



Torfreduktion bei *Calluna vulgaris*

Was zeigen fast drei Jahrzehnte Versuchsergebnisse?

1. Torfreduktion bei Callunen - ein Widerspruch?

Torfreduzierte oder torffreie Substrate tendieren aufgrund ihrer Ausgangsstoffe im Vergleich zu Torf zu eher höheren pH-Werten, weshalb Torfreduktion bei kalkempfindlichen Kulturen wie Callunen eine besondere Herausforderung für Gartenbaubetriebe darstellen kann. In verschiedenen Versuchsarbeiten wurde daher in den letzten Jahren eine torfreduzierte sowie torffreie Produktion von Callunen untersucht. Für diese Fachinformation wurden Versuchsberichte und Veröffentlichungen auf Hortigate gesichtet. Die berücksichtigten Arbeiten deckten den Zeitraum von 1998 bis einschließlich 2025 ab, wobei der Schwerpunkt auf den Jahren 2013 bis 2019 sowie auf Versuchen der Landwirtschaftskammern Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen lag. Welche wesentlichen Erkenntnisse für die Praxis gewonnen wurden, erfahren Sie in dieser Fachinformation.



Abbildung 1: Callunen-Versuch VZG Straelen, September 2025

2. Torffrei oder torfreduziert – was funktioniert im Versuchswesen?

Als alternative Substratausgangsstoffe wurden in den Substraten der betrachteten Versuche insbesondere **Holzfasern** sowie **Kokosmark** eingesetzt, die durch **weitere Torfersatzstoffe** ergänzt wurden. Dazu zählten häufig Pinienrinde, Perlite und/oder Rindenhumus.^a

Vereinzelt gab es Mischungen mit Reisspelzen, Kokosfaser, Grüngutkompost, Holzchips und Sphagnum-Moos (Accretio) sowie Xylit.^b

Grundsätzlich zeigten die Versuchsarbeiten:



Mit einem **Torfersatzanteil von 25 bis 50 Vol.-%** im Substrat und geringfügigen Anpassungen in der Kulturführung sind **gute bis sehr gute Qualitäten** produzierbar.^c



Bei der Verwendung von **torffreien Substraten** scheinen **Qualitätsschwankungen** und **schwächeres Pflanzenwachstum** nach aktuellem Kenntnisstand **wahrscheinlicher** zu sein als bei torfreduzierten Substraten mit bis zu 50 Vol.-% Torfanteil.^d



Diese Grundtendenz muss im Detail jedoch differenziert betrachtet werden:

- Der Torfersatzanteil allein erklärte die Versuchsergebnisse nicht vollständig. In Einzelfällen schnitten sowohl torf reduzierte als auch torffreie Varianten schlechter oder besser als die Torfkontrolle ab. Besonders bei torffreien Varianten schienen jedoch Substratzusammensetzung, Kulturführung und pH-Wert eine wichtige Rolle zu spielen.
- Darüber hinaus wurden in einzelnen Arbeiten **sortenspezifische Sensibilitäten** festgestellt, sodass auch die Sortenwahl die Versuchsergebnisse beeinflussen konnte.^{11,16} Eine eindeutige Zuordnung dieser Sensibilitäten zu einzelnen Substratvarianten war aus den Quellen jedoch nicht ableitbar.
- Callunen sind Freilandkulturen und unterliegen genau wie in der Praxis auch im Versuchswesen den **jährlich variierenden Witterungseinflüssen**. Entsprechend können Substrateigenschaften wie das Abtrocknungsverhalten nach Starkregen sowie das Wasserspeichervermögen in Hitzeperioden den Kulturerfolg wesentlich beeinflussen. Die Substratzusammensetzung ist hierbei ein elementarer Baustein.

Versuchsergebnisse sind somit immer im Zusammenhang mit Witterung, Kulturbedingungen sowie eingesetztem Substrat zu bewerten.

