



GESTRA

# *GESTRA*

## *Sonderdruck*

### *Leitfähigkeitsmesssysteme für Dampfkessel und Kondensatkreisläufe*

- *Der Weg von der absoluten Messung zum BUS-fähigen temperatur-, verschmutzungs- und polaritätskompensierten 4-Elektrodenmessverfahren mit TÜV-Zulassung gem. VdTÜV Merkblatt Wasserüberwachungseinrichtung 100*

## SPECTORbus – Ein System erfüllt alle Anforderungen!

Die GESTRA AG bietet mit dem busfähigen Vier-Elektroden-Leitfähigkeitssystem der SPECTOR-Familie bereits die vierte Generation sicherheitstechnischer Ausrüstungskomponenten an.

### Die Entwicklungsgeschichte:

Mit der Einführung der automatischen Absalzregelungen an Kesselanlagen bzw. der Leitfähigkeitsüberwachung in Heißwasser- und Kondensatkreisläufen wurden zunächst Systeme eingesetzt die die absolute Leitfähigkeit ausgewertet haben. Ein besonderer Nachteil für die Betreiber der Anlagen lag in der Qualität

der Messwertaussage, da der Einfluss der Temperatur auf die Leitfähigkeit (medienabhängig ca. 2-5 %/K steigend) in vollem Umfang das Messergebnis beeinträchtigt hat. Ständen z. B. in den Regelwerken Leitfähigkeitswerte von 10.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , so mussten die Geräte aufgrund des Temperatureinflusses auf 50.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  oder mehr eingestellt werden. Diese Tatsache führte immer wieder zu Interpretationsfehlern.

Mit der zunehmenden Modernisierung und Automatisierung von Kesselanlagen sowie der Entwicklung neuer Kesselanlagen stieg die Anforderung an die Präzision der Überwachungseinrichtungen. Die Regelwerke forderten, den Kesselkonstruktionen folgend, nicht nur immer geringere Leitfähigkeiten im Kesselwasser, sondern auch eine steigende Qualität bei den Messsystemen.

### Welche Entwicklungsschritte wurden genommen?

#### 1 Leitfähigkeitsmessungen ohne Temperaturkompensation

In den Anfängen der Leitfähigkeitsmessungen in Dampf- und Kondensatkreisläufen besann man sich auf das konduktive Messverfahren, wie es bei der Niveaumessung schon Einzug gehalten hatte.

Basis für die Messung bildet das Ohmsche Gesetz ( $R = U/I$ ).

Der Widerstand wird bei der konduktiven Messung durch die zu überwachende Flüssigkeit, den Abstand der Messflächen und die Messfläche bestimmt.

Im Gegensatz zur Niveaumessung ist der Einfluss der Fläche vollkommen unerwünscht, d. h. die Elektrode ist so zu gestalten, dass nur eine klar definierte Messfläche in das Messergebnis eingeht. Lösung: Die Elektrodenstäbe werden mit Ausnahme der gewünschten Messfläche (Zellkonstante) isoliert.

#### 2 Leitfähigkeitsmessung mit manueller Temperaturkompensation

Auf der Grundlage der gesammelten Betriebserfahrungen und mit dem Wunsch bessere Betriebsmesssysteme anbieten zu können, wurde der Schritt hin zu Systemen mit manueller Temperaturkompensation gemacht. Auch hier wurde weiterhin auf das bekannte Zwei-Elektroden-Messverfahren gesetzt. Mit der Einführung der manuellen Temperaturkompensation bestand jetzt jedoch der Vorteil, dass die Leitfähigkeit am Betriebspunkt der Kesselanlage auf 25 °C bezogen war. Eine Basis, auf der die Forderungen der Regelwerke beruhten. Der Kesselwärter war nunmehr in der Lage die gewünschte Leitfähigkeit, bezogen auf 25 °C einzustellen. Voraussetzung hierfür ist jedoch der ordnungsgemäße Abgleich des Temperatureinflusses auf das Messergebnis durch eine Vergleichsmessung mit einem Probenentnahmekühler (z. B. PK 45).

Ein Fortschritt der vom Markt sehr schnell aufgenommen und in zahllosen Kesselanlagen realisiert wurde und bis heute betrieben wird. Erweitert wurden die Geräte um einen Stromausgang 4-20 mA, der für eine Fernanzeige oder dem zusätzlichen Anschluss von Grenzwertmeldern (Min / Max) zur Überwachung des kompletten Regelkreises (Elektrode, Kabel, Absalzventil) der Absalzung und Leitfähigkeitsmessung genutzt wurde.

