



4. Fachsymposium Wasser / Abwasser

Druck- und Füllstandsmessung in der Praxis - Herausforderungen und Lösungsansätze

Inhalt

1. Einleitung
2. (Piezoresistive) Drucksensorik allgemein
3. Beispiele aus der Praxis

Sensor Technik Sirnach...

... in wenigen Worten

- Gründungsjahr: 1989
- Entwicklungs- und Produktionsstandort: Sirnach TG
- 5 Tochtergesellschaften weltweit (Europa / USA / China)
- ca. 100 Mitarbeitende
- ca. 16 MCHF Umsatz

... und ihre Produkte

- "Ein Sensor ist nur so gut wie er stabil ist"
- Lösungen in der Druckmesstechnik für die verschiedensten Industrien
- Spezialisiert auf kundenspezifische Lösungen

... und ihre Produktion

- Moderne Produktionsprozess welche laufend verbessert werden
- Flexibel und mit kürzesten Produktionszeiten



Druckmesstechnik

Medienberührende Messung

- Induktiv
- Piezoelektrisch
- Kapazitiv
- Piezoresistiv

Kontaktlose Messung

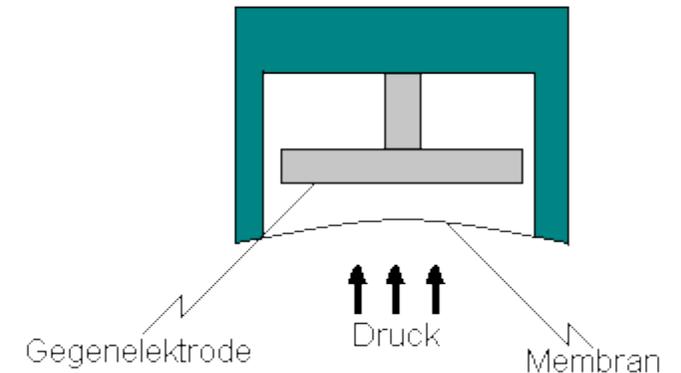
- Radar
- Ultraschall
- Optisch



Druckmesstechnik

Kapazitiver Effekt

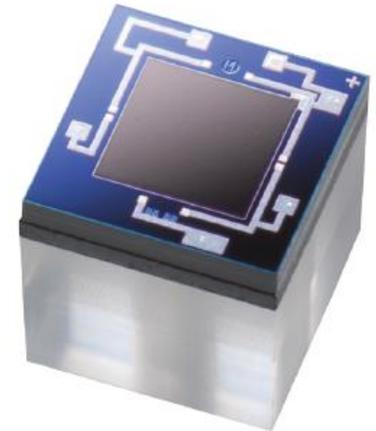
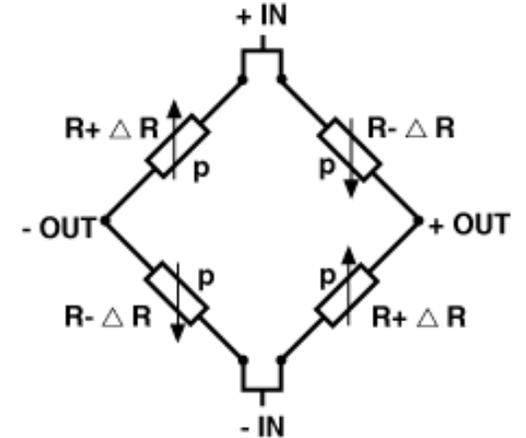
- Membrane und Gegenelektrode bilden einen Plattenkondensator
- Zug oder Druck bewirken eine Verformung der Membrane und verändern so den Abstand zwischen den Platten.
- Durch die Abstandsänderung ändert sich die Kapazität des Kondensators.



Druckmesstechnik

Piezoresistiver Effekt

- Veränderung des elektrisches Widerstands eines Materials unter Zug oder Druck.
- Zug oder Druck bewirken eine Geometrieänderung des Widerstands (mechanische Spannungen)
- Die Widerstandsänderung tritt bei jedem Material auf, ist jedoch bei Halbleitern viel ausgeprägter als bei Metallen oder Keramiken.
- Um den Effekt zu nutzen, werden 4 Widerstände zu einer sog. Wheatstone'schen Messbrücke zusammengeschaltet.



