



Ingenieurwesen II	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)	Dipl.-Ing. (FH) M. Trier
Prozesstechnik (BP II)	<b>Grundlagen Teil 1.4</b>	01.09.2020

### Inhaltsverzeichnis:

1.4	Sensorik.....	2
1.4.1	Messketten .....	2
1.4.2	Einheitssignale .....	3
1.4.2.1	Stromsignal .....	5
1.4.2.2	Spannungssignal.....	5
1.4.2.3	Vereinheitlichung des Signalpegels für die Ausfallinformation .....	7
1.4.3	Bürdenwiderstand .....	13
1.4.4	Funktion- und Wirkungsweise eines Messumformers.....	14
1.4.4.1	Messfühler.....	14
1.4.4.2	Vorteile des Messumformers.....	15
1.4.4.3	Zweidraht- und Vierdrahtmessumformer.....	16
1.4.5	Messumformertypen, Einsatzgebiete (engl. Transmitter) .....	19
1.4.6	Stichworte zu Betriebsbedingungen und Forderungen an die Messstelle .....	21
1.4.7	Medieneinfluss auf den Prozessanschluss .....	24
1.4.8	Messumformertypen .....	26
1.4.8.1	Durchflussmessumformer .....	26
1.4.8.2	Füllstandsmessumformer (Niveaumessumformer).....	27
1.4.8.3	Temperaturmessumformer .....	28
1.4.8.4	Analysenmessumformer.....	29
1.4.8.5	Messumformer für elektrische Größen.....	30
1.4.9	Selbstüberwachung und Diagnose von Feldgeräten.....	31



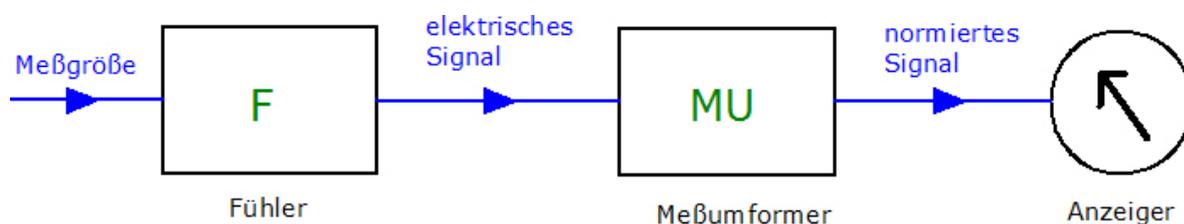
## 1.4 Sensorik

### 1.4.1 Messketten

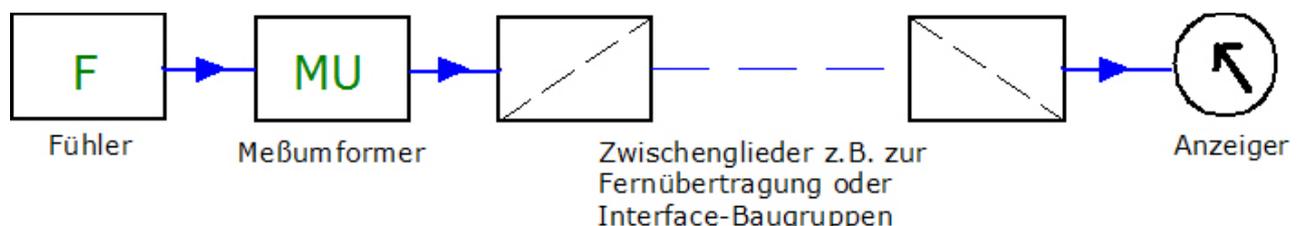
Die Messung elektrischer Größen *ist* vorwiegend eine Instrumentaltechnik. Man unterscheidet Messgeräte mit Zubehör und Messschaltungen. Anzeiger und Schreiber gehören zum Gebiet der Messgeräte, während Messbrücken, Kompensator und Messverstärker zu den Maßschaltungen zählen.

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.





Ingenieurwesen II	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)	Dipl.-Ing. (FH) M. Trier
Prozesstechnik (BP II)	Grundlagen Teil 1.4	01.09.2020

## 1.4.2 Einheitssignale

50. Jahrgang atp

Historischer Beitrag aus rtp 1/59

# GERÄTETECHNIK

## Ein neues elektropneumatisches Regelsystem

Von K. F. FRÜH, Karlsruhe

Mitteilung aus dem Wernerwerk für Meßtechnik der Siemens & Halske AG, Karlsruhe

### 1. Warum elektropneumatisch regeln?

Die vollautomatische Regelung chemischer Prozesse wird mehr und mehr Selbstverständlichkeit. Heute führt der großzügige Ausbau der chemischen Verfahrenindustrie zu Betriebsanlagen riesigen Ausmaßes.

Sollen in derart weitläufigen Anlagen die Überwachungs- und Regelgeräte in wenigen, zentralen Meßwarten zusammengefaßt werden, so kann auch in explosionsgefährdeten Räumen oftmals auf den elektrischen Strom zur Übertragung der Signale nicht verzichtet werden. Die Anwendung der Elektrizität beschränkt sich dabei jedoch vorzugsweise auf die Meßseite der Regelkreise, da den schnellen und von Natur aus explosionsichereren pneumatischen Stellgliedern der Vorzug gegeben wird. Für besonders schnelle Regelstrecken, deren Meßgrößen elektrisch in die Warte übertragen werden, wurden auch elektropneumatische Regler entwickelt, die direkt am Stellglied zu montieren sind, so daß keine Verzögerungen durch lange Steuerluftleitungen auftreten können.

Durch elektropneumatische Regelungen werden also die Vorteile elektrischer Meßgrößenerfassung und -verarbeitung mit den Vorteilen schneller und explosionsicherer pneumatischer Stellglieder verbunden.

### 2. Das TELEPERM-TELEPNEU-Regelsystem

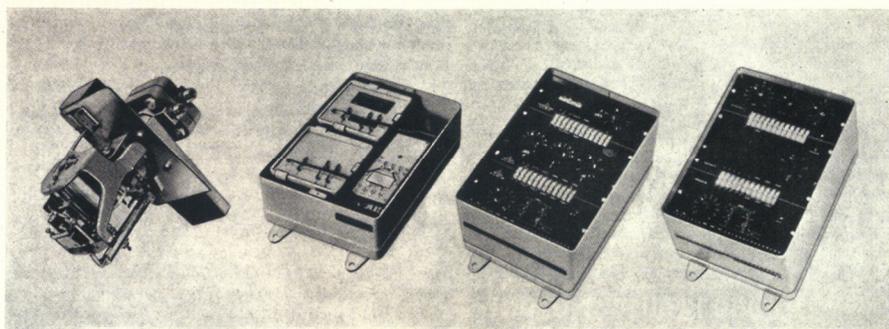
Die Regelsysteme TELEPERM und TELEPNEU wurden so aufgebaut, daß ihre Geräte wahlweise miteinander verbunden werden können.

Die elektrischen Einheitsgeräte des TELEPERM-Systems (Bild 1) sind mit magnetischen Verstärkern ausgerüstet, wodurch größte Betriebssicherheit erreicht wird. Durch Meßumformer werden die verschiedenen Betriebsgrößen in eingeprägte Gleichströme (einheitlich 0 bis 50 mA) umgewandelt, die dem Reglereingang zugeführt werden. Der TELEPERM-Regler S ist ein stetig arbeitender PJ-Regler, dessen magnetische Endstufe jedoch aus zwei bistabilen Kippverstärkern besteht; die Ausgangsimpulse der Kippverstärker schalten den Umkehrmotor des Stellantriebes. Ein PJD-Regler mit kontinuierlichem Ausgang ist der TELEPERM-Regler K. Der eingeprägte Ausgangsstrom im Bereich von 50 mA wird zur Steuerung des elektropneumatischen Stellwerkes an einem pneumatischen Stellglied benutzt.

Auch in der Pneumatik ist größte Betriebssicherheit oberstes Gesetz. Deshalb liegt allen Einheitsgeräten des TELEPNEU-Systems (Bild 2) das Prinzip des Kraftvergleichs zugrunde. Vom Ausgang des Meßumformers bis zum Stellglied arbeiten sämtliche Geräte in dem genormten Druckbereich von 0,2 bis 1,0 kp/cm<sup>2</sup>. Durch Verwendung gleicher Bausteine in den verschiedenen Geräten wurde die Verwirklichung eines Baukastensystems angestrebt.

### 3. Bindeglieder zwischen Elektrik und Pneumatik

Das kennzeichnende Bauteil für die pneumatischen Kraftvergleichsgeräte ist die pneumatische Kraftwaage. Ist- und Sollwertdruck der Regelgröße wirken auf Metallfalten-



Durchfluß-Meßumformer

Temperatur-Meßumformer

Regler S

Regler K

Bild 1. Ausschnitt aus der Reihe der TELEPERM-Geräte.

