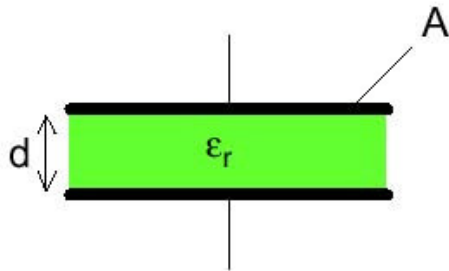
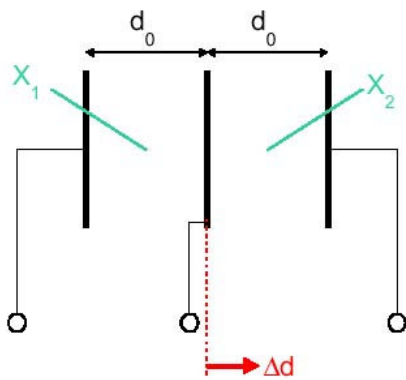


Prinzip der kapazitiven Sensoren



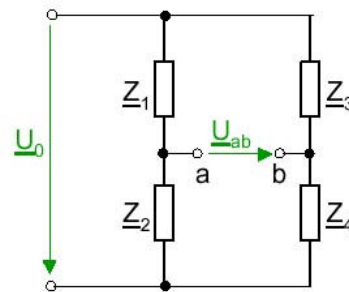
$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r A}{d}$$

Abb. 1: Prinzipaufbau eines Kondensators



Anwendung:

Weg-Messung
Winkel-Messung
Kondensatormikrophon



Halbrücke:

$$U_{ab} = \frac{U_0}{2} \cdot \frac{X_2 - X_1}{X_2 + X_1} = \frac{U_0}{2} \cdot \frac{2\Delta d}{-2d_0}$$

$$U_{ab} = -\frac{U_0}{2d_0} \cdot \Delta d$$

Abb. 2: Prinzipaufbau eines Differential-Kondensators und Beschaltung in einer Halbrücke