Druckmesstechnik

Technologien auf einen Blick

	Dünnschicht	Dickschicht	Silizium	Kapazitiv
				
Druckbereich	~1 / > 1000 bar	~1 / ~600 bar	< 0.1 / ~1000 bar	< 0.1 / ~100 bar
Überlast	Gut	Gut	Gut	Gut
Druckgradienten	Gut	Gut	Mittel	Mittel
Messsignal	Klein	Klein	Gross	Gross
Rauschen	Mittel	Mittel	Klein	Klein
Stabilität	Gut	Gut	Gut	Gut
Besonderes	Erhöhter Temperaturbereich	Chemische Beständigkeit	Temperaturen ≤ +150 °C	Chemische Beständigkeit

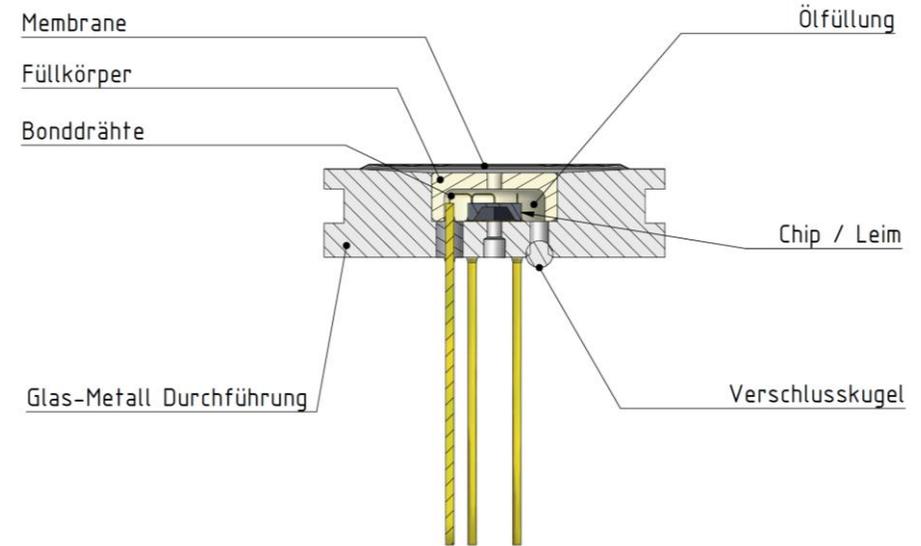
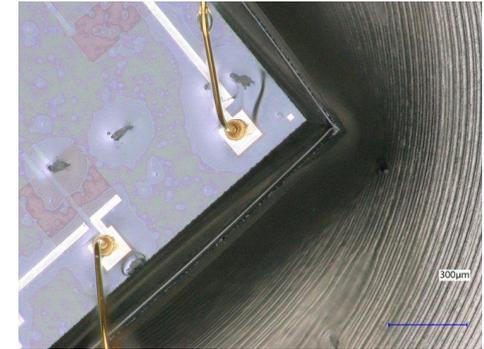
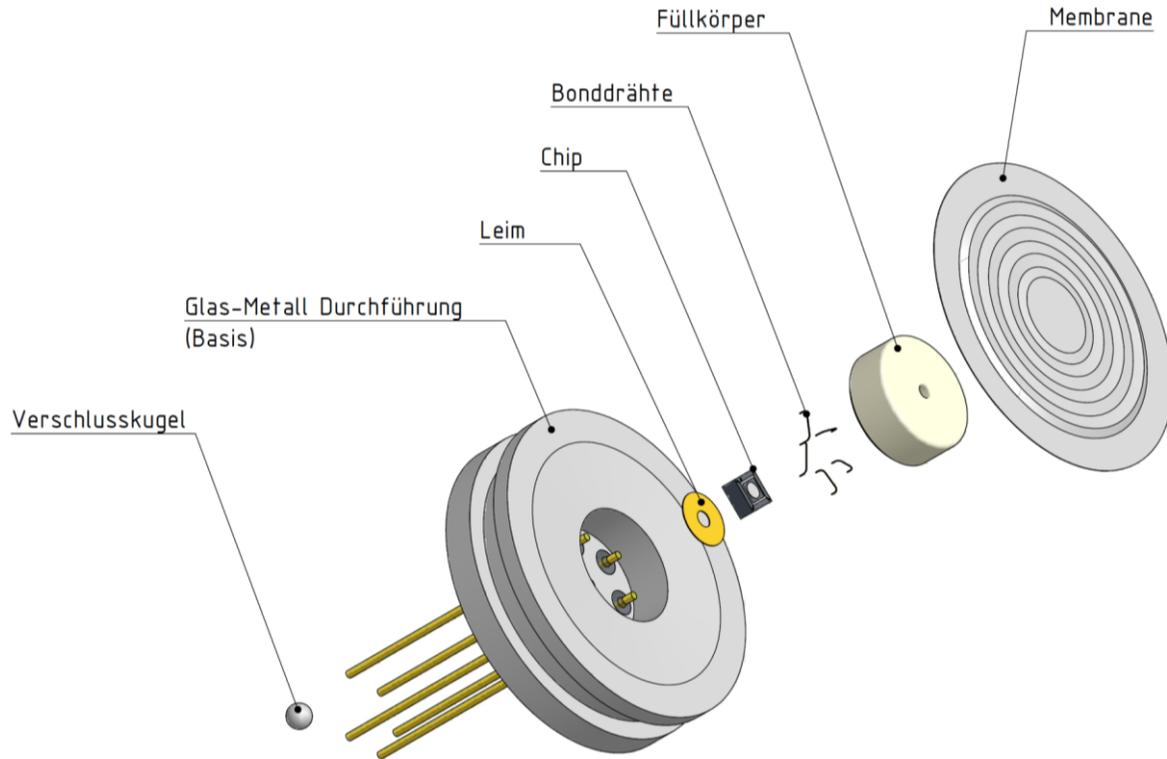
Druckmesstechnik

