



# Biokohle: Eine kritische Perspektive

Mai 2024

## Einleitung

---

Im Jahr 2011 veröffentlichte Biofuelwatch einen umfassenden Bericht mit dem Titel "Biochar: a critical review of science and policy".<sup>1</sup> Im Jahr 2020 haben wir eine Aktualisierung dieses Berichts vorgelegt.<sup>2</sup> Angesichts der zunehmenden Zahl von Initiativen zur Entwicklung von Biokohle in kommerziellem Maßstab und der wachsenden politischen und finanziellen Unterstützung sehen wir uns gezwungen, dieses aktuelle Update zu veröffentlichen.

Die veröffentlichte Literatur hat sich dramatisch vergrößert und spiegelt das große Interesse und den Zustrom von Finanzmitteln für die bodenkundliche Forschung wider. Darüber hinaus wurde in den letzten Jahren der Umfang der proklamierten "Verwendungszwecke" für Biokohle erweitert – nicht mehr nur für die Kohlenstoffbindung oder die Verbesserung von Böden und Kulturen, sondern auch für die Sanierung von Toxinen, als Futterzusatz für die Viehzucht zur Verringerung der Methanemissionen, für die Abwasserbehandlung und vieles mehr.

Das übergreifende Problem besteht nach wie vor darin, dass die Ergebnisse von Biokohle-Studien sehr uneinheitlich sind, je nachdem, welcher Rohstoff verwendet wird, wie er hergestellt wird, auf welche Art von Boden er aufgebracht wird, welche Umweltbedingungen herrschen, welche Pflanzen angebaut werden, wie lange die Studie dauert und welche Messungen durchgeführt werden. Das Verständnis von Biokohle ist weit von dem entfernt, was für eine zuverlässige Kontrolle ihres Einflusses auf die Umwelt erforderlich wäre. In Anbetracht der weiter unten erörterten Risiken ist es höchst verfrüht, Biokohle als etwas zu propagieren, das Subventionen und andere Anreize verdient.

Dennoch werden diese politischen Unterstützungsmaßnahmen für Biokohle als eine "kohlenstoffnegative Technologie" bereits eingeführt. Wir sind nicht die Einzigen, die zur Vorsicht mahnen, viele in der wissenschaftlichen Forschungsgemeinschaft äußern ähnliche Vorbehalte. Zum Beispiel: In "Rethinking biochar: black gold or not?" (Tan et al. 2023) kommen die Autoren zu dem Schluss: "Bis heute gibt es keine schlüssigen Beweise für die Umweltfreundlichkeit oder die langfristige Kosteneffizienz einer groß angelegten Anwendung von Biokohle in agrarökonomischen Boden- und Klimasystemen, geschweige denn in der Wasserreinigung und der Energiespeicherung und -umwandlung."<sup>3</sup> Xiang et al. (2021) warnen: "In Anbetracht der schädlichen Bestandteile, der Struktur und der Partikelgröße von Biokohle sollten die negativen Auswirkungen der Anwendung von Biokohle auf die Umwelt nicht ignoriert werden."<sup>4</sup>

## Was ist Biokohle?

---

Ein Grund für die sehr uneinheitlichen Ergebnisse ist die unklare Definition von Biokohle. Holzkohle, Biokohle, Ruß – sie alle sind Formen von "pyrogenem" Kohlenstoff, der durch unvollständige Verbrennung entsteht.

Biokohle, die aus holzartiger Biomasse hergestellt wird, ist im Wesentlichen ein neuer Name für Holzkohle, wie Brtnicky et al. (2021) klar feststellen: "Chemisch gesehen ähnelt Biokohle der Holzkohle, obwohl diese beiden Materialien je nach ihrem Verwendungszweck unterschieden werden können... Holzkohle, die absichtlich auf Böden aufgebracht wird, sollte als Biokohle bezeichnet werden; der Begriff Holzkohle könnte dann verwendet werden, um sich auf den Brennstoff zu beziehen, der während des Verbrennungsprozesses entsteht." <sup>5</sup> Die Herstellung von Holzkohle hat auf der ganzen Welt eine sehr lange Tradition, hauptsächlich für die Herstellung von Kochbrennstoff und in der Metallverhüttung (z. B. beim Schmelzen von Eisen). Sie ist eine bedeutende Quelle der Luftverschmutzung und eine Ursache für die Abholzung von Wäldern. In der Praxis gibt es ein sehr breites Spektrum von Materialien, die als Biokohle bezeichnet werden, je nachdem, welches Ausgangsmaterial verwendet wird (Holz, landwirtschaftliche Rückstände, tierische Dünger, Klärschlamm, Siedlungsabfälle u. a.) und welches Verfahren zur ihrer Herstellung durch Pyrolyse oder Vergasung in selbstgebauten Öfen, Gruben oder moderneren Industrieanlagen eingesetzt wird. Angesichts des extrem breiten Spektrums an Materialien, die als "Biokohle" bezeichnet werden, ist es nicht allzu überraschend, dass die Ergebnisse von Studien so uneinheitlich sind.