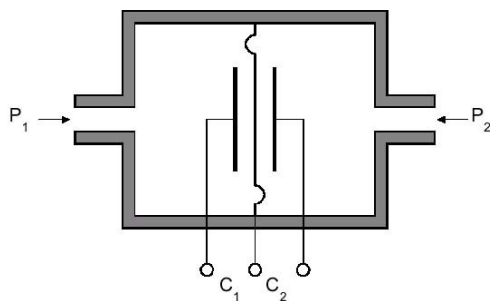


Abb. 3: Prinzipaufbau eines Differential-Kondensators mit Mittelmembrane

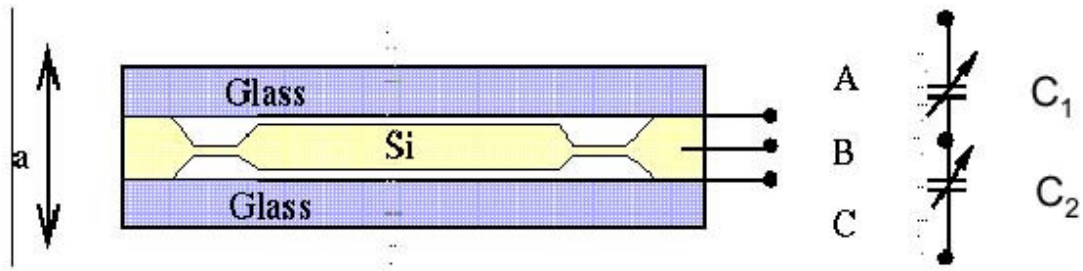


Abb. 4: Beispiel für einen kapazitiven Beschleunigungssensor

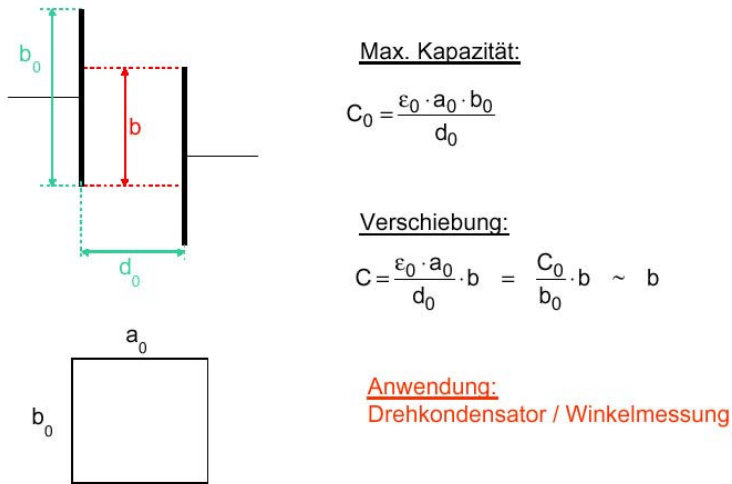


Abb. 5: Änderung der Kapazität durch Änderung der Kondensatorfläche

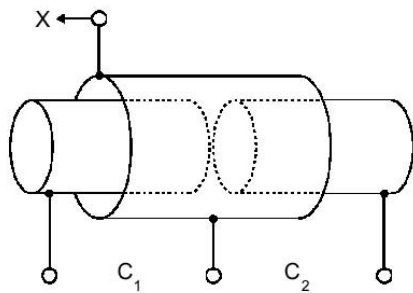
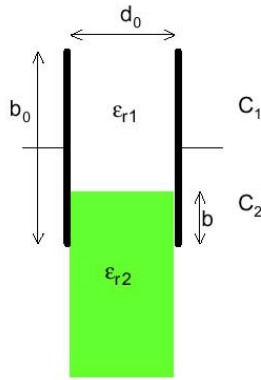


Abb. 6: Beispiel eines Differential-Schiebekondensators



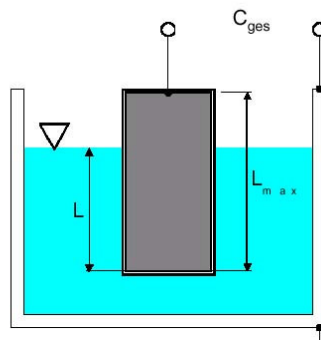
Abb. 7: Bauformen kapazitiver Sensoren



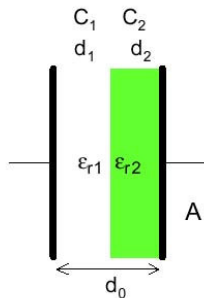
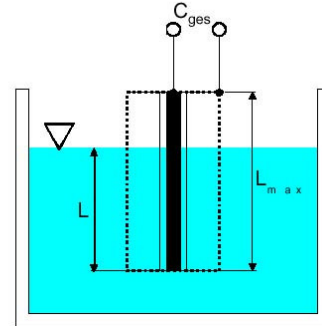
Anwendung: Niveau / Füllstand

Abb. 8: Anwendung – Füllstandsmessung

Isolierte Stabelektrode in einem Flüssigkeitsbehälter

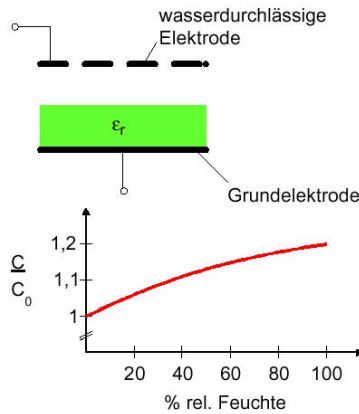


Zylinderkondensator mit durchlöcherter Außenhülle



Messgröße: Schichtdicke

Abb. 9: Anwendung – Schichtdickenmessung



Variation durch:
- Feuchte
- Temperatur

Anwendungen:

- Feuchtemessung in Getreide, Textilien, etc.
- Brandmelder

Abb. 10: Anwendung – Feuchtemessung

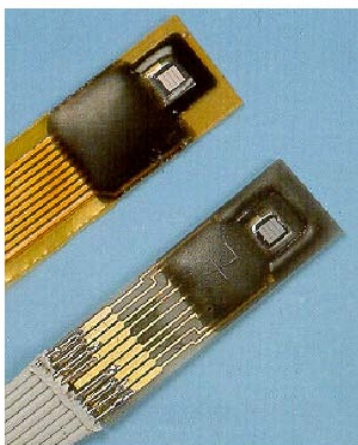


Abb. 11: Beispiel – Btauungsfühler

Betriebsbedingung

- Betriebsspannung 5 .. 15 V
- Stromaufnahme 10 mA
- Temperaturbereich -5 .. +50 °C

Ausgang

- frequenzvariable Wechselspannung

Anwendungen

- Klimaüberwachung in:
 - Lagerhäusern
 - Gewächshäusern
 - Bauwerken
 - Testkammern
 - Museen, Kirchen

