



Stove-Maker Berlin
tituslivius@mailbox.org

Mini- Holzgas- Öfchen für drinnen

**mittels einfachen
Werkzeugen aus
billigen Blechteilen
selbst gebaut**

2. Auflage



Holzheizlösung für Stadtwohnungen ohne Schornsteinanschluß. Durchschnittliche Heizleistung: ca. 500 Watt. Ein Schwelbrand in einem Pyrolysebehälter erzeugt Holzgas, welches durch Verwirbelung mit Sekundärluft sparsam, rauchfrei, ähnlich einer Kerzenflamme, zu CO₂ und Wasserdampf verbrennt. Kontinuierlich moderate Heizleistung bei 100% Wirkungsgrad ohne Kaminabzug. Superleichtbau aus leeren, ausgebrannten Lebensmittelkonservendosen, praktisch verschleißfrei. Leicht einhändig am Henkel, welcher nur lauwarm wird, zu transportieren. Grundfläche: Kreis von 16 cm Durchmesser. Höhe: 40,5 cm (Extraschutz gegen Umfallen durch modularen Aufbau). Feuerstelle zur Sicherheit dreifach gekapselt und geschlossen. Repetierfähiger Chargenabbrand per Wechselkartusche. Balkon, Terrasse oder Bad mit Lüftungsmöglichkeit für Kartuschentausch benötigt. Geeignete Brennstoffe: Holzpellets (240 Gramm, komfortabel, 80 bis 100 Minuten Brenndauer) oder Holzstifte (etwas weniger Brennstoffmasse, arbeitsaufwendiger, 60 Minuten Brenndauer). Start und Steuerung per Ethanol in speziell entwickelten, sicheren Kombiverfahren. Solides Endprodukt: Holzkohle. Gelegentliche Sauerstoffzufuhr durch Stoßlüften nötig. Das Öfchen darf nicht unbeaufsichtigt brennen. Insbesondere Holzstifte erfordern aktive Eingriffe. Eingebaute Kohlenmonoxidbremse nach Pyrolyseprinzip. Solange eine Flamme sichtbar ist, wird kein Kohlenmonoxid freigesetzt. Nach Verzehr aller mit gelber/roter Flamme verbrennenden Holzgasanteile muß die glühende Holzkohle auf den Balkon / ins Bad getragen werden, wo die Kartusche in einen annähernd gasdichten Behälter umgetopft wird. Die verbleibende Masse Holzkohle ist konstruktionsbedingt auf 70 Gramm beschränkt, was eine tödliche Kohlenmonoxidvergiftung in einem Zimmer von zwanzig Quadratmetern Grundfläche unwahrscheinlich macht. Für kleinere Räume empfiehlt es sich, auch wegen des Sauerstoffbedarfs, die Tür zum Flur, eventuell auch noch die zum Bad, offenzuhalten. Diese Teile der Wohnung werden so mitgeheizt. Kohlenmonoxidwarner, Kohlenmonoxidmeter und Rauchmelder werden benötigt. Diese Geräte werden auch für den sicheren Betrieb von Gasthermen oder Kachelöfen empfohlen. Extra im Buch: Outdoorkocher für granulare Holzkohle. In einer separaten, weiteren Publikation finden Sie meine Pflanzenölheizung.

Stove-Maker Berlin
tituslivius@mailbox.org
<https://t.me/LittleIndoorWoodgasStove>

Mini-Holzgasöfchen für drinnen

mittels einfachen Werkzeugen aus billigen Blechteilen selbst gebaut

2. Auflage

Das vorliegende E-Book steht unter folgender Creative-Commons-Lizenz:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/>

[Attribution-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-ND 4.0)]

**K
o
F r
a r
h e
n k
e t
u
r
-**

„Die Voraussetzung jenes Prometheusmythus ist der überschwängliche Werth, den eine naive Menschheit dem Feuer beilegt als dem wahren Palladium jeder aufsteigenden Cultur: dass aber der Mensch frei über das Feuer waltet und es nicht nur durch ein Geschenk vom Himmel, als zündenden Blitzstrahl oder wärmenden Sonnenbrand empfängt, erschien jenen beschaulichen Ur-Menschen als ein Frevel, als ein Raub an der göttlichen Natur. Und so stellt gleich das erste philosophische Problem einen peinlichen unlösbaren Widerspruch zwischen Mensch und Gott hin und rückt ihn wie einen Felsblock an die Pforte jeder Cultur. Das Beste und Höchste, dessen die Menschheit theilhaftig werden kann, erringt sie durch einen Frevel und muss nun wieder seine Folgen dahinnehmen, nämlich die ganze Fluth von Leiden und von Kümernissen mit denen die beleidigten Himmlischen das edel emporstrebende Menschengeschlecht heimsuchen - müssen.“

Friedrich Nietzsche, Die Geburt der Tragödie aus dem Geiste der Musik, 1872.

Inhalt

1. <u>Vorworte</u>	4
2. <u>Einleitung</u>	6
3. <u>Abbildungen</u>	
1. <u>Blechteile</u>	13
2. <u>Festbrennstoff Holz</u>	48
3. <u>Werkzeuge</u>	56
4. <u>Feuer</u>	63
5. <u>Holzkohlenkocher (optionales Zubehör)</u>	68
4. <u>Bauanleitung</u>	
1. <u>Euro-Konservendosen</u>	75
2. <u>Abbrennen der Lackschichten</u>	77
3. <u>60- und 70-mm-Rundlöcher für 100er-Dosen</u>	78
4. <u>Kapseldeckel, Höhe anpassen</u>	79
5. <u>Doppeltes Ständerkreuz, komplizierte Version</u>	80
6. <u>Doppeltes Ständerkreuz, einfache Version</u>	81
5. <u>Verwendung und Problembehebung</u>	
1. <u>Regeln für Holzpellets UND Holzstifte</u>	82
2. <u>Regeln nur für Holzpellets, Kurzversion</u>	85
3. <u>Regeln nur für Holzpellets, Langversion</u>	86
4. <u>Regeln nur für Holzstifte, Kurzversion</u>	89
5. <u>Regeln nur für Holzstifte, Langversion</u>	91
6. <u>Regeln für Holzpellets UND Holzstifte, Fortsetzung</u>	96
6. <u>Pyrolyse und Holzgasverbrennung</u>	
1. <u>Holzvergaser, Versuch einer Definition</u>	98
2. <u>Kommerzielle Pyrolysebrenner zum Kochen</u>	98
3. <u>Physik, "wood gas stove", einfachste Bauart</u>	99
4. <u>Physik, Mini-Holzgasöfchen für drinnen</u>	99
5. <u>Holzvergaser, Historie, Varianten, Chemie</u>	109
6. <u>Zusammenfassung</u>	110
7. <u>Holzkohlenkocher (optionales Zubehör)</u>	111
8. <u>Literaturverzeichnis</u>	115

Vorwort zur 1. Auflage

Stove-Maker Berlin war bereits auf der Bastlermesse Maker Faire 2017 in Berlin mit drei Heizungskonzepten vertreten. Europa steht momentan vor einer Energie- und, was den Winter betrifft, vor einer Heizungskrise. Da dieses Desaster von den globalistischen Eliten im Rahmen der Verfolgung ihrer geostrategischen Ziele geplant wurde, und der politisch wache Zeitgenosse darüber schon lange im Bilde ist, hatte Stove-Maker Berlin zehn Jahre Zeit, die hier vorgestellte minimalistische Holzvergaserheizung zur Publikationsreife zu entwickeln. Möge dieses Büchlein, das in mehreren Sprachen erscheinen wird, möglichst vielen Europäern helfen, im Winter ihre Wohnung warm zu bekommen. Wie ernst wird die Versorgungslage, da ja in Deutschland für Oktober Militär im Inneren bereits beschlossen ist, und der Wassergraben mit Zugbrücke um den Reichstag (Sitz des Deutschen Bundestages) gerade gebaut wird? Wieviele zivilisationsverwöhnte Europäer haben noch nie eine Bohrmaschine, eine Metallsäge oder einen Lötbrenner in der Hand gehabt? Zwar kosten die Blechteile für das Mini-Holzvergaseröfchen nur zehn EURO, bauen muß es aber schließlich jeder selbst. Paradoxerweise herrscht in Deutschland gerade in vielen Branchen ein Mangel an qualifizierten Arbeitskräften. Mit krisenbedingt zunehmenden Insolvenzen von Mittelständlern, Kleingewerbetreibenden, Selbstständigen und Privatleuten kann man mittelfristig eine seit Ende des zweiten Weltkrieges nicht mehr gesehene Mangelwirtschaft erwarten. Möglicherweise kommt in der Folge eine Arbeitspflicht, wie in der DDR. Da die Industrie 4.0 jedoch angeblich zukünftig kaum noch Arbeitskräfte benötigt, dürfen wir durchaus Zeltstädte befürchten, wie sie derzeit in China gebaut werden. Wird man uns erlauben, in einer Smart City oder weniger aufwendigen futuristischen Wohnumfeldern trockene Zweige zu sammeln und ein Holzvergaseröfchen zu nutzen? Lesen Sie die Packungsbeilage Ihres Rauchmelders und fragen Sie den Betreiber Ihres Smart Meters! Ich bin dankbar und freue mich, daß die Umstände es mir angesichts dieser Ausblicke in diesen bewegten Zeiten ermöglicht haben, dieses Büchlein herauszubringen.

Stove-Maker Berlin, 6. September 2022

Vorwort zur 2. Auflage

Die seit Monaten, nicht zuletzt wegen der Kriegsgefahr, anschwellende Energiekrise in Europa hat sich nicht entspannt. Ende November 2022 kam die britische Wirtschaftszeitung "Economist" zu folgender Einschätzung:

<https://weltwoche.ch/daily/folgen-der-energie-preise-mehr-tote-europaeer-als-gefallen-im-krieg-schreibt-der-economist/>

<https://www.economist.com/interactive/graphic-detail/2022/11/26/high-fuel-prices-could-kill-more-europeans-than-fighting-in-ukraine-has>

Die politischen Entscheidungen, die europäische Wirtschaft ökologischen Ideen entsprechend umzubauen, haben die verschiedenen Energieformen nicht verbilligt.

Mit der hier vorliegenden zweiten Auflage des Öfchenbuches hat sich die Seitenzahl verdoppelt. Die Verwendung von Holzpellets im Mini-Holzgasöfchen für drinnen funktionierte für die erste Auflage bereits perfekt. In der jüngst verflossenen Heizperiode fand ich heraus, daß man im Handel Holzpellets mit Transportschaden (Winterschlußverkauf, durchschnittlich feinere Korngröße) erwischen kann, welche statt 80 Minuten 100 Minuten lang brennen. Die neugestaltete Kartusche verhält sich gegenüber durchschnittlich feinkörnigeren Pellets toleranter, wenngleich die Regel, daß bröselige Pelletstrümmer auf den Komposthaufen gehören, gültig bleibt. Daß sich alternativ Holzstifte als Brennstoff eignen, war bereits Thema der ersten Auflage. Für die zweite Auflage habe ich aber Holzstifte vorrangig durchgetestet und ein optimiertes Verfahren für sie entwickelt: Die Zündroutine wurde zugunsten einer strengerer Standardisierung verändert und es gibt neue Erkenntnisse zu Geometrie und Verwendung der Holzstifte. Die erste bauliche Neuerung stellt die Aufweitung der Rundöffnung des Kapseldeckels von 60 auf 70 mm Durchmesser dar, welche für Holzstifte notwendig wurde. Die neue Version des Bauteils funktioniert auch mit Holzpellets hervorragend, so daß keine unterschiedlichen Varianten für die beiden Brennstoffarten erforderlich sind. Das zweite bauliche Upgrade betrifft die Kartusche, welche von nun an 25, anstatt wie zuvor 17, runde Luftlöcher von 2 mm Durchmesser erhält. Auch die Modifikation der Kartusche erwies sich für beide Brennstoffvarianten als Fortschritt. Das zweite Kaminsegment ist nun aufklappbar, so daß sich der Wärmeauftrieb stufenlos regeln läßt, und auf den Spiegel wurde verzichtet. Für den Einbau des doppelten Ständerkreuzes in das Kapselunterteil biete ich zusätzlich zu der in der ersten Auflage beschriebenen Bauweise eine Alternative an, welche sparsamer und einfacher herzustellen ist. Die Entscheidung für eine der beiden Ausführungen ist Geschmackssache und bleibt dem Leser überlassen. Die Art der Aufbewahrung für die ethanolgetränkten Holzwürfelchen, welche als Starter und Regulator dienen, wurde vereinfacht und sicherer gestaltet. Den Holzkohlenkoher für draußen (optionales Zubehör), welcher für die erste Auflage nur als Skizze vorlag, habe ich für die zweite Auflage abgewandelt, konkret ausgestaltet und getestet. Bauanleitung, Betriebshandbuch und Theorieteil wurden den Neuerungen entsprechend angepaßt und erweitert. Weitere Abbildungen und neue Tips und Tricks sind hinzugekommen.

Stove-Maker Berlin, 28. November 2023

Einleitung

Das Mini-Holzgasöfchen für drinnen erbringt bei Betrieb mit Holzpellets eine durchschnittliche Leistung von ca. 500 Watt. Für Holzstifte könnte der Wert leicht höher liegen. Die Berechnungen hierzu finden Sie auf S. 106 ff. Erläuterungen zu Kohlenmonoxid-Warn- und -Meßgeräten lesen Sie im Kapitel "Holzkohlenkocher (optionales Zubehör)", S. 111.

Beim Betrieb des hier behandelten Prototypen wird nichts von der freiwerdenden Energie zu einem Schornstein hinausgeblasen. Allerdings muß ab und an per Stoßlüften oder durch eine permanent leicht geöffnete Tür zur Diele für Sauerstoffnachschub gesorgt werden. Die Frage indes, mit wievielen vollständigen Kartuschendurchläufen man sein Wohnzimmer mit dem Holzgasöfchen für drinnen warm bekomme, ist nur durch Ausprobieren beantwortbar, weil die Gesamtheit der Umgebungsbedingungen, welche die Lufttemperatur der jeweiligen Örtlichkeit beeinflussen, individuell völlig unterschiedlich ausfällt.

Ein aus dem Leben gegriffenes Beispiel: Es ist Anfang November in Mitteleuropa. Im Freien hat es tagsüber eine Temperatur zwischen sieben und zehn Grad Celsius. Nachts wird es indessen schon kühler. Unser Heizversuch mit dem Mini-Holzgasöfchen für drinnen findet statt nach Sonnenuntergang in der ersten Etage eines kleinen, über hundert Jahre alten, in energetischer Hinsicht unsanierten Bauernhofes. Die Werkstatt wurde im selben Herbst bisher noch nicht beheizt. Das Gebäude ist eingebettet in eine Häuserzeile und kann daher nicht freistehend genannt werden. Die Werkstatt bietet ca. zwanzig Quadratmeter Fläche und zweieinhalb Meter Höhe. Die beiden Fenster in der nach Südosten gelegenen Außenwand, in welche vormittags die Sonne hineinscheint, sind mit einer schlichten, wenngleich modernen Doppelverglasung ausgestattet. Im Zimmer befinden sich drei Personen, welche für sich schon jeweils permanent sechzig bis hundert Watt Wärmeleistung pro Mann abgeben. Ab und an wird die Tür zum kalten Treppenhaus kurz geöffnet. Bei Start des ersten Versuchsabbrandes mit Holzpellets beträgt die Temperatur in der Werkstatt 11,5 °C. Nach dem ersten neunzigminütigen Kartuschendurchlauf hat sich die Temperatur auf 15 °C erhöht. Nach der zweiten Anwendung ist die Temperatur bei 17 °C und nach dem dritten Abbrand bei 18 °C. Die Erfahrung lehrt, je größer die Differenz von Außen- und Innentemperatur wird, desto mehr Energie muß aufgewendet werden, um den Innenraum durch Heizen um jeweils ein Grad Celsius / ein Kelvin zu erwärmen. Isaac Newtons 1701 veröffentlichtes Gesetz der Abkühlung zeigt, daß Körper umso schneller Wärme an ihre Umgebung verlieren, je höher die Temperaturdifferenz zwischen Körper und Umgebung ausfällt. Genauer: "Das Newton'sche Abkühlungsgesetz besagt, dass die Wärmeverlustrate eines Körpers direkt proportional zum Temperaturunterschied zwischen dem Körper und seiner Umgebung ist." (Zitat wikibrief.org). Die fallende Temperatur eines an seiner Umgebung abkühlenden Körpers nimmt daher entlang der Zeitachse keinen linearen, sondern einen exponentiellen Verlauf. Wir können uns den Luftquader, welcher von Wänden, Fußböden und Decke, Fenstern und Türen des Zimmers umschlossen wird, als den Körper und die ihn umfangende feste Materie als Umgebung im Rahmen des Newton'schen Modells der Abkühlung vorstellen. Weil die (in unserem Beispiel schlecht isolierten) Hauswände mit einer annähernd unendlich großen Masse kalter Außenluft Kontakt ha-

ben, können wir jede beliebige Heizung bis zum Anschlag aufdrehen: Gemäß dem Newton'schen Gesetz der Abkühlung wird nach einer gewissen Zeit auch unter konstant hoher Heizleistung bei einer für die Heizungsvariante nicht mehr überschreitbaren Grenztemperatur ein Wärmeabflußgleichgewicht erreicht. Daher ist es ökonomisch sinnvoll, sich mit Niedrigenergiekonzepten beim Bau neuer Häuser zu beschäftigen.

Zu den die thermische Situation eines Wohnraums beeinflussenden Stellgrößen gehören Wärmeleitfähigkeit, Sonnenlichtexposition, Himmelsrichtung und Zahl der Außenwände, Stockwerk, Clustergröße der zusammenhängenden Wohneinheiten (freistehendes kleines Haus oder großes Mehrparteienhaus). Jeweils beide Seiten der Wände, der Decke und des Fußbodens des zu heizenden Zimmers nehmen mit Verzögerung Wärme und Kälte der sie umgebenden Luft auf. Deshalb betrifft unsere Heizsituation auch der Lufttemperaturverlauf in den Räumen auf den unserem Zimmer jeweils gegenüberliegenden Seiten. Sowohl Innen- als auch Außenwände, wie auch Decken und Fußböden wirken permanent als Wärme- oder Kältespeicher, welche langsam, aber stetig, nach der Nivellierung aller vorhandenen Temperaturunterschiede streben. Das bedeutet, daß in einem Wohncluster (Mehrfamilienhaus, Appartementhaus, Wohnheim) derjenige den geringsten Heizaufwand betreiben muß, welcher sich mit der niedrigsten Zimmertemperatur zufrieden gibt. Die Nachbarn füttern ihn wärmeenergetisch durch. Umgekehrt gilt für dasselbe Wohnumfeld, daß derjenige, welcher die höchste Zimmertemperatur aufrechterhält, die Nachbarwohnungen mitheizt, da sein Wärmeüberschuß, mit Verzögerung, über die Wände in die Nachbarschaft abfließt. Ferner gilt für Wohncluster, daß bei leerstehenden, unbeheizten Nachbarwohnungen, ähnlich Außenwänden, Kältelöcher entstehen, in welche permanent Wärme entweicht. Solange alle umliegenden Wohnungen auf Wohntemperatur beheizt werden, stellen Wohncluster ein gutes Energiespar-konzept dar. Letzteres vorausgesetzt, übernehmen Fußboden, Decke und Wände für das Holzgasöfchen für drinnen die Wärmespeicherfunktion eines Kachelofens, wodurch aus dem hier vorgestellten Prototypen eine runde Sache wird. Alleinstehende Wohnungen (z.B. herkömmliche Einfamilienhäuser, welche nicht nach Niedrigenergiekriterien gebaut wurden) sind einer winterlich kalten Außentemperatur mangels unmittelbarer Nachbarn hingegen vergleichsweise schutzlos ausgesetzt. Jeglicher Heizaufwand verpufft hier relativ schnell ins Freie. Aus diesem Grund eignet sich das Mini-Holzgasöfchen für drinnen auch für Wohnmobile, Wohnwagen, Bauwagen, Zelte, Schrebergartenlauben, Blechhütten, Wohncontainer und "Tiny Houses" weniger gut als für herkömmliche Mehrparteienhäuser. Die soeben aufgezählten Wohnkonzepte mit besonders geringem Raumvolumen leiden zusätzlich an einem ungünstigen Oberfläche-zu-Volumen-Verhältnis (A/V -Verhältnis). Zitat Wikipedia: "Wenn man die drei Kantenlängen a , b und c eines Quaders jeweils verdoppelt, vervierfacht sich seine Fläche A (allgemeinsprachlich: Oberfläche; oder auch, bei Berücksichtigung von Austauschprozessen, seine Grenzfläche); sein Volumen V aber verachtfacht sich. Große Körper haben deshalb eine (z.B. für die Wärmespeicherung) günstigere Relation von Volumen zu Oberfläche". Ein weiterer Nachteil der vorgenannten Kleinstwohnungskonzepte beim Betrieb des Holzgasöfchens für drinnen: Aufgrund des erhöhten Bedarfs an Außenluftzufuhr für die Sauerstoffversorgung muß die Umwälzungsgeschwindigkeit (der Durchsatz) der Raumluft notwendigerweise höher ausfallen als bei herkömmlichen Mehrfamilienhäusern. Diese Erfordernis bewirkt ein energetisch ungünstiges, zu schnelles Wiederhinausschieben der erwärmten Luft aus dem zu beheizenden Wohnraum. Die Bewohner von Kleinstwohnungen, insbesondere freistehender, kommen nicht in den Genuß einer energieeffizienten, kachelofenähnlichen Wärmespeicherung.

Die Feuerung verzehrt selbstverständlicherweise Sauerstoff, so daß bei modernen, dichten Fenstern ein Bedarf nach Stoßlüften entsteht. Diese Erfordernis betrifft andere Ausgestaltungen lokaler Brennstätten wie Gasthermen, offene Kamine, Kachelöfen und Schwedenöfen gleichermaßen. Der Unterschied zu letztgenannten Heizkonzepten besteht darin, daß das Holzvergaseröfchen für drinnen CO₂ und geringe Mengen Wasserdampf in die Raumluft abgibt. Wasserdampf wirkt gerade im Winter wohltuend auf die Atemwege. CO₂ ist nicht giftig, aber es verringert durch Verdrängung den relativen Volumenanteil von Sauerstoff in der Raumluft, während das Holzöfchen und die Menschen im Zimmer gleichzeitig Sauerstoff benötigen und verbrauchen. Wie auch bei der von mir in einer weiteren Publikation beschriebenen Rapsölheizung liegt eine Situation vor, wie sie Zeitgenossen des 20. Jahrhunderts noch von Weihnachtsbäumen mit vielen angezündeten Kerzen her kennen. Ein größerer Bedarf nach Zufuhr von Frischluft entsteht. Heizkonzepte ohne Kaminabzug nach draußen eignen sich daher nicht für zu kleine Räume. Genügende Sauerstoffversorgung von außen muß von vornherein eingeplant werden. Permanent im vollen möglichen Winkel gekippte Fensterflügel sind keine Lösung - dies kühlt eine Wohnung aus. Bei modernen, dicht schließenden Fenstern könnte man an einem Fensterflügel die umlaufende Gummidichtung entfernen. Oder man kippt einen Fensterflügel ganz leicht an, und fixiert ihn, z.B. per Montageklebeband, in dieser Position. Auf diese Weise schafft man ein Belüftungsgleichgewicht, welches bereits unseren Vorfahren der verflorenen Jahrhunderte bei der Nutzung von Kachelöfen gute Dienste erwiesen hat. Wärmeisolierung qua Doppelverglasung der Fenster gibt es schon seit dem 17. Jahrhundert. Doppelverglaste Kastenfenster aus der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts mögen sich heutzutage ein wenig verzogen haben, weil Holz arbeitet. Dafür stellen sie durch die qua Undichtigkeit gewährleistete, immerwährende Luftzufuhr eine Versicherung gegen Schimmelbildung dar und vermeiden winters den Zwang zum ständigen Stoßlüften. Schimmelbefall tritt gerne in Naßräumen auf. Daher kann es hilfreich sein, im Bad einen leisen, sparsamen, elektrischen Ventilator zu installieren, welcher Luft nach außen bläst. Sofern an der Badtür eine Belüftungsmöglichkeit vorgesehen ist, und auch die übrigen Zimmertüren nicht hermetisch abgeriegelt werden, entsteht so nebenbei in der gesamten Wohnung ein permanenter, leichter Unterdruck. Hat man für den Betrieb einer Sauerstoff verzehrenden lokalen Brennstätte eine angemessene leichte Undichtigkeit der Fenster eingerichtet, findet darüber ein automatischer Druckausgleich statt. Der Badventilator versorgt auf diese Weise zu jeder Zeit indirekt die gesamte Wohnung mit der benötigten Frischluft. Zur Überprüfung kann man an windstillen Tagen die feinen Luftströmungen an Fensterritzen und Türspalten mit einer Kerzenflamme sichtbar machen. Die ideale Größe eines mit dem Mini-Holzgasöfchen für drinnen zu beheizenden Raumes liegt bei zwanzig Quadratmeter Grundfläche. Zu bedenken ist dabei, daß es Zimmer von 2,50 m und solche von 4 m Höhe gibt, solche, die fast leer und solche, die voll von Gegenständen sind, welche Luftvolumen verdrängen. Hat das Zimmer mehr als zwanzig Quadratmeter Grundfläche, fällt die Heizwirkung unseres Prototypen geringer aus, ist es kleiner, empfehle ich, die Tür zum Flur, eventuell auch zum Bad, offen zu halten, was neben der Luftzufuhr den angenehmen Nebeneffekt zeitigt, daß diese Räume mitgeheizt werden.

Ein kurzer Bericht zur Warnung: Ein Bekannter von mir meinte, er könne die von mir entwickelte Rapsölheizung so eben mal mit irgendwelchen, irgendwo gekauften Dochten betreiben. Dies unter Verkennung der Tatsache, daß der von mir entwickelte Dochtstandard **DIE** eigentliche Erfindungsleistung dieser Rapsölheizung darstellt. Auf diese Weise hat sich mein Bekannter in große Gefahr gebracht. Sein bestürzender, mich zutiefst erschreckender, Bericht hat mir die Augen dafür geöffnet, daß meine alternativen

Heizungskonzepte offenbar eine Art Führerschein benötigen. Bauen und nutzen Sie meine Heizungskonzepte nur, wenn Sie sich selbst die Erlaubnis gegeben haben, sich ihres eigenen Verstandes zu bedienen. So lautet immerhin der Leitspruch der Aufklärung. Der verdoppelte Umfang dieser zweiten Buchauflage ist nicht zuletzt der begründeten Annahme geschuldet, daß die meisten Zeitgenossen keinerlei Erfahrungen mit der Bedienung stationärer Feuerstätten auf dem Niveau des neunzehnten Jahrhunderts mitbringen. Wer den Text durchgearbeitet, das Öfchen selbst gebaut und gemäß Bedienungsanleitung hintereinander zehn Abbrände mit einer von ihm favorisierten Brennstoffvariante durchgeführt hat, hat das Öfchenprinzip verstanden und kann die Dokumentation beiseite legen. Letztere dient dann bei Bedarf als Nachschlagewerk.

Als 2013 die Entwicklungsarbeit an meiner Rapsölheizung (publiziert in einem weiteren Büchlein) abgeschlossen war, trug mich meine Euphorie zu der verwegenen Idee, auch Holz müsse sich sauber zu CO₂ und Wasserdampf verbrennen lassen. Bei der Verfolgung dieses Ziels habe ich mich zunächst mit dem "Rocket Stove Mass Heater" befaßt (https://en.wikipedia.org/wiki/Rocket_stove_mass_heater). Es gelang mir jedoch nicht, aus dem zugrundeliegenden Konzept eine miniaturisierte Variante zu entwickeln, was nicht heißt, daß dies nicht vielleicht einem Mitstreiter auf diesem Feld glücken könnte. Erfreulicherweise fand ich als nächstes bei Internetrecherchen die Basisvariante des "Wood Gas Stove", welche aus Konservendosen hergestellt und vielfach als Campingkocher genutzt wird. Das hier publizierte Mini-Holzgasöfchen für drinnen, gewissermaßen ein Derivat des Basic Wood Gas Stove, besteht ebenfalls aus Konservendosen und wenigen zusätzlichen Stahlteilen. Im Zuge der Entwicklung des Prototypen gelangte ich über einen Zeitraum von zehn Jahren (mit Unterbrechungen, Sackgassen und Umwegen) von anfangs komplizierten Entwürfen schließlich zu einer ganz einfachen Umsetzung desselben Geräteprinzips. Saubere Holzgasbrenner sind indes schon lange bekannt und es gibt in diesem Themenbereich viele angemeldete Patente. Wissenschaftler, Firmen und Entwicklungshelfer haben sich mit Holzvergasern beschäftigt. Daher habe ich bei der Entwicklung meines Prototypen auf vorhandene, einschlägige Fachliteratur zurückgreifen können. Das aus wenigen Konservendosen, Blech und Draht bestehende Gerät kommt zwar maximal simpel daher, aber das, was darinnen passiert, ist überhaupt nicht einfach. Bei der Niederschrift des Kapitels "Verwendung und Problembewertung" erkannte ich die Erfordernis, aus Gründen der Verständlichkeit und Übersichtlichkeit, für die Betriebsanleitungen zu Holzpellets und Holzstiften jeweils eine Kurzfassung und eine Langfassung zu erstellen. Auch muß ich meine Leser mit einfachen Wahrscheinlichkeitsmodellen aus der Schulmathematik konfrontieren, um unterschiedliche Abbranderfahrungen zu erklären. Es handelt sich bei dem hier vorliegenden Büchlein nicht um eine kurze Bedienungsanleitung für ein gekauftes Gerät. Daher ist es auch keine schnelle Abkürzung für Konsumverwöhnte zu angenehmer Wärme. Der hier behandelte Prototyp ist mittlerweile leidlich ausgereift und stellt eine potente Heizungslösung für Zivilisationsvertriebene dar, welche sich überstürzt auf den Weg zurück in die Steinzeit begeben mußten. Ich danke meinen virtuellen Lesern, welche durch das von mir gegebene Versprechen, eine zweite Auflage herauszubringen, imaginären Druck auf mich ausgeübt haben, ohne den es die Menge der hier zusammengetragenen Erkenntnisse nicht gäbe. Auf diese Weise hat die Veröffentlichung auch mir das Mini-Holzgasöfchen für drinnen erst erschlossen. Die vorliegende Publikation dient als Gedächtnisstütze und Speicher in zehn Jahren gewonnenen Wissens.

Sie erhalten hier **Bauanleitung**, **Betriebshandbuch** und **Beschreibung** für ein ganz schlichtes Miniatur-Holzvergaseröfchen (Pyrolysebrenner), welches jeder Hobbyheimwerker aus handelsüblichen, genormten, europäischen Lebensmittelkonservendosen, ein wenig Stahlblech und Draht mit einfachsten Werkzeugen selbst herstellen kann. Die Notheizung für Technikliebhaber und Enthusiasten wurde für den Betrieb in Innenräumen (ohne Abzug nach draußen) entwickelt und dimensioniert. Die Feuerstelle ist dreifach gekapselt und komplett geschlossen. Das Superleichtbauöfchen läßt sich einhändig am Henkel des Behälters, welcher nur lauwarm wird, transportieren. Ein Kreis von 16 cm Durchmesser bildet die Grundfläche, die Höhe beträgt 40,5 cm. Die minimalistische Bauweise sorgt für einen sicherheitshalber tiefliegenden Schwerpunkt: Da die beiden Kaminsegmente nur lose aufgesetzt werden, fallen diese bei versehentlichem Anstoßen herunter, was verhindert, daß die gesamte Gerätschaft umfällt. Das Öfchen darf nicht unbeaufsichtigt brennen. Insbesondere die Brennstoffvariante Holzstifte erfordert Beobachtung und steuerndes Eingreifen. Weil keinerlei Wärme durch einen Schornstein ins Freie entweicht, werden hundert Prozent Wirkungsgrad erreicht. Dementsprechend kommt das Gerät mit sehr wenig Brennstoff aus. Das Öfchen verbrennt 240 Gramm Holzpellets in 80 bis 100 Minuten komfortabel, selbsttätig und sauber wie eine Kerzenflamme zu CO₂ und Wasserdampf. Die alternative Brennstoffvariante Holzstifte brennt nur 60 Minuten lang und erfordert mehr aktive Beobachtung und steuernde Eingriffe. Als Trostpreis bietet die Verwendung von Holzstiften, von oben durch die Kaminsegmente betrachtet, ein ästhetisches Spektakel, während Holzpellets das prosaische Flambbild eines modernen Hightechbrenners liefern. Solange eine hinreichend hohe, die runde, obere Öffnung der Kartusche möglichst bedeckende, Flamme sichtbar ist, wird Kohlenmonoxid komplett zu CO₂ verbrannt, d.h. dieses gefährliche Gas gelangt nicht in die Raumluft. Wenn nach Ablauf der durchschnittlichen Brenndauer die durchgängig dunkelblau gewordene Flamme kurz vor dem Verlöschen steht, verbleibt als festes Resultat idealerweise nur noch Holzkohle. Dann sollte das Öfchen ins Freie oder einen gut belüfteten Raum (z.B. Bad mit Abluftventilator) verbracht werden. Dort wird die Kartusche mit der glühenden Holzkohle entnommen und in einem annähernd luftdichten Behälter (z.B. V2A-Stahlgewürzdose, Weißblechdose, unlackiert, Abb. 33 und 34) erstickt. Nach drei Minuten wird der sehr heiße Holzkohlencontainer wieder in den Wohnraum verbracht, wo die Wärme der abkühlenden Holzkohle weiter genutzt wird. Versäumt man, das Öfchen rechtzeitig nach der vollständigen Umwandlung zu Holzkohle aus dem Wohnraum zu verbringen, riechen die Abgase der Holzkohlenglut zwar unangenehm, aber die bauartbedingt auf maximal 70 Gramm begrenzte Menge an Holzkohle produziert keine tödliche Menge an Kohlenmonoxid, wenngleich jeglicher Kohlenmonoxidanteil in der Atemluft selbstverständlich ungesund ist. Der Wohnraum muß dann lediglich gut gelüftet werden. Die wenigen kleinen Luftlöcher am Boden der Pyrolysekartusche wirken dem selbsttätigen Verglühen der Holzkohle zu weißer Asche und damit auch dem Entweichen größerer Mengen Kohlenmonoxids entgegen. Ein Pyrolyseofen benötigt, im Gegensatz zu einem Holzkohlengrill, nur geringe Primärluftzufuhr. Es ist der reine Holzkohlenbrand, von welchem die Kohlenmonoxidgefahr ausgeht. Jeder ist eingeladen, mit einem Kohlenmonoxidmeter nachzumessen. Für den Betrieb des Öfchens sind ein Kohlenmonoxidmeter, ein Kohlenmonoxidwarner und ein Rauchmelder sinnvoll. Rauchmelder sind heutzutage meist obligatorisch. Es kann in ungünstigen Fällen, vorwiegend bei Holzstiften, vorkommen, daß das Öfchen während des Lignin-/Holzteerbrandes (vulgo) verlöscht. Die mit Festbrennstoff gefüllte Kartusche kann dann, je nach Zeitpunkt und Abbrandphase, wie ein Räucherofen wirken, geeignet, z.B. Fisch oder Fleisch zu konservieren. Das energiereiche Holzgas besteht aus Holzteer und Lignin (vulgo) in gasförmiger Phase, welches uns brennender-

weise angenehm wärmt, unverbrannt aber giftig und beißend wirkt. Durch die Instruktionen und Erläuterungen dieses Buches wird der Leser von unangenehmen Überraschungen mit dem archaischen Brennstoff Holz weitgehend abgeschirmt. Bei Holzpellets kommt ein unerwünschtes Verlöschen in der Regel nur innerhalb der ersten halben Stunde vor, während die Holzgasflamme sich langsam ausbildet. Die Wahrscheinlichkeit, daß zwischenzeitliche Totpunkte überbrückt werden müssen, ist bei Holzstiften wesentlich größer. Als Rauchstopper und Regulator werden ethanolgetränkte Holzhackstückchen verwendet, welche auch zum Zünden der Brennstoffvariante Holzpellets benötigt werden. Ein Nachfüllen von Festbrennstoff im laufenden Betrieb ist, mit Ausnahme der ethanolgetränkten Holzwürfelchen, nicht vorgesehen. Das Verfahrensprinzip funktioniert vielmehr kartuschenweise, d.h. ein einmal befüllter Holzbehälter brennt bis zum Schluß hinunter, danach kann die nächste volle Kartusche eingewechselt werden. Dieses Konzept wird Chargenabbrand genannt.

Nach dem Holzteer-/Ligninbrand (vulgo) sind alle gelben und roten Strähnen aus der verbleibenden blauen Flamme verschwunden. Als festes Resultat bleibt Holzkohle übrig, welche als Brennmaterial für draußen und zur Herstellung von Terra Preta (holzkohlehaltige, fruchtbare schwarze Erde) genutzt werden kann. Auch Sägemehl (von unbehandeltem Holz), feines Holzkohlenpulver und graue bis weiße Holzasche eignen sich als Pflanzendünger. Für reine Holzkohle und reine Holzasche gibt es sinnvolle Anwendungen für den menschlichen Verzehr / Filtern von Wasser. Da aber heutzutage Brennspiritus mit dem Vergällungsmittel Denatoniumbenzoat versetzt wird, welches sich in den festen Abbrandresultaten anreichert, ist die für einen Verzehr erforderliche Reinheit nicht gegeben.

Die Wärmeenergieproduktion wird nach der Umwandlung der Kartuschenfüllung in Holzkohle durch einen vom Betreiber zu leistenden, aktiven Eingriff abgebrochen. Dieses Verfahrensprinzip und die minimale Dimensionierung der Primärluftlöcher verhindern einen reinen Holzkohlenbrand, was nebenbei die Hitzebeaufschlagung der Kartuschenbleche begrenzt. Auch sonst tritt praktisch kein Verschleiß an den Blechteilen des Öfchens auf, da Feuerkontakt mit den Blechen weitestgehend vermieden wird. Bei konsequent trockener Lagerung des Öfchens werden Roststellen wahrscheinlich lediglich an den Kartuschen auftreten. So werden vielleicht alle fünf Jahre zwei neue 75er-Konservendosen benötigt. Alle übrigen Teile des Öfchens sollten, pfleglichen Umgang vorausgesetzt, mindestens hundert Jahre lang halten. Da die Blecheinfassung der Kartusche permanent durch nachströmende Sekundärluft gekühlt wird, was bei vorwiegendem Pelletsbetrieb zudem eine hitzeisolierende, feste Schicht von Holzteerkondensat innen an den Blechen (Abb. 15) bewirkt, besteht begründete Hoffnung, daß auch die Kartuschen hundert Jahre durchhalten. Die Konstruktion ist frei von geplanter Obsoleszenz.