S 4

atp 8.2008 www.atp-online.de



Ingenieurwesen II	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)	Dipl.-Ing. (FH) M. Trier
Prozesstechnik (BP II)	<b>Grundlagen Teil 1.4</b>	01.09.2020

Im rtp-Text von 1959 heißt es:

Die elektrischen Einheitsgeräte des TELEPERM-Systems (Bild 1) sind mit magnetischen Verstärkern ausgerüstet, wodurch größte Betriebssicherheit erreicht wird. Durch Messumformer werden die verschiedenen Betriebsgrößen in **eingeprägte Gleichströme (einheitlich 0 bis 50mA)** umgewandelt, die dem Reglereingang zugeführt werden. Der TELEPERM-Regler S ist ein stetig arbeitender PI-Regler, dessen magnetische Endstufe jedoch aus zwei bistabile Kippverstärkern besteht die Ausgangsimpulse der Kippverstärker schalten den Umkehrmotor des Stellantriebes. Ein PID-Regler mit kontinuierlichem Ausgang ist der TELEPERM-Regler K.

**Der eingeprägte Ausgangsstrom im Bereich von 50 mA** wird zur Steuerung des elektropneumatischen Stellwerkes an einem pneumatischen Stellglied benutzt.

Auch in der Pneumatik ist größte Betriebssicherheit oberstes Gesetz. Deshalb liegt allen Einheitsgeräten des TELEPERM-Systems (Bild 2) das Prinzip des Kraftvergleichs zugrunde. Vom Ausgang des Messumformers bis zum Stellglied arbeiten sämtliche Geräte in dem genormten Druckbereich von 0,2 bis 1,0 kp/cm<sup>2</sup>. Durch Verwendung gleicher Bausteine in den verschiedenen Geräten wurde die Verwirklichung eines Baukastensystems angestrebt.



Ingenieurwesen II	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)	Dipl.-Ing. (FH) M. Trier
Prozesstechnik (BP II)	<b>Grundlagen Teil 1.4</b>	01.09.2020

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.

### **1.4.2.1 Stromsignal**

Für die Fernübertragung mit unbestimmten oder zeitlich veränderlichem Widerstand der Übertragungsleitung ist unter Berücksichtigung der gegebenen technischen Voraussetzungen nur das Stromsignal geeignet. Soll das Stromsignal mehreren Empfängern zugeführt werden, so bedingt das eine Reihenschaltung ihrer Eingänge. Schwierigkeiten können sich ergeben:

- wenn ein Stromsignal mehreren Empfängern mit nicht potentialfreien Eingängen zugeführt werden muss.
- wenn mehrere Stromsignale einem Empfänger mit nicht potentialfreien Eingängen zugeführt werden müssen.
- wenn die Hilfsenergie ohne galvanische Trennung aus einer gemeinsamen Gleichspannungsquelle (z. B. Zentralbatterie) entnommen werden soll.

Von Nachteil ist:

- die Abtrennung eines Einganges unterbricht alle im gleichen Kreis liegenden Eingänge, falls keine zusätzlichen Schutzmaßnahmen getroffen werden,
- die Reihenschaltung der Eingänge kann zu höherer Empfindlichkeit gegenüber Störspannungen führen.

### **1.4.2.2 Spannungssignal**

Soll das Spannungssignal mehreren Empfängern zugeführt werden, so bedingt das eine Parallelschaltung ihrer Eingänge.



Ingenieurwesen II	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)	Dipl.-Ing. (FH) M. Trier
Prozesstechnik (BP II)	<b>Grundlagen Teil 1.4</b>	01.09.2020

Die freizügige Verknüpfung von Eingängen und Ausgängen ist gegeben, wenn alle Signal- und Versorgungsspannungen sich auf ein gemeinsames Bezugspotential (Bezugsleiter, Nullschiene, „signal common“) beziehen.

Schwierigkeiten können sich ergeben:

– wenn der Bezugsleiter zu schwach dimensioniert oder unzuweckmäßig verlegt ist, so dass die Spannungsabfälle längs dieses Leiters nicht mehr zu vernachlässigen sind.

Von Nachteil ist:

– dass ein Kurzschluss an einem Eingang sich auf alle parallel geschalteten auswirkt.

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.



Ingenieurwesen II	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)	Dipl.-Ing. (FH) M. Trier
Prozesstechnik (BP II)	<b>Grundlagen Teil 1.4</b>	01.09.2020

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.

### 1.4.2.3 Vereinheitlichung des Signalpegels für die Ausfallinformation

NE43



Zusätzliche Informationen außerhalb der eigentlichen Messinformation, z. B. zum Gerätestatus, sind heute durch den Einsatz von Mikroprozessoren bei Feldgeräten schon weit verbreitet. Bei den Mindestinformationsinhalten von Sensorsystemen in der Prozessnahen Technik wurde die Geräteausfallinformation **A** als unverzichtbarer Bestandteil der Statussignale eines Sensorsystems definiert.

Die Verwendung der Ausfallinformation **A** von digitalen Messumformern mit analogem Ausgangssignal liefert für die Prozessleittechnik zwei wesentliche Vorteile: Fehler im Messsystem werden durch **A** frühzeitig signalisiert, so dass in informationsweiterverarbeitenden Systemen die Auswirkungen mittels Ausfallstrategien begrenzt werden können.



Ingenieurwesen II	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)	Dipl.-Ing. (FH) M. Trier
Prozesstechnik (BP II)	<b>Grundlagen Teil 1.4</b>	01.09.2020

Die Ausfallinformation kann somit innerhalb von QS-Strategien einen erheblichen Beitrag zur Fehlervermeidung liefern. Mit Hilfe von A lassen sich aber auch Instandhaltungsstrategien realisieren mit dem Ziel, die Produktivität der EMSR-Instandhaltung zu steigern. Beispiele hierfür sind in der Prozessanalysenmesstechnik, aber auch bei sicherheitstechnisch relevanten Messungen zu finden.

In den zur Zeit käuflichen digitalen Messumformern sind für die Ausfallinformation im wesentlichen vier Möglichkeiten für die Weitergabe realisiert.

- Die Ausfallinformation ist Bestandteil des digitalen Kommunikationssignals. Dies wird zurzeit nur bei digitalen Messumformern mit digitalem Ausgangssignal realisiert. Eine merkliche Nutzung kann erst bei Einführung eines Feldbusses erfolgen.
- Die Ausfallinformation ist Teil eines digital kodierten Informationsflusses bei kommunikationsfähigen Messumformern (Smart-Messumformer). Zur Erfassung aller Zusatzinformationen sind üblicherweise herstellereigene Handterminals nötig. A steht, sofern keine herstellereigene Kopplung mit einem PLS realisiert ist, nur über das Handterminal zur Verfügung.
- Die Ausfallinformation wird mit einem Binärsignal realisiert. die Nutzung der Ausfallinformation erfordert hierbei eine zusätzliche Signalleitung.
- Die Ausfallinformation ist als Stromsignal, jedoch außerhalb des 4-20 mA-Messsignalpegels realisiert. Üblicherweise haben unterschiedliche Geräte-Hersteller für die Ausfallinformation unterschiedliche Signalpegel festgelegt, so dass keine einheitliche Signalverarbeitung in Prozessleitsystemen möglich ist.

### Vereinheitlichung des Signalpegels bei Digitalen Messumformern

Zur Definition der zulässigen Strombereiche für das Ausfallsignal im Stromausgang eines Messumformers muss zunächst die für das Messsignal zur Verfügung stehende Ausgangsspanne präziser definiert werden.



Ingenieurwesen II	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)	Dipl.-Ing. (FH) M. Trier
Prozesstechnik (BP II)	Grundlagen Teil 1.4	01.09.2020

Für Justierzwecke bzw. um den Messbereichsüberlauf sicher zu erkennen, wird der für das Messsignal (**M**) zur Verfügung stehende Strombereich über das Einheitssignal von 4 und 20 mA hinaus auf die folgenden Grenzen erweitert:

$$3,8 \text{ mA} < c_M < 20,5 \text{ mA} \quad c_M = \text{Stromsignal für die Messinformation M}$$

Ausgangsströme von Messumformern außerhalb dieser Grenzen dürfen nicht mehr als Messsignal interpretiert werden.

