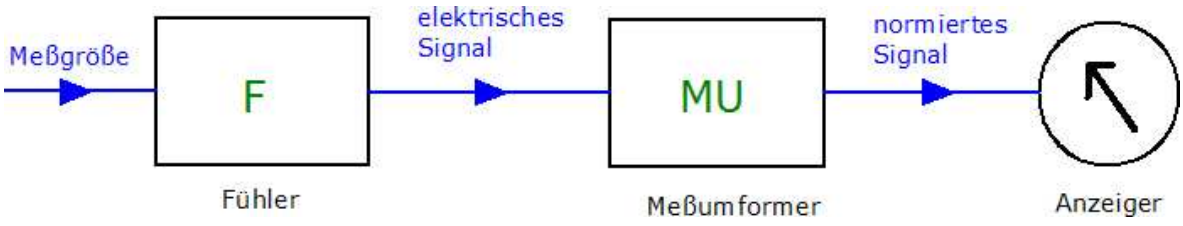
Inhaltsverzeichnis:

1.4 Sensorik 2
1.4.1 Messketten 2
1.4.2 Einheitssignale 3
1.4.3 Bürdenwiderstand 4
1.4.4 Funktion- und Wirkungsweise eines Messumformers 5
1.4.5 Messumformertypen, Einsatzgebiete (engl. Transmitter) 8
1.4.6 Stichworte zu Betriebsbedingungen und Forderungen an die Messstelle 10
1.4.7 Medieneinfluss auf den Prozessanschluss 13
1.4.8 Durchflussmessumformer 14
1.4.9 Füllstandsmessumformer (Niveaumessumformer) 15
1.4.10 Temperaturmessumformer 16
1.4.11 Analysenmessumformer 17

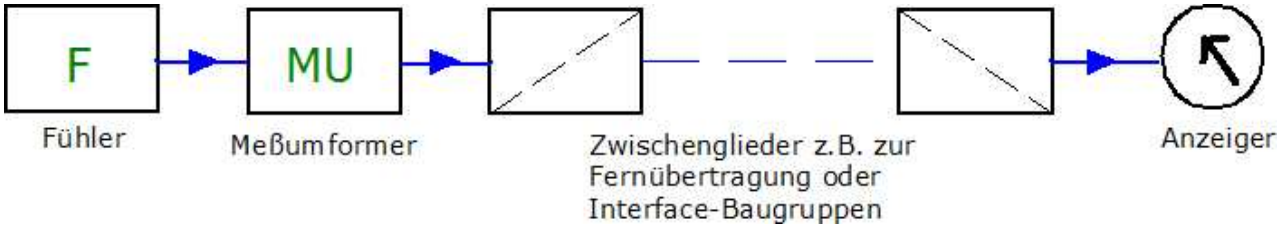
1.4 Sensorik

1.4.1 Messketten

Die Messung elektrischer Größen *ist* vorwiegend eine Instrumentaltechnik. Man unterscheidet Messgeräte mit Zubehör und Messschaltungen. Anzeiger und Schreiber gehören zum Gebiet der Messgeräte, während Messbrücken, Kompensator und Messverstärker zu den Maßschaltungen zählen.
Die elektrische Messtechnik nichtelektrischer Größen schließt eine Umformungs- und Übertragungstechnik mit ein. Die zu messende nichtelektrische Größe muss nämlich in eine elektrische Größe abgebildet werden, Dazu benötigt man nicht nur Messgeräte mit ihrem Zubehör, sondern eine Kette messtechnischer Übertragungsglieder. Auf diese Weise entsteht eine *Messkette,* bzw. ein *Messkanal.*
Die einfachste Messkette besteht aus drei Übertragungsgliedern. nämlich *Fühler, Messumformer* und *Anzeiger,* wie im Bild



Der Fühler dient zur Erfassung und Umwandlung der nichtelektrischen Größe in ein elektrisches Signal, der Messumformer zur Verstärkung und Normierung des Signals. Das normierte Ausgangssignal des Messumformers wird dem elektrischen Anzeiger zugeführt.



