

# Betriebsanleitung

## Raman-Spektroskopiesonde Rxn-41






# Inhaltsverzeichnis







|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Allgemeine Hinweise.....</b>  | <b>3</b>  |
| 1.1      | Warnungen .....  | 3         |
| 1.2      | Symbole am Gerät.....  | 3         |
| 1.3      | Konformität mit US-amerikanischen<br>Exportvorschriften.....   | 3         |
| 1.4      | Glossar .....  | 4         |
| <b>2</b> | <b>Grundlegende Sicherheitshinweise ....</b>   | <b>5</b>  |
| 2.1      | Anforderungen an das Personal.....   | 5         |
| 2.2      | Bestimmungsgemäße Verwendung .....   | 5         |
| 2.3      | Sicherheit am Arbeitsplatz .....   | 5         |
| 2.4      | Betriebssicherheit.....  | 5         |
| 2.5      | Drucksicherheit.....   | 6         |
| 2.6      | Lasersicherheit .....  | 6         |
| 2.7      | Wartungssicherheit.....  | 7         |
| 2.8      | Wichtige Sicherheitsvorkehrungen.....  | 7         |
| 2.9      | Produktsicherheit .....  | 7         |
| <b>3</b> | <b>Phase des Produktlebenszyklus .....</b>   | <b>10</b> |
| 3.1      | Dokumentation .....  | 10        |
| 3.2      | Warenannahme.....  | 10        |
| 3.3      | Aufbau.....  | 11        |
| 3.4      | Inbetriebnahme .....   | 13        |
| 3.5      | Betrieb .....  | 14        |
| 3.6      | Diagnose und Störungsbehebung.....   | 14        |
| 3.7      | Wartung .....  | 15        |
| 3.8      | Reparatur .....  | 16        |
| <b>4</b> | <b>Arbeitsweise und Systemaufbau.....</b>  | <b>17</b> |
| 4.1      | Produktbeschreibung .....  | 17        |
| 4.2      | Sonden- und LWL-Anschluss .....  | 18        |
| <b>5</b> | <b>Technische Daten.....</b>   | <b>19</b> |
| 5.1      | Temperatur- und Druckspezifikationen.....  | 19        |
| 5.2      | Zusammensetzung und Temperatur-<br>spezifikationen für LNG-Prozesse<br>(Liquefied Natural Gas) ..... | 20        |
| 5.3      | Allgemeine Spezifikationen.....  | 22        |
| 5.4      | Maximal zulässige Strahlenexposition .....   | 23        |
| 5.5      | Werkstoffe .....   | 24        |

# 1 Allgemeine Hinweise

## 1.1 Warnungen

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

## 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.  |
|  | Die ATEX-Kennzeichnung gibt an, dass das Produkt gemäß ATEX-Richtlinie für den Einsatz in Europa sowie in anderen Ländern zertifiziert wurde, in denen ATEX-zertifizierte Betriebsmittel zugelassen sind.  |

## 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. Die Export Control Classification Number der Rxn-41-Sonde lautet EAR99.

## 1.4 Glossar

| Begriff | Beschreibung  |
|---------|---|
| ANSI    | <a href="#">American National Standards Institute</a>                         |
| API     | Aktiver pharmazeutischer Inhaltsstoff   |
| ATEX    | Atmosphère Explosible (explosionsfähige Atmosphäre)                           |
| BPVC    | Boiler and Pressure Vessel Code (Code für Dampfkessel und Druckbehälter)      |
| °C      | Celsius   |
| CDRH    | <a href="#">Center for Devices and Radiological Health</a>                    |
| CFR     | <a href="#">Code of Federal Regulations (Sammlung von Bundesverordnungen)</a> |
| cm      | Zentimeter  |
| CSA     | <a href="#">Canadian Standards Association</a>                                |
| DIN     | Deutsches Institut für Normung  |
| EO      | Elektrooptisch  |
| EU      | <a href="#">Europäische Union</a>   |
| °F      | Fahrenheit  |
| ft      | Feet (Fuß)  |
| IEC     | <a href="#">International Electrotechnical Commission</a>                     |
| in      | inches (Zoll)   |
| IPA     | Isopropanol   |
| IS      | Intrinsically Safe (eigensicher)  |
| kg      | Kilogramm   |
| lb      | Pound (angloamerikanisches Pfund)   |
| LED     | Light Emitting Diode  |
| m       | Meter   |
| mbar    | Millibar Druckeinheit   |
| mm      | Millimeter  |
| MPE     | Maximum Permissible Exposure (maximal zulässige Strahlenexposition)           |
| nm      | Nanometer   |
| PAT     | Process Analytical Technology (Prozessanalysetechnik)                         |
| psi     | Pounds Per Square Inch (Pfund pro Quadratzoll)                                |
| QbD     | Quality by Design   |
| RD      | Rot   |
| WEEE    | <a href="#">Waste Electrical and Electronic Equipment</a>                     |
| YE      | Gelb  |

## 2 Grundlegende Sicherheitshinweise

### 2.1 Anforderungen an das Personal

- Montage, Inbetriebnahme, Bedienung und Wartung der Messeinrichtung dürfen nur durch speziell dafür 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-41 wurde für die Analyse von flüssigen Proben in einer Prozessanlagenumgebung konzipiert.

Zu den empfohlenen Anwendungsbereichen gehören:

- **Chemikalien:** Reaktionsüberwachung, Mischung, Zufuhr- und Endproduktüberwachung
- **Polymere:** Überwachung der Polymerisationsreaktion, Polymermischung
- **Pharmazeutika:** Reaktionsüberwachung aktiver pharmazeutischer Inhaltsstoffe (API), Kristallisation, Polymorphismus, Betrieb von Produktionseinheiten für Arzneimittelwirkstoffe
- **Öl- und Gasindustrie:** Kohlenwasserstoffanalysen

Eine andere als die beschriebene Verwendung gefährdet die Sicherheit von Personen und der gesamten Messeinrichtung 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 Messstelle:

- Alle Anschlüsse auf ihre Richtigkeit prüfen.
- Sicherstellen, dass die elektrooptischen Kabel unbeschädigt sind.
- Sicherstellen, dass der Füllstand des Mediums ausreicht, um die Sonde einzutauchen (wenn zutreffend).
- Keine beschädigten Produkte in Betrieb nehmen.
- Beschädigte Produkte vor versehentlicher Inbetriebnahme schützen.
- Beschädigte Produkte als defekt kennzeichnen.

Im Betrieb:

- Können Störungen nicht behoben werden, müssen die Produkte außer Betrieb gesetzt und vor versehentlicher Inbetriebnahme geschützt werden.
- 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 Drucksicherheit

Druckwerte basieren auf den Bezugsnormalen für die Sonde. Armaturen und Flansche können je nach Sondenkonfiguration in der Druckstufe enthalten sein oder nicht. Zudem können die Produktauslegungen von Schrauben- und Dichtungsmaterialien sowie den entsprechenden Vorgehensweisen betroffen sein.

Wenn die Montage einer Endress+Hauser Sonde im Rohrleitungs- oder Probenentnahmesystem des Benutzers geplant wird, ist der Benutzer dafür verantwortlich, die Druckgrenzwerte zu kennen und die geeigneten Armaturen, Bolzen, Dichtungen und Vorgehensweisen für Ausrichtung und Zusammenbau der abgedichteten Anschlussstücke auszuwählen.

Der Benutzer ist allein verantwortlich für alle nachteiligen Folgen, die sich aus der Verwendung dieser Bewertungen für abgedichtete Verbindungen, der Nichteinhaltung der angegebenen Beschränkungen oder der Nichtbeachtung anerkannter bewährter Verfahren (Good Practices) beim Verschrauben und Abdichten ergeben.

