

# Wirkung von Hackschnitzel- und Rinden-Mulch aus Nadelholz auf ausgewählte Bodeneigenschaften

**Dr. Markus Puschenreiter; Monika Laux, MSc; Anna Requardt, BSc**

**Natur-Umwelt-Nachhaltigkeit, Ingenieurbüro für Biologie  
7212 Forchtenstein  
puschenreiter.at**

in Zusammenarbeit mit

**Universität für Bodenkultur Wien  
Institut für Bodenforschung  
Konrad-Lorenz-Straße 24, 3430 Tulln  
boku.ac.at**



**Auftraggeber:  
Waldviertler Rindenprodukte - Schulz GmbH  
Langenloiser Straße 12  
3542 Gföhl**

## 1. Zusammenfassung

Mulch aus Nadelholzhackschnitzeln sowie aus Nadelholzrindenmulch (frisch bzw. 2 Monate abgelegt) zeichnete sich durch die Abgabe von Säuren in den Boden aus, die sich jedoch nur im karbonatfreien Boden auf den Boden-pH-Wert auswirkte und dort zu einer Versauerung führte. Diesem Effekt kann mit Hilfe einer Kalkung einfach entgegen gewirkt werden. Durch das für den mikrobiellen Abbau ungünstige Kohlenstoff:Stickstoff-Verhältnis erfolgt eine deutliche Stickstoffzehrung in der Bodenlösung. Dieser mikrobiell gebundene Stickstoff wird erst in einem längerfristigen Zeitraum wieder für die Pflanzen verfügbar. Kurzfristig kann dieser Stickstoff-Entzug durch Düngung (vorzugsweise mit Kompost) ausgeglichen werden. Eine Auswaschung von Phenolen und Gerbsäuren aus dem Rindenmulch konnte zwar in geringem Umfang nachgewiesen werden, das Ausmaß war aber sehr gering; ein Effekt auf die Keimung und das Wachstum von Pflanzen ist kaum zu erwarten.

Insgesamt ist festzuhalten, dass mit großer Wahrscheinlichkeit die positiven Auswirkungen des Mulchens mit den getesteten Materialien, also die Erhöhung des Bodenwassergehaltes durch verminderte Verdunstung und langfristig die Erhöhung des Humusgehaltes, gegenüber nachteiligen Effekten wie der temporären Stickstoffzehrung überwiegen.

## 2. Versuchsaufbau und Methodik:

Für den Versuch wurden zwei Böden ausgewählt, die repräsentativ für einen Großteil der österreichischen Böden stehen: ein leicht saurere, karbonatfreier Boden aus Grabenegg im Alpenvorland und einen neutralen, karbonatreichen Boden vom Wagram bei Absdorf im Tullnerfeld. Wichtige Bodeneigenschaften sind in Tabelle 1 angeführt.

**Tabelle 1:** Wichtige Eigenschaften der verwendeten Versuchsböden.

| Herkunft  | Bodenart         | pH  | Humus (%) | Kalkgehalt (%) |
|-----------|------------------|-----|-----------|----------------|
| Absdorf   | Schluffiger Lehm | 7,6 | 2,5       | 22,8           |
| Grabenegg | Schluffiger Lehm | 5,4 | 1,4       | 0              |

Der Versuch wurde im Glashaus der Universität für Bodenkultur (BOKU) in Tulln aufgesetzt. Plastik-Kisten (20 x 30 cm) wurden mit ~5 cm Boden befüllt und danach jeweils mit einer ~5 cm hohen Schicht von Auflagematerial bedeckt oder unbedeckt gelassen (Abbildung 1). Als Auflagematerial wurden entweder Holzhackschnitzel, frischer Rindenmulch oder zwei Monate abgelegener Rindenmulch verwendet. Jede Variante wurde in einer Kiste aufgesetzt.

Die Böden wurden regelmäßig bewässert, um die Bodenfeuchte bei ca. 60-80% Wassersättigung zu halten. Die mit Mulch bedeckten Varianten wurden teilweise nur oberflächlich mit Wasser benetzt, um das Auflagenmaterial feucht zu halten. Die Laufzeit betrug 8 Wochen (17.1.2022 - 14.3.2022). Am Ende des Versuchs wurden Mischproben, bestehend aus 8 Teilproben je Kiste, entnommen. Die Proben wurden vor der Analyse durch 2 mm gesiebt.

