

# iNOEX

INSPIRE BEYOND MEASUREMENT

## Präzise, intuitive und sichere **RÖNTGENTECHNOLOGIE** für die Rohr- und Schlauchvermessung



*Ihr Guide zur Technologiebewertung und -einführung*

 Prozess- und Qualitätsdaten für ein- und mehrschichtige Produkte

 Röntgentechnologie reduziert Ihren Materialeinsatz um bis zu 5 %

# Auf einen Blick

*Einfache Bedienbarkeit bei höchster Präzision und Sicherheit macht Ihnen die Nutzung modernster Röntgentechnik so einfach wie möglich*

## AKTUELLE HERAUSFORDERUNGEN

- » Stetig steigende Anforderungen an Prozess- und Produktdatendokumentation
- » Diversifikation des Produktportfolios und erhöhte Produktkomplexität
- » Fachkräftemangel schmälert Prozesswissen im Produktionsbetrieb
- » Steigende Materialpreise und strenge Nachhaltigkeitsziele
- » Digitalisierung der Produktionsumgebung

Neben globalen Herausforderungen im Bereich der internationalen Lieferketten und der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung, sind die oben genannten Herausforderungen derzeit maßgebend für einen Großteil der kunststoffverarbeitenden Industrie und damit auch für die Herstellung von Rohren, Schläuchen und Kabeln.

Zur Meisterung dieser Herausforderungen ist es notwendig, flexibel auf Änderungen im Markt reagieren zu können und gleichzeitig höchsten Ansprüchen an Produktqualität, Präzision und Dokumentation zu genügen. Klarheit über Wand-/Schicht-dickenverteilung, Einhaltung von Grenzwerten für Ovalität und Exzentrizität, Benutzerfreundlichkeit bei der Anpassung sich verändernder Produktparameter, sowie Robustheit und Langlebigkeit der verbauten Komponenten sind hierfür maßgeblich.

Genau das ist der Anspruch unseres iXRAY-Röntgensystems und von iNOEX als Lösungsanbieter in der Extrusionsbranche. Die Röntgentechnologie ergänzt damit das bestehende Produktportfolio. Besonders in Kombination mit gravimetrischen Systemen bietet Ihnen das iXRAY verschiedene Regelungsmöglichkeiten zur Gewährleistung einer konstant hohen Produktqualität. Die gesammelten Prozess- und Qualitätsdaten bilden die Datenbasis zur Automatisierung. Realisierbare Materialeinsparungen und drastisch reduzierte Qualitätssicherungs- bzw. Dokumentationskosten gewährleisten einen schnellen Return on Investment. Ebenso wird in Zeiten von wachsendem Fachkräftemangel die Abhängigkeit von langjährigem, personengebundenem Prozesswissen der Anlagenführer reduziert.

Dieses Whitepaper fokussiert sich auf die Einsatzmöglichkeiten der Röntgentechnologie in der Rohr-, Schlauch- und Kabelextrusion und beleuchtet folgende Themen im Detail:

- **Welchen Mehrwert modernste Röntgentechnologie für Sie leistet**
- **Für welche Anwendungen Röntgentechnologie besonders große Vorteile bietet**
- **Wie Sie iXRAY-Röntgentechnologie erfolgreich in Ihre Produktion integrieren**
- **Wo Röntgenmesssysteme bereits heute erfolgreich eingesetzt werden**



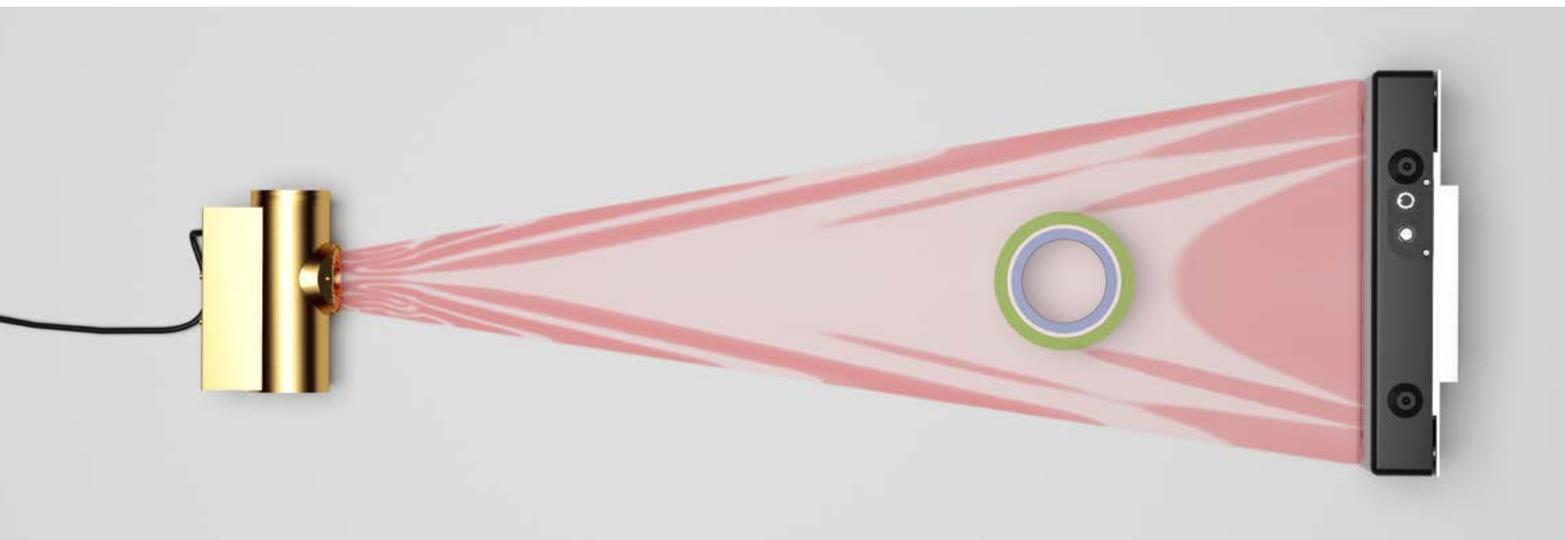
# Was ist Röntgentechnologie?

## *Funktionsprinzip und Einordnung der Röntgentechnologie*

Nachhaltigkeit und Materialeinsparung sind in der Rohr-, Schlauch- und Kabelextrusion eng miteinander verbunden. Jede moderne Extrusionslinie hat zum Ziel, bei effizientem Materialeinsatz, höchste und konstante Produktqualität zu liefern. Je nach Produkt können dabei die Einhaltung der in der Spezifikation festgelegten Mindestwandstärke, der exakte Durchmesser, enge Ovalitätsgrenzen oder die Einzelschichtdicken entscheidend sein.

