

Webinar

Kon-Tiki und Pflanzenkohle: selber machen und nutzen

Mit Ariane Krause (Kollektiv für angepasste Technik – KanTe*)

und Janine Korduan (Offene Metallwerkstatt Linienhof)

Donnerstag 26.7.2018 – Berlin



Inhalt:

- 1) Biokohle als Bodenverbesserer – warum und wie?
- 2) Biokohle selber machen mit einem Kon-Tiki!
- 3) Bauanleitung für einen Metall-Kon-Tiki



Dieses Webinar basiert auf den Erfahrungen des „Kon-Tiki Bau-Workshop“, der vom 20.–22.4.2018 von auf dem Projekthof Alte Mühle Gömnigk durchgeführt wurde und der gefördert wurde durch die *anstiftung*.

Alle Inhalte sind frei verfügbar und stehen unter einer sogenannten „Creative Commons“ (CC) Lizenz. Die Inhalte/Informationen/Designs können von anderen genutzt und verändert werden, wenn auch nach Veränderung/Bearbeitung, das neue Wissen/Design wieder frei verfügbar (also unter einer CC-Lizenz) ist.

[Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)



Webinar

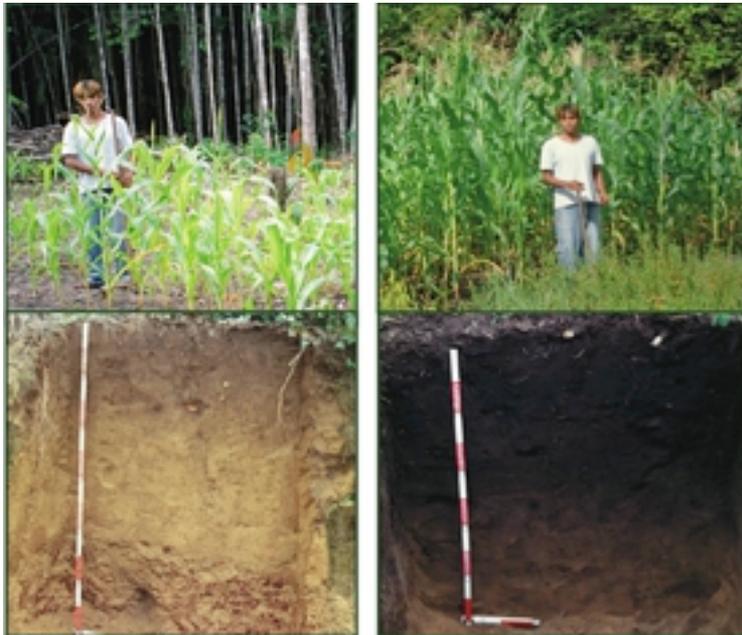
Kon-Tiki und Pflanzenkohle: selber machen und nutzen

Inhalt:

- 1) Biokohle als Bodenverbesserer – warum und wie?
- 2) Biokohle selber machen mit einem Kon-Tiki!
- 3) Bauanleitung für einen Metall-Kon-Tiki

Biokohle als Bodenverbesserer – warum und wie?

- ◆ Vorbild = „Terra Preta“,
 - „anthropogene Schwarzerde“;
 - im Amazonasgebiet Brasiliens; ähnliche Erden weltweit;
 - furchtbarer Boden mit hohem Kohlenstoffgehalt und Wasser- und Nährstoffspeicherung;
 - Produkt eines ganzheitlichen Abfallmanagements → Kreislaufwirtschaft



Graphic reconstruction of an indigenous Amazonian village; De Gisi et al. (2014)

Was ist Biokohle ? !

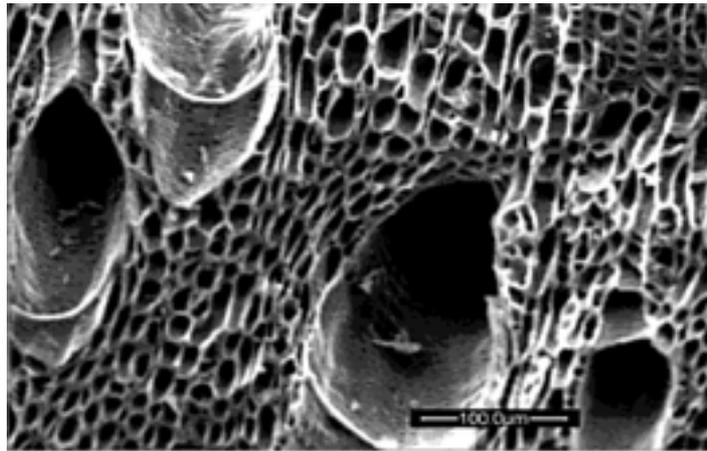
- ◆ Biokohle (auch Pflanzen-Kohle oder *biochar* [engl.] genannt) =
 - eine heterogene Substanz,
 - reich an Kohlenstoff (Aromaten),
 - hergestellt aus nachhaltig bereitgestellter Biomasse und
 - ... durch den durch den Prozess der Pyrolyse* (kontrollierte Bedingungen; saubere Technologien)
 - genutzt in verschiedenen Anwendungsfällen
 - ohne schnelle Mineralisierung zu CO₂
 - möglich zur Bodenverbesserung

