

Rodungsholz vor der Neuanlage zu Pflanzkohle verarbeiten

WEINSTOCKKOHLE HERZUSTELLEN UND ZU BEHALTEN NÜTZT BODEN UND KLIMA

Gibt es einfache und effiziente Pyrolysetechniken, die alte Rebstöcke noch im Feld in Pflanzkohle umwandeln? Ein Praxisversuch zur Eigenproduktion von Rebstockkohle im Weinberg mittels Wellblech-Meiler brachte gute Ergebnisse.

Text/Fotos: C. Holweg

Vor der Neuanlage müssen die alten Rebstöcke samt Wurzeln entfernt werden. Für den Winzer ist der Abtransport jedoch aufwendig, bedeutet Kosten und Emissionen sowie den Verlust wertvoller Biomasse. Ein neuer Ansatz ist, das Rebstockmaterial im Ganzen an Ort und Stelle durch pyrolytische Methoden in Pflanzkohle umzuwandeln. Das Produkt wird nach dem Vorbild der *Terra preta* wieder in den Boden eingearbeitet und bleibt für viele Jahrzehnte bis Jahrhunderte erhalten.

RODUNGSHOLZ FÜR HEIZZWECKE?

Alte Rebstöcke haben einen hohen Brennwert und eignen sich gut für Heizwecke, auch im Privathaus. Das Rodungsvolumen eines Feldes mit durchschnittlich 20 Ar beträgt etwa 10 m³. Frisch gerodete Stöcke haben einen Wassergehalt von 50 %. Um den nötigen Trockengrad zu erreichen (gut wäre eine Restfeuchte von 20 %), bedarf es jedoch Zeit und Lagerplatz, sodass sich die Frage nach dem „Wohin“ stellt. Am Weinfeld selbst fehlt der Platz und auch Lagerflächen am Hof sind schnell ausgeschöpft. Überschüssige Mengen zum regionalen Heizwerk zu fahren, falls vorhanden, hat wiederum die Hürde des hohen Ver-

schmutzungsrisikos durch Sand, Steine oder alte Befestigungsteile aus Metall.

Statt das Material abzufahren, käme die Biomasse doch besser an Ort und Stelle zur Bodenverbesserung und Kohlenstoffspeicherung in den Boden zurück. Möglich wären die Zerkleinerung durch mobile Häcksler und die Nutzung des Häckselguts als Dünger, nachteilig sind aber die Kosten und fallweise auch die Risiken für Infektionen (Esca).

VERWERTUNGALTERNATIVE REBSTOCKKOHLE

In Weinbauregionen besteht seit dem Wissenszuwachs zu *Terra preta* vermehrtes Interesse an eigenen Umsetzungen. Die Tradition von Urvölkern, der man im letzten Jahrhundert auf die Spur kam, zieht neue Kreise. Es geht um den nachhaltigen Anbau von Nahrungsmitteln durch ein Nährstoffrecycling unter Hinzunahme von Holzkohle. Der Begriff Pflanzkohle steht allgemein für die pyrolytisch verdichtete organische Substanz von Pflanzen. Die verschiedenen Pflanzkohlen werden als Bestandteile von organischen Düngern zur Verbesserung der Nährstoffabgabe, Wasserhaltekapazität und Resilienz des Bodens verbessert. Durch das Sorptionsvermögen von Pflanzen-

Abb. 1: Die Idee ist, Rodungsholz im Feld zu belassen und als Pflanzkohle für den Boden zu nutzen (C. Holweg und A. Dilger, Feb. 2019, Foto: P. Köder)



Abb. 2: In der Vorrecherche wurde Stockholz zu einer stationären Erdgrube bei Karlsruhe gebracht und am 11. Januar probeverkohlt (Dr. Armin Siepe, Büro SchwarzErde)