## Bindet Biokohle zuverlässig Kohlenstoff für Tausende von Jahren?

---

Viel zu viele (vor allem kommerzielle Interessengruppen) akzeptieren und wiederholen unkritisch die Behauptung, dass Biokohle zuverlässig über Tausende von Jahren Kohlenstoff in Böden binden kann, und ziehen Vergleiche zu hochfruchtbaren alten Terra-Preta-Böden, die neben vielen anderen Bestandteilen auch Holzkohle enthalten. Biokohle ist nicht Terra Preta; letztere ist das Ergebnis jahrhundertelanger komplexer agroökologischer Praktiken der indigenen Völker im Amazonasbecken.

Zwar gibt es zahlreiche Studien, die darauf hinweisen, dass der in Biokohle enthaltene Kohlenstoff über unterschiedliche Zeiträume hinweg stabil bleiben kann, doch beruhen die Behauptungen über die langfristige Stabilität meist auf der Extrapolation von Kurzzeitstudien - höchstens ein oder zwei Jahre - eines breiten Spektrums von "Biokohle", die unter künstlich kontrollierten Labor-Inkubationsbedingungen durchgeführt wurden. Azzi et al. (2024), die diese Inkubationsstudien überprüft haben, kommen zu dem Schluss: "... es ist fraglich, ob inkubationsbasierte Ansätze für die Extrapolation von Persistenzschätzungen über 100 Jahre hinaus geeignet sind, da kurzfristige Inkubationen nicht alle Prozesse erfassen, die auf langen Zeitskalen relevant sind." <sup>6</sup> Die Extrapolation auf 100 Jahre basiert auf der Annahme, dass die Umweltbedingungen stabil bleiben und keine Auswirkungen auf den Bodenkohlenstoff haben werden. In Wirklichkeit gehören die Umweltbedingungen zu den wichtigsten Determinanten der Kohlenstoffstabilität in Böden und sind nicht statisch! <sup>7</sup>

Zahlreiche Studien zeigen, dass es unmittelbar nach der Ausbringung von Biokohle zu einem Anstieg der CO<sub>2</sub>-Emissionen kommt, da ein "labiler" Teil des Kohlenstoffs oxidiert wird. Studien haben auch gezeigt, dass die Ausbringung von Biokohle auf Böden die Zersetzung bereits vorhandener organischer Substanz im Boden anregen kann (so genanntes positives „Priming“), was letztlich zu einer allgemeinen Verringerung des Kohlenstoffgehalts im Boden führen kann. <sup>8 9</sup>

Allerdings haben nur sehr wenige Studien den Verbleib des Biokohle-Kohlenstoffs unter natürlichen Bedingungen auch nur über einige Jahre hinweg untersucht, was Extrapolationen auf Tausende von Jahren und Vergleiche mit Terra Preta bedeutungslos und politische Maßnahmen zur Unterstützung von Biokohle als zuverlässiges Klimaschutzinstrument gefährlich macht.

Vijay et al. 2021 stellen fest: "Die Stabilität von zugesetzter Biokohle im Boden bleibt ein umstrittenes Thema". Sie geben einen nützlichen Überblick über Feldstudien und kommen zu dem Schluss, dass Biokohle positive oder negative Auswirkungen auf den Boden haben kann, wobei Verallgemeinerungen nicht möglich sind, dass die Auswirkungen von Biokohle boden- und standortspezifisch sind und dass es aufgrund des Mangels an Feldstudien, die länger als ein paar Monate oder ein Jahr dauern,

unmöglich ist, längerfristige Auswirkungen zu bewerten. Einige Studien, die in die Überprüfung einbezogen wurden, zeigen, dass die Auswirkungen von Biokohle im Laufe der Zeit nachlassen können, während andere zeigen, dass sie zunehmen können.<sup>10</sup>

Trotz des Mangels an konsistenten Ergebnissen und des unzureichenden Verständnisses der Auswirkungen von Biokohle auf die Treibhausgasemissionen gehen die Befürworter von einer zuverlässigen langfristigen Kohlenstoffspeicherung aus und plädieren auf dieser Grundlage für eine Umsetzung auf globaler Ebene, um die Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre zu verringern. (wird weiter unten erörtert).

