

# Der Flammenmagier

28.8.2023

Der Beitrag ist dem Andenken an das, für die technische Entwicklung unerlässliche Handwerk der Köhlerei<sup>1</sup> gewidmet. Das Wissen um die Herstellung von Holzkohle muss der Entwicklung der Metallherstellung vorangegangen sein. Selbst die Herstellung leicht schmelzender Metalllegierungen wie etwa Bronze erfordert Prozesstemperaturen die durch die Verbrennung von unbehandeltem Holz nicht erreicht werden können. Mit der Verwandlung von Naturholz in den hochwertigen Energieträger Holzkohle schuf der *Flammenmagier* oder Köhler erst die Voraussetzung, dass Erz verhüttet und anschließend bearbeitet werden konnte.

Es wird angenommen, dass dem Menschen Holzkohle seit 30 000 Jahren bekannt ist [1]. Ursprünglich hat der Mensch die Holzkohle wahrscheinlich aus den verkohlten Überresten eines Waldbrandes gesammelt. In seinem Interesse das Feuer für seine diversen Bedürfnisse kontrolliert einzusetzen ist es einem *Flammenmagier* schließlich auch gelungen Holzkohle herzustellen. Von da an blieb Holzkohle der hochwertige und lange Zeit ausschließliche Energieträger der die technische Entwicklung bis weit ins 19. Jahrhundert voranbrachte. Dieser kurze Abriss zum Thema Brennstoffe und Energie führte mich zu der spannenden Fragen warum sich der Mensch ursprünglich abmühte um Holzkohle herzustellen? Die meisten Güter des steinzeitlichen Haushalts wurden mit viel Mühe und bescheidenen Werkzeugen hergestellt. Deren Gebrauch war für viele Generationen gedacht. Bei Holzkohle hingegen handelt es sich um ein Produkt das sich bei einmaligem Gebrauch buchstäblich in Luft auflöst. Nichts desto trotz ist deren Herstellung aufwändig. Die Transformation von Naturholz in Holzkohle basiert auf dem, technisch anspruchsvollen Prozess der Pyrolyse<sup>2</sup>. Vereinfacht dargestellt wird das Naturholz bei einem wohldosierten Mangel an Sauerstoff verbrannt. Leicht flüchtige Bestandteile des Holzes, allen voran dessen Feuchte entweichen bei diesem Schwelbrand als Gase oder Flüssigkeiten und zurück bleibt die unverbrannte und vorwiegend aus reinem Kohlenstoff bestehende Holzkohle.

Auf der Suche nach einer wissenschaftlichen und erschöpfenden Antwort habe ich zahlreiche archäologische Veröffentlichungen durchforstet und konzentrierte mich zunächst auf zwei eng begrenzte Fachgebiete der Archäologie:

1. Die Anthrakologie und
2. Die Archeometallurgie

Zweck und Umfang des Forschungsgebiets der Anthrakologie wird in dem Artikel „Anthrakologie und Baumarchäologie - Untersuchungen von Holzkohlen als Teil des Holzerbes“ von Oliver Nelle sehr gut beschrieben [2]. Wie der Titel schon vermuten lässt umfasst der Forschungsgegenstand *Holzkohle* jeden erhaltenen Holzkohlenrest unabhängig von der Art seiner Entstehung. So auch die etwa 1000 Stätten von prähistorischen Wildfeuern [3]. Wie es die Autoren nennen, eine *Geschichte des Feuers*. Im Rahmen der Anthrakologie befasst sich ein Teil der Forschungsgemeinde auch damit, vom Menschen verursachte Relikte aus Holzkohle zu

---

1 Zum Begriff der Köhlerei siehe zum Beispiel den [Eintrag bei Wikipedia](#).

2 Zum Begriff der Pyrolyse siehe zum Beispiel den [Eintrag bei Wikipedia](#).

untersuchen. Der gezielten Herstellung von Holzkohle wird nur geringes Interesse entgegengebracht. Holzkohle als Überbleibsel verschiedener Feuer sind bevorzugter Untersuchungsgegenstand. Etwa zur Beantwortung der Frage ob es sich um Funde aus einer Kochstelle handelt oder um die verbrannten Überreste eines Anwesens [4]. Vorrangig ist man an der Art des Holzes das verwendet wurde interessiert. Damit lassen sich Rückschlüsse auf die seinerzeit herrschende Vegetation und deren Verbreitung ableiten. Wenig überraschend arbeiten in diesem Wissensgebiet vorwiegend Wissenschaftler die in den Disziplinen Botanik, Ökologie oder Umwelt beheimatet sind. Entsprechend wenig hilfreich waren mir die veröffentlichten Ergebnisse im Hinblick auf meine Frage.

