

## Prozessregelungen in industrieller Strömungstechnik wobei Temperaturmessung wichtig ist

### Einleitung

Besonders in der Prozessindustrie ist die Temperaturmessung eine vertraute und weit verbreitete Anwendung. Die Temperatur des Produktes ist nicht allein wichtig, auch müssen die Wärmetransporte gut beherrscht werden. Dabei spielen Temperaturdifferenzen eine wichtige Rolle.

Eine Temperaturmessung scheint auf den ersten Blick eine einfache Angelegenheit. Aber man bemerkt schnell bei der Messung der Aussentemperatur rasch dass es nicht einfach ist. Die Sonnestrahlung und Windgeschwindigkeit (Konvektion) spielen eine grosse Rolle. Im Fall Sie mehrere Thermometer professionell im Garten positionieren, kommt die Frage: welche Temperatur ist die richtige?



Wir haben eine Meteo-Station realisiert mit natürlich Temperaturmessungen. Die Messungen werden in einem Wetterhäuschen mit Jalousie-Wände gemacht. Weiter gibt es forzierte Konvektion (Ventilator). Im Schrank gibt es noch weitere Strahlungsdämmungen. Die Temperatur wird in Redundanz gemessen um damit Abweichungen feststellen zu können.

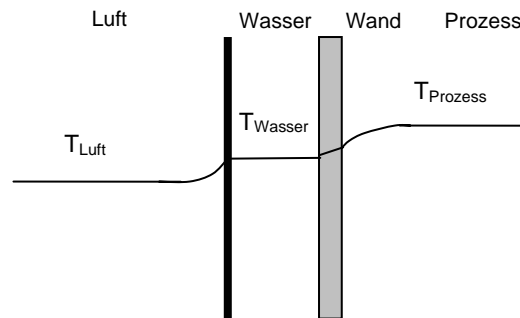
***Hynatec hat diese Meteo-Station realisiert mit dem Ziel unterschiedliche Möglichkeiten für Datentransporte über Internet zu prüfen (Im Rahmen von Intelligente Überwachung von Maschinen und Diagnose).***

### Temperaturmessungen

Moderne Technologien machen es möglich Temperatur zuverlässig zu messen. Unterschiedliche Messprinzipien stehen zur Verfügung: Thermoelemente, Widerstände (NTC, PTxxxx), Strahlung, usw. Die gewünschte Elektronik (Ausgangsschnittstellen), Speisung, Umgebung (Druck, Eex, IPxx, chemische Beständigkeit) und Preis bedeuten keine grosse Beschränkung in der Anwendung. Die Sensoren sind in der Regel gut kalibriert.

Jedoch oft ist die Ansprechzeit nicht genügend und ist es nicht möglich dort die Temperatur zu messen wo man es sich wünscht. Der Temperaturfühler ist oft in einer (dicken) Hülse positioniert wodurch die Ansprechzeit länger als 10 Sekunden wird. Weiter können Temperaturgradienten - aufgrund wovon Wärmetransporte stattfinden - nicht gut gemessen werden, da sie sehr lokal auftreten (Es gibt spezielle Messtechniken, die es möglich machen: Wärmeflux-Methode). Jedoch einige Temperaturmessungen, Verständnis von Wärmetransportprinzipien und Informationen über das Strömungsverhalten, Geometrie und Werkstoffe geben genügend Anknüpfungen genau die Prozessparameter feststellen zu können.

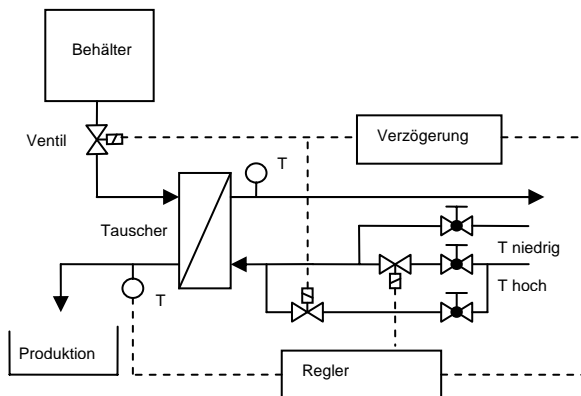
In der nachstehenden Prinzipskizze ist versucht eine häufige Situation deutlich zu machen. In dieser Situation gibt es Abkühlung im Prozess.



Das Wasser im Heizmantel hat eine niedrigere Temperatur als die Flüssigkeit im Prozess. Jedoch an der Wand hat die Prozessflüssigkeit (Produkt) eine Temperatur die sehr nah an der Temperatur des Wassers liegt. Die Temperatur des Wassers muss darum derartig beherrscht werden, dass die lokalen Temperaturen im Produktmedium akzeptable bleiben. Oft ist die thermische Leitfähigkeit des Prozessmediums nicht gross und wird die Temperaturgradient und, damit verknüpft, der Wärmetransport beherrscht durch das Strömungsverhalten an der Wand (Rührwerke!).

