

DEUTSCH

Bedienungsanleitung



MXFS

QuantumX BraggMETER-Modul

HBK FiberSensing, S.A.
Via José Régio, 256
4485-860 Vilar do Pinheiro
Portugal
Tel. +351 229 613 010
Fax +351 229 613 020
info.fs@hbkworld.com
www.hbkworld.com

Mat.:
DVS: A05725 05 G00 00
02.2025

© Hottinger Brüel & Kjaer GmbH

Änderungen vorbehalten.
Alle Angaben beschreiben unsere Produkte in allgemeiner Form. Sie stellen keine Beschaffenheits- oder Haltbarkeitsgarantie dar.

INHALTSVERZEICHNIS

1	Technische Daten	6
1.1	Allgemeines	6
1.2	Systemkomponenten	7
1.3	Software	7
1.4	Synchronisation	8
2	Rechtliche Hinweise und Zertifizierung	9
2.1	Hinweise zum Umweltschutz	9
2.1.1	Entsorgung Ihres Altgeräts	9
2.1.2	Entsorgung von Verpackungen	9
2.1.3	Lasersicherheit	12
2.1.4	Zertifizierung	13
2.1.5	Gesetze und Richtlinien	15
2.1.6	Typenschild von MXFS	16
2.1.7	Brandschutz	16
2.2	In dieser Anleitung verwendete Kennzeichnung	17
3	Betrieb	18
3.1	Anschlüsse	18
3.2	Einrichtung	18
3.2.1	Spannungsversorgung	18
3.2.2	Anschluss und Synchronisation mit PC und anderen Modulen	20
3.2.2.1	Einzelanschluss über Ethernet	21
3.2.2.2	Mehrfachanschluss über Ethernet mit PTP-Synchronisation	21
3.2.2.3	Mehrfachanschluss über Ethernet und FireWire-Synchronisation	22
3.2.2.4	Andere mögliche Anschlüsse	22
3.2.3	Einstellungen für die Kommunikation zum PC	23
3.3	Montage	29
3.3.1	Positionieren des MXFS	29
3.3.2	Montieren von Gehäuseklammern	29
3.3.3	CASEFIT-Montage	33
3.4	Statusanzeigen	34
3.5	Wartung	35
3.5.1	Verschleißteile	35
3.5.2	Lüftung	35
3.5.3	Optische Anschlüsse	35
3.5.4	Kalibrierung	36
3.5.5	Firmware-Update	36

3.6	Rücksetzen auf Werkseinstellung	36
3.7	Anschließen an optische Sensoren	37
3.7.1	Konzepte und Definitionen	37
3.7.1.1	Anschlüsse	37
3.7.1.2	Kanäle	37
3.7.1.3	Wellenlänge	39
3.7.1.4	Leistung	40
3.7.1.5	Dynamikbereich	41
3.7.1.6	Smart Peak Detection (SPD)	41
3.7.1.7	Signale	43
3.8	Erfassungsrate	46
3.8.1	Geschwindigkeitsmodus	46
3.8.2	Entfernungseffekt	46
3.8.3	Filter	50
3.9	Behebung von Problemen bei der Messung	50
3.9.1	Verschmutzter Anschluss	50
3.9.2	Gebrochener Anschluss	52
3.9.3	Vorübergehende Overflows bei Messungen	52
4	MX-Assistent	54
4.1	MX-Assistent-Paket	54
4.2	Gerät anschließen	54
4.2.1	Automatische Erkennung	57
4.2.2	Manuelle Definition von Kanälen	59
4.3	Modulkonfiguration	60
4.3.1	Allgemeine Funktionen	61
4.3.2	Synchronisation	62
4.3.3	Erfassungsraten	62
4.3.4	Werkseinstellung	64
4.3.5	Inaktive Kanäle ausblenden	65
4.3.6	Firmware-Update	65
4.4	Kanalkonfiguration	66
4.4.1	Sensortypen	66
4.4.2	Sensortypen zuweisen	66
4.4.3	Nullabgleich	70
4.5	Datenvisualisierung	71
5	Die Software catman	73
5.1	Starten eines Projekts mit MXFS	73
5.1.1	Firmware-Update	74
5.1.2	Synchronisation	74

5.2	catman-Projekt für MXFS	75
5.2.1	Abtastraten	76
5.2.1.1	Erfassungsrates	76
5.2.1.2	Abtastrate und Filter	77
5.2.2	Konfigurieren von Wellenlängenbereichen	79
5.2.2.1	Bänder für die erkannten Peaks automatisch definieren	81
5.2.2.2	Bänder individuell von Hand definieren	84
5.2.3	Sensoren im Gerät	86
5.2.4	Sensoren in der Software	87
5.2.4.1	Wellenlänge	88
5.2.4.2	Dehnung	89
5.2.4.3	Temperatur	92
5.2.4.4	Beschleunigung	94
5.2.4.5	Generisches Polynom	95
5.2.4.6	Berechnungskanäle	95
5.2.5	Nullabgleich	98
5.2.6	Reset Referenzwellenlänge	100
5.3	Zurücksetzen des Geräts	101

1.1 Allgemeines

Das MXFS ist ein Modul aus der QuantumX-Familie für Messungen mit auf Faser-Bragg-Gittern (FBG) basierenden Sensoren. Es baut auf der bewährten BraggMETER-Technologie von HBK FiberSensing auf, die Bragg-Reflexionspeaks durch kontinuierliches Scannen mit einem durchstimmbaren Laser misst. Das Modul verfügt zudem über eine rückführbare Wellenlängenreferenz für zügiges Kalibrieren, um die Messgenauigkeit des Systems im Langzeitbetrieb sicherzustellen. Dank des großen Dynamikbereichs und der hohen Ausgangsleistung kann selbst bei langen Glasfaserkabeln und/oder verlustbehafteten Verbindungsleitungen eine hohe Auflösung erzielt werden.

Es stehen zwei wesentliche Modultypen zur Verfügung, die sich in ihrer Leistungsfähigkeit bei der Erfassungsrates unterscheiden:

- MXFS DI mit dynamischen Erfassungsrates;
- MXFS SI mit statischen Erfassungsrates.

Jedes Modul stellt zwei Betriebsarten mit unterschiedlichen Sweep-Geschwindigkeiten bereit, die den nachfolgend angegebenen Abtastraten entsprechen.

	MXFS DI	MXFS SI
Low-Speed-Modus	100 S/s	1 S/s
High-Speed-Modus	2000 S/s	10 S/s
Sensoren/Anschluss (max.)	16	64
Sensoren/Gerät (max.)	128	512

Filterung und die Verringerung der Abtastrate stehen in beiden Betriebsarten zur Verfügung.

Alle an jeden der 8 optischen Anschlüsse in Reihe angeschlossenen FBG-Sensoren für Peak-Messungen werden parallel erfasst. Insgesamt ergibt dies die beeindruckende Zahl an Faser-Bragg-Gittersensoren mit gleichzeitiger Datenerfassung.

Die modulare QuantumX-Familie ist für universelle Anwendungen konzipiert. Die Module können je nach Messaufgabe individuell kombiniert und intelligent verbunden werden. MXFS ermöglicht PTPv2-Synchronisation.

Das MXFS BraggMETER-Modul wird mit der Software catman Easy ausgeliefert, eine Wartungslizenz für 12 Monate ist im Lieferumfang enthalten.

Weitere allgemeine Informationen zum Betrieb der QuantumX-Module sind einem eigenen Dokument zu diesen Modulen zu entnehmen. Dieses Dokument steht für Sie auf unserer Website zur Verfügung.

Das aktuelle Dokument gilt für die folgenden Geräte:

Bestellinformationen	Beschreibung
1-MXFS8DI1/FC	Dynamisches QuantumX BraggMETER-Modul mit 8 optischen FC/APC-Anschlüssen
1-MXFS8SI1/FC	Statisches QuantumX BraggMETER-Modul mit 8 optischen FC/APC-Anschlüssen
1-MXFS8DI1/SC	Statisches QuantumX BraggMETER-Modul mit 8 optischen SC/APC-Anschlüssen

1.2 Systemkomponenten

Lieferumfang des MXFS-Sets:

Bestellinformationen	Anzahl	Beschreibung
1-MXFS8x11/xC	1	Optisches Datenerfassungssystem MXFS (Interrogator)
	1	Lizenz für die Software catman Easy

Leistung und Kommunikation sind abhängig von der jeweils gewünschten Montage und Konfiguration.

Für den Betrieb der Module als autarkes Einzelgerät sind zusätzlich zu berücksichtigen:

Bestellinformationen	Anzahl	Beschreibung
1-KAB271-3	1	Netzkabel
1-NTX001	1	Netzteil
1-KAB239-2	1	Ethernet-Cross-Over-Kabel, 2 m

1.3 Software

MXFS ist ein offenes Datenerfassungssystem. Es kann in viele Softwarepakete für Betrieb, Analyse und Automatisierung integriert werden.

Zum Download verfügbar sind:

- MX-Assistent und Common API: moderne und kostenlose Geräteassistenten, die die Erfassungs- und Datenfunktionen des Moduls unterstützen;
- catman Easy/AP: die leistungsfähige, professionelle Software zur Erfassung von Messdaten von bis zu 20.000 Kanälen. catmanEasy wird ohne Aufpreis zusammen mit MXFS bereitgestellt;
- Treiber für LabView;
- Windows-Gerätetreiber für IEEE1394b FireWire.

1.4 Synchronisation

MXFS folgt den verfügbaren Synchronisationsmethoden der QuantumX-Familie:

- NTP;
- PTPv2;
- EtherCAT (über CX27);
- IRIG-B (über MX440B oder MX840B).



Information

Ausführlichere Informationen zu Synchronisationsmethoden und zur Einrichtung sind der Bedienungsanleitung zu QuantumX ([A02322](#)) zu entnehmen.

2.1 Hinweise zum Umweltschutz

2.1.1 Entsorgung Ihres Altgeräts



Wenn die nebenstehende Symbolkombination – durchgestrichene Mülltonne und dicker schwarzer Balken – an einem Produkt angebracht ist, bedeutet dies, dass das Produkt unter die Europäische Richtlinie 2002/96/EG fällt. Sie gilt in der Europäischen Union sowie anderen Ländern mit Systemen zur getrennten Sammlung von Abfällen. Alle Elektro- und Elektronikprodukte sind getrennt vom Siedlungsabfall oder Hausmüll über entsprechend ausgewiesene, von staatlichen oder lokalen Behörden bestimmte Rücknahmesysteme zu entsorgen. Die ordnungsgemäße Entsorgung Ihres Altgeräts trägt dazu bei, möglicherweise negative Folgen für die Umwelt und die menschliche Gesundheit zu vermeiden.

Wenn Sie weitere Informationen zur Entsorgung Ihres Altgeräts benötigen, wenden Sie sich an Ihre Kommunalverwaltung, den Abfallentsorgungsbetrieb oder den Händler, bei dem Sie das Produkt gekauft haben. HBK FiberSensing ist ein in Portugal in der ANREEE – „Associação Nacional para o Registo de Equipamentos Eléctricos e Electrónicos“ unter der Nummer PT001434 registrierter Hersteller. HBK FiberSensing hat einen Vertrag des Typs „Utente“ mit der Amb3E – „Associação Portuguesa de Gestão de Resíduos de Equipamentos Eléctricos e Electrónicos“ abgeschlossen, mit dem das Abfallmanagement für Elektro- und Elektronikgeräte, die in Portugal auf den Markt gebracht werden, vom Hersteller HBK FiberSensing an Amb3E übertragen wird.

2.1.2 Entsorgung von Verpackungen

Die Verpackung dieses Geräts hat die Aufgabe, es vor Schäden bei Transport und Lagerung zu schützen. Sie besteht zudem aus Materialien, die nach den Abfallmanagement-Vorschriften der Europäischen Union recycelt oder wiederverwendet werden können, um die von ihnen ausgehende Umweltbelastung zu minimieren.

Wenn Sie die Absicht haben, Ihr Gerät an unterschiedlichen Standorten einzusetzen, empfiehlt es sich, die Originalverpackung zur Wiederverwendung aufzubewahren. Damit ist nicht nur ein geeigneter Schutz beim Transport garantiert, sondern es trägt auch zur Abfallvermeidung bei.

Die Verpackungskartons sind mit einem Etikett versehen, auf dem die für diese spezifische Verpackung verwendeten Materialien angegeben sind.



Abb. 2.1 Beispiel eines Etiketts auf der Verpackung

Bitte beachten Sie für eine ordnungsgemäße und verantwortliche Entsorgung die nachstehenden Anweisungen. Sie leisten damit einen wertvollen Beitrag zum Schutz unseres Planeten. Vielen Dank!

Bei der Entsorgung sind die folgenden Hinweise zu beachten:

- Alle Etiketten, Klebstoffe, Nägel, Heftklammern oder Kappen/Verschlüsse entfernen, die nicht aus gleichem Material bestehen.
- Die Verpackung mit Wasser ausspülen, um Rückstände oder Schmutz zu entfernen.
- Die Verpackung flach zusammendrücken oder falten, um ihr Volumen zu verringern (außer bei Glas, das nicht zerkleinert werden sollte).
- Die Verpackung nach Werkstoffen trennen und in den geeigneten Recycling-Behälter oder -Beutel geben.

Unsere Verpackungen bestehen größtenteils aus Papier und Kunststoff und sind zur Wiederverwendung oder zum Recycling bestimmt. Sie eignen sich jedoch nicht als Behälter für Lebensmittel. Ausführliche Informationen zu den von HBK FiberSensing verwendeten Verpackungsmaterialien, die auf dem Verpackungsetikett jedes an Kunden ausgelieferten Produkts aufgeführt sind, finden Sie im Kapitel „Verpackungssymbole“.

Verpackungssymbole

Als Orientierungshilfe sind Verpackungsmaterialien mit dem entsprechenden Symbol gekennzeichnet.



Nicht für Lebensmittel geeignet



Recyclingfähig

Die Recycling-Symbole für die verschiedenen Werkstoffe enthalten Zahlen und Buchstaben, die den jeweiligen Werkstofftyp angeben. PET (Polyethylenterephthalat) ist bei-

spielsweise auch mit der Zahl 1 gekennzeichnet, und PE-HD (High-Density-Polyethylen) ist mit der Zahl 2 gekennzeichnet. Für Papier (PAP) entspricht 20 Wellpappe, und 22 entspricht Papier, wie es für Zeitungen, Bücher usw. verwendet wird.

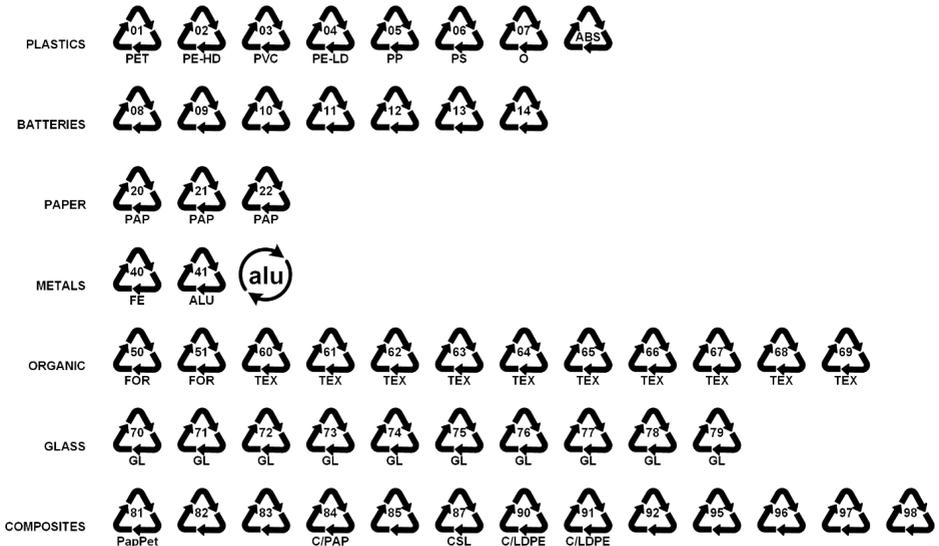


Abb. 2.2 Recycling-Symbole

Kunststoffe

Verpackungsmaterialien aus Kunststoff sind üblicherweise Beutel, Folien, Trays, Blisterverpackungen oder Behälter.

Batterien, Akkus

Batterien und Akkus gehören nicht zur Verpackung, sie können aber im Gerät oder seinem Zubehör enthalten sein. Weitere Informationen finden Sie in Abschnitt 2.1.1 „Entsorgung Ihres Altgeräts“.

Papier

Verpackungsmaterialien aus Papier sind üblicherweise Schachteln, Kartons, Umschläge oder Etiketten.

Metalle

Verpackungsmaterialien aus Metall sind üblicherweise Dosen, Folien, Kappen/ Verschlüsse oder Drähte.

Organische Materialien

Organische Verpackungsmaterialien könnten Holz, Kork oder Baumwolle sein; sie werden aus natürlichen oder biologisch abbaubaren Materialien hergestellt, die kompostiert oder wiederverwendet werden können.

Glas

Verpackungsmaterialien aus Glas sind Flaschen, Standgefäße (Einmachgläser) oder Glasfläschchen (Vials).

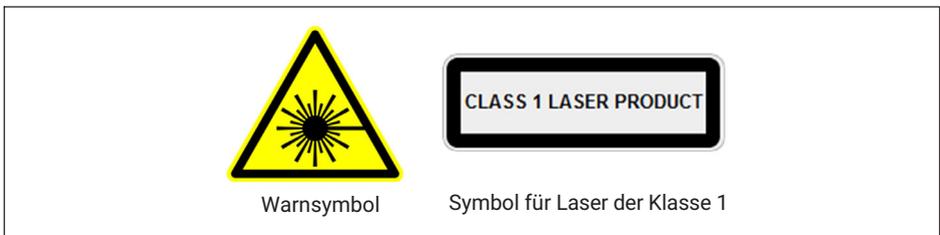
Verbundwerkstoffe

Verpackungsmaterialien aus Verbundwerkstoffen bestehen aus Lagen verschiedener Materialien, beispielsweise Papier, Kunststoff und Aluminium. Sie sind mit einem Recycling-Symbol und einem Buchstaben gekennzeichnet, der die Zusammensetzung der Verpackung angibt. PAP steht z. B. für Papier und Kunststoff, ALU steht für Aluminium.

2.1.3 Lasersicherheit

In den Interrogator MXFS ist ein Laser eingebaut. Ein Laser ist eine Lichtquelle, die eine Gefahr für Menschen darstellen kann, wenn sie dieser Lichtquelle ausgesetzt sind. Bereits Laser mit geringer Leistung können die Augen schädigen. Die Kohärenz und geringe Divergenz des Laserlichts bedeutet, dass es vom Auge auf eine extrem kleine Stelle auf der Netzhaut fokussiert werden und dadurch zu einer lokalen Verbrennung und bleibenden Schädigung führen kann. Laser sind nach ihrer Wellenlänge und maximalen Ausgangsleistung in mehrere Sicherheitsklassen unterteilt: Klasse 1, Klasse 1M, Klasse 2, Klasse 2M, Klasse 3R und Klasse 4.

Symbole



Laser der Klasse 1

Das MXFS ist ein Laserprodukt der Klasse 1: «Ein Laser oder Lasersystem mit einem Laser, der keine Laserstrahlung mit Stärken aussenden kann, die im Normalbetrieb bekanntermaßen Augen- oder Hautverletzungen verursachen.» Ein solches Produkt ist unter allen normalen Nutzungsbedingungen sicher. Für den Einsatz von Geräten mit einem Laser der Klasse 1 gelten keine besonderen Sicherheitsanforderungen.

Lasersicherheit	
Art des Lasers	Faserlaser
Laser-Klasse (IEC 60825-1)	1
Typische Ausgangsleistung pro Kanal	≈ 0,3 mW (-5 dBm)
Max. Ausgangsleistung pro Kanal	≈ 0,5 mW (-3 dBm)
Wellenlänge	1500-1600 nm

Allgemeine Vorsichtsmaßnahmen

Jeder, der ein Lasergerät oder -system nutzt, sollte sich die damit verbundenen Gefahren bewusst machen. Laserstrahlung ist für das menschliche Auge nicht sichtbar, sie kann die Augen des Anwenders jedoch erheblich schädigen. Der Laser wird beim Einschalten des Interrogators aktiviert.

Anwender müssen darauf achten, dass sich ihre Augen niemals genau in der horizontalen Ebene der optischen Kupplungen des Interrogators oder von optischen Anschlüssen befinden, die nicht durch Abdeckungen geschützt sind. Wenn eine signifikante Gefahr von Augenverletzungen besteht, muss immer ein ausreichender Augenschutz getragen werden. Wenn ein optischer Kanal nicht in Gebrauch ist (kein optischer Anschluss in den Interrogator eingesteckt), muss der Anschluss mit einer geeigneten Schutzkappe verschlossen werden. Die optischen Anschlüsse müssen gewartet und/oder geprüft werden.

Wenn der Interrogator eine Fehlfunktion aufweist, darf er nicht geöffnet oder repariert werden. Er muss zur Reparatur und Kalibrierung an HBK eingeschickt werden.

2.1.4 Zertifizierung

CE-Kennzeichnung



Dieses Produkt ist mit der CE-Kennzeichnung versehen und erfüllt die einschlägigen internationalen Anforderungen an Produktsicherheit und elektromagnetische Verträglichkeit nach den folgenden Richtlinien: Niederspannungsrichtlinie (NSR) 2014/35/EU – Elektrische Sicherheit; Richtlinie über die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) 2014/30/EU. Die zugehörige Konformitätserklärung finden Sie am Ende dieses Dokuments.

UKCA-Kennzeichnung



Dieses Produkt ist mit der UKCA-Kennzeichnung versehen und erfüllt die einschlägigen internationalen Anforderungen an Produktsicherheit und elektromagnetische Verträglichkeit nach den folgenden Richtlinien: EMV-Verordnung für das Vereinigte Königreich von 2016 (Electromagnetic Compatibility Regulation 2016, No. 1091). Die zugehörige Konformitätserklärung finden Sie am Ende dieses Dokuments.

Kennzeichnung zu Grenzwerten für Störaussendungen (für Lieferungen nach China)



Gesetzlich vorgeschriebene Kennzeichnung für die Einhaltung der Grenzwerte von Störaussendungen bei nach China gelieferten elektronischen Geräten.

ATEX-Kennzeichnung



Dieses Produkt verfügt über die ATEX-Zertifizierung und erfüllt die Anforderungen der ATEX-Richtlinie 2014/34/EU. Dieses Produkt trägt die Ex-Kennzeichnung und ist nach IEC/EN 60079-28 zugelassen für:

- Zone 0 für Gasgruppe IIC;
- Zone 20 für Staubgruppe IIIC;
- Zone M1 für Bergbau.

Die ATEX-Zertifizierung gilt für die Verwendung dieses Produkts zum Abfragen optischer Sensoren in explosionsfähigen Atmosphären. Explosionsfähige Atmosphären sind Bereiche, in denen die Gefahr einer Explosion durch entzündliche Gase, Dämpfe, Flüssigkeiten oder brennbare Stäube besteht. Dieses Produkt wurde zum sicheren Abfragen optischer Sensoren in explosionsfähigen Atmosphären entwickelt. Für einen sicheren Gebrauch ist es daher wichtig, dass die in dieser Bedienungsanleitung enthaltenen Anweisungen eingehalten werden.

VORSICHT

Informationen für „Optische Sicherheit“

Das Gerät außerhalb von explosionsgefährdeten Bereichen aufstellen. Die optische Strahlung wurde nach EN 60079-28:2015 bewertet. Die optische Strahlung kann in allen Bereichen der Gruppe I, II und III eingestrahlt werden. Die maximale optische Ausgangsleistung pro Anschluss ist < 15 mW.

IECEx-Kennzeichnung



Dieses Produkt ist nach IECEx zertifiziert und entspricht den Qualitätssystemanforderungen von IECEx. Bei einer repräsentativen Stichprobe des Produkts aus der Produktion wurde festgestellt, dass es den IEC-Normen entspricht:

- IEC 60079-0:2017 Explosionsgefährdete Bereiche – Teil 0: Betriebsmittel – Allgemeine Anforderungen; Ausgabe 7.0
- IEC 60079-28:2015 Explosionsgefährdete Bereiche – Teil 28: Schutz von Geräten und Übertragungssystemen, die mit optischer Strahlung arbeiten; Ausgabe 2

Das Qualitätssystem des Herstellers wurde im Hinblick auf die zertifizierten Produkte bewertet. Dabei wurde festgestellt, dass es den Qualitätssystemanforderungen von IECEx entspricht.

Das derzeitige Zertifikat wird unter den in den IECEx-Verfahrensregeln, IECEx 02 und den Betriebsdokumenten in der jeweils gültigen Fassung vergeben. Dieses Produkt trägt die IECEx-Kennzeichnung und wurde gemäß IEC/EN 60079-0 und IEC/EN 60079-28 für Folgendes zugelassen:

- Ex op is IIC T6 Ga
- Ex op is IIIC Da
- Ex op is I Ma

Unter folgender Adresse können Sie auf die IECEx-Zertifikatdatenbank zugreifen: www.ie-cex-certs.com

2.1.5 Gesetze und Richtlinien

Bei Anschluss, Montage und Betrieb sind die Prüfbescheinigung, die Vorschriften und Gesetze des jeweiligen Landes zu beachten. Dies sind beispielsweise:

- National Electrical Code (NEC - NFPA 70) (USA);
- Canadian Electrical Code (CEC) (Kanada):

Weitere Vorschriften für Anwendungen in explosionsgefährdeten Bereichen sind beispielsweise:

- IEC 60079-14 (international);
- EN 60079-14 (EU).

2.1.6 Typenschild von MXFS

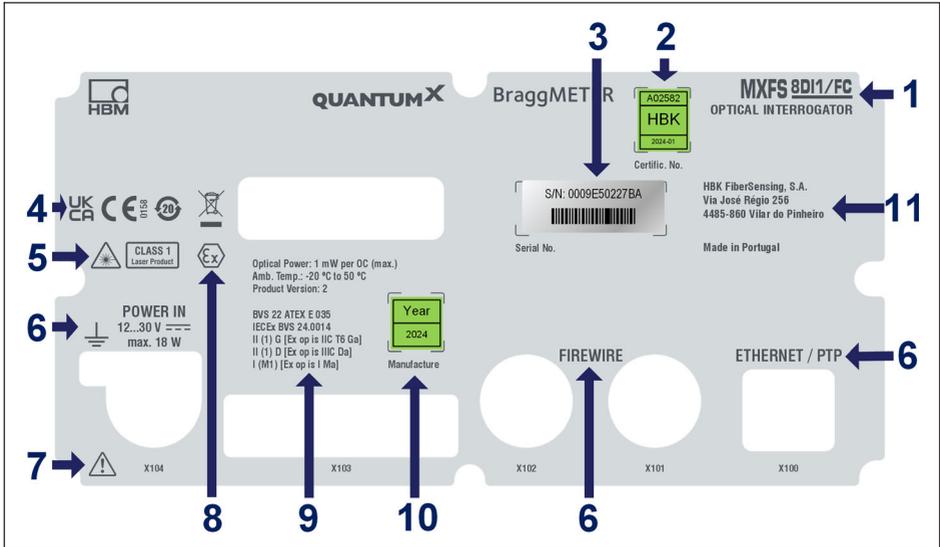


Abb. 2.3 Schild an der Rückseite von MXFS

- 1 Bezeichnung des Modells
- 2 Nummer des Kalibrierscheins und Kalibrierdatum
- 3 Seriennummer
- 4 Zertifizierungskennzeichnungen
- 5 Kennzeichnungen der Lasersicherheit
- 6 Angaben zu Anschlüssen
- 7 Hinweis, dass bei der Handhabung die Bedienungsanleitung zu beachten ist
- 8 ATEX-Kennzeichnung
- 9 Für den Explosionsschutz relevante Kennzeichnung:
 - Maximale abgestrahlte optische Leistung
 - Gebrauchstemperatur
 - Produktversion
 - EU-Baumusterprüfbescheinigung / Ex-Kennzeichnung von HBK
 - Kennzeichnung gemäß ATEX und IECEx
- 10 Herstellungsjahr
- 11 Adresse des Herstellers

2.1.7 Brandschutz

Dieses Produkt erfüllt EN 45545-2:2016 und EN 45545-2:2020 für die Gefährdungsklassen HL1, HL2 und HL3. Bei der Installation des MXFS ohne X-Rahmen braucht keine

brennbare Masse im Sinne der Gruppierungsregeln in Abschnitt 4.3 der DIN EN 45545-2 berücksichtigt zu werden.

