

Regulierung des pH-Wertes durch die Form der N-Düngung

Der richtige pH-Wert im Substrat ist eine der Grundvoraussetzungen für eine erfolgreiche Kultur. Mit zunehmendem Torfverzicht wird dessen Regulation immer wichtiger, da beispielsweise durch mikrobielle Ab- und Umbauprozesse – z. B. bei der Verwendung von Holzfaser – oder durch den Kalkeintrag mit Grüngutkompost der pH-Wert stärker schwankt als bei Torfsubstraten. Hinzu kommt, dass die Auswirkungen vor allem bei zu tiefen pH-Werten – u. a. durch eine sehr hohe Manganverfügbarkeit bei Rindenumus – gravierend sein können¹. Um den pH-Wert im Laufe der Kultur stabil zu halten, gibt es verschiedene Maßnahmen. Eine der gängigsten Strategien ist die Wahl der passenden Stickstoffform bei der Düngung.

Pflanzen nehmen Nährstoffe als positiv geladene Kationen (z. B. NH_4^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) oder negativ geladene Anionen (z. B. NO_3^- , HPO_4^{2-} , SO_4^{2-}) auf. Nimmt die Pflanze mehr Kationen als Anionen auf, muss sie die positiven Überschussladungen durch die Abgabe von H^+ -Ionen ausgleichen. Im umgekehrten Fall muss sie den negativen Ladungsüberschuss durch die Abgabe von OH^- -Ionen bzw. Carboxylaten ($-\text{COO}^-$) kompensieren. Da die Pflanze Stickstoff als einziges Nährelement sowohl als Kation in Form von **Ammonium** (NH_4^+) als auch als Anion in Form von **Nitrat** (NO_3^-) aufnehmen kann und zudem Stickstoff in großen Mengen benötigt, ist das Ammonium:Nitrat-Verhältnis des verwendeten Düngers ein wesentlicher Hebel, um die Ladungsbilanz der Pflanze und damit den pH-Wert im Substrat zu steuern. Mit steigendem Anteil an Ammonium im Dünger steigt der Kationenüberschuss und die Pflanze gibt im Gegenzug vermehrt H^+ -Ionen ab (Abb. 1 links), was zum Absinken des pH-Wertes führt (Abb. 1 rechts).

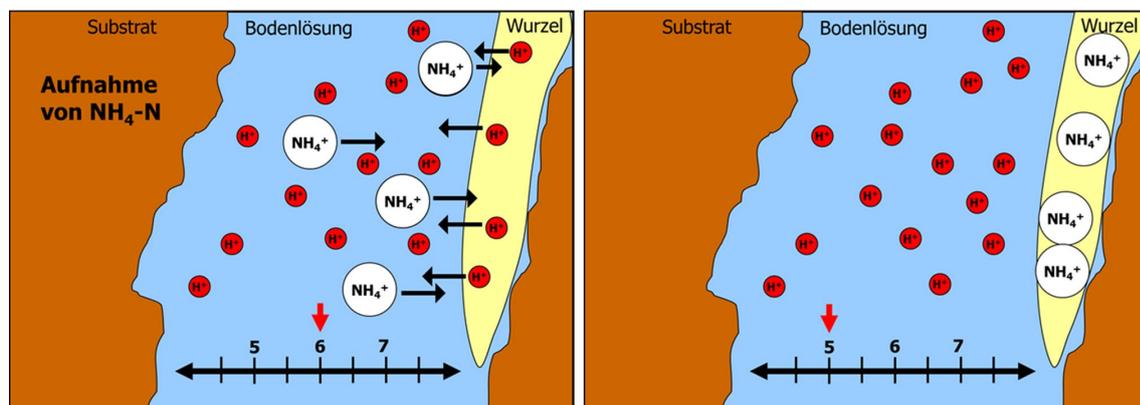


Abbildung 1: Die Aufnahme von Ammonium (links) führt durch die vermehrte Abgabe von H^+ -Ionen zum Absinken des pH-Wertes im Substrat (rechts); Abbildung verändert nach²

Gegensätzlich dazu reagiert die Pflanze bei einer Düngung mit steigendem Nitratanteil. In diesem Fall gibt die Pflanze OH^- -Ionen ab, die mit den H^+ -Ionen zu Wasser (H_2O) reagieren und diese damit neutralisieren. Aufgrund der sinkenden H^+ -Ionenkonzentration (Abb.2 links) kommt es folglich zu einem Anstieg des pH-Wertes im Substrat (Abb.2 rechts).