Abb. 3: Abfolge der Probeverkohlung per Wellblech-Meiler. a: Knapp 1 m³ Rebholz von 1,5 Ar stehen bereit; b: Drei Wellbleche zu einem Wall aufgebaut fassen das Material; Reisig wird oben aufgeschichtet und angezündet; c: Nach etwa 2 h ist die Hitzeentwicklung komplett, die meisten Stöcke glühen; d: Mit der Gabel können noch nicht erfasste Stöcke besser ausgerichtet und der Haufen kann verdichtet werden; e: Das seitliche Wegschaufeln rettet die Kohle vor der weiteren Veraschung und hebt dadurch die Kohleausbeute; abgelöscht wird im Wasserbad; f: In Partikel zerfallene Rebstockkohle, daneben ein noch nicht durchgeglühter Stockabschnitt; g und h: Die Bleche eignen sich gut zum Kühlen und Verteilen der Kohle; i: Im übrigen Feld schließen sich Trocknungsversuche an, in sehr feuchten Perioden unter Planen

kohle besteht auch ein Potenzial zum Schutz vor der Auswaschung von Nitrat. Die Anwendung mit dem Ziel der Tiergesundheit, etwa als Einstreu oder Futterbeigabe, nimmt an Beliebtheit zu. Andere Verwendungen liegen in der Industrie (Filter, Metallurgie).

Im vergangenen Jahrzehnt wurde eine Reihe von Erzeugungsanlagen entwickelt, die Pflanzenkohlen im Temperaturbereich zwischen 350 und 800 °C herstellen, mit Kohleausbeuten zwischen 21 und 32 %. Beispiele für Aschegehalte sind 7,7 % bei Waldrestholz, 9 % bei Rinde und 30 % bei Schilf. Die Strünke und Wurzeln von Rebstöcken haben eine ausgesprochen hohe Dichte. Weinstockkohle aus dem mobilen Verkohlungsgerät Carbo-Mob, das in Südbaden bis 2016 getestet wurde, hatte einen hohen Ascheanteil von 15 %, was jedoch zu mehr als einem Drittel den wurzelhaftenden Erdresten geschuldet war.

Obwohl die Preise am Pflanzenkohlemarkt weit unterhalb der Preise von Grillkohle rangieren, wird der Ankauf von Pflanzenkohle für die Anwendung im Ackerbau meist

als zu hoch empfunden (400 – 800 €/t Trockenmasse). Für viele, meist für Klein-Anwender, ist die Eigenproduktion von Pflanzenkohle ein Thema, besonders wenn sich eigene Biomasse zum Recycling anbietet.

Einzelne Kommunen setzen Pyrolyseverfahren schon ein, um verholztes Material aus der Grünschnittsammlung emissionsarm zu Pflanzenkohle umzuwandeln. Theoretisch könnte der Winzer das Rebholz dort mitverarbeiten lassen, jedoch heißt dies nicht nur zusätzlichen Energieverbrauch für Transport und Zerkleinerung, sondern setzt auch die Toleranz der Werksleitung gegenüber dem Fremdkörperisiko voraus.

VORRECHERCHER ZU FELDPYROLYSE-TECHNIKEN

Wie Winzer Rodungsholz direkt im Feld zu Rebstockkohle verarbeiten könnten, aber ohne aufwendige und kostenintensive Technik, war Kernfrage eines Praxisversuchs bei Freiburg im Breisgau (Abb. 1). Die ältesten Pyrolyseverfahren reichen von Erdgruben, abgedeckten



Abb. 4: Links im Bild ein verkohlter, 10 cm großer Rebstockabschnitt kurz vor dem Auseinanderbrechen. Die Siebung zur Größenbestimmung ergab zu 76 % Körner mit 1 bis 3 cm Kantenlänge, der Rest war kleiner als 1 cm (2 Schalen rechts)

und offenen Meilern bis zum bloßen Brennen mit vorzeitigem Ablöschen. Weltweit werden Grubenköhlerei, Metall-Kon-Tikis und Top-Brand-Verfahren wieder neu entdeckt und variiert. Grundprinzip ist fast überall ein Brandhaufen, bei dem mindestens im unteren Bereich die seitliche Sauerstoffzufuhr eingeschränkt ist und so der Verkohlungsprozess (Pyrolyse) eingeläutet wird. Hierbei spielen Faktoren wie Wassergehalt des Brennguts sowie Hitzeentwicklung, Größe und Verdichtung des Brandhaufens eine Rolle.