Kapazitive oder piezoresistive siliziumbasierte Drucksensoren?

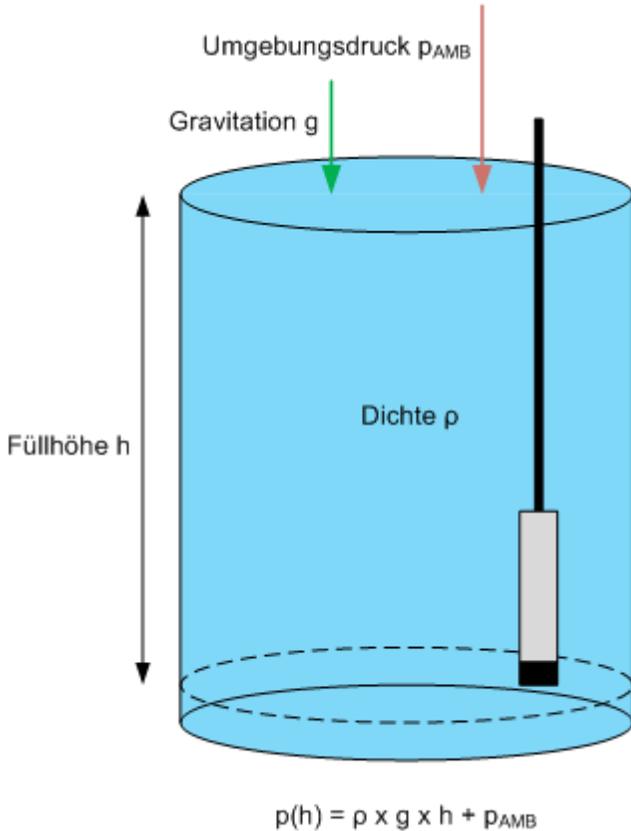
- Präzise Messungen mit kleinen Messbereichen, Temperatur- und Langzeitstabil sind mit beiden Technologien möglich.
- Kapazitive Sensoren sind üblicherweise grösser (Membranfläche).
- Aufbau der Membrane von kapazitiven Sensoren robuster.
Zusätzliche Schutzmechanismen bei piezoresistiven Drucksensoren notwendig.
- Kapazitive Sensoren müssen immer mit O-Ringen gedichtet werden.
Chemische Kompatibilität kann schlechter sein.

Druckmesstechnik

Aufbau piezoresistiver siliziumbasierter Drucksensor



Hydrostatische Druckmessung



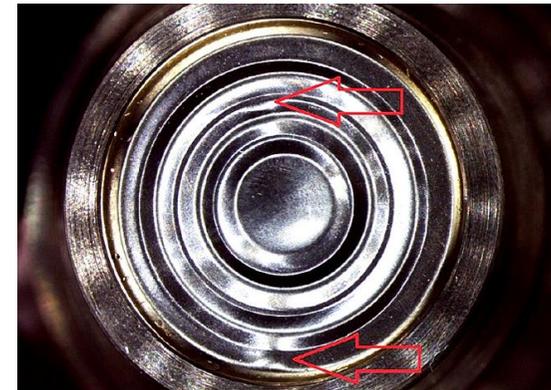
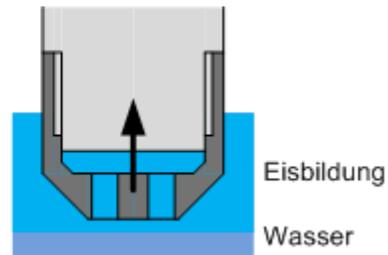
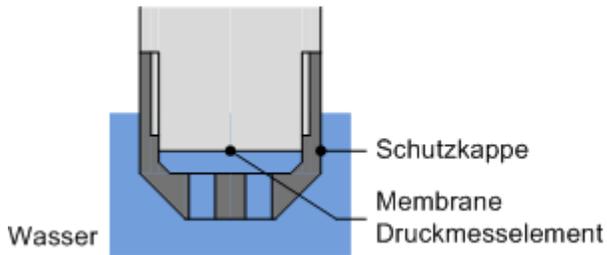
- Messungen von kleinen Füllhöhen bzw. kleinen Unterschieden der Füllhöhe aufgrund der hohen Empfindlichkeit der Pegelsonden.
 - Langzeitstabile Messung
 - Um die effektive Füllhöhe zu messen, wird der Umgebungsdruck durch den Sensor kompensiert (Relativausgleich im Kabel)
 - Der Relativausgleich soll vor Feuchteintritt geschützt sein.
- 
- Das Kabel soll möglichst wenig geknickt werden, damit ein Verschliessen des Relativausgleichs verhindert wird.