## 2.6 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

### ⚠️ WARNUNG

#### Laserstrahlung

- ▶ Strahlenexposition vermeiden
- ▶ Laserprodukt der Klasse 3B

### ⚠️ VORSICHT

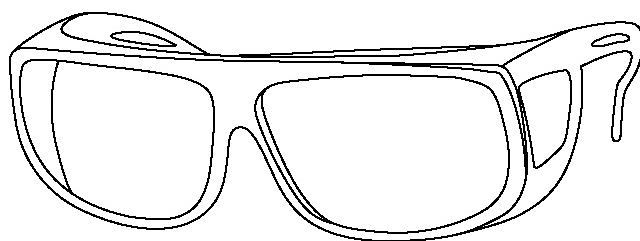
**Laserstrahlen können zur Entzündung bestimmter Substanzen, wie z. B. flüchtiger organischer Verbindungen, führen.**

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.


Für Anregungswellenlängen von 532 nm und 785 nm Laserschutzbrillen mit OD3 oder höher verwenden.

Für Anregungswellenlängen von 993 nm Laserschutzbrillen mit OD4 oder höher verwenden.



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 der maximal zulässigen Strahlenexposition (MPE) und des nominellen Augen-Gefahrenabstands (Nominal Ocular Hazard Distance, NOHD) siehe *Technische Daten* → .

Weitere Informationen zu Berechnungen im Zusammenhang mit der Lasersicherheit siehe *Raman-Spektroskopiesonde Rxn-41 Sicherheitshinweise (XA02784C)*.

## 2.7 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.

## 2.8 Wichtige Sicherheitsvorkehrungen

- Die Rxn-41-Sonde nicht zu anderen Zwecken, sondern nur bestimmungsgemäß einsetzen.
- Nicht direkt in den Laserstrahl blicken.
- Den Laser nicht auf verspiegelte oder 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 Sonden immer mit Kappen oder anderweitigem Schutz blockieren.
- Immer eine Strahlensperre verwenden, um eine unbeabsichtigte Streuung der Laserstrahlung zu vermeiden.

## 2.9 Produktsicherheit

Dieses Produkt ist darauf ausgelegt, alle aktuellen Sicherheitsanforderungen zu erfüllen und 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 in Title 21 des [Code of Federal Regulations](#) (21 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.

### 2.9.1 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 Rxn-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.

### 2.9.2 Laseremissionsanzeige

Die montierte Rxn-41-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

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

- ▶ Sonden und Kabel vorsichtig behandeln und sicherstellen, dass sie nicht geknickt werden.
- ▶ Faserkabel mit einem Mindestbiegeradius gemäß *Raman-LWL-Kabel KFOC1 und KFOC1B Technische Information (TIO1641C)* montieren.

Bei dem Verriegelungskreis handelt es sich um eine elektrische Niederschleife. Wird die Rxn-41-Sonde in einem als explosionsgefährdet eingestuften Bereich verwendet, muss der Verriegelungskreis durch eine eigensichere (IS) Trennvorrichtung geführt werden.

Die Laseremissionsanzeige befindet sich auf der Sondenbaugruppe. Wenn die Möglichkeit besteht, dass der Laser mit Strom versorgt wird, dann leuchtet diese Anzeige.

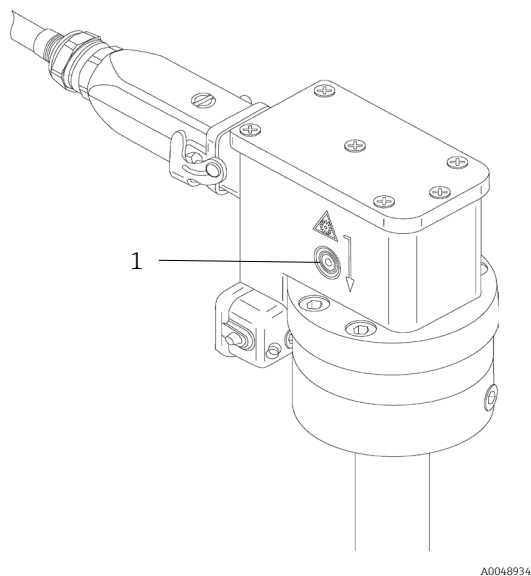


Abbildung 2. Position der Laseremissionsanzeige (1)

### 2.9.3 Ex-Zulassungen

Die Rxn-41-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. Nur die Rxn-41-Sonde mit ATEX-Kennzeichnung 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-41-Sonde wurde in den USA und Kanada von der [Canadian Standards Association](#) für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen zugelassen, sofern sie gemäß der Zeichnung für die Montage in Ex-Bereichen (4002396) 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-41-Sonde mit der [International Electrotechnical Commission](#) (IEC)-Zertifizierung für Systeme für explosionsfähige Atmosphären (IECEx) gekennzeichnet werden, sofern sie gemäß der Zeichnung für die Montage in Ex-Bereichen (4002396) montiert wird.

Nur die Rxn-41-Sonde mit JPEX-Kennzeichnung wurde dafür zertifiziert, die japanischen Anforderungen an den Explosionsschutz zu erfüllen.



A0053030

*Abbildung 5. JPEX-Kennzeichnung für Produktzertifizierung*

Die Rxn-41-Sonde wurde anhand der Regulation 42 der Equipment and Protective Systems Intended for Use in Potentially Explosive Atmospheres Regulations 2016, UKSI 2016:1107 beurteilt und erfüllt deren Vorschriften, wenn sie gemäß der Zeichnung für die Montage in Ex-Bereichen (4002396) montiert wird.



A0045928

*Abbildung 6. UK-Kennzeichnung für Produktzertifizierung*

Nähere Informationen zu den Einsatzbedingungen und den entsprechenden Kennzeichnungen für die jeweilige Anwendung siehe *Raman-Spektroskopiesonde Rxn-41 Sicherheitshinweise (XA02784C)*.

## 3 Phase des Produktlebenszyklus

### 3.1 Dokumentation

Alle Dokumentationen sind verfügbar:


- Auf der Endress+Hauser mobile App: [www.endress.com/supporting-tools](http://www.endress.com/supporting-tools)
- Im Download-Bereich der Endress+Hauser Website: [www.endress.com/downloads](http://www.endress.com/downloads)

Das vorliegende Dokument ist wesentlicher Bestandteil dieses Dokumentationspakets, das Folgendes umfasst:

| Teilenummer | Dokumenttyp            | Dokumenttitel  |
|-------------|------------------------|--|
| KA01560C    | Kurzanleitung          | Raman-Spektroskopiesonde Rxn-41 Kurzanleitung          |
| XA02784C    | Sicherheitshinweise    | Raman-Spektroskopiesonde Rxn-41 Sicherheitshinweise    |
| TI01673C    | Technische Information | Raman-Spektroskopiesonde Rxn-41 Technische Information |
| BA02173C    | Betriebsanleitung      | Raman-Kalibrierzubehör Betriebsanleitung               |

### 3.2 Warenannahme

#### 3.2.1 Hinweise zur 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. Siehe Spezifikationen unter *Technische Daten* → .

Bei Rückfragen an den zuständigen Lieferanten oder das lokale Vertriebsbüro wenden.

#### HINWEIS

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

#### 3.2.2 Produktidentifizierung

##### 3.2.2.1 Typenschild

Das Typenschild der Sonde enthält folgende Informationen:

- Endress+Hauser Logo
- Produktidentifizierung (z. B. Rxn-41)
- Seriennummer

Die Schilder sind fest angebracht und enthalten außerdem:

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

Angaben auf der Sonde und dem Typenschild mit der Bestellung vergleichen.

##### 3.2.2.2 Herstelleradresse

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

### 3.2.3 Lieferumfang

Im Lieferumfang enthalten:

- Rxn-41-Sonde in der bestellten Konfiguration
- *Raman-Spektroskopiesonde Rxn-41 Betriebsanleitung*
- Rxn-41-Sonde Zertifikat über Produktleistung
- Lokale Konformitätserklärungen, wenn zutreffend
- Zertifikate für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen, wenn zutreffend
- Werkstoffzertifikate, wenn zutreffend
- Optionales Zubehör für die Rxn-41-Sonde, wenn zutreffend

Bei Fragen an den Lieferanten oder das lokale Vertriebsbüro wenden.