Es handelt sich bei dem Mini-Holzvergaseröfchen für drinnen um eine spezielle Umsetzung eines weithin bekannten, verbreiteten Bauprinzips, bei welchem Rauchfreiheit durch gezielte Sekundärluftzufuhr über einen Ringkamin, welcher den Pyrolysebehälter umschließt, erreicht wird. Die Entwicklung des hier vorgestellten Prototypen wurde angeregt durch die 2013 in zweiter Auflage erschienene Studie von Christa Roth (Microgasification: Cooking with gas from dry biomass. An introduction to concepts and applications of wood-gas burning technologies for cooking. Weblink siehe Literaturverzeichnis), welche vom deutschen Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenar-

beit und Entwicklung (BMZ) und der Deutschen Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH in Auftrag gegeben wurde.

Die Brennstoffvariante Holzpellets funktioniert mit dem Öfchen so angenehm, als hätten Sie das Gerät in einem zeitgenössischen Baumarkt erworben. Es bleibt daher wünschenswert, daß infolge weiteren forschenden Herumtüftelns das Abbrandverhalten des Festbrennstoffs Holzstifte vergleichbar komfortabel gelänge. Ein sauberer Abbrand in einer ordentlich befüllten und sachgerecht gezündeten Kartusche benötigt für beide Brennstoffe zur Steuerung ein Minimum an ethanolgetränkten Holzhackstückchen. Meine detaillierten Ausführungen zum Umgang mit diesen hilfreichen Würfelchen sind nötig, um einerseits die Ungeübten, andererseits die Tüftler unter meinen Lesern für alle Eventualfälle fit zu machen. Angesichts der nur wenige Wochen währenden, jüngst verflossenen, winterlichen Heizperiode (= Forschungstrimester), werte ich die errungenen Veränderungen (Kapseldeckel, Kartusche, zweites Kaminsegment, Stiftholzzündroutine, Ständerkreuz, Aufbewahrung der Würfelchen, Holzkohlenkocher) und die damit einhergehenden theoretischen Einsichten als die zweite Buchauflage rechtfertigende Erfolge.

Weil ich über die Jahre in eine Tüftlerbetriebsblindheit geraten bin, habe ich lange in der Illusion gelebt, das Mini-Holzgasöfchen für drinnen stelle einen Bausatz für jedermann dar. Meine Zielgruppe, die enthusiastischen Heimwerker, welche schon immer eine besondere Spezies darstellte, ist angesichts des zeitgeistbedingten Techniküberdresses, der Dominanz der sozialen Medien und der verbreiteten Freizeitgestaltung durch Computerspiele wahrscheinlich nicht größer geworden. Meine Erwartungen hinsichtlich Nachfrage wachsen daher trotz der aktuellen Energiekrise nicht in den Himmel. Da die Konzepte "Rocket Stove Mass Heater" und "Wood Gas Stove" im angelsächsischen Sprachraum weit verbreitet sind, finden sich dort auch die meisten Interessenten für meinen Prototypen. Angesichts aktueller Kriegsgefahr und Wirtschaftskrise scheint der Weg, mit einer fließbandproduzierten, zu 50 EUROS käuflich erwerbbarer, Variante meines Öfchens ins unternehmerische Risiko zu gehen und schwarze Zahlen zu schreiben, einerseits versperrt. Tatsächlich sind schon vor Jahren Hersteller von Holzgasöfchen zum Kochen für draußen in die Insolvenz geschlittert. Sollte sich indes andererseits die Weltwirtschaftlage, wider Erwarten, mittelfristig deutlich bessern, benötigen weniger Menschen eine Notheizung. Das in diesem Buch behandelte Holzgasöfchen für drinnen ist zwar vom Beschaffungswert des Materials und der erforderlichen Werkzeuge her unschlagbar günstig. Durch den mehrtägigen Arbeitsaufwand, es als je handgefertigtes Unikat herzustellen, wird es, bedauerlicherweise, zum Luxusgegenstand.



Abbildung 1: Öfchen ohne Container. Die einzelnen Bauteile in der Reihenfolge von unten nach oben: Ständerkreuz, Kapselunterteil, Kapseldeckel, erstes Kaminsegment, zweites Kaminsegment mit Klavierband (Scharnier) und wärmeisolierten Henkeln.



Abbildung 2: Öfchen ohne Container. Die einzelnen Bauteile in der Reihenfolge von unten nach oben, z.T. zur Veranschaulichung durch Sperrholzbrettchen separiert: Ständerkreuz, Kapselunterteil, Kapseldeckel, erstes Kaminsegment, zweites Kaminsegment mit Klavierband (Scharnier) und wärmeisolierten Henkeln.



Abbildung 3: Konservendose, Höhe 119 mm, Durchmesser 100 mm (im Folgenden kurz 100er-Dose genannt), stapelbar, ausgebrannt, offen auf der Stirnseite mit dem kleinen Kreis (stapelbare Konservendosen haben je eine kleine und eine große kreis-förmige Stirnseite). Kaum sichtbar, gibt es bei den stapelbaren Dosen unterschiedliche Varianten bezüglich der Ausformung der Verjüngung zum kleinen Stirnseitenkreis hin. Der Kapseldeckel paßt nur auf die Varianten mit der ausgeprägteren Verjüngung, im Folgenden "*stapelbar-spezial*" genannt, was die Wahl einer Dose für das Kapsel-unterteil auf diesen Typ einschränkt.



Abbildung 4: Bild um 90 Grad gedreht. Zwei stapelbare europäische Normkonservendosen, mit kleinem und großem Falzdeckel leicht gegeneinander gekippt. Kleiner Kreis und großer Kreis der gefalzten Stirnseiten greifen ineinander und verhindern relatives horizontales Verschieben der gestapelten Konservendosen gegeneinander.



Abbildung 5: Der Kapseldeckel paßt nicht auf alle stapelbaren Konservendosen (kleiner Stirnseitenkreis, Kapselunterteil). Es gibt unterschiedliche Varianten! Während sich für das erste Kaminsegment alle stapelbaren 100er-Dosen eignen, muß für das Kapselunterteil die Verjüngung zum kleinen Kreis hin stärker sein (*“stapelbar-spezial”*).



Abbildung 6: Kapselunterteil, gefertigt aus einer 100er-Dose, „stapelbar-spezial“, Ansicht von unten (großer Stirnseitenkreis). Optimaler Durchmesser der zentralen, kreisrunden Luftansaugöffnung: ca. 60 mm. Inneres und äußeres Ständerkreuz sind über Drahtklammern miteinander verbunden. Diese Bauweise repräsentiert die "komplizierte Version". Abb. 10 bis 13 zeigen die "einfache Version" des Ständerkreuzes.



Abbildung 7: Kapselunterteil, 100er-Dose, “stapelbar-spezial”, ausgebrannt, Ansicht von oben. Die aus dem oberen Ständerkreuz aufragenden Drahtwendeln repräsentieren die Stopper, welche verhindern, daß die Kartusche zu nah an den Rand der Kapsel gerät.

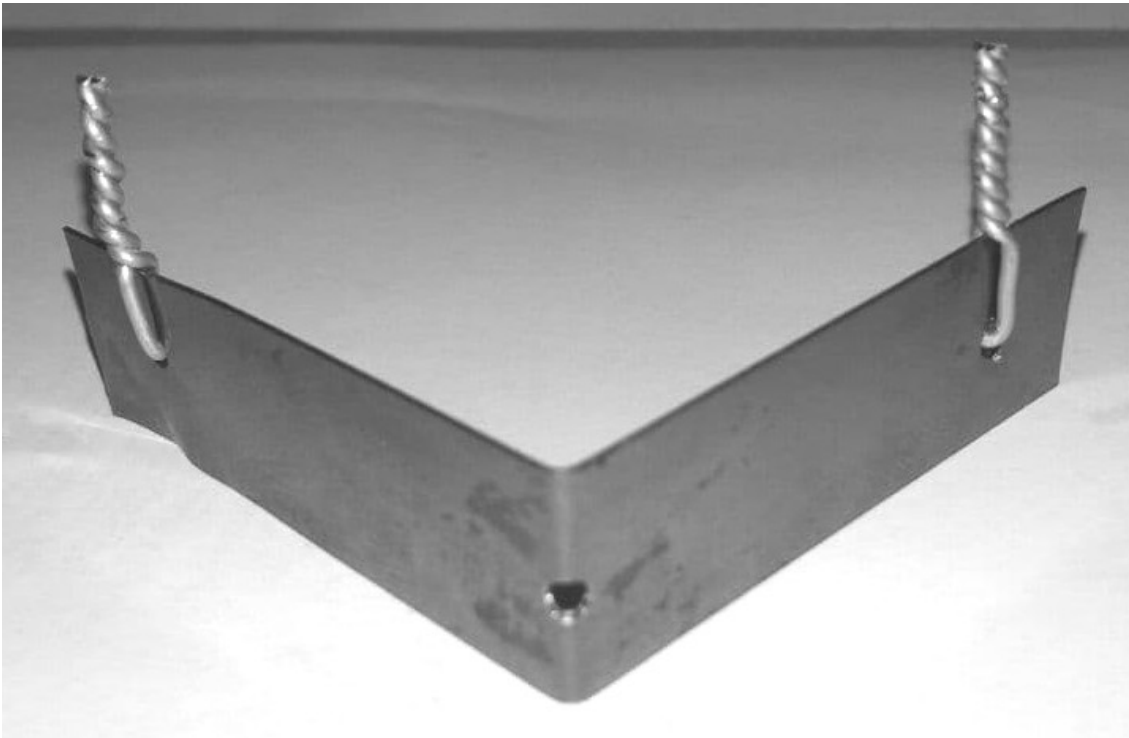


Abbildung 8: Hier ein 96er Stahlstreifen für das innerhalb der Kapsel gelegene obere Ständerkreuz, an der Mittelbohrung 90 Grad abgewinkelt. Die Kartuschenstopper aus Drahtwendeln (verzinkter Draht, 1,4 mm dick) schlackern ein wenig, aber sie genügen ihrem Zweck. Auf dem Foto fehlen die beiden Bohrungen links und rechts, je 20 mm von der Mittelbohrung entfernt. Die komplizierte Version benötigt allerdings diese beiden zusätzlichen Löcher für die Drahtklammern, welche oberes und unteres Ständerkreuz zusammenhalten (Abb. 6, 7 und 9).

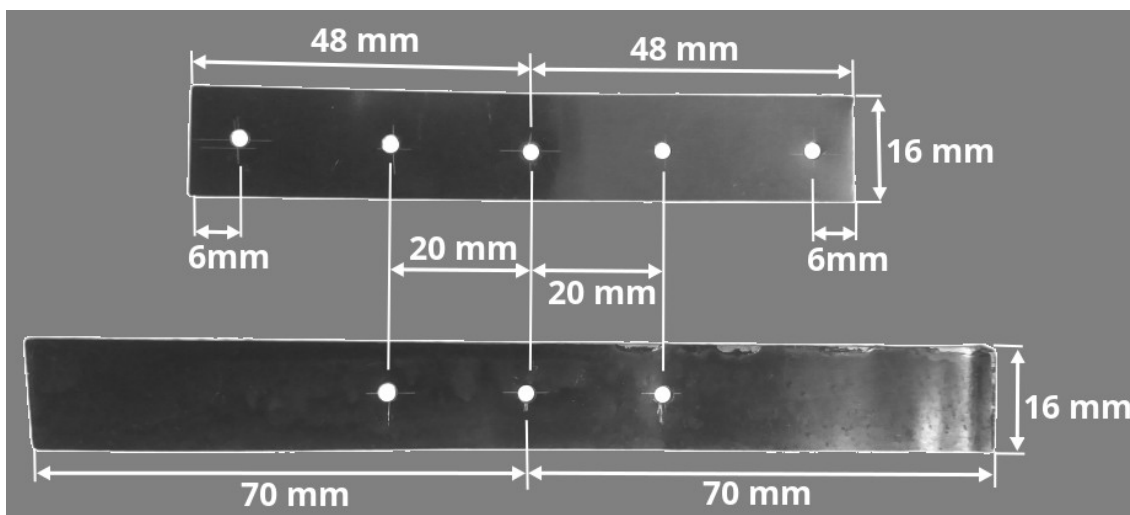


Abbildung 9: 96er und 140er Stahlstreifen aus 0,5 mm starkem Verpackungsstahl, von welchen für die Herstellung des doppelten Ständerkreuzes je zwei benötigt werden. Auch V2A-Stahl von 0,5 mm Stärke wäre möglich. Wird billiger Baustahl verwendet, müssen die Blechstreifen 1 mm Dicke aufweisen.

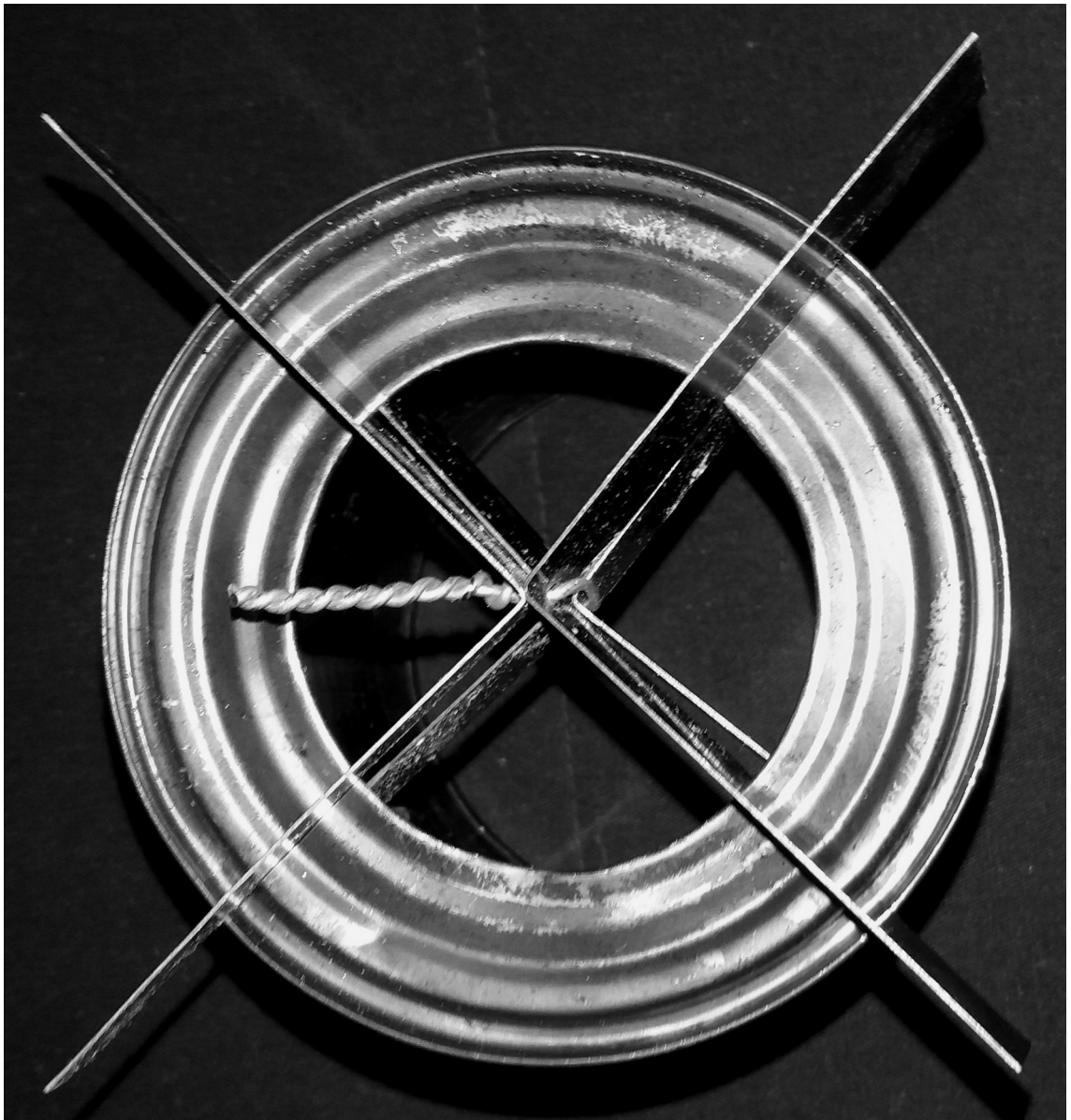


Abbildung 10: Kapselunterteil, 100er-Dose, “stapelbar-spezial”, ausgebrannt, Ansicht von unten. Doppeltes Ständerkreuz, vereinfachte Bauart. Vier Winkel aus stabilem Stahlblech bilden die Konstruktion, zwei innerhalb der Kapsel, zwei außerhalb der Kapsel. Jeder Winkel ist im Knick gelocht. Durch die vier Löcher wird eine Drahtschlinge (verzinkt, 1,4 mm stark) geführt und durch Verdrillen per Flachzange gespannt. Es entsteht eine Klemmverbindung, welche jedoch nicht stabil ist: Die beiden außerhalb der Dose liegenden, über das Stirnseitenrund herausragenden Winkel sind um die zentrale Vertikalachse in einer Richtung um 90 Grad gegeneinander drehbar. Hier mit intakter Klemmverbindung, siehe auch Abb. 12.



Abbildung 11: Wie Abb. 10, Seitenansicht.

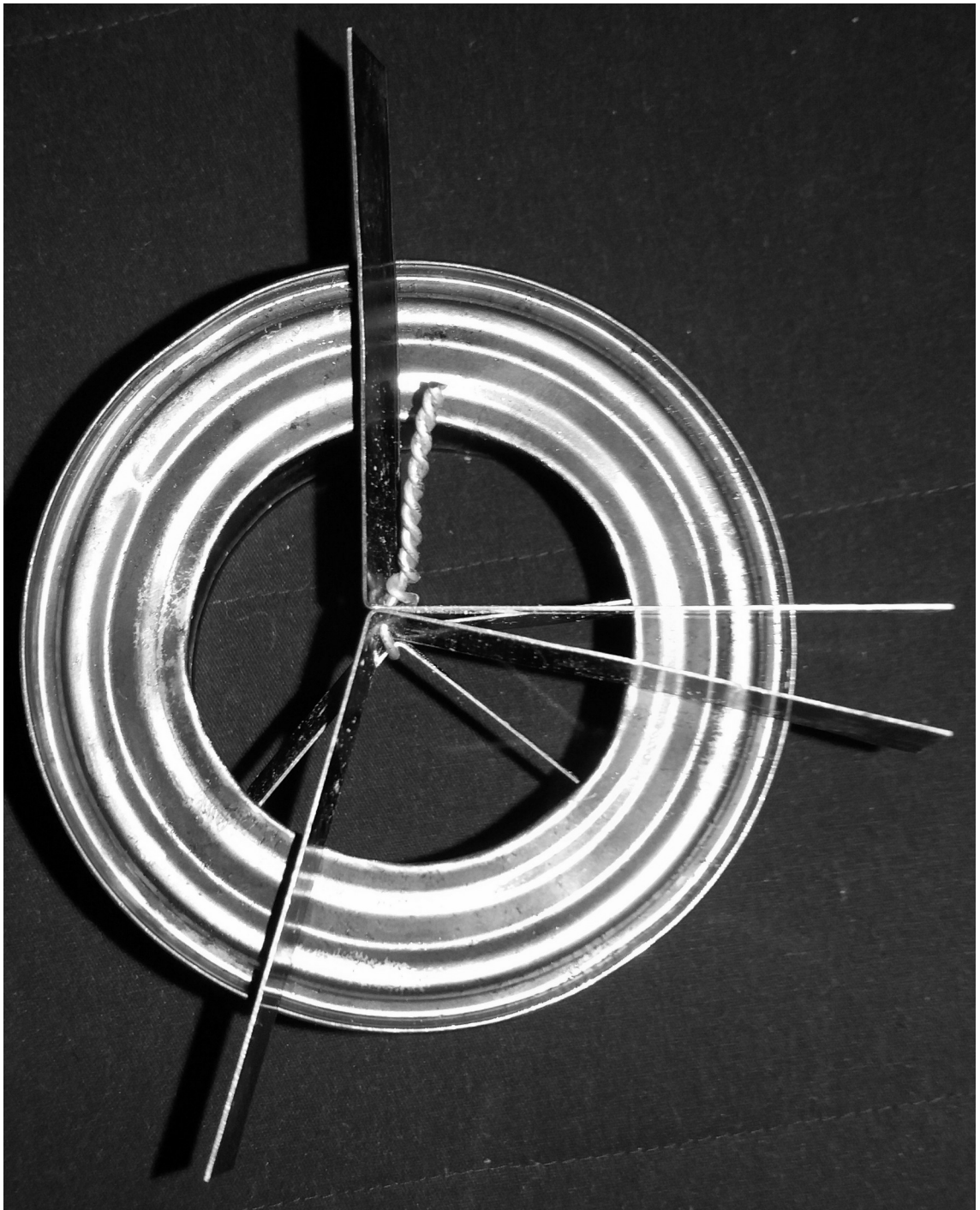


Abbildung 12: Kapselunterteil, 100er-Dose, “stapelbar-spezial”, ausgebrannt, Ansicht von unten. Doppeltes Ständerkreuz, vereinfachte Bauart. Vier Winkel aus stabilem Stahlblech bilden die Konstruktion, zwei innerhalb der Kapsel, zwei außerhalb der Kapsel. Jeder Winkel ist im Knick gelocht. Durch die vier Löcher wird eine Drahtschlinge (verzinkt, 1,4 mm stark) geführt und durch Verdrillen per Flachzange gespannt. Es entsteht eine Klemmverbindung, welche jedoch nicht stabil ist: Die beiden außerhalb der Dose liegenden, über das Stirnseitenrund herausragenden Winkel sind um die zentrale Vertikalachse in einer Richtung 90 Grad gegeneinander drehbar. Hier nach vollzogener Drehung, die Klemmverbindung hat sich gelöst, siehe auch Abb. 10.

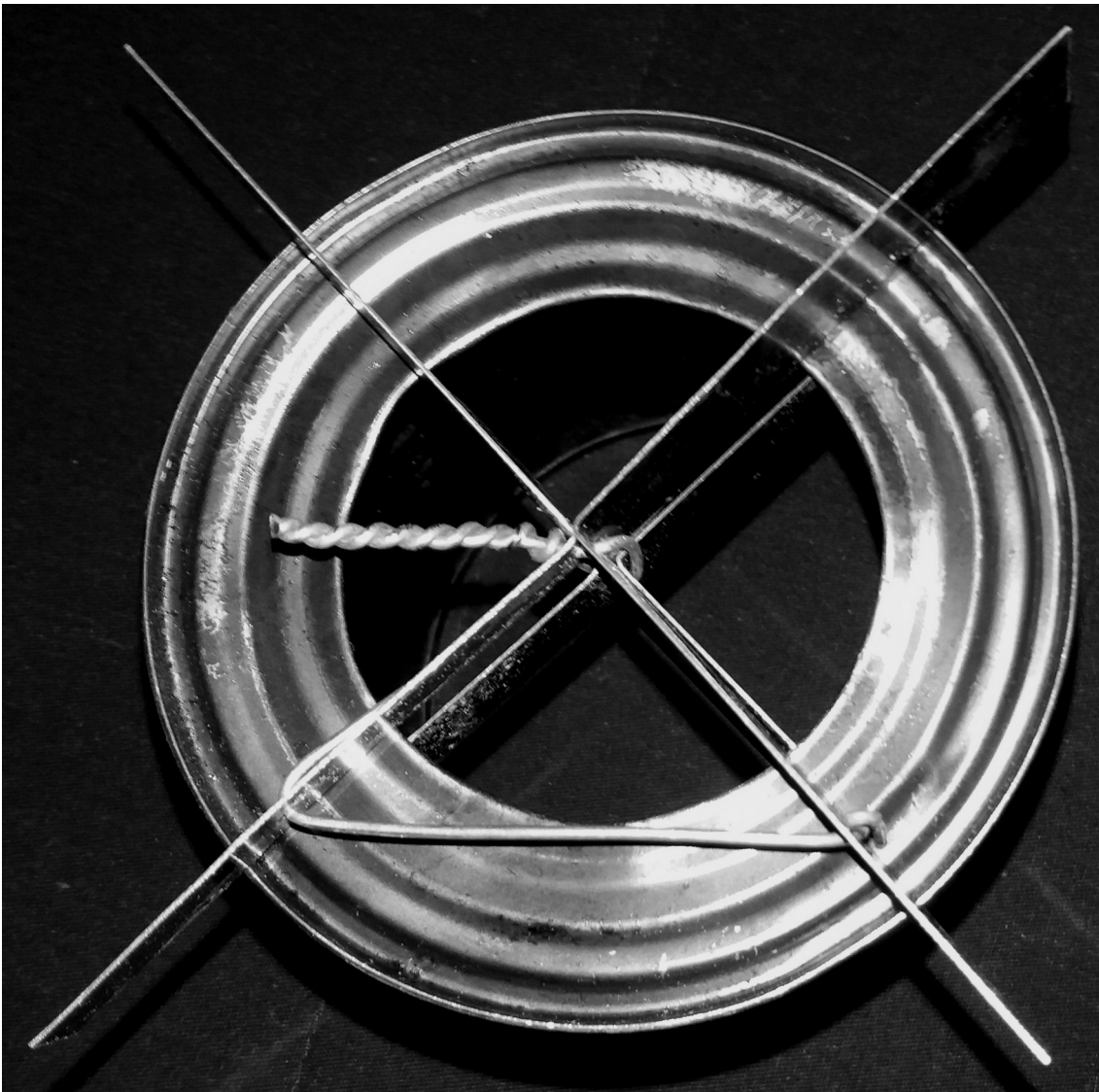


Abbildung 13: Kapselunterteil, 100er-Dose, “stapelbar-spezial”, ausgebrannt, Ansicht von unten. Doppeltes Ständerkreuz, vereinfachte Bauart. Vier Winkel aus stabilem Stahlblech bilden die Konstruktion, zwei innerhalb der Kapsel, zwei außerhalb der Kapsel. Jeder Winkel ist im Knick gelocht. Durch die vier Löcher wird eine Drahtschlinge (verzinkt, 1,4 mm stark) geführt und durch Verdrillen per Flachzange gespannt. Der in Abb. 12 durch den Drehungsfreiheitsgrad um die Vertikalachse bewirkte Kollaps des Ständerkreuzes wird hier durch einen leicht auf Zug beanspruchten, durch Umbiegen mit Haken versehenen, Drahtbügel (verzinkt, 1,4 mm dick) verhindert. Das Ständerkreuz ist nun stabil. Die beiden Bohrungen für die Haken wurden in 40 mm Abstand vom zentralen Knick nachträglich angebracht. Die beiden Winkel mit den aus Drahtwendeln bestehenden Kartuschenstopperrn (Abb. 7 und 8), welche den sich innerhalb der Kapsel befindlichen Teil des Ständerkreuzes bilden, werden einmal rechtwinklig so justiert, daß sie der Ausrichtung des äußeren Teils des Ständerkreuzes entsprechen. Der inliegende Teil des doppelten Ständerkreuzes, welcher die Kartusche trägt, wird durch die Klemmverbindung hinreichend fixiert.



Abbildung 14: 75er-Dose (75 mm Durchmesser, ca. 108 mm Höhe), stapelbar oder nicht-stapelbar, ausgebrannt, als Brennkartusche für Holzpellets oder Steckholz. Die Ansicht der stabilisierenden Sicken / Verprägung wird innen von einer Schicht Holzteer verdeckt. Auch das zweite Kaminsegment wird aus einer 75er-Dose gefertigt.

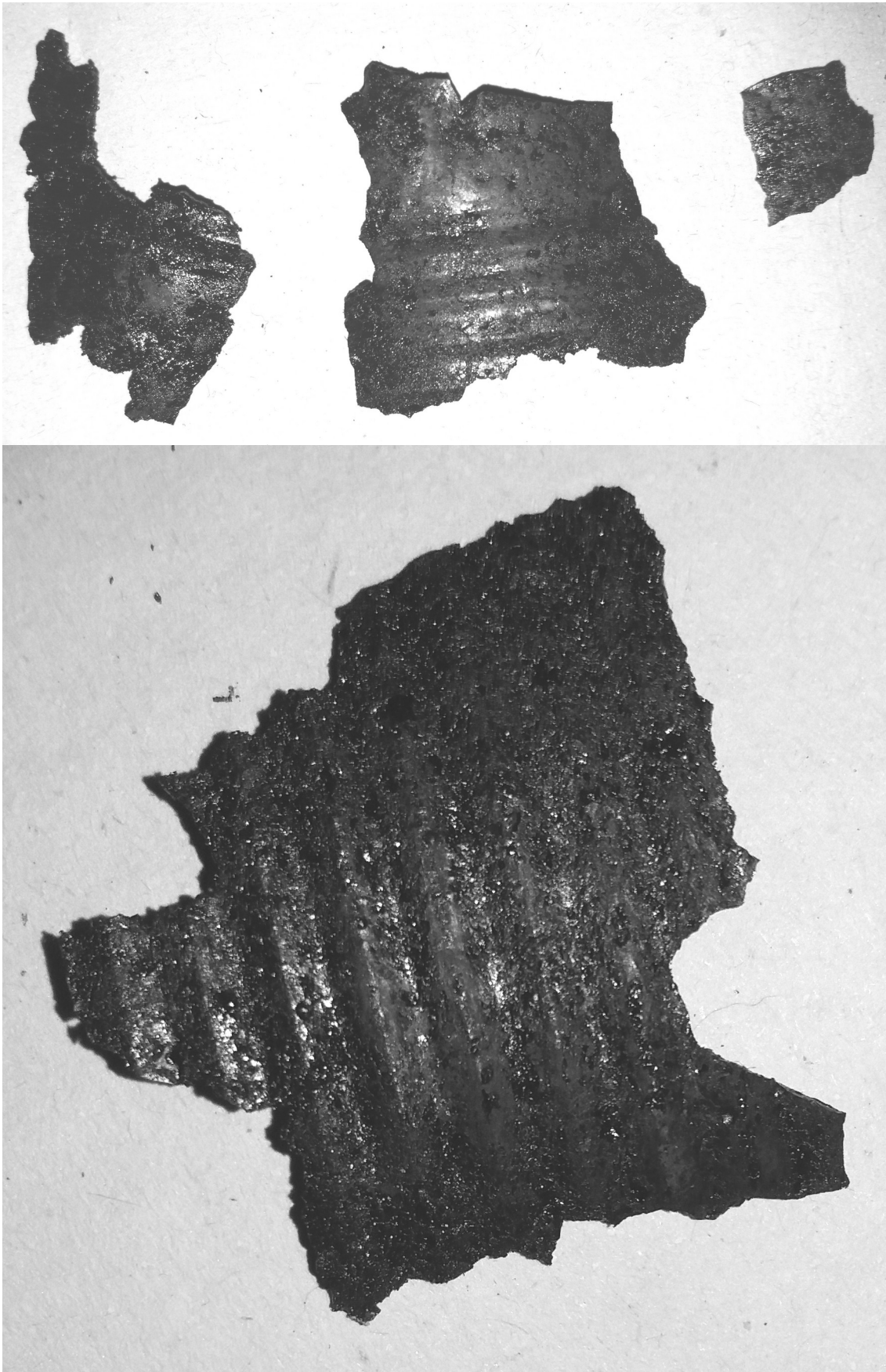


Abbildung 15: Abgelöste Holzteerablagerungen aus einer Brennstoffkartusche.



Abbildung 16: 75er-Dose, (75 mm Durchmesser, ca. 108 mm Höhe) stapelbar oder nicht-stapelbar, ausgebrannt, als Brennholzkartusche, hier befüllt und auf dem oberen Ständerkreuz im Kapselunterteil stehend. Die Kartusche ragt oben über den kleinen offenen Stirnseitenkreis des Kapselunterteils (100er-Dose, ausgebrannt, "stapelbar spezial") hinaus.



Abbildung 17: 100er-Dose (100 mm Durchmesser, 119 mm hoch), per Taschenmesser (Feststellklinge!) perforiert für die Herstellung des zentralen 70er/60er-Rundloches an der großen Stirnseite. Das kreisförmig-konzentrische, stabilisierende Prägeprofil bietet visuelle Hilfe. Der perforierte Kreis ist etwas kleiner. Später wird der Kreis durch Umbördeln der Kante aufgeweitet. Alle drei 100er-Dosen für die Mini-Holzgasheizung für drinnen benötigen diese Öffnung auf der Stirnseite mit dem großen Kreis. Der Kapseldeckel kann sogar von einer nicht stapelbaren Konservendose abgesägt werden. Das erste Kaminsegment benötigt eine stapelbare 100er-Dose, diese braucht aber keine ausgeprägte Verjüngung zum kleinen Stirnseitenkreis hin. Lediglich das Kapselunterteil erfordert die Dosenvariante "stapelbar-spezial".



Abbildung 18: 100er-Dose, ausgebrannt, Kreisdeckelblech der großen Stirnseite von außen. Herstellung der konzentrischen Kreisöffnung von 60 oder 70 mm Durchmesser. Nach dem Heraustrennen des runden Mittelbleches per Taschenmesser und Schraubenzieher wird der Rand vorsichtig mit Hilfe einer Chrom-Vanadium-Wasserpumpenzange umgebördelt.



Abbildung 19: 100er-Dose, gefalztes Rundblech der großen Stirnseite von außen. Konzentrische Kreisöffnung von 60 oder 70 mm Durchmesser für Kapselunterteil, erstes Kaminsegment, oder Kapseldeckel. Innenrand steht nach Umformen senkrecht.

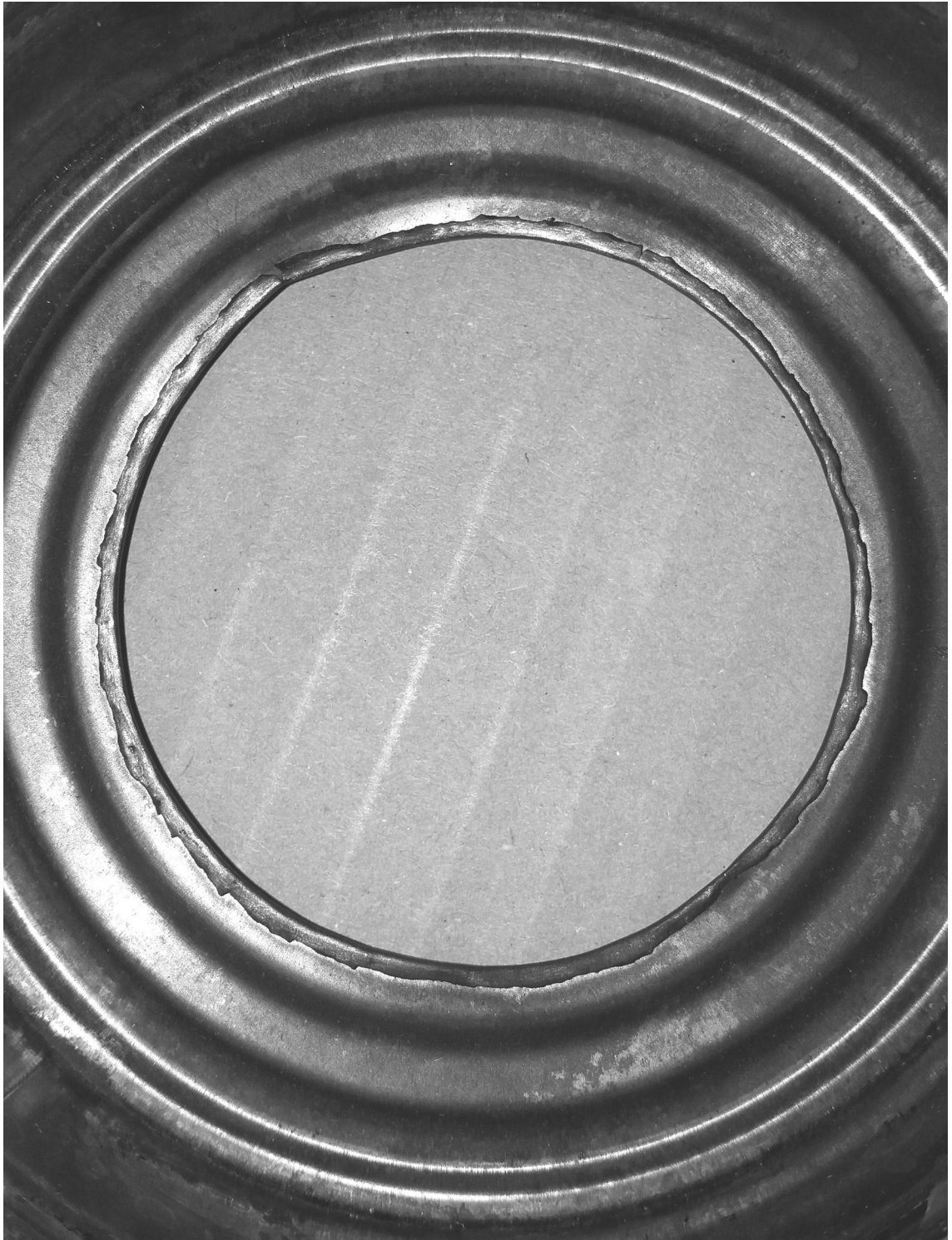


Abbildung 20: 100er-Dose, Ringblech der großen Stirnseite von innen. Konzentrische Kreisöffnung von ca. 60 mm Durchmesser für Kapselunterteil und erstes Kaminsegment. Mit der Wasserpumpenzange drücken wir den nach Umbördeln zu über 90 Grad zum Blech geneigten Rand rundherum platt ans Blech. In Abb. 21 das Gleiche mit 70 mm Durchmesser für den Kapseldeckel.

