopfgehäuse. Es enthält keine vom Benutzer wartbaren Komponenten und das Tastkopffinnere muss nicht gereinigt werden.

Tastkopfeinstellung

Der Tastkopf hat zwei nur ab Werk konfigurierbare Optionen, die die optische Benutzeroberfläche und den optischen Wellenlängenbereich des Geräts festlegen:

DPO7OE1:

- **Option FC/PC** verwendet einen FC/PC-Stecker, der an einem Mehrmodus-Glasfaserkabel mit Kerndurchmesser von 50 µm angeschlossen ist. Die Faser hat eine Spleißverbindung zum Mehrmodus-Glasfaserkabel mit 50-µm-Kerndurchmesser, das an die O/E-Photodiode gekoppelt ist. Mit dieser Option liegt der Wellenlängenbereich des DPO7OE1 zwischen 750 nm und 1650 nm.
- **Option FC/APC** verwendet einen FC/APC-Stecker, der über eine winkelförmige physische Kontaktfläche verfügt, die den Verlust der optischen Rückmeldung des Steckers verbessert. Diese Art Schnittstelle ist nur mit Einfachmodus-Glasfasersteckern verfügbar, weshalb diese Option den benutzbaren Wellenlängenbereich des DPO7OE1 auf 1260 nm bis 1650 nm beschränkt.

DPO7OE2:

- **Option FC/PC** verwendet einen FC/PC-Stecker, der an einem Mehrmodus-Glasfaserkabel mit Kerndurchmesser von 9 µm angeschlossen ist. Die Faser hat eine Spleißverbindung zum Einfachmodus-Glasfaserkabel mit 9-µm-Kerndurchmesser, das an die O/E-Photodiode gekoppelt ist. Bei dieser Option liegt der Wellenlängenbereich des DPO7OE2 zwischen 1200 nm und 1650 nm.
- **Option FC/APC** verwendet einen FC/APC-Stecker, der über eine winkelförmige physische Kontaktfläche verfügt, die den Verlust der optischen Rückmeldung des Steckers verbessert. Diese Art Schnittstelle ist nur mit Einfachmodus-Glasfasersteckern verfügbar, weshalb diese Option den benutzbaren Wellenlängenbereich des DPO7OE2 auf 1200 nm bis 1650 nm beschränkt.

Die folgende Prozedur beschreibt die Einrichtung eines optischen Tastkopfs mit einer TekConnect-Installation. Die Einrichtungsprozedur für eine ATI-Installation ist gleich; nur die Kanalnummer und die verfügbaren Bandbreitenfrequenzen unterscheiden sich.

Konfigurationsübersicht

Bevor Sie Messungen mit dem Tastkopf vornehmen, sollten Sie die folgenden Schritte ausführen:

1. Installieren Sie den Tastkopf am Oszilloskop.
2. Wählen Sie **Vertical > Vertical Setup** (Vertikal > Vertikaleinstellung), um den Bildschirm für die Vertikaleinstellungen zu öffnen. Siehe [Vertikaleinstellungen](#) auf Seite 23.
3. Wählen Sie am Oszilloskop den Kanal mit dem installierten Tastkopf aus.
4. Klicken Sie auf **Probe Cal** (Tastkopfkalibrierung), um den Bildschirm für die Tastkopfeinstellung zu öffnen. Siehe [Tastkopfeinstellungen](#) auf Seite 30.
5. Wählen Sie die Wellenlänge des zu messenden Signals aus. Erstellen Sie bei Bedarf eine benutzerdefinierte Wellenlänge.
6. Führen Sie eine Signalpfadkompensation durch, um sicherzustellen, dass Ihre Messungen höchste Genauigkeit erreichen. Siehe [Eigenkalibrierung](#) auf Seite 34.
7. Führen Sie eine Dunkelpegelkompensationskalibrierung aus, um etwaige DC-Versatzfehler zu korrigieren, die durch Leckstrom an der Photodiode entstehen können (üblicherweise als Dunkelstrom bezeichnet). Siehe [Dunkelpegelkompensation](#) auf Seite 34.
8. Schließen Sie das optische Eingangssignalkabel am DPO7OE an.
9. Wählen Sie die gewünschte Einstellung für den Frequenzgang aus.
10. Überprüfen Sie auf dem Bildschirm „Vertical Setup“ (Vertikaleinstellungen), ob die Einstellungen für „Termination“ (Abschluss), „Coupling“ (Kopplung) und „Bandwidth“ (Bandbreite) stimmen.
11. Richten Sie mithilfe der Einstellungen „Position“, „Scale“ (Skala), „Offset“ (Versatz), „Invert“ (Invertieren) und „Vertical Zoom“ (vertikaler Zoom) die gewünschte Ansicht des Signals ein.
12. Mit den Steuerelementen „Deskew“ (Versatzausgleich) und „Attenuation“ (Dämpfung) können Sie Laufzeitverzögerungen kompensieren, die durch unterschiedliche Signalkabellängen oder Tastenkopfkombinationen entstehen, und das Eingangs-/Ausgangsverhältnis einer externen Dämpfung bzw. Verstärkung zwischen Signal und Eingangskanälen festlegen.

Vertikaleinstellungen

Dieser Abschnitt beschreibt die Einstellungen auf dem Bildschirm „Vertical Setup“ (Vertikaleinstellungen). Um den Bildschirm für die Vertikaleinstellungen des Tastkopfs anzuzeigen, wählen Sie **Vertical > Vertical Setup** (Vertikal > Vertikaleinstellungen) und wählen dann den Oszilloskopkanal aus, an dem der Tastkopf angeschlossen ist.

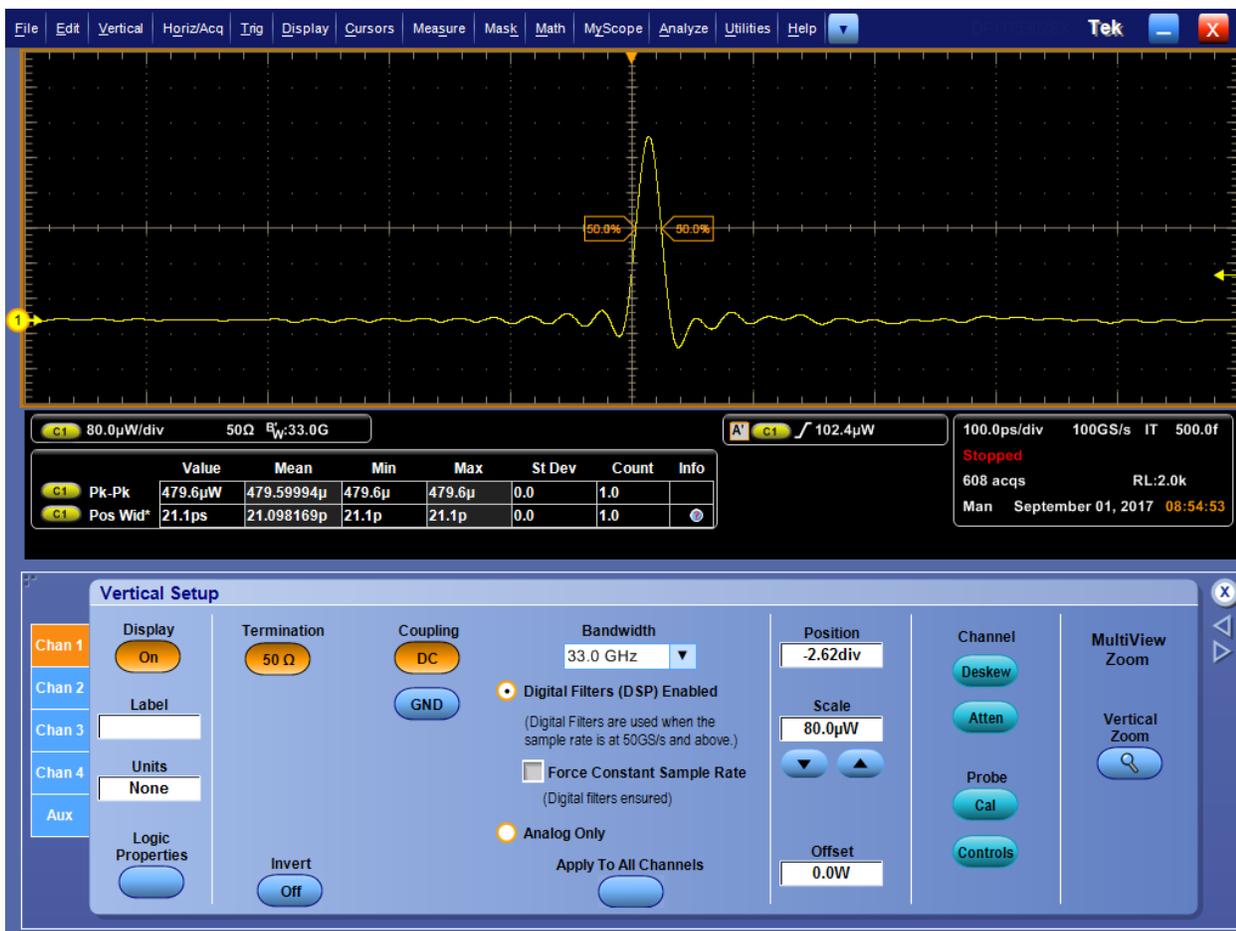


Abbildung 12: Vertikaleinstellungen

- **Display** (Anzeige). Klicken Sie auf die Schaltfläche „Display“ (Anzeige), um die Anzeige des Kanalsignals ein- und auszuschalten.
- **Label** (Bezeichnung). Über das Eingabefeld „Label“ (Bezeichnung) können Sie dem Signal wie folgt eine Bezeichnung zuweisen:
 1. Klicken Sie in das Eingabefeld „Label“ (Bezeichnung) und erstellen Sie über die eingblendete Tastatur eine Bezeichnung für das ausgewählte Signal.
 2. Klicken Sie in die Eingabefelder „X Position“ (Position X) und „Y Position“ (Position Y), um diese zu aktivieren.
 3. Positionieren Sie die Bezeichnung mithilfe der Multifunktions-Drehknöpfe im Bildschirmraster. Sie können die Bezeichnung auch durch Klicken und Ziehen an einer beliebigen Stelle im Bildschirm positionieren.

