



**Messsysteme**  
in Rohrwalzwerken

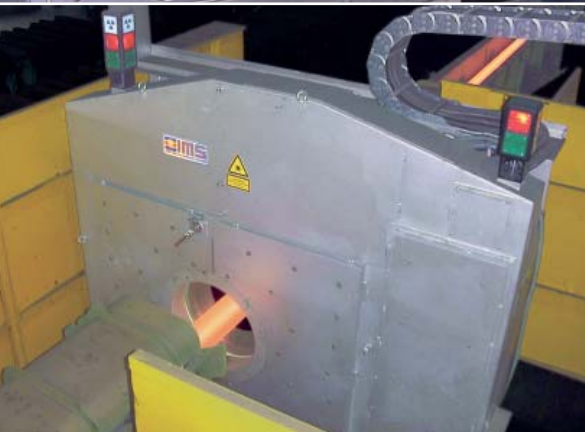
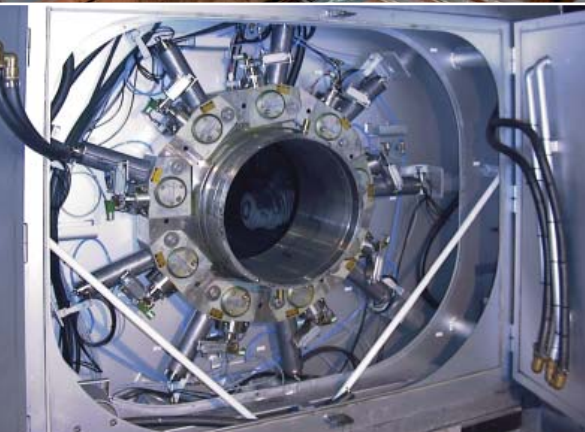
---

**Broschüren zu anderen Produkten finden Sie auch im Downloadbereich unserer Internetseite [www.ims-gmbh.de](http://www.ims-gmbh.de).**

# Inhalt

4	Rohrfertigung und Messtechnik
5	Messprinzip und physikalische Einflussgrößen
6	Systemaufbau
7	Signalverarbeitung
8	Rohrwalzwerke und typische Rohrkonturen
10	Hochauflösende Durchmesser-Profilmessung
12	Rohrmesssysteme im Nahtlosrohrwalzwerk
16	Messstellentypen
18	Technische Daten
19	Typentabelle / Konfigurationsauswahl

# Rohrfertigung und Messtechnik



von oben nach unten:  
Streckreduzierwalzwerk – 1-Kanal-System  
Innenansicht Strahler/Detektoren – 9-Kanal-System  
Auslauf Maßwalzwerk – 9-Kanal-System

Die Fertigung nahtloser Röhre geht auf eine Erfindung der Brüder Mannesmann im Jahre 1885 zurück. Voraussetzung für eine wirtschaftliche und zukunftsweisende Herstellung der Röhre sind spezifische Kenntnisse des Fertigungsprozesses. Insbesondere sind dies die Produkteigenschaften nach jeder einzelnen der typischerweise drei Verformungsstufen.

Immer höhere Anforderungen an das Fertigprodukt „Rohr“ in Bezug auf Gleichförmigkeit und Einhaltung geringer Toleranzgrenzen bei gleichzeitiger Einsparung von Energie und Rohstoffen verlangen ein hohes Maß an Prozesssicherheit, welches nur durch präzise, betriebssichere und langlebige Messmittel erreicht werden kann.

Als Qualitätsnachweis, auch gegenüber dem Anwender der Röhre, werden alle erfassten Produktparameter archiviert, überwacht und analysiert. So können bereits direkt während der Herstellung, aber auch noch Monate nach Auslieferung Informationen über jedes einzelne produzierte Rohr verfügbar gemacht werden.

## Zielsetzungen

- Kontinuierliche Erfassung und Speicherung aller Messwerte, Produktionsparameter und Systemereignisse
- Rückführung der Messwerte zur Vorsteuerung und/oder Nachführung der Regeleinrichtungen der Walzaggregate
- Unterstützung des Bedieners durch zielgerichtete Fehlerdiagnose
- Hohe Verfügbarkeit des Messsystems

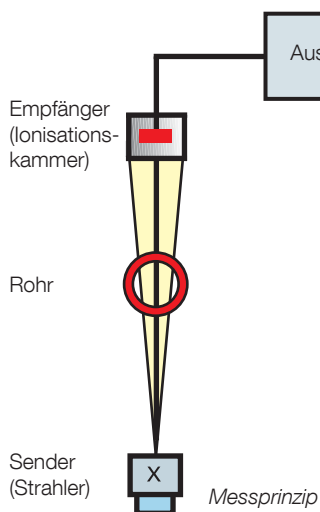
## Wirtschaftlichkeit

- Gezielte Ausnutzung der unteren Wanddickengrenzen bei gleichzeitiger Vergleichmäßigung des Rohrwandprofils über die gesamte Rohrlänge entsprechend den Klassifizierungen und speziellen Kundenanforderungen
- Reduzierung von Stillstandszeiten nach Abmessungswechsel durch Wegfall manueller Probenentnahme und händischer Walzenanstellung
- Erhöhung der Materialausbringung bei gleichzeitiger Einsparung von Einsatzmaterial und Energie

# Messprinzip und physikalische Einflussgrößen

## Allgemeines Messprinzip

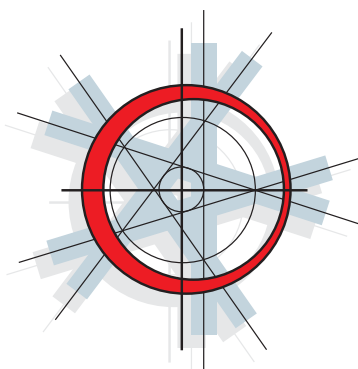
Rohrwanddickenmessungen arbeiten nach dem Durchstrahlungsprinzip – eine Strahlenquelle (Sender) ist gegenüber einer Ionisationskammer (Empfänger) angeordnet. Ein zwischen Sender und Empfänger befindliches Messobjekt (Rohr) absorbiert einen Teil der Strahlung. Die von der Ionisationskammer detektierte Reststrahlung erzeugt einen elektrischen Strom, der im Messumformer aufbereitet, digitalisiert und der zentralen Signalverarbeitung zur Bestimmung der Rohrwanddicke zugeführt wird.



## Massenmessung

In der 1- 2- oder 4-kanaligen Ausführung wird die gesamte Masse des Rohres in der jeweiligen Messebene erfasst – die angezeigte Wanddicke entspricht dem Mittelwert des Rohrquerschnittes.

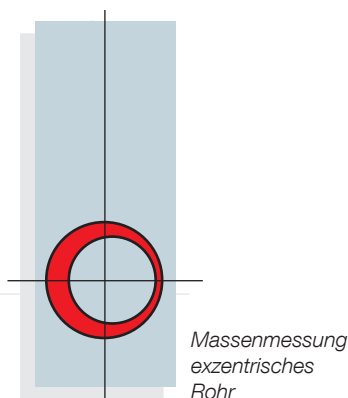
Diese Messgeometrie wird daher typischerweise bei kleinen Rohrabmessungen angewendet, wo die Rohrkontur bereits vor Erreichen der Fertighrohrabmessung ermittelt wurde, oder nur von geringem Interesse ist.



