

Verbesserung von Prozessen durch Beherrschung mit Messtechnik.

Die Beurteilung von Prozesswerten ist mehr als nur die Integrierung des Sensors und das Ablesen von Messwerten. Um gut und effizient messen zu können ist es notwendig den Prozess richtig zu verstehen. Nur aufgrund dieses Verständnis und auch aufgrund von gewünschten Anforderungen kann ein Messplan definiert werden: was muss gemessen werden und warum. Einige Beispiele:

- Die Temperatur von einer Flüssigkeit wird nur für Informationszwecke gemessen. Der Temperaturwert wird auf einer Anzeige sichtbar gemacht oder wird registriert. Im Fall der Messwert nicht mit der Erwartung übereinstimmt kann eingegriffen werden (Monitoring mit passivem Eingriff).
- Der Druck in einem Gefäss wird gemessen um die Sicherheit zu garantieren. Der Druckwert wird ständig mit einem Sollwert verglichen. Im Fall die Differenz zwischen Ist- und Sollwert zu gross wird muss eingegriffen werden. Der Prozess wird automatisch eingestellt oder eine Regelarmatur wird aktiviert (Monitoring mit einem automatischen Eingriff, Regelkreis). Die Messung muss überwacht werden: fail-save Situation. Sobald die Druckmessung nicht richtig funktioniert muss automatisch eine sichere Situation eingeleitet werden.
- Der Durchfluss in einer Leitung regelt die Drehzahl einer Pumpe. Es ist ein geschlossener Regelkreis. Die Regelung kann unterschiedlich sein: Ein/Aus-Regelung oder eine proportionale Regelung. Die Regelmerkmale können zusätzlich als Funktion von Zeit gemessen (registriert) werden. Der aktuelle Prozesszustand kann damit überwacht werden (Zum Beispiel, sobald es Luftpneinschlüsse in der Leitung gibt, werden die Regelmerkmale sich ändern).

Messungen von physikalischen Grössen

Viele physikalische Grössen können einfach direkt gemessen werden. Die Messinstrumente sind dafür ausgestattet:

- Temperaturen, Drücke, Durchflüsse, Kräfte, Geschwindigkeiten, Beschleunigungen, Abstände, Lärm, elektrische Spannung (Strom) können direkt gemessen werden. Die Messungen können als „in-line“ bezeichnet werden. Die Messinstrumente können einfach in einem (dynamischen) Prozess eingebaut werden. Die Messung ist durchaus kontinuierlich mit Registrierung oder mit einer Regel/Steuerfunktion.

- Volumen und Massen sind schwieriger kontinuierlich zu messen. Oft wird diese Art von Messung „off-line“ gemacht. Eine Substanz wird separat genommen und wird gemessen: neben die Messung müssen zusätzliche Aktivitäten durchgeführt werden (Füllen und Entleeren eines Messgerätes). Eine Durchflussmessung könnte kontinuierlich sein mit einer Kombination von Durchfluss- und Zeitmessung.
- Die Messung einer Viskosität oder von einer Konzentration ist schwieriger. Oft geht es hier um eine indirekte Messung. Zum Beispiel die Druckdifferenz über ein Rohrsegment bei konstantem Durchfluss gibt Information über die Viskosität. Die Transmission von Licht durch eine Flüssigkeit ist abhängig von der Konzentration einer Substanz in dieser Flüssigkeit.
- Avancierte und moderne Technologien machen es möglich Sensoren zu bauen, die für sehr spezifische Messanwendungen eingesetzt werden können: Detektion von Gasen; Radioaktive Strahlung, Duftsensoren.

Wahl eines Messinstrumentes

Das Angebot von Messinstrumenten und Sensoren ist enorm. Und kontinuierlich werden neue Sensoren entwickelt. Jedoch es ist durchaus immer möglich Familien von Sensoren oder Messinstrumenten zu unterscheiden.