Damit erhält man freie Strombereiche, die vom Ausfallsignal zugewiesen werden können. Ein nicht (mehr) vorhandenes Feldgerät, Leitungsbruch und Wegfall der Hilfsenergie ergibt für **A** immer ein Stromsignal von 0.

$$c_A = 0 \text{ mA} \quad c_A = \text{Stromsignal für die Ausfallinformation A}$$

Andere Störursachen, die gleichfalls zu einem Geräteausfall führen, bedingen jedoch nicht notwendigerweise den gleichen Signalausgang. Daher erscheint es sinnvoll für **A** Stromwerte ungleich Null zu wählen. Es verbietet sich ein unmittelbarer Anschluss an den Messbereichsanfang, da Signale immer fehlerbehaftet sind. Legt man als Signalabstand 0,2 mA fest, so gilt für die Ausfallinformation **B**:

$$c_A \leq 3,6 \text{ mA}$$

Der konkrete Signalstrom für **A** sollte außerdem noch um einen Sicherheitszuschlag vermindert werden, der vom üblichen Fehler des Feldgerätes entspricht. Für Gerätetypen bzw. -serien ist dieser Fehler vom Gerätehersteller zu ermitteln, so dass schließlich bei einem digitalen Messumformer die folgende Bedingung für  $c_A$  einzuhalten ist:

$$c_A \leq 3,6 \text{ mA} - \epsilon_{FD}$$

$\epsilon_{FD}$  = obere Grenze des Signalfehlers für ein Feldgerät (typ-, serienspezifisch) in mA.



Ingenieurwesen II	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)	Dipl.-Ing. (FH) M. Trier
Prozesstechnik (BP II)	Grundlagen Teil 1.4	01.09.2020

Bei Feldgeräten in 4-Leiter-Technik ist ein Ausfallsignalpegel  $CA \leq 3,6 \text{ mA}$  problemlos realisierbar und daher vorzuziehen.

Falls bei Feldgeräten in 2-Leiter-Technik Leistungsprobleme auftreten, wurde ein zweiter Bereich für das Ausfallsignal mit

$$CA \geq 21,0 \text{ mA}$$

festgelegt.

Ein Feldgerät muss mindestens einen dieser beiden Strombereiche für **A** besitzen. Wünschenswert und für manche Ausfallstrategien sogar notwendig, ist das Vorhandensein beider Strombereiche für **A**. Unabdingbar wird dann die wahlweise Einstellbarkeit.

### Signalerkennung bei Prozessleitsystemen

Leitsysteme müssen in den Analog-Eingangsbaugruppen das Ausfallsignal sicher erkennen können. Damit ist ein auswertbarer Strombereich von wenigstens 0 bis 22 mA nötig. Weiterhin ist ein vorkonfektionierter Softwareblock für die Auswertung nötig, der den Strom  $i$  sicher als Ausfallsignal **A** oder als Messsignal **M** interpretiert. Hierzu ist es nötig, auch im Leitsystem den Strombereich der Messinformation **M** neu festzulegen. Wie beim Feldgerät gilt:

$$3,8 \text{ mA} < C_M < 20,5 \text{ mA}$$

Auch bei Leitsystemen sind Fehler in der Signalerkennung nicht zu vermeiden; 0,2 mA erscheinen auch hier für den Signalabstand ausreichend. Damit lassen sich wiederum die Strombereichsgrenzen für die Ausfallsignalerkennung im Leitsystem definieren:

$$0 \leq C_A \leq 3,6 \text{ mA} \quad \text{für den unteren Strombereich und}$$

$$C_A \geq 21 \text{ mA} \quad \text{für den oberen Strombereich.}$$



Ingenieurwesen II	<b>Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)</b>	Dipl.-Ing. (FH) M. Trier
Prozesstechnik (BP II)	<b>Grundlagen Teil 1.4</b>	01.09.2020

Der größere Signalabstand von 0,5 mA am Messbereichsende erleichtert die Signaldiskriminierung und ist gerätetechnisch einfacher zu realisieren. Stromwerte zwischen 3,6 und 3,8 mA sowie zwischen 20,5 und 21 mA können aufgrund der gemachten Festlegungen im System „Digitaler Messumformer/Prozessleitsystem“ nicht vorkommen. Treten sie dennoch auf, so ist deren Interpretation als Messsignal in einer Prozessführung mit Geräteausfallstrategien weniger schädlich als eine fälschliche Zuordnung zu B. Wie schon eingangs erwähnt, gelte diese Festlegungen nicht nur für Prozessleitsysteme, sondern für alle informationsweiterverarbeitenden Systeme.

### Dynamik der Signalerkennung

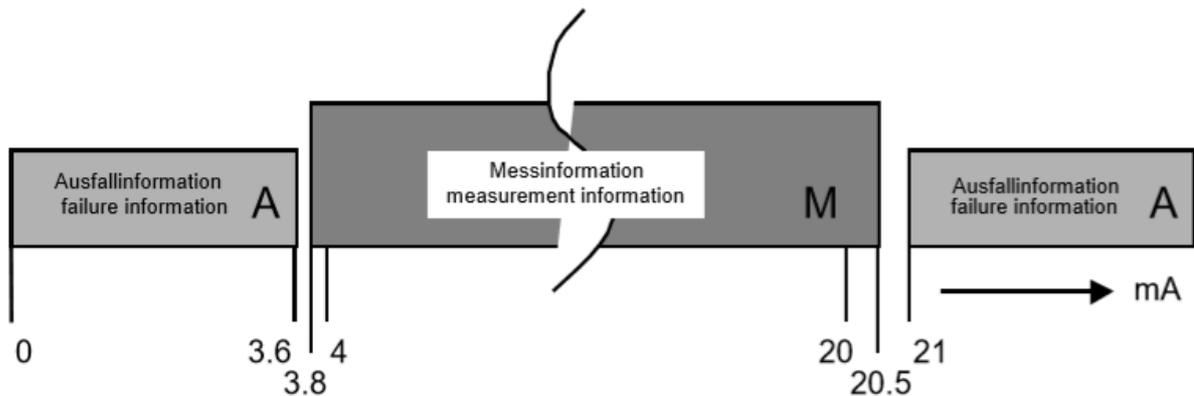
Auch kurzzeitige Einbrüche/Übersteuerungen im Einheitsstromsignal könnten fälschlicherweise als Ausfallsignal interpretiert werden. Daher ist es wichtig, auch Aussagen hinsichtlich der Dynamik der Signalerkennung für A festzulegen.

Im PLS soll das Ausfallsignal erst dann als solches erkannt werden, wenn es mindestens 4 Sekunden und mindestens 2 Signalabtastzyklen angestanden ist.

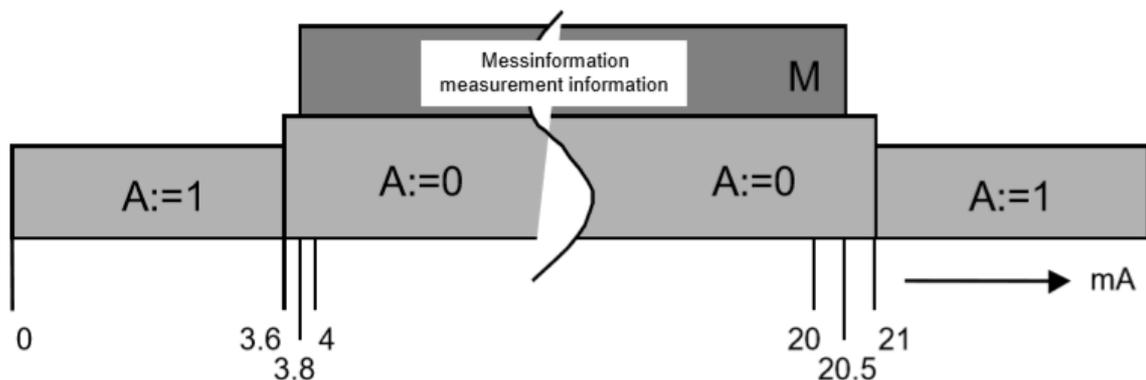
Eine zusammenfassende Darstellung für die Strombereiche der Mess- und der Ausfallinformation liefert die folgende grafische Darstellung.