Eisbildung

Zum Schutz der Membrane vor Partikeln, Steinen u.ä. in stehenden oder fließenden Gewässern werden Pegelsonden mit sog. Schutzkappen versehen.



Über die Wintermonate kann der Wasserstand sinken und die Spitze der Pegelsonde ist im Bereich des Wassers in dem sich Eis bilden kann.



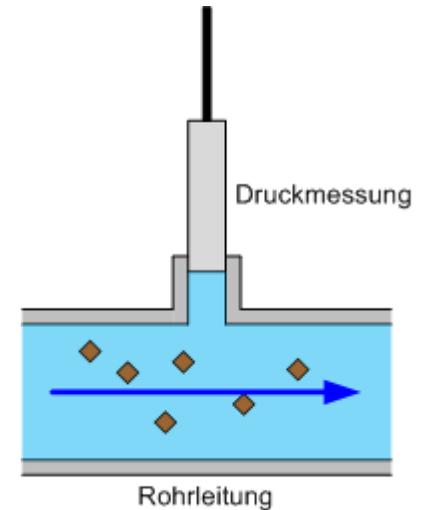
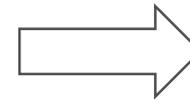
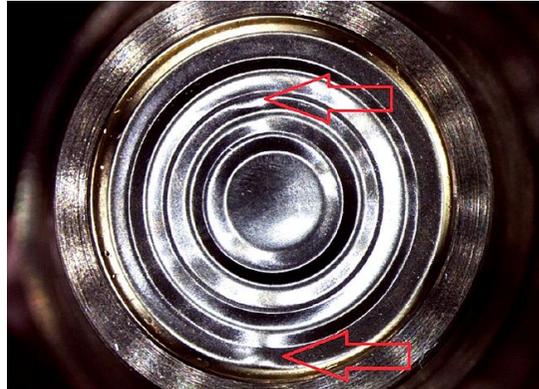
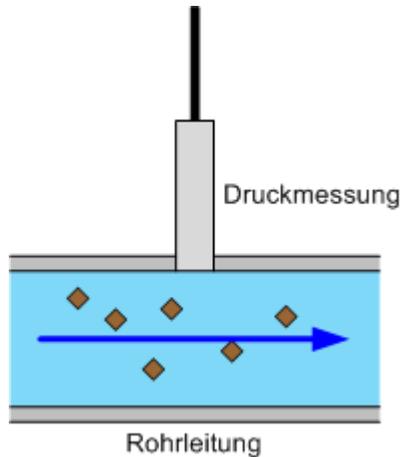
Eisbildung

Daher empfiehlt STS bei Gefahr von Eisbildung Pegelsonden mit offener Schutzkappe.



Fremdpartikel

Zum Teil werden Tauchsonden auch direkt in Rohre eingeschraubt. Die Schutzkappe wird dabei natürlich entfernt. Dadurch ist die Metallmembrane direkt allen Fremdpartikeln ausgesetzt.



Eine einfache Rückversetzung des Sensors kann bereits helfen.

Verschmutzungen

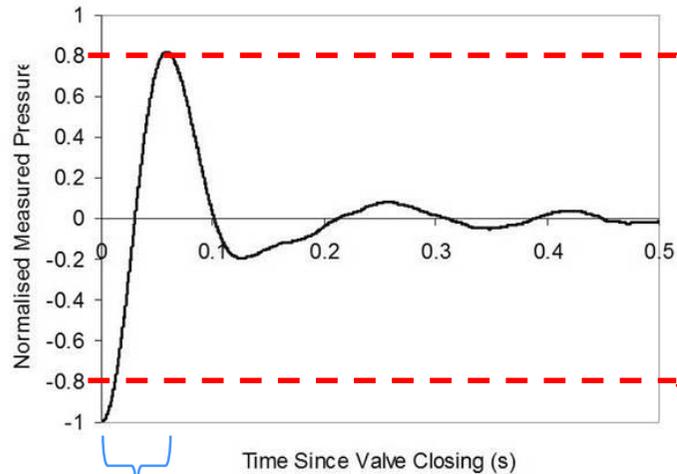
Die Membrane kann über Zeit verschmutzt werden.

