

Kontinuierliche Prozessanalytik

- Standard Online – Messtechnik
- Temperatur, Leitfähigkeit, Trübung

Temperaturmessung

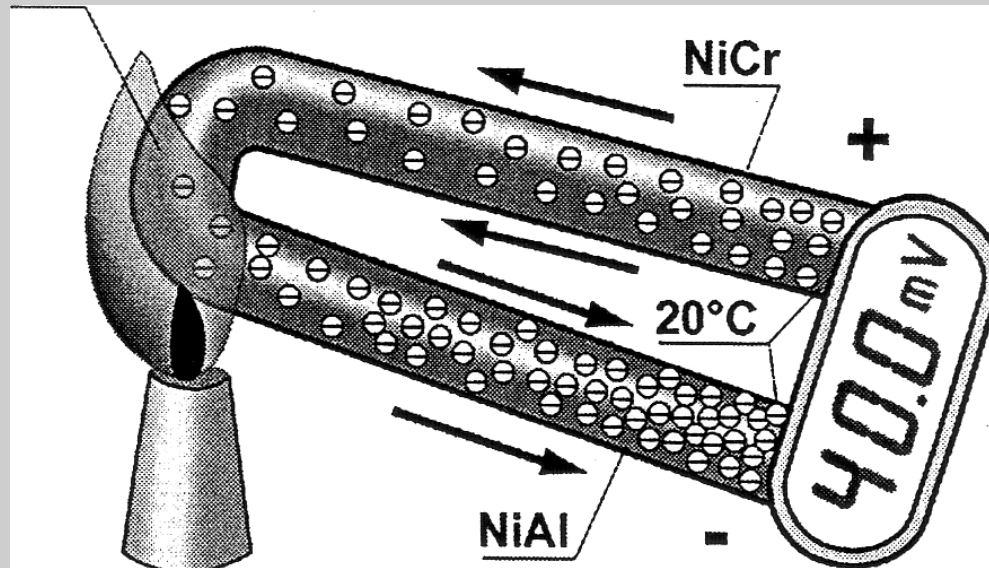
- Flüssigkeitsthermometer
- Bimetallthermometer
- Federthermometer
- Stabthermometer
- Elektrische Berührungsthermometer

Elektrische Berührungsthermometer

- Umwandlung der physikalischen Grösse Temperatur in ein proportionales Signal
 - Thermoelement (proportionale Gleichspannung)
 - Widerstandsthermometer (Bsp. Pt 100)

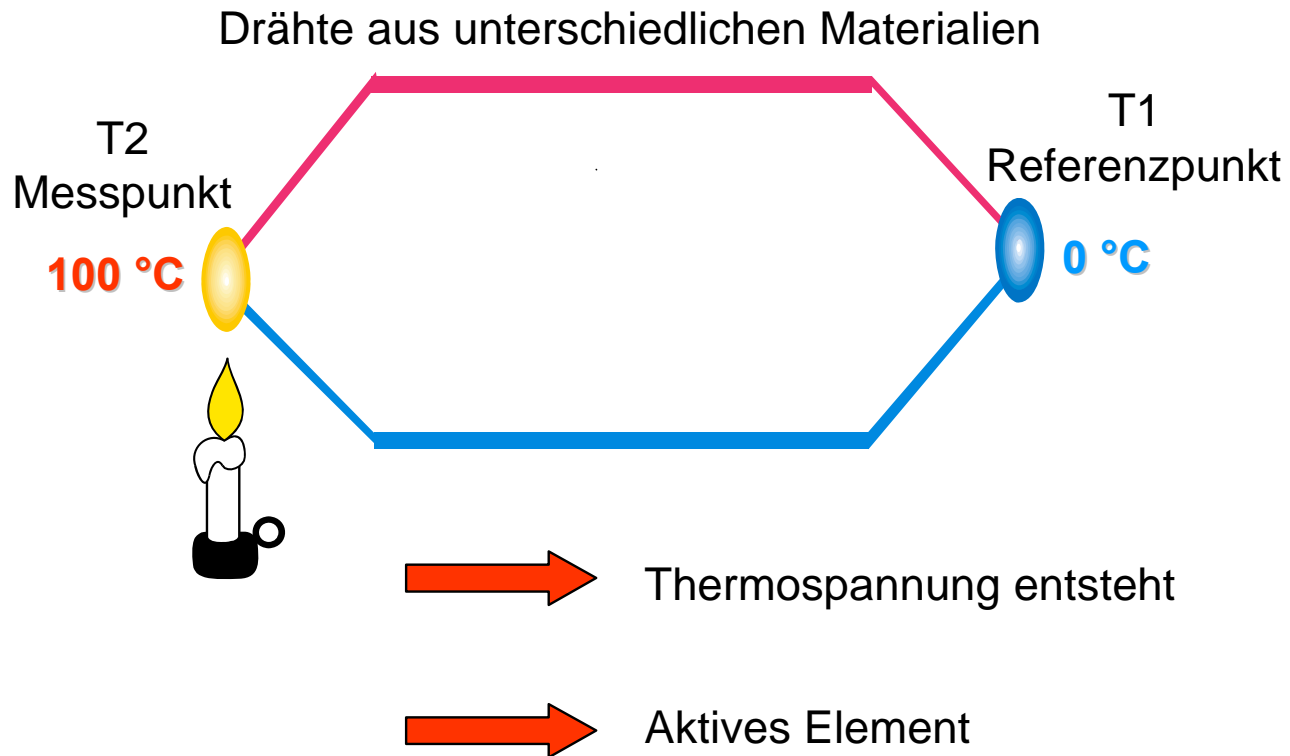
Thermoelement

- (Gleich)Spannungsdifferenz verschiedener Metalle proportional zur Temperaturdifferenz

