

pH Sensor

Bestell-Nr.: PH-BTA



Der *pH-Sensor* kann anstelle eines herkömmlichen pH-Messgeräts für Labor- oder Demonstrationszwecke verwendet werden. Dieser Sensor bietet die zusätzlichen Vorteile automatischer Datenerfassung, graphischer Darstellung und Datenanalyse. Typische Anwendungen sind die Untersuchung von Haushaltssäuren und -basen, Säure-Base-Titrationen, die Überwachung von pH-Änderungen bei chemischen Reaktionen, pH-Änderungen in einem Aquarium als Folge der Photosynthese, Untersuchungen von saurem Regen sowie der Wasserqualität in Flüssen und Seen.

Datenerfassung mit dem *pH-Sensor*

Dieser Sensor kann mit den nachfolgenden Schnittstellen verwendet werden:

- Vernier LabQuest[®] 2 oder LabQuest[®] eigenständig oder in Verbindung mit einem Computer
- Vernier LabQuest[®] Mini in Verbindung mit einem Computer
- Vernier LabPro[®] in Verbindung mit einem Computer oder TI-Graphikrechner
- Vernier Go![®] Link
- Vernier EasyLink[®]
- Vernier SensorDAQ[®]
- CBL 2[™]
- TI-Nspire[™] Lab Cradle (Messinterface)

Generelle Vorgehensweise bei der Verwendung des pH-Sensors:

1. Verbinden Sie den pH-Sensor mit der Schnittstelle
2. Starten Sie die Datenerfassungssoftware.¹
3. Die Software identifiziert den pH-Sensor und lädt das standardmäßige Setup zur Datenerfassung. Sie können nun mit der Datenerfassung beginnen.

Wichtig: Tauchen Sie den Sensor nicht vollständig ein. Der Griff ist nicht wasserdicht.

Datenerfassungssoftware

Dieser Sensor kann mit einer Schnittstelle und der nachfolgenden Datenerfassungssoftware verwendet werden.

- **Logger Pro 3.** Dieses Computerprogramm wird mit LabQuest 2, LabQuest, LabQuest Mini, LabPro oder Go!Link verwendet.
- **Logger Lite.** Dieses Computerprogramm wird mit LabQuest 2, LabQuest, LabQuest Mini, LabPro oder Go!Link verwendet.
- **LabQuest App.** Dieses Programm wird verwendet, wenn LabQuest oder LabQuest 2 als eigenständiges Programm ausgeführt werden.
- **DataQuest[™] Software für TI-Nspire[™].** Diese Kalkulationsanwendung für den TI-Nspire kann mit EasyLink oder dem TI-Nspire Lab Cradle verwendet werden.
- **EasyData[®] App.** Diese Kalkulationsanwendung für den TI-83 Plus und den TI-84 Plus kann mit CBL 2[™], LabPro und Vernier EasyLink verwendet werden. Version 2.0 oder neuer wird empfohlen. Diese kann von der Vernier Internetseite www.vernier.com/easy/easydata.html heruntergeladen und anschließend auf den Rechner übertragen werden. Besuchen Sie die Vernier Internetseite www.vernier.com/calc/software/index.html für weitere Informationen zur App und einem Handbuch zur Übertragung des Programms.
- **DataMate Programm.** Verwenden Sie DataMate mit LabPro oder CBL 2[™] und den folgenden Rechnern: TI-73, TI-83, TI-84, TI-86, TI-89 und Voyage 200. Die Handbücher von LabPro und CBL 2[™] bieten Hilfe bei der Übertragung von DataMate auf den Rechner.
- **LabVIEW.** Bei LabView von National Instruments handelt es sich um eine graphische Programmiersprache. Sie wird mit dem SensorDAQ verwendet und kann mit einigen anderen Vernier Schnittstellen verwendet werden. Besuchen Sie www.vernier.com/labview für weitere Informationen.

¹ Wenn Sie Logger Pro 2 mit ULI oder SBI verwenden, funktioniert auto-ID nicht. Öffnen Sie in diesem Fall eine Experiment-Datei des pH-Sensors im Ordner Fühler & Sensoren.