- **Units** (Einheiten). Klicken Sie in das Eingabefeld „Units“ (Einheiten), um benutzerdefinierte vertikale Einheiten für die Signalanzeige auszuwählen.
- **Logic Properties** (Logikeigenschaften). Klicken Sie auf „Logic Properties“ (Logikeigenschaften), wenn Sie den oder die Spannungsgrenzwerte der Kanäle Ch1-Ch4 (live) und M1-M4 (math) festlegen möchten, die als Logiksignale verwendet und in einen Bus eingeschlossen werden sollen.
- **Termination** (Abschluss). Über die Schaltfläche „Termination“ (Abschluss) wird der Eingabeabschluss angezeigt, der vom Oszilloskop automatisch festgelegt wird.
- **Invert** (Invertieren). Klicken Sie auf „Invert“ (Invertieren), um die Invertierung des Signals ein- bzw. auszuschalten.
- **Coupling** (Kopplung). Mithilfe der Steuerelemente „Coupling“ (Kopplung) können Sie die gewünschte Eingangskopplung auswählen:
 - Wählen Sie **DC** aus, um Signale mit AC- und DC-Komponenten anzuzeigen.
 - Wählen Sie **GND** (Masse) aus, um ein Null-Volt-Signal anzuzeigen. Verwenden Sie diese Auswahl, um den Massereferenzpunkt im Display festzulegen.

- **Bandwidth** (Bandbreite). Wählen Sie über die Dropdown-Liste „Bandwidth“ (Bandbreite) die Bandbreite des Eingangssignals aus. Die Bandbreite bezieht sich auf den Frequenzbereich, den das Gerät erfassen und präzise mit einer Dämpfung unter 3 dB anzeigen kann.

HINWEIS. Für genaue Messungen sollte die Eingangsfrequenz deutlich kleiner als die Nennbandbreite des Geräts sein. Gemäß einer bewährten Regel empfiehlt es sich, sicherzustellen, dass die Bandbreite des Gerätesystems dem Drei- bis Fünffachen des zu messenden Signals entspricht.

Bandbreitenverstärkung am Oszilloskopkanal aktivieren bzw. deaktivieren:

HINWEIS. Über die Steuerelemente „Bandwidth Enhancement“ (Bandbreitenverstärkung) können Sie mithilfe der DSP-Verarbeitung genauere Messungen der Anstiegszeit ausführen, die Bandbreite vergrößern und den Durchlassbereich bei voller Abtastrate zu reduzieren. Bei der vergrößerten Bandbreite wird außerdem eine abgestimmte Antwort über die aktivierten Kanäle hinweg bereitgestellt. Dadurch können Sie einen Vergleich der Kanäle untereinander und Differenzmessungen vornehmen.

- Klicken Sie auf **Digital Filters (DSP) Enabled** (Digitalfilter (DSP) aktiviert), um die Bandbreitenverstärkungsfiler zu aktivieren.

HINWEIS. Wenn das Tastkopf-Shuttle am ATI-Eingangskanal am Oszilloskop angeschlossen ist, lässt sich DSP nicht deaktivieren, weil es für alle Erfassungen am ATI-Kanal erforderlich ist.

- Klicken Sie auf **Apply to All Channels** (Auf alle Kanäle anwenden), um die Bandbreitenverstärkung gleichzeitig auf alle Kanäle anzuwenden.
- Klicken Sie auf **Force Constant Sample Rate** (Konstante Abtastrate erzwingen), damit das Gerät mit der konstanten Abtastrate arbeitet, die Sie im Fenster der Horizontaleinstellungen festgelegt haben, und um eine für DSP unterstützte Abtastrate anzuwenden. Daraufhin wird DSP aktiviert und eine geeignete Bandbreite ausgewählt.
- Klicken Sie auf **Analog Only** (Nur analog), um die Bandbreitenverstärkung zu deaktivieren und zum Analogbetrieb zurückzukehren. In der Dropdown-Liste „Bandwidth“ (Bandbreite) wird (HW) zur Auswahl hinzugefügt, um auf den Hardware-/Nur-Analog-Filter hinzuweisen.

- **Position** und **Scale** (Maßstab). Stellen Sie die vertikale Position und die Maßstabsempfindlichkeit ein:

HINWEIS. Sie können auch die spezifischen Knöpfe am zusätzlichen vorderen Bedienfeld verwenden, um die Position und den Maßstab des ausgewählten Signals zu steuern.

- Klicken Sie in das Eingabefeld „Position“ und passen Sie die Position des Signals mithilfe der Mehrfunktions-Drehknöpfe an.
- Klicken Sie in das Eingabefeld „Scale“ (Maßstab) und passen Sie die vertikale Empfindlichkeit des Signals mithilfe der Mehrfunktions-Drehknöpfe an.
- **Offset.** Klicken Sie in das Eingabefeld „Offset“ und stellen Sie den Offset-Wert mit dem Mehrfunktions-Drehknopf ein.

HINWEIS. Stellen Sie den Wert des vertikalen Offsets für den ausgewählten Kanal mit den Offset-Steurelementen ein. Dies verschiebt das vertikale Erfassungsfenster so, dass es mit den zu erfassenden Signaldaten übereinstimmt.

Mit dem Offset-Steurelement können Sie eine Begrenzung des Signals vermeiden. Das Offset-Einstellung wirkt sich auf das vertikale Erfassungsfenster aus, indem es ein DC Bias vom Signal subtrahiert. Dies verschiebt den Pegel in der vertikalen Mitte des Erfassungsfensters des ausgewählten Kanals. Betrachten Sie die Offset-Einstellung wie ein Rollen des Erfassungsfensters in Richtung oberer Grenze eines hohen Signals (für höhere Offset-Werte) bzw. in Richtung unterer Grenze (für kleinere Offset-Werte).

Die Offset-Einstellung wirkt sich auf die Signalanzeige aus, indem festgelegt wird, dass die Kanalreferenzanzeige mit dem Offset und nicht mit dem Massepegel übereinstimmen soll. Die Offset-Einstellung wirkt sich nur auf Kanalsignale aus. Die Positionseinstellung hingegen wirkt sich auf alle Signale aus, einschließlich math-Signale und Referenzsignale.

- **Deskew** (Versatzausgleich) und **Attenuation** (Dämpfung). Mit den Steuerelementen „Deskew“ (Versatzausgleich) und „Attenuation“ (Dämpfung) können Sie Laufzeitverzögerungen kompensieren, die durch unterschiedliche Signalkabellängen oder Tastenkopfkombinationen entstehen, und das Eingangs-/Ausgangsverhältnis einer externen Dämpfung bzw. Verstärkung zwischen Signal und Eingangskanälen festlegen. Siehe [Versatzausgleich an optischen Kanälen](#) auf Seite 28.

HINWEIS. Mit den Steuerelementen „Deskew/Attenuation/Invert“ (Versatzausgleich/Dämpfung/Invertieren) können Sie die Einstellungen ändern, nachdem Sie die vertikalen Einstellungen vorgenommen haben.

- **Probe Cal** (Tastkopfkalibrierung). Klicken Sie auf die Schaltfläche „Probe Cal“ (Tastkopfkalibrierung), um den Bildschirm „Probe

Setup“ (Tastkopfeinstellung) zu öffnen, in dem Sie die Tastkopfkompensierung ausführen können. Siehe [Tastkopfeinstellungen](#) auf Seite 30.

- **Probe Controls** (Tastkopfsteuerung). Klicken Sie auf die Schaltfläche „Probe Controls“ (Tastkopfsteuerung), um den gleichnamigen, unten abgebildeten Bildschirm anzuzeigen.