**Abbildung 1:** Übersicht zum Versuchsaufbau.



Bodenanalytik: Die Bodenproben wurden für die Bestimmung von pH-Wert, Nitrat-Gehalt und Konzentration von phenolischen Substanzen mit 50 mM  $\text{CaCl}_2$  extrahiert. Als methodische Basis wurde die ÖNORM L 1091 zur Bestimmung des löslichen mineralischen Stickstoffs genommen. Die ÖNORM L 1083 für die Bestimmung des pH-Wertes wurde in modifizierter Form angewendet, um die Bestimmung im gleichen Extrakt zu ermöglichen. Für die Extraktion phenolischer Substanzen gibt es keine ÖNORM, als Extraktionslösung werden in der Literatur zumeist wässrige oder Neutralsalzlösungen verwendet.

Zur Extraktion wurden 10 g frischer Boden in Extraktionsgefäße eingewogen und mit 40 ml Extraktionslösung versetzt. Nach 30 min Schüttelzeit auf einem Überkopfschüttler wurden die Proben mittels Papierfilter filtriert und das Filtrat für alle weiteren Bestimmungen herangezogen. Der pH-Wert wurde mit dem pH-Meter von ProLab 4000 und einer Glaselektrode bestimmt. Die Nitratkonzentration wurde mit der in der ÖNORM L 1091 genannten Färbereaktion photometrisch auf dem TECAN-Infinite™ 200 PRO plate reader gemessen. Für die photometrische Bestimmung der phenolischen Substanzen wurde die Methode von Ainsworth et al. 2007 verwendet.

### 3. Ergebnisse und Interpretation:

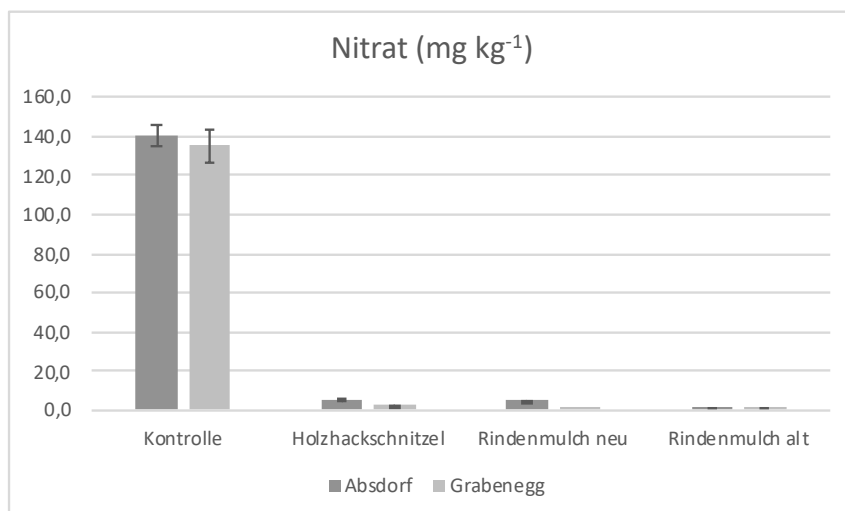
Die Ergebnisübersicht zu den Bodenanalysen ist in Tabelle 2 dargestellt.

**Tabelle 2:** Darstellung der Versuchsergebnisse.

|                              | pH-Wert | Nitrat (mg/kg) | phenolische Substanzen (mg/kg) |
|------------------------------|---------|----------------|--------------------------------|
| Absdorf Kontrolle            | 7,00    | 135            | 0,00                           |
| Absdorf Holzhackschnitzel    | 7,09    | 5,34           | 1,32                           |
| Absdorf Rindenmulch frisch   | 7,09    | 4,95           | 3,85                           |
| Absdorf Rindenmulch alt      | 7,11    | 1,31           | 4,91                           |
| Grabenegg Kontrolle          | 5,90    | 135            | 0,47                           |
| Grabenegg Holzhackschnitzel  | 4,71    | 2,50           | 0,36                           |
| Grabenegg Rindenmulch frisch | 4,93    | 0,15           | 2,82                           |
| Grabenegg Rindenmulch alt    | 4,81    | 0,77           | 3,53                           |

**1) pH-Wert:** Während der pH-Wert auf dem karbonat-gepufferten Boden Absdorf unverändert geblieben ist, gab es auf dem Boden Grabenegg einen deutlichen pH-Wert Rückgang bei allen Auflagevarianten. Organischer Mulch ist oft sauer und beeinflusst entsprechend auch den darunter liegenden Boden. Im Falle des karbonat-gepufferten Bodens Absdorf wurden die abgegebenen Säuren neutralisiert. Allerdings ist davon oft nur die oberste Bodenschicht (~5 cm) betroffen (Bell et al., 2009). Grundsätzlich liegt der für die mikrobielle Aktivität optimale pH-Bereich bei 5-7. Im Falle von sehr sauren Böden ist eine Zugabe von Kalk vor der Aufbringung der Mulchschicht ratsam (Landwirtschaftskammer Salzburg, 2013).