Finito-Tipp

Schrittweise Reduktion des Torfanteils im gesamten Bestand, statt mehrere Substratvarianten gleichzeitig zu kultivieren.

Ausnahme:

Wird ohne vorherige Erfahrung in der Torfreduktion direkt auf ein torffreies Substrat umgestellt, sollte dieses zunächst in kleiner, aber repräsentativer Stückzahl getestet werden.



3. Erfolgsfaktoren pH-Wert und Nährstoffversorgung

Als Vertreter der Moorbeetpflanzen werden an die Kultur von Callunen spezifische Anforderungen gestellt. In den betrachteten Versuchsarbeiten zeigten sich bei torf reduzierten und torffreien Substraten als besonders wichtige Einflussgrößen der **pH-Wert und dessen Steuerung** sowie die Nährstoffverfügbarkeit und -versorgung. Wichtig hierfür ist eine bedarfsgerechte **Düngung**.

3.1. Der pH-Wert bei Calluna

Grundlegende Zusammenhänge zur [Bedeutung und Beeinflussung des pH-Wertes bei kalkempfindlichen Pflanzen](#) wurden bereits in der gleichnamigen Finito-Fachinformation aufbereitet. Bei der Sichtung der Calluna-Versuche rückten vor allem zwei Aspekte in den Fokus: Der anzustrebende pH-Bereich während der Kultur und Möglichkeiten zur gezielten pH-Absenkung.

3.1.1. Weniger ist mehr

In der gärtnerischen Praxis liegt ein **optimaler pH-Wert** für Callunen zwischen **pH 3,8 bis 4,5**.^{9,10,14,18} Dieser Bereich sollte während des gesamten Kulturverlaufs eingehalten werden, insbesondere jedoch zu Beginn der Kultur, um zufriedenstellende Verkaufsqualitäten zu erzielen. Die Versuchsarbeiten verdeutlichten: **Werte außerhalb des genannten Bereichs erhöhen das Risiko für Kulturprobleme und Qualitätsminderungen** und sollten generell vermieden werden. Dabei werden **niedrigere pH-Werte besser toleriert** als pH-Werte über 4,5.^{3,4,13,18} Eine nitratbetonte



Flüssigdüngung, insbesondere in Kombination mit hartem Gießwasser, sollte daher vermieden werden.¹⁸ Eine ammoniumbetonte Stickstoffversorgung kann dagegen das Erreichen oder Einhalten eines niedrigen pH-Wertes unterstützen.⁴

Viele der Quellen berichteten zudem von weitestgehend stabilen pH-Wert-Verläufen und wenigen Schwankungen in den torf reduzierten und/oder torffreien Substraten während der Kulturzeit.^{3,15,16,17} Welche Faktoren hierfür maßgeblich waren, lässt sich aus den Arbeiten jedoch nicht eindeutig ableiten, da unter anderem unterschiedliche Düngungsstrategien zum Einsatz kamen.

In einzelnen Versuchsarbeiten mit Torfsubstraten wurde zudem auf die Bedeutung des Kalkgehalts hingewiesen und empfohlen, auf eine **Aufkalkung vollständig zu verzichten**.^{14,18} Diese Empfehlung gewinnt bei torf reduzierten und torffreien Substraten zusätzlich an Bedeutung, da einzelne Ausgangsstoffe – zum Beispiel Grüngutkompost – eine Kalkwirkung haben und den pH-Wert anheben können.

Finito-Tipp

Der pH-Wert bei Callunen sollte während des gesamten Kulturverlaufs zwischen 3,8 und 4,5 liegen.