Wie soll diese gereinigt werden?



Druckspitzen in Rohrleitungssystemen

Wenn der Wasserfluss gestoppt wird (schnell schliessendes Ventil) oder abrupt die Richtung ändert, können Schockwellen entstehen (sog. Water Hammer).

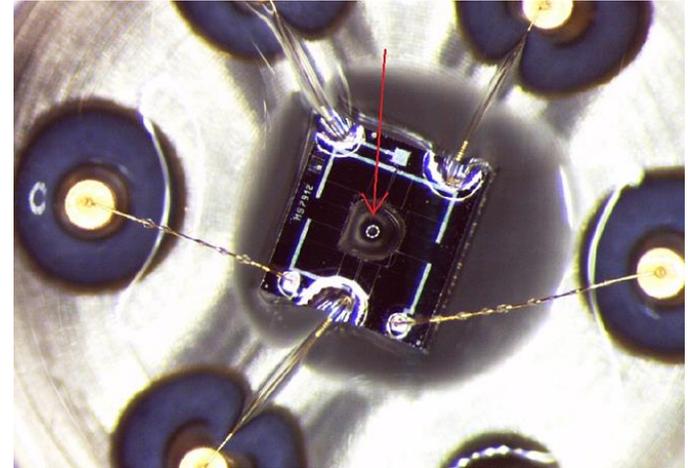
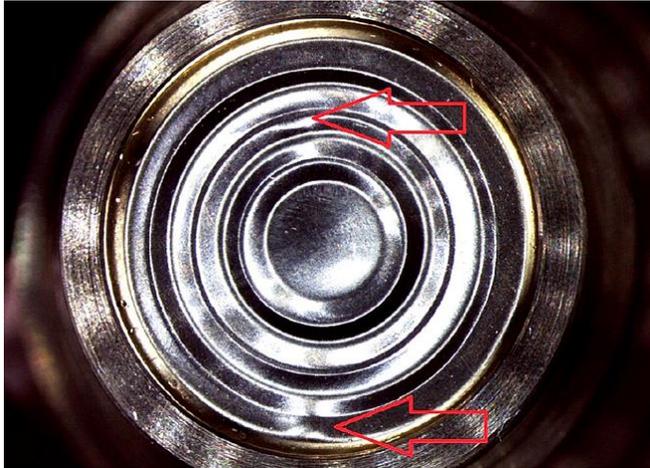


Absoluter Wert zu hoch

Anstiegsrate zu hoch [dp/dt]

Druckspitzen in Rohrleitungssystemen

Ein Druckschlag kann zu Schäden oder sogar zur Zerstörung von Drucksensoren führen.



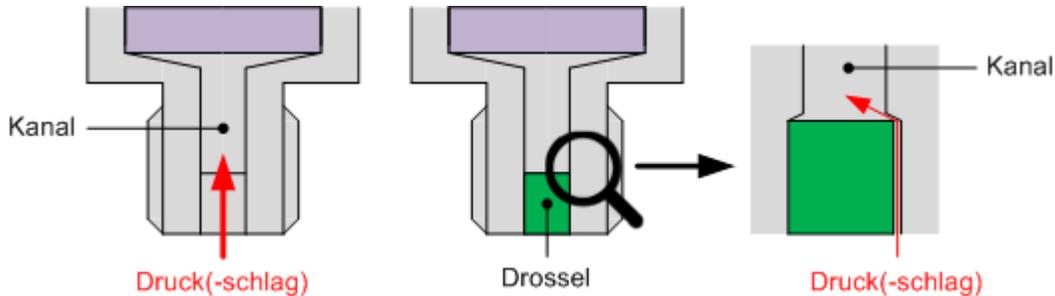
Druckspitzen in Rohrleitungssystemen

Vermeidung von Schäden an Sensoren durch Erhöhung der Überlast

- Durch Verwendung eines Sensor-Chips mit höherer Überlast kann diese insgesamt erhöht werden.
- Reduktion der Empfindlichkeit, potentiell schlechtere Genauigkeit / Auflösung / Stabilität

Druckspitzen in Rohrleitungssystemen

Vermeidung von Schäden an Sensoren durch den Einbau von Drosseln



- Der Druckschlag kann nicht mehr direkt und unkontrolliert zum Sensorelement gelangen.
- Durch Reduktion des Querschnitts wird die Anstiegsrate des Druckschlags reduziert (Drossel, intern oder extern).
- Gefahr des Verstopfens durch Partikel im Medium (regelmässiger Service ist empfohlen).

Korrosion

Korrosion ist die Zerstörung eines Werkstoffs durch chemische Reaktion mit seiner Umgebung.

Bei Einsatz von Natriumhypochlorit zur Desinfektion von Wasser ist bei der Materialwahl Vorsicht geboten (chemische Korrosion).