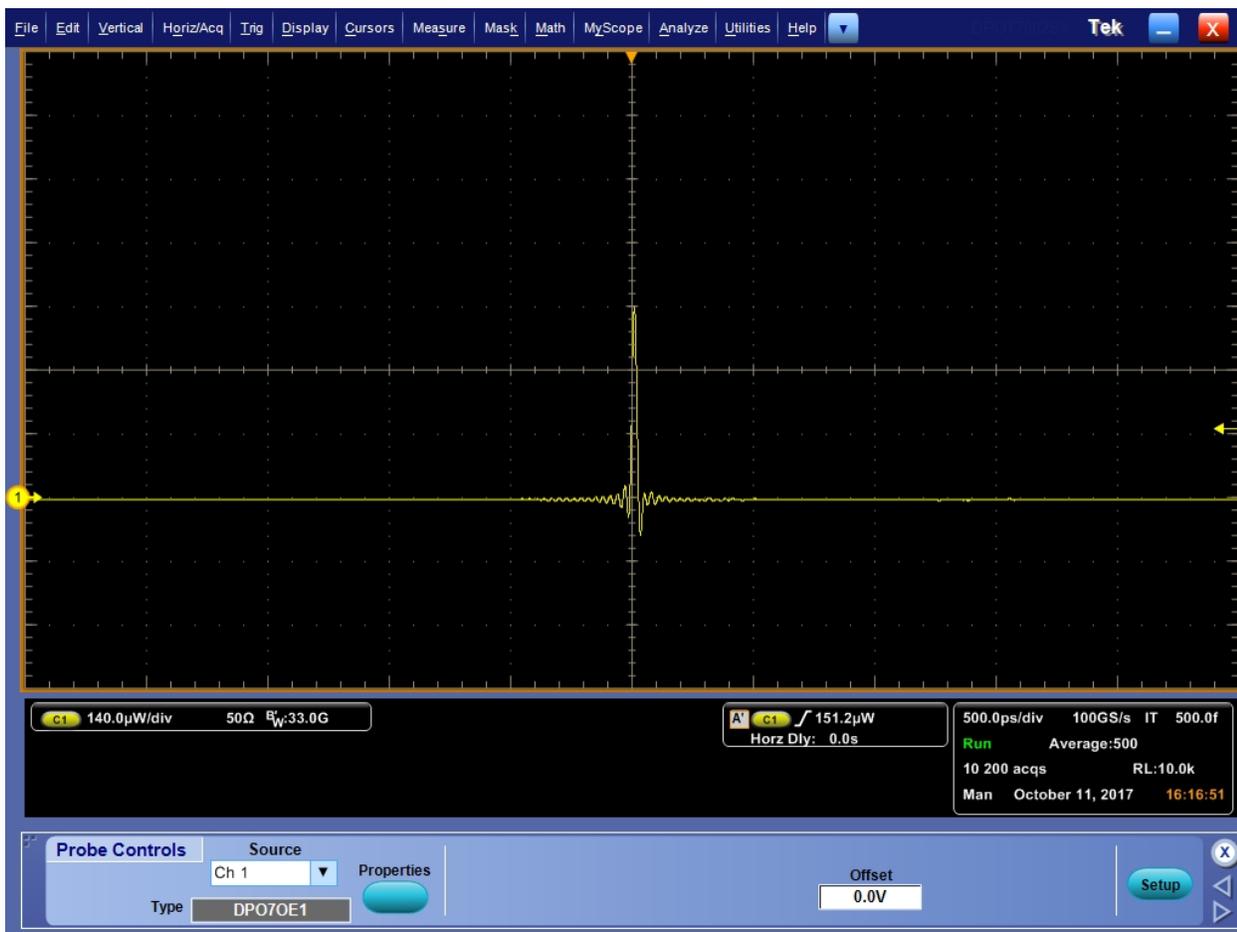


Abbildung 13: Bildschirm „Probe Controls“ (Tastkopfsteuerung)

- **Vertical Zoom** (Vertikaler Zoom). Klicken Sie auf „Vertical Zoom“ (Vertikaler Zoom), um den MultiView-Zoom zu aktivieren und mit den Mehrfunktions-Drehknöpfen die Signalanzeige zu verkleinern bzw. zu vergrößern.

Versatzausgleich an optischen Kanälen. Führen Sie für den Versatzausgleich an TekConnect- und ATI-Kanälen die folgenden Schritte aus:

1. Setzen Sie den Triggermodus auf „Signalflanke“ und passen Sie den Triggerpegel auf dem Referenzkanal an, bis Sie einen stabilen Trigger haben.
2. Öffnen Sie das Deskew Tool (Werkzeug für Versatzausgleich) im Menü Analyze (Analysieren).
3. Wählen Sie die Kanäle aus, für die der Versatzausgleich ausgeführt werden soll. Vergewissern Sie sich, dass an jeden Kanal ein Live-Signal angeschlossen ist und dass die Signalflanke innerhalb von 0,5 UI der Signalflanke auf dem Triggerkanal liegt.
4. Wählen Sie den Anstieg und den Pegel für jeden Kanal aus.
5. Warten Sie, bis eine ausreichende Population akkumuliert wurde (die Anzeige neben der Schaltfläche To Mean (Auf Mittelwert) wird grün).

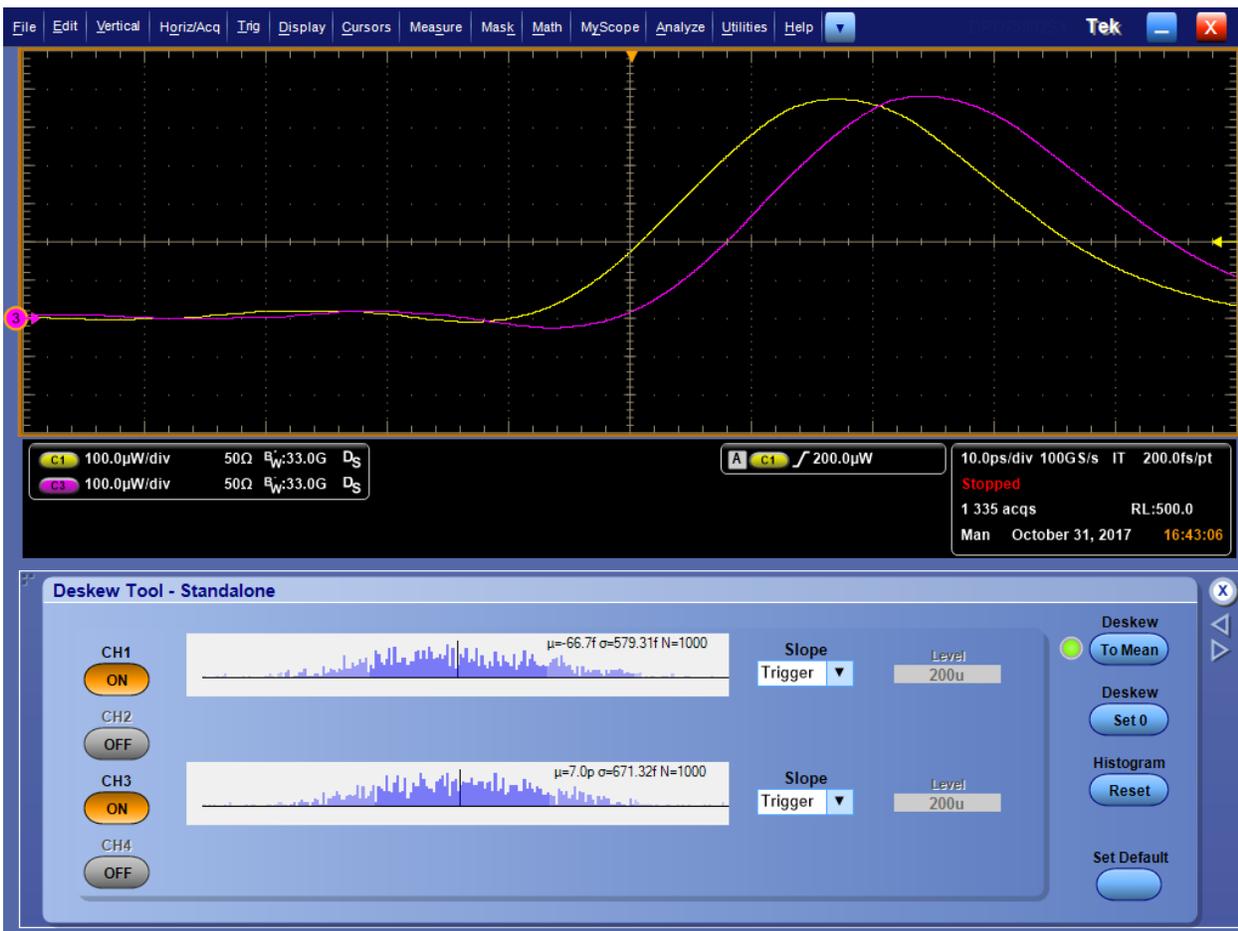


Abbildung 14: Beispiel eines Signals mit anfänglichem Versatzausgleich

6. Drücken Sie die Schaltfläche **To Mean** (Auf Mittelwert).

7. Wiederholen Sie die Schritte 4 bis 6 mehrere Male. Da zwischen ps und fs ein großer Auflösungsunterschied liegt, bringt der erste Versatzausgleichversuch Sie in die Nähe des fs-Bereichs und der zweite Versuch bringt Sie in den fs-Bereich.

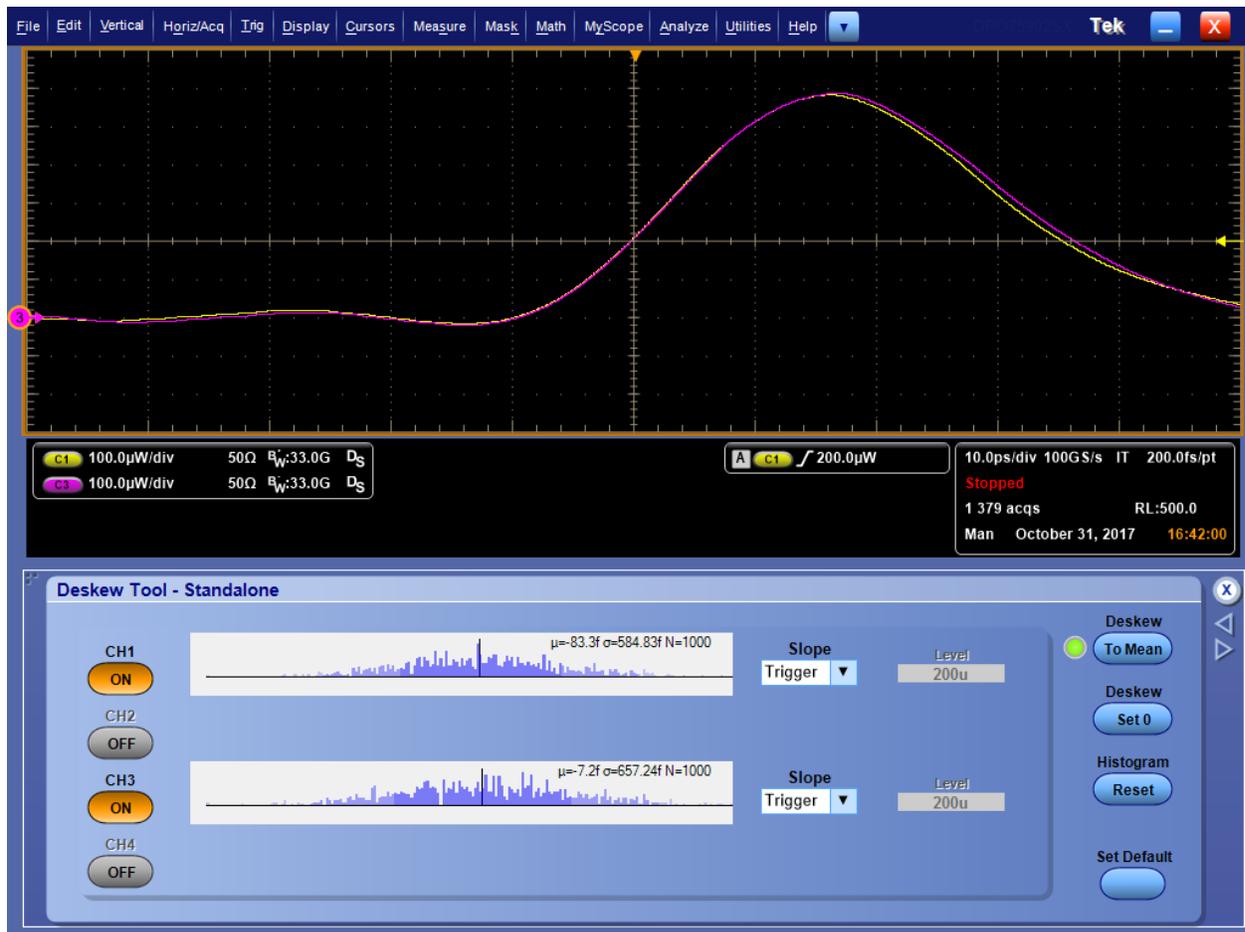


Abbildung 15: Beispiel eines Signals mit endgültigem Versatzausgleich

Tastkopfeinstellungen

Dieser Abschnitt beschreibt die Einstellungen auf dem Bildschirm „Probe Setup“ (Tastkopfeinstellung). Klicken Sie auf dem Bildschirm der Vertikaleinstellungen auf **Probe Cal** (Tastkopfkalibrierung), um den unten abgebildeten Bildschirm „Probe Setup“ (Tastkopfeinstellung) zu öffnen.