## Welche weiteren Auswirkungen hat Biokohle auf den Klimawandel?

---

Einige Forschungsarbeiten haben gezeigt, dass die N<sub>2</sub>O- und CH<sub>4</sub>-Emissionen aus Böden nach der Ausbringung von Biokohle zurückgehen, aber auch hier sind die Ergebnisse uneinheitlich und hängen von vielen variablen Faktoren ab.<sup>11</sup> Da Biokohle schwarzen Kohlenstoff enthält, verdunkelt sie die Böden, verringert den Albedo-Effekt und führt dazu, dass die Böden mehr Wärme absorbieren.<sup>12</sup> <sup>13</sup>Außerdem zerfällt Biokohle im Laufe der Zeit in immer kleinere Partikel, die sich über die Luft oder das Wasser verbreiten und weit entfernt vom Ausbringungsort abgelagert werden können. Partikel aus Biokohle stellen auch ein Gesundheitsrisiko dar, wenn sie eingeatmet werden.<sup>14</sup> <sup>15</sup>He et al. (2017) führten eine ganzheitliche Meta-Analyse der Treibhausgasflüsse von Böden auf der Grundlage von 91 veröffentlichten Studien durch und berichten, dass die Zugabe von Biokohle zu Böden "das GWP [Global Warming Potential] um 46,22 % signifikant **erhöht**".<sup>16</sup>

Biokohle wird manchmal als "kohlenstoffnegative Energietechnologie" bezeichnet, die auf einer Treibhausgasbilanzierung beruht, die davon ausgeht, dass Anlagen sowohl "erneuerbare" Energie als auch Biokohle erzeugen. Bei der Pyrolyse und Vergasung werden sowohl feste Biokohle (bei der Vergasung weit weniger als bei der Pyrolyse) als auch ein Gas (Synthesegas) und im Falle der Pyrolyse eine Flüssigkeit (Bioöl) erzeugt, die theoretisch zur Erzeugung von Wärme und Strom genutzt werden können. Es besteht jedoch ein inhärenter Zielkonflikt – die Verfahren sind darauf ausgelegt, entweder die Produktion von Synthesegas/Bioöl oder die Produktion von Biokohle zu maximieren – nicht beides. Die Pyrolyse mit Energieerzeugung im industriellen Maßstab ist nach wie vor mit technischen Herausforderungen behaftet, und bisher haben sich die meisten Versuche, sie in größerem Maßstab durchzuführen, als ineffizient und weitgehend erfolglos erwiesen.<sup>17</sup>

## Verbessert Biokohle die Böden und Ernteerträge?

---

Die Ergebnisse variieren von Ertragssteigerungen bis zu Ertragsminderungen nach der Anwendung von Biokohle, abhängig vom Boden, der Biokohle, der Umwelt, der Kultur und dem Zeitpunkt der Messungen. Die Ernteerträge können aufgrund der in frischer Biokohle enthaltenen Nährstoffe oder aufgrund einer verbesserten Nährstoffaufnahme infolge der Auswirkungen von Biokohle auf den Kationenaustausch, aufgrund von Veränderungen des pH-Werts, der Struktur oder des Wasserrückhaltevermögens des Bodens gesteigert werden.

Biokohle kann auch zu geringeren Ernteerträgen oder zu einem anfänglichen Anstieg der Ernteerträge, gefolgt von einem Rückgang im Laufe der Zeit, führen. Viger (2015) stellte eine Verringerung der pflanzlichen Abwehrkräfte gegen Insekten, Krankheitserreger und Trockenheit fest, wenn sie in mit Biokohle angereicherten Böden angebaut wurden.<sup>18</sup> Auch hier sind kurzfristige Laborstudien von begrenztem Nutzen. Eine Überprüfung von längerfristigen Feldstudien kommt zu dem Schluss: "Die uneinheitlichen Auswirkungen des Einsatzes von Biokohle auf die Ernteerträge erfordern ein besseres Verständnis der zugrundeliegenden Mechanismen von Biokohle zur Förderung der Pflanzenproduktivität."<sup>19</sup>