Es stehen unterschiedlichste Messtechnologien für die Vermessung der Produkte zur Verfügung. Neben der in diesem Whitepaper fokussierten Röntgentechnologie können auch ultraschall- oder radarbasierte Messsysteme zur Vermessung eingesetzt werden. Die Messsysteme eignen sich dabei aufgrund ihrer spezifischen Vorteile und Einsatzbereiche für verschiedene Produktkategorien.

Ideal ist die Röntgentechnologie bei der Vermessung mehrschichtiger Produkte. Dazu zählen Aluverbundrohre, Druckschläuche mit Gewebeeinlage, Microrohre und andere Schläuche, Elastomerprodukte, Rohre sowie Kabel. Zur Vermessung der Produkte wird ein gefächerter Röntgenstrahl erzeugt und durch eine Blende verengt. Dieser trifft auf einen Detektor und wird dort in sichtbares Licht umgewandelt. Befindet sich ein zu messendes Rohr oder Kabel im Strahlengang, wird die Röntgenstrahlung teilweise vom Messobjekt absorbiert und so das Produkt exakt dargestellt.



### Hier die wichtigsten Fakten zur Röntgentechnologie:

- Sie vermisst das Produkt im **Mikrometerbereich, berührungslos** und **zerstörungsfrei**.
- Die Strahlung wird im Material teilweise absorbiert und ermöglicht so eine **Gesamtwanddickenmessung** sowie materialabhängig **Einzelschichtdickenmessungen**.
- In Kombination mit Gravimetrie erweitern Sie das iXRAY zu einem **Mess- und Regelsystem**.
- Röntgensysteme sind bei uns serienmäßig mit allen notwendigen Sicherheitsaspekten ausgestattet, so dass ein **gefahrloser Betrieb garantiert wird**.

# Vorteile durch Messtechnik

*Intuitiv, flexibel und präzise*

## Transparenz

iXRAY-Technologie misst **qualitätskritische Produkteigenschaften** wie Gesamtwanddicke und Schichtdicke, Durchmesser sowie Ovalität und Exzentrizität. Es entsteht ein umfassendes Bild über Ihr Produkt. **Livedaten** der Produktion als auch des **Produktionsverlaufs** der letzten zwei Stunden können anschaulich visualisiert werden. Die **Messgenauigkeit** und **Reproduzierbarkeit** der Technologie liegt **im Mikrometerbereich**.

## Plug & Play

**Benutzerfreundlichkeit** und **einfache Bedienbarkeit** der Systeme sind heute entscheidender denn je. Sie können Ihre Produktrezepte selbst anlegen oder auf unsere Expertise bei der Erstellung technischer Rezepte zurückgreifen. Die **intuitive Bedienoberfläche** ermöglicht es Ihnen, während der Produktion, jederzeit alle für Sie entscheidenden Informationen im Blick zu haben. Ein weiterer positiver Aspekt für das Bedienpersonal, ist die **einfache Integrierbarkeit** in die Bedienoberfläche Ihrer Linie.

## Qualitätssteigerung

Stetig **steigende Anforderungen an Bauteilqualität**, Prozesseffizienz und die **Dokumentation** von Prozess- und Qualitätsdaten machen es notwendig, händische Qualitätssicherungsprozesse zu reduzieren und die **Digitalisierung** voranzutreiben. Die hohe **Präzision** und **Robustheit** röntgenbasierter Messtechnik leistet hierzu einen zentralen Beitrag, da ohne großen Personalaufwand Produkte automatisiert vermessen werden können.

## Materialeinsparung

Erhalten Sie Transparenz über lokale Wanddickenunterschiede und steuern Sie gezielt dagegen. Eine ungleichmäßig verteilte Wanddicke oder erhöhte Schichtdicken, meist teurer Funktionsmaterialien, senken die Produktivität. Wanddickenmessgeräte tragen dazu bei, die **Ressourcen bestmöglich einzusetzen**. Insbesondere in Kombination mit der gravimetrischen Verwiegung können Sie **bis zu 5 % Material einsparen**. Die Nachhaltigkeit steigt und Energie- sowie Materialkosten werden gesenkt. Alternativ kann der Ausstoß der Linie in gleichem Maße erhöht und so die **Produktivität gesteigert** werden.

## Vollautomatisierung

Mit Hilfe der aufgenommen Qualitätsdaten erbringen Sie nicht nur den Nachweis für die hohe Qualität Ihrer Produkte, sondern können darüber hinaus den Herstellungsprozess automatisieren und regeln. In **Kombination mit einer Gravimetrie** stehen Ihnen verschiedene **Automatisierungsschritte** zur Verfügung. Typische Regelinstrumente sind beispielsweise die Massedurchsatz-, die Metergewichts- oder die Dünnstellenregelung.

# Ihre Lösung im Detail

*Drei Messsysteme für Ihre Anwendungen*

Das iNOEX iXRAY nutzt Röntgenstrahlung mit modernsten Röntgendetektoren sowie bewährten, langlebigen Röntgenröhren zur Dimensionsmessung und Datenerfassung. Das System ist in drei Varianten erhältlich und deckt eine Durchmessergröße von 1 bis 63 mm ab.

Ideal für Schläuche aus Elastomeren und Fluorpolymeren im Durchmesserbereich von 1 bis 16 mm, bietet das iXRAY 16 eine sehr hohe Wiederholgenauigkeit von bis zu  $\pm 3 \mu\text{m}$ . Um die Auswirkung von Vibrationen bei der Messung dieser kleinen Schläuche zu vermeiden, kann das iXRAY 16 auf eine kurze Belichtungszeit ab 5 ms eingestellt werden.

Mit einem Standardarbeitsbereich von 5 bis 32 mm erreicht das iXRAY 32 eine Wiederholgenauigkeit von  $\pm 5 \mu\text{m}$ . Das iXRAY 63 misst Rohre, Schläuche und Kabel in einem Durchmesserbereich von 6 bis 63 mm mit einer Wiederholgenauigkeit von typischerweise  $\pm 10 \mu\text{m}$ . Die Wiederholgenauigkeit hängt dabei maßgeblich von dem verarbeiteten Material ab.