Mit der Weiterentwicklung der Kesselhausautomatisierung, den verschärften Anforderungen an die Kesselwasserqualität (Grenzwert nach EN-Regelwerk 6.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) und der Forderung nach optimierten Messsystemen wurden jedoch auch die Grenzen dieser Technik aufgezeigt. Die Fragen, die immer häufiger gestellt wurden waren, was passiert bei:

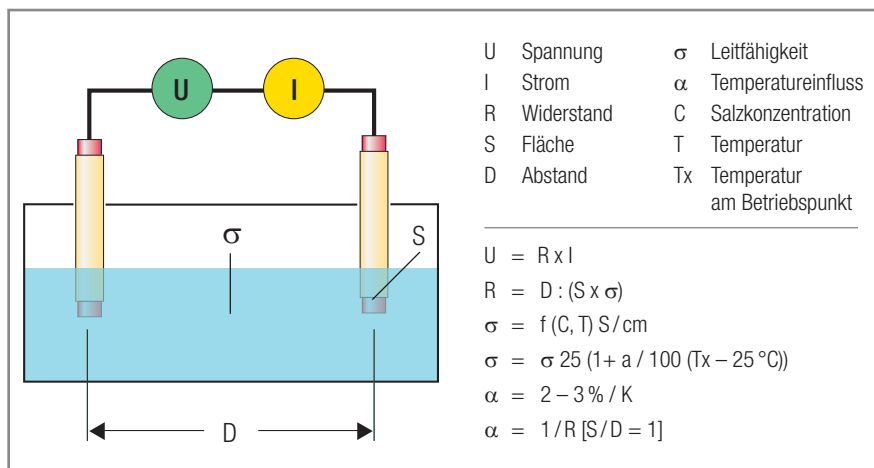
- ▶ Druck- und den damit einhergehenden Temperaturschwankungen
- ▶ Temperaturschwankungen in Kondensatleitungen
- ▶ Anlagen mit zeitweise reduziertem Betriebsdruck usw.

Fragen, die sich immer auf das Thema des Temperatureinflusses auf die Leitfähigkeitsmessung bezogen.



Absalzregler LRR 11 der ersten Generation ohne Temperaturkompensation.

Hier war nur eine sehr grobe Einstellung möglich, d.h. der Wahlschalter wurde solange von rechts nach links verändert bis die Meldelampe verlosch, dann 2 Stufen höher eingestellt, damit man noch Luft für die Eindickung des Kesselwassers hatte.



**3 Leitfähigkeitsmessung mit automatischer Temperaturkompensation**

Bei der Verfolgung des Zieles, immer das richtige Messsystem für Anforderungen unserer Kunden und den weiterentwickelten Regelwerksforderungen anbieten zu können, haben wir mit der Entwicklung der SPECTOR-Familie die parallel laufende Entwicklung des VdTÜV-Merkblattes WÜ 100 „Wasserüberwachungseinrichtungen“ berücksichtigt und in die Produkte einfließen lassen. Das Ergebnis sind Systeme die über einen in der Elektroden integrierten Temperaturfühler PT 1000 verfügen und somit die Temperatur fortlaufend erfassen und in das Ergebnis der Leitfähigkeitsmessung mit einbeziehen. So konnte sichergestellt werden, dass die angezeigten und ausgewerteten Leitfähigkeitswerte jederzeit, unabhängig von Temperaturschwankungen, auf der Basis von 25 °C beruhen. Bei den bisherigen Elektroden diente die Kessel-, Behälter- oder Rohrwandung als Referenzelektrode. Die neuen Elektroden verfügen mit dem integrierten Schutzrohr nunmehr über eine definierte Referenzelektrode, was zur weiteren Verbesserung der Messgenauigkeit führte. Diese Verbesserung war die Basis für die Beantragung der Bauteilprüfung für die Leitfähigkeitsmesssysteme der SPECTOR-Familie. Grundlage der Prüfung war der Entwurf des inzwischen veröffentlichten Regelwerkes VdTÜV-Merkblattes WÜ 100 \*) (Ausgabe 07/2006). Die Bauteilkennzeichen wurden bereits 2001 erteilt. Aus der Sicht vieler Sachverständiger war dieses eine der Grundlage für den 72h-Betrieb gem. TRD 604.

