

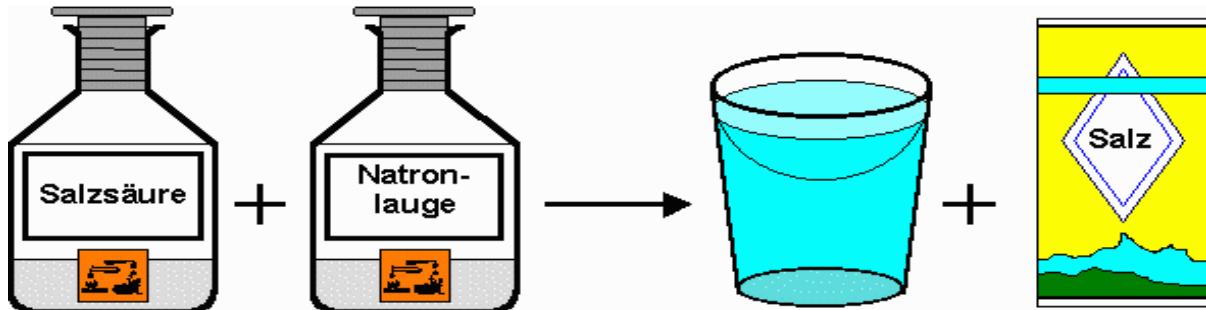
Referat pH-Wert-Messung

Dirk Martens

1.) **Wo und wozu wird die pH-Wert-Messung eingesetzt ?**

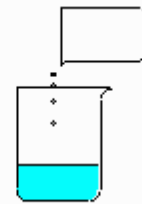
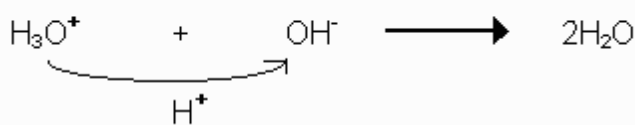
- Bierbrauen
... Bier sollte zur Lagerung einen pH-Wert von 3,9 ... 4,1 haben !
- Korrosionsverhütung
... Korrosion von Eisen tritt bei pH-Werten unter 4,4 auf !
- Milchindustrie
... Milch gerinnt bei einem pH-Wert von 4,7 !
- Metalloberflächenveredelung
... Bestimmung der Wirksamkeit von Beiz- und Reinigungsbädern !
- Neutralisation
... Neutralisierung von Abwässern galvanischer Betriebe zur Einleitung in das kommunale Netz !
- Kesselspeisewasser
... zur Vermeidung von Korrosion !
- Haltbarkeitsvoraussagen
... pH-Wert und Temperatur sind Indikator zur Vorhersage einer Vermehrung bzw. Stagnation des Wachstums von Mikroorganismen !

2.) Was bedeutet Neutralisation und wie wird diese erreicht ?
Was entsteht bei der Neutralisation ?

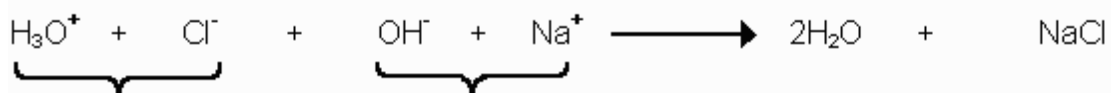


Nach der Brönsted-Definition ist die Base das Gegenteil einer Säure und die Säure das Gegenteil einer Base. Aus diesem Grunde neutralisieren sich Base und Säure gegenseitig, wenn man sie miteinander vermischt. Dies soll am Beispiel der Reaktion von Salzsäure mit Natronlauge gezeigt werden. Die H_3O^+ -Ionen der wässrigen Salzsäurelösung und die OH^- -Ionen der Natronlauge reagieren zu zwei Molekülen Wasser, als zweites Reaktionsprodukt entsteht Natriumchlorid. Erstaunlicherweise erhält man dabei aus zwei stark ätzend wirkenden Stoffen zwei völlig harmlose Stoffe:

Teilreaktion:



Gesamtreaktion:



Salzsäurelösung + Natronlauge \longrightarrow Wasser + Natriumchlorid

Diese Eigenschaft kann man sich zunutze machen, wenn z.B. eine starke Säure vernichtet werden soll. Nach diesem Prinzip kann auch mit Hilfe einer Titration die Konzentration einer unbekanntes Säure oder Lauge bestimmt werden. Der Neutralisationspunkt (pH-Wert = 7) zeigt dabei an, dass sich die H_3O^+ -Ionen und die OH^- -Ionen gegenseitig aufgehoben haben. Wenn man konzentrierte Salzsäure und konzentrierte Natronlauge zusammenschüttet, so dass der Neutralisationspunkt genau erreicht wird, könnte man das Reaktionsprodukt sogar trinken!