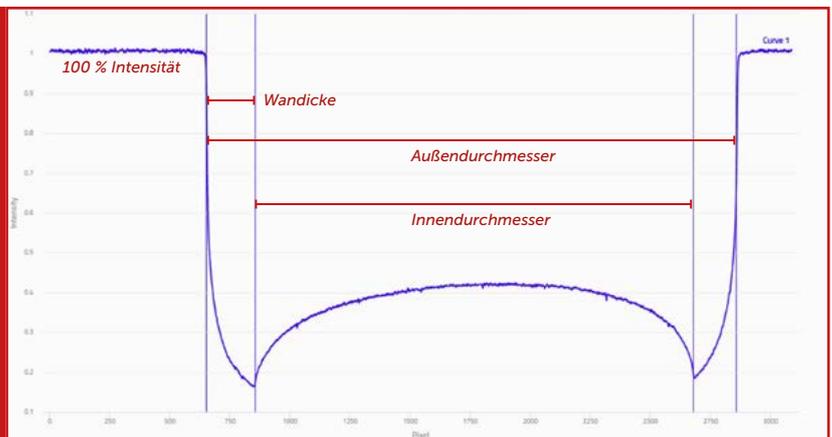


## Das Messprinzip

Zur Vermessung der Produkte wird ein gefächerter Röntgenstrahl erzeugt und durch eine Blende verengt. Dieser durchstrahlt das Messobjekt und trifft dann auf die Szintillationschicht des Detektors. In dieser Szintillationschicht werden die Strahlen absorbiert und in sichtbares Licht umgewandelt. Der darunter liegende lichtempfindliche Chip detektiert die Lichtintensität. Befindet sich kein Messobjekt zwischen der Röntgenröhre und dem Detektor, liegt die volle Intensität auf dem Detektor vor. Die Transmissionskurve liegt dann bei 100 % und hat die Form einer geraden Linie.

*Die typische Transmissionskurve eines einschichtigen Produkts im Strahlengang weist an der rechten und linken Seite eine Intensität von 100 % auf.*

*In dem Bereich, in dem sich das Messobjekt befindet, fällt die Intensität auf beiden Seiten stark ab. Der niedrigste Intensitätswert auf der Transmissionskurve wird an der Innenwand des Messobjekts erreicht, da hier am meisten Material durchdrungen werden muss.*



# Ihre Lösung im Detail - Drei Messsysteme

Die charakteristischen Punkte des zu vermessenden Produkts sind als Unstetigkeit (Knick) in der Transmissionskurve zu erkennen. Anhand dieser charakteristischen Punkte lassen sich aus der Transmissionskurve die gewünschten Geometriedaten (Wanddicke, Durchmesser) ableiten. Der Außendurchmesser entspricht der Entfernung der beiden äußeren Knickpunkte. Der Innendurchmesser wird durch die beiden inneren Knickpunkte markiert. Zur Bestimmung der Wandstärken werden die entsprechenden Abstände zwischen dem äußeren und dem inneren Knick auf der Transmissionskurve ausgewertet.

Für mehrschichtige Produkte ist die Messmethodik gleich. Die Änderungen im Absorptionsverhalten der Einzelschichten resultieren in den charakteristischen Knicken. Ein Beispiel für ein Mehrschichtprodukt finden Sie im Anwendungsbeispiel für Aluminiumverbundrohre auf Seite 10.

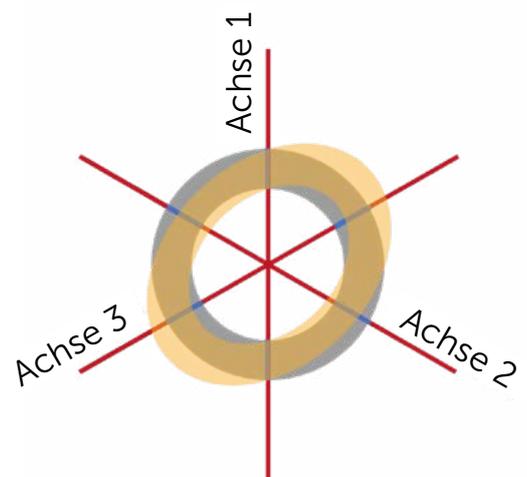
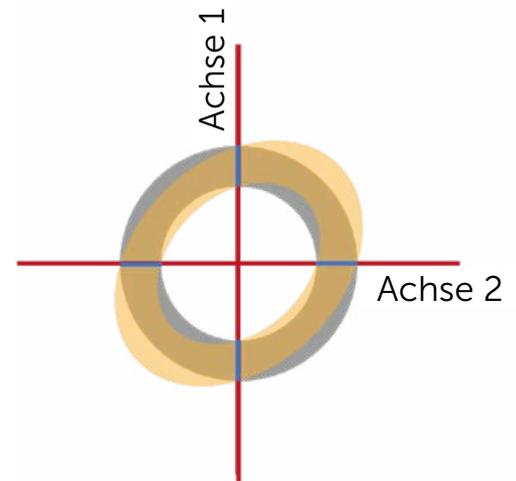
## Warum ein 3-Achsen-Messsystem?

Im Extrusionsverfahren hergestellte Rohre und Schläuche sind nicht perfekt rund, sondern haben meist eine elliptische Form und können in der Wandstärke entlang des Umfangs variieren. Die hohen Qualitätsanforderungen an Durchmesser und Wandstärke der Produkte stützen sich maßgeblich auf die vom Messsystem zur Verfügung gestellten Daten. In einigen Anwendungen, wie beispielsweise im Bereich der Fußbodenheizungsrohre, kommen strenge Ovalitätsanforderungen hinzu.

Bei Nichteinhaltung der Anforderungen passen die genutzten Fittingsysteme nicht einwandfrei auf das Rohr. Auch lokale Wanddickenunterschreitungen (Gesamtwanddicke oder Einzelschichtdicke) oder ein zu hoher Materialeinsatz führen zu erhöhtem Ausschuss oder einer Minderung der Wirtschaftlichkeit Ihrer Produktion. Die Anzahl der zu Verfügung stehenden Qualitätsdatenpunkte ist also ein entscheidender Faktor.

**Mit dem 3-achsigen iXRAY werden 50 % mehr Messpositionen ausgewertet als mit einem 2-achsigen Röntgenmesssystem.**

Das iXRAY-System zeichnet sich durch seine Fähigkeit aus, Messungen unabhängig vom Vergrößerungsfaktor durchzuführen. Dank der dreifachen Messachsenkonfiguration wird eine exakte Geometriemessung und die präzise Abstimmung aller Systemkomponenten ermöglicht. So können selbst die komplexen, oft elliptischen, Formen von extrudierten Rohren und Schläuchen erfasst werden.