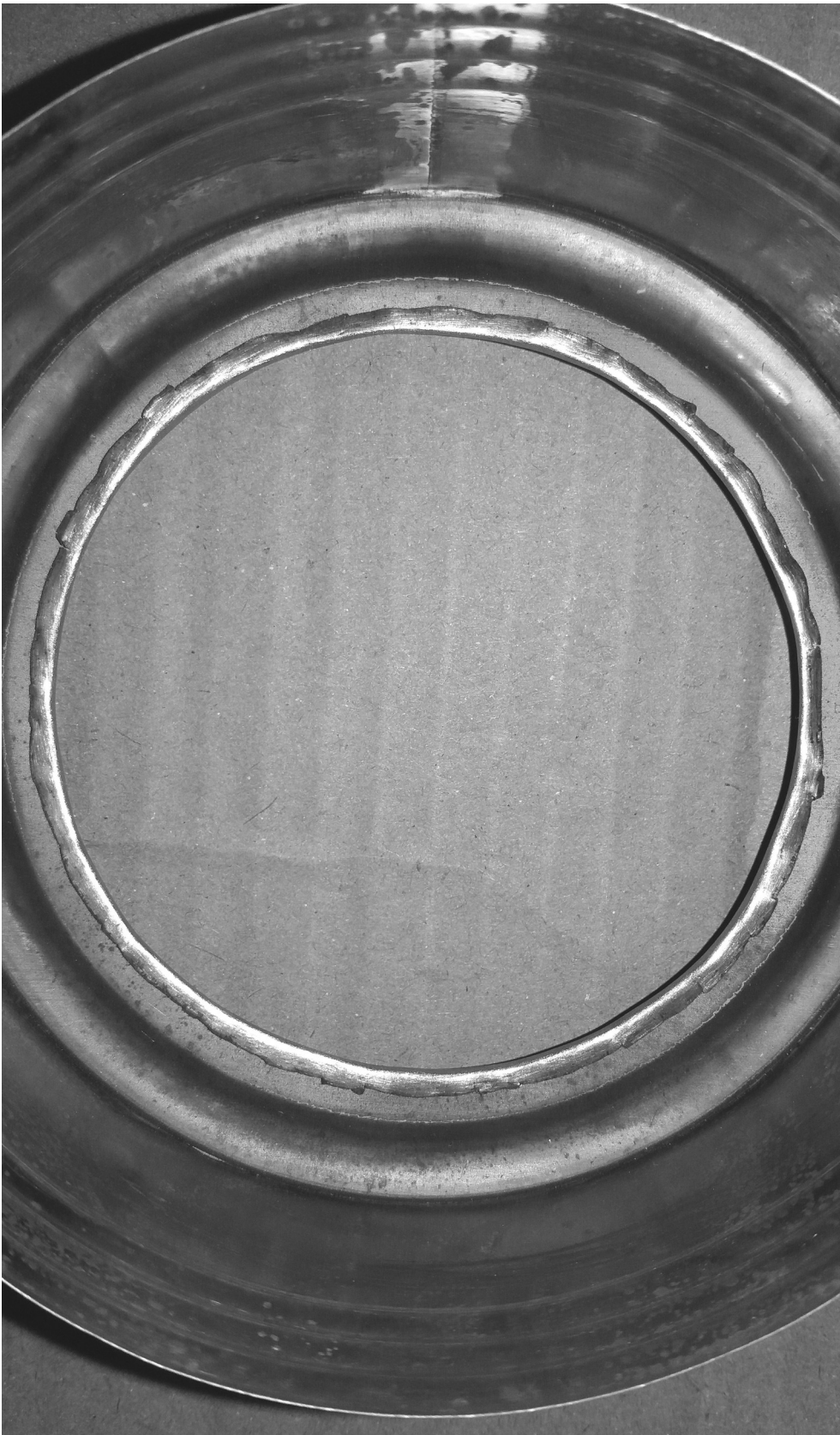


Abbildung 21: 100er-Dose, Ringblech der großen Stirnseite von innen. Konzentrische Kreisöffnung von ca. 70 mm Durchmesser für den Kapseldeckel.



Abbildung 22: 100er-Dose (100 mm Durchmesser, 119 mm hoch), ausgebrannt, Außenansicht der großen Stirnseite mit zentralem Rundloch von ca. 60 mm Durchmesser. Von diesem Werkstück werden für das Mini-Holzvergaseröfchen zwei Ausfertigungen benötigt. Das Teil kann bereits als fertiges unteres Kaminsegment dienen (sofern stapelbar!). Ein weiteres Exemplar wird zum Kapselunterteil ("stapelbar-spezial" erforderlich!) weiterverarbeitet. Hierfür wird ein doppeltes Ständerkreuz (Innenteil und Außenteil) am 60er-Rundloch angebracht (Abb. 6 bis 9). Für den Kapseldeckel kann sogar eine nicht-stapelbare 100er-Dose verwendet werden, welche ein zentrales Rundloch von 70 mm Durchmesser erhält. Für die Weiterverarbeitung zum Kapseldeckel wird die Dose am Mantel rundherum abgesägt (in der Höhe reduziert, Abb. 23 und 24).

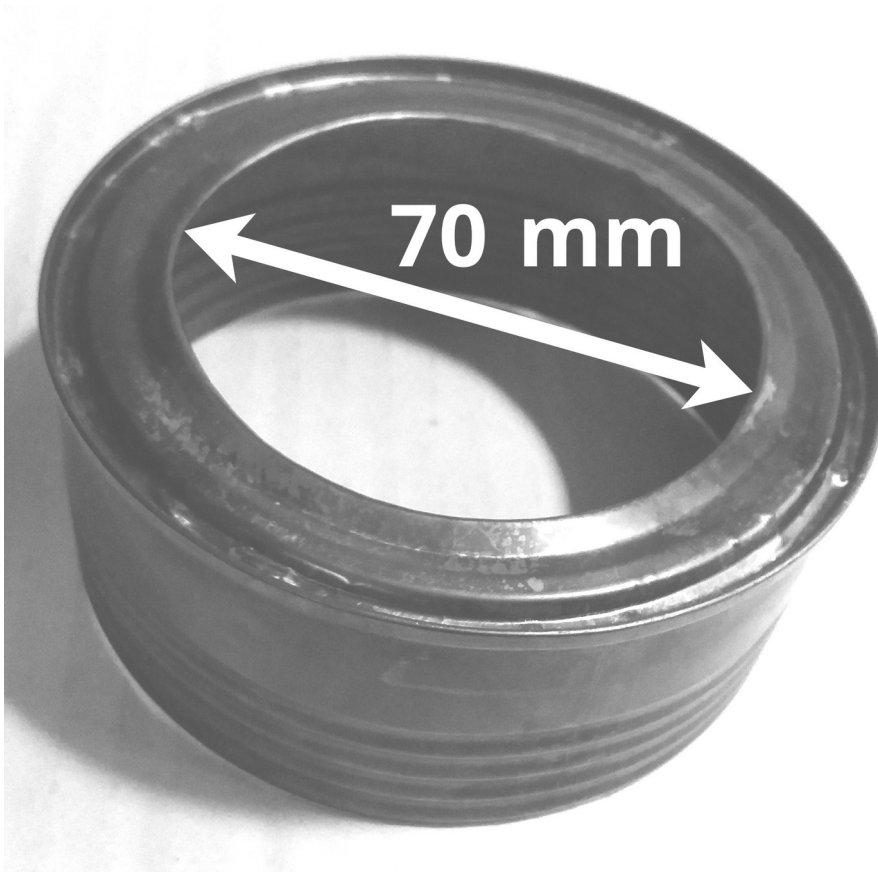


Abbildung 23: Kapseldeckel (abgesägt von einer 100er-Dose), von oben.

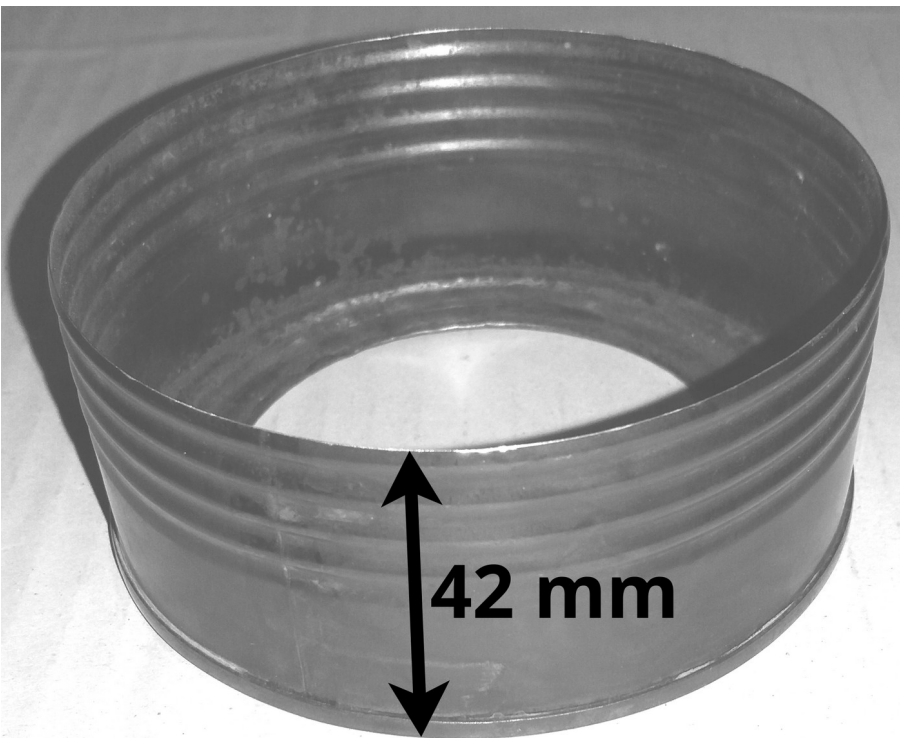


Abbildung 24: Kapseldeckel von unten, ca. 38,5 bis 42 mm Mantelhöhe.

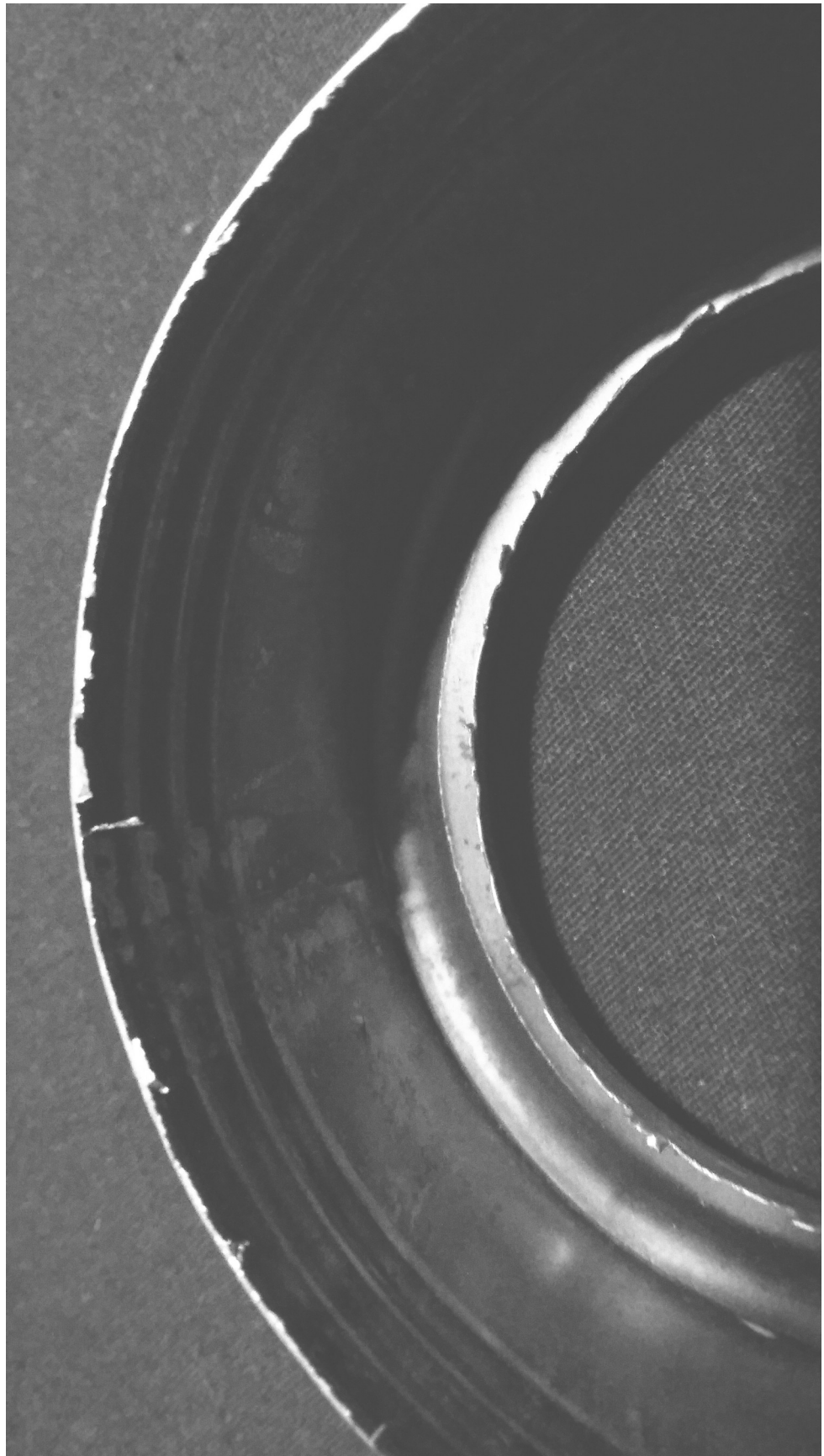


Abbildung 25: Kapseldeckel aus 100er-Dose, ausgebrannt. Grate am Mantel nach Absägen, der umgeformte Rand des Rundlochs noch nicht plattgedrückt.



Abbildung 26: Die scharfkantigen Grate aus Abb. 25 nach Entfernen derselben mittels feinem Schleifpapier.



Abbildung 27: 100er-Dose (100 mm Durchmesser, 119 mm hoch) stapelbar oder nicht-stapelbar, mit oder ohne Abreißdeckel zwecks Öffnen, Öffnung möglichst am großen Stirnseitenkreis, nicht ausgebrannt, weil sie sonst undicht wird. Bei den aufreißbaren Varianten wird der schmale, senkrecht auf dem Mantel stehengebliebene Rundsteg per Dosenöffner entfernt. Die 100er-Dose mit intakter Lackschicht ist Bestandteil der neuen standardisierten Zündroutine für Holzstifte und dient als Behälter für die Ethanoltunke von (maximal) 25 mm Füllhöhe. 100er-Dosen mit Großkreisabreißdeckel sind zur Zeit die gängigste Variante und können für die Ethanoltunke verwendet werden. Für die Teile des Öfchens sind Dosen dieser Bauart leider nicht zu gebrauchen. Für die Brennkapsel (Deckel / Unterteil) und das erste Kaminsegment können wir leider nur die seltenen Ausfertigungen der 100-Dosen, also solche mit Kleinkreisabreißdeckel oder herkömmliche stapelbare Dosen, welche nur mittels Dosenöffner entleert werden können, verwenden. Der Kapseldeckel kann auch aus einer nicht-stapelbaren 100er-Dose gefertigt werden.

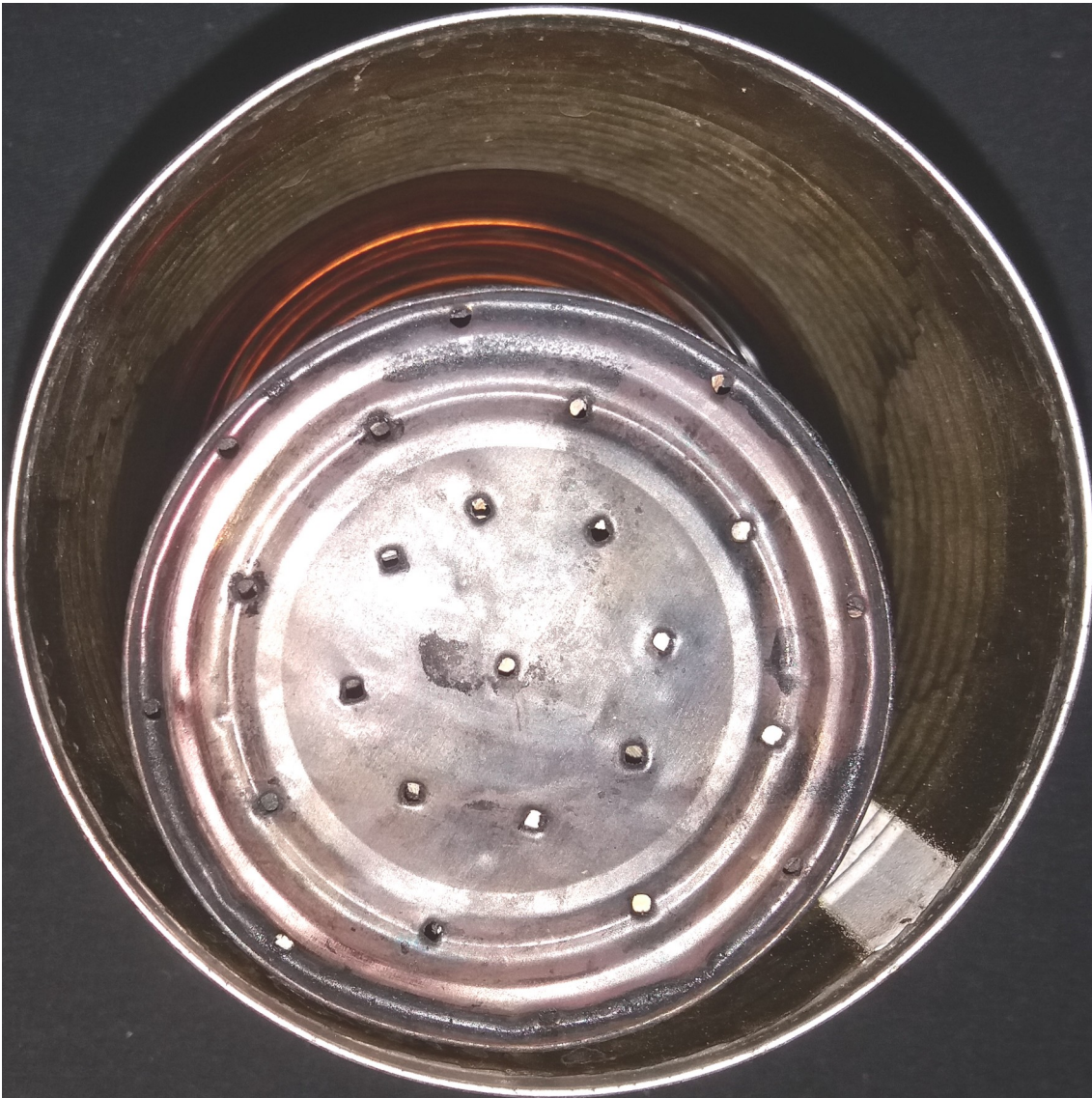


Abbildung 28: 100er-Dose (100 mm Durchmesser, 119 mm hoch) vom Typ stapelbar, Großkreisabreißdeckel, nicht ausgebrannt, weil sie sonst undicht wird. Nach Öffnen durch Aufreißen wurde der schmale, senkrecht auf dem Mantel stehengebliebene Rundsteg per Dosenöffner entfernt. Die 100er-Dose ist Bestandteil der neuen standardisierten Zündroutine für Holzstifte und dient als Behälter für die Ethanoltunke von (maximal) 25 mm Füllhöhe.

Darinnen eine kopfstehende, mit Holzstäben klemmend befüllte, Kartusche (75er-Dose, 75 mm Durchmesser, ca. 108 mm Höhe, ausgebrannt), welche am Stirnseitenkreis des Bodenbleches neuerdings 25 statt 17 konzentrisch angeordnete Luftlöcher von 2 mm Durchmesser erhalten hat, wie man hier sieht.



Abbildung 29: 75er-Dose (75 mm Durchmesser, ca. 108 mm Höhe), stapelbar oder nicht-stapelbar, ausgebrannt, als Brennkartusche für Holzpellets oder Steckholz, Innenansicht. Um das zentrale Loch am Kartuschenboden liegen drei konzentrische Kreise, auf denen je acht weitere Löcher äquidistant angebracht werden. Der innere Kreis hat einen Radius von 15 mm (Durchmesser 30 mm). Für das Anzeichnen des Innenkreises lohnt sich die Anfertigung einer Schablone (Abb. 32). Die äußeren Kreise werden nach Augenmaß so angebracht, daß die Holzcharge von der gesamten Kreisfläche her gleichmäßig Luft bekommt. Die konzentrische Profilierung des runden Stirnseitenbleches zum Rand hin macht hier die Verwendung einer Schablone überflüssig. $8 + 8 + 8 + 1$ in der Mitte macht 25 Löcher (hier abgebildet die alte Version mit 17 Löchern), angebracht mit einem Nagel von 2 mm Durchmesser (mit einer Schieblehre nachmessen!). Der Schwelbrand darf nicht zu viel und nicht zu wenig Luft bekommen und das möglichst gleichmäßig (Gleichverteilung der Luftlöcher). Immer sorgfältig anzeichnen und maßhaltig arbeiten!

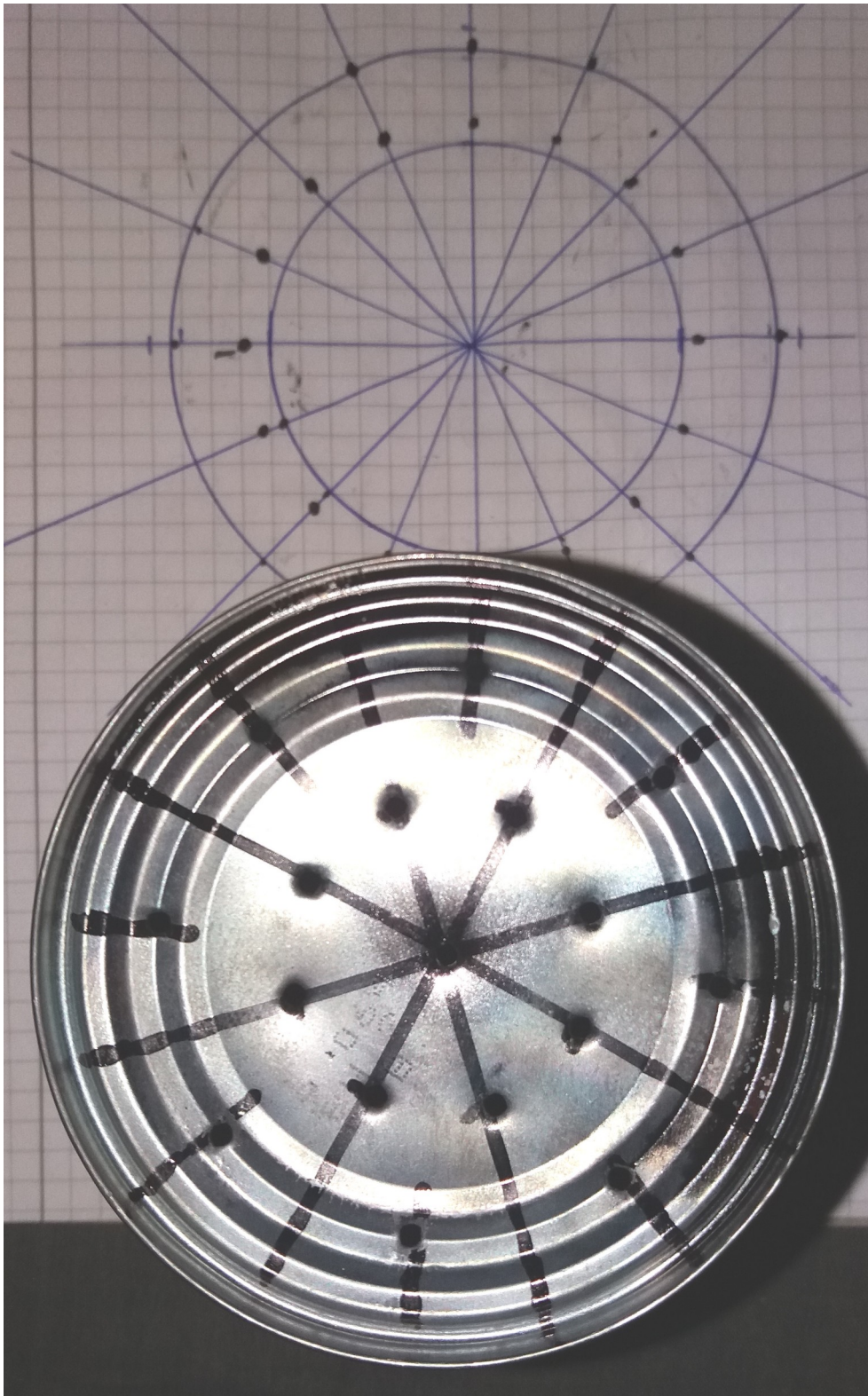


Abbildung 30: Anzeichnen der 25 Luftlöcher (neue Version!) von 2 mm Durchmesser. Unten: 75er-Dose (75 mm Durchmesser, ca. 108 mm Höhe), stapelbar oder nichtstapelbar, ausgebrannt, als Brennholzkartusche, die geschlossene Stirnseite von außen betrachtet, per Filzstift mit einem Liniengitter versehen. Oben: Eine 16-segmentige, kreisförmige Tortenschablone, auf kariertem Papier aufgebracht, als wiederverwendbare Hilfe zum Anzeichnen.

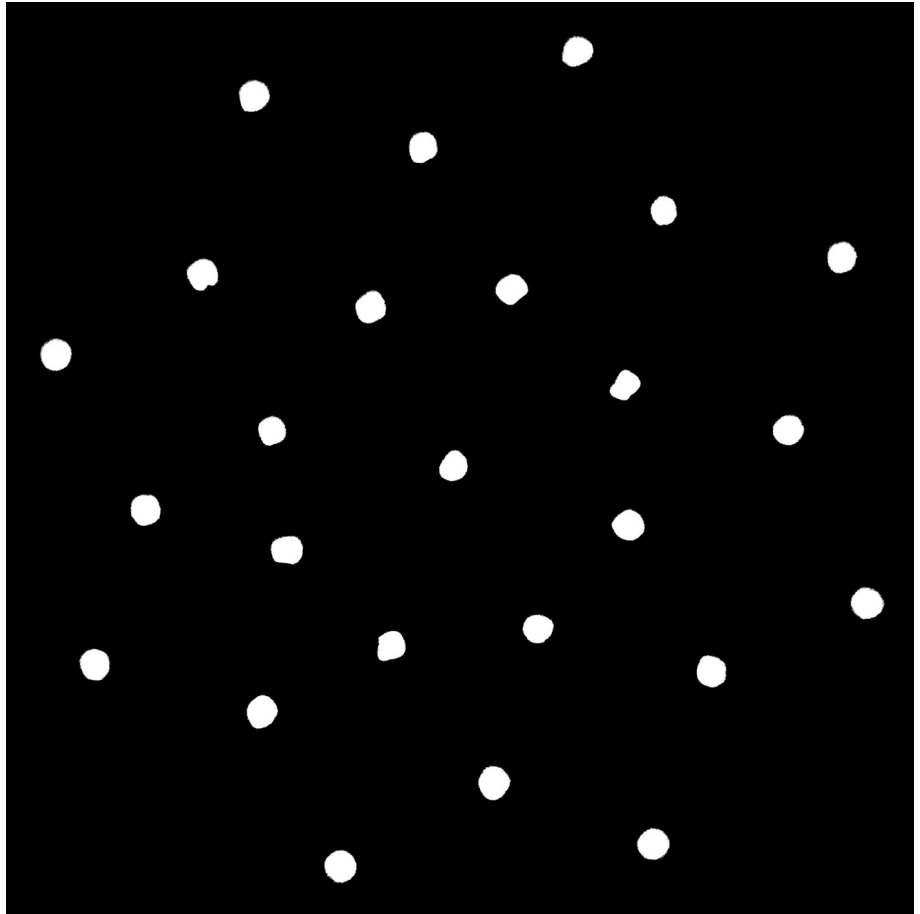


Abbildung 31: 25 Luftlöcher von 2 mm Durchmesser im Boden einer 75er-Dose, (75 mm Durchmesser, ca. 108 mm Höhe) stapelbar oder nicht-stapelbar, ausgebrannt, als Brennholz-Kartusche.

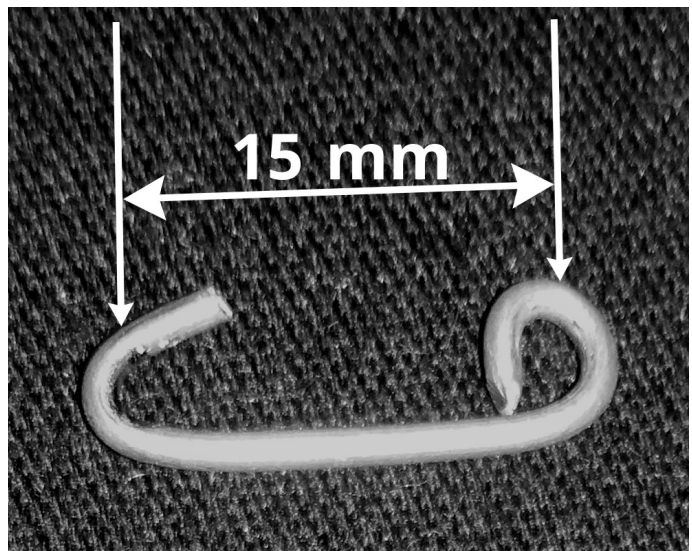


Abbildung 32: Zirkelschablone aus 1,4 mm starkem, verzinktem Stahldraht zum Anzeichnen eines Kreises von 15 mm Radius. Hilfsmittel zum maßhaltigen Platzieren der Luftlöcher am Boden der Brennkartusche.

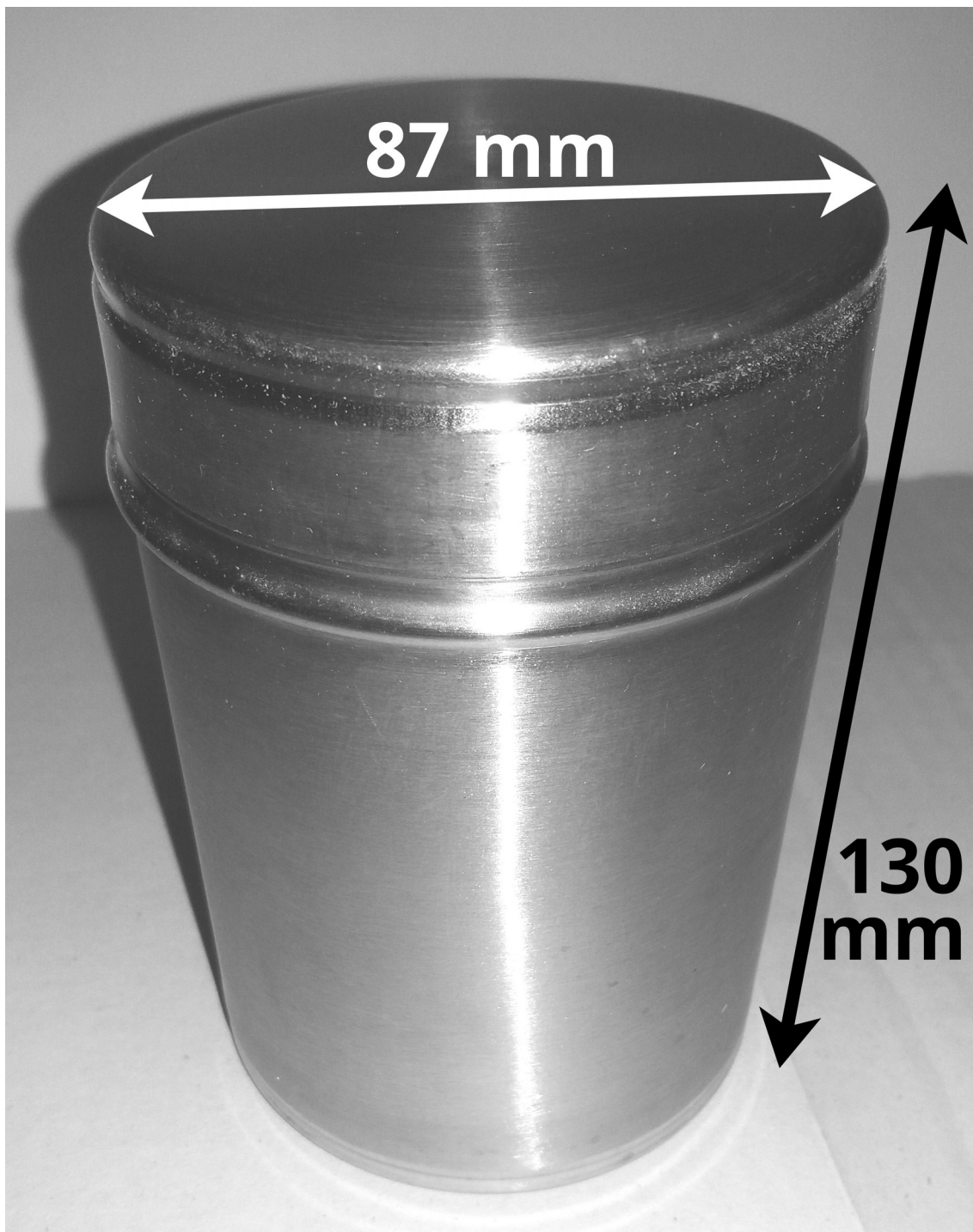


Abbildung 33: V2A-Stahlgewürzdose, dicht schließend, als Container zum Erstickten einer Kartusche mit glühender Holzkohle. Muß zum Öffnen jeweils per Schraubenzieher aufgehebelt werden, weil der Holzteer mit der Zeit leider als Kleber, vorteilhafterweise aber auch als Dichtung wirkt. Durch die Praxis des Aufhebelns ist es mir nun tatsächlich passiert, daß ich ein solches Exemplar mittels Schraubenzieher beschädigt habe. Es ist ein Loch entstanden, der Behälter ist dadurch undicht und unbrauchbar geworden und muß ausgetauscht werden.

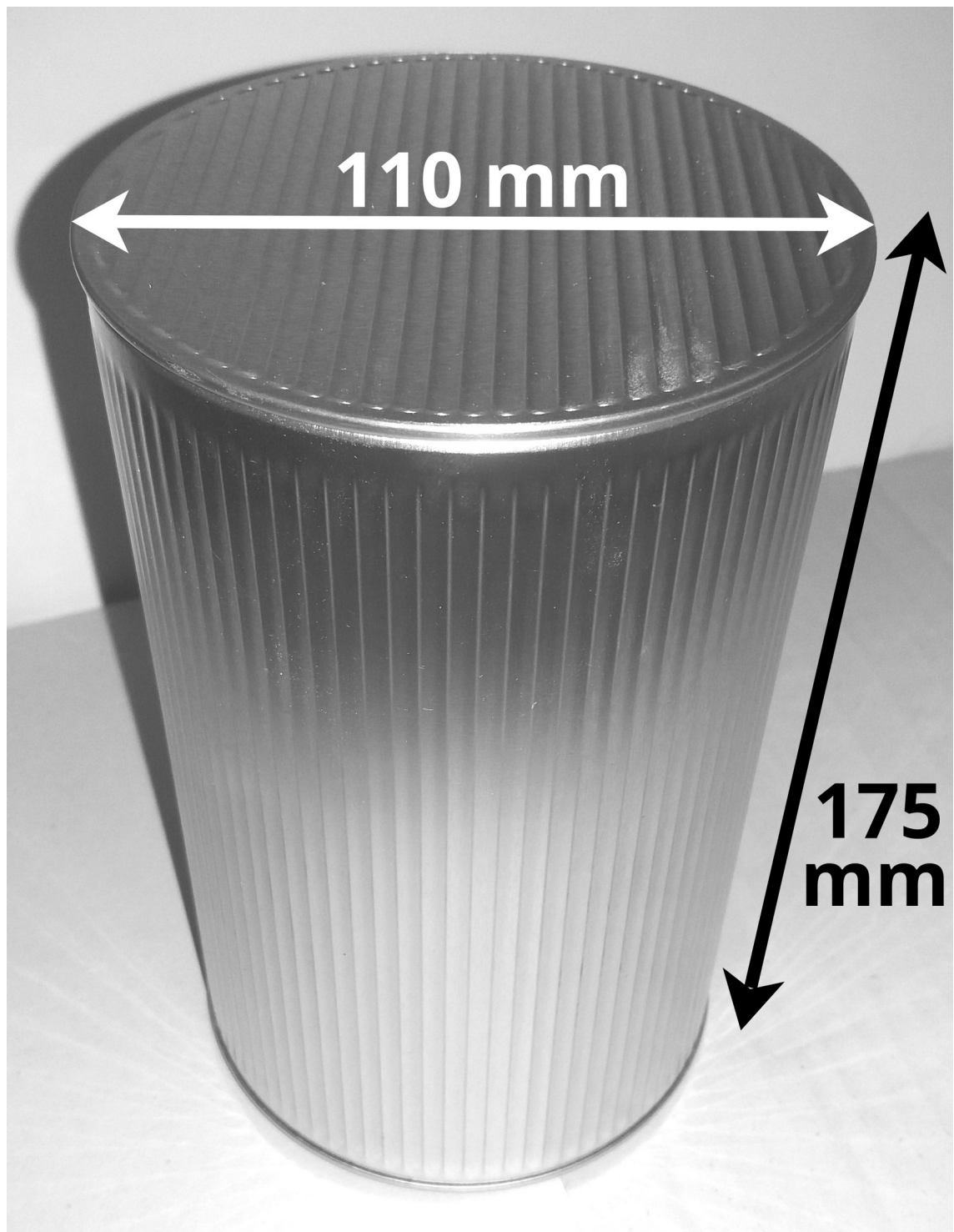


Abbildung 34: Wiederverwendbare Weißblechdose, ohne Lackschicht, mit dicht schließendem Deckel, zweckentfremdet als Kartuschencontainer zum Ersticken der Holzkohle. Meistens sind solche Behälter lackiert. Dann müssen diese ausgebrannt, zweimal sorgfältig mit Seife und Schwämmchen ausgewaschen und abgetrocknet werden (S. 77). Die Lackschicht würde ansonsten unter der Hitzeeinwirkung der Brennstoffkartusche ausgasen und unangenehm riechen. Es kann auch eine ausgebrannte Farbdose verwendet werden, wenn sie hinreichend dicht abschließt. Während der Mantel einer Lebensmittelkonservendose eine kaum sichtbare, senkrechte Schweißnaht aufweist, besitzt eine verschließbare Weißblechdose stattdessen eine senkrechte Falz.



