Webinarreihe Hilfskreisläufe - Druckluft

Sven von der Ruhr - Product Manager Sales Marketing Flow

Endress+Hauser

Agenda

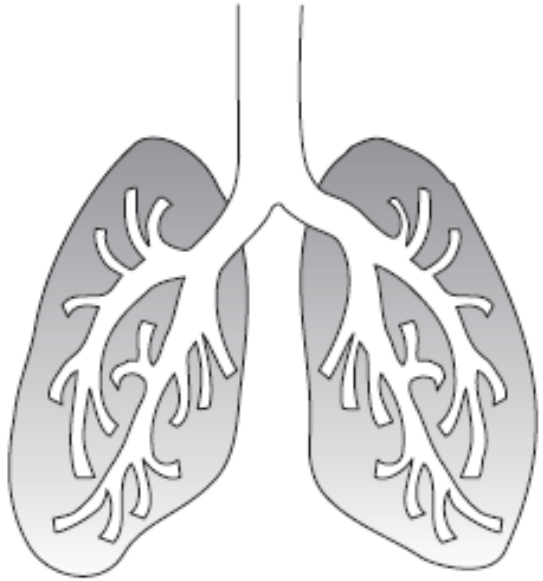
- Druckluft als Energieträger
- Einordnung der wichtigsten Effizienzparameter
- Beispiele für mögliche Schwachstellen innerhalb der Anlage
- Lösungsmöglichkeiten mit optimaler Messtechnik
- Zusammenfassung

Druckluft als Energieträger

Sven von der Ruhr - Product Manager Sales Marketing Flow

Druckluft als Energieträger

- Druckluft ist heute, neben dem elektrischen Strom, der in Industrie und Handwerk am häufigsten genutzte Energieträger!
- Erster Einsatz von Druckluft: Blasen auf Zunder, um Feuer zu entfachen
  - Erster Kompressor: Die menschliche Lunge
- Heutzutage gehen 10% des gesamten Stromverbrauchs, welcher in der Industrie aufgewendet wird, auf die Erzeugung von Druckluft zurück!
- Vielfältige branchenübergreifende Anwendungsgebiete bspw. pneumatische Steuerungen oder Fermentationsprozesse



Einordnung der wichtigsten Prozessparameter

Sven von der Ruhr - Product Manager Sales Marketing Flow

Einordnung der wichtigsten Prozessparameter

- Die Effizienz einer Druckluftanlage kann durch verschiedene Parameter bewertet und optimiert werden.

- **Liefermenge (FAD)**
- **Motorabgabeleistung**
- **spezifische Leistung**
- **elektrische Aufnahmeleistung**

- Im folgenden werden diese Parameter vorgestellt und im Nachgang mögliche Optimierungsmöglichkeiten aufgezeigt

Parameter: Liefermenge (FAD – free air delivery) (1/2)

- Die Menge an freier (nicht komprimierter) Luft, die ein Kompressor pro Zeiteinheit liefert
- Einheit: m^3/min oder l/min
- Zielwert: Entsprechend dem tatsächlichen Luftbedarf der Verbraucher - **nicht überdimensioniert!**
- <u>Optimierungspotenzial:</u>
  - Bedarfsgerechte Auslegung der Kompressoren
  - Vermeidung von verschwendeter Energie durch Überdimensionierung
  - Grundlage für die Berechnung der spezifischen Leistung

Parameter: Liefermenge (FAD – free air delivery) (2/2)

- Ursachen für Abweichung
  - Leckagen im System
  - Verschleiß oder Verunreinigung im Verdichter
  - Falsche Druckeinstellung

- Maßnahmen zur Verbesserung
  - Regelmäßige Messung und Überwachung der FAD (Soll/Ist) bspw. mittels t-mass
  - Leckageortung und –beseitigung
  - Anpassung der Kompressorsteuerung an den tatsächlichen Bedarf

Parameter: Motorabgabeleistung

- Gibt an, wie viel mechanische Energie der Motor an den Verdichter abgibt
- Vergleich mit der elektrischen Aufnahmeleistung zeigt den Wirkungsgrad des Motors
- Optimierungspotenzial:
  - Einsatz effizienterer Motoren
  - Vermeidung von Überdimensionierung