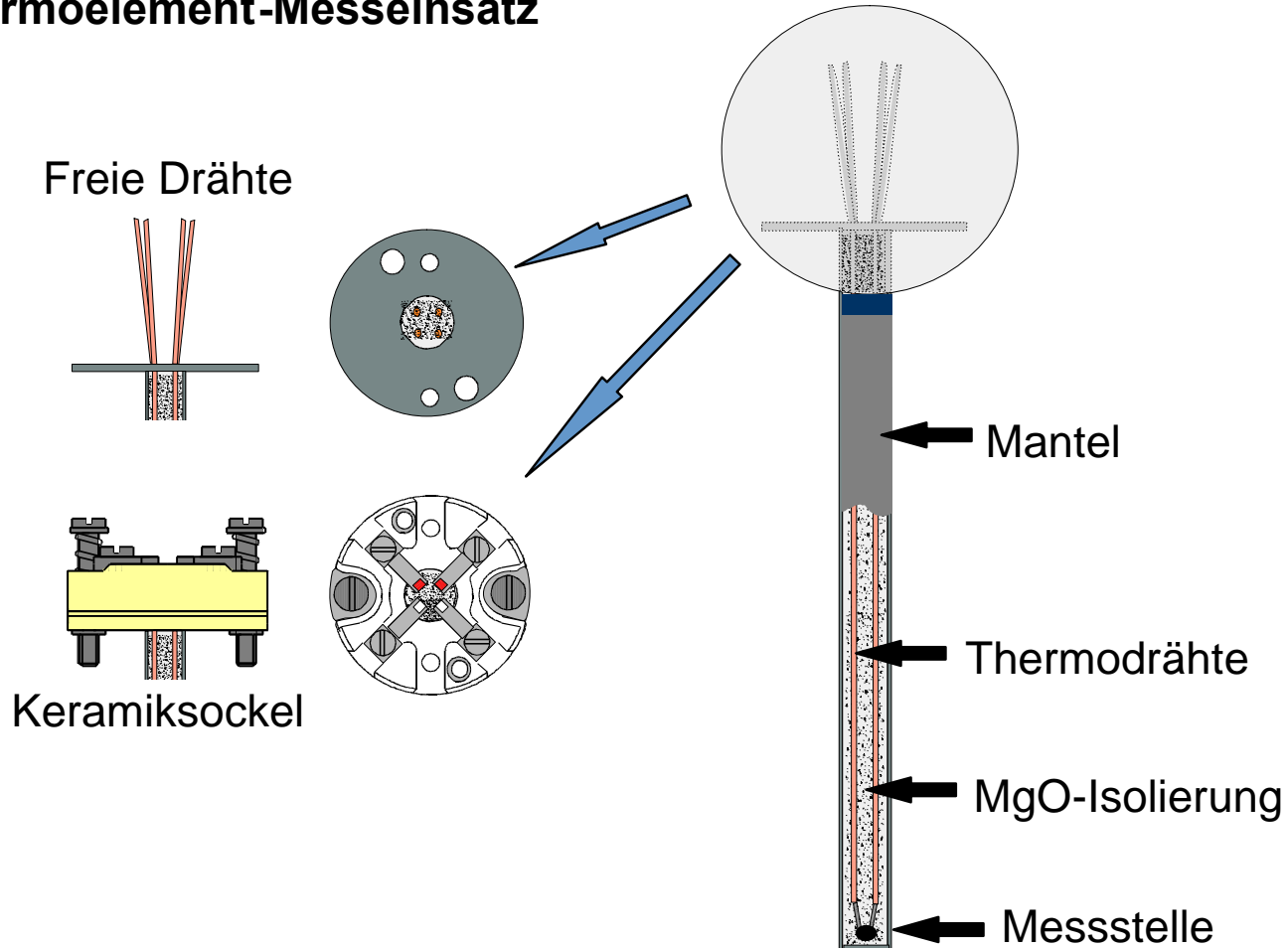


► Thermoelement

Physikalisches Messprinzip



► Aufbau Thermoelement-Messeinsatz



► Thermoelemente

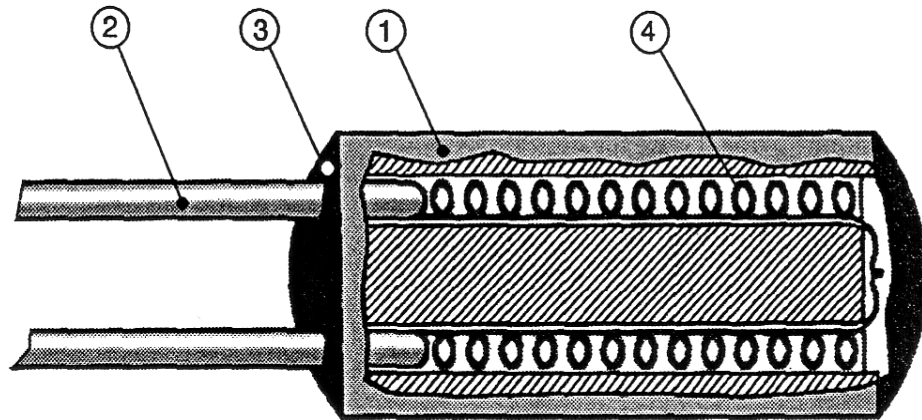
Wichtige Unterschiede



Typ	Metalle	T - Bereich / °C
J	Fe–CuNi	-40...+750
K	NiCr-Ni	-40...+1200
E	NiCr-CuNi	-40...+850
N	NiCrSi-NiSi	-40...+1200
T	Cu-CuNi	-40...+300