- Messinstrumente für die Industrie. Diese Instrumente können weiter in Klassen unterteilt werden: von „high-end“ bis „low-end“ Messinstrumente.
 - “high-end” Instrumente sind robust, haben eine hohe Genauigkeit und haben unterschiedliche Ausgänge zur Verfügung. Diese Messinstrumente können programmiert werden (Ausgangstyp, Messbereich) und verfügen oft über eine interne Überwachung. Die Geräte sind durchaus ausgestattet für eine explosionsgefährdete, chemisch aggressive oder feuchte Umgebung. Oft ist einen Puls- und Stromausgang anwesend. Die Messinstrumente können in einem Leitsystem (Bussystem) eingebunden werden. Spezielle Ausführungen sind denkbar, zum Beispiel für die Nahrungs- oder Bioindustrie (EHEDG).
 - Das Angebot von Messinstrumenten die zwischen den Assortimenten „high-end“ und „low-end“ liegen ist besonders gross. Es gibt einen Spannungs- oder Stromausgang. und manchmal gibt es einen Pulsausgang. Die Speisung ist im Allgemeinen 12 – 30 Volt. Die Genauigkeit ist gut aber es gibt keine Flexibilität durch Programmierung und es gibt keine interne Überwachung. Die Robustheit ist unterschiedlich.

- “Low-End” Instrumente haben durchaus eine gute Genauigkeit, aber müssen im Allgemeinen gemäss strengen Anforderungen eingebaut werden. Diese Sensoren sind besonders gut geeignet für OEM-Anwendungen und werden oft in grossen Mengen gefertigt (integriert in Kaffee- oder Waschmaschinen). Es gibt wenig Flexibilität. Oft habe diese Sensoren nur eine Funktion als Grenzscharter.

Eine spezielle Gruppe von Sensoren in dieser Klasse werden in Autos oder in Fahrzeugen eingesetzt. Diese Gruppe ist sehr robust und unempfindlich für Störungen: die Einbauarchitektur basiert auf spezifische Normen.

- Messinstrumente, die in einer Laborumgebung benutzt werden sind sehr divers: von einer einfachen Waage bis einen Cluster von Messinstrumenten für die Messung von radioaktiver Strahlung (CERN, PSI). Diese Messinstrumente sind oft kombiniert mit zusätzlichen Funktionen: Aufbereitung von Proben, Benutzung in konditionierten Räumen. Die Anforderungen für Genauigkeit und Stabilität ist sehr hoch. Oft sind diese Geräte mittels einer Akkreditierung zugelassen.
- Messinstrumente für medizinische Anwendungen. Es handelt sich oft um Messprinzipien, die auch in der Industrie angewendet werden. Die Qualitätssicherung ist auf dem höchsten Niveau (GMP).

Spezifikationen eines Messinstrumentes

Im Fall von “high-end” Messinstrumenten ist es oft schwierig die messtechnischen Spezifikationen zu bewerten: die umfangreiche Software gibt viele Möglichkeiten, die oft nicht viel mit der direkten Messtechnik zu tun haben. Bei den einfacheren Ausführungen ist es unkomplizierter. Die nachfolgenden Spezifikationen sollten festgehalten werden:

- Messbereich. Das Messbereich eines Messgerätes soll gut übereinstimmen mit den erwarteten Messwerten. Im Fall von „high-end“ Geräten kann der Messbereich programmiert werden, aber nicht unbeschränkt. Wenn der Messbereich 1 : 100 ist, aber die Messwerte liegen im Bereich 1 : 5, dann wurde das Gerät nicht richtig gewählt.
- Genauigkeit. Mit einer Kalibrierung wird die Proportionalkonstante zwischen Ausgangswert und gemessene physikalische Grösse festgelegt. Die mögliche Abweichung wird im Bezug auf Messwert oder auf Messendwert in Prozentsatz definiert. In der Praxis werden keine grösseren Abweichungen erwartet (Diese Abweichung hat oft keine statistische Bedeutung).