Parameter: Spezifische Leistung

- Gibt an, wie viel Energie benötigt wird, um 1 m³ Druckluft zu erzeugen
- Formel: spezifische Leistung = elektrische Leistung (kW) / FAD (m³/min)
- Zielwert: Möglichst niedrig (typisch 6-9 $\frac{kW}{m^3/min}$ bei modernen Anlagen)
- Optimierungspotenzial:
  - Vergleich verschiedener Kompressoren
  - Identifikation von ineffizienten Betriebszuständen
  - Benchmarking gegen Best-Practice-Werte

$12 - 15 \frac{kW}{m^3/min}$

$9 - 12 \frac{kW}{m^3/min}$

$6 - 9 \frac{kW}{m^3/min}$

Sven von der Ruhr - Product Manager Sales Marketing Flow

Parameter: elektrische Aufnahmeleistung

- Zeigt, wie viel elektrische Energie der Kompressor tatsächlich verbraucht.
- Grundlage für die Berechnung der Energiekosten
- Formel: $P = U\ x\ I\ x\ \sqrt{3}\ x\ cos\varphi$
- Optimierungspotenzial:
  - Einsatz von Frequenzumrichtern zur bedarfsgerechten Steuerung
  - Last-/Leerlauf-Analyse zur Reduktion unnötiger Energieaufnahme

Mögliche Schwachstellen innerhalb einer Druckluftanlage

Sven von der Ruhr - Product Manager Sales Marketing Flow

Mögliche Schwachstellen innerhalb der Anlage - Leckage

- Formel zur Berechnung
  - VL= Leckagemenge (m^3/min)
  - VK= Volumenstrom des Kompressors (m^3/min)
  - ∑tx= Zeit, in der der Kompressor belastet lief (min)
  - T= Gesamtzeit (min)

$$VL = \frac{VK \cdot \sum t_x}{T}$$

- Erfahrungsgemäß befinden sich 70% der Leckagen an den Endabnahmestellen des Druckluftnetzes
- Lassen sich mittels Seifenlauge oder Spezialsprays genau orten
- In Hauptleitungen kann es vorkommen, dass vorher feuchtes Netz mit Hanfdichtungen betrieben wurde und dann die neue trockene Druckluft die Hanfdichtungen austrocknet

Mögliche Schwachstellen innerhalb der Anlage - Kondensatbildung

- Unvermeidliches Nebenprodukt der Drucklufterzeugung
- Wenn atmosphärische Luft sich abkühlt, wie es nach der Verdichtung im Kompressor der Fall ist, dann kondensiert Wasserdampf aus
  - So kann ein Kompressor im Betrieb nach einem 8-Stündigen-Arbeitstag ca. **20 – 30L Kondensat** generieren
  - Kondensat muss aus dem Druckluftsystem entfernt werden, um Störungen und Korrosionsschäden zu vermeiden
- Lösung: Kondensatableiter im Netz bspw. Zyklonabscheider oder Druckluftbehälter

Mögliche Schwachstellen innerhalb der Anlage - Druckverluste

- Maximaler Druckabfall von **1bar** zwischen Kompressor und Druckluftverbrauchern (inkl. Schaltdifferenz des Kompessors und Druckluftaufbereitung/Kältetrocknung)

- Formel zur Dimensionierung von Rohrleitungen in Druckluftnetzen:

strömungstechnische Rohrlänge = gerade Meter Rohrleitung x Faktor 1,6

- Um Energie zu sparen, sollten Rohrleitungen möglichst gerade verlegt werden und Biegungen vermieden werden -> scharfe 90°-Ecken sorgen für zusätzlichen Druckverlust

- Druck im Prozess an verschiedenen Stellen überwachen

Kalte Ansaugluft – Ein einfacher Hebel für mehr Energieeffizienz

- **Höhere Luftdichte**
  - Kalte Luft ist dichter als warme Luft
  - Der Kompressor kann mehr Luftmasse pro Ansaugvorgang fördern
  - **-> effizientere Verdichtung**

- **Geringerer Energieverbrauch**
  - Durch die höhere Dichte der angesaugten Luft wird der Volumenstrom reduziert, bei gleichbleibender Masse
  - Dies führt zu einem geringeren Energiebedarf des Kompressors
  - **-> niedrigere Betriebskosten**