2.2 In dieser Anleitung verwendete Kennzeichnung

Wichtige Hinweise für Ihre Sicherheit sind besonders gekennzeichnet. Beachten Sie diese Hinweise unbedingt, um Unfälle und Sachschäden zu vermeiden.

Symbol	Bedeutung
 VORSICHT	Diese Kennzeichnung weist auf eine <i>mögliche</i> gefährliche Situation hin, die – wenn die Sicherheitsbestimmungen nicht beachtet werden – leichte oder mittlere Körperverletzung zur Folge haben <i>kann</i> .
Hinweis	Diese Kennzeichnung weist auf eine Situation hin, die – wenn die Sicherheitsbestimmungen nicht beachtet werden – Sachschäden zur Folge haben <i>kann</i> .
 Wichtig	Diese Kennzeichnung weist auf <i>wichtige</i> Informationen zum Produkt oder zur Handhabung des Produktes hin.
 Tipp	Diese Kennzeichnung weist auf Anwendungstipps oder andere für Sie nützliche Informationen hin.
 Information	Diese Kennzeichnung weist auf wichtige Informationen zum Produkt oder zur Handhabung des Produktes hin.
<i>Hervorhebung</i> <i>Siehe ...</i>	Wichtige Textstellen sowie Verweise auf andere Abschnitte, Diagramme oder externe Dokumente sind durch Kursivschrift hervorgehoben.
	Diese Kennzeichnung weist auf eine Aktion in einem Verfahren hin.

3 BETRIEB

3.1 Anschlüsse

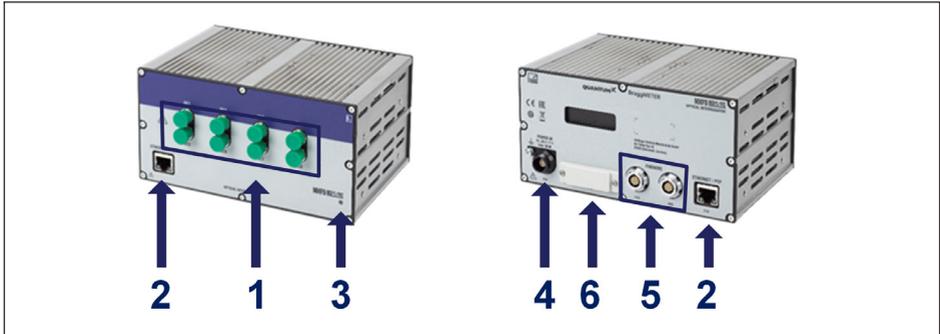


Abb. 3.1 Vorder- und Hinteransicht des MXFS

- 1 Optische Anschlüsse (FC/APC oder SC/APC);
- 2 Ethernet-Anschlüsse;
- 3 STATUS-LED;
- 4 Netzanschluss;
- 5 Firewire-Anschlüsse;
- 6 Modulträgeranschluss.

3.2 Einrichtung

3.2.1 Spannungsversorgung

Die Module an eine Gleichspannung anschließen. Die Leistungsaufnahme und der zulässige Versorgungsspannungsbereich eines Moduls sind je nach Modell unterschiedlich.

	MXFS SI	MXFS DI
Leistungsaufnahme	35 W bei Inbetriebnahme 13 W Nennwert	35 W bei Inbetriebnahme 18 W Nennwert
Versorgungsspannung	12 V ... 30 V	



Wichtig

Für die Stromverteilung über FireWire gilt folgende Faustregel:

„An jedem dritten Modul wird eine externe Spannungsversorgung mit dem gleichen Spannungspotenzial benötigt.“



Information

MXFS wurde zur Versorgung über eine direkte Spannungsversorgung zertifiziert. Allerdings ist die Integration in eine geteilte Energiequelle möglich, sofern bei der Installation alle elektrischen Sicherheitsverfahren eingehalten werden, um eine Beschädigung oder Fehlfunktion von MXFS zu vermeiden.

Hinweis

Bei Nichteinhaltung der obigen Grenzwerte für die Versorgungsspannung sind Defekte am Modul nicht auszuschließen. Wenn die Versorgungsspannung unter den unteren Grenzwert sinkt, schalten sich die Module ab.

Bei Batteriebetrieb in Fahrzeugen empfehlen wir den Einbau einer unterbrechungsfreien Spannungsversorgung (USV) zwischen Batterie und Modul, um Spannungseinbrüche bei Startvorgängen auszugleichen.

Werden mehrere Module zur zeitsynchronen Datenerfassung über FireWire miteinander verbunden, kann die Spannungsversorgung durchgeschleift werden. Das verwendete Netzteil muss die entsprechende Leistung bereitstellen können.

Der maximal zulässige Strom auf dem FireWire-Anschlusskabel gemäß IEEE1394b beträgt 1,5 A. Bei einer längeren Messkette ist das wiederholte Einspeisen der Versorgung zwingend.

Wenn mehrere Messverstärker unsynchronisiert betrieben werden (siehe Abb. 3.2), müssen sie einzeln versorgt werden.

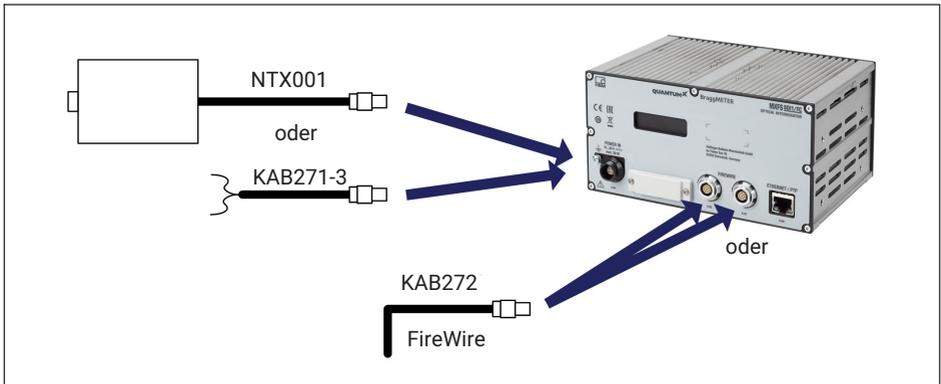


Abb. 3.2 Anschlussoptionen für die Spannungsversorgung

3.2.2 Anschluss und Synchronisation mit PC und anderen Modulen

Das QuantumX MXFS-Modul kann mit anderen QuantumX/SomatXR-Modulen aus der gleichen Familie synchronisiert werden und ermöglicht so eine gleichzeitige Datenerfassung. Für diese Synchronisation werden die Module über FireWire- oder Ethernet-Schnittstellen miteinander verbunden. Alternativ kann das MXFS-Modul als Gateway fungieren, das synchronisierte Daten von mehreren Modulen über FireWire erfasst und sie mit einem Ethernet-Schnittstellenkabel an den PC überträgt. Die korrekte Synchronisation zwischen dem MXFS-Modul und den anderen Geräten ist hierbei entscheidend für die Aufrechterhaltung einer genauen Zeitsteuerung. Ausführlichere Informationen zu Synchronisationsmethoden und bestimmten Produktkombinationen sind dem Produkthandbuch zur Software catman zu entnehmen ([A05567](#), Kapitel „3.2.6 Synchronisieren mehrerer Geräte“).

Ändern der Synchronisationsmethode über catman, MX-Assistent oder API: Wenn die NTP- oder die PTP-Synchronisation aktiviert bzw. deaktiviert wird, werden ungefähr 20 Sekunden für die erneute Synchronisation der Geräte benötigt. Während dieser Zeit wird der Zugriff gesperrt, die LED-Farbe ändert sich in Orange, und die Messwerte für alle Kanäle wechseln zu Overflow. Danach kehrt der Interrogator zum Normalbetrieb zurück.

3.2.2.1 Einzelanschluss über Ethernet

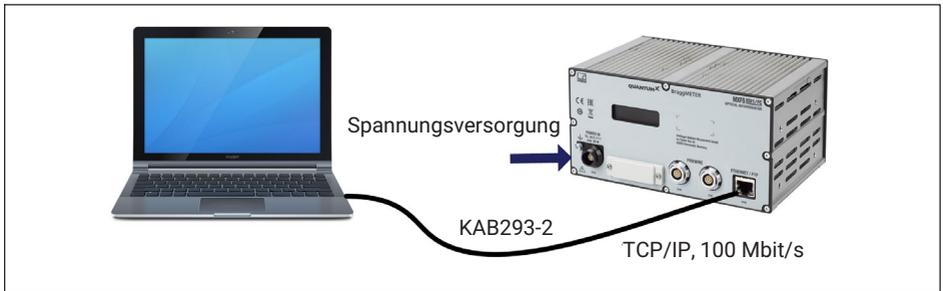


Abb. 3.3 Einzelanschluss über Ethernet

Hinweis

Bei älteren Computern muss ein Ethernet-Cross-Over-Kabel verwendet werden. Neuere PCs/Laptops verfügen über Ethernet-Schnittstellen mit Autocrossing-Funktion. Alternativ können hierfür auch Ethernet-Patchkabel verwendet werden.

3.2.2.2 Mehrfachanschluss über Ethernet mit PTP-Synchronisation

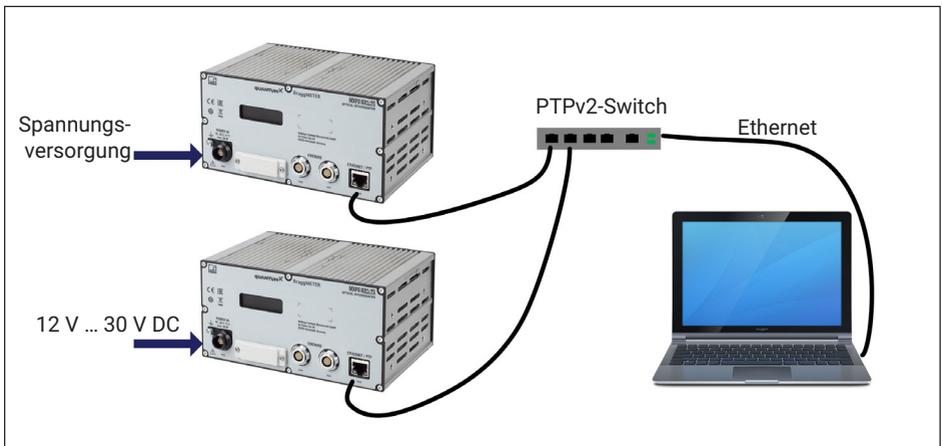


Abb. 3.4 Mehrfachanschluss über Ethernet und Synchronisation über PTPv2

Die Module können über Ethernet-PTPv2-fähige Switches mit dem PC verbunden werden. Wir empfehlen die Verwendung von Patchkabeln.

Beispiele hierfür sind:

- EX23-R von HBK;
- Scalance XR324-12M von Siemens;
- RSP20 oder MACH1000 von Hirschmann;
- Ha-VIS FTS 3100-PTP von Harting;
- Stratix 5400 von Rockwell.

Beispiele für PTP-Referenzuhren („Grandmaster Clocks“):

- LANTIME M600 von Meinberg;
- OTMC 100 von Omicron.

Durch die hier dargestellte Sternstruktur gehen bei einer Leitungsunterbrechung im Ethernet-Kabel die Messdaten der übrigen Module nicht verloren!

3.2.2.3 Mehrfachanschluss über Ethernet und FireWire-Synchronisation

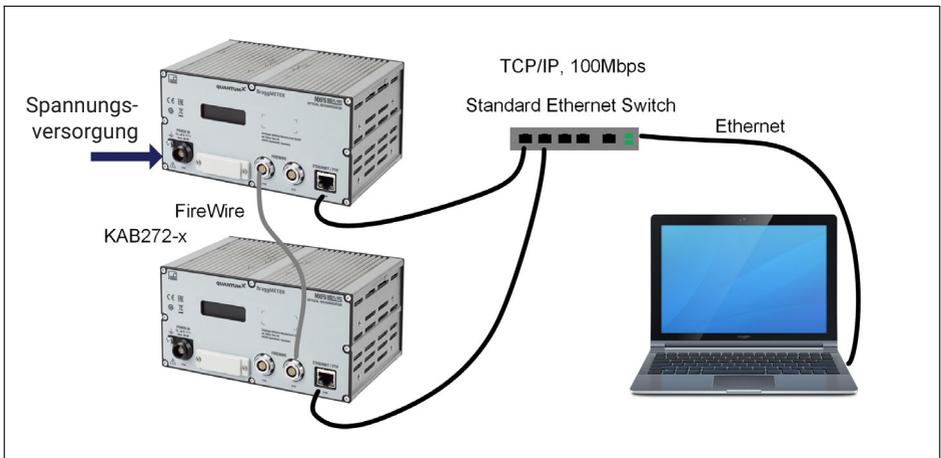


Abb. 3.5 Beispiel für Mehrfachanschluss über Ethernet mit Synchronisation

In der oben dargestellten Konfiguration wird die Versorgungsspannung der Module über FireWire durchgeschleift (maximal 1,5 A über Firewire; Leistungsaufnahme der Module siehe Abschnitt 3.2.1 „Spannungsversorgung“, Seite 18).

Vorteil dieser Verbindungsstruktur: Bei einer Leitungsunterbrechung im Ethernet-Kabel bleiben die anderen Module aktiv.

3.2.2.4 Andere mögliche Anschlüsse

Zwischen MXFS-Modulen oder zwischen MXFS- und anderen QuantumX-Modulen gibt es noch mehrere weitere Anschlussmöglichkeiten:

- Anschluss eines einzelnen Moduls über FireWire;

- Anschluss mehrerer Module über FireWire;
- Anschluss an einen CX22-Datenrekorder;
- Anschluss für CAN-Bus-Ausgangssignale;
- Anschluss für Analogausgänge;
- Anschluss für Ausgabe in Echtzeit über EtherCAT® oder PROFINET IRT;
- Usw. ...

Siehe hierzu auch die allgemeine Bedienungsanleitung zu QuantumX (Dokument [A02322](#), zum Download verfügbar auf unserer Website).

3.2.3 Einstellungen für die Kommunikation zum PC

Module können mit einem Standard-PC über Ethernet (Entfernung bis 100 m), über FireWire (Entfernung elektrisch bis 5 m, optisch bis 300 m) oder über EtherCAT® verbunden werden.

Für die TCP/IP-Kommunikation über Ethernet ist Folgendes zu beachten:

- Damit die Software die im Netzwerk vorhandenen oder direkt angebotenen Module finden kann, empfehlen wir, die Voreinstellung (DHCP/APIPA) beizubehalten. Natürlich können Sie die Module auch mit einer festen statischen IP-Adresse parametrieren. Dies gilt auch für den PC oder das Notebook. Vorteil: Vor allem Notebooks lassen sich dadurch schnell und automatisch ohne Umkonfiguration ins Firmennetzwerk (DHCP) integrieren. Aber auch der direkte Betrieb zwischen Notebook und den Modulen (Peer-2-Peer) verläuft sehr zügig mittels automatischer Adressierung (APIPA).
- Selbstverständlich kann der Ethernet-Netzwerkadapter des PCs oder der Module auch manuell mit einer speziellen IP-Adresse und Subnetzmaske konfiguriert werden.

Beachten Sie beim Konfigurieren einer direkten IP-over-FireWire-Verbindung über FireWire die allgemeine Bedienungsanleitung zu QuantumX (Dokument [A02322](#), zum Download verfügbar auf unserer Website).

IP-Adresse des Moduls konfigurieren

- ▶ Aktivieren Sie DHCP/APIPA für die automatische Konfiguration. Setzen Sie einen direkt mit QuantumX verbundenen PC ebenfalls auf DHCP.
- ▶ Manuelle Konfiguration: Deaktivieren Sie DHCP/APIPA und geben Sie die gleiche Subnetzmasken-Adresse wie bei Ihrem PC ein. Ändern Sie die IP-Adresse Ihres Moduls, so dass sie Kommunikation zulässt (siehe Beispiel unten).

Beispiel

IP-Adresse manuell einstellen – Modulseite

Einstellungen	IP-Adresse	Subnetzmaske
Modul vorher	169.1.1.22	255.255.255.0
PC / Notebook	172.21.108.51	255.255.248.0
Modul nachher	172.21.108.1	255.255.248.0

Die ersten *drei* Zifferngruppen der IP-Adressen von PC und Modul sollten übereinstimmen.

Die Adresse der Subnetzmaske muss in allen Zifferngruppen bei Modul und PC übereinstimmen!

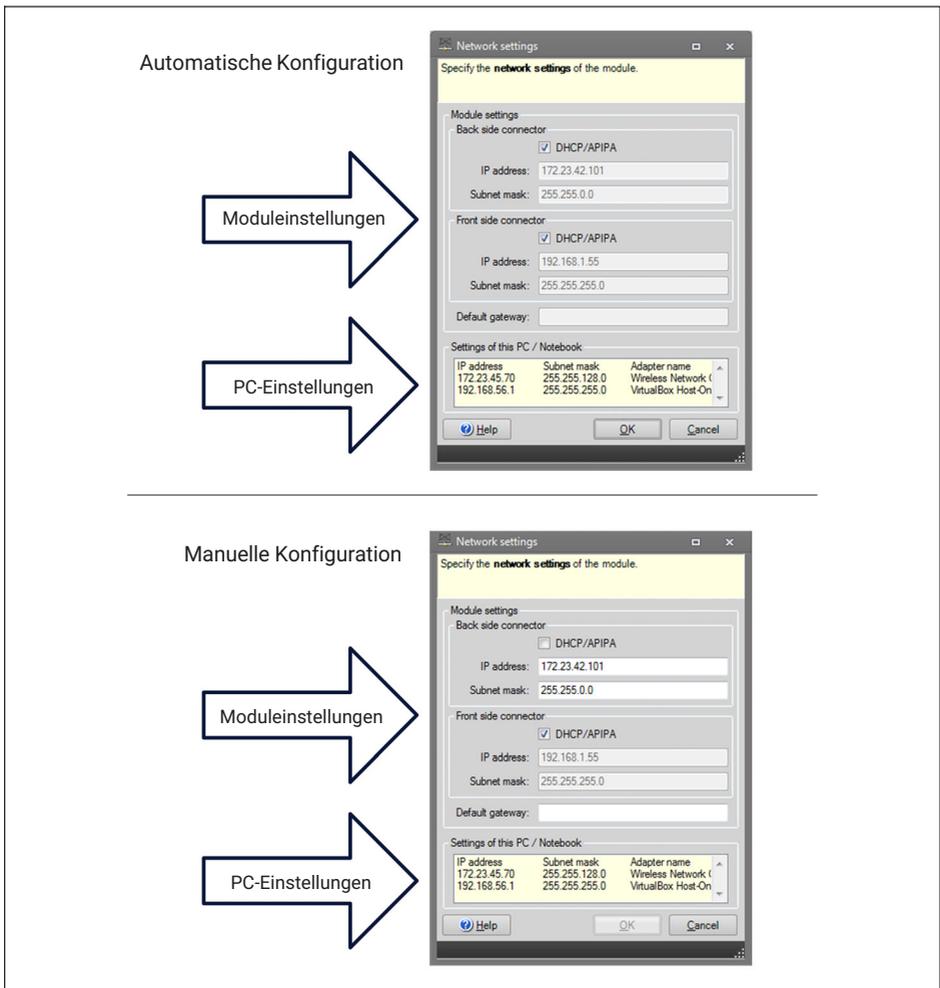


Abb. 3.6 Beispiel der Einstellungen für eine direkte Verbindung

Ethernet-Einstellungen: die IP-Adresse des PCs anpassen

Falls Sie die Module mit einer festen statischen IP-Adresse betreiben möchten, sollten Sie in den Ethernet-Adapter-Eigenschaften unter TCP/IP die **Alternative Configuration** (Alternative Konfiguration) (feste IP-Adresse und Subnetzmaske, benutzerdefiniert) verwenden!

- ▶ Wählen Sie in der Systemsteuerung **Network Connections** (Netzwerkverbindungen).
- ▶ Wählen Sie die LAN-Verbindung. Das in Abb. 3.7 gezeigte Fenster erscheint. Klicken Sie auf **Properties** (Eigenschaften).

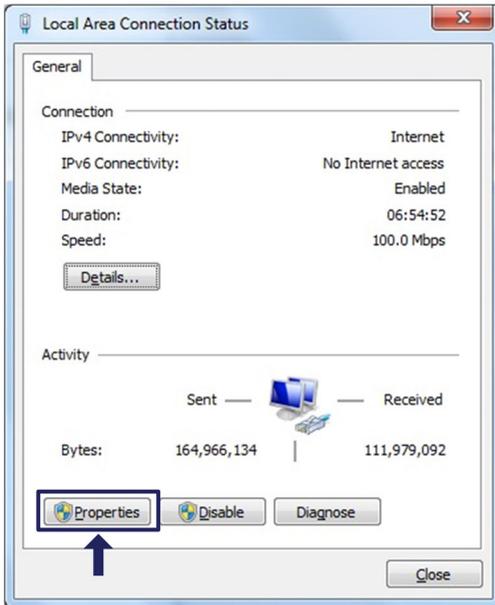


Abb. 3.7 Netzwerkeigenschaften

- Wählen Sie das Internetprotokoll (TCP/IP) und klicken Sie auf die Schaltfläche **Properties** (Eigenschaften) (Abb. 3.8).

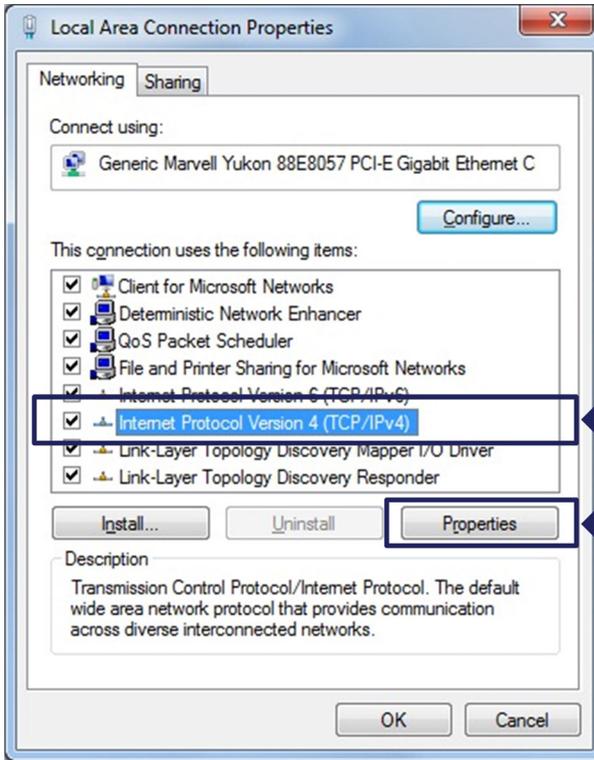


Abb. 3.8 TCP/IPv4

- ▶ Geben Sie die Daten für die **IP-Adresse** und die **Subnetzmaske** ein (Abb. 3.9).

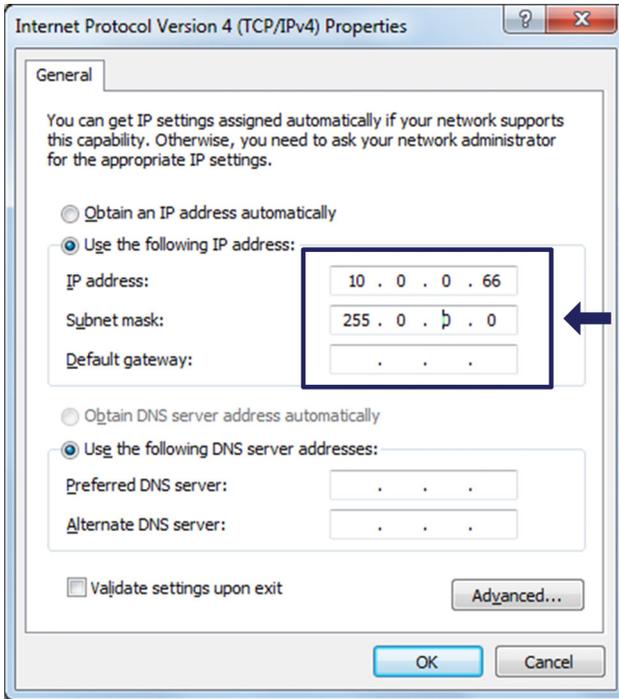


Abb. 3.9 IP-Adresse und Subnetzmaske

- ▶ Auf **OK** klicken.

Einbinden von Modulen in ein Ethernet-Netzwerk

- ▶ Aktivieren Sie das Kontrollkästchen „DHCP“ und klicken Sie auf **OK**. Daraufhin erscheint das folgende Bestätigungsfenster:

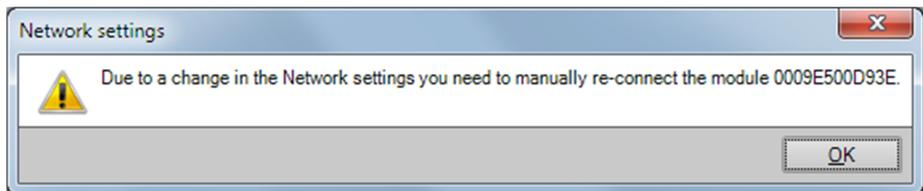


Abb. 3.10 DHCP-Bestätigungsfenster

- Bestätigen Sie die Einstellungen mit der Schaltfläche **Yes** (Ja). Das Modul wird danach mit den aktuellen Einstellungen neu gestartet.

Hinweis

Beachten Sie, dass bei der Ethernet-Einstellung „DHCP/APIPA“ der DHCP-Server einige Zeit benötigt, um dem QuantumX-Modul eine IP-Adresse zuzuweisen. Warten Sie nach dem Anschließen der Hardware am Netzwerk oder am PC ca. 30 Sekunden, bevor Sie catman starten. Sonst kann das Gerät nicht gefunden werden.

3.3 Montage

3.3.1 Positionieren des MXFS

Wählen Sie bei der Installation des Interrogators MXFS den Aufstellungsort mit besonderer Sorgfalt aus. Da der Interrogator MXFS nicht über eine aktive Lüftung verfügt, muss zur Vermeidung von Überhitzung ein gut belüfteter Ort gewählt werden.