So dominant das Material *Holzkohle* in der Anthrakologie ist scheint es sich für die Archeometallurgie [5] zu einer unbedeutenden Nebensächlichkeits zu reduzieren. Zur Illustration meines Eindrucks stelle ich einen Ausschnitt aus [6] in nachfolgender Abb. 1 dar.

danach in einem weiteren Arbeitsschritt vergossen. Die Tiegel saßen wahrscheinlich in kleinen in den Boden eingetieften Gruben, ähnlich einem Befund aus Acquaviva (Trentino) (Roden, 1988:73 Abb. 13A) und waren mit **Holzkohle** bedeckt. Das Feuer wurde von vorne oder oben durch Blasrohre mit aufgesetzten tönernen Düsen angefacht, um die für das Aufschmelzen notwendigen Temperaturen zu erreichen. Diese Arbeitsanordnung machte es notwendig, dass für einen Schmelzvorgang mindestens 3–6 Hilfskräfte (Fasnacht, 1999:292 Abb. 3) zur Verfügung standen, um einen kontinuierlichen Luftstrom und damit kontinuierlich hohe Temperaturen zu gewährleisten. Solche Blasrohrdüsen sind u.a. aus Brixlegg-Mariahilfbergl (Roden, 1988:71 Abb. 11; Töchterle et al., 2013, Abb. 3) bekannt.

*Abb. 1: Ausschnitt aus dem wissenschaftlichen Beiband zur Ausstellung 2015/16 im Deutschen Bergbaumuseum Bochum [6].*

Während die nicht unerhebliche Menge an qualitativ hochwertiger Holzkohle gerade einmal erwähnt wird hebt der Verfasser hervor, dass die Kapazität von 3 bis 6 Lungen erforderlich waren um die notwendige Sauerstoffzufuhr sicherzustellen. Offensichtlich stand das Metallgewerbe schon damals unter dem Druck der Rationalisierung. In einem anderen Beitrag findet sich dazu der folgende Satz: „... der Bronzezeit der entscheidendste Fortschritt im Aufschmelzen von Metallen stattfand, nämlich der Wechsel von der mund- zur balggeblasenen Luftzufuhr. Ohne diesen Fortschritt wäre der weitere Verlauf der Metallurgie nicht denkbar.“ [7]. Kein Wort darüber woher die notwendige Holzkohle in großen Mengen kam. Wenig wahrscheinlich ist wohl, dass sie am Ort eines Waldbrands eingesammelt wurde und dann über weite Strecken zum Ort der Metallverarbeitung gebracht wurde. Weit eher wurden im nächstgelegenen Wald Kohlenmeiler angelegt. Ob und wie weit sich die Technik der Köhlerei parallel zur Metallurgie entwickelt und verbessert hat scheint für die Forschenden von untergeordneter Bedeutung zu sein. Eine Verbesserung der Technik bei der Holzkohlenproduktion wären zu mindestens naheliegend da der Bedarf an hochwertiger Holzkohle mit zunehmender Metallverarbeitung stark anstieg. In diesem Zusammenhang bezieht sich die Bewertung der Holzkohle primär auf ihre Energiedichte<sup>3</sup> und auf

3 Die **Energiedichte** beschreibt den Energieinhalt pro **Volumen** in der Einheit J/m<sup>3</sup>. Sehr oft wird der Begriff irreführend auch für **Energieinhalt pro Masse** in J/kg verwendet. Da für das Verbrennen in einem Ofen dessen Volumen die Brennstoffmenge festlegt verstehe ich den Begriff in seiner präzisen Bedeutung.