1.4.2 Einheitssignale

In vielen Mess-, Steuer-- und Signalsystemen arbeitet man mit einem Einheitssignal, Geräte mit Einheitssignal haben für das Eingangssignal und für das Ausgangssignal die Auswahl zwischen einigen genormten Signalspannen. In Deutschland sind genormt:

Stromsignale	0 - 20 mA	
	4 - 20 mA	<-- Life Zero Signal
Spannungssignale	0 - 10 V	
	2 - 10 V	<-- Life Zero Signal
Pneumatisches Signal	0,2 - 1bar	<-- Life Zero Signal*

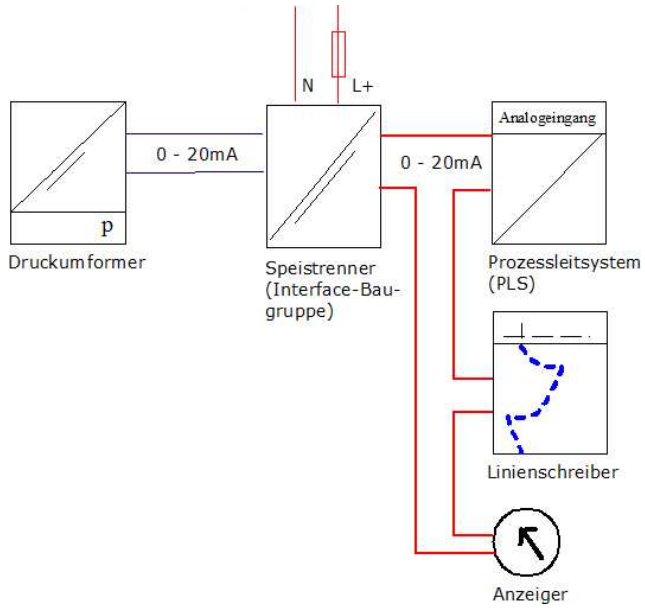
Life Zero Signal bedeutet lebendiger Nullpunkt! Dies hat zwei Vorteile, wobei das pneumatische Einheitssignal differenziert zu betrachten ist:

a) Drahtbruchüberwachung
b) Energieversorgung der sogenannten Zweidrahtmessumformer

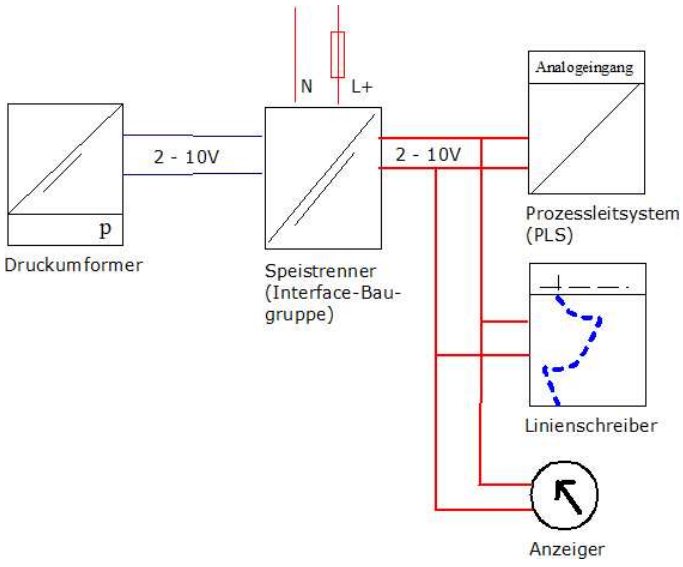
Damit wird die Anpassung der einzelnen Geräte aneinander einfach. Je nach den betrieblichen Anforderungen können Geräte verschiedener Erzeugerfirmen zusammengeschaltet werden. Es kann durch den ganzen Regelkreis das gleiche Einheitssignal verwendet werden, es kann aber auch vorkommen, dass von einer Temperaturmessung ein elektrisches Einheitssignal an den Regler gelangt, aber ein pneumatisches Signal für das Ventil verlangt wird.
Die Einheitssignale 0,2 – 1 bar und 4 – 20 mA haben einen "Life Zero", einen lebendigen Nullpunkt Bei pneumatischen **Geräten ist** er gerätebedingt. Bei einer kleinen Änderung der Eingangsgröße im Anfangsbereich würde das Gerät ungenau und schwerfällig arbeiten. Bei dem elektrischen Signal 4 – 20 mA benutzt *man* die Spanne 0 – 3 mA zur Energieversorgung der Geräte. Damit spart man gesonderte Leitungen.
Als weiteren Grund für einen "Life Zero" kann das Erkennen eines Leitungsdefektes oder Bruches der Singrettung bewertet werden.

