

Betriebsanleitung

Raman-Spektroskopiesonde Rxn-20



Inhaltsverzeichnis

1 Hinweise zum Dokument.....	4	5 Sondenkopf und faseroptischer Anschluss.....	15
1.1 Warnungen	4	6 Montage	16
1.2 Symbole am Gerät	4	6.1 Montage im Ex-Bereich.....	17
1.3 Konformität mit US-amerikanischen Exportvorschriften	4	6.2 Prozess- und Sondenkopfkompatibilität	17
1.4 Glossar	5	6.3 Zertifizierungen und Kennzeichnungen.....	18
2 Grundlegende Sicherheitshinweise	6	7 Inbetriebnahme.....	20
2.1 Anforderungen an das Personal.....	6	7.1 Annahme der Sonde	20
2.2 Bestimmungsgemäße Verwendung	6	7.2 Sondenkalibrierung und -verifizierung	20
2.3 Sicherheit am Arbeitsplatz.....	6	8 Bedienung.....	21
2.4 Betriebssicherheit	6	8.1 Entfernung von Raman-Siliziumdioxidlicht.....	21
2.5 Lasersicherheit	7	8.2 Anregungsstrahlung fokussieren	21
2.6 Wartungssicherheit	7	9 Diagnose und Störungsbehebung	22
2.7 Wichtige Sicherheitsvorkehrungen.....	7	10 Wartung	23
2.8 Produktsicherheit.....	8	10.1 Linse/Fenster reinigen.....	23
3 Produktbeschreibung.....	10	10.2 Optische Fasern überprüfen und reinigen	23
3.1 Die Rxn-20-Sonde	10	11 Reparatur	24
3.2 Vorteile der Sondenkopfbauform	10	12 Technische Daten.....	25
3.3 Raman Rxn-20-Sondenzubehör	11	12.1 Allgemeine Spezifikationen.....	25
4 Warenannahme und Produktidentifizierung	13	12.2 Maximum Permissible Exposure (maximal zulässige Strahlenexposition)	25
4.1 Warenannahme	13	12.3 Nomineller Gefahrenbereich	27
4.2 Produktidentifizierung	13	13 Ergänzende Dokumentation	28
4.3 Lieferumfang	13	14 Index.....	29
4.4 Zertifikate und Zulassungen	14		

1 Hinweise zum Dokument

1.1 Warnungen

Struktur des Hinweises	Bedeutung
 WARNUNG Ursache (/Folgen) Folgen der Missachtung (ggf.) ▶ Abhilfemaßnahme	Dieses Symbol macht auf eine gefährliche Situation aufmerksam. Wird die gefährliche Situation nicht vermieden, kann dies zu Tod oder schweren Verletzungen führen.
 VORSICHT Ursache (/Folgen) Folgen der Missachtung (ggf.) ▶ Abhilfemaßnahme	Dieses Symbol macht auf eine gefährliche Situation aufmerksam. Wird die gefährliche Situation nicht vermieden, kann dies zu mittelschweren oder leichten Verletzungen führen.
HINWEIS Ursache/Situation Folgen der Missachtung (ggf.) ▶ Maßnahme/Hinweis	Dieses Symbol macht auf Situationen aufmerksam, die zu Sachschäden führen können.

Tabelle 1. Warnungen

1.2 Symbole am Gerät

Symbol	Beschreibung
	Das Symbol für Laserstrahlung macht den Benutzer darauf aufmerksam, dass bei der Verwendung des Raman Rxn-Systems die Gefahr besteht, schädlicher sichtbarer Laserstrahlung ausgesetzt zu werden.
	Das Symbol für Hochspannung macht den Benutzer darauf aufmerksam, dass ein ausreichend hohes elektrisches Potenzial vorliegt, um Körperverletzungen oder Sachschäden zu verursachen. In manchen Industrien bezieht sich der Begriff Hochspannung auf Spannungen oberhalb eines bestimmten Schwellwerts. Betriebsmittel und Leiter, die hohe Spannungen führen, erfordern besondere Sicherheitsanforderungen und Vorgehensweisen.
	Die CSA-Kennzeichnung gibt an, dass das Produkt nach den Anforderungen der geltenden nordamerikanischen Standards getestet wurde und diese erfüllt.
	Das WEEE-Symbol gibt an, dass das Produkt nicht im Restmüll entsorgt werden darf, sondern zum Recycling an eine separate Sammelstelle zu senden ist.
	Die CE-Kennzeichnung gibt an, dass das Produkt die Normen für Gesundheit, Sicherheit und Umweltschutz erfüllt, die für alle Produkte gelten, die im Europäischen Wirtschaftsraum verkauft werden.

Tabelle 2. Symbole

1.3 Konformität mit US-amerikanischen Exportvorschriften

Die Richtlinie von Endress+Hauser schreibt die strikte Erfüllung der US-amerikanischen Gesetze zur Exportkontrolle vor, wie sie auf der Webseite des [Bureau of Industry and Security](#) des U.S. Department of Commerce detailliert aufgeführt werden.

1.4 Glossar

Begriff	Beschreibung
ANSI	American National Standards Institute
ATEX	Atmosphère Explosible (explosionsfähige Atmosphäre)
°C	Celsius
CDRH	Center for Devices and Radiological Health
CFR	Code of Federal Regulations (Sammlung von Bundesverordnungen)
cm	Zentimeter
CSA	Canadian Standards Association
EU	Europäische Union
EXC	Excitation (Anregung)
°F	Fahrenheit
FC	Faserkanal
ft.	Feet (Fuß)
GMP	Good Manufacturing Practices (Gute Herstellungspraxis)
IEC	International Electrotechnical Commission
in.	inches
lbs.	pounds (Pfund)
m	Meter
mm	Millimeter
MPE	Maximum Permissible Exposure (maximal zulässige Strahlenexposition bzw. Maximal Zulässige Bestrahlung, -----)
MT	Mechanical Transfer (mechanische Übertragung)
nm	Nanometer
NOHD	Nominal Ocular Hazard Distance (nomineller Augen-Gefahrenabstand/Lasersicherheitsabstand)
PAT	Process Analytical Technology (Prozessanalysetechnik)
PTFE	Polytetrafluorethylen (Teflon)
WEEE	Waste Electrical and Electronic Equipment

Tabelle 3. Glossar

2 Grundlegende Sicherheitshinweise

2.1 Anforderungen an das Personal

- Montage, Inbetriebnahme, Bedienung und Wartung der Messeinrichtung dürfen nur durch dafür speziell ausgebildetes Fachpersonal erfolgen.
- Das Fachpersonal muss vom Anlagenbetreiber für die genannten Tätigkeiten autorisiert sein.
- Das Fachpersonal muss diese Betriebsanleitung gelesen und verstanden haben und die Anweisungen in dieser Betriebsanleitung befolgen.
- Der Anlagenbetreiber muss einen Beauftragten für Lasersicherheit benennen, der sicherstellt, dass die Mitarbeiter zu Betriebsabläufen und Sicherheitsvorkehrungen im Umgang mit Lasern der Klasse 3B geschult sind.
- Störungen an der Messstelle dürfen nur von entsprechend autorisiertem und dafür ausgebildetem Personal behoben werden. Reparaturen, die nicht in diesem Dokument beschrieben sind, dürfen nur direkt beim Hersteller oder durch die Serviceorganisation durchgeführt werden.

2.2 Bestimmungsgemäße Verwendung

Die Raman-Spektroskopiesonde Rxn-20 wurde für die Messung von Feststoffen und Halbfeststoffen in Labor-, Prozessentwicklungs- oder Fertigungsumgebungen konzipiert.

Zu den empfohlenen Anwendungsbereichen gehören:

- **Polymere:** Qualität des extrudierten Granulats, Kristallinität, Dichte, Ausgangsstoffe
- **Pharmazie:** Kristallinität, Polymorphie, Granulation, Einheitlichkeit von Gemischen, Einheitlichkeit der Anteile, Beschichtung, Tablettierung
- **Chemie:** Endproduktqualität, Gemischverunreinigungen, Kristallinität, Ausgangsstoffe
- **Lebensmittel und Getränke:** Qualität von Molkereiprodukten, Fleisch- und Fischzusammensetzung

Eine andere als die beschriebene Verwendung stellt die Sicherheit von Personen und der gesamten Messeinrichtung in Frage und setzt die Gewährleistung außer Kraft.

2.3 Sicherheit am Arbeitsplatz

Der Benutzer ist für die Einhaltung folgender Sicherheitsbestimmungen verantwortlich:

- Montageanleitungen
- Lokale Normen und Vorschriften bezüglich der elektromagnetischen Verträglichkeit

Das Produkt ist gemäß den gültigen internationalen Normen für den Industriebereich auf elektromagnetische Verträglichkeit geprüft.

Die angegebene elektromagnetische Verträglichkeit gilt nur für ein Produkt, das ordnungsgemäß an den Analysator angeschlossen wurde.