Spezifikationen des pH-Sensors

Art:	Verschlossen, mit Gel gefüllt, Körper aus Epoxidharz, Ag/AgCl, $\phi = 12 \text{ mm}$
Reaktionszeit:	90 % des Endwerts in 1 s
Temperaturbereich:	5 – 80°C
Bereich:	pH = 0 – 14
13-bit Auflösung (SensorDAQ):	0,0025 pH-Einheiten
12-bit Auflösung (LabQuest, LabQuest 2, LabQuest Mini, LabPro, Go!Link, TI-Nspire Laborgestell):	0,005 pH-Einheiten
10-bit Auflösung (CBL 2):	0,02 pH-Einheiten
Isopotential pH:	pH = 7 (Punkt, an dem die Temperatur keine Auswirkung hat)
Output:	59,2 mV/pH bei 25°C
Gespeicherte Kalibrierungswerte ²	
	Steigung (k_1) = -3,838
	Achsenschnittpunkt (k_0) = 13,720

Hinweis: Vernier Produkte sind für Ausbildungszwecke gedacht. Sie sind nicht zu verwenden für industrielle, medizinische oder kommerzielle Zwecke, wie lebenserhaltende Maßnahmen, Diagnosen von Patienten, Kontrolle von Herstellungsprozessen oder irgendeiner Art von industriellen Tests.

Wie der pH-Sensor arbeitet

Bei dem pH-Verstärker im Schaft handelt es sich um einen Schaltkreis, mit dem eine Standard-pH Elektrode (wie die Vernier 7120B) von einer Labor-Schnittstelle überwacht werden kann.

Der pH-Sensor erzeugt in einem pH7-Puffer eine Spannung von 1,75 Volt. Die Spannung steigt um ca. 0,25 Volt, wenn der pH-Wert um eins sinkt und sinkt um ca. 0,25 Volt, wenn der pH-Wert um eins ansteigt.

Der mit Gel gefüllte Sensor wurde für Messungen im pH-Bereich von 0 bis 14 entworfen. Der Schaft aus Polycarbonat, der sich bis zum Glas-Sensorbereich der Elektrode erstreckt, erlaubt die Nutzung im schulischen Bereich und die Verwendung in der Natur. Die mit Gel gefüllte Referenz-Halbzelle ist versiegelt, sie muss nicht nachgefüllt werden.

Dieser Sensor enthält einen Schaltkreis, der auto-ID unterstützt. Wird der Sensor in Verbindung mit LabQuest, LabQuest 2, LabQuest Mini, LabPro, Go! Link, SensorDAQ, TI-Nspire™ Lab Cradle, EasyLink oder CBL 2 verwendet, identifiziert die Datenerfassungssoftware den Sensor und verwendet passend zum erkannten Sensor vordefinierte Parameter zur Konfiguration eines Experiments.

Vorbereitung zur Verwendung

Verfahren Sie zur Vorbereitung der Elektrode auf pH-Messungen wie folgt:

- Entfernen Sie die Aufbewahrungsflasche von der Elektrode, indem Sie zuerst den Deckel abschrauben und anschließend Flasche und Deckel entfernen. Spülen Sie den unteren Bereich des Sensors gründlich mit destilliertem oder entionisiertem Wasser ab, besonders den Bereich der Kugel.
- Wird der Sensor nicht in der Aufbewahrungsflasche gelagert, kann es kurzzeitig (bis zu 24 Stunden) in pH4- oder pH7-Puffer-Lösungen aufbewahrt werden. Er sollte niemals in destilliertem Wasser aufbewahrt werden.
- Verbinden Sie den pH-Sensor mit Ihrer Labor-Schnittstelle, laden Sie eine Kalibrierung oder führen Sie eine solche durch und schon können Sie pH-Messungen durchführen.

Hinweis: Tauchen Sie den Sensor nicht vollständig ein. Der Schaft ist nicht wasserdicht.

Haben Sie Ihre Messungen beendet, spülen Sie die Spitze der Elektrode mit destilliertem Wasser ab. Schieben Sie die Kappe auf den Elektroden-Körper und schrauben Sie anschließend die Kappe auf die Aufbewahrungsflasche. Hinweis: Sinkt der Pegel der Aufbewahrungslösung in der Flasche ab, können Sie die Lösung mit einer kleinen Menge Leitungswasser auffüllen, jedoch nur die ersten paar

² Es handelt sich um Durchschnittswerte. Die tatsächlichen Werte können abweichen, da jeder Sensor vor Auslieferung von Vernier separat kalibriert wird.

Male, nicht unendlich oft! Besser ist es, eine Menge pH4-Puffer/KCl Aufbewahrungslösung herzustellen und damit die Lösung aufzufüllen.