## Prozessoptimierung mit Temperaturmessung und Strömungsbeherrschung

### Beispiel 1: Automatisierung einer Injizierung von einer hoch-viskösen Flüssigkeit

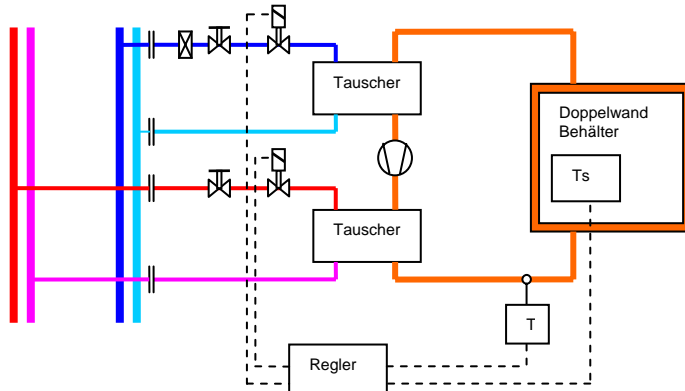


Regelmässig bekommen wir Fragen über die Automatisierung eines Teilprozesses, das in der Vergangenheit durch einen erfahrenen Mitarbeiter manuell betreut wurde. Im Bild links ist ein einfaches Beispiel schematisiert worden. Ein Sirup im Behälter links oben muss während der Strömung in Temperatur erhöht werden für die Dosierung mit richtiger Temperatur in Pralinen (Produktion, links unten). Es ist ein "Batch"-Prozess wobei beim Anfang so gut wie möglich die gewünschten Temperaturen realisiert werden müssen.

Der Regler aktiviert die Drosselung eines Ventils als Funktion der Temperatur mit einer Verzögerung. Im Fall die Durchflüsse von warmes und kaltes Wasser richtig gewählt werden, kann der Regler sehr einfach gehalten werden (offen/zu-Regelung).

***Hynatec hat aufgrund der Wärmebilanzen die Regelung definiert und die Hardware spezifiziert. Der Kunde hat die Modifikation durchgeführt.***

## Beispiel 2: Temperaturbeherrschung in einem Prozessgefäß

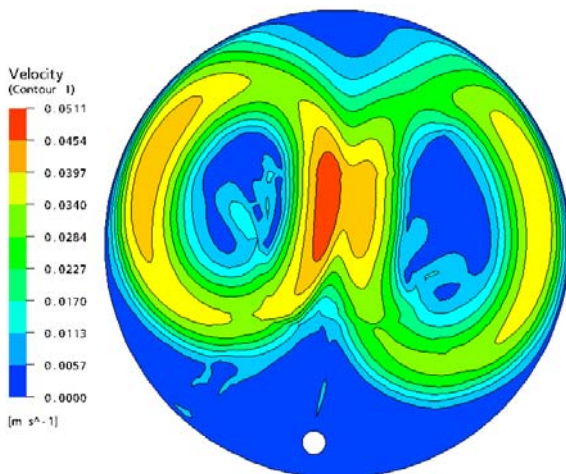


In vielen Prozessen muss die Temperatur von flüssigen Produkten (manchmal hoch viskös und gerührt) geändert werden. Oft werden diese Temperaturänderungen zu schnell durchgeführt. Die Temperatur der Flüssigkeit im Heizmantel wird zu hoch oder zu tief eingestellt, wodurch die Temperatur im Produkt an der Wand nicht mehr akzeptable ist, ohne es zu merken. Aber mit einem einfachen Modell lässt sich die Situation berechnen. Mit Hilfe dieser berechneten Werte ist es möglich eine Regelung derart zu gestalten, dass die Temperaturen im gewünschten Bereich bleiben; und sogar mit einer einfachen "offen/zu"-Regelung, wie im Bild dargestellt.

In diesem Fall wurde nicht nur die Beherrschung besser, aber wurden keine Produkt-Kristalle geformt, war kein Filter mehr nötig um die Kristalle abzufangen und war es möglich eine kleinere Pumpe einzusetzen. Mehr Platz kam zur Verfügung und das Produktionsprozess wurde übersichtlicher.