Widerstandsthermometer

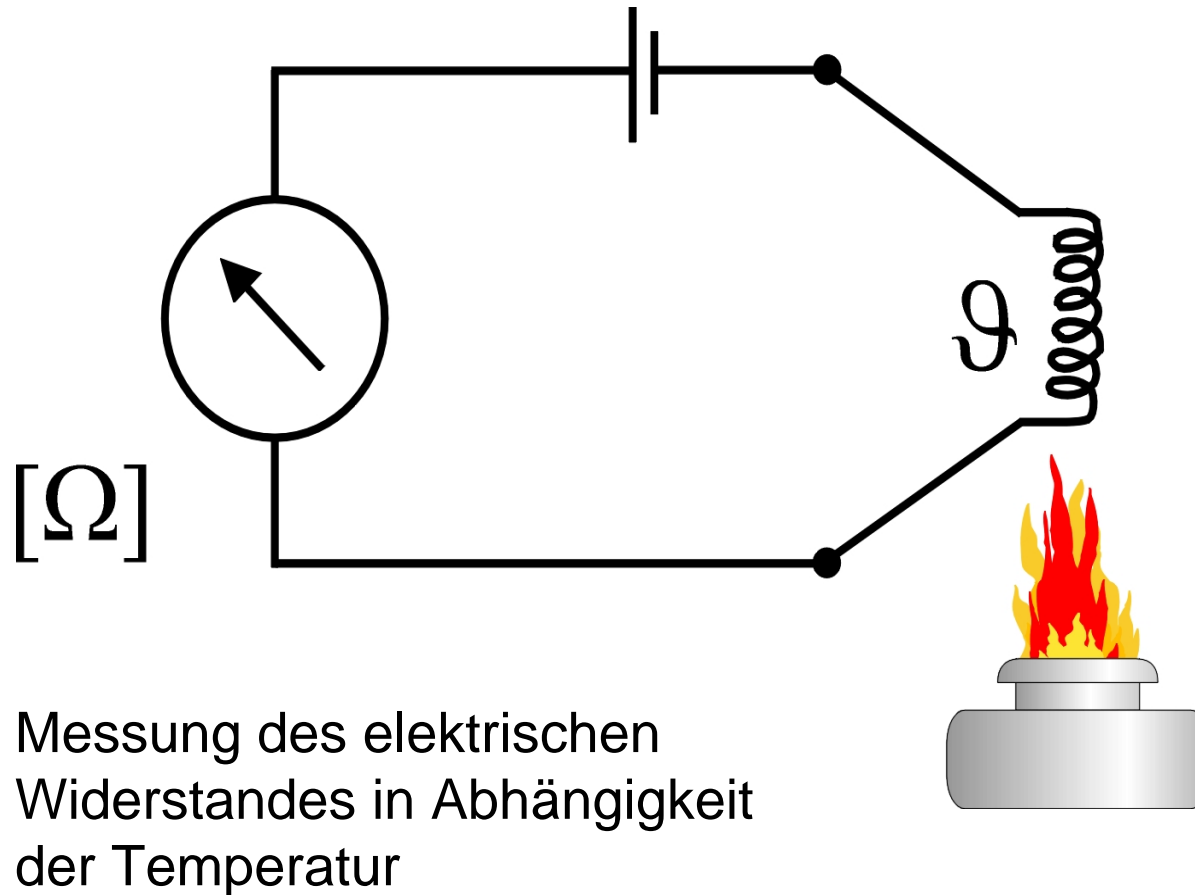
- Abhängigkeit des Widerstandes von der Temperatur