Die Ausrichtung, in der der Interrogator MXFS positioniert wird, ist frei wählbar und hat keine Auswirkungen auf seine Funktionsfähigkeit. Wichtig ist jedoch, die an die optischen Kanäle angeschlossenen Glasfaserkabel vorsichtig zu behandeln, damit sie nicht gedehnt oder beschädigt werden.

Bei Baugruppen aus mehreren Quantum-Systemen empfehlen wir, den Interrogator MXFS ganz oben anzuordnen, da er möglicherweise mehr Wärme erzeugt als andere Komponenten.

Wenn Sie Fragen haben oder Unterstützung benötigen, wenden Sie sich bitte an HBK Fibersensing.

3.3.2 Montieren von Gehäuseklammern

Die Elektronik des Moduls ist in einem Metallgehäuse untergebracht, das von einem Schutzelement (CASEPROT) umgeben ist. Dies dient auch zum Zentrieren, wenn mehrere Geräte übereinander gestapelt werden, und bietet einen gewissen Schutz vor mechanischer Beschädigung.



Abb. 3.11 MXFS mit Schutzelement

- 1 MXFS-Gehäuse;
- 2 Schutzelement;
- 3 Obere Abdeckung;
- 4 Untere Abdeckung.

Modelle können mit einem Verbindungselemente-Set sicher aneinander befestigt werden (Bestell-Nr. 1-CASECLIP).

- ▶ Bauen Sie das Schutzelement des X-Rahmens (Ziffer 2 in Abb. 1) mit einem Innensechskantschlüssel Größe 2,5 (Ziffer 1 in Abb. 2) ab. Die Schrauben sind von der Unterseite des Geräts zugänglich.



Abb. 3.12 Entfernen des Schutzelements



Information

Die in den folgenden Bildern gezeigten Gehäuseklammern müssen an beiden Seiten des Gehäuses montiert werden. Für beide Seiten wird jeweils nur ein Verbindungselement-Set (CASECLIP) benötigt.



Abb. 3.13 MXFS ohne Schutzelement

- Bauen Sie die untere Abdeckung (Ziffer 4 in Abb. 3.11) mit einem Innensechskant-schlüssel Größe 2,5 ab. Lassen Sie die obere Abdeckung angebaut.



Abb. 3.14 Entfernen der unteren Abdeckung

- ▶ Montieren Sie statt der unteren Abdeckung das Verbindungselemente-Set (CASECLIP) mit einem Innensechskantschlüssel Größe 2,5 und den zum Lieferumfang gehörenden Schrauben und Unterlegscheiben.



Abb. 3.15 Montieren des CASECLIP



Abb. 3.16 MXFS mit angebautem CASECLIP

- ▶ Bringen Sie optional das Schutzelement des X-Rahmens wieder an. Der Interrogator kann nun wie jedes andere QuantumX-Modul an einem anderen Modul oder an einem Montageblech (CASEFIT, Bestell-Nr. 1-CASEFIT) befestigt werden.

3.3.3 CASEFIT-Montage

Für die flexible Montage der QuantumX-Module kann ein CASEFIT-Montageblech verwendet werden. Die Module lassen sich mittels Riemenspannern oder Gehäuseklammern (CASECLIP) befestigen.

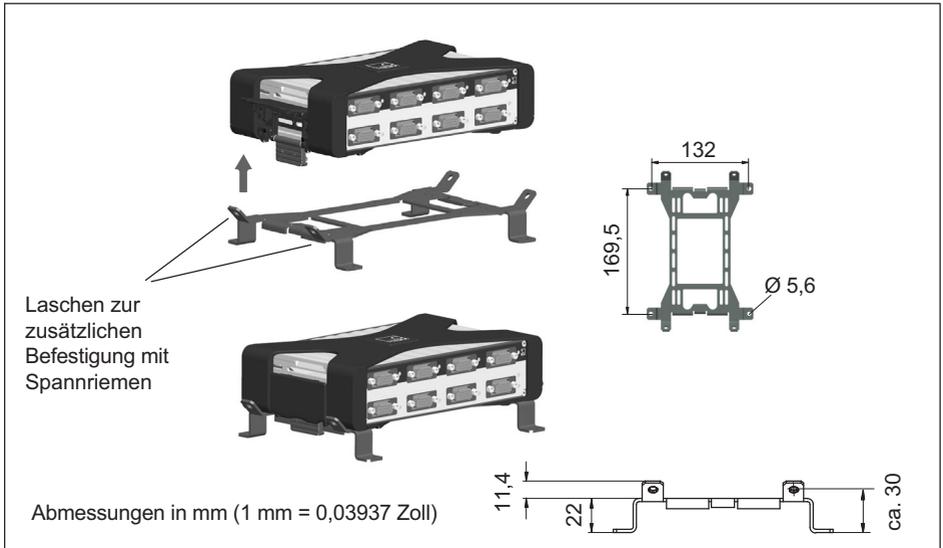


Abb. 3.17 Montage mit CASEFIT und CASECLIP

Für zusätzlichen Halt bei starken Vibrationen und hohen Stoßwerten kann das MXFS mit Kabelbindern am CASEFIT befestigt werden.



Abb. 3.18 Zusätzliche Sicherung mit Kabelbindern

3.4 Statusanzeigen

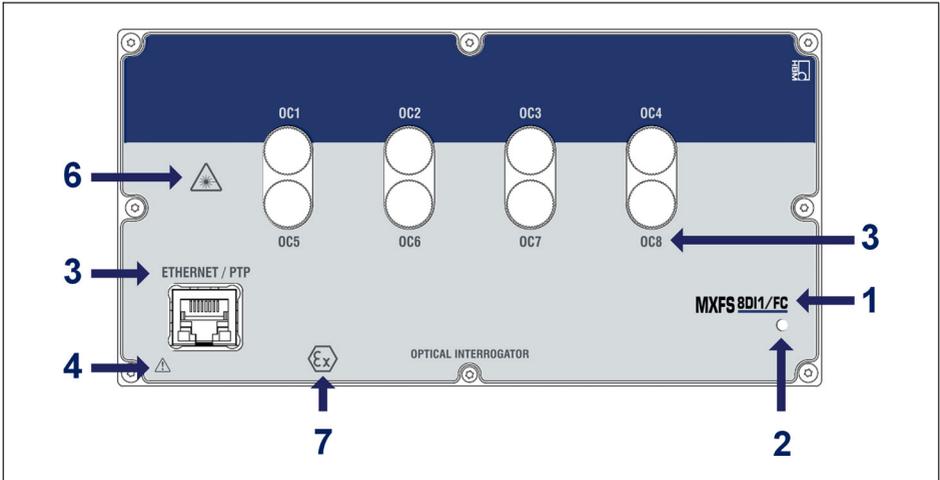


Abb. 3.19 Vorderansicht des MXFS

An der Frontplatte des MXFS befindet sich eine System-LED, die in verschiedenen Farben leuchtet:

System-LED	
Grün	Fehlerfreier Betrieb
Orange	System ist nicht bereit, Bootvorgang läuft <ul style="list-style-type: none"> - Optisches Modul ist beim Aufwärmen - Optisches Modul ist ausgelastet - NTP/PTP nicht synchronisiert
Orange blinkend	Download aktiv, System ist nicht bereit <ul style="list-style-type: none"> - Firmware-Upgrade
Rot	Fehler

3.5 Wartung

3.5.1 Verschleißteile

Zu optischen Datenerfassungssystemen von HBK können Verschleißteile gehören (z. B. Lüfter, Adapter für optische Anschlüsse und Batterien), für die bestimmte Mindestbedingungen erfüllt sein müssen, um einen ordnungsgemäßen Betrieb der Geräte sicherzustellen.

Für Verschleißteile gilt eine eingeschränkte Garantie, da diese Komponenten von der Nutzungsweise und den Umgebungsbedingungen abhängen, unter denen das Gerät betrieben wird, z. B. Luftfeuchtigkeit, Temperatur und Staub.

Eine regelmäßige Wartung sollte vom Kunden unter Berücksichtigung der tatsächlichen Betriebsbedingungen geplant und verwaltet werden. Die Garantie für Verschleißteile wird nur wirksam, wenn die Ursache des Defekts eindeutig auf einen Material- oder Herstellungsfehler zurückgeführt werden kann.

3.5.2 Lüftung

Das MXFS ist ein Elektronikgerät ohne aktive Lüftung, d. h. es nutzt keine Ventilatoren für die Temperaturregelung des Geräts. Die Flächen, über die Wärme abgegeben wird, sollten nicht Temperaturen außerhalb des Gebrauchstemperaturbereichs der Geräte ausgesetzt werden.

3.5.3 Optische Anschlüsse

Optische Anschlüsse des Interrogators können beschädigt werden und bei unsachgemäßem Gebrauch sogar abbrechen (*siehe Abschnitt 3.9.2. „Gebrochener Anschluss“*). In diesem Fall muss der Interrogator zur Reparatur an HBK FiberSensing geschickt werden.

3.5.4 Kalibrierung

BraggMETER Interrogatoren verfügen über eine eingebaute, NIST-rückführbare Gaszelle, die bei allen Messungen für eine ordnungsgemäße Kalibrierung sorgt. Deshalb ist eine regelmäßige verpflichtende Kalibrierung nicht notwendig. Aus regulatorischen Gründen oder zur Erfüllung interner Vorschriften kann manchmal jedoch ein regelmäßiges zertifiziertes Kalibrierverfahren erforderlich sein. Für diese Fälle steht die Kalibrierdienstleistung zur Verfügung (Bestell-Nr. S-FS-CAL) und kann bei HBK angefordert werden.



Wichtig

Die Kalibrierung im Hinblick auf die Wellenlänge wird mit kurzen Verbindungskabeln durchgeführt. Messfehler aufgrund der Kabellängen und höheren Geschwindigkeitsmodi werden bei der Messung angezeigt. Bitte beachten Sie Abschnitt 3.8.2 „Entfernungseffekt“ auf Seite 46 bezüglich weiterer Informationen zum Einfluss und den möglichen Korrekturen.

3.5.5 Firmware-Update

Wir empfehlen, die Firmware sowie die Software zum Betrieb von QuantumX immer auf dem neuesten Stand zu halten.

- ▶ Laden Sie die neueste Firmware von der HBK-Website herunter. Falls Sie nicht mit catman arbeiten, laden Sie bitte auch das QuantumX-Softwarepaket von der HBK-Webseite herunter.

Speichern Sie die Firmware unter ...\\HBM\catmanEasy\Firmware\QuantumX-B oder unter C:\Temp.

- ▶ Die Firmware-Aktualisierung kann auf mehrere Arten durchgeführt werden:
 - Mit catman – beachten Sie *Abschnitt 5.1.1 „Firmware-Update“, Seite „74“*.
 - Mit MX-Assistent – beachten Sie *Abschnitt 4.3.6 „Firmware-Update“, Seite 65*.

Für weitere Details beachten Sie bitte auch die allgemeine Bedienungsanleitung zu QuantumX (Dokument [A03031](#), zum Download verfügbar auf unserer Website).

3.6 Rücksetzen auf Werkseinstellung

Es ist möglich, das MXFS-Modul auf seine Werkseinstellung zurücksetzen; dadurch wird die bisher vom Gerät verwendete Konfiguration gelöscht:

- Alle Kanäle werden deaktiviert;
- Alle konfigurierten Bänder werden gelöscht;
- Alle Sensortypen werden in „Wavelength relative“ (Wellenlänge relativ) geändert;
- Der Nullabgleichwert wird gelöscht.

Die Rücksetzung kann mit MX-Assistent, der Common API oder der Software catman durchgeführt werden.

3.7 Anschließen an optische Sensoren

3.7.1 Konzepte und Definitionen

3.7.1.1 Anschlüsse

Das MXFS verfügt an seiner Frontplatte über 8 optische Anschlüsse (siehe Abb. 3.1). Diese sind je nach ausgewähltem Modell im Format FC/APC oder SC/APC.

Das Gerät ist bereit für die Aufnahme mehrerer FBG-Sensoren, die in Reihe an derselben Glasfaser verbunden sind.

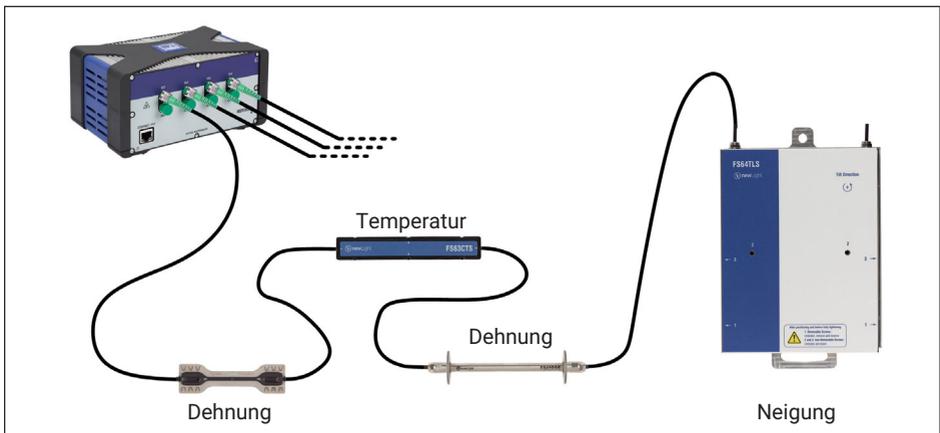


Abb. 3.20 Typisches Sensornetzwerk

3.7.1.2 Kanäle

An jeden optischen Anschluss können mehrere Kanäle angeschlossen werden. Die maximale Lesekapazität, abhängig vom Gerätemodell, beträgt:

MXFS DI – 16 Kanäle pro optischem Anschluss

MXFS SI – 64 Kanäle pro optischem Anschluss

Bei der Konfiguration der Kanäle des Geräts werden der jeweils von ihnen belegte Wellenlängenbereich (das Band) und ihre Referenzwellenlänge definiert (Abb. 3.21).

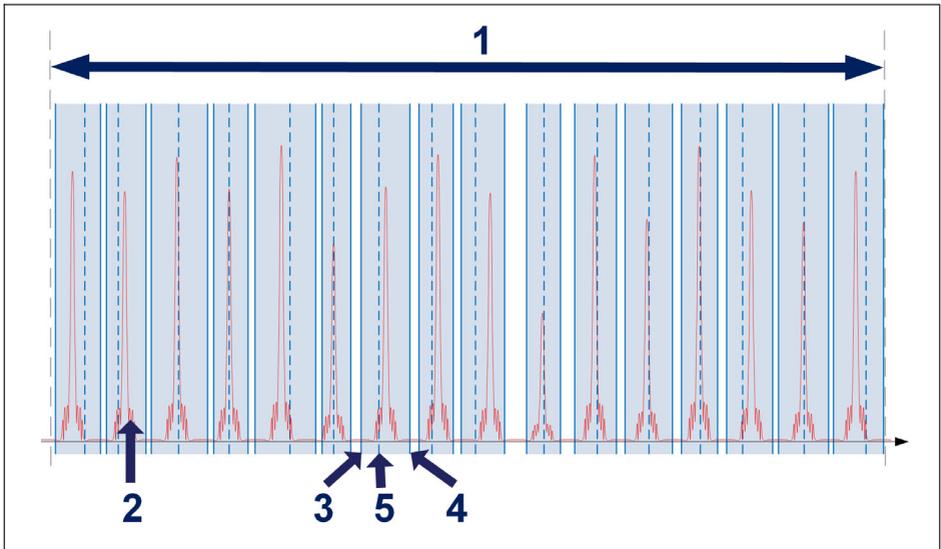


Abb. 3.21 Kanäle und Bereiche

- 1 Verfügbarer Wellenlängenbereich pro optischem Anschluss (von 1500 nm bis 1600 nm);
- 2 Gemessenes Spektrum der verbundenen Faser (Reflexion);
- 3 Minimale Wellenlänge in nm;
- 4 Maximale Wellenlänge in nm;
- 5 Referenzwellenlänge in nm (Wert, im Vergleich zu dem die relative Wellenlängenmessung für diesen Kanal durchgeführt wird).

Jeder Kanal kann, unabhängig von der Reihenfolge, einem der oben abgebildeten Bereiche entsprechen. Bereiche können sich nicht überlappen.



Tipp

Automatische Erkennung und Definition von Bereichen kann in MX-Assistent oder catman ausgeführt werden. Nicht möglich ist dagegen, das Spektrum zuerst visuell darzustellen. Zum Visualisieren des Spektrums zur Unterstützung bei der manuellen Anpassung der definierten Bereiche verwenden Sie die bereitgestellte Software catman® Easy.

Bei den DI- und SI-Modellen des MXFS Interrogators Tab. 3.1) unterscheiden sich einige Beschränkungen für die Kanaldefinition.

Ein Messwert wird nur bestimmt, wenn innerhalb des Bereichs ein FBG-Peak gefunden wird. Wenn innerhalb eines definierten Bereichs kein Peak gefunden wird, wird ein Übersteuerungswert (Overflow) ausgegeben.

	MXFS DI	MXFS SI
Maximale Kanalzahl je Anschluss	16	64
Mindestabstand zwischen den Kanälen in nm	0,5	0,1
Mindestbandbreite in nm	1	0,5

Tab. 3.1 Grenzen bei der Festlegung von Bereich und Kanal nach Interrogator-Modell



Tipp

Bei der Festlegung der Bereiche stets die verwendete Faser-Bragg-Gitter-Breite und die erwartete Wellenlängenänderung des Peaks berücksichtigen. Ein an seinem unteren Ende ca. 0,5 nm großer Peak kann ein mit 0,5 nm definiertes Band problemlos überschreiten. Daher ist es ratsam einen Sicherheitsbereich von mindestens $\pm 0,1$ nm außerhalb des Wellenlängenbereichs des Peaks zu berücksichtigen.

3.7.1.3 Wellenlänge

Der Wellenlängenwert entspricht der Wellenlänge am Peak des FBG-Reflexionsspektrums, der üblicherweise als Bragg-Wellenlänge bezeichnet wird.

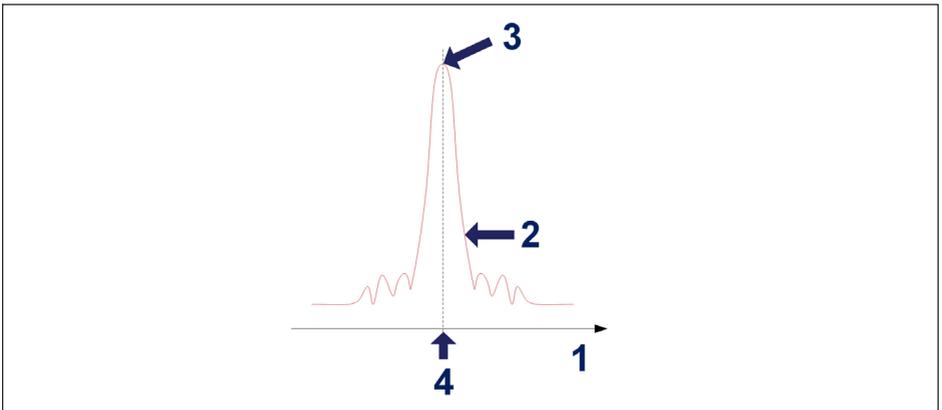


Abb. 3.22 Wellenlänge

- 1 Wellenlängenachse in nm;
- 2 Vom FBG reflektiertes Spektrum;
- 3 FBG-Peak;
- 4 Wellenlängenwert in nm.

Referenzwellenlänge

Der Wellenlängenwert, mit dem die Messung verglichen wird, wird als Referenzwellenlänge bezeichnet. Für jeden definierten Kanal muss eine Referenzwellenlänge zwischen dem minimalen und maximalen Wellenlängenwert des Kanals festgelegt werden.

Für nicht kalibrierte Sensoren ist die Referenzwellenlänge gleich dem Nullwert der Messung. Für kalibrierte Sensoren sollte die Referenzwellenlänge gemäß den Angaben auf ihren Kalibrierdatenblättern definiert werden.

Gemessene Wellenlänge

Wellenlängenwert des FBG-Peaks an jedem erfassten Sample.

3.7.1.4 Leistung

Der Leistungswert entspricht der optischen Leistung, die vom Faser-Bragg-Gitter bei der Peak-Wellenlänge reflektiert wird.

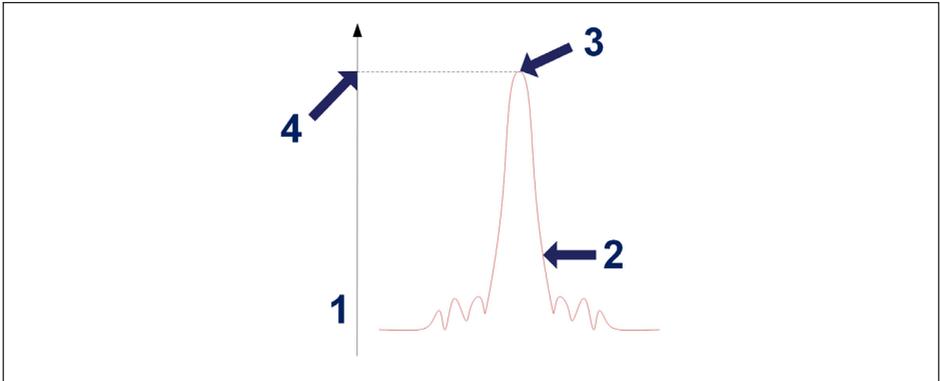


Abb. 3.23 Leistung

- 1 Leistungsachse in dBm;
- 2 Vom FBG reflektiertes Spektrum;
- 3 FBG-Peak;
- 4 Leistungswert in dBm.

3.7.1.5 Dynamikbereich

Bei einem optischen Datenerfassungssystem entspricht der Dynamikbereich dem Bereich der Leistungswerte, zwischen denen ein Faser-Bragg-Gitter korrekt identifiziert und gemessen werden kann.

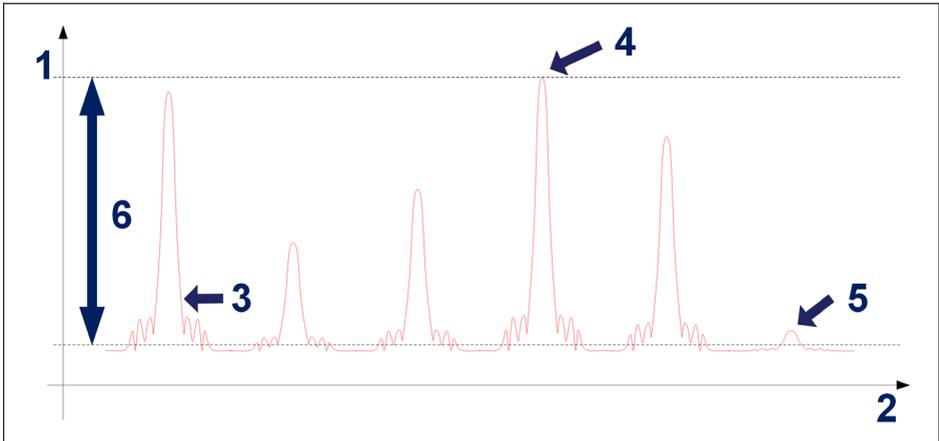


Abb. 3.24 Dynamikbereich

- 1 Leistungsachse in dBm;
- 2 Wellenlängenachse in nm;
- 3 Vom FBG reflektiertes Spektrum;
- 4 Maximale messbare Leistung;
- 5 Minimale messbare Leistung;
- 6 Dynamikbereich in dB.

3.7.1.6 Smart Peak Detection (SPD)

Die Funktion SPD ermöglicht eine effektive Nutzung des vom Interrogator angebotenen großen Dynamikbereichs durch die Einführung der Einzelmessung eines FBG-Peaks in jedem konfigurierbaren Band.

MXFS berücksichtigt einen festen Messschwellenwert von 3 dB (Abb. 3.25).

Jeder Wellenlängenwert wird unter Berücksichtigung der Fläche des FBG-Peaks oberhalb der Hälfte seiner Leistung berechnet.



Tipp

Für die automatische Erkennung der Bänder kann der Benutzer einen automatischen Scan-Schwellenwert festlegen und einstellen. Dadurch wird eine unzureichende Festlegung der Bänder vermieden.

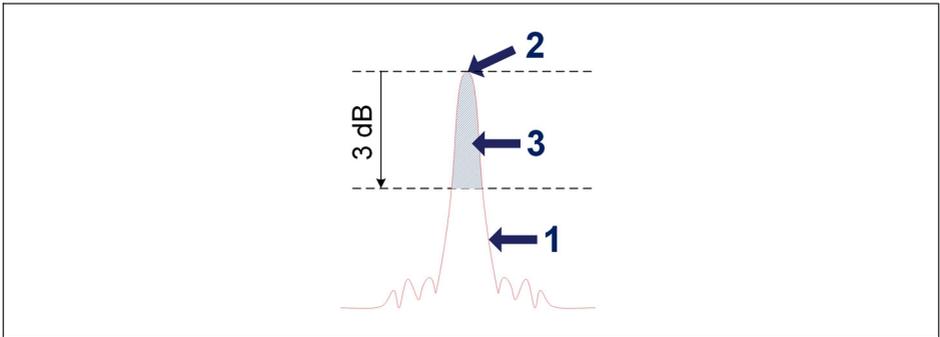


Abb. 3.25 Konzept von Smart Peak Detection

- 1 Vom FBG reflektiertes Spektrum;
- 2 FBG-Peak;
- 3 Für die Berechnung der Wellenlänge verwendete Fläche.

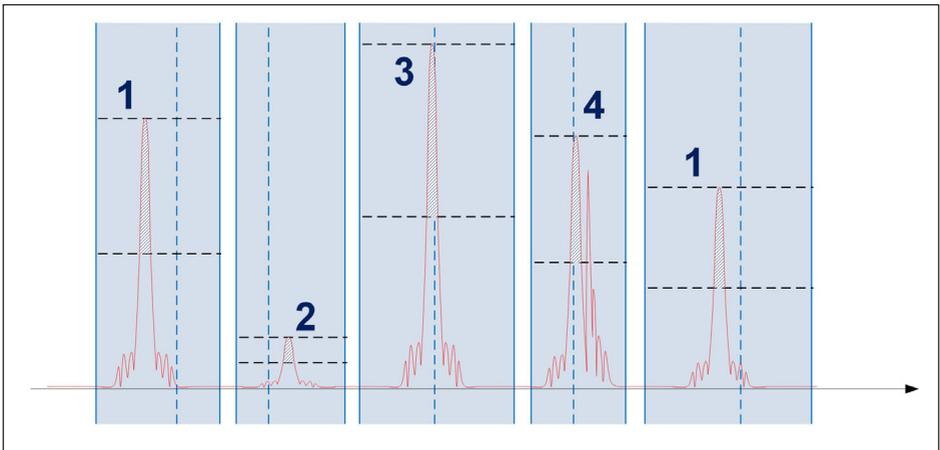


Abb. 3.26 Smart Peak Detection in der praktischen Anwendung

Innerhalb jedes Sensorbereichs wird nur ein FBG-Sensor berechnet. Signale mit einer Leistung im normalen Bereich (1), Signale mit niedriger Leistung (2) und Signale mit hoher Leistung (3) können gleichzeitig am selben optischen Anschluss koexistieren, ohne eine Messung zu beeinträchtigen. Es kann vorkommen, dass mehrere Peaks entweder ständig oder gelegentlich den Schwellenwert (4) überschreiten, und SPD kann Probleme auch für diese Situation beseitigen.