Definition nach European Biochar Certificate
<http://www.european-biochar.org/en>

* Es gibt auch sogenannte „Hydrochar“, die per hydro-thermaler Carbonisierung (HTC) hergestellt wird, und „Pyrochar“, die per Pyrolyse hergestellt wird. 4

Biokohle als Bodenverbesserer – warum und wie?

- ◆ Biokohle*,
 - unterm Mikroskop → Schwamm-ähnlich,
 - kann Wasser speichern, bietet ein „zu Hause“ für Mikroorganismen und Pilze, und verfügt über eine Art „Andockstellen“ für Nährstoffe,
 - reguliert den pH-Wert durch kalkende Wirkung,
 - enthält viel Kohlenstoff (60–90 % der TM); aber wenig Nährstoffe (kein N, wenig P...).



Mikroskop-Aufnahme (Lehman et al., 2009)

* Es gibt auch sogenannte „Hydrochar“, die per hydro-thermalen Carbonisierung (HTC) hergestellt wird, und „Pyrochar“, die per Pyrolyse hergestellt wird.

Biokohle als Bodenverbesserer – warum und wie?

Eigenschaften

- ◆ meist hydrophil
- ◆ hohe Porosität
- ◆ hohe KAK
- ◆ hoher pH-Wert
- ◆ hoher C-Gehalt

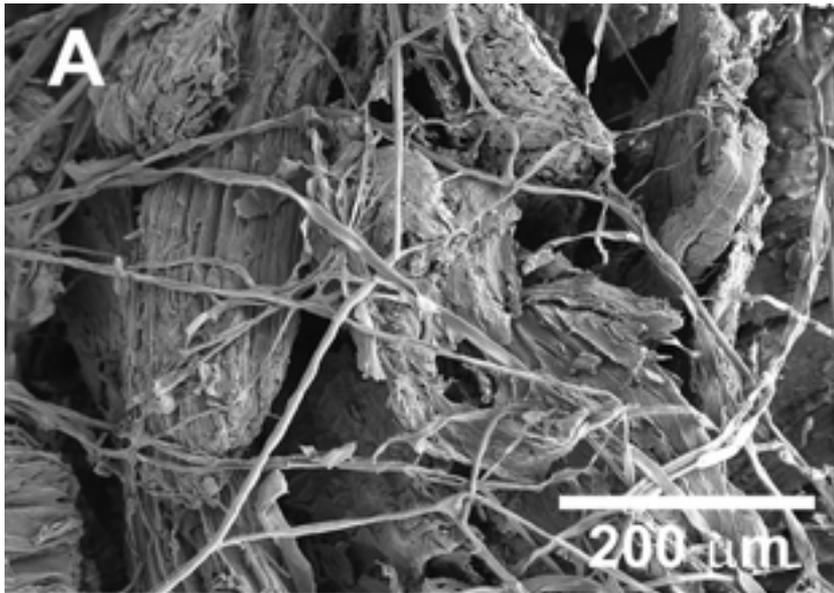
Wirkungen

Habitat (Wohnraum) für
Mikroorganismen + **Pilze**

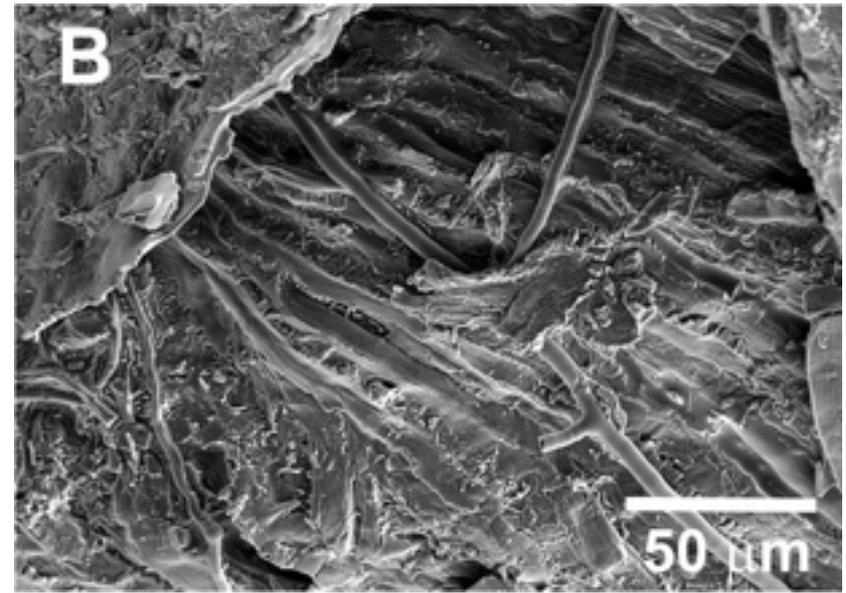
Hammer et al. (2014
and 2015)
Prof. Rillig, FU Berlin

Biokohle als Bodenverbesserer – warum und wie?