Die Suche nach einer für den Standort geeigneten Testmethode führte bald von einer Grube oder Metallbehältern weg. Eine 70 bis 80 cm tiefe Erdgrube (Abb. 2), die man für Rebholz aus 20 Ar benötigen würde, erfordert einen entsprechend tiefen Untergrund. Angesichts von Baggerarbeiten und der nur einmaligen Nutzung vor der Neuanlage wäre der Aufwand zu groß. Metallbehälter, die man kurzzeitig ins Feld stellen könnte, waren wiederum nicht organisierbar. Container-Mulden schienen aufgrund der Größe und kostengünstigen Verleihmöglichkeit zwar passend, mussten aber wegen der Beschichtung wieder aufgegeben werden.

Ein Blick auf Do-it-yourself-Techniken in den USA (s. KELPIE WILSON, ING.) führte zur Idee der **Wellblech-Methode**. Bleche sind ohne lange Suche und relativ kostengünstig zu besorgen. Sie können von einer Person getragen werden und sparen Platz bei der Lagerung und beim Transport. Zum Wall aufgestellt, ist schnell ein Innenraum mit günstigen Voraussetzungen für eine Pyrolyse geschaffen.

PRAXISVERSUCH IM BLECHERNEN SCHUTZWALL

Die Rodung der Altanlage hatte erst im Winter stattgefunden, denn im Herbst war der Boden zu hart gewesen. Mit der Feldpyrolyse musste bald begonnen werden, da im April eine Einsaat geplant war, die bis zur Neuanlage im nächsten Jahr stehen sollte. Zum Probetermin (Ende Februar 2019) waren die Blechteile und sonstige Utensilien inkl. Stangen und Drähte zur Befestigung sowie Schaufel, Mistgabel und eine Wanne plus Wasser-Container zum Ablöschen in kurzer Zeit vorbereitet und zum Feld gefahren. Vorher wurde genügend feinstiges und trockenes Reisig zum Anfeuern organisiert (v. a. Christbäume). Der Material- und Zeiteinsatz sowie Verlauf und Ergebnisse für eine Probefläche von 1,5 Ar (Abb. 3a) wurden festgehalten und für eine Anwendung auf 20 Ar hochgerechnet (Tab. 1).

Zunächst wurde eine Umrandung aus drei Wellblechen gebaut, in deren Innenraum die Stöcke eingeschichtet wurden (Tab. 1b, Abb. 3b). Die Stöcke waren nur noch teilweise mit Wurzeln. Auf den Haufen, der knapp über die 70 cm hohe Blechkante ragte, wurde Reisig gelegt und mit Papier und Pappe angezündet. Der Top-Brand sollte sich gut etablieren und später nach unten fortsetzen. Hierfür musste Anfeuermaterial mehrfach nachgelegt werden.

Die Rebstöcke waren eigentlich noch zu feucht (Restfeuchte ca. 40 %), sodass es fast einen halben Kubikmeter trockenes Reisig und etwa eine Stunde Zeit brauchte, bis der Brandhaufen die nötige Hitze entwickelt hatte und die ersten glühenden Teile nach unten fielen. Die Hitze- und Flammendecke dehnte sich in der oberen Hälfte des Meilers mehr und mehr aus (Abb. 3c) und schirmte die untere Hälfte gegen zu viel Sauerstoff ab. Seitlich sorgten hierfür die Blechwände, sodass sich der Prozess immer mehr in Richtung Pyrolyse entwickelte. Fiel die Hitze im unteren Bereich zu stark ab, wurde zur Sauerstoffzufuhr eine Blechwand entfernt, um den Brand wieder anzuhetzen. Der Haufen sackte mit der Zeit zusammen und verdichtete sich, wobei auch eine Mistgabel half (Abb. 3d). Noch nicht erfasste Strünke wurden mehr zum Hitzekern ausgerichtet. 140 Minuten nach dem Anzünden konnten die ersten glühenden Kohlebruchstücke von unten her weggeschaufelt werden (Abb. 3e, f). Zum Ablöschen half eine Wanne mit Wasser. Die Arbeit war innerhalb von 3,5 Stunden getan und die Rebstockkohle auf dem Feld verteilt (Abb. 3g, h; Tab. 3c). Die Kohlestücke waren zwischen 1 und 3 cm groß (Abb. 4). Die Entwicklung hoher Flammen und Rauch war im Gesamtverlauf gering.