- **Reduzierte Feuchtigkeit**
  - Kalte Luft enthält weniger absolute Feuchtigkeit als warme Luft
  - Das reduziert die Belastung für Trockner, Filter und Kondensatabscheider
  - **-> Weniger Wartungsaufwand, längere Lebensdauer und bessere Luftqualität**

- **Empfehlung:**
  - **Optimal: 5°C bis 15°C -> Für maximale Effizienz und minimale Feuchtigkeit**

Wärmerückgewinnung bei Druckluftkompressoren

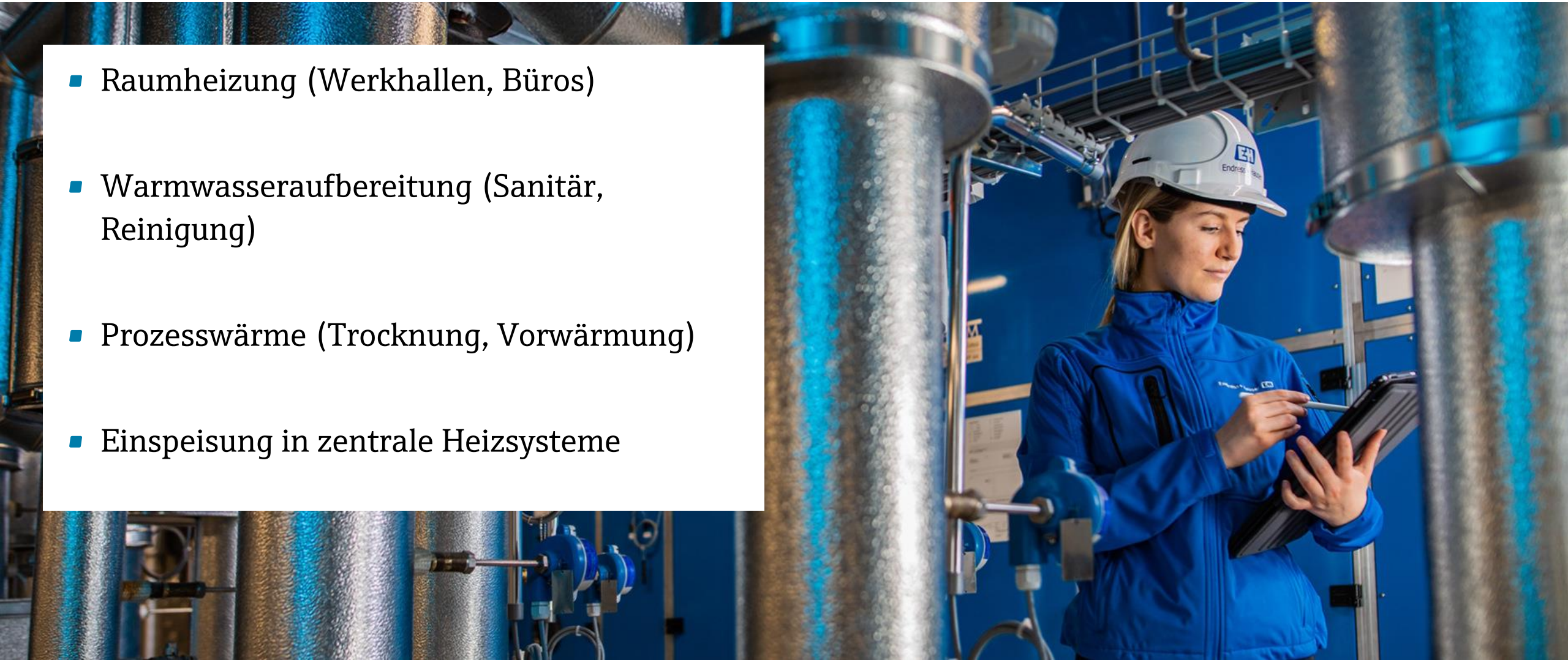
- Kompressoren wandeln elektrische Energie zu über **90% in Wärme** um
- Diese Wärme wird oft ungenutzt abgeführt
- **Wärmerückgewinnung kann die Effizienz der betriebenen Anlagen steigern und die Kosten senken**
- Dies bildet einen Beitrag zur Nachhaltigkeit und CO^2-Reduktion