Die hiermit bereitgestellte höhere Robustheit eignet sich besonders gut zur Überwindung der Einschränkungen herkömmlicher Methoden, bei denen FBGs mit geringem und

hohem Reflexionsvermögen nebeneinander eingesetzt werden und Signalverluste häufig ein Problem darstellen. SPD verbessert daher die Stabilität und Genauigkeit der Messungen und sorgt selbst bei hohen Erfassungsgeschwindigkeiten für eine hohe Effizienz des Systems.

3.7.1.7 Signale

Die Veränderungen der Peak-Wellenlänge bilden das Signal des Interrogators, das auf physikalische Werte skaliert werden kann.

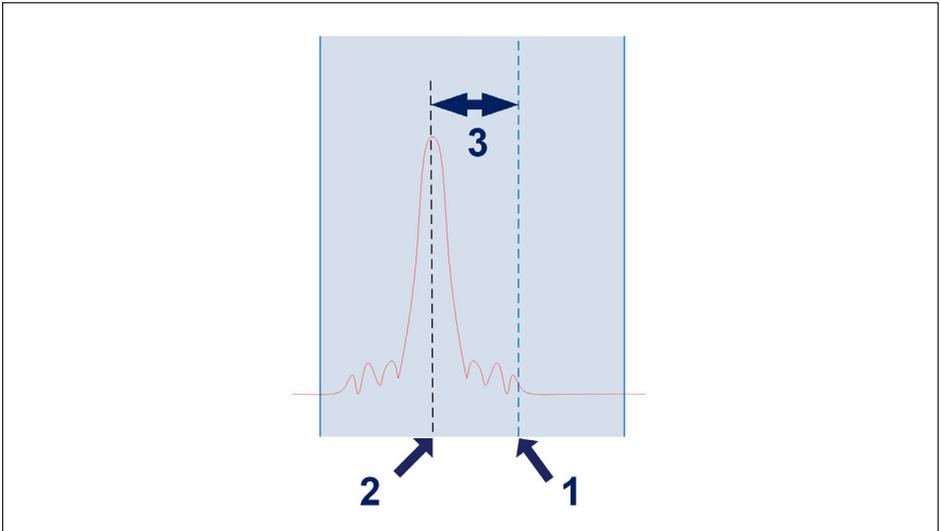


Abb. 3.27 Signal

- 1 Für den Kanal definierte Referenzwellenlänge (λ_0) in nm;
- 2 Gemessene Wellenlänge innerhalb des Kanals (λ) in nm;
- 3 Wellenlängenänderung innerhalb des Kanals in nm. Wenn der Peak aus den für den Kanal definierten Bändern herausfällt, wird ein Übersteuerungswert (Overflow) angegeben.

Das Verhältnis der Wellenlängenänderung zu den Signalen wird durch Umrechnungsfaktoren bestimmt.

Verfügbare Sensortypen

Sensortyp	Beschreibung	Ausgabe
Wellenlänge absolut	Sensoren des Typs „Wellenlänge absolut“ geben die am FBG-Peak gemessene Wellenlänge aus (Ziffer 2 in <i>Abb. 3.21</i>)	λ
Wellenlänge relativ	Sensoren des Typs „Wellenlänge relativ“ geben eine Wellenlängenänderung aus, die am FBG-Peak gemessen wird (Ziffer 3 in <i>Abb. 3.27</i>).	$\lambda - \lambda_0$
Dehnung	Wellenlängenänderung, die basierend auf dem k-Faktor (k) der Sensoren in eine Dehnungsmessung umgewandelt wird. Dehnungsmessungen auf Geräteebene sind nicht temperaturkompensiert.	$\frac{\lambda - \lambda_0}{k \cdot \lambda_0}$
Temperatur	Wellenlängenänderung, die basierend auf Kalibrierkoeffizienten (S_2, S_1 und S_0) in eine Temperatur umgewandelt wird. Die Umwandlungsformel ist ein Polynom 2. Ordnung.	$S_3 (\lambda - \lambda_0)^3 + S_2 (\lambda - \lambda_0)^2 + S_1 (\lambda - \lambda_0) + S_0$

Sensortyp	Beschreibung	Ausgabe
Beschleunigung	Wellenlängenänderung, die basierend auf Kalibrierkoeffizienten (S) in eine Beschleunigung umgewandelt wird. Die Umwandlungsformel ist linear.	$s \cdot (\lambda - \lambda_0)$
Generisches Polynom	Wellenlängenänderung, die mit einer Umrechnungsformel in Form eines Polynoms 2. Ordnung in eine allgemeine Ausgabe umgewandelt wird. Kann für Sensoren anderer Lieferanten oder anderer Typen als den oben definierten verwendet werden.	$a(\lambda - \lambda_0)^3 + b(\lambda - \lambda_0)^2 + c(\lambda - \lambda_0) + d$

Absolute oder relative Wellenlänge

Am MXFS und in catman kann die Sensormessung entweder als absolute oder relative Wellenlängen angezeigt werden. Die absolute Wellenlänge bezieht sich auf den Istwert der gemessenen Wellenlänge, während sich die relative Wellenlänge auf die Differenz der Wellenlänge zwischen zwei benachbarten Peaks oder Merkmalen bezieht.

Beide Werte können mit 9 Zeichen übertragen werden. Wenn Daten in absoluter Wellenlänge angezeigt werden, reicht die Genauigkeit der Messung bis zur vierten Stelle nach dem Komma, da wir uns im Bereich von 1500 nm bis 1600 nm bewegen. Wenn dagegen Daten in relativer Wellenlänge angezeigt werden, kann der Wert mit mehr Nachkommastellen dargestellt werden, abhängig von der Referenz, gegenüber der die Änderung berechnet wird, mit bis zu 7 Stellen.



Tipp

Bei einer Messung der relativen Wellenlänge können genauere Messungen erreicht werden als bei Messungen der absoluten Wellenlänge.

Hierbei sollte beachtet werden, dass die Wahl zwischen der Anzeige der absoluten oder der relativen Wellenlänge jeweils nach den spezifischen Anforderungen der Messaufgabe und der Merkmale des verwendeten Sensors getroffen werden sollte. Beide Methoden haben ihre Vorteile und Einschränkungen, die geeignete Methode sollte daher jeweils so gewählt werden, dass genaue und zuverlässige Messergebnisse sichergestellt sind.

MXFS-Signale weisen ein 1:1-Verhältnis zum FBG-Peak auf. Das bedeutet, dass komplexe Sensoren, die mehr als ein FBG verwenden, oder Berechnungen unter Verwendung der Werte von zwei FBGs in dem Gerät nicht ausgeführt werden können.

3.8 Erfassungsrate

3.8.1 Geschwindigkeitsmodus

Das MXFS arbeitet mit zwei verschiedenen Geschwindigkeitsmodi, die den zwei Sweep-Geschwindigkeiten des Lasers entsprechen:

	MXFS DI	MXFS SI
Low-Speed-Modus	100 S/s	1 S/s
High-Speed-Modus	2000 S/s	10 S/s



Information

Bei Änderung des Geschwindigkeitsmodus wird das Gerät neu gestartet.

Es kann mit diesen Abtastraten arbeiten oder mittels Filterung oder Downsampling eine kleinere Anzahl an Samples berücksichtigen.

Weitere Einzelheiten dazu finden Sie in *Abschnitt 5.2.1 „Abtastraten“, Seite 76.*

3.8.2 Entfernungseffekt

Bei Interrogatoren, die auf dem Scannen mit durchstimmbarem Laser basieren, beispielsweise beim BraggMETER von HBK FiberSensing, wirkt sich die Länge der Verkabelung zwischen dem Interrogator und dem Sensor auf den Messwert der reflektierten Messung aus.

Dieser Effekt besteht in einer konstanten Verschiebung der Wellenlängenmessung, die vom Istwert der Abtastrate des optischen Moduls abhängt. Bei niedrigen Erfassungsraten oder kurzen Entfernungen ist die Verschiebung der gemessenen Wellenlänge vernachlässigbar, erreicht bei hohen Abtastraten oder größeren Entfernungen aber eine bedeutende Größenordnung.

Messprinzip des Scannens mit durchstimmbarem Laser

Dies liegt daran, dass für höhere Sweep-Geschwindigkeiten des Lasers eine schnellere Erfassung benötigt wird. Der zum Scannen eingesetzte durchstimmbare Laser sendet eine bezogen auf die Zeit veränderliche Wellenlänge aus. Für die Messung der vom FBG-Sensor reflektierten Wellenlänge wird die Wellenlänge identifiziert, die zu dem Zeitpunkt emittiert wird, an dem der vom Faser-Bragg-Gitter reflektierte Peak erkannt wird. Mit steigender Erfassungsrate wirkt sich die Verzögerung durch die Entfernung, die das Licht in beide Richtungen zurücklegen muss, stärker aus, und die absolute Wellenlänge wird weniger genau bestimmt. Der gleiche Effekt tritt auf, wenn die Entfernung größer wird.

Messfehler der absoluten Wellenlänge

Die durch Erfassungsrate und Entfernung verursachte Wellenlängenverschiebung ergibt sich wie folgt:

Wellenlängenverschiebung aufgrund Sweep-Geschwindigkeit des Lasers

$$\Delta\lambda = \frac{d \cdot 2 \cdot n \cdot \text{RepRate} \cdot \text{FullRange}}{\text{SweepDirection} \cdot \text{DutyCycle} \cdot c}$$

Mit:

$\Delta\lambda$ gleich dem Wellenlängen-„Fehler“, in nm;

d gleich der Entfernung (in m) zwischen dem Sensor und dem Interrogator;

n gleich dem Brechungsindex der Faser (1,446 für Standardfaser SMF28);

RepRate gleich dem Istwert des Erfassungs-Scans des optischen Moduls (für BraggMETER-Interrogatoren ist dies die ausgewählte Erfassungsrate in S/s);

FullRange gleich der Länge des Bereichs der gemessenen Wellenlängen (102 nm für BraggMETER-Interrogatoren);

SweepDirection ist das Signal der Sweep-Richtung: 1 für den Sweep von der niedrigsten zur höchsten Wellenlänge und -1 für den Sweep von der höchsten zur niedrigsten Wellenlänge (-1 bei MXFS-Interrogatoren);

DutyCycle ist eine Konstante für die ausgewählte RepRate :

1 S/s	0,875
10 S/s	0,875
100 S/s	0,885
1.000 S/s	0,66

c gleich der Lichtgeschwindigkeit ($3 \cdot 10^8$ m/s).

Das bedeutet, dass für das MXFS die Verschiebung der Wellenlänge durch eine Funktion der Entfernung und der im Interrogator definierten Erfassungsrate gegeben ist:

Wellenlängenverschiebung aufgrund der Sweep-Geschwindigkeit des Laser im MXFS

$$\Delta\lambda = \frac{2 \cdot 1.446 \cdot 102}{-1 \cdot 3 \cdot 10^8} \cdot d \cdot \frac{\text{RepRate}}{\text{DutyCycle}} = -9.8328 \cdot 10^{-6} \cdot d \cdot \frac{\text{RepRate}}{\text{DutyCycle}}$$

Die nächsten Tabellen sollen den Unterschied bei einer Sensorauslesung (Wellenlängenverschiebung in pm) veranschaulichen, der durch die Entfernung zwischen dem Interrogator und dem Sensor für die verschiedenen Geräte und Optionen verursacht wird.

Interrogator		MXFS SI		MXFS DI	
		Niedrige Geschwindigkeit	Hohe Geschwindigkeit	Niedrige Geschwindigkeit	Hohe Geschwindigkeit
Sweep-Geschwindigkeit (S/s)		1	10	100	2000
Entfernung (m)	10	-0,01	-0,11	-1,11	-29,80
	50	-0,06	-0,56	-5,56	-148,98
	100	-0,11	-1,12	-11,11	-297,96
	150	-0,17	-1,69	-16,67	-446,95
	200	-0,22	-2,25	-22,22	-595,93
	500	-0,56	-5,62	-55,55	-1489,62
	1000	-1,12	-11,24	-111,11	-2979,64
	1500	-1,69	-16,86	-166,66	-4469,45
	2000	-2,25	-22,47	-222,21	-5959,27
	5000	-5,62	-56,19	-555,53	-14898,18

Tab. 3.2 Verschiebung der Wellenlänge (pm)

Entfernungskompensation

Die Entfernungskompensation wird für Messungen mit optischen Sensoren empfohlen, bei denen die beiden nachstehenden Bedingungen zutreffen:

- Das Paar Entfernung/Erfassungsrate verursacht einen Fehler, der größer ist als die „Messgenauigkeit“ des Interrogators;
- Die Messung beruht auf einer Messung der absoluten Wellenlänge, die zum Beispiel für Temperatur zutreffend ist. Sensoren, deren Messungen entweder auf einer Änderung der Wellenlänge eines Referenzwerts oder auf zwei sehr nahe beieinander liegenden Faser-Bragg-Gittern beruhen, benötigen keine Kompensation des Wellenlängenmessfehlers, da er durch die Berechnung der Differenz aufgehoben wird.

Die physische Feststellung der Verkabelungsdistanz zwischen dem Interrogator und dem Sensor kann manchmal schwierig sein. Doch diese Entfernung kann einfach berechnet werden, indem eine Messung mit dem Sensor beispielsweise mit zwei verschiedenen Erfassungsraten durchgeführt wird.

Berechnung der Entfernung mit zwei verschiedenen Erfassungsraten bei Erfassung mit demselben Sensor

$$d = \frac{\lambda_{\text{RepRate1}} - \lambda_{\text{RepRate2}}}{\frac{\text{RepRate1}}{\text{DutyCycle1}} - \frac{\text{RepRate2}}{\text{DutyCycle2}}} \cdot \frac{\text{SweepDirection} \cdot c}{2 \cdot n \cdot \text{FullRange}}$$

Mit:

d gleich der Entfernung (in m) zwischen dem Sensor und dem Interrogator;

$\lambda_{\text{RepRate1}}$ gleich der bei einer Erfassungsrates RepRate1 (in Hz) gemessenen Sensor-Wellenlänge (in mm);

$\lambda_{\text{RepRate2}}$ gleich der bei einer Erfassungsrates RepRate2 (in Hz) gemessenen Sensor-Wellenlänge (in mm);

SweepDirection ist das Signal der Sweep-Richtung: 1 für den Sweep von der niedrigsten zur höchsten Wellenlänge und -1 für den Sweep von der höchsten zur niedrigsten Wellenlänge (-1 bei MXFS-Interrogatoren);

DutyCycle1 ist die Konstante für den Erfassungsperiode, die RepRate1 nutzt;

DutyCycle2 ist die Konstante für den Erfassungsperiode, die RepRate2 nutzt;

c gleich der Lichtgeschwindigkeit (3×10^8 m/s);

n gleich dem Brechungsindex der Faser (1,446 für Standardfaser SMF28);

FullRange gleich der Länge des Bereichs der gemessenen Wellenlängen (102 nm für BraggMETER-Interrogatoren);

Für das MXFS kann die Berechnung der Entfernung mit den zwei Geschwindigkeitsmodi durchgeführt werden. Nachstehend ist ein Beispiel zur Berechnung der Entfernung mittels MXFS DI.

Berechnung der Entfernung mit den zwei Geschwindigkeitsmodi

$$d = \frac{\lambda_{2000 \text{ S/s}} - \lambda_{100 \text{ S/s}}}{\frac{2000}{0.66} - \frac{100}{0.885}} \cdot \frac{\text{SweepDirection} \cdot c}{2 \cdot n \cdot \text{FullRange}}$$

$$= \frac{\lambda_{2000 \text{ S/s}} - \lambda_{100 \text{ S/s}}}{3030.30 - 112.99} \cdot \frac{-1 \cdot 3 \cdot 10^8}{2 \cdot 1.446 \cdot 102} = (\lambda_{2000 \text{ S/s}} - \lambda_{100 \text{ S/s}}) \cdot -348.61$$

Mit:

d gleich der Entfernung (in m) zwischen dem Sensor und dem Interrogator;

$\lambda_{100 \text{ S/s}}$ gleich der bei niedriger Erfassungsgeschwindigkeit (100 S/s) gemessenen Sensor-Wellenlänge;

$\lambda_{2000 \text{ S/s}}$ gleich der bei hoher Erfassungsgeschwindigkeit (2000 S/s) gemessenen Sensor-Wellenlänge;

Mit der korrekt berechneten Entfernung kann der systematische Fehler bei der Wellenlängenmessung bestimmt und bei der Berechnung des Sensors berücksichtigt werden.



Tipp

Verwenden Sie in *catman* einen Berechnungskanal für die Ermittlung der Entfernungskorrektur.

3.8.3 Filter

Wie jedes andere QuantumX-Modul unterstützt auch das MXFS Tiefpassfilterung. Verfügbare Filter sind Bessel, Butterworth, lineare Phase.

Weitere Einzelheiten dazu finden Sie in *Abschnitt 5.2.1.2 „Abtastrate und Filter“*, Seite 77.

3.9 Behebung von Problemen bei der Messung

3.9.1 Verschmutzter Anschluss

Es ist sehr wichtig, dass die Anschlüsse vor dem Verbinden gereinigt werden. Sonst können sich Staub und Feuchtigkeit in den optischen Kupplungen des Interrogators ansammeln und die Messungen beeinträchtigen. In *Abb. 3.28* wird ein vergrößertes Bild eines Anschlusses dargestellt. Der dunkelgraue Kreis entspricht dem Mantel der Faser und der kleine hellgraue Kreis dem Kern der Faser. Ein Bild zeigt einen sauberen Anschluss und ein Bild zeigt einen verschmutzten Anschluss.

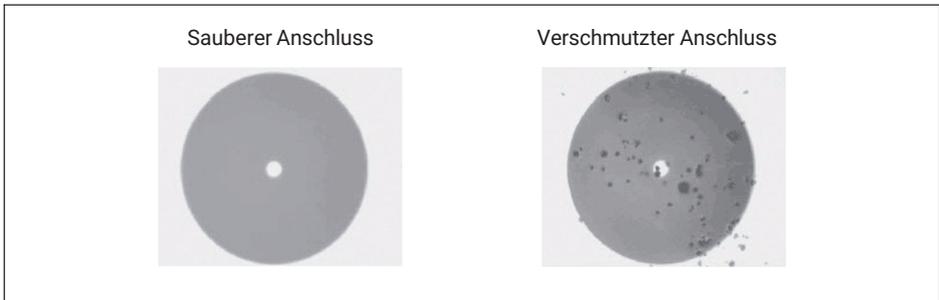


Abb. 3.28 Vergrößerte Ansicht eines sauberen und eines verschmutzten Anschlusses

Die häufigste Auswirkung von Schmutz an den Anschlüssen besteht darin, dass eine große Menge an breitbandigem Licht an dem Anschluss in beide Richtungen reflektiert wird, wodurch der Dynamikbereich für Messungen kleiner wird.

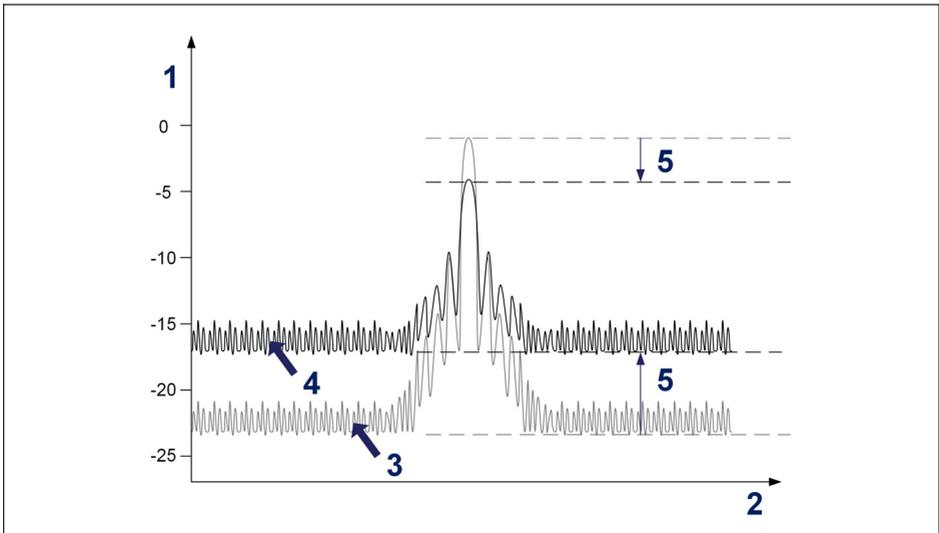


Abb. 3.29 Auswirkung eines verschmutzten Anschlusses auf das Signal

- 1 Leistung in dBm;
- 2 Wellenlänge in nm;
- 3 Spektrum des sauberen Anschlusses;
- 4 Spektrum des verschmutzten Anschlusses;
- 5 Verkleinerung des Dynamikbereichs.

Reinigen Sie die optische Kupplung des Interrogators mit einem geeigneten Baumwollstäbchen, das in Isopropylalkohol getränkt wurde (auf dem Markt sind verschiedene Reinigungsstäbchen erhältlich, beispielsweise für Telekommunikationsfasern). Führen Sie es in die optische Kupplung ein, wie in Abb. 3.30 gezeigt, und drehen Sie es immer in die gleiche Richtung.



Abb. 3.30 Reinigen der Anschlusskupplung des Interrogators

3.9.2 Gebrochener Anschluss

Es kann auch vorkommen, dass die Hülse in der Kupplung des Interrogators bricht. Wenn ein optischer Anschluss eingesteckt wird, kann er in diesem Fall nicht korrekt ausgerichtet werden und die Messungen werden beeinträchtigt. Eine gebrochene Hülse sieht so aus wie in Abb. 3.31.

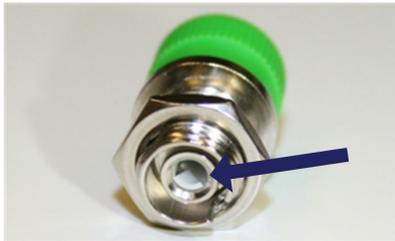


Abb. 3.31 Gebrochener Anschluss

Wenden Sie sich zur Lösung dieses Problems an HBK FiberSensing.

3.9.3 Vorübergehende Overflows bei Messungen

Das MXFS muss während des Betriebs möglicherweise einige interne Parameter nachjustieren. Während dieses Vorgangs wiederholt das Gerät eine Messung für alle Sensoren in allen Kanälen. Die Wahrscheinlichkeit, dass dies eintritt, erhöht sich bei großen Temperaturschwankungen und höheren Abtastraten. Dauert das Einstellen zufällig länger als ein Testlauf, so ist der ausgegebene Messwert ein Overflow.



Tipp

Um eine Verwechslung dieses Ereignisses (Overflow) mit einer plötzlichen Änderung des Messsignals zu vermeiden, die falsche Alarme auslösen kann, wenn in catman z. B. Alarme bei Schwellwertüber-/unterschreitung eingestellt wurden, empfiehlt es sich, beim Definieren der Alarme eine Wartezeit festzulegen. Ausführlichere Informationen zu Alarmen und Wartezeiten in catman sind der Bedienungsanleitung zu catman [A05567](#) (verfügbar auf der Website) - Kapitel 4.15.2 „Verfügbare Grenzwert-/Ereignistypen und -bedingungen“ - zu entnehmen.

MXFS wird wie die übrigen Module der QuantumX-Familie mit der Anwendung MX-Assistent ausgeführt.

In diesem Kapitel finden Sie eine Kurzanleitung für die Arbeit mit dem QuantumX MX-Assistenten und einem QuantumX MXFS BraggMETER-Modul. Diese Kurzanleitung befasst sich mit den einzelnen Menüs des MX-Assistenten für das optische Modul zusammen mit einer kurzen Erklärung. Vollständige Informationen zum MX-Assistenten finden Sie in den Hilfedokumenten der Anwendung.

4.1 MX-Assistent-Paket

Das MX-Assistent-Paket ist ein moderner und kostenloser Geräte- oder Systemassistent, mit dem der Kunde verschiedene Aktionen und Konfigurationen ausführen kann. Das Paket ist für alle Module der QuantumX-Familie verfügbar und ermöglicht unterschiedliche Konfigurationen und Funktionen für jedes Modul.

► Das neueste MX-Assistent-Paket können Sie von der HBK-Website [hier](#) herunterladen.

System Software for QuantumX & SomatXR				
Title	Description	Date	Version	Related Documents
HBM Device Manager	The HBM Device Manager is a service tool to scan the network for available HBM devices.	12/2019	2.0	Release Notes
QuantumX / SomatXR System Package	Hint: Please unzip the package and then execute "start.exe" to install: <ul style="list-style-type: none">• MX Assistant• HBM Device Manager• All manuals, datasheets, step files, online help files, leaflets, etc.	07/2023	4.14.1	Release Notes EN Release Notes DE

Abb. 4.1 Das MX-Assistent-Paket steht zum Download auf der Website von HBK zur Verfügung.

4.2 Gerät anschließen

Nach dem Herunterladen und der Installation des MX-Assistent-Paket von der HBK-Website führt MX-Assistent einen Scan zur Suche nach Modulen im Netzwerk durch.

► Zu **File** (Datei) gehen und auf **Find Modules** (Nach Modulen suchen) klicken.

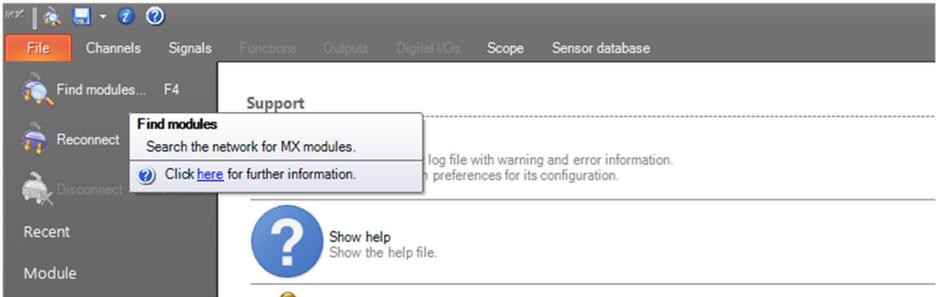


Abb. 4.2 Das MX-Assistent-Paket steht zum Download auf der Website von HBK zur Verfügung.

Es erscheint eine Liste mit Modulen.

► Wählen Sie das/die MXFS-Modul(e) aus und klicken Sie auf **OK**.



Tipp

Zur Identifikation des korrekten Moduls kann die LED des Moduls zum Blinken gebracht werden.

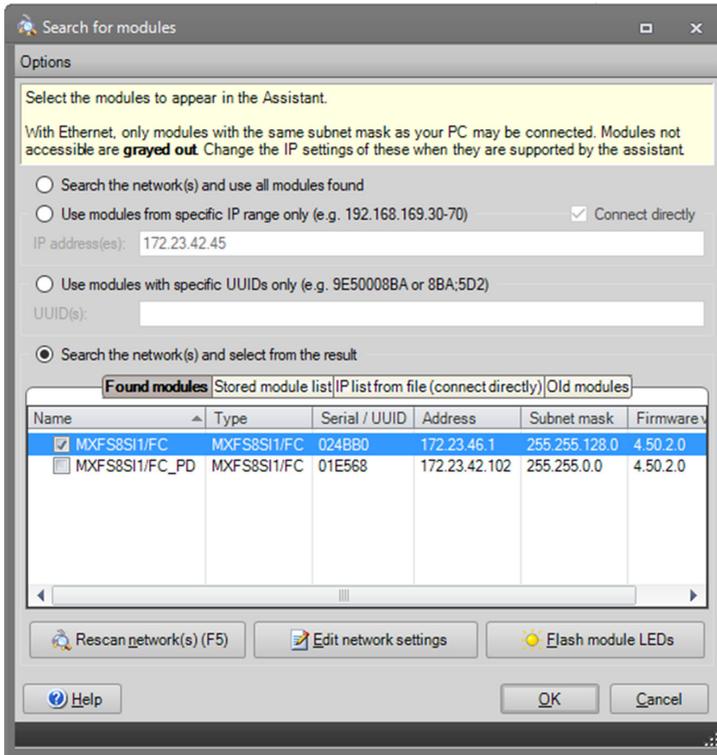


Abb. 4.3 Modul(e) identifizieren und auswählen.