Abbildung 35: Öfchen-Container aus Gastronomiekonservendose (Höhe ca. 238 mm, Durchmesser ca. 155 mm), ausgebrannt, mit Handgriff, genietet.



Abbildung 36:

Öfchencontainer aus Gastronomiekonservendose (Höhe ca. 238 mm, Durchmesser ca. 155 mm) mit Handgriff. Letzterer besteht aus einem 1 mm starken, 30 mm breiten und 200 mm langen Streifen preiswerten Baustahls, gebogen mittels Schraubstock und Hammer. Ich selbst habe einen winzig kleinen, mobilen Schraubstock verwendet. Feste Verbindung mittels vier Aluminiumflachkopfblindnieten von 4 mm Durchmesser, 10 mm lang ab Flachkopf. Der Flachkopf kommt an der Innenwand der Dose zu liegen. Die preiswerteste Baumarktblindnietenzange kann verwendet werden. Bleche vor dem Bohren der Löcher aus Gründen der Maßhaltigkeit und Paßgenauigkeit stets ankörnen.



Aluminiumflachkopfblindniete



Abbildung 37: 75er-Dose (75 mm Durchmesser, ca. 108 mm Höhe), stapelbar oder nicht-stapelbar, ausgebrannt, Stirnseitenbleche entfernt, als zweites Kaminsegment (s.a. Abb. 38). Das verbleibende Rohrstück wird durch zwei vertikale Zylindermantelschnitte mittels einer Bleischere oder einer Mini-Trennscheibe auf einem Multifunktionswerkzeug (Schutzbrille, Gehörschutz, Atemschutz benötigt!) in zwei annähernd gleichgroße Halbschalen zerteilt. Die Halbschalen werden mit einem Scharnier (Klavierband) verbunden. Der Kraftschluß erfolgt mittels Nietverbindung. Wir verwenden die gleiche Sorte Flachkopfblindnieten wie zum Anbringen des Griffes an den Öfchencontainer (Abb. 36). Wie bei letzterem werden auch bei den beiden Halbschalen des zweiten Kaminsegments die Flachköpfe der Blindnieten an der Innenseite angebracht. Mit Hilfe der oben montierten Drahtgriffe (verzinkter Stahldraht, 200 mm lang, 1,4 mm dick) ist das zweite Kaminsegment in einem begrenzten Winkel variabel aufklappbar. Auf diese Weise läßt sich der durch das Bauteil erzeugte Wärmeauftrieb stufenlos regeln. Die Variante der ersten Buchauflage bot mit dem per Draht angebrachten Spiegel die Möglichkeit, den Status eines Abbrandes sichtbar zu machen. In der neuen Ausführung reflektieren bei geschlossenen (leicht überlappenden) Halbschalen die oben angebrachten Flachköpfe der Blindnieten das Licht der Holzgasflamme. Da das Öfchen auf dem Boden steht, wird ein Beobachter zumeist von schräg oben auf das zweite Kaminsegment blicken. Sollten die oberen Flachköpfe der Blindnieten im Laufe der Zeit durch Oxidation matt werden, kann man unter den beiden benachbarten Drahtschlaufen einen Streifen Aluminiumfolie hindurchschieben und bei aufgeklappten Halbschalen einfach durch zweimaliges Umfalten befestigen. Damit hat man wieder einen Spiegel geschaffen. Der Schmelzpunkt von Aluminium liegt bei ca. 660 °C. Eine solch hohe Temperatur wird während eines Abbrandes an keinem Teil des Öfchens erreicht. Bauartbedingt sind die oben angebrachten Drahtgriffe wärmeisoliert.

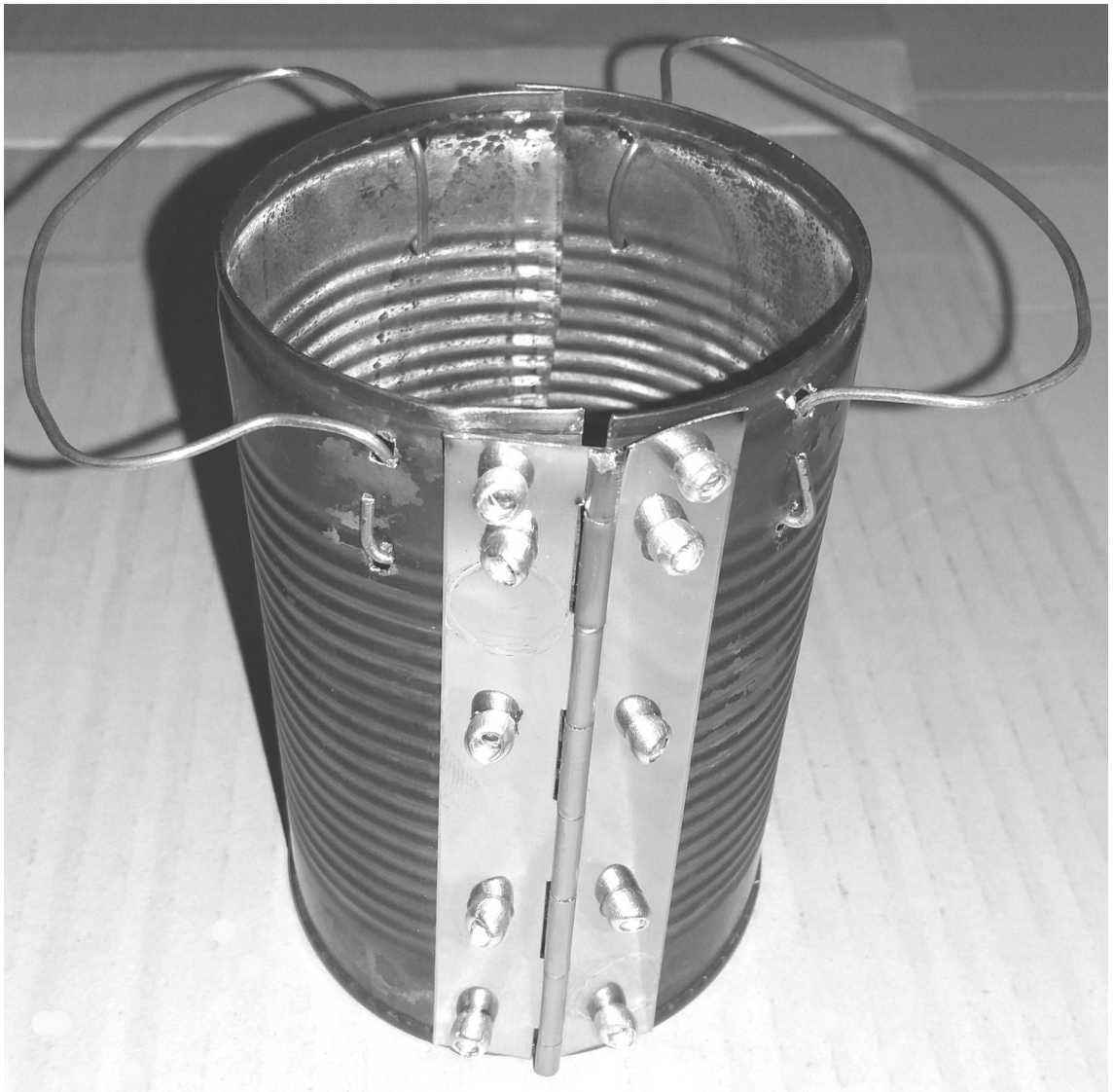


Abbildung 38: 75er-Dose (75 mm Durchmesser, ca. 108 mm Höhe), stapelbar oder nicht-stapelbar, ausgebrannt, Stirnseitenbleche entfernt, als zweites Kaminsegment (s.a. Abb. 37). Hier das Scharnier (Klavierband), welches die beiden getrennten Halbschalen aufklappbar verbindet, von außen betrachtet. Die Halbschalen sind in dieser Ansicht geschlossen, d.h. an der dem Scharnier gegenüberliegenden Seite ein wenig überlappend. Wird das Kaminsegment einen Spalt geöffnet, ist die kontrollierende Sicht auf den Abbrandstatus ohne Spiegel gewährleistet. Die Halbschalen-Scharnier-Lösung kommt dem Wunsch entgegen, einen Jo-Jo-Effekt in der Schwankung der Höhe der Holzgasflamme zu vermeiden, sofern dieser auf die Stufigkeit des Auftriebs bei Abnehmen und Wiederaufsetzen eines zweiten Kaminsegments fester Höhe und festen Querschnitts zurückzuführen ist. Leider kann ein solcher, zuweilen vorkommender Jo-Jo-Effekt bei Verwendung von Holzpellets auch von einer inhomogenen Schüttung des Brenngutes herrühren, welche zufallsbedingt immer vorkommen kann. Fertigungshinweise: Die Scharnierstange wird von den Scharnierbuchsen umschlossen, welche durch seitliches Rundbiegen einer Scharnierbandhälfte erzeugt wurden. Die Scharnierbuchsen der beiden Flügel eines Scharnierbandes wechseln einander ab. Die Scharnierbuchsen stabilitätshalber grundsätzlich mittig absägen. Die Gesamtlänge des Scharniers ist nachrangig. Nach Ansägen der Scharnierstange kann das Klavierband per Blechschere geschnitten werden. Die Halbschalen lassen sich bei Bedarf durch Biegen nachjustieren.



Abbildung 39: Brennstoffvariante Holzpellets (maschinell unter hohem Druck gepreßte Sägespäne), genormt, Durchmesser 6 mm, aus Laub- und Nadelholz, frei von Zusatz- und Bindemitteln, handelsüblich, verbreitet, preiswert. Zerbröselte und zu feinkörnige Pellets vom Grund eines fast leeren Gebindes verstopfen die Luftzufuhr innerhalb der Brennkartusche und müssen mittels eines Siebs und/oder durch Handverlesen ausgesondert werden.



Abbildung 40: Holzstifte, 10 cm Länge. Runde, halbrunde und eckige Profile.

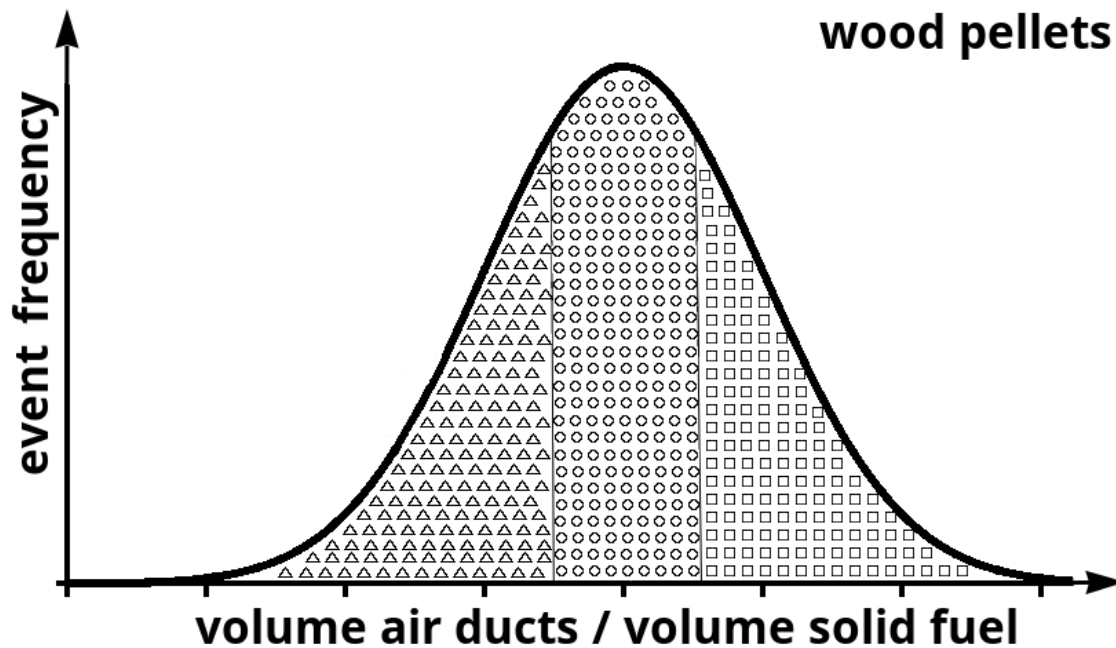


Abbildung 41: Hypothetische Gaußkurve der Häufigkeitsverteilung der Belüftungsquotienten für Abbrändeinzereignisse (Kartuschendurchläufe) mit Holzpellets, siehe Unterkapitel "Physik, Mini-Holzgasöfchen für drinnen", S. 99.

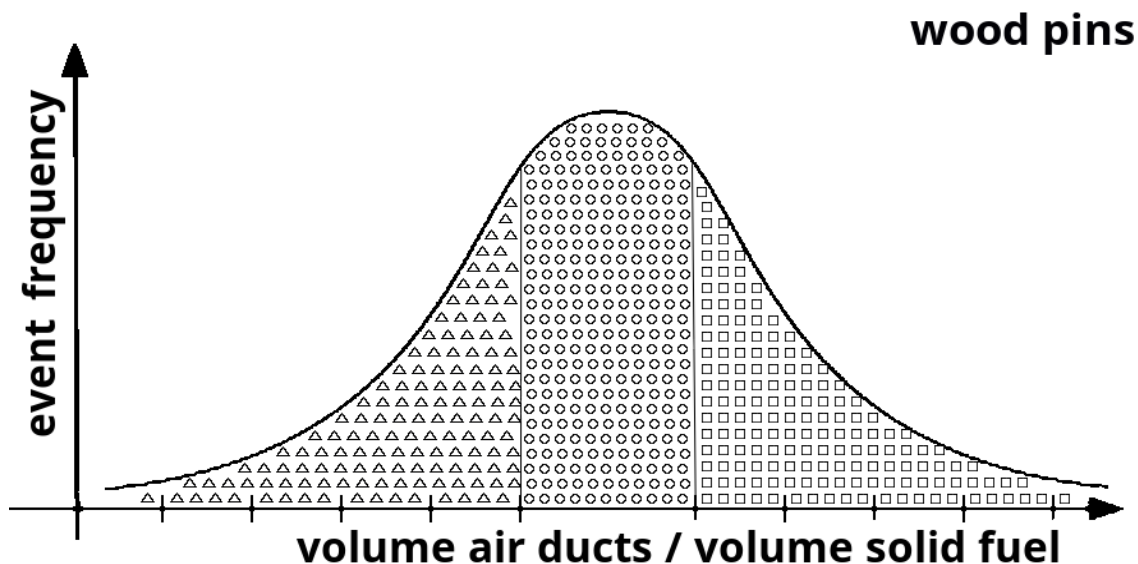


Abbildung 42: Hypothetische Gaußkurve der Häufigkeitsverteilung der Belüftungsquotienten für Abbrändeinzereignisse (Kartuschendurchläufe) mit Holzstiften, siehe Unterkapitel "Physik, Mini-Holzgasöfchen für drinnen", S. 99.



Abbildung 43: Kleine Holzhackstücke zum Einlegen in Brennspritus, als Rauchstopper, Beschleuniger und Starter, letzteres nur für Holzpellets.



Abbildung 44: Holzhackstückchen (keine Holzpellets! Pinzette benötigt!), eingelegt in Brennspiritus, als Rauchstopper, Beschleuniger und Starter, letzteres nur für Holzpellets, aufbewahrt in einem kleinen, dicht schließenden Glas.



Abbildung 45: Glas mit Federverschluß und Gummidichtung (ca. 0,25 Liter) zum Einlegen und Aufbewahren der Holzhackstückchen in Brennspiritus.

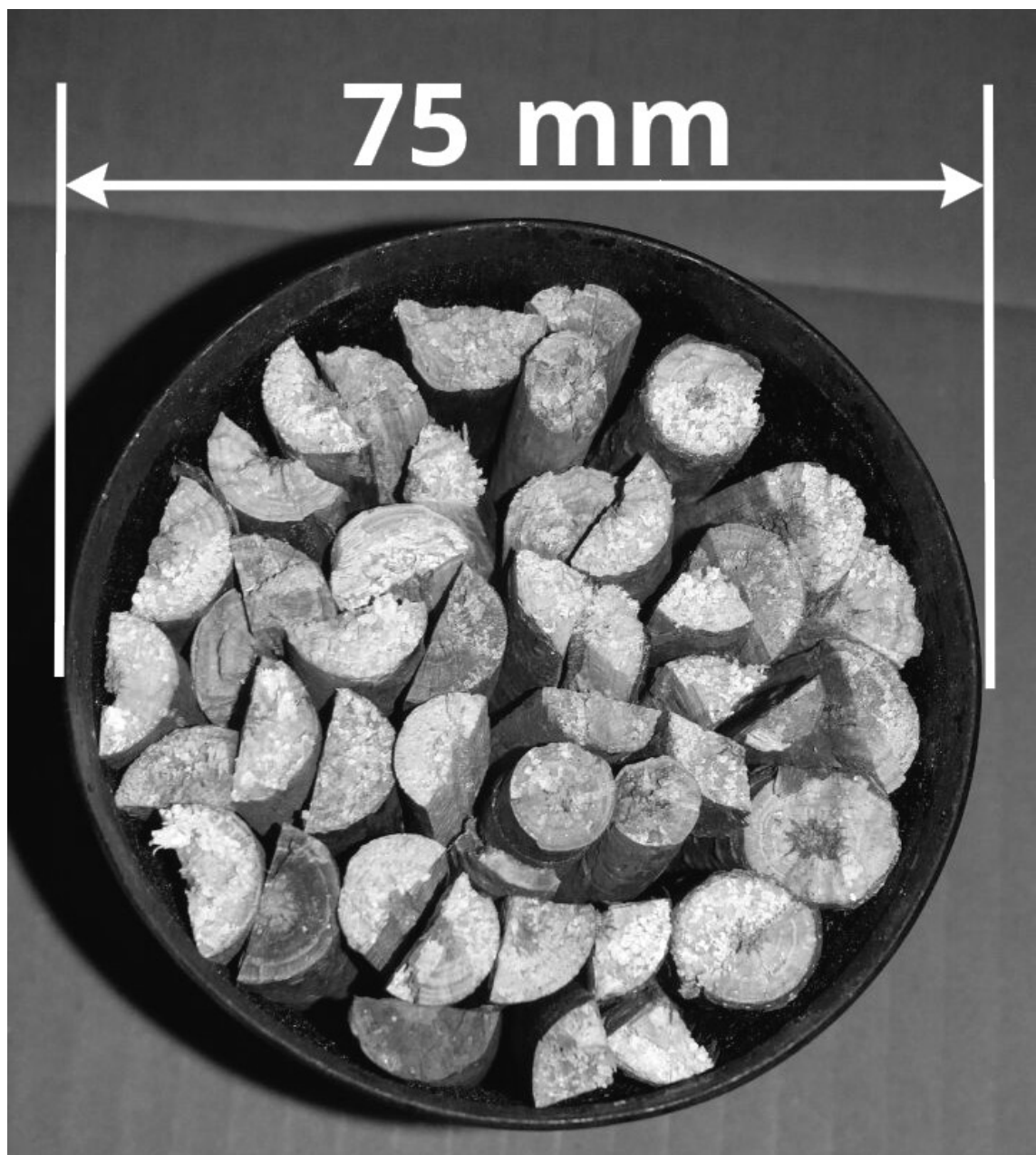


Abbildung 46: Holzstifte in Kartusche, klemmend gepackt. 75er-Dose (75 mm Durchmesser, ca. 108 mm Höhe), stapelbar oder nicht-stapelbar, ausgebrannt, als Brennholzkartusche, hier abgebildet mit Holzstiften, kann auch mit Holzpellets verwendet werden. Nach der losen Bestückung mit 100 mm langen, nicht zu dicken, stabförmigen Holzstiften werden die verbliebenen, größeren Zwischenräume vorsichtig, unter Zuhilfenahme eines Hammers, weiter mit Holzstäben gestopft. Die gestopfte Kartusche soll leicht unter Spannung stehen, dergestalt, daß bei einer 180-Grad-Drehung kein Stab von selbst herausfällt. In den Abbildungen 47 und 48 sieht man durchschnittlich dickere und von mehr ebenen Flächen begrenzte Stäbe. Zu empfehlen sind immer eine genügende Anzahl Holzstifte mit kleinen Querschnitten. Da diese allein noch keinen gelingenden Abbrand garantieren, wurden in der 2. Auflage markierte Dummystäbe (Abb. 49) eingeführt, welche nachträglich entfernt werden. Des weiteren gibt es nun eine neue, standardisierte Zündroutine (siehe Unterkapitel: "Regeln nur für Holzstifte, Langversion").



Abbildung 47: Holzstifte in Kartusche, klemmend gepackt.



Abbildung 48: Holzstifte in Kartusche, klemmend gepackt.

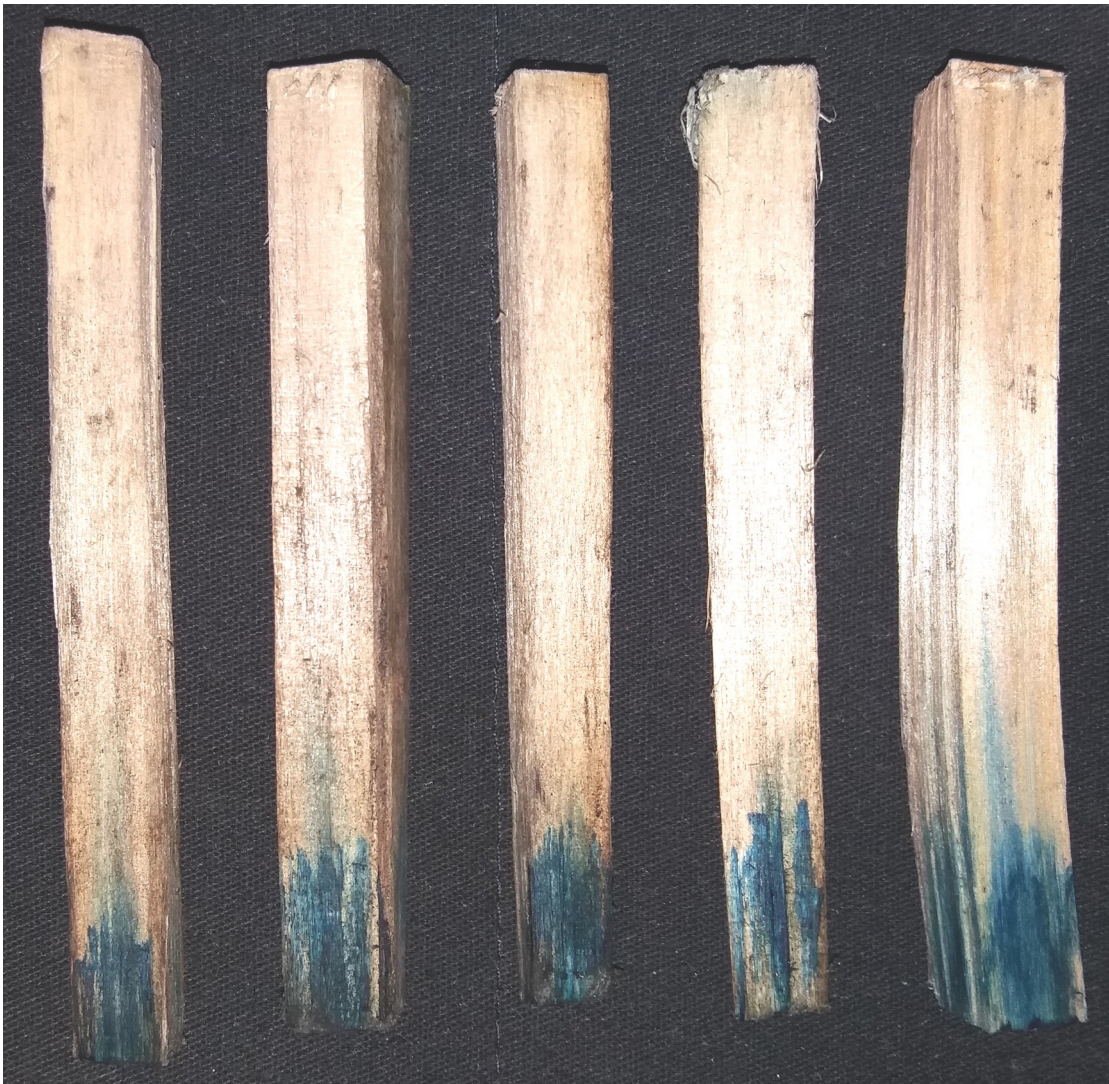


Abbildung 49: fünf Dummystäbe zur Schaffung von Luftkanälen, Querschnitt ca. je 1 cm², zwecks Wiederverwendung farbig oder durch leichte Überlänge (dürfen nicht über den Rand der Kartusche hinausragen!) markiert.

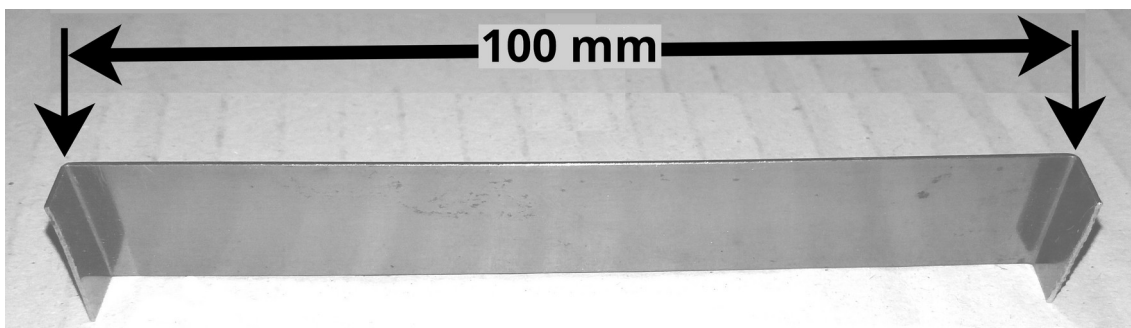


Abbildung 50: 100-mm-Meßschablone aus Verpackungstahl für die Herstellung 100 mm langer Holzstifte.



Abbildung 51: Gastronomiekonservendose, gleicher Durchmesser wie die Dose für den Öfchen-Container, Variante mit geringerer Höhe, kann mit zwei Fliesenstreifen (gegen Wegrollen) als Untersatz zum Ausbrennen der für den Bau des Öfchens benötigten Konservendosen verwendet werden.



Abbildung 52: Lötbrenner, zum Ausbrennen der Konservendosen, adaptiert, auf Asia-gaskartusche in Aktion.



Abbildung 53: Lötbrenner zum Ausbrennen der Konservendosen mit Schraubanschluß.



Abbildung 54: Teure Baumarktgaskartusche mit Schraubanschluß.



Abbildung 55: Preiswerte Asiagaskartusche mit Bajonettanschluß.



Abbildung 56: Löt Brenneranschlußadapter für Asiagaskartuschen.



Abbildung 57: Löt Brenner-Asiagaskartuschenadapter, Unterseite.

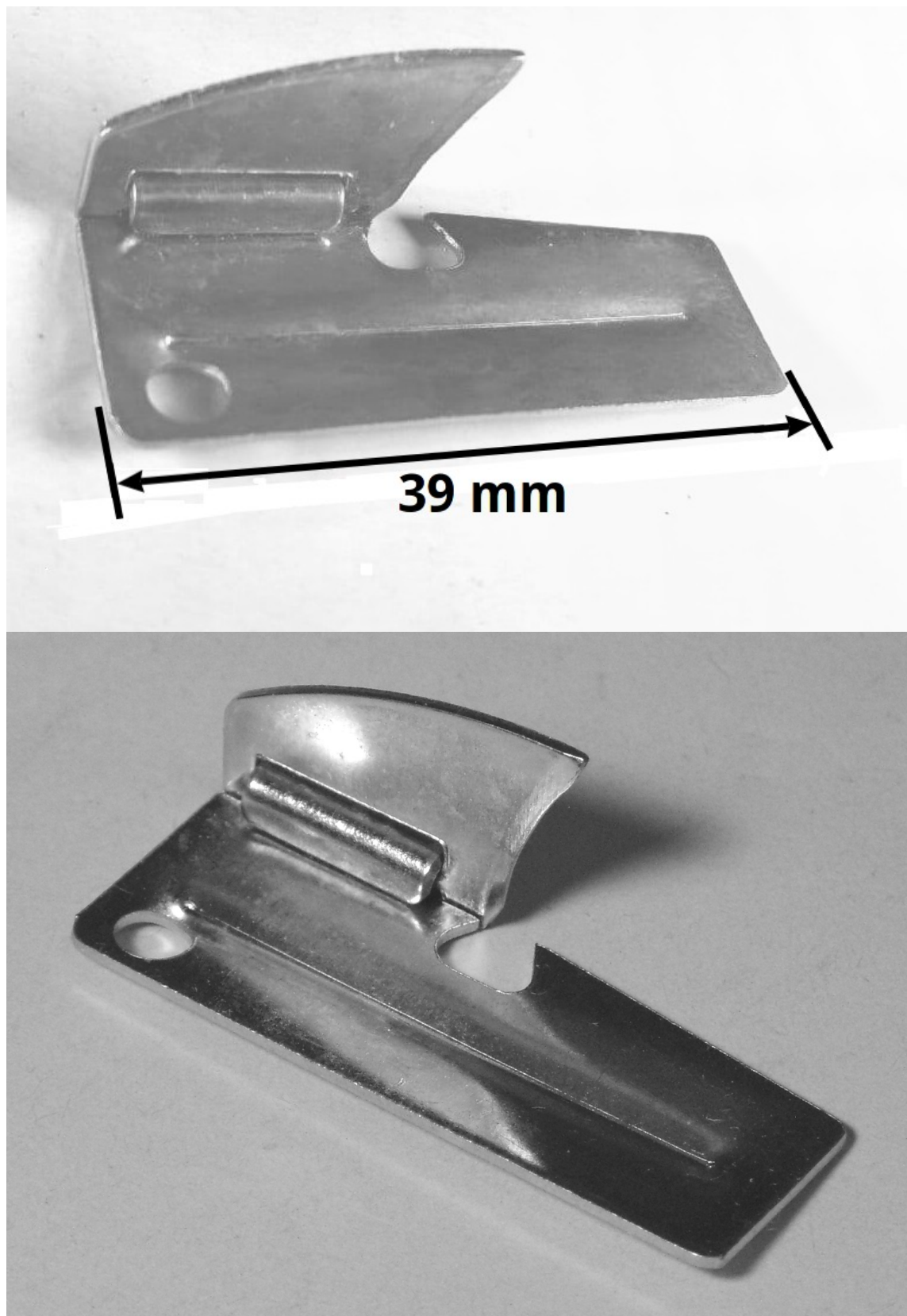


Abbildung 58: Dosenöffner (https://en.wikipedia.org/wiki/P-38_can_opener), paßt in jeden Geldbeutel, schneidet sauber, und es kann aufgrund der minimalistischen Konstruktion wenig daran kaputtgehen. Man achte beim Kauf auf eine gekrümmte Klinge, die schneidet das Dosenblech komfortabler als eine gerade.



Abbildung 59: oben Gartenschere Scherprinzip, unten Gartenschere Amboßprinzip.

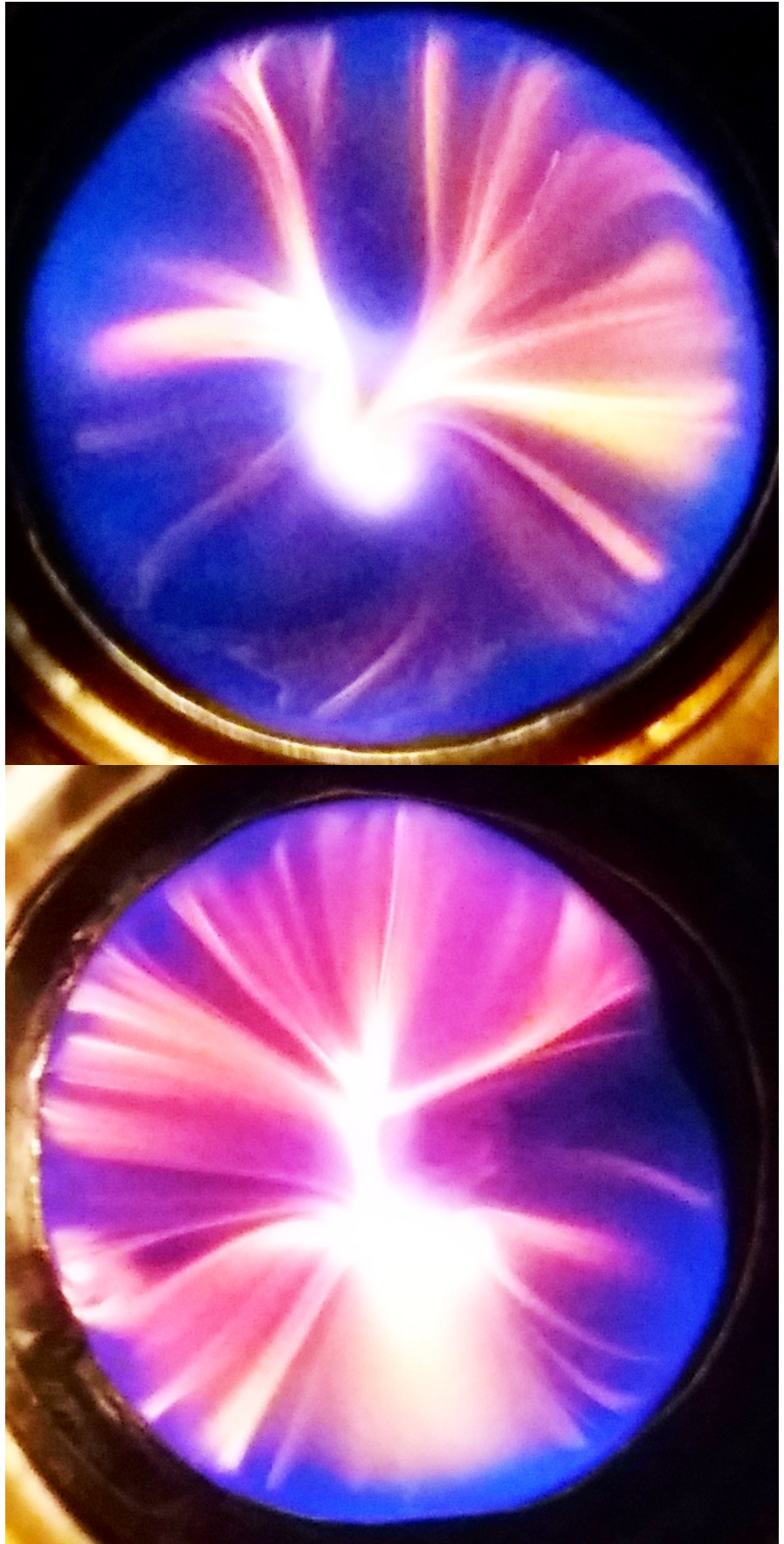


Abbildung 60: Flammenbilder Holzstifte.

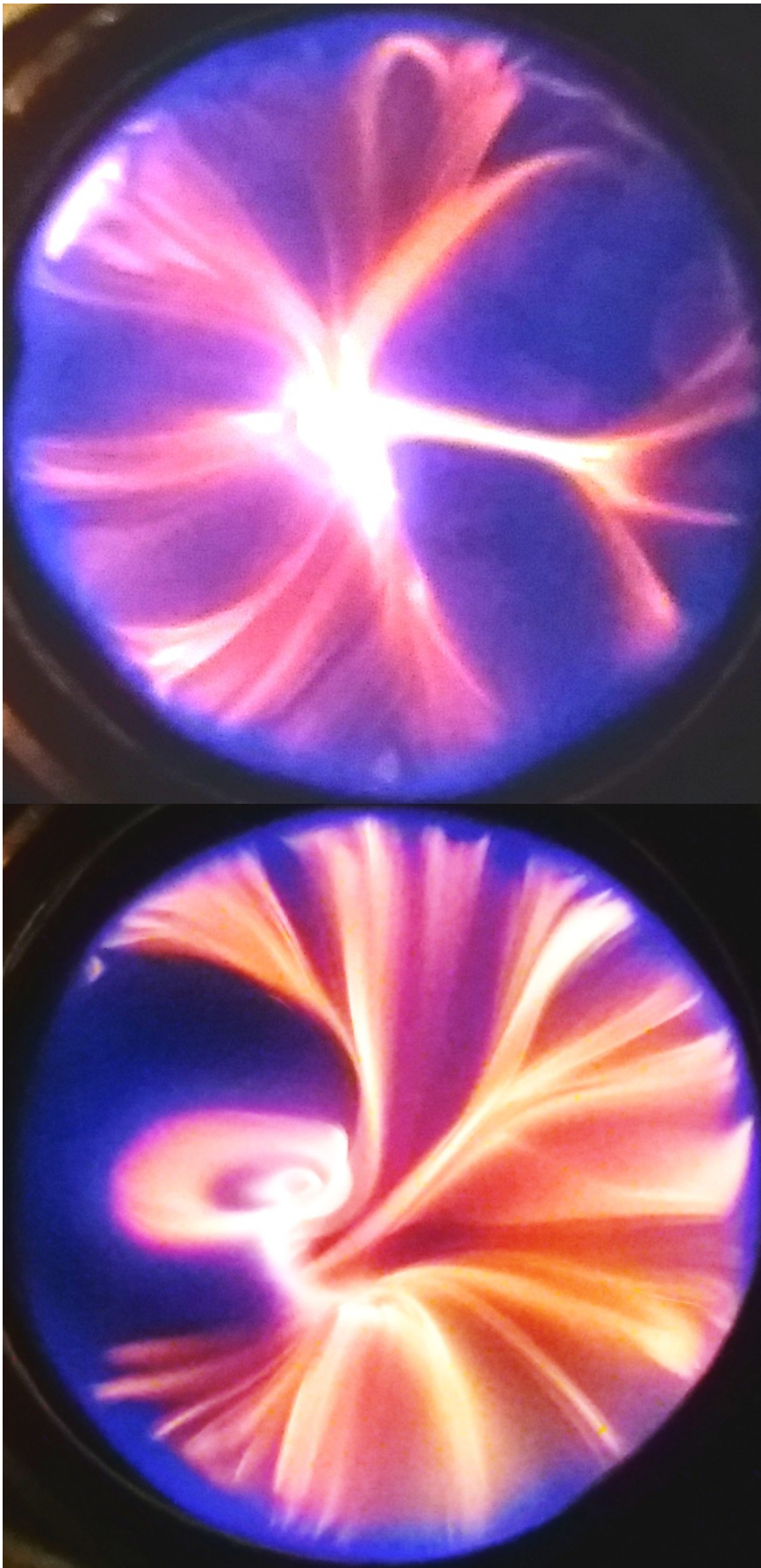


Abbildung 61: Flammenbilder Holzstifte.