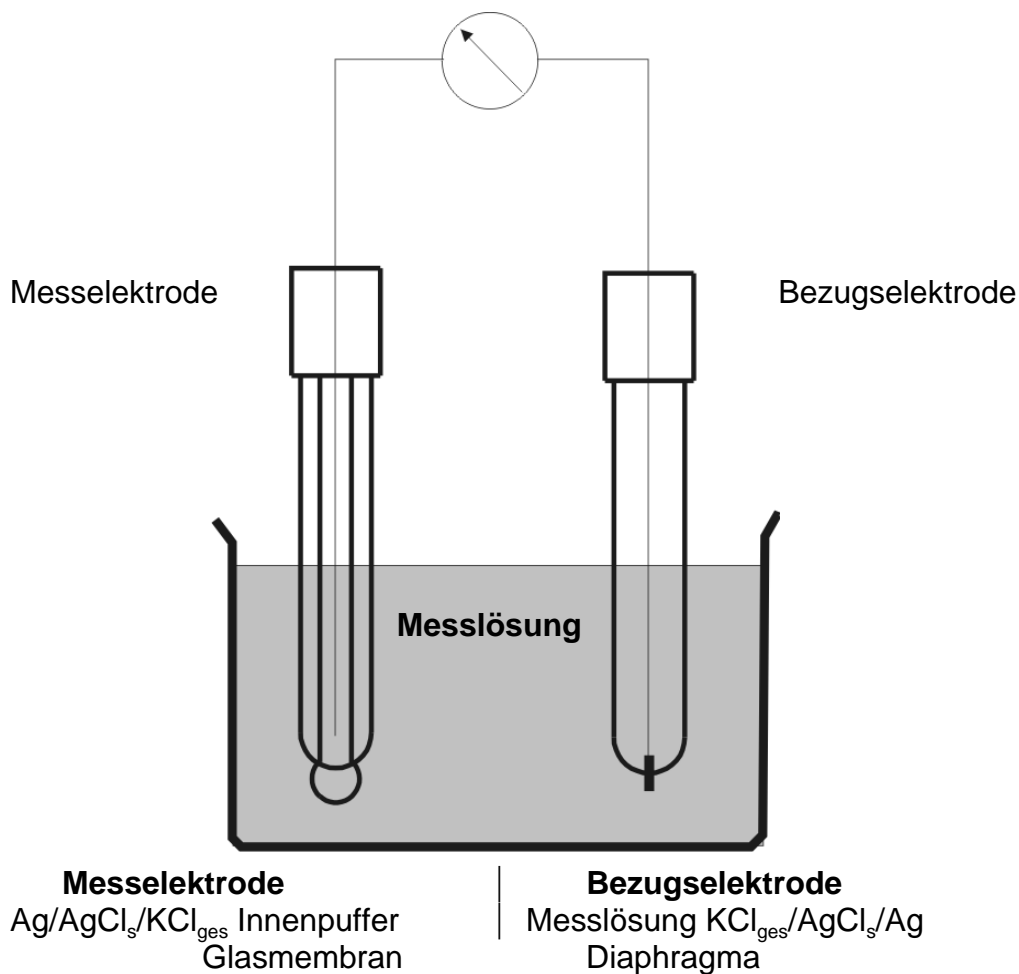
3.) Was muß man bei pH-Einstabmessketten wissen ?

Für die pH-Wert-Messung wird eine Messelektrode (eine Halbzelle, deren Redoxpotential vom pH-Wert abhängt) und eine Bezugslektrode (eine Halbzelle, deren Redoxpotential vom pH-Wert unabhängig ist) benötigt.