\*) Wasserüberwachungseinrichtung 100

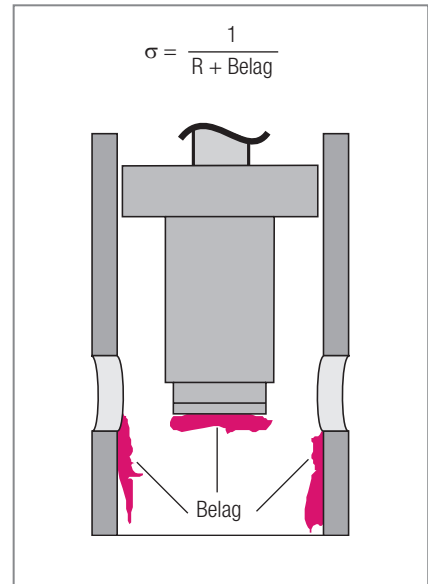
**4 SPECTOR, die Zukunft hat bereits begonnen**

Mit dem neuesten Produkt der SPECTOR-Familie setzte die GESTRA AG wieder neue Maßstäbe im Bereich der Kesselausrüstung und festigt hiermit ihre Position als Markt- und Technologieführer.

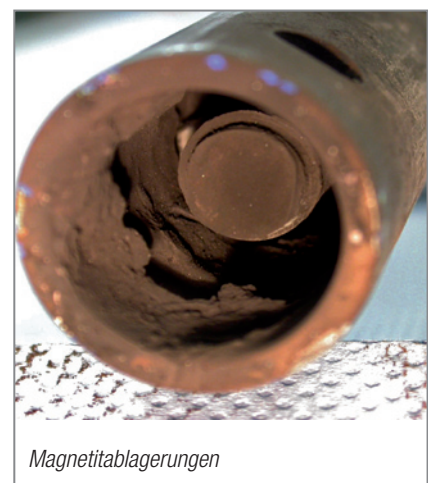
Bei der stetigen Begleitung unserer Produkte durch die Qualitätssicherung und unsere Labors wurde festgestellt, dass es immer wieder mal zu Beanstandungen der Messergebnisqualität der o. g. Systeme kam. Untersuchungen zeigten, dass, wie bereits in der Vergangenheit, die Qualität der Wasseraufbereitung bzw. der Umgang mit der Anlage und damit verbunden die Wasserqualität wesentliche Faktoren in Bezug auf die Qualität der Messung sind. Im Rahmen der Reklamation wurden Elektroden mit folgendem Aussehen beanstandet.

Betrachtet man im Zusammenhang mit dem nebenstehendem Bild noch einmal das Prinzip der konduktiven Messung, dann wird sehr schnell deutlich, dass durch die Beläge der Widerstand vergrößert, d. h. die Leitfähigkeit scheinbar verringert wird.

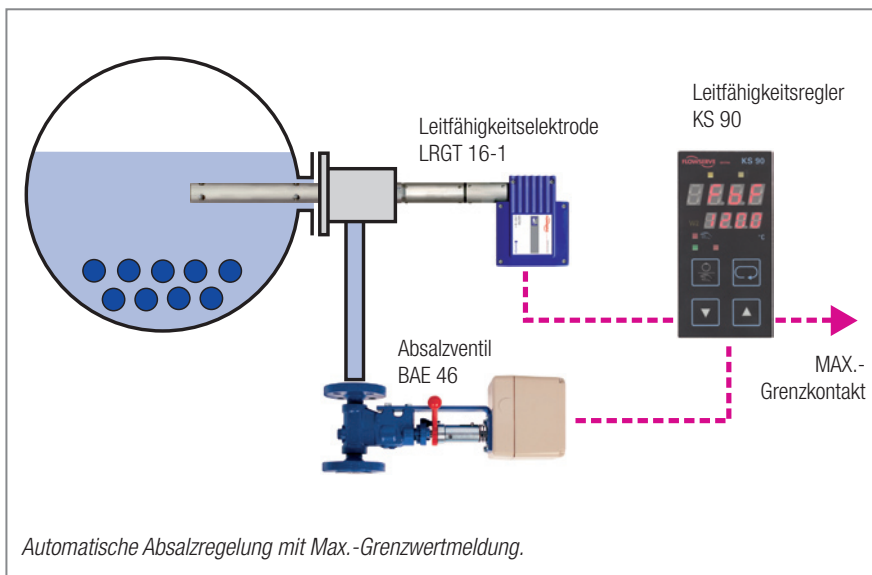
Diese Ergebnisse und unser Anspruch auf eine zuverlässige und genaue Messung zeigten uns auf, dass wir das Messsystem für den Leitfähigkeitsbereich ab 500 µS/cm, wie er z. B. in Industriedampferzeugern benötigt wird, noch weiter optimieren mussten.