## Ist Biokohle sicher für die öffentliche Gesundheit?

---

Immer mehr Forschungsergebnisse zeigen, dass in Biokohle zahlreiche problematische Giftstoffe enthalten sind. Dazu gehören polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAKs), Schwermetalle, Dioxine und Furane, umweltresistente freie Radikale und mehr. Das Vorhandensein von Giftstoffen hängt vom Ausgangsmaterial der Biokohle und der Art der Herstellung ab. Es ist alarmierend, dass Unternehmen, die aus den Subventionen für erneuerbare Energien Kapital schlagen wollen, die Pyrolyse einer Vielzahl von Abfallströmen (die so genannte "Energiegewinnung aus Abfällen") fördern und die zusätzlichen Gewinne erkennen, die durch die Bezeichnung der verkohlten Nebenprodukte als "Biokohle" erzielt werden können, da es praktisch keine gesetzlichen Vorschriften gibt. So kann Biokohle aus Holz- oder Ernterückständen, Klärschlamm, tierischem Dünger oder in einigen Fällen auch aus Altreifen, Kunststoffen, Siedlungsabfällen und mehr gewonnen werden (wobei allerdings nicht alle Ausgangsstoffe für eine Zertifizierung in Frage kommen). Jeder dieser Rohstoffe ist mit eigenen Toxinen und Risiken für die Umwelt und die öffentliche Gesundheit verbunden, u. a. durch die Anreicherung von Toxinen in Lebensmitteln, die auf mit Biokohle versetzten Böden angebaut werden, oder durch das Einatmen von Partikeln. (Siehe Referenzen <sup>20 21 22 23 24 25</sup> und viele weitere).

Selbst wenn man die Toxine außer Acht lässt, kann Biokohle negative Auswirkungen auf die Böden haben. In "Die dunkle Seite des schwarzen Goldes" stellen Godleska et al. 2021 fest: "Biokohle kann nicht nur Umweltgifte enthalten, sondern auch die Bedingungen der Umgebung, in der sie sich befindet (z. B. den Boden), erheblich beeinflussen und Veränderungen der physikalischen, chemischen oder biologischen Eigenschaften der Umgebung bewirken, die sich indirekt schädlich auf Organismen auswirken können." <sup>26</sup> Pyrolyseanlagen, die Biokohle mitproduzieren, emittieren auch Schadstoffe in die Luft und das Wasser der umliegenden Gemeinden. So beantragten beispielsweise die Entwickler einer in Saratoga im Bundesstaat New York geplanten Anlage zur Herstellung von Biokohle aus Klärschlamm eine Genehmigung für die Emission von Schadstoffen, darunter unter anderem: Per- und polyfluorierte Substanzen (PFAS), Naphthalin, Arsen, Kadmium, Blei, Quecksilber, Fluorwasserstoff und Feinstaub. <sup>27</sup> Beachten Sie, dass die Anwendung von Biokohle aus Klärschlamm auf Böden in der EU verboten ist. In Pyrolyse- und Vergasungsanlagen kam es immer wieder zu Bränden und Explosionen, was zu den Risiken für die Anwohner beitrug. <sup>28</sup>

## Werden Zertifizierung und Prüfung Sicherheit und Nachhaltigkeit gewährleisten?

---

Kommerzielle Biokohlehersteller sind nicht verpflichtet, Prüfungen oder Zertifizierungen vorzunehmen oder anderweitig Transparenz über ihre Produkte zu bieten. Einige Befürworter von Biokohle haben die potenziellen Risiken erkannt und an der Entwicklung von Prüf- und Zertifizierungsinstrumenten gearbeitet. Die Internationale Biokohle-Initiative hat eine "Standardisierte Produktdefinition und Produkttestrichtlinien für Biokohle, die in Böden verwendet wird" sowie ein Biokohle-Zertifizierungsprogramm entwickelt. Auf der Website ist zu lesen, dass das Zertifizierungsprogramm derzeit überarbeitet wird und nur 9 Biokohlehersteller mit aktuellen Zertifizierungen aufgeführt sind.

Das Europäische Biokohle-Zertifikat (EBC) und das mit ihm verbundene Welt-Biokohle-Zertifikat (WBC) werden von Carbon Standards International durchgeführt. Die EBC-Zertifizierung ist in der Schweiz für Biokohle, die auf Böden aufgebracht wird, obligatorisch, in anderen Ländern jedoch freiwillig. Es ist unklar, wie viele Hersteller zertifiziert wurden.

Diese Zertifizierungen bieten keine Garantie, dass Biokohle sicher oder nachhaltig ist. Nur eine begrenzte Anzahl von Herstellern bemüht sich um eine Zertifizierung, die freiwillig ist. Wie andere ähnliche Zertifizierungssysteme, z. B. für Biomasse, sind sie nicht in der Lage, nicht nachhaltige Praktiken wirksam zu verhindern. In einer Studie aus dem Jahr 2021 wurde festgestellt, dass in zertifizierter Biokohle noch zahlreiche erhebliche Giftstoffe enthalten sind. <sup>29</sup>