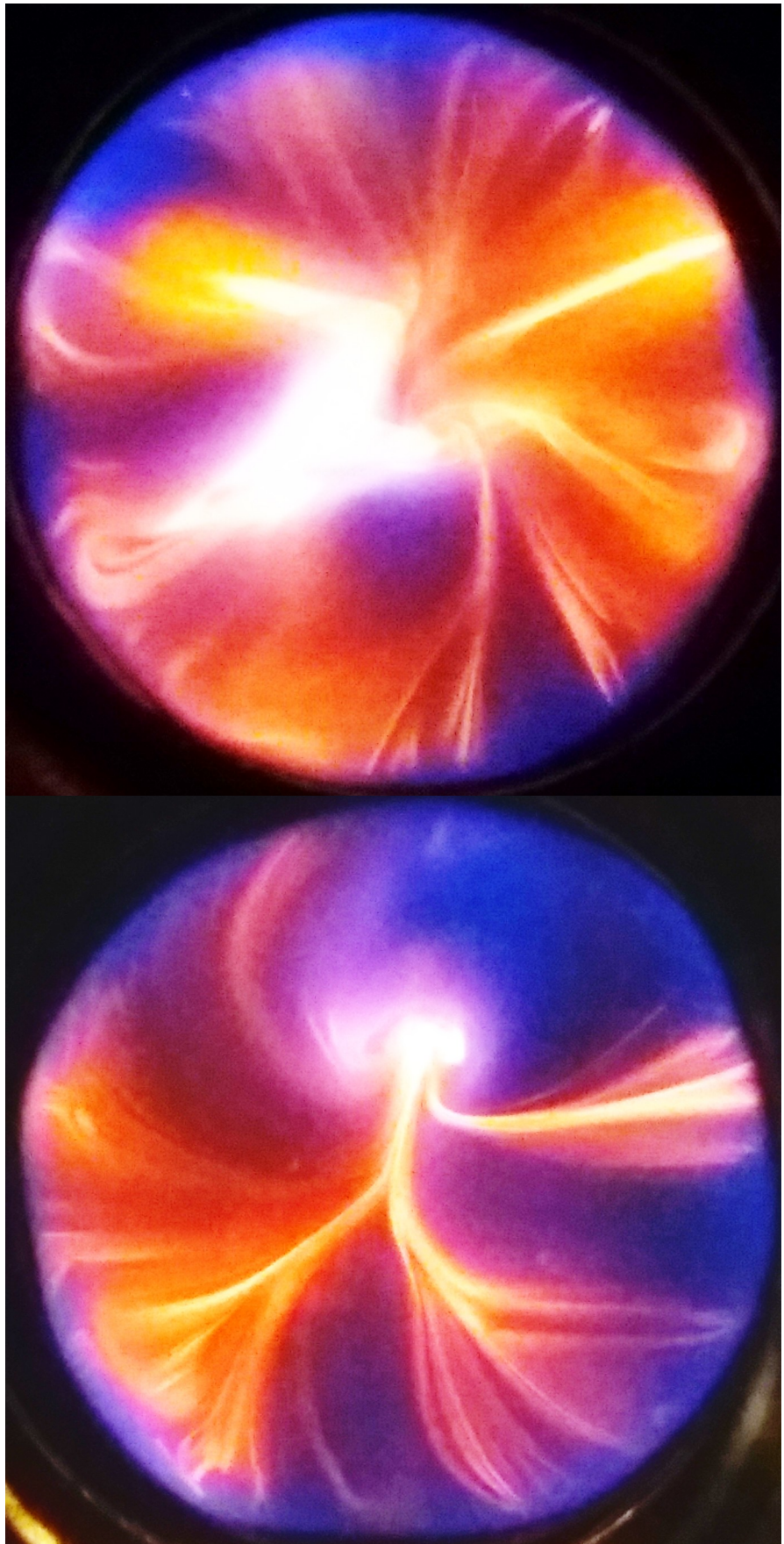


Abbildung 62: Flammenbilder Holzstifte.

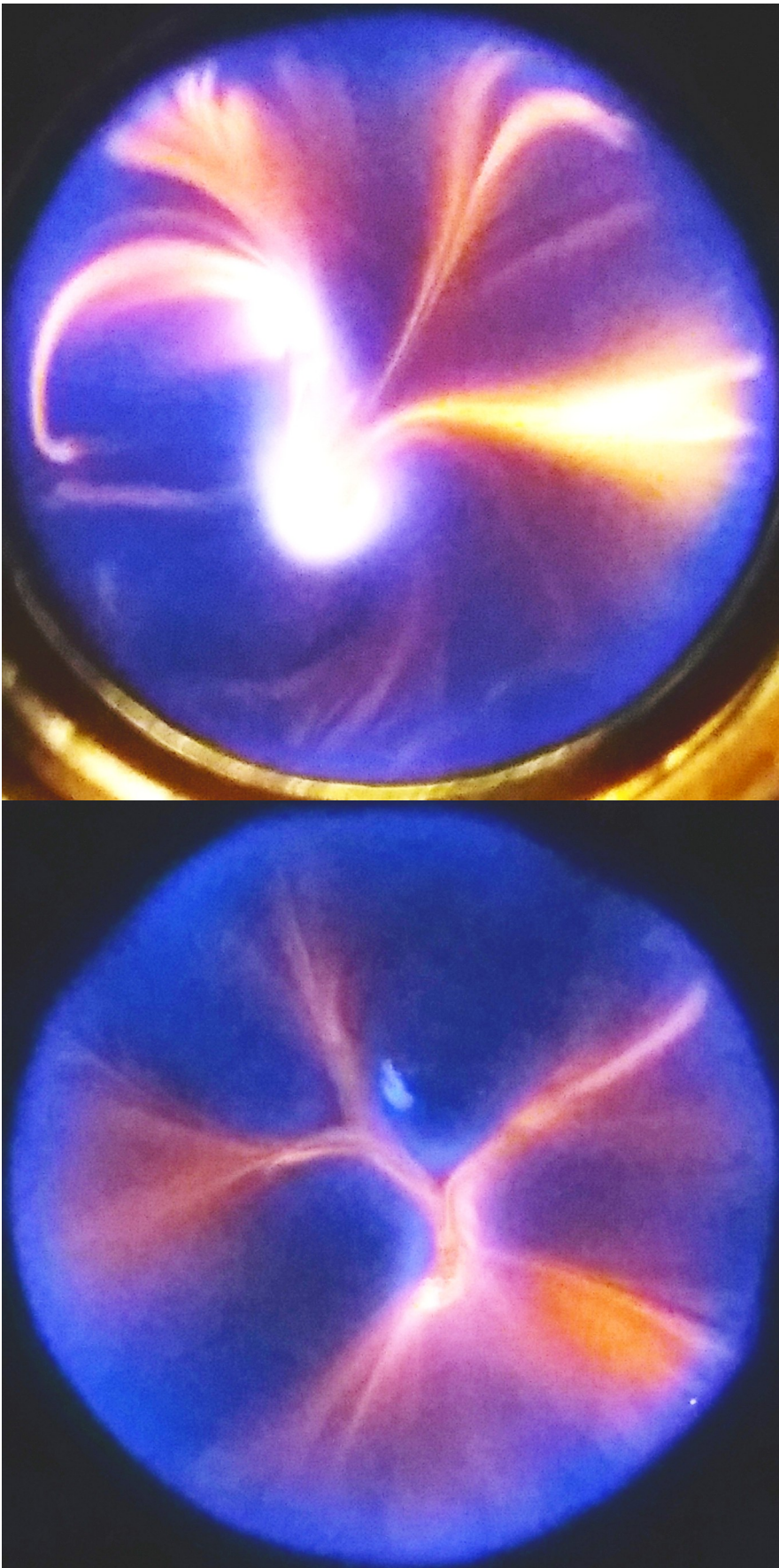


Abbildung 63: Flammenbilder Holzstifte.

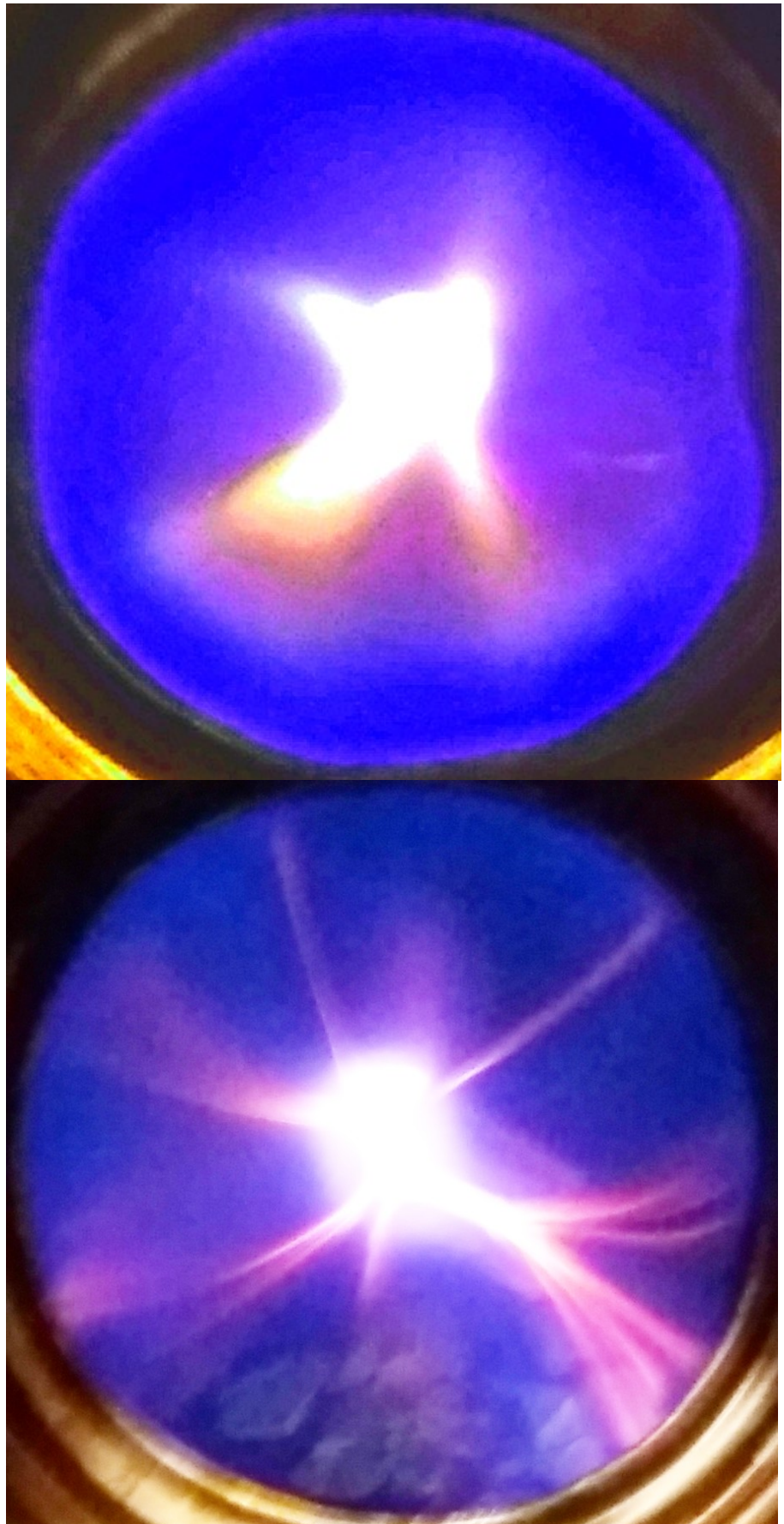


Abbildung 64: Oben: Flammenbild Holzpellets. Unten: Flammenbild mit Lücke.

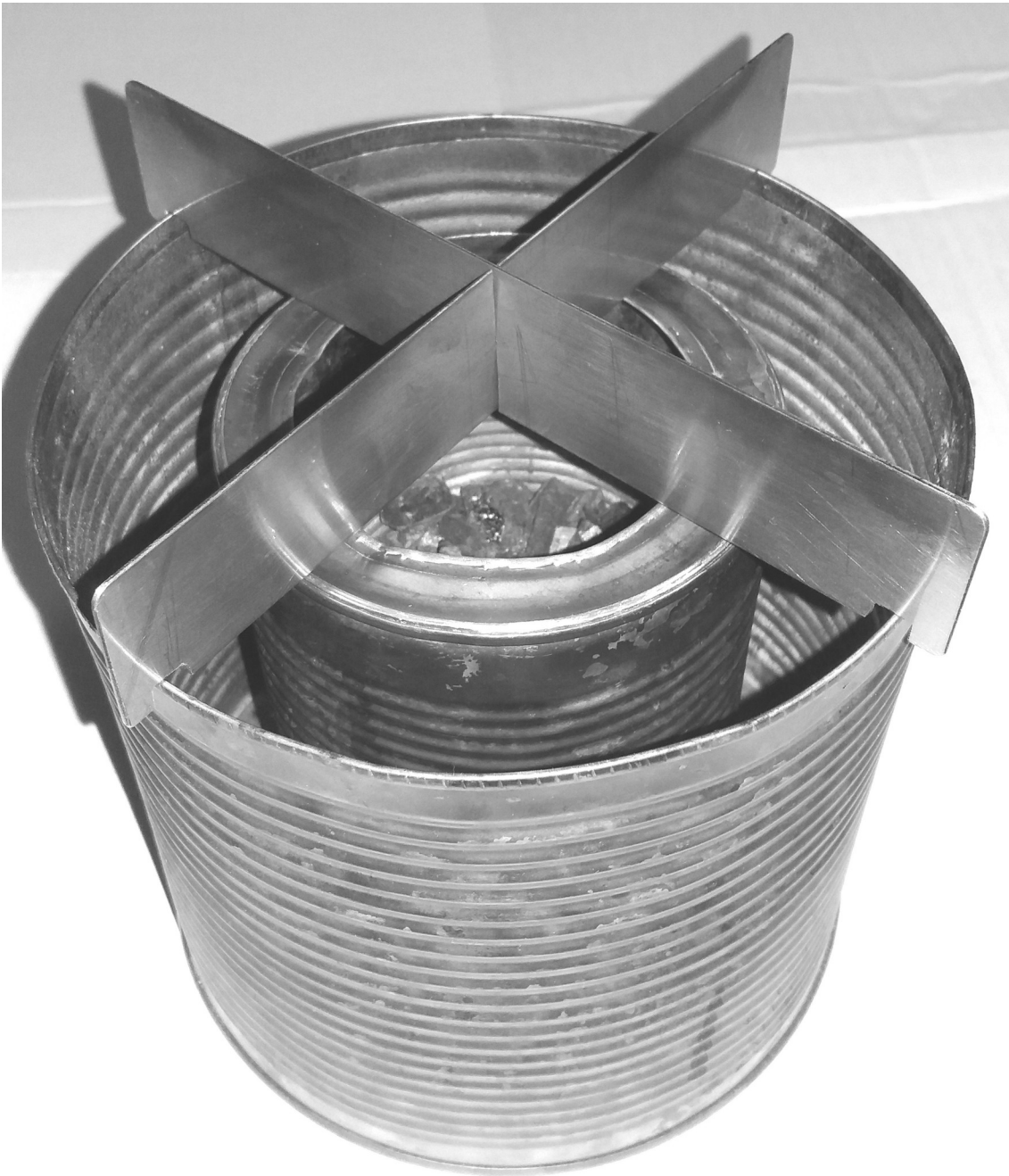


Abbildung 65: Holzkohlenkocher für draußen. Das Kapselunterteil des Heizöfchens findet Verwendung. Basis: Eine Gastronomiekonservendose, welche ausgebrannt werden muß, Variante mit geringerer Höhe (wie Abb. 51). Innen die herkömmliche Kapsel mit einem zur Flunder verkürzten Kapseldeckel (Abb. 68 und 69). Innerhalb der Kapsel eine Kartusche geringerer Höhe, zu zwei Dritteln gefüllt mit Holzkohle (Abb. 67 und 70). Auflagernd auf der großen Konservendose: Das Kocherständerkreuz aus V2A-Stahlstreifen (siehe auch Abb. 66). Es verhält sich tendenziell kippelig (ungefährlich!), da es aufgrund der vier Auflagerpunkte kein statisch stabiles System darstellt und die Teile so konstruiert sind, daß sie nicht biegender nachgeben. Maßhaltige Herstellung sollte helfen, die apriorische Kippeligkeit beim Aufsetzen eines Kochtopfes lediglich minimal in Erscheinung treten zu lassen (Nachbessern leicht möglich, Perfektionismus wird indes vom Gott der Geometrie bestraft ;-).

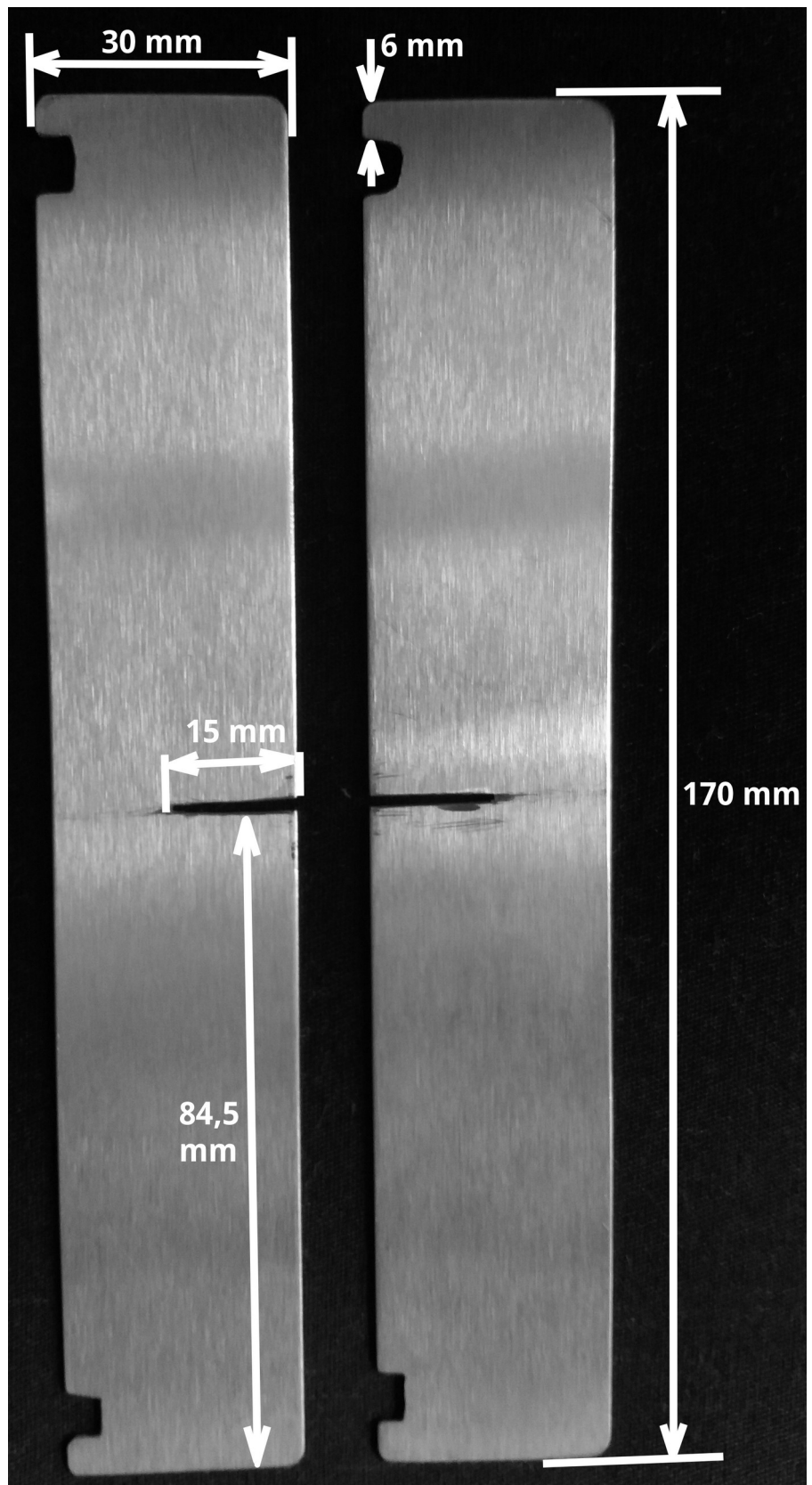


Abbildung 66: Optionales Zubehör, kein Bestandteil des Mini-Holzgasöfchens! V2A-Stahlblechstreifen, 1 mm stark, mit mittleren und seitlichen Einkerbungen als Ständerkreuz für einen Holzkohlenkocher für draußen mit Gastronomiekonservendose als Basis (Abb. 65).



Abbildung 67: Das Kapselunterteil des Heizöfchens kann im Holzkohlenkocher verwendet werden. Innerhalb des Kapselunterteils, auf dem Ständerkreuz aufsitzend, eine abgeschnittene 75er-Dose als Holzkohlenkochkartusche (siehe auch Abb. 70 und 71). Der vertikale Abstand des oberen Kartuschenrands zum Ringblech des Kapseldeckels soll mindestens 20 mm betragen.

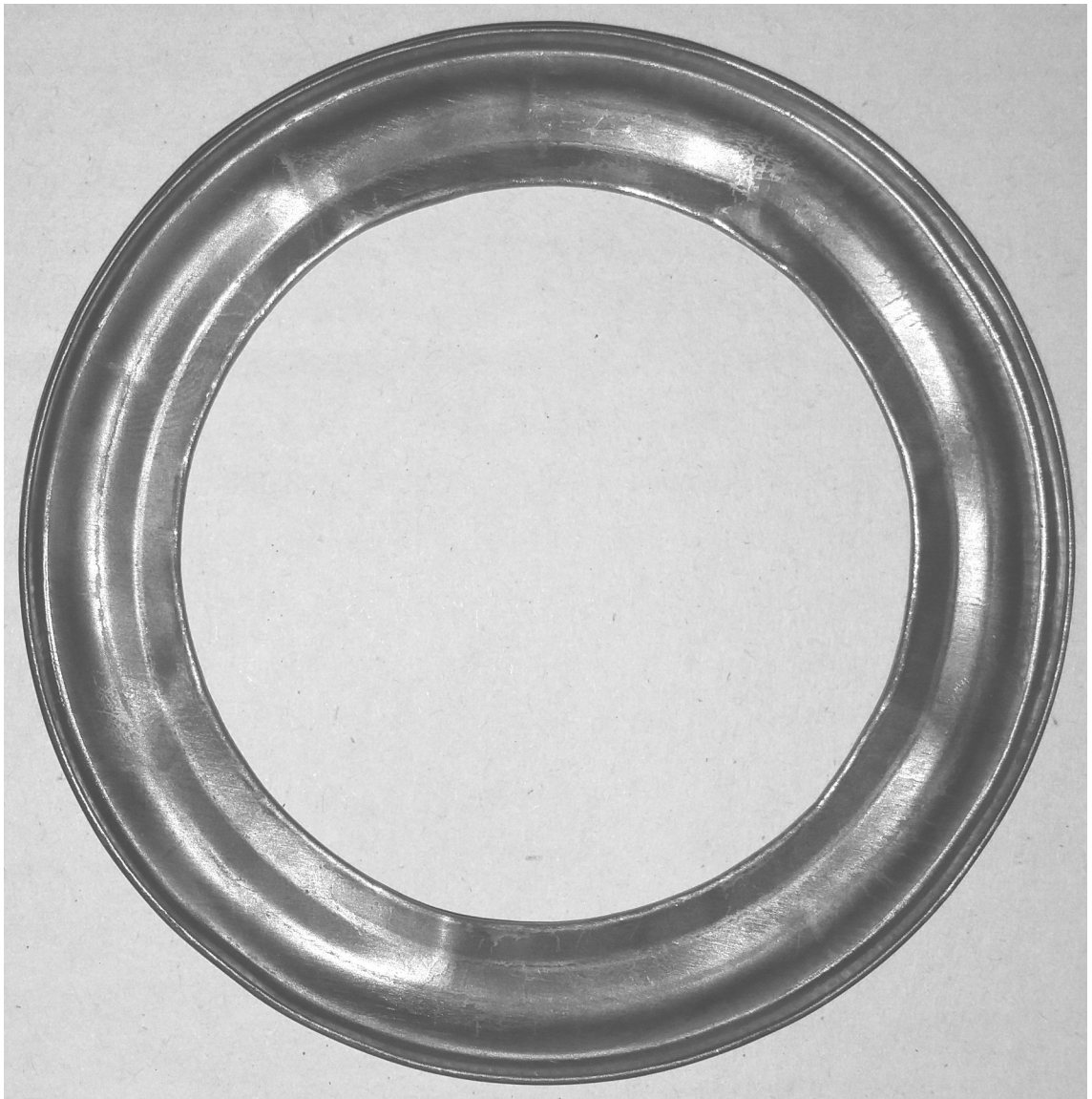


Abbildung 68: Kapseldeckel mit 70-mm-Rundloch für den Holzkohlenkocher, gefertigt aus dem großen Stirnseitenblech einer ausgebrannten 100er-Dose, welches, platt, wie eine Flunder, komplett vom Dosenmantel getrennt wurde. Perspektive: Dose, Außenansicht. Diese Seite repräsentiert die Unterseite des Kapseldeckels. Die den äußeren Rand bildende, umlaufende Falz paßt perfekt auf die Kleinkreisstirnseitenöffnung ("stapelbar-spezial") des Kapselunterteils, welches wir sowohl für das Heizöfchen als auch für den Holzkohlenkocher verwenden können.

Fertigungsschritte: 1. Ausbrennen der Dose im Bereich des großen Stirnseitenbleches und des anhängenden Mantelstreifens. 2. Entfernen des Abreißsteges auf der offenen Stirnkreisseite per Dosenöffner, sofern vorhanden. 3. Dose im Ausbrennbereich gründlich zweimal mit Seife und Schwämmchen auswaschen. 4. Dose sorgfältigst, zunächst mit Zellstofftuch, dann mit Heißluftfön abtrocknen. 5. Heraustrennen des kreisrunden Bleches für das zentrale 70-mm-Rundloch. 6. Umbördeln (Umformen und Plattdrücken) des Randes um das 70-mm-Rundloch. 7. Absägen des Mantels an der Falz des großen Stirnseitenbleches. 8. Sorgfältiges Entfernen der Mantelreste vom Stirnseitenblech per Schleifwerkzeug, um Verletzungsgefahr auszuschließen (Abb. 25 und 26).

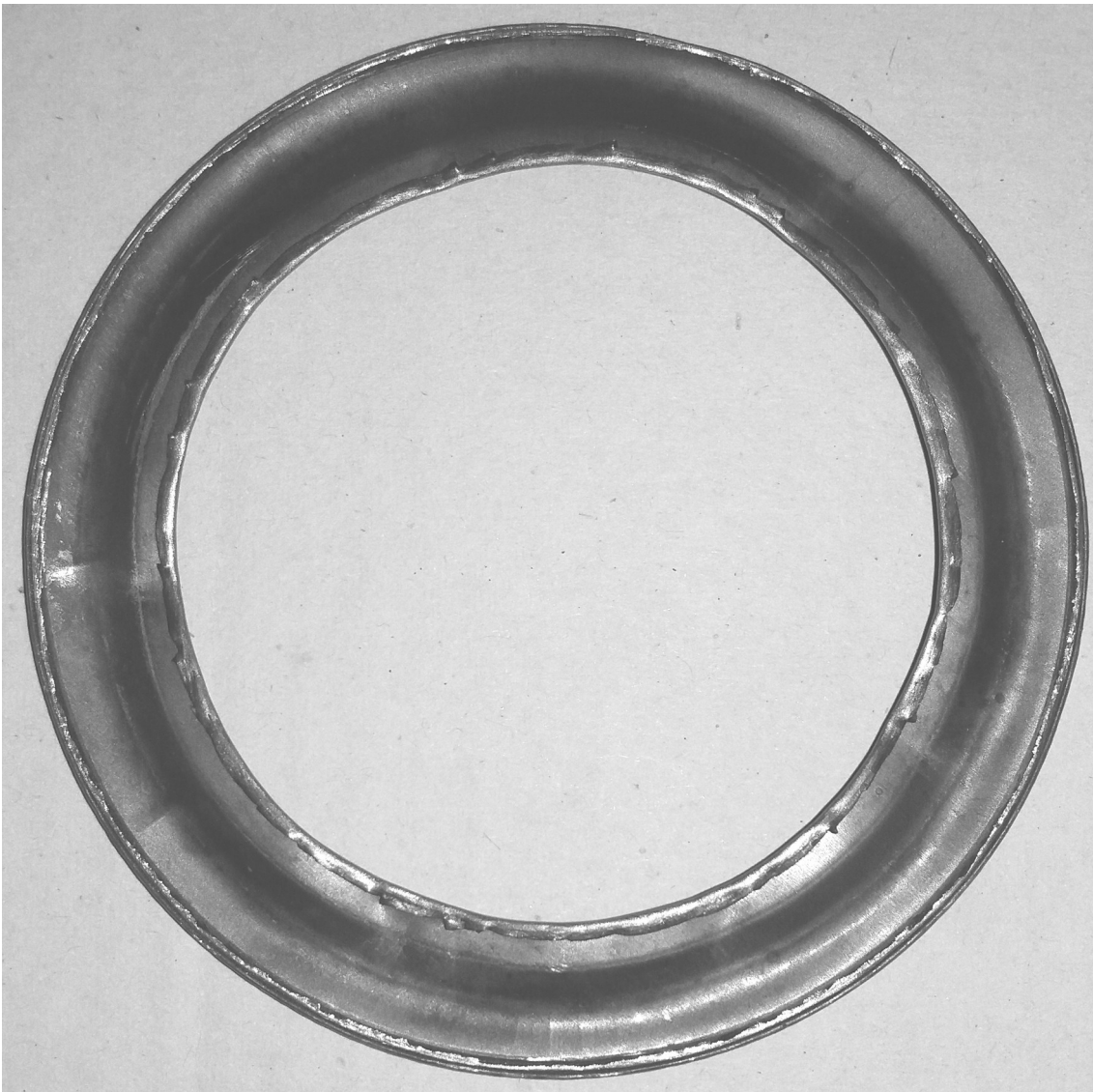


Abbildung 69: Kapseldeckel für den Holzkohlenkocher, hergestellt aus dem großen Stirnseitenblech einer ausgebrannten 100er-Dose, welches, platt, wie eine Flunder, komplett vom Dosenmantel getrennt wurde. Perspektive: Dose, Innenansicht. Diese Seite repräsentiert die Oberseite des Kapseldeckels. Da es sich um die Innenseite der Dose handelt, sehen wir den umgebördelten Rand des 70-mm-Rundloches.

Fertigungsschritte: 1. Ausbrennen der Dose im Bereich des großen Stirnseitenbleches und des anhängenden Mantelstreifens. 2. Entfernen des Abreißsteges auf der offenen Stirnkreisseite per Dosenöffner, sofern vorhanden. 3. Dose im Ausbrennbereich gründlich zweimal mit Seife und Schwämmchen auswaschen. 4. Dose sorgfältigst, zunächst mit Zellstofftuch, dann mit Heißluftfön abtrocknen. 5. Heraustrennen des kreisrunden Bleches für das zentrale 70-mm-Rundloch. 6. Umbördeln (Umformen und Plattdrücken) des Randes um das 70-mm-Rundloch. 7. Absägen des Mantels an der Falz des großen Stirnseitenbleches. 8. Sorgfältiges Entfernen der Mantelreste vom Stirnseitenblech per Schleifwerkzeug, um Verletzungsgefahr auszuschließen (Abb. 25 und 26).



Abbildung 70: 75er-Dose (75 mm Durchmesser, ca. 108 mm Höhe), stapelbar oder nicht-stapelbar, ausgebrannt, als Holzkohlenkocher-Kartusche, dergestalt abgesägt, daß der vertikale Abstand des oberen Kartuschenrandes vom Ringblech des Kapseldeckels mindestens 20 mm beträgt. Hier zu zwei Dritteln mit Holzkohle befüllt.

Fertigungsschritte: 1. Dose ausbrennen. 2. Eventuell vorhandene Abreißstege per Dosenöffner entfernen. 3. Dose gründlich zweimal mit Seife und Schwämmchen auswaschen. 4. Dose sorgfältigst trocknen, erst per Zellstofftuch, dann mit einem Heißluftfön. 5. Geometrisch regelmäßiges Perforieren des Kartuschenbodens. Hierbei muß ein Kompromiß zwischen möglichst großem Luftdurchlaß und Stabilität des resultierenden Holzkohlenrostes gefunden werden. Ich habe für das Lochen einen Nagel des Durchmessers 3,2 mm (ausgemessen mit einer Schieblehre) verwendet. 6. Maßhaltig absägen, sich hierbei der Sicken / der Verprägung des Mantels bedienen. 7. Entgraten (Abb. 25 und 26).

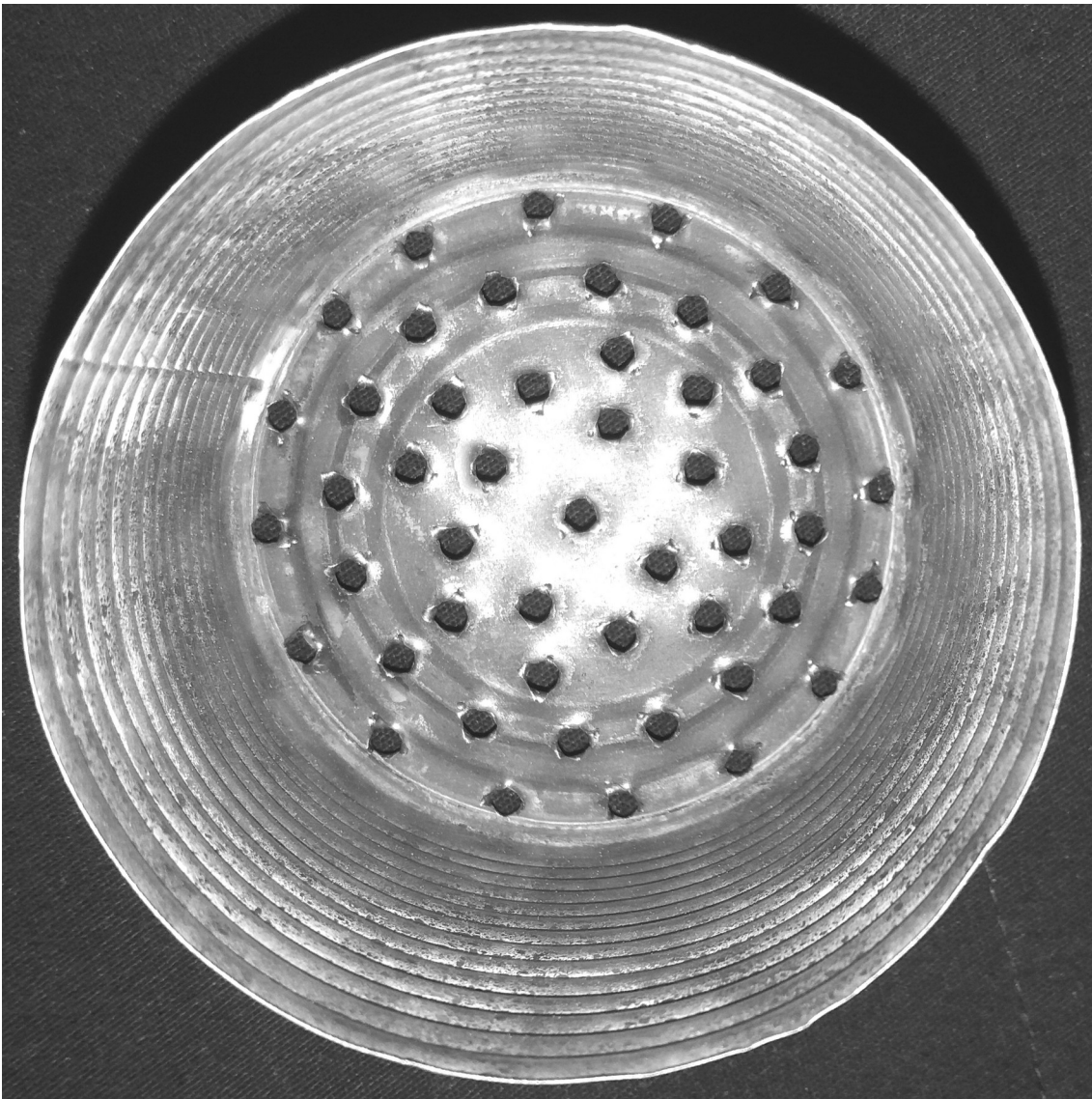


Abbildung 71: 75er-Dose (75 mm Durchmesser, ca. 108 mm Höhe), stapelbar oder nicht-stapelbar, ausgebrannt, als Holzkohlenkocher-Kartusche, dergestalt abgeseigt, daß der vertikale Abstand des oberen Kartuschenrandes vom Ringblech des Kapseldeckels mindestens 20 mm beträgt. Kartuschenboden perforiert für maximale Lufzufuhr.

Fertigungsschritte: 1. Dose ausbrennen. 2. Eventuell vorhandene Abreißstege per Dosenöffner entfernen. 3. Dose gründlich zweimal mit Seife und Schwämmchen auswaschen. 4. Dose sorgfältigst trocknen, erst per Zellstofftuch, dann mit einem Heißluftfön. 5. Geometrisch regelmäßiges Perforieren des Kartuschenbodens. Hierbei muß ein Kompromiß zwischen möglichst großem Luftdurchlaß und Stabilität des resultierenden Holzkohlenrosts gefunden werden. Ich habe für das Lochen einen Nagel des Durchmessers 3,2 mm (ausgemessen mit einer Schieblehre) verwendet. 6. Maßhaltig absägen, sich hierbei der Sicken / der Verprägung des Mantels bedienen. 7. Entgraten (Abb. 25 und 26).