Isolierender Phosphatbelag



Magnetitablagerungen



Automatische Absalzregelung mit Max.-Grenzwertmeldung.

Das Ergebnis unserer Konstruktions- und Entwicklungsabteilung ist das neue Vier-Elektroden-Messverfahren.

Die Leitfähigkeitsmeselektrode besteht bei diesem System aus zwei Strom- und zwei Spannungselektroden. Von den Stromelektroden wird in das Medium ein Messstrom ( $I_i$ ) mit einer festen Frequenz eingeleitet und es entsteht zwischen diesen Elektroden ① ein Potentialgefälle.

Dieses Potentialgefälle wird von den Spannungselektroden ② abgegriffen und als Messspannung  $U_U$  ausgewertet. Das Verhältnis von Strom und Spannung ist proportional zum Leitwert, evtl. Leitungswiderstände, Polarisierungseffekte oder Verschmutzung der Elektroden werden kompensiert.

Die elektrische Leitfähigkeit ändert sich zudem mit der Temperatur. Zum Bezug der Messwerte auf eine Referenztemperatur misst deshalb ein im Elektrodenteil integriertes Widerstandsthermometer PT 1000 die Medientemperatur.

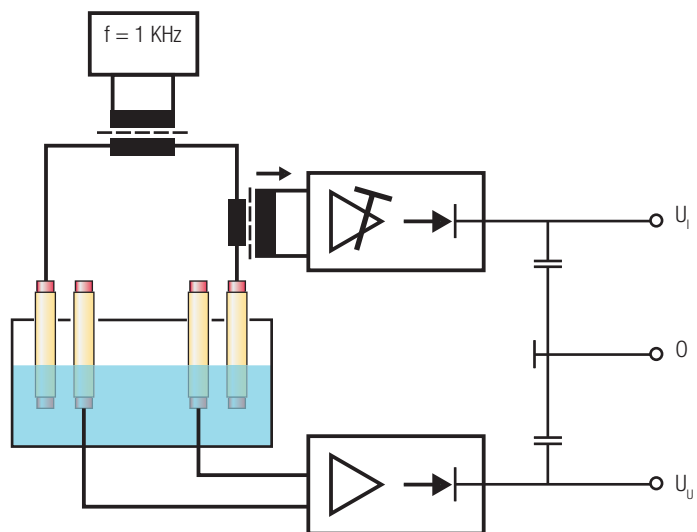
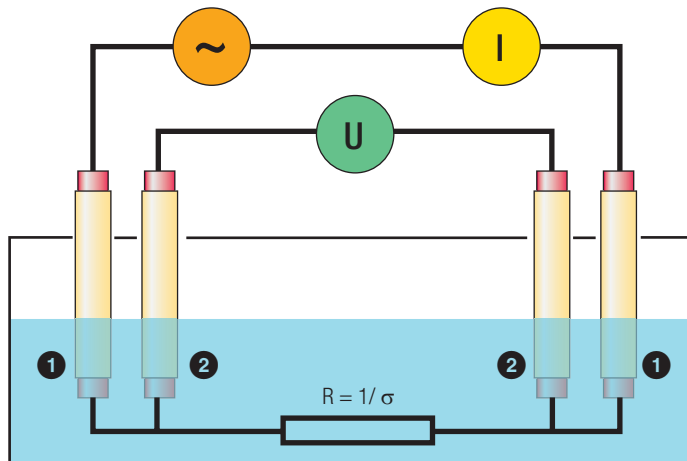
Aus den Messwerten  $U_U$  und  $I_i$  wird die elektrische Leitfähigkeit errechnet und abhängig vom eingestellten Temperaturkoeffizienten  $T_k$  linear auf die Referenztemperatur von 25 °C bezogen. Nach Umformung in ein Stromsignal proportional zur Leitfähigkeit steht für die externe Weiterverarbeitung ein Strom von 4-20 mA (LRGT 16-2) oder ein entsprechendes Signal auf der Busleitung (LRG 1x-41) zur Verfügung.

Die Leitungen zur Messelektrode und zum Widerstandsthermometer werden hinsichtlich Unterbrechung und Kurzschluss überwacht, außerdem ist der Elektronik-einsatz gegen zu hohe Temperaturen im Anschlussgehäuse abgesichert.