Die Abbildung zeigt den Unterschied in der Ovalitätscharakterisierung zwischen einem 2-achsigen und einem 3-achsigen Messsystem. Jede Röntgenquelle liefert zwei Wanddicken- und Durchmesserwerte. Aus dem Vergleich dieser Werte wird die Ovalität bestimmt. In diesem Falle erkennt nur das 3-achsige System den Qualitätsmangel des Produkts.

# Messsysteme für Ihre Anwendung

Durch die Bestimmung des Ellipsenmittelpunkts und anschließende Ermittlung ihrer Tangenten kann die tatsächliche Form des Objekts mit außerordentlicher Präzision rekonstruiert werden. Ein auf die Röntgenstrahlung, Objektgeometrie und das Material abgestimmtes Modell ermöglicht es, die optimale Kantenposition zu identifizieren, indem das Modell perfekt über die gemessenen Daten gelegt wird. Die Detektortechnologie, ausgestattet mit über dreitausend Pixeln, in Kombination mit dem ermittelten Modell erlaubt es so, Messungen subpixel-genau vorzunehmen.

Das iXRAY-System verbindet somit höchste Präzision mit einer eleganten Lösung für die Herausforderungen moderner Messtechnik, ideal für anspruchsvolle Anwendungen in Qualitätssicherung und Produktionsüberwachung.



## Smarte Sicherheitsaspekte

Die Sicherheitsaspekte bei der Nutzung von Röntgenstrahlung nehmen beim iXRAY einen besonderen Stellenwert ein. Von den Röntgengeräten geht keinerlei Gefahr für den Bediener aus. Die gesetzlich erlaubten Grenzwerte der Strahlenleistung werden unterschritten und weitere Sicherheitsaspekte sorgen für einen unbedenklichen Einsatz.



- **Sie können die klappbaren Strahlenschutzrohre zum leichteren Einführen des Produktes auf beiden Seiten öffnen. Der Sicherheitsschalter schaltet in Verbindung mit der Sicherheits-SPS die Strahlung beim Öffnen ab, sodass keinerlei Strahlung nach außen dringt.**
- **Eine Blende, direkt an der Röntgenröhre, sorgt für einen schmalen Röntgenfächer. Dies verringert das durchstrahlte Rohrvolumen, was sich direkt auf die Streustrahlung auswirkt. Dank der Blende wird die Streustrahlung auf ein Minimum reduziert.**

Zusätzlich verfügt das iXRAY noch über weitere Features, wie beispielsweise die optimale Rohrführung durch doppelte, manuell einstellbare Führungsrollen. Die Rohrführung durch die Mitte der Messkammer minimiert die Rohrbewegung und erhöht die Messqualität.

Weitere nützliche Zusatzausstattungen sind optional erhältlich.



*Klappbare Strahlenschutzrohre*

# Moderne Bedienoberfläche und e

In Zeiten fortschreitender Automatisierung und Digitalisierung der Produktionsumgebung, müssen Anlagenbediener oftmals die Informationen mehrerer Linien aufnehmen, verarbeiten und wenn nötig in den Produktionsprozess eingreifen. Diese steigenden Anforderungen an die Anlagenbediener sind eine besondere Herausforderung in Zeiten des größer werdenden Fachkräftemangels. Eine intuitive, klare und eindeutige Darstellung aller benötigten Informationen ist daher essenziell.

Das integrierte User Interface des iXRAY umfasst eine standardisierte OPC-UA Prozessdatenschnittstelle und kann somit einfach in die Linie gesetzt werden. Die intuitive Bedienung der WeblQ Nutzeroberfläche erfolgt über ein Burgermenü.

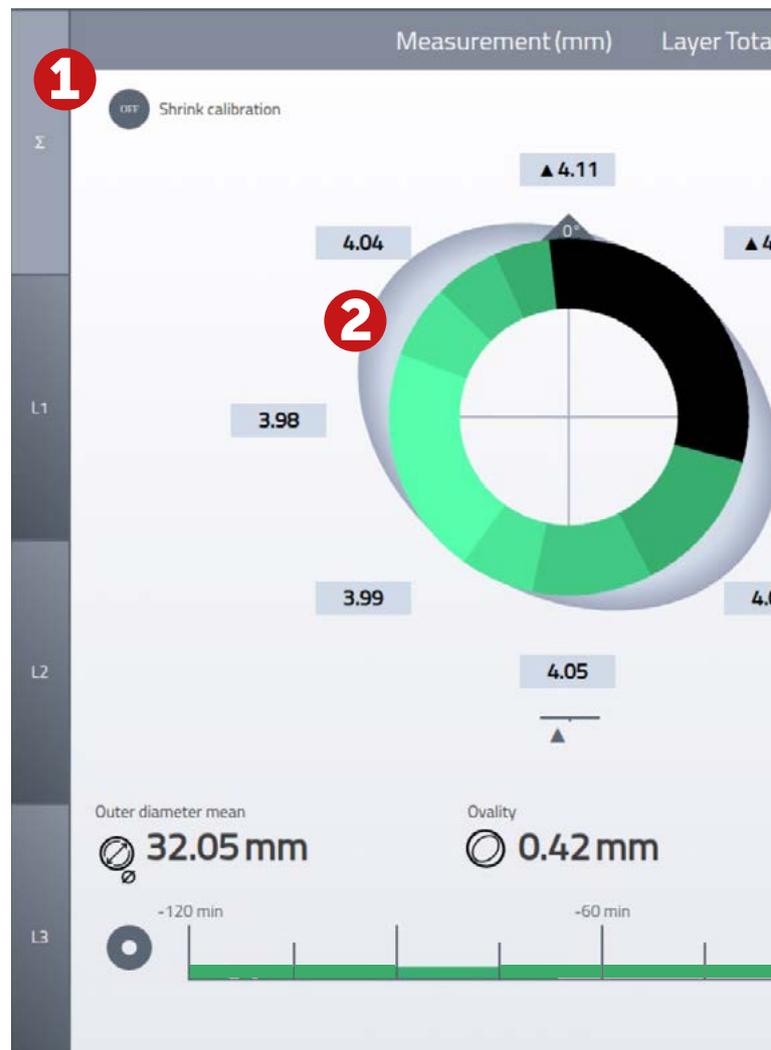
Die Kreisgrafik zeigt alle wichtigen Produktionsparameter auf einen Blick. Minimum, Maximum und Durchschnittswerte werden abgebildet, ebenso wie die Wanddickenverteilung über den Umfang. Zudem ist eine 2-stündige Messhistorie zu sehen, die die Prozess- und Qualitätsdaten der Linie zusammenfasst.