## Welche Auswirkungen hat die großflächige Verwendung von Biokohle auf die Bodennutzung?

---

Im Mittelpunkt unserer Bedenken stehen die Auswirkungen einer groß angelegten Verwendung von Biokohle auf die Flächennutzung, die den Einsatz großer Mengen von Biomasse erfordern würde. Dies hat sich bereits bei der Nutzung von Biomasseenergie oder Biokraftstoffen in großem Maßstab als äußerst problematisch erwiesen. Einige plädieren für eine massive, weltweite Umsetzung, wobei sie ihre Prognosen auf undurchführbare und gefährliche Annahmen stützen. Woolf et al. (2010) behaupteten, dass Biokohle die globalen Treibhausgasemissionen jährlich um 12 % reduzieren könnte, eine Behauptung, die nach wie vor häufig zitiert wird.<sup>30</sup> Obwohl die Autoren dieses Papiers behaupteten, der Ernährungsunsicherheit, dem Verlust von Lebensraum und der Bodendegradation entgegenzuwirken, gingen sie von der Umwandlung von etwa 556 Millionen Hektar "aufgegebener Anbauflächen" zur Erzeugung von speziellen Pflanzen und Bäumen für Biokohle-Rohstoffe sowie von der Umwandlung tropischer Grasflächen aus. Eine solche massive Landumwandlung hätte ganz erhebliche negative Auswirkungen auf die Ökosysteme und damit auf das Klima, die biologische Vielfalt und die von den umgewandelten Flächen abhängigen Gemeinschaften.<sup>31</sup>

Jede Biokohle-Initiative in globalem Maßstab würde auch eine massive Infrastruktur für die Ernte, den Transport, die Pyrolyse und die Ausbringung von Biokohle auf riesigen Flächen erfordern. Lehmann et al. 2021 (siehe Abb. 1) behaupten, dass Biokohle weltweit theoretisch zu einer Emissionssenkung von bis zu 8,2 Milliarden Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro Jahr beitragen könnte.<sup>32</sup>

Besorgniserregend ist, dass diese Prognosen auf der Annahme beruhen, dass Biokohle wirksam ist, sowie auf höchst unrealistischen Annahmen über die Landnutzung: dass alle stillgelegten Anbauflächen weltweit für den Anbau von Biokohle genutzt werden können, dass die Abholzung von Wäldern für die Herstellung von Biokohle keine Auswirkungen auf den Kohlenstoffbestand der Wälder hat, solange die Wälder "nachhaltig bewirtschaftet" werden, dass Biokohle die Ernteerträge zuverlässig so stark verbessert, dass weniger Land für die Landwirtschaft benötigt wird (so genannte "Landverschwendung"), dass die Biokohleproduktion auch Energie liefert und damit andere, stärker kohlenstoffverschmutzende Quellen verdrängt, dass die Verwendung von Biomasse zur Herstellung von Biokohle vorteilhafter ist als die Verrottung von Pflanzenresten und dass die Kohlenstoffemissionen von Anlagen, die Strom und Holzkohle produzieren, aufgefangen und unter der Erde vergraben werden können (CCS). Diese Annahmen entsprechen einfach nicht der Realität.

Die Befürworter der Biokohle verweisen in erster Linie auf die Verwendung von "Abfällen und Rückständen". Doch wozu das führt, haben wir bereits im Zusammenhang mit der Strom- und Wärmeenergieerzeugung aus Biomasse gesehen. Immer wieder zeigt sich, dass bei steigendem Bedarf Biomasse aus Wäldern, sogar aus Ur- und Altwäldern und Naturschutzgebieten, bezogen wird.<sup>33 34</sup>

Echte Abfälle und Reststoffe mögen in kleinem Maßstab auf lokaler Ebene verfügbar sein, aber sobald kommerzielle Interessen, Subventionen und politische Unterstützung vorhanden sind, wird die Ausweitung der Biokohleproduktion die Nachfrage ungeachtet der negativen Auswirkungen steigern.

### Von der Rhetorik profitieren:

---

Synergien mit industrieller Biomasseenergie und Biokohle sind bereits offensichtlich. Asche aus Biomassekraftwerken, auch wenn sie nicht unbedingt als "Biokohle" bezeichnet wird, wird manchmal für landwirtschaftliche Zwecke vermarktet, was zu neuen Einnahmen für die (bereits stark subventionierten) Betriebe führt.<sup>35</sup>

Die Unterscheidung zwischen Asche und Biokohle ist nicht immer eindeutig. In einer Studie über die landwirtschaftliche und ökologische Leistung von Biomasse-Kraftwerksasche kamen die Autoren zu dem Schluss, dass die physikalisch-chemischen und strukturellen Eigenschaften von Asche aus einem Biomassekraftwerk denen von Biokohle auf Holzpelletbasis ähneln und als wirksame Bodenverbesserung vermarktet werden könnten.<sup>36</sup> Einige berichten von den Vorteilen der Zugabe von Asche zu Biokohle, um die Düngewirkung zu verbessern<sup>37</sup>, oder von der Zugabe von Asche zu Biokohle-Produktionsprozessen, um den Ertrag zu steigern.<sup>38</sup>