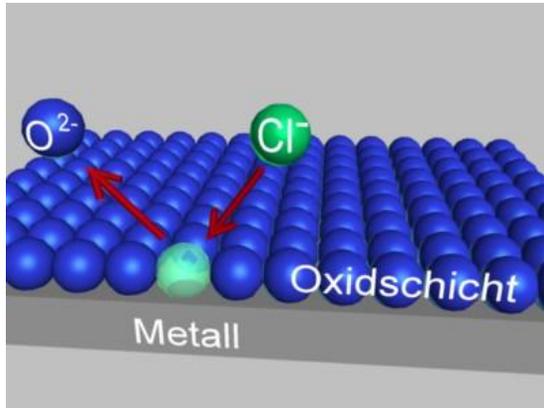
Ebenso ist ein genügender Potentialausgleich bei geschirmten Pegelsonden wichtig (elektrochemische Korrosion).

Korrosion



Korrosion

Chemische Korrosion (v.a. Loch- und Spaltkorrosion)



- Die schützende Oxidschicht auf Edelstahl weist Fehlstellen auf.
- Chloratome können sich in den Fehlstellen der Oxidschicht einnisten.
- Dies passiert vor allem in Wasser mit hohem Chloranteil. Ebenso forciert eine höhere Temperatur des Wassers die Reaktion.
- Falls die Fehlstelle durch Sauerstoff wieder ausgeglichen werden kann, kommt es zu keiner Korrosion.
- Kann die Fehlstelle nicht ausgeglichen werden, entsteht ein galvanisches Element (lokale Ausgleichsströme) und die Korrosion schreitet voran.

Korrosion

Verhinderung von chemischer Korrosion

- Sofern das Medium bekannt ist bzw. bekannt gegeben wird, können entsprechende Massnahmen getroffen werden (oder auch vom Gebrauch abgeraten werden).
- Üblicherweise wird für chlorhaltige Anwendungen Titan als Gehäusewerkstoff eingesetzt.
- Unterstützend wirken kann auch eine Erdung der Pegelsonde, so dass die lokalen Ausgleichsströme abgeleitet werden (Schirmung bzw. Potentialausgleich)

Korrosion



Korrosion

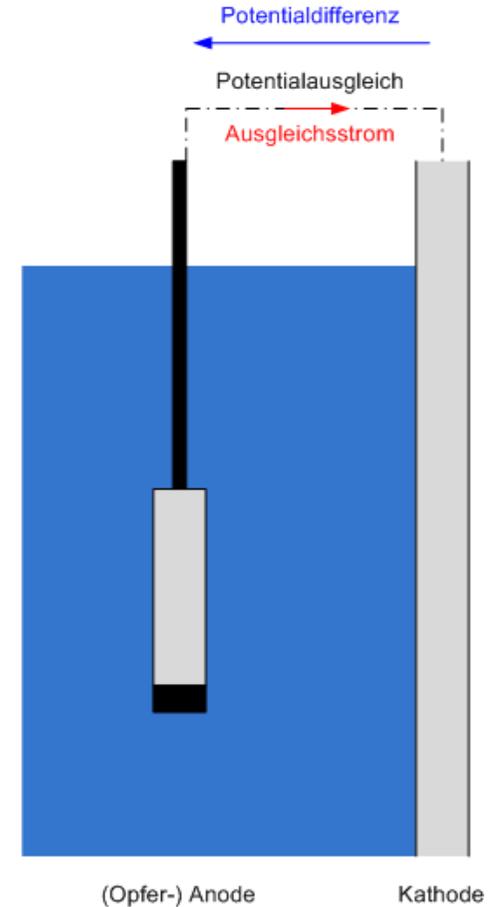
- Ist das Medium so aggressiv gegenüber Metallen, kann ein Kunststoff-Sensor nützlich sein.
- Sensor-Gehäuse bestehend aus Teflon / PVDF.