Mögliche Einflussfaktoren:

- Gießwasserqualität
- Düngerwahl
- Auswahl der Substratkomponenten



Prinzipiell gilt:

Der pH-Wert kann sich im Kulturverlauf dynamisch verhalten und sich je nach Düngerwahl und Gießwasserqualität verändern. Auch die Wahl der Ausgangsstoffe, die ein gut eingestelltes Substrat ergeben sollten, und die Pufferwirkung des Substrats können Einfluss auf die Entwicklung des pH-Werts im Kulturverlauf haben.^{1,4,18}

Wird das Zusammenspiel dieser Aspekte in der Kulturführung berücksichtigt, können die pH-Wert-Verläufe in torf reduzierten und torffreien Substraten mit den von reinen Torfsubstraten vergleichbar bzw. nahezu identisch sein.

Weiterführende Informationen zu diesen übergeordneten Einflussfaktoren bieten die Finito-Fachinformationen auf der Finito-Webseite, unter anderem zu [Substratausgangsstoffen](#), [N-Düngungsform](#) und [Gießwasserqualität](#).



Finito-Tipp

Betriebe, die Probleme mit ansteigenden pH-Werten während des Kulturverlaufes und keine Möglichkeiten für Gegenmaßnahmen haben, können zu Kulturbeginn mit vergleichsweise niedrigen pH-Werten starten.

3.1.2. pH-Absenkung durch Schwefel?

Immer wieder kommt die Frage auf, ob und wie sich ein zu hoher pH-Wert in torf reduzierten und torffreien Substraten gezielt absenken lässt. Schwefel kann zwar prinzipiell zur **Absenkung des pH-Wertes** beitragen, beispielsweise erwies sich Schwefelpulver in Versuchen mit Callunen als wirkungsvoll und pflanzenverträglich.^{6,7} Allerdings fehlen bislang praxisnahe Empfehlungen für unterschiedliche Substrattypen, Kulturbedingungen und Witterungssituationen, die eine **kontrollierte, reproduzierbare pH-Absenkung** ermöglichen.⁷ Weitere Schwefelformen sind Schwefellinsen und Schwefelgranulat. Diese wurden in den Veröffentlichungen bis 2025 bei Callunen nicht getestet.



Ein grundlegendes Problem besteht darin, dass torfreduzierte und torffreie Substrate aus unterschiedlichen Ausgangsstoffen zusammengesetzt sind und sich dadurch hinsichtlich ihrer chemischen und physikalischen Eigenschaften unterscheiden. Dies führt dazu, dass der Schwefelbedarf von Substrat zu Substrat variiert. Darüber hinaus sind **Wirkung und Verträglichkeit von Schwefel witterungsabhängig**, was Planung und Steuerung erschwert.⁸ Bestehende Möglichkeiten zur pH-Senkung basieren bislang auf dem Einsatz **sauer wirkender Stickstoffdünger** sowie der Verwendung von **Regenwasser oder entkarbonisiertem Gießwasser**.⁷

FiniTo-Tipp

Der Einsatz von Schwefel zur pH-Absenkung ist zwar wirkungsvoll, jedoch nicht zuverlässig.

Die FiniTo-Fachinformation ["pH-Wert-Absenkung durch elementaren Schwefel"](#) bietet einen Überblick zum aktuellen Wissenstand.



3.2. Die Nährstoffversorgung bei Calluna

In den Versuchen wurde sowohl mit **Flüssig- als auch Depotdüngung** oder mit einer Kombination aus beidem gearbeitet. Für Calluna-Produzenten bieten diese Varianten Vor- und Nachteile, die betriebsindividuell beim Einsatz torfreduzierter und torffreier Substrate bedacht werden sollten. Bei Unsicherheiten sollte in jedem Fall Rücksprache mit dem Substrat- und Düngerhersteller gehalten werden.

3.2.1. Depotdünger

Ein wesentlicher Vorteil einer Depotdüngung ist die **höhere Nährstoffeffizienz**, verbunden mit **geringeren Auswaschungsverlusten** und einer **gleichmäßigen Nährstofffreisetzung**. Grundsätzlich ist bei der Düngung in torfreduzierten und torffreien Substraten jedoch zu berücksichtigen, dass sich die verschiedenen eingesetzten Ausgangsstoffe in ihrer Pufferkapazität und im Nährstoffbedarf teilweise deutlich unterscheiden. Deshalb muss die Düngung jeweils an das konkrete Substrat angepasst werden.