### 3.2.4 Zertifikate und Zulassungen

Nähere Informationen zu Zertifikaten und Zulassungen siehe *Raman-Spektroskopiesonde Rxn-41 Sicherheitshinweise (XA02784C)*.

## 3.3 Aufbau

### 3.3.1 Montage

Vor der Montage im Prozess verifizieren, dass die aus jeder Sonde austretende Laserleistung die in der Hazardous Area Equipment Assessment (4002266) (oder äquivalent) spezifizierte Menge nicht überschreitet. Zur Bestätigung der maximal zulässigen Laserleistung siehe Ex-Bereich-Kennzeichnung auf jeder Sonde und Dokument mit Sicherheitshinweisen zum entsprechenden Sondentyp.

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

|                    |   |
|--------------------|---|
| <b>⚠️ WARNUNG</b>  | <p><b>Sonden sind mit spezifischen Dichtungsgrenzen ausgelegt.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Die Druckangaben der Sonde sind nur dann gültig, wenn auf dem vorgesehenen Dichtungselement (Schaft, Flansch etc.) eine Dichtung vorgenommen wird.</li> <li>▶ Die Leistungsstufen können Begrenzungen für Armaturen, Flansche, Bolzen und Dichtungen enthalten. Der Monteur muss diese Begrenzungen verstehen und geeignete Befestigungs- und Montageverfahren nutzen, um eine druckdichte und sichere Verbindung zu erreichen.</li> </ul> <p><b>Die für Laserprodukte geltenden Standardvorsichtsmaßnahmen sind zu beachten.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Sonden, die nicht in einer Probenkammer montiert sind, sollten immer mit Kappen abgedeckt, von Personen weg und auf ein diffuses Ziel gerichtet werden.</li> </ul> |
| <b>⚠️ VORSICHT</b> | <p><b>Wenn Streulicht in eine nicht verwendete Sonde eindringt, dann beeinträchtigt dies die von einer verwendeten Sonde erfassten Daten und kann zu einem Fehlschlagen der Kalibrierung oder Messabweichungen führen.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Nicht verwendete Sonden sind IMMER mit Kappen abzudecken, um zu verhindern, dass Streulicht in die Sonde gelangt.</li> </ul>  |
| <b>HINWEIS</b>     | <p><b>Darauf achten, die Sonde so zu montieren, dass sie die strömende Probe oder den Probenbereich von Interesse misst.</b></p>  |

#### 3.3.1.1 Montageanleitungen

Die Rxn-41-Sonde wurde für die direkte Montage in Prozessströmen und Reaktorbehältern gemäß nachfolgender Montageanleitung konzipiert:

- Wenn eine Sonde montiert wird, die mit der nicht abnehmbaren, rechtwinkligen Faseranschlussbaugruppe (EO-Typ) ausgestattet ist, dann empfiehlt es sich, die Faserkabel-Baugruppe während der Montage von der Sonde zu trennen.

- Sicherstellen, dass die Laserverriegelung an die Sicherheitsleuchte und jedes für die Anlage geeignete andere Sicherheitssystem (z. B. Sensoren für Flüssigkeitsfüllstände oder Spülvorrichtungen) angeschlossen ist.
- Die Rxn-41 Sonden verfügen über keine aktiven elektrischen Vorrichtungen, die geerdet werden müssen. Der Benutzer muss entscheiden, ob die Sonde aus anderen Gründen, die mit der Montage zusammenhängen, geerdet werden muss.
- Bei der Montage bewährte Vorgehensweisen (Good Practices) einhalten und darauf achten, Bolzen und Dichtungen auszuwählen, die für die Anlage und die Betriebsbedingungen geeignet sind.

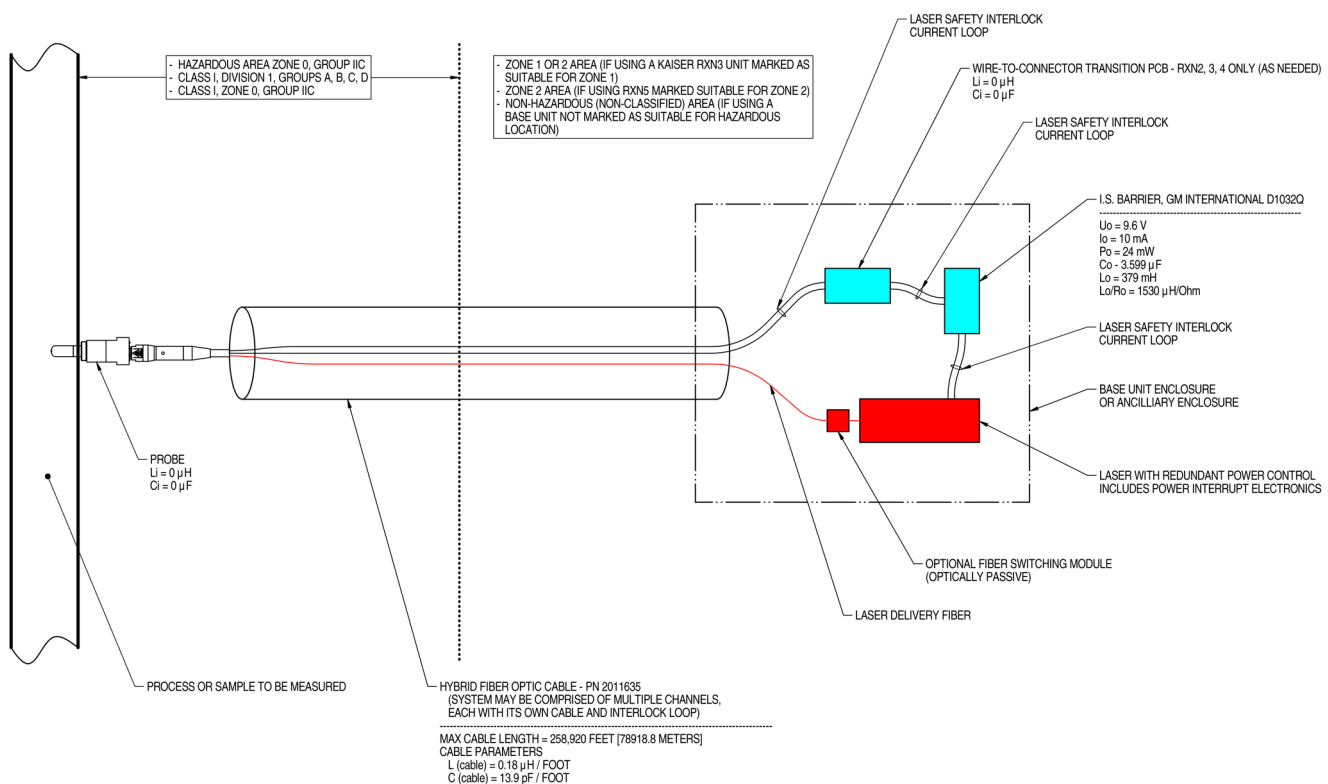
### 3.3.1.2 Montage im explosionsgefährdeten Bereich

In explosionsgefährdeten Bereichen ist die Sonde gemäß der Zeichnung für die Montage in Ex-Bereichen (4002396) zu montieren.

Vor der Montage sicherstellen, dass die Ex-Bereich-Kennzeichnungen auf der Sonde der Gasgruppe, T-Klasse, Zone oder Division entsprechen, in der sie montiert wird. Nähere Informationen zur Verantwortung des Benutzers hinsichtlich Einsatz oder Montage von Produkten in explosionsgefährdeten Bereichen siehe IEC 60079-14.

#### HINWEIS

Bei Montage des Sondenkopfs *in situ* muss der Benutzer sicherstellen, dass eine Zugentlastung am Montageort vorhanden ist, die die Spezifikationen für den Faserbiegeradius erfüllt.