2.4 Betriebssicherheit

Vor der Inbetriebnahme der Gesamtmessstelle:

1. Alle Anschlüsse auf ihre Richtigkeit prüfen.
2. Sicherstellen, dass die elektrooptischen Kabel unbeschädigt sind.
3. Beschädigte Produkte nicht in Betrieb nehmen und vor versehentlicher Inbetriebnahme schützen.
4. Beschädigte Produkte als defekt kennzeichnen.

Im Betrieb:

1. Können Störungen nicht behoben werden, müssen die Produkte außer Betrieb gesetzt und vor versehentlicher Inbetriebnahme geschützt werden.
2. Bei der Arbeit mit Geräten, die Laser enthalten, immer alle lokalen Protokolle zur Lasersicherheit einhalten; diese können vorschreiben, dass Persönliche Schutzausrüstung (PSA) zu verwenden und der Zugang zum Gerät auf autorisierte Benutzer zu beschränken ist.

2.5 Lasersicherheit

Die Raman Rxn-Analysatoren verwenden Laser der Klasse 3B, wie sie in folgenden Normen definiert sind:

- [American National Standards Institute](#) (ANSI) Z136.1, "American National Standard for Safe Use of Lasers"
- [International Electrotechnical Commission](#) (IEC) 60825-1, "Safety of Laser Products – Part 1"



Laserstrahlung

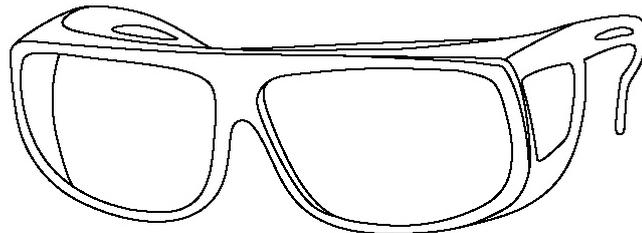
- ▶ Strahlenexposition vermeiden
- ▶ Laserprodukt der Klasse 3b



Laserstrahlen können zur Entzündung bestimmter Substanzen, wie z. B. flüchtiger organischer Verbindungen, führen.

Die beiden Möglichkeiten für eine Entzündung sind ein direktes Erhitzen der Probe bis zu einem Punkt, an dem sie sich entzündet, und das Erhitzen einer Verunreinigung (z. B. Stäube) bis zu einem kritischen Punkt, der zur Entzündung der Probe führt.

Die Laserkonfiguration stellt weitere Risiken für die Sicherheit dar, da die Strahlung nahezu unsichtbar ist. Der Benutzer muss sich stets der ursprünglichen Richtung und der möglichen Streuwege des Lasers bewusst sein. Bei Anregungswellenlängen von 532 nm und 785 nm wird die Verwendung von OD3-Laserschutzbrillen oder höher dringend empfohlen. Bei einer Anregungswellenlänge von 993 nm wird OD4 oder höher empfohlen.



A0048421

Abbildung 1. Laserschutzbrille

Nähere Informationen zu geeigneten Vorsichtsmaßnahmen und dem Einrichten passender Kontrollen für den Umgang mit Lasern und ihren Gefahren sind in der aktuellsten Version der ANSI Z136.1 oder der IEC 60825-14 zu finden. Relevante Parameter zur Berechnung des nominellen Augen-Gefahrenabstands (Nominal Ocular Hazard Distance, NOHD) und der maximal zulässigen Strahlenexposition (MPE) sind in Kapitel 12 →  dieses Dokuments zu finden.

2.6 Wartungssicherheit

Wenn eine Prozesssonde zur Wartung von der Prozessschnittstelle entfernt werden muss, immer die Sicherheitshinweise des Unternehmens einhalten. Beim Warten des Geräts stets die geeignete Schutzausrüstung tragen.

2.7 Wichtige Sicherheitsvorkehrungen

- Die Rxn-20-Sonde nicht zu anderen Zwecken, sondern nur bestimmungsgemäß einsetzen.
- Nicht direkt in den Laserstrahl blicken.
- Den Laser nicht auf verspiegelte/glänzende Oberflächen oder eine Oberfläche, die diffuse Reflexionen verursachen kann, richten. Der reflektierte Strahl ist genauso schädlich wie der direkte Strahl.
- Angeschlossene und nicht verwendete Sondenköpfe immer mit Kappen oder anderweitigem Schutz blockieren.
- Immer eine Strahlensperre verwenden, um eine unbeabsichtigte Streuung der Laserstrahlung zu vermeiden.
- Den Sondenkopf immer sichern, sodass er von Personen wegzeigt. Niemals frei mit dem Sondenkopf hantieren, wenn er in Betrieb ist.

2.8 Produktsicherheit

Dieses Produkt ist darauf ausgelegt, alle aktuellen Sicherheitsanforderungen zu erfüllen, wurde geprüft und ab Werk in einem sicheren Betriebszustand ausgeliefert. Die einschlägigen Vorschriften und internationalen Normen sind berücksichtigt. An den Analysator angeschlossene Geräte müssen ebenfalls die gültigen Sicherheitsstandards für Analysatoren erfüllen.

Die Raman-Spektroskopiesysteme von Endress+Hauser umfassen folgende Sicherheitsvorrichtungen, um die United States Government Requirements 21 [Code of Federal Regulations](#) (CFR) Chapter 1, Subchapter J wie vom [Center for Devices and Radiological Health](#) (CDRH) verwaltet, und die IEC 60825-1, wie von der [International Electrotechnical Commission](#) verwaltet, zu erfüllen.

2.8.1 CDRH- und IEC-Konformität

Die Endress+Hauser Raman-Analysatoren wurden von Endress+Hauser zur Erfüllung der Konstruktions- und Fertigungsanforderungen des CDRH und der IEC 60825-1 zertifiziert .

Die Raman-Analysatoren von Endress+Hauser wurden beim CDRH registriert. Sämtliche nicht autorisierten Änderungen an einem bestehenden Raman Rxn2- oder Raman Rxn4-Analysator oder dessen Zubehör können zu einer gefährlichen Strahlenexposition führen. Zudem können derartige Änderungen dazu führen, dass das System nicht länger mit den bundesrechtlichen Anforderungen konform ist, für die es von Endress+Hauser zertifiziert wurde.

2.8.2 Lasersicherheitsverriegelung

Die eingebaute Rxn-20-Sonde ist Bestandteil des Verriegelungskreises. Wenn es zu einem Bruch des Faserkabels kommt, schaltet sich der Laser innerhalb von Millisekunden nach dem Bruch aus.

HINWEIS

Sonden und Kabel vorsichtig behandeln.

Faserkabel NICHT knicken und so verlegen, dass der Mindestbiegeradius von 75 mm (2,96 in.) beibehalten wird.

- Werden Kabel nicht ordnungsgemäß verlegt, kann es zu einer dauerhaften Beschädigung kommen.

Der Sondenkopf enthält ein eigensichere Menge an elektrischem Potenzial. Wenn der Sondenkopf in einem Gehäuse montiert wird, dann kann optional ein abgesetzter Verriegelungsschalter am Gehäusedeckel angebracht werden, sodass der Laserverriegelungsschalter durch das Öffnen des Gehäuses aktiviert wird und den Laser innerhalb von Millisekunden, nachdem das Gehäuse geöffnet wurde, herunterfährt.

2.8.3 Laseremissionsanzeige

Neben den CDRH-konformen Anzeigen auf dem Basisgerät eines Raman Rxn2/Rxn4-Analysators (Hybridkonfiguration) verfügt die Rxn-20-Sonde über eine elektrisch betriebene und CRDH-konforme Laseremissionsanzeige.

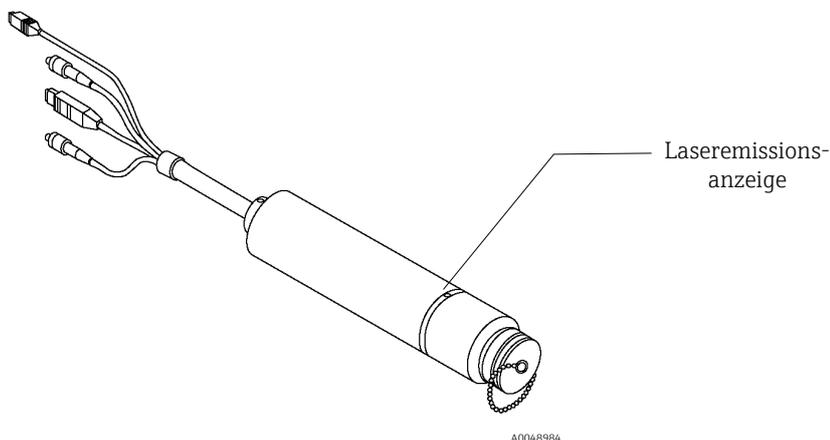


Abbildung 2. Position der Laseremissionsanzeige auf der Rxn-20-Sonde

2.8.4 Ex-Zulassungen

Die Rxn-20-Sonde wurde von einer unabhängigen dritten Stelle für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen gemäß Artikel 17 der Richtlinie 2014/34/EU des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 26. Februar 2014 zugelassen. Die Rxn-20-Sonde wurde gemäß ATEX-Richtlinie für den Einsatz in Europa sowie in anderen Ländern zertifiziert, in denen ATEX-zertifizierte Betriebsmittel zugelassen sind.



