



Der pH-Wert in torffreien und torf reduzierten Kultursubstraten

Einfluss von Substratausgangsstoffen auf den pH-Wert

Mit der zunehmenden Reduktion des Torfanteils in Kultursubstraten steigt die [Bedeutung des pH-Wertes](#) für den Kulturerfolg. Gleichzeitig nehmen die Herausforderungen bei dessen [Regulierung](#) zu, da sich die verschiedenen Torfersatzstoffe ganz unterschiedlich auf den pH-Wert auswirken. Und auch zwischen verschiedenen Chargen einzelner Stoffe – insbesondere bei Grüngutkomposten und Rindenumus – bestehen zum Teil erhebliche Unterschiede. Im Folgenden soll beschrieben werden, wie bestimmte Torfersatzstoffe den pH-Wert beeinflussen, welche Mechanismen dahinterstecken und wie darauf reagiert werden kann.

Torf

Die [Pufferkapazität](#) von Torf hängt stark vom Zersetzungsgrad ab. Während wenig zersetzter Weißtorf nur eine relativ geringe Pufferkapazität besitzt, steigt diese mit zunehmendem Zersetzungs- bzw. Humifizierungsgrad immer weiter an¹. Im Ausgangszustand sind die Austauschplätze (fast) vollständig mit H⁺-Ionen belegt. Bei der [Aufkalkung](#) werden diese H⁺-Ionen immer weiter desorbiert und neutralisiert. Wie in Abb. 1 zu erkennen ist, flacht insbesondere beim Weißtorf der pH-Anstieg mit zunehmenden Kalkgaben immer weiter ab. Umso höher der pH-Wert ansteigt, umso kleiner ist die Menge an H⁺-Ionen, die noch desorbiert werden können. Daher steigt der pH-Wert beim Schwarztorf bis zu einer Kalkmenge von 10 g/l weiter linear an, da noch mehr sorbierte H⁺-Ionen vorhanden sind. Zudem reagiert bei hohen pH-Werten nur noch ein kleiner Teil des zugegebenen Kalks ab. Dadurch baut sich im Substrat ein gewisser **Karbonatpuffer** auf, der später in der Kultur einem Abfall des pH-Wertes entgegenwirkt.

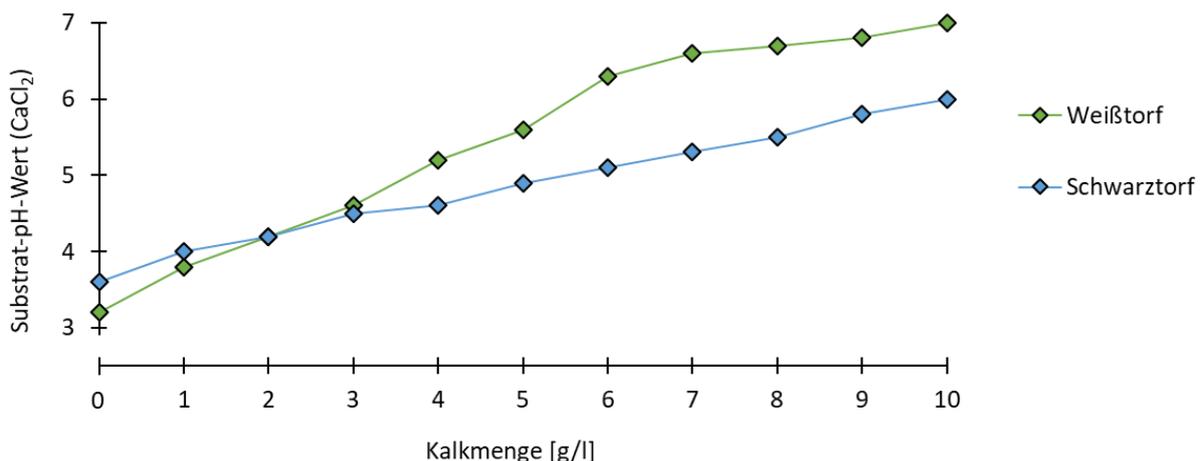


Abbildung 1: Kalkbedarf (Naturkalk mit 85 % CaCO₃) eines Weiß- und eines Schwarztorfes