Doppelwandmessung

## Doppelwandmessung

In der Multikanal-Ausführung (5-, 9- oder 13-kanalig) wird die Rohrwand jeweils an zwei Stellen, d.h. doppelt durchstrahlt. Die Strahlen sind entsprechend gleichmäßig um den Mittelpunkt des Messsystems angeordnet, wodurch die Wanddicke über den gesamten Rohrumfang ermittelt wird und walztypische Formen unterschiedlicher Rohrkonturen bestimmt werden können. Angewendet wird diese Messgeometrie bei größeren Rohrabmessungen, um außer der mittleren Wandstärke auch die Rohrkontur zu ermitteln.



## Einflussgrößen

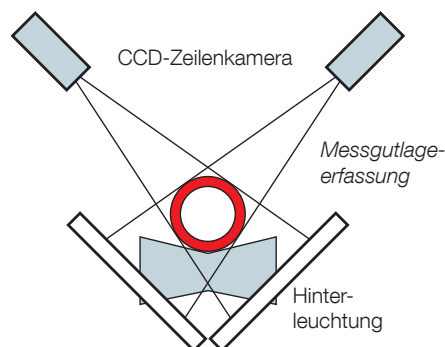
Die Messung der Wanddicke, d.h. der Messeffekt im Moment der Messung, ist von folgenden drei wesentlichen Einflussgrößen abhängig:

- Messgutlage
- Messguttemperatur
- Messgutlegierung

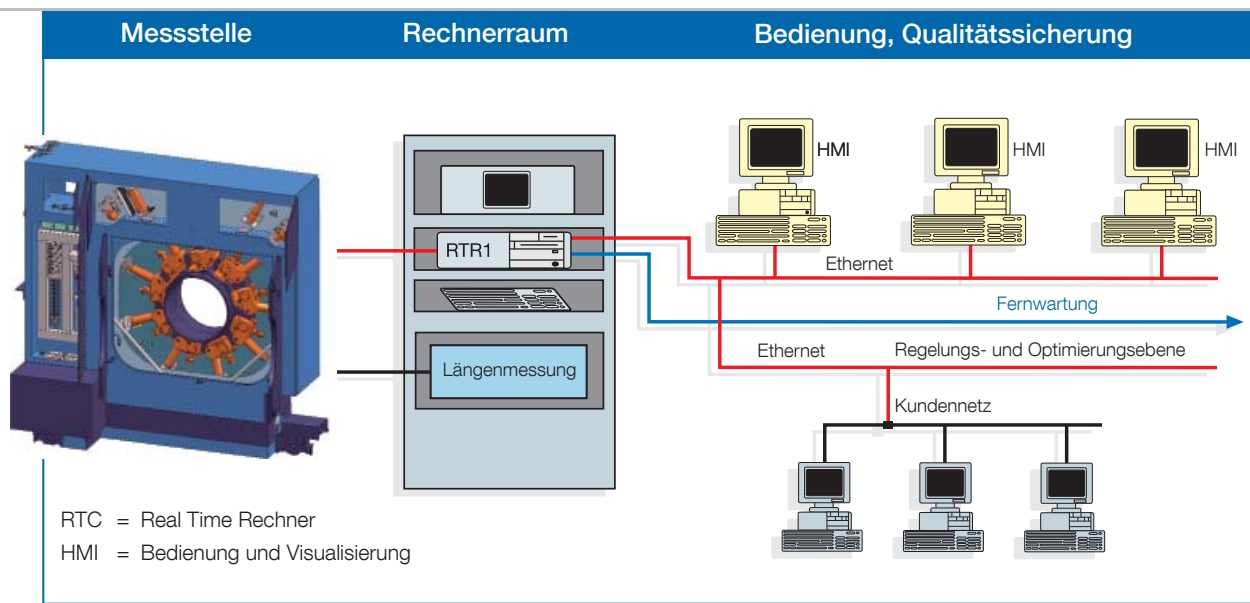
Diese Einflussgrößen werden entweder durch separate Erfassung oder durch kundenseitige Vorgaben berücksichtigt. Die Messgutlage wird mit Hilfe von zwei CCD-Zeilenkameras erfasst. Aus der Lageinformation und unter Berücksichtigung der Rohrabmessungen werden somit entsprechende Korrekturparameter für die Wanddicke berechnet.

Die Messguttemperatur wird je nach Produktionstemperatur mittels Farb- oder Quotientenpyrometer erfasst. Aufgrund von im System abgelegten Dilatometerkurven kann der jeweilige Korrekturparameter für die Wanddicke berechnet werden.

Werden Stahlsorten gewalzt, deren Legierung von der Standardlegierung abweicht, werden auch hier aufgrund der Vorgabedaten Korrekturwerte berechnet.



# Systemaufbau



## Aufbau

Entsprechend der jeweiligen Messaufgabe und Walzwerkskonfiguration werden die Messsysteme unter Einbindung des Kunden ausgelegt. Ein Messsystem besteht in der Regel aus folgenden Komponenten:

- Messstelle (Messbügel in C- oder O-Ausführung mit einer oder bis zu 13 Messachsen)
- Weitere Messsensoren zur Erfassung von Durchmesser, Ovalität, Durchmesserprofil, Länge und Geschwindigkeit
- Hilfskomponenten für die Messstelle, wie Energieversorgung und Überwachungseinrichtungen, Kühlsysteme usw.

- Zentrale Signalverarbeitung mit einem Mehrprozessorsystem einschließlich Bedienung, Visualisierung und den erforderlichen Netzwerkkomponenten
- Visualisierungsstationen für das Bedien- und Wartungspersonal
- Qualitätsmanagementsystem zur Dokumentation und Archivierung von Rohr- und Systemdaten über längere Zeiträume

## Störgrößenkompensation

Um exakte Messdaten zu erhalten, müssen folgende Einflüsse kompensiert werden:

- Schmutz, wie z. B. Zunder, Staub, Schmiermittel u.ä.
- Messgutlageänderungen im Rollgang
- Messguttemperatur, zur Berechnung der Kalt- oder Heißabmessungen
- Messgutlegierungen, abweichend von der Standardlegierung

Die Störgrößeneinflüsse werden unter Zuhilfenahme entsprechender Sensoren gemessen oder mit Vorgebdaten und durch mathematische Verfahren oder automatische Abgleichprozeduren kompensiert.

# Signalverarbeitung

## Signalübertragung

Die Detektorsignale werden im C- oder O-Messbügel digitalisiert und über ein Ethernet-Netzwerkssystem an die Messwertverarbeitung übertragen. Bei langen Distanzen zwischen den Messstellen und der zentralen Signalverarbeitung kommen fiber-optische Übertragungskomponenten zum Einsatz.