Abbildung 3. ATEX-Kennzeichnung für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen

Die Rxn-20-Sonde wurde in den USA (US) und Kanada von der [Canadian Standards Association](#) für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen zugelassen, sofern sie gemäß der Zeichnung für die Montage der Rxn-20-Sonde in Ex-Bereichen (Hazardous Area Installation Drawing, 3000272) montiert wird.

Die Produkte dürfen mit der CSA-Kennzeichnung versehen werden, und zwar entweder zusammen mit den Angaben "C" und "US" für Kanada und die USA oder mit der Angabe "US" nur für die USA oder ganz ohne eine der beiden Angaben nur für Kanada.



Abbildung 4. CSA-Kennzeichnung für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen in den USA und Kanada

Zudem kann die Rxn-20-Sonde mit der [International Electrotechnical Commission](#) (IEC)-Zertifizierung für Systeme für explosionsfähige Atmosphären (IECEx) gekennzeichnet werden, sofern sie gemäß der Zeichnung für die Montage der Rxn-20-Sonde in Ex-Bereichen (Hazardous Area Installation Drawing, 3000272) montiert wird.

3 Produktbeschreibung

3.1 Die Rxn-20-Sonde

Die Raman-Spektroskopiesonde Rxn-20 mit Kaiser-Raman-Technologie ist für große volumetrische Messungen optimiert und ermöglicht fokusfreie, quantitative Raman-Messungen von Feststoffen und Halbfeststoffen in Labor- oder Prozessumgebungen. Die Rxn-20-Sonde ist so konzipiert, dass sie mit Endress+Hauser Raman Rxn2/Rxn4-Analysatoren (Hybridkonfiguration) kompatibel ist, die mit einer Wellenlänge von 785 nm arbeiten.

Um die Probenentnahmeflexibilität zu verbessern, stehen für die Rxn-20-Sonde sowohl eine Tauch- als auch eine berührungslose Probenentnahmeoptik zur Verfügung. Aus Sicherheitsgründen ist an der Rxn-20-Sonde eine Gewindekappe als Strahlensperre angebracht.

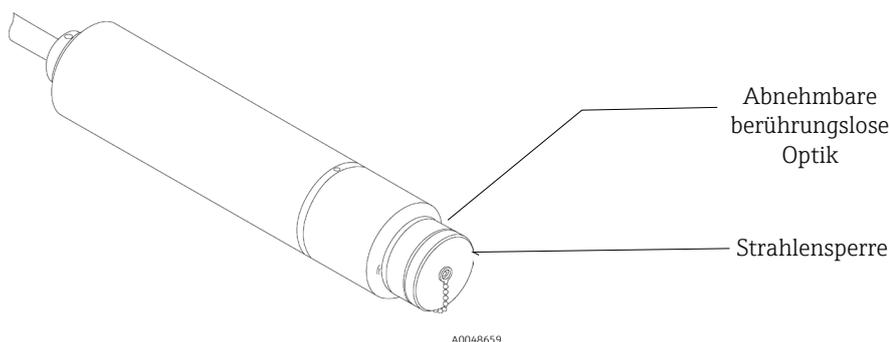


Abbildung 5. Rxn-20-Edelstahlsonde

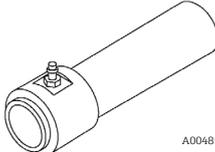
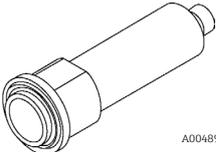
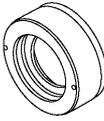
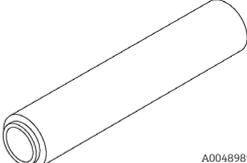
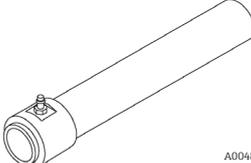
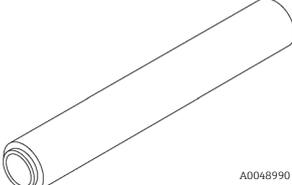
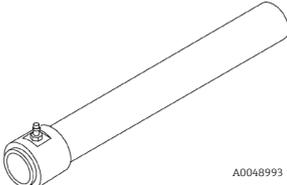
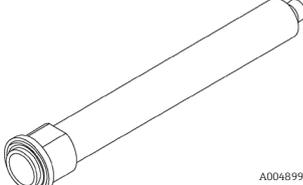
3.2 Vorteile der Sondenkopfbauforn

Die Rxn-20-Sonde macht Schluss mit den Einschränkungen, die sich stellen, wenn mit traditionellen spektroskopischen Prozessanalysesystemen (Process Analytical Technology, PAT) repräsentative Analysen erzielt werden sollen.

- **Repräsentative Messungen:** Durch die größere Laserpunktgröße lässt sich ein deutlich größerer Anteil einer Probe in einer einzelnen Messung untersuchen.
- **Wiederholbare Messungen:** Die durch die Sondenbauform ermöglichte Tiefenschärfe macht Schluss mit der Empfindlichkeit der Raman-Reaktion auf kleine Änderungen in der Probenanordnung von einer Messung zur nächsten und ermöglicht zudem die Erfassung von tiefergehenden Informationen.
- **Exzellente Modellübertragung:** Gerätebauform, Kalibrierprotokoll und wiederholbare Messungen ermöglichen die Übertragung zwischen Skalen und Einheiten in einer GMP-Umgebung.
- **Zerstörungsfreie Messung:** Die deutlich geringere Energiedichte reduziert das Potenzial für thermisch induzierte Veränderungen oder Beschädigungen/Formveränderungen an festen Proben.

3.3 Raman Rxn-20-Sondenzubehör

Die Sonde ist mit folgendem Zubehör kompatibel, um die Anforderungen unterschiedlicher Anwendungen zu erfüllen.

Punktgröße	Linsenadapter 38,1 mm (1,50 in.) Durchmesser	Linsenrohre: nicht spülbar 31,8 mm (1,25 in.) Durchmesser, für Probenraum im Gehäuse	Linsenrohre: spülbar 25,4 mm (1,00 in.) Durchmesser	Tauchoptik 25,4 mm (1,00 in.) Durchmesser
	Edelstahl 316, PTFE	Aluminium-Legierung 6061-T651, schwarz eloxiert	Edelstahl 316 mit Nippel mit Widerhaken aus Edelstahl 303	Edelstahl 316, Kalrez, PTFE, Saphir
1 mm (0,04 in.)	 *	X	X	X
1,5 mm (0,06 in.)	 *	X	X	X
3 mm (0,12 in.)	 A0048985	 A0048988	 A0048991	 A0048994
4,7 mm (0,19 in.)	 A0048986	 A0048989	 A0048992	X
6 mm (0,24 in.)	 A0048987	 A0048990	 A0048993	 A0048995

*Kompatibel mit kleiner Probenkammer mit einem 76,2 mm (3,00 in.)-Linsenrohr, das zwischen dem Sondenrumpf und dem Linsenadapter montiert ist

Tabelle 4. Zubehör für die Rxn-20-Sonde

3.3.1 Rxn-20-Sonde mit Linsenadapter

Die Rxn-20-Sonde kann verschiedene Punktgrößen von 1...6 mm (0,04...0,24 in.) messen, wenn sie mit einem Linsenadapter ausgestattet ist. Im Allgemeinen zeichnen sich größere Linsen durch eine höhere Fokustoleranz aus, was fokussfreie Messungen von unebenen Festkörperbetten oder Proben ermöglicht. Linsen von kleinerer Größe liefern repräsentative Messungen von Feststoffen mit geringerer Größe oder trüben Medien.

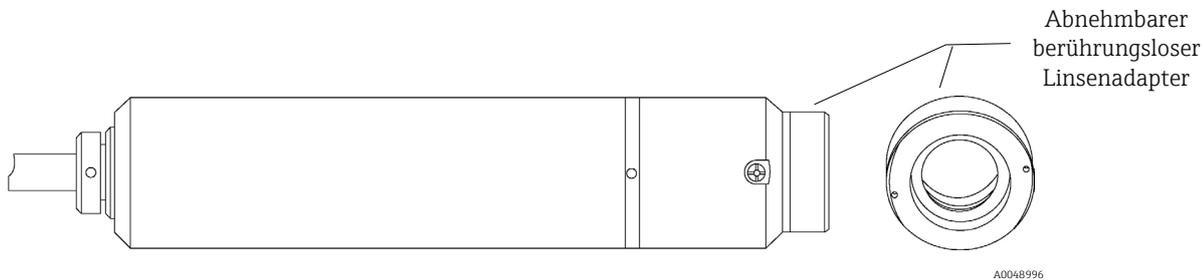


Abbildung 6. Rxn-20-Sonde mit Linsenadapter

3.3.2 Rxn-20-Sonde mit Linsenadapter und Linsenrohr

Die Rxn-20-Sonde und die berührungslose Linse können durch ein spülbares oder ein nicht spülbares Linsenrohr (Zubehör) ergänzt werden, um einen geringen Durchfluss eines geeigneten Gases zu ermöglichen und so zu verhindern, dass Material die Sondenlinse verdunkelt. Das spülbare Linsenzubehör verbindet die Rxn-20-Sonde mit einem Coater oder anderen Chargenvorgängen, in denen die Linse sauber gehalten werden muss. Das ebenfalls als Zubehör erhältliche nicht spülbare Linsenrohr ist mit der Probenkammer kompatibel und ermöglicht so eine einfache Analyse in Laboranwendungen.