1.4.3 Bürdenwiderstand

Der Bürdenwiderstand ist eine wichtige Kenngröße für die Verschaltung von Messkettengliedern. Wird diese Grenzwertangabe nicht beachtet, kann es zur Beeinflussung des Messsignals kommen. Soll heißen, dass das Strom- oder Spannungssignal einbrechen können.



Reihenschaltung für Stromsignale



Parallelschaltung für Spannungssignale

Im Datenblatt des Messumformers, oder der analogen Ausgangskarte eines Prozessleitsystems (PLS), oder einer Speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) findet man diese Widerstands-angabe.

Reihenschaltung: Die Addition der Einzelwiderstände ergibt den Gesamtwiderstand der Schaltung !

Anders ausgedrückt, die Belastung des Messumformerausgangs darf durch die Reihenschaltung der nachgeschalteten Messkettenglieder nicht überschritten werden. Ein typischer Wert für die Bürde eines Stromausganges ist beispielsweise 350Ohm .

Parallelschaltung: Der kleinste Widerstand in einer Parallelschaltung bestimmt den Gesamtwiderstand!

Anders ausgedrückt, der typische Bürdenwiderstandswert für einen Spannungsausgang von ca. 20.000Ohm darf nicht unterschritten werden!

1.4.4 Funktion- und Wirkungsweise eines Messumformers

1.4.4.1 Messfühler

Der Messfühler entnimmt dem physikalischen Raum die Messgröße und bildet sie in ein elektrisches Signal ab. Dieses Signal kann in Form verschiedener elektrischer Größen vorliegen:

- Das Thermoelement arbeitet als Temperaturfühler und bildet eine zu messende Temperaturdifferenz als elektrische Spannung ab.
- Dehnungsmessstreifen wandeln die Dehnung von Werkstücken In eine elektrische Widerstandsänderung um,
- *Der* in einer Quarzdruckdose enthaltene Piezokristall verwandelt eine mechanische Kraft in eine elektrische Ladung.
- Eine Ionisationskammer liefert als Folge des Neutronenflusses eine elektrische Stromstärke.
- Beim induktiven Längenmessfühler bewirkt eine Verschiebung des Eisenkerns eine Induktivitätsänderung,
- Beim kapazitiven Höhenstandsmesser, entspricht eine Änderung des Höhenstandes einer Kapazitätsänderung,

In der elektrischen Messtechnik nichtelektrischer Größen wandelt der Fühler immer eine physikalische Messgröße in ein elektrisches Signal um.

1.4.4.2 Vorteile des Messumformers

Die Einschaltung eines Maßumformers in den Messkanal bedeutet zunächst einen zusätzlichen Aufwand. Bei großen und stark verzweigten Anlagen werden aber verschiedene Vorteile erzielt:

- Für die Kombination von Messen, Steuern, Regeln und Warnen wird nur ein Fühler benötigt, da die Signalleitungen zu den Übertragungsgliedern nach dem Messumformer verzweigt werden können.

- Da der Messumformer zugleich als Signalverstärker wirkt, kann der Verstärkungsaufwand in den nachgeschalteten Reglern, Steuergeräten und Alarrneinrichtungen entsprechend kleiner gewählt werden,

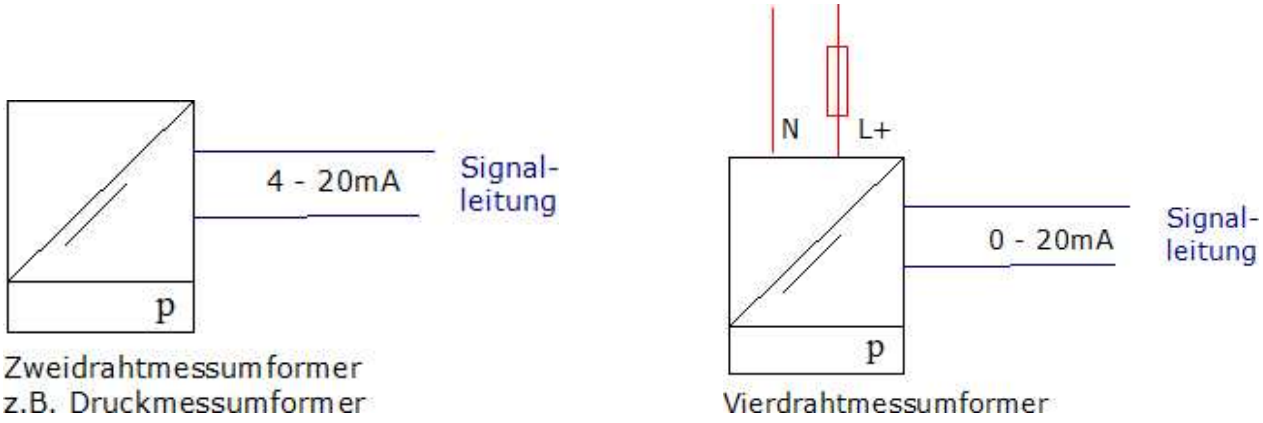
- Summen und Differenzen verschiedener Mel3gröl3en können besonders genau und einfach gebildet werden, da die Messumformer eingeprägte Ausgangssignale liefern,