**Abbildung 2:** Darstellung des Nitratgehaltes in den untersuchten Böden. Die Fehlerbalken zeigen den Messfehler von 2 Wiederholungen.



**2) Nitrat-Gehalt:** Hier sieht man einen deutlichen Unterschied zwischen den unbedeckten Böden und den Böden unter den Mulch-Auflagen (Abbildung 2). Die hohen Werte in den unbedeckten Böden ist auf einen Inkubationseffekt zurück zu führen: durch die warmen Temperaturen und die gleichmäßig hohe Bodenfeuchtigkeit wurde die mikrobielle Mineralisierung von Humus angeregt, was zu einer Freisetzung von Nitrat geführt hat. Auf den von Mulch abgedeckten Böden kam es hingegen zu einem ausgeprägten Nitrat-Abbau, einer sogenannten Stickstoff-Zehrung. Holz und Rinde haben ein für die mikrobielle Zersetzung ungünstiges Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnis, der Stickstoffgehalt ist sehr gering. Für die mikrobielle Zersetzung wurde daher Stickstoff aus dem Boden aufgenommen und mikrobiell gebunden, der damit vorübergehend nicht mehr pflanzenverfügbar ist.

Diese Beobachtung ist auch in mehreren Literaturquellen zu finden:

Sonsterby et al. 2004 berichteten, dass Rindenmulch den Nitrat- und Ammonium-Gehalt im Boden von Erdbeerkulturen in den ersten zwei Saisonen reduziert. Die Autoren weisen auf ältere Publikationen hin und begründen die Beobachtung mit einer erhöhten Stickstoff - Aufnahme durch erhöhte biologische Aktivität beim Abbau des Mulchmaterials, dadurch wird Stickstoff zeitweise immobil. Es besteht also ein erhöhter Bedarf an Stickstoff beim Zersetzungsprozess von Material mit hohem Kohlenstoff -Gehalt

Neilsen et al. 2014 berichteten ebenfalls von einem geringeren Boden- Stickstoff-Gehalt unter Rindenmulch über einen Zeitraum von 2 Jahren. Die Autoren begründen dies mit weitem Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnis von Rindenmulch: auch hier wird von einer vorübergehend erhöhten Speicherung des Stickstoff in der mikrobiellen Biomasse ausgegangen, sodass Stickstoff nicht mehr pflanzenverfügbar ist. Allerdings wird erwähnt, dass dieser Effekt bei holzigen Mulch-Arten nicht beobachtet wurde.

Cogger et al. 2018 zeigten, dass Hartriegel mit geringerem Triebwachstum und gelberer Blättern auf Rindenmulch reagierte. Die Autoren sehen dies als Anzeichen für geringere Stickstoff-Verfügbarkeit durch Immobilisierung. Der Effekt konnte durch Kompost-Zugabe aufgehoben werden: Kompost brachte die richtige Nährstoffbalance, der Rindenmulch bewirkte einen guten Feuchtigkeitshaushalt.

Über einen längeren Zeitraum überwiegen jedoch die positiven Effekte auf den Nährstoffhaushalt im Boden deutlich: Atucha et al. 2011 berichten über eine neunjährige Beobachtung einer Apfelplantage, die insgesamt 4 Mal mit Rindenmulch gemulcht wurde, dabei erhöhte sich der Anteil organischer Biomasse im Oberboden deutlich. Die Autoren gehen von einem langfristig positiven Effekt aus, da durch steigende organische Substanz (Humus) im Boden die Fruchtbarkeit dauerhaft erhöht wird

**3) Gehalt an phenolischen Substanzen:** Hier erkennt man bei allen Mulch-Varianten einen leichten Anstieg (bei Rindenmulch mehr als bei den Holzhackschnitzeln), allerdings auf einem sehr niedrigen Niveau. Weiters ist in beiden Böden die Konzentration phenolischer Substanzen bei der Anwendung von abgelegenen Rindenmulch etwas höher als bei frischem Rindenmulch. Das liegt mit großer Wahrscheinlichkeit am höheren Gehalt an phenolischen Substanzen im abgelegenen Rindenmulch, der mit  $1650 \text{ mg kg}^{-1}$  um den Faktor 2,2 höher ist als die  $756 \text{ mg kg}^{-1}$  im frischen Rindenmulch. Trotz der relativ hohen Gehalte im Rindenmulch sind die Konzentrationen im Boden recht gering, der Großteil der phenolischen Substanzen wurde im Versuchszeitraum mikrobiell abgebaut.