Piezo Sensoren

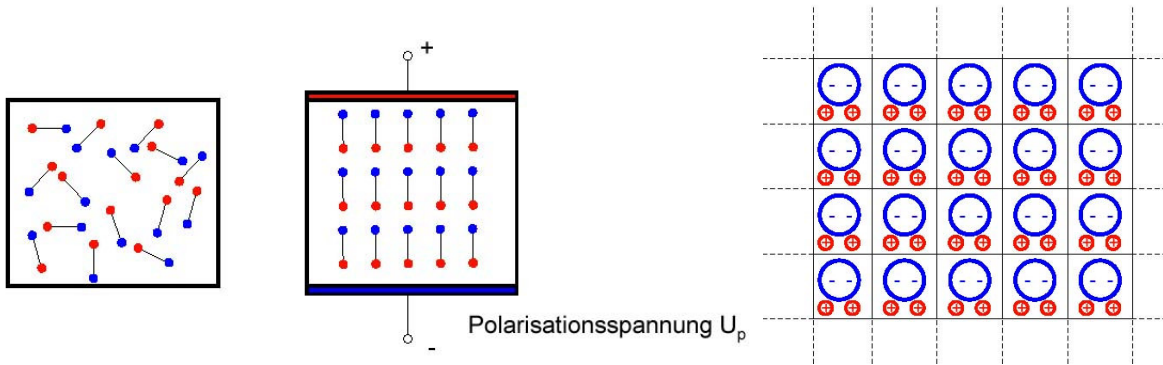


Abb.1: Prinzip der Polarisation – links: Die vorher regellos angeordneten Dipole werden im elekt. Feld ausgerichtet; rechts: Ein kompliziertes Kristall kann eine permanente innere Polarisation P haben.

z.B. Quarz: Si O_2

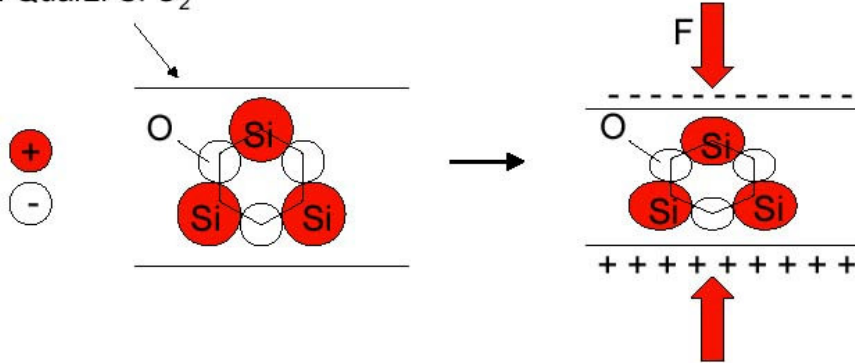


Abb.2: Kristalle und Polymere mit einer polaren Achse (inner permanente Polarisation) erzeugen Oberflächenladungen bei mechanischer Belastung