#### NOTES:

1. CONTROL EQUIPMENT CONNECTED TO THE ASSOCIATED APPARATUS MUST NOT USE OR GENERATE MORE THAN 250 VRMS OR VDC.
2. INSTALLATION IN THE U.S. SHOULD BE IN ACCORDANCE WITH ANSI/ISA RP12.6 "INSTALLATION OF INTRINSICALLY SAFE SYSTEMS FOR HAZARDOUS (CLASSIFIED) LOCATIONS" AND THE NATIONAL ELECTRICAL CODE® (ANSI/NFPA 70) SECTIONS 504 AND 505.
3. INSTALLATION IN CANADA SHOULD BE IN ACCORDANCE WITH THE CANADIAN ELECTRICAL CODE, CSA C22.1, PART 18, APPENDIX J18.
4. ASSOCIATED APPARATUS MANUFACTURER'S INSTALLATION DRAWING MUST BE FOLLOWED WHEN INSTALLING THIS EQUIPMENT.
5. FOR U.S. INSTALLATIONS, THE PROBE MODELS RXN-30 (AIRHEAD), RXN-40 (WETHEAD) AND RXN-41 (PILOT) ARE APPROVED FOR CLASS I, ZONE 0 APPLICATIONS.
6. NO REVISION TO DRAWING WITHOUT PRIOR CSA APPROVAL.
7. WARNING: SUBSTITUTION OF COMPONENTS MAY IMPAIR INTRINSIC SAFETY.

A0049010

Abbildung 7. Zeichnung für die Montage in Ex-Bereichen (4002396 Version X6)

### 3.3.1.3 Prozess- und Sondenkompatibilität

Vor der Montage muss der Benutzer prüfen, ob die Druck- und Temperaturlauslegung der Sonde sowie die Sondenmaterialien mit dem Prozess kompatibel sind, in dem die Sonde eingesetzt werden soll.

Die Sonden sind mit Dichtungen (z. B. Flansche, Klemmverschraubungen), die für den Behälter oder die Rohrleitung geeignet und typisch sind, und gemäß allen lokalen Konstruktionsvorschriften zu montieren.

#### WARNUNG

**Wenn die Sonde 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 an der Sonde angebracht werden.

#### WARNUNG

**Wenn die zu montierende Sonde aus Titan gefertigt ist, muss sich der Benutzer immer bewusst sein, dass Stöße oder eine übermäßige Reibung im Prozess zu Funkenbildung oder Entzündung führen können.**

- ▶ Der Benutzer muss sicherstellen, dass bei der Montage und Verwendung einer Sonde aus Titan die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen ergriffen werden, um solche Situationen zu vermeiden.

## 3.4 Inbetriebnahme


Die Rxn-41-Sonde ist bei Auslieferung für den Anschluss an einen Raman Rxn-Analysator vorbereitet. Es ist keine zusätzliche Ausrichtung oder Justierung der Sonde selbst erforderlich. 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, IECEx, JPEX oder UKCA.

### 3.4.1 Annahme der Sonde

Die zur Warenannahme im Kapitel *Warenannahme* →  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.

### 3.4.2 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 weitere Informationen zu einer internen Gerätekalibrierung.

Vor der Erfassung von Messungen und nach dem Auswechseln der Optik muss eine Intensitätskalibrierung durchgeführt werden. Mit dem Raman-Kalibrierzubehör (HCA) und einem passenden optischen Adapter die Sondenkalibrierung durchführen. Alle Zubehörinformationen und Kalibrieranleitungen sind im Dokument *Raman-Kalibrierzubehör Betriebsanleitung (BA02173C)* zu finden.

Ohne eine vorherige interne Systemkalibrierung lässt die Raman RunTime-Software keine Spektrenerfassung zu.

Nach der Kalibrierung mit einem Raman-Shift-Standard eine Raman RunTime-Kanalverifizierung durchführen. Die Verifizierung der Kalibrierergebnisse wird empfohlen, ist aber nicht erforderlich. Anleitungen zur Verifizierung mit Raman-Shift-Standards sind auch in der Betriebsanleitung zum Kalibrierzubehör zu finden.

Die empfohlene Reihenfolge für die Kalibrierung und Qualifizierung lautet wie folgt:

1. Interne Analysatorkalibrierung für Spektrograph und Laserwellenlänge
2. Intensitätskalibrierung des Systems mithilfe des passenden Kalibrierzubehörs
3. Verifizierung der Systemfunktion mithilfe eines passenden Standardmaterials

Bei spezifischen Fragen zu Sonde, Optik und Probenentnahmesystem an den zuständigen Vertriebsmitarbeiter wenden.


### 3.5 Betrieb

Die Endress+Hauser Raman Rxn-41-Sonde ist eine abgedichtete Tauchsonde für die *In-situ*-Raman-Spektroskopie von Flüssigphasenproben in einem Labor oder einer Prozessanlage. Die Produktserie der Rxn-41-Sonden ist kompatibel mit Endress+Hauser Raman Rxn-Analysatoren, die mit einem Laser ausgestattet sind, der mit einer Wellenlänge von 532 nm, 785 nm oder 993 nm arbeitet.

Nähere Informationen zur Verwendung siehe Betriebsanleitung zum entsprechenden Raman Rxn-Analysator. Die Betriebsanleitungen zu den Raman Rxn-Analysatoren stehen im Download-Bereich der Endress+Hauser Website zur Verfügung: <https://endress.com/downloads>.

### 3.6 Diagnose und Störungsbehebung

Bei der Behebung von Problemen mit der Rxn-41-Sonde nachfolgende Tabelle beachten. Wenn die Sonde beschädigt ist, Sonde vom Prozessstrom isolieren und vor einer Bewertung den Laser ausschalten. Bei Bedarf den zuständigen Servicevertreter für Unterstützung kontaktieren.

| Symptom |  | Mögliche Ursache  | Abhilfemaßnahme   |
|---------|--|---|---|
| 1       | Beträchtliche Reduzierung des Signals oder des Signalrauschabstands (Signal-to-Noise Ratio)              | Verschmutztes Fenster   | <ol style="list-style-type: none"> <li>Sonde vorsichtig aus dem Prozess entfernen, reinigen und optisches Fenster an der Sondenspitze überprüfen.</li> <li>Bei Bedarf das Fenster reinigen, bevor die Sonde wieder in Betrieb genommen wird. Siehe <i>Sondenprüfung</i> → .</li> </ol>   |
|         |  | Gebrochene, aber intakte Faser  | Zustand der Faser verifizieren und den zuständigen Servicevertreter für einen Austausch kontaktieren.   |
| 2       | Vollständiger Signalverlust, während der Laser eingeschaltet ist und die LED-Anzeige des Lasers leuchtet | Gebrochene Faser ohne Bruch des Verriegelungsdrahts                   | Sicherstellen, dass alle Faseranschlüsse gesichert sind.  |
|         |  | Prozessmaterial klebt am Sondenfenster                                | Sonde entfernen und Fenster reinigen  |
| 3       | LED-Laserleuchte auf der Sonde leuchtet nicht  | Beschädigte Faserbaugruppe oder beschädigte Rxn-41-Sondenverriegelung | <ol style="list-style-type: none"> <li>Nach Anzeichen für einen Faserbruch suchen.</li> <li>Sicherstellen, dass die Sonde korrekt an die Faser angeschlossen ist.</li> <li>Den zuständigen Servicevertreter für einen Austausch kontaktieren.</li> </ol>  |
|         |  | EO-Steckverbinder des Faserkabels nicht gesichert/ingerastet          | Sicherstellen, dass der EO-Steckverbinder korrekt an der Sonde und am Analysator angeschlossen und ingerastet ist (wenn zutreffend).  |
|         |  | Abgesetzter Verriegelungssteckverbinder getrennt                      | Sicherstellen, dass der abgesetzte Drehriegel-Verriegelungsstecker auf der Rückseite des Analysators (neben dem EO-Fasersteckverbinder) angeschlossen ist.  |
| 4       | Instabiles Signal und Verschmutzung hinter dem Fenster sichtbar  | Ausfall der Fensterdichtung   | <ol style="list-style-type: none"> <li>Sonde abziehen und Bereich im Inneren des Fensters auf Feuchtigkeit oder Kondensation überprüfen.</li> <li>Bereich im Inneren des Fensters auf Feuchtigkeit oder Kondensation überprüfen.</li> <li>Nach Anzeichen für spektrale Abweichung suchen.</li> <li>Wenn eines der oben aufgeführten Anzeichen festgestellt wird, den zuständigen Servicevertreter kontaktieren, um die Sonde an den Hersteller zurückzusenden.</li> </ol> |