- Besonders groß ist die Einsparung bei der Lagerhaltung von Ersatzgeräten, da alle nachgeschalteten Gerate für den gleichen normierten Ausgangsstrom der Mel3umformer ausgeführt sind,

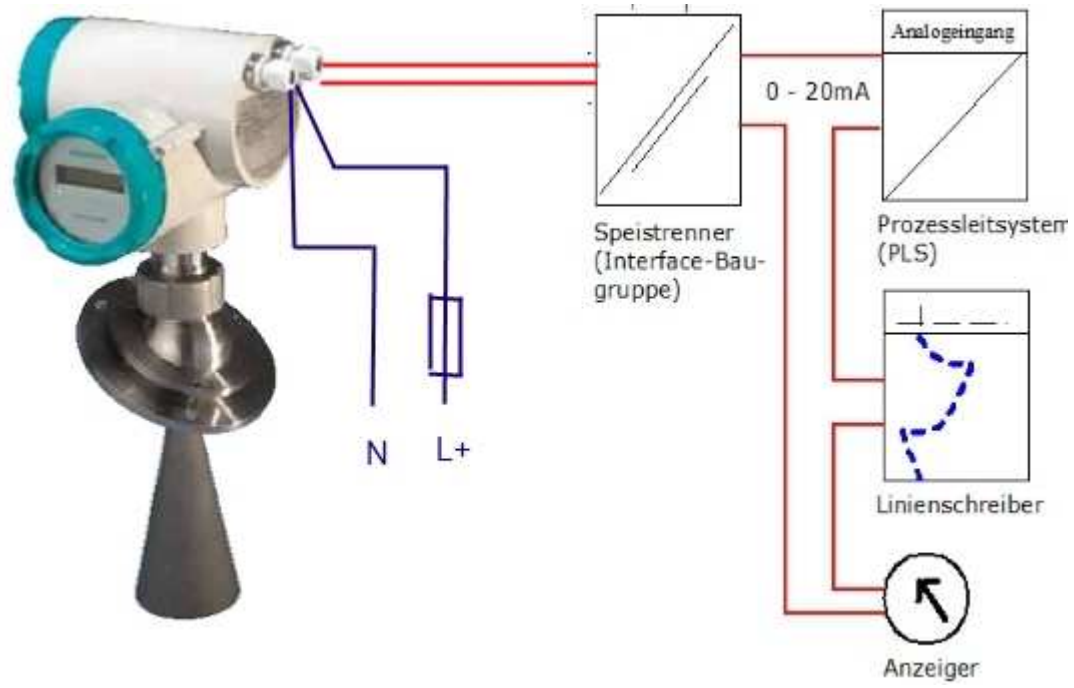
- Etwa notwendige Justierarbeiten, z. B. Änderungen von Messbereichen, beschränken sich auf den Messumformer, alte nachfolgenden Geräte bleiben davon unberührt.

Bei kleinen Anlagen mit weniger als 20 Betriebsvariablen werden die zusätzlichen Anschaffungskosten für Messumformer nicht immer durch zusätzliche Vorteile aufgewogen.