die Form der Holzkohlestücke. Bei vollständiger Verkohlung von Holz verdoppelt sich die Energiedichte auf etwa 6 MJ/L. Das finale Produkt besteht im günstigsten Fall zu etwa 90 % aus Kohlenstoff. Das setzt einen perfekten Ablauf des Verkohlens voraus. Wird der Vorgang zu früh abgebrochen entsteht ein Gemisch aus Holz und Holzkohle mit entsprechend schlechteren Eigenschaften beim anschließenden Verbrennen. Eine zu große Zufuhr an sauerstoffhaltiger Luft wiederum führt zum teilweisen Verbrennen der entstandenen Holzkohle. Die Form der verkohlten Holzreste hängt wesentlich von Form und Art des Ausgangsmaterials ab. Kleine Holzstücke würden die Geschwindigkeit des Verkohlens beschleunigen liefern allerdings bestenfalls Holzkohleflocken die für die Verfeuerung in einem Ofen wenig geeignet sind. Die Struktur des verwendeten Holzes hat zudem einen starken Einfluss auf die Gestalt des finalen Holzkohlestücks. Sehr poröse Holzkohle wie sie heute vielfach in Filtern verwendet wird ist für die Verfeuerung wenig brauchbar. Dazu kommt noch die Überlegung wie viel Holzkohle aus einer bestimmten Menge organischen Materials erwirtschaftet werden kann. Je nach Holzart schwankt die Ausbeute zwischen weniger als 10 % und mehr als 30 %. Anschaulich gesprochen stellt sich für den Köhler die Frage ob er lediglich einen oder 3 Bäume fällen muss. Grillkohle wie sie heute auf dem Markt erhältlich ist zeigt das Resultat der mehrtausendjährigen Optimierung des Kohlebrennens. Mit einiger Sicherheit darf angenommen werden, dass in den frühen Phasen der Metallurgie minderwertigere Holzkohle verwendet wurde.

Selbst die sehr gute Zusammenfassung von B. S. Ottaway [8] zur Erforschung der vorgeschichtlichen Kupfermetallurgie geizt in dem Abschnitt „Production of Fuel“ (Herstellung des Brennstoffs) mit Erkenntnissen: „The production of fuel is a vital aspect of metal production, yet there have been no comprehensive studies on this subject.“ (Die Herstellung des Brennstoffs ist ein extrem wichtiger Aspekt der Metallproduktion. Dennoch gab es dazu noch keine umfassenden Studien.)

Nach meiner gescheiterten Suche einer Antwort in diesen beiden stark eingegrenzten Spezialdisziplinen suchte ich ganz allgemein nach Veröffentlichungen die die Köhlerei in alter Zeit zum Thema haben. Die Trefferquote war überschaubar. Die „alte Zeit“ bezog sich vorrangig auf das Mittelalter und den Beginn der Neuzeit. Je weiter zurück in der Zeitskala der Geschichte desto spärlicher wurden die Veröffentlichungen hierzu. Einen Grund dafür nennt Arne Paysen in seiner Dissertation [9]: „Beim Köhlereigewerbe fehlen im Gegensatz zu anderen Industrieanlagen Ofenreste, Schlackehalden und Abfallprodukte sowie Abbauspuren von Erzen und Ziegelerde. Die archäologische Nachweisbarkeit der Köhlereistandorte ist somit äußerst schwierig.“ Dieser Aussage wäre hinzuzufügen, dass Kohlenmeiler nicht ortsfest betrieben wurden. Vielmehr folgte der Ort der Aufstellung dem Angebot an möglichst nahegelegem Rohmaterial in Form von Bäumen.

Den Mangel an Fundgegenständen versucht man scheinbar durch Experimente auszugleichen. Einfache Kohlemeiler werden aufgebaut und betrieben [9]. Allerdings mit einem bereits existierenden Wissen und ohne Vorlagen aus der Rekonstruktion vorgeschichtlicher Anlagen. Aus meiner Sicht eine weitgehend spekulative Herangehensweise. Ein Ergebnis meiner Dokumentensuche finde ich dennoch äußerst bemerkenswert. Die gesellschaftliche Reputation des Köhlers scheint in den geschichtlichen Belegen zu allen Zeiten gering gewesen zu sein. Im Mittelalter war der Köhler eine zwielichtige Person die weitab der Dorfgemeinschaft in der Nachbarschaft von Räuberbanden im Wald hauste. In der Antike wurde die Köhlerei von Habenichtsen und Sklaven betrieben [10]. Demgegenüber erhielten Bergleute von ihren

Landesfürsten Privilegien in Anerkennung ihrer Verdienste bei der Erzgewinnung. Nicht allein der spezialisierte Waffenschmied sondern auch der einfache Dorfschmied genossen höchste Anerkennung. Ihr Handwerk wurde als Kunst verstanden und geachtet.