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
| 5   | Verringerte Laserleistung oder Erfassungseffizienz                        | Verunreinigter Faseranschluss (Schmutzpartikel, Staubpartikel oder andere) zwischen Analysator und Sonde | Faserenden an der Sonde vorsichtig reinigen. Für eine Anleitung zur Reinigung und Inbetriebnahme einer neuen Sonde siehe entsprechende Betriebsanleitung zum Raman Rxn-Analysator und zur Sonde. |
| 6   | Laserverriegelung auf dem Analysator führt zu einem Abschalten des Lasers | Laserverriegelung aktiviert  | Alle angeschlossenen LWL-Kabelkanäle 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 den zuständigen Servicevertreter kontaktieren, um das beschädigte Produkt zurückzusenden.   |
| Verschmutzte Sondenspitze                             |   |  |  |
| Verschmutzte interne Sondenoptik aufgrund eines Lecks |   |  |  |
| 8   | Andere ungeklärte negative Leistung der Sonde                             | Physische Beschädigung der Sonde   | Den zuständigen Servicevertreter kontaktieren, um das beschädigte Produkt zurückzusenden.  |

## 3.7 Wartung

### 3.7.1 Sonde überprüfen

Der Kunde ist dafür verantwortlich, die Korrosionsrate von Prozesssonden zu ermitteln und entsprechende Prüfintervalle festzulegen, um die Unversehrtheit der Sonde zu verifizieren.

#### HINWEIS

**Es sollte ausschließlich 70%iges IPA zur optischen Verifizierung verwendet werden.**

- ▶ Nur 70 Volumenprozent (%v/v) sind geeignet. Endress+Hauser empfiehlt die Verwendung von CiDehol 70 von Decon Laboratories.
- ▶ Wird eine andere Flüssigkeit zur Verifizierung verwendet, dann kann dies zu einem Fehlschlagen der Verifizierung und einer Beschädigung der Verifizierungszelle und der Raman-Sonde führen.

### 3.7.2 Sondenfenster reinigen

Wenn das Fenster der Rxn-41-Sonde Kontakt mit einer Probe, Staub oder Fingerabdrücken etc. hatte, muss es möglicherweise gereinigt werden. Es ist besonders vorsichtig vorzugehen, damit die Fensteroberfläche während des Reinigungsvorgangs nicht weiter verunreinigt wird.

Für alle übrigen Wartungsarbeiten an der Rxn-41-Sonde empfiehlt es sich, diese beim Hersteller im Werk vornehmen zu lassen.

#### Fenster der Rxn-41-Sonde reinigen:

1. Sicherstellen, dass der Laser ausgeschaltet (**OFF**) oder die Sonde vom Analysator abgezogen ist.
2. Oberfläche mit sauberer Druckluft behandeln, um lose Partikel zu entfernen.
3. Oberfläche mit einem Tupfer, der mit einem für die zu entfernende Substanz passenden Lösungsmittel **leicht** angefeuchtet wurde, abwischen.

#### HINWEIS

- ▶ Mögliche Lösungsmittel sind u. a. analysereines Aceton, 100%iges Isopropanol (IPA) und Deionat. Für weitere mögliche Lösungsmittel den zuständigen Servicevertreter kontaktieren.
  - ▶ Darauf achten, dass das Lösungsmittel nicht hinter die Befestigungskomponenten tropft.
4. Oberfläche mit einem neuen, sauberen Tupfer trocken wischen.
  5. Bei Bedarf die Schritte 3 und 4 mit einem weiteren Lösungsmittel wiederholen.
  6. Mit sauberer Druckluft mögliche Tupferüberreste abblasen.
  7. Oberfläche überprüfen, um die Wirksamkeit der Reinigung zu verifizieren. Die oben aufgeführten Schritte nach Bedarf wiederholen.

Die Verifizierung mithilfe eines Inspektionsmikroskops wird dringend empfohlen, um zu prüfen, ob verschmierte Verunreinigungen, Tupferüberreste etc. vorhanden sind, die einen erhöhten Spektrumshintergrund verursachen können.

### 3.7.3 Lichtwellenleiter überprüfen und reinigen

Die LWL-Anschlüsse müssen sauber und frei von Ablagerungen und Öl sein, um eine optimale Leistung zu liefern. Wenn eine Reinigung erforderlich ist, siehe *Raman-LWL-Kabel KFOC1 und KFOC1B Betriebsanleitung (BA02177C)*.

### 3.7.4 Innere Bereiche spülen und mit Druck beaufschlagen

Etwa alle 5 Jahre sollten bei Sonden, die in explosionsgefährdeten Bereichen angesiedelt sind, die inneren Bereiche gespült und wieder druckbeaufschlagt werden.

## 3.8 Reparatur

Reparaturen, die nicht in diesem Dokument beschrieben sind, dürfen nur direkt beim Hersteller oder durch die Serviceorganisation durchgeführt werden. Um den Technischen Service zu kontaktieren, die Endress+Hauser Website besuchen (<https://endress.com/contact>), wo eine Liste der lokalen Vertriebskanäle im Gebiet des Kunden zu finden ist.

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

 **WARNUNG**

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

Um schnelle, sichere und professionelle Produktrücksendungen sicherzustellen, die Serviceorganisation kontaktieren.

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

## 4 Arbeitsweise und Systemaufbau

### 4.1 Produktbeschreibung

#### 4.1.1 Die Rxn-41-Sonde

Die Raman-Spektroskopiesonde Rxn-41 mit Kaiser Raman-Technologie wurde für den direkten Einbau in einer Pilot- oder Prozessumgebung konzipiert. Die Sonde ist mit den Raman Rxn-Analysatoren von Endress+Hauser kompatibel, die mit Wellenlängen von 532 nm, 785 nm oder 993 nm arbeiten, und wurde für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen zertifiziert.

Die Rxn-41-Sonde ist ideal geeignet für die Verwendung in chemischen Anlagen und Raffinerien zur Messung in der Chargen- oder Fließproduktion. Zudem ist sie in hohem Maße effektiv beim Einsatz in pharmazeutischen Fertigungsanlagen für emaillierte Reaktoren als Teil einer Quality-by-Design (QbD)-Lösung, die Process Analytical Technology (PAT)-Analysegeräte nutzt.

Für direkte Messungen in kryogenen Medien ist eine optimierte kryogene Version der Rxn-41-Sonde erhältlich.