Sven von der Ruhr - Product Manager Sales Marketing Flow

Technischer Hintergrund der Wärmerückgewinnung

- Wärme entsteht beim Verdichten der Luft
- Wärmeaufnahme über Öl- oder Wasserkühlung
- Wärmetauscher wandelt Wärme in nutzbare Energie
- Wärmeverteilung über isolierte Leitungen
- Integration in Heiz- oder Prozesssysteme

Einsatzmöglichkeiten der Abwärme



- Raumheizung (Werkhallen, Büros)
- Warmwasseraufbereitung (Sanitär, Reinigung)
- Prozesswärme (Trocknung, Vorwärmung)
- Einspeisung in zentrale Heizsysteme

Vorteile der Wärmerückgewinnung

- **Energieeinsparung** – weniger externe Heizenergie nötig
- **Kostensenkung** – geringere Betriebskosten
- **CO^2-Reduktion** – Beitrag zur Klimastrategie
- **Effizienzsteigerung** – bessere Nutzung der eingesetzten Energie
- **Schnelle Amortisation** – oft < 2 Jahre bei Nachrüstung

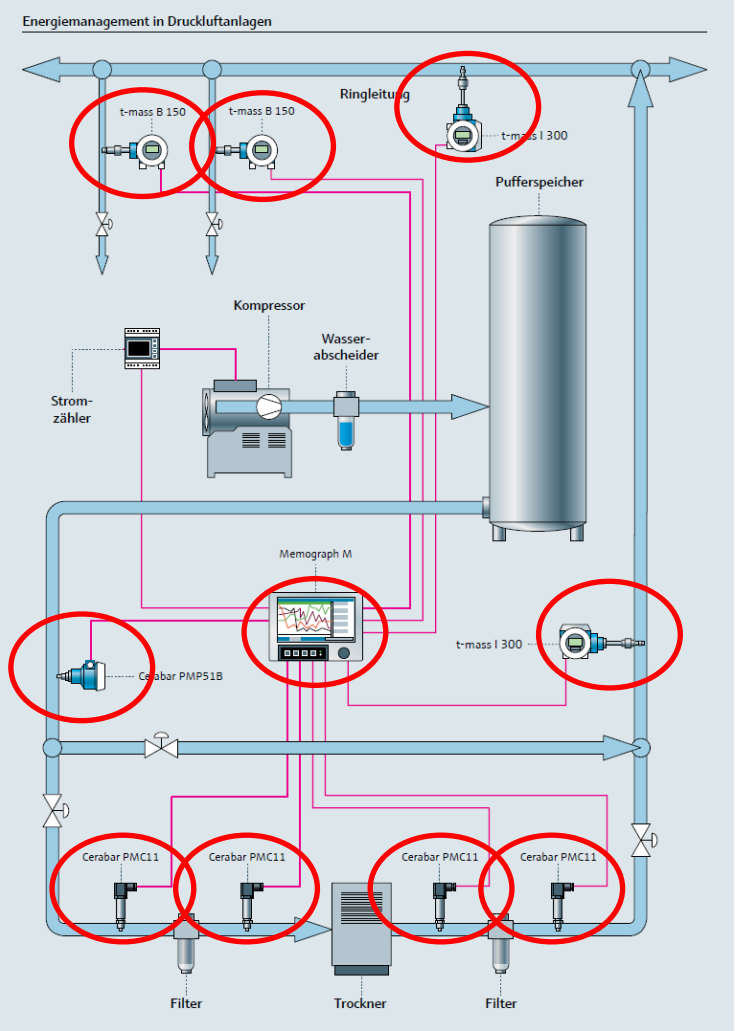
Energieoptimierung – Sparen leicht gemacht!

- Minimieren von Leckagen (weniger Druckverlust)
- Überwachen von Filtern (weniger Druckverlust)
- Ansaugen der Luft für den Kompressor am kältesten Punkt (bessere Leistung)
- Nutzen der Abwärme eines Kompressors (Prozessluft)
- Tiefhalten des Systemdrucks
- Abschalten eines Kompressors in unproduktiven Zeiten
- Überprüfen der Effizienz eines Kompressors (Normvolumenstrom vs. Stromverbrauch)

Lösungsmöglichkeiten mittels Messtechnik

Lösungsmöglichkeiten mit optimaler Messtechnik

- Druckmessungen in Hauptleitung, sowie vor und nach Filtern und Trockner
- Druckluftmengenmessung in Hauptleitung und Ringleitung, sowie zu den Verbrauchern
- Monitoring der gemessenen Daten über Energierechner, um Leistungsdaten aufzuzeichnen und zu visualisieren



Heartbeat Technology – Maximale Einsicht in den Prozess

Erhöhen Sie Ihre Anlagenperformance und ...