Kurz zusammengefasst, meine Frage „Warum sich der Mensch ursprünglich abmühte um Holzkohle herzustellen?“ ist mit den vorliegenden archäologischen Belegen nicht zu beantworten. Ferner besteht auch keine Aussicht, dass urzeitliche Stätten der Köhlerei in Zukunft identifiziert und dokumentiert werden. Immerhin bringt mich das Spekulieren mit nachgebauten Kohlenmeilern auf die Idee selbst über eine mutmaßliche Antwort nachzudenken. Am Beginn meines Nachdenkprozesses steht die gesicherte Tatsache, dass es zu allen Zeiten der menschlichen Entwicklungsgeschichte Waldbrände gegeben hat und weiterhin in großem Umfang gibt [11, 12]. Wissenschaftliche Studien und Beiträge zum Thema Waldbrand und Holzkohle<sup>4</sup> finden sich in großer Anzahl in den Fachjournalen. Für die Erstellung seiner Datensammlung nennt Moritz Reisser 55 Studien und 560 Messergebnisse [13]. Das enorme Interesse am Waldbrand als Studienobjekt ist allerdings weder der Archäologie noch dem präventiven Feuerschutz an sich zu verdanken. Vielmehr spielen Waldbrände aktuell eine wichtige Rolle im Verständnis zu Klimawandel und Erderwärmung. Verkürzt gesagt hat ein Waldbrand zwei wichtige Auswirkungen auf den globalen Kohlenstoffkreislauf. Zum einen wird durch den Brand von Biomasse Kohlenstoffdioxid in die Atmosphäre freigesetzt wo es als Treibhausgas aktuell unerwünscht ist. Zum anderen werden große Mengen von Kohlenstoff in Form von Holzkohle dauerhaft gebunden. Da Holzkohle an oder im Erdboden über viele Jahre unverändert chemisch stabil bleibt – sonst gäbe es keine Anthrakologie - werden große Mengen an Kohlenstoff an der Erdoberfläche nachhaltig fixiert und es wird verhindert, dass sich daraus durch Zersetzung flüchtiges Kohlenstoffdioxid bildet [14]. Diese beiden, für die Klimaforschung wesentlichen Effekte mit konträrer Wirkung im Kohlenstoffkreislauf wurden im Experiment intensiv erforscht. Für das Ergebnis eines künstlich gelegten Feuers in einem borealen Wald<sup>5</sup> berichtet Santín, dass die verkohlten Baumreste am und nahe über dem Boden zu fast  $\frac{3}{4}$  aus Kohlenstoff in stabiler Anordnung bestanden. Höher gelegene Bereiche des Baums bis in seine Krone wurden durch die ausreichende Frischluftzufuhr während des Brandes unter Abgabe von CO<sub>2</sub> vollständig zerstört [13]. Da während des Brandes kleine Partikel aus Holzkohle in die Luft verwirbelt werden und sich erst in größerer Entfernung wieder am Boden absetzen wurden auch dazu Experimente zielorientiert ausgeführt [15]. Ebenso der Effekt den verkohlte Überreste auf einen neuerlichen Waldbrand haben [16]. Wenngleich sich sowohl das Klima als auch die Baumarten in den Wäldern die der urzeitliche Mensch durchwanderte deutlich von jenen im Experiment unterschieden haben verblieb nach Waldbränden mit Sicherheit große Mengen an verkohlter Vegetation in der Landschaft. Als Folge konnte der Mensch bei seinen Streifzügen zweifellos Holzkohle bereits sehr früh kennenlernen. Beim Anblick eines vollständig abgebrannten Waldes wäre mein unbefangener erster Eindruck, dass diese Ansammlung verkohlter Holzreste mit Sicherheit unbrennbar sind selbst wenn Teile der ursprünglichen Struktur des Holzes weiterhin gut erkennbar geblieben sind. Meinem, als urzeitlicher Bewohner des Planeten fehlendem Wissen geschuldet könnte ich glauben, dass es sich hier um die unauslöschliche Seele des verstorbenen Baumes handelt. Ich kann möglicherweise auch hoffen, dass sich etwas von dieser Magie auf mich überträgt wenn ich mich mit Holzkohle einreibe.