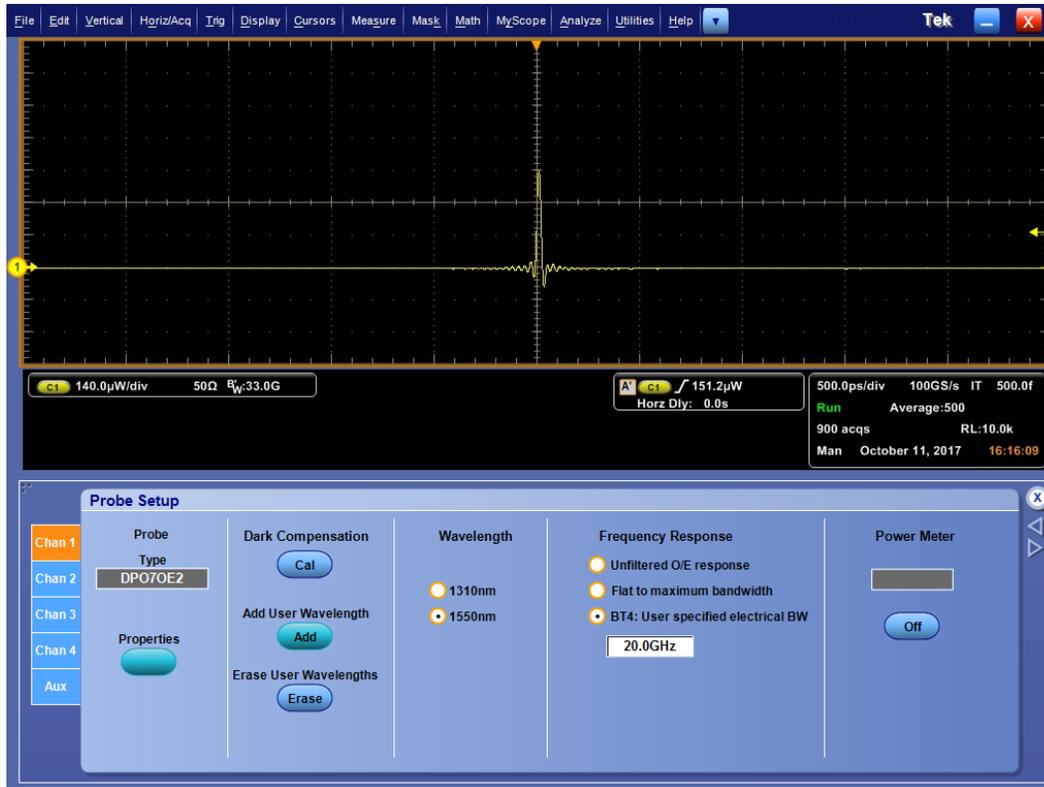


Abbildung 16: Bildschirm „Probe Setup“ (Tastkopfeinstellung)

- **Properties** (Eigenschaften). Klicken Sie auf „Properties“ (Eigenschaften), um den Bildschirm „Probe Properties“ (Tastkopfeigenschaften) zu öffnen. Hier werden die ausgewählte Kanalnummer, der Tastkopftyp und die Seriennummer sowie der Tastkopfstatus angezeigt.

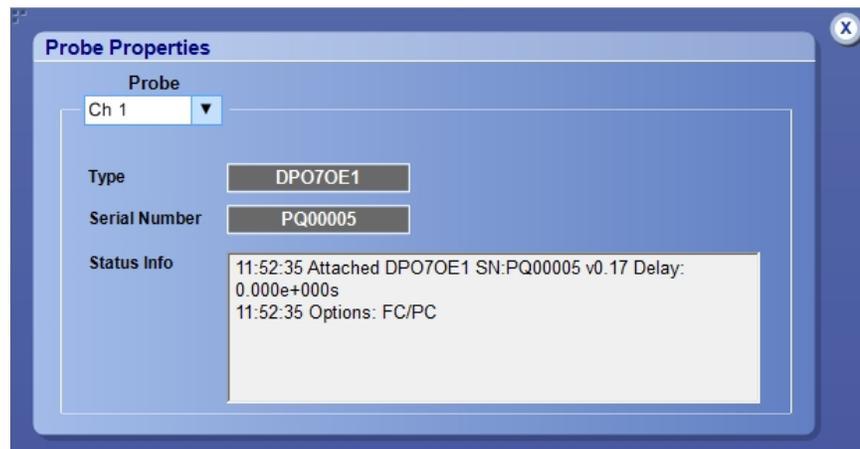


Abbildung 17: Bildschirm „Probe Properties“ (Tastkopfeigenschaften)

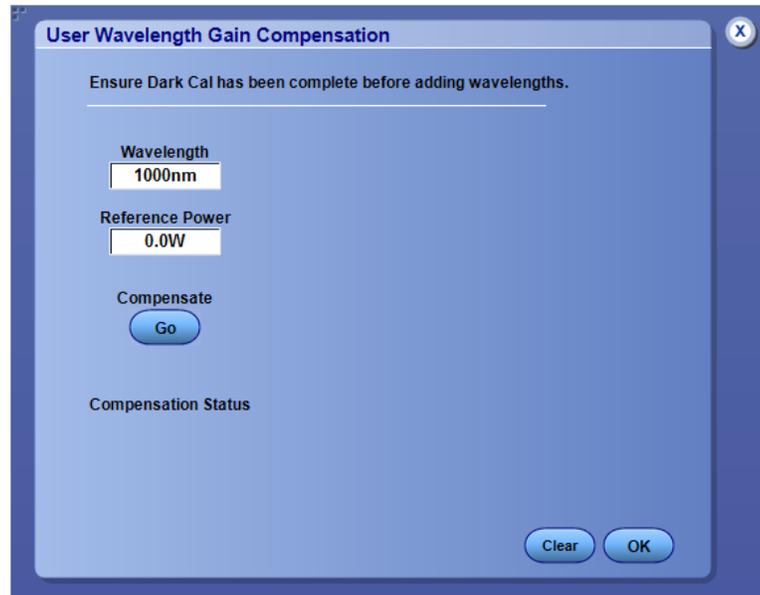
- **Calibration Dark Cal** (Kalibrierung/Dunkelkalibrierung). Klicken Sie auf „Calibration Dark Cal“ (Kalibrierung/Dunkelpegelkompensation), um eine

Dunkelpegelkompensation für den Tastkopf auszuführen. Siehe [Dunkelpegelkompensation](#) auf Seite 34.

- **Add User Wavelength** (Benutzerdefinierte Wellenlänge hinzufügen). Klicken Sie auf „Add User Wavelength“ (Benutzerdefinierte Wellenlänge hinzufügen), um eine benutzerdefinierte Wellenlänge zu erstellen, die dann zur Liste der Standardsignalauswahl (850 nm (nur DPO7OE1), 1310 nm und 1550 nm) hinzugefügt wird. Siehe [Hinzufügen benutzerdefinierter Wellenlängen](#) auf Seite 32.
- **Erase User Wavelengths** (Benutzerdefinierte Wellenlänge löschen). Klicken Sie auf „Erase User Wavelengths“ (Benutzerdefinierte Wellenlängen löschen), um alle benutzerdefinierten Wellenlängen aus der Liste der Wellenlängen zu löschen.
- **Wavelength** (Wellenlänge). Mit den Optionsschaltflächen „Wavelength“ (Wellenlänge) können Sie die Wellenlänge des Eingangssignals auswählen: 850 nm (nur DPO7OE1), 1310 nm oder 1550 nm. Die Einstellung „850 nm“ wird für Tastköpfe mit der Option FC/APC-Stecker nicht angezeigt. Wenn benutzerdefinierte Wellenlängen hinzugefügt wurden, wird eine zusätzliche Optionsschaltfläche „User Cal'd“ (Benutzerdefiniert) angezeigt, die eine Dropdown-Liste mit den benutzerdefinierten Wellenlängen enthält.
- **Frequency Response** (Frequenzgang). Wählen Sie mit den Optionsschaltflächen „Frequency Response“ (Frequenzgang) die gewünschte O/E-Kompensationskorrektur aus. Wenn Sie die Option **BT4: User specified electrical BW** (BT4: Benutzerdefinierte elektrische Bandbreite) auswählen, wird wie oben abgebildet ein Eingabefeld angezeigt, in dem Sie eine benutzerdefinierte Frequenz eingeben können. Siehe [Bandbreite für Flachfiltereinstellungen](#) auf Seite 44. Siehe [Bandbreite für Einstellungen des ORR-Filters](#) auf Seite 44.