Korrosion

Elektrochemische Korrosion

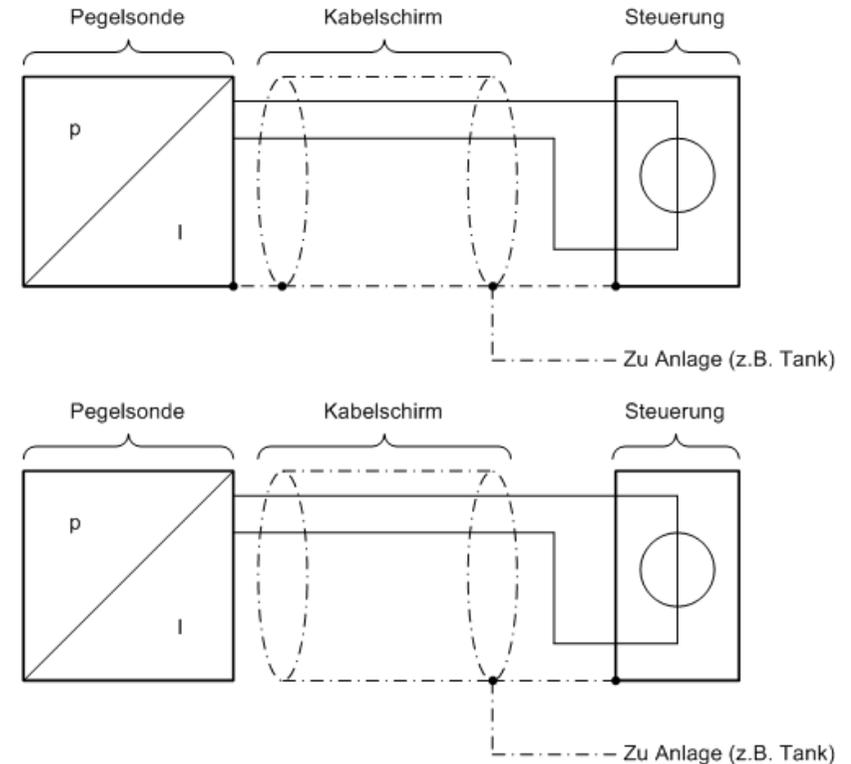
- Pegelsonde mit geschirmtem Kabel, Schirm mit Gehäuse der Pegelsonde verbunden.
- Ungenügender Potentialausgleich
- Durch Ausgleichsströme wird das Gehäuse der Pegelsonde abgetragen, die Pegelsonde dient als Opferanode.



Korrosion

Verhinderung von elektrochemischer Korrosion

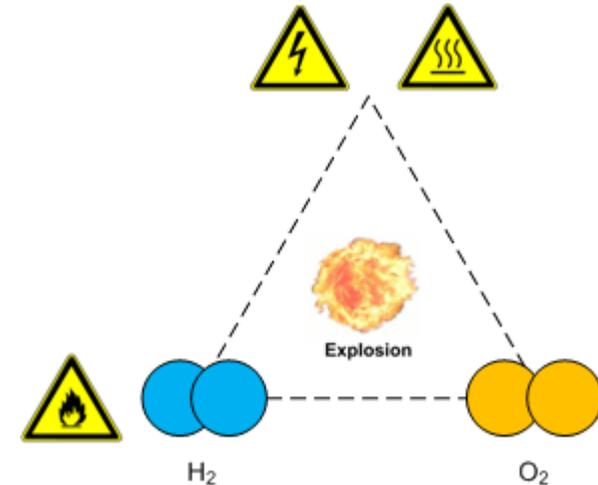
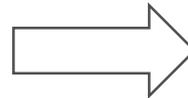
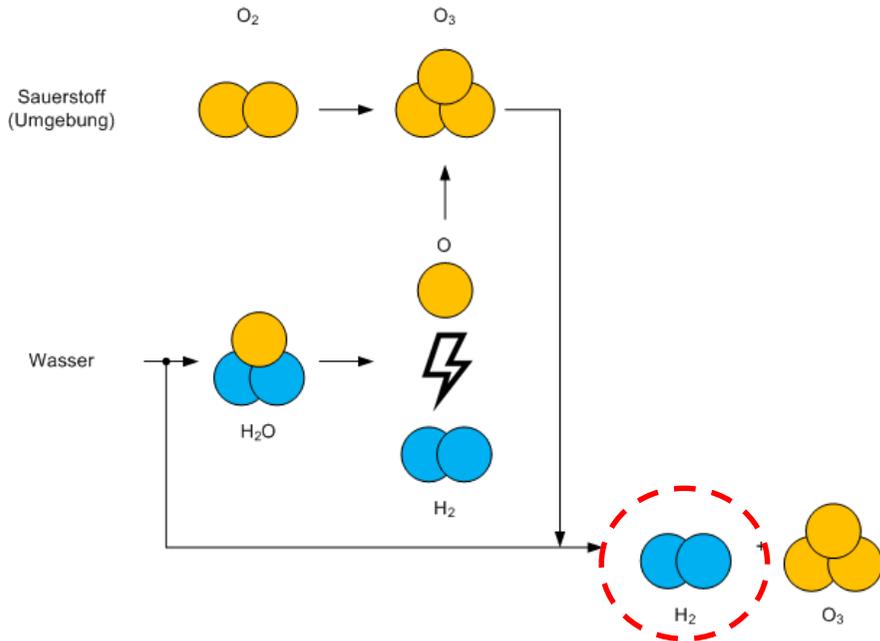
- Potentialausgleich bzw. Erdungskonzept
- Bei STS wird der Schirm des Kabels üblicherweise im Sensor nicht angeschlossen. Dadurch können praktisch keine Ausgleichsströme fließen, was die Korrosion minimiert.