Optionale Kalibrierungsprozedur

Sie müssen bei den meisten Experimenten keine neue Kalibrierung vor Verwendung des pH-Sensors durchführen. Sie können ganz einfach die zugehörigen Kalibrierungsdateien von Vernier, die im Datenerfassungsprogramm gespeichert sind, verwenden. Dies geschieht auf eine der folgenden Weisen:

1. Haben Sie die PH-BTA Version des Sensors bestellt und verwenden ihn mit LabQuest, LabQuest 2, LabQuest Mini, LabPro, TI-Nspire™ Lab Cradle oder CBL 2™, wird automatisch eine Kalibrierung (in pH) geladen, wenn der Sensor angeschlossen wird.
Hinweis: Jeder pH-Sensor (PH-BTA Version) wird von Vernier kalibriert. Die individuelle Kalibrierung wird dann im Sensor gespeichert. Dies bedeutet, wenn Sie den Sensor zum ersten Mal verwenden, sehen Sie pH-Werte, die ohne Kalibrierung auf +/- 0,10 pH-Einheiten genau sind. Nach einiger Zeit kann ein geringer Verlust der anfänglichen Genauigkeit auftreten, aber für die meisten Zwecke wird es nicht nötig sein, den pH-Sensor zu kalibrieren.
2. Verwenden Sie die Logger Pro Software (Version 2.0 oder neuer) auf einem Macintosh oder Windows Computer, öffnen Sie eine Experiment-Datei des pH-Sensors. Gleichzeitig wird auch die gespeicherte Kalibrierung geladen.
Hinweis: Ein Update auf die neueste Version kann von unserer Internetseite geladen werden.
3. In jeder Version von DataMate, EasyData und DataQuest sind Kalibrierungen für diesen Sensor gespeichert.

Führen Sie ein chemisches Experiment durch oder eine Untersuchung der Wasserqualität, wo eine präzise Kalibrierung benötigt wird, können Sie die Vernier pH-Elektrode wie folgt kalibrieren:

- Verwenden Sie die 2-Punkte Kalibrierungsmöglichkeit des Vernier Datenerfassungsprogramms. Spülen Sie die Spitze der Elektrode mit destilliertem Wasser ab. Halten Sie die Elektrode in eine der beiden Pufferlösungen (z.B. pH4). Sobald sich die am Computer oder Taschenrechner angezeigte Spannungsanzeige stabilisiert hat, geben Sie „4“ als pH-Wert ein.
- Spülen Sie die Elektrode für den nächsten Kalibrierungspunkt ab und halten Sie sie in eine zweite Pufferlösung (z.B. pH7). Sobald sich die angezeigte Spannung stabilisiert hat, geben Sie „7“ als pH-Wert ein.
- Spülen Sie die Elektrode mit destilliertem Wasser ab und halten Sie sie in die Probe.

pH-Puffer-Lösung

Zur Durchführung einer Kalibrierung des pH-Sensors oder zur Überprüfung, ob eine gespeicherte Kalibrierung exakt ist, benötigen Sie einen Vorrat an pH-Pufferlösungen, die den zu messenden Bereich abdecken. Empfohlen werden Pufferlösungen für pH=4, pH=7 und pH=10.

- Bei Vernier ist ein pH-Pufferset erhältlich (Bestell-Nr. PHB). Es enthält 12 Tabletten, jeweils vier Tabletten pH4-, pH7- und pH10-Puffer. Jede Tablette wird zur Herstellung einer entsprechenden pH-Pufferlösung in 100 ml destilliertes oder entionisiertes Wasser gegeben.
- Sie können wie folgt Ihre eigenen Pufferlösungen herstellen:

pH = 4,00	Geben Sie 2,0 ml von 0,1 M HCl zu 1000 ml von 0,1 M Kaliumhydrogenphthalat.
pH = 7,00	Geben Sie 582 ml von 0,1 M NaOH zu 1000 ml von 0,1 M Kaliumdihydrogenphosphat.
pH = 10,00	Geben Sie 214 ml von 0,1 M NaOH zu 1000 ml von 0,05 M Natriumbikarbonat.

Aufbewahrung und Pflege des Sensors

- **Kurzzeit-Aufbewahrung (weniger als 24 Stunden):** Stellen Sie die Elektrode in eine pH4- oder pH7-Pufferlösung.
- **Langzeit-Aufbewahrung (mehr als 24 Stunden):** Geben Sie die Elektrode in einer pH4/KCl-Puffer Aufbewahrungslösung in der Aufbewahrungsflasche. Die pH-Elektrode wird in dieser Lösung ausgeliefert. Vernier verkauft Flaschen mit 500 ml Ersatz-Aufbewahrungslösung (Bestell-Nr. PH-SS). Alternativ können Sie die Aufbewahrungslösung selbst herstellen, indem Sie 10 g festes Kaliumchlorid (KCl) zu 100 ml pH4-Pufferlösung geben.