Intuitiv lässt sich die Anzeige der Zentrierhilfe für den Bediener einstellen. Diese übermittelt eine klarere Darstellung der Exzentrizität. Zudem können auch die Transmissionskurven überwacht werden und die 3-Achsen-Messung visualisiert werden. Unter dem Punkt Rezeptmanagement befindet sich eine Materialdatenbank, die die produktspezifische Erstellung des Rezeptes für den Kunden vereinfacht. Außerdem wird das technische Rezept individuell von iNOEX erstellt.

## Integration des Statistikmoduls

Das neue Statistikmodul erweitert die Funktionalität des iXRAY-Systems um entscheidende Analysefunktionen. Es ermöglicht die Darstellung von bis zu drei Prozesswerten in einem Histogramm, das eine visuelle Interpretation der Messdaten und deren Verteilung über die Zeit bietet. Diese Darstellung ist besonders nützlich, um Trends zu erkennen, Prozessstabilität zu beurteilen und potenzielle Qualitätsprobleme zu identifizieren.

Eine der Schlüsselfunktionen ist die automatische Übernahme von Toleranzwerten aus dem Rohr-, Schlauch- oder Kabelrezept. Diese Integration vereinfacht die Einrichtung des Messsystems und sorgt für eine nahtlose Anpassung der Qualitätskontrolle an die spezifischen Anforderungen jedes Produkts. Die automatische Überwachung der Toleranzen gewährleistet eine konstante Produktion innerhalb der vorgegebenen Qualitätsstandards und minimiert das Risiko von Ausschuss.



# Simple Integration

- 1 **Schichten:** Lassen Sie sich die schicht-bezogenen Qualitätsdaten anzeigen.
- 2 **Kreisgrafik:** Intuitive Darstellung Ihres Produkts inkl. Ovalität und Toleranzen.
- 3 **Messhistorie:** Navigieren Sie einfach durch die Messdaten der letzten 120 Minuten.
- 4 **Trendanzeige:** Hier haben Sie die Wanddick-erverteilung inkl. Toleranzen direkt im Blick.
- 5 **Produktcharakteristika:** Die wichtigsten Kennzahlen zu Ihrem Produkt zusammengefasst.



Arno Neumeister, Produktmanager Röntgentechnologie, erklärt die iXRAY-Bedienoberfläche im Detail. Mit einem Klick auf das Bild gelangen Sie direkt zum Video.

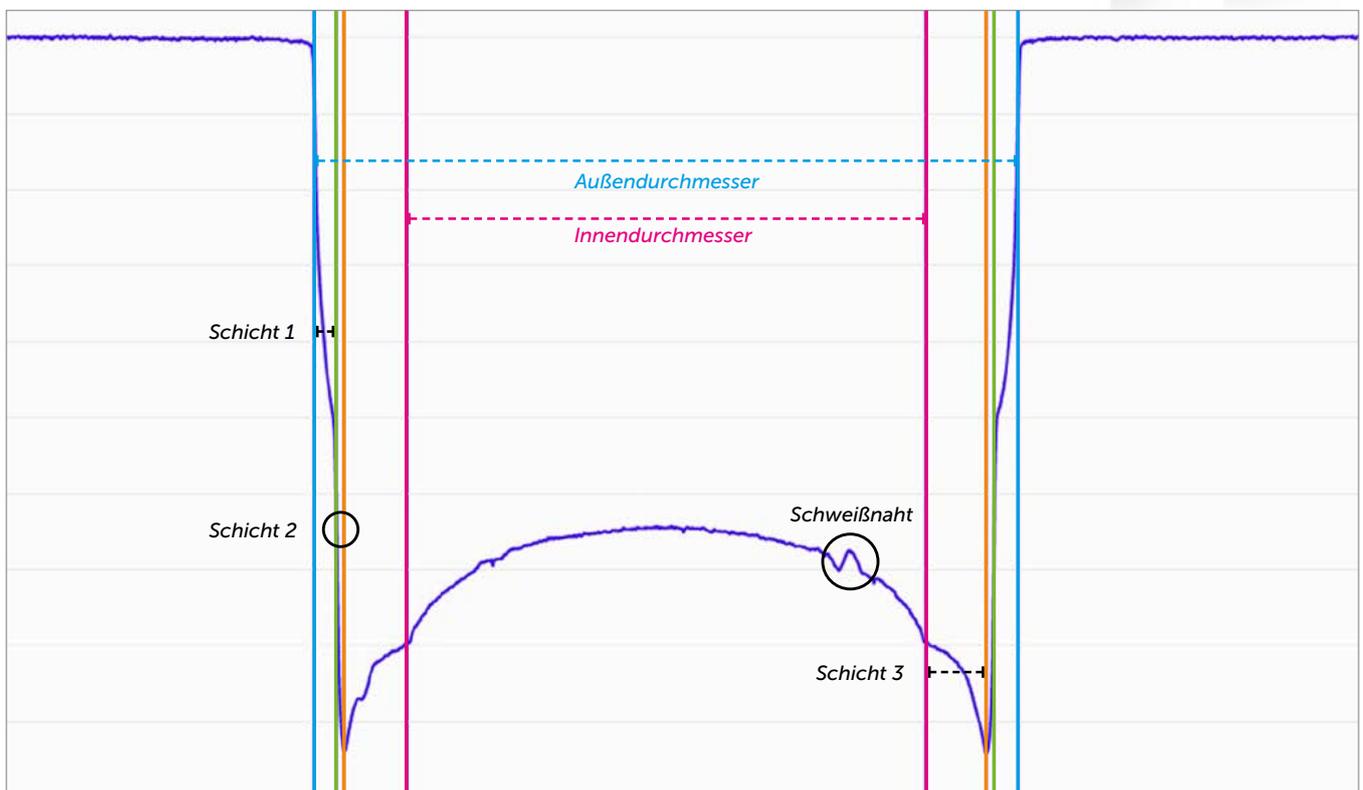


# Flexible Messtechnik für einen

## 1 ANWENDUNGSFALL: Aluminiumverbundrohre

Die Produktion von überlappend und stoßgeschweißten Aluminiumverbundrohren kombiniert die Vorteile von Kunststoff und Aluminium. Sie vereint die Korrosionsbeständigkeit des Kunststoffs mit der Festigkeit und Formstabilität des Aluminiums. Typische Anwendungsbereiche sind Heizung und Kühlung, insbesondere Fußbodenheizungssysteme, Trinkwasserinstallationen, Gasversorgung, industrielle Anwendungen und Druckluftanlagen. Ein entscheidender Faktor ist die Kompatibilität der Rohre mit den dazu-gehörigen Fittings, daher sind die geometrischen Maße wie Durchmesser, Ovalität und Exzentrizität von größter Bedeutung.