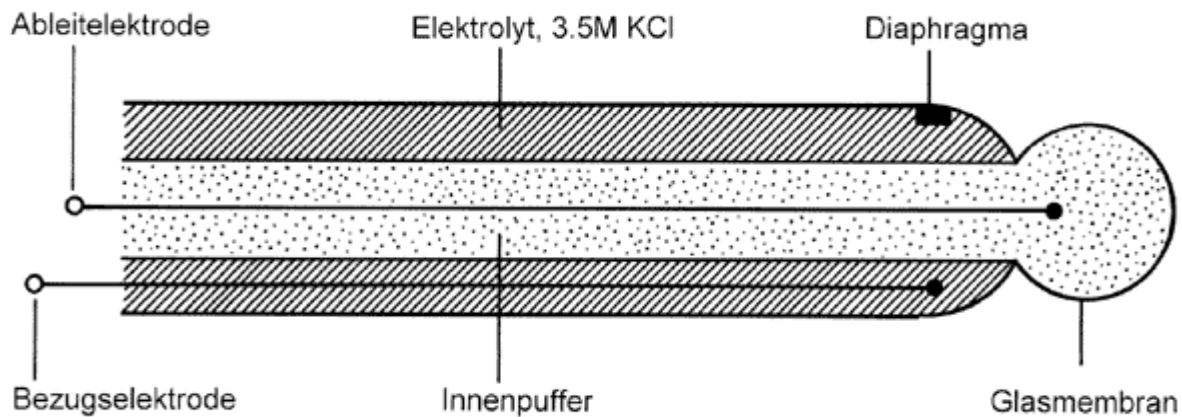
Als Bezugslektrode dient meistens eine Silber/Silberchlorid-Elektrode oder eine Kalomel-Elektrode. Die Silber/ Silberchlorid-Elektrode besteht aus einem mit Silberchlorid überzogenen Silberdraht, der in eine an Silberchlorid gesättigte 2Kaliumchlorid-Lösung bekannter Konzentration eintaucht. Als Messelektrode wird vor allem die Glaselektrode verwendet. Ihre Wirkungsweise beruht darauf, dass sich zwischen einer Lösung mit konstanter Oxonium-Ionen-Konzentration (Puffer) im Inneren der Elektrode und der Messlösung ein Redoxpotential ausbildet, das vom pH-Wert der Messlösung abhängt. Getrennt sind beide Lösungen durch eine dünne Glasmembran. Der pH-Wert lässt sich mit Hilfe der Nernstschen Gleichung berechnen.

Messkette zur pH-Wertmessung

Spannungsmesser (pH-Meter)
Mit hohem Innenwiderstand



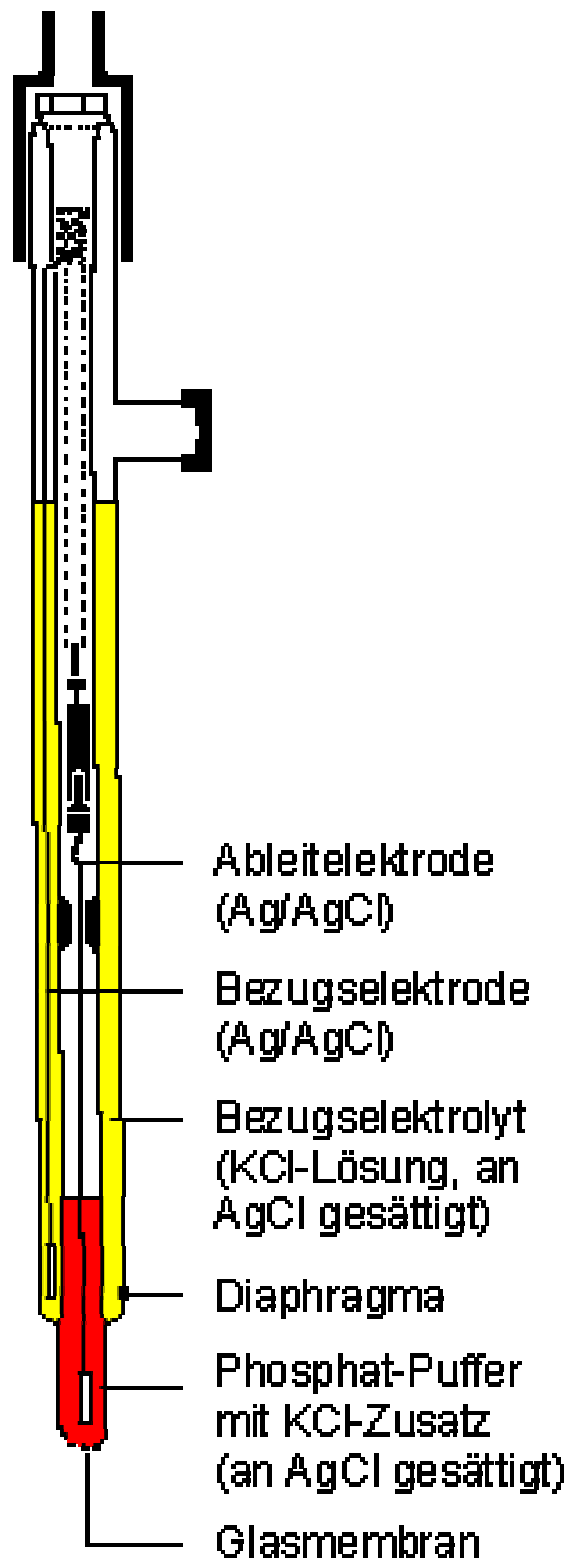
Einstabmessketten bestehen aus Glas- und Bezugselektrode in einer konstruktiven Einheit:



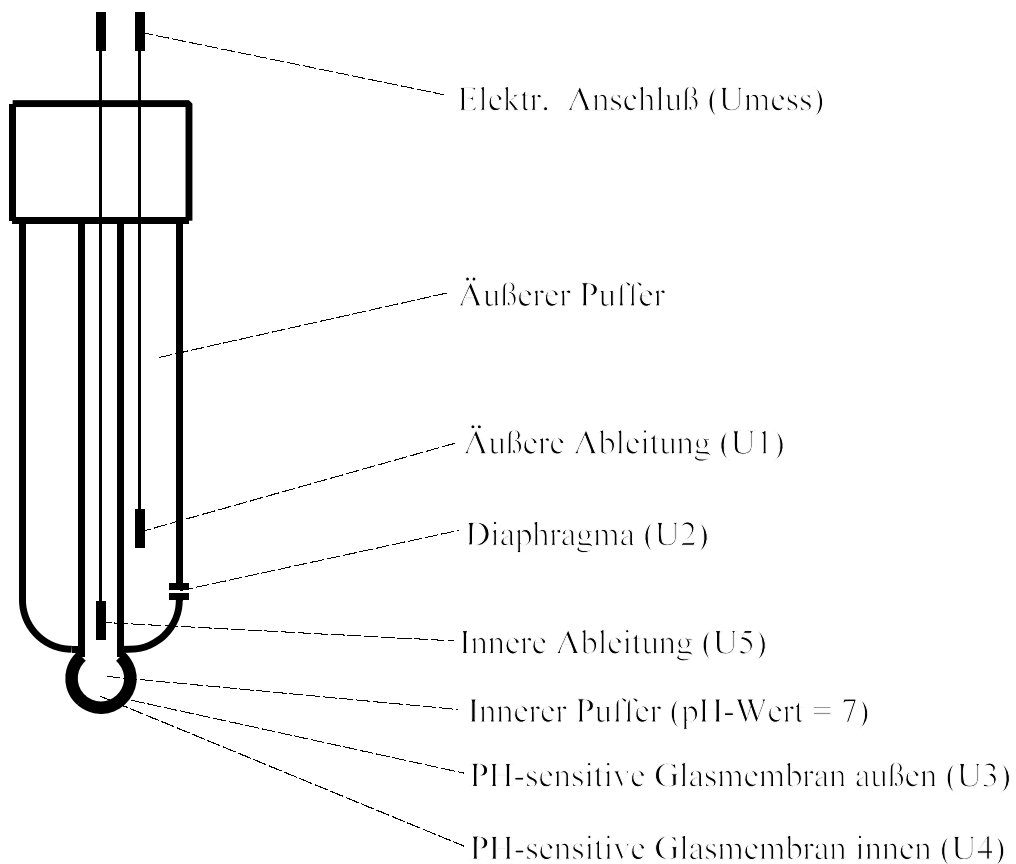
Die empfindliche Glasmembran an der Spitze ist schonend zu behandeln. Die Elektrode muss eingetaucht in 3,0 M KCl-Lösung aufbewahrt werden, damit die dünne Glasmembran immer gequollen bleibt. Die Elektrode muss immer mit einer 3,0 M KCl-Lösung gefüllt sein. Vor jeder Messung ist die Elektrode mit destilliertem Wasser abzuspülen und mit Kleenextuch vorsichtig abzutupfen. Bei der Messung muss die Elektrode mindestens bis zum Diaphragma (heller Punkt) eingetaucht werden. Der hydrostatische Druck sollte allerdings 5 cm nicht überschreiten.