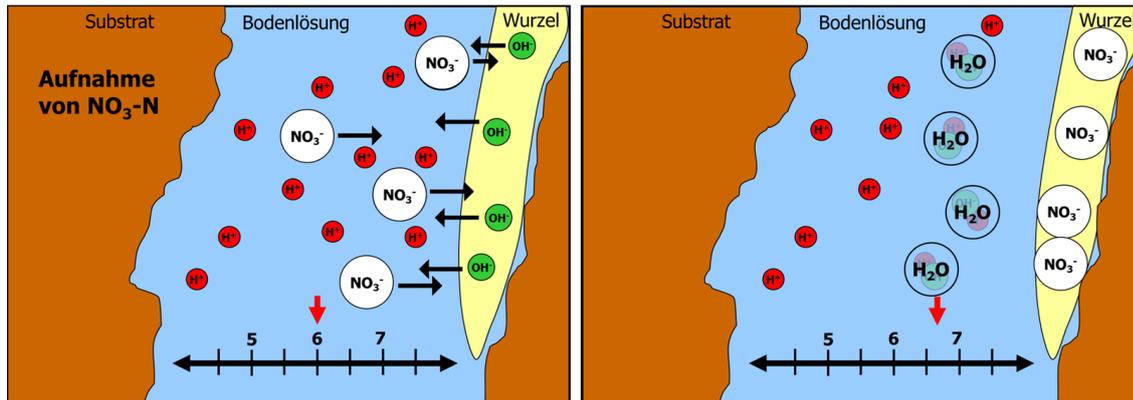


Abbildung 2: Die Aufnahme von Nitrat (links) verursacht einen Anstieg des pH-Wertes im Substrat (rechts); Abbildung verändert nach²

Für die Praxis ist dabei entscheidend zu wissen, dass bei der Aufnahme der gleichen Stickstoffmenge als Ammonium deutlich mehr H^+ - Ionen abgegeben werden, als durch die Nitrataufnahme neutralisiert werden. Dies hängt mit Stoffwechselprozessen in der Pflanze zusammen. Die Wirkung von Ammonium auf den pH-Wert ist damit deutlich stärker als die von Nitrat³. Daher führen bereits Düngemittel mit einem vergleichsweise geringen Ammoniumanteil (ca. 30 %) zu einer pH-Absenkung im Substrat. Neben dem Ammonium:Nitrat-Verhältnis beeinflusst auch die Karbonathärte des Gießwassers den pH-Verlauf: So führt die Verwendung eines Gießwassers mit hoher Karbonathärte bei einem ausgeglichenen Ammonium:Nitrat-Verhältnis zu einem leichten pH-Anstieg im Substrat, während der pH-Wert bei der Verwendung eines sehr weichen Wassers (z. B. Regenwasser) deutlich absinkt. Nach 12 Wochen Kulturdauer beträgt der Unterschied über eine pH-Stufe (Abb. 3).

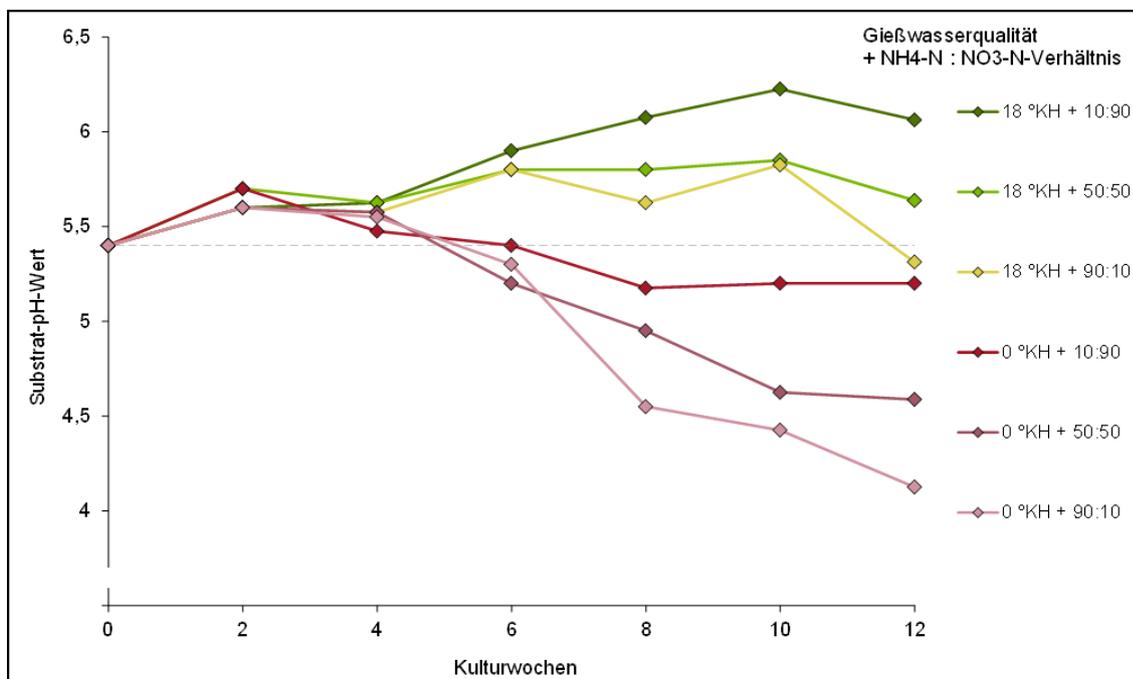


Abbildung 3: Verlauf des pH-Wertes in einem Torfsubstrat während der Kultur von Calibrachoa in Abhängigkeit von der Karbonathärte des Gießwassers und dem Ammonium-Nitrat-Verhältnis des Düngers