Nach der Auswahl des QuantumX-Moduls erscheint eine Liste mit allen bestehenden Kanälen. Beim MXFS DI liegt die maximale Anzahl der Kanäle bei 128 (16 Kanäle je optischer Anschluss), beim MXFS SI liegt die maximale Anzahl der Kanäle bei 512 (64 Kanäle je optischer Anschluss). Es werden nur Kanäle mit einer vollständigen Beschreibung angezeigt, die aktiv sind.

Path	Type	Signal name	Sensor description	Input setting	Output unit	Signal value
1.1 MXPFSB1FC (024800)	Optical	Chan 1 Chan 01	Optical wavelegth: Relative	off	nm	1.000000
1.2 MXPFSB1FC (024800)	Optical	Chan 1 Chan 02	Optical wavelegth: Relative	off	nm	1.000000
1.3 MXPFSB1FC (024800)	Optical	Chan 1 Chan 03	Optical wavelegth: Relative	off	nm	1.000000
1.4 MXPFSB1FC (024800)	Optical	Chan 1 Chan 04	Optical wavelegth: Relative	off	nm	1.000000
1.5 MXPFSB1FC (024800)	Optical	Chan 1 Chan 05	Optical wavelegth: Relative	off	nm	1.000000
1.6 MXPFSB1FC (024800)	Optical	Chan 1 Chan 06	Optical wavelegth: Relative	off	nm	1.000000
1.7 MXPFSB1FC (024800)	Optical	Chan 1 Chan 07	Optical wavelegth: Relative	off	nm	1.000000
1.8 MXPFSB1FC (024800)	Optical	Chan 1 Chan 08	Optical wavelegth: Relative	off	nm	1.000000
1.9 MXPFSB1FC (024800)	Optical	Chan 1 Chan 09	Optical wavelegth: Relative	off	nm	1.000000
1.10 MXPFSB1FC (024800)	Optical	Chan 1 Chan 10	Optical wavelegth: Relative	off	nm	1.000000
1.11 MXPFSB1FC (024800)	Optical	Chan 1 Chan 11	Optical wavelegth: Relative	off	nm	1.000000
1.12 MXPFSB1FC (024800)	Optical	Chan 1 Chan 12	Optical wavelegth: Relative	off	nm	1.000000
1.13 MXPFSB1FC (024800)	Optical	Chan 1 Chan 13	Optical wavelegth: Relative	off	nm	1.000000
1.14 MXPFSB1FC (024800)	Optical	Chan 1 Chan 14	Optical wavelegth: Relative	off	nm	1.000000
1.15 MXPFSB1FC (024800)	Optical	Chan 1 Chan 15	Optical wavelegth: Relative	off	nm	1.000000
1.16 MXPFSB1FC (024800)	Optical	Chan 1 Chan 16	Optical wavelegth: Relative	off	nm	1.000000
1.17 MXPFSB1FC (024800)	Optical	Chan 1 Chan 17	Optical wavelegth: Relative	off	nm	1.000000
1.18 MXPFSB1FC (024800)	Optical	Chan 1 Chan 18	Optical wavelegth: Relative	off	nm	1.000000
1.19 MXPFSB1FC (024800)	Optical	Chan 1 Chan 19	Optical wavelegth: Relative	off	nm	1.000000
1.20 MXPFSB1FC (024800)	Optical	Chan 1 Chan 20	Optical wavelegth: Relative	off	nm	1.000000
1.21 MXPFSB1FC (024800)	Optical	Chan 1 Chan 21	Optical wavelegth: Relative	off	nm	1.000000
1.22 MXPFSB1FC (024800)	Optical	Chan 1 Chan 22	Optical wavelegth: Relative	off	nm	1.000000
1.23 MXPFSB1FC (024800)	Optical	Chan 1 Chan 23	Optical wavelegth: Relative	off	nm	1.000000
1.24 MXPFSB1FC (024800)	Optical	Chan 1 Chan 24	Optical wavelegth: Relative	off	nm	1.000000
1.25 MXPFSB1FC (024800)	Optical	Chan 1 Chan 25	Optical wavelegth: Relative	off	nm	1.000000
1.26 MXPFSB1FC (024800)	Optical	Chan 1 Chan 26	Optical wavelegth: Relative	off	nm	1.000000
1.27 MXPFSB1FC (024800)	Optical	Chan 1 Chan 27	Optical wavelegth: Relative	off	nm	1.000000
1.28 MXPFSB1FC (024800)	Optical	Chan 1 Chan 28	Optical wavelegth: Relative	off	nm	1.000000
1.29 MXPFSB1FC (024800)	Optical	Chan 1 Chan 29	Optical wavelegth: Relative	off	nm	1.000000
1.30 MXPFSB1FC (024800)	Optical	Chan 1 Chan 30	Optical wavelegth: Relative	off	nm	1.000000
1.31 MXPFSB1FC (024800)	Optical	Chan 1 Chan 31	Optical wavelegth: Relative	off	nm	1.000000
1.32 MXPFSB1FC (024800)	Optical	Chan 1 Chan 32	Optical wavelegth: Relative	off	nm	1.000000
1.33 MXPFSB1FC (024800)	Optical	Chan 1 Chan 33	Optical wavelegth: Relative	off	nm	1.000000
1.34 MXPFSB1FC (024800)	Optical	Chan 1 Chan 34	Optical wavelegth: Relative	off	nm	1.000000
1.35 MXPFSB1FC (024800)	Optical	Chan 1 Chan 35	Optical wavelegth: Relative	off	nm	1.000000
1.36 MXPFSB1FC (024800)	Optical	Chan 1 Chan 36	Optical wavelegth: Relative	off	nm	1.000000
1.37 MXPFSB1FC (024800)	Optical	Chan 1 Chan 37	Optical wavelegth: Relative	off	nm	1.000000
1.38 MXPFSB1FC (024800)	Optical	Chan 1 Chan 38	Optical wavelegth: Relative	off	nm	1.000000
1.39 MXPFSB1FC (024800)	Optical	Chan 1 Chan 39	Optical wavelegth: Relative	off	nm	1.000000
1.40 MXPFSB1FC (024800)	Optical	Chan 1 Chan 40	Optical wavelegth: Relative	off	nm	1.000000
1.41 MXPFSB1FC (024800)	Optical	Chan 1 Chan 41	Optical wavelegth: Relative	off	nm	1.000000

Abb. 4.4 Typische Kanalliste eines MXFS SI



Tipp

Ein aktiver Kanal ist ein Kanal, der mit einem Erkennungsband (Mindest- und maximale Wellenlängen) und einer Referenzwellenlänge konfiguriert ist.

Es ist möglich, die aktiven Kanäle (erneut) zu konfigurieren.

4.2.1 Automatische Erkennung



Wichtig

MX-Assistent verfügt nicht über die Visualisierung des optischen Spektrums der einzelnen MXFS-Anschlüsse. Für eine erste Übersicht und Aufzeichnung des optischen Spektrums an jedem Modulanschluss empfehlen wir die Verwendung der catman®Easy-Lizenz, die zusammen mit dem optischen Modul geliefert wird.

Eine automatische Konfiguration der Kanäle ist möglich, wenn das Modul alle angeschlossenen Kanäle erkennt. Bei der automatischen Erkennung werden alle Kanäle als ein optischer Sensor (mit relativer Wellenlänge als Ausgabe) definiert.

- ▶ Klicken Sie auf die Schaltfläche **Optical** (Optisch) im Hauptmenü.
- ▶ Konfigurieren Sie den gewünschten Schwellenwert (3 dB ist ein typischer Wert für MXFS DI und 10 dB ist ein typischer Wert für MXFS SI) sowie die Bandbreite (5 nm ist ein typischer Wert)

- Klicken Sie auf **Auto-detect optical channels...** (Automatische Erkennung optischer Kanäle...).

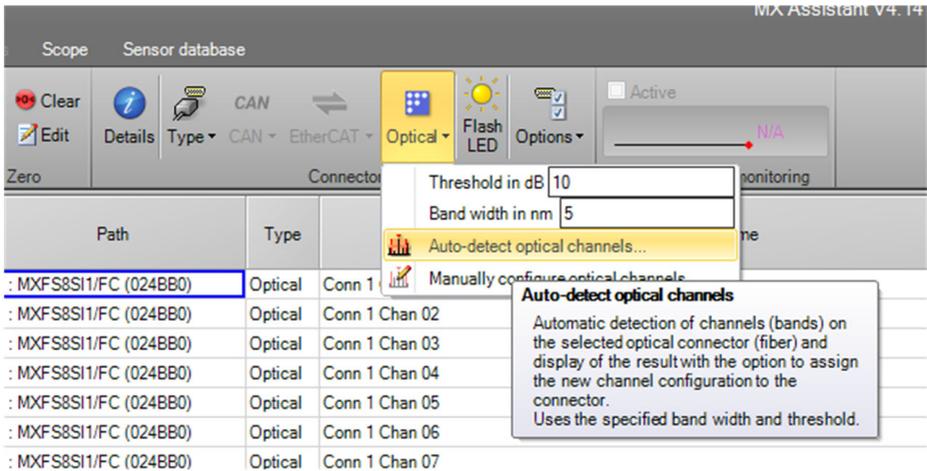


Abb. 4.5 Automatische Erkennung optischer Kanäle



Tipp

Die Bandbreite entspricht der Differenz zwischen der maximalen Wellenlänge des Bands und der minimalen Wellenlänge des Bands. Sie muss so festgelegt werden, dass sie dem erwarteten Wellenlängenbereich während des Sensorbetriebs entspricht, um Overflow-Werte zu vermeiden. Bitte beachten Sie Abschnitt 3.7.1.3 Kanäle, für Informationen zur Definition von Bändern.

Ein Popup-Fenster weist auf die Kanalkonfiguration hin, die mittels der automatischen Erkennungsfunktion ermittelt wurde.

- Klicken Sie auf **Yes** (Ja), um die Erkennung zu validieren.

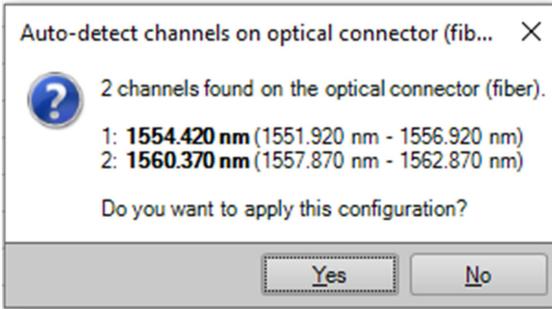


Abb. 4.6 Automatische Erkennung optischer Kanäle

Der Ausgabewert ist eine gültige Messung, wenn der Sensor innerhalb seiner Erkennungsbandgrenzwerte erkannt wird. Ist kein Sensor innerhalb der definierten Grenzwerte, handelt es sich beim Ausgabewert um einen Overflow.

4.2.2 Manuelle Definition von Kanälen

Die Grenze der Wellenlänge (Minimum und Maximum) sowie die Vergleichswellenlänge können in einer Tabelle von Hand eingegeben werden.

- ▶ Klicken Sie auf die Schaltfläche **Optical** (Optisch) im Hauptmenü.
- ▶ Klicken Sie auf **Manually configure optical channels...** (Manuelle Konfiguration optischer Kanäle...).

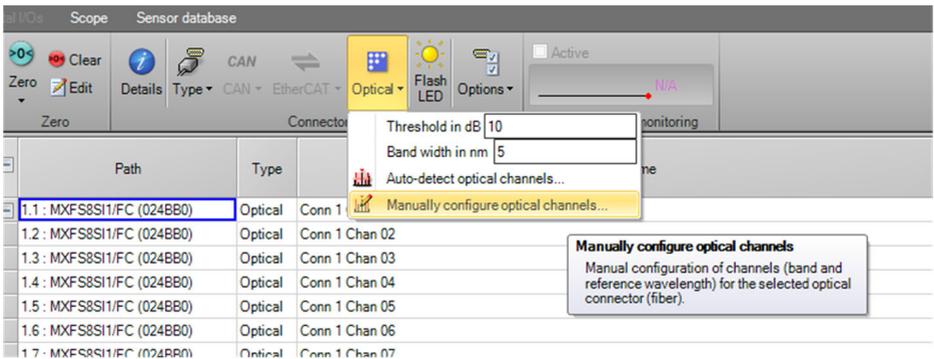


Abb. 4.7 Manuelle Konfiguration optischer Kanäle

Eine Konfigurationstabelle erscheint mit allen bestehenden Kanalpositionen des Geräts.

Edit optical channels »0248B0.1«

Configure the optical channels by setting their detection range and reference wavelength.
 Setting a *reference wavelength* value to 0 will **deactivate** the channel, but the value will not be set in the module.
 Conversely, if a *reference wavelength* is changed to other than 0, that channel will be **activated**.

Channel	Signal name	Sensor setting	Active	Detection range in nm		Reference wavelength in nm
				Low	High	
1 Conn 1 Chan 01		Optical wavelength; Relative	<input checked="" type="checkbox"/>	1551.9200	1556.9200	1554.4200
2 Conn 1 Chan 02		Optical wavelength; Relative	<input checked="" type="checkbox"/>	1557.8700	1562.8700	1560.3700
3 Conn 1 Chan 03		N/A	<input type="checkbox"/>	0.0000	0.0000	0.0000
4 Conn 1 Chan 04		N/A	<input type="checkbox"/>	0.0000	0.0000	0.0000
5 Conn 1 Chan 05		N/A	<input type="checkbox"/>	0.0000	0.0000	0.0000
6 Conn 1 Chan 06		N/A	<input type="checkbox"/>	0.0000	0.0000	0.0000
7 Conn 1 Chan 07		N/A	<input type="checkbox"/>	0.0000	0.0000	0.0000
8 Conn 1 Chan 08		N/A	<input type="checkbox"/>	0.0000	0.0000	0.0000
9 Conn 1 Chan 09		N/A	<input type="checkbox"/>	0.0000	0.0000	0.0000
10 Conn 1 Chan 10		N/A	<input type="checkbox"/>	0.0000	0.0000	0.0000
11 Conn 1 Chan 11		N/A	<input type="checkbox"/>	0.0000	0.0000	0.0000
12 Conn 1 Chan 12		N/A	<input type="checkbox"/>	0.0000	0.0000	0.0000
13 Conn 1 Chan 13		N/A	<input type="checkbox"/>	0.0000	0.0000	0.0000
14 Conn 1 Chan 14		N/A	<input type="checkbox"/>	0.0000	0.0000	0.0000
15 Conn 1 Chan 15		N/A	<input type="checkbox"/>	0.0000	0.0000	0.0000
16 Conn 1 Chan 16		N/A	<input type="checkbox"/>	0.0000	0.0000	0.0000
17 Conn 1 Chan 17		N/A	<input type="checkbox"/>	0.0000	0.0000	0.0000
18 Conn 1 Chan 18		N/A	<input type="checkbox"/>	0.0000	0.0000	0.0000
19 Conn 1 Chan 19		N/A	<input type="checkbox"/>	0.0000	0.0000	0.0000
20 Conn 1 Chan 20		N/A	<input type="checkbox"/>	0.0000	0.0000	0.0000
21 Conn 1 Chan 21		N/A	<input type="checkbox"/>	0.0000	0.0000	0.0000

OK Cancel

Abb. 4.8 Tabelle zur Kanalkonfiguration der optischen Kanäle

- ▶ Füllen Sie die gewünschten Werte für Maximum, Minimum und die Vergleichswellenlänge für den Kanal aus.
- ▶ Achten Sie darauf, dass aktive Kanäle in der Spalte **Active** (Aktiv) ausgewählt sind.

4.3 Modulkonfiguration

Auf der linken Fensterseite von MX-Assistent werden die Informationen zu den angeschlossenen Modulen angezeigt.

- ▶ Rechtsklick auf dem gewünschten MXFS-Modul ausführen

Ein neues Menü mit verschiedenen Aktionen und Optionen erscheint:

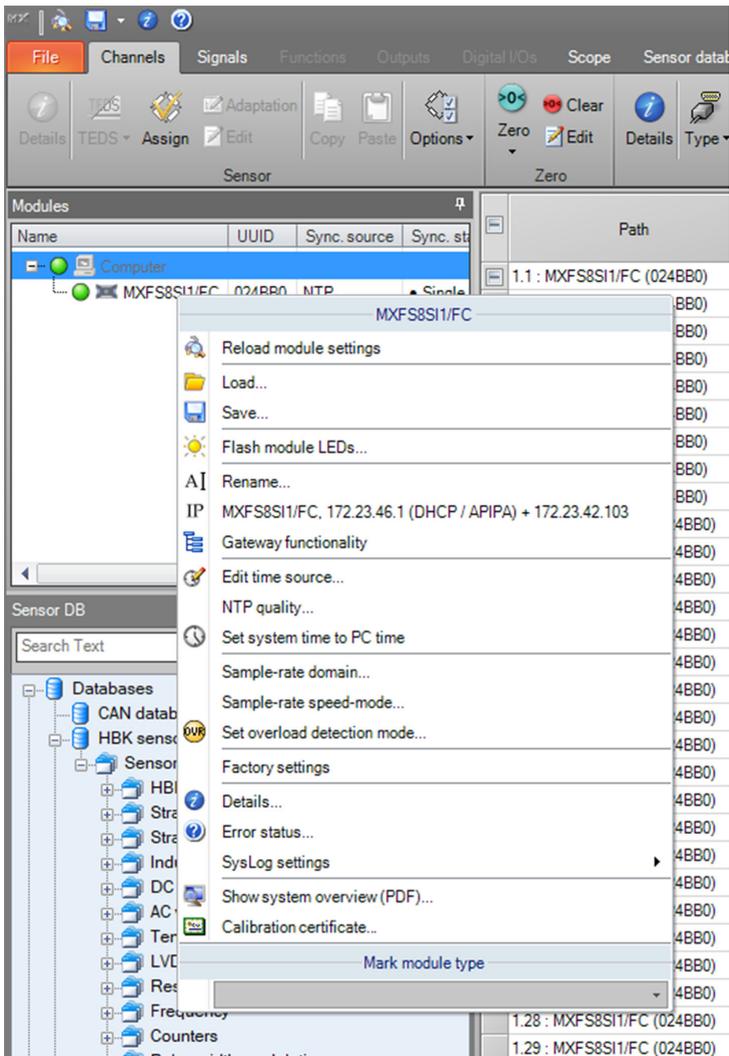


Abb. 4.9 Menü zur MXFS-Modulkonfiguration

4.3.1 Allgemeine Funktionen

Die wichtigsten Funktionen entsprechen den Funktionen anderer QuantumX-Module, wie beispielsweise Moduleinstellungen neu laden, speichern/bearbeiten, Modul-LED blinken lassen, Kalibrierzertifikate usw.

4.3.2 Synchronisation

Der Synchronlauf zwischen Modulen (wenn mehr als ein Modul einbezogen wird) kann über die Funktion **Edit time source function** (Zeitquelle bearbeiten) festgelegt werden. Dies wird über Firewire automatisch durchgeführt, NTP und PTP ist jedoch auch möglich. Bei anderen Optionen müssen verschiedene QuantumX-Module ihren MXFS-Geräten zugeordnet werden.

► Wählen Sie **Edit time source** (Zeitquelle bearbeiten) aus.

Es erscheint ein Menüfenster.

► Wählen Sie die Synchronisationsmethode aus.

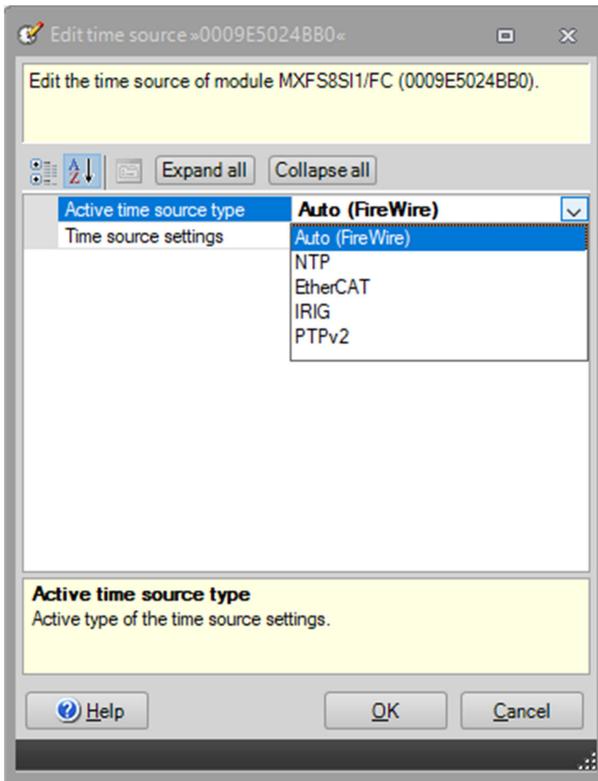


Abb. 4.10 Bearbeiten Sie die Zeitquelle.

4.3.3 Erfassungsraten

Die Messratendomäne bei MXFS-Interrogatoren ist fest und als Dezimale festgelegt.

Bei den MXFS DI und SI-Modulen gibt es zwei verschiedene Sweep-Geschwindigkeiten:

- MXFS DI: 2.000 S/s (Highspeed-Modus ein) und 100 S/s (Highspeed-Modus aus)

- MXFS SI: 10 S/s (Highspeed-Modus ein) und 1 S/s (Highspeed-Modus aus)
- Wählen Sie den erforderlichen Geschwindigkeitsmodus aus und klicken Sie auf **OK**.



Tip

Trotz der Sweep-Geschwindigkeit können Filter und Verringerung der Abtastrate (Down-sampling) auf die Datenerfassung angewendet werden.

Durch diese Änderung wird der neue Geschwindigkeitsmodus für alle ausgewählten Modulkonäle aktualisiert. Zudem wird ein Neustart des Moduls erzwungen, bevor ein Messprojekt gestartet wird.

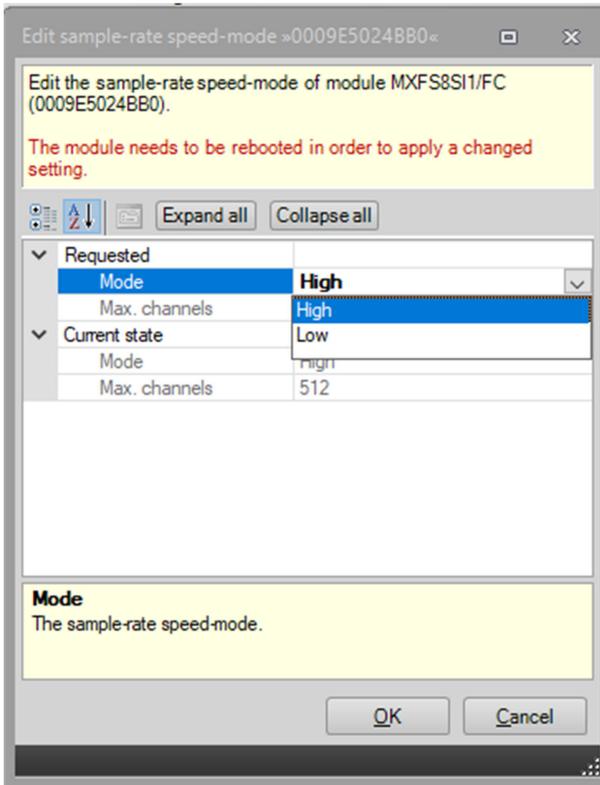


Abb. 4.11 Geschwindigkeitsmodus der Abtastrate im Detail.

Erfassungsrate und Filter können für jeden aktiven Kanal individuell festgelegt werden.

- ▶ Klicken Sie in der Hauptregisterkarte **Signals** (Signale) auf die drei Punkte rechts neben der Spalte **Filter and sample rate** (Filter und Abtastrate).
- ▶ Wählen Sie den gewünschten Filtertyp und die Abtastrate aus.

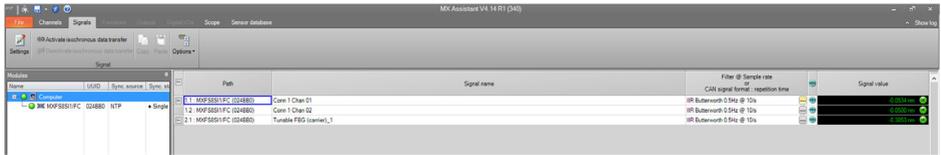


Abb. 4.12 Geschwindigkeitsmodus der Abtastrate im Detail.

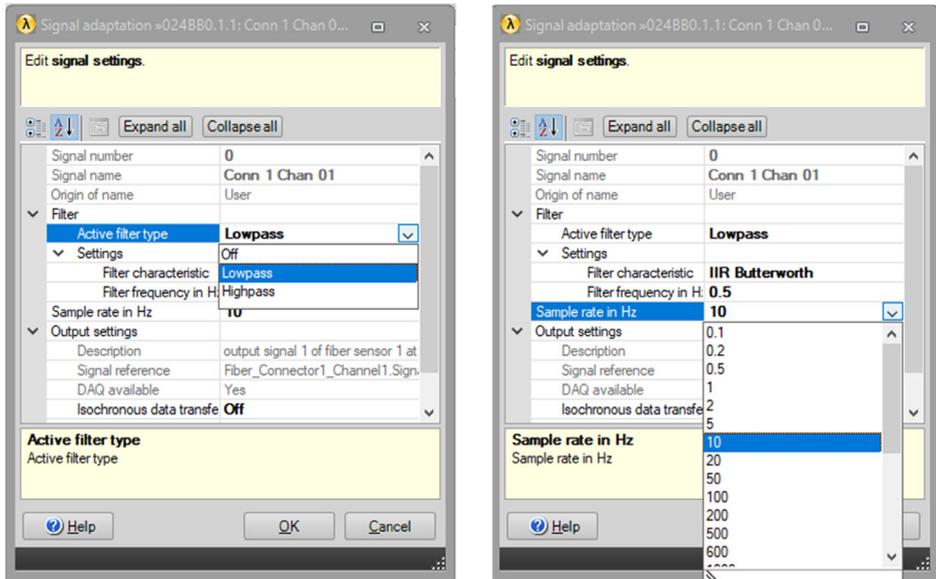


Abb. 4.13 Filter und Datenerfassungsrate definiert nach Kanal.

4.3.4 Werkseinstellung

Mit der Option **Factory settings** (Werkseinstellungen) wird die Konfiguration aller Kanäle zurückgesetzt, ohne dass die IP-Adresse des Moduls geändert wird.

- ▶ Klicken Sie auf die Option **Factory settings** (Werkseinstellungen) im Menü. Ein Dialogfenster, welches das ausgewählte Modul anzeigt, erscheint zur Bestätigung der Aktion.
- ▶ Klicken Sie auf **Yes** (Ja).