Zur Überprüfung eines pH-Sensors ist es am besten, ihn in eine bekannte Pufferlösung zu halten. Dadurch kann man sehen, ob er korrekt misst (in einer pH7-Pufferlösung liegt der Messwert nah bei pH=7). Halten Sie den Sensor zum Testen nicht in destilliertes Wasser, denn dieses weist pH-Werte zwischen 5,5 und 7,0 auf, abhängig von einer variablen Menge Kohlendioxids, die aus der Atmosphäre gelöst wird. Desweiteren sind die pH-Werte in destilliertem Wasser aufgrund eines Ionenmangels unregelmäßig.

Misst Ihr Sensor einen Wert, der geringfügig vom bekannten pH-Wert des Puffers abweicht (misst er z.B. 6,7 in einem pH7-Puffer), müssen Sie den Sensor einfach kalibrieren. Sie können den Sensor in zwei Pufferlösungen mit zwei Kalibrierungspunkten kalibrieren. Wenn Sie nicht wissen, wie man eine Kalibrierung durchführt, schauen Sie weiter oben nach der Anleitung.

Weichen die Messwerte um einige pH-Werte ab, ändert sich der pH-Wert nicht, wenn der Sensor von einer Pufferlösung in eine gänzlich andere gehalten wird oder reagiert der Sensor sehr langsam, dann kann ein ernstes Problem vorliegen. Manchmal wird eine „Schock“ genannte Methode verwendet, um den Sensor wiederherzustellen. Zum Schocken Ihres Sensors befolgen Sie nachfolgende Anweisungen:

1. Tränken Sie die pH-Elektrode 4-8 Stunden lang in einer HCl-Lösung zwischen 0,1 und 1,0 M.
2. Spülen Sie die Elektrode ab und stellen Sie sie ca. eine Stunde lang in einen pH7-Puffer.
3. Spülen Sie die Elektrode ab und führen Sie Ihre Messung erneut durch.

Das Wachstum von Schimmelpilzen in der Puffer/KCl-Aufbewahrungslösung kann durch Zugabe eines handelsüblichen Wachstumshemmers verhindert werden. Schimmelpilze schaden der Elektrode nicht und können auf einfache Weise mit einem Reinigungsmittel entfernt werden.

Der Sensor wurde zur Verwendung in wässrigen Lösungen entworfen. Der Körper aus Polycarbonat kann durch einige organische Lösungsmittel beschädigt werden. Verwenden Sie den Sensor außerdem nicht in Lösungen, die folgendes enthalten: Perchlorate, Silberionen, Sulfidionen, biologische Proben mit hohen Konzentrationen an Proteinen oder TRIS-gepufferte Lösungen.³ Verwenden Sie ihn nicht in Flusssäure oder in Säure- oder Base-Lösungen mit einer Konzentration höher als 1,0-molar. Die Elektrode kann zur Messung des pH-Wertes von Natriumhydroxid-Lösungen mit einer Konzentration nah bei 1,0-molar verwendet werden, sollte aber nicht länger als 5 Minuten in dieser Konzentration verweilen. Bei Verwendung oder Aufbewahrung der Elektrode bei sehr hohen oder sehr niedrigen Temperaturen (nah an 0°C), kann sie unwiderruflich beschädigt werden.

Gewährleistung

Es wird für einen Zeitraum von fünf Jahren ab Kauf des Sensors gewährleistet, dass er frei ist von Materialdefekten und Verarbeitungsfehlern. Die Gewährleistung tritt nicht in Kraft, wenn die Elektrode beschädigt, zu einem anderen Zweck, missbräuchlich oder unsachgemäß verwendet wurde. Des Weiteren beinhaltet die Gewährleistung nicht das versehentliche Zerschlagen der Glas-Wölbung des pH-Sensors.

³ Vernier bietet einen TRIS-kompatiblen flachen pH-Sensor an, der eine Elektrode mit doppelten Anschlüssen enthält, so dass er mit Proteinen, Sulfiden und TRIS-Puffern verwendet werden kann. Bestell-Nr. FPH-BTA.