Die manuellen Messverfahren sind zeitaufwendig, kostenintensiv und fehleranfällig. Fehlproduktionen (auch „Scrap“ genannt) sind verbunden mit aufwendigen und kostenintensivem Recycling von Aluverbundrohren. Das iXRAY ermöglicht die genaue Messung der unterschiedlichen Rohrschichten und deren geometrischen Maße, um die Scrapproduktion zu minimieren und die Kompatibilität mit den Fittings zu gewährleisten.



*Das iXRAY-System kann nahtlos in die Produktionslinie integriert werden und bietet eine unvergleichliche Detailgenauigkeit der Messung, wodurch Produktionsabweichungen frühzeitig erkannt und minimiert werden.*

# breiten Anwendungsbereich

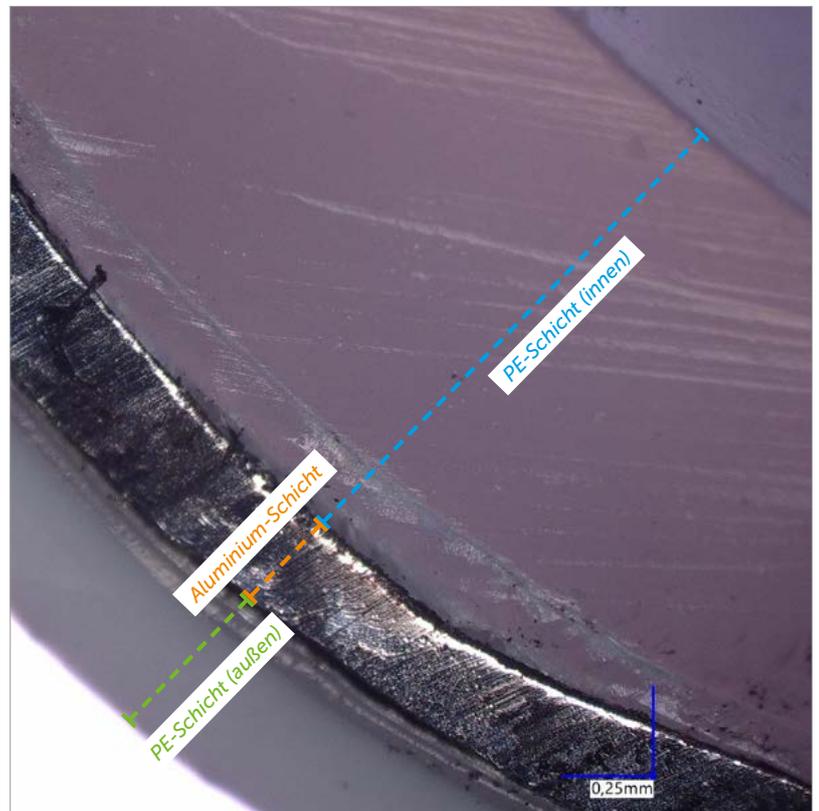
## ERGEBNIS

- » Präzise Schichtmessung und geometrische Kontrolle gewährleisten die Kompatibilität mit den Fittings
- » Reduzierter Ausschuss und Recyclingkosten
- » Konstante Produktqualität durch Qualitätssicherung während der Extrusion
- » Signifikante Senkung der Materialkosten
- » Zeit- und Ressourceneffizienz durch den Wegfall manueller Messungen

Das Wanddickenmesssystem iXRAY bietet durch seine drei Messachsen und insgesamt sechs Wanddickenwerte einen umfassenden Überblick über die Wanddickenverteilung, Exzentrizität sowie Ovalität. So kann präzise die kombinierte PE-Außenschicht (oft mit Titandioxid versetzt) und der Haftvermittler, die individuell messbare Aluminiumschicht und die kombinierte Innenschicht aus Haftvermittler und PE vermessen werden.

Im dargestellten Mikroskopiebild sind die verschiedenen Funktionsschichten gut erkennbar. Die innere, 1,51 mm dicke PE-Schicht garantiert die Korrosionsbeständigkeit. Mittig ist die 0,28 mm starke Aluminiumschicht zu sehen. Diese sorgt für die guten Verlegeeigenschaften und die geringere Wärmeausdehnung des Aluminiumverbundrohrs. Die PE-Außenschicht (0,49 mm) schützt das Aluminium vor Umwelteinflüssen und gibt die gewünschte Farbe.

Für Produzenten von überlappend und stoßgeschweißten Aluminiumverbundrohren ist das 3-achsige iXRAY-Messsystem ein unverzichtbares Werkzeug. Es gewährleistet nicht nur einen minimierten Ausschuss und reduzierte Recyclingkosten, sondern stellt auch sicher, dass die Rohre mit den dazugehörigen Fittings kompatibel sind. Es setzt Maßstäbe in Präzision und Effizienz für moderne und wettbewerbsfähige Produktionsprozesse.



Das Mikroskopiebild zeigt den Querschnitt eines Aluminiumverbundrohrs mit den drei verschiedenen Funktionsschichten.

# WEITERE ANWENDUNGEN

## Weitere Anwendungen

*Flexibel, präzise und individuell auf Ihre Bedürfnisse zugeschnitten*

### 2 ANWENDUNGSFALL: Fluorpolymerschläuche

Fluorpolymerschläuche, hergestellt aus Materialien wie PTFE, FEP und PFA, sind aufgrund ihrer hervorragenden Eigenschaften wie chemischer Beständigkeit, thermischer Stabilität und Reinheit sehr begehrt. Bei teuren Fluoropolymeren ist ein bestmöglich eingestellter Extrusionsprozess entscheidend, um Materialverschwendung zu vermeiden. Aufgrund der teilweise komplexen Rheologie ist eine präzise Abstimmung aller Schritte im Extrusionsprozess erforderlich.

#### PROBLEMSTELLUNG:

Es ist notwendig, sicherzustellen, dass exakte Messungen und Kontrollen durchgeführt werden, um die hohen Qualitätsstandards zu erfüllen. Traditionelle Messverfahren können zeitaufwendig und kostspielig sein und bieten nicht immer die gewünschte Präzision.