Mikroskop-Aufnahme (Rillig, n.d.*)



Surface colonization of wood biochar



Hyphae growing inside particles

Biokohle als Bodenverbesserer – warum und wie?

Eigenschaften

- ◆ meist hydrophil
- ◆ hohe Porosität
- ◆ hohe KAK
- ◆ hoher pH-Wert
- ◆ hoher C-Gehalt

Wirkungen

Habitat (Wohnraum) für Mikroorganismen + Pilze

Wasserspeicher-Kapazität kann steigen

Nährstoffspeicher-Kapazität kann steigen

Emissionen können sinken oder steigen

Bodenerosions-
gefahr kann sinken

Nährstoffausträge
können sinken

Fruchtbarkeit kann
steigen

Kammann et al. (2015)
Nature Scientific Report
doi:10.1038/srep11080



Gärtnern mit Biokohle

- ◆ Was passiert im Garten / Beet ?
 - **Organische Düngung** dient dem Ausgleich von Nährstoff- und Kohlenstoff-Entzügen.
 - Biokohle trägt zum **Aufbau von hohen Dauerhumusgehalten** bei und kann Nährstoff-Verluste reduzieren.
 - Da Biokohle ist eine **relativ „stabile“ Kohlenstoffkomponente** in organischen Düngern (z.B. Kompost)
 - mehr Kohlenstoffrückführung → Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit
 - Im Boden, wird Biokohle in **Ton-Humus-Komplexe** eingebaut (Regenwurm)
 - gute Bodengare mit stabile Bodenstruktur
 - ← dafür staubförmige Biokohle (→ mahlen oder verwittern lassen)

Gärtnern mit Biokohle

- ◆ Was ist zu beachten ?
 - Vorher **kompostieren!**
 - mit anderen *nährstoffreichen* Reststoffen mischen!
(z. B. Küchenreste, Erntereste, oder auch Fäkalien)
 - Nicht auf jedem Boden und überall gut – **Kein Wundermittel!**
 - ausprobieren, beobachten, kritisch sein
 - Vergleiche mit und ohne Biokohle machen und gut beobachten
 - Artikel lesen und untereinander über Erfahrungen austauschen
 - Hat kalkende Wirkung → pH-Wert des Bodens im Auge behalten
- ◆ Kohle-Verwendung bei Bokashi-Herstellung und als Zusatz in Kompost-Klos ist gut, denn Kohle reduziert Gerüche; geht aber auch ohne.

„Terra Preta Kompost“ – Rezeptvorschlag

Zutaten (in Volumen-% vor Kompostierung)

10 % Holz- oder andere Biokohle

selbst-gemacht aus Restholz, Ästen, etc.

30 % leicht zersetzbare zerkleinertes organisches Material

Grasschnitt, Küchenabfällen (ggf. vorfermentiert mit Mikroorganismen)

40 % tierischen oder menschliche Fäkalien

Urin (Nährstoffe!!!) und/oder Fäzes (ggf. vorher thermisch hygienisiert)

10 % zellulosereiches Material

Miscanthus, Bambus, Holzschnitt, kleine Äste, Blätter

10 % mineralische Bestandteile

Gesteinsmehl, Tonscherben, Lehmerde

Plus:

Mikroorganismen, Schafwolle, Hunde- und Katzenhaare, Fingernägel...

Kritische Überlegungen zu Biokohle

- ◆ Manche Pflanzen wachsen besser, andere aber nicht bzw. schlechter...
→ abhängig von Bodenart, Klima, Art der Kohle...
- ◆ Auch Reduktion von Emissionen (vor allem von Klimagasen) ist abhängig von Art des Bodens, Klima, Kohle, Nährstoffgehalt im Kompost / anderen Düngern...
- ◆ Akkumulation (Ansammlung/Aufbau/Speicherung) von Kohlenstoff in Form von Humus ist auch abhängig von Bodenart, pH-Wert, Klima und anderen Faktoren.
- ◆ Prozessart, Temperatur, verwendeter Biomasse (und anderen Faktoren)
→ unterschiedliche Kohle-Eigenschaften (z.B. Pyrochar vs. Hydrochar; Klärschlamm-Kohle, ...)
- ◆ Wenn Ziel C-Sequestrierung und großtechnische (also kommerziell, und in großen Mengen) Umsetzung → „Geoengineering“ ?
- ◆ Weil... wenn Kohle im Boden stabil, dann langfristige Veränderung des Bodens und je nach Maßstab ein bedeutender Eingriff in die Natur → Bewertung ? → Wissen, Erfahrungen, Diskussion !
- ◆ Empfohlener Anwendungsbereich: „Islands of Soil Fertility“, kleine Flächen/Beete für Gemüsebau und Selbstversorgung, für Mittel- und Starkzehrer