## MEVInet

Das leistungsfähige Mehrprozessorsystem *MEVInet* übernimmt die gesamte Auswertung der Messwerte, Überwachung des Messsystems sowie Bedienung, Visualisierung, Datenmanagement und Qualitätssicherung. Die einzelnen Komponenten sind über ein schnelles Datennetzwerk miteinander verbunden.

Das Rechnersystem *MEVInet* besteht aus folgenden Hauptkomponenten:

- **Real Time Rechner**
  - Betriebssystem Windows
  - Laufzeitsystem logiCAD
- **Server, HMI**
  - Betriebssystem Windows
  - MS SQL-Server
  - Visual Basic /IMS Dataviewer
- **Projektierungssystem**
  - logiCAD nach IEC 1131 (freiprogrammierbares Steuer- und Regelsystem)

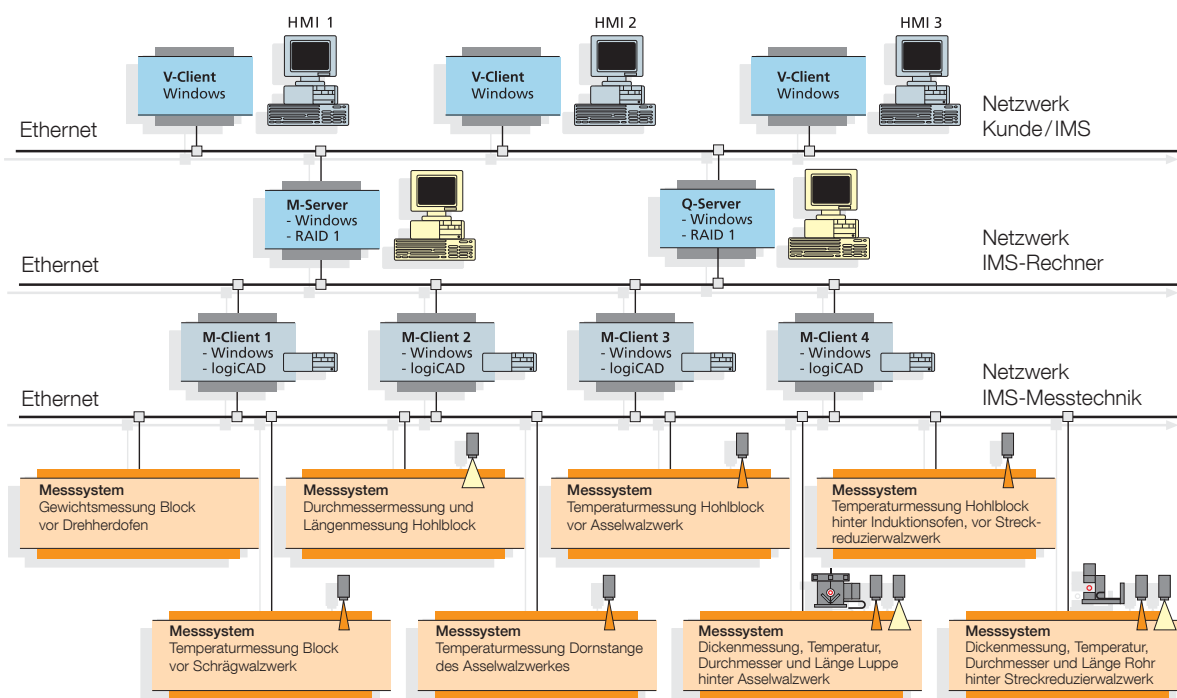
Umfangreiche Monitorbilder ermöglichen eine optimale Bedienung des Messsystems sowie die komfortable Durchführung von Service und Wartungsarbeiten. Die Optimierung und langfristige Betreuung der weltweit installierten Messsysteme erfolgt über eine Fernwartung via Internet.

Entsprechend den Kundenanforderungen werden die Messdaten ausgewertet und an übergeordnete Systeme übertragen.

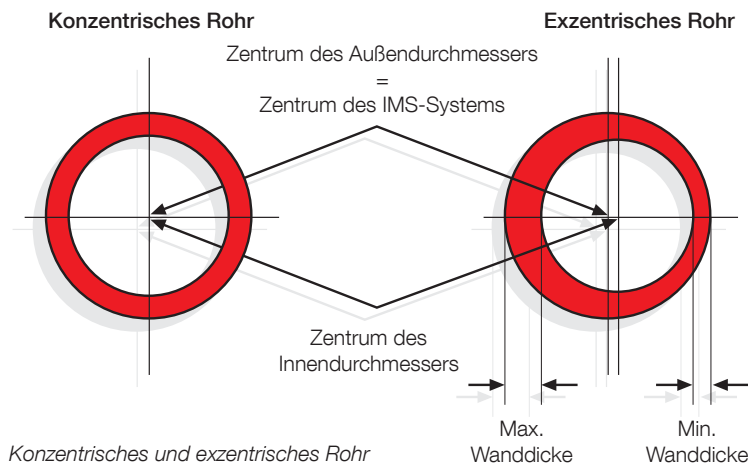
Die Rohrmessung bestimmt folgende Messgrößen:

- Mittlere Wanddicke
- Einzelwanddicke über den Rohrumfang\*
- Exzentrizitäten erster bis sechster Ordnung\*
- Rohrquerschnittprofil\*
- Außendurchmesser, Ovalität und Durchmesserprofil
- Temperatur und Länge
- Alle Messgrößen sind direkt während der Messung als Online-Anzeige verfügbar und werden am Ende der Messung als Profil über die Rohrlänge dargestellt
- Langzeitdatenerfassung und statistische Verteilung

\* systemabhängig



# Rohrwalzwerke und typische Rohrkonturen



Konzentrisches und exzentrisches Rohr

## Schrägwalzwerk und Presse

Im ersten Verformungsschritt der Rohrherstellung wird der massive Block „gelocht“, d.h. durch ein Walz- oder Pressverfahren wird aus dem Vollmaterial ein Hohlmaterial (Hohlblock) gewonnen.

Das Schrägwalzverfahren ist heute das am weitesten verbreitete Verfahren für die erste Walzstufe. Durch die beiden verschränkt gegeneinander laufenden Walzen (Schrägwalzen) werden im Inneren des Blockes Zugspannungen hervorgerufen. Diese werden genutzt, um das Loch kurz vor dem Lochdorn aufreißen zu lassen. Es handelt sich daher weniger um mechanisches „Bohren“ als um ein „Aufweiten“ oder „Aufziehen“.

Im Pressverfahren, häufig angewendet in der Vorstufe von Pilgerwalzwerken, wird ein Stempel unter großem Druck in den Block eingepresst, so dass durch Materialquerfluss das Loch im Block entsteht.

## Exzentrizität

Idealerweise erzeugen beide Lochverfahren einen konzentrischen Hohlblock, d.h. das Zentrum des Innenradius ist gleichzeitig das Zentrum des Außenradius.

Verschiedene äußere Einflüsse bedingen, dass die beiden Zentren mehr oder weniger stark gegeneinander verschoben sind – die Rohrkontur ist exzentrisch.