Ingenieurwesen II	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)	Dipl.-Ing. (FH) M. Trier
Prozesstechnik (BP II)	Grundlagen Teil 1.4	01.09.2020



Strombereiche für die Signalpegel von Digitalen Messumformern

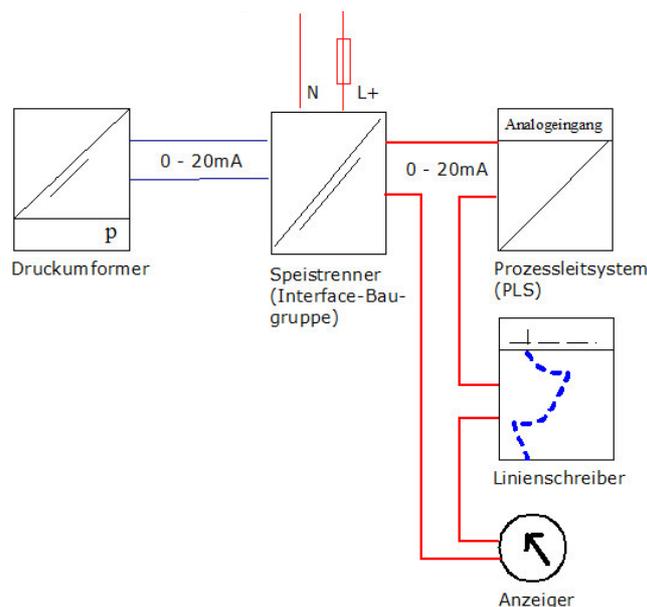


Strombereiche für die Signalerkennung bei Prozessleitsystemen

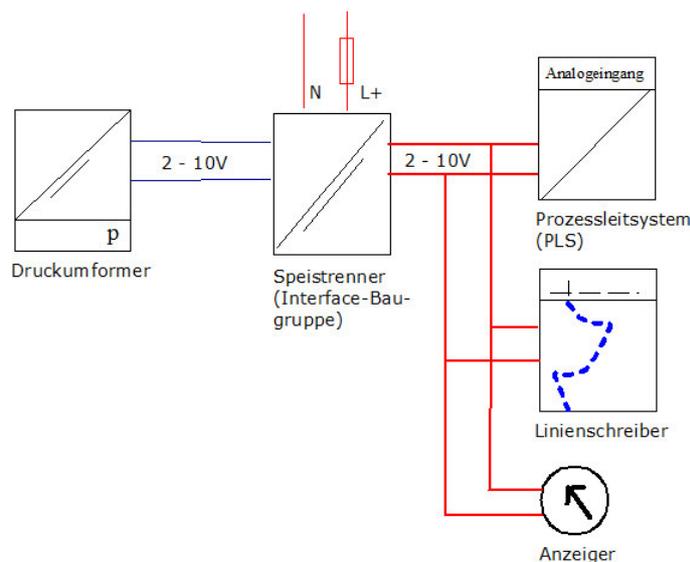


### 1.4.3 Bürdenwiderstand

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 Widerstandsangabe.

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!



Ingenieurwesen II	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)	Dipl.-Ing. (FH) M. Trier
Prozesstechnik (BP II)	<b>Grundlagen Teil 1.4</b>	01.09.2020

### *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.



Ingenieurwesen II	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)	Dipl.-Ing. (FH) M. Trier
Prozesstechnik (BP II)	Grundlagen Teil 1.4	01.09.2020

#### 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:

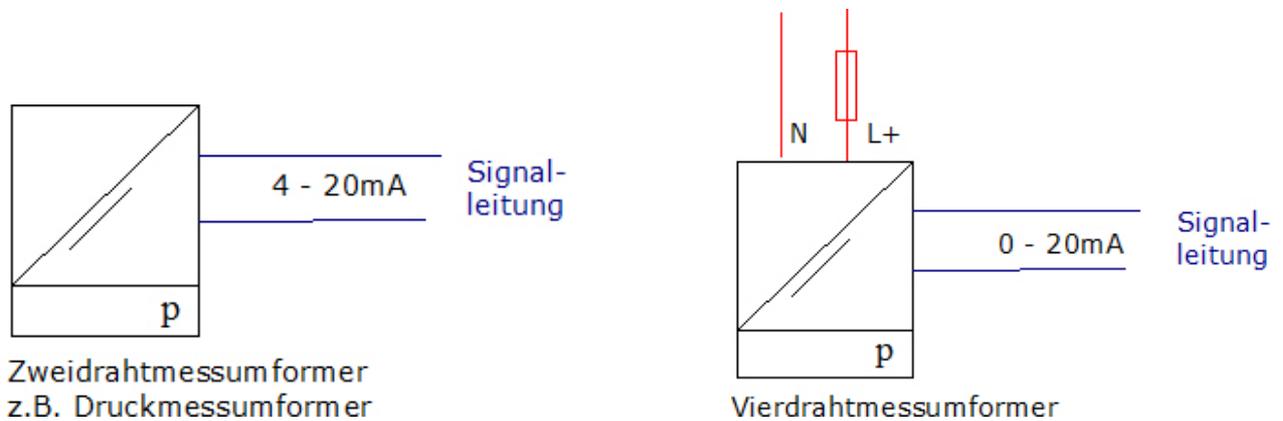
- Für die Kombination von Messen, Steuern, Regeln und Warnen wird nur ein Fühler benötigt, da die Signalleitungen zu den Übertragungsgliedern nach dem Messumformer verzweigt werden können.
- Da der Messumformer zugleich als Signalverstärker wirkt, kann der Verstärkungsaufwand in den nachgeschalteten Reglern, Steuergeräten und Alarmanrichtungen entsprechend kleiner gewählt werden,
- Summen und Differenzen verschiedener Meßgrößen 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 Geräte für den gleichen normierten Ausgangsstrom der Meßumformer 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.

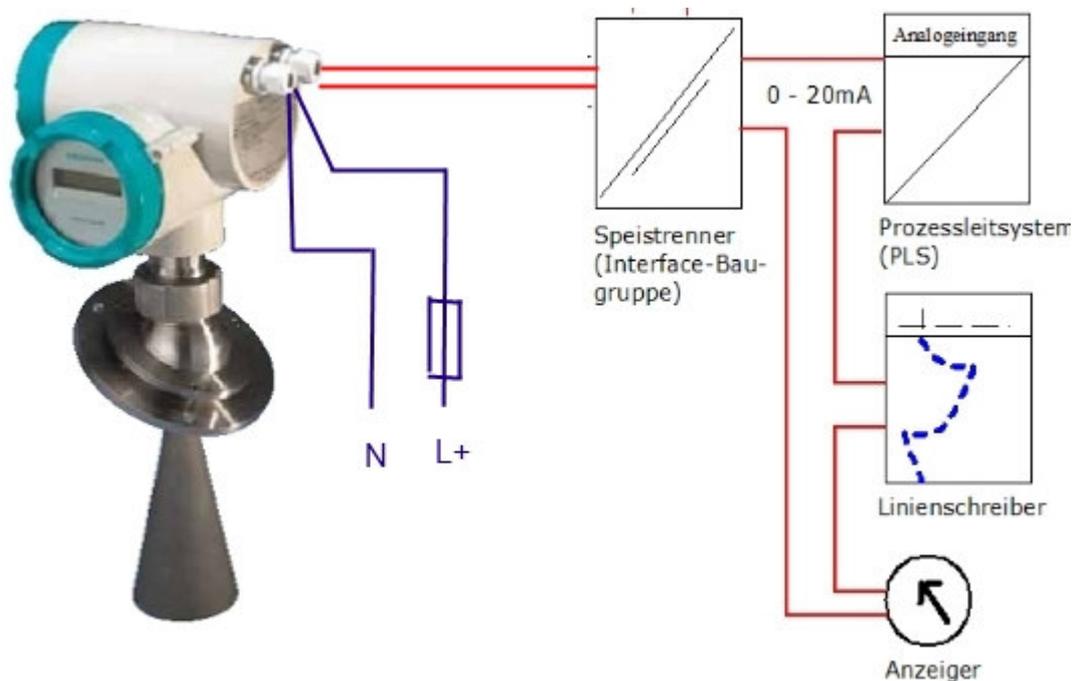


Ingenieurwesen II	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)	Dipl.-Ing. (FH) M. Trier
Prozesstechnik (BP II)	Grundlagen Teil 1.4	01.09.2020

### 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  $< 4\text{mA}$  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.





Ingenieurwesen II	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)	Dipl.-Ing. (FH) M. Trier
Prozesstechnik (BP II)	Grundlagen Teil 1.4	01.09.2020

## Vorteile - Attraktive Zweileitertechnik

### Attraktives Ex-ia Zweileiter-Gerätekonzept senkt die Kosten



Das attraktive Ex-ia Zweileiter-Gerätekonzept ermöglicht hohe Betriebssicherheit durch Eigensicherheit und senkt die Kosten bei Installation und Integration.

Bei der Neuinstallation von Durchflussmessstellen zum Beispiel reduzieren sich die Kosten um 600 – 1000 Euro pro Messstelle im Vergleich zu bisherigen Vierleiter-Instrumentierung. Diese Einsparung entsteht gegenüber herkömmlicher Vierleiter-Instrumentierung durch den Wegfall

- der zusätzlichen Versorgungsleitung,
- der Leitungsschutzschalter
- und sonstiger Komponenten wie Ex-Trenner usw.