FiniTo-Tipp

Beim Einsatz von Depotdüngern ist zu beachten:

- Teilversorgung: Etwa 40 – 60 % Nährstoffabdeckung möglich
- Vollversorgung: Möglich, jedoch weniger Steuerungsmöglichkeiten beim pH-Wert durch Wegfall von Flüssigdüngung
- Substrat mit eingemischtem Dünger zügig verarbeiten
- Mehrpreis einkalkulieren



Mit geeigneten Depotdüngern lassen sich etwa **40 bis 60 % des Nährstoffbedarfs** von Callunen als **Teilversorgung** abdecken. Wichtig ist hierbei eine bedarfsgerechte, ergänzende Düngung.¹² Eine **vollständige Versorgung** ausschließlich über Depotdünger ist **ebenfalls möglich**, wie Versuche am LfULG in Dresden-Pillnitz und der LWK Nordrhein-Westfalen in Straelen zeigten.^{5,12} Lediglich in Jahren mit Starkniederschlägen kann hierbei eine flüssige Nachdüngung ergänzend notwendig werden. Eine Vollversorgung ist für die Praxis jedoch anspruchsvoll, da durch den Wegfall von Flüssigdüngung die Möglichkeiten der pH-Wert Steuerung stark eingeschränkt sind. Des Weiteren ist darauf zu achten, dass für eine vollständige Versorgung **teilweise oder vollständig doppelt**



ummantelte Depotdünger erforderlich sein können, um eine zu hohe Salzbelastung im Wurzelraum zu vermeiden.⁵

In einer Versuchsarbeit wurde für die Vollversorgung mit Depotdüngung im Torfsubstrat empfohlen, eine **Aufwandmenge** von 6,0 g/Topf bzw. 9,0 kg/m³ Substrat möglichst nicht zu überschreiten, da größere Mengen das **Risiko von Salzsäden und Ausfällen** erhöhen.⁵ In weiteren Versuchen mit torfreduzierten Substraten lagen die Aufwandmengen zwischen 4,0 bis 5,7 kg/m³.^{11,12,17} Eine geringere Grunddüngung, z. B. von 1,0 bis 2,0 kg/m³ im Substrat, zusammen mit einer **bedarfsge-rechten Nachdüngung** (z. B. Flüssigdüngung) ist ebenfalls möglich.¹⁰ Dies **bietet** mehr Flexibilität und **Handlungsspielraum** bei der **Steuerung des pH-Werts** und Nährstoffhaushalts im Kulturverlauf.

Depotdünger können entweder eingemischt oder als Punktgabe eingesetzt werden. Bei Punktdüngung steigt unter ungünstigen Bedingungen und bei Aufwandmengen von 8,0 bis 9,0 g/Topf das Risiko von Ausfällen. Substrate mit eingemischten Depotdüngern sollten **zügig verarbeitet** werden, um **Salzanreicherung im Substrat** zu **vermeiden**. Bei kleinen Topfgrößen (11er-Töpfe und kleiner) ist eine exakte Dosierung oft schwierig.⁵

FiniTo-Tipp

Regelmäßige **Substratproben** sind eines der wichtigsten Kontrollinstrumente für Betriebe, um **Dynamiken von Nährstoffen** und des **pH-Werts** im Blick zu behalten.