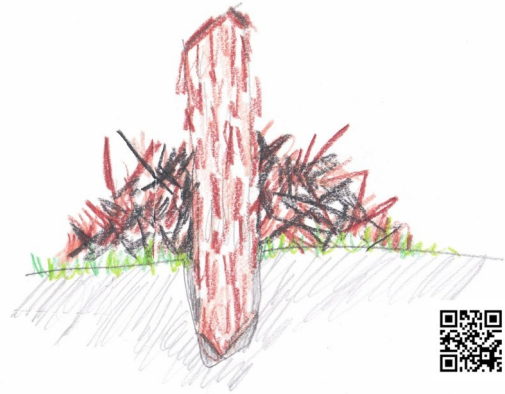
---

4 Im Zusammenhang mit Waldbränden bevorzugen die Wissenschaftler den Ausdruck pyrogenic carbon obwohl es sich sowohl strukturell als auch in der chemischen Zusammensetzung um Holzkohle handelt.

5 Der [boreale Wald](#) besteht aus einer für die nördliche Vegetation typische Verteilung von Baumarten.

Vielleicht hilft es sogar bei Beschwerden wenn ich Stücke einnehme. Eine, aus heutiger Sicht bei einer Durchfallerkrankung durchaus zu rechtfertigende Annahme. Modern formuliert lägen die ursprünglichen Anwendungen im kosmetischen oder medizinischen Bereich. Die benötigten, geringen Mengen an Holzkohle konnten jederzeit beim Sammeln in einem Gebiet abgebrannten Waldes erhalten werden. Jedenfalls bestand zu diesem Zeitpunkt keine Notwendigkeit nach einem alternativen Brennstoff zu suchen. Zum Händewärmen und dem Zubereiten eines Mammusteaks reichte das erprobte Lagerfeuer gespeist mit gefällttem oder gesammeltem Holz oder getrocknetem Viehdung allemal.

Der erste Kontakt des Menschen mit Holzkohle wäre damit erfolgreich hergestellt. Es stellt sich die Frage wie sich die Beziehung weiterentwickelt haben könnte. Dazu lassen wir den Menschen erst sesshaft werden. Um am Ort seiner Behausung Ackerbau und Viehzucht betreiben zu können brauchte er große, vom Wald befreite Flächen. Naheliegender Mittel zum Erreichen dieses Zustands ist die Brandrodung<sup>6</sup>. Der Beginn des kontrollierten Abbrennens eines Teils des Waldes war sicher eine Lehre für den Menschen bei der er wohl wiederholt schmerzhaftes Lehrgeld bezahlt hat. So manches Gehöft und Dorf mag dabei mitsamt dem Wald in Flammen aufgegangen sein. Der sesshafte Bauer



*Abb. 2: Anordnung zur Verkohlung eines Baumstamms*

musste sich erst ein Wissen aneignen zu welchem Zeitpunkt eine Brandrodung sinnvoll ist. Bei anhaltenden Regenfällen war der Zeitpunkt definitiv schlecht gewählt. Andererseits brannte ein knochentrockener Wald so gut, dass das Feuer rasch außer Kontrolle geriet. Starke Windböen aus wechselnder Richtung erleichtern das Anfachen eines effektiven Feuers ungemein. Leider gerät der Brand dabei wiederum sehr schnell außer Kontrolle. Umgekehrt ist vollkommene Windstille dem Vorhaben auch nicht förderlich. Es fehlt die, zur Verbrennung notwendige Zufuhr an Sauerstoff und im ungünstigsten Fall stirbt das einmal entfachte Feuer sehr rasch wieder ab ohne sich weiter auszubreiten. Topografische Besonderheiten gilt es ebenso zu berücksichtigen und wo möglich zu nutzen. Für eine erfolgreiche Brandrodung sollte sich ein schlecht brennendes Feuer langsam aber stetig ausschließlich in die beabsichtigte Richtung fortpflanzen. Das eigentliche Brandgeschehen sollte jederzeit so kleine Flächen betreffen, dass ein Eingreifen des Menschen erfolgreich möglich war. Fraglos wurde der Brand daher von den Brandstiftern mit Argusaugen beobachtet. Sehr wahrscheinlich ist weiters, dass der Mensch öfter auch aktiv in das Brandgeschehen eingegriffen hat. Etwa derart, dass er vor der Feuerfront entweder leicht entflammbares Geäst ausstreute um das Feuer zu beleben oder feuchtes Unterholz benutzte um das Feuer abzuschwächen. Belegen lässt sich das der Mensch die Brandrodung verbreitet und lange vor dem Beginn der Bronzezeit angewendet hat [17]. Letztlich war nach einer geglückten Brandrodung die Arbeit allerdings noch lange nicht getan. Erst mussten nicht nur die verkohlten Reste am Erdboden aufgesammelt werden sondern auch die, weitgehend unverbrannten Wurzelstöcke unter der Erde entfernt werden. In Anbetracht der verfügbaren Werkzeuge eine extrem mühselige Prozedur. In einer arbeitsteiligen

