



Abb. 1: Einfüllen des Pflanzenkohle-Präparates aus den angelieferten Big-Bags in den Kompoststreuer zur Ausbringung in die Versuchsanlage

Fotos: Dr. Claudia Huth

Welche Chancen bietet Pflanzenkohle?

Humusgehalt im Weinberg Für die Bodenfruchtbarkeit im Weinberg ist ein ausreichender Humusgehalt entscheidend. Eine Lösung dafür könnte auch der Einsatz von pyrolysiertes Pflanzenkohle sein. Nathanael Döbler, Dualer Studiengang für Weinbau und Oenologie, und Dr. Claudia Huth, DLR Rheinpfalz, stellen Versuchsergebnisse vor.

Gegenwärtige Situation: Die Klimaveränderung in europäischen Weinbaugebieten wird zu einem verstärkten Auftreten von Trockenperioden führen, sodass die Bodenbewirtschaftung an die geringere Bodenfeuchtigkeit sowie die höhere Humusabbaurate angepasst werden muss (Schultz 2000). Um die Wasserkonkurrenz zwischen Begrünpflanzen und Reben während der Sommermonate zu verringern, wird der Boden, vor allem in südeuropäischen Anbaugebieten, nicht mehr begrünt. Das Resultat ist ein erodierter, verdichteter und biologisch verarmter Boden (Niggli & Schmidt 2010). Dies widerspricht jedoch einer nachhaltigen Bodenbewirtschaftung mit einer ganzjährigen Teil-

oder Komplettbegrünung. Hierbei sollen der Erhalt und die Förderung der Bodenfruchtbarkeit, der Boden- und Erosionsschutz sowie der Schutz der Grund- und Oberflächenwasserressourcen im Mittelpunkt stehen (Patzwahl et al. 2016). Um die Bodenfruchtbarkeit für dieses Bodenmanagement trotz Klimaveränderung sicherzustellen, ist ein ausreichender Humusgehalt (Versorgungsstufe C je nach Bodenart) im Boden von entscheidender Bedeutung (Blum 2007). Eine Lösung für dieses Problem auf niederschlagsarmen Standorten mit leichten oder steinigem Böden könnte neben einem wassersparenden Bodenpflegesystem oder einer Bodenabdeckung auch der Einsatz von pyrolysiertes Pflanzenkohle sein.

Eigenschaften der Pflanzenkohle

Pflanzenkohle besitzt eine sehr große spezifische Oberfläche von teilweise über 300 m²/g und ist sehr porös (Schmidt 2011a). Diese Schwammstruktur führt dazu, dass Pflanzenkohle bis zur fünffachen Menge ihres Eigengewichtes an Wasser und die darin gelösten Nährstoffe aufnehmen kann und damit über eine hohe Adsorptionskapazität verfügt (Schmidt 2011a).

Aufgrund von negativen Ladungsüberschüssen an der Pflanzenkohleoberfläche und der zusätzlich sehr großen inneren Oberfläche der Kohle können positiv geladene Kationen angelagert werden (Haubold-Rosar et al. 2016). Mit fortschreitender Alterung der Pflanzenkohle kommt es zur Oxidation an der Kohlenoberfläche und zur Ausbildung funktioneller Gruppen, was zu einer Erhöhung der Kationenaustauschkapazität führt (Cheng et al. 2008). Somit können positiv geladene Nährstoffionen an der Oberfläche gebunden und bei entsprechenden Verhältnissen wieder an die Pflanzen und Mikroorganismen abgegeben werden. Außerdem können auch toxische Stoffe aufgenommen werden, sodass hierdurch die Bodenorganismen geschützt werden (Schmidt 2011a).