**Das einheitliche Ex-ia Konzept senkt die Kosten und ermöglicht höchste Sicherheit im Anlagenbetrieb.**

Endress+Hauser

## Erweiterung des Ex-ia Zweileiter-Geräteportfolios

### Sichere Sensortechnologien für Durchfluss, Füllstand, Druck, Temperatur und Analyse



### Erweitert durch das neue Zweileiter - Gerätekonzept für Durchfluss und Füllstand

Eigensicherheit bietet attraktive Vorteile:

- Durchgängiges Ex-ia Konzept mit zweifacher Fehlersicherheit
- Kostengünstige und qualitativ hochwertiger Explosionsschutz
- Zeitsparende Betriebsprüfungen nach BetrSichV
- Einfache und sichere Wartung / Instandhaltung / Instandsetzung / Geräte austausch während des Betriebs ohne Feuerschein möglich
- Flexibler Einsatz mit globalen Zertifikaten
- Sichere Instandhaltung und kostengünstige Ersatzteillagerhaltung

Endress+Hauser



Ingenieurwesen II	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)	Dipl.-Ing. (FH) M. Trier
Prozesstechnik (BP II)	Grundlagen Teil 1.4	01.09.2020

## Promass 200 – Zweileiter Coriolis Durchflussmessung



- Nennweiten: DN 8...50 (80)
- Prozesstemperatur: -40...+200°C
- Prozessdruck: bis PN 100
- Messabweichung 0,1% v.MW
- Messrohre: Edelstahl, Alloy C22

### Attraktive Zweileiter-Technik

- Einfache Integration
- Geringe Installationskosten
- Einfache Inbetriebnahme
- Nutzung der vorhandenen Infrastruktur und Installationspraxis
- Eigensicherheit

### Vierleiterperformance!

- Breitbandig einsetzbar für alle Gase und Flüssigkeiten

### Erfüllung der Industrieanforderungen

- NAMUR-Einbaulängen (NE 132)
- Diagnose nach NE 107
- Interoperabilität nach NE 105

**Bewährte Coriolis Durchflussmessung in effizienter Zweileiter-Technik erfüllt alle Anforderungen der chemischen Industrie – erhöht die Sicherheit und senkt die Kosten!**

Endress+Hauser 



Ingenieurwesen II	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)	Dipl.-Ing. (FH) M. Trier
Prozesstechnik (BP II)	<b>Grundlagen Teil 1.4</b>	01.09.2020

### 1.4.5 Messumformertypen, Einsatzgebiete

(engl. Transmitter)

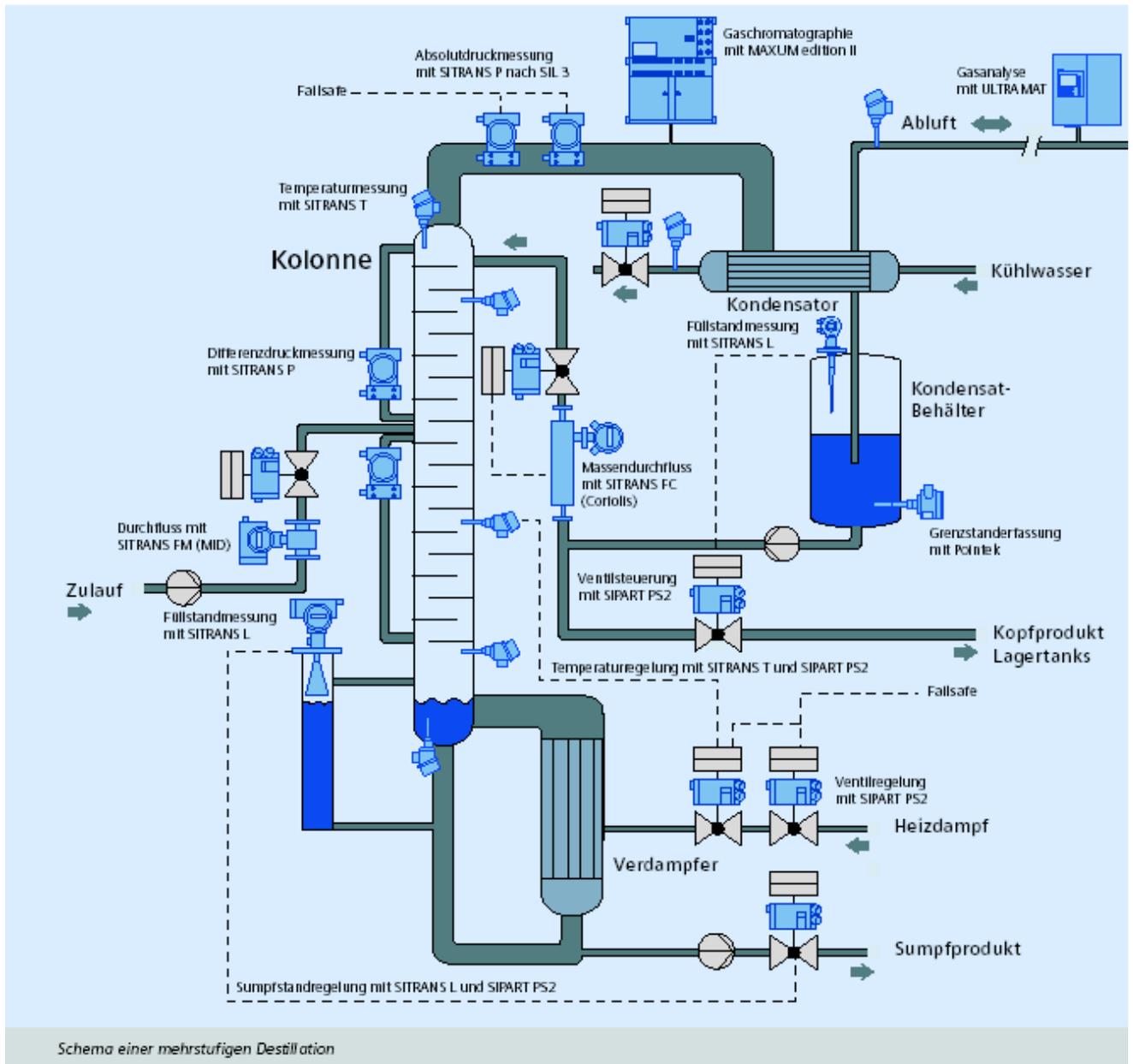
Typ	zur Erfassung der physikalischen Größe
Druckmessumformer	Druck (Differenz, absolut, relativ)
Temperaturmessumformer	Temperatur
Niveaumessumformer	Volumen, Füllstand
Durchflussmessumformer	Menge, Masse
Frequenzmessumformer	Frequenz
Leistungsmessumformer	Elektrische Leistung (Blind, Wirk, Schein)
O <sub>2</sub> -Messumformer	Sauerstoffgehalt
pH-Messumformer	„Wasserstoffgewicht“ (pondus Hydrogenii)
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.	





Ingenieurwesen II	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)	Dipl.-Ing. (FH) M. Trier
Prozesstechnik (BP II)	Grundlagen Teil 1.4	01.09.2020

Beispiel einer mehrstufigen Destillation:





Ingenieurwesen II	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)	Dipl.-Ing. (FH) M. Trier
Prozesstechnik (BP II)	Grundlagen Teil 1.4	01.09.2020

### *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)



Ingenieurwesen II	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)	Dipl.-Ing. (FH) M. Trier
Prozesstechnik (BP II)	<b>Grundlagen Teil 1.4</b>	01.09.2020

- 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.



Ingenieurwesen II	<b>Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)</b>	Dipl.-Ing. (FH) M. Trier
Prozesstechnik (BP II)	<b>Grundlagen Teil 1.4</b>	01.09.2020

### 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



Ingenieurwesen II	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)	Dipl.-Ing. (FH) M. Trier
Prozesstechnik (BP II)	Grundlagen Teil 1.4	01.09.2020

### 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



Ingenieurwesen II	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)	Dipl.-Ing. (FH) M. Trier
Prozesstechnik (BP II)	Grundlagen Teil 1.4	01.09.2020



Bild oben links: Ablagerungen an der Membran eines Druckmessumformers mit vorgelagerter Membran (Tubus).