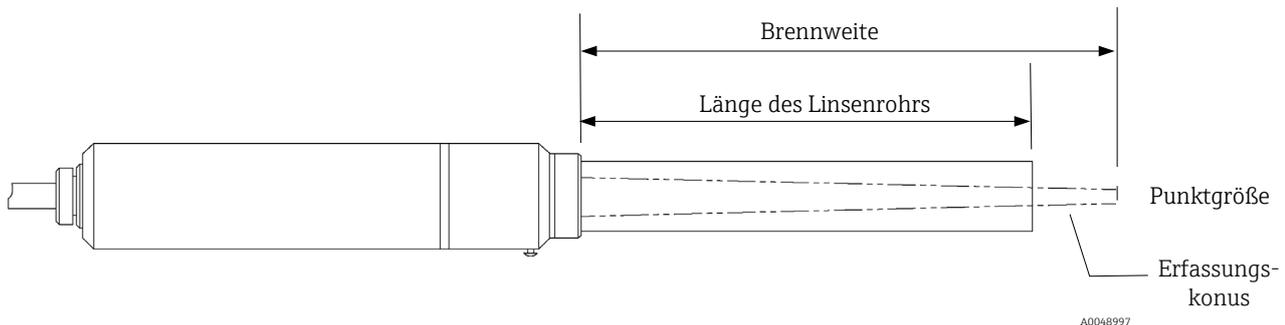


Abbildung 7. Rxn-20-Sonde mit Linsenadapter und nicht spülbarem Linsenrohr

3.3.3 Rxn-20-Sonde mit Linsenadapter und Tauchoptik

Eine weitere optionale Ergänzung zum Rxn-20-Linsenadapter ist eine Tauchoptik, die den direkten Kontakt der Probe mit Schlämmen und Feststoffen (entweder *in situ* oder offline) ermöglicht.

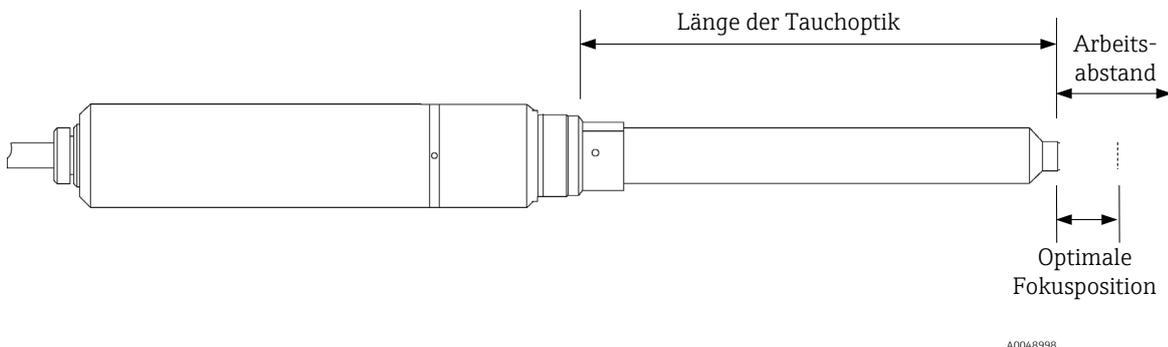


Abbildung 8. Rxn-20-Sonde mit Linsenadapter und Tauchoptik

4 Warenannahme und Produktidentifizierung

4.1 Warenannahme

1. Auf unbeschädigte Verpackung achten. Beschädigungen an der Verpackung dem Lieferanten mitteilen. Beschädigte Verpackung bis zur Klärung aufbewahren.
2. Auf unbeschädigten Inhalt achten. Beschädigungen am Lieferinhalt dem Lieferanten mitteilen. Beschädigte Ware bis zur Klärung aufbewahren.
3. Lieferung auf Vollständigkeit prüfen. Lieferpapiere und Bestellung vergleichen.
4. Für Lagerung und Transport Produkt stoßsicher und gegen Feuchtigkeit geschützt verpacken. Die Originalverpackung bietet optimalen Schutz. Zulässige Umgebungsbedingungen unbedingt einhalten.

Bei Rückfragen bitte an den Lieferanten oder Ihr lokales Vertriebsbüro wenden.

HINWEIS

Bei unsachgemäßer Verpackung kann die Sonde während des Transports beschädigt werden.

4.2 Produktidentifizierung

4.2.1 Typenschild

Der Sondenkopf/die Messstelle ist mindestens mit folgenden Informationen beschriftet:

- Endress+Hauser Logo
- Seriennummer

Wo es die Größe erlaubt, sind auch folgende Informationen enthalten:

- Produktidentifizierung (z. B. Rxn-20)
- Erweiterter Bestellcode
- Herstellerangaben
- Wesentliche funktionale Aspekte der Sonde (z. B. Material, Wellenlänge, Schärfentiefe)
- Sicherheitshinweise und Zertifizierungsinformationen, wenn zutreffend

Angaben auf dem Typenschild/Etikett mit der Bestellung vergleichen.

4.2.2 Herstelleradresse

Endress+Hauser
371 Parkland Plaza
Ann Arbor, MI 48103 USA

4.3 Lieferumfang

Im Lieferumfang sind enthalten:

- Rxn-20-Sonde in der bestellten Konfiguration
- Handbuch *Raman-Spektroskopiesonde Rxn-20 Betriebsanleitung*
- Rxn-20-Sonde Zertifikat über Produktleistung
- Lokale Konformitätserklärungen, wenn zutreffend
- Zertifikate für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen, wenn zutreffend
- Optionales Zubehör für die Rxn-20-Sonde, wenn zutreffend
- Werkstoffzertifikate, wenn zutreffend

Bei Rückfragen an Ihren Lieferanten oder Ihr lokales Vertriebsbüro wenden.

4.4 Zertifikate und Zulassungen

Nähere Informationen zu Zertifikaten und Zulassungen siehe *Raman-Spektroskopiesonde Rxn-20 Sicherheits-hinweise*.

5 Sondenkopf und faseroptischer Anschluss

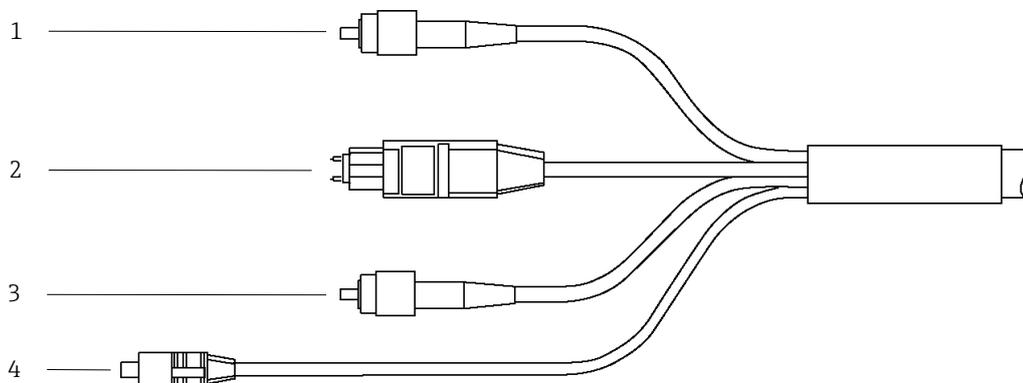
Die Rxn-20-Sonde wird über ein Glasfaserbündel an den Raman Rxn-Analysator (Hybridkonfiguration) angeschlossen. Standardmäßige Faserkabel­längen sind 3, 10 oder 15 m (9,84, 32,81 oder 49,21 ft.). Kundenspezifische Längen sind ebenfalls erhältlich.

HINWEIS

Der Anschluss der Sonde an das Glasfaserkabel muss von einem entsprechend qualifizierten Endress+Hauser Techniker oder speziell geschultem technischem Personal vorgenommen werden.

- ▶ Sofern der Kunde nicht durch qualifiziertes Personal geschult wurde, kann jeder Versuch des Kunden, die Sonde an das Glasfaserkabel anzuschließen zu einer Beschädigung führen und die Garantie außer Kraft setzen.
- ▶ Für zusätzliche Unterstützung hinsichtlich des Anschlusses von Sonde und Faserkabel Ihren lokalen Endress+Hauser Servicevertreter kontaktieren.