Webinar

Kon-Tiki und Pflanzenkohle: selber machen und nutzen

Inhalt:

- 1) Biokohle als Bodenverbesserer – warum und wie?
- 2) Biokohle selber machen mit einem Kon-Tiki!
- 3) Bauanleitung für einen Metall-Kon-Tiki

Biokohle selber machen mit einem Kon-Tiki

- ◆ Name des südamerikanischen Sonnen- bzw. Schöpfergott Qun Tiksi Wiraqucha...
- ◆ Kohle machen funktioniert mit Hitze und Sauerstoffabschluss → **Pyrolyse**
- ◆ Gas wird nicht emittiert, sondern verbrannt (sauberer)
- ◆ Funktions-Prinzip:
 - ◆ Unten entsteht Kohle; möglichst wenig Sauerstoff → „Pyrolysezone“
 - ◆ Oben Verbrennung der Pyrolysegase mit Sauerstoff
- ◆ Design-Prinzipien:
 1. Pyrolysegase = Schutzgas für Luftabschluss in der Pyrolysezone.
 2. Gute Luftzufuhr und leichte Verwirbelungen an der brennenden Oberfläche → Saubere Verbrennung der Pyrolysegase
 3. „Goldener Schnitt“ → umgedrehte Cheops-Pyramid
- ◆ Open Source!

Kon-Tiki Technikübersicht – Bilder

Kon-Tiki in und aus Erde - „Erd-Kon-Tiki“



Kombinierter Erd-Metall-Meiler



Kon-Tiki nach der Bauweise von Haiko Pieplow (HP) - „HP-Kon-Tiki“



Kon-Tiki nach der Bauweise von Hans-Peter Schmidt - „Ithaka-Kon-Tiki“



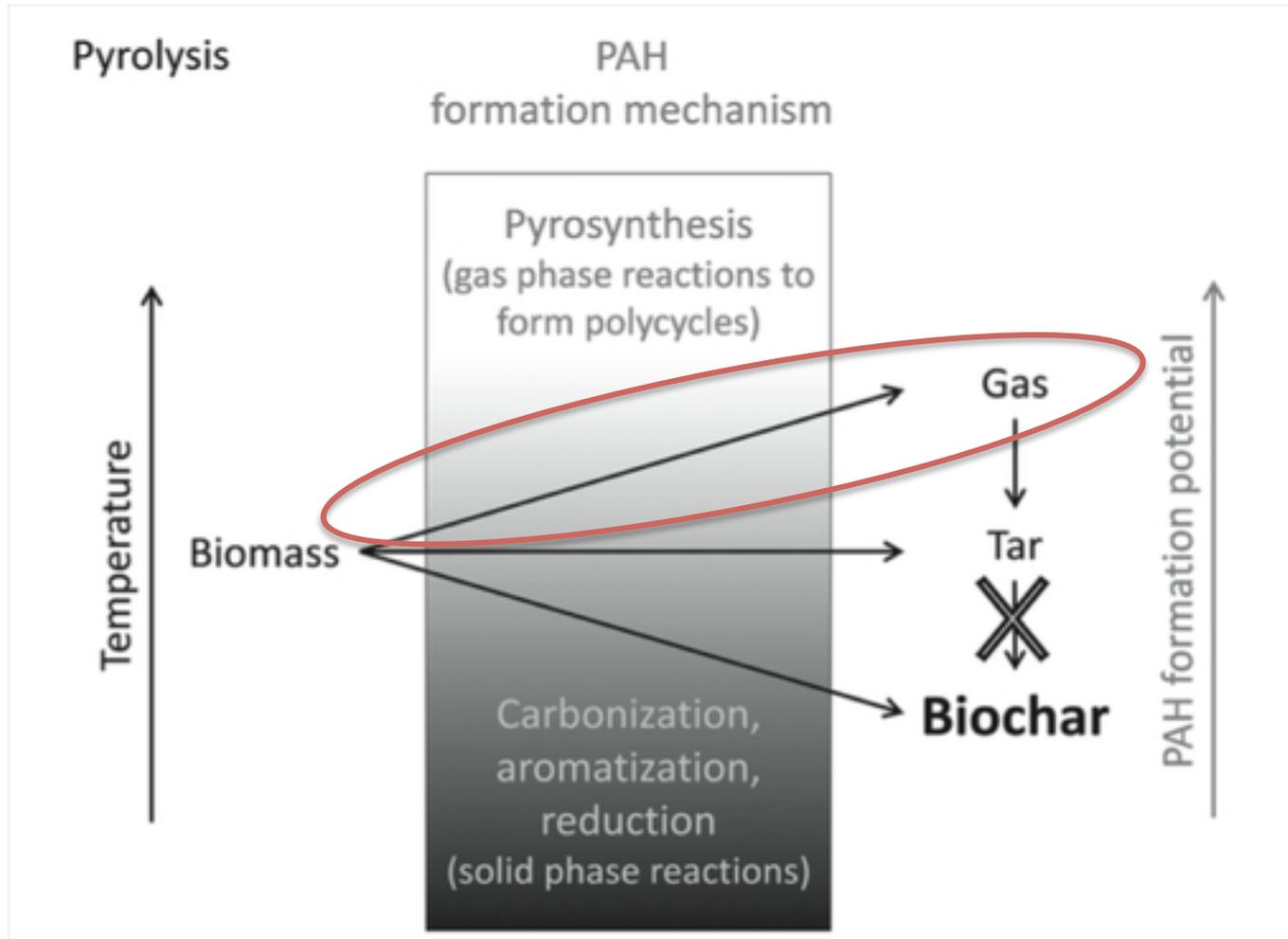
Schadstoffe selber machen mit einem Kon-Tiki ?