<sup>6</sup> Zum Begriff siehe den Eintrag bei Wikipedia unter <https://en.wikipedia.org/wiki/Slash-and-burn>

Dorfgemeinschaft verpflichtete man für diese Tätigkeit höchstwahrscheinlich jenen Teil der Bewohner mit geringem Ansehen. Das nächste Ungemach entstand durch die Anhäufung der wenig verbrannten Wurzelstöcke zusammen mit den verkohlten Überresten der Baumstämme am Rand der zukünftigen Ackerfläche. Gut möglich, dass man die Arbeiter dadurch belohnte, dass sie diese Reste als Heizmaterial verwenden durften. Während sich die Arbeiter an dem Feuer das sie aus einem Gemenge von Holz und Holzkohle entfacht hatten erholten kam eine Person an ihnen vorbei die einen, berufsbedingt geschärften Blick für außergewöhnliches Geschehen hatte. Also ein Schamane oder ein Hohepriester. Diese Person beobachtet, dass die Flammen des Feuers sehr unterschiedlich erscheinen. Je nachdem ob sie von Holzkohle oder vom feuchtem Wurzelwerk genährt werden. Im ersten Fall wirkt die Flamme hell und klar im zweiten Fall rußig verraucht und unstet. In seinem Bemühen seine Autorität über seine Schutzbefohlenen zu stärken untersucht der Magier nachfolgend dieses Phänomen weiter. Sehr schnell stellt er fest, dass ausschließlich die Holzkohlenreste das besonders saubere Feuer verursachen. In der Folge sammelt er alle noch greifbaren Holzkohlenreste ein um sie bei nächst bietender Gelegenheit bei einer rituellen Handlung seinen Schutzbefohlenen vorzuführen. Der erhoffte Effekt tritt ein, die Dorfbewohner sind von dem hellen Licht der Flamme beeindruckt. So ersetzt der Hohepriester auch für das ewige Feuer im Tempel das Holz durch Holzkohle. Das hat allerdings zur Folge, dass sich sein eingesammelter Vorrat an Holzkohle rasch verbraucht. Er steht also vor dem Problem für Nachschub zu sorgen. Die Ackerflächen um das Dorf sind gerodet. Damit ist eine baldige neuerliche Brandrodung nicht zu erwarten. Den verbleibenden Wald anzuzünden erscheint ihm auch keine gute Idee weil dem entfachten Brand sehr schnell auch die Siedlung zum Opfer fallen könnte. Die Lösung findet sich in einem einzelnen gefällten Holzstamm der in sicherer Entfernung zum Dorf in die Erde eingeschlagen wird. Um den Stamm wird trockenes Geäst zu einem Haufen aufgeschichtet, ähnlich wie es in Abb. 2 skizziert ist. Danach wird ein Feuer entzündet und gewartet bis der leicht brennbare Ersatz für das Unterholz im Wald vollständig abgebrannt ist. Zurück bleibt ein teilweise verkohlter Holzstamm. Die erstmals beabsichtigt hergestellten Holzkohlenstücke dienen sodann als Vorrat für die ewige Flamme im Tempel.

So wie dargestellt erweist sich die Methode allerdings stark vom Wetter abhängig. Starke Winde können einen Funkenflug verursachen der eine Gefahr für das Dorf darstellt. Es wird daher über eine Verbesserung der Methode nachgedacht. Was liegt also näher als die Anordnung in einer, den Wind abschirmenden Grube aufzubauen. Vor Wind wäre die erste Ausgabe eines Kohlenmeilers somit geschützt. Allerdings läuft eine Grube bei Regen rasch mit Wasser voll. In Gebieten wo es selten regnet ein gelegentlicher und durchaus verkraftbarer Misserfolg. Bei häufigerem Regen ist die Lösung der Grube allerdings unbefriedigend. Hier muss eine andere Lösung her. Der ebenerdig angelegte Miniatur-Meiler erhält eine wasserdichte Abdeckung. Diese Abdeckung leitet den aufprallenden Regen in das umgebende Erdreich ab ohne den Ablauf des Verkohlens abzubrechen. Zudem verhindert die Abdeckung, dass es zu einem gefährlichen Funkenflug kommt. Die technische Entwicklung der Holzkohleproduktion hat ihren Anfang genommen. Skalierbar ist der Kohlenmeiler ebenfalls. Mit zunehmenden Bedarf an Holzkohle vergrößert man die Anzahl der zur Verkohlung vorbereiteten Holzstämme. Die Ursprünge der beiden Arten von Kohlemeilern, [8], wäre damit abgeklärt. Kehren wir also noch kurz zum Hohepriester zurück. In seinem Tempel befindet sich auch eine Sammlung von besonderen und ansprechenden Mineralien wie etwa leuchtend grüner [Malachit](#) und blauer [Azurit](#). Beides sind kupferhaltige Mineralien die bereits im