Das Glasfaserbündel verbindet die Rxn-20 Sonde über folgende Komponenten mit dem Analysator:



A0048999

Abbildung 9. Faseroptisches Kabelbündel für Rxn-20-Sonde

#	Bezeichnung	Beschreibung
1	Anregungsfaser	FC-Fasertyp (Faserkanal), der einen faseroptischen Ausgang für die Laserstrahlung bereitstellt
2	Erfassungsfaser	MT-Fasertyp (mechanische Übertragung) zur Erfassung von Raman-Streuung
3	Kalibrierfaser	FC-Fasertyp, der einen faseroptischen Ausgang für die automatische Kalibrierquelle bereitstellt
4	Laserverriegelungsstecker	Elektrischer Verriegelungsschleifenstecker; bei einem Faserbruch wird der Laser ausgeschaltet (OFF)

Tabelle 5. Faseroptisches Kabelbündel für Rxn-20-Sonde

Nähere Informationen zum Anschluss des Analysators siehe Betriebsanleitung zum entsprechenden Raman Rxn2- oder Raman Rxn4-Analysator.

6 Montage

Vor der Montage im Prozess verifizieren, dass die aus jedem Sondenkopf austretende Laserleistung die in der Hazardous Area Equipment Assessment (4002266) (oder äquivalent) spezifizierte Menge nicht überschreitet.

Standardsicherheitsvorkehrungen für Laserprodukte der Klasse 3B zum Schutz von Augen und Haut (gemäß EN-60825/IEC 60825-14) sind wie unten beschrieben einzuhalten.

 WARNUNG	<p>Die für Laserprodukte geltenden Standardvorsichtsmaßnahmen sind zu beachten.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Sondenköpfe, die nicht in einer Probenkammer montiert sind, sollten immer abgedeckt oder von Personen weg auf ein diffuses Ziel gerichtet werden.
 VORSICHT	<p>Wenn Streulicht in einen nicht verwendeten Sondenkopf eindringen kann, dann beeinträchtigt dies die von einem verwendeten Sondenkopf erfassten Daten und kann zu einem Fehlschlagen der Kalibrierung oder Messfehlern führen.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Nicht verwendete Sondenköpfe sind IMMER abzudecken, um zu verhindern, dass Streulicht in den Sondenkopf gelangt.
HINWEIS	<p>Darauf achten, den Sondenkopf so zu montieren, dass er die Probe oder den Bereich von Interesse misst.</p>

6.1 Montage im Ex-Bereich

Der Sondenkopf wurde für die Montage in explosionsgefährdeten Bereichen konzipiert. Er ist gemäß der Zeichnung für die Montage des Rxn-20 in Ex-Bereichen (Hazardous Area Installation Diagram 3000272) zu montieren.

HINWEIS

Wird der Sondenkopf *in situ* montiert, muss der Benutzer die Zugentlastung für das Glasfaserkabel am Montageort des Sondenkopfs bereitstellen.

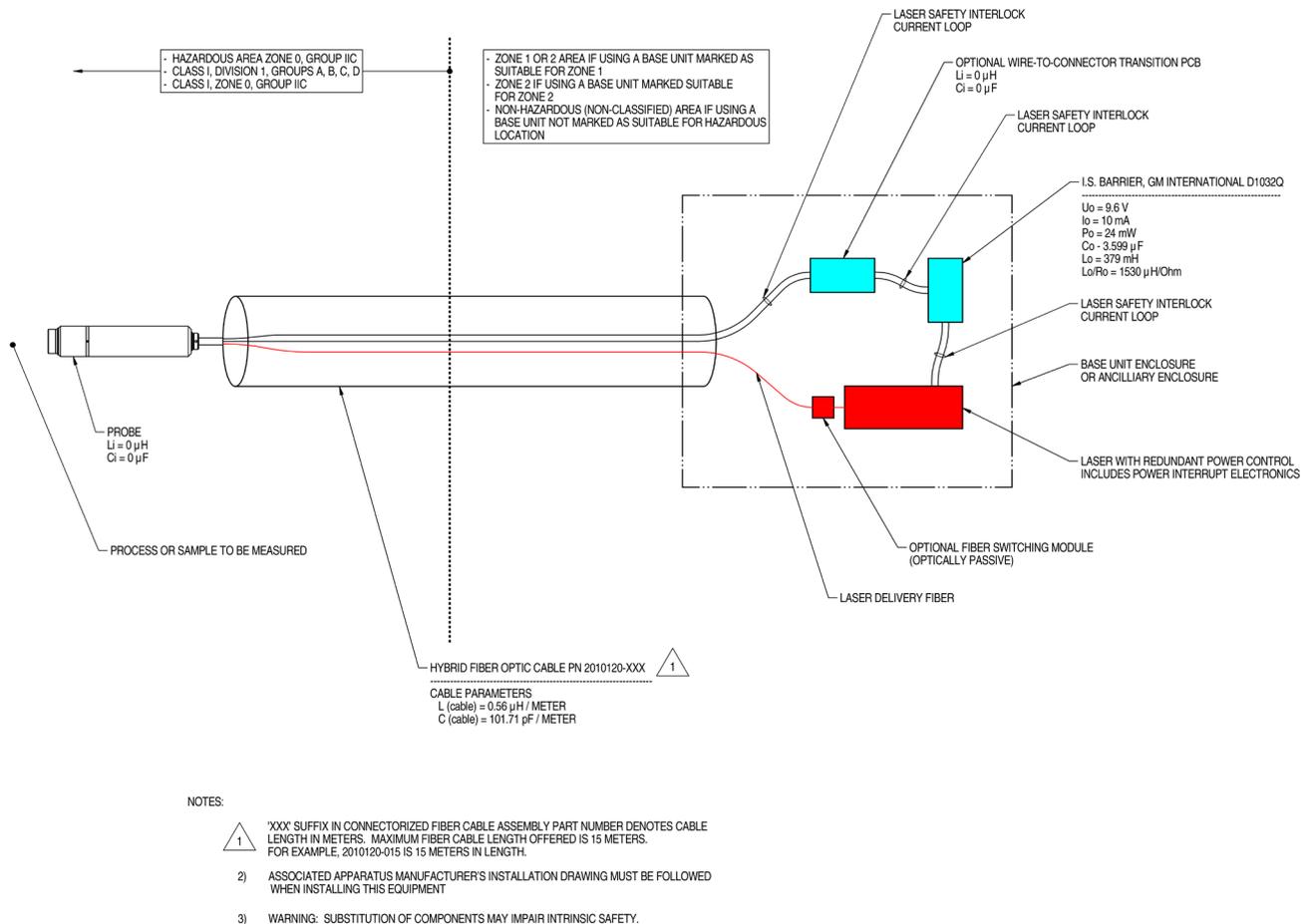


Abbildung 10. Zeichnung für die Montage des Rxn-20 in Ex-Bereichen (3000272 Version X2)

6.2 Prozess- und Sondenkopfkompatibilität

Vor der Montage muss der Benutzer prüfen, ob die Druck- und Temperaturexposition des Sondenkopfs sowie die Materialien, aus denen der Sondenkopf gefertigt ist, mit dem Prozess kompatibel sind, in dem er eingesetzt werden soll.

Der Sondenkopf ist mit Dichtungen zu montieren, die für den Behälter oder die Rohrleitung geeignet und typisch sind (z. B. Klemmverschraubungen).

⚠️ WARNUNG

Wenn der Sondenkopf in einem Prozess montiert wird, in dem hohe Temperaturen oder Drücke herrschen, sind zusätzliche Sicherheitsvorkehrungen zu treffen, um eine Beschädigung der Geräte oder Sicherheitsrisiken zu vermeiden.

Eine Ausblässicherung gemäß lokalen Sicherheitsnormen wird dringend empfohlen.

- ▶ Der Benutzer ist dafür verantwortlich, festzustellen, ob Ausblässicherungen erforderlich sind, und sicherzustellen, dass sie während der Montage am Sondenkopf angebracht werden.

6.3 Zertifizierungen und Kennzeichnungen

Endress+Hauser bietet Zertifizierungen für die Rxn-20-Sonde gemäß nachfolgenden Normen an. Die gewünschte/n Zertifizierung/en auswählen, und auf dem Sondenkopf oder dem Typenschild des Sondenkopfs wird die entsprechende Kennzeichnung angebracht.