Folgende wesentliche Einflüsse führen zu exzentrischer Rohrgeometrie:

- Ungleichmäßige Temperaturverteilung im Hohlblock
- Ungenaue Zentrierung des Blockes
- Verschlissene oder defekte Lochdorne

Durch die Rotation des Blockes während des Walzvorganges entsteht der Exzenter in Form einer Spirale, abhängig vom Vorschubwinkel der Schrägwalzen.

Der in der Blockpresse entstehende Exzenter ändert über die Länge nur seine Amplitude, jedoch nicht die Orientierung.

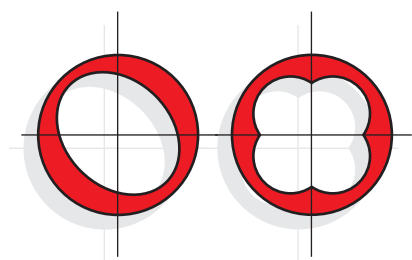
## MPM- und Maßwalzwerk

Im MPM- (**M**ultistand **P**ipe **M**ill) und Maßwalzwerk werden Zweirollen-Walzgerüste eingesetzt, die wechselseitig um jeweils 90° gegeneinander versetzt angeordnet werden. In der MPM wird auf einem Innenwerkzeug gewalzt – die Walzen reduzieren die Wandstärke bei gleichbleibendem Innendurchmesser. Erst im sogenannten Ausziehwalzwerk (MPM-Extractor), welches vom Dorn nicht mehr erreicht wird (gehaltener Dorn), wird die Außenkontur rund, jedoch vorherige Ungleichmäßigkeiten in die Innenkontur verlagert.

Als typische Formen entstehen hier ein Innenoval und/oder ein Innenviereck (Kleeblatt). Ursachen hierfür sind:

- Ungleichmäßig oder versetzt eingestellte Rollen
- Zu weit offen oder zu weit geschlossen eingestellte Rollen

Die Form ist typischerweise über die gesamte Länge des Rohres konstant.



Innenoval und Innenviereck



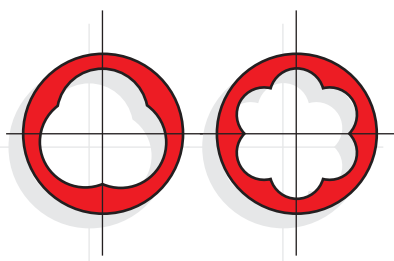
### Stoßbank, Streckreduzierwalzwerk, Maßwalzwerk

Alternativ zu den zuvor beschriebenen Zweirollen-Walzwerken kommen auch Dreirollen-Walzwerke zur Anwendung. Der Stoßbankprozess unterscheidet sich von Streckreduzier- und Maßwalzwerk insofern, dass ähnlich wie bei der MPM auf einem Innenwerkzeug, der sogenannten Dornstange gewalzt wird. Die Walzgerüste sind nicht angetrieben – der Hohlblock wird gestoßen. Im Streckreduzier- und Maßwalzwerk werden Außendurchmesser und Wanddicke des Fertighohres eingestellt. Dies geschieht durch entsprechende Hintereinanderschaltung einer Vielzahl von Dreirollen-Walzgerüsten, die gemeinsam oder separat angetrieben werden. Im Streckreduzierwalzwerk mit Einzel- oder Gruppenantrieben kann unter Einsatz eines Automatisierungssystems die Wanddicke lokal gesteuert werden.

Alle drei Walzwerkstypen führen zu einer hier typischen Form eines Innendreiecks oder Innenhexagons.

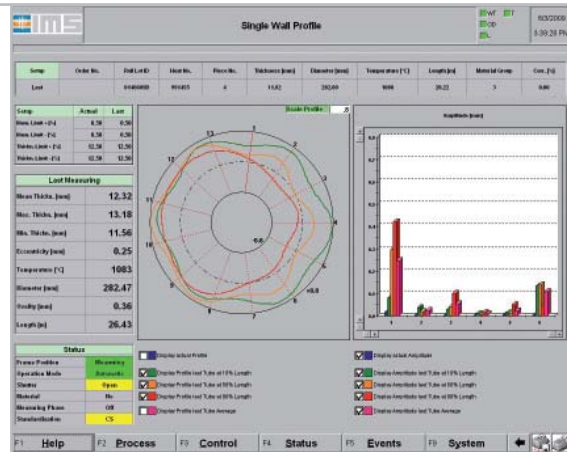
### Messwertdarstellung

Innerhalb des dreistufigen Walzprozesses werden entsprechend der Messaufgabe sehr unterschiedliche Messstellentypen eingesetzt, was



Innendreieck und Innenhexagon

Rohrinnenkontur eines PQF®-Rohres



Auswertung „Verdickte Enden“



sich in den verschiedenen Darstellungen widerspiegelt. Im Einsatzbereich der Massenmessung wird die mittlere Wanddicke über die Rohrlänge dargestellt.

Als zusätzliche Funktionalität kann das Messsystem am streckreduzierten Fertighohr die Längen der verdickten Enden bestimmen, um mit diesen Rohrlängenpositionen eine rotierende Säge anzusteuern. Unter Einsatz mehrerer Messstellen innerhalb der Walzwerklinie kann auf einfache Art der Regeleingriff des Automatisierungs-

systems überwacht werden. Hierzu werden die zwischengespeicherten Luppenmessdaten den Fertighohrmessdaten gegenübergestellt.

Zusätzlich zur Information des mittleren Wandverlaufes bestimmen die Multikanal-Messstellen die Innenkontur der Rohre, abhängig von der Kanalanzahl (5, 9 oder 13 Kanäle) bis zur sechsten Ordnung (Innenhexagon).

# Hochauflösende Durchmesser-Profilmessung



Durchmesser-Profilmesssystem im PQF®-Walzwerk

Durch den Einsatz neuer Walztechnologien bei der Herstellung nahtloser Stahlrohre, wie einzeln anstellbarer Rollen bei 3-Walzen-Gerüsten in PQF®-Walzwerken oder einstellbarer Endgerüste in Streckreduzierwalzwerken, werden walzwerkstaugliche und kosteneffiziente Messsysteme notwendig, um den gestiegenen Anforderungen an

Transparenz des Walzprozesses und höchster Genauigkeit der Messung gerecht zu werden.

Mittels hochpräziser Laser-Triangulations-Sensoren kann dieser Forderung auf optimale Weise nachgekommen werden. Hierzu werden vorzugsweise 18 oder 24 Sensoren kreisförmig um den Rohrfumfang angeordnet. Durch Synchronisation der einzelnen Sensoren untereinander werden die Messdaten aller Sensoren gleichzeitig mit Messraten im ms-Bereich ausgelesen, wodurch ein verzerrungsfreies Abbild der Rohraußenprofilierung ermittelt wird.

Interessant ist diese Messanordnung insbesondere in der Kombination mit einer Multikanal-Wanddickenmessung, da hier eine vollständig integrierte messtechnische Lösung für alle geometrischen Größen am heißen Rohr entwickelt worden ist, wobei nur ein einzelnes Komplett-Messgerät benötigt wird.