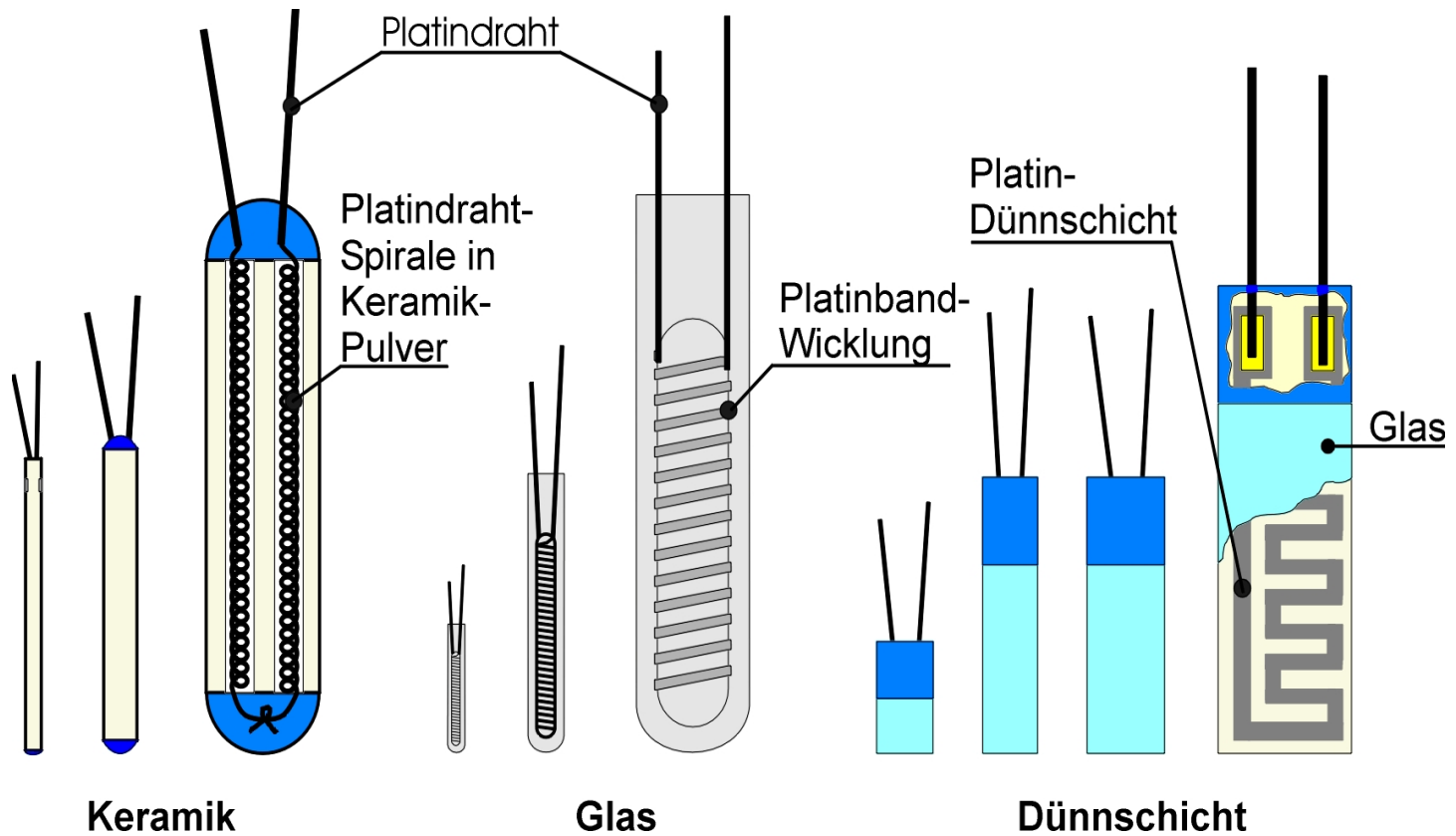
- ① Trägerkörper aus Al_2O_3 , ② Zuleitungen,
③ Befestigungsglasur, ④ Pt-Messwicklung