... steigern Sie die Zuverlässigkeit und das Sicherheitsniveau

... reduzieren Sie Ihren Prüfaufwand

... verbessern Sie Ihre Prozesseinblicke

Heartbeat Technology

für die Diagnose

Permanente Prozess- und Gerätediagnose

für die Verifizierung

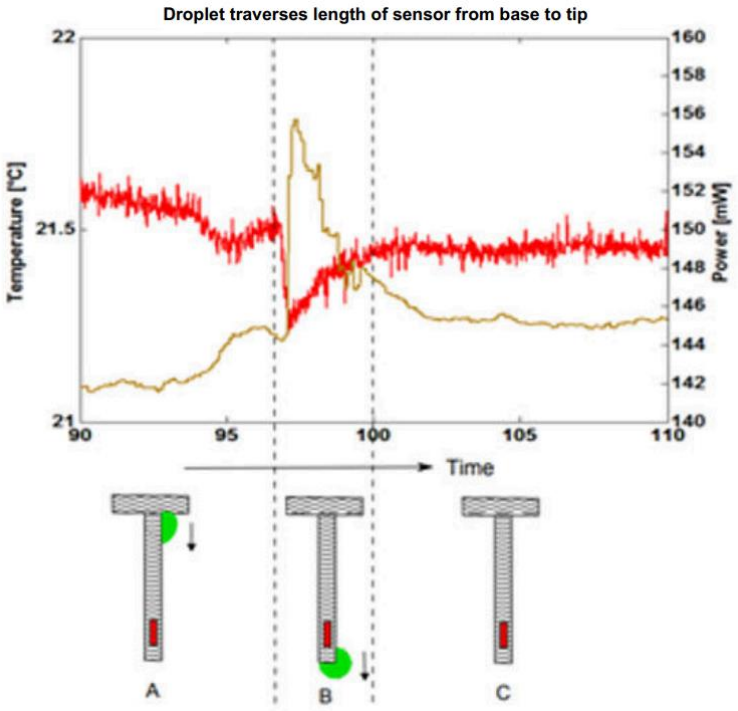
Dokumentierte Gerätefunktionalität ohne Prozessunterbrechung

für die Überwachung

Informationen zur Prozessoptimierung und zur vorausschauenden Wartung

Sven von der Ruhr - Product Manager Sales Marketing Flow

Möglichkeit zur Kondensaterkennung – Heartbeat Technology!



- Durch Heartbeat Technology kann die “Prozessstabilität” überwacht werden
- Durch diesen Parameter kann bspw. Feuchtigkeit anhand von Wassertropfen am Sensor erkannt und ein Störsignal ausgegeben werden
- Mögliche Anwendungen
  - Kondensation am Sensor
  - Druckpulsation in der Leitung
  - Instabile Prozessbedingungen (Druck/Temperatur)
- Verfügbar bei unserem t-mass F/I 300/500

Zusammenfassung

Zusammenfassung

- Gezielte Messung von Qualitätsparametern kann vorhandene Druckluftnetze optimieren
  - **Liefermenge (FAD)** Bedarfsgerechte Auslegung, Leckagevermeidung
  - **Spezifische Leistung** Energieeffizienz durch Vergleich & Benchmarking
  - **Motor- & elektrische Leistung** Wirkungsgradanalyse, Frequenzumrichter

- Typische Schwachstellen im Prozess:
  - **Leckagen** (70% an Endabnahmestellen)
  - **Kondensatbildung** -> Korrosionsrisiko
  - **Druckverluste** durch ungünstige Rohrführung
  - **Keine Wärmerückgewinnung** -> nicht genutztes Einsparpotenzial

Heartbeat Technology

- Lösungen mittels Endress+Hauser
  - **Druck- & Mengenmessung** in Haupt- und Ringleitung
  - **Energiemonitoring**
  - **Heartbeat Technology** -> Frühzeitige Erkennung von Feuchtigkeit, Druckpulsationen oder instabilen Prozessen

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Gibt es noch offene Fragen?