**Hynatec hat aufgrund einer Simulation der Wärmetransporte die Regelung definiert und die Hardware spezifiziert. Der Kunde hat die Modifikation realisiert.**

## Beispiel 3: Temperaturstabilisierung und Mischung durch Konvektion



CFX

Oft wird die Temperatur einer Flüssigkeit in einem vertikalen Behälter mit Heizmantel und mit Rührwerk konstant gehalten. Dieses Verfahren ist etwas schwieriger im Fall der Behälter horizontal positioniert werden muss. Aber eine einfache Lösung konnte gefunden werden. Mit einer numerischen Simulation wurde festgestellt, dass ein kleines Heizrohr eine ziemlich starke Konvektionsströmung erzeugt wodurch die Temperatur in der Flüssigkeit homogen wird und dass eine gute Mischung geleistet wird. Die Position des Heizrohres ist dabei sehr wichtig und die Temperatur muss speziell aber einfach geregelt werden.

Der Behälter hat nur Isolierung; auf den Heizmantel konnte verzichtet werden: die Installationskosten wurden damit weitgehend reduziert.

**Hynatec hat mit CFD (Computational Fluid Dynamics) die optimale Geschwindigkeits-Verteilung berechnet durch die Grösse und Position des Heizrohres richtig zu wählen.**

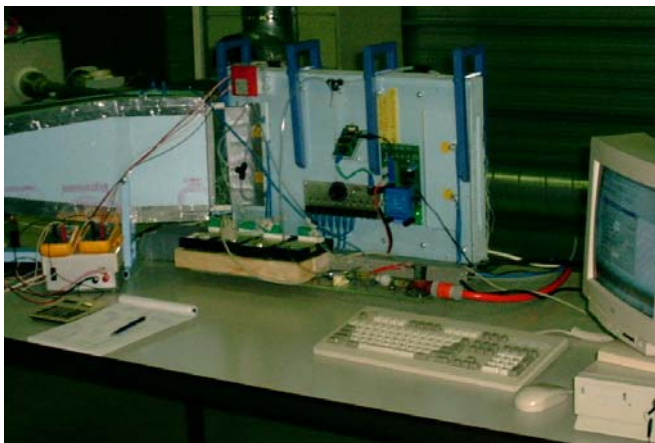
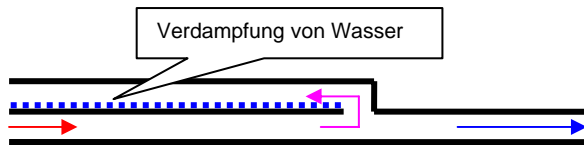
**Beispiel 4: Temperaturmessung mit Monitoring in einer schmutzigen Umgebung.**



Eine Temperaturmessung in einem Gefäss, das in der Produktion hin und her gefahren wird, worin ein Rührwerk gesteckt wird, das in einer schmutzigen Umgebung hingestellt wird und Temperaturen bekommt bis 200°C, ist nicht einfach. Das Prinzip von Infrarot wurde gewählt: es ist ein berührungsloses Messprinzip. Mit dieser Messmethode wird die Temperatur der Oberfläche von einem viskösen Produkt gemessen. Die Ansprechzeit ist kurz und damit ist es auch möglich dynamische Effekte fest zu stellen. Diese zusätzliche Information kann benutzt werden um neben eine einfache Temperaturmessung das Produktionsprozess zu überwachen.

**Hynatec hat die Messmethode und die Signalverarbeitung spezifiziert. Weiter wurde die Signalverarbeitung realisiert mit VEE-pro von Agilent. In Zusammenarbeit mit Stork Industry Services (Niederlande) wurde die Instrumentierung realisiert. Der Kunde wird kontinuierlich betreut um die Messdaten nach Bedarf zu bearbeiten, die physische Interpretation zu versorgen und die Instrumentierung - auch für die Integrierung von Regelungen - weiter zu gestalten.**

**Beispiel 5: Optimierung eines Wärmetauschers in einem adiabatischen Kühler**



In heissen trockenen Regionen können die Räumlichkeiten in Gebäuden sehr gut mit einem adiabatischen Prozess gekühlt werden. Das Prinzip ist wie folgt. In der Skizze links oben wird von links Luft angesaugt. Diese Luft wird gekühlt und ein grosses Teil wird rechts wieder ausgeblasen für Kühlung. Jedoch eine kleine Menge Luft wird abgezweigt und zurückgeführt über eine nasse Oberfläche. Hier findet starke Verdampfung statt mit einer grossen Abkühlung. Die Wand zwischen den zwei anliegenden Luftströmen muss sehr viele Wärme übertragen können.

**Hynatec hat die Geometrie des Wärmetauschers optimiert mit Hilfe von numerischen Simulationen und die Ausführungen geprüft mit Messungen von Wärmebilanzen. Weiter wurde die Regeltechnik spezifiziert und realisiert um die Ausblastemperatur der gekühlten Luft nach Bedarf und nach Klima regeln zu können.**

Oktober 2006