Hinzufügen benutzerdefinierter Wellenlängen. Führen Sie die folgenden Schritte aus, um benutzerdefinierte Wellenlängen hinzuzufügen:

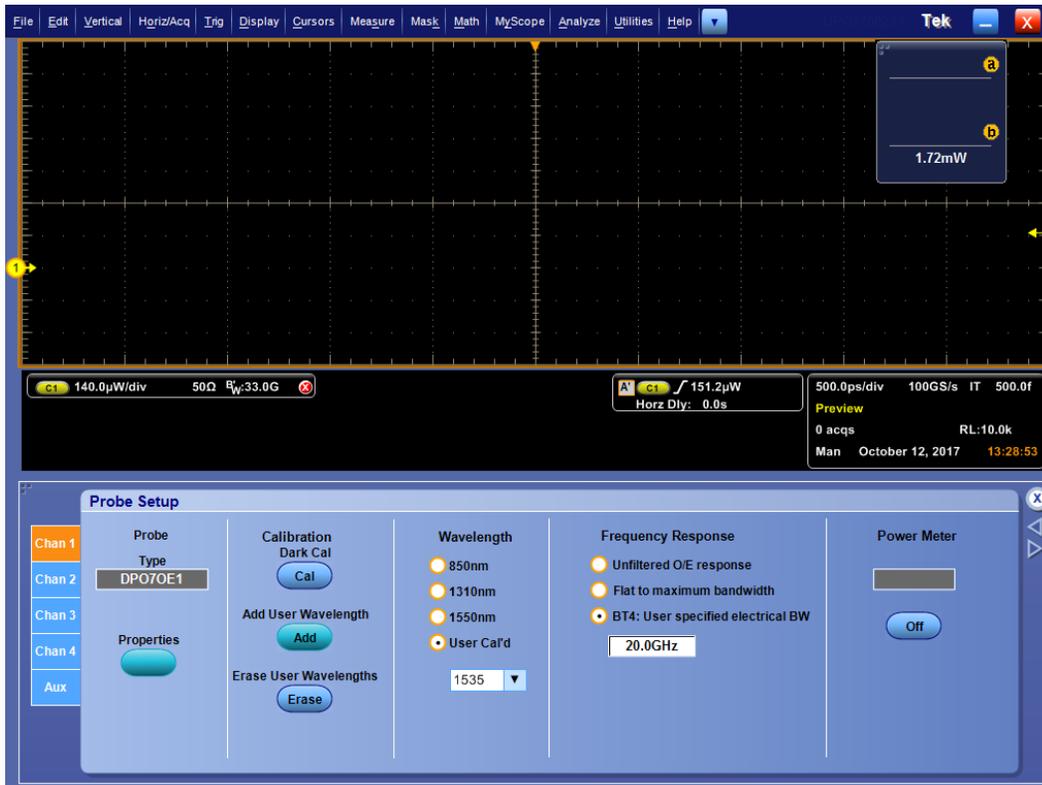
1. Klicken Sie im Bildschirm „Probe Setup“ (Tastkopfeinstellung) auf **Add User Wavelength** (Benutzerdefinierte Wellenlänge hinzufügen). Der unten abgebildete Bildschirm „User Wavelength Gain Compensation“ (Verstärkungskompensierung benutzerdefinierter Wellenlängen) wird angezeigt.



VORSICHT. Führen Sie vor dem Hinzufügen benutzerdefinierter Wellenlängen eine Dark Cal-Kalibrierung (Dunkelkalibrierung) aus, um falsche Messungen zu vermeiden. Siehe [Dunkelpegelkompensation](#) auf Seite 34.

2. Klicken Sie in das Eingabefeld **Wavelength** (Wellenlänge) und geben Sie die Wellenlänge des Eingangssignals in Nanometer ein. Geben Sie nur den Wert ein.
3. Klicken Sie in das Eingabefeld **Reference Power** (Referenzleistung) und geben Sie die Leistung in Watt ein. Geben Sie den Wert und den Vorsatz der Einheit ein. Die Referenzleistung muss im Bereich zwischen 200 μ W und 4 mW liegen. Wenn der eingegebene Wert für die Referenzleistung nicht im zulässigen Bereich liegt, wird eine Fehlermeldung angezeigt.
4. Klicken Sie nach der Eingabe der Werte für die Wellenlänge und die Referenzleistung auf **Compensate Go** (Kompensieren – Los). Während das Oszilloskop die richtige Verstärkung ermittelt, wird eine Meldung angezeigt.
5. Klicken Sie auf **OK**, um die berechnete Wellenlänge und Verstärkung zu speichern.

6. Der Bildschirm „Probe Setup“ (Tastkopfeinstellung) enthält nun eine zusätzliche Optionsschaltfläche **User Cal'd** (Vom Benutzer kalibriert) mit einer Liste aller benutzerdefinierten Wellenlängen.



Kalibrierung

Die optischen Tastköpfe der Serie DPO7OE sind werksseitig kalibriert. Sie können eine der drei unterstützten, ab Werk festgelegten Wellenlängen auswählen:

| Wellenlänge (nm) | DPO7OE1 | DPO7OE2 |
|------------------|----------------------------|---------|
| 850 | X (nur mit Option „FC/PC“) | |
| 1310 | X | X |
| 1550 | X | X |

Dunkelpegelkompensation

Für präzise optische Messungen muss zuvor eine Dunkelpegelkompensation ausgeführt worden sein. Bei der Dunkelpegelkompensation wird der mittlere DC-Ausgang der DPO7OE-Serie gemessen, wenn am optischen Eingang kein Licht vorhanden ist. Dieser gemessene Wert wird dann von allen abgetasteten Werten subtrahiert.

Verwenden Sie das folgende Verfahren, um vor Messungen des Extinktionsverhältnisses eine Dunkelpegelkalibrierung auszuführen:

1. Entfernen Sie alle Kabel vom Tastkopf und decken Sie den O/E-Wandler mit der befestigten Kappe ab, um sicherzustellen, dass keine Lichtquelle in den Tastkopf strahlt.
2. Öffnen Sie den Bildschirm „Probe Setup“ (Tastkopfeinstellung).
3. Wählen Sie den Tastkopfkanal aus.
4. Klicken Sie auf die Schaltfläche **Dark Compensation Cal** (Kalibrierung Dunkelpegelkompensation).

Die Kompensation wird vom System im Hintergrund durchgeführt, nachdem auf die Schaltfläche geklickt wurde. Dieser Vorgang kann bis zu 30 Sekunden dauern. Erfassungen können vorübergehend angehalten werden, während die Korrektur angewandt wird.

Eigenkalibrierung

Führen Sie regelmäßig eine Signalpfadkompensation durch, um sicherzustellen, dass Ihre Messungen höchste Genauigkeit erreichen. Tektronix empfiehlt unabhängig von Temperaturänderungen oder vergangener Zeit seit der letzten Messung die Durchführung der SPC, wenn das Gerät zum Messen von Signalen mit hohen Empfindlichkeitseinstellungen (10 mV/Skt. und darunter) verwendet wird. Wenn keine Signalpfadkompensation durchgeführt wird, erreicht das Gerät unter Umständen nicht sein garantiertes Leistungsniveau.

Die Signalpfadkompensation (SPC) korrigiert Gleichstromschwankungen, die durch Temperaturabweichungen oder langfristige Drifts verursacht wurden. Durch eine Signalpfadkompensation wird die Signalerfassung optimiert, der Gleichspannungs-Offset korrigiert und die Kalibrierung verschachtelt. Die Signalpfadkompensation wird durch Eingangssignale mit AC-Komponenten beeinträchtigt. Daher müssen vor dem Ausführen der Signalpfadkompensation alle Signale von den Oszilloskopeingängen entfernt werden.

Verwenden Sie diese Prozedur zum Optimieren des Erfassungssystems, wenn:

- die Temperatur sich seit der letzten Signalpfadkompensation um mehr als 5 °C (9 °F) geändert hat oder die letzte Signalpfadkompensation vor über 30 Tagen ausgeführt wurde;
- wenn das Gerät zum Messen von Signalen mit größerer Empfindlichkeit (10 mV/div und darunter) eingesetzt wird – führen Sie die Signalpfadkompensation mindestens einmal pro Woche aus;
- wenn das Symbol für den Signalpfadkompensationsstatus nicht grün ist;

HINWEIS. Um das Symbol für den Signalpfadkompensationsstatus anzuzeigen, aktivieren Sie das Kontrollkästchen neben der Auswahl in der Gerätekalibrierungsoberfläche, neben dem „Always show SPC status icon (even when passing)“ (Symbol für Signalpfadkompensationsstatus immer anzeigen (auch beim Bestehen)) angezeigt wird.

- wenn Sie Wechselmedien ersetzen oder einführen;
- wenn Sie die Konfiguration eines Mehrgerätesystems ändern, beispielsweise beim Festlegen eines anderen Master- bzw. Erweiterungsgeräts;
- wenn Sie den Referenztakt von intern auf extern ändern oder umgekehrt.

1. Voraussetzungen:

- Das Gerät muss hochgefahren werden bis Utility (Werkzeug) > Instrument Calibration (Gerätekalibrierung) > Temperature Status

(Temperaturzustand) Ready (Bereit) lautet. Dies dauert je nach Oszilloskopmodell üblicherweise 20 Minuten bis eine Stunde.

- Alle Signale an den Eingangskanälen müssen entfernt werden.
- Wenn der Modus mit externer Taktgeberreferenz ausgewählt ist, das externe Referenzsignal angeschlossen und aktiviert lassen.