Das Vierelektrodenmesssystem wurde 2007, ebenfalls auf der Grundlage des VdTÜV-Merkblattes WÜ 100 \*) (Ausgabe 07/2006), in den Kombinationen SPECTORcompact (LRGT 1x-2\*\* / KS 90) bzw. SPECTORbus (LRG 1x-41\*\* / LRR 1-40) bauteilgeprüft.

In Verbindung mit den im Steuergerät enthaltenen Systemoptimierungen wie:

- ▶ Wahlmöglichkeiten der Temperaturkompensation zwischen Tk-Hand, Tk-Norm, Tk-Auto zur optimierten Anpassung an die Wasseraufbereitung
- ▶ 24h-Spülimpuls der Absalzleitung / -armatur



$$\text{Leitfähigkeit (25 °C)} = U_i / U_U \times MB / (1 + T_k / 100 \times T_{\text{Betr.}} - 25 \text{ °C})$$

- ▶ Integrierter Abschamm-Programmsteuerung mit Puls wiederholung
- ▶ Einstellbaren Wiederholungsfrequenz der Abschammimpulse
- ▶ Temperaturkompensierte Istwertanzeige
- ▶ Wahlmöglichkeit zwischen Dreipunkt-Steuerung (ZU / Betrieb / AUF) und Dreipunkt-Schritt-Regelung etc.

ergeben sich Messsysteme mit einem deutlich höheren Anspruch.

Bedingt durch die Dreipunktschrittregelung besteht die Möglichkeit den Istwert der Kesselwasserleitfähigkeit so nahe wie möglich an den Grenzwert der EN- / TRD-Regelwerke, bzw. den Vorgaben der Kesselhersteller heranzufahren. Ergebnis dieser Fahrweise ist eine Vergrößerung der sog. Eindickungszahl (Verhältnis Qualität des Speisewassers zum Kesselwasser) und damit verbunden eine Reduzierung der erforderlichen Absalzverluste.

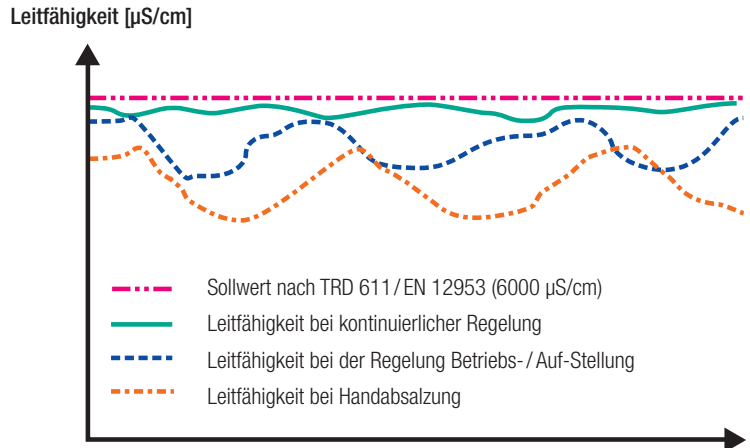
**Fortsetzung:**

**SPECTOR, die Zukunft hat bereits begonnen**

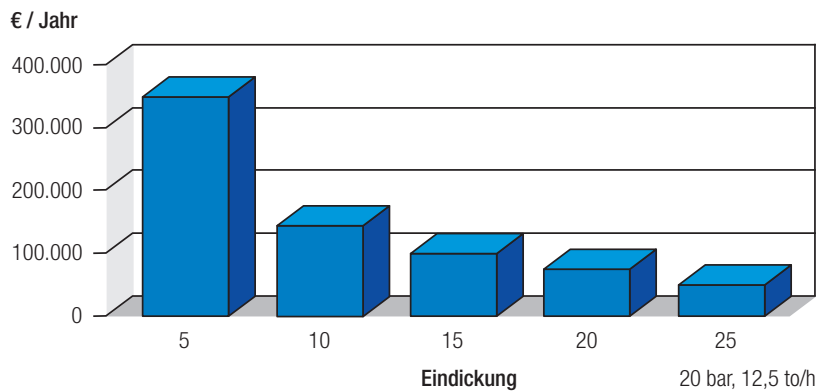
Verringerte Absalzverluste schonen bekanntlich den Geldbeutel, muss doch weniger Frischwasser über die Wasseraufbereitung erzeugt, im Entgaser bzw. im Kessel erhitzt und durch Kühlwasser vor dem Eintritt in das Kanalnetz gekühlt werden.