Grüngutkompost

Grüngutkompost ist der Torfersatzstoff mit der stärksten Wirkung auf den pH-Wert und gleichzeitig der Stoff, bei dem sich verschiedene Chargen am stärksten unterscheiden. Zudem kommen bei Grüngutkompost zwei unterschiedliche Mechanismen zum Tragen. Der wichtigere Mechanismus



ist der **Karbonatpuffer**. Allerdings kann der Karbonatgehalt je nach Kompostierprozess, Inputmaterialien und Herkunft von 1-2 % bis über 15 % schwanken. Tendenziell enthalten Grüngutkomposte aus Süddeutschland mehr Karbonat als solche aus Norddeutschland. Um den Karbonatgehalt eines Grüngutkomposts grob abzuschätzen, kann man den Kompost mit etwa 10 %iger Salzsäure beträufeln. Umso stärker und umso länger anhaltend das anschließende Aufbrausen ist, umso höher ist der Karbonatgehalt (Abb. 2).



Abbildung 2: Karbonatarmer Grüngutkompost mit sehr geringem (links) und karbonatreicher Grüngutkompost mit starkem Aufbrausen (rechts) nach der Zugabe von 10 %iger Salzsäure

Um eine Vorstellung von der Größe des Karbonatpuffers zu bekommen, muss man sich die mit dem Grüngutkompost eingebrachte Karbonatmenge vor Augen führen. Ein durchschnittlicher Grüngutkompost mit einem Karbonatgehalt von 7 bis 8 % und einer Rohdichte trocken von 400 g/l enthält je Liter ca. 30 g Karbonat. Werden einem Substrat 20 Vol.-% eines solchen Komposts beigemischt, entspricht das 6 g Karbonat je Liter und damit ungefähr der Kalkmenge, die benötigt wird, um Weißtorf auf einen pH-Wert von 6 aufzukalken. Da allerdings der in Grüngutkompost enthaltene Kalk im Vergleich zu dem für die Aufkalkung verwendeten relativ wenig reaktiv ist, setzt die pH-Wirkung oft etwas verzögert ein. Darum steigen bei Substraten mit Grüngutkompost die pH-Werte über die Kulturzeit z. T. kontinuierlich an.

Der zweite pH-Puffermechanismus, der bei Grüngutkomposten neben dem Karbonatpuffer zum Tragen kommt, ist die **Pufferung über die variablen Ladungen** der im Kompost enthaltenen Huminstoffe. Allerdings ist die Kapazität dieses Puffersystems, das im Gegensatz zum Karbonatpuffer den pH-Wert sowohl nach oben als auch nach unten regulieren kann, deutlich kleiner und spielt daher für die Praxis – vor allem bei karbonatreicheren Komposten – nur eine untergeordnete Rolle.

Rindenhumus

Im Gegensatz zu Grüngutkomposten spielt der Karbonatpuffer bei Rindenhumus keine Rolle. Es gibt z. T. sogar sehr saure Rindenhumusprodukte mit pH-Werten unter 5. Allerdings enthält Rindenhumus wie Grüngutkompost einen relativ hohen Anteil an Huminstoffen, die durch ihre **variablen Ladungen** den pH-Wert sowohl nach oben als auch nach unten puffern können. Der Anteil der Huminstoffe nimmt wie beim Torf mit steigendem Zersetzungsgrad zu². Durch die Verwendung von Rindenhumus kann daher sowohl ein Abfall des pH-Wertes bei versauernden (ammoniumbetonte N-Düngung, weiches Gießwasser) als auch einem Anstieg bei alkalisierenden Kulturbedingungen (nitratbetonte N-Düngung, karbonathartes Gießwasser) entgegengewirkt werden (Abb. 3.)