2. Wählen Sie **Instrument Calibration** (Gerätekalibrierung) aus.

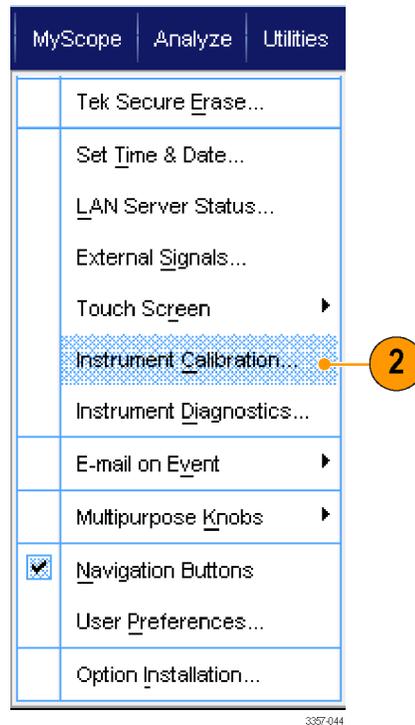


Abbildung 18: Menü Utility (Dienstprogramm) an DPO7000-Oszilloskopen

3. Wenn sich der Temperaturstatus auf Ready (Bereit) geändert hat, auf **Run SPC** (Signalpfadkompensation ausführen) klicken, um die Kalibrierung zu starten. Die Kalibrierung kann 10 bis 15 Minuten dauern.

HINWEIS. Bevor die Kalibrierung der Signalpfadkompensation durchgeführt wird, müssen die Signale an allen Eingangskanälen entfernt werden.

Wenn Sie ein Laufwerk verwenden, bei dem am aktuellen Gerät keine Signalpfadkompensation durchgeführt wurde, sehen Sie eine Warnmeldung, dass zuvor keine Signalpfadkompensation durchgeführt wurde. Wenn diese Warnung angezeigt wird, müssen Sie eine Signalpfadkompensation durchführen.

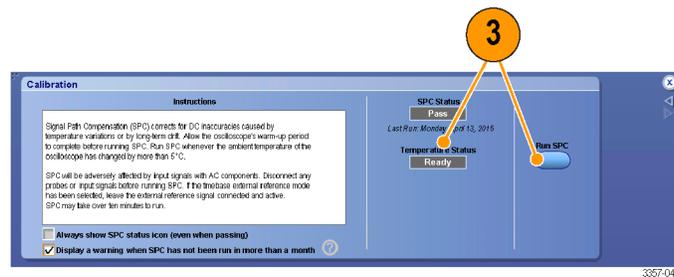
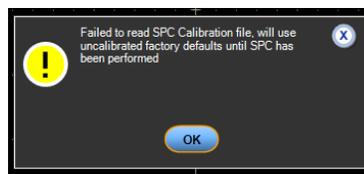


Abbildung 19: Menü Calibration (Kalibrierung) an DPO7000-Oszilloskopen

4. Wenn das Gerät den Test nicht besteht, kalibrieren Sie das Gerät neu, oder lassen Sie es von qualifiziertem Kundendienstpersonal warten.

HINWEIS. Damit die SPC-Statusanzeige permanent angezeigt oder eine Warnung ausgegeben wird, wenn die SPC länger als einen Monat nicht ausgeführt wurde, muss das entsprechende Kontrollkästchen aktiviert sein.

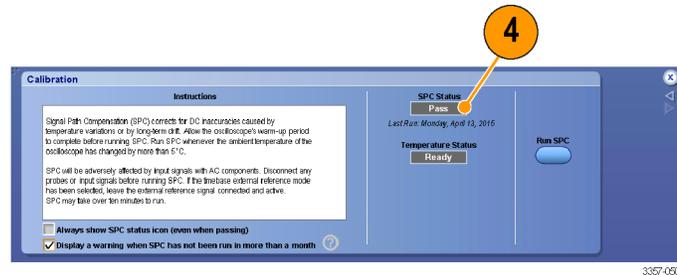
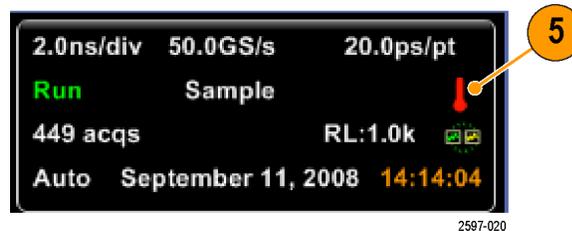


Abbildung 20: Menü Calibration (Kalibrierung) an DPO7000-Oszilloskopen

5. Wenn die SPC-Anzeige rot leuchtet, führen Sie eine Signalpfadkompensation durch. Prüfen Sie die Farbe des SPC-Statussymbols:
 - Grün bedeutet, dass die Signalpfadkompensation erfolgreich durchgeführt wurde und die Temperatur stabil ist.
 - Gelb bedeutet, dass sich das Gerät in der Aufwärmphase befindet oder dass die letzte Signalpfadkompensation mehr als 30 Tage zurückliegt.
 - Rot bedeutet, dass eine Signalpfadkompensation durchgeführt werden muss (die Temperatur hat sich um mehr als 5 °C geändert, die Signalpfadkompensation ist fehlgeschlagen oder es wurde keine Signalpfadkompensation durchgeführt).



Status der Signalpfadkompensation. Die folgende Tabelle führt die möglichen Statusmeldungen für die Signalpfadkompensation und die empfohlenen Aktionen auf.

| Status | Bedeutung und empfohlene Aktion |
|---------------------------|--|
| Compensated (Kompensiert) | Das Gerät ist aufgewärmt, bei der Signalpfadkompensation sind keine Fehler aufgetreten und die aktuelle Betriebstemperatur liegt innerhalb von 5 °C der Betriebstemperatur bei der letzten Signalpfadkompensation. |
| Fail (Nicht OK) | Bei der Signalpfadkompensation sind ein oder mehrere Fehler aufgetreten. Informationen zu weiteren Maßnahmen erhalten Sie von Ihrem örtlichen Tektronix-Servicevertreter. |
| Temp (Temperatur) | Die Betriebstemperatur liegt nicht innerhalb von 5 °C der Betriebstemperatur bei der letzten Signalpfadkompensation. |
| Warming up (Aufwärmen) | Das Gerät ist noch nicht aufgewärmt. Warten Sie, bis das Gerät die Aufwärmprozedur abgeschlossen hat, bevor Sie die Signalpfadkompensation ausführen. |

Einstellungen für optischen Filter und Bandbreite

Alle Bandbreiteneinstellungen werden über DSP-Filter eingestellt, die von der Oszilloskopsoftware erzeugt werden. Jeder einzelne Wandler verfügt im Speicher über gemessene S-Parameter, mit denen das Oszilloskop die Filter erstellt. Das Signal wird durch keinerlei Hardwarefilter geleitet. In der folgende Tabelle sind alle verfügbaren Einstellungen aufgeführt.

DPO70E1

| Filterbezeichnung | Optische 3-dB-Bandbreite | Bessel-Thomson 4. Ordnung | ORR-konform |
|--|-------------------------------|---------------------------|-----------------|
| Unfiltered O/E response (Ungefilterte O/E-Antwort) | 21 GHz | Nein | Nein |
| Flat to maximum bandwidth (Flach bis maximale Bandbreite) | 33 GHz ¹ | Nein | Nein |
| BT4: User specified electrical BW (BT4: Benutzerdefinierte elektrische Bandbreite) | 2 GHz bis 21 GHz ² | Ja | Ja ³ |

DPO70E2

| Filterbezeichnung | Optische 3-dB-Bandbreite | Bessel-Thomson 4. Ordnung | ORR-konform |
|--|-------------------------------|---------------------------|-----------------|
| Unfiltered O/E response (Ungefilterte O/E-Antwort) | 48 GHz | Nein | Nein |
| Flat to maximum bandwidth (Flach bis maximale Bandbreite) | 59 GHz ⁴ | Nein | Nein |
| BT4: User specified electrical BW (BT4: Benutzerdefinierte elektrische Bandbreite) | 2 GHz bis 59 GHz ² | Ja | Ja ⁵ |

¹ Maximale Bandbreite ist auf 43 GHz auf ATI-Kanälen erhöht, um BT4-Filter von bis zu 21 GHz zu unterstützen.

² Die elektrische -3-dB-Bandbreite des Bessel-Thomson-Filters der 4. Ordnung ist aus Gründen der Konformität mit NRZ und PAM4 angegeben.

³ ORR-Konformität ist von der Modulationsart abhängig. Konformität kann auf ATI-Kanälen für NRZ-Raten von bis zu 28,05 GBd und PAM4-Raten von bis zu 42 GBd erreicht werden.

⁴ Die maximale Bandbreite ist auf TekConnect-Kanälen auf die maximal vom Oszilloskopkanal zugelassene Bandbreite begrenzt

⁵ ORR-Konformität ist von der Modulationsart abhängig. Konformität kann auf ATI-Kanälen für NRZ-Raten von bis zu 39 GBd und PAM4-Raten von bis zu 59 GBd erreicht werden.

Elektrischer Ausgang

Wenn der elektrische O/E-Ausgang am ATI-Halter montiert ist, ist er auf den zerstörungsfreien Eingangsbereich des ATI-Kanals beschränkt.