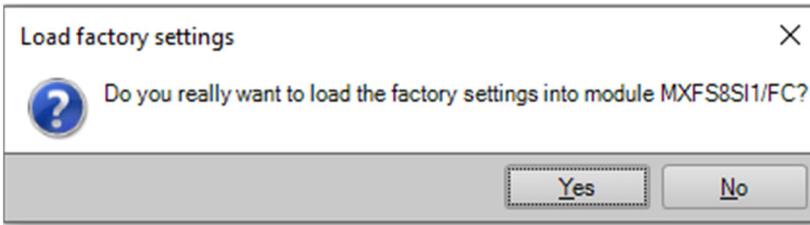


Abb. 4.14 Details zur Werkseinstellung.

4.3.5 Inaktive Kanäle ausblenden

Für eine übersichtlichere Darstellung können inaktive Kanäle aus der Hauptliste ausgeblendet werden.

- ▶ Klicken Sie in der Registerkarte **Channels** (Kanäle) auf **Options** (Optionen).
- ▶ Wählen Sie **Hide inactive channels** (Inaktive Kanäle ausblenden) aus.

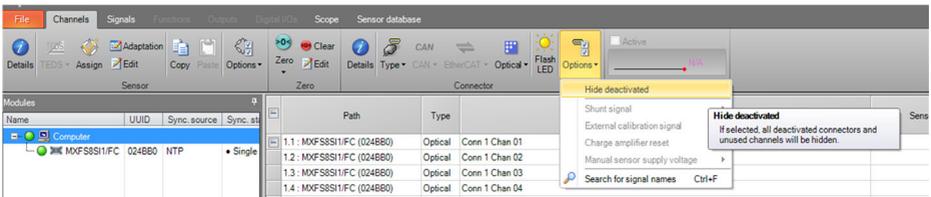


Abb. 4.15 Optionen für die Visualisierung.

4.3.6 Firmware-Update

Die Firmware der MXFS-Module kann über MX-Assistent aktualisiert werden.



Tipp

Aktualisieren Sie die Firmware-Version Ihres Moduls regelmäßig.

- In der Hauptregisterkarte **File** (Datei) die Option **Module** (Modul) auswählen
- Auf **Update module firmware...** (Modul-Firmware aktualisieren...) klicken und die Anweisungen befolgen.

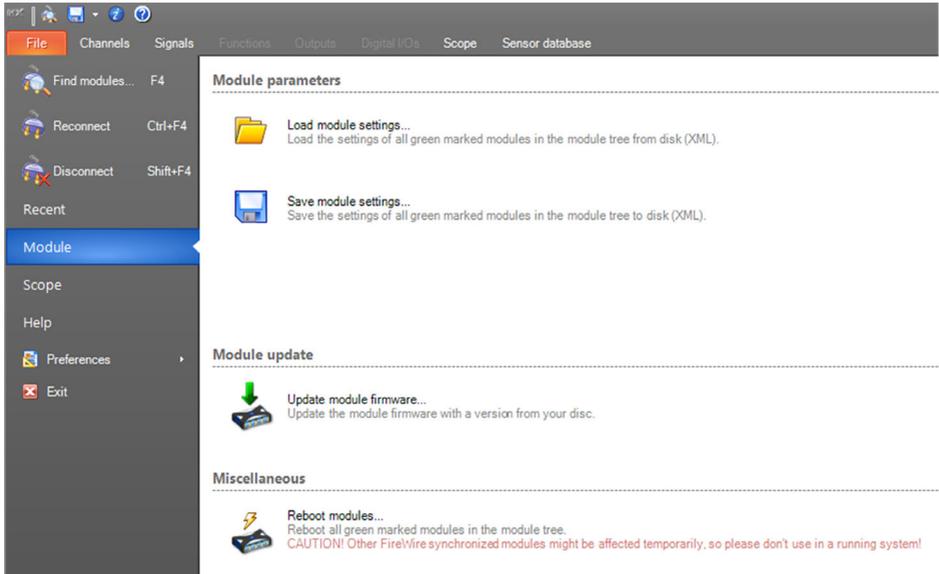


Abb. 4.16 Firmware mit MX-Assistent aktualisieren.

4.4 Kanalkonfiguration

4.4.1 Sensortypen

Die MXFS-Module können die Wellenlänge (absolut oder relativ), Dehnung (nicht temperaturgangangepasst), Temperatur und Beschleunigung direkt messen.

4.4.2 Sensortypen zuweisen

Eine Drag & Drop-Funktion ermöglicht die Konfiguration jedes Kanals mit dem richtigen Sensortyp. Die verschiedenen Sensortypen stehen in der Sensordatenbank zur Verfügung.

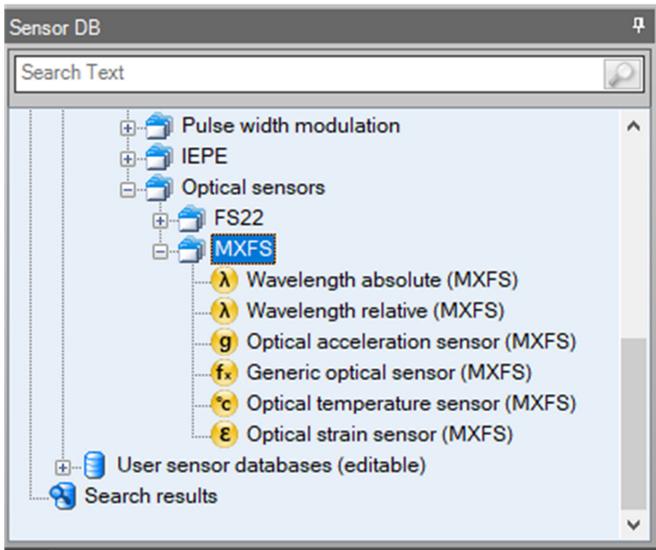


Abb. 4.17 Sensordatenbank

Zuweisung des korrekten Sensortyps an die verschiedenen Kanäle in der Kanalliste:

- ▶ Öffnen Sie **Optical sensors** (Optische Sensoren) in der Sensordatenbank (linke untere Bildschirmecke)
- ▶ Öffnen Sie den **MXFS**-Ordner
- ▶ Ziehen Sie den gewünschten Sensortyp und legen Sie ihn im rechten Kanal ab.



Wichtig

Verwenden Sie die individuellen Kalibrierungsparameter der einzelnen Sensoren gemäß ihres Datenblatts zur Kalibrierung oder Charakteristik.

1

⚠ Sensor adaptation »024BB0.1.1: Optical wavele...

Edit sensor adaptation, e.g. the **scaling**, for this channel only. Use the sensor database if you want to change the **scaling type** or other sensor parameters (not applicable for EtherCAT). Electrical values may be **measured**. The measurement value display shows the current physical reading (original scaling).

1554.3701 nm

Expand all Collapse all

Sensor type	
Settings	
Value type	Absolute
Scaling	
Active scaling type	Internal
Electrical unit	nm
Physical unit	nm
Physical unit (user)	nm

Sensor type
Sensor information

Help Update in database OK Cancel

2

⚠ Sensor adaptation »024BB0.1.1: Optical wavele...

Edit sensor adaptation, e.g. the **scaling**, for this channel only. Use the sensor database if you want to change the **scaling type** or other sensor parameters (not applicable for EtherCAT). Electrical values may be **measured**. The measurement value display shows the current physical reading (original scaling).

-0.0498 nm

Expand all Collapse all

Sensor type	
Settings	
Value type	Relative
Scaling	
Active scaling type	Internal
Electrical unit	nm
Physical unit	nm
Physical unit (user)	nm

Sensor type
Sensor information

Help Update in database OK Cancel

3

⚠ Sensor adaptation »024BB0.1.1: Optical strain«

Edit sensor adaptation, e.g. the **scaling**, for this channel only. Use the sensor database if you want to change the **scaling type** or other sensor parameters (not applicable for EtherCAT). Electrical values may be **measured**. The measurement value display shows the current physical reading (original scaling).

20.2132 μm/m

Expand all Collapse all

Sensor type	
Settings	
Gage factor	0.79
Scaling	
Active scaling type	Internal
Electrical unit	nm
Physical unit	μm/m
Physical unit (user)	μm/m

Sensor type
Sensor information

Help Update in database OK Cancel

4

⚠ Sensor adaptation »024BB0.1.1: Optical tempe...

Edit sensor adaptation, e.g. the **scaling**, for this channel only. Use the sensor database if you want to change the **scaling type** or other sensor parameters (not applicable for EtherCAT). Electrical values may be **measured**. The measurement value display shows the current physical reading (original scaling).

30.8234 °C

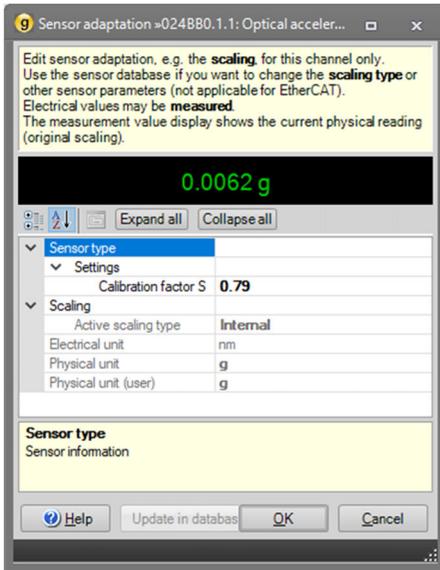
Expand all Collapse all

Sensor type	
Settings	
Calibration factor S0	30
Calibration factor S1	33.9
Calibration factor S2	-0.7
Calibration factor S3	1
Scaling	
Active scaling type	Internal
Electrical unit	nm

Sensor type
Sensor information

Help Update in database OK Cancel

5



6

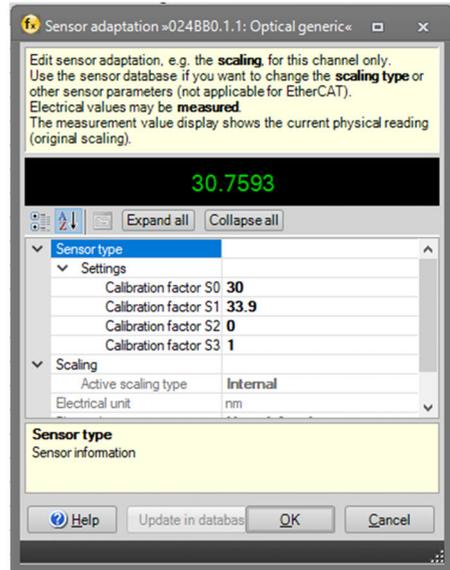


Abb. 4.18 Sensortypen und -konfiguration

- 1 Relative Wellenlänge
- 2 Absolute Wellenlänge
- 3 Dehnung (nicht temperaturgangangepasst)
- 4 Temperatur
- 5 Beschleunigung
- 6 Allgemeines (Polynom)

► Füllen Sie die relevanten Kalibrierungsparameter für jeden Sensortyp aus.



Wichtig

Die Vergleichswellenlänge für alle Kanäle lässt sich nicht über die Sensoranpassungsschnittstelle bearbeiten. Dies ist beispielsweise für absolute Temperaturmessungen relevant. Fahren Sie mit der manuellen Konfiguration des Referenzwellenlängenwerts fort, wie in Abschnitt 4.2.1 Manuelle Definition von Kanälen beschrieben.



Tipp

Der MX-Assistent unterstützt die Kombination von Messungen aus verschiedenen Kanälen in Echtzeit nicht. Für kombinierte Messungen aus verschiedenen Kanälen verwenden Sie die catman-Software. Das ist relevant für temperaturangepasste Dehnungsmessungen (z. B. unter Verwendung eines Temperatursignals), für FBG-basierte Dehnungssensoren, die zwei FBG-Dehnungssensoren zur Temperaturkompensation verwenden, für die Berechnung der Hauptspannung in Rosettenblätter usw.

4.4.3 Nullabgleich

Die Funktion zur Nullstellung des Sensors ist auch im Abschnitt **Channels** (Kanäle) verfügbar. Ein Nullabgleich kann sowohl automatisch als auch manuell festgelegt erfolgen.

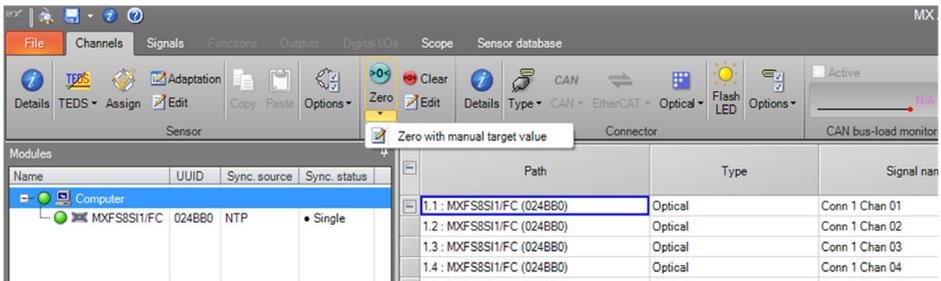


Abb. 4.19 Sensornullabgleich

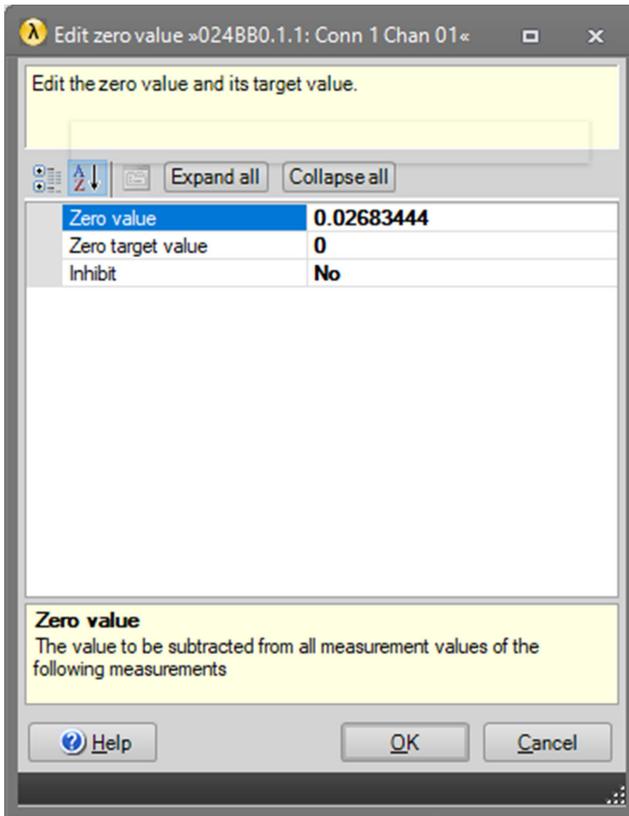


Abb. 4.20 Sensornullabgleich mit manueller Eingabe

4.5 Datenvisualisierung

MX-Assistent bietet eine grundlegende Datenvisualisierung, die innerhalb bestimmter Grenzwerte konfiguriert werden kann.

So lässt sich zum Beispiel die grafische Darstellung ändern (Achse, Farbe, Titel usw.). Es ist auch möglich, die Trigger-Werte für jede Messung festzulegen.

- ▶ Navigieren Sie zum **Scope**-Hauptmenü.
- ▶ Wählen Sie die zu zeichnenden Kanäle aus.

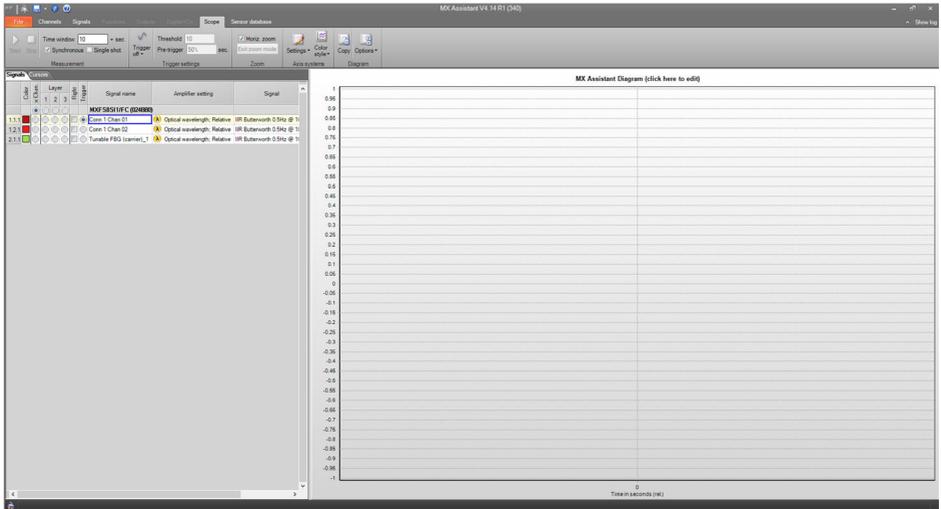


Abb. 4.21 Optionen für die Visualisierung im MX-Assistenten

5 DIE SOFTWARE catman

Zum Lieferumfang des MXFS gehört eine Lizenz für die Software catman Easy, die zum Konfigurieren des Geräts verwendet werden sollte.

Das MXFS ist mit den catman-Versionen 5.4.1 oder höher kompatibel.

5.1 Starten eines Projekts mit MXFS

- ▶ Starten Sie die Software catman.
- ▶ Wählen Sie im Startmenü die Option zum Festlegen des Gerätetyps für QuantumX/SomatXR.

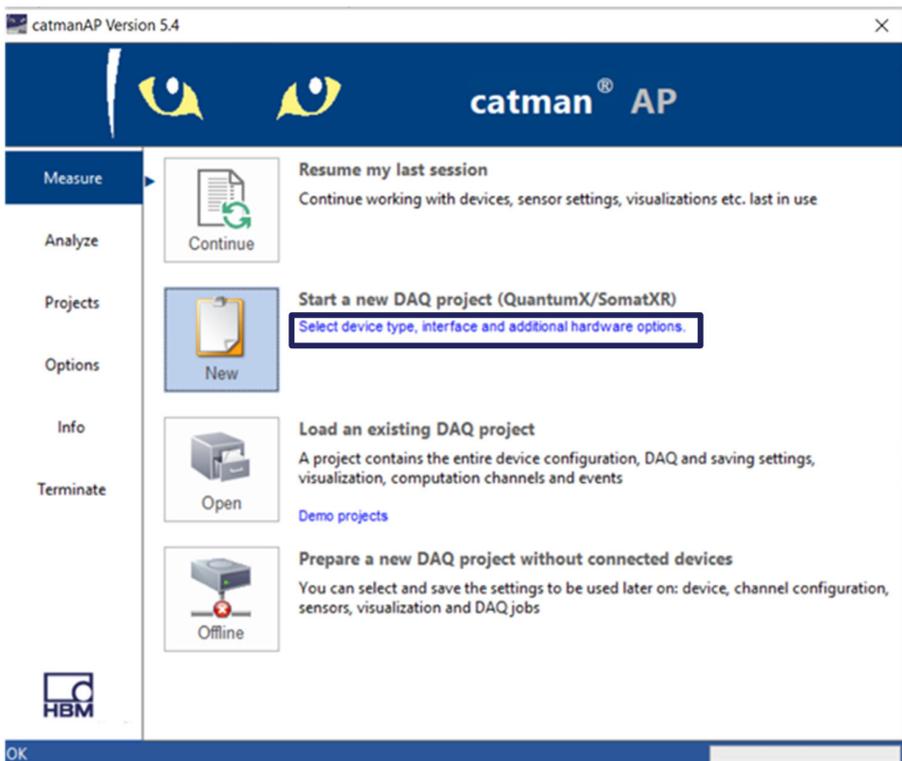


Abb. 5.1 Startmenü

- ▶ Wählen Sie als Gerätetyp QuantumX/SomatXR.
- ▶ Wählen Sie die Verbindungsmethode (**Search ports**; Schnittstellen durchsuchen).
- ▶ Wählen Sie das gewünschte Modul.

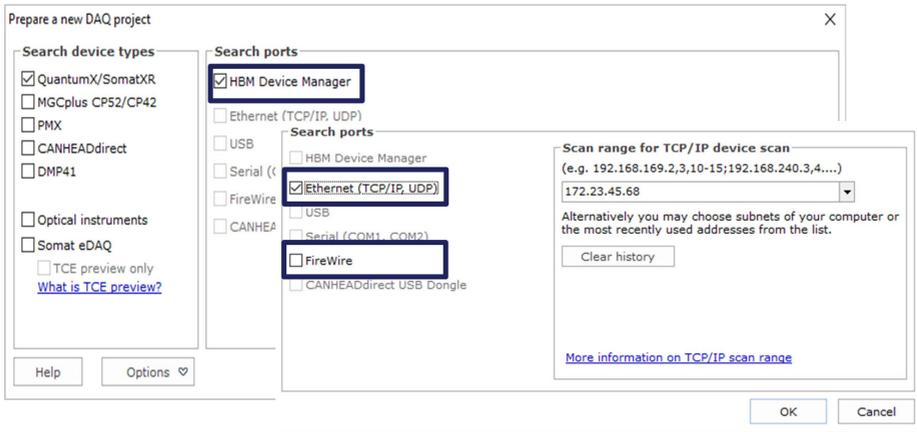


Abb. 5.2 Schnittstellen

► Starten Sie ein neues Messprojekt.



Information

Die Gateway-Funktion von MXFS wird in catman nicht unterstützt. Bitte schalten Sie sie mit MX-Assistent aus, bevor Sie das MXFS mit catman verwenden.

5.1.1 Firmware-Update

Achten Sie darauf, dass die neueste Firmware-Version verfügbar ist – siehe Abschnitt 3.5.5 "Firmware-Update", Seite 36 für Details.

► Starten Sie catman, scannen Sie das Netzwerk nach Modulen und führen das empfohlene Firmware-Update durch catman. Die Firmware ist im Paket von catman enthalten. Der Speicherort ist normalerweise: C:\Program Files\HBM\catman\Firmware\QuantumXB.

5.1.2 Synchronisation

Für das MXFS stehen verschiedene Synchronisationsmethoden zur Verfügung. Ausführlichere Informationen zu ihrer Einrichtung sind der Bedienungsanleitung zu catman ([A05567](#)) zu entnehmen.

5.2 catman-Projekt für MXFS

Wenn ein neues Projekt mit einem MXFS-Gerät gestartet wird, füllt catman zuerst die Kanalliste mit allen Kanälen von dem MXFS aus.

ID	Channel name	Reading	Sample rate/Freq	SensorFunction	Zero value
1	Test1				
5	Chan 1, Chan 01	50 Hz / 80 Hz(Auto)	50 Hz / 80 Hz(Auto)	Wavelength-rel	0.00000
6	Chan 1, Chan 02	50 Hz / 80 Hz(Auto)	50 Hz / 80 Hz(Auto)	Wavelength-rel	0.00000
7	Chan 1, Chan 03	50 Hz / 80 Hz(Auto)	50 Hz / 80 Hz(Auto)	Wavelength-rel	0.00000
8	Chan 1, Chan 04	50 Hz / 80 Hz(Auto)	50 Hz / 80 Hz(Auto)	Wavelength-rel	0.00000
9	Chan 1, Chan 05	50 Hz / 80 Hz(Auto)	50 Hz / 80 Hz(Auto)	Wavelength-rel	0.00000
10	Chan 1, Chan 06	50 Hz / 80 Hz(Auto)	50 Hz / 80 Hz(Auto)	Wavelength-rel	0.00000
11	Chan 1, Chan 07	50 Hz / 80 Hz(Auto)	50 Hz / 80 Hz(Auto)	Wavelength-rel	0.00000
12	Chan 1, Chan 08	50 Hz / 80 Hz(Auto)	50 Hz / 80 Hz(Auto)	Wavelength-rel	0.00000
13	Chan 1, Chan 09	50 Hz / 80 Hz(Auto)	50 Hz / 80 Hz(Auto)	Wavelength-rel	0.00000
14	Chan 1, Chan 10	50 Hz / 80 Hz	50 Hz / 80 Hz	Wavelength-rel	0.00000
15	Chan 1, Chan 11	50 Hz / 80 Hz	50 Hz / 80 Hz	Wavelength-rel	0.00000
16	Chan 1, Chan 12	50 Hz / 80 Hz	50 Hz / 80 Hz	Wavelength-rel	0.00000
17	Chan 1, Chan 13	50 Hz / 80 Hz	50 Hz / 80 Hz	Wavelength-rel	0.00000
18	Chan 1, Chan 14	50 Hz / 80 Hz	50 Hz / 80 Hz	Wavelength-rel	0.00000
19	Chan 1, Chan 15	50 Hz / 80 Hz	50 Hz / 80 Hz	Wavelength-rel	0.00000
20	Chan 2, Chan 01	Sample rate or filter	50 Hz / 80 Hz(Auto)	OFF	0.00000
21	Chan 2, Chan 02	Sample rate or filter	50 Hz / 80 Hz(Auto)	OFF	0.00000
22	Chan 2, Chan 03	Sample rate or filter	50 Hz / 80 Hz(Auto)	OFF	0.00000
23	Chan 2, Chan 04	Sample rate or filter	50 Hz / 80 Hz(Auto)	OFF	0.00000
24	Chan 2, Chan 05	Sample rate or filter	50 Hz / 80 Hz(Auto)	OFF	0.00000
25	Chan 2, Chan 06	Sample rate or filter	50 Hz / 80 Hz(Auto)	OFF	0.00000
26	Chan 2, Chan 07	Sample rate or filter	50 Hz / 80 Hz(Auto)	OFF	0.00000
27	Chan 2, Chan 08	Sample rate or filter	50 Hz / 80 Hz(Auto)	OFF	0.00000
28	Chan 2, Chan 09	Sample rate or filter	50 Hz / 80 Hz(Auto)	OFF	0.00000
29	Chan 2, Chan 10	Sample rate or filter	50 Hz / 80 Hz(Auto)	OFF	0.00000
30	Chan 2, Chan 11	Sample rate or filter	50 Hz / 80 Hz(Auto)	OFF	0.00000
31	Chan 2, Chan 12	Sample rate or filter	50 Hz / 80 Hz(Auto)	OFF	0.00000
32	Chan 2, Chan 13	Sample rate or filter	50 Hz / 80 Hz(Auto)	OFF	0.00000
33	Chan 2, Chan 14	Sample rate or filter	50 Hz / 80 Hz(Auto)	OFF	0.00000
34	Chan 2, Chan 15	Sample rate or filter	50 Hz / 80 Hz(Auto)	OFF	0.00000
35	Chan 2, Chan 16	Sample rate or filter	50 Hz / 80 Hz(Auto)	OFF	0.00000
36	Chan 2, Chan 17	Sample rate or filter	50 Hz / 80 Hz(Auto)	OFF	0.00000
37	Chan 3, Chan 01	50 Hz / 80 Hz(Auto)	50 Hz / 80 Hz(Auto)	Wavelength-rel	0.00000
38	Chan 3, Chan 02	50 Hz / 80 Hz(Auto)	50 Hz / 80 Hz(Auto)	Wavelength-rel	0.00000
39	Chan 3, Chan 03	50 Hz / 80 Hz(Auto)	50 Hz / 80 Hz(Auto)	Wavelength-rel	0.00000
40	Chan 3, Chan 04	50 Hz / 80 Hz(Auto)	50 Hz / 80 Hz(Auto)	Wavelength-rel	0.00000
41	Chan 3, Chan 05	50 Hz / 80 Hz(Auto)	50 Hz / 80 Hz(Auto)	Wavelength-rel	0.00000

Abb. 5.3 DAQ-Kanäle

Kanäle mit definierten Bändern – Wellenlängenbereichen – auf dem Gerät werden als **aktiv** dargestellt, nicht definierte Kanäle dagegen als **inaktiv**. Weitere Informationen zum Definieren von Kanälen finden Sie in *Abschnitt 5.2.2 „Konfigurieren von Wellenlängenbereichen“*, Seite 79.