PAKs = polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe

- ◆ organische Verbindungen mit C, H, O
- ◆ Vorkommen: natürlicher Bestandteil von Kohle und Erdöl, Teer, Dachpappe, Tabakrauch, Abgase (→ Ablagerung in Straßenkehricht und Hausstaub), Räucher-Fisch, Grill-Fleisch...
- ◆ nachweislich karzinogen (krebserregend)
- ◆ persistent → Umweltschadstoff

Schadstoffe selber machen mit einem Kon-Tiki ?

PAKs = polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe



Schadstoffe selber machen mit einem Kon-Tiki ?

PAKs = polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe

- ◆ Abhängig von Prozessbedingungen, PAK entstehen
 - ◆ wenn Temperatur zu hoch ist → Vergasung
 - ◆ wenn Temperatur zu niedrig ist → Kondensation
 - ◆ → T sollte 600 – 900° C sein
- ◆ → Gasführung
 - ◆ Gase verbrennen !!!
 - ◆ Beim Ablöschen Wasserdampf durch Kohle leiten

Schadstoffe vermeiden

PAKs = polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe

- ◆ Kondensation von Gas auf Kohle vermeiden → Gas verbrennen
- ◆ Teer-Bildung im Kon-Tiki beobachten
- ◆ Temperatur messen, sollte 600 – 900° C sein
- ◆ Gefahr kann mit Lager- oder Grillfeuer verglichen werden
- ◆ Bisher: Kon-Tiki-Kohlen halten Grenzwerte nach EBC ein*
 - ◆ „Basic“ < 12 mg kg⁻¹ und „Premium“ < 4 mg kg⁻¹



Schadstoffe selber machen mit einem Kon-Tiki ?

Dioxine = Sammelbezeichnung für chemisch ähnlich aufgebaute *chlorhaltige* Dioxine und Furane

- ◆ entstehen unerwünscht bei allen Verbrennungsprozessen in **Anwesenheit von Chlor** und organischen Kohlenstoff
- ◆ entstehen bei 300° C und mehr und werden bei 900° C und höher zerstört.
- ◆ Hauptsächlich: Müllverbrennung

- ◆ Unbegründete Angst
 - 1.) Holz enthält wenig bis kein Chlor
 - 2.) Verbrennung der Gase → Temperaturen hoch genug
 - 3.) bisher nicht gemessen→ Gefahr kann mit Lager- oder Grillfeuer verglichen werden

Webinar

Kon-Tiki und Pflanzenkohle: selber machen und nutzen

Inhalt:

- 1) Biokohle als Bodenverbesserer – warum und wie?
- 2) Biokohle selber machen mit einem Kon-Tiki!
- 3) Bauanleitung für einen Metall-Kon-Tiki

Wir bauen einen Kon-Tiki!

- ◆ Wir haben drei Kon-Tiki gebaut, die von verschiedenen Projekthöfen kollektiv genutzt werden (in Brück, Gömnigk, Trebitz und Wendland).
- ◆ Unser Plan: das Kon-Tiki portabel zu bauen, so dass es **postfossil auf einem Fahrradanhänger transportiert** werden kann bzw. zu den Reststoffen gebracht wird um diese direkt vor Ort zu Pflanzenkohle zu karbonisieren.
- ◆ Unsere Anforderung war es daher, ein **nicht zu schweres Kon-Tiki** zu bauen das auch einfach **auseinanderbaubar** sein kann.
- ◆ Wir haben uns daher für die Bau-Variante des « HP-Kon-Tiki » entschieden.