Andere versuchen, Biomassekraftwerke für die Herstellung von Biokohle umzurüsten.<sup>39</sup> Oder sie behaupten, den geringen Wirkungsgrad bei der Stromerzeugung aus Biomasse durch die Hinzufügung von Biokohle zur Anlage verbessern zu können.<sup>40</sup>

Zerstörerische Industriezweige wie die Palmölproduktion stellen fest, dass unbegründete Behauptungen über Biokohle als praktikable Lösung für das Problem des Klimawandels eine bequeme neue PR- und Einnahmequelle darstellen. <sup>41</sup> Alles in allem sind die bestehenden schmutzigen Biomasseindustrien bereit, von den Märkten für Asche/Biokohle zu profitieren. Wissenschaftler:innen und Aktivist:innen lehnen die Biokraft jedoch seit langem wegen ihrer schädlichen Auswirkungen auf das Klima, die biologische Vielfalt und die Umweltgerechtigkeit ab.

Trotz der höchst widersprüchlichen Ergebnisse und der ernsthaften Bedenken, die gegen Biokohle vorgebracht wurden, nimmt die Unterstützung für die kommerzielle Produktion weiter zu, und Biokohle taucht nun auf den Märkten für Kohlenstoffausgleiche durch die so genannte Kohlendioxid-Entfernung (CDR) auf. Hier nur einige Beispiele: Carbonfuture verkauft Biokohle-Gutschriften an Microsoft, Swiss Re und die Klarna Bank mit dem Hinweis auf die "Null-Unsicherheit". Puro.earth bietet seinen Kund:innen Shopify und Microsoft Kompensationen aus Biokohle an. Das am weitesten verbreitete freiwillige Kompensationsprogramm, Verra, hat eine Kompensationsmethode für Biokohle entwickelt. Carboculture bietet die "Unterstützung der Photosynthese" mit seiner "bewährten, patentierten Technologie zur Kohlenstoffentfernung" an, die "Kohlenstoff für Jahrhunderte sicher bindet und dabei erneuerbare Energie erzeugt". Rothschild & Co kauft Gutschriften aus Biokohle-Projekten. NetZero, ein weiterer Biokohlehersteller, hat gerade einen Zuschuss in Höhe von 18 Millionen Euro vom französischen Entwicklungsfonds STOA erhalten, um die Biokohleproduktion in den Tropen auszuweiten. Biokohle wird in der "Science Based Target"-Initiative zur Verringerung der Emissionen des Landsektors als ein Weg zur "Kohlenstoffentfernung" aufgeführt. Der Wettlauf um die Verbreitung von Biokohle hat begonnen.

## Schlussfolgerung:

Es besteht eine große und besorgniserregende Diskrepanz zwischen den wissenschaftlichen Erkenntnissen über Biokohle und der politischen Entscheidungsfindung und Vermarktung. Die Ergebnisse von Studien über Biokohle sind höchst widersprüchlich. Biokohle sollte keine Subventionen und andere Unterstützung erhalten, die für den dringend benötigten zuverlässigen und wirksamen Klimaschutz bestimmt sind. Dies gilt insbesondere in Anbetracht der Risiken durch Giftstoffe und der potenziell schwerwiegenden negativen Auswirkungen von Landnutzungsänderungen, die sich aus einer großen zusätzlichen Nachfrage nach Biomasse ergeben könnten. Viele Wissenschaftler:innen haben Bedenken geäußert und zur Vorsicht gemahnt. <sup>42</sup>

# biofuelwatch

Biofuelwatch.org.uk | biofuelwatch@gmail.com

 @biofuelwatch8317

 @biofuelwatch

  biofuelwatch



<sup>1</sup> Biofuelwatch 2011. Biochar: A critical review of science and policy, [biofuelwatch.org.uk/2011/a-critical-review-of-biochar-science-and-policy/](https://biofuelwatch.org.uk/2011/a-critical-review-of-biochar-science-and-policy/)

<sup>2</sup> [biofuelwatch.org.uk/2020/what-have-we-learned-about-biochar-since-2011/](https://biofuelwatch.org.uk/2020/what-have-we-learned-about-biochar-since-2011/)

<sup>3</sup> Tan, G. and Han-Qing Yu (2023) Rethinking biochar: black gold or not? Nature Reviews Materials (9), 4-5.