Bei der Eichung muss die Gebrauchsanweisung des jeweiligen Gerätes genau beachtet werden. Je nach Anwendung erfolgt die Eichung alle Stunde bis einmal pro Woche. Die Lebensdauer einer Einstabmeßkette beträgt je nach Anwendung und Pflege von 1h -2 Jahren. Alte Elektroden zeichnen sich durch lange Einstellzeiten aus.

pH-Einstabmesskette



Aufbau einer pH-Einstabmesskette



Eine pH-Einstabmesskette dient zur Messung des pH-Wertes in einer wässrigen Lösung. Sie liefert eine dem pH-Wert proportionale Spannung. Die resultierende Spannung setzt sich aus den Einzelspannungen an den Phasengrenzen zusammen

$$U_{\text{mess}} = U_1 + U_2 + U_3 + U_4 + U_5$$

mit $U_1 + U_5 = 0$, $U_3 = f(\text{pH}7)$, $U_4 = f(\text{pH Medium})$, $U_2 \approx 0$

$$U_{\text{mess}} = f(\text{pH}_{\text{Medium}} - \text{pH}7)$$

Durch geeignete Zusammenfassung und Umformung erhält man :

$$\text{pH}_{\text{mess}} = U_{\text{mess}} / S + \text{Nullpkt}$$

pH_{mess} = gesuchter pH-Wert

U_{mess} = gemessene Spannung

S = Steilheit der Messkette

Nullpunkt = pH-Wert an dem die Messkette 0mV ausgibt

4.) Welche Probleme entstehen bei der Messung von Abwasser ?

Bei stark verschmutztem Abwasser (z.B. Deponiewasser) entsteht durch Verschmutzung ein Fehlerpotential an dem Diaphragma. Weiterhin kann durch einen hohen Prozessdruck von ca. 3-4 bar das Medium durch das Diaphragma in die Bezugslektrode (Äußerer Puffer) eindringen und das Messergebnis verfälschen. Auch hier entsteht ein Fehlerpotential. Beide Fehlerpotentiale kann man noch eine Zeit lang durch Nachkalibrierung ausgleichen. Irgendwann ist aber auch das nicht mehr möglich. Die Einstabmesskette ist defekt !

5.) Welche Einstabmesskette ist für belastetes Wasser zu wählen ?

Für stark belastetes Abwasser ist die Einstabmesskette AL31pHT-00 zu wählen. Sie hat drei *hintereinander* liegende Diaphragmen die den o.g. Prozess hinauszögern und eine längere Standzeit gewährleistet.

6.) Was muß ich alles für ein Angebot erfragen ?

- zu messendes Medium ?
- Arbeitsdruck ?
- Arbeitstemperatur ?
- Einstabmesskette sterilisierbar (Lebensmittelbranche) ?
- ca. Leitfähigkeit des Mediums ?
- Material der Rohrleitung ?
- Anbindung der Einstabmesskette
 - Rohrleitung ?
 - offener Behälter ?
- Umkleidung der Einstabmesskette ?
- Umkleidung mit oder ohne Glasschutz ?
- UNICON: Kopfmontage oder Feldmontage ?
- Leitungslänge 2m oder 5m ?
- zusätzliche Anzeige für Schalttafeleinbau gewünscht ?

7.) Welche Probleme entstehen beim Einsatz in der Lebensmitteltechnik ?

- Glaselektroden
 - Der Bruch einer Glaselektrode kann im laufenden Produktionsprozess eine ganze Charge (z.B. Marmelade) zunichte machen !
- Sterilisationstemperatur
 - Die Einstabmesskette muß beständig bis 135°C (1h) sein !

8.) Projektierung und Programmierung anhand einer Aufgabenstellung !

Neutralisation im Konstruktionsversuchslabor