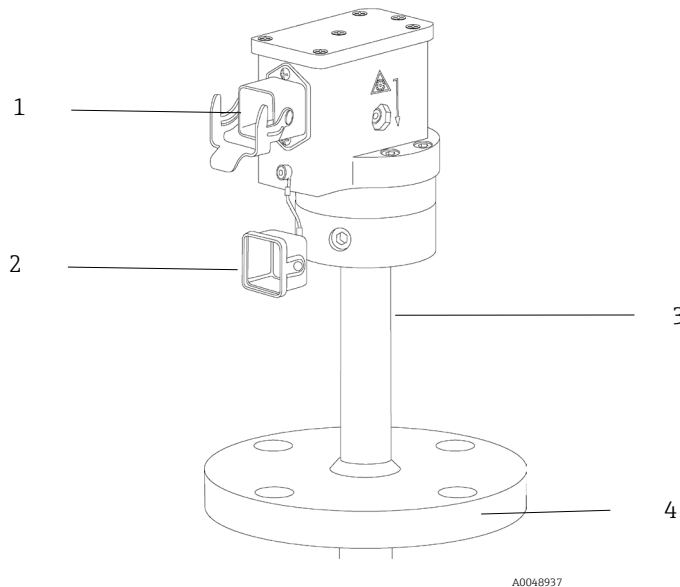


Abbildung 8. Rxn-41-Sonde

| Pos. | Beschreibung   |
|------|--|
| 1    | Steckverbinder elektrooptisches Kabel                |
| 2    | Staubschutzhaube für elektrooptischen Steckverbinder |
| 3    | Sondenrumpf  |
| 4    | Flansch (optional)                                   |

#### 4.1.2 Vorteile der Sondenbauform

Die Rxn-41 Sonde bietet im Vergleich zu herkömmlichen Sonden folgende Vorteile:

- Abgedichtetes Design der Sonde und der Optik für die direkte Einführung in Flüssigkeiten
- Bauform mit fester Optik für langfristige Messstabilität und Messungen mit herausragendem Signal-Rausch-Verhältnis
- Integrierte "Laser ein"-Anzeige
- Beständigkeit in Umgebungen mit extremen Chemikalien, Temperaturen und Drücken
- Konzipiert und ausgelegt gemäß ASME B31.3 für Prozessleitungen
- Zahlreiche Optionen erhältlich, um individuelle Standortanforderungen zu erfüllen
- Für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen zertifiziert
- Mit Canadian Registration Number (CRN) für die Montage in 13 Provinzen und Territorien.

## 4.2 Sonden- und LWL-Anschluss

Die Rxn-41-Sonde wird über ein Raman LWL-Kabel an den Raman Rxn-Analysator angeschlossen. Das elektro-optische LWL-Kabel verfügt über einen einzelnen, robusten Steckverbinder, der die Anregungs- und die Erfassungsfaseroptik sowie eine elektrische Laserverriegelung enthält. Das LWL-Kabel wird separat verkauft.

LWL-Kabel sind in Inkrementen von 5 m (16,4 ft) bis zu einer Gesamtlänge von 200 m (656,2 ft) erhältlich, wobei die Länge durch die Anwendung beschränkt wird.

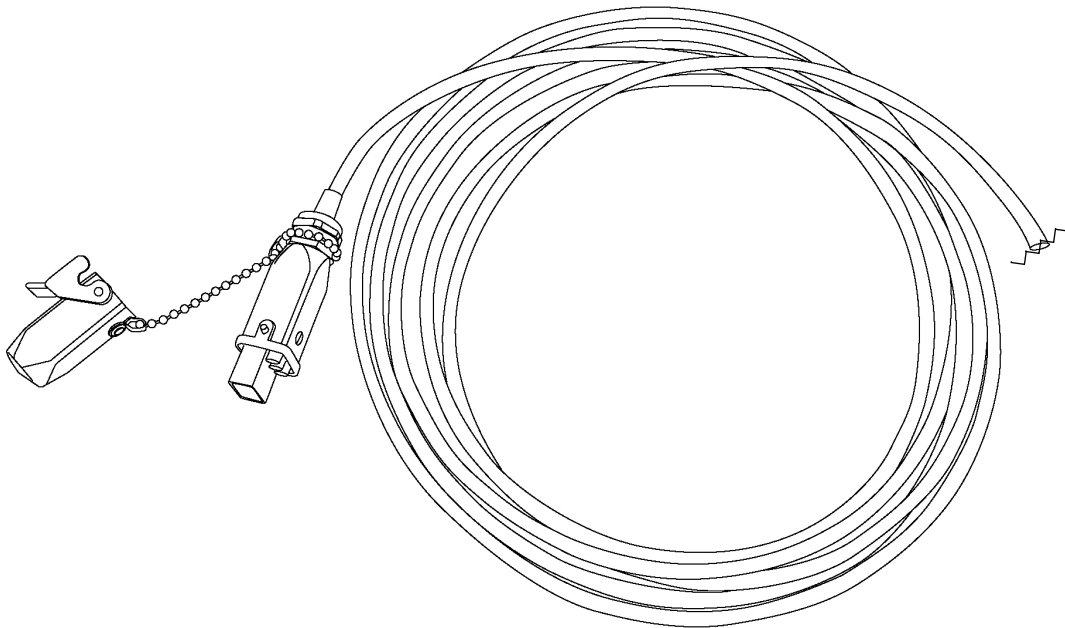
Endress+Hauser empfiehlt, das Raman-LWL-Kabel KFOC1B mit den Raman-Rxn-Analysatoren und -sonden zu verwenden. Nähere Informationen zum Anschluss des Analysators siehe Betriebsanleitung zum entsprechenden Raman Rxn-Analysator.

### HINWEIS

**Der Anschluss der Sonde an das LWL-Kabel 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 LWL-Kabel anzuschließen zu einer Beschädigung führen und die Garantie außer Kraft setzen.
- ▶ Für zusätzliche Unterstützung hinsichtlich des Anschlusses von Sonde und Faserkabel den lokalen Endress+Hauser Servicevertreter kontaktieren.

Bei der Fasersteckverbindung für die Rxn-41-Sonde handelt es sich um eine rechtwinklige, direkte Fasersteckverbindung.



A0048938

Abbildung 9. EO-Faserkabel mit Steckverbinder für Analysator

## 5 Technische Daten

### 5.1 Temperatur- und Druckspezifikationen

Die Temperatur- und Druckspezifikationen für die Rxn-41-Sonde variieren je nach Sondengröße und Konstruktionswerkstoffen. Auf Anfrage ist für die 1"-Rxn-41-Sonde eine kryogene Version erhältlich. Die Zusatzspezifikationen umfassen:

- Der maximale Druck wird gemäß ASME B31.3 für Werkstoff und Sondengeometrie bei maximaler Nenntemperatur berechnet.
- Der maximale Betriebsdruck beinhaltet nicht die Druckstufen für Armaturen oder Flansche, mit denen die Sonde im Prozesssystem montiert wird. Diese Komponenten müssen unabhängig bewertet werden und können den maximalen Betriebsdruck der Sonde verringern.
- Mindestdruckstufe: Alle Sonden haben eine Mindestdruckstufe von 0 bara (volles Vakuum). Sofern nicht anders angegeben, sind sie jedoch nicht für einen Betrieb mit ultrahohem Vakuum ausgelegt, bei dem es zu geringen Ausgasungen kommen kann.
- Die Sonde hält 0...100 °C (32...212 °F) Wasserschlag stand.
- Die Temperaturrampe ist  $\leq 30$  °C/min ( $\leq 54$  °F/min).

| Komponente                   | Werkstoffe   | Min. Temp.             | Max. Temp          | Max. Betriebsdruck         |
|------------------------------|--|------------------------|--------------------|----------------------------|
| 1"-Rxn-41-Sonde              | Edelstahl 316L   | -30 °C<br>(-22 °F)     | 120 °C<br>(248 °F) | 141,5 barg<br>(2 053 psig) |
|                              | Alloy C276   | -30 °C<br>(-22 °F)     | 150 °C<br>(302 °F) | 186,6 barg<br>(2 707 psig) |
|                              | Titan Grade 2  | -30 °C<br>(-22 °F)     | 150 °C<br>(302 °F) | 144,1 barg<br>(2 090 psig) |
| 2"-Rxn-41-Sonde<br>(nominal) | Edelstahl 316L   | -30 °C<br>(-22 °F)     | 120 °C<br>(248 °F) | 49,7 barg<br>(721 psig)    |
|                              | Alloy C276   | -30 °C<br>(-22 °F)     | 150 °C<br>(302 °F) | 68,8 barg<br>(998 psig)    |
|                              | Titan Grade 2  | -30 °C<br>(-22 °F)     | 150 °C<br>(302 °F) | 51,5 barg<br>(747 psig)    |
| Kryogene 1"-Rxn-41-Sonde     | Alloy C276   | -196 °C<br>(-320,8 °F) | 70 °C<br>(158 °F)  | 213,7 barg<br>(3 100 psig) |
|                              | Hybrid-Metallkombination (C276 Spitze/316L)  | -196 °C<br>(-320,8 °F) | 70 °C<br>(158 °F)  | 158,6 barg<br>(2 300 psig) |
| Kabel und Steckverbinder     | Kabel: PVC-ummantelte herstellerspezifische Konstruktion<br>Anschlüsse: Herstellerspezifische elektrooptische Anschlüsse | -40 °C<br>(-40 °F)     | 70 °C<br>(158 °F)  | Nicht anwendbar            |

