

Der pH von Reinwasser

Der pH ist ein weithin gemessener Parameter der Wasserqualität, und viele Wissenschaftler wollen selbstverständlich den pH des von ihnen verwendeten Reinwassers kennen. Der pH von Reinwasser ist jedoch nicht so einfach messbar und bietet keine konsistente Richtlinie in Bezug auf die Reinwasserqualität.

Grund für die Verwendung des pH:

Der pH ist ein Maß für den Säure- bzw. Basengehalt einer Lösung. Er beeinflusst den Dissoziationsgrad vieler Moleküle und ist bei vielen Anwendungen in der wässrigen Chemie von entscheidender Bedeutung. Die meisten Lösungen enthalten gelöste Feststoffe, die als Puffer gegen pH-Änderungen dienen, sodass der pH-Wert stabil und von Verunreinigungen nicht besonders betroffen ist.

Der pH von Reinstwasser ist bei normaler Verwendung im Labor aufgrund der vorhandenen, extrem niedrigen Grade von Säuren oder Basen weder nachhaltig noch signifikant. Wassermoleküle können sowohl als Säure als auch Base funktionieren, da die Moleküle sehr schwach dissoziieren und in Reinstwasser (bei 25°C) 10^{-7} molare Wasserstoff- und Hydroxylionen ergeben (pH 7). Diese sehr geringen Konzentrationen (bei Laboranwendungen vernachlässigbar niedrig) sowie das Fehlen von Pufferionen bedeuten, dass der pH nicht aufrecht erhalten werden kann. Zur Erzeugung eines pH von 6,0 in Reinstwasser werden nur 1,0 ppb Wasserstoffionen oder 150 ppb Kohlendioxid benötigt. Diese Konzentrationen werden unbedeutend sein, wenn dieses Wasser beispielsweise zum Ansetzen einer Pufferlösung verwendet wird.

Probleme mit der pH-Messung von Reinwasser:

Kohlendioxid: CO_2 , das in der Luft vorliegt, wird vom Wasser schnell absorbiert, wobei Kohlensäure entsteht, die den pH der Probe um 1,1 pH-Einheiten senken kann.

Probenentnahmebehälter: Spuren Mengen von Säure oder Base in einem Behälter werden den pH verändern.

Temperatur: Die Temperatur beeinflusst sowohl die pH-Messung als auch den Grad der Wasserdissoziation. Ungepufferte Proben mit hoher Reinheit sind für diese Effekte besonders anfällig.

pH-Messer und Elektrodentypen: Wasser mit niedriger Leitfähigkeit kann in den ionisch sehr starken Elektrolyt der Referenzelektrode diffundieren und instabile und ungenaue pH-Ablesewerte erzeugen. Zusätzlich werden viele Glaselektroden nach einem längeren Kontakt mit Reinstwasser eine Verschlechterung aufweisen und zu tragem Anzeigeverhalten oder Abweichung führen.

Strömungspotenzial: Im Gegensatz zu weniger reinen Lösungen leitet Reinstwasser Elektrizität nur sehr schlecht. Das kann zu Fehlern aufgrund der statischen Ladung führen, die beim Strömen von Reinstwasser über die gläserne pH-Elektrode induziert wird.

Kalibrierpuffer für Elektroden: Das abwechselnde Eintauchen des Elektrodenpaars in pH-Puffer und anschließend in die Probe wird pH-Fehler aufgrund der wesentlich höheren ionischen Stärke der Puffer verursachen.



Exakte Bestimmung des pH von Reinwasser:

Leitungsmessungen mit pH-Sensoren geringer Impedanz unter sorgfältig kontrollierten Bedingungen stellen die beste Methode zum Erhalt exakter pH-Werte dar. Verwenden Sie eine abgedichtete Referenz-Halbzellelektrode, die der Verdünnung des Elektrolyts widersteht, und ein Elektrodenpaar, das sich schnell auf die Proben temperatur angleichen wird.

Alternativ sind spezielle pH-Elektroden für Wasser mit niedriger Leitfähigkeit erhältlich. Sie verwenden einen langsamen Entnahme eines Salzes wie Kaliumchlorid zum Puffern möglicher Interferenzeffekte. Ähnlich empfiehlt die US-amerikanische USP das Hinzufügen von 0,3 ml gesättigtem Kaliumchlorid pro 100 ml Probe.

Alle Normen für Reinstwasser schließen den pH spezifisch als Reinheitskriterium aus. Sie alle basieren auf der Leitfähigkeit bzw. dem spezifischen Widerstand. Die überschüssigen Wasserstoff- oder Hydroxylionen bei von 7,0 verschiedenen pH-Werten werden den spezifischen Widerstand von Wasser verringern. Aus diesem Grund gibt es bestimmte Grenzen für die mögliche Abweichung des pH von 7,0. Das folgende Diagramm zeigt, dass pH-Werte im Bereich außerhalb der blauen Linie unmöglich sind. Dieser Sachverhalt kann zur Schätzung des pH bei einem beliebigen Wert des spezifischen Widerstands verwendet werden. Wasser mit einem spezifischen Widerstand von 5 MΩ-cm muss beispielsweise einen pH im Bereich von 6,3 bis 7,8 haben. Weitere Beispiele sind in Tabelle 1 angegeben.

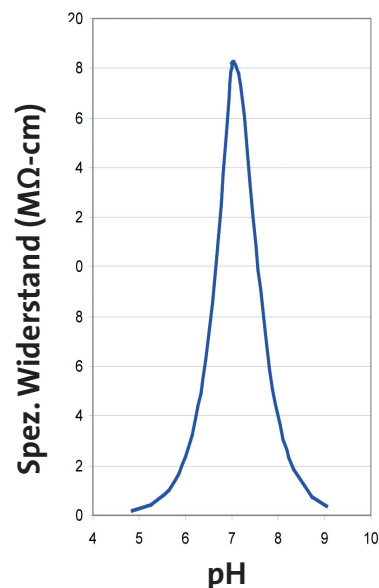


Tabelle 1.

Spez. Widerstand MΩ-cm	Leitfähigkeit µS/cm	Möglicher pH-Bereich
16,7	0,06	6,9 - 7,2
10	0,1	6,6 - 7,5
5	0,2	6,3 - 7,8
2	0,5	5,9 - 8,3
1	1	5,6 - 8,6
0,2	5	4,9 - 9,3

Zusammenfassung

Der pH von Reinstwasser ($<1 \mu\text{S/cm}$) hat keine praktische Bedeutung. Er ist kein Maß für die Wasserreinheit und schwankt erheblich bei Verwendung des Wassers.

Der Erhalt exakter pH-Werte für Reinstwasserproben ist besonders schwierig aufgrund seiner Empfindlichkeit gegen Verunreinigung durch Spurenelemente aus der Luft, Probenbehältern und Testgeräten sowie aufgrund von Messfehlern. Herkömmliche pH-Sonden sowie Litmus- und pH-Testpapiere liefern keine zuverlässigen Ergebnisse. Zur Minimierung dieser Faktoren wurden Standardtestmethoden entwickelt. Indirekte Informationen, wie die durch Messung des spezifischen Widerstands bereitgestellten Informationen, können eine zuverlässigere Alternative darstellen.

ELGA LabWater

Labtec Services AG

Nordstrasse 9
 CH-5612 Villmergen
 T +41 56 619 89 19 info@labtec-services.ch
 F +41 56 619 89 18 www.labtec-services.ch