Yao et al. (2012) konnten zudem eine Nitrat-Speicherung durch Pflanzenkohle beobachten. Erforschte Mechanismen, welche zur Nitrat-Anlagerung auf der porösen Pflanzenkohlematrix beitragen, sind die Bildung von sauren und basischen funktionellen Gruppen, organisch-mineralischen Komplexen und unkonventionelle H-Bindungen (Kammann et al. 2015). Eine effektive Nitrat-Adsorption findet jedoch nach Clough et al. (2013) nur bei Pflanzenkohle statt, welche bei mindestens 700 °C pyrolysiert wurden. Somit konnte bei einem Pflanzenkohleinsatz die Stickstoff-Verlagerung in tiefere Bodenschichten signifikant verlangsamt werden (Ding et al. 2010). Die Grundwasserbelastung durch zu hohe Nitrat-Konzentrationen, welche derzeit in allen Weinbauregionen von hoher Relevanz ist, könnte dadurch entschärft werden. Die Mechanismen zur Stickstoff-Speicherung und Stickstoff-Freisetzung sind jedoch bislang noch nicht vollständig geklärt (Kammann persönliche Mitteilung). Zudem stellt Pflanzenkohle nach den Untersuchungen von Warnock et al. (2007) ein Lebensraum für Mikroorganismen dar. Zusätzlich bleiben 80 % des Kohlenstoffs, der im Boden eingearbeiteten Pflanzenkohle, für mehr als 1 000 Jahre stabil.

Herstellung von Pflanzenkohle

Pflanzenkohle wird durch pyrolytische Verkohlung von pflanzlichen Ausgangsstoffen gewonnen (Schmidt 2011a). Die zur Verarbeitung vorgesehene Biomasse darf einen maximalen Feuchtigkeitsgehalt von 50 % aufweisen (Schmidt et al. 2012). Die Biomasse-Pyrolyse ist eine thermo-chemische Spaltung organischer Verbindungen bei Temperaturen zwischen 350 und 1 000 °C (Schmidt et al. 2012). Im Gegensatz zur Verbrennung findet die

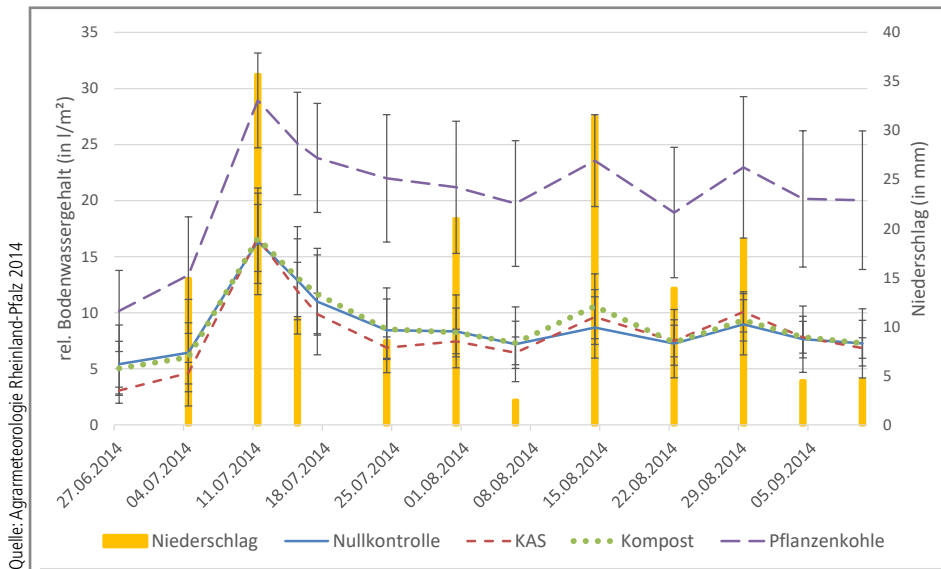


Abb. 2: Entwicklung des relativen Bodenwassergehalts (l/m²) in 0 bis 10 cm Tiefe während der Vegetationsperiode 2014 in den einzelnen Varianten der Riesling-Anlage „Nußbien“. Dargestellt sind die Mittelwerte (n = 4). Die Fehlerbalken zeigen die einfache Standard-Abweichung. Zusätzlich sind die Summen der Niederschlagsmenge von Ruppertsberg dargestellt.