► Widerstandsthermometer

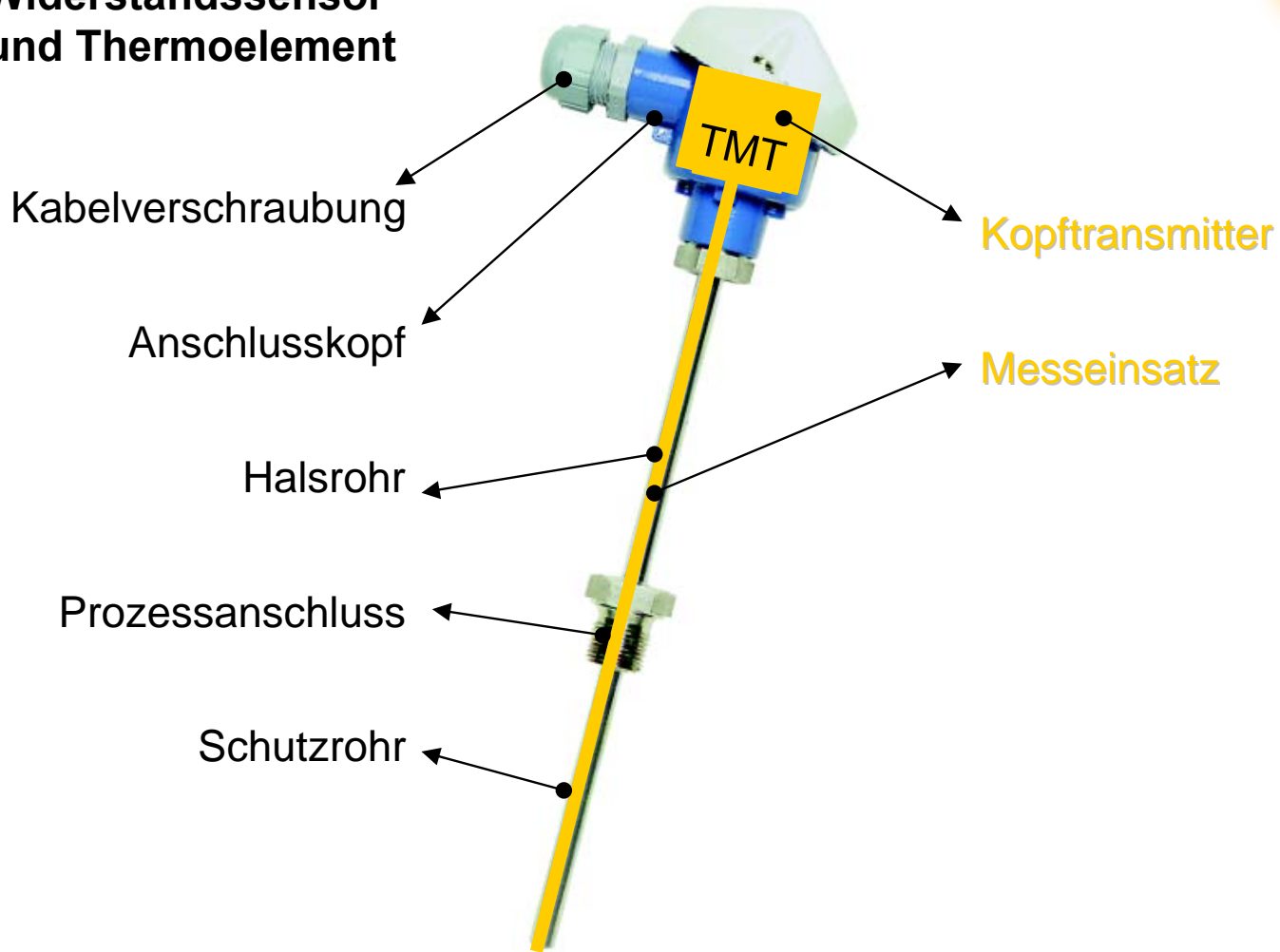
Physikalisches Messprinzip



► Widerstandssensor Platin-Messwiderstände



► Aufbaubeispiel für Widerstandssensor und Thermoelement



Leitfähigkeitsmessung

- Mass für die im Wasser gelösten Ionen
- Abhängig von der Temperatur
- Nur in Konzentrationen $< 10\%$ linear
 - Anwendung: Überwachung von Einleitern (Industriekontrolle) und der Fällmitteldosierung (Metallsalze)

► Dissoziationsbeispiele

Messen dissoziierter Stoffe in Flüssigkeiten (Elektrolyte)

Salz:



Dissoziation:

Säure:



Base:



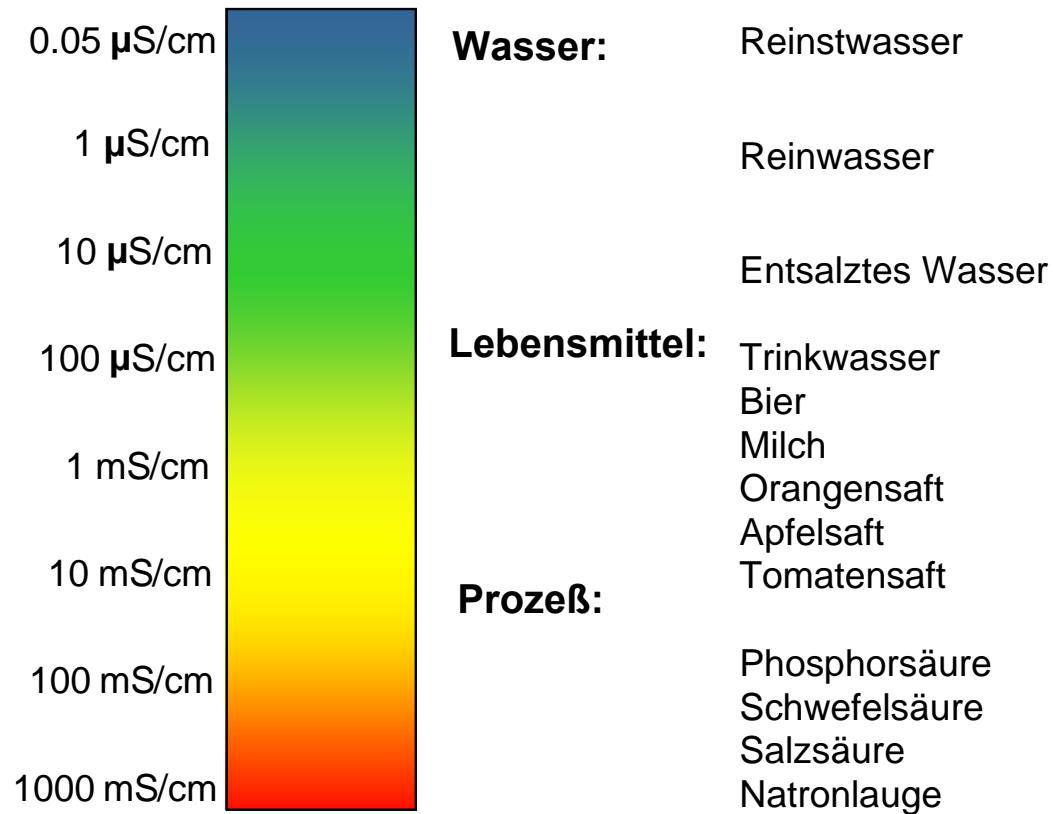
undissoziierte Stoffe:

zerfallen nicht in Ionen
(O₂, Chlor)

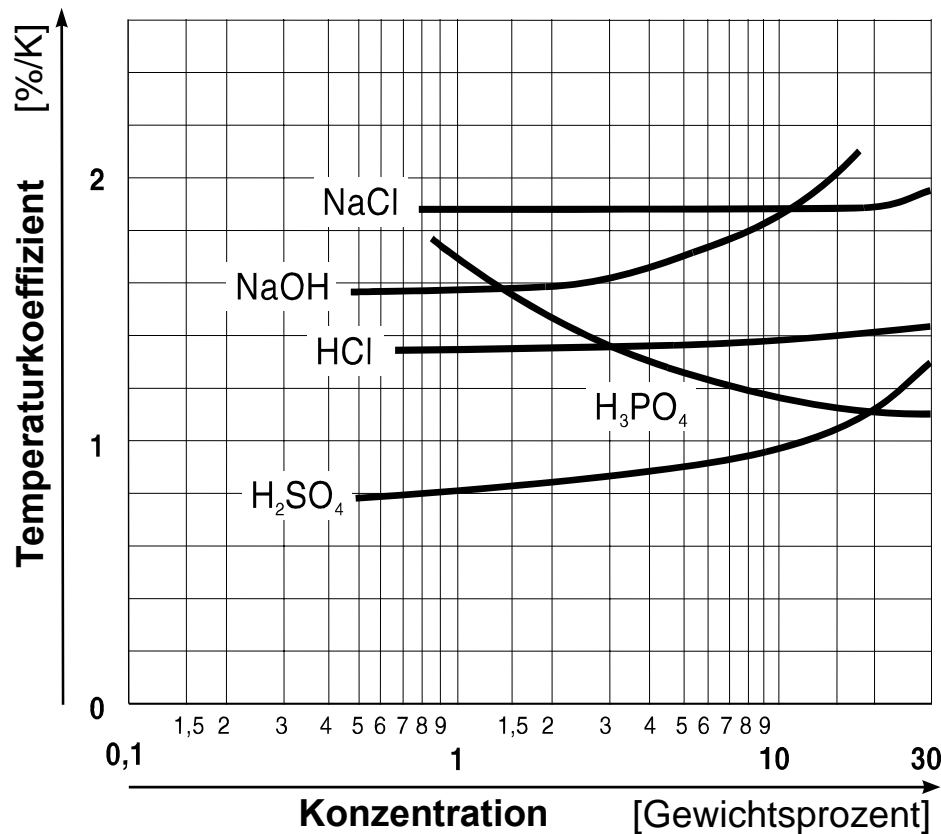
Elektrolyte:

Stoffe, in denen der Ladungs-
transport durch Ionen erfolgt

▶ Leitfähigkeit diverser Medien



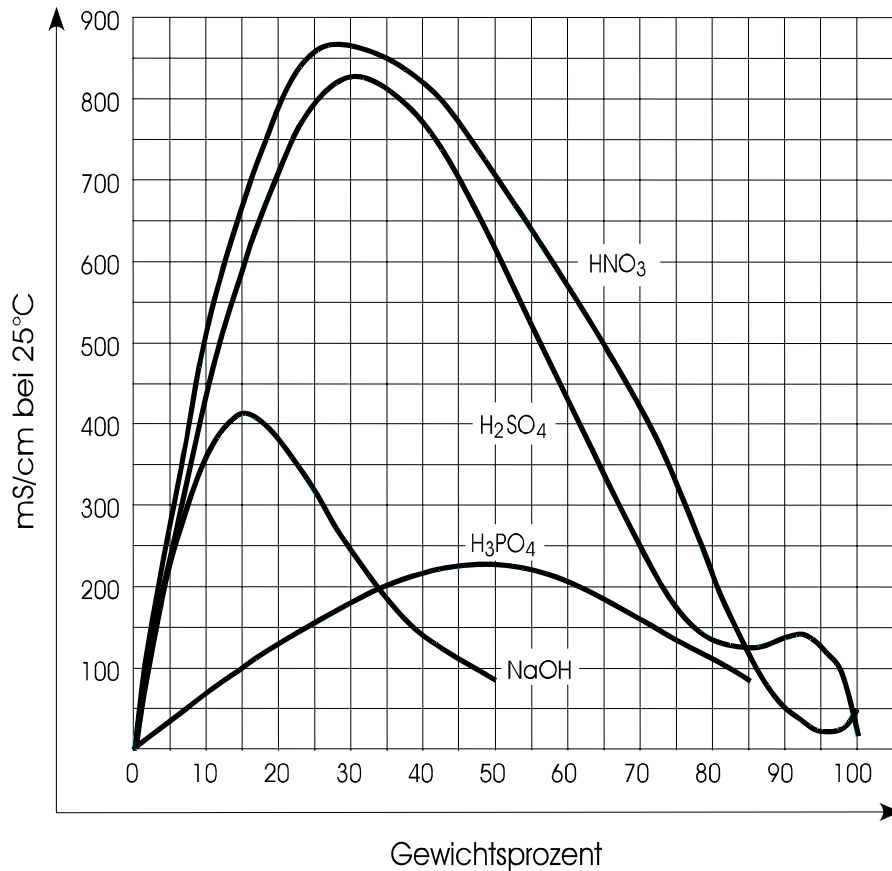
► Temperaturkoeffizient α von Elektrolyten



Der Temperaturkoeffizient α ist ein charakteristischer Wert für jeden Elektrolyt.

Der Temperaturkoeffizient α ist von der Elektrolyt-konzentration abhängig.

► Grundlagen Leitfähigkeitsmessung



Bei starken Elektrolyten steigt mit zunehmender Konzentration die Leitfähigkeit zunächst an.

Die Zunahme der Leitfähigkeit wird aufgrund von interionischen Wechselwirkungen geschwächt.

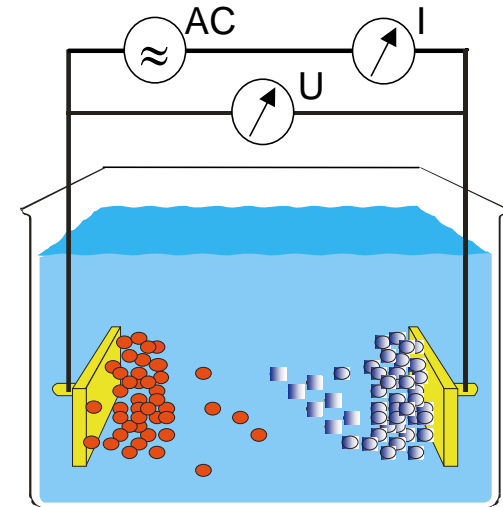
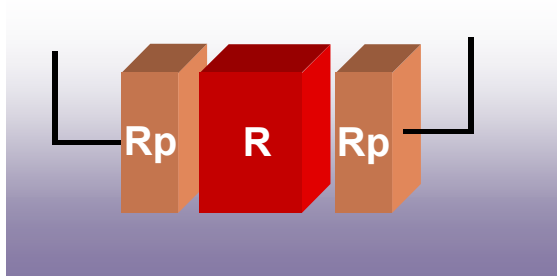
Ab einem Maximalwert nimmt die Leitfähigkeit ab.