Eine Ausführung als eigenständige Messstelle ohne Wanddickenmessung ist ebenfalls verfügbar.

Laser-Triangulations-Sensoren der schwedischen Firma LIMAB, die ihren Hauptsitz in Göteborg hat, werden von IMS bereits seit 2007 zur Bestimmung der Rohrlage als Alternative zu CCD-Kamerasystemen eingesetzt. Mit Integration der hochauflösenden Durchmessermessung mittels LIMAB-Messköpfen in die IMS Multikanal-Rohrwandmesssysteme im Jahre 2009 wurde die Geschäftsbeziehung auf eine partnerschaftliche Kooperation zwischen LIMAB und IMS auf dem Geschäftsfeld der Durchmessermessung ausgeweitet.

## Systemausrüstung

- Aufrüstung mit 18 oder 24 Sensoren, abweichende Ausführungen auf Anfrage
- Datenübertragung via CAN-Bus mit bis zu 1000 kbit/s
- Montage auf wassergekühltem Schutzring und hinter Schutztüren mit Wärmeschutzblechen für Messung im Heißbereich
- Verschmutzungsschutz durch Überdruckgebläse
- Einfach zu handhabendes Kalibrierzubehör



18-Kanal Durchmesser-Profilmesssystem

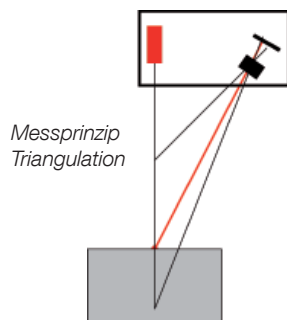


Laser-Triangulations-Sensor LIMAB

### Messprinzip und Messanordnung

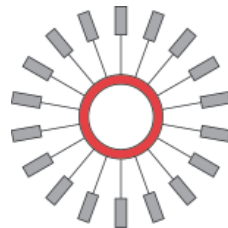
Das Messprinzip des einzelnen Messkopfes basiert auf einer Abstandsmessung mittels optischer Triangulation.

Ein Laserpunkt wird auf die Oberfläche des Messgutes gesetzt, zu dem der Abstand bestimmt werden soll. Von der Oberfläche erfolgt eine diffuse Reflektion des Laserpunktes. Innerhalb des Messbereiches des Messkopfes wird das Licht des Laserpunktes über ein optisches System auf eine CCD-Zeile (Charge Coupled Device) abgebildet. Die Achse des optischen Systems steht hierbei unter einem festen Winkel zur Strahlaustrittsrichtung des Laserstrahls.



Durch Auswertung der lichtintensivsten Position auf der CCD-Zeile und aufgrund des festen geometrischen Zusammenhangs (Dreiecksbezug – Triangulation) kann diese mit Hilfe der in jedem Messkopf abgelegten Kalibrierkurve in einen Abstand umgerechnet werden.

Die Messanordnung zur hochgenauen Bestimmung des Außendurchmessers und der Profilierung besteht aus mehreren einzelnen Sensoren, die jeweils paarweise gegenüber angeordnet werden.



Messanordnung mit 18 Sensoren

Über die zeitgleiche Bestimmung der Abstände aller eingesetzten Sensoren zur Messgutoberfläche steht so die Grundinformation zur weiteren Berechnung des Rohrprofils zur Verfügung.

Als Ergebnis werden am Ende der Verarbeitungskette folgende Messgrößen zur Anzeige gebracht und die Ableitung von Prozessstellgrößen realisiert:

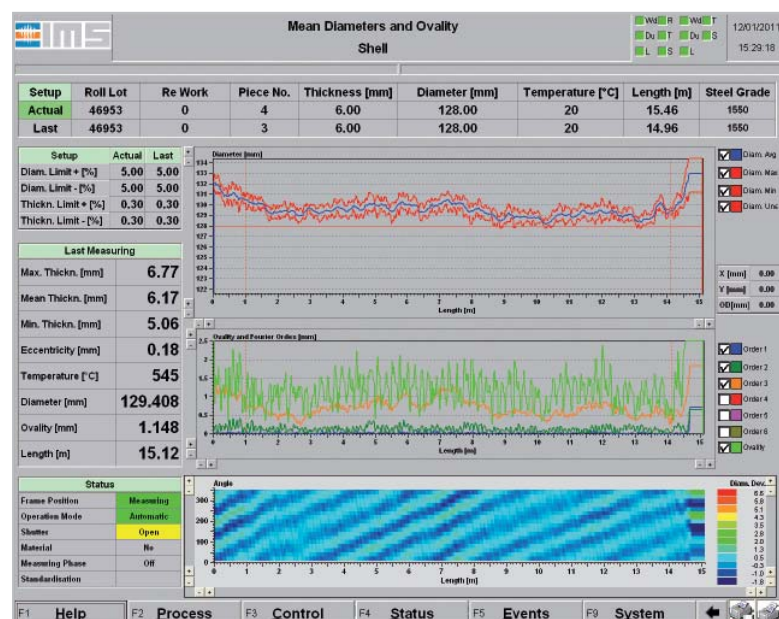
- Mittlerer Durchmesser
- Minimaler und maximaler Durchmesser und deren Richtungslage
- Ovalität und Auswertung bestimmter Strukturen wie Dreiecks- oder Sechseckausbildung

### Technische Daten Einzelmesskopf

- Messbereich Messkopf 200mm (Standardausführung)
- Stand-Off Abstand 100mm
- Auflösung 10 µm
- Messfrequenz 2000 1/s
- Wellenlänge 635 ... 670 nm (rot sichtbar)
- Laserklasse 3R/3B

### Technische Daten Profilmessung

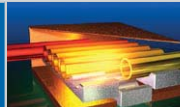
- Minstdurchmesser > 20mm
- Durchmesserbereich mit bis zu 400mm Durchmesseränderung möglich (frei konfigurierbar)
- Messgenauigkeit Durchmesser < ± 25 µm
- Messgenauigkeit Ovalität < ± 50 µm



Durchmesser-, Ovalitäts- und Falschfarbenprofil

# Rohrmesssysteme im Nahtlosrohrwalzwerk PQF<sup>®</sup>- / FQM<sup>™</sup>-Walzwerk

					T [°C]	
Optische Blockidentifizierung (Barcode)	Blockteilung zur optimalen Fertigungsrohrlängeausnutzung	Blockgewichtbestimmung	Blockaufheizung um Drehherdofen	Hochdruck-Blockentzunderung		
<b>Laser-scanner</b>		<b>Rollgangs-waage</b>			<b>Quotienten-pyrometer</b>	
Übernahme Vorgabedaten		Übernahme Blockgewicht			Temperaturmessung Block	

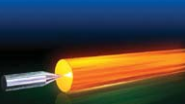
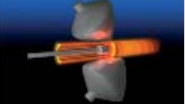