Bild oben rechts: Ablagerungen in einer Durchflussmeseinrichtung

Bild unten links: Ablagerungen auf einer Hornantenne einer Radarniveaumessung

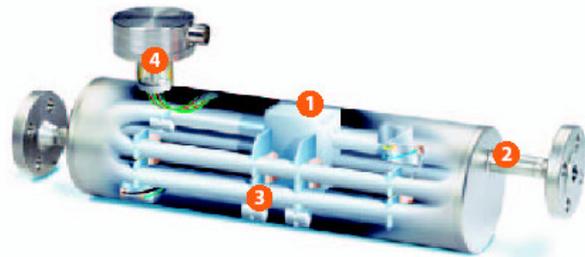
Bild unten rechts: Ablagerungen an einer Stimmgabelsonde



Ingenieurwesen II	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)	Dipl.-Ing. (FH) M. Trier
Prozesstechnik (BP II)	Grundlagen Teil 1.4	01.09.2020

### 1.4.8 Messumformertypen

#### 1.4.8.1 Durchflussmessumformer



Massedurchflussmessumformer MDM

Magnetisch, induktiver Durchflussmess-  
Umformer MID

Druckmessumformer



Druck

Über- / Unterdruck- bzw. Differenzdruck



Ingenieurwesen II	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)	Dipl.-Ing. (FH) M. Trier
Prozesstechnik (BP II)	Grundlagen Teil 1.4	01.09.2020

### 1.4.8.2 Füllstandsmessumformer (Niveaumessumformer)



Radarmessung



Lotsystem (Schüttgüter)

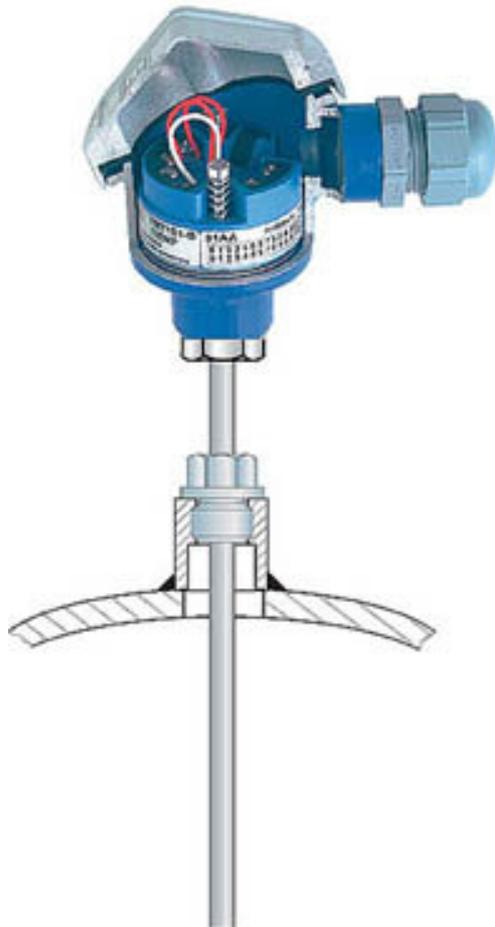


Grenzstandmessung



Ingenieurwesen II	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)	Dipl.-Ing. (FH) M. Trier
Prozesstechnik (BP II)	Grundlagen Teil 1.4	01.09.2020

### 1.4.8.3 Temperaturmessumformer



Kopftransmitter



Wth, Thermoelement



Ingenieurwesen II	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)	Dipl.-Ing. (FH) M. Trier
Prozesstechnik (BP II)	Grundlagen Teil 1.4	01.09.2020

#### 1.4.8.4 Analysenmessumformer



Sauerstoffgehalt



Leitfähigkeit



pH-Wert



feuchte



Ingenieurwesen II	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)	Dipl.-Ing. (FH) M. Trier
Prozesstechnik (BP II)	Grundlagen Teil 1.4	01.09.2020

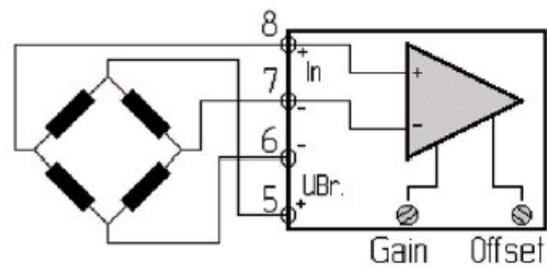
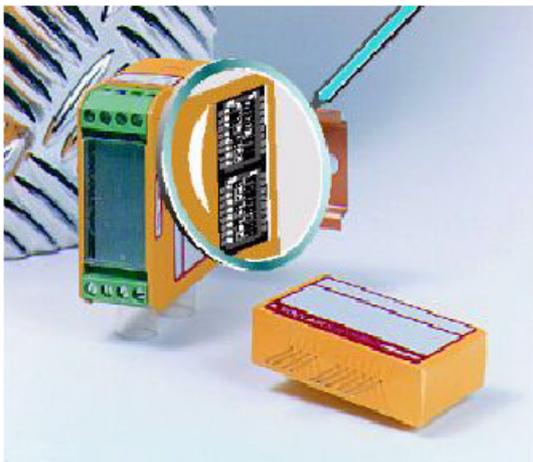
### 1.4.8.5 Messumformer für elektrische Größen



Leistungsfaktor, Phasenwinkel



Frequenz



Widerstandsmessbrücken



Ingenieurwesen II	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)	Dipl.-Ing. (FH) M. Trier
Prozesstechnik (BP II)	Grundlagen Teil 1.4	01.09.2020

### *1.4.9 Selbstüberwachung und Diagnose von Feldgeräten*



Die Diagnose von Apparaten und Feldgeräten nimmt einen immer größeren Raum in der Instandhaltung ein. Mit dieser Empfehlung legt die NAMUR die Vorstellungen der Anwender zur Darstellung der Diagnoseresultate unter Verwendung von Statussignalen sowie die Vorstellungen zur weiteren Entwicklungsmöglichkeiten der Diagnose in Feldgeräten vor.

#### **Gewünschter Nutzen von Selbstüberwachung**

Mit Hilfe von Selbstüberwachung können Feldgeräte Informationen über ihren Zustand liefern. Sie dient primär dazu, den Messwert des Sensors und die Funktionsfähigkeit des Aktors zu plausibilisieren und negative Einflüsse auf die Produktqualität oder gar Anlagenstillstände durch Ausfall von Feldinstrumentierung zu vermeiden. Wenn die Bestimmung des Abnutzungsvorrats eines Gerätes möglich ist, kann diese Information sinnvoll bei der Planung von Anlagenabstellungen verwendet werden. Darüber hinaus ist es möglich, Teile der Instandhaltung von der geplanten (nach einer festgelegten (Nutzungs-) Zeit durchzuführenden) in die zustandsorientierte (die Überwachung der Arbeitsweise nutzende) Instandhaltung zu verschieben.

#### **Arten der Diagnose von Feldgeräten**

Bei der Diagnose von Fehlfunktionen, die in Feldgeräten auftreten können, ist prinzipiell zu unterscheiden zwischen:

- Diagnose im Gerät selbst mit Hilfe der Selbstüberwachung: nur diese ist Gegenstand der vorliegenden Empfehlung.
- Diagnose des Feldgeräts unter Zuhilfenahme von Informationen anderer Feldgeräte, der übergreifenden Überwachung.



Ingenieurwesen II	<b>Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)</b>	Dipl.-Ing. (FH) M. Trier
Prozesstechnik (BP II)	<b>Grundlagen Teil 1.4</b>	01.09.2020

Diese ist nicht Gegenstand dieser Empfehlung. Beispiele für die Selbstüberwachung sind eine Selbstüberprüfung der Elektronik oder die Feststellung der Stromstärke durch die Spulen eines MID. Die übergreifende Überwachung erkennt beispielsweise die konstante Minimal-Füllstandanzeige infolge undichter Schwimmer- oder Verdrängerkörper als nicht plausibel, da andere Feldgeräte einen Netto-Zu- oder Abfluss melden.

### Fehlerquellen

Fehler können beispielsweise auftreten:

- in der Elektronik • am Sensor- oder Aktorelement
- an mechanischen Bauteilen • beim Einbau • bei der Inbetriebnahme
- bei der Wartung
- durch Nichteinhalten der spezifizierten Betriebsbedingungen
- beim Prozessanschluss
- bei der Hilfsenergie

Der Anwender kann Hinweise erhalten zum Ende eines Nutzungsvorrates.

Es ist zu berücksichtigen, dass es keine einheitliche Nomenklatur bei der Fehlerbezeichnung gibt. Angaben zu Fehlerquellen und -häufigkeiten finden sich in [4]. Es ist anzumerken, dass die Selbstüberwachung prinzipiell nicht alle möglichen Fehler detektieren kann. Viele unterschiedliche Fehler können zu denselben Auswirkungen im Messsignal führen, so dass zwar eine Fehlererkennung vorstellbar ist, eine eindeutige Diagnose hingegen nicht. Beispielsweise kann sich die Ansprechzeit eines Berührungsthermometers aufgrund unterschiedlichster Fehler am Schutzrohr ändern.