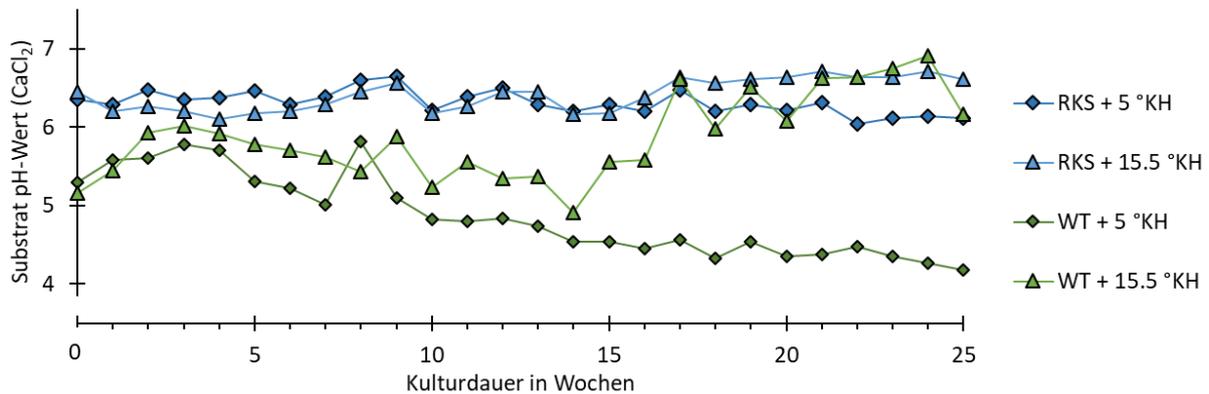


Abbildung 3: Verlauf der pH-Werte während der Kultur von Pelargonien in einem Weißtorfsubstrat (WT) und einem Rindenkultursubstrat aus 80 Vol.-% Rindenhumus und 20 Vol.-% Weißtorf (RKS) bei Verwendung eines weichen (5 °KH) bzw. eines karbonatharten (15.5 °KH) Gießwassers (Daten aus³)

Holzfasern

Holzfasern haben im Vergleich zu Torf und anderen Torfersatzstoffen mit Abstand das geringste pH-Puffervermögen⁴. Dementsprechend lässt sich der pH-Wert von holzfaserhaltigen Substraten (in Abhängigkeit von den übrigen Substratbestandteilen) sehr gut über die Karbonathärte des Gießwassers und die Form der N-Düngung steuern bzw. unterliegt ohne steuernde Maßnahmen zum Teil erheblichen Schwankungen. Auf Grund der geringen Pufferkapazität kann es bei holzfaserhaltigen Substraten, vor allem in den ersten Kulturwochen, zu einem starken pH-Anstieg kommen (Abb. 4). Dieser ist auf den mikrobiellen Abbau des Materials zurückzuführen.

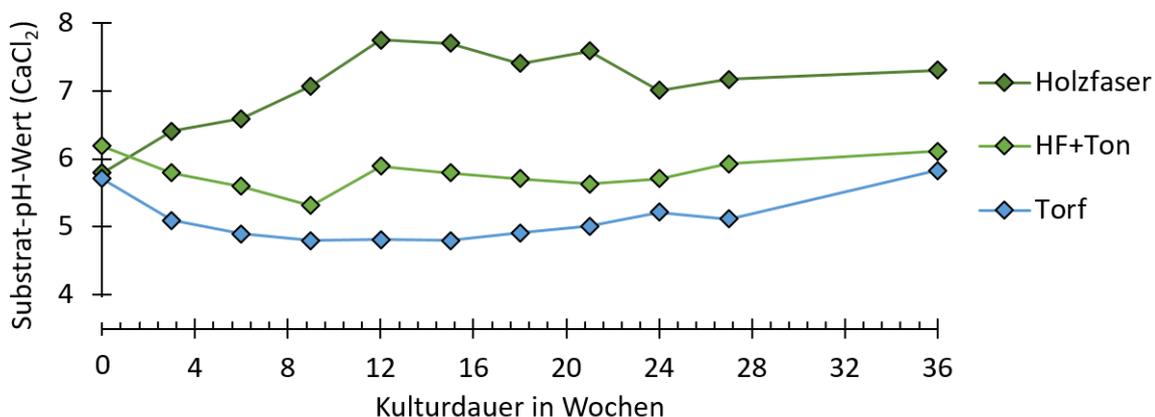


Abbildung 4: Verlauf der pH-Werte bei der Kultur von *Plumbago indica* (leicht ammoniumbetonte N-Düngung, weiches Gießwasser (ca. 4 °KH)) in Torf, Holzfaser und einer Mischung aus 70 Vol.-% Holzfaser und 30 Vol.-% Ton (HF+Ton)