ANALYSE DER KOHLE

Die Untersuchung der Kohlestücke auf Schwermetalle wie Arsen, Blei, Cadmium, Kupfer, Nickel und Quecksilber, Zink, Chrom, Bor und Mangan stellte nur Werte unterhalb der Grenzwerte nach der Bioabfallverordnung fest (Eurofins Umwelt Ost). Für die toxisch wirkenden PAK-Verbindungen (polyzyklisch aromatische Kohlenwasserstoffe) lag das Ergebnis bei 1 mg/kg, d. h. weit unterhalb des Grenzwerts von 10 mg/kg für Bodengehalte nach BbodSchV (Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung) und war weit entfernt vom Grenzwert für Premiumkohle nach dem Europäischen Biochar-Zertifikat (lt. EBC bis 4 mg/kg als Futterzusatz verwendbar). Der Kohlenstoffgehalt von über 90 % war ein sehr guter Wert. Der Aschegehalt lag bei nur 7,8 %, wobei sicher ein gewisser Anteil mit dem Löschwasser abgeschwemmt worden war. Die Ergebnisse der Mengenbilanzierung waren sehr zufriedenstellend. Die Ausbeute lag bei 21 %, was für das einfache und offene Verfahren ein hoher Wert ist.

VORTEILE DES WELLBLECH-MEILERS UND HOCHRECHNUNG AUF 20 AR

Auf der Suche nach einer effizienten Feldtechnik zeigte die Wellblech-Methode im Praxisversuch einige Pluspunkte:

- Verwertung der Rebstöcke im Ganzen samt Wurzeln möglich,
- leichte Durchführbarkeit, schneller Auf- und Abbau,

Tab. 1: Mengenbilanzierung Verkohlungsversuch „Wellblech-Meiler“

a) Ausgangsdaten Rodungsholz aus Probefläche (1,5 Ar) Ende Februar 2019		
Mittlere Stockzahl pro Ar	38	St.
Anzahl gesammelter Rebstöcke aus einer Rebfläche von 1,5 Ar	62	St.
Wassergehalt gerodeter, 1 Monat liegender Stöcke (teilweise ohne Wurzel)	40	%
Mittleres Frischgewicht pro Stock	2,87	kg
Mittleres Trockengewicht pro Stock	1,72	kg
Gesamtgewicht verwendeter Rebstöcke TM	107	kg
b) Versuchsdaten 3-Wellblech-Meiler (geringes Füllvolumen < 1 m³)		
Rauminhalt Dreieckmeiler aus 3 Blechen (Blechmaß 1,70 m x 0,70 m)	0,87	m³
Füllvolumen lückig liegender Rebstöcke (im Versuch teilweise ohne Wurzel)	0,74	m³
Ergebnis Kohlevolumen, noch nicht um Anfeuerholz korrigiert	120	l
Ergebnis Kohlevolumen, korrigiert um 18 l Kohle aus Anfeuerholz	102	l
Rebstockkohle-TM pro Liter in vorliegender Körnung	0,22	kg/l
Resultierende Rebstockkohle-TM aus 1,5 Ar	22	kg
Gewichtsausbeute in Prozent (TM Kohle zu TM Stöcke)	21	%
Volumenausbeute in Prozent (Volumen Kohle zu absolutem Stockvolumen)	24	%
c) Kohleanwendung direkt im Anschluss		
Kohleaufwand/ha bei aktueller Rückführung von 22 kg auf 0,3 Ar	7,0	t/ha
Kohleaufwand/ha bei 1 x 1 Rückführung in den Boden	1,4	t/ha
Korngröße Kohlestücke (Durchmesser in 76 % aller Fälle)	1–3	cm
d) Hochrechnung auf Rodungsfläche mittlerer Größe (20 Ar)		
Gesamte Stockzahl	760	St.
Gesamtvolumen Rebstockmaterial als Stapel	9	m³
Geschätzte Stockzahl pro 4-Wellblech-Meiler (mit Nachlegen) und Tag	240	St.
Resultierendes Kohlevolumen (bezogen auf Rebstockmaterial)	2,16	m³
Resultierende Rebstockkohle-TM aus 20 Ar	275	kg
Entsprechung Kohlendioxidzug aus der Atmosphäre*	0,9	t
Abk.: TM = Trockenmasse; *pro Kopf verursachte CO ₂ -Jahresmengen: 7,2 t in AT bzw. 8,9 t in DE (2016)		

- hohe Mobilität (Gewicht und Platzbedarf der Bauteile gering),
- geringe Beschaffungskosten, Wiederverwendbarkeit.