Rechtliche und bauliche Überlegungen für das Design, mit Bezug auf den „HP-Kon-Tiki“

- ◆ **Rechtlich:** Lagerfeuer in Deutschland bis 1 m Durchmesser erlaubt
→ da Kon-Tiki nie ganz gefüllt ist, Seitenlänge = 1 m und Durchmesser = 1,5 m
- ◆ **Baulich:** Goldener Schnitt (umgedrehte Cheopspyramide, „quadratischer Pyramidenstumpf“), Anstiegswinkel 52°
- ◆ **Unterkonstruktion:** Vierkantstahl (40x40x3; etwas weniger Wandstärke / dünner ginge auch und wäre leichter)
- ◆ **Stahlbleche für Pyramidenstumpf**
 - ◆ 1 mm Blech für die Seiten des Kon-Tiki und
 - ◆ 1,5 mm als Bodenplatte

Benötigtes Werkzeug

- ◆ Winkelschleifer („Flex“), Trenn- und Schleifscheiben,
- ◆ Metallbohrer und Akkuboherer / Bohrmaschine
- ◆ Schweißgerät (wenn MAG: Schutzgas benötigt, wenn E-Hand: Elektroden benötigt)
- ◆ optional: (Rollen-) Blechschere (ermöglicht gerade Schnitte für Blech bis 2 mm, Magnete (erleichtern 90° Winkel)
- ◆ Maßband, Geodreieck,
- ◆ Schraubzwingen und/oder Grippzangen,
- ◆ Sicherheit: Feuerlöscher (C-Klasse), Schutzbrillen, Schweißhelme, Arbeitshandschuhe und Gehörschutz



Benötigtes Material

- ◆ Edelstahl oder hochwertiger Stahl, der viel „Verformungsenergie“ aufnehmen kann (sog. C-Stahl) ist teuer und nicht so einfach zu bekommen.
- ◆ Wir nutzten: „normales“ Stahlblech (kaltgewalztes Feinblech, DC 01 / EN DC01 A EN 10130) mit Blechstärken von 1 mm und 1,5 mm für Pyramidenstumpf, sowie 0,5 mm für Windschutz und etwa 2 mm für kleines Bodenblech
- ◆ Besonders der Windschutz aber auch der Rest kann auch aus Restblechen / anderen recycelten Stahlblechen gemacht werden (→ re-use / upcycling)
- ◆ Wir nutzten: Vierkantrohr (z.B. 40 x 40 mm, etwas weniger geht auch) für Unterkonstruktion
- ◆ **Achtung – alles was geschweißt werden soll: unbedingt unverzinkt (Zink: giftige Dämpfe!)** (oder ausreichend abgeschliffen vorher)
- ◆ Flügelschrauben
(zum verbinden der einzelnen Bleche)



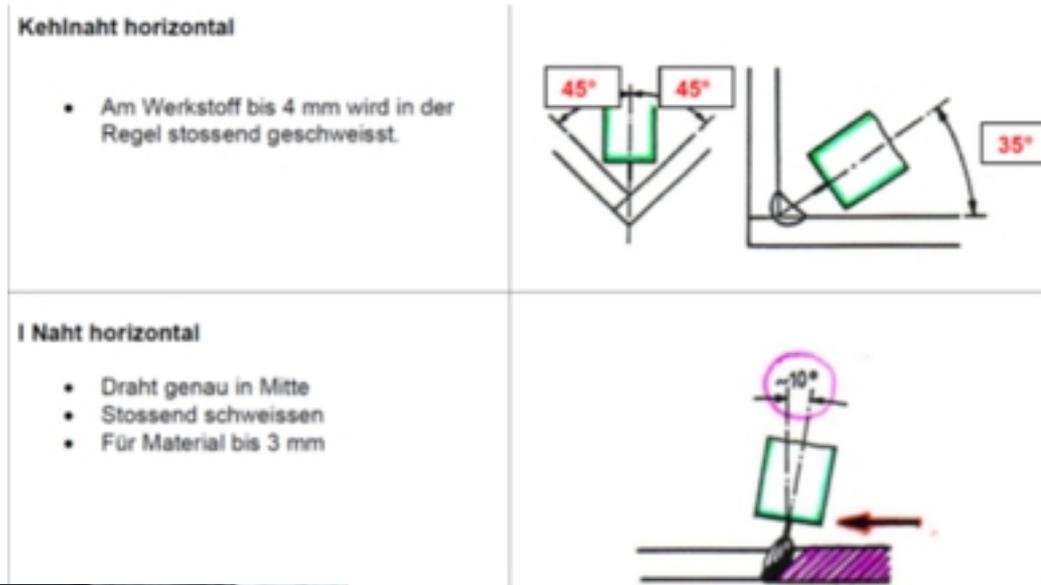
Benötigtes Material



Konstruktion Kon-Tiki – allgemein



- ◆ 1. Planen, 2. Teile mit Winkelschleifer zu schneiden, 3. alle Stellen, die geschweißt werden, werden vorbereiten (entfetten, leicht mit Fächerscheibe sauber machen und „anphasen“ (45° – Winkel für I-Naht und Kehlnaht))
- ◆ Schweißen (wir haben mit einem MAG-Schweißgerät gearbeitet): zunächst wird nur gepunktet
- ◆ immer wieder ausrichten (90° Winkel) und kontrollieren, über Kreuz „punkten“, erst dann durchschweißen