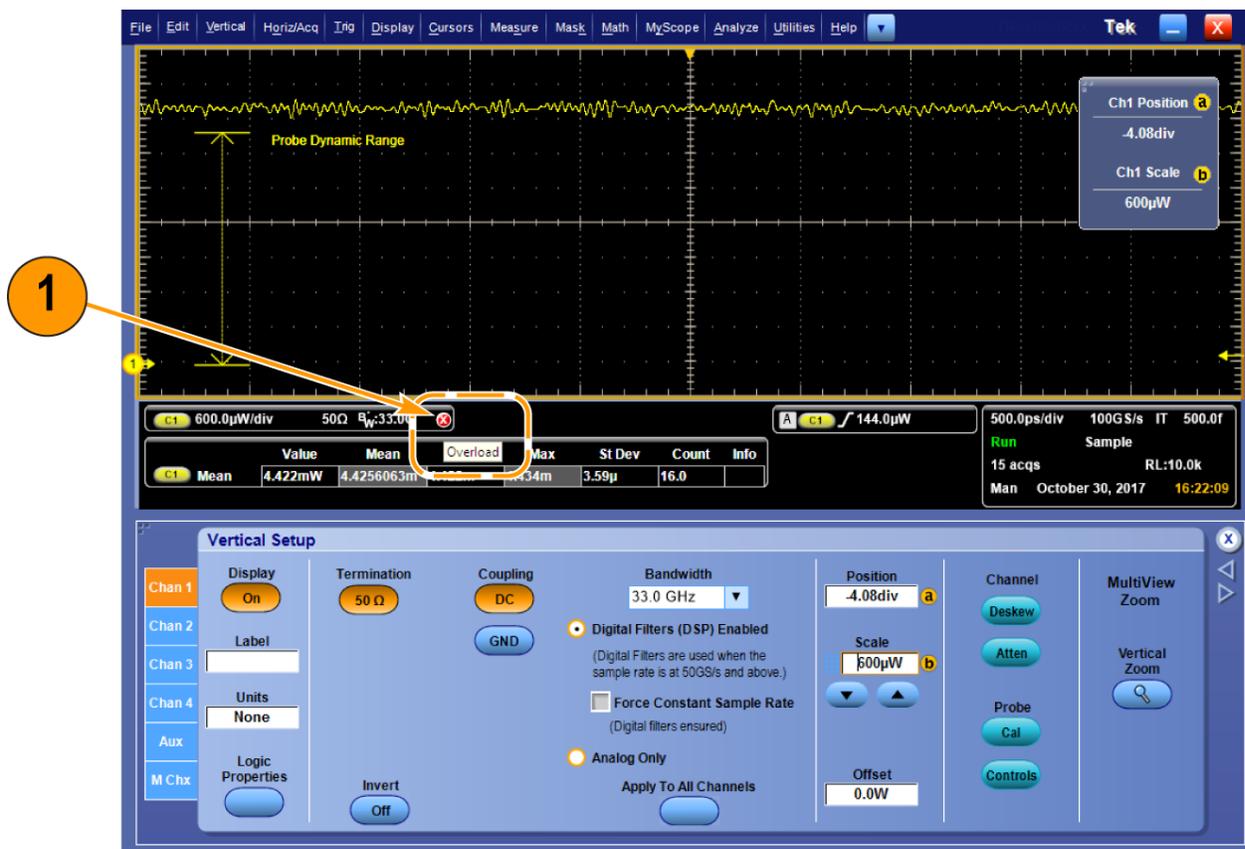
VORSICHT. Befestigen Sie den Shuttle immer mit dem ATI-Halter am ATI-Kanal, um Schäden am Tastkopf zu vermeiden.

Überlastungsanzeige

Wenn der Kanal den dynamischen Bereich des Kanals, an dem der Shuttle des DOP7OE aktuell angeschlossen ist, überschreitet, wird auf dem Oszilloskopbildschirm eine rote Überlastungsanzeige eingeblendet. Wenn Sie den Cursor über die Anzeige bewegen, wird wie unten abgebildet die Meldung „Overload“ (Überlastung) angezeigt.

Anzeige des dynamischen Bereichs des Tastkopfs

Wenn Sie die Vertikaleinstellungen ändern, wird links in der Signalanzeige die Anzeige „Probe Dynamic Range“ (Dynamischer Bereich des Tastkopfs) angezeigt. Die Abbildung unten zeigt ein Signal, das den dynamischen Bereich des Kanals überschreitet, und die eingeschaltete Überlastungsanzeige.



3558-005

Abbildung 21: Überlastungsanzeige

Korrektur der Konvertierungsverstärkung

Die Konvertierungsverstärkung des O/E-Wandlers ist werksseitig für diese Wellenlängen kalibriert: 850 nm (nur DPO7OE1), 1310 nm und 1550 nm. Benutzerdefinierte Wellenlängen müssen zuerst kompensiert werden (durch Klicken auf die Schaltfläche „Compensate Go“ (Kompensieren – Los) im Fenster „Add User Wavelength“ (Benutzerdefinierte Wellenlänge hinzufügen)). Die Konvertierungsverstärkung hat Einheiten von V/W. Das Kanalsignal wird korrigiert, indem der abgetastete Spannungsausgang des O/E-Wandlers durch die Konvertierungsverstärkung für die im Menü „Probe Setup“ (Tastkopfeinstellung) ausgewählte Wellenlänge geteilt wird.

Referenz

Dieser Abschnitt enthält Referenzinformationen wie Überlegungen zur optischen Bandbreite und technische Daten des Produkts.

Optische und elektrischer Bandbreite

Die optische Bandbreite ist definiert als die Frequenz, bei der die vom Gerät weitergegebene optische Leistung der Hälfte der bei DC weitergegebenen optischen Leistung entspricht. Für optische Signale verweist ein DC-Signal auf ein CW-Signal, das nicht moduliert ist, weil es vom Photodetektor in einen Gleichstrom konvertiert wird. Für optische Systeme ist dies die Frequenz f_c , bei der die folgende Gleichung erfüllt ist:

$$-3 \text{ dBo} = 10 \log\left(\frac{P_{fc}}{P_{DC}}\right)$$

Beachten Sie, dass die Spannung am Sampler linear mit der Leistung verläuft, und nicht mit der Quadratwurzel der Leistung, weil PIN-Dioden quadratische Detektoren sind und Watt daher direkt in Ampere konvertieren. Dies hat zu einer weiteren Definition der Bandbreite geführt, die oft in optischen Systemen verwendet wird und als elektrische Bandbreite (BWe) bezeichnet wird. Die elektrische Bandbreite ist die Frequenz f_c , bei der die folgende Gleichung erfüllt ist:

$$-3 \text{ dBe} = 20 \log\left(\frac{P_{fc}}{P_{DC}}\right)$$

Bandbreite für Flachfiltereinstellungen

Der folgende Abschnitt beschreibt die Flachfiltereinstellungen im Bereich „Frequency Response“ (Frequenzgang) des Bildschirms „Probe Setup“ (Tastkopfeinstellung). Siehe [Tastkopfeinstellungen](#) auf Seite 30.

Die elektrische –3-dB-Bandbreite wird für die Flachfilteroptionen verwendet. Für die DSP-Korrektur am O/E-Wandler wird der Frequenzgang während der Kalibrierung gemessen und im Flash-Speicher des Tastkopfs gespeichert.

Die Oszilloskopsoftware nimmt die gemessene Antwort, die als 2-Port-s-Parameter gespeichert ist, und erstellt einen FIR-Filter (Finite Impulse Response, endliche Impulsantwort), der den O/E-Frequenzgang bis zur Filterbandbreite glättet. Die Antwort unterscheidet sich für kurze Wellenlängen (<1260 nm) und lange Wellenlängen (>1260 nm) und je nachdem, ob sie direkt am O/E-Ausgang oder am TekConnect-Ausgang gemessen wurde.

Bandbreite für Einstellungen des ORR-Filters

Der folgende Abschnitt beschreibt die ORR-Filtereinstellungen im Bereich „Frequency Response“ (Frequenzgang) des Bildschirms „Probe Setup“ (Tastkopfeinstellung). Siehe [Tastkopfeinstellungen](#) auf Seite 30.

Die Bandbreite für die ORR-Filteroptionen wird als Frequenz f_c definiert, bei der die gemessene Signalamplitude A_{f_c} bei f_c und die Signalamplitude A_{DC} bei DC die Beziehung

$$-3 \text{ dB} = 20 \log\left(\frac{P_{f_c}}{P_{DC}}\right)$$

haben und f_c dem 0,75-fachen der Schrittgeschwindigkeit für NRZ-Signale und der 0,5-fachen Schrittgeschwindigkeit für PAM4-Signale entspricht.

Die Antwort folgt einer Bessel-Thomson-Kurve 4. Ordnung (BT4), die definiert ist durch

$$H(y) = \frac{105}{105 + 105y + 45y^2 + 10y^3 + y^4}$$

mit

$$y = 2.114p; p = \frac{j\omega}{\omega_c}; \omega_c = 2\pi f_c$$

Ideale BT4-Filter werden für jede Filterbandbreite erstellt und auf die geglättete Antwort des O/E angewendet. Wenn der glättende FIR-Filter (Finite Impulse Response, Endliche Impulsantwort) richtig arbeitet, funktionieren alle Filtereinstellungen für diese Wellenlänge ordnungsgemäß.

Leistung des optischen Referenzempfängers

Um eine ORR-Antwort (Antwort des optischen Referenzempfängers) zu erhalten, ist eine ausreichende Gerätebandbreite erforderlich, die auch über die Datenrate hinaus glatte Roll-Off-Eigenschaften der Frequenz gewährleistet. Zur Entwicklung von Netzwerkausrüstungen für Datenzentren wird üblicherweise ein ORR mit einem Frequenzgang mit Bessel-Thomson-Filter der vierten Ordnung (BT4) verwendet. Für NRZ(PAM2) wird die elektrische –3dB-Bandbreite des Referenzempfängers auf eine Frequenz von 75 % der optischen Schrittgeschwindigkeit festgelegt. Die Schutzbander werden auf eine Frequenz eingestellt, die 150 % der optischen Schrittgeschwindigkeit entsprechen. Wenn diese Werte für ein optisches 28-GBd-Signal verwendet werden, ergibt dies die folgenden Anforderungen für den Frequenzgang:

| Dämpfung des optischen Referenzempfängers | Frequenz |
|--|--|
| –3 dB | $0,75 * 28 \text{ G} = 21 \text{ GHz}$ |
| Nennwert: –13,4 dB Bereich: –9,4 bis –17,4 dB | $1,50 * 28 \text{ G} = 42 \text{ GHz}$ |

Für PAM4-Signale wird der BT4-Filter niedriger eingestellt. Die elektrische Bandbreite wird auf eine Frequenz eingestellt, die 50 % der Schrittgeschwindigkeit entspricht. Die ORRBT4-Filter für die wichtigen Schrittgeschwindigkeiten der PAM4-Normen wie 53,152 GBd und 26,5625 GBd sind ebenfalls in der DPO7OE-Serie verfügbar.