Phenolische Substanzen und Gerbsäuren sind typische Bestandteile von Baumrinde, wobei der Gehalt je nach Baumart unterschiedlich ist: Eichenrinde enthält mehr Phenole als die Rinde von Kiefern (Skrypnik et al. 2019, Drózdź und Pyrzyńska, 2019). Die niedrigen Konzentrationen in den untersuchten Böden legen nahe, dass 1) weniger Phenole ausgewaschen wurden als bei Holz bzw. Rinde von anderen Baumarten wie z.B. Eiche zu erwarten wäre, und dass 2) durch die hohe mikrobielle Aktivität (angedeutet von der niedrigen Nitrat-Konzentration in den bedeckten Böden) ausgewaschene Phenole auch sehr rasch abgebaut wurden. Auf Grund dieser im Vergleich mit Literaturangaben (z.B. Kuiters und Denneman, 1987) niedrigen Phenol-Konzentrationen sind keine oder nur geringfügige Effekte auf die Keimung und das Wachstum von Pflanzen zu erwarten.

#### 4. Literatur:

Ainsworth, E., Gillespie, K. Estimation of total phenolic content and other oxidation substrates in plant tissues using Folin–Ciocalteu reagent. *Nat Protoc* 2, 875–877 (2007).

Atucha A, Merwin IA, G. Brown MG (2011) Long-term Effects of Four Groundcover Management Systems in an Apple Orchard. *HORT SCIENCE* 46 (8): 1176–1183. 2011.

Bell N, Sullivan DM, Cook T (2009) Mulching Woody Ornamentals with Organic Materials. <https://catalog.extension.oregonstate.edu/ec1629/html>; abgerufen am 30. 3. 2022.

Cogger C, Hummel R, Hart J, Bary A (2008) Soil and Redosier Dogwood Response to Incorporated and Surface-applied Compost *HORT SCIENCE* 43(7): 2143–2150.

Drózdź P, Krystyna Pyrzyńska K (2019) Extracts from pine and oak barks: phenolics, minerals and antioxidant potential. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry* 101, 464-472.

Landwirtschaftskammer Salzburg (2013) Kalk – Basis für Bodenfruchtbarkeit Einsatz in der Landwirtschaft.

<https://www.lko.at/media.php?id=2500,,,ZmlsZW5hbWU9ZG93bmxcvYWQIM0QIMkYyMDE0LjAxLjlxJTJGMTM5MDMwODYwNjJwMTY1Ni5wZGYmcm49UHJheGlzcmF0Z2ViZXIrS2Fsay5wZGY;> abgerufen am 30. 3. 2022.

Neilsen G, Forge T, Angers D, Neilsen D, Hogue E (2014) Suitable orchard floor management strategies in organic apple orchards that augment soil organic matter and maintain tree performance. *Plant and Soil* 378, 325–335.

Kuiters AT, Denneman CAJ (1987) Water-soluble phenolic substances in soils under several coniferous and deciduous tree species. *Soil Biol Biochem.* Vol. 19, 765-769.

Österreichisches Normungsinstitut (1999) ÖNORM L 1083 Chemische Bodenuntersuchung - Bestimmung der Acidität (pH – Wert).

Österreichisches Normungsinstitut (1998) ÖNORM L 1091: Chemische Bodenuntersuchung – Bestimmung von mineralischem Stickstoff – Nmin-Methode.

Sønsteby A , Nes A , Måge F (2004) Effects of bark mulch and NPK fertilizer on yield, leaf nutrient status and soil mineral nitrogen during three years of strawberry production. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science* 54, 128-134.

Skrypnik L, Grigorev N, Michailov D, Antipina M, Danilova M, Pungin A (2019) Comparative study on radical scavenging activity and phenolic compounds content in water bark extracts of alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), oak (*Quercus robur* L.) and pine (*Pinus sylvestris* L.). *European Journal of Wood and Wood Products*, 77, 879–890.