3.2.2. Flüssigdüngung

Die Nährstoffversorgung von Callunen wird oft über eine Kombination aus Depotdüngung als Grunddüngung und Flüssigdüngung im Kulturverlauf sichergestellt.^e Nur vereinzelt erfolgte in den Versuchen die Düngung ausschließlich flüssig.^{1,3}

Die Wahl und Aufwandmenge des geeigneten Nährsalzes für eine Flüssigdüngung lässt sich pauschal nicht beantworten und hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab. Hierzu zählen unter anderem der pH-Wert des Substrats, die Gießwasserqualität, die Grunddüngung des Substrats sowie die verwendeten Substratbestandteile. Auch in den ausgewerteten Versuchsarbeiten wurden vor diesem Hintergrund unterschiedliche Düngestrategien verfolgt und verschiedene Dünger eingesetzt. Erkennbar ist jedoch der Fokus auf eine **ausreichende Stickstoffversorgung**, um aufgrund der Eigenschaften und biologischen Abbauprozesse bei cellulosereichen Substratkomponenten wie Holzfaser einer möglichen N-Immobilisierung entgegenzuwirken. Daher wurden oft N-betonte Mehrnährstoffdünger oder Stickstoffdünger, wie z. B. Ammoniumnitrat, eingesetzt.^f

Allerdings gab es hierbei unterschiedliche Beobachtungen, denn es wurden sowohl N-Mangelerscheinungen - trotz N-Ausgleichsdüngung und Nachdüngung -, als auch keine Anzeichen auf N-Immobilisierung festgestellt.

Betont wird jedoch gleichermaßen, dass auf eine **bedarfsgerechte Nährstoffversorgung**, insbesondere von Stickstoff, geachtet werden sollte.^{1,3,4}

Wichtig ist außerdem auf eine **ausreichende Versorgung mit Spurenelementen** zu achten. Torfersatzstoffe wie Rindenhumus, Grüngutkompost oder Kokosprodukte weisen von Natur aus häufig hohe Kaliumgehalte auf. Werden aufgrund des hohen Kaliumgehalts im Substrat klassische Mehrnährstoffdünger (die meist Spurennährstoffe enthalten) drastisch reduziert, droht ein Mangel an Mikronährstoffen. Bei Callunen wird dieses Risiko durch die höheren pH-Werte der Ersatzstoffe, welche die Verfügbarkeit beispielsweise von Eisen und Mangan blockieren, zusätzlich verschärft.



Fazit

Die Auswertung von Versuchsergebnissen aus nahezu drei Jahrzehnten zeigt, dass die Produktion von *Calluna* in torf reduzierten Substraten grundsätzlich möglich ist. Insbesondere Substrate mit **Torfersatzanteilen von 25 bis 50 Vol.-%** lieferten bereits in zahlreichen Versuchen **gute bis sehr gute Pflanzenqualitäten** und stellen bei **angepasster Kulturführung** eine praxistaugliche Alternative zu torfreichen Substraten dar.

Entscheidend für den Kulturerfolg ist jedoch nicht allein der Torfersatzanteil, sondern das **Zusammenspiel aus Substratzusammensetzung, pH-Wert, Nährstoffversorgung, Gießwasserqualität und Witterung**. Während torf reduzierte Substrate vielfach überzeugende Ergebnisse lieferten, traten bei torffreien Varianten häufiger Qualitätsschwankungen und Kulturunsicherheiten auf. Für Betriebe empfiehlt sich daher eine schrittweise Torfreduktion sowie das Testen neuer Substrate unter den eigenen Produktionsbedingungen.

Die bisherigen Versuche mit torf reduzierten und torffreien Substraten konzentrierten sich vor allem auf die Optimierung von pH-Wert und Nährstoffversorgung, wobei das Thema Absäuerung durch Schwefel Potential für weitere Versuche bietet. Interessant wären gezielte Betrachtungen von Fragestellungen zu möglichen Sorteneffekten, Pflanzenschutzmitteln sowie den Auswirkungen von und dem Umgang mit zunehmend extremen Witterungsbedingungen. Darüber hinaus sind die Potenziale organischer Düngung und einer gezielten Reduzierung einzelner Nährstoffe, beispielsweise von Phosphor, bislang nur wenig untersucht.