Kokosprodukte

Die pH-Pufferkapazität von Kokosprodukten ist gering (Kokosfaser) bis mäßig (Kokosmark). Kokosmark hat zwar eine ähnlich große pH-Pufferkapazität wie Weißtorf⁴, da aber das Material bereits einen höheren Ausgangs-pH-Wert hat als Weißtorf und dementsprechend nicht gekalkt werden muss, fällt der durch eine Kalkung entstehende Karbonatpuffer weg. Dementsprechend ist der pH-Wert etwas weniger stark gegenüber einem Abfall abgepuffert. Im Vergleich zu anderen Torfersatzstoffen lässt sich der pH-Wert bei Verwendung von Kokosmark vergleichbar gut regulieren wie bei Weißtorf⁵.



Ton

Durch die Beimischung von Ton kann der pH-Wert ebenfalls stabilisiert werden (Abb. 4). Allerdings basiert die pH-Pufferkapazität, anders als bei organischen Substratausgangsstoffen, weniger auf variablen Ladungen, sondern vor allem auf **permanenten negativen Oberflächenladungen** der Tonminerale. Je nach pH-Wert ist ein größerer bzw. kleinerer Anteil dieser Sorptionsstellen mit H⁺-Ionen belegt. Entscheidend für die Pufferkapazität ist die Anzahl der negativen Oberflächenladungen. Diese unterscheidet sich je nach Art der Tonminerale. Die „wertvollsten“ Tonminerale sind dabei **Vermiculit** und **Smectit** bzw. **Montmorillonit**. Andere Tonminerale wie Kaolinit, Chlorit oder Illit haben im Vergleich dazu nur eine geringe Pufferkapazität⁶. Im Gegensatz zu Blähton, bei dem es auf Grund der hohen Temperaturen bei der Aufblähung zu einer chemischen Strukturveränderung und damit einem Verlust der Pufferkapazität kommt, behält **Vermiculite**, also in Folge einer Temperaturbehandlung exfolierter Vermiculit, seine Pufferkapazität bei.

Weitere Substratausgangsstoffe

Substratausgangsstoffe aus cellulosereicher Biomasse (z. B. Miscanthus, Typha) haben eine vergleichbar geringe pH-Pufferkapazität wie Holzfaser. Wird das Material mittels einer Fermentation bzw. Kompostierung aufbereitet, kommt es zu einer Bildung von Huminstoffen, wodurch die pH-Pufferung zunimmt. Kompostierte Biogasgärreste haben im Vergleich zu klassischen Grüngutkomposten relativ geringe Kalkgehalte⁷. Sie sind in ihrer pH-Wirkung daher am ehesten zwischen Grüngutkompost und Rindenumus einzuordnen. Allerdings besteht – ähnlich wie bei Grüngutkomposten – eine sehr große Variabilität zwischen verschiedenen Herkünften.

Mineralische Substratbestandteile wie Lava, Bims oder Perlite haben keine nennenswerte pH-Pufferkapazität. Die einzige Ausnahme bilden **Zeolithe**. Das Material hat, ähnlich wie Ton, permanente, negative Überschussladungen, die je nach Herkunft des Materials mit Kalium- bzw. Natriumionen beladen sind, welche gegen H⁺-Ionen ausgetauscht werden können.