Tip

Sie können *inaktive Kanäle ausblenden*, indem Sie den Anzeigefilter öffnen, das Kontrollkästchen **Hide inactive channels** (*Inaktive Kanäle ausblenden*) aktivieren und auf **Apply** (*Übernehmen*) klicken (Abb. 5.4).

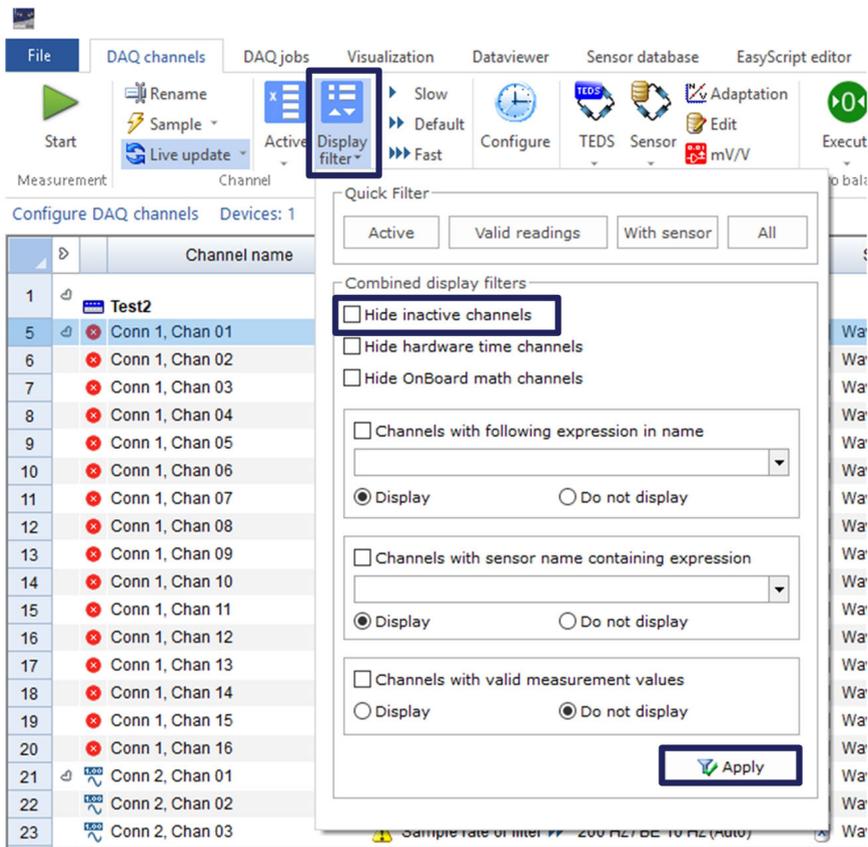


Abb. 5.4 Ausblenden inaktiver Kanäle

5.2.1 Abtastraten

5.2.1.1 Erfassungsrate

Das MXFS arbeitet mit zwei verschiedenen Geschwindigkeitsmodi, die den zwei Sweep-Geschwindigkeiten des Laser entsprechen und die in catman eingestellt werden können:

	MXFS DI	MXFS SI
Low-Speed-Modus	100 S/s	1 S/s
High-Speed-Modus	2000 S/s	10 S/s

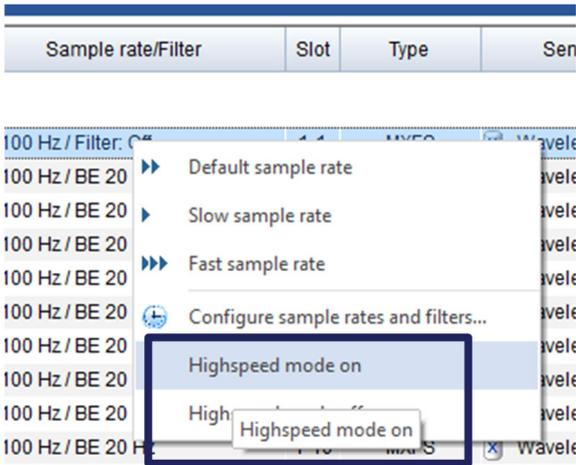


Abb. 5.5 Erfassungsrate

- ▶ Klicken Sie mit der rechten Maustaste in die Spalte **Sample rate** (Abtastrate) eines MXFS-Kanals.
- ▶ Wählen Sie für den Highspeed-Modus, ob er ein- bzw. ausgeschaltet sein soll.



Information

Bei Änderung des Geschwindigkeitsmodus wird das Gerät neu gestartet.



Wichtig

Bei optischen Datenerfassungssystemen, die auf dem Scannen mit durchstimmbarem Laser basieren, kann die Länge der Verkabelung zwischen dem Interrogator und dem Sensor zu einer Verschiebung der Messung führen.

Weitere Informationen dazu siehe in Abschnitt 3.8.2 „Entfernungseffekt“, Seite 46.

Verwenden Sie in catman einen Berechnungskanal für die Ermittlung der Entfernungskorrektur.

5.2.1.2 Abtastrate und Filter

Unabhängig von der Erfassungsgeschwindigkeit besteht wie bei jedem anderen QuantumX-Modul die Möglichkeit, die Abtastrate zu verringern (Downsampling) und Filter zu definieren. Die verfügbaren Abtastraten und Filter sind:

MXFS DI Lowspeed-Modus (100 S/s)

Grenzfrequenz des Filters (Hz)	Verfügbare Abtastraten									
0,1	0,1	0,2	0,5	1	2	5	10	20	50	100
0,2	0,1	0,2	0,5	1	2	5	10	20	50	100
0,5	0,1	0,2	0,5	1	2	5	10	20	50	100
1	0,1	0,2	0,5	1	2	5	10	20	50	100
2	0,1	0,2	0,5	1	2	5	10	20	50	100
5	0,1	0,2	0,5	1	2	5	10	20	50	100
10	0,1	0,2	0,5	1	2	5	10	20	50	100

MXFS DI Highspeed-Modus (2000 S/s)

Grenzfrequenz des Filters (Hz)	Verfügbare Abtastraten													
0,1	0,1	0,2	0,5	1	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000
0,2	0,1	0,2	0,5	1	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000
0,5	0,1	0,2	0,5	1	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000
1	0,1	0,2	0,5	1	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000
2	0,1	0,2	0,5	1	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000
5	0,1	0,2	0,5	1	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000
10	0,1	0,2	0,5	1	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000
20	0,1	0,2	0,5	1	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000
50	0,1	0,2	0,5	1	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000
100	0,1	0,2	0,5	1	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000
200	0,1	0,2	0,5	1	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000

MXFS SI Lowspeed Modus (1 S/s)

Grenzfrequenz des Filters (Hz)	Verfügbare Abtastraten						
0,1	0,1	0,2	0,5	1	2	5	10
0,2	0,1	0,2	0,5	1	2	5	10

Grenzfrequenz des Filters (Hz)	Verfügbare Abtastraten							
0,5	0,1	0,2	0,5	1	2	5	10	
1	0,1	0,2	0,5	1	2	5	10	

MXFS SI Highspeed Modus (10 S/s)

Grenzfrequenz des Filters (Hz)	Verfügbare Abtastraten			
0,1	0,1	0,2	0,5	1

5.2.2 Konfigurieren von Wellenlängenbereichen

Bänder konfigurieren (Wellenlängenbereiche für jeden Kanal)

- Klicken Sie im oberen Menüband von catman auf die Schaltfläche **Configure ranges** (Bereiche einrichten), um das Fenster zum Konfigurieren der Bereiche zu öffnen.

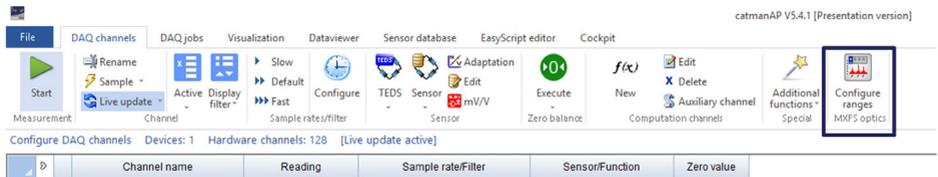


Abb. 5.6 Schaltfläche „Bereiche einrichten“

! Wichtig

Alle in der Oberfläche zum Konfigurieren der Bereiche vorgenommenen Änderungen werden erst aktiv, nachdem Sie auf die Schaltfläche **Apply** (Übernehmen) geklickt haben. Wenn Sie das Fenster schließen, ohne die Änderungen zu übernehmen, sind sie für das Gerät in der Kanalliste nicht sichtbar.

! Wichtig

Das vom MXFS-Interrogator angezeigte Spektrum ist eine Darstellung des Sensornetzwerks und dient als Diagnose- und Konfigurationshilfe. Es lassen sich kleine Unterschiede zwischen dem dargestellten Spektrum und den tatsächlichen Messungen beobachten (Abb. 5.7).

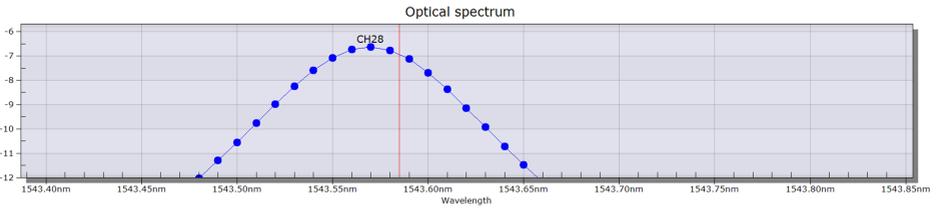


Abb. 5.7 Beispiel für die beobachtbare Differenz zwischen dem dargestellten Spektrum (blaue Linie) und dem tatsächlich Messwert (rote Linie)

Channel	Band min [nm]	Band max [nm]	Reference [nm]
CH1	Conn 1 Chan 01	-	-
CH2	Conn 1 Chan 02	-	-
CH3	Conn 1 Chan 03	-	-
CH4	Conn 1 Chan 04	-	-
CH5	Conn 1 Chan 05	-	-
CH6	Conn 1 Chan 06	-	-
CH7	Conn 1 Chan 07	-	-
CH8	Conn 1 Chan 08	-	-
CH9	Conn 1 Chan 09	-	-
CH10	Conn 1 Chan 10	-	-
CH11	Conn 1 Chan 11	-	-
CH12	Conn 1 Chan 12	-	-
CH13	Conn 1 Chan 13	-	-

Connector: Connector 1

Create bands automatically: Threshold [dB] 3,0; Width [nm] 5

Change band position, width and reference: Start [nm], Width [nm], Ref [nm]

Buttons: Update spectrum, Live update, Create, Apply, Close

Help about configuration of MXFS: [Additional information about data acquisition with QuantumX MXFS](#)

Abb. 5.8 Fenster zum Einrichten der Bereiche

Die Bearbeitung von Visualisierung und Band muss einzeln nacheinander für jeden Anschluss durchgeführt werden:

► Ändern Sie den ausgewählten Anschluss im Kasten **Connector** (Anschluss) (Abb. 5.9).

Das Spektrum wird so angezeigt, wie es zu dem Zeitpunkt, an dem das Fenster zum Einrichten der Bereiche aufgerufen wurde, gemessen wurde.

- ▶ Zum Aktualisieren des optischen Spektrums klicken Sie auf die Schaltfläche „**Update spectrum**“ (Spektrum aktualisieren) (Abb. 5.9).
- ▶ Für eine kontinuierliche Aktualisierung aktivieren Sie das Kontrollkästchen **Live update** (Live-Aktualisierung) (Abb. 5.9).

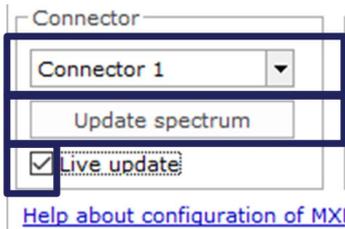


Abb. 5.9 Aktualisieren des Spektrums

Kanäle an dem ausgewählten Anschluss können auf unterschiedliche Weise konfiguriert werden.

5.2.2.1 Bänder für die erkannten Peaks automatisch definieren

Das Gerät kann Peaks im reflektierten Spektrum erkennen und für jeden gefundenen Peak automatisch Bänder konfigurieren. Bei der automatischen Bänderkennung wird ein Peak erkannt und der um diesen Peak zentrierte mögliche Wellenlängenbereich definiert (Ziffer 1 in Abb. 5.10), und zwar mit der halben Bandbreite auf jeder Seite (Ziffer 2 in Abb. 5.10).

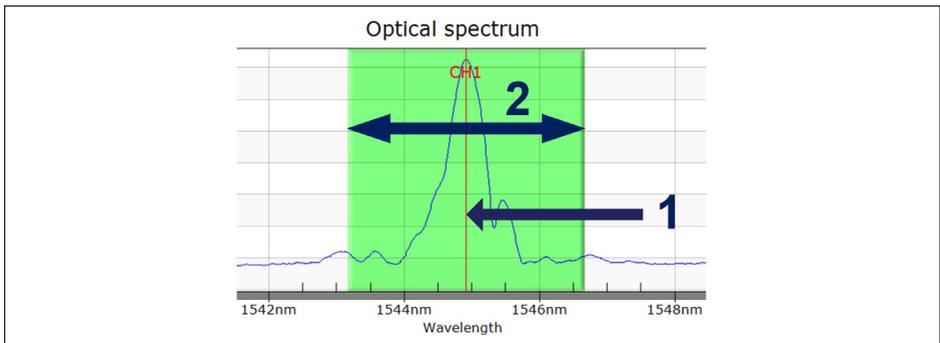


Abb. 5.10 Automatische Banddefinition

Im unteren Bereich des Fensters:

- ▶ Definieren Sie die Bandbreite in nm. Die Bandbreite entspricht dem vollen Wellenlängenbereich der Kanäle.
- ▶ Klicken Sie auf **Create** (Erzeugen).



Tipp

Die Bandbreite entspricht der Differenz zwischen der maximalen Wellenlänge des Bands und der minimalen Wellenlänge des Bands. Sie muss so festgelegt werden, dass sie dem erwarteten Wellenlängenbereich während des Sensorbetriebs entspricht, um Overflow-Werte zu vermeiden. Bitte beachten Sie Abschnitt 3.7.1.2 "Kanäle", Seite 37, für Informationen zur Definition von Bändern.



Abb. 5.11 Automatische Erkennung

Automatisch erkannte Bänder können wir folgt angepasst werden:

- ▶ Durch Auswählen der gewünschten Kanalzeile (die Zeile wird in der Tabelle blau hervorgehoben und das Band wird in der Grafik grün hervorgehoben) – Ziffer 1 in Abb. 5.12.
- ▶ Durch Eintragen des Minimalwertes des Bands, des Maximalwertes des Bands und der Referenzwellenlänge in die Tabelle – Ziffer 2 in Abb. 5.12 –; oder
- ▶ Durch Anpassen des Minimalwertes des Bands, des Maximalwertes des Bands und der Referenzwellenlänge mit den Rollbalken unten im Fenster – Ziffer 3 in Abb. 5.12.



Abb. 5.12 Anpassen der Bänder

Da die in der Oberfläche zum Einrichten der Bereiche durchgeführten Änderungen zuerst nur auf der Software-Ebene erfolgen, müssen die Definitionen nach ihrer Fertigstellung in das Gerät übertragen werden.

► Klicken Sie auf **Apply** (Übernehmen), damit die Änderungen in das Gerät übertragen werden (Abb. 5.13).

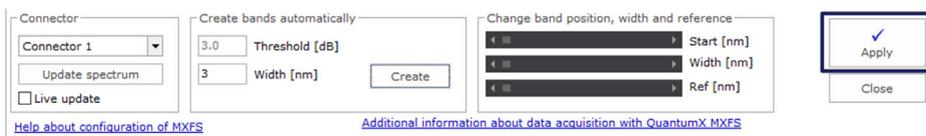


Abb. 5.13 Übernehmen der Definitionen in das Gerät

5.2.2.2 Bänder individuell von Hand definieren

Bänder können durch Bearbeiten der zugehörigen Informationen in der Tabelle erzeugt werden.

Zum Auswählen eines Kanals:

- ▶ Wählen Sie die Zeile in der Tabelle aus (die Zeile wird in der Tabelle blau hervorgehoben und das Band wird, wenn es bereits definiert ist, in der Grafik grün hervorgehoben).

An dem ausgewählten Kanal können folgende Aktionen durchgeführt werden:

- ▶ Löschen.
Klicken Sie mit der rechten Maustaste darauf und wählen Sie **Delete** (Löschen).
- ▶ Erstellen oder Bearbeiten.
Doppelklicken Sie auf die Zelle, um Folgendes einzugeben oder zu bearbeiten:
 - Kanalname;
 - Minimale Wellenlänge des Bands in nm;
 - Maximale Wellenlänge des Bands in nm;
 - Referenzwellenlänge in nm.



Information

Der Mindestabstand zwischen den Bändern beträgt 0,5 nm für MXFS DI und 0,1 nm für MXFS SI.

Außerdem besteht die Möglichkeit, in der Grafik mit der rechten Maustaste auf die Position zu klicken, wo das Band definiert werden soll, und die Option **Create band in this place** (Band hier erzeugen) zu wählen. Damit wird für den ausgewählten Kanal ein auf das angeklickte Pixel zentriertes Band mit den für die automatische Erkennung von Bändern definierten Einstellungen definiert.

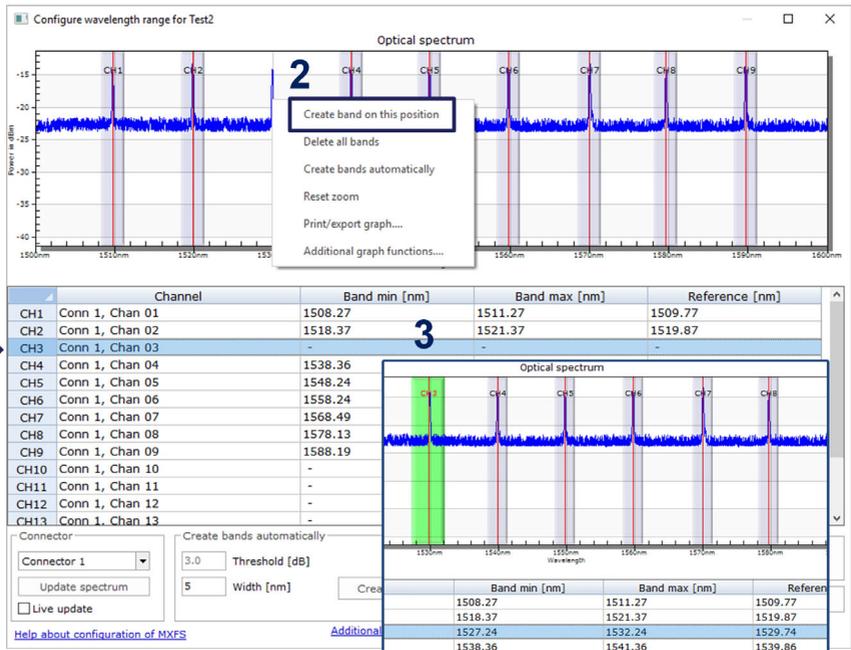


Abb. 5.14 Bearbeiten oder Erzeugen von Bändern

Wenn alle gewünschten Bänder definiert sind, klicken Sie auf die Schaltfläche **Apply** (Übernehmen) und schließen Sie das Konfigurationsfenster.

5.2.3 Sensoren im Gerät



Tipp

Um die Anfangseinstellungen des Geräts für einen Kanal zu löschen, wählen Sie Sensoren aus, danach wählen Sie **Disconnect and reset sensor** (Sensor trennen und zurücksetzen).

: 128 [Display filter active]

Sample rate/Filter	Sensor/Function	Zero value
2000 Hz / Filter: Off	Wavelength	0.0 um/m
2000 Hz / Filter: Off	Wavelength	
2000 Hz / Filter: Off	Wavelength	
2000 Hz / Filter: Off	Wavelength	
2000 Hz / Filter: Off	Wavelength	
2000 Hz / Filter: Off	Wavelength	
2000 Hz / Filter: Off	Wavelength	
2000 Hz / Filter: Off	Wavelength	
2000 Hz / Filter: Off	Wavelength	
2000 Hz / Filter: Off	Wavelength	

- Sensor adaptation...
- Disconnect sensor
- Disconnect and reset sensor**
- Edit sensor
- Update sensor
- Create computation channel from sensor
- Check expiration of calibration

Abb. 5.15 Trennen von Sensoren

Es gibt verschiedene Sensortypen, die in dem Gerät konfiguriert werden können (weitere Informationen dazu finden Sie in *Abschnitt 3.7.1.7 „Signale“, Seite 43*).

- ▶ Doppelklicken Sie auf die Spalte „**Sensor/Function**“ (Sensor/Funktion), um Sensoren im Gerät zu ändern oder zu konfigurieren.

5.2.4 Sensoren in der Software

Optische Sensoren für MXFS stehen in der catman-Datenbank unter **General Sensors > MXFS** (Allgemeine Sensoren > MXFS) zur Verfügung.

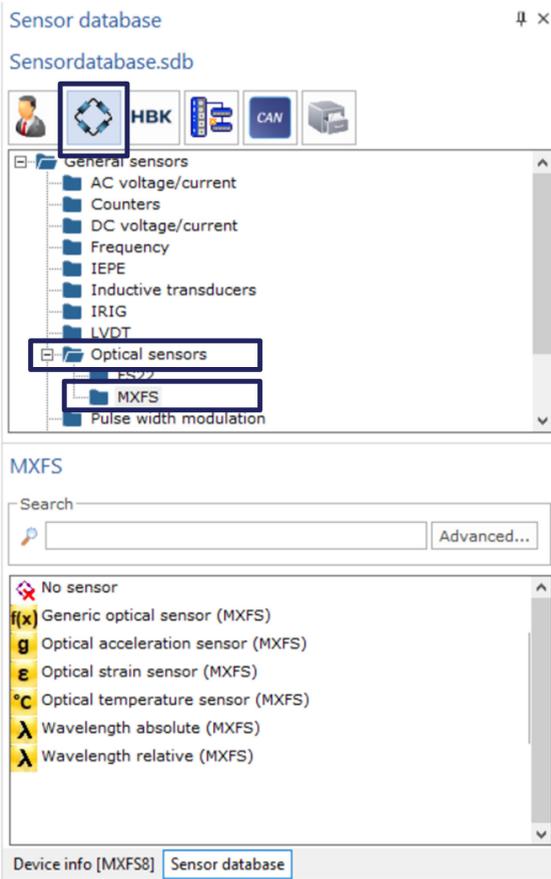


Abb. 5.16 Optische Sensoren in der Sensordatenbank

5.2.4.1 Wellenlänge

Als Wellenlänge definierte Sensoren zeigen eine Wellenlänge in nm als Ausgabewert an. Dabei kann zwischen absoluten Wellenlängewerten und relativen Wellenlängewerten gewählt werden:

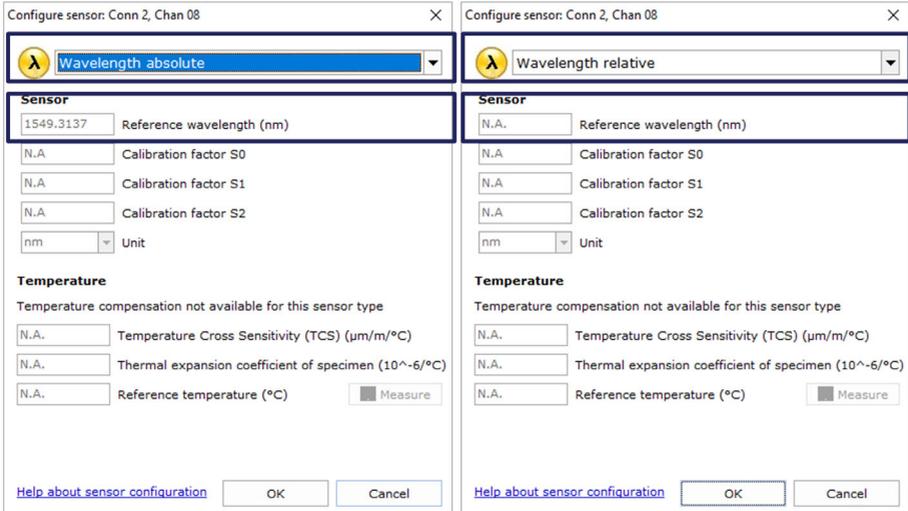


Abb. 5.17 Sensortypen „Wavelength Absolute“ (Wellenlänge absolut) und „Wavelength Relative“ (Wellenlänge relativ)

Wellenlänge relativ ist der „rohe“ Wert aus dem MXFS-Gerät. Das bedeutet, dass es sich um die Wellenlängenänderung des FBG-Peaks in diesem Kanal handelt. An dem Signal wird keine Berechnung durchgeführt, da die gesamte Verarbeitung im Gerät erfolgt (weitere Informationen dazu finden Sie in *Abschnitt 3.7.1.7 „Signale“, Seite 43*).

Wellenlänge relativ	$\lambda - \lambda_0$
---------------------	-----------------------

Wellenlänge absolut berechnet den absoluten Wert des FBG-Peaks basierend auf der Wellenlänge relativ und der festgelegten Referenzwellenlänge. Die Referenzwellenlänge wird aus den Kanaleigenschaften des Geräts ausgelesen:

Wellenlänge absolut	$(\lambda - \lambda_0) + \lambda_0 = \lambda$
---------------------	---

5.2.4.2 Dehnung

Durch die Zuweisung von Dehnungssensoren zu einem Kanal werden die Daten in eine Dehnung umgewandelt. Die Werte, die in die entsprechenden Felder für die Dehnungsberechnung einzutragen sind, werden mit der Dokumentation zu den Sensoren bereitgestellt.

Dehnungssensoren können mit oder ohne Temperaturkompensation definiert werden.

Dehnung ohne Kompensation

Abb. 5.18 Dehnung ohne Kompensation

Die Dehnungsempfindlichkeit (k-Faktor) von FBG-Dehnungsmessstreifen wird in der zugehörigen Dokumentation angegeben.

Die Referenzwellenlänge des FBG-Dehnungssensors (λ_0) sollte der Wellenlänge des Sensors bei null Dehnung entsprechen. Dies sollte nach der Installation gemessen werden. Der Wert kann von Hand eingetragen oder automatisch durch eine tatsächliche Messung mit der Schaltfläche **Measure** (Messen) festgelegt werden.

Dehnung	$\frac{\lambda - \lambda_0}{k \cdot \lambda_0}$
---------	---

Dehnung mit Temperaturkompensation

Verwendung eines Temperatursensors

Wenn ein Temperaturkanal zum Kompensieren des Temperatureffekts auf die Dehnungsmessung verwendet wird, muss sichergestellt sein, dass sich Veränderungen der Temperatur auf beide Sensoren in gleicher Weise auswirken. Der ausgewählte Kanal für die Temperaturkompensation mit dieser Methode muss als Temperatursensor konfiguriert werden.