Ergänzend zur pH-Wert Änderung in Folge der Aufnahme durch die Pflanze führt auch die Nitrifikation – also die mikrobielle Umwandlung von Ammonium zu Nitrat – zu einer pH-Absenkung, da dabei H⁺-Ionen „übrigbleiben“. Dieser versauernde Effekt wird durch die nachfolgende alkalische Wirkung der Nitrataufnahme über die Pflanzenwurzel nicht ausgeglichen. Die versauernde Wirkung ist vergleichbar stark wie bei der direkten Ammoniumaufnahme⁴. Dieser pH senkende Effekt der Nitrifikation ist es auch, der beim Einsatz von Harnstoff als N-Quelle zu einem Absinken des pH-Wertes führt. Allerdings wirkt der Einsatz von Harnstoff etwas schwächer versauernd als es eine ammoniumbetonte Düngung tut, da die enzymatische Umwandlung von Harnstoff erst zu einem leichten pH-Anstieg führt⁵.

Die pH-Wirkung organischer Dünger ist mit der von Harnstoff vergleichbar: Die Mineralisation des organisch gebundenen Stickstoffs führt zuerst zu einem leichten pH-Anstieg, der aber sehr schnell entweder durch die direkte Ammoniumaufnahme durch die Pflanze oder die Nitrifikation überkompensiert wird. Wie schnell sich die pH-Wirkung bemerkbar macht, hängt also von der Umsetzungsgeschwindigkeit des Düngers ab, die wiederum von einer Vielzahl von Faktoren (z. B. Substratfeuchte und -temperatur, Belebung, Abbaubarkeit der organischen Substanz) beeinflusst wird. Mittel- bis langfristig führt aber eine organische Düngung immer zu einer Versauerung - eine Regulierung des pH-Wertes nach oben ist bei organischer Düngung also nicht möglich. Hier müssen gegebenenfalls andere Strategien (z. B. Verwendung eines karbonatharten Gießwassers, Einmischen von Grobkalk) angewendet werden, um ein Absinken des pH-Werts zu verhindern.

Festzuhalten ist, dass die Wahl des Ammonium:Nitrat-Verhältnisses zu den vergleichsweise langsam wirkenden Maßnahmen zählt, um den pH-Wert während der Kultur zu steuern. Zudem wird die erzielbare Wirkung vom N-Bedarf der Kultur begrenzt⁴. Dies ist z. B. bei Frühjahrsblüher in den Wintermonaten oder auch vielen Baumschulkulturen zu beachten. In diesen Fällen sind eine vorrausschauende Planung und die Wahl eines optimalen Substrats besonders wichtig. Zudem sollte der pH-Wert in relativ kurzen Abständen kontrolliert werden, um gegebenenfalls frühzeitig nachsteuern zu können.

Literatur

¹CARLILE, W.R.; RAVIV, M.; PRASAD, M. (2018) Chapter 8: Organic soilless media component (303-378). In RAVIV, M.; LIETH, J.H.; BAR-TAL, A. (Hrsg.): Soilless Culture – Theory and Practice. 2. Auflage, Academic Press, London.

²LOHR, D.; TAYLOR, M. D. (2012). Effects of Ammonium to Nitrate Ratios on Substrate pH Shifts during Growth of *Calibrachoa* with Alkaline Water. Acta Hort. 1014, 301-304. DOI: 10.17660/ActaHortic.2013.1014.67

³SCHUBERT, S.; YAN, F. (1997). Nitrate and ammonium nutrition of plants: effects on acid/base balance and adaptation of root cell plasmalemma H⁺ ATPase. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde, 160(2), 275-281. <https://doi.org/10.1002/jpln.19971600222>

⁴HAUCK D.; LOHR D.; MEINKEN E. (2022) Leitfaden zur Optimierung der Düngung im Topfpflanzenanbau durch einfache und robuste Verfahren zur Vor-Ort-Analyse. Hochschule Weihenstephan-Triesdorf; Zentrum für Forschung und Wissenstransfer; Institut für Gartenbau.

⁵AMBERGER-OCHSENBAUER; S., TAYLOR, M.; LOHR, D.; MEINKEN, E. (2012). Effect of Increasing Ratios of Urea-N in the Nutrient Solution on Growth of *Pelargonium* (*Pelargonium* × *hortorum*). Acta Hort. 938, 243-250. DOI: 10.17660/ActaHortic.2012.938.31

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