Konduktive Messung

- Eine elektrische Spannung zwischen zwei parallelen Elektroden führt zu einem Stromfluss
 - Der zwischen den Elektroden fließende Strom ist proportional zur Leitfähigkeit

► Konduktive Leitfähigkeitsmessung

Ionenkonzentration zu hoch → Abschirmung der Elektroden → zusätzlicher kapazitiver Widerstand



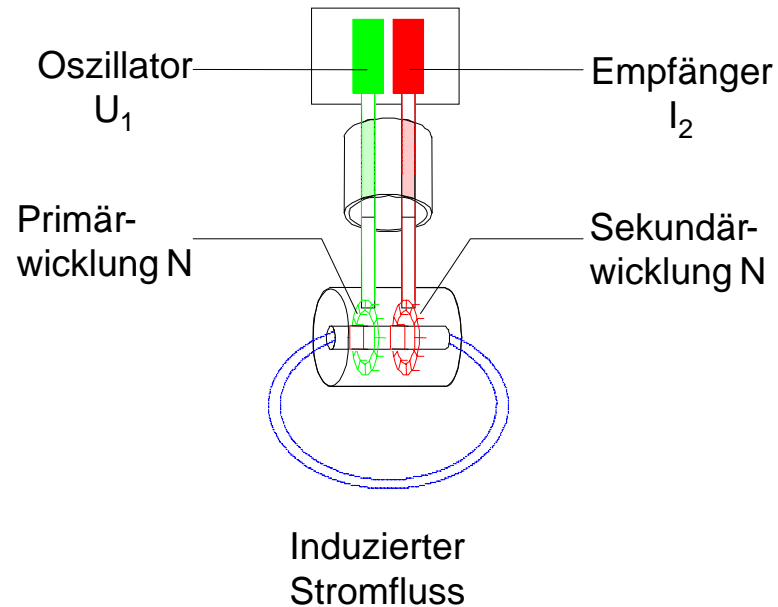
Gegenmaßnahmen:

- Polarisationskompensation
- Wechsel zur nächsthöheren Zellkonstante
- Wechsel zum induktiven Messprinzip (kein elektr. Kontakt)

Induktive Messung

- Sensor mit zwei Induktionsspulen, wobei an der einen Spule eine bestimmte Wechselspannung angelegt wird. Durch Induktion über das elektrisch leitfähige Medium (Messlösung, Abwasser), wird diese auf die zweite Spule übertragen.
 - Die auf der Sekundärspule abgegriffene Spannung ist proportional zur Leitfähigkeit

► Induktive Messung



Messprinzip:

Induktives Messverfahren ohne elektrischen Kontakt zwischen Messlösung und Messeinrichtung.