Pyrolyse bei stark reduziertem Sauerstoffgehalt von unter 2 % statt. Als Reaktionsprodukte entstehen Pflanzenkohle, Synthesegas und Wärme. Entstandene Synthesegase werden durch eine flammenlose Oxidation schadstoffarm verbrannt. Zudem kann ein Teil der entstandenen Wärme zur Erhitzung der nachfolgenden Biomasse verwendet und die restliche Abwärme für Heizzwecke genutzt werden. Die Mineralstoffe aus den verarbeiteten pflanzlichen Ausgangsstoffen sind an der Oberfläche und in den Poren der Kohle gebunden (Schmidt 2011a). Neben der Pyrolyse kann Pflanzenkohle auch durch eine hydrothermale Carbonisierung (HTC-Verfahren) hergestellt werden. Allerdings eignet sich HTC-Kohle aufgrund der geringen Oberfläche, der Unbeständigkeit im Boden sowie der schlechten Besiedlung mit Mikroorganismen nicht zur Herstellung von Pflanzenkohle-Präparaten für die Landwirtschaft.

Vorbereitung und Aufbringung der Pflanzenkohle

Vor der Aufbringung auf landwirtschaftlich genutzten Flächen sollte die Pflanzenkohle mit Nährstoffen und Wasser aufgeladen werden. Geschieht dies nicht, könnte das Pflanzenwachstum gehemmt werden, da nicht aufgeladene Kohle aufgrund ihrer hohen Adsorptionsleistung und der steigenden Kationenaustauschkapazität Nährstoffe und Wasser aus dem Boden aufnimmt und fixiert (Schmidt 2011a). Zur Aufladung dienen Nährstoffquellen wie Grünschnittkomposte oder Vinasse, die mit der Pflanzenkohle vermischt werden. Grundsätzlich sei darauf hingewiesen, dass beim Einsatz von Pflanzenkohle durch die Zumischung organischer Dünger/Komposte die Vorgaben der Düngeverordnung (zum Beispiel N- und P-Ausbringmengen, Düngebedarfsermittlung, Nährstoffvergleich) zu beachten sind, da die aufgeladenen Präparate meist wesentliche Nährstoffgehalte an Stickstoff und Phosphat enthalten.

Feldstudie im Weinbau

Im Rahmen des Projektes werden die Auswirkungen des Einsatzes eines Pflanzenkohle-Substrates im Vergleich zur mineralischen und organischen Düngung auf pflanzenphysiologische Parameter der Rebe seit März 2014 untersucht.

Als Versuchsweinberg wurde eine 30 Ar große Riesling-Anlage in der Gemarkung Ruppertsberg (Einzellage „Nußbien“) ausgewählt, die im Rahmen des Versuchsansatzes einen Extremstandort darstellt. Die Fläche zeichnet sich durch eine extreme Humusunterversorgung, sehr leichten Boden (Bodenart: schwach anlehmiger Sand) und eine regional geringe Jahresniederschlagsmenge von



Abb. 3: Riesling-Hochstamm-Junganlage mit Blick auf die Variante „Pflanzenkohle“ vor dem Einfräsen des Pflanzenkohle-Präparates.



CARBUNA

CARBUNA ATS

Amino Terra Substrat

Pflanzenkohlesubstrat für den Weinbau



CARBUNA ATS

Bodenverbesserer:

- Baut Humus
- nachhaltig auf
- Speichert mehr Wasser
- Verbessert die Nährstoffspeicherfähigkeit
- Regt das Bodenleben an
- Schützt das Klima
- Einmalige Anwendung



Wir beraten Sie gerne!

Ihr Anwendungsberater im Weinbau:

Nathanael Döbler,
B. Sc. Weinbau und
Oenologie

n.doebler@carbuna.com
Telefon: 07303 / 406 00 22



www.carbuna.com

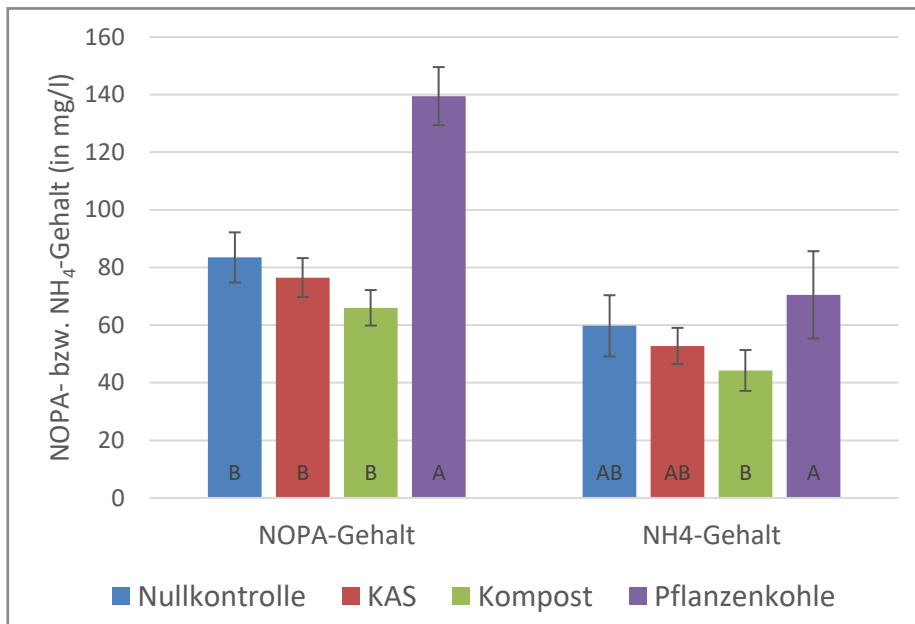


Abb. 4: NOPA- und NH_4 -Gehalt zwei Tage vor der Lese am 9.9.2015 in den einzelnen Varianten (dargestellt sind die Mittelwerte ($n = 4$); die Fehlerbalken zeigen die einfache Standardabweichung; die Buchstaben kennzeichnen die Signifikanzgruppen des Tukey-HSD-Tests mit einem Signifikanzniveau $\alpha = 0,05$).

400 bis 500 mm mit ausgedehnten Trockenperioden von April bis August aus. Ferner sollte das Pflanzenkohle-Präparat in Neu- oder Junganlagen eingebracht werden, um eine langfristige Bodenverbesserung mit Düngewirkung zu erreichen. Dieses Kriterium war mit der Flächenauswahl ebenfalls erfüllt, da die Riesling-Hochstammreben (Klon: N 90) erst 2013, ein Jahr vor Versuchsbeginn, angepflanzt wurden. Für die Feldstudie wurde die Rebanlage in 16 Versuchsplots (vier Varianten in vierfacher Wiederholung randomisiert) aufgeteilt.

In der Variante „Pflanzenkohle“ wurde einmalig zu Versuchsbeginn das Produkt „Amino Terra“ (Carbuna AG) mit dem Kompoststreuer ausgebracht (Abb. 1), manuell über die Gassenbreite und im Unterstockbereich flächig verteilt (Abb. 3) und mit einer Fräse 10 cm tief eingearbeitet. Das verwendete Präparat „Amino Terra“ bestand aus Pflanzenkohle, die aus einheimischen Nadelgehölzen hergestellt wurde und mit Vinasse und vier Mikrobenstämmen versetzt wurde. Die Variante „Kompost“ erhielt eine Dreijahresgabe an Grünschnittkompost. In der Variante „KAS“ wurde jährlich Kalkammonsalpeter (27 % Stickstoff) entzugsorientiert mit 20 kg N/ha (2014, 2015) und 40 kg N/ha (2016) nachgeführt. In der Variante „Nullkontrolle“ wurden seit dem Versuchsstart 2014 keinerlei Düngemaßnahmen vorgenommen.

Ergebnisse zum Bodenwassergerhalt

Vor allem im ersten Versuchsjahr 2014 konnte gezeigt werden, dass sich die Schwammstruktur der Pflanzenkohle nach hohen Niederschlagsmengen Anfang Juli stark mit Wasser aufgeladen hat (Abb. 2). Infolgedessen

wurden vor allem in der obersten Bodenschicht (0 bis 10 cm Tiefe) der Pflanzenkohlevariante im Vergleich zu den anderen Varianten bis in den Spätherbst deutlich höhere Bodenwassergehalte im Sandboden gemessen (Abb. 2). Daher kann im Versuchsjahr 2014 die Verbesserung der Wasserspeichereigenschaft eines sandigen Bodens durch eine Pflanzenkohleanwendung bestätigt werden. Im Folgejahr 2015 wies die Pflanzenkohlevariante zu einigen Messterminen zwar immer noch höhere Bodenwassergehalte auf, jedoch waren die Unterschiede im Vergleich zu den anderen Varianten nur noch minimal höher (nicht signifikant).

