



# Der pH-Wert in torffreien und torf reduzierten Kultursubstraten

## pH-Messung mittels pH-Elektrode

Hintergrundinformationen zur Definition des pH-Wertes und warum sie diesen in Kultursubstraten regelmäßig messen sollten, finden sie in der Fachinformation [Allgemeines über den pH-Wert](#). Zur Messung gibt es zwei Verfahren, die bei korrekter Durchführung zu vergleichbaren Werten führen. Beide Verfahren werden im Folgenden im Detail beschrieben.

### Messung in einer $\text{CaCl}_2$ -Suspension

Bei dieser Methode handelt es sich um das Standardverfahren, das in Laboren angewandt wird. Es kann aber auch problemlos vor Ort selbst durchgeführt werden. Zuerst muss eine repräsentative Substratprobe (z.B. durch Beprobung verschiedener Töpfe) entnommen und vermischt werden (Details siehe [Substratprobennahme](#)). Mit einem kleinen Messbecher nimmt man anschließend 20 ml des kulturfeuchten Substrates ab und gibt 50 ml einer 0,01 molaren  $\text{CaCl}_2$ -Lösung (hergestellt durch Lösen von 1,5 g  $\text{CaCl}_2$ -Dihydrat in einem Liter vollentsalzten Wasser) dazu. Auf Grund der logarithmischen Skalierung des pH-Wertes (Details siehe [Allgemeines über den pH-Wert](#)) führen kleinere Abweichungen bei der abgenommenen Substratmenge nicht zu falschen Ergebnissen. Nach einer Standzeit von 1 bis 1,5 h (in der Zwischenzeit ab und zu umrühren) misst man dann den pH-Wert direkt in der Suspension mit einer für Messungen in Wässern und wässrigen Lösungen konzipierten pH-Elektrode. Entscheidend für korrekte Messwerte ist, dass die Elektrode gut gepflegt und sorgfältig kalibriert wird. Erfolgt die pH-Messung statt in einer  $\text{CaCl}_2$ -Suspension alternativ in vollentsalztem Wasser, erhält man systematisch um bis zu einer pH-Stufe höhere Werte. Die Höhe der Abweichung hängt von mehreren, schwer abzuschätzenden Faktoren ab, weswegen bei der Interpretation von in Wasser gemessenen pH-Werten eine gewisse Vorsicht geboten ist.

### Direktmessung im Substrat mit einer Einstichglaselektrode

Als Alternative zur Messung in einer  $\text{CaCl}_2$ -Suspension besteht auch die Möglichkeit, den pH-Wert ohne vorangegangene Probenahme durch das direkte Einstechen einer pH-Elektrode in das feuchte Substrat zu bestimmen. Untersuchungen zeigen, dass bei korrekter Vorgehensweise eine recht gute Übereinstimmung mit der Labormethode besteht (siehe „Weitere Informationen“). Diese Direktmessung ist das einfachste und schnellste Verfahren, in Beständen den pH-Wert zu messen. Allerdings sind hierfür nur ganz bestimmte Einstichglaselektroden, die vorne spitz zulaufen und besonders robuste Diaphragmen haben, geeignet (Abbildung 1). Herkömmliche pH-Elektroden würden durch das Einstechen sehr schnell verschleifen und damit unbrauchbar werden. Zum Teil werden auch Metallelektroden angeboten. Diese sind zwar sehr robust und lassen sich gut einstechen, bieten aber nur eine unzureichende Genauigkeit. Um die Einstichelektrode möglichst zu schonen, sollte z.B. mit einem Pikierstab ein Loch vorgebohrt werden. Dieses Loch darf aber nicht zu groß sein, damit die Elektrode ausreichend Kontakt zum Substrat hat. Zudem sollte für einen ausreichenden Substratkontakt das Substrat relativ feucht sein. Wie bei der Messung in einer  $\text{CaCl}_2$ -Suspension ist insbesondere eine gute Pflege und eine sorgfältige Kalibration der pH-Elektrode Voraussetzung für zuverlässige Messwerte.