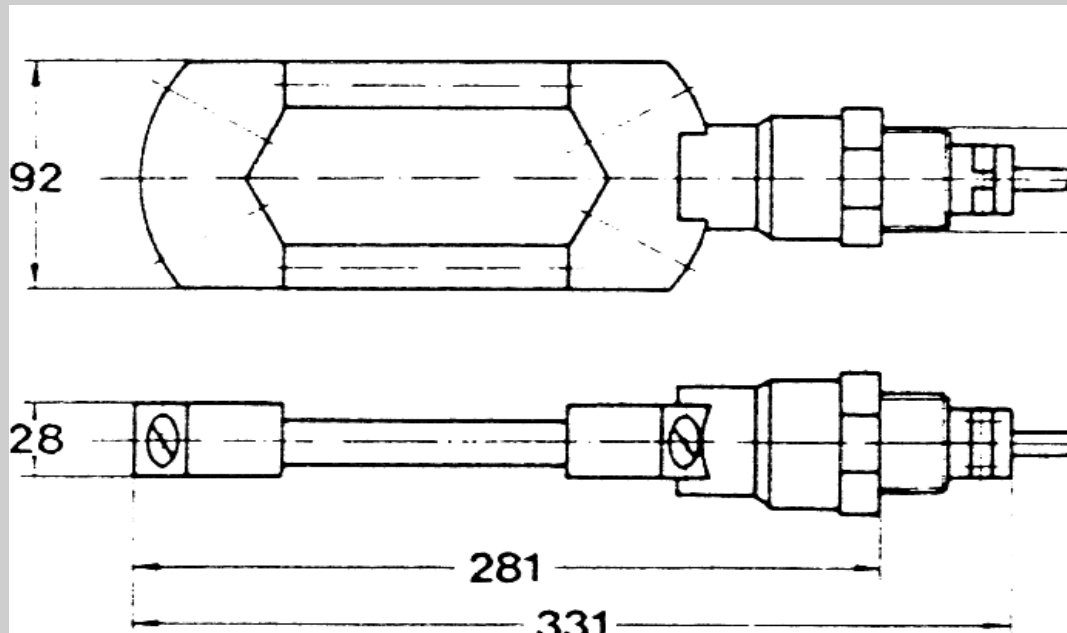
CLS 50

Trübungsmessung

- Durchlichtmessung
- Streulichtmessung

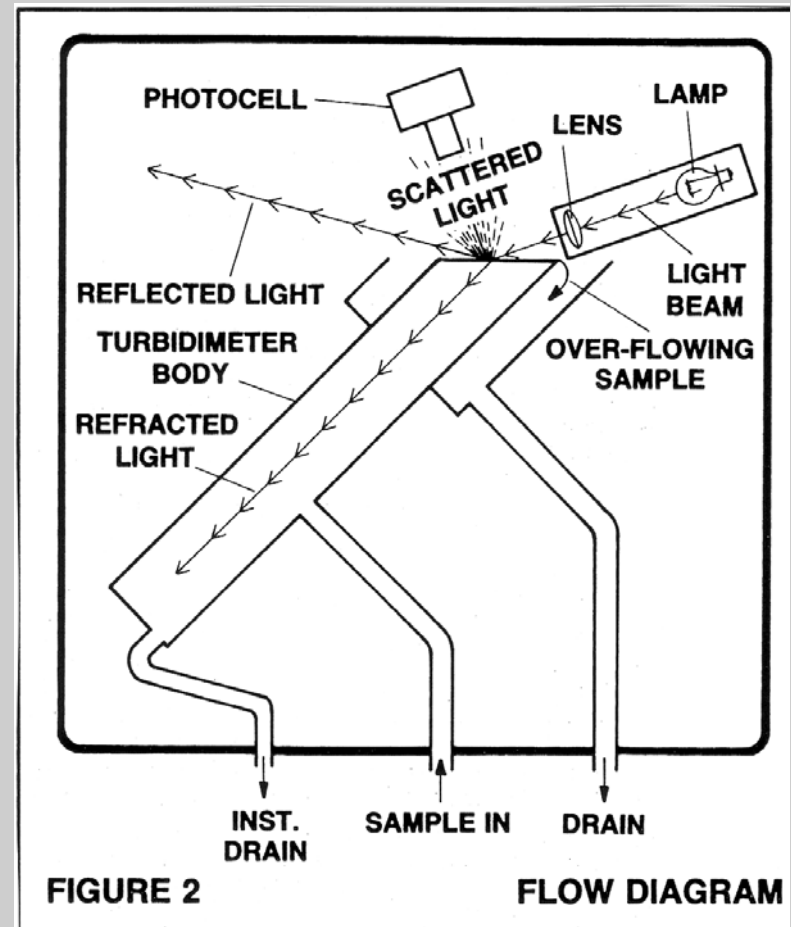
Durchlichtmessung

- Messung der Schwächung des durchgehenden Lichtes durch partikuläre Stoffe



Streulichtmessung

- Durch Partikel gestreutes Licht wird in einem Winkel von 25-90 Grad zur Achse des Messlichtstrahles gemessen.



Streulichtmessung



Trübungseinheiten

- Bezogen auf eine Eichung mit einer Formazin-Standardsuspension
 - **TE/F** oder **TEF**
(Trübungseinheiten Formazin)

- Englische Bezeichnungen
 - **FAU** (Formazin Attenuation Unit; Durchlichtmessung)
 - **FNU** (Formazin Nephelometric Unit; Streulichtmessung)

► Standards und Kalibration

- Formazin Trübungsstandard
 - Wurde 1926 entwickelt
 - **Hydrazinsulfat** (5,000 g) + **Hexamethylenetetramin** (50 g) in 1 Liter destilliertem Wasser
 - Kann bei einer Genauigkeit von $\pm 1\%$ wiederholt aufbereitet werden
 - Entwickelt eine weiße Trübung (Partikel unterschiedlicher Größe und Form)
 - Der einzig bekannte Trübungsstandard, der reproduzierbar aus rückführbaren Rohmaterialien aufbereitet werden kann
 - Alle anderen Trübungsstandards, sowohl alternative als auch sekundäre, müssen gegenüber Formazin kontrolliert werden
 - Die Anordnung von Partikelformen und -größen entspricht annähernd den unterschiedlichen Partikeln, die in tatsächlichen Proben vorkommen
 - **Formazin steht im Verdacht, krebserzeugend zu sein!**

► Typische Trübungswerte

Substanz	Messwert
Abwasser, unbehandelt	70 - 2000 FNU
Auslauf Kläranlage	4 - 20 FNU
Quellwasser	0,05 - 10 FNU
Trinkwasser	0,05 - 1,5 FNU
Milch	> 4000 FNU
Orangensaft	300 - 900 FNU
Rohschlamm	6 - 3 % (60 - 30 g/l)
Belebtschlamm	3 - 7 g/l
Rücklaufschlamm	6 - 8 g/l
Faulschlamm	5 - 8 % (50 - 80 g/l)

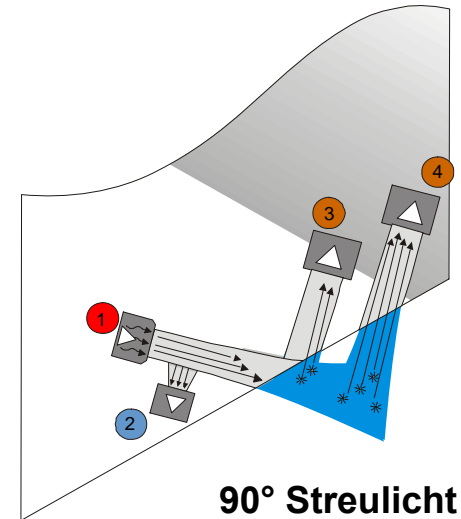
► Sensors CUS 31/41 / Feststoffgehalt

Messung nach ISO 7027 / EN 27027

- Messwinkel 90°
- Wellenlänge 880 nm
- Referenzstandard Formazin
- Einheiten FNU
(Formazine nephelometric units)
(1 FNU = 1 NTU = 1 FTU = 1 TE/F)



- ① LED Infrarot
- ② Ref. Diode
- ③ Empfänger
- ④ Empfänger



Fragestellung

- Wieviel K sind 25° C?
- Wie funktioniert ein Thermoelement?
- Was misst die Leitfähigkeit?
- Wie dissoziiert Eisensulfat?

Verfügbare Zeit: **5 Minuten**