Ein Grund für die geringere Wasserspeicherung der Kohle 2015 im Vergleich zu 2014 könnten die ausgebliebenen Starkregenereignisse im Frühsommer gewesen sein, wodurch sich die Pflanzenkohle nicht ausreichend mit Wasser aufladen konnte.

Ergebnisse zur Nährstoffverfügbarkeit

Grundsätzlich konnte in der vorliegenden Studie die Nährstoffspeicherung durch Pflanzenkohle nachgewiesen werden. Bei dem Makronährelement Calcium (Ca) und den Spurenelementen Bor (B) und Mangan (Mn) war die Nährstoffverfügbarkeit für die Reben eingeschränkt, da die Aufladung der Pflanzenkohle mit diesen Nährstoffen vermutlich zu schwach war. Im Gegensatz dazu erfolgte mit Stickstoff (N) und Kalium (K) eine Übersättigung der Kohle, wodurch diese Makronährstoffe durch die Reben verstärkt aufgenommen wurden. Aus der erhöhten Stickstoffversorgung der Reben in der Pflanzenkohlevariante, welche durch Blattanalyse und Blattstiel-Nitrat-Test nachgewiesen wurde,

resultierte auch ein höherer Chlorophyllgehalt der Rebblätter. Jedoch führte die erhöhte Stickstoff-Versorgung nicht zu einem verstärkten Triebwachstum und es konnte weder ein erhöhter Ertrag noch ein verstärkter Fäulnisbefall beobachtet werden. In der Pflanzenkohlevariante konnte hingegen ein doppelt so hoher NOPA-Gehalt im Vergleich zur Kompostvariante nachgewiesen werden (Abb. 4).

Die Kationenaustauschkapazität, die ein Maß für die austauschbaren Kationen und damit die Zahl an negativen Bindungsplätzen von Kationenaustauschern im Boden ist, wies keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Versuchsvarianten in 2014 und 2015 auf.

Anzumerken ist, dass die Pflanzenkohle bei der Ausbringung (2014) überwiegend oberflächlich neutral geladen ist. Erst durch die Alterung der Kohle im Boden nimmt die Kationenaustauschkapazität aufgrund von Oxidationsprozessen und der Ausbildung funktioneller Gruppen zu (Cheng et al. 2008). Demzufolge wird erst in den Folgejahren mit einer Zunahme der Kationenaustauschkapazität in der Pflanzenkohlevariante zu rechnen sein.

Ausblick

Die Feldstudie wird bis Ende 2017 fortgeführt und die dabei gewonnenen Daten zur Wasser- und Nährstoffdynamik ausgewertet. Die im Überblick dargestellten Ergebnisse von 2014 und 2015 zeigen, dass der Einsatz von Pflanzenkohle in Rebanlagen auf leichten Böden zu einer verbesserten Wasserspeicherung über die Sommermonate und damit Wasser- und Nährstoffversorgung der Reben führen kann. Dieser Effekt in Kombination mit Erhöhung des Kohlenstoff-Gehaltes durch Einbringung der Kohle kann den Grundstein für ein nachhaltiges Bodenpflegemanagement legen, das zur Steigerung der Bodenfruchtbarkeit und damit zur Reduzierung zusätzlicher mineralischer und organischer Düngung beitragen kann.

Literatur

Blum, W.E.H. (2007): Bodenkunde in Stichworten, 6. Auflage, Gebr. Borntraeger, Stuttgart, Deutschland.

Cheng, C. H., Lehmann, J. & M. H. Engelhard (2008): Natural oxidation of black carbon in soils: Changes in molecular form and surface charge along a climosequence. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 72 (6): 1598-1610.

WEITERE FRAGEN?

Weitere Informationen zum Thema und Literaturangaben können bei den Autoren angefragt werden:

- Dr. Claudia Huth, ☎ 06321 / 671 228
claudia.huth@dldr.rlp.de
- Nathanael Döbler, ☎ 07307 / 406 00 22
n.doebler@carbuna.com