						
<b>S [mm]</b>	<b>D [mm]</b>	<b>T [°C]</b>	<b>L [m]</b>		<b>T [°C]</b>	
<b>Multikanal-Messsystem (5- , 9- oder 13-Kanal-System)</b>				Zwischen-erwärmung der Luppen im Hubbalkenofen		
<b>Multikanal Dicken-messung</b>	<b>Laser-Triangulations-messung</b>	<b>Strahlungs-pyrometer</b>	<b>Laserlängen-messung</b>		<b>Quotienten-pyrometer</b>	
Wanddicken-messung Rohrluppe	Durchmesser und Außenprofil-messung Rohrluppe	Temperatur-messung Rohrluppe	Längen-messung Rohrluppe		Temperaturmes-sung Rohrluppe nach Zwischen-erwärmung	


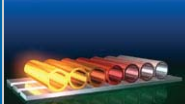


Multikanal-Messsystem am Einlauf in den Hubbalkenofen

## PQF<sup>®</sup>- oder FQM<sup>™</sup>-Walzwerk (Premium Quality Finishing Mill oder Fine Quality Mill).

Das abgebildete Schema gibt ein Beispiel für die messtechnische Ausrüstung eines modernen Nahtlosrohrwalzwerkes. Die Materialumformung erfolgt dreistufig: nach der Blockerwärmung im Drehherdofen am Schrägwalzwerk (Lochung), im PQF<sup>®</sup>- oder FQM<sup>™</sup>-Walzwerk (Auslängung) und im Streckreduzierwalzwerk (Fertigwalzung).

			T [°C]	D [mm]	L [m]	
	Blockzentrierung	Lochung des Blockes im Kegel-Schrägwalzwerk				Auswalzung des Hohlblockes zur Rohrluppe im PQF®- und FQM™-Walzwerk
			<b>Quotientenpyrometer</b>	<b>CCD-Kamera (infrarot)</b>	<b>CCD-Kamera (infrarot)</b>	
			Temperaturmessung Hohlblock	Durchmesser-messung Hohlblock	Längen-messung Hohlblock	

		S [mm]	D [mm]	T [°C]	L [m]		
	Streckreduzieren der Luppen auf Fertigungsrohr-abmessung	<b>2- oder 4-Kanal-Messsystem</b>					Luftkühlen der Fertigrohre auf dem Kühlbett
		<b>Mehrkanal-Dicken-messung</b>	<b>Laser-triangulations-messung</b>	<b>Quotienten-pyrometer</b>	<b>Laserlängen-messung</b>		
		Wanddicken-messung Fertigrohr	Durchmesser- und Außenprofil-messung Fertigrohr	Temperatur-messung Fertigrohr	Längen-messung Fertigrohr		

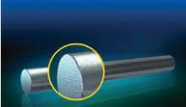
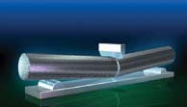
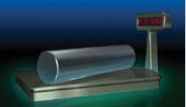



Bezeichnend für das PQF®- oder FQM™-Walzwerk im Vergleich zum herkömmlichen MPM-Walzwerk (**M**ulti-**S**tand **P**ipe **M**ill) ist die Verwendung hydraulisch anstellbarer 3-Rollen-Gerüste und eine gehaltene Dornstange. Anschließend werden die Luppen im bis zu 28-gerüstigen Streckreduzierwalzwerk auf die jeweilige gewünschte Fertigungsrohrabmessung abgewalzt. Auch hier können anstellbare Endgerüste eingesetzt werden.


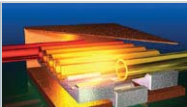
2-Kanal-Messsystem hinter SRW



# Rohrmesssysteme im Nahtlosrohrwalzwerk

## CPE-Walzwerk

					T [°C]		
Optische Blockidentifizierung (Barcode)	Blockteilung zur optimalen Fertigungsrohrlängenausnutzung	Blockgewichtbestimmung	Blockaufheizung um Drehherdofen	Hochdruck-Blockentzunderung		Blockzentrierung	
<b>Laser-scanner</b>		<b>Rollgangs-waage</b>			<b>Quotienten-pyrometer</b>		
Übernahme Vorgabedaten		Übernahme Blockgewicht			Temperaturmessung Block		

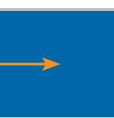

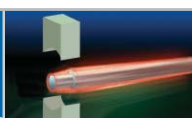

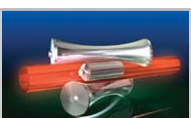
	S [mm]	D [mm]	T [°C]	L [m]		T [°C]		
Dornstangen-auszug	<b>Multikanal-Messsystem</b> (5- , 9- oder 13-Kanal-System)					Zwischen-erwärmung der Luppen im Hubbalkenofen		
	<b>Multikanal Dicken-messung</b>	<b>CCD-Kameras (hinterleuchtet, stereoskopisch)</b>	<b>Strahlungs-pyrometer</b>	<b>Laserlängen-messung</b>		<b>Quotienten-pyrometer</b>		
	Wanddicken-messung Rohrluppe	Durchmesser-messung Rohrluppe	Temperatur-messung Rohrluppe	Längen-messung Rohrluppe		Temperatur-messung Rohrluppe nach Zwischen-erwärmung		




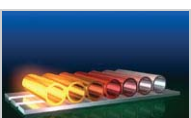


Multikanal-Messsystem am Einlauf in den Hubbalkenofen

### CPE-Walzwerk

(Cross-roll Piercing and Elongation)  
Das nachfolgende Walzwerkslayout zeigt beispielhaft den Materialfluss innerhalb des Warmverformungsteiles eines Nahtlosrohrwalzwerkes. Die dreistufige Materialverformung erfolgt nach der Blockerwärmung im Drehherdofen am Schrägwalzwerk (Lochung), auf der Stoßbank (Auslängung) und im Streckredu-

			T [°C]	D [mm]	L [m]			
		Lochung des Blockes im Schrägwalzwerk				Umformung des Hohlblockkopfes mittels Kumpel- presse	Auswalzung des Hohlblockes zur Rohrluppe auf der Stoßbank	Aufweitung der Rohrluppe im Lösewalzwerk
			<b>Quotientenpyrometer</b>	<b>CCD-Kamera (infrarot)</b>	<b>CCD-Kamera (infrarot)</b>			
			Temperaturmessung Hohlblock	Durchmesser-messung Hohlblock	Längen-messung Hohlblock			

			S [mm]	D [mm]	T [°C]	L [m]		
		Streckreduzieren der Luppen auf Fertigungsrohr-abmessung		<b>1-Kanal-Messsystem</b>			Online Abtrennung der „verdickten Enden“ am Fertigungsrohr und Längenzuschnitt	Luftkühlen der Fertigungsrohre auf dem Kühlbett
			<b>1-Kanal-Dickenmessung</b>	<b>CCD-Kamera (infrarot)</b>	<b>Quotientenpyrometer</b>	<b>Laserlängenmessung</b>		
			Wanddickenmessung Fertigungsrohr	Durchmesser-messung Fertigungsrohr	Temperatur-messung Fertigungsrohr	Längen-messung Fertigungsrohr		

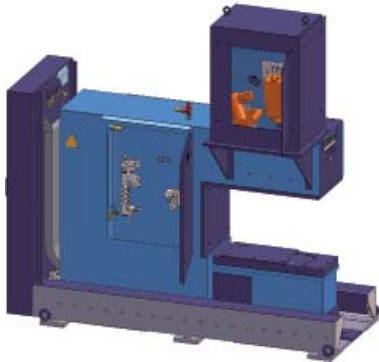
zierwalzwerk (Fertigwalzung). Bezeichnend für das CPE-Walzverfahren ist die Verformung vom massiven Vorblock bis zur Rohrluppe ohne Zwischenerwärmung. Anschließend werden die Luppen im bis zu 28-gestufigen Streckreduzierwalzwerk auf die jeweilige gewünschte Fertigungsrohr-abmessung abgewalzt.