Sensor

1518.940 Reference wavelength (nm) λ_0 Measure

0.790 Gage factor k

N.A. Calibration factor S1

N.A. Calibration factor S2

$\mu\text{m}/\text{m}$ Unit

Temperature

Temperature measurement

8.000 Temperature Cross Sensitivity (TCS) ($\mu\text{m}/\text{m}/^\circ\text{C}$) TCS

0.000 Thermal expansion coefficient of specimen ($10^{-6}/^\circ\text{C}$) CTE

20 Reference temperature ($^\circ\text{C}$) Measure

Channel for temperature measurement

[Help about sensor configuration](#) OK Cancel

Abb. 5.19 Dehnung mit Kompensation bei Verwendung eines Temperatursensors

Die Dehnungsempfindlichkeit (k-Faktor) von FBG-Dehnungsmessstreifen wird in der zugehörigen Dokumentation angegeben.

Der Temperaturkoeffizient des Kennwerts (TKC bzw. TCS für „Temperature Cross Sensitivity“) entspricht der Auswirkung der Temperatur auf den Dehnungssensor, d. h. die Dehnung des Sensors, die nach der Installation durch eine Veränderung seiner Temperatur von 1°C verursacht wird. Der Wert wird in der Dokumentation des Sensors angegeben.

Der zu verwendende thermische Ausdehnungskoeffizient (CTE) muss der Koeffizient für den Werkstoff sein, an dem der Dehnungssensor befestigt ist. Dadurch werden die Auswirkungen der Wärmeausdehnung dieses Werkstoffs auf die Dehnungsmessung eliminiert. Falls keine Korrektur dieser Ausdehnung gewünscht wird, sollte der zu verwendende Wert null (0,0) sein.

Die Referenzwellenlänge des FBG-Dehnungssensors (λ_0) und die Referenztemperatur (T_0) sollten der Wellenlänge des Sensors bei null Dehnung sowie der Temperatur entsprechen, die vom Temperatursensor zum selben Zeitpunkt gemessen wird. Diese Werte sollten nach der Installation gemessen werden. Sie können von Hand eingetragen oder automatisch durch eine tatsächliche Messung mit der Schaltfläche **Measure** (Messen) festgelegt werden.

Dehnung mit Kompensation bei Verwendung eines Temperatursensors	$\frac{\lambda - \lambda_0}{k \cdot \lambda_0} - (CTE + TCS)(T - T_0)$
---	--

Verwendung eines Kompensations-FBG

Diese Kompensationsmethode sollte gewählt werden, wenn für die Temperaturkompensation ein anderer Dehnungssensor desselben Typs am selben Werkstoff befestigt wird, dieser Sensor jedoch nur Temperaturveränderungen ausgesetzt ist, aber keine mechanische Dehnung erfährt. Der Kanal, der für die Temperaturkompensation mit dieser Methode ausgewählt wird, muss ein Kanal für absolute Wellenlänge (λ_{TC}) sein.

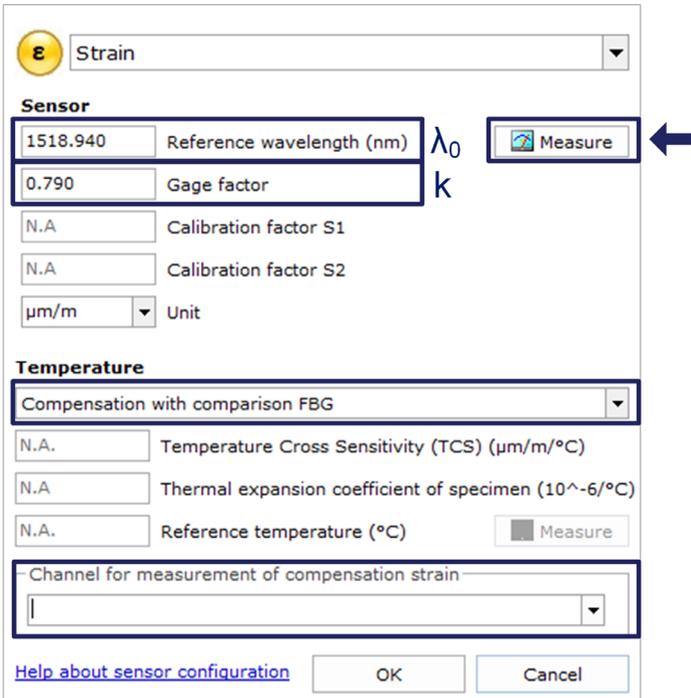


Abb. 5.20 Dehnung mit Kompensation bei Verwendung eines Kompensations-FBG

Dieser Wert sollte nach der Installation gemessen werden. Der Wert kann von Hand eingetragen oder automatisch durch eine tatsächliche Messung mit der Schaltfläche **Measure** (Messen) festgelegt werden.

Dehnung mit Kompensation bei Verwendung eines Kompensations-FBG	$\frac{\lambda - \lambda_0}{k \cdot \lambda_0} - \frac{\lambda_{TC} - \lambda_{0TC}}{k \cdot \lambda_{0TC}}$
---	--

5.2.4.3 Temperatur

Temperatursensoren von HBK FiberSensing werden mit einem Kalibrierdatenblatt ausgeliefert. In Bezug auf die Temperatur weisen sie ein Polynomverhalten auf.

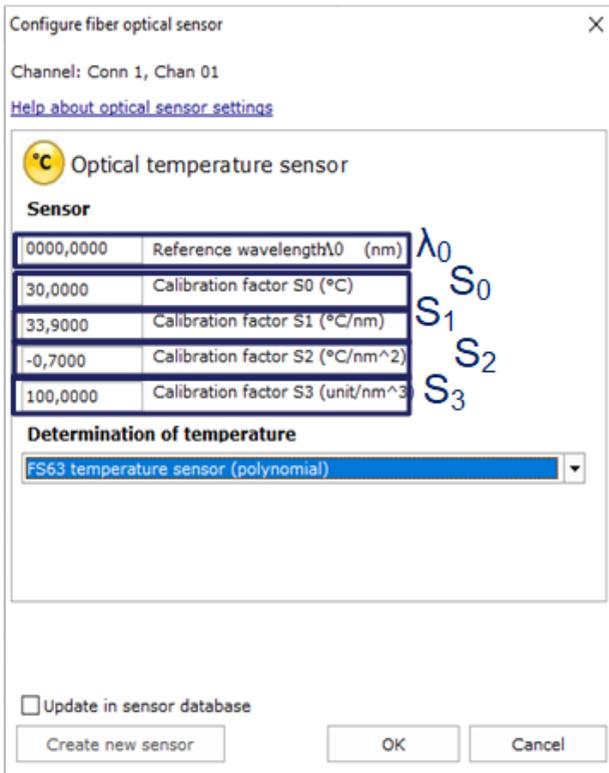


Abb. 5.21 Temperatursensor

Die Koeffizienten S_n sind die Werte, die in der Dokumentation zu den Sensoren angegeben werden.



Wichtig

Für Sensoren, deren Kalibrierung auf einem Polynom 2. Ordnung basiert, ist darauf zu achten, dass S_3 auf null gesetzt ist.

Die Referenzwellenlänge des Temperatursensors (λ_0) muss der in der Dokumentation des Sensors angegebenen Referenzwellenlänge entsprechen.

Temperatur	$S_3 (\lambda - \lambda_0)^3 + S_2 (\lambda - \lambda_0)^2 + S_1 (\lambda - \lambda_0) + S_0$
------------	---



Wichtig

Da kalibrierte Temperaturmessungen auf absoluten Wellenlängenwerten beruhen, sollten der Einfluss der Sweep-Geschwindigkeit und langer Kabel auf diese Messung besonders beachtet werden. Bei Temperaturmessungen ist es ratsam, MXFS SI oder MXFS DI bei niedriger Geschwindigkeit zu verwenden. Einzelheiten finden Sie in Abschnitt 3.8.2 „Entfernungseffekt“, Seite 46.

5.2.4.4 Beschleunigung

Beschleunigungssensoren von HBK FiberSensing werden mit einem Kalibrierdatenblatt ausgeliefert. In Bezug auf die Beschleunigung weisen sie ein lineares Verhalten auf.

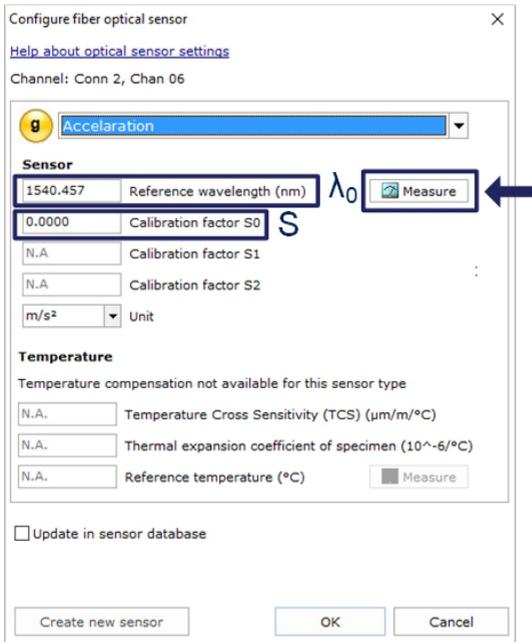


Abb. 5.22 Beschleunigungssensor

Der Kalibrierkoeffizient (S) ist der in der Dokumentation zu den Sensoren angegebene Wert.

Die Referenzwellenlänge des FBG-Beschleunigungssensors (λ_0) sollte der Wellenlänge des Sensors bei null Dehnung entsprechen. Dies sollte nach der Installation gemessen werden. Der Wert kann von Hand eingetragen oder automatisch durch eine tatsächliche Messung mit der Schaltfläche **Measure** (Messen) festgelegt werden.

Beschleunigung	$S \cdot (\lambda - \lambda_0)$
----------------	---------------------------------

5.2.4.5 Generisches Polynom

Die Software catman ermöglicht auch die Konfiguration allgemeiner FBG-basierter Sensoren, die nur ein Faser-Bragg-Gitter haben.

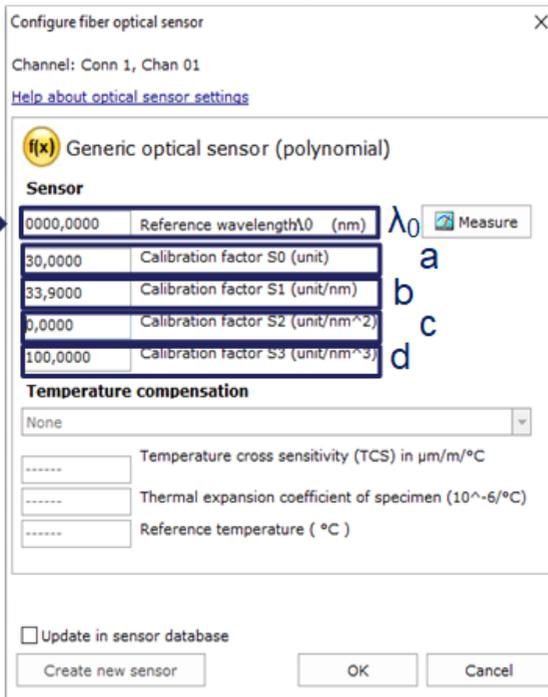


Abb. 5.23 Generischer optischer Sensor

Der generische optische Sensor berechnet die Messung als Polynomfunktion 2. Ordnung (mit den Koeffizienten a, b und c) der Wellenlängenänderung ($\lambda - \lambda_0$) des Faser-Bragg-Gitters.

Die Referenzwellenlänge (λ_0) kann von Hand eingetragen oder automatisch durch eine tatsächliche Messung mit der Schaltfläche **Measure** (Messen) festgelegt werden.

Generischer optischer Sensor (mit Polynomfunktion)	$a(\lambda - \lambda_0)^3 + b(\lambda - \lambda_0)^2 + c(\lambda - \lambda_0) + d$
--	--

5.2.4.6 Berechnungskanäle

Catman ermöglicht die Erstellung von Berechnungskanälen, die die Anpassung ersetzen können, die zusätzlich zum Kanal des Geräts selbst durchgeführt wird. Dadurch ist es

möglich, Rohdaten aufzuzeichnen und komplexere Berechnungen zu erstellen, an denen beispielsweise Messungen von mehreren Kanälen beteiligt sind.

Berechnung für einen Sensor mit einem FBG

Berechnungskanäle für Dehnung, Temperatur, Beschleunigung oder für mit einer Polynomfunktion arbeitenden optischen Sensoren können ganz ähnlich wie die Sensoren in der Datenbank erstellt werden (siehe Kapitel 5.2.4.1 bis 5.2.4.5 weiter oben).

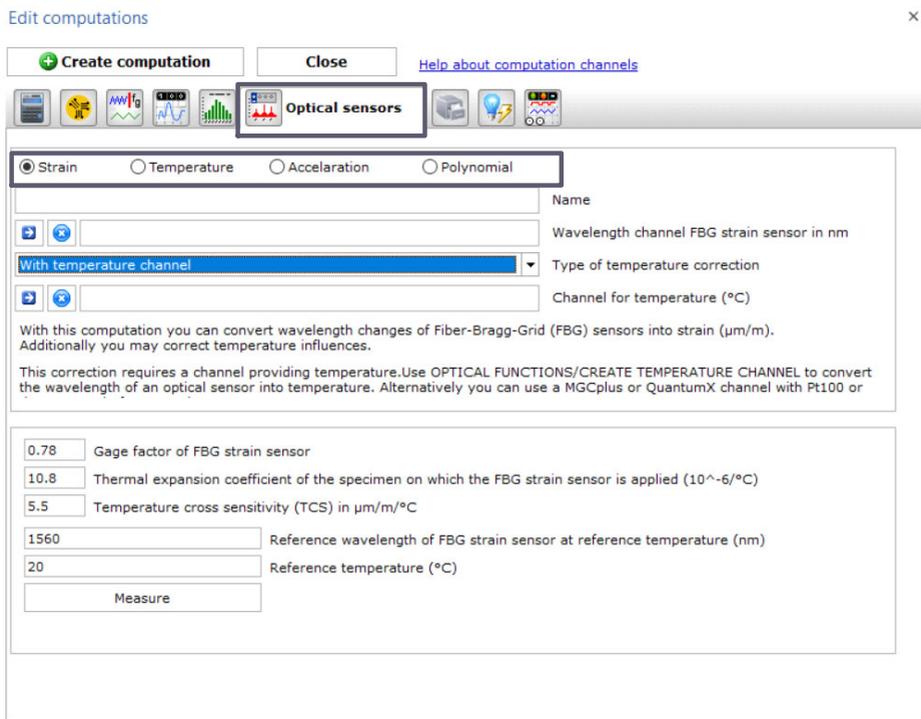


Abb. 5.24 Menü „Optical sensors“ (Optische Sensoren) von Berechnungskanälen

Berechnung für einen Sensor mit zwei FBGs

Viele auf Faser-Bragg-Gittern basierende Sensoren haben 2 Gitter für eine Messung mit Temperaturkorrektur. Beispiele dafür sind Neigungssensoren, Wegsensoren und Kraftsensoren aus dem Standardsensorprogramm von HBK. Um in catman Wellenlängenmessungen in physikalische Einheiten umzuwandeln, muss ein Berechnungskanal verwendet werden.



Tipp

Definieren Sie Kanäle als **Wavelength Relative** (Wellenlänge relativ) (siehe Kapitel 5.2.4.1 „Wellenlänge“ auf Seite 88), um die Formel für die Eingabe zu vereinfachen. Achten Sie in diesem Fall darauf, dass die Werte der Referenzwellenlänge für jedes Band mit den Werten der Referenzwellenlänge aktualisiert werden, die in den Kalibrierdatenblättern der Sensoren angegeben sind.

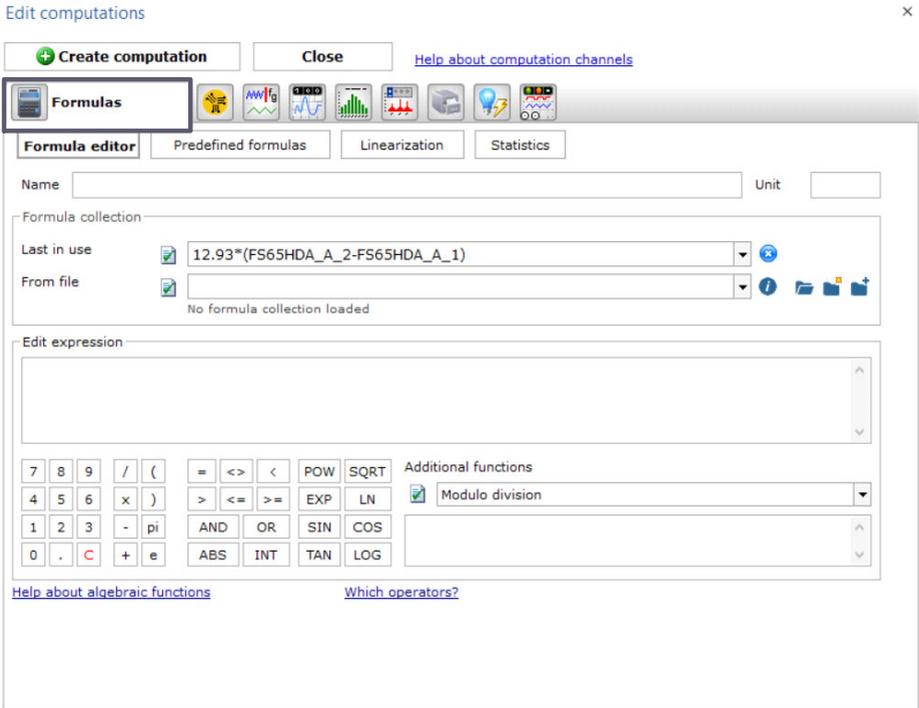


Abb. 5.25 Menü „Formulas“ (Formeln) von Berechnungskanälen

Dehnungsrosetten

Catman unterstützt in seinen Berechnungskanälen auch die relevanten Berechnungen für die Spannungsanalyse aus den mit einer Rosette durchgeführten Messungen. Anhand der Eingaben in dieser Oberfläche erstellt catman die ausgewählte Anzahl an Berechnungskanälen.



Information

Als Typ der optischen Rosetten steht „60°/120°“ zur Verfügung, und die drei Messrichtungen sind so wie im Menü von catman mit a, b oder c gekennzeichnet.

Edit computations

×

[Help about computation channels](#)

Name

From strain channels

Strain channels

a

b

c

Automatically complete (get b and c continuing from a)

Type of rosette

45°/90°
 60°/120°
 90° 2-axis
 Single S/G

Material properties

Young's modulus

 Poisson's ratio

Transversal sensitivity in %

Grid a
 Grid b
 Grid c

Create computation channels

Angle
 Principal nominal stress 1
 Principal nominal stress 2
 Shear stress
 Reference stress (v. Mises)
 Stress X
 Stress Y
 Principal strain 1
 Principal strain 2
 Strain X
 Strain Y
 Shear strain

[Help about stress analysis](#)

Abb. 5.26 Menü „Rosettes“ (Rosetten) von Berechnungskanälen

5.2.5 Nullabgleich

Die Software catman bietet die Möglichkeit zum Nullstellen der Sensoren bei der Konfiguration eines Projekts, sodass beispielsweise zu Beginn einer Messung die Werte auf einfache Weise auf null gesetzt werden können.

- Zum Nullstellen von einem oder mehreren Sensoren wählen Sie die gewünschten Zeilen aus, danach klicken Sie im oberen Menüband auf die Schaltfläche **Zero balance** (Nullstellen).

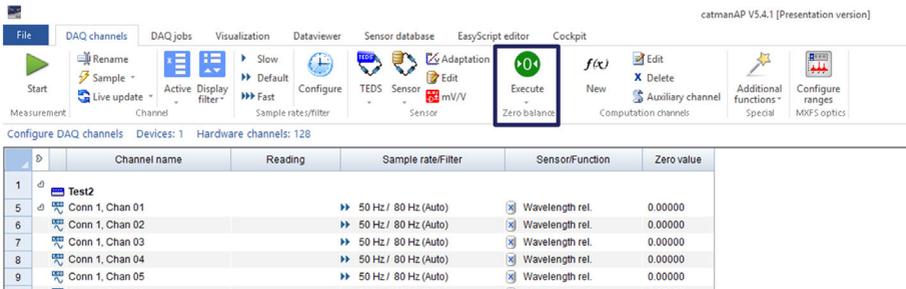


Abb. 5.27 Nullstellen

► Alternativ klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die Zeile zum Nullstellen und wählen Sie die Option **Zero Balance** (Nullstellen) (Ziffer 1 in Abb. 5.28).

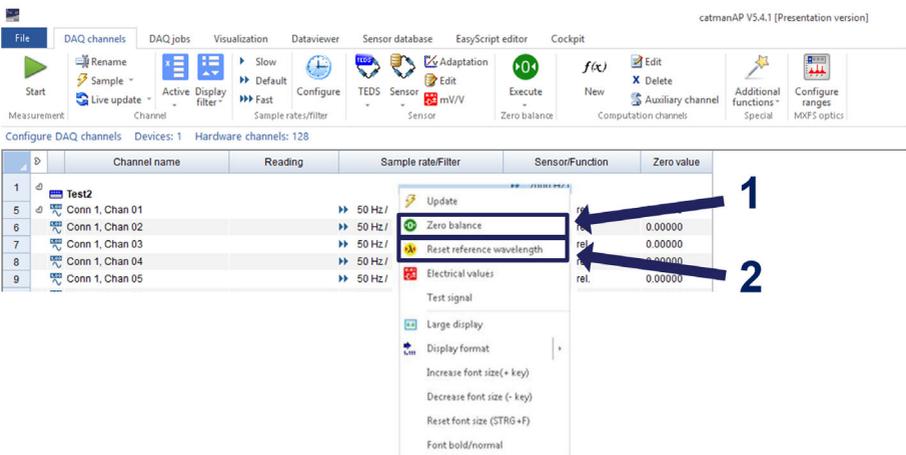


Abb. 5.28 Nullstellen und Reset Referenzwellenlänge

Durch das Nullstellen der optischen Sensoren wird bei der Messung ein Offset erzeugt, der gleich ihrem Wert zum Zeitpunkt des Nullstellens ist. Dies ist eine sehr nützliche Funktion für relative Messungen, ist jedoch bei absoluten und kalibrierten Messungen wie z. B. Temperaturmessungen mit Vorsicht anzuwenden – insbesondere, wenn Temperaturwerte zum Kompensieren der Auswirkungen der Temperatur auf Dehnungsmessungen verwendet werden.



Wichtig

Ein unbeabsichtigtes Nullstellen von Sensoren für Absolutmessungen, z. B. für die Temperatur, kann verhindert werden, indem Sie das Nullstellen auf Kanalebene sperren. Wenn Sie versehentlich das Nullstellen eines zuvor gesperrten Kanals auswählen, wird es nicht angewendet.



Wichtig

Beim Nullstellen von Sensoren in catman wird ein Offset in der Konfiguration der Sensoren auf Geräteebene erzeugt. Das Nullstellen wirkt sich auf die von dem Gerät gelieferten Messwerte aus.

5.2.6 Reset Referenzwellenlänge

Ähnlich wie beim Nullstellen ist es auch möglich, die Referenzwellenlänge auf den zum aktuellen Zeitpunkt gemessenen Wert zurückzusetzen.

- ▶ Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die Zeile, die zurückgesetzt werden soll, und wählen Sie die Option **Reset reference wavelength** (Reset Referenzwellenlänge) (Ziffer 2 in Abb. 5.28).

Damit wird in der Kanalkonfiguration des Geräts der Wert der Referenzwellenlänge geändert, mit dem alle Wellenlängenmessungen verglichen werden (weitere Informationen dazu siehe Abschnitt 3.7.1.3 „Wellenlänge“, Seite 39).



Wichtig

Für relative Sensormessungen wie Dehnung oder Beschleunigung könnte das Zurücksetzen der Referenzwellenlänge zwar sehr praktisch sein, allerdings beeinträchtigt es absolute und kalibrierte Messungen wie die Temperatur, bei denen die im Kalibrierdatenblatt angegebene Referenzwellenlänge verwendet werden muss, um eine genaue Messung sicherzustellen. Gehen Sie deshalb beim Zurücksetzen der Werte für die Referenzwellenlänge immer mit besonderer Vorsicht vor.

5.3 Zurücksetzen des Geräts

Der Interrogator MXFS kann mit der Software catman auf seine Werkseinstellung zurückgesetzt werden.

- ▶ Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Gerätenamen und wählen Sie **Device Reset** (Geräte-Reset).

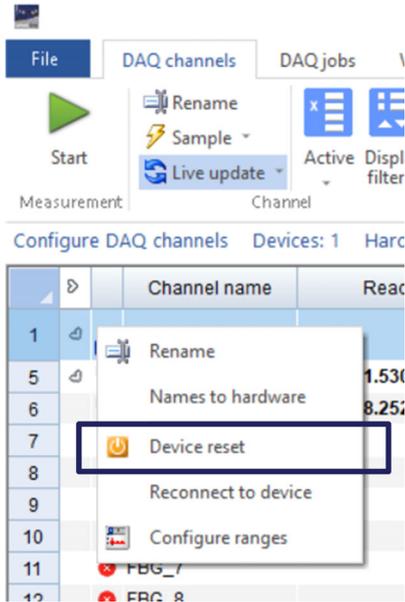


Abb. 5.29 Geräte-Reset

► Wählen Sie die Rücksetzoptionen.

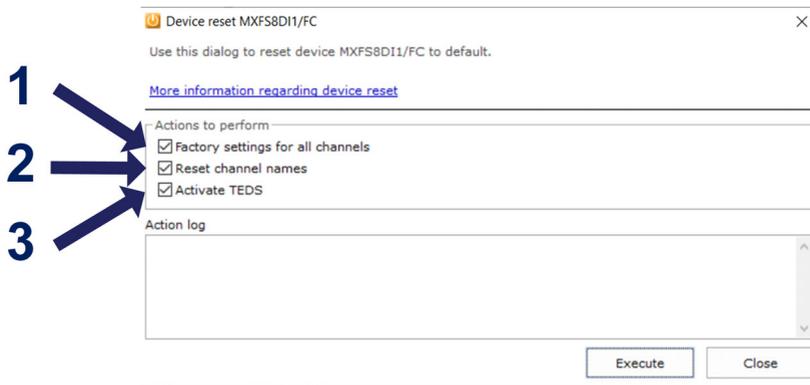


Abb. 5.30 Optionen für den Geräte-Reset

- 1 **Factory settings for all channels** (Werkseinstellung aller Kanäle). Durch die Wahl dieser Option:
 - werden alle Kanäle deaktiviert;
 - werden alle konfigurierten Bänder gelöscht;
 - wird der Sensortyp in „Wavelength Relative“ (Wellenlänge relativ) geändert;
 - wird der Nullabgleichwert gelöscht.
- 2 Durch **Reset channel names** (Kanalnamen zurücksetzen) werden:
 - alle Kanalnamen auf ihre Standardvorgabe zurückgesetzt (<Gerätename>_CH_<Anschluss-Nr.><Kanal-Nr.>, z. B. MXFS8_CH_2-13 für Kanal 13 im Anschluss 2 des Geräts MXFS8).
- 3 Die Option **Activate TEDS** (TEDS aktivieren) ist für das MXFS nicht relevant.