Typ	Beschreibung
ATEX-Kennzeichnung und Installationen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Die ATEX-Kennzeichnung ist zum Zeitpunkt des Erwerbs optional erhältlich. Verfügbare Kennzeichnungen: II 2/1 G Ex ia op is IIA oder IIB oder IIB+H2 oder IIC T3 oder T4 oder T6 Ga ▪ Vor der Bestellung muss die Kennzeichnung für den jeweiligen Sondenkopf/die Anwendung festgelegt werden. Der Kunde sollte dazu einen der folgenden Schritte unternehmen: <ul style="list-style-type: none"> ○ Mit der Beschaffungsabteilung kooperieren, um die benötigte Kennzeichnung zu identifizieren ODER ○ Endress+Hauser eine ausgefüllte Kopie des Dokumentes "Hazardous Area Equipment Assessment" (4002266) bereitstellen. ▪ Endress+Hauser wird die Rxn-20-Sonden gemäß der vom Kunden bereitgestellten Information kennzeichnen. Endress+Hauser ist nicht für Ungenauigkeiten verantwortlich, die eventuell in den Informationen des Kunden enthalten sind. <div style="background-color: #f96; padding: 2px; margin: 5px 0;"> WARNUNG</div> <p>In einer ATEX-geregelten Umgebung dürfen nur ATEX-gekennzeichnete Sondenköpfe verwendet werden.</p>
Ex-Bereich-Kennzeichnung und Installationen für Nordamerika	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Die CSA-Kennzeichnung ist zum Zeitpunkt des Erwerbs optional erhältlich. Verfügbare Kennzeichnungen: Ex ia op is IIA oder IIB oder IIB + H2 oder IIC T3 oder T4 oder T6 Ga Class I, Zone 0 AEx ia op is IIA oder IIB oder IIB + H2 oder IIC T3 oder T4 oder T6 Ga Class I, Division 1, Groups A, B, C, D T3/T4/T6 ▪ Vor der Bestellung muss die Kennzeichnung für den jeweiligen Sondenkopf/die Anwendung festgelegt werden. Der Kunde sollte dazu einen der folgenden Schritte unternehmen: <ul style="list-style-type: none"> ○ Mit der Beschaffungsabteilung kooperieren, um die benötigte Kennzeichnung zu identifizieren ODER ○ Endress+Hauser eine ausgefüllte Kopie des Dokumentes "Hazardous Area Equipment Assessment" (4002266) bereitstellen. ▪ Endress+Hauser wird die Rxn-20-Sonden gemäß der vom Kunden bereitgestellten Information kennzeichnen. Endress+Hauser ist nicht für Ungenauigkeiten verantwortlich, die eventuell in den Informationen des Kunden enthalten sind. ▪ Für Anwendungen in klassifizierten Umgebungen in Nordamerika ist der Sondenkopf mit der CSA-Kennzeichnung versehen und kann als eigensicher angesehen werden, wenn er gemäß der Zeichnung für die Montage der Rxn-20-Sonde in Ex-Bereichen (Hazardous Area Installation Diagram 3000272) installiert wird. <div style="background-color: #f96; padding: 2px; margin: 5px 0;"> WARNUNG</div> <p>In einer CSA-geregelten Umgebung dürfen nur CSA-gekennzeichnete Sondenköpfe verwendet werden.</p>

<p>IECEX-Kennzeichnung und Installationen für Ex-Bereiche</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Die IECEX-Kennzeichnung ist zum Zeitpunkt des Erwerbs optional erhältlich. Verfügbare Kennzeichnungen: Ex ia op is IIA oder IIB oder IIB + H2 oder IIC T3 oder T4 oder T6 Ga IECEX ITS 14.0015X ▪ Vor der Bestellung muss die Kennzeichnung für den jeweiligen Sondenkopf/die Anwendung festgelegt werden. Der Kunde sollte dazu einen der folgenden Schritte unternehmen: <ul style="list-style-type: none"> ○ Mit der Beschaffungsabteilung kooperieren, um die benötigte Kennzeichnung zu identifizieren ODER ○ Endress+Hauser eine ausgefüllte Kopie des Dokumentes "Hazardous Area Equipment Assessment" (4002266) bereitstellen. ▪ Endress+Hauser wird die Rxn-20-Sonden gemäß der vom Kunden bereitgestellten Information kennzeichnen. Endress+Hauser ist nicht für Ungenauigkeiten verantwortlich, die eventuell in den Informationen des Kunden enthalten sind. ▪ Für IECEX-Anwendungen in klassifizierten Umgebungen ist der Sondenkopf mit der IECEX-Kennzeichnung versehen und kann als eigensicher angesehen werden, wenn er gemäß der Zeichnung für die Montage der Rxn-20-Sonde in Ex-Bereichen (Hazardous Area Installation Diagram 3000272) installiert wird. <div style="background-color: #f4a460; padding: 5px; margin: 10px 0;">  WARNUNG </div> <p>In einer IECEX-geregelten Umgebung dürfen nur IECEX-gekennzeichnete Sondenköpfe verwendet werden.</p>
--	--

Tabelle 6. Zertifizierungen und Kennzeichnungen

7 Inbetriebnahme

Bei Auslieferung ist die Rxn-20-Sonde für den Anschluss an den Raman Rxn2- (Hybridkonfiguration) oder Raman Rxn4-Analysator (Hybridkonfiguration) vorbereitet. Es ist keine zusätzliche Ausrichtung oder Justierung des Sondenkopfs selbst erforderlich. Der Anschluss des Sondenkopfes an den Raman-Rxn2/Rxn4-Analysator (Hybridkonfiguration) ist von einem qualifizierten Endress+Hauser Techniker durchzuführen.

Nachfolgende Anweisungen befolgen, um die Sonde in Betrieb zu nehmen.

HINWEIS

Für die Montage der Sonde und Nutzungsparameter können spezifische Anforderungen gelten, die von der jeweiligen Anwendung abhängen.

- ▶ Informationen zu diesen spezifischen Anforderungen siehe entsprechendes Zertifikat für ATEX, CSA oder IECEx.

7.1 Annahme der Sonde

Die zur Warenannahme in Kapitel 4.1 →  beschriebenen Schritte durchführen.

Außerdem bei Empfang den Deckel des Versandbehälters entfernen und vor Montage des Geräts im Prozess das Saphirfenster auf Schäden überprüfen. Zeigt das Fenster sichtbare Risse, den Lieferanten kontaktieren.

7.2 Sondenkalibrierung und -verifizierung

Die Sonde und der Analysator müssen vor der Verwendung kalibriert werden.

Siehe entsprechende Betriebsanleitung zum Raman Rxn2 oder Raman Rxn4-Analysator für eine schrittweise Anleitung zu:

- Durchführung einer internen Analysatorkalibrierung; kann je nach Analysatorstatus eine Kalibrierung der Ausrichtung, eine vollständige Kalibrierung der Wellenlänge oder eine vollständige Kalibrierung der Laserwellenlänge umfassen
- Durchführung einer Sondenkalibrierung; erfordert ein Kalibrierzubehörteil (HCA) mit passendem optischem Adapter
- Durchführung einer Sondenverifizierung; verifiziert die Kalibrierergebnisse mithilfe einer standardmäßigen Referenzprobe
- Anzeige von Kalibrier- und Verifizierungsberichten

Ohne eine vorherige interne Analysator- und Sondenkalibrierung lässt die Raman RunTime-Software keine Spektrenerfassung zu. Es ist zwar nicht erforderlich, den Schritt der Sondenverifizierung durchzuführen, er wird allerdings dringend empfohlen.

Die Betriebsanleitungen zum Raman Rxn2- oder Raman Rxn4-Analysator stehen im Download-Bereich der Endress+Hauser Website zur Verfügung: <https://endress.com/downloads>

8 Bedienung

Die Rxn-20-Sonde wurde für große volumetrische Messungen von Feststoffen und Halbfeststoffen in einer Labor- oder Prozessumgebung konzipiert. Die Rxn-20-Sonde ist mit Endress+Hauser Raman Rxn2/Rxn4-Analysatoren (Hybridkonfiguration) kompatibel, die mit einer Wellenlänge von 785 nm arbeiten.

Der Sondenkopf bildet das Laseranregungslicht des Faserbündels auf der Probe ab und bildet dann die Emission der Probe auf einem weiteren Faserbündel ab. Das Faserbündel verbindet den Sondenkopf mit dem Analysator.

Die Rxn-20-Sonde beleuchtet eine große Oberfläche und macht Schluss mit der Notwendigkeit, den Sondenkopf auf die Oberflächenrauigkeit ausrichten zu müssen. Nachfolgend werden die Betriebsprinzipien aufgeführt.

8.1 Entfernung von Raman-Siliziumdioxidlicht

Laserlicht, das sich durch eine optische Faser aus Siliziumdioxid bewegt, erzeugt eine Raman-Siliziumdioxidemission. Wenn diese Emission den Spektrografen erreichen sollte, könnte sie das Raman-Spektrum der Probe verdunkeln. Das Problem ist insbesondere dann schwerwiegend, wenn optische Fasern von großen Längen verwendet werden. Die Rxn-20-Sonde entfernt das Raman-Siliziumdioxidlicht aus dem Laserlicht, nachdem das Licht aus dem Anregungsfaserbündel ausgetreten ist und bevor es die Probe erreicht. Der Sondenkopf entfernt außerdem das Laserlicht aus der Probenemission, bevor es das Erfassungsfaserbündel erreicht. Dadurch sind in den Spektren, die mit einer Rxn-20-Sonde erfasst werden, keine Raman-Siliziumdioxidbanden zu sehen – selbst dann nicht, wenn sehr lange optische Fasern verwendet werden.