Bauanleitung

Euro-Konservendosen

Freud und Leid mit der Norm

Es finden sich in der Europäischen Union für die Langzeitaufbewahrung von Lebensmitteln zylinderförmige, genormte Konservendosen als handelsübliche Massenprodukte. Die weitgehende Normung der marktgängigen Konservendosen erwies sich für die Entwicklung des Mini-Holzvergaseröfchens als ideal. Meines Wissens gibt es diesen Normungsgrad in den USA z.B. nicht. Normung und stapelbare Dosenvarianten verwandeln die europäische Konservenlandschaft in einen Öfchensteckbaukasten für den schnellen Prototypenbau. Die Entwicklung der hier behandelten Holzheizung wurde hierdurch erst möglich. Was den Prototypenbau begünstigte, wird für die Massenproduktion zum Hindernis: Die Bleche zur Herstellung der Dosen werden bereits lackiert angeliefert. Daher müssen alle für ein Öfchen benötigten Dosen von Hand ausgebrannt werden. Wer will schon das unternehmerische Risiko eingehen, für einen Öfchenkleinserientest eine Fertigungsstraße in einem Großbetrieb umzustellen? So bleibt das minimalistische Öfchenkonzept das Thema dieses Bastelbuches für interessierte Heimwerker.

Die wichtigsten Dosenkategorien

Es gibt stapelbare und nicht stapelbare Konservendosen. Die Durchmesser der gegenüberliegenden kreisförmigen Stirnseiten sind bei nicht stapelbaren Konservendosen gleich groß, bei stapelbaren hingegen weichen die Durchmesser leicht voneinander ab. Blechteile aus stapelbaren Dosen lassen sich, einem Baukastensystem gleich, zusammenstecken. Neben dem Aspekt der Stapelbarkeit gibt es einerseits Dosen zum Aufreißen mit Pullring und Perforation und andererseits herkömmliche, für welche man einen Dosenöffner benötigt. Es gibt stapelbare Aufreißkonservendosen, welche man an der kreisförmigen Stirnseite mit dem großen Durchmesser (Großkreisabreißdeckel) und solche, welche man an der Stirnseite mit dem kleinen Durchmesser (Kleinkreisabreißdeckel) mittels Pullrings und Perforation öffnen kann.

100er-Konservendosen

Stapelbare 100er-Dosen (100 mm Durchmesser, 119 mm hoch, Abb. 3, 4, 5 und 6) gibt es in zwei aufreißbaren Ausführungen. Für das Öfchen selbst können wir davon nur diejenige mit Kleinkreisabreißdeckel (seltene Bauvariante, preiswert in levantinischen Supermärkten auffindbar) gebrauchen, da die Stirnseiten mit dem großen Kreis, welche die zentralen Rundöffnungen von 60 bzw. 70 mm Durchmesser erhalten, belastbar sein sollen, was aufgrund der Perforation für die Abreißdeckel nicht ausreichend gegeben ist. Die 100er-Kleinkreisabreißdeckeldosen fallen aus dem fertigungstechnisch naheliegenden Grund relativen Platzmangels, erfahrungsgemäß regelmäßig nicht *“stapelbar-spezial”*-konform (Abb. 3, 4 und 5) aus. Auf Nicht-*“stapelbar-spezial”*-Dosen paßt der Kapseldeckel nicht, der Durchmesser der Kleinkreisstirnseite ist hier zu groß. Der Kapseldeckel muß sich mit geringem Widerstand an der Kleinkreisstirnseite des Kapselunterteils aufstecken und abnehmen lassen und dabei dicht schließen. Von einer Aufweitung des Kapseldeckels qua Umformung rate ich aus Gründen der Stabilität ausdrücklich ab. Eine Dose mit Kleinkreisabreißdeckel kann entweder für den Kapseldeckel oder für das erste Kaminsegment verwendet werden. Für den Kapseldeckel genügt sogar eine nicht-

stapelbare 100er-Dose. An einen Kapseldeckel wird nur die Anforderung gestellt, daß die Stirnseite mit dem zentralen 70er-Rundloch einen großen Kreis aufweisen muß, damit dort hernach das erste Kaminsegment mit der offenen Kleinkreisseite nach unten einen sicheren Stand erhält. Nur das Exemplar für das Kapselunterteil muß dem „*stapelbar-spezial*“-Kriterium genügen. Diese (ebenfalls selten gewordene) Variante findet man bei bestimmten Herstellern nicht ganz preiswerter Markenkonserven als stapelbare Dosen ohne Abreißdeckel, welche zum Öffnen ein separates Werkzeug benötigen. „*Stapelbar-spezial*“-Dosen können auch für Kapseldeckel und erstes Kaminsegment verwendet werden. Eine stapelbare Dose mit Großkreisabreißdeckel, die z.Zt. verbreitetste Version, können wir lediglich für die Holzstift-Ethanoltunke gebrauchen.

75er-Konservendosen

75 mm Durchmesser, ca. 108 mm Höhe (Abb. 14, 37 und 38). 2022 waren mir nach dem Ausbrennen mehrerer Exemplare solche unterschiedlicher Höhe aufgefallen. Beim neuerlichen Vergleich vieler nicht ausgebrannter 75er-Dosen konnte ich keine wesentlichen Höhenunterschiede feststellen. Sollten sich spezielle Exemplare beim Ausbrennen irreversibel in der Mantelhöhe ausdehnen? Die Erwähnung des Problems ist insofern wichtig, als der vertikale Abstand zwischen Kartuschenoberkante und dem Stirnkreisblech des Kapseldeckels mindestens 20 mm betragen sollte. Drei Millimeter Abweichung wirken sich schon auf die Mischungsverhältnisse des Holzgases aus. Wird der Abstand kleiner als 20 mm, besteht die Gefahr zu fetten Gemisches (Rauchgeruch). 111 mm Höhe würde ich schon als Überschreitung der Toleranzgrenze werten. Kürzen des Mantels empfehle ich nicht, weil der durch Falz verstärkte obere Kartuschenrand einen soliden Angriffsring für die Entnahme der heißen Kartusche bietet. Ein etwas höherer Kapseldeckel löst das Problem. Im Zweifel einfach ausprobieren!

Futuristische Konservendosen

Neuerdings gibt es Konservendosen (gesehen bei 75er-Dosen), in denen der Boden kein eingefalztes rundes Stirnblech darstellt, sondern eine Wanne, welche mit dem Zylindermantel eine Einheit bildet, ein Konstruktionsprinzip, wie wir es beispielsweise von Kochtöpfen kennen. Ob diese Variante fertigungstechnisch durch Tiefziehen oder durch Schweißen umgesetzt wird, ist mir nicht bekannt. Diese Art Dosen können wir für die Kartuschen verwenden, nicht aber für das zweite Kaminsegment.

Welche Konservendosen werden benötigt?

Neben vier 100er-Dosen für Kapsel (Deckel und Unterteil), erstes Kaminsegment und Holzstift-Ethanoltunke brauchen wir vier 75er-Dosen für drei Kartuschen und zweites Kaminsegment. Letzteres benötigt ein Exemplar mit zwei gefalzten Stirnseiten, der Stabilität halber. Beim zweiten Kaminsegment soll die kleine Stirnseite nach oben zeigen, falls die verwendete 75er-Dose stapelbar ist. Bei den Kartuschen soll hingegen die große Stirnseite oben liegen. Sofern stapelbar, werden die gefüllten 75er-Dosen auf der großen und die gefüllten 100er-Dosen auf der kleinen Stirnseite geöffnet. Bei den 75er-Dosen eignen sich nicht stapelbare sogar besser. Eine große Gastronomiekonservendose (Höhe ca. 238 mm, Durchmesser ca. 155 mm, mir sind davon nur nicht-stapelbare begegnet) für den Öfchencontainer. Als Untersatz zum Ausbrennen der Dosen (Abb. 51) und für den Container des Holzkohlenkochers für draußen (Abb. 65) kann man die kleinere Version der Gastronomiekonservendosen (Höhe ca. 151,5 mm, Durchmesser ca. 155 mm) verwenden. Für die Ethanoltunke für Holzstifte genügt eine 100er-Dose mit Großkreisabreißdeckel (die gängigste Variante), welche nicht ausgebrannt wird.

Abbrennen der Lackschichten

Arbeitsreihenfolge

Nach dem Aufreißen einer Dose mit aufreißbarem Deckel verbleibt ein ringförmiger, auf dem Dosenmantel innen senkrecht stehender, schmaler Steg. Letzterer und der Boden des zweiten Kaminsegments sollten erst nach dem Abbrennen mittels Dosenöffner entfernt werden. Die Dosen können sich durch die Feuerbehandlung verziehen. Die kreisrunden Stege und Böden verhindern eine Verformung durch Hitzeeinwirkung.

Anwendung des Lötbrenners

Siehe Abb. 52 bis 57. Weil wir beim Betrieb des Holzgasöfchens für drinnen keine Lackdämpfe einatmen möchten, brennen wir alle für den Bau des Gerätes benötigten Konservendosen aus. Das Ausbrennen der Dosen sollte im Freien, mindestens aber bei guter Belüftung, erfolgen. Zum Ausbrennen eines kompletten Öfchendosensets sollte man sich drei Stunden Zeit nehmen. Der Lötbrenner wird per Feuerzeug gezündet. Da wir während der Stunden dieses Arbeitsschrittes den Brenner immer wieder abdrehen und erneut zünden, empfiehlt es sich, sich eine Zündroutine anzukonditionieren, welche ausschließt, daß man sich beim Zünden des Gases aus Unachtsamkeit die Finger verbrennt. Als "Arbeitstisch", zwecks Ergonomie und Arbeitsschutz, können wir die gleiche Art Gastronomiekonservendose verwenden, die wir ohnehin für den Container benötigen. Es genügt aber auch eine solche gleichen Durchmessers und geringerer Mantelhöhe (Abb. 51). Auf die geschlossene Stirnseite legen wir zum Rand hin parallel gegenüberliegend zwei Fliesenstreifen von der Fläche 30x70 mm (aus Bodenfliesen, weil dicker als Wandfliesen!), damit die auszubrennenden Dosen nicht herunterrollen. Mit einer Wasserpumpenzange lassen sich die heißen Dosen drehen, während wir streifenweise von außen jeden Quadratzentimeter Blechs für einige Sekunden zur Rotglut bringen. Dadurch verbrennen sowohl die Außen- als auch die Innenlackschicht. Vor allem an den beiden gegenüberliegenden, umlaufenden Falzkanten, wo der Dosenmantel mit den kreisförmigen Stirnblechen verbunden ist (war), ist besondere Sorgfalt beim Ausbrennen vonnöten, da hier mehrere Schichten gefalteten Bleches Wulste ausbilden, was auch mehrere Schichten Lack bedeutet.

Folgearbeiten

Nach dem Abbrennen und vor dem sorgfältigen Waschen mit warmem Wasser, Seife und Spülschwämmchen mit rauher Seite, müssen die nun nicht mehr benötigten ringförmigen Stege der Abreißdeckelkonservendosen wegen Verletzungsgefahr per Dosenöffner herausgeschnitten werden (Arbeitsschutz!). Herkömmliche, mit Dosenöffner zu öffnende, Dosen neigen beim Abbrennen zur Verformung des Rundmantels zur offenen Stirnseite hin und müssen dementsprechend nach Waschen und Trocknen wieder rund gebogen werden. Es empfiehlt sich für alle Werkstücke innen sogar zweimaliges Auswaschen. Die Dosen müssen erst mit Zellstofftüchern und dann mit einem Heißluftfön penibel abgetrocknet werden, sonst hat man garantiert schon den ersten Rost am neu gebauten Gerät. Ansonsten kommt Rost bei unserem Holzgasöfchen nicht vor, wenn es trocken gehalten und trocken gelagert wird. Sollte doch einmal Flugrost entstanden sein, hilft ein Abwienern mit einem mit leinölgetränkten Tuch oder Küchenzellstoff. Überschüssiges Leinöl aufsaugen/abwischen! Auch prophylaktische Leinölbehandlung vor Einlagerung ist nicht verkehrt. Der erste Öfchenbetrieb nach Leinölbehandlung und Lagerung sollte im Freien auf Balkon oder Terasse stattfinden, damit sich die erhitzte Leinölschicht verflüchtigen kann. Es gibt im Handel auf Phosphorsäure basierende Rostumwandler, welche eine lackartige, schwarzbraune Grundierung für weitere Anstri-

che ausbilden. Die Anwendung dieser Chemikalie ist zur Entfernung von Roststellen am Öfchen durchaus nützlich. Da diese Schicht bei Hitze einwirkung mit sehr unangenehmem Gestank ausgast, muß sie, mindestens in hitzeexponierten Bereichen, nach vollständiger Trocknung, wiederum per Lötbrenner abgebrannt werden. Sonstige Lackierungen sind bei allen Teilen des Holzgasöfchens für drinnen verboten! Wenn ein Teil einmal wegrostet, (was am ehesten bei Kartuschen zu erwarten ist) sollte es neu hergestellt und ausgetauscht werden. Im übrigen ist es sinnvoll und angeraten, auszubrennende, lackierte Neukonservendosen, welche lagerungsbedingt Roststellen aufweisen, vor dem Ausbrennen mit Rostumwandler auf Phosphorsäurebasis zu behandeln.

60- und 70-mm-Rundlöcher für 100er-Dosen

Um eine für Handarbeit sinnvolle Fertigungstoleranz zu nennen, bin ich der Ansicht, daß eher 61/71 mm als 59/69 mm zu einem guten Ergebnis führen. Wer den Durchmesser des Kapseldeckelblechringes aus experimenteller Neugier weiter aufweiten möchte, darf mich gerne über seine Erfahrungen unterrichten. Es ist jedoch klar, daß es, wenn Verbrennung sauber gelingen soll, um strömungsmechanische Optima geht, deren Bereiche bei Verschieben von Grenzen innerhalb der Konstruktion irgendwann verlassen werden.

Siehe Abb. 17. Die Stirnseiten der Dosen sind stabilitätshalber profiliert. Meist findet sich eine Profilsenke im Bereich von etwas weniger als 60/70 mm Durchmesser, welche visuell einen Kreis für die Perforation markiert. Durch das Umbördeln der Trennkante im nächsten Arbeitsschritt erfährt das zentrale Rundloch eine Aufweitung. Man nehme ein Taschenmesser mit Feststellklinge und perforiere vorsichtig einen Kreis mit vielen kleinen an der Kreislinie ausgerichteten Löchern. Meist braucht man keinen Hammer. Der Handballen tut es auch. Die Perforation sollte ein wenig feiner geraten als auf dem Foto dargestellt. Als nächstes durchtrennt man die verbleibenden Stege mit einem mittelgroßen Schraubenzieher, ebenfalls mit dem Handballen klopfend, immer abwechselnd gegenüberliegende Seiten, denn das ausgeschnittene Kreisblech soll erst ganz am Schluß nach unten abklappen. Diese Vorgehensweise vereinfacht die Arbeit.

Siehe Abb. 18 und 19. Die durch das Ausschneiden entstandene, kreisförmige Innenkante des horizontalen Stirnbleches wird langsam, gleichmäßig, geduldig und gefühlvoll vom Kreiszentrum nach außen zum Mantel eines flachen Kegelstumpfes umgeformt, welcher vertikal in das Doseninnere hinein ragt. So lange, bis imaginierte Ameisen, welche innerhalb der Dose auf dem Stirnseitenblech spazierenlaufen, am Lochrand eine Berliner Mauer erblicken, welche sich ihnen zuneigt und sich vor ihnen verbeugt. Weißblech ist duktil, weich und eignet sich sehr gut zum Umformen. Es läßt sich kneten, wie ein Kaugummi. Kreisförmige Bewegungen unter leichtem Druck mit dem Griff einer Chrom-Vanadium-Wasserpumpenzange sind hierbei zielführend. Als Nächstes wollen wir den imaginären Ameisen einen Anlass geben, den Fall der Berliner Mauer zu feiern. Mit der Wasserpumpenzange flachen wir den durch Umformen entstandenen Rand, der bereits um weniger als 90 Grad zum kreisförmigen Frontblech geneigt ist, rundherum auf null Grad ab (Abb. 20 und 21). Abb. 22 und 23 zeigen die Ergebnisse von außen. Anmerkung: Das Absägen des Kapseldeckels erfolgt **nach** der Herstellung des 70er-Rundloches.

Kapseldeckel, Höhe anpassen

Siehe Abb. 5 und 23 bis 26. Der vertikale Mindestabstand zwischen dem oberen Rand der Kartusche und dem mit 70-mm-Rundloch versehenen Stirnblech des Kapseldeckels beträgt 20 mm. Im Kapitel "Euro-Konservendosen" habe ich im Abschnitt "75er-Konservendosen" das Problem manchmal unterschiedlicher Höhen dieser Dosenart behandelt. Die Höhe des inneren Ständerkreuzes, welches am Boden der Kapsel aufliegt, und auf welchem die Kartusche zu stehen kommt, beträgt 16 mm und ist eine die Höhe des Kapseldeckels mitbestimmende Variable. Ich habe mit Kapseldeckelmantelhöhen zwischen 38,5 und 42 mm gearbeitet. Durch die Wellentäler der Sickenverprägung des Mantels einer 100er-Dose, in welchen die Kürzung per Metallsäge unterstützt und empfohlen wird, haben wir eine diskrete Stufung in den je individueller Hersteller-Fertigungsvariante möglichen Mantelhöhen. Wie anhand Abb. 24 leicht abzuzählen ist, habe ich den Deckel in der fünften Rille ab Stirnblech abgesägt. Es ist damit zu rechnen, daß an Konservendosen verschiedener Hersteller die stabilisierenden Rillen in unterschiedlichen Höhen beginnen. Daher immer nachmessen: Mit den genannten 42 mm habe ich eine Toleranz von 8 mm eingebaut. Das ist schon fast eine Übertreibung. Fällt der Zylindermantel des Kapseldeckels zu kurz / zu niedrig aus, bekommen die Rauchgase des Kartuschenschwelbrandes qua resultierendem Strömungsgleichgewicht zu wenig vorgewärmte Sekundärluft aus dem Ringkanal zwischen Kartusche und Kapsel, d.h., das Gasgemisch wird zu fett. Der Holzvergaser riecht dann, vor allem bei Holzstiftbetrieb (Benchmark!), phasenweise rauchig und es wird Energie verschenkt. Der Kapseldeckel soll aber auch nicht viel zu hoch ausfallen, da sein gelochtes Stirnblech seine Umlenk- und Verwirbelungswirkung auf die Sekundärluft aus dem Ringkanal entfalten soll. Der Leser hat jetzt einen Überblick über die Problemlage und findet die für ihn ideale Kapseldeckelhöhe durch Ausprobieren.

Die stabilisierenden Rillen (Sicken, Verprägung) stellen, wie bereits erwähnt, eine Hilfe beim Trennen mit der Metallsäge dar. Das Blech ist hauchdünn. Die Metallsäge nur ziehend bewegen und nach jedem Zug wieder neu ansetzen, wobei die Zähnchen des Sägeblattes in Zugrichtung zeigen. Dose beim Sägen auf ein zusammengelegtes Handtuch oder auf einen Stapel Zeitungen legen. Nach je einem Sägezug die Dose leicht weiterdrehen. Vorsichtig, langsam und mit Bedacht sägen. Wenn die ersten Durchbrüche erfolgen, noch vorsichtiger und noch langsamer sägen. Die Anwendung der Säge darf nicht dazu führen, daß der Kapseldeckel an der Sägekante einbeult oder sonstwie beschädigt wird.

Nach dem Absägen sind beide Sägekanten voller scharfer Grate (Abb. 25 und 26). Das Blech, schätzungsweise 0,3 mm dick, ist für sich genommen schon messerscharf. Nun legen wir feines, teures Profi-Sandpapier auf eine ganz ebene, waagerechte Fläche, stellen den soeben abgesägten Kapseldeckel mit der kreisrunden Sägekante darauf und drehen ihn mehrmals unter leichtem, gleichmäßigem Druck, um auf diese Weise das Werkstück zu entgraten. Sind die größten Grate auf diese Weise entfernt, erfolgt die Feinarbeit ebenfalls mit dieser Qualität Sandpapier, wobei wir dieses von Hand über die Trennkante bewegen, solange, bis Fingerprobe auf dem gesamten Rund Ungefährlichkeit signalisiert.

Da wir für den Kapselunterteil eine 100er-Dose des Typs "*Stapelbar-spezial*" gewählt haben, läßt sich der Kapseldeckel mit leichtem Widerstand auf den Unterteil der Kapsel aufstecken. Es genügt, wenn er lose aufsitzt. Er soll keinesfalls festklemmen!

Doppeltes Ständerkreuz, komplizierte Version

Siehe Abb. 6 bis 9. Für das Anbringen des doppelten Ständerkreuzes am Kapselunterteil benötigen wir einen Seitenschneider und ein Set aus verschiedenen Zangen. Das Anbringen der Klammern ist Fummelarbeit, welche natürlich bei Wiederholung leichter von der Hand geht.

Anfertigung der Stahlstreifen. Die Stahlstreifen können aus 0,5 mm starkem Verpackungsstahlband, aus 0,5 mm dickem V2A-Stahl oder aus 1 mm dickem, billigem Bau-stahl hergestellt werden. Die übrigen Maße finden sich in Abb. 9. Die Löcher sollten sorgfältig angezeichnet und angekörnt werden. Bohrer von 2,5 mm Durchmesser haben sich bewährt. Zum Bohren von V2A-Stahl werden kobaltlegierte Bohrer benötigt. Je ein Tropfen Nähmaschinen-, Silikon- oder Kriechöl pro Bohrung zur Kühlung verlängert die Standzeit der Bohrer. Um Arbeitssicherheit zu gewährleisten, sollten die Stahlstreifen zum Bohren mit einer Spannvorrichtung an einer Holzplatte fixiert werden. Jeder Stahlstreifen wird dann am Mittelloch mittels Schraubstock und Hammer zu einem rechten Winkel gebogen. An den 96er-Winkeln für das obere Ständerkreuz werden an den äußeren 6er-Löchern insgesamt vier Wendeln aus 1,4 mm starkem, verzinktem Stahldraht angebracht, welche die Kartuschenstopper darstellen (Abb. 8).

Verbinden und Versenken der beiden oberen Winkel. Die Verkettung der beiden 96er-Winkel für das obere Ständerkreuz (Abb. 8) erfolgt noch außerhalb des Kapselunterteils. Man verbinde diese beiden Winkel fest sitzend mit einer Drahtklammer (1,4 mm Stärke) durch die beiden Mittellöcher. Die Drahtklammer soll einen elliptischen Ring bilden, und zwar auf der Oberseite, wo die Kartuschenstopper aufragen (Abb. 7). Auf dem Foto der Untenansicht von Kapsel und unterem Ständerkreuz (Abb. 6) sehen Sie die Klammer, welche die beiden 140er-Winkel an den beiden Mittellöchern verbindet. Das Verhaken an den Mittellöchern erfolgt bei oberem und unterem Ständerkreuz genau seitenverkehrt. In Richtung der Kartuschenstopper soll kein Stück Draht dieser Verbindung nach oben hinausragen, weil die Kartusche satt auf dem oberen Ständerkreuz aufsitzen soll. Als Nächstes versenkt man das obere Ständerkreuz aus den zentral verbundenen beiden 96er-Winkeln von oben her in das Kapselunterteil, bis es auf dem Boden mit dem 60er-Rundloch aufsitzt. Die Stopper aus Drahtwendeln zeigen hierbei nach oben. Im Kapselunterteil stellen das 60er-Rundloch die untere Luft-einlaßöffnung und das Stirnseitenringblech den Boden dar.

Verbinden von oberem und unterem Ständerkreuz. Zunächst Verbindung eines 96er-Winkels (Kapselunterteil innen, oben) mit einem 140er-Winkel (Kapselunterteil außen, unten) über je zwei korrespondierende 20er-Löcher (die Bohrungen, welche wir 20 mm vom Mittelpunkt entfernt angebracht haben). Oberer und unterer Winkel werden dabei um 90 Grad gegeneinander versetzt! Oberes und unteres Ständerkreuz müssen um 90 Grad radial verdreht eingebaut werden, sonst schlackern die Winkel, welche bewußt wackelig und mit Spiel konstruiert wurden, schließlich radial um 90 Grad. Wenn wir obere und untere Winkel um 90 Grad gegeneinander radial versetzen, eliminieren wir diesen Bewegungsfreiheitsgrad. Die Verbindung von oberem und unterem Ständerkreuz erfolgt über Klammern aus Draht von 1,4 mm Stärke. Jede Klammer wird zuvor nach Augenmaß in Form einer u-förmigen, wenngleich auch rechtwinkligen Bürohefterklammer mit einem Mittelschenkel und zwei Außenschenkeln (Mittelschenkel-Länge ca. 17 oder 18 mm) zurechtgebogen. Man winkelt nun einen Außenschenkel dieser "Bürohefterklammer" 45 Grad ein, der gegenüberliegende Außenschenkel bleibt auf 90 Grad.

Die 45-Grad-Seite der "Bürohefterklammer" stellt einen Haken dar, welchen man nun in ein in der Kapsel befindliches 20er-Loch des kleinen, oberen Ständerkreuzes einhängt. 45 Grad kann man einigermaßen bequem mit einer Spitzzange auf Null Grad umbiegen. Zum Inneren der Kapsel hin muß man sich mehr die Finger verbiegen, weil das 60er Loch im Wege steht, weswegen wir mit dem Einhaken am oberen Ständerkreuz beginnen. Der zweite Außenschenkel der "Bürohefterklammer" muß zunächst auf 90 Grad bleiben, sonst bekommt man ihn nicht in das korrespondierende 20er-Loch des unteren Ständerkreuzes eingeklipst. Den 90-Grad-Schenkel der Klammer nach Einklipsen von 90 auf 45 und schließlich auf Null Grad umzubiegen, realisiert sich von der bequemer zugänglichen Außenseite der Kapsel her einfacher. Überschüssige Längen der Klammeraußenschenkel werden mittels Seitenschneider abgeknipst. Ist die erste Klammer angebracht, werden in gleicher Weise die verbleibenden drei 20er-Lochpaare miteinander verbunden. Schließlich erfolgt die Verhakung der beiden unteren 140er-Winkel über die Mittellöcher per Stahlklammer (analog dem ersten Schritt: Verkettung der Winkel des oberen Ständerkreuzes). Die beiden Ständerkreuze dürfen etwas Spiel haben. Fallen sie zu wackelig aus, muß nachgebessert werden. Konstruktionsbedingt bilden die beiden Ständerkreuze zwei sehr flache Trichter, ähnlich einer Sanduhr. Das ist gewünscht.

Doppeltes Ständerkreuz, einfache Version

Siehe Abb. 8 und 10 bis 13. Die einfache Version war der Vorgänger der komplizierten. Ich hatte erstere zunächst verworfen, weil hier das doppelte Ständerkreuz kollabiert, wenn sich die Klemmverbindung von selbst löst. Mittlerweile habe ich das Problem behoben, wie im Folgenden beschrieben. Sowohl bei den 96er- als auch bei den 140er-Stahlstreifen wird auf die 20 mm von der Zentralbohrung gelegenen Löcher verzichtet (Abb. 9). Wie bei der komplizierten Version wird jeder Streifen am Zentralloch rechtwinklig umgebogen. An den kleinen Winkeln werden die Kartuschenstopper an den 6 mm von den Enden vorgesehenen Bohrungen angebracht. Alle vier Winkel werden mittels einer Schlaufe 1,4 mm dicken Drahts verbunden. Die Schlaufe wird auf der Außenseite des Kapselbodens durch Verdrillen per Flachzange gespannt, bis alle vier Winkel mittels Klemmverbindung ein stabiles, rechtwinkliges Doppelständerkreuz bilden. Es verbleibt nun aber für die beiden Winkel des unteren Ständerkreuzes der Freiheitsgrad einer 90-Grad-Drehung gegeneinander um die vertikale Zentralachse. Durch vorsichtiges Links- und Rechtsdrehen dieser beiden Winkel gegeneinander findet man heraus, welche Schenkel aufeinander zu und welche voneinander weg streben. Die beiden voneinander weg strebenden Schenkel erhalten nun zur Fixierung der Rechtwinkligkeit nachträglich je eine Bohrung (Abstand von der Zentralbohrung ca. 40 mm), durch welche ein Drahtbügel (1,4 mm dick) geführt und durch Haken (Umbiegen) befestigt wird. Der Drahtbügel wird leicht auf Zug beansprucht. Um die beiden Bohrungen für den Drahtbügel pragmatischerweise nachträglich anzubringen, ohne die Drahtschlaufe zu entspannen, benötigt man einen kubischen Holzklötzchen als Unterlage. Auch für diese neuen Bohrungen empfiehlt sich ein vorheriges Ankörnen. Die Ausrichtung der oberen Winkel (innerhalb der Kapsel) nach den unteren, einschließlich der Justierung ihrer Rechtwinkligkeit, wird einmal von Hand vorgenommen und ist danach allein durch die Klemmverbindung hinreichend fixiert. Auch die Herstellung der einfachen Variante des doppelten Ständerkreuzes erfordert Geduld, Fingerfertigkeit und Übung.

Verwendung und Problembehebung

Regeln für Holzpellets UND Holzstifte

!!! NACH KARTUSCHENSTART IST EIN NACHGIESSEN VON FLÜSSIGEM BRENNSPIRITUS, AUCH MITTELS DOSIERBECHER, ABSOLUT VERBOTEN !!!

Während des Betriebs muß ab und an nach dem Öfchen geschaut werden. Bei starker Trunkenheit oder Bnebelung durch Drogen sollte man von der Nutzung des Öfchens absehen.

Zum Verständnis des Mini-Holzgasöfchens für drinnen rate ich auch, das Unterkapitel "Physik, Mini-Holzgasöfchen für drinnen" (S. 99) zu lesen. Im wesentlichen geht es darum, über den Zeitraum des Abbrandes eine das Rund der Kartuschenöffnung abdeckende, mittelgroße Flamme, nicht zu hoch, nicht zu niedrig, per Gasgeben und Bremsen aufrecht und in Balance zu halten, welche Rauch und Kohlenmonoxid sauber zu CO₂ und Wasserdampf verbrennt. Mit Holzpellets funktioniert das mit wenigen Eingriffen relativ komfortabel. Bei Holzstiftbetrieb sind mehr Kontrolle und Korrekturen vonnöten, dafür erhält man als Trostpreis ein Farbenspektakel. Die Regulierung des Abbrandes erfolgt einerseits mit den ethanolgetränkten Holzwürfeln, andererseits mit den beiden Kaminsegmenten, welche aufgepflanzt, für Auftrieb sorgen, abgenommen, Bremsung bewirken. Bremsen durch Abnehmen / Aufklappen von Kaminsegmenten wirkt sich nicht sofort, sondern mit zeitlicher Verzögerung aus und ist daher anfangs gewöhnungsbedürftig. Damit das zweite Kaminsegment einwandfrei funktioniert, wird es jeweils mittig-zentriert auf das runde Stirnseitenblech des ersten Kaminsegments aufgesetzt, damit das 60-mm-Rundloch voll umschlossen wird.

Das Verbrennen von lackiertem oder mit Lasuren (insbesondere zum Schutz vor Schädlingen und Verwitterung) behandeltem Holz ist absolut verboten. Die beiden verwendbaren Brennstoffvarianten Holzpellets und Holzstifte müssen trocken sein und an trockenen Orten gelagert werden. Feuchter Festbrennstoff funktioniert nicht. Zerkleinertes Frischholz, welches wir zur Herstellung von Holzstiften und Holzhackstückchen verwenden können, trocknet bedeutend schneller als große Stücke. Halbverkohlte Pellets, Holzstifte und Holzhackstücke (welche also nur teilweise zu Holzkohle umgewandelt wurden), können bei einem weiteren Abbrand wiederverwendet werden.

Kann man einen Kartuschenabbrand jederzeit mittendrin stoppen? Ja! Dafür das zweite Kaminsegment abnehmen und das Öfchen samt Container am Henkel nach draußen oder ins Bad mit Abluftventilator tragen. Dort mittels Grillzange oder robustem Grillhandschuh erstes Kaminsegment und Kapseldeckel entfernen. Dann ebenfalls mittels Grillzange oder Grillhandschuh die Kartusche aufmerksam, beherrscht und zügig in den Kartuschencontainer umtopfen und letzteren verschließen. Fertig. Nachteil: Sie bekommen einen unfreiwilligen Einblick in einen Teil dessen, was physikalisch während der Pyrolyse passiert. Was chemisch passiert, ist unsichtbar, Sie erfahren es im Kapitel "Holzvergaser, Historie, Varianten, Chemie". Physikalisch werden die flüssigen Bestandteile (Holzteer, Harz) aus der als Brennstoff dienenden Phytomasse herausgelöst.

Diese verdampfen und werden zu Holzgas. Landläufig nennt man das Rauch. Da es sich um zähe, schwer flüchtige Stoffe handelt, nehmen sie jede Gelegenheit, an einer kühleren Umgebung zu kondensieren, gerne wahr. Auf diese Weise werden z.B. Lebensmittel durch Räuchern haltbar gemacht. Deswegen bildet sich unter einem Topf, mit dem Sie über Holzfeuer Speisen oder Getränke zubereitet haben, schwarzbraunes Holzteerkondensat. Herkömmlicher Holzbrand ist eine schmutzige, stinkende Angelegenheit! Der Forschungsweg zu dem hier publizierten Prototypen war mit archaischen Zumutungen gepflastert. Wenn Sie einen Kartuschenabbrand mittendrin stoppen, dürfen Sie danach Kartusche und Kartuschencontainer von klebrigem, stinkendem Holzteer reinigen. Befreien Sie vor allem die Primärluftlöcher im Kartuschenboden von Verklebungen, damit der nächste Abbrand gelingt. Kartuschencontainer, Schwämmchen und Putzlappen werden Sie wahrscheinlich nie wieder ganz sauber bekommen (womit man leben kann). Wird hingegen ein Kartuschenabbrand regulär beendet, sind kaum noch Holzteeranteile (außer den wenigen aus den letzten zugefütterten Würfelchen) vorhanden. Wenn Sie sich an die hier gelieferte Bau- und Bedienungsanleitung halten, werden Sie idealerweise vom Kontakt mit den Zwischenprodukten der Pyrolyse komplett abgeschirmt.

Muß die Kartusche exakt mittig auf dem oberen Ständerkreuz stehen? Die Kartuschenstopper aus Drahtwendeln an den Schenkeln des oberen Ständerkreuzes verhindern, daß der Kartuschenmantel in Kontakt mit dem Kapselmantel kommt. Die Kartuschenstopper bewahren die Kartusche somit schon einmal vor einer unerwünschten Extremposition. Wenn die Kartusche, z.B. nach dem Rütteln einer Holzstiftcharge nicht genau mittig steht, wird das sofort an der Ausrichtung der Holzgasflamme sichtbar. Diese brennt dann schief. Außer, daß einem dies als Schönheitsfehler vorkommen kann, bringt es keine Nachteile. Die umlaufende Versorgung der kreisrunden Kartuschenöffnung mit Sekundärluft bleibt gewährleistet.

Die ethanolgetränkten Holzhackstücke (Abb. 43 und 44) dienen als Starter (nur für Holzpellets), als Regulator zur Wiederherstellung einer das gesamte Rund der Kartuschenöffnung bedeckenden Holzgasflamme und als Rauchstopper, falls die Holzgasflamme einmal ganz verlöschen sollte. In letzterem Falle muß man das erste Würfelchen von Hand zünden, bevor man es, nach vorübergehendem Abnehmen beider Kaminsegmente, qua Pinzette auf die rauchende Kartusche legt, da in Ermangelung einer Flamme der Rauchstopper nicht von selbst zündet. Das Auflegen des brennenden Würfelchens beendet den Austritt von Rauch augenblicklich. Bei einer meistens noch vorhandenen kleinen Flamme entzünden sich die Würfelchen von selbst.

Warnhinweis: Oft fängt der an der Pinzette haftende Brennspritus, für uns unsichtbar oder schwer sichtbar, ebenfalls Feuer, welches, wenn wir es nicht ausblasen, das Ethanol im Glasbehälter entzündet, wenn wir mit der Pinzette ein zweites Holzstückchen greifen möchten. Daher brennendes Ethanol an der Pinzette nach jeder Würfelchenanwendung immer routinemäßig ausblasen! Wenn die oberste Lage Holzhackstückchen im Glas verbraucht ist, muß die Pinzette tiefer eingetaucht werden, um Würfelchen herauszufischen. Auf diese Weise bleibt auch mehr Ethanol an der Pinzette hängen. Daher entzündet sich auch mehr Brennstoff. Eine lediglich heiße Pinzette hingegen verhält sich ungefährlich - sie kühlt im Ethanolbad mit einem Zischen ab. Ein Brand im Glas läßt sich schnell durch Ersticken mit dem Deckel oder einem anderen geeigneten Gegenstand löschen, sofern wir ihn rechtzeitig wahrnehmen, mental auf diese Situation vorbereitet sind und kühlen Kopf bewahren. Daher schildere ich dieses Szenario hier.

Allgemein gilt: Je weniger ethanolgetränkte Holzhackstückchen benötigt werden, desto gelungener der Abbrand, umso harmonischer sind alle Bauteile und die Befüllung der Kartusche aufeinander abgestimmt. Getränkte Würfelchen für Korrekturingriffe sollten sparsam verwendet werden, denn sie verändern immer auch die Gesamtgeometrie des Festbrennstoffarrangements einschließlich der zugehörigen Luftkanäle. Entsteht ein Bedarf nach Anwendung der ethanolgetränkten Holzhackstückchen zu Beginn eines Abbrandes, sollten für das Nachlegen beide Kaminsegmente abgenommen werden. Gegen Ende eines Kartuschendurchlaufes dürfen die getränkten Würfelchen auch vorsichtig durch die Kaminsegmente in die Kartusche fallengelassen werden. Pellets sind in dieser Hinsicht toleranter, weil diese beim Verkohlen stärker in der Vertikale schrumpfen als Holzstifte. Ein niedriger Kartuschenfüllstand zum Zeitpunkt des Nachwerfens von Würfelchen verringert die Wahrscheinlichkeit, daß die entzündeten Partikel abprallen und versehentlich in den Ringkamin fallen. Letzteres ist unangenehm aber nicht gefährlich.