Ingenieurwesen II	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)	Dipl.-Ing. (FH) M. Trier
Prozesstechnik (BP II)	<b>Grundlagen Teil 1.4</b>	01.09.2020

### Überblick über die Selbstüberwachung von Feldgeräten

In der Literatur werden verschiedene Möglichkeiten der Selbstüberwachung aufgeführt [7]. Diese können unterteilt werden, wie in Tabelle 1 dargestellt ist. Gleichzeitig werden Vor- und Nachteile der entsprechenden Verfahren sowie Beispiele genannt.

Tabelle 1 Vor- und Nachteile verschiedener Überwachungsmethoden

Nr.	Überwachungsmethode	Vor- und Nachteile	Beispiel
1	Test der Signalverarbeitung	einfache Methode, gängiges Verfahren, aber Sensorelement ist nicht einbezogen	Prüfung der Verbindung zwischen A/D-Wandler und Mikroprozessor durch Schreiben und Rücklesen
2	Umschalten auf Referenz der Messgröße	Sensorelement ist einbezogen, aber Unterbrechung der Messung nur in Spezialfällen möglich	Referenzimpuls wird bei radiometrischer Standmessung auf Szintillator gegeben [4]
3	Überlagerung eines Referenzsignals	Sensorelement ist einbezogen, keine Funktionsunterbrechung	zusätzliches Auflegen eines Referenzgewichtes bei Wägung
4	Verwendung eines Testsignals, Variation interner Größen	Aktor bzw. Sensorelement ist meist einbezogen, oft aber Funktionsunterbrechung	periodische Reduktion des Feldstroms beim MID und Aufnahme der resultierenden, mittleren Abweichung $\Delta Q$ des Messwertes, die unter einem Grenzwert bleiben [5] Aufnahme von Sprungantworten bei kurzzeitigen kleinen Ventilhuben z. B. zur Erkennung von Reibung [6]
5	Simulation einer Referenzgröße	einfach, aber nur auf Kompensationsverfahren anwendbar	Drucksensor mit Kraftkompensation wird mit Testsignal beaufschlagt [12]
6	Zusätzliche redundante Sensoren im Feldgerät	viele Überwachungsmöglichkeiten, gerade bei diversitären Sensoren	Kombination von Schwimmer und geführter Mikrowelle [7]
7	Zusätzliche nicht-redundante Sensoren im Feldgerät	keine Funktionsunterbrechung, Fehler lokalisierbar, aber nur spezielle Fehler erkennbar, zusätzliche Sensoren bringen neue Fehlermöglichkeiten	Bei dem kapazitiven Einkammer-Differenzdruckaufnehmer können die Kapazitäten in einen analytischen Temperaturwert umgerechnet werden. Ein zusätzlicher Sensor misst die Temperatur. Der Vergleich beider Werte erkennt Membranzerstörung [8]
8	Überwachung interner Größen	keine Funktionsunterbrechung, häufige Anwendung	Strom zwischen Elektrode und Bezugspotenzial wird bei der kapazitiven Standmessung auf ohmschen Anteil geprüft; gibt Hinweis auf leitfähige Anhaftungen [9]
9a	Vor- und Erfahrungswissen über das Messsignal	keine Funktionsunterbrechung, einfach, häufige Anwendung	Überwachung der Varianz des Messsignals, bedingt durch die Taumelbewegung bei Schwebekörper-Durchflussmessern zur Blockade-Erkennung [10]
9b	Beobachtung des Betriebsverhaltens	keine Prozessbeeinflussung, Diagnosetiefe fraglich	Überwachung von Regelabweichung, Anstiegszeit und Überschwingen



Ingenieurwesen II	<b>Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)</b>	Dipl.-Ing. (FH) M. Trier
Prozesstechnik (BP II)	<b>Grundlagen Teil 1.4</b>	01.09.2020

## Darstellung

### Allgemeines

Die Darstellung der NAMUR-Statussignale soll, je nach Einsatzfall, nach den folgenden Darstellungsarten vorgenommen werden.

### Grafische Darstellung der Statussignale

Im Feldgerätebedienfeld, PLS-Fließbild, PLS-Faceplate, Engineering-Konsole, Feldgerätemanagement (EDDL, FDT/DTM, FDI), AMS-Tool ist die Darstellung nach Tabelle 4 zu wählen.

Tabelle 4 Grafische Darstellung der Statussignale

Statussignal/ Status signal	Farben/ Colours	Formen/ Forms	Farben und Formen/ Colours and forms
Ausfall/ Failure	 oder/ or	 oder/ or	
Funktionskontrolle/ Check function	 oder/ or	 oder/ or	
Außerhalb der Spezifikation/ out of specification	 oder/ or	 oder/ or	
Wartungsbedarf/ Maintenance required	 oder/ or	 oder/ or	

Soll die Aktivierung der Diagnosefunktion dargestellt werden, so geschieht das mit der Symbolik nach Tabelle 5.



Ingenieurwesen II	<b>Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)</b>	Dipl.-Ing. (FH) M. Trier
Prozesstechnik (BP II)	<b>Grundlagen Teil 1.4</b>	01.09.2020

Tabelle 5 Symbolik zur Darstellung der Aktivierung der Diagnosefunktion

Diagnosestatus/ Diagnose status	Farben/ Colours	Formen/ Forms	Farben und Formen/ Colours and forms
Diagnose aktiv/ Diagnosis active	oder/ or	oder/ or	
Diagnose passiv/ Diagnosis passive	oder/ or	oder/ or	

In der freien Grafik (z.B: Prozessfließbild des PLS) soll der Zustand einer Messstelle erkennbar sein. Auf die Darstellung von detaillierten Diagnoseinformationen sollte dabei verzichtet werden. Ungültige Werte (z. B. infolge ausgefallener Aktualisierung) sind zu kennzeichnen, z. B. durch Anzeige von „??“, „xxx“ oder „\*\*\*“.

Statussignale liefern Aussagen über den Zustand und die Verlässlichkeit des Gerätes. Folgende Signale sind festgelegt:

<b>C</b>		<b>Function check</b> <b>Funktionskontrolle</b>	Am Feldgerät wird gearbeitet, das Ausgangssignal ist daher vorübergehend ungültig (z. B. eingefroren). *1
<b>M</b>		<b>Maintenance required</b> <b>Wartungsbedarf</b>	Das Ausgangssignal ist zwar noch gültig, aber der Abnutzungsvorrat wird demnächst erschöpft oder aufgrund von Einsatzbedingungen eine Funktion in Kürze eingeschränkt sein, z. B. Alterung der pH-Elektrode. *1
<b>F</b>		<b>Failure</b> <b>Ausfall</b>	Aufgrund einer Funktionsstörung im Feldgerät oder an seiner Peripherie ist das Ausgangssignal ungültig. *1
<b>S</b>		<b>Out of specification</b> <b>Außerhalb der Spezifikation</b>	Vom Gerät durch Selbstüberwachung ermittelte Abweichungen von den zulässigen Umgebungs- oder Prozessbedingungen oder Störungen im Gerät selbst weisen darauf hin, dass die Messunsicherheit bei Sensoren oder Sollwertabweichung bei Aktoren wahrscheinlich größer ist als unter Betriebsbedingungen zu erwarten. *1
*1 Quelle: Namur NE 107			<b>Endress+Hauser</b>



Ingenieurwesen II	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)	Dipl.-Ing. (FH) M. Trier
Prozesstechnik (BP II)	<b>Grundlagen Teil 1.4</b>	01.09.2020

### Allgemeine Fehler und Fehlerzustände von Feldgeräten

<p><b>Fehler in der Elektronik</b> Fehler im Anregungsteil des Sensorelements Fehler in der Auswerteelektronik Fehler in der internen Energieversorgung</p> <p><b>Fehler am Sensor- oder Aktorelement</b> Fehler im Sensorelement Fehler im Aktorelement</p> <p><b>Einbau- / Inbetriebnahmefehler Installation</b> Einbaufehler (z. B. Totraum) Parametrierfehler Signalweg unterbrochen oder kurzgeschlossen Bürde zu hoch verpoltter Anschluss der Hilfsenergie maximale Leitungslänge überschritten</p> <p><b>Fehler infolge Prozesseinfluss</b> Korrosion / Abrasion an medienberührenden Teilen Verschmutzung des Sensorelements fehlendes oder unzureichendes Hilfsmedium Nutzungsvorrat erschöpft durch Betrieb Nutzungsvorrat erschöpft durch Verschleiß Fehler in der Peripherie</p>	<p><b>Fehler durch Nichteinhalten der spezifizierten Betriebsbedingungen</b> unzulässig hohe elektromagnetische Störung unzulässige Mediumtemperatur unzulässige Umgebungstemperatur unzulässige Vibration oder Stoßbelastung unzulässiger Bereich der Hilfsenergien fehlendes oder unzulässiges Hilfsmedium unzulässige Temperaturschockbelastung</p> <p><b>Sonstige Fehler</b> unzulässige Messabweichung (z. B. aus interner Referenz) Feuchtigkeit im Elektronikraum Messstoff im Elektronikraum mechanische Beschädigung Kommunikation gestört (z. B. Wiederholrate zu hoch) Fremdstoff im Elektronikraum</p>
---	--

Quelle: Namur NE 107

Endress+Hauser

### Darstellung der Statussignale mit LED

Die Darstellung der Status Signale mit LED erfolgt gemäß Tabelle 6. Die Signalisierung sollte eindeutig sein und auch ohne Handbuch verständlich. So sind z.B. unterschiedliche Blinkfrequenzen oder Helligkeitsstufen zu vermeiden. Für Ein- und Ausgangssignalisierung gelten sinngemäß die gleichen Vorgaben wie für das Gerät.