Ozon-Behandlung von Frischwasser

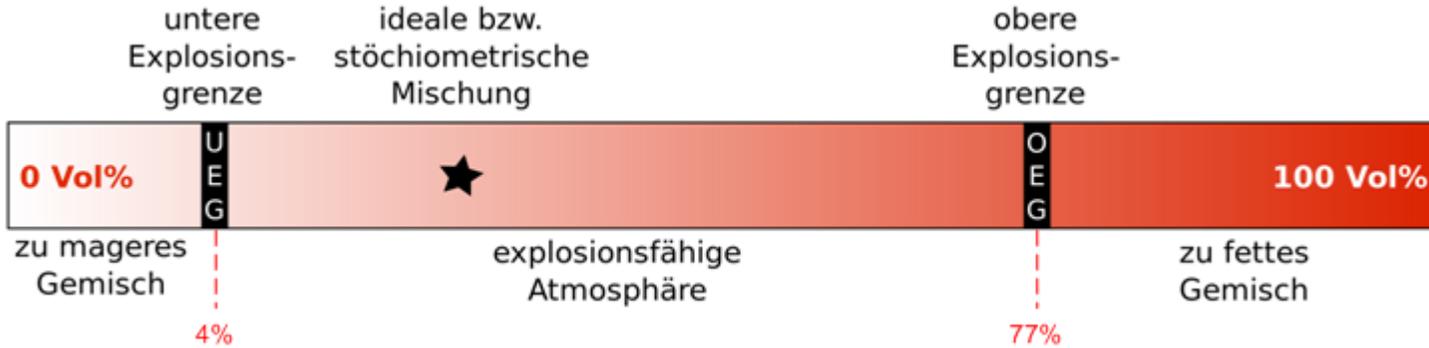
Desinfektion von Wasser, z.B. in Schwimmbädern.

Ozon wird als Alternative zu UV-Bestrahlung oder Chlor verwendet.



Ozon-Behandlung von Frischwasser

Wasserstoff ist explosionsfähig.



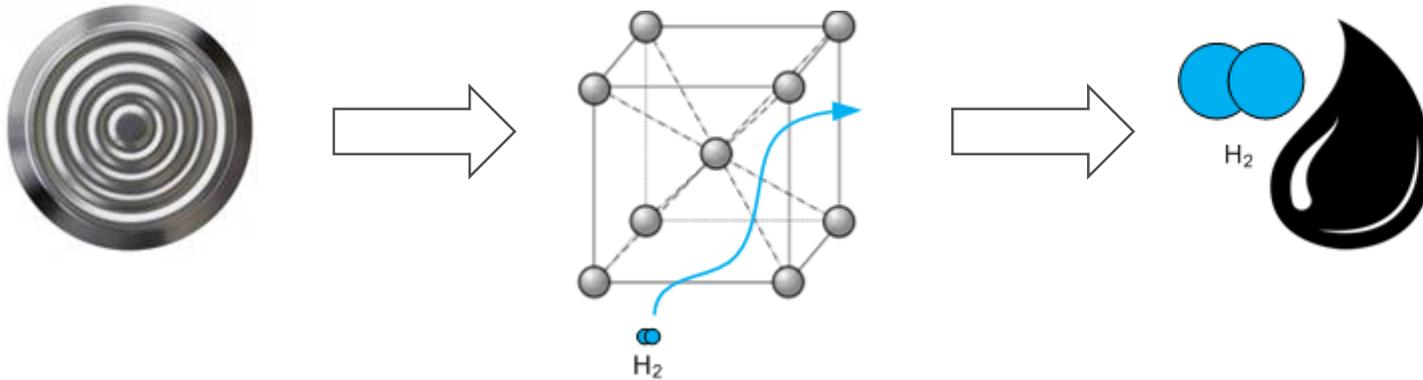
Daher kann es notwendig sein, dass speziell geschützte und zertifizierte Sensoren eingesetzt werden.

STS setzt auf Sensoren nach Zündschutzart Eigensicherheit.



Ozon-Behandlung von Frischwasser

Wasserstoff kann sich auf die Messung auswirken.



Um den Eintritt von Wasserstoff zu verhindern, werden die Membranen bei STS mit Gold überzogen.



Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Bei Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung

STS Sensor Technik Sirnach AG

Christian Flück

+41 71 969 49 29

christian.flueck@stssensors.com

STS Sensoren Transmitter Systeme GmbH

Grigorios Kenanidis

+49 7031 204 9410

grigorios.kenanidis@stssensors.com

Wo Sie uns im Internet finden...

www.stssensors.com
campaign.stssensors.com/blog