Insgesamt zeigen die vorliegenden Ergebnisse: **Torf reduction bei *Calluna* ist kein Widerspruch**. Mit geeigneten Substraten und einer an das jeweilige System angepassten Kulturführung lassen sich auch mit deutlich reduzierten Torfanteilen marktfähige Qualitäten erzielen. Gleichzeitig sind weitere Untersuchungen erforderlich, um die Kultur künftig noch sicherer, ressourcenschonender und praxistauglicher zu gestalten. Zudem ist die Qualität der Substrate in den letzten Jahren durch eine intensive Entwicklungsarbeit seitens der Substratindustrie maßgeblich optimiert worden, so dass es sich lohnt die Ergebnisse aktuell laufender und kommender Versuche weiter zu verfolgen.



Abbildung 2: Callunen-Betrieb am Niederrhein, September 2025



Literaturverzeichnis

Quellengruppen im Text

- a = 1, 3, 4, 15, 6, 17, 11
- b = 1, 3, 4, 2, 10, 17
- c = 1, 3, 4, 15, 16, 17, 11
- d = 3, 4, 8, 17, 11
- e = 10, 11, 15, 17, 18
- f = 1, 11, 15, 16, 17, 18

Quellen im Text

1. Beltz, H. (2013). *Torf reduzierte Substrate waren für Calluna gut geeignet*. Landwirtschaftskammer Niedersachsen. https://www.hortigate.de/Apps/WebObjects/Hortigate.woa/wo/J4ICR4X7S1F37BjXXfGriQaTcrnFZhMCNaHodnGc1m6AkrFG3gQ2uHbJ1xdTQpr-HW7_g37WatRQ7ObQ_vAsWw.eyJpc3MiOiJlUcmVhc3VyZUJvYXQiLCJzdWliOiJlb3J0aWdhGUiLCjYXQjE3OTA2MTExMDUsImp0aSI6IIIE4bzU1SXUweEhmS25ET0pyQVlIYXcifQ.eyJhbGciOiJIUzUxLjIj9/65.0.7.1.1.3.39.3.3.1
2. Beltz, H., Eilers, C., Ilgner, C., Mahnkopp-Dirks, F., Michaelis, G., Reil, M. (2024). Organische Düngung bei Callunen eine Alternative? *Gärtnerbörse* 4/2024.
3. Beltz, H., Fittje, S. (2014). *Torf reduzierte Substrate für Calluna*. Landwirtschaftskammer Niedersachsen. https://www.hortigate.de/Apps/WebObjects/Hortigate.woa/wo/J4ICR4X7S1F37BjXXfGriQaTcrnFZhMCNaHodnGc1m6AkrFG3gQ2uHbJ1xdTQpr-HW7_g37WatRQ7ObQ_vAsWw.eyJpc3MiOiJlUcmVhc3VyZUJvYXQiLCJzdWliOiJlb3J0aWdhGUiLCjYXQjE3OTA2MTExMDUsImp0aSI6IIIE4bzU1SXUweEhmS25ET0pyQVlIYXcifQ.eyJhbGciOiJIUzUxLjIj9/99.0.7.1.1.3.39.3.3.1
4. Beltz, H., Fittje, S. (2016). *Torffreie und torf reduzierte Substrate für kalkempfindliche Gehölze*. Landwirtschaftskammer Niedersachsen. https://www.hortigate.de/Apps/WebObjects/Hortigate.woa/wo/J4ICR4X7S1F37BjXXfGriQaTcrnFZhMCNaHodnGc1m6AkrFG3gQ2uHbJ1xdTQpr-HW7_g37WatRQ7ObQ_vAsWw.eyJpc3MiOiJlUcmVhc3VyZUJvYXQiLCJzdWliOiJlb3J0aWdhGUiLCjYXQjE3OTA2MTExMDUsImp0aSI6IIIE4bzU1SXUweEhmS25ET0pyQVlIYXcifQ.eyJhbGciOiJIUzUxLjIj9/231.0.7.1.1.3.39.3.3.1