1.4.4.3 Zweidraht- und Vierdrahtmessumformer



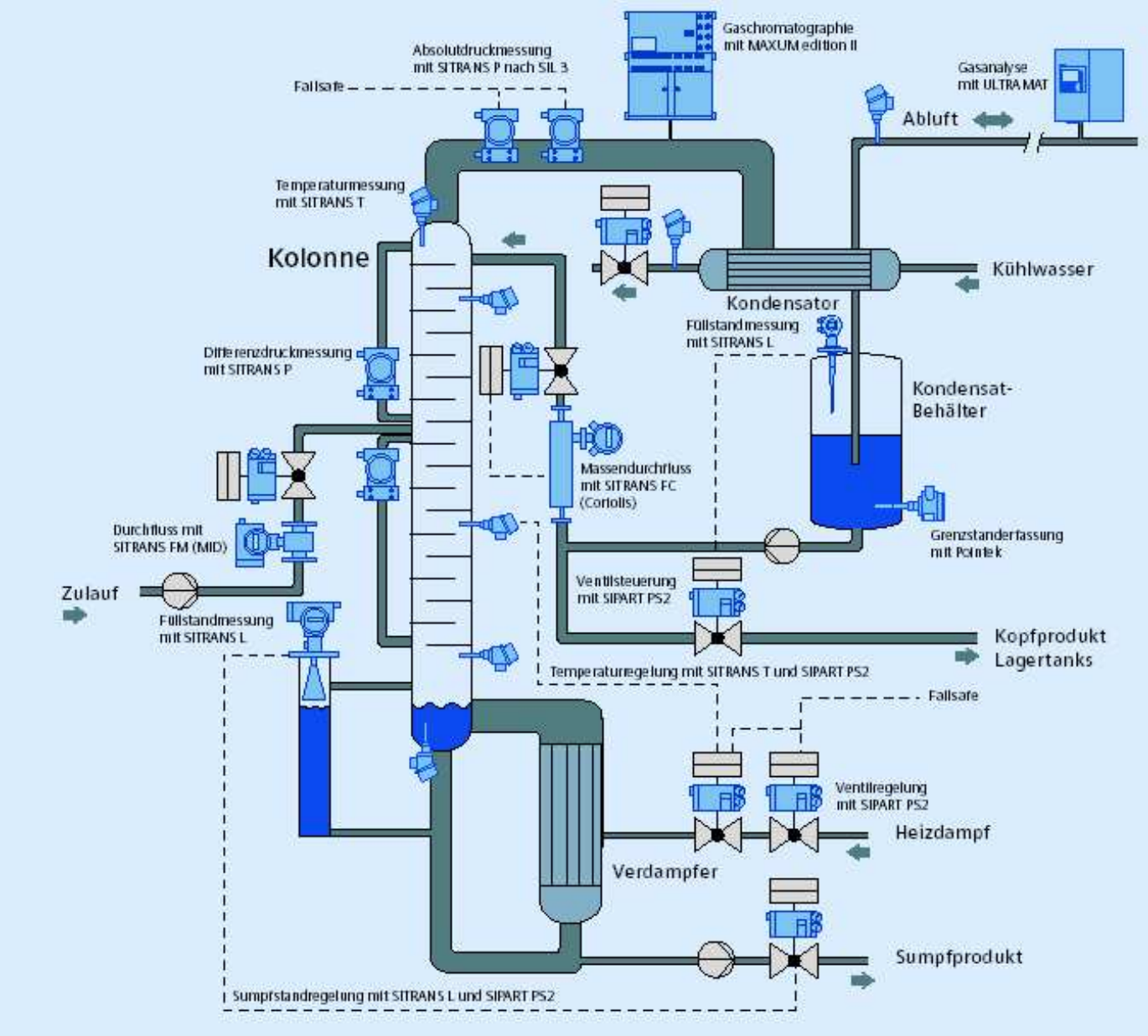
Die Bezeichnung leitet sich aus der Anzahl der zum Betrieb notwendigen Adern ab. Zweidrahtmessumformer erhalten ihre Energieversorgung über ein Speisegerät und aus den < 4mA des Messsignals. Wird mehr Energie im Feld benötigt, beispielsweise für eine Radarniveaumessung, so muss der Messumformer über separate Adern mit Hilfsenergie versorgt werden. In diesen Fällen spricht man von Vierdrahtmessumformern.