Zur Aufbewahrung der ethanolgetränkten Holzwürfelchen (Abb. 43 und 44) empfiehlt sich ein flaches Marmeladenglas mit Federverschluß und Gummidichtung von ca. 0,25 Liter Fassungsvermögen (Abb. 45). Solch ein Glas läßt sich leichter öffnen und schließen als eines mit einem von Holzharz klebrigen Schraubdeckel. Die Holzhackstückchen werden in vergälltes Ethanol (Brennspiritus) eingelegt. Sie müssen sich über mehrere Stunden hinweg mit der brennbaren Flüssigkeit vollgesaugt haben, ansonsten funktionieren sie nicht. Der Ethanolspiegel im Marmeladenglas sinkt im Laufe der Zeit, einerseits, weil die Würfelchen die Flüssigkeit aufsaugen, andererseits, weil Ethanol stark flüchtig ist. Daher ab und zu den Füllstand überprüfen und gegebenenfalls Ethanol nachgießen. Die Flüchtigkeit von Ethanol macht sich über viele Monate auch durch merklichen Schwund aus den handelsüblichen Behältern bemerkbar.

Zur Vorbereitung eines Abbrandes wird der dicht schließende Container (aus V2A-Stahl oder unlackiertem Weißblech, Abb. 33 und 34) für die Kartusche mit der heißen Holzkohle im Freien oder an einem gut belüfteten Ort positioniert, wo nach Verbrennung aller Holzteer- und Ligninanteile (vulgo) und zu Beginn der reinen Holzkohlenphase der exotherme chemische Prozeß durch Ersticken beendet werden soll. Wird die Kartusche nicht per Grillhandschuh entnommen, kann an dieser Stelle auch eine geeignete Grillzange deponiert werden.

Das Öfchen muß für den Betrieb frei, darf aber auch nicht im Weg stehen. Insbesondere der Raum über dem Öfchen bis zur Zimmerdecke muß offen sein. Wir legen zwei mittelgroße Badezimmerfliesen von mindestens 20x20 cm Seitenlänge flach auf den Boden, so daß die tönernen, rauhen Seiten nach oben zeigen und die glasierten nach unten. Auf eine der beiden Fliesen wird der Öfchencontainer gestellt, die zweite Fliese dient als Abstellfläche für heiße Kaminsegmente. Das Kapselunterteil wird mit dem Ständerkreuz nach unten in den Öfchencontainer (Gastronomiekonservendose mit Henkel, Abb. 35) gestellt, und zwar nicht in die Mitte, sondern ein wenig von der Seite mit dem Henkel abgerückt. Exkurs Anfang: Durch das Ausbrennen kann sich der Boden der Gastronomiekonservendose nach oben gewölbt haben, was einem soliden Stand des Kapselunterteils entgegenwirkt. Wenn man den Öfchencontainer auf einen Stapel Zeitungen o.ä. nicht zu weiche Unterlage stellt, kann man mittels eines Besenstils Druck von oben auf den Containerboden ausüben und diesen so nach unten ausbeulen. Hierbei ist darauf zu achten, daß die Ausbeulung nicht wiederum den sicheren Stand des Containers auf ebener Fläche beeinträchtigt. Exkurs Ende. Alle weiteren Teile des Öfchensets sind am Platz: Kapseldeckel, eine (mit Brennstoff zu befüllende oder befüllte Kartusche, erstes

Kaminsegment, zweites Kaminsegment. Zwei robuste Grillhandschuhe und eine Löschdecke werden in Reichweite positioniert. Ferner benötigen wir ein Stabgasfeuerzeug, ein normales, kleines Gasfeuerzeug, das Marmeladenglas mit den Holzhackstückchen im Ethanolbad und eine Pinzette. Bei Stabfeuerzeugbilligvarianten geht der Piezozünder oft bald kaputt. Der Gasbehälter und das Gasventil halten jedoch vermutlich zwanzig Jahre lang. Warum also ein defektes Stabfeuerzeug wegwerfen, wenn man es auch mit einem herkömmlichen Feuerzeug zünden kann?

Regeln nur für Holzpellets, Kurzversion

1. Leeren Kartuschencontainer für glühende Holzkohle im Bad mit Lüftungsmöglichkeit, auf dem Balkon oder auf der Terrasse deponieren.
2. Alle benötigten Gegenstände am zu beheizenden Ort bereitstellen: Öfchenset komplett, zwei Fliesen (20 cm x 20 cm) als Unterlage, 250-ml-Marmeladenglas mit in Ethanol eingelegten Holzhackstückchen, robuste Grillhandschuhe, Löschdecke, Stabfeuerzeug, normales Feuerzeug, Pinzette.
3. Öfchenkontainer auf eine Fliese stellen, die zweite Fliese daneben platzieren, jeweils glatte Seite unten, raue Seite oben. Kapselunterteil in den Öfchenkontainer stellen.
4. Kartusche mit Pellets befüllen. Schüttung von grobem Korn durch leichtes Aufstampfen verdichten, feines Korn durch Kopfstellen bei Handflächenabdeckung der Kartuschenöffnung und vorsichtiges wieder Herumdrehen auflockern, Dichte von mittlerem Korn belassen.
5. Kartuschenstopper (innerhalb der Kapsel, an den Schenkelnenden des oberen Ständerkreuzes) nach außen neigen. Die Kartusche mit dem Boden zuerst möglichst mittig auf das Ständerkreuz in der Kapsel stellen, eine Lage ethanolgetränkter Starterwürfel per Pinzette auf die Pelletsfüllung schichten, Kapseldeckel aufstecken, Kartusche mittels Stabfeuerzeug zünden.
6. Beide Kaminsegmente aufsetzen, auf die Uhr schauen und sich den Beginn des Abbrandes merken.
7. Während der ersten halben Stunde alle fünf Minuten nachschauen, ob der Abbrand in Gang kommt. Große Lücken im Flammbild an der kreisrunden Kartuschenöffnung und nicht von Flammen bedeckte Holzkohlenglut bedeuten Kohlenmonoxidgefahr. Gelbe Anteile in der Flamme signalisieren Schutz vor Kohlenmonoxidaustritt. Einige Starts gelingen leicht, andere benötigen Nachlegen von ethanolgetränkten Holzhackstückchen. Für letzteres Kaminsegmente abnehmen und die getränkten Würfelchen per Pinzette nachlegen. Wenn die Starthelfer bei nicht mehr vorhandener Restflamme nicht von selbst zünden, diese vor Einbringen in die Kartuschenöffnung mittels Feuerzeug in Brand setzen. Danach Kaminsegmente wieder aufpflanzen.
8. Nach der ersten halben Stunde ab und zu schauen, ob die Flamme das gesamte Rund der Kartuschenöffnung hinreichend abdeckt. Solange keine Gerüche aus unverbrannten Holzgasen entweichen, besteht kein Handlungsbedarf. Sollte sich in der Flamme eine kreissegmentförmige Lücke von einem Winkel über 30 Grad gebildet haben (passiert selten), Kaminsegmente abnehmen, im Bereich der Lücke per Pinzette ein ethanolgetränktes Holzhackstückchen platzieren und die Kaminsegmente wieder aufsetzen.
9. Während der Hauptphase gilt es, eine moderat gleichmäßige Flamme am Laufen zu halten. Dazu muß manchmal durch tätige Eingriffe die Holzgaszufuhr entweder gebremst oder beschleunigt werden. Eine trotz beider Kaminsegmente schwächelnde

Flamme wird durch Nachlegen von ethanolgetränkten Würfelchen gestärkt (bei der Verwendung von Pellets selten erforderlich), eine Flamme, welche das Top des ersten Kaminsegments deutlich übersteigt, mittels kurzzeitigem Abnehmen / Aufklappen eines oder beider Kaminsegmente gebremst. Wenn die Flamme erneut zu groß wird, ausprobieren, ob das zweite Kaminsegment dauerhaft abgenommen werden kann, ohne daß die Flamme zu klein wird. Gegen Ende des Kartuschendurchlaufes wird das zweite Kaminsegment auf jeden Fall wieder benötigt, um die Flamme zu unterstützen.

10. Nach achtzig bis hundert Minuten wird die Flamme komplett blau, d.h. die Lignin- und Holzteeranteile (vulgo) sind sämtlich aufgebraucht. Wenn größere Lücken in der Flamme aufreißen, welche mit Geruchsentwicklung einhergehen, kann der Abbrand durch Nachwerfen ethanolgetränkter Holzhackstückchen für kurze Zeit sinnvoll verlängert werden. Das vermeidet Austritt von Kohlenmonoxid.

11. Schließlich zeitigt auch das Nachwerfen der Würfelchen keine nennenswerte Wirkung mehr. Das Ende des Kartuschendurchlaufs ist erreicht. Das zweite Kaminsegment wird abgenommen und das Öfchen am Henkel seines Containers ins Bad, auf den Balkon oder auf die Terasse getragen. Dort werden per Grillzange oder Grillhandschuh das erste Kaminsegment und der Kapseldeckel entfernt und die Kartusche aus der Kapsel in den Kartuschencontainer umgetopft. Der Kartuschencontainer wird verschlossen und nach drei Minuten wieder in den zu heizenden Wohnraum verbracht, um die Resthitze der erstickten Holzkohle zu nutzen.

12. Das Öfchen (ohne Kartusche) ist in wenigen Minuten abgekühlt. Es kann bei Bedarf mittels einer zweiten Kartusche sofort ein nächster Abbrand gestartet werden.

Regeln nur für Holzpellets, Langversion

Holzpellets (Abb. 39) sind maschinell unter hohem Druck gepreßte Sägespäne, genormt, Durchmesser 6 mm, aus Laub- und Nadelholz, frei von Zusatz- und Bindemitteln, handelsüblich, verbreitet, preiswert. Durch die Pressung entsteht eine Art künstliches Hartholz mit sehr guten Brenneigenschaften, von einerseits hoher Dichte aber andererseits auch hoher Fragilität. Das Mini-Holzvergaseröfchen wurde für die Verwendung von Holzpellets optimiert und brennt mit diesem Brennstoff ca. 80 bis 100 Minuten sehr sauber und komfortabel, sofern die Pellets nicht zu viele kleinteilige und bröselige Trümmer enthalten. Wenn ein Sack Pellets viele Male umgeschichtet und/oder lange über unebenen Grund transportiert wurde und dabei vielen harten Erschütterungen ausgesetzt war, wird das zu einer Verminderung der mittleren Korngröße der gesamten Verpackungseinheit führen. Feinkörnige Pelletstrümmer, welche sich üblicherweise am Grund eines fast leeren Gebindes finden, verstopfen die Luftkanäle innerhalb der Brennkartusche. Eine Kartuschenfüllung mit Pellets zu geringer mittlerer Korngröße wird nach Zündung nicht in Gang kommen. Pelletstrümmer daher mittels eines Siebs und/oder durch Handverlesen aussondern! Die durchschnittliche Korngröße des Brennguts in einer befüllten Kartusche und die sich abhängig davon zwischen den Stücken ausbildenden Luftkanäle beeinflussen die Abbrandcharakteristik wesentlich. Schon ein Rütteln der Pellets (Verdichtung) verzögert das Abbrandgeschehen. Fällt die mittlere Korngröße in einer Brennkartusche zu klein aus, weil sie zu viele bröselige Pelletstrümmer enthält, kann dies das Ausbilden einer Holzgasflamme und damit den gesamten Abbrand vereiteln. Erfahrung lehrt, die mittlere Korngröße der verwendeten Pellets richtig einzuschätzen. Die Kartusche soll vor Zündung bis 10 mm unter Rand mit Pellets ge-

füllt sein. Bei tendenziell grobkörnigen Pellets (z.B. oben aus einem frisch geöffneten Sack) ist es sinnvoll, den Inhalt der Kartusche qua Aufstampfen / Rütteln zu verdichten. Der dadurch im oberen Bereich der Kartusche entstandene Raum kann wieder bis 10 mm unter Rand aufgefüllt werden. Eine Kartusche mit Grobkorn brennt gerüttelt länger und zivilisierter. Bei tendenziell feinkörnigen Pellets (z.B. unten aus einem fast aufgebrauchten Sack, das feinere Material hat die Neigung, sich unten zu sammeln) empfiehlt sich umgekehrt eine Verringerung der Dichte mittels eines Tricks: Man befüllt die Kartusche nur bis 20 mm unter Rand, legt dann einen Handteller darauf, dreht den Brennstoffbehälter um 180 Grad auf den Kopf und kippt ihn bei weiterhin aufliegender Handfläche ganz vorsichtig wieder um 180 Grad zurück. Wenn die Pelletsschüttung in der Kartusche nun 10 mm unter Rand endet, hat sich das Gesamtvolumen der Luftkanäle zwischen den Brennstoffpartikeln erhöht. Bei Befüllung der Kartusche mit Pellets mittlerer Korngröße wird keine Nachbehandlung der Dichte vorgenommen. Nach ihrer Befüllung wird die Kartusche in die Kapsel auf das obere Ständerkreuz gestellt. Es ist achtzugeben, daß die Kartuschenstopper aus Drahtwendeln an den Enden der Schenkel des oberen Ständerkreuzes nach außen geneigt sind, damit sie nicht im Weg stehen. Das Kapselunterteil hatten wir zuvor bereits in den Öfchencontainer gestellt, welcher wiederum auf einer Keramikfliese steht. Nun wird mit Hilfe einer Pinzette auf der gesamten Kreisfläche der Kartuschenoberseite eine Lage ethanolgetränkter Holzhackstückchen als Starter (Abb. 43 und 44) aufgebracht. Jetzt wird der Kapseldeckel behutsam, lose aber dichtschießend, waagrecht aufgesteckt. Sodann wird das Arrangement zeitnah mit einem stabförmigen Herdanzündergasfeuerzeug gezündet, da Brennspritus schnell verdunstet. Keinesfalls darf die Pelletcharge mit flüssigem Brennspritus begossen werden, weil die Pellets dadurch aufquellen und zu Sägemehl zerbröseln. Das wiederum würde bewirken, daß die Luftkanäle verstopfen und der Selbstläuferprozess der Holzvergasung nicht in Gang kommt. Wird über der 70-mm-Rundöffnung des Kapseldeckels eine Ethanolflamme deutlich sichtbar, werden die beiden Kaminsegmente lose aufgepflanzt. Letzteres kann mit bloßen Händen geschehen, da die Kaminsegmente noch kalt sind. Nun wird auf die Uhr geschaut und der Beginn des Abbrandes notiert oder im Gedächtnis behalten. Während der dreißigminütigen Starterphase entsteht ein angenehmer Holzgeruch, welcher an Schreinerei oder Fichtennadeln erinnert. Da sich alle Pellets-Chargen hinsichtlich der zufälligen Schüttung der Partikel unterscheiden, gelingen die Starts mal leichter, mal benötigen sie Nachlegen von ethanolgetränkten Holzhackstückchen. Der Start ist eine sensible Phase, in welcher Rauch und Kohlenmonoxid in die Raumluft gelangen können, wenn größere Lücken im Flambild an der kreisrunden Kartuschenöffnung aufreißen, wenn die Flammen zu klein sind oder wenn glühende Holzkohlen nicht von Flammen bedeckt werden. Wenn man darauf achtet und dafür sorgt, daß sich gelbe Anteile in der Flamme befinden, ist man vor Austritt von Kohlenmonoxid geschützt. Spätestens nach dreißig Minuten sollte eine typische Pelletsholzgasflamme (Abb. 64, oben) in Gang gekommen sein. Diese brennt ab Ende der dreißigminütigen Starterphase fünfzig bis siebzig Minuten lang. Bei Nutzung der Brennstoffvariante Holzpellets muß fest damit gerechnet werden, daß bei fünfzig Prozent der Abbrände innerhalb der ersten dreißig Minuten nochmals ethanolgetränkte Holzhackstückchen nachgelegt werden müssen, um Verlöschen und damit Rauch-/Kohlenmonoxid-Austritt zu verhindern und so die selbstlaufende Holzgasflamme in Gang zu bringen.

Holzpellets sind zwar die berechenbarere und zivilisiertere Brennstoffvariante für das Mini-Holzgasöfchen für drinnen. Aber auch jeder Pelletsabbrand stellt in gewissen Grenzen, was die Schüttung der Brennstoffstücke angeht, ein Zufallsexperiment dar (Unterkapitel "Physik, Mini-Holzgasöfchen für drinnen", S. 99). Daher muß auch wäh-

rend eines Pelletskartuschendurchlaufs ab und zu nachgeschaut und eventuell steuernd eingegriffen werden. Bei vorwiegendem Pelletsbetrieb fällt auf, daß sich an der Innenseite des Kartuschenmantels im Laufe der Zeit eine dünne Schicht Holzteer ablagert (Abb. 15). Man kann diese Schicht durch Ausbrennen per Lötbrenner ablösen. Das ist unnötig, kostet Energie und verringert die Lebensdauer der Kartusche. Wird die Schicht dicker, löst sie sich nach und nach von selbst ab. Dem kann durch Kratzen mit einem Schraubenzieher nachgeholfen werden. Es ist in dieser Angelegenheit kein Aktionismus vonnöten. Weniger ist mehr.

Während der Hauptphase möchten wir eine gleichmäßige, moderate Holzgasflamme sehen, nicht zu niedrig, um Verlöschungsgefahr auszuschließen, aber auch nicht wesentlich höher als das Top des ersten Kaminsegments, um Rußbildung zu vermeiden. Geschieht letzteres, wirkt das vorübergehende Abnehmen eines oder beider Kaminsegmente bremsend, weil es den Wärmeartrieb der heißen Gase reduziert. Das Bremsen durch Abnehmen der Kaminsegmente wirkt mit zeitlicher Verzögerung, was gewöhnungsbedürftig ist. Das Wiederaufsetzen eines oder beider Kaminsegmente einerseits und das Nachlegen ethanolgetränkter Holzhackstücke andererseits wirken verstärkend bzw. beschleunigend auf die Flamme. Die Veränderung der Kartusche von 17 auf 25 Zwei-Millimeter-Rundlöcher im Boden mischt das Holzgas tendenziell fetter. Die neugestaltete Kartusche verhält sich dadurch einerseits toleranter gegenüber feinkörnigen Pelletsfüllungen, andererseits kommt es vor, daß über weite Strecken das zweite Kaminsegment überflüssig wird. Steigt die Flamme nach Aufsetzen des zweiten Kaminsegments wiederholt deutlich über das Top des ersten Kaminsegments, kann man probieren, das zweite Kaminsegment solange komplett wegzulassen, wie die Flamme auch gut ohne in moderat angepaßter Höhe ihren Dienst verrichtet. Der Zustand des Feuers läßt sich bei Fehlen des zweiten Kaminsegments aus einigen Metern Abstand gut beobachten. Es kann sich im Fortgang herausstellen, daß für eine moderate Holzgasflamme ein Kaminsegment zu wenig und zwei Kaminsegmente zu viel Auftrieb erzeugen. Mit der seit der zweiten Buchauflage per Scharnier (Klavierband) aufklappbaren Ausführung des zweiten Kaminsegments läßt sich der Wärmeartrieb in einem bestimmten Intervall stufenlos regeln. Durch einen dem Betrachter zugewandten, geöffneten Spalt läßt sich der Abbrandstatus gut beobachten. Da das Öfchen auf dem Boden steht, wird der Beobachter in den meisten Fällen von schräg oben in ein geschlossenes (leicht überlappendes) zweites Kaminsegment hineinblicken können. Die Flachköpfe der obersten Blindnieten reflektieren das Licht des Feuers. Sollten die Flachköpfe im Laufe der Zeit durch Oxidation matt werden, läßt sich unter den benachbarten Drahtschlaufen, welche der Fixierung der Griffe dienen, ein Streifen Aluminiumfolie hindurchschieben und bei weit aufgeklappten Halbschalen beidseitig umfalten. Durch den so erzeugten Spiegel ist wieder eine Sichtkontrolle der Flamme bei geschlossenen Halbschalen gegeben. Gegen Ende des Abbrandes wird das zweite Kaminsegment in geschlossener Einstellung in jedem Fall wieder benötigt, um die Pyrolyse ordnungsgemäß zu beenden, damit alle noch verbliebenen Holzteer- und Liginanteile (vulgo) der Pelletscharge in Wärmeenergie umgewandelt werden.

Schwächeln oder Verlöschen beim Start oder beim Aufreißen kreissegmentförmiger Lücken während der Hauptphase des Abbrandes werden durch Nachlegen von ethanolgetränkten Holzhackstückchen überbrückt: Beide Kaminsegmente abnehmen, ein oder zwei Würfelchen mittels Pinzette in den jeweiligen Problembereich im Rund der Kartuschenöffnung geben, hernach beide Kaminsegmente wieder aufpflanzen. Im seltenen Fall eines kompletten Verlöschens der Flamme, was Rauchentwicklung nach sich zieht, zünden die Holzwürfel nicht von selbst! Sie müssen vor Einbringen in die Kartusche per

Feuerzeug gezündet werden. Am Ende eines Kartuschendurchlaufs kann die schwächelnde blaue Flamme, einhergehend mit dem Aufreißen großer Lücken im Rund der Kartuschenöffnung, durch vorsichtiges Nachwerfen von Starterwürfelchen ohne Abnehmen der Kaminsegmente noch für wenige Minuten gestützt werden. Dies entzieht dem Brenngut letzte durch Flambbildung verwertbare Energie und verhindert Austritt von Kohlenmonoxid. Wenn trotz beider Kaminsegmente schließlich auch das Nachwerfen von Würfelchen keinen Effekt mehr zeitigt, wird noch vor Verlöschen der schwächelnden blauen Flamme das zweite Kaminsegment abgenommen und das Öfchen am Henkel des Öfchencontainers ins Bad, auf den Balkon oder auf die Terrasse getragen. Weiter geht es im Unterkapitel "Regeln für Holzpellets UND Holzstifte, Fortsetzung".

Regeln nur für Holzstifte, Kurzversion

1. Leeren Kartuschencontainer für glühende Holzkohle im Bad mit Lüftungsmöglichkeit, auf dem Balkon oder auf der Terrasse deponieren.
2. Alle benötigten Gegenstände am zu beheizenden Ort bereitstellen: Öfchenset komplett, zwei Fliesen (20 cm x 20 cm) als Unterlage, robuste Grillhandschuhe, Löschdecke, Stabfeuerzeug, normales Feuerzeug, Pinzette, Spitzzange zum Entfernen der Dummystäbe, 250-ml-Marmeladenglas mit in Ethanol eingelegten Holzhackstückchen, 450-ml-Schraubglas mit Ethanol und 100er-Konservendose (nicht ausgebrannt) für den Tunkvorgang.
3. Öfchenkontainer auf eine Fliese stellen, die zweite Fliese daneben platzieren, jeweils glatte Seite unten, raue Seite oben. Kapselunterteil in den Öfchenkontainer stellen.
4. Kartusche mit schlanken 10-cm-Holzstiften stopfen, so daß diese klemmen und bei Kopfstehen nicht mehr von selbst herausfallen (Abb. 46 bis 48). Unter den Holzstiften befinden sich farbig markierte Dummystäbe (Abb. 49) von je einem Quadratzentimeter Querschnitt, deren Anzahl sich nach der Holzart und der relativen Menge der verwendeten Rundstäbe richtet. Sind ausschließlich Spaltstäbe mit eckigen Profilen vorhanden, werden **fünf** der markierten Dummystäbe mit in die Kartusche gestopft. Liegen ausschließlich Rundstäbe vor, wird kein einziger Dummystab gebraucht.
5. Ethanol aus dem Schraubglas in die 100er Dose geben (maximal 25 mm Füllhöhe). Hierbei ein zweifach gefaltetes Zellstofftuch (Küchenrolle) unterlegen, um danebenfallende Tropfen aufzufangen.
6. Die gestopfte Kartusche für zwanzig bis dreißig Sekunden kopfüber in das Ethanolbad stellen.
7. Kartusche entnehmen, gut abtropfen und überschüssiges Ethanol vom Kartuschenmantel mit demselben soeben verwendeten Zellstofftuch abtrocknen.
8. Kartusche mit dem Boden nach unten auf die zweite Fliese stellen.
9. Ethanolbad aus der 100er-Konservendose zurück ins 450-ml-Schraubglas schütten, Schraubglas dicht verschließen, Zellstoffküchentuch (kann oft wiederverwendet werden) in die Ethanolbad-Konservendose stecken, Schraubglas und Konservendose aus dem Umkreis des Öfchens entfernen.
10. Die farbig markierten Dummystäbe von je einem Quadratzentimeter Querschnitt mittels Spitzzange aus der Kartusche ziehen, um Raum für zusätzliche Luftkanäle zu schaffen. Die Dummystäbe in einen separaten Behälter legen. Die verbliebenen Holzstäbe mittels Spitzzange in der Kartusche auflockern / aus der Klemmverbindung befreien,

so daß alle Stäbe lose, aber aufrecht in der Kartusche stehen (bei ausschließlich Rundstäben entfällt diese Regel, da keine Dummystäbe benötigt).

11. Kartuschenstopper (innerhalb der Kapsel, an den Schenkeln des oberen Ständerkreuzes) nach außen neigen. Die Kartusche mit dem Boden zuerst möglichst mittig auf das Ständerkreuz in der Kapsel stellen, Kapseldeckel aufstecken, Kartusche mittels Stabfeuerzeug zünden.

12. Es sollte eine Ethanolflamme deutlich sichtbar werden. Ist dies der Fall, Kaminsegmente aufsetzen, auf die Uhr schauen und sich den Beginn des Abbrandes merken. Spitzzange und die entnommenen Dummystäbe aus dem Umkreis des Öfchens entfernen.

13. Während des einstündigen Abbrandes immer wieder prüfen, ob die Flamme das gesamte Rund der Kartuschenöffnung hinreichend abdeckt, damit keine unverbrannten Holzgase entweichen. Sollte sich in der Flamme eine Lücke gebildet haben oder die Flamme gar verloschen sein, Kaminsegmente abnehmen und im Bereich der Lücke in der Flamme per Pinzette ein oder zwei ethanolgetränkte Holzhackstückchen platzieren. Entzünden sich die Würfelchen (wegen Verlöschens der Holzgasflamme) nicht von selbst, müssen sie vor Einbringen in die Kartusche per Feuerzeug gezündet werden. Danach die Kaminsegmente wieder aufsetzen. Nach Verstreichen der Halbzeit lohnt es sich, jeweils vor Nachlegen eines Würfelchens die Kartusche ab und an mit der Pinzette am Rand zu packen und ein wenig zu rütteln.

14. Allgemein soll eine trotz beider Kaminsegmente schwächelnde Flamme durch Nachlegen von ethanolgetränkten Würfelchen gestärkt, eine Flamme, welche das Top des ersten Kaminsegments deutlich übersteigt, mittels kurzzeitigem Abnehmen eines oder beider Kaminsegmente gebremst werden.

15. Gelingt der Kartuschenstart besonders gut (d.h., der Öfchenbetreiber hat zufällig eine Strohfeuerkartusche gewürfelt), können die gelb und rot brennenden Reserven an Holzteer und Lignin (vulgo) schon nach fünfundzwanzig Minuten fast aufgebraucht sein.

16. Die Blauanteile der Holzgasflamme, welche von dem zu CO₂ verbrennenden Kohlenmonoxid herrühren, werden entlang der Zeitachse zunehmend dominant. Schwächelt schließlich die blaue Flamme am Ende des Pyrolyseprozesses, kann diese durch Nachlegen / Nachwerfen von ethanolgetränkten Holzhackstückchen noch eine Weile unterstützt und aufrechterhalten werden. Für ein paar Minuten locken die beiden aufgepflanzten Kaminsegmente durch Nachlegen von Würfelchen noch eine respektable Flamme aus der Kartusche.

17. Daran schließt sich die Holzkohlenphase an, in welcher der Auftrieb durch die beiden Kaminsegmente keinen sichtbar verstärkenden Effekt mehr auf den Kartuschenbrand ausübt. Dann werden beide Kaminsegmente abgenommen und das Feuer bis zum Erreichen der vollen Stunde durch Nachlegen von ethanolgetränkten Holzhackstücken aufrechterhalten. Solange sichtbare Flammen über dem Kartuschenrand arbeiten, wird kein Kohlenmonoxid frei.

18. Ist die Stunde voll, wird das Öfchen am Henkel des Öfchencontainers ins Bad, auf den Balkon oder auf die Terasse getragen. Dort per Grillzange oder Grillhandschuh erstes Kaminssegment und Kapseldeckel entfernen und die Kartusche aus der Kapsel in den Kartuschencontainer umtopfen. Kartuschencontainer verschließen und diesen nach drei Minuten wieder in die Wohnung verbringen, um die Resthitze der erstickten Holzkohle zu nutzen.

Regeln nur für Holzstifte, Langversion

Da man Holzpellets ohne energiefressende, teure Spezialmaschinen, große Mengen Sägemehl und einschlägige Fachexpertise nicht selbst herstellen kann, bleibt die Möglichkeit, das Holzvergaseröfchen alternativ mit Holzstiften (Abb. 40 und 46 bis 48) zu betreiben, interessant.

Mittels Spaltung gewonnene Holzstifte werden von halbwegs ebenen Flächen begrenzt, welche innerhalb der Kartusche oft so in Kontakt mit den Rechteckflächen benachbarter Spalthölzer kommen, daß sie gemeinsam einen Block bilden und daher das Ausbilden der unbedingt benötigten, vertikalen Luftkanäle verhindern. Es genügt sogar der Kontakt auf lediglich einer horizontalen Linie, um den Luftdurchfluß von unten nach oben zu versperren. Zylindrische Stäbe können keine horizontalen Kontaktlinien ausbilden, lediglich vertikale. Ihre Geometrie begünstigt also die Versorgung der Festbrennstoff-Füllung mit einer genügenden Anzahl vertikaler Luftkanäle. Abb. 46 zeigt eine Kartusche, welche dicht mit Nadelholzstiften (schätzungsweise Kiefer) relativ geringen Querschnitts gestopft wurde. Wie man sieht, handelt es sich um runde, halbrunde und viertelsrunde Stäbe. Während ich mit solchen Arrangements wiederholt hervorragende Selbstläuferabbrände erzielt habe, benötigen Spalthölzer, welche ausschließlich von ebenen Flächen begrenzt werden, durchschnittlich größere Stiftquerschnitte und Holzarten höherer Dichte zusätzliche Tricks, um in Gang zu kommen. In der ersten Buchauflage hatte ich daher angeregt, in der Kartusche eine kleine Menge Spalthölzer mit einer größeren Anzahl Rundhölzer zu mischen, um bei stramm klemmender Stopfung ausreichend vertikale Luftkanäle bereitzustellen. Diese Regel ist jedoch in der Alltagspraxis mit vertretbarem Aufwand nicht umsetzbar, da Gehölzzweige von durchschnittlich 10 mm Durchmesser in der Natur nur sehr begrenzt häufig vorkommen. Bei ökonomisch sinnvollem Betrieb werden sich eckig profilierte Spalthölzer im Verhältnis zu Rundhölzern immer in der Überzahl befinden. Die in den Abb. 47 und 48 dargestellten Stifte scheinen durchschnittlich größere Querschnitte aufzuweisen, als diejenigen in Abb. 46. Wollen die in den Abb. 47 und 48 gezeigten Kartuschen möglicherweise wegen zu großer Stabquerschnitte nicht so recht in Brand geraten? Tatsächlich lehrt die Alltagserfahrung, daß geringere Festbrennstoffquerschnitte schneller Feuer fangen. Die Bedeutung des Oberfläche-zu-Volumen-Verhältnisses (A/V-Verhältnis) wird im Unterkapitel "Physik, Mini-Holzgasöfchen für drinnen", S. 102 ff., veranschaulicht. Auf den vorangehenden Seiten desselben Unterkapitels wird besprochen, daß kleine Querschnitte allein nichts nützen, wenn die Holzladung nicht gleichzeitig genug Luft bekommt. Verwendung von Spalthölzern durchschnittlich geringeren Querschnitts, jedoch mit vorwiegend ebenen Flächen würde das Problem des Mangels an Luftkanälen für die in den Abb. 47 und 48 gezeigten Arrangements auch nicht beheben.

Als operative Lösung für eine Füllung vorwiegend eckig profilierter Spalthölzer fand ich eine Kombination aus einem nachträglichen Hinzufügen von Luftkanälen und einer standardisierten Zündroutine. Letztere werde ich in Zukunft auch für die ausschließliche Befüllung mit Rundhölzern beibehalten. Die Holzstifte sind so stramm zu stopfen, daß bei Kopfstehen der Kartusche kein Stab herausfällt. Zum Stopfen darf hilfsweise ein Metallgegenstand verwendet werden, wenn unbedingt nötig, nur moderate Hammerschläge. Beim Stopfen werden bis zu **fünf** zwecks Wiedererkennung farblich und/oder durch leichte Überlänge markierte Dummstäbe von jeweils ca. einem Quadratzentimeter Querschnitt (Abb. 49) mit eingearbeitet, welche kurz vor dem Zünden mit einer Spitzzange wieder herausgezogen werden. Das in der Kartusche festklemmende Holz-

stiftbündel wird nun zwanzig bis dreißig Sekunden kopfüber in ein maximal 25 mm tiefes Ethanolbad (Abb. 27 und 28) getunkt (bei leicht geringerer Füllhöhe könnten sich die Zündresultate sogar verbessern). Die Farbmarkierung habe ich an der Seite der Dummystäbe angebracht, welche jeweils Kontakt zum Kartuschenboden bekommt. Die gegenüberliegende Seite wird wiederholt mit Ethanol getränkt, was die Farbmarkierung bald auswaschen würde. Letztere soll mir lediglich nach Herausziehen der Dummystäbe signalisieren, ob ich die richtigen Stäbe entfernt habe. Je mehr Rundstäbe und/oder je mehr Holzstifte kleiner Querschnitte für die Befüllung der Kartusche zur Verfügung stehen, desto weniger markierte Dummystäbe sind zur Gewährleistung von genügend Luftzufuhr vonnöten. Die für das Zündroutinenethanolbad verwendete 100er-Konservendose darf gerne eine solche mit Großkreisabreißdeckel sein (die verbreitetste Variante 100er-Dosen, welche wir ansonsten für den Bau des Öfchens überhaupt nicht gebrauchen können). Der Steg mit der Abreißkante muß wegen Verletzungsgefahr mittels Dosenöffner (Abb. 58) entfernt werden. Diese Dose darf ausdrücklich nicht ausgebrannt werden, da sie sonst undicht, und dann Ethanol unkontrolliert auslaufen würde. Mit ein wenig Glück markiert eine der umlaufenden, stabilisierenden Sickenprägungen im Dosenmantel genau die Füllhöhe von 25 mm.

Für die Befüllung der 100er-Dose mit dem Zündroutinenethanolbad aus einem 450-ml-Schraubglas empfiehlt es sich, ein zweifach gefaltetes Zellstofftuch (Küchenrolle) unterzulegen, um herabtropfendes Ethanol aufzufangen. Da die klemmenden, ca. 100 mm langen, Holzstifte einen durchschnittlichen vertikalen Abstand von 6 mm zum Kartuschenrand aufweisen, tauchen die Spitzen der Stäbe demnach durchschnittlich 19 mm in das Ethanolbad ein - in Wirklichkeit etwas tiefer, da im Zuge der Flüssigkeitsverdrängung beim Versenken der befüllten Kartusche der Ethanolpegel nochmals steigt. Nach dem zwanzig- bis dreißigsekündigen Tunken der kopfstehenden Kartusche läßt man überschüssiges Ethanol in das Ethanolbad abtropfen. Dann wischen wir das Ethanol, welches am äußeren Kartuschenmantel hängengeblieben ist, mittels ebenjenem Zellstofftuch ab, welches wir zuvor beim Einfüllen bereits als Tropfunterlage verwendet haben. Das Ethanolbad wird jetzt in das 450-ml-Schraubglas zurückgeschüttet und dieses fest verschlossen. Danach werden das ethanolfeuchte, gefaltete Zellstofftuch in die nun leere Ethanolbaddose gesteckt und sowohl letztere als auch das 450-ml-Schraubglas zur Ethanol Aufbewahrung aus dem Umkreis des Holzvergaseröfchens entfernt. Nun werden die Dummystäbe mittels der bereitliegenden Spitzzange herausgezogen und in einem beliebigen bereitstehenden Behälter abgelegt. Die in der Kartusche verbliebenen Holzstifte werden mit der Spitzzange aufgelockert, sofern sie noch klemmen. Bei ausschließlicher Verwendung von Rundstäben bleibt der klemmende Sitz der Brennstoffstücke erhalten. Ein Herausziehen von Dummystäben erübrigt sich, da keine solchen zuvor eingebracht wurden. Nachdem durch Entfernen der Dummystäbe der Erfordernis ausreichender Primärluftzufuhr Rechnung getragen wurde, wird die Kartusche in die Kapsel auf das obere Ständerkreuz gestellt. Hierfür werden die Kartuschenstopper aus Drahtwendeln an den Enden der Schenkel des oberen Ständerkreuzes nach außen geneigt, damit sie nicht im Weg stehen. Bei der Verwendung von Holzstiften kann es vorkommen, daß sich der Kartuschenboden beim Stopfen leicht nach unten ausgebeult hat und daher nicht stabil auf dem Ständerkreuz aufsitzt. In diesem Falle hilft es, den Kartuschenboden händisch von unten leicht zurückzubeulen. Das Kapselunterteil hatten wir bereits in den Öfchencontainer gestellt, welcher wiederum auf einer Keramikfliese steht. Da Brennsgeist stark flüchtig ist, sollten die soeben beschriebenen Arbeitsschritte zügig erfolgen, bevor dann umgehend der Kapseldeckel behutsam, lose, aber dichtschießend, waagrecht auf das Kapselunterteil gesteckt und die Kartusche mittels Stabfeuer-

zeug gezündet wird. Wird über der 70-mm-Rundöffnung des Kapseldeckels eine Ethanolflamme deutlich sichtbar, werden die beiden Kaminsegmente lose aufgepflanzt. Letzteres kann mit bloßen Händen geschehen, da die Kaminsegmente noch kalt sind. Nun wird auf die Uhr geschaut und der Beginn des Abbrandes notiert oder im Gedächtnis behalten.