Tabelle 1: Substratausgangsstoffe und deren pH-Eigenschaften (Daten nach⁶)

Substratausgangsstoff	pH-Wert	pH-Pufferung (↑ pH-Anstieg/↓ pH-Abfall)
Schwarztorf	2,5-3,5	gut (↑)
Weißtorf	2,5-3,5	mäßig (↑)
Grüngutkompost	6,6-8,3	gut (↓)
Holzfaser	4,0-6,0	schwach, pH-Anstieg durch mikrobiellen Abbau
Kokosfaser	4,5-6,5	schwach
Kokosmark	4,0-6,0	mäßig (↑+↓)
Rindenumus	4,0-7,0	gut (↑+↓)
Reisspelzen	5,0-6,0	schwach
Blähton	7,0-12,0	keine
Perlite	7,0-8,0	keine
3-Schicht-Tonminerale	5,0-10,0	gut (↑+↓)
Vermiculite	7,5-8,2	mäßig bis gut (↑+↓)
Bims	6,5-8,2	schwach
Lava	6,5-8,2	schwach



Auswirkungen auf die Kulturführung

Um möglichen Problemen durch zu hohe oder zu geringe pH-Werte möglichst gut entgegenzuwirken, müssen bei der Planung der Kulturstrategie die Zusammensetzung des Substrats und die Auswirkungen der einzelnen Bestandteile auf den Substrat-pH-Wert berücksichtigt werden. Dies ist mindestens genauso wichtig wie die Kenntnis des aktuellen Substrat-pH-Wertes zu Kulturbeginn. Zudem kann es bei Substraten mit hohen Kompostanteilen (> 20 Vol.-%) sinnvoll sein, den Karbonatgehalt bzw. den Gehalt an basisch wirksamen Bestandteilen bestimmen zu lassen. Dies gibt Auskunft über die Größe des Karbonatpuffers. Ist dieser recht groß, wird es – vor allem bei Substraten mit geringem Torfanteil – schwierig, den pH-Wert in einem für die Pflanzen optimalen pH-Bereich zu halten. In diesem Fall sollte z. B. die ausreichende Fe-Verfügbarkeit durch die Wahl hochwertiger Chelate (z. B. EDDHA oder EDDHMA) gewährleistet werden.

Während der Kultur ist zu beachten, dass sich der pH-Wert im Substrat – auch wenn sehr stark versauernd bzw. sehr stark alkalisierend kultiviert wird – nur sehr wenig ändert, solange die Pufferkapazität des Substrats nicht aufgebraucht ist. Sobald allerdings der Puffer erschöpft ist, kann es innerhalb kürzester Zeit zu massiven pH-Veränderungen kommen. Deshalb sollte auch bei gut gepufferten Substraten der [pH-Wert regelmäßig überwacht](#) werden.

Quellen:

- ¹Kida, Y., Mita, Y., Fukushi, K., Sato, T. (2005). Mechanisms of alkaline buffering by peat and quantitative estimation of its buffering capacity. *Landscape and Ecological Engineering*, 1, 127-134. DOI 10.1007/s11355-005-0016-y
- ²Meinken, E. (1985). Verfügbarkeit von Pflanzennährstoffen in Kultursubstraten aus Baumrinde. Dissertation an der Leibniz Universität Hannover.
- ³Meinken, E. (1992). Das Pufferungsvermögen von Rindenkultursubstraten. Festschrift 10 Jahre Gütegemeinschaft „Rinde für Pflanzenbau“ e. V..
- ⁴Verhagen, H, Geuijen, I. (2024). RHP pH buffer test on growing media constituents. *Acta Hort.* 1389, 237-240. DOI: 10.17660/ActaHortic.2024.1389.26
- ⁵Konnemann, H. (2005). Eignung von Cocopeat als Torfersatzstoff in gärtnerischen Kultursubstraten. Diplomarbeit an der Hochschule Osnabrück.
- ⁶Amberger-Ochsenbauer, S., Meinken, E. (2022). Kultursubstrate im Gartenbau, Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung.
- ⁷Schmitz, H.-J., Sprau, G., Meinken, E., Schumacher, H.J. (2009). Umweltverträgliche Restnährstoffverwertung aus Biogasanlagen als Torfersatzstoffe im Gartenbau. DBU-Abschlussbericht (AZ 16002)