1.4.5 Messumformertypen, Einsatzgebiete *(engl. Transmitter)*

Typ	**zur Erfassung der physikalischen Größe**
Druckmessumformer	Druck (Differenz, absolut, relativ)
Temperaturmessumformer	Temperatur
Niveaumessumformer	Volumen, Füllstand
Durchflussmessumformer	Menge, Masse
Frequenzmessumformer	Frequenz
Leistungsmessumformer	Elektrische Leistung (Blind, Wirk, Schein)
O_2-Messumformer	Sauerstoffgehalt
pH-Messumformer	„Wasserstoffgewicht“ (**p**ondus **H**ydrogenii)
Messumformer für Messbrücken	Widerstand, Dehnungsmessstreifen
Wegmessumformer	Strecke, Weg
Winkelmessumformer	Winkel
Feuchtemessumformer	Feuchte (relativ, absolut)
Leistungsfaktormessumformer	Leistungsfaktor
Windstärkemessumformer	Windstärke, Windgeschwindigkeit
Strahlungsmessumformer	Helligkeit
Trübungsmessumformer	Trübung
Viskositätsmessumformer	Viskosität
etc.	

Beispiel einer mehrstufigen Destillation:



Schema einer mehrstufigen Destillation

1.4.6 Stichworte zu Betriebsbedingungen und Forderungen an die Messstelle

Wird eine Messstelle geplant, so ergibt sich deren Notwendigkeit aus dem gewünschten Messeffekt. Das Messgerät soll also entweder selbst etwas aussagen (z. B. örtliche Anzeige) oder eine Funktion unterstützen (z. B. als Istwertgeber für einen Regler). Der Planer beginnt seine Recherchen für die Geräteauswahl bei den Betriebsbedingungen. Er stellt die Fragen nach dem Messstoff, nach den örtlichen Gegebenheiten und stellt die Forderung nach der Darstellung des Messwertes. Dazu nachstehende Stichwortzusammenstellung:

Beschaffenheit des Messstoffes:

- Gas, Dampf: trocken, feucht
- Flüssigkeit: Gasanteil, Feststoffe, ablagernde kristallisierende Inhaltsstoffe, Staub im Gas
- Dichte
- Temperatur, Temperaturänderung, zeitlicher Ablauf
- Viskosität
- elektrische Leitfähigkeit des Messstoffes, der Ablagerung
- chemische Aggressivität, Werkstoffauswahl
- Abriebgefahr

Betriebsbedingungen:

- Verlauf der Rohrleitungen z.B. für Schwebekörperdurchflussmesser
- Nennweite der Rohrleitung
- Ausbildung des Gerinnes, Gefälle, Rückstau
- Druckstufe
- Durchfluss, kleinster, größter Wert; Änderungsgeschwindigkeit (stoßförmige Änderung)

- Strömungsverhältnisse: lineare, turbulente Strömung Geschwindigkeitsverteilung, Drall, Pulsation
- beide Fließrichtungen (Vor-, Rücklauf)
- statischer Druck, Druckstoß, Druckverlust zulässig
- Nahrungsmittelindustrie →Keine Toträume in der Rohrleitung und in den Sensoren und Aktoren

Örtliche Gegebenheiten:

- Umgebungstemperatur
- Feuchtigkeitseinfluss, Schutzart
- Staubeinwirkung, Schutzart
- Vibration
- Leitungsbeschaffenheit vor und hinter der Messstelle
- Explosionsschutz
- Hilfsenergie, Leitungsführung
- Einstreuung elektrischer Störungen
- Befestigungsmöglichkeit

Eingefrorener Stellantrieb (Laterne) eines Regelventils. Durch die Entlüftung wurde ständig feuchte Luft (dampfbelastete Atmosphäre) ins innere transportiert, die dann auskondensiert ist und zum Versagen durch Eisbildung im Winter führte.

Darstellung des Messwertes:

- Genauigkeit
- fester, einstellbarer Messbereich intern, extern
- interne, externe Kontrollmöglichkeit
- örtliche Anzeige
- Zählung, Integration
- Grenzwertsignal
- analoges Einheitssignal, welche Werte?
- Impulsausgang zur Fernzählung
- Schnittstelle, welche?
- PROFIBUS
- HART-Protokoll
- Explosionsschutz
- Eichfähigkeit