8.2 Anregungsstrahlung fokussieren

Die standardmäßige Rxn-20-Sonde wurde dafür konzipiert, das Anregungslicht auf einen Punkt von 6 mm (0,24 in.) Durchmesser zu fokussieren, um eine größere Fläche der Probe zu beleuchten. Der große Anregungspunkt und die zahlreichen Erfassungsfasern in der Rxn-20-Sonde ermöglichen eine heterogene Feststoffprobenentnahme sowohl in axialer als auch lateraler Richtung. Dadurch liefert sie zusätzlich zu den Oberflächendaten auch Informationen zu den tieferen Schichten, was hilfreich zur Messung von heterogenen Feststoffen wie Tabletten, Kapseln, festen Lebensmitteln und Polymerkugeln ist.

Alternative Anregungspunktgrößen sind erhältlich. Siehe Probenentnahmezubehör in Kapitel 3.3 → .

Weitere Anleitungen zum Einsatz siehe entsprechende Betriebsanleitung zum Raman Rxn2- oder Raman Rxn4-Analysator.

9 Diagnose und Störungsbehebung

Bei der Behebung von Problemen mit der Rxn-20-Sonde nachfolgende Tabelle beachten. Wenn der Sondenkopf beschädigt ist, Sondenkopf vom Prozess isolieren und vor einer Bewertung den Laser ausschalten. Bei Bedarf Ihren Servicevertreter für Unterstützung kontaktieren.

Symptom	Mögliche Ursache	Abhilfemaßnahme	
1	Beträchtliche Reduzierung des Signals oder des Signalrauschabstands (Signal-to-Noise Ratio, SNR)	1. Sonde vorsichtig aus dem Prozess entfernen, reinigen und Linse/Fenster an der Sondenspitze überprüfen. 2. Bei Bedarf die Linse/das Fenster reinigen, bevor die Sonde wieder in Betrieb genommen wird. Siehe Kapitel 10.1 →  .	
	Gebrochene, aber intakte Faser	Zustand der Faser verifizieren und Ihren Servicevertreter für einen Austausch kontaktieren.	
2	Vollständiger Signalverlust, während der Laser eingeschaltet ist und die Laseremissionsanzeige leuchtet	Gebrochene Faser ohne Bruch des Verriegelungsdrahts	Sicherstellen, dass alle Faserverbindungen gesichert sind. Zustand der Faser verifizieren und Ihren Servicevertreter für einen Austausch kontaktieren.
3	Laseremissionsanzeige auf der Sonde leuchtet nicht	Beschädigte Faserbaugruppe	Nach Anzeichen für einen Faserbruch suchen. Ihren Servicevertreter für einen Austausch kontaktieren.
		Laser-Verriegelungsleitung getrennt	Sicherstellen, dass die Laser-Verriegelungsleitung und der abgesetzte Verriegelungsstecker für die Sonde/den Kanal korrekt am Analysator angeschlossen sind.
4	Verringerte Laserleistung oder Erfassungseffizienz	Verschmutzte Faserverbindung	Faserkabelenden der Sonde am Analysator vorsichtig reinigen. Für eine Anleitung zur Reinigung und Inbetriebnahme einer neuen Sonde siehe entsprechende Betriebsanleitung zum Raman Rxn-Analysator.
		Falsche Kombination aus Linsenadapter und Linsenrohr oder Tauchoptik	Geeigneten Linsenadapter und Linsenrohr oder Tauchoptik für die gewünschte Punktgröße auswählen. Zulässige Kombinationen siehe Tabelle 4.
5	Laseremissionsanzeige schaltet sich aus	Faserbruch	Servicevertreter für Reparatur oder Austausch des Faserkabels kontaktieren.
6	Laserverriegelung auf dem Analysator führt zu einem Abschalten des Lasers	Laserverriegelung aktiviert	Alle angeschlossenen Glasfaserkabelkanäle auf Faserbruch überprüfen und sicherstellen, dass die abgesetzten Verriegelungssteckverbinder auf jedem Kanal angebracht sind.
7	Unerkannte Banden oder Muster in den Spektren	Gebrochene, aber intakte Faser	Mögliche Ursachen verifizieren und Ihren Servicevertreter kontaktieren, um das beschädigte Produkt zurückzusenden.
		Verschmutzte Sonde/Linsenspitze	
		Verschmutzte interne Sondenoptik aufgrund eines Lecks	
8	Andere ungeklärte negative Leistung der Sonde	Physische Beschädigung des Sondenkopfs oder Zubehörs	Ihren Servicevertreter kontaktieren, um das beschädigte Produkt zurückzusenden.

Tabelle 7. Störungsbehebung

10 Wartung

10.1 Linse/Fenster reinigen

Ein Linsentuch und eine Linsenreinigungslösung auf Wasserbasis verwenden, um Verschmutzungen auf dem Linsenadapter oder Sondenfenster sanft abzuwischen. Für eine aggressivere Reinigung Isopropanol und ein Linsentuch verwenden, um Verschmutzungen sanft abzuwischen.

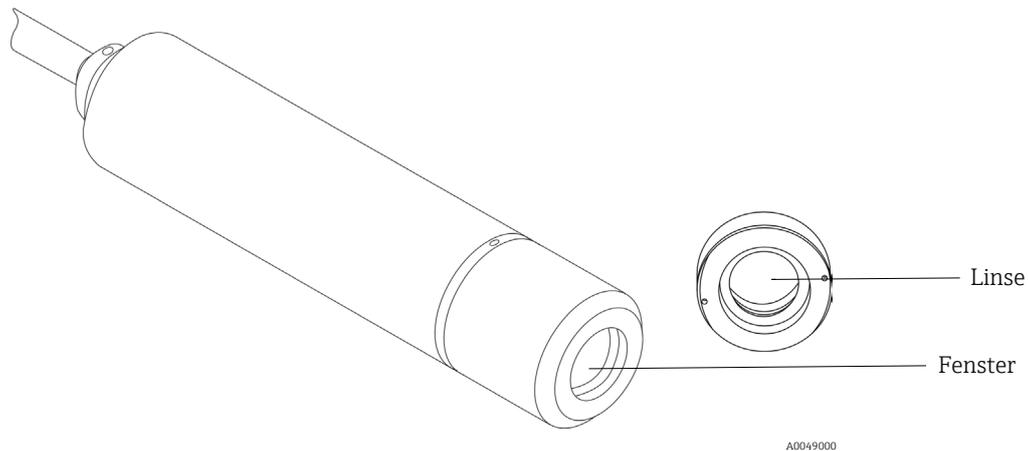


Abbildung 11. Rxn-20-Sondenfenster und Linse

10.2 Optische Fasern überprüfen und reinigen

Die Anschlüsse des faseroptischen Bündels müssen sauber und frei von Ablagerungen und Öl sein, um eine optimale Leistung zu liefern. Wenn eine Reinigung erforderlich ist, siehe entsprechende Betriebsanleitung zum Raman Rxn2- oder Raman Rxn4-Analysator, um NUR die Spitzen der Anregungs- und Kalibrierfaser zu reinigen.

11 Reparatur

Reparaturen, die nicht in diesem Dokument beschrieben sind, dürfen nur direkt beim Hersteller oder durch die Serviceorganisation durchgeführt werden. Für Technischen Service besuchen Sie unsere Website für eine Liste der lokalen Vertriebskanäle in Ihrer Nähe (<https://endress.com/contact>).

Wenn ein Produkt zur Reparatur oder zum Austausch zurückgesendet werden muss, alle von Ihrem Lieferanten vorgegebenen Dekontaminierungsverfahren einhalten.



Werden mediumsberührende Teile vor der Rücksendung nicht korrekt dekontaminiert, kann dies zu Tod oder schweren Verletzungen führen.

Um schnelle, sichere und professionelle Produktrücksendungen sicherzustellen, bitte Ihre Serviceorganisation kontaktieren.

Für weitere Informationen zu Produktrücksendungen nachfolgende Website besuchen und den für Sie geltenden Markt/Region auswählen: <https://www.endress.com/en/instrumentation-services/instrumentation-repair>

12 Technische Daten

12.1 Allgemeine Spezifikationen

Pos.	Beschreibung	
Maximale in den Sondenkopf geleitete Laserleistung	< 499 mW	
Kompatible Wellenlänge	785 nm	
Probenschnittstelle	Temperatur	10...40 °C (50...104 °F)
	Druck	Umgebung
	Relative Feuchte	20...80 %, keine Kondensatbildung
Abmessungen Sondenkopf	Länge	209,55 mm (8,25 in.) ohne Linsenadapter 312 mm (12,29 in.) mit Biegeradius des Faserkabels
	Durchmesser	48 mm (1,89 in.)
	Gewicht	ca. 2 lbs. (mit Kabel)
Materialien	Rumpf des Sondenkopfs	Edelstahl 316L
	Fenster	Materialien in optischer Qualität
	Glasfaserkabel	Bauform: PVC-ummantelte herstellerspezifische Konstruktion Anschlüsse: FC, MT und elektrisch
Glasfaserkabel	Länge	3, 10 oder 15 m standardmäßig (9,84, 32,81 oder 49,21 ft.) Kundenspezifische Längen erhältlich
	Mindestbiegeradius	75 mm (2,96 in.)
	Temperatur	-40...70 °C (-40...158 °F)
Nomineller Strahldurchmesser an Fokusposition	standardmäßig	6 mm (0,24 in.)
	optional	4,7, 3 oder 1 mm (0,19, 0,12 oder 0,04 in.)