1-Kanal-Messsystem im Zuführrollgang zum Kühlbett



# Messstellentypen

## Massenmessung



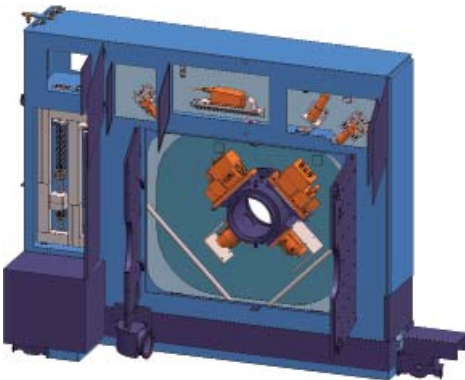
### 1-Kanal-System

#### Messtechnische Ausstattung:

Wanddickenmessung:	1-kanalig, senkrecht zur Rohrachse
Durchmesserermessung:	1-kanalig, infrarot
Temperaturmessung:	Strahlungs- oder Quotientenpyrometer
Längenmessung:	Laser-Doppler Velocimeter

#### Messgrößen:

Wanddicke:	Mittelwert, Minimalwert, Maximalwert je Rohr
Durchmesser:	Mittelwert, Minimalwert, Maximalwert je Rohr
Temperatur:	Mittelwert, Minimalwert, Maximalwert je Rohr
Länge:	Gesamtlänge, Länge verdickter Enden



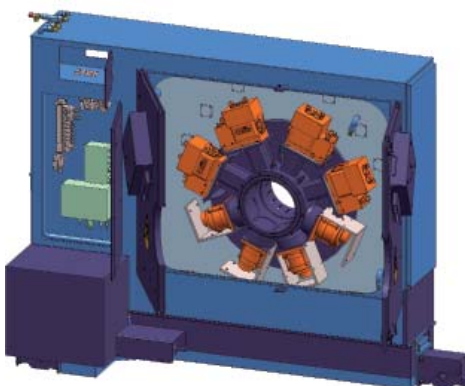
### 2-Kanal-System

#### Messtechnische Ausstattung:

Wanddickenmessung:	2-kanalig, $\pm 45^\circ$ zur Rohrachse
Durchmesserermessung:	2-kanalig, infrarot oder hinterleuchtet; mehrkanalig mittels Laser-Triangulation
Temperaturmessung:	Strahlungs- oder Quotientenpyrometer
Längenmessung:	Laser-Doppler Velocimeter

#### Messgrößen:

Wanddicke:	Mittelwert, Minimalwert und Maximalwert je Rohr
Durchmesser:	Mittelwert, Minimalwert, Maximalwert je Rohr, Durchmesserdifferenz (Pseudooval) oder Durchmesserprofil
Temperatur:	Mittelwert, Minimalwert, Maximalwert je Rohr
Länge:	Gesamtlänge, Länge verdickter Enden



### 4-Kanal-System

#### Messtechnische Ausstattung:

Wanddickenmessung:	4-kanalig, $\pm 22,5^\circ$ und $\pm 67,5^\circ$ zur Rohrachse
Durchmesserermessung:	2-kanalig, infrarot oder hinterleuchtet; mehrkanalig mittels Laser-Triangulation
Temperaturmessung:	Strahlungs- oder Quotientenpyrometer
Längenmessung:	Laser-Doppler Velocimeter

#### Messgrößen:

Wanddicke:	Mittelwert, Minimalwert und Maximalwert je Rohr, zusätzlich Wanddickenunterschied ungerader/gerader Kanalpaare
Durchmesser:	Mittelwert, Minimalwert, Maximalwert je Rohr, Durchmesserdifferenz (Pseudooval) oder Durchmesserprofil
Temperatur:	Mittelwert, Minimalwert, Maximalwert je Rohr
Länge:	Gesamtlänge, Länge verdickter Enden



# Messstellentypen

## Doppelwandmessung

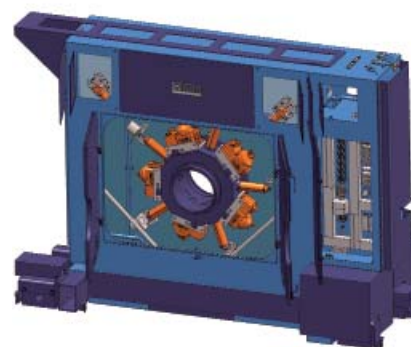
### 5-Kanal-System

#### Messtechnische Ausstattung:

Wanddickenmessung:	5-kanalig, 5 x 72° versetzt
Durchmesser-messung:	2-kanalig, infrarot oder hinterleuchtet; mehrkanalig mittels Laser-Triangulation
Temperaturmessung:	Strahlungs- oder Quotientenpyrometer
Längenmessung:	Laser-Doppler Velocimeter

#### Messgrößen:

Wanddicke:	Mittelwert, Minimalwert und Maximalwert je Rohr, zusätzlich Wanddickenverlauf erster und zweiter Ordnung
Durchmesser:	Mittelwert, Minimalwert, Maximalwert je Rohr, Durchmesser-differenz (Pseudooval) oder Durchmesserprofil
Temperatur:	Mittelwert, Minimalwert, Maximalwert je Rohr
Länge:	Gesamtlänge



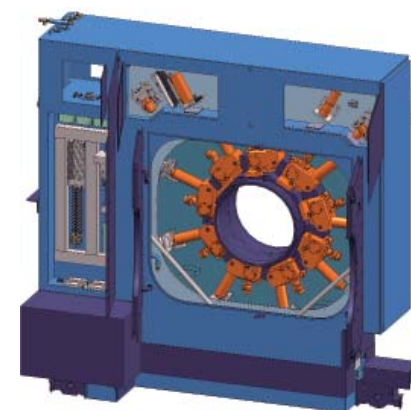
### 9-Kanal-System

#### Messtechnische Ausstattung:

Wanddickenmessung:	9-kanalig, 9 x 40° versetzt
Durchmesser-messung:	2-/4-kanalig, infrarot oder hinterleuchtet; mehrkanalig mittels Laser-Triangulation
Temperaturmessung:	Strahlungs- oder Quotientenpyrometer
Längenmessung:	Laser-Doppler Velocimeter