Bei einem Aufbau mit vier Wellblechen ist das Füllvolumen sehr viel größer (Tab. 1d). Durch höheres Aufschichten und Nachlegen während des Prozesses lässt sich die Zahl der Stöcke auf 240 pro Meiler und Tag erhöhen. Ist die Technik eingespielt, könnte eine Person vermutlich zwei Wellblech-Meiler gleichzeitig versorgen. Theoretisch wären so zwei Tage für 20 Ar nötig. Der in der Pflanzenkohle enthaltene Kohlenstoff entspräche einer Kohlendioxidmenge von 0,9 Tonnen, die beim vollständigen Verheizen in die Atmosphäre zurückgehen würden (Tab. 1d). Für die Anwendung im Boden würde man die Kohleernte vermutlich auf einem Flächenstück konzentrieren, da die Wirkung sonst zu gering ist. Mindestens drei Liter grobkörnige Pflanzenkohle pro Quadratmeter dürften ein brauchbarer Aufwand sein. Normalerweise gilt die Empfehlung, frische Pflanzenkohle nicht in purer Form einzusetzen, sondern zuerst mit organischer Substanz wie z. B. Kompost zu behandeln. Nach dem Umbruch werden jedoch so viel Nitrat-Stickstoff sowie andere Nährstoffe freigesetzt, dass angesichts der aktuellen Kohlenkonzentration keine zu starke Sorptionswirkung und damit Konkurrenz für die Jungreben zu befürchten sind.

Beim Einsammeln der Rebstöcke bietet die Positionierung der Meiler Spielraum zum Einsparen von Weg und Zeit. Sternförmiges Einsammeln schafft die kürzestmöglichen Wege und ist eine der wenigen Möglichkeiten zur Rationalisierung an dieser Stelle. Um die Beschaffung von Löschwasser kommt man nicht herum, wenn nicht zufällig eine Quelle vor Ort ist. Für 20 Ar wären sicher 250 Liter Wasser notwendig.

FAZIT UND AUSBLICK

Das vorrangige Interesse des Winzers an Rebstockkohle ist die Unterstützung der Bodenfunktionen hinsichtlich der Wasserspeicherkapazität und Nährstoffspeicherung. Der wertvolle Rohstoff geht ihm zudem nicht verloren und auch die Hygienisierung kann ein Vorteil sein. Die Feldpyrolyse erschließt ihm diese Möglichkeiten, ohne das Material abfahren zu müssen und besticht im Hinblick auf die Ökobilanz. Im Vergleich zur offenen Verbrennung im Feld, die für viele Winzer aufgrund fehlender Nachfrage oft die einzige Lösung bleibt, wird sehr viel weniger CO₂ frei. Werden Rebstöcke nach der Rodung in Haufen gesammelt und einer möglichst langen Trocknungsphase ausgesetzt, lassen sich weitere Abgaswerte verbessern und die Verkohlungszeit lässt sich verkürzen. Je nachdem, welche Maßnahmen vor der Neuanlage geplant sind, könnte der zeitliche Ablauf optimiert werden.

Beim Wellblech-Meiler als Möglichkeit der Eigenproduktion von Rebstockkohle im Weinberg zeichnen sich einige Vorteile ab. Der Umsetzungserfolg muss jedoch noch genauer geprüft und verifiziert werden. Eine Ausweitung der Tests inklusive weiterer Verfahren könnte sich lohnen, um weitere Einsparpotenziale zu identifizieren. #

Das Kooperationsprojekt mit dem Weingut Andreas Dilger in Freiburg im Breisgau wurde zu 80 % vom Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg finanziert (Innovationsgutscheine).

Die Autorin

Dr. Carola Holweg – Nachhaltigkeits-Projekte,
Merzhausen bei Freiburg im Breisgau
E-Mail: mail@carola-holweg.de
www.carola-holweg.de