Mit dem Absalzventil BAE 46-40 bieten wir heute ergänzend zu der Messung eine Armatur an, bei der Stellantrieb EF 1-40 über ein CANopen-Interface verfügt, d.h. die Kommunikation, Ansteuerung und Rückmeldungen, wie z. B. Ventilstellung, Temperatur im Gehäuse, Blockiererkennung, Fehlermeldung usw., erfolgt direkt über den CANbus.

Nutzen Sie die Möglichkeiten der modernen, zuverlässigen Kesselsicherheitstechnik und geben Sie sich nicht mit weniger zufrieden.

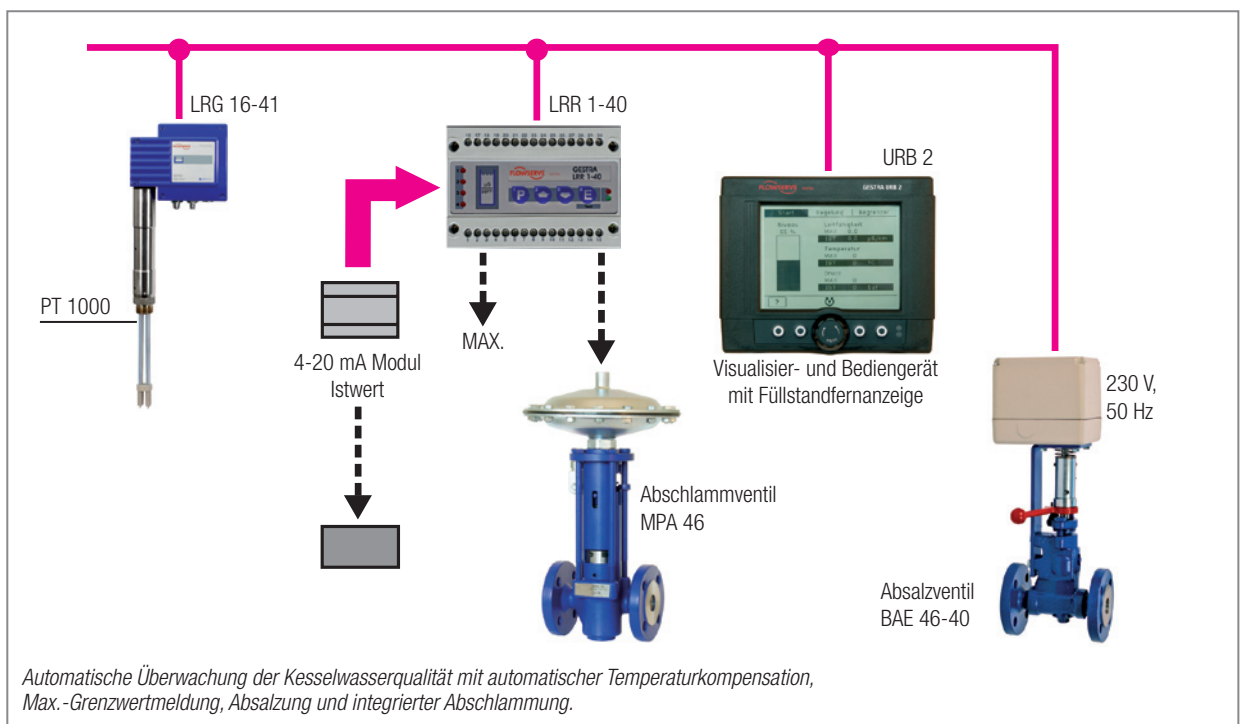


Energieverluste reduzieren durch optimale Absalzregelung



Energieverluste reduzieren durch Anhebung der Eindickungszahl.

**GESTRA – mit Energie in die Zukunft**



Automatische Überwachung der Kesselwasserqualität mit automatischer Temperaturkompensation, Max.-Grenzwertmeldung, Absalzung und integrierter Abschlammung.



## **GESTRA AG**

Münchener Straße 77, D-28215 Bremen  
Postfach 10 54 60, D-28054 Bremen  
Telefon +49 (0) 421-35 03-0  
Telefax +49 (0) 421-35 03-393  
E-Mail [gestra.ag@flowserve.com](mailto:gestra.ag@flowserve.com)  
Internet [www.gestra.de](http://www.gestra.de)