1.4.7 Medieneinfluss auf den Prozessanschluss

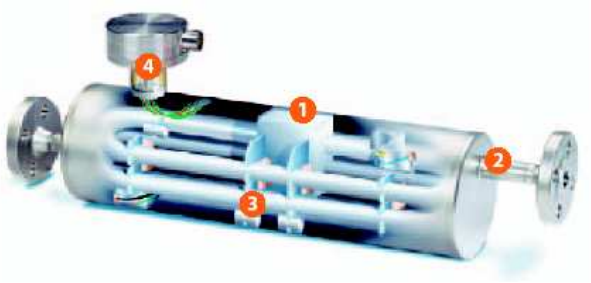
In diesem Beispiel kann man den Einfluss des Mediums „Hydrochinon“ auf den Prozessanschluss sehen. Gemäß den vorliegenden Erfahrungen mit dem Medium und dessen Eigenschaften, wurde das Material für den Prozessanschluss mit Tantal spezifiziert. Statt in Tantal wurde der Prozessanschluss des Druckmessumformers versehentlich in Edelstahl geliefert. Binnen weniger Wochen war die Membran des Druckaufnehmers komplett aufgelöst.

vorher

Druckmessumformer mit Tubus

nachher

1.4.8 Durchflussmessumformer



Massedurchflussmessumformer MDM

Magnetisch, induktiver Durchflussmess-
Umformer MID

Druckmessumformer

Druck

Über-/ Unterdruck- bzw. Differenzdruck

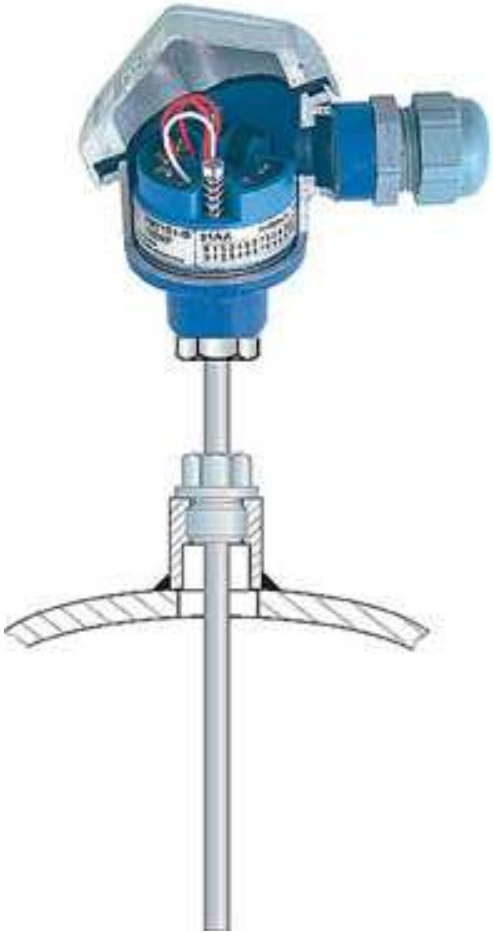
1.4.9 Füllstandsmessumformer (Niveaumessumformer)

Radarmessung

Lotsystem (Schüttgüter)

Grenzstandmessung

1.4.10 Temperaturmessumformer



Kopftransmitter

Wth, Thermoelement

1.4.11 Analysenmessumformer

Sauerstoffgehalt

Leitfähigkeit

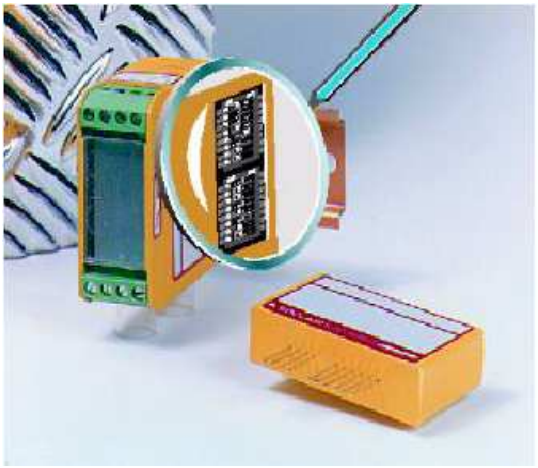
pH-Wert

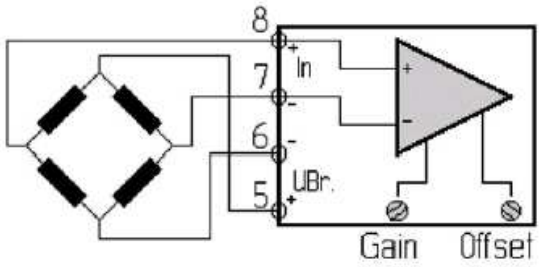
Feuchte

1.4.12 Messumformer für elektrische Größen

Leistungsfaktor, Phasenwinkel

Frequenz





Widerstandsmessbrücken