Abbildung 1: pH-Messgerät mit Einstichglaselektrode

Um einen für den Bestand repräsentativen pH-Wert zu erhalten, sollte die Direktmessung - vergleichbar der Probenahme für die Messung in einer  $\text{CaCl}_2$ -Suspension - an mehreren Stellen (z.B. in einer ausreichend großen Anzahl Töpfen) erfolgen. Die einzelnen Messwerte sind dann zu mitteln, wobei einzelne Ausreißer nach oben oder unten nicht berücksichtigt werden sollten.

### Pflege und Kalibration von pH-Elektroden

Die üblicherweise in gärtnerischen Betrieben verwendeten pH-Elektroden enthalten Kaliumchlorid (KCl) als Elektrolyt - entweder flüssig oder in Gelform. Um ein Austrocknen der Elektrode zu verhindern, muss diese immer in einer entsprechenden KCl-Lösung aufbewahrt werden. Auch bei längerem Nichtgebrauch sollte die Lösung regelmäßig erneuert werden. Die Elektrode darf keinesfalls in Wasser aufbewahrt werden, da dadurch das Elektrolyt auf längere Sicht verdünnt wird und die Elektrode kaputtgeht. Um die Lebensdauer der Elektrode zu maximieren, sollte sie nach jeder Messung (auch zwischen zwei Proben) gut mit vollentsalztem Wasser abgespült werden, wobei man die Spitze der Elektrode aber nicht mit einem Tuch o. ä. abreiben darf. Um zuverlässige Messergebnisse zu erhalten, muss die Elektrode regelmäßig kalibriert werden. Eine exakte Vorgabe, wie häufig kalibriert werden muss, gibt es nicht. Aus Erfahrung ist zu empfehlen, an jedem Messtag die Elektrode einmal vor Beginn der ersten Messung zu kalibrieren und in der Folge nach jeweils 15 bis 20 Messungen eine Kontrollmessung in einer der Kalibrierlösungen durchzuführen. Für die Kalibration werden i.d.R. zwei Pufferlösungen mit pH 7,0 und pH 4,0 benötigt. Bei manchen Geräten ist auch eine Drei-Punkt-Kalibration möglich, hierfür wird zusätzlich eine dritte Lösung mit pH 10,0 verwendet. Das genaue Vorgehen ist zwar etwas vom Hersteller des verwendeten Geräts abhängig, erfolgt aber immer nach dem gleichen Grundprinzip: Nach getrennter Messung, der von zwei Pufferlösungen in der pH-Elektrode erzeugten Spannung, wird die Spannungsdifferenz berechnet und durch die pH-Differenz der beiden verwendeten Pufferlösungen geteilt. Damit erhält man die Steilheit als Maß für die Empfindlichkeit der Elektrode in mV/pH. Dieser Wert ist wichtig, um die mit der Zeit kontinuierlich abnehmende Qualität der Elektrode zu beurteilen. Man spricht davon, dass die Elektrode altert. Kennzeichen für die Stärke der Alterung und damit für den Verlust der Empfindlichkeit ist die Veränderung (meist ein Rückgang) der Steilheit. Bei einer neuen Elektrode beträgt sie 59 mV/pH. Spätestens wenn die Steilheit unter 56 bzw. über 61 mV/pH liegt, ist es an der Zeit die Elektrode auszutauschen. Um den Alterungsprozess der Elektrode zu überwachen, empfiehlt



es sich, die Steilheit nach jeder Kalibrierung zu dokumentieren. Neben dem Empfindlichkeitsverlust ist die Verschlechterung des Ansprechverhaltens ein weiteres Zeichen der Alterung, d.h. die Elektrode wird immer langsamer und man muss demzufolge bei der Messung immer länger warten, bis sich ein stabiler Messwert einstellt. Auch aus diesem Grund ist es ratsam, pH-Elektroden regelmäßig auszutauschen.

## Weitere Informationen

*„Leitfaden zur Optimierung der Düngung im Topfpflanzenanbau durch einfache und robuste Verfahren zur Vor-Ort-Analyse“*

[https://www.hswt.de/fileadmin/download/Forschung/Leitfaden\\_zur\\_Optimierung\\_der\\_Duengung\\_1\\_.pdf](https://www.hswt.de/fileadmin/download/Forschung/Leitfaden_zur_Optimierung_der_Duengung_1_.pdf)

*„Einsatzmöglichkeiten von Schnelltests zur Düngungsoptimierung im Zierpflanzenbau“*

<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/14923/documents/17870>