Konstruktion Kon-Tiki – Untergestell

- ◆ Vierkantrohr wurde gesägt bzw. geflext
- ◆ Maße können beliebig gewählt werden, da umgedrehter Pyramidenstumpf dort einfach „drin sitzt“: hier jede Seite 0,7 m
- ◆ Vierkant wird gut fixiert, gepunktet und dann durch geschweißt



Achtung
Materialverzug
beim
Schweißen!
Immer nach-
messen, Winkel
kontrollieren,
neu ausrichten



Konstruktion Kon-Tiki – Untergestell

- ◆ Wir haben verschiedenen Untergestelle gebaut, für jedes Kon-Tiki einen.



mit abnehmbaren Beinen
(zum abschrauben)

Konstruktion Kon-Tiki – Pyramidenstumpf

- ◆ dieses Kon-Tiki besteht aus vier Einzelseiten die auseinander geschraubt werden können
- ◆ dazu muss es zwei Seiten geben, deren Seiten umgeknickt werden: daher 1 mm-Blech, denn dieses ist noch gut biegsam



Konstruktion Kon-Tiki – Pyramidenstumpf

- ◆ 1. messen und anzeichnen



Konstruktion Kon-Tiki – Pyramidenstumpf

- ◆ 2. Bleche zuschneiden: wenn vorhanden, Rollenblechschere benutzen, sonst Winkelschleifer (Flex) (→ gut einspannen!!!)



Konstruktion Kon-Tiki – Pyramidenstumpf

- ◆ 3. Bleche „entgraden“, also scharfe Schnittkante abschleifen mit Winkelschleifer (Flex) mit Schrappscheibe



Konstruktion Kon-Tiki – Pyramidenstumpf

- ◆ 4. Biegen: gut festspannen, dann mit Holzklötz und Hammer arbeiten („umklöppeln“)



Konstruktion Kon-Tiki – Pyramidenstumpf



Konstruktion Kon-Tiki – Pyramidenstumpf



Konstruktion Kon-Tiki - Pyramidenstumpf



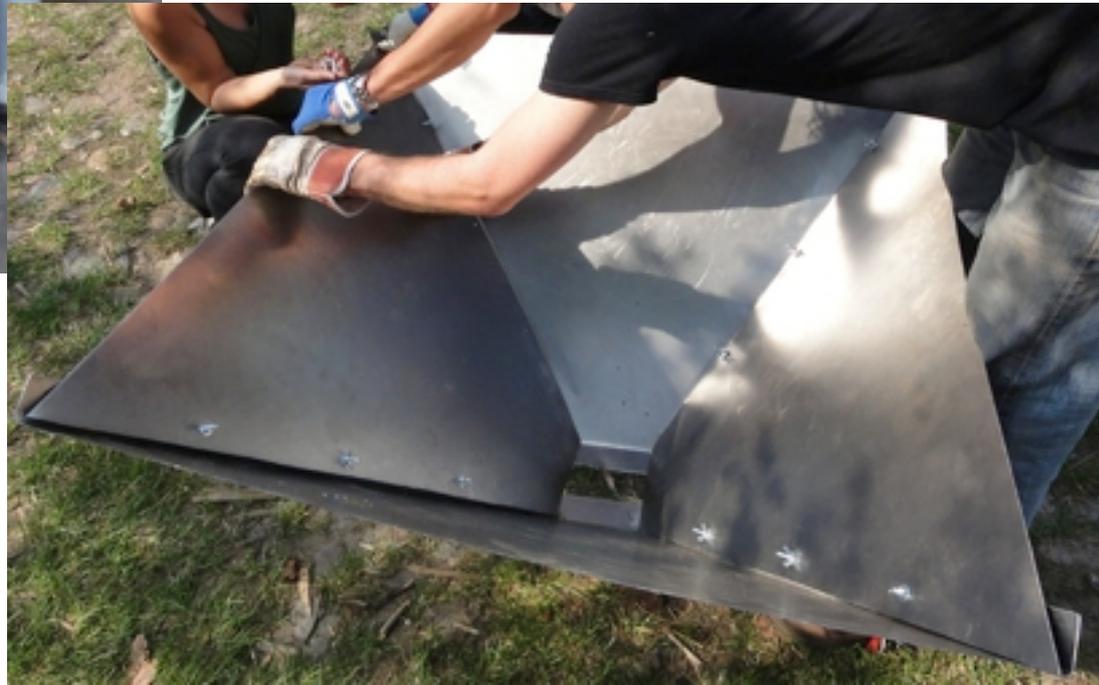
Teile = Fertig

Konstruktion Kon-Tiki – Pyramidenstumpf

◆ 5. Zusammen-setzen



◆ 6. Zusammen-schrauben



Konstruktion Kon-Tiki – Pyramidenstumpf

- ◆ zusammenschrauben mit Flügelmuttern
- ◆ Bodenplatte: hier: 16 x 16 cm und 1,5 mm dickes Blech