## 5.2 Zusammensetzung und Temperaturspezifikationen für LNG-Prozesse (Liquefied Natural Gas)

Eine Konfiguration der Rxn-41-Sonde wurde als optimal für die Messung und den eichpflichtigen Verkehr von LNG (Liquefied Natural Gas) auf LNG-Bunkerschiffen identifiziert:

- Hybrid-Metallkombination (C276 Spitze/316L Rumpf)
- Flansch ASME B16.5 2", Class 150 mit Dichtleiste
- 220 mm (8,67 in) freitragende Länge für Rohrlinnendurchmesser kleiner oder gleich 254,0 mm (10,0 in)
- 240 mm (9,45 in) freitragende Länge für Rohrlinnendurchmesser größer oder gleich 254,0 mm (10,0 in)
- Kryogener Betrieb von -180 °C (93 K)...-156 °C (117 K)
- 25,4 mm (1,0 in) empfohlene ausgesetzte Länge für Rohrlinnendurchmesser kleiner als 152,4 mm (6,0 in)
- 76,2 mm (3,0 in) empfohlene ausgesetzte Länge für Rohrlinnendurchmesser größer als 152,4 mm (6,0 in)

Mit dieser Sondenkonfiguration zeigen Wirbelfrequenz-Stressberechnungen, dass die Sonde mit 220 mm (8,67 in) freitragender Länge in turbulenten Durchflussbedingungen die Anforderungen der ASME PTC 19.3 TW-2016 hinsichtlich Festigkeit und Wartbarkeit erfüllt. Dies gilt für einen typischen LNG-Strom mit einer Dichte < 500 kg/m<sup>3</sup> (31,21 lb/ft<sup>3</sup>) für Durchflussraten bis zu den unten angegebenen Werten.

Die Tabelle führt die maximalen Durchflussraten für die 220mm (8,67in)-Sonde für Rohrlinnendurchmesser von 50,88...250,0 mm (2...10 in) und für die 240mm (9,45in)-Sonde für Rohrlinnendurchmesser von 304,8...355,6 mm (12...14 in) auf.

| Rohrlinnendurchmesser                      | Empfohlene Einstecklänge der Sonde | Max. lineare Durchflussrate | Max. volumetrische Durchflussrate              |
|--|------------------------------------|-----------------------------|--|
| <b>220 mm (8,67 in) freitragende Länge</b> |                                    |                             |  |
| 50,8 mm<br>(2,0 in)                        | 25,4 mm<br>(1,0 in)                | 14 m/s<br>(46 ft/s)         | 100 m <sup>3</sup> /h<br>(26 430 gal/h)        |
| 101,6 mm<br>(4,0 in)                       | 25,4 mm<br>(1,0 in)                | 14 m/s<br>(46 ft/s)         | 400 m <sup>3</sup> /h<br>(105 600 gal/h)       |
| 152,4 mm<br>(6,0 in)                       | 76,2 mm<br>(3,0 in)                | 14 m/s<br>(46 ft/s)         | 900 m <sup>3</sup> /h<br>(237 750 gal/h)       |
| 203,2 mm<br>(8,0 in)                       | 76,2 mm<br>(3,0 in)                | 14 m/s<br>(46 ft/s)         | 1 600 m <sup>3</sup> /h<br>(422 670 gal/h)     |
| 254,0 mm<br>(10,0 in)                      | 76,2 mm<br>(3,0 in)                | 14 m/s<br>(46 ft/s)         | 2 500 m <sup>3</sup> /h<br>(660 420 gal/h)     |
| <b>240 mm (9,45 in) freitragende Länge</b> |                                    |                             |  |
| 304,8 mm<br>(12,0)                         | 76,2 mm<br>(3,0 in)                | 12,5 m/s<br>(40,8 ft/s)     | 3 293,3 m <sup>3</sup> /h<br>(870 000 gal/h)   |
| 355,6 mm<br>(14,0 in)                      | 76,2 mm<br>(3,0 in)                | 12,5 m/s<br>(40,8 ft/s)     | 4 474,4 m <sup>3</sup> /h<br>(1 182 000 gal/h) |

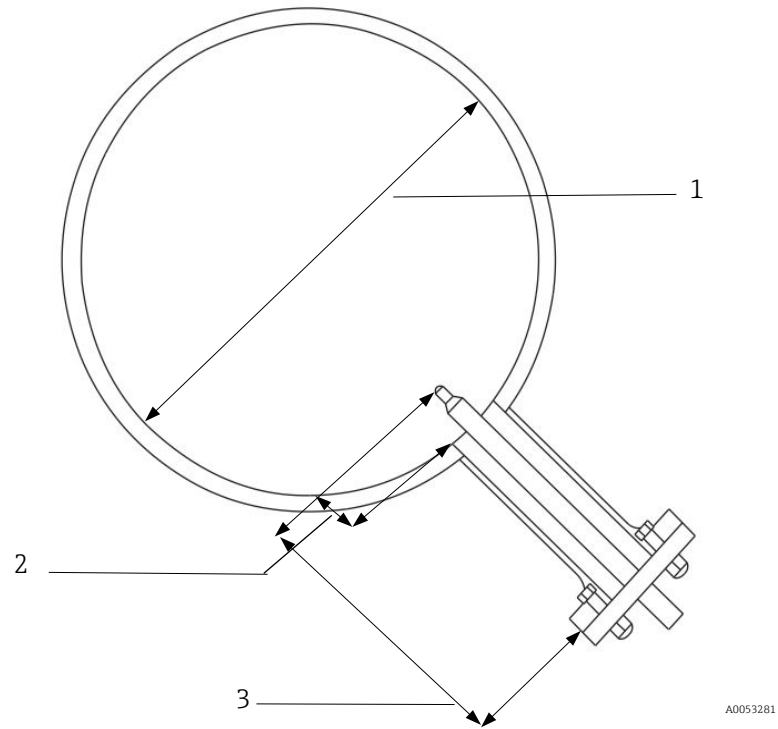


Abbildung 10. Montageparameter für die Rxn-41-Sonde für LNG-Bunkervorgänge

| Pos. | Beschreibung         |
|------|----------------------|
| 1    | Rohrinnendurchmesser |
| 2    | Ausgesetzt           |
| 3    | Freitragend          |