5. Dallmann, M., (2016). *Vorratsdüngung bei Topfpfanzpflanzen im Freiland; Vollversorgung mit Vorratsdüngern bei Topfkulturen (Zierpflanzen) auf Gießwagenflächen im Freiland*. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG). <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/25807>
6. Grieswald, S., Schacht, H. (2021). Callunen torffrei: mit Schwefel den pH-Wert senken. *Gärtnerbörse* 4/2021.
7. Jauch, H., Fischer, P. (1998). Schwefel zur pH-Absenkung. *DEGA* 41/1998.
8. Reil, M. (2022). Mit Schwefel den pH-Wert senken. *Gärtnerbörse* 04/2022.
9. Röber, R., Wohanka, W. (2014). *90 Kulturen im Zierpflanzenbau*. Ulmer
10. Springer, P. (2014). Calluna ohne Torf. *DEGA Gartenbau* 10/2014.
11. Tiede-Arlt, P. (2026). *Produktion von Calluna vulgaris in torf reduzierten Substraten*. Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen. https://www.hortigate.de/Apps/WebObjects/Hortigate.woa/wo/J4ICR4X7S1F37BjXXfGriQaTcrnFZhMCNaHodnGc1m6AkrFG3gQ2uHbJ1xdTQpr-HW7_g37WatRQ7ObQ_vAsWw.eyJpc3MiOiJlUcmVhc3VyZUJvYXQiLCJzdWliOiJlb3J0aWdhGUiLCjYXQjE3OTA2MTExMDUsImp0aSI6IIIE4bzU1SXUweEhmS25ET0pyQVlIYXcifQ.eyJhbGciOiJIUzUxLjIj9/585.0.7.1.1.3.39.3.3.1
12. Tiede-Arlt, P., Gallik, A. (2018). *Depotdüngereinsatz in der Callunenkultur*. Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen. https://www.hortigate.de/Apps/WebObjects/Hortigate.woa/wo/J4ICR4X7S1F37BjXXfGriQaTcrnFZhMCNaHodnGc1m6AkrFG3gQ2uHbJ1xdTQpr-HW7_g37WatRQ7ObQ_vAsWw.eyJpc3MiOiJlUcmVhc3VyZUJvYXQiLCJzdWliOiJlb3J0aWdhGUiLCjYXQjE3OTA2MTExMDUsImp0aSI6IIIE4bzU1SXUweEhmS25ET0pyQVlIYXcifQ.eyJhbGciOiJIUzUxLjIj9/415.0.7.1.1.3.39.3.3.1
13. Tiede-Arlt, P., Klemens, U. (2016). *Effekt des Start-pH-Wertes im Substrat auf die Kultur von Calluna vulgaris*. Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen. https://www.hortigate.de/Apps/WebObjects/Hortigate.woa/wo/J4ICR4X7S1F37BjXXfGriQaTcrnFZhMCNaHodnGc1m6AkrFG3gQ2uHbJ1xdTQpr-HW7_g37WatRQ7ObQ_vAsWw.eyJpc3MiOiJlUcmVhc3VyZUJvYXQiLCJzdWliOiJlb3J0aWdhGUiLCjYXQjE3OTA2MTExMDUsImp0aSI6IIIE4bzU1SXUweEhmS25ET0pyQVlIYXcifQ.eyJhbGciOiJIUzUxLjIj9/285.0.7.1.1.3.39.3.3.1