#### Messgrößen:

Wanddicke:	Mittelwert, Minimalwert und Maximalwert je Rohr, zusätzlich Wanddickenverlauf erster bis vierter Ordnung
Durchmesser:	Mittelwert, Minimalwert, Maximalwert je Rohr, Durchmesser-differenz (Pseudooval bei 2-kanaliger Ausführung) oder Durchmesserprofil
Temperatur:	Mittelwert, Minimalwert, Maximalwert je Rohr
Länge:	Gesamtlänge



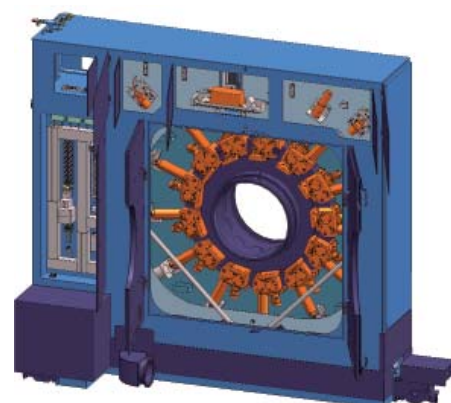
### 13-Kanal-System

#### Messtechnische Ausstattung:

Wanddickenmessung:	13-kanalig, 13 x 27,7° versetzt
Durchmesser-messung:	2-/4-kanalig, infrarot oder hinterleuchtet; mehrkanalig mittels Laser-Triangulation
Temperaturmessung:	Strahlungs- oder Quotientenpyrometer
Längenmessung:	Laser-Doppler Velocimeter

#### Messgrößen:

Wanddicke:	Mittelwert, Minimalwert und Maximalwert je Rohr, zusätzlich Wanddickenverlauf erster bis sechster Ordnung
Durchmesser:	Mittelwert, Minimalwert, Maximalwert je Rohr, Durchmesser-differenz (Pseudooval bei 2-kanaliger Ausführung) oder Durchmesserprofil
Temperatur:	Mittelwert, Minimalwert, Maximalwert je Rohr
Länge:	Gesamtlänge



# Technische Daten

## Messgutdaten

Rohrwanddicke:	< 50 mm Einzelwanddicke
Rohraußendurchmesser:	16 bis 750 mm
Rohrtemperatur:	< 1300 °C
Rohrgeschwindigkeit:	< 15 m/s
Messgut:	legierte und unlegierte Stähle, Edelstähle, Nichteisenmetalle auf Anfrage

## Messstellendaten

Messstelle:	verfahrbarer C- oder O-Messbügel, Sonderkonstruktionen auf Anfrage
Kühlung:	geschlossener Kühlmittelkreislauf, versorgt über kundenseitiges Kühlmedium
Fahrtrieb:	pneumatisch oder elektrisch
Strahlenquelle:	Isotop Cs 137 (185 oder 370 GBq je Quelle), Röntgen auf Anfrage
Anzahl der Strahler/Detektoren:	1 bis 13 je Messstelle
Ionisationskammer:	KG 126 oder KG 60
Messfleckgröße:	D 80 bis 100 mm (Massenmessung), ca. 15 x 60 mm (Doppelwandmessung)

## Messdynamik

Analoge Messzeitkonstante:	< 30 ms
Zykluszeit Messwerverfassung:	500 µs
Zykluszeit Messwertverarbeitung:	5 ms
Zykluszeit Messwertausgabe:	10 ms

## Messgenauigkeiten

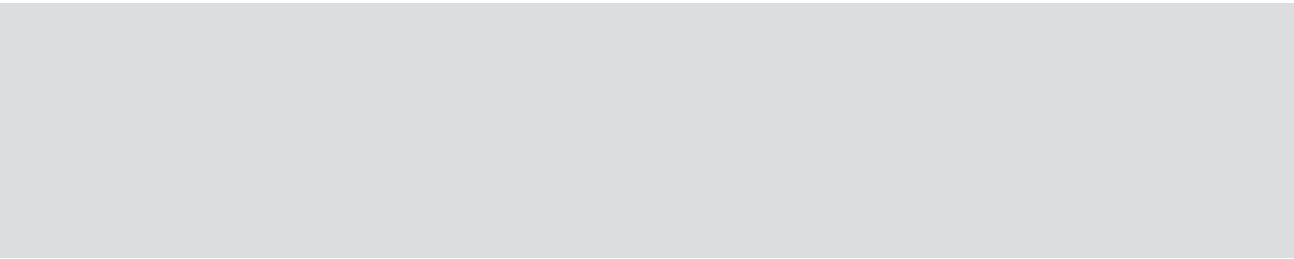
Rohrwanddicke:	applikationsabhängig < ± 0,3 %
Rohrdurchmesser, -position:	applikationsabhängig < ± 0,4 % vom MBE bzw. < ± 25 µm
Rohrtemperatur:	< ± 0,75 % vom MBE
Rohrlänge:	< ± 0,1 % der Gesamtlänge plus ± 20 mm Endeerkennung

# Typentabelle / Konfigurationsauswahl

Zusatzkomponenten	Messstellenausführung	C-Messbügel 1-Kanal (Massenmessung)	C-Messbügel 2-Kanal (Exzentrizitätsmessung)	O-Messbügel 2-Kanal (Massenmessung)	O-Messbügel 4-Kanal (Massenmessung)	O-Messbügel 5-Kanal (1. und 2. Ordnung Doppelwandmessung)	O-Messbügel 9-Kanal (1. bis 4. Ordnung Doppelwandmessung)	O-Messbügel 13-Kanal (1. und 6. Ordnung Doppelwandmessung)
<b>Temperaturmessung</b>		●	●	●	●	●	●	●
Keller		●	●	●	●	●	●	●
Land		○	○	○	○	○	○	○
Ircon		○	○	○	○	○	○	○
<b>Durchmesser- / Positions- und Profilmessung</b>		●	●	●	●	●	●	●
1-Kamerasystem infrarot		●	-	-	-	-	-	-
2-Kamerasystem infrarot		○	○	○	●	○	○	○
1-Kamerasystem hinterleuchtet		○	-	-	-	-	-	-
2-Kamerasystem hinterleuchtet		○	●	●	●	●	-	-
4-Kamerasystem hinterleuchtet		-	-	-	○	○	-	-
2+2-Kamerasystem hinterleuchtet		-	-	-	○	○	●	●
4+2-Kamerasystem hinterleuchtet		-	-	-	○	○	○	○
Laser-Triangulation (Durchmesser)		*	-	○	○	○	○	○
Laser-Triangulation (Position)		-	-	○	○	○	○	○
<b>Längenmessung</b>		○	○	○	○	○	○	○
Polytec		○	○	○	○	○	○	○
Beta Lasermike		○	○	○	○	○	○	○

● = Standard    ○ = Option    - = nicht lieferbar    \* = auf Anfrage

Hersteller beispielhaft



IMS Messsysteme GmbH

Dieselstraße 55  
42579 Heiligenhaus

Postfach 10 03 52  
42568 Heiligenhaus

Deutschland

Telefon: +49 2056 975-0  
Telefax: +49 2056 975-140  
E-Mail: [info@ims-gmbh.de](mailto:info@ims-gmbh.de)  
Internet: [www.ims-gmbh.de](http://www.ims-gmbh.de)