- Linearität. Im Prinzip ist die Abweichung von einem linearen Verband schon durch die Genauigkeit abgedeckt. Aber zusätzliche Information über nicht lineare Effekten im niedrigsten Messbereich gibt bessere Möglichkeiten das Messinstrument in diesem Messbereich zu benutzen.
- Wiederholbarkeit. Es ist wichtig dass das Messgerät immer wieder dasselbe Ausgangssignal liefert im Fall die gemessene physikalische Grösse konstant bleibt. Schwankungen werden in einem Wert von Wiederholbarkeit festgelegt und dieser Wert hat eine statische Bedeutung. Auch gibt es systematische Abweichungen durch Änderungen in der Umgebung (Temperatur, Druck, Feuchte, Speisung). Dann muss die Wiederholbarkeit als eine Stabilität betrachtet werden.
- Dynamik. Es ist oft gewünscht, dass das Messinstrument Änderungen mit der Zeit ohne Abweichungen folgt. Darum ist es wichtig die Relaxationszeit zu wissen (Responsezeit). Die Dynamik ist ein gefährlicher Parameter. Im Fall die Reaktionszeit eines Messgerätes sehr klein ist, werden viele Fluktuationen gemessen, die nicht alle mit der physikalische Grösse zu tun haben (Die Messungen von schnellen Fluktuationen in Durchfluss deuten oft auf Turbulenzen). Eine einstellbare Responsezeit ist oft gewünscht (Im Fall von einem Strom- oder Spannungsausgang kann die Responsezeit einfach mit einem Filter geändert werden). Die Dynamik eines Sensors hat eine wichtige Bedeutung für die Realisierung von einer (intelligenten) Überwachung eines Prozesses. Das quasi-statische Teil des Signal gibt Information über die physikalische Grösse und kann in einer Regelschleife eingebunden werden. Jedoch die Fluktuationen geben zusätzliche Informationen. Zum Beispiel: Der gemessene Mittelwert des Druckes in einer Leitung ist eine wichtige Prozessparameter, aber die Fluktuationen können deuten auf Luftschlüsse, Kavitation oder ein schlecht funktionierendes Ventil.

Integrierung von Sensoren

Besonders für OEM-Anwendungen aber auch im Fall von (seriengemässer) Überwachung von Geräten und Maschinen ist es wünschenswert die Sensoren optimal zu integrieren. Um die Kosten zu beschränken ist es von Vorteil mit dem Lieferant von Sensoren eng zusammen zu arbeiten. Das Ziel ist es, nur die essentiellen Komponenten des Sensors zu integrieren: der Sensor wird teilweise ausgekleidet. Besondere Achtung gilt für die elektrische Speisung, Signalleitungen, EMV-Anforderungen und die Umgebung.

Signalanalysen

Die aktuellen Rechner verfügen über ausreichende Kapazitäten, um in Echtzeit die Messsignale zu verarbeiten. Ordnungsgemässe Verarbeitung der Messwerte bietet ein enormes Potential:

- Eine bessere Einsicht in die Funktionen des Prozesses
- Der Prozess kann besser überwacht werden (Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Sicherheit und Produktqualität)
- Es kann in der Regel mit weniger Sensoren gemessen werden.

Ein grosser Nachteil ist, dass die Regelsysteme oft zu langsam sind um hohe Abtastfrequenzen für die Ausgangssignale zu unterstützen. Deshalb ist es unmöglich, alle verfügbaren Informationen in Signalen zu benutzen. Die Lösung besteht in der Verwendung von Geräten mit schnellen Abtastraten, die direkt mit dem Strom-oder Spannungsausgang der Sensoren verbunden werden. Dann gibt es mit Hilfe eines Rechners (einfache Laptop oder Notebook) jede Möglichkeit die Signale zu bearbeiten und zu analysieren. Es ist auch möglich, Signale zu generieren und diese für Regelfunktionen zu benutzen.