Erfassen von Signalen für einen ATI-Kanal mit hoher Bandbreite hält die lineare Phase im Durchlassbereich des Kanals aufrecht. Dadurch ist es möglich, echte Qualitätsfilter des optischen Referenzempfängers (ORR) für Baudraten von bis zu 28 Gbd auf dem DPO7OE1, der einen kontrollierten Ansprechstrom von bis zu 42 GHz erfordert, und PAM4-Baudraten von bis zu 53 Gbit/s auf dem DPO7OE2 zu aktivieren. Die Abbildung unten zeigt einen typischen Frequenzgang eines DPO7OE1 an einem Echtzeit-Oszilloskop DPO77002SX.

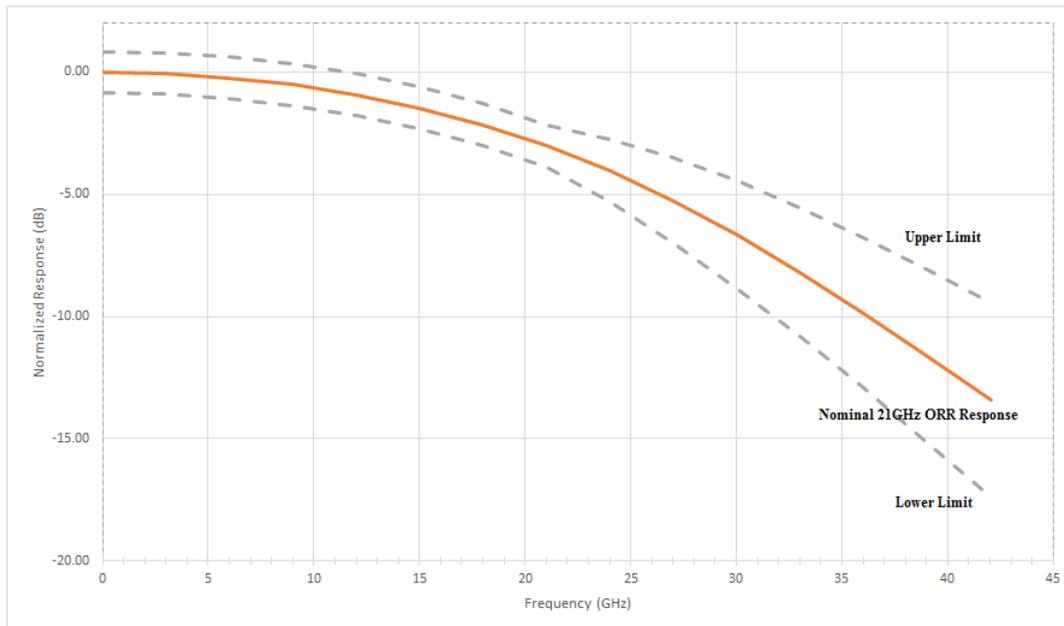


Abbildung 22: Bessel-Thompson-Frequenzgang vierter Ordnung des optischen Tastkopfs DPO7OE1 und ATI-Kanal des DPO7000SX

Die glatte, kontrollierte Systemantwort mit der DPO7OE-Serie und dem Oszilloskop DPO7000SX ist möglich, weil die Systemsoftware des Oszilloskops die BT4-Filter mit den S-Parametern berechnet, die spezifisch für den Tastkopf und den Oszilloskopkanal sind. Die meisten Echtzeit-Oszilloskope haben ein recht hartes Roll-Off (z. B. „Mauerwand“) bei bzw. knapp oberhalb der Kanalnennbandbreite. Diese Antwort beschränkt die Möglichkeit, eine echte BT4-Antwort zu reproduzieren, die ein deutlich sanfteres Roll-Off aufweist. Ohne eine echte BT4-Antwort ist die Augenöffnung des Signals reduziert, was sich negativ auf die Genauigkeit der Messung auswirkt.

Anhang A: Befehle der Programmierschnittstelle (PI, Programming Interface)

Dieser Abschnitt beschreibt die Befehle der Programmierschnittstelle (PI) zum Abfragen oder Steuern des Tastkopfs. Weitere Informationen zu den von Ihrem Oszilloskop unterstützten PI-Befehlen finden Sie in der *Programmieranleitung für die Produktreihen MSO/DPO5000/B, DPO7000/C, DPO70000/B/C/D/DX/SX, DSA70000/B/C/D und MSO70000/C/DX* (Tektronix-Teilenummer 077-0010-24 und höher).

CH<x>:OPTI:POWER? (nur Abfrage)

Dieser Befehl ruft den Ablesewert des Leistungsmessers des Tastkopfs der Serie DPO70E ab, der am angegebenen Kanal angeschlossen ist.

| | |
|------------------|---|
| Gruppe | Vertikal |
| Syntax | CH<x> : OPTI : POWER? |
| Rückgaben | Gibt den Ablesewert des Leistungsmessers des Tastkopfs der Serie DPO70E zurück, der am angegebenen Kanal angeschlossen ist. |

CH<x>:OPTIcal:AOPstream

Dieser Befehl legt das Streaming der mittleren Ausgangsleistung fest oder ruft es ab.

Gruppe Vertikal

Syntax CH<x>:OPTIcal:AOPstream {OFF | ON}
CH<x>:OPTIcal:AOPstream?

Argumente OFF legt das Streaming der mittleren Ausgangsleistung auf „Aus“ fest.
ON legt das Streaming der mittleren Ausgangsleistung auf „Ein“ fest.

Rückgaben OFF gibt an, dass das Streaming der mittleren Ausgangsleistung auf „Aus“ festgelegt ist.
ON gibt an, dass das Streaming der mittleren Ausgangsleistung auf „Ein“ festgelegt ist.

Beispiele CH1:OPTI:AOPstream ON legt das Streaming der mittleren Ausgangsleistung auf „Ein“ fest.
CH1:OPTI:AOPstream? kann OFF zurückgeben, was angibt, dass das Streaming der mittleren Ausgangsleistung auf „Aus“ festgelegt ist.

CH<x>:OPTIcal:RCVR

Mit diesem Befehl kann der DSP-Filter für den optischen Referenzempfänger (ORR) eingestellt oder abgerufen werden, der zur Kompensierung des angewendeten optischen Signals verwendet wird. Bei Verwendung des Werts USER ist das optionale, numerische zweite Argument erforderlich.

| | |
|------------------|--|
| Gruppe | Vertikal |
| Syntax | CH<x>:OPTIcal:RCVR { OFF FLAT33 FLAT USER } [, <NR1>] |
| Argumente | <p>OFF, FLAT oder FLAT33 sind die DSP-Filter des optischen Referenzempfängers, der für die Kompensierung des angewendeten optischen Signals verwendet wird.</p> <p><NR1> ist die Baudrate. Einheiten sind in Baud angegeben.</p> |
| Beispiele | <p>CH1:OPTIcal:RCVR FLAT33 stellt den DSP-Filter auf FLAT33 ein.</p> <p>CH1:OPTI:RCVR USER, 28.6E9 stellt den DSP-Filter auf den benutzerdefinierten 28,6-GBd-Filter ein.</p> <p>CH1:OPTIcal:RCVR? könnte FLAT zurückgeben, was anzeigt, dass der DSP-Filter auf FLAT eingestellt ist.</p> |

CH<x>:OPTIcal:RCVR:USERVALue? (nur Abfrage)

Dieser Befehl ruft die Baudrate des benutzerdefinierten ORR-Filters (Optical Reference Receiver, optischer Referenzempfänger) ab.

Gruppe Vertikal

Syntax CH<x>:OPTIcal:RCVR:USERVALue?

Rückgaben Gibt die Baudrate für den benutzerdefinierten ORR-Filter zurück.

CH<x>:OPTIcal:WLENGth

Dient dem Abrufen oder Festlegen der optischen Wellenlänge (in Nanometer), die vom Tastkopf und vom Oszilloskop verwendet wird, um das angewendete optische Signal zu kompensieren. Mit dem optionalen zweiten Argument können Sie festlegen, ob die werksseitig definierten Kalibrierwerte oder die benutzerdefinierten Kalibrierwerte verwendet werden sollen.

HINWEIS. Das Komma ist erforderlich, wenn das optionale zweite Argument angegeben wird.

Gruppe Vertikal

Syntax CH<x>:OPTIcal:WLENGth <NR1> [, USER | FACTory]
CH<x>:OPTIcal:WLENGth?

- Argumente** <NR1> ist die optische Wellenlänge (in Nanometer).
- USER** gibt benutzerdefinierte Kalibrierwerte an, die im Fenster „User Wavelength Gain Compensation“ (Verstärkungskompensierung benutzerdefinierter Wellenlängen) der Benutzeroberfläche auf den Tastkopf geladen werden. Nachdem der Wert geladen wurde, kann er mit diesem Befehl abgerufen werden.
- FACTORY** legt fest, dass werksseitig definierte Kalibrierungswerte verwendet werden sollen. Wenn für das zweite Argument kein Wert festgelegt wird, wird es standardmäßig auf FACTORY gesetzt.

CH<x>:OPTIcal:WLENGth:LIST? (nur Abfrage)

Die Abfrage gibt die durch Kommas getrennte Liste der Wellenlängen mit den kalibrierten Antworten des Tastkopfs zurück. Die Einheit der zurückgegebenen Werte ist Nanometer.

- Gruppe** Vertikal
- Syntax** CH<x>:OPTIcal:WLENGth:LIST?

CH<x>:PROBe:GAIN? (nur Abfrage)

Dieser Abfragebefehl gibt den Verstärkungsfaktor des Tastkopfs zurück, der am angegebenen Kanal angeschlossen ist. Der Kanal ist durch „x“ angegeben. Der Wert von x kann im Bereich 1 bis 4 liegen. Die „Verstärkung“ des Tastkopfs entspricht dem Ausgang geteilt durch der Eingangsübertragung. Ein üblicher 10-fach-Tastkopf hat beispielsweise eine Verstärkung von 0,1.

- Gruppe** Vertikal
- Syntax** CH<x>:PROBe:GAIN?
- Beispiele** CH2:PROBE:GAIN? kann :CH2:PROBE:GAIN 0.1000E+00 zurückgeben. Dies zeigt an, dass der angeschlossene 10-fach-Tastkopf je 1,0 V am Tastkopfeingang 0,1 V an Kanal 2 BNC liefert.