Es muss berücksichtigt werden, dass insbesondere bei Ex i Geräten der Stromverbrauch kritisch ist und daher eine Reduzierung der LEDs wünschenswert ist, auch verschiedene Spannungsebenen für verschiedenfarbige LEDs können den Schaltungsaufwand erhöhen. Daher werden verschiedene Statussignale nach Tabelle 6 am Gerät mit einer Farbe dargestellt.



Ingenieurwesen II	<b>Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)</b>	Dipl.-Ing. (FH) M. Trier
Prozesstechnik (BP II)	<b>Grundlagen Teil 1.4</b>	01.09.2020

Der Wartungsbedarf wird grün blinkend dargestellt, die Messwerte, Signale sind gültig. Alternativ kann auch eine blaue LED zur Anzeige verwendet werden.

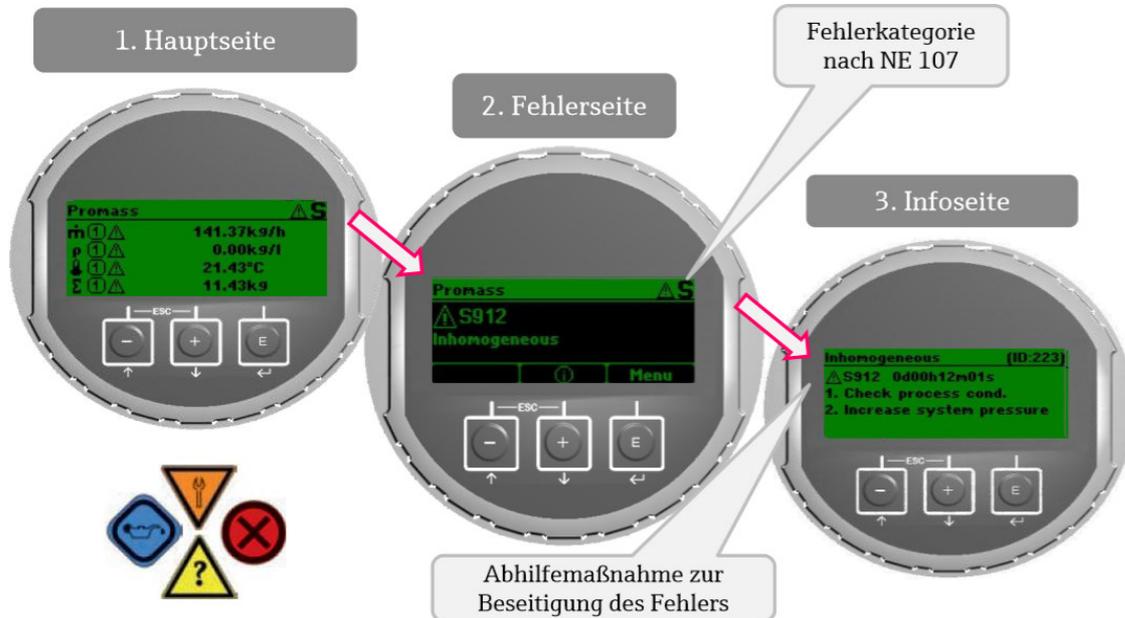
Bei den Statusanzeigen „Außerhalb der Spezifikation“ sowie „Funktionskontrolle“ ist ein Eingriff des Wartungspersonals nötig oder bereits im Gange, so dass eine weitere Unterscheidung am Gerät nicht nötig ist. In beiden Fällen ist das Signal möglicherweise ungültig. Daher werden die beiden Statussignale am Gerät mit der rot blinkenden LED zusammengefasst. Der Status „Ausfall“ wird durch eine rote LED angezeigt.

Tabelle 6 Darstellung der Statussignale mit LED

Status Signal/Status signal	LED	LED alternative/alternatively
Ausfall/ Failure	<b>rot/red</b>	
Funktionskontrolle/Check function	<b>rot blinkend/ red blinking</b>	
Außerhalb der Spezifikation/out of specification	<b>rot blinkend/ red blinking</b>	
Wartungsbedarf/Maintenance required	<b>grün blinkend/ green blinking</b>	<b>blau/blue</b>
Power <sup>a</sup> (Versorgung und Betrieb/supply and operation)	<b>grün/green</b>	
Schaltkontakt <sup>a</sup> /Switching contact <sup>a</sup>	<b>gelb/yellow</b>	
<sup>a</sup> kein Status Signal, nur zusätzliche Geräteinformation für Geräte mit binärem Ausgang/ no status signal, additional device information for devices with binary output		



### Diagnose / Fehlermeldungen gemäß NE 107



Endress+Hauser

### Eintrag in Diagnose- und Ereignislogbuch

#### Aktuelle Diagnoseereignisse mit Diagnoseinformationen

🔍 / ..Diagnoseliste
Diagnose 1
⊗ F273 Hauptelektronik
Diagnose 2
Diagnose 3

Symbol	Bedeutung
⊗	<b>Alarm.</b> Messung wird unterbrochen. Ausgabe nimmt definierte Fehlerzustände ein. Hintergrundbeleuchtung wechselt auf rot. Diagnosemeldung wird generiert.
⚠	<b>Warnung.</b> Messung wird fortgesetzt. Ausgabe wird nicht beeinflusst. Diagnosemeldung wird generiert.

#### Historie aufgetretener Ereignisse in chronologischer Reihenfolge

🔍 / ..Ereignisliste	⊗ F
I1091 Konfig. geändert	
I1157 Speicher.Ereig.	
🕒 0d01h19m10s	
F311 Elektr.fehler	

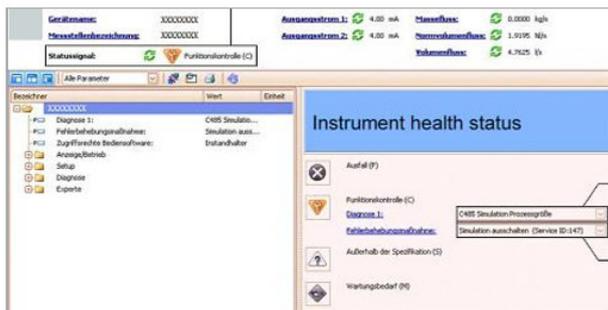
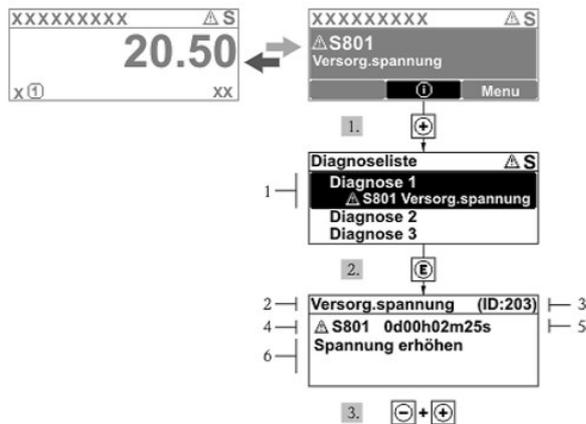
Symbol	Bedeutung
🕒	Ereignis beginnt.
🕒	Ereignis endet.

Endress+Hauser



Ingenieurwesen II	Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR)	Dipl.-Ing. (FH) M. Trier
Prozesstechnik (BP II)	Grundlagen Teil 1.4	01.09.2020

### Einheitliche Darstellung im Display und Bedientool



- Abhilfemaßnahmen sind bei Diagnoseereignissen direkt verfügbar
- Fehleranalyse und Behebungsmaßnahmen sind ohne zusätzliche Dokumentation direkt abrufbar
- Alle Diagnosemeldungen sind nach NE 107 kategorisiert
- Im Ereignislogbuch werden alle Meldungen mit Zeitstempelung aufgezeichnet und unverlierbar gespeichert
- Die Darstellung ist einheitlich für Gerätedisplay und Bediensoftware (Bsp.: Fieldcare)

Endress+Hauser