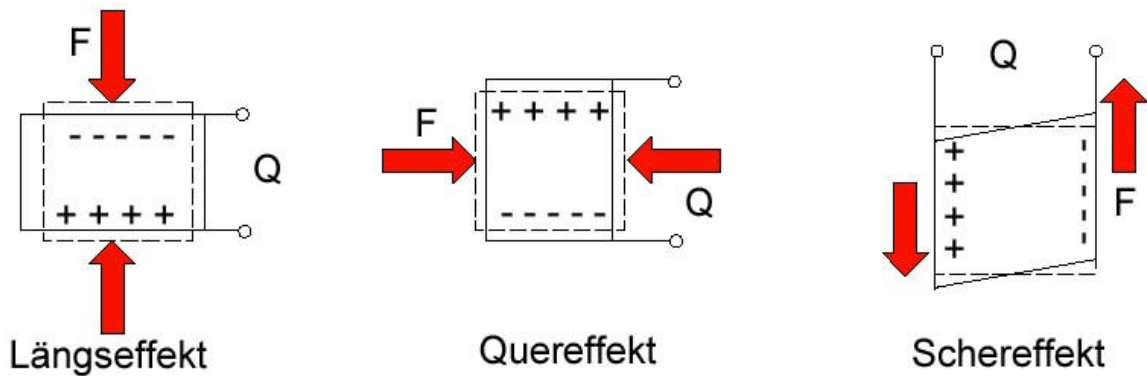


Abb.3: Wirkungsrichtungen des piezoelektrischen Effektes

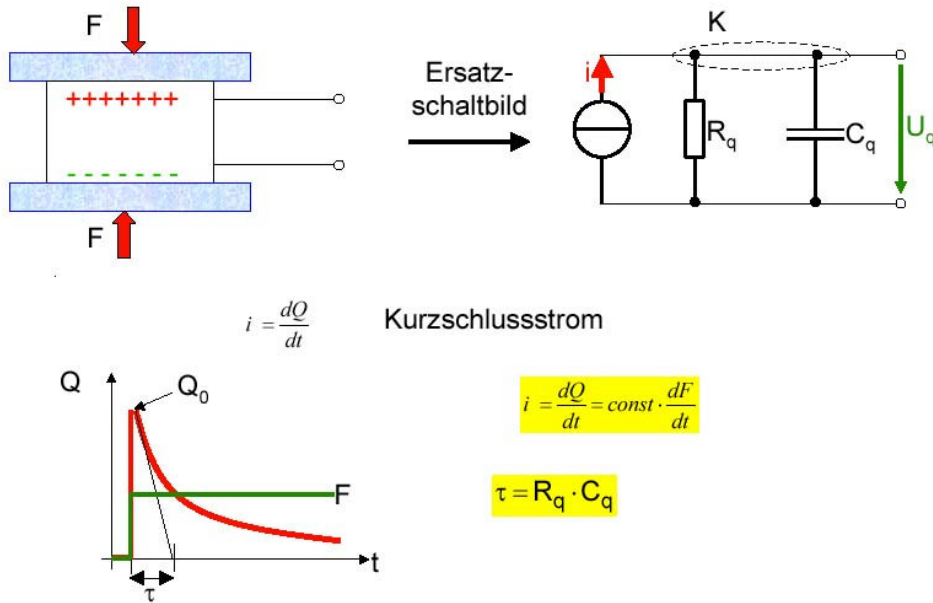


Abb.4: Beispielschaltung: Ladungsmessung – Ersatzschaltung eines piezoelektrischen Sensors

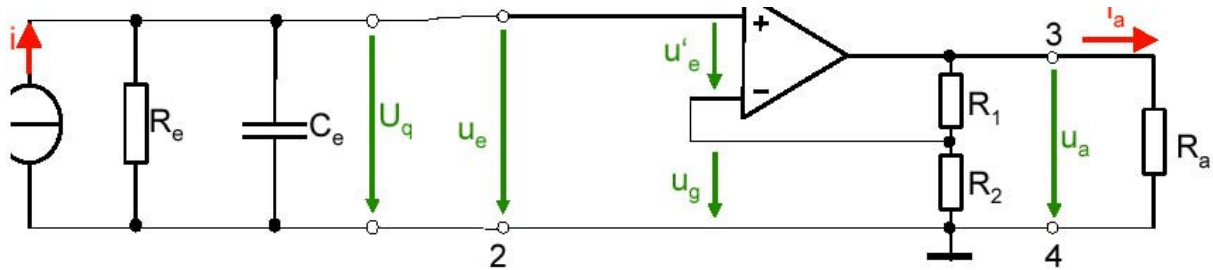


Abb.5: Piezoelektrisches System mit Spannungsverstärker

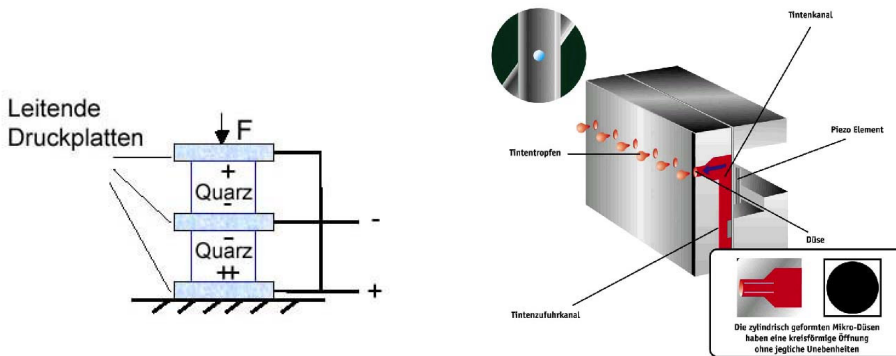


Abb.6: Anwendungsbeispiele – links: Kraftaufnehmer; rechts: Tintenstrahldrucker (reziproker oder inverser piezoelektrischer Effekt)



mit integriertem Verstärker



Abb.7: Beispiele für Bauformen

pH-Wert Messung

Stand und Tendenzen

Der pH-Wert ist eine der grundlegenden und am häufigsten eingesetzten Messgrößen zur Führung und Kontrolle chemischer Prozesse in der Industrie - wie etwa der Produktionssteuerung, Qualitätssicherung oder Abwasserkontrolle. Dabei werden an die Messsysteme ständig neue Anforderungen bezüglich der Flexibilität, Sicherheit und Zuverlässigkeit gestellt.