#### LÖSUNG MIT IXRAY

- » Kontinuierliche und genaue Messungen zur Einhaltung der hohen Industriestandards und zur Vermeidung von Problemen wie dem thermischen Abbau
- » Reduzierter Bedarf an manuellen Messungen und erhöhte Produktionseffizienz
- » Kostensenkung durch weniger Produktionsfehler und minimierte Materialverschwendung
- » Bessere Steuerung und Optimierung des komplexen Extrusionsprozesses von Fluoropolymeren

### 3 ANWENDUNGSFALL: PE-Xa-Rohre für Fußbodenheizungen

PE-Xa-Rohre, durch Peroxid-Vernetzung von Polyethylen hergestellt, sind in der Heizungs- und Klimabranche geschätzt für ihre Flexibilität, Haltbarkeit und Widerstandsfähigkeit gegenüber hohen Temperaturen und Drücken. In der Produktion ist die genaue Einhaltung der Dimensionen entscheidend für die Kompatibilität mit den passenden Fittings.

#### PROBLEMSTELLUNG:

Die Produktion erfordert präzise Kontrolle des Extrusionsprozesses, um gewünschte Dimensionen sicherzustellen und Ausschuss zu minimieren. Abweichungen können zu Installationsproblemen, Systemversagen und nicht wiederverwertbaren Produktionsabfällen führen.

#### LÖSUNG MIT IXRAY

- » Die hergestellten PE-Xa-Rohre entsprechen den Industriestandards
- » Die präzise Überwachung und Kontrolle minimieren Produktionsabfälle, senken die Kosten und die Umweltauswirkungen
- » Hohe Kundenzufriedenheit durch perfekt passende Fittings
- » Konstante Qualität und höchste Präzision der PE-Xa-Rohre

## Success Story

**iXRAY Inline Messung**

*Überwachung des Produktionsprozesses von PE-Xa-Rohren,  
um höchste Qualitätsstandards zu gewährleisten*



**i B A** . . . .  
CONSULTANCY FOR THE EXTRUSION INDUSTRY

**Das iXRAY-System spielt für uns eine entscheidende Rolle, da es uns ermöglicht, Ovalität, Exzentrizität und Wanddicke während des Extrusionsprozesses genau zu messen. Es ist für uns zum Industriestandard geworden!**

**Martin Deters**

Geschäftsführer  
iBA GmbH

**Problemlöser: Röntgentechnologie**

Die iBA GmbH setzt iXRAY-Systeme in ihren PE-Xa-Linien zur Überwachung des Produktionsprozesses ein, um höchste Qualitätsstandards zu gewährleisten.

Martin Deters, Geschäftsführer der iBA GmbH, betont die Bedeutung der absoluten Messung sowie der präzisen Messverarbeitung, die das iXRAY bietet.

Die PE-Xa-Rohre der iBA GmbH werden in einem hochpräzisen und verfahrenstechnisch stabilen Prozess hergestellt, der durch jahrzehntelange Forschung verfeinert wurde. Da PE-Xa-Rohre häufig in Fußbodenheizungen eingesetzt werden, ist ihre Ovalität besonders wichtig für die Kompatibilität mit verschiedenen Fittingsystemen und weltweiten Standards. Insbesondere die 3-Achsen-Messung stellt sicher, dass die Ovalität des Rohres genau ist. iXRAY ist nicht nur äußerst genau, sondern lässt sich auch nahtlos in die Produktionslinie integrieren. Die einfache und intuitive Plug-and-Play-Lösung ist ein großer Vorteil für Martin Deters. Darüber hinaus verfügt das iXRAY über eine einfach zu bedienende Benutzeroberfläche, die alle wichtigen Prozesskennzahlen übersichtlich darstellt.

Über die VNC-Anbindung kann das iXRAY-System einfach in die Extrudersteuerung integriert werden. Das Kreisdiagramm gibt dem Anlagenbediener einen Überblick über die Wanddickenverteilung. Darüber hinaus sind alle weiteren notwendigen Qualitätsdaten, wie Trenddaten und Exzentrizitätsansicht, direkt auf dem Terminal sichtbar. So kann der Bediener anhand der Messwerte sofort die notwendigen Anpassungen, wie z.B. die Zentrierung des Rohres, vornehmen.

**Über die iBA GmbH**

Als weltweit führender PE-Xa-Spezialist setzt die iBA GmbH auf nachhaltige Beratung. Seit 1984 ist die Firma Technologie- und Engineering-Partner für Kunden aus der Extrusionsindustrie weltweit. Das Unternehmen entwickelt und erforscht sichere Compounds, sowie hochwertige und langlebige Extrusionssysteme.

Die iBA GmbH steht für zukunftssichere Prozesse, um Kunden die perfekte Lösung für ihre Bedürfnisse zu bieten.

# MACHEN SIE AUS IHREM

# Machen Sie aus Ihrem Messsystem

*Individuelle Prozessregelung mit iXRAY*

Steigende Qualitäts- und Produkthanforderungen bei gleichzeitigem Fachkräftemangel sind in vielen Industriebereichen heutzutage die zentrale Herausforderung. **Effizienzsteigerungen** und höchste Präzision **sind ohne konsequente Automatisierung nicht erreichbar**.

Als Lösungsanbieter für die Rohrextrusion ist Automatisierung daher unser Leitgedanke: **Das Zusammenspiel aus Gravimetrie, Wanddickenmesssystem und Regelungstechnik ist der Schlüssel**, um die Produktivität zu steigern, die Kosten signifikant zu senken und gleichzeitig höchste Qualität sicherzustellen. Zudem trägt die effizientere Nutzung der eingesetzten Rohstoffe dazu bei die Nachhaltigkeit Ihrer Produktion zu steigern und sichert so auch zukünftig Ihre Wettbewerbsposition.



## 1 BEITRAG DER GRAVIMETRIE

Jedes Rohmaterial unterliegt Schwankungen in der Schüttdichte. Durch die gravimetrische Verwiegung werden die daraus resultierenden Massedurchsatzschwankungen erfasst und automatisiert ausgeglichen. Grundsätzlich eröffnet Ihnen die Verwendung einer Gravimetrie zwei Regelungsmöglichkeiten: Die Massedurchsatzregelung und die Metergewichtsregelung.

**Massedurchsatzregler:** Bei der Massedurchsatzregelung wird in Abhängigkeit des Materialeintrags in den Extruder die Extruderdrehzahl geregelt.

**Metergewichtsregler:** In Abhängigkeit des Materialeintrags in den Extruder wird die Abzugsgeschwindigkeit geregelt. So wird das Metergewicht konstant gehalten und Wanddickenschwankungen in Extrusionsrichtung werden eliminiert. Die geringeren Schwankungen, reduzieren auch die Sollwandstärke, wodurch Material eingespart wird. Die Produktivitätssteigerung verläuft proportional zur Materialeinsparung.