<sup>4</sup> Xiang et al 2021. Potential Hazards of biochar: the negative environmental impacts of biochar applications. J. Hazardous Materials vol. 420.

<sup>5</sup> Brtnicky, M. et al. (2021) A critical review of the possible adverse effects of biochar in the soil environment. The Science of the total environment. [Online] 796148756–148756.

<sup>6</sup> Azzi, E. S. et al. (2024). Modeling long term carbon storage in soil with harmonized analysis of decomposition data. Geoderma 441.

<sup>7</sup> Schmidt, M., W.I., Torn, M.S., Abiven, S., Dittmar, T., Guggenberger, G., Janssens, I.A., Kleber, M., Kogel-knabner, I., Lehmann, J., Manning, D.A.C., Nannipieri, P., Rasse, D.P., Weiner, S. and Trumbore, S.E., 2011. Persistence of soil organic matter as an ecosystem property. Nature, vol 478.

<sup>8</sup> Zimmerman, A. R. et al. 2011. Positive and negative carbon mineralization priming effects among a variety of biochar amended soils. Soil Bio and Biochem. Vol 43. issue 6. pp 1169-1179.

<sup>9</sup> Wang, J., Xiong, Z., Kuzyakov, Y. 2016. Biochar stability in soil: meta-analysis of decomposition and priming effects. GCB Bioenergy. 8(512-523).