Anlagen zur industriellen pH-Messung bestehen üblicherweise aus festinstallierten pH-Messwertgebern, welche die pH-Messketten aufnehmen, und pH-Messgeräten, welche die Sensorsignale aufbereiten und gegebenenfalls an eine Leitwarte weiterleiten. Eine pH-Messkette besteht prinzipiell aus einer pH-sensitiven Elektrode und einer Bezugs elektrode.

Sensoren

Seit über 40 Jahren werden in der betrieblichen pH-Messung vorrangig Glaselektroden eingesetzt. Sie weisen im Vergleich zu anderen Elektrodentypen einige Gebrauchsvorteile auf, wie z. B. eine gute Linearität über einen weiten pH-Bereich (ca. pH 0 bis 14), eine ausreichende chemische Beständigkeit, eine hohe Selektivität und die Unabhängigkeit von Redox-Systemen. Aufgrund ihrer einfachen Herstellung und sehr guten Reproduzierbarkeit sind Silber/Silberchlorid-Elektroden die am häufigsten verwendeten Bezugselektroden. Zudem ist dieses Bezugssystem ungiftig und daher auch in der Lebensmitteltechnologie verwendbar. Heute werden häufig pH-Messketten eingesetzt, die aus einer Kombination von Glaselektrode und Bezugselektrode in einer Einstabmesskette bestehen. Spezielle Bauformen (z. B. mit druckkompensierter Bezugselektrode) erlauben auch pH-Messungen in druckbeaufschlagten Medien. Für Anwendungen im rauen Betrieb finden sogar Gel-Messketten, bei denen der Bezugselektrolyt durch ein meist synthetisches Polymer verfestigt ist, zunehmende Verbreitung. Diese Messketten benötigen keine Versorgung mit Bezugselektrolyt und sind bei geeigneter Konstruktion druckbeständig. Zudem ist das Bezugssystem lageunabhängig in Aufbewahrung und Gebrauch.

Bei der industriellen pH-Messung werden je nach Einsatzzweck Einbau-, Eintauch- oder Durchflussarmaturen verwendet. Diese sind mit Mess- und Bezugselektrode sowie Temperaturfühler, gegebenenfalls auch mit einer Erdungselektrode und weiteren Sensoren bestückt. Die Kombination aus Armatur und Sensoren wird im allgemeinen als Geber bezeichnet. Kontinuierliche Messungen, wie sie im Betrieb üblich sind, bringen im Vergleich zu Einzelmessungen im Labor einige Probleme, die auf das dauerhafte Einwirken des Mediums auf die Elektroden zurückzuführen sind. Wenn kein Betriebsstillstand (z. B. für eine Wartung) zulässig ist, kommen bevorzugt sogenannte Fernkalibriersonden (Wechselgeber) zum Einsatz. Sie ermöglichen durch eine spezielle Mechanik das Abtrennen der Messkette vom Prozessmedium, so dass die Messkette während des Prozessablaufs kontrolliert, kalibriert, gereinigt und auch ausgetauscht werden kann.

Wie funktioniert eine pH-Wert Messung?

Im Prinzip kann eine pH-Wert Messung mit einer Batterie verglichen werden. Der negative Pol der Batterie wird von der Referenzelektrode gebildet. Die Messelektrode besteht meist aus einem Glasrohr, an dessen Ende eine Kappe aus H⁺ Ionen sensitiven Spezialglas angeschmolzen ist. Das Innere der Messelektrode ist mit einer Füllung mit bekanntem pH-Wert gefüllt, in die ein Silberdraht mit Silber/Silberchloridspitze eintaucht und so den elektrischen Kontakt herstellt. Die Messelektrode ist empfindlich gegenüber H⁺ Ionen und entwickelt ein elektrisches Potential, proportional zur H⁺ Ionenkonzentration im Meßmedium. Die Referenzelektrode ist gefüllt mit einer Kaliumchloridlösung (flüssig, gelförmig oder pastös), die über das sogenannte Diaphragma langsam in das Messmedium ausfließt. Hierdurch wird der elektrische Kontakt zum Messmedium sichergestellt und der Stromkreis geschlossen. Wie bei einer Batterie, so ist auch die Lebensdauer einer pH-Sonde begrenzt. Selbst bei optimalen Betriebsbedingungen muss sie von Zeit zu Zeit ersetzt werden.



Was gehört zu einer vollständigen pH-Messung?

Zu einer pH-Wert Messung gehört eine pH-Elektrode, eine Referenzelektrode, ein Temperaturfühler zur Temperaturkompensation der pH-Messung, eine Prozessarmatur, ein Spezialkabel zur Verbindung der Sonde mit dem Auswertegerät sowie das Auswertegerät.