Konstruktion Kon-Tiki – Pyramidenstumpf

- ◆ vier Einzelteile zusammen geschweißt



Konstruktion Kon-Tiki - Griffe



Kon-Tiki – Unterbau und Windschutz



Kon-Tiki fertig

mit und ohne Windschutz
ohne und mit abnehmbaren Beinen



Kon-Tiki testen!



Holz zu einem kleinen Kamin zum Anzünden stapeln



Anzünden



Anbrennen lassen



Durchbrennen lassen, dabei immer wieder Holz nachlegen (dann, wenn das Holz in der obersten Schicht weiße Aschespuren zeigt)



Löschen



Kohle gemacht
→ für's erste Mal ganz gut!

Einen Kon-Tiki nutzen

- ◆ Biomasse: dünne Äste aus der Baum- und Heckenpflege
- ◆ Dabei sein und beobachten !
- ◆ Ablöschen („quenchen“) von unten realisieren, entweder durch Zufluss oder, wenn mit Schlauch / Eimer von oben, dann spiralförmig, so dass Wasser am Rand nach unten abläuft; ggf. umgraben, Kohle rausnehmen.
- ◆ Das „Löschwasser“ soll gut als Pflanzenschutzmittel geeignet sein, weil basisch



<https://www.ithaka-institut.org/de/ct/109-Bedienungsanleitung>

<http://www.ithaka-journal.net/in-der-erde-kochen-und-schwarzerde-herstellen>

Fragen, die helfen, den Kon-Tiki als auf eure Bedürfnisse angepasste Technik zu bauen

- ◆ Wo wollt ihr den Kon-Tiki nutzen und warum an diesem Ort?
- ◆ Wie erreicht ihr diesen Ort (Straße, Waldweg, Trampler...)?
- ◆ Wie oft werdet ihr den Kon-Tiki nutzen? (Wie oft müsste er transportiert werden?)
- ◆ Wie viele Leute wären dabei, wenn er genutzt wird? (Umso schwerer der Kon-Tiki, umso mehr Leute werden gebraucht...)
- ◆ Habt ihr auch Interesse an dem Quenchwasser (Pflanzenschutzmittel)
- ◆ Habt ihr Wasser dort wo ihr den Kon-Tiki nutzen wollt? Oder könnt ihr es da hin organisieren, und wie? (Schlauch, Kanister, ...)

Welche Variante soll gebaut werden?

- ◆ Aufwand für Planung und Vorbereitung (Arbeitsstunden)
- ◆ Aufwand für Bau (Arbeitsstunden, Material, Kosten)
- ◆ Komplexität des Baus (Wie frickelig wird der Bau? Welche Werkstatt/Werkzeuge stehen zur Verfügung)
- ◆ Transportierbarkeit (Gesamtgewicht, mit Fahrrad transportierbar, auf welchen Straßen möglich?)
- ◆ Ist Löschung der Kohle mit Wasser von unten gewünscht? Soll eine möglichst maximale Qualität der Kohle für den Kompost erreicht werden?
- ◆ Ist Rückgewinnung des Wassers gewünscht?



Kontakt (für Rückfragen, Feedback, Workshop-Anfragen): kontakt@kante.info

Verwendete und weiterführende Literatur

- ◆ Artikel zu verschiedenen Varianten – kommerziell und unkommerziell: <http://www.ithaka-institut.org/de/ct/112>
- ◆ Grundlagen und Entwicklungsgeschichte des Kon-Tiki: <http://www.ithaka-journal.net/kon-tiki-die-demokratisierung-der-pflanzenkohleproduktion>
- ◆ <http://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0154617&type=printable>
- ◆ Video zu Haiko Pieplow 's Kon-Tiki: <https://www.youtube.com/watch?v=o3gUa0cTzSI>
- ◆ Bauanleitung Erd-Kontiki: <http://www.ithaka-institut.org/ithaka/media/doc/1462795288103.pdf>
- ◆ Bedienungsanleitung für den Kon-Tiki: <http://www.ithaka-institut.org/de/ct/109-Bedienungsanleitung>
- ◆ Übersicht kommerzieller Kon-Tiki mit integriertem Grill: <https://www.koller-mechanik.ch/kon-tiki/>