- 
- <sup>10</sup> Vijay et al (2021) Review of large-scale biochar field trials for soil amendment and the observed impacts on crop yield variations. *Frontiers in Energy Research* (9).
- <sup>11</sup> Kamman, C. 2017. Biochar As A Tool To Reduce the Agricultural Greenhouse Gas Burden-Knowns, Unknowns, and Future Research Needs. *J. Environ Eng and Landscape Management*.
- <sup>12</sup> Verheijen, G.A. et al 2013. Reductions in soil surface albedo as a function of biochar application rate: implications for global radiative forcing. *Environ Res Lett* 8 p44008.
- <sup>13</sup> Meyer, S. et al. 2012. Albedo impact on the suitability of biochar systems to mitigate global warming. *Environ Sci Technol Lett.* 46 (22), pp 12726–12734.
- <sup>14</sup> Jaffe, R. et al 2013. Global charcoal mobilization from soils via dissolution and riverine transport to the oceans. *Science* vol 340, issue 6130, pp. 345-347.
- <sup>15</sup> Ravi et al 2016. Particulate matter emissions from biochar amended soils as a potential tradeoff to the negative emission potential. *Scientific Reports* 6. no. 35984.
- <sup>16</sup> He, Y., Zhou, X., Jiang, L., Li, M., Du, Z., Zhou, G., Shao, J., Wang, X., Xu, Z., Bai, S.H., Wallace, H., and Xu, C. 2017. Effects of biochar application on soil greenhouse gas fluxes: a meta-analysis. *Global Change Bioenergy* (9).
- <sup>17</sup> Für einen Überblick über die technischen Herausforderungen: <http://www.biofuelwatch.org.uk/wp-content/uploads/Biomass-gasification-and-pyrolysis-formatted-full-report.pdf>
- <sup>18</sup> Viger et al 2015. More plant growth but less plant defence: first global gene expression data for plants grown in soil amended with biochar, *Global Change Biology* 7, pp 658-672.
- <sup>19</sup> Vijay et al (2021) Review of large-scale biochar field trials for soil amendment and the observed impacts on crop yield variations, *Frontiers in Energy Research* (9).
- <sup>20</sup> Wang, J. et al. (2018) Application of biochar to soils may result in plant contamination and human cancer risk due to exposure of polycyclic aromatic hydrocarbons. *Environment international*. [Online] 121 (Pt 1), 169–177.
- <sup>21</sup> Zhang et al (2024) Persistent free radicals generated from a range of biochars and their physiological effects on wheat seedlings. *Science of the Total Environment* (908).
- <sup>22</sup> Martin Brtnicky, Rahul Datta, Jiri Holatko, Lucie Bielska, Zygmunt M. Gusiatin, Jiri Kucerik, Tereza Hammerschmiedt, Subhan Danish, Maja Radziemska, Ludmila Mravcova, Shah Fahad, Antonin Kintl, Marek Sudoma, Niaz Ahmed, Vaclav Pecina (2021) A critical review of the possible adverse effects of biochar in the soil environment, *Science of the Total Environment*, vol 796.
- <sup>23</sup> Zheng et al (2021) Potential Toxic Compounds in Biochar: Knowledge Gaps Between Biochar Research and Safety. In: *Biochar From Biomass and Waste* (Elsevier).
- <sup>24</sup> Alharbi HA, Alotaibi KD, El-Saeid MH, Giesy JP. (2023) Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) and Metals in Diverse Biochar Products: Effect of Feedstock Type and Pyrolysis Temperature. *Toxics* 11(2): 96.
- <sup>25</sup> Jiewen Luo et al (2021) Reveal a hidden highly toxic substance in biochar to support its effective elimination strategy. *J. Hazardous Material* (399).
- <sup>26</sup> Godlewska P, Ok YS, Oleszczuk P. The dark side of black gold: ecotoxicological aspects of biochar and biochar-amended soils. *J. Hazardous Materials*.
- <sup>27</sup> <https://earthjustice.org/wp-content/uploads/2024/03/2024.03.18-ej-comments-appendices.pdf>
- <sup>28</sup> Rollinson, A.N., Fire, explosion and chemical toxicity hazards of gasification energy from waste, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* (2018), doi: 10.1016/j.jlp.2018.04.010.)
- <sup>29</sup> J. Ruzickova, S. Koval, H. Raclavska, M. Kucbel, B. Svedova, K. Raclavsky, D. Juchelkova, F. Scala (2021) A comprehensive assessment of potential hazard caused by organic compounds in biochar for agricultural use. *J. Hazardous Materials* (403).
- <sup>30</sup> Woolf et al 2010. Sustainable biochar to mitigate global climate change. *Nature Communications* Vol 1, Article 56, 10.08.2010.
- <sup>31</sup> Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Papiers bestätigte Biofuelwatch die oben genannten Zahlen mit den Autor:innen und eine Pressemitteilung, in der 23 Organisationen die potenzielle Landnahme für Biokohle verurteilen, wurde veröffentlicht. <https://www.biofuelwatch.org.uk/2010/biochar-joint-pr/>
- <sup>32</sup> Lehmann et al (2021) Biochar in Climate Mitigation. *Nature Geoscience* (14).
- <sup>33</sup> <https://www.biofuelwatch.org.uk/2024/drax-bc-pellets-investigation/>
- <sup>34</sup> <https://us.eia.org/report/the-eus-renewable-energy-policies-driving-the-logging-and-burning-of-europes-protected-forests/>
- <sup>35</sup> <https://www.burlingtonelectric.com/mcneil/> "What is done with the ashes?"  
Wood ash, the end-product of burning wood fuel, is temporarily placed on site in a landing area. BED works with a private contractor who transports the ash and markets it as a soil conditioner for pH control and a source of potash and potassium. McNeil ash is approved as a soil conditioner for organic crops. The heavier portion of the ash (bottom ash) is used as a base for building roads or an additive for manufactured topsoil."
- <sup>36</sup> Jong-Hwan Park, Jim J. Wang, Dong-Cheol Seo, 2023. Agronomic and environmental performance of bottom ash discharged from biomass-based thermal power plant, *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, Volume 33.
- <sup>37</sup> <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0929139323003487>
- <sup>38</sup> <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acssuschemeng.1c07694>
- <sup>39</sup> siehe: <https://www.youtube.com/watch?v=wDSocizaBrA>
- <sup>40</sup> Das Biomassekraftwerk Ryegate in Vermont, das aufgrund gesetzlicher Vorschriften seinen Wirkungsgrad verbessern musste, schlug eine Nachrüstung für die zusätzliche Produktion von Biokohle vor. <https://legislature.vermont.gov/Documents/2022/WorkGroups/House%20Energy%20and%20Technology/Bills/S.161/Witness%20Documents/S.161~Bill%20Harrington~Biochar%20Project%20Diagram~3-31-2022.pdf>
- <sup>41</sup> Saharudin et al 2024. Biokohle aus landwirtschaftlichen Abfällen: ökologische Nachhaltigkeit, wirtschaftliche Lebensfähigkeit und das Potenzial als Technologie für negative Emissionen in Malaysia. *Science of the Total Environment* (behauptet, dass Biokohle die landwirtschaftlichen Emissionen jährlich um 54 % reduzieren kann!).
- <sup>42</sup> Wir stellen fest, dass Pro-Biokohle-Artikel, die Biokohle als Mittel zur Abschwächung des Klimawandels anpreisen, häufig in Zeitschriften wie *Nature Geoscience* veröffentlicht werden, wo sie von Klimapolitiker:innen wahrscheinlich gelesen werden, während Literatur über Giftstoffe beispielsweise eher im *Journal of Hazardous Materials* veröffentlicht wird, was für diejenigen, die sich mit dem Klimawandel beschäftigen, weniger wahrscheinlich ist.