alten Ägypten zu Schmuck verarbeitet wurden [18]. Sehr wahrscheinlich waren sie lange vor dieser Zeit bereits bekannt und als Besonderheit ein Bestandteil des Tempelinventars. Nehmen wir abschließend an, dass bei einem ungeplanten Vorfall Malachit und glühende Holzkohle aufeinander treffen. Das Ergebnis ist ein rötlich glänzender, metallener Kupferklumpen. Die Folge dieses, möglicherweise einer Unachtsamkeit geschuldeten Vorgangs ist ein enormer Prestigegewinn für den Hohepriester und markiert den Beginn einer neuen geschichtlichen Ära.

## Resümee:

Die fiktive Darstellung der frühen Entwicklung der Holzkohleproduktion mag in einigen Details nicht den Tatsachen entsprechen. Der Umstand, dass erst die Brandrodung dazu führte, dass Holzkohle als Energieträger erkannt wurde erscheint mir allerdings überzeugend und wohl auch kaum widerlegbar. Nachdem der Wert der Holzkohle als besonderer Brennstoff feststand liegt es nahe, dass deren gezielte Herstellung in einer Anordnung die äußere Störungen fernhält versucht wurde. Daraus entwickelten sich die Kohlemeiler. In allen Regionen in denen eine frühe Metallverarbeitung nachgewiesen wurde fanden noch früher auch Brandrodungen statt. Außer den bekannten Ursprüngen in Afrika und Mesopotamien etwa auch im alten China oder im präkolumbianischen Mittel- und Südamerika [19,20]. Im Fall von China gilt die eigenständige Entwicklung einer Metallurgie zwar als wahrscheinlich aber nicht als sicher. Ein möglicher Technologietransfer von den Bergbauregionen in Afrika und Europa quer durch Asien nach China kann nicht zweifelsfrei ausgeschlossen werden. Im Fall der präkolumbianischen Hochkulturen in Amerika liegt jedenfalls eine vollständig eigenständige Entwicklung der Metallbearbeitung vor.

## Dank:

Ich danke Hr. P. Bajons, G. Klinger und F. Holawe für ihre wertvollen Diskussionsbeiträge zum Thema.

## Bibliografie:

- [1] „Charcoal is one of the most important substances ever discovered “ Internetbeitrag von Joe Schwarcz online abrufbar unter <https://www.mcgill.ca/oss/article/environment-health/charcoal-one-most-important-substances-ever-discovered>
- [2] „Anthrakologie und Baumarchäologie Untersuchungen von Holzkohlen als Teil des Holzerbes“ von O. Nelle, zu finden auf der Wissenschaftsplattform ResearchGate unter <https://www.researchgate.net/publication/301824360>
- [3] „The analysis of charcoal in peat and organic sediments“, von S.D. Mooney, & W. Tinner, (2011) Mires and Peat 7: Art. 9. (Online: <http://www.mires-and-peat.net/pages/volumes/map07/map0709.php> )
- [4] „Anthrakologische Analysen von Bodenproben der bronzezeitlichen Siedlung am Albanbühel bei St. Andrä/Brixen“ Masterarbeit von Jakob Schraffl, Bsc. an der Fakultät Biologie der Universität Innsbruck, 2020. online anforderbar unter <https://ulb-dok.uibk.ac.at/ulbtirolhs/content/titleinfo/5102377>
- [5] „Archaeometallurgy: The Study of Preindustrial Mining and Metallurgy“, DOI:

<https://homepage.univie.ac.at/viktor.schlosser/angedacht/index.html> 28.8.2023

- 10.1146/annurev-anthro-092611-145719, online abrufbar unter <https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev-anthro-092611-145719>
- [6] „Guss- und Schmiedetechnik der Bronzezeit – Ein Überblick“, von M. Mehofer, zu finden auf der Wissenschaftsplattform ResearchGate unter [https://www.researchgate.net/publication/294872311\\_Guss-\\_und\\_Schmiedetechnik\\_der\\_Bronzezeit\\_-\\_ein\\_Ueberblick](https://www.researchgate.net/publication/294872311_Guss-_und_Schmiedetechnik_der_Bronzezeit_-_ein_Ueberblick)
- [7] „Zehn Jahre Kupfer- und Bronzeguss im Experiment oder die wiederholte Erfindung des Rades“, von W. Fasnacht, DOI: [10.5169/seals-169612](https://doi.org/10.5169/seals-169612)
- [8] „Innovation. Production and Specialization in early Prehistoric Copper Metallurgy“, B. S. Ottaway, 2001, DOI: [10.1179/eja.2001.4.1.87](https://doi.org/10.1179/eja.2001.4.1.87)
- [9] „Nachhaltige Energiewirtschaft? Brenn- und Kohlholznutzung in Schleswig-Holstein in Mittelalter und früher Neuzeit“, Dissertation von Arne Paysen an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität, Kiel, 2009 online abrufbar unter [https://macau.uni-kiel.de/servlets/MCRFileNodeServlet/dissertation\\_derivate\\_00003980/Paysen\\_Dissertation2011-09-24\\_1.pdf](https://macau.uni-kiel.de/servlets/MCRFileNodeServlet/dissertation_derivate_00003980/Paysen_Dissertation2011-09-24_1.pdf)
- [10] „Firewood And Charcoal In Classical Athens“, von S. D. Olson, DOI: 10.2307/148074, online unter <https://www.jstor.org/stable/148074>
- [11] „Zehntausende auf der Flucht vor Waldbränden in Kanada und im Nordwesten der USA“, Artikel in der Neuen Zürcher Zeitung vom 20.8.2023 online abrufbar unter <https://www.nzz.ch/panorama/tausende-auf-der-flucht-vor-waldbraenden-in-kanada-und-im-nordwesten-der-usa-ld.1752335?reduced=true>
- [12] „Mehr als 100 Tote forderte der Waldbrand auf Hawaii“, Videobeitrag der Neuen Zürcher Zeitung vom 22.8.2023 online abrufbar unter <https://www.nzz.ch/international/das-sind-die-fuenf-gruende-warum-der-waldbrand-in-hawaii-so-toedlich-war-ld.1752505?reduced=true>
- [13] „Pyrogenic Carbon in Soils: A Literature-Based Inventory and a Global Estimation of Its Content in Soil Organic Carbon and Stocks“, M. Reisser et. al., 2016 DOI: 10.3389/feart.2016.00080, online abrufbar unter <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/feart.2016.00080/full#B50>
- [14] „Pyrogenic organic matter production from wildfires: a missing sink in the global carbon cycle“, von Cristina Santín et. al., 2014, DOI: [10.1111/gcb.12800](https://doi.org/10.1111/gcb.12800)
- [15] „Interpretation of the charcoal record in forest soils: forest fires and their production and deposition of macroscopic charcoal“, von M. Ohlson and E. Tryterud, 2000, DOI: 10.1191/095968300667442551, online abrufbar unter <https://www.researchgate.net/publication/249869061>
- [16] „Consumption of residual pyrogenic carbon by wildfire“, von Cristina Santín et. al.,



2013, DOI: [10.1071/WF12190](https://doi.org/10.1071/WF12190)

- [17] „Palaeoecological signals for Mesolithic land use in a Central European landscape?“, von S. Heidgen, et. al., 2022, DOI: [10.1002/jqs.3422](https://doi.org/10.1002/jqs.3422)
- [18] „Missed Connections: Malachite And The Ancient Egyptians“, Eine Internetseite des Houston Museum of Natural Science online abrufbar unter <https://blog.hmns.org/2017/02/missed-connections-malachite-and-the-ancient-egyptians/>
- [19] „Historical development of agroforestry in China“, Kapitel von W. Hsiung, et.al., online anforderbar unter [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-017-0681-0\\_15](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-017-0681-0_15)
- [20] „How to highlight slash-and-burn agriculture in ancient soils? A modern baseline of agrarian fire imprint in the Guatemalan lowlands using charcoal particle analysis“, von L. Dussol, et. al., 2021, DOI: [10.1016/j.jasrep.2020.102725](https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2020.102725)