### 5.3 Allgemeine Spezifikationen

| Merkmal   |                | Beschreibung   |
|---|----------------|--|
| Laserwellenlänge  |                | 532 nm, 785 nm oder 993 nm   |
| Spektrale Abdeckung   |                | Die spektrale Abdeckung der Sonde wird durch die Abdeckung des verwendeten Analysators beschränkt  |
| Umgebungstemperatur   |                | Nicht explosionsfähige Umgebungen:<br>-30...150 °C/-22...302 °F<br>Explosionsfähige Umgebungen:<br>T4: -20...70 °C/-4...158 °F<br>T6: -20...65 °C/-4...149 °F<br>Beschränkt auf normale Umgebungstemperatur<br>IEC 60079-0 für Korea |
| Maximal in die Sonde gespeiste Laserleistung                      |                | < 499 mW   |
| Arbeitsabstand vom Sondausgang                                    |                | Kurz: 0 mm (0 in)<br>Lang: 3 mm (0,12 in)  |
| IEC 60529 für rechtwinkligen (EO) Steckverbinder                  |                | IP65   |
| IEC 60529 für geraden (EO) Edelstahl-Steckverbinder               |                | IP65   |
| North American TYPE Rating für rechtwinkligen (EO) Steckverbinder |                | TYPE 13 <sup>1</sup>   |
| Werkstoffe:<br><br>Mediumsberührende Materialien                  | Sondenrumpf    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ C276 Alloy oder Edelstahl 316L</li> <li>▪ Titan Grade 2 auf Anfrage erhältlich</li> <li>▪ Hybrid-Metallkombination (Edelstahl 316L, C276 Alloy) auf Anfrage erhältlich</li> </ul>           |
|   | Fenster        | Hochreiner Saphir  |
| Eintauchbare Länge der Sonde                                      | Alloy C276     | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 1" Rxn-41: Bis zu 3040 mm (120 in)</li> <li>▪ 2" Rxn-41: Bis zu 4550 mm (179,1 in)</li> </ul>   |
|   | Edelstahl 316L | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 1" Rxn-41: Bis zu 3040 mm (120 in)</li> <li>▪ 2" Rxn-41: Bis zu 4550 mm (179,1 in)</li> </ul>   |
|   | Titan Grade 2  | 1" Rxn-41: Bis zu 350 mm (13,78 in)  |
| Eintauchbarer Sondendurchmesser                                   | Alloy C276     | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 25,4 mm (1 in)</li> <li>▪ 60,3 mm (2 in. nominal; tatsächl. AD 2,38 in)</li> </ul>  |
|   | Edelstahl 316L | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 25,4 mm (1 in)</li> <li>▪ 60,3 mm (2 in. nominal; tatsächl. AD 2,38 in)</li> </ul>  |
|   | Titan Grade 2  | 25,4 mm (1 in)   |
| Chemische Beständigkeit   |                | Begrenzt durch Konstruktionswerkstoffe   |
| Flansche  | Typ            | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ASME B16.5</li> <li>▪ DIN EN1092 Typ B Flansche auf Anfrage erhältlich</li> </ul>   |
|   | Durchmesser    | 38,1 mm (1,5 in) min. bis 305 mm (12 in) max.  |

<sup>1</sup> Hierbei handelt es sich um eine Selbsterklärung, dass Konformität mit den Anforderungen der UL 50E TYPE 13 gegeben ist. Sie stellt keine UL-Zertifizierung oder Autorisierung zur Nutzung der UL-Kennzeichnung dar.

Alle Spezifikationen zu LWL-Kabeln sind in *Raman LWL-Kabel KFOC1 und KFOC1B Technische Information (TI01641C)* zu finden.

## 5.4 Maximal zulässige Strahlenexposition

Bei der maximal zulässigen Strahlenexposition (MPE) 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 ( $\lambda$ ) in Nanometern, der Dauer der Exposition in Sekunden ( $t$ ) und der beteiligten Energie ( $J \cdot cm^{-2}$  oder  $W \cdot cm^{-2}$ ) berechnet.

### 5.4.1 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-41-Sonde oder für den unwahrscheinlichen Fall einer Strahlenexposition durch den Laser eines gebrochenen Lichtwellenleiters.

| MPE für den Kontakt des Auges mit einem punktförmigen Laserstrahl |                                   |                               |                       |
|---|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| Wellenlänge<br>$\lambda$ (nm)                                     | Dauer der Exposition<br>$t$ (s)   | MPE-Berechnung                |                       |
|   |                                   | ( $J \cdot cm^{-2}$ )         | ( $W \cdot cm^{-2}$ ) |
| 532   | $10^{-13} \dots 10^{-11}$         | $1,0 \times 10^{-7}$          | -                     |
|   | $10^{-11} \dots 5 \times 10^{-6}$ | $2,0 \times 10^{-7}$          | -                     |
|   | $5 \times 10^{-6} \dots 10$       | $1,8 t^{0,75} \times 10^{-3}$ | -                     |
|   | $10 \dots 30\ 000$                | -                             | $1 \times 10^{-3}$    |

| MPE für den Kontakt des Auges mit einem punktförmigen Laserstrahl |                                   |                                   |                       |  |
|---|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|--|
| Wellenlänge<br>$\lambda$ (nm)                                     | Dauer der Exposition<br>$t$ (s)   | MPE-Berechnung                    |                       | $C_A$                                    |
|   |                                   | ( $J \cdot cm^{-2}$ )             | ( $W \cdot cm^{-2}$ ) |  |
| 785 und 993   | $10^{-13} \dots 10^{-11}$         | $1,5 C_A \times 10^{-8}$          | -                     | 785: $C_A = 1,479$<br>993: $C_A = 3,855$ |
|   | $10^{-11} \dots 10^{-9}$          | $2,7 C_A t^{0,75}$                | -                     |  |
|   | $10^{-9} \dots 18 \times 10^{-6}$ | $5,0 C_A \times 10^{-7}$          | -                     |  |
|   | $18 \times 10^{-6}$ bis 10        | $1,8 C_A t^{0,75} \times 10^{-3}$ | -                     |  |
|   | $10 \dots 3 \times 10^4$          | -                                 | $C_A \times 10^{-3}$  |  |

### 5.4.2 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-41-Sonde oder für den unwahrscheinlichen Fall einer Strahlenexposition durch den Laser eines gebrochenen Lichtwellenleiters.

| MPE für den Kontakt der Haut mit Laserstrahlung |                                      |                        |                       |  |
|---|--------------------------------------|------------------------|-----------------------|--|
| Wellenlänge<br>$\lambda$ (nm)                   | Dauer der Exposition<br>$t$ (s)      | MPE-Berechnung         |                       | $C_A$  |
|   |                                      | (J·cm <sup>-2</sup> )  | (W·cm <sup>-2</sup> ) |  |
| 532, 785 und 993                                | 10 <sup>-9</sup> ...10 <sup>-7</sup> | 2 $C_A \times 10^{-2}$ | -                     | 532: $C_A = 1,000$<br>785: $C_A = 1,479$<br>993: $C_A = 3,855$ |
|   | 10 <sup>-7</sup> ...10               | 1,1 $C_A t^{0,25}$     | -                     |  |
|   | 10...3 x 10 <sup>4</sup>             | -                      | 0,2 $C_A$             |  |

### 5.5 Werkstoffe

| Werkstoff               | Ausführung                                    |                         |                           |                         |
|-------------------------|---|-------------------------|---------------------------|-------------------------|
|                         | Alloy C276<br>[UNS N10276;<br>Hastelloy C276] | 316L<br>[UNS S31603]    | Hybrid C276/316L          | Titan<br>[UNS R50400]   |
| Prozess-berührend       | Alloy C276                                    | Edelstahl 316L          | Alloy C276/Edelstahl 316L | Titan Grade 2           |
|                         | Hochreiner Saphir                             | Hochreiner Saphir       | Hochreiner Saphir         | Hochreiner Saphir       |
| Nicht mediums-berührend | Alloy C276                                    | Edelstahl 316L          | Edelstahl 316L            | Titan Grade 2           |
|                         | Edelstahl 316/316L                            | Edelstahl 316/316L      | Edelstahl 316/316L        | Edelstahl 316/316L      |
|                         | Edelstahl 303/304                             | Edelstahl 303/304       | Edelstahl 303/304         | Edelstahl 303/304       |
|                         | Sauerstofffreies Kupfer                       | Sauerstofffreies Kupfer | Sauerstofffreies Kupfer   | Sauerstofffreies Kupfer |
|                         | Hochtemperaturepoxid                          | Hochtemperaturepoxid    | Hochtemperaturepoxid      | Hochtemperaturepoxid    |

[www.addresses.endress.com](http://www.addresses.endress.com)

---