Tabelle 8. Allgemeine Spezifikationen

12.2 Maximum Permissible Exposure (maximal zulässige Strahlenexposition)

Bei der maximal zulässigen Strahlenexposition (MPE (Maximum Permissible Exposure) oder auch MZB (Maximal Zulässige Bestrahlung)) handelt es sich um die maximale Menge an Laserstrahlung, der eine Person ausgesetzt sein kann, bevor es zu Schäden an Augen oder Haut kommt. Die MPE wird anhand der Laserwellenlänge (λ) in Nanometern, der Dauer der Exposition in Sekunden (t) und der beteiligten Energie ($J\cdot cm^{-2}$ oder $W\cdot cm^{-2}$) berechnet.

Zudem kann ein Korrekturfaktor (C_A) erforderlich sein, der sich anhand der folgenden Tabelle bestimmen lässt.

Wellenlänge λ (nm)	Korrekturfaktor C_A
400...700	1
700...1050	$10^{0,002(\lambda-700)}$
1050...1400	5

Tabelle 9. Von der Wellenlänge abhängiger Korrekturfaktor C_A

12.2.1 MPE für Exposition der Augen

Die Norm ANSI Z136.1 stellt ein Mittel zur Berechnung der MPE für die Exposition der Augen zur Verfügung. Siehe diese Norm zur Berechnung der entsprechenden MPE-Werte für den Fall einer Strahlenexposition durch den Laser der Rxn-20-Sonde oder für den unwahrscheinlichen Fall einer Strahlenexposition durch den Laser einer gebrochenen optischen Faser.

MPE für den Kontakt des Auges mit einem punktförmigen Laserstrahl				
Wellenlänge λ (nm)	Dauer der Exposition t (s)	MPE-Berechnung		MPE, wobei $C_A = 1,4791$
		(J·cm ⁻²)	(W·cm ⁻²)	
785	$10^{-13} \dots 10^{-11}$	$1,5 C_A \times 10^{-8}$	-	$2,2 \times 10^{-8}$ (J·cm ⁻²)
	$10^{-11} \dots 10^{-9}$	$2,7 C_A t^{0,75}$	-	Zeit eingeben (t) und berechnen
	$10^{-9} \dots 18 \times 10^{-6}$	$5,0 C_A \times 10^{-7}$	-	$7,40 \times 10^{-7}$ (J·cm ⁻²)
	$18 \times 10^{-6} \dots 10$	$1,8 C_A t^{0,75} \times 10^{-3}$	-	Zeit eingeben (t) und berechnen
	$10 \dots 3 \times 10^4$	-	$C_A \times 10^{-3}$	$1,4971 \times 10^{-3}$ (W·cm ⁻²)

Tabelle 10. MPE für den Kontakt der Augen mit einer Laserstrahlung von 785 nm

12.2.2 MPE für die Exposition der Haut

Die Norm ANSI Z136.1 stellt ein Mittel zur Berechnung der MPE für die Exposition der Haut zur Verfügung. Siehe diese Norm zur Berechnung der entsprechenden MPE-Werte für den Fall einer Strahlenexposition durch den Laser der Rxn-20-Sonde oder für den unwahrscheinlichen Fall einer Strahlenexposition durch den Laser einer gebrochenen optischen Faser.

MPE für den Kontakt der Haut mit Laserstrahlung				
Wellenlänge λ (nm)	Dauer der Exposition t (s)	MPE-Berechnung		MPE, wobei $C_A = 1,4791$
		(J·cm ⁻²)	(W·cm ⁻²)	
785	$10^{-9} \dots 10^{-7}$	$2 C_A \times 10^{-2}$	-	$2,9582 \times 10^{-2}$ (J·cm ⁻²)
	$10^{-7} \dots 10$	$1,1 C_A t^{0,25}$	-	Zeit eingeben (t) und berechnen
	$10 \dots 3 \times 10^4$	-	$0,2 C_A$	$2,9582 \times 10^{-1}$ (W·cm ⁻²)

Tabelle 11. MPE für den Kontakt der Haut mit einer Laserstrahlung von 785 nm

12.3 Nomineller Gefahrenbereich

Für die Rxn-20-Sonde stehen die nachfolgend aufgeführten Konfigurationen für die Fokussierungsoptik zur Verfügung. Die Abmessungen nutzen, um den nominellen Gefahrenbereich zu berechnen.

Laserpunktgröße (Durchmesser) (b_0)	Optische Brennweite (f_0)	NOHD-Gleichung (Nominal Ocular Hazard Distance; Lasersicherheitsabstand)
1 mm (0,04 in.)	35 mm (1,38 in.)	$r_{\text{NOHD}} = (f_0/b_0)(4\Phi/\pi\text{MPE})^{1/2}$ <p>Φ = ausgegebene Laserleistung in Watt</p>
1,5 mm (0,06 in.)	50 mm (1,97 in.)	
3 mm (0,12 in.)	125 mm (4,93 in.)	
4,7 mm (0,19 in.)	200 mm (7,88 in.)	
6 mm (0,24 in.)	250 mm (9,84 in.)	

Tabelle 12. Berechnung des nominellen Gefahrenbereichs

Analysatorspezifische Informationen zur Berechnung des nominellen Gefahrenbereichs siehe Betriebsanleitung zum entsprechenden Raman Rxn2- oder Raman Rxn4-Analysator.

13 Ergänzende Dokumentation

Alle Dokumentationen sind verfügbar:

- Über die Endress+Hauser Operations App für Smartphone/Tablet
- Im Download-Bereich der Endress+Hauser Website: <https://endress.com/downloads>

Teilenummer	Dokumenttyp	Dokumenttitel
KA01547C	Kurzanleitung	Raman-Spektroskopiesonde Rxn-20 Kurzanleitung
XA02747C	Sicherheitshinweise	Raman-Spektroskopiesonde Rxn-20 Sicherheitshinweise
TI01631C	Technische Information	Raman-Spektroskopiesonde Rxn-20 Technische Information

Tabelle 13. Ergänzende Dokumentation

14 Index

- Adapter 20
- Anforderungen an das Personal 6
- CDRH-Konformität 5, 8
- Elektrischer Anschluss 6
- Explosionsgefährdeter Bereich 9, 16, 17, 18
- Faserkabel
 - Anregung 15
 - Erfassung 15
 - Kalibrierung 15
 - Länge 15, 25
 - Laserverriegelung 15
 - Mindestbiegeradius 8, 25
 - Reinigung 23
 - Temperatur 25
- Glossar 5
- IEC-Konformität 5, 7, 8, 16
- Kalibrierzubehör 20
- Konformität mit Exportvorschriften 4
- Laserverriegelung 22
- MPE
 - Augenexposition 26
 - Hautexposition 26
- Raman RunTime 20
- Raman Rxn-Analysator (Hybridkonfiguration) 8, 10, 15, 20, 21
- Reparatur 24
- Sicherheit 7
 - Arbeitsplatz 6
 - Auge 7, 16, 26
 - Betrieb 6
 - Grundlegend 6
 - Haut 16, 26
 - Laser 7, 8
 - Produkt 8
 - Wartung 7
- Sonde
 - Annahme 13
 - Bedienung 21
 - Bestimmungsgemäße Verwendung 6
 - Kalibrierung 20
 - Linse/Fenster reinigen 23
 - Linsenadapter 12
 - Linsenrohr 12
 - Materialien 25
 - Montage 16, 17
 - Schnittstellen 12
 - Störungsbehebung 22
 - Tauchoptik 12
 - Verifizierung 20
 - Verschlusskappe 7, 10
 - Zusätzliche Dokumente 28
- Spezifikationen
 - Druck 25
 - Durchmesser 11, 25
 - Gewicht 25
 - Länge 25
 - Laserleistung 16, 25
 - Relative Feuchte 25
 - Temperatur 25
- Symbole 4
- Technische Daten 25
- Zertifizierung 8, 9, 13, 14
 - ATEX 5, 9, 18, 20
 - CSA 5, 9, 20
 - Explosionsgefährdeter Bereich 9, 18
 - IECEX 5, 7, 8, 9, 16, 19, 20
 - Konformität 5, 8
 - Nordamerika 18
- Zubehör 11, 12, 13

www.addresses.endress.com