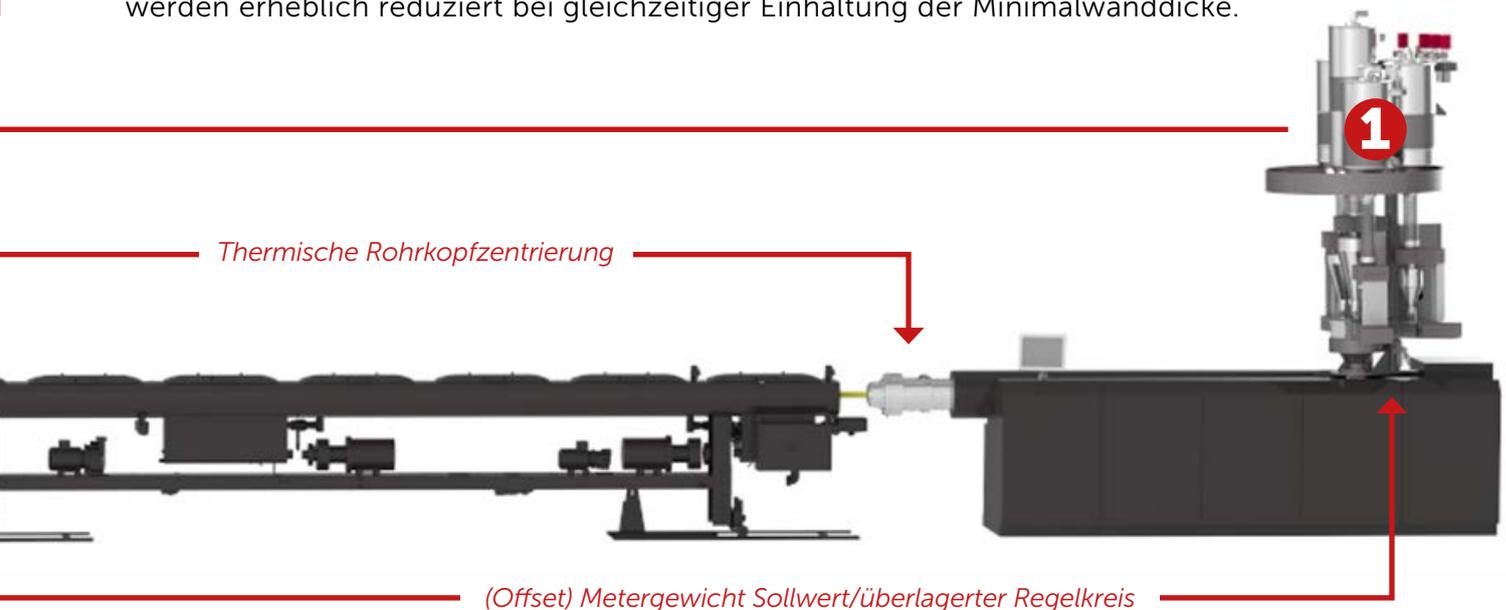
# MESSSYSTEM Ein Regelinstrument

## 2 BEITRAG DES WANDDICKENMESSSYSTEMS

Das Wanddickenmesssystem wird in die Produktionslinie integriert und bietet zusätzliche Regelungsmöglichkeiten im Extrusionsprozess. Durch das System werden Messungen von wichtigen Parametern wie Durchmesser, Wanddicke, Ovalität und Exzentrizität abgebildet.

**Dünnstellenregler:** Bei der Dünnstellenregelung wird das Rohr oder der Schlauch zunächst vermessen. Die dünnste Stelle definiert dabei den Regelungsschnitt. Die Regelung berechnet somit den neuen Sollwert für das Metergewicht und es folgt die Anpassung der Abzugsgeschwindigkeit, welche auch die Wanddicke verändert.

Dadurch werden die Schwankungen des Massedurchsatzes und der Wanddicke erfasst und individuell ausgeregelt. Dies sorgt für eine weitere Reduzierung des Metergewichts. Die Wanddicken werden erheblich reduziert bei gleichzeitiger Einhaltung der Minimalwanddicke.



## 3 WEITERE REGELUNGSMÖGLICHKEITEN

**Thermische Rohrkopfzentrierung:** Die thermische Rohrkopfzentrierung für PVC-Rohre ist ein weiterer Regelschritt bei der Automatisierung von Extrusionslinien und ermöglicht zusätzliche Materialeinsparungen. Die Messdaten des Messsystems können als Ausgangspunkt zur manuellen Rohrzentrierung genutzt werden. Hierbei wird die Wanddickenverteilung und Rohrgeometrie durch das Messsystem erfasst und entsprechend der optimalen Wanddicke und Rohrgeometrie erfolgen dann Temperaturanpassungen.

Hierzu werden neue Sollwertvorgaben für die Temperaturzonen definiert und eingestellt. Die daraus folgende Schmelzgeschwindigkeitsveränderung in der Heizzone reduziert die Exzentrizität. Dies führt zu einer weiteren Reduzierung des Metergewichts, einer Erhöhung des Einsparpotenzials und zu perfekten Endprodukten.

# ÜBERZEUGEN SIE SICH VON DEN VORTEILEN DER iXRAY-RÖNTGENTECHNOLOGIE



Unsere Zusammenarbeit ist von einem klaren Leitbild und der Ausrichtung auf die Kundenbedürfnisse geprägt. Dieses beruht auf unseren Werten und Prinzipien. Mit Begeisterung und Leidenschaft arbeiten wir jeden Tag an unserem Anspruch „inspire beyond measurement“.

## Vision

Wir sind der innovativste Lösungsanbieter für Messtechnik in der Kunststoffindustrie. Heute und in Zukunft.

## Mission

Als Pioniere und Experten bieten wir unseren Kunden einen Mehrwert in der Rohr-, Schlauch-, Folien-, Kabel-Blasform- und Profilextrusionsindustrie.

Unsere qualitativ hochwertigen Produkte, ausgestattet mit einer hervorragenden Benutzerfreundlichkeit, bieten intelligente und innovative Lösungen, die als Schlüsselfaktoren für nachhaltigen Erfolg stehen.



## Ihr Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Arno Neumeister

Produktmanager  
Röntgentechnologie

[arno.neumeister@citex-group.de](mailto:arno.neumeister@citex-group.de)

# iNOEX

INSPIRE BEYOND MEASUREMENT

Maschweg 70  
49324 Melle, Germany

T +49 5422 60507-0  
F +49 5422 60507-101

[www.inoex.de](http://www.inoex.de)