14. Tiede-Arlt, P., Klemens, U. (2018). *Einfluss des Start-pH-Wertes auf das Wachstum von Calluna vulgaris*. Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen. https://www.hortigate.de/Apps/WebObjects/Hortigate.woa/wo/J4ICR4X7S1F37BjXXfGriQaTcrnFZhMCNaHodnGc1m6AkrFG3gQ2uHbJ1xdTQpr-HW7_g37WatRQ7ObQ_vAsWw.eyJpc3MiOiJUcmVhc3VyZU-jvYXQiLCJzdWllojIjB3J0aWdhGUiLCJpYXQiOiJlE3OTA2MTExMDUsImp0aSI6IIE4bzU1SXUweEhmS25ET0pyQVl-IYXcifQ.eyJhbGciOiJIUzUxMiJ9/445.0.7.1.1.3.39.3.3.1
15. Tiede-Arlt, P., Peters, R. (2018). *Torfersatz bei Callunen*. Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen. https://www.hortigate.de/Apps/WebObjects/Hortigate.woa/wo/J4ICR4X7S1F37BjXXfGriQaTcrnFZhMCNaHodnGc1m6AkrFG3gQ2uHbJ1xdTQpr-HW7_g37WatRQ7ObQ_vAsWw.eyJpc3MiOiJUcmVhc3VyZU-jvYXQiLCJzdWllojIjB3J0aWdhGUiLCJpYXQiOiJlE3OTA2MTExMDUsImp0aSI6IIE4bzU1SXUweEhmS25ET0pyQVl-IYXcifQ.eyJhbGciOiJIUzUxMiJ9/125.0.7.1.1.3.39.3.3.1
16. Tiede-Arlt, P., Peters, R. (2020). *Torfeduzierung bei Calluna vulgaris*. Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen. https://www.hortigate.de/Apps/WebObjects/Hortigate.woa/wo/J4ICR4X7S1F37BjXXfGriQaTcrnFZhMCNaHodnGc1m6AkrFG3gQ2uHbJ1xdTQpr-HW7_g37WatRQ7ObQ_vAsWw.eyJpc3MiOiJUcmVhc3VyZU-jvYXQiLCJzdWllojIjB3J0aWdhGUiLCJpYXQiOiJlE3OTA2MTExMDUsImp0aSI6IIE4bzU1SXUweEhmS25ET0pyQVl-IYXcifQ.eyJhbGciOiJIUzUxMiJ9/372.0.7.1.1.3.39.3.3.1
17. Tiede-Arlt, P., Welsch, J. (2025). *Produktion von Calluna vulgaris in torf reduzierten Substraten*. Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen. https://www.hortigate.de/Apps/WebObjects/Hortigate.woa/wo/J4ICR4X7S1F37BjXXfGriQaTcrnFZhMCNaHodnGc1m6AkrFG3gQ2uHbJ1xdTQpr-HW7_g37WatRQ7ObQ_vAsWw.eyJpc3MiOiJUcmVhc3VyZU-jvYXQiLCJzdWllojIjB3J0aWdhGUiLCJpYXQiOiJlE3OTA2MTExMDUsImp0aSI6IIE4bzU1SXUweEhmS25ET0pyQVl-IYXcifQ.eyJhbGciOiJIUzUxMiJ9/534.0.7.1.1.3.39.3.3.1
18. Ueber, E. (2019). *Calluna sind tolerant gegenüber sehr niedrigen pH-Werten*. Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau Bad Zwischenahn. https://www.hortigate.de/Apps/WebObjects/Hortigate.woa/wo/J4ICR4X7S1F37BjXXfGriQaTcrnFZhMCNaHodnGc1m6AkrFG3gQ2uHbJ1xdTQpr-HW7_g37WatRQ7ObQ_vAsWw.eyJpc3MiOiJUcmVhc3VyZU-jvYXQiLCJzdWllojIjB3J0aWdhGUiLCJpYXQiOiJlE3OTA2MTExMDUsImp0aSI6IIE4bzU1SXUweEhmS25ET0pyQVl-IYXcifQ.eyJhbGciOiJIUzUxMiJ9/344.0.7.1.1.3.39.3.3.1