Warnhinweis: Vermeiden Sie beim Ethanolbrennen den Viel-hilft-viel-Irrtum! Weder ist es erlaubt, die kopfstehende Kartusche mit den Holzstiften in ein tieferes Ethanolbad zu versenken, noch sie länger als zwanzig bis dreißig Sekunden im Ethanolbad zu belassen. Es besteht dann nämlich die Gefahr, daß im unteren Teil der für das Zünden wieder aufgerichteten Kartusche ein konkurrierendes, sauerstoffhungriges, saugendes Gegenfeuer entsteht, das wegen der wenigen kleinen Primärluftlöcher im Kartuschenboden deutlich hörbare, wiederholte, wenngleich ungefährliche, Verpuffungen auslöst, welche schlimmstenfalls das gesamte Arrangement ganz ausblasen können, mindestens aber den Abbrand bis zum Schluß empfindlich stören und zu unbefriedigenden Resultaten (halbverbrannte Stäbe) führen. Dieses Problem einer Art "Schluckauf", welches auch bei Anwendung der Holzstiftzündanweisung der ersten Buchaufgabe gelegentlich auftrat, wurde mit der Holzstiftzündroutine der zweiten Auflage behoben. Durch die Neuerung wird nun auch bei der Nutzung von Holzstiften das Ziel eines Schwelbrandes, welcher sich gleichmäßig vom Top der Kartusche nach unten durchfrißt, erreicht.

Die neue Zündroutine und das Konzept der Dummystäbe arbeiten dem Ideal einer durchgängig selbstlaufenden exothermen Umwandlung der Spaltholzstifte zu Holzkohle bereits wacker zu. Dennoch kommt es während des Abbrandes von Holzstiften hin und wieder zu Gasströmungsabbrüchen, weil das Mischungsverhältnis zwischen Holzgasen und vorgewärmter Sekundärluft über die Zeit des Abbrandes hinweg statistisch nicht die Kontinuität und Ausgeglichenheit mitbringt, welche die Verwendung von Holzpellets kennzeichnen. Daher können während des Abbrandes von Holzstiften Totpunkte auftreten, welche qua Pinzette aufgebrachter, ethanolgetränkter Holzhackstückchen überbrückt werden müssen, um einen annähernd rauchfreien Prozeß zu gewährleisten. Zum Ende eines Stiftholzabbrandes hin befördert gelegentliches Rütteln der Kartusche (per Pinzette) eine möglichst vollständige Aufschließung aller Holzteer- und Ligninressourcen (vulgo). Kommt der Abbrand der Holzstifte schnell und gut in Gang, kann es vorkommen, daß die gelbe Holzgasflamme das Top des ersten Kaminsegmentes deutlich übersteigt. Um Rußbildung zu vermeiden, ist dann Bremsung durch vorübergehendes Abnehmen eines oder beider Kaminsegmente sinnvoll. Bei einem solcherart besonders gut gelungenen Holzstiftkartuschenstart können die mit gelben Flammanteilen brennenden Stoffe Holzteer und Lignin (vulgo) bereits nach fünfundzwanzig Minuten zur Neige gehen. Das Abnehmen eines oder beider Kaminsegmente bremst die Holzgasflamme mit zeitlicher Verzögerung, was gewohnungsbedürftig ist. Daher neigt der Ungeübte dazu, zu stark zu bremsen.

Überhaupt brennt eine Holzstiftkartusche aufgrund der gegenüber Holzpellets wesentlich geringeren Brennstoffdichte nur sechzig Minuten lang. Zusätzlich bewirkt die im Vergleich zu Holzpellets komplett andere Anordnung der Brennstoffstücke einen höheren durchschnittlichen Gas- und Wärmedurchsatz entlang der Zeitachse. Daher wurde die Aufweitung der zentralen Rundöffnung des Kapseldeckels von 60 auf 70 mm nötig. Die Rate pro Zeiteinheit, in welcher das jeweilige Kartuschenarrangement an Holzstiften die ihm innewohnende Holzteer- und Ligninenergie (vulgo) freigibt, ist, neben nachträglichen steuernden Eingriffen, das Resultat eines Zufallsereignisses (siehe Unterkapi-

tel "Physik, Mini-Holzgasöfchen für drinnen", S. 99). Das Konzert aus Blechteilegeometrie, Blechteildimensionierung, Kartuschenbefüllungs und -zündungsverfahren soll die Möglichkeiten der je zufälligen Abbrandergebnisse hinsichtlich ihrer statistisch erwartbaren Streuung vorhersehbar standardisierend eingrenzen. Blechteile und Zündroutine bilden feste Größen, die Füllung der Kartusche fällt hingegen jedesmal ein wenig anders aus. Nutzt man bei ausschließlicher Verwendung eckig profilierter Spaltholzstäbe statt fünf nur vier Dummystäbe, darf man mit einer Verschiebung hin zu durchschnittlich magererer Gasmischung und resultierend mit einem trägeren, verhalteneren Abbrandverhalten rechnen. Angesichts der zuverlässig erwartbaren Ereignisstreuung einer Vielzahl von Kartuschendurchläufen bei wiederholter Anwendung von nur vier Dummystäben wird es am unteren Ende der Zufallsquotienten aus Luftkanalvolumen und Festbrennstoffvolumen (Abb. 42, Bereich der Dreiecke unter der Gaußglocke) Startprobleme geben, welchen mit Nachlegen von ethanolgetränkten Würfelchen begegnet werden muß. Weil es sich jedoch unangenehmer anläßt, einen lahmen Kartuschenstart mit ethanolgetränkten Holzhackstückchen unterstützen zu müssen, als die Auswirkungen eines zu fetten Gemisches einzubremsen, habe ich mich dafür entschieden, ausschließliche Verwendung von eckig profilierten Spalthölzern vorausgesetzt, fünf statt vier Dummystäbe zum empfohlenen Standard zu erklären. Sollte indes die Hälfte der Kartuschenfüllung aus runden und/oder vergleichsweise schlanken Stäben bestehen, sind wahrscheinlich vier Dummystäbe angebracht, eventuell sogar nur drei. Bei ausschließlicher Verwendung von Rundstäben, sofern diese nicht zu dick ausfallen, sind wahrscheinlich keine Dummystäbe erforderlich. Daß eine für die Testläufe zur ersten Buchauflage ausschließlich mit relativ dünnen Kieferstäben bestückte Kartusche (Abb. 46) tatsächlich keine Dummystäbe benötigte, hatte ich bereits erwähnt. Die mit solchen Arrangements von mir erfahrenen, perfekten Selbstläuferabbrände könnten natürlich auch maßgeblich auf bisher unentdeckte, holzartspezifische Variablen zurückzuführen sein. Sollte ein Leser dieses Büchleins mit speziellen, von mir nicht durchgetesteten, Holzarten andere Erfahrungen machen, würde dies eventuell zu einer Anpassung der Zahl für eine spezielle Holzart empfohlener Dummystäbe führen, aber nicht notwendig zum Verwerfen des Prinzips der Dummystäbe schlechthin. Meine Ausführungen stellen letztlich eine Brücke für eigene zu gewinnende Erfahrungswerte meiner Leser dar. Daher hoffe ich, mit der hier vorliegenden Betriebsanleitung Nutzern jeglicher Holzarten ein zielführendes Verfahrensprinzip skizziert zu haben.

Einen Holzstiftkartuschenbrand kann man schematisch in folgende Phasen einteilen: Ethanolbrandphase, Gelbflammenphase, Buntflammenphase (Abb. 60 bis 63), Blauflammenphase (Abb. 64, unten) und Holzkohlenglutphase. Die Benennung der Phasen spiegelt das Verhältnis zwischen Holzteer-/Ligninanteilen (vulgo) einerseits und Kohlenmonoxidanteilen andererseits in der Zusammensetzung der Holzgasflamme. Ob ethanolgetränkte Holzhackstückchen angewandt werden sollen, entscheidet neben sichtbaren Lücken im vom kreisrunden Kartuschenrand begrenzten Flambbild auch das Freiwerden von Gerüchen. Eine niedrige Buntflamme im Spätstadium kann riechen, obwohl sie das Rund der Kartuschenöffnung ausfüllt. Nachlegen eines ethanolgetränkten Holzhackstückchens behebt das Problem. Eine Blauflamme wird durch Anwendung eines Würfelchens wieder bunt. Das Ende der Blauflammenphase ist erreicht, wenn neu eingebrachte getränkte Würfelchen den verkohlten Stäben keine das Kartuschenrund ausfüllende Flamme mehr entlocken können. Die Holzkohlenphase hat begonnen. Nimmt man in dieser Situation beide Kaminsegmente ab, fangen die zuletzt hinzugegebenen Würfelchen plötzlich munter Feuer. Das Arrangement aus verkohlten, glühenden Holzstiften mit oben aufliegenden ethanolgetränkten Holzhackstückchen hat offenbar in ei-

nen komplett anderen Modus umgeschaltet. Der durch die Kaminsegmente erzeugte Auftrieb hatte die vorgewärmte Sekundärluft aus dem Ringkamin nach oben abgesaugt, was dem Ausbilden einer sauberen Holzgasflamme zuträglich war, solange die Pyrolyse einen annähernd konstanten Strom an Rauchgasen produziert hatte. Nach Abnehmen der beiden Kaminsegmente kommt die Sekundärluft nun mangels Absaugeffekt bei den zuletzt nachgelegten ethanolgetränkten Holzhackstückchen an, welche dies mit einem munteren Aufflackern quittieren. Das Öfchen in der Holzkohlenphase ohne Kaminsegmente weiterzubetreiben, ermöglicht es, die Wärme aus der Holzkohlenglut zu nutzen, welche übrigens, qua restriktiver Bodenperforation der Pyrolysekartusche, stiefmütterlich mit Primärluft (Sauerstoff) versorgt wird. Letzteres ist sogar wünschenswert, da diese Bauart die Produktion von Kohlenmonoxid, welches jetzt durch konsequentes Nachlegen getränkter Würfelchen eingefangen werden muß, stark bremst. Die Nutzung der Holzkohlenwärme wird durch einen erhöhten Bedarf, ethanolgetränkte Holzhackstückchen nachzuproduzieren, erkaufte. Mit dem Abnehmen beider Kaminsegmente hat eine Verschiebung von vertikal aufstrebender Wärme hin zu radial-horizontaler Strahlungswärme stattgefunden. Der Öfchencontainer wird dadurch deutlich wärmer. Ich wiederhole: In diesem Betriebsmodus ist es wichtig, durch regelmäßiges Nachlegen von getränkten Würfelchen immer für das Kartuschenrund abdeckende, sichtbare Flammen zu sorgen. Andernfalls wird Kohlenmonoxid freigesetzt. Ich habe mich daran gewöhnt, dies für jeden Stiftholzkartuschenbrand bis zur vollen Stunde (ab Kartuschen-zündung gerechnet) durchzuhalten, gleichgültig, ob nach Ende der Blauflammenphase dreißig, zwanzig oder zehn Minuten zu überbrücken sind. Nach Verstreichen der vollen Stunde wird das Öfchen am Henkel des Öfchencontainers ins Bad, auf den Balkon oder auf die Terrasse getragen. Weiter geht es im Unterkapitel "Regeln für Holzpellets UND Holzstifte, Fortsetzung".

In der Natur herumliegendes, trockenes Totholz finden wir häufig bereits grau oder anderweitig verfärbt vor. Diese sichtbare Alterung wird durch Bläuepilze hervorgerufen, welche sich von den im Holz eingelagerten Stoffen Zucker, Stärke und Eiweiß ernähren. Solches Holz hat daher bereits an Brennwert verloren. Die Arbeit der Bläuepilze bildet die erste Welle der schrittweisen Umwandlung des Totholzes zu torfigem Waldbodendünger. Der Verlust von Zucker, Stärke und Eiweiß hinterläßt feine Hohlräume, in welche sich, je nach Umgebungsbedingungen, schwammartig Wasser einlagern kann, was weitere holzzersetzende Pilze und Organismen anlockt.

Eine in Europa heimische, besonders giftige Holzart ist die Eibe. Man liest, daß Taxane, wie die Alkaloidgifte der Eibe fachgerecht bezeichnet werden, sich bei Hitze zersetzen. Manche Menschen setzen Eibe als Räucherkraut ein, aber selbst diese sind sich unsicher, ob Eibenrauch nicht eventuell giftig sein könnte.

Es hat sich ergeben, daß ich für die Holzstiftversuchsreihen zur vorliegenden zweiten Buchauflage hauptsächlich Spaltstifte aus Birkenholz verwendet habe. Manchem Fachmann gilt Birke als Hartholz. Harthölzer weisen eine höhere Dichte auf als Weichhölzer, was sich aber nicht in höheren Brennwerten abbildet. Letzteres rührt daher, daß Brennwerte sich definitionsgemäß auf Gewicht und nicht auf Volumen beziehen. Das ändert nichts daran, daß eine mit Hartholzstiften befüllte Kartusche schwerer ausfällt und daher mehr Wärmeenergie enthält, als eine solche mit Weichholzstiften. Die Spaltbarkeit von Birke ist leidlich gut. Es gibt Hölzer, welche beim Versuch, sie zu spalten, zum Abbrechen neigen. Andere Holzarten lassen sich längs der Faser leicht in schlanke, ebene Stifte zerteilen. Länger als 10 cm geratene Spaltstäbe kann man leicht mittels

Gartenschere kürzen, dabei fallen Holzhackstückchen an. Wegen in der Natur nicht immer ganz gerade gewachsener oder aufgrund mangelnden Augenmaßes schief abgesägter Stücke wählen wir Astabschnitte der Längen 11 oder 12 cm. Diese spaltet man am besten, indem man ein Beil dergestalt auf eine Kombination aus Hartgummi-Antirutschmatte und 10 mm starkem Sperrholzbrettchen stellt, daß die scharfe Seite der Klinge nach oben zeigt. Die Beilklinge steht mit der stumpfen Hammerseite auf dem Sperrholzbrettchen, letzteres und der Stiel liegen auf der Antirutschmatte auf. Indem man einen Fuß auf den Stiel stellt, fixiert man das Beil in dieser Position. Die Hölzer werden mit einer Stirnseite mittig auf die scharfe Seite der Beilklinge gestellt und mit einer Hand festgehalten (diese Hand muß einen Arbeitshandschuh tragen!). Mit einem separaten Hammer schlägt man auf die der Beilklinge gegenüberliegende Stirnseite des Astabschnitts, bis sich das Aststück längs der Faser teilt. Mit ein wenig Übung funktioniert das sehr komfortabel. Bruchstücke mit Astverzweigungen, welche sich nicht zur Herstellung von Holzstiften eignen, können, wenn sie ihrer Zerteilung keinen zu großen Widerstand entgegensetzen, zu den vielfach benötigten Holzhackstückchen verarbeitet werden. Es kann gefährlich sein, Holz mit großen Astverzweigungen zu spalten. Nichts erzwingen! Widerspenstige Stücke sollten besser an Nutzer von Kachelöfen, offenen Kaminen oder Schwedenöfen weiterverschenkt werden. Gehölzzweige und Spaltholzstifte lassen sich mit einer Gartenschere kürzen oder zu kleinen Holzhackstücken verarbeiten.

Im Handel findet man zwei Sorten von Gartenscheren: Eine verwendet das Scherprinzip (der Trennvorgang erfolgt durch Abscheren, Abb. 59, oben), die andere benutzt das Amboßprinzip (das Abtrennen passiert, indem ein Holzstück mit großer Hebelkraft zwischen eine kräftige Messerschneide und eine gegenüberliegende, rutschfeste Fläche gepreßt wird, Abb. 59, unten). Das Scherprinzip erlaubt präzisere, das Amboßprinzip kräftigere Schnitte. Ich empfehle die Verwendung beider Varianten.

Regeln für Holzpellets UND Holzstifte, Fortsetzung

Am Ende eines Kartuschendurchlaufs werden im belüfteten Bad, auf dem Balkon oder der Terrasse mittels Grillzange oder Grillhandschuh das erste Kaminsegment und der Kapseldeckel abgenommen, die Kartusche in den Kartuschencontainer umgetopft und letzterer dicht verschlossen. Wie in der Holzkohlenphase von Holzstiften fangen auch die letzten auf eine verkohlte Pellets-Charge geworfenen getränkten Holzwürfelchen nach Abnehmen beider Kaminsegmente zuweilen nochmals munter Feuer. Dieses Phänomen beeinflusst unsere Entscheidung, den Abbrand nun durch Ersticken zu beenden, indes nicht. Unverbrannte Holzhackstückchen werden nach Erkalten der Holzkohle wiederverwendet. Unverbrannte Teile von Holzstiften können ebenfalls verwertet werden. Der Kartuschencontainer gibt noch eine Weile Rauch ab. Nach drei Minuten kann der Behälter mit der erstickten, heißen Holzkohle zurück in den Wohnraum verbracht werden, wo die Resthitze ihre wärmende Wirkung noch eine gute halbe Stunde lang entfaltet. Um die jeweilige Unterlage zu schützen, muß der heiße Kartuschencontainer auf einem Teller oder einer Keramikfliese abgestellt werden. Alle übrigen Blechteile des Öfchens sind nach Entnahme der heißen Kartusche in wenigen Minuten erkaltet. Einem sofortigen erneuten Abbrand mittels einer zweiten Kartusche steht nichts im Wege. Auch für die Kartusche des unmittelbaren Folgeabbrandes muß ein Kartuschencontainer

zum Ersticken der glühenden Holzkohle bereitstehen. Zwar ist der Behälter nach einer halben bis dreiviertel Stunde auf Raumtemperatur abgekühlt. Um allen Eventualitäten zu begegnen, ist die Vorhaltung eines zweiten Kartuschencontainers indes angeraten. Die erkaltete Holzkohle aus der Kartusche sollte in einem ersten Schritt grundsätzlich in einen feuerfesten Behälter umgefüllt werden. Glühende Holzkohlenstückchen stellen eine Brandgefahr dar. Halbverbrannte Holzhackstückchen, Pellets oder Holzstifte können bei einem nächsten Kartuschenabbrand wiederverwendet werden. Sägemehl (von unbehandeltem Holz), feines Holzkohlenpulver und graue bis weiße Holzasche eignen sich als Pflanzendünger. Für reine Holzkohle und reine Holzasche gibt es sinnvolle Anwendungen für den menschlichen Verzehr / Filtern von Wasser. Da aber heutzutage Brennspritus mit dem Vergällungsmittel Denatoniumbenzoat versetzt wird, welches sich in den festen Abbrandresultaten anreichert, ist die für einen Verzehr erforderliche Reinheit nicht gegeben. Die (relativ) gröbere Holzkohle kann als Brennmaterial für draußen, gröbere und feinere Holzkohle und Asche können zur Herstellung von Terra Preta (fruchtbare schwarze Erde) genutzt werden.

Pyrolyse und Holzgasverbrennung

Holzvergaser, Versuch einer Definition

Der Begriff Holzvergaser bezeichnet ein Gerät, welches den Vorgang der Holzverbrennung theoretisch und praktisch fragmentiert, indem das Auflösen des Holzes in gasförmige Bestandteile (Pyrolyse) und die Verbrennung derselben als getrennte Prozesse betrachtet und operationalisiert werden. Hierbei wird u.a. das Ziel verfolgt, eine saubere, vollständige Verbrennung möglichst aller Anteile zu erreichen, welche landläufig als Rauch bezeichnet werden, und welche bei herkömmlichem Kaminbetrieb als unverbrannte Emissionen sichtbar, unangenehm riechend und/oder toxisch sind. Im Gegensatz zu augentränenden Lagerfeuererfahrungen vermag der saubere Gasbrand moderner Holzfeuerungen das Tüftlerherz nachhaltig zu faszinieren.

Kommerzielle Pyrolysebrenner zum Kochen

Die in der Einleitung erwähnte Publikation von Christa Roth (siehe Literaturverzeichnis) stellt einfache Varianten von Holzgasöfen vor, welche Heimwerker nach Einarbeitung in die Materie selbst herstellen können. Am Ende der Dokumentation finden Sie eine internationale Liste von Geräten, mit denen man im Freien kochen kann, von welchen Sie einige käuflich erwerben können. Auch der in diesem Büchlein behandelte Prototyp zum Heizen für drinnen entspricht im wesentlichen diesem Bauprinzip. Die Holzfüllung brennt hier von oben nach unten. Das Konzept wurde u.a. vom Konzern Philips und der Colorado State University erforscht und hat viele kommerzielle Umsetzungen erfahren. Darunter gibt es z.B. solche mit elektrischem Gebläse. Die eleganteste Ventilatorvariante ist diejenige, bei welcher der Elektromotor von einem elektrischen Thermoelement angetrieben wird, welches einen kleinen Prozentsatz der Hitze sofort in Strom verwandelt.

Ein paar Links:

https://en.wikipedia.org/wiki/Wood_gas

<https://www.build-a-gasifier.com/gasifier-stoves/>

<https://www.diewaldgeister.de/holzvergaserofen>

<https://www.youtube.com/watch?v=IW2KDPLFzxQ>

<https://www.triaterra.de/p/triaterra-kocher>

<https://www.youtube.com/watch?v=BEdh--pnHCE>

<https://www.youtube.com/watch?v=vRWN-U5BReg>

Physik, "wood gas stove", einfachste Bauart

https://www.youtube.com/watch?v=BxODae_BS74

<https://www.youtube.com/watch?v=8ycDGWy8rik>

Die Basisversion eines Holzvergaser-campingkochöfchens bietet einen anschaulichen Einstieg zum Verständnis der zugrundeliegenden Technik. Dieses Urmodell wird aus zwei zylindrischen Blechdosen unterschiedlicher Durchmesser gefertigt, welche per Klemmverbindung über das paßgenau ausgeschnittene Stirnseitenblech der großen Dose konzentrisch ineinander verschachtelt werden. Zwischen den beiden Dosen entsteht so ein ringförmiger Luftkamin um die innere Brennkammer herum, in welchem sich durch die Strahlungswärme des Holzbrandes ein aufstrebender Sekundärluftstrom entwickelt, welcher am Top umgelenkt und mit den Rauchgasen verwirbelt wird. Diese Strömungsmechanik begünstigt eine möglichst vollständige, also saubere, chemische Reaktion der Holzgase mit dem Sauerstoff aus der vorgewärmten Luft. Der Ringkamin wird oben geöffnet, indem man auf einer horizontalen Ebene etwas unterhalb des oberen Randes an der Innendose auf dem gesamten Rund eine Batterie Löcher äquidistant anbringt. Im Betrieb bilden sich, ausgehend von diesen Löchern, sich farblich abhebende Gasflammen, welche ins Zentrum drängen. Der per Lochbatterie radial aufgesplitterte, in die Horizontale umgelenkte Luftstrom aus dem Ringkamin, welcher den vertikal aufstrebenden Holzgasen in die Parade fährt, wird in einem farbig-ästhetischen Spektakel sichtbar. Die typischen konzentrischen Flammenmuster am Top des Öfchens, im Szenegargon „Jets“ genannt, zeichnen die Spur der chemischen Reaktion. Die resultierende große Flamme sieht einem Benzinbrand ähnlich und mutet eher holzuntypisch an. Die Brennkammer (die Innendose) dieser Basisversion eines Holzgasöfchens wird separat über untenliegende Löcher mit Luft versorgt, dort werden unter Hitzeentwicklung die Holzgase aus der Biomasse herausgelöst. Die Außendose wird entweder mit einem unteren Ring an Luftlöchern versehen oder auf ein Ständerwerk gestellt, um die Zufuhr von Primär- und Sekundärluft zu gewährleisten. Die Zündung des Brennguts erfolgt von oben.

Physik, Mini-Holzgasöfchen für drinnen

Das Mini-Holzgasöfchen für drinnen funktioniert nach dem gleichen Prinzip: Eine zylindrisch eingefasste, von oben nach unten schwelend brennende Holzladung wird an der oben offenen Stirnseite rundherum mit vorgewärmter, radial zum Zentrum in die Horizontale abgelenkter Sekundärluft versorgt. Anders als bei der Campingkocherbasisvariante wird der warme Sekundärluftzustrom hin zur Basis der sichtbaren Gasflamme nicht durch Metallstege gebremst. Die Umlenkung in die Waagerechte erfolgt mittels des horizontalen Blechrings des Kapseldeckels von 70 mm Durchmesser. Auf diese Weise wird die erforderliche Verwirbelung mit den aus der Kartusche senkrecht aufstrebenden Holzgasen erreicht. Die Kaminsegmente saugen die Brenngase an, das Ringblech des Kapseldeckels mischt und formiert sie. Waren 60 mm Ringdurchmesser für Pellets noch ausreichend, zeigte Geruchsentwicklung bei Spalthölzern mit eckigem Profil einen höheren Bedarf an Sekundärluft an. Durch Aufweitung des Durchmessers auf 70 mm wurde das Problem behoben und auch Pellets brennen mit dieser Anpassung besser.

Um das Ziel der rauchfreien Verbrennung zu erreichen, wird entlang der Zeitachse ein gleichmäßiger Gasstrom in einem gleichbleibend mageren Mischungsverhältnis angestrebt. Für diesen Zweck eignet sich ein von oben nach unten langsam fortschreitender Schwelbrand.

Wird zu wenig Holzgas pro Zeiteinheit freigesetzt, ist am oberen Stirnseitenkreis der Kartusche keine sich über den gesamten Querschnitt erstreckende Gasflamme sichtbar. Geringer Holzgasdurchsatz wird zu Beginn eines Kartuschendurchlaufs durch geeignete EthanolstartROUTINEN überbrückt. In allen übrigen Abbrandstadien und -situationen wird zu geringer Holzgasdurchsatz von unerwünschter Rauch- und Geruchsentwicklung begleitet. Der selbstlaufende Pyrolyseprozeß mit anschließender Holzgasverbrennung ist aus dem Gleichgewicht geraten. Idealerweise pendeln sich in der Gasturbine (ohne bewegliche Teile) des Mini-Holzgasöfchens für drinnen Mischungs- und Prozeßgleichgewichte entlang der Zeitachse ein. Verringert sich der qua Pyrolyse freigesetzte Holzgasstrom zu stark, kann die sichtbare Flamme schwächeln oder sogar verlöschen. Dann wird unverbrannter Rauch freigesetzt. Durch ein Nachlegen einzelner ethanolgetränkter Holzhackstücke wird dem Selbstläuferprozeß wieder auf die Beine geholfen. Zeigt dieser Eingriff auch bei Wiederholung nicht die gewünschte Wirkung, liegt der Fehler beim Verhältnis von Brennstoffvolumen und Luftkanalvolumen innerhalb der Kartusche. Die Kartusche ist wahrscheinlich zu dicht mit Brennstoff gepackt. Bei komplettem Verlöschen der Holzgasflamme müssen die ethanolgetränkten Holzhackstückchen zunächst mittels Feuerzeug gezündet werden, ist noch eine kleine Flamme vorhanden, entzünden sie sich selbst. Die getränkten Würfelchen dienen als Rauchstopper und Regulator, welcher hilft, den Abbrand der Holzcharge wieder in Gang zu bringen.

Wird zu viel Holzgas pro Zeiteinheit frei, steigt die Flamme über das Top des ersten Kaminsegments. Da hierbei das Gemisch zu fett werden und geringe Mengen Rußes entweichen können, sollte der Auftrieb durch vorübergehendes Abnehmen eines oder beider Kaminsegmente(s) gebremst werden. Auch ein rauchiger Geruch bei der Kartuschenrund ausfüllender Flamme unterhalb des Tops des ersten Kaminsegments deutet auf zu fettes Gemisch (zu viel brennbares Gas, zu wenig Luftsauerstoff) hin. Letzteres Problem ist jedoch wiederum mit ethanolgetränkten Holzhackstücken zu behandeln.

Da für jeden Kartuschendurchlauf eine Charge von Brennstoffpartikeln neu zusammengewürfelt wird, ist die Datenbasis eines Einzelabbrandes zu klein, um zu verallgemeinernden, tragfähigen Aussagen zu gelangen. Es braucht vielmehr dutzende Versuchsdurchgänge. Jedesmal bilden die frisch eingefüllten Festbrennstoffstücke ein zu anderen zufälligen Befüllungen leicht unterschiedliches Muster. Daher unterliegt der Quotient aus dem Volumen der Luftkanäle und dem Volumen der Festbrennstoffstücke einer Streuung, welche man sich bei genügend hoher Anzahl von Versuchen gemäß einer Gauß'schen Glockenkurve normalverteilt vorstellen kann. In Abb. 41 sehen Sie diese Kurve für Pellets und in Abb. 42 für Holzstifte. In gewissen Grenzen kann man sich eine gute Belüftung der Festbrennstoffstücke und die sich in lebhaftem Feuer abbildende Reaktionsfreudigkeit als eine lineare Beziehung vorstellen. Je mehr Luft man in ein brennendes Festbrennstoffarrangement hineinbläst, desto stärker wird das Feuer angefacht. Die Belüftungsgrade kann man theoretisch mittels des Quotienten aus dem Volumen der Luftkanäle und dem Volumen der Festbrennstoffstücke quantifizieren. Die lineare Beziehung zwischen Belüftungsgrad und Reaktionsfreudigkeit kann man vernünftigerweise nur annehmen für ein kleines, für uns relevantes, die Befüllung einer Kartusche betreffendes Intervall auf einer Skala, welche zwischen den Extrema "ausfüll-

lender Holzblock" und einem einzelnen in der Kartusche schräg herumliegenden, dünnen Stiften aufgespannt wird. Unterhalb der Gaußglocken der Abb. 41 und 42 versteckt sich die als linear angenommene Beziehung zwischen Belüftungsgrad und Reaktionsfreudigkeit in den drei durch Dreiecke, Kreise und Quadrate gekennzeichneten Abschnitten. Auf den jeweiligen Y-Achsen der beiden Graphen sind indes die zu erwartenden Häufigkeiten der je Einzelabbrand gemittelten Volumenquotienten aufgetragen, welche wir theoretischerweise erhalten, wenn wir sehr viele Kartuschenabbrände entweder mit Holzpellets oder mit Holzstiften durchführen und uns dabei möglichst genau an die für beide Brennstoffvarianten gegebenen Befüllungs- und Zündanweisungen halten. Die dargestellten Häufigkeitsverteilungen der Kartuschenbrandeinzelereignisse sind modellhaft-hypothetische Veranschaulichungen, um die im täglichen Betrieb erfahrbaren Abweichungen in der Funktion des Öfchens zu erklären. Der genannte Belüftungsquotient ist ein Maß für die "Strohfeuerqualität" eines Abbrandes. Wächst der Anteil der Luftkanäle im Verhältnis zum Festbrennstoff, kommt das Feuer schneller in Gang, was aber ab einem bestimmten Punkt zum Problem wird, da die Zielsetzung in einem zivilisierten, moderaten, zeitlich gestreckten Feuer besteht. Wir kommen bei den Gaußkurvendiagrammen in den Bereich der Quadrate. Sinkt der Anteil der Luftkanäle im Verhältnis zum Festbrennstoff, kommt das Feuer langsamer in Gang, was aber bei Weitermarschieren in Richtung Gegenteil von Strohfeuer die Gefahr von Nichtzündwollen bzw. Verlöschensneigung erhöht. Wir kommen bei den Gaußkurvendiagrammen in den Bereich der Dreiecke. Sinnvollerweise werden bei der Prototypenentwicklung die Bauteile, die Brennstoffe und die Betriebsanleitung auf den mittleren Bereich der Kreise hin abgestimmt. Die geometrischen Figuren (Dreiecke, Kreise, Quadrate) in den Gaußkurvendiagrammen dienen der veranschaulichenden Trennung von Intervallen stochastisch erwartbarer Abbrandereignisse nach dem Kriterium der Quotienten aus Luftkanalvolumen und Brennstoffvolumen. Sie symbolisieren nicht die Querschnittsgeometrien von Holzstiften. Da der Experimentator zu Beginn nicht weiß, in welchem Verhältnis die ersten Abbranderfahrungen zu der nach vielen Versuchen erst sich herauskristallisierenden Gaußkurve stehen, tappt er zunächst im Dunkeln. Zumal es sich bei den Gaußglocken in diesem Fall um ein hypothetisches Konstrukt handelt. Die Gaußkurve in Abb. 42 (Holzstifte) ist flacher als die Gaußkurve in Abb. 41 (Holzpellets). Das bedeutet, auf viele Abbrände gesehen, sind für Holzstifte mehr und größere Quotientenausreißer abseits des mittleren Bereiches der Kreise zu erwarten als für Pellets. Eine gefüllte Pelletskartusche enthält ein Vielfaches mehr an Brennstoffstücken, als eine Stiftholz-kartusche, d.h., nach dem Gesetz der großen Zahlen steigt gegenüber Stiftholz die Wahrscheinlichkeit, daß Quotientenausreißer innerhalb der Pelletskartusche sich im Resultat gegenseitig aufheben oder durch "normal" geschüttete Bereiche abgemildert werden. Dieser besänftigende Weichzeichnereffekt von Pellets gegenüber Holzstiften zeigt sich nicht nur beim Vergleich über eine Vielzahl von Abbränden, sondern bereits während eines jeden Kartuschendurchlaufs. Pellets brennen zivilisierter, Holzstifte brennen wilder. Weil Pellets aus wesentlich kleineren Stücken bestehen als Holzstäbe, mitteln sich Unregelmäßigkeiten in der zufallsbedingten Schichtung der vielen Partikel innerhalb der Kartusche nach dem Gesetz der großen Zahlen tendenziell heraus, was die Standardisierung und Wiederholbarkeit der Abbrandqualität von Pellets immens befördert. Die Anzahl von Holzstiften, welche in eine Kartusche passen, ist hingegen viel kleiner. Die ganz normalen, zufallsbedingten Unregelmäßigkeiten bei den jeweiligen Zusammenwürfungen der Festbrennstoffstücke und den dazwischen sich ausbildenden Luftkanälen bewirken daher bei Holzstiften vergleichsweise holperige Abbrandverläufe und größere Unterschiede zwischen verschiedenen Kartuschendurchläufen als bei Pellets. Der Nachteil, daß ein Abbrand mit Holzstiften tendenziell wilder und unregelmäßi-

ger vonstatten geht, was mehr Kontrolle und häufigere Eingriffe erfordert, wird durch die wunderschönen Flambbilder (Abb. 60 bis 63) aufgewogen, welchen der Betreiber begegnet, während er den Fortgang eines Holzstiftabbrandes überwacht.

Mit Holzpellets hatte das Mini-Holzgasöfchen für drinnen der ersten Buchauflage (60-mm-Rundloch im Kapseldeckel, 17 Luftlöcher im Kartuschenboden) bereits gut funktioniert. Auch die Stiftholzkartusche in Abb. 46 legte mit Zündung gemäß Betriebsanleitung der ersten Auflage einen hervorragenden Abbrand hin. Es handelte sich hauptsächlich um kleinprofilierte Stifte aus Kiefernholz. Schon in der ersten Auflage hatte ich angedeutet, daß es sich hier um eine spezielle Holzart mit eigentümlichen Eigenschaften handelt, und daß sich bei Verwendung von Holzstiften abweichender Profilgeometrien, Profilquerschnitte und Holzarten Probleme ergeben könnten. Bei den Holzstiftversuchsreihen für die hier vorliegende zweite Auflage zeichnete sich erst nach mehreren Wochen ab, daß es nötig war, die Gaußglocken (Abb. 41 und 42) entlang der X-Achsen zu verschieben, nachdem klar wurde, daß sich ihre Scheitel im Bereich der Dreiecke befanden. D.h., die Holzstäbe bekamen stets zu wenig Primärluft. Diese Katastrophe habe ich korrigiert, indem ich dem Kartuschenboden acht zusätzliche Löcher von 2 mm Durchmesser genehmigt habe. Konservativ so lange wie möglich am bisher für Pellets bewährten Konzept festhaltend, konnte ich mich erst nach eindeutiger Falsifikation zum neuen Kartuschenkonzept durchringen. Hatten 17 Löcher ein Gasgeben (= Nachlegen von Würfelchen) bei Holzstiften nur zögerlich angenommen, so benötigen nun 25 Löcher ab und an ein Bremsen (= zeitweises Abnehmen eines oder beider Kaminsegmente). Nach der Kartuschenreform von 17 auf 25 Luftlöcher braucht nun auch eine brennende Pelletscharge ab und an eine Bremsung. Das zweite Kaminsegment kann verschiedentlich, je nach Korngröße der Pellets, sogar periodenweise ganz entfernt werden. Dafür ist die Wahrscheinlichkeit, in den verkohlten Pelletsrückständen halbverbrannte Pellets zu finden, erfreulicherweise gesunken, was einen weiteren Hinweis auf die tatsächlich erfolgte Verbesserung des Gesamtkonzepts darstellt. Solange der Scheitel der Gaußglocke im Bereich der Dreiecke angesiedelt war, kam das Öfchen bei Holzstiftbetrieb schwer in Gang, weshalb während der Startphase oft mittels Nachlegen von ethanolgetränkten Holzhackstückchen eingegriffen werden mußte. Die Vergrößerung der Luftzufuhr am Kartuschenboden und die neue Kombination aus standardisierter Zündroutine mit dem Konzept der Dummystäbe (siehe Kapitel "Regeln nur für Holzstifte, Langversion", S. 91) ermöglichen nun einen sicheren Start einer mit Holzstiften bestückten Kartusche. Mit der Kartuschenreform erhalten wir eine Heizung, welche sich mit Gasgeben und Bremsen komfortabel steuern läßt. Das korrigierte Kartuschenkonzept hat auch die Toleranz für durchschnittlich feineres Pelletkorn (Winterschlußverkaufware mit Transportschaden) erhöht, wiewohl gültig bleibt, daß Pelletsbrösel auf den Komposthaufen gehören, da diese die Luftkanäle verstopfen.

Sich die Unterschiede in den Abbrandcharakteristiken als ausschließlich vom Belüftungsquotienten beinflußt zu denken (aufgetragen gegen Ereignishäufigkeiten in den Abb. 41 und 42), stellt eine modellhafte Verkürzung bei der Skizzierung der prozeßwirksamen Strömungsmechanik dar. Mindestens ebenso wichtig ist das durchschnittliche Oberfläche-zu-Volumen-Verhältnis der Brennstoffstücke (A/V-Verhältnis, siehe Wikipedia). Dem Prinzip sind wir bereits in der Einleitung im Zusammenhang mit der Frage der effizienten Beheizbarkeit von Wohnungen unterschiedlicher Größen begegnet. Hier ein Beispiel, um die Relevanz des A/V-Verhältnisses für die Abbrandcharakteristik von Holzstiften zu veranschaulichen: Man stelle sich acht Kartuschenfüllungen mit acht Profilsorten jeweils genau gleicher, künstlich hergestellter, genormter, 100 mm langer

Rundstäbe vor. Jede der acht Sorten unterscheidet sich von der anderen nur im Durchmesser. Die Holzart sei für alle Stifte dieselbe. Jede der acht Kartuschen wird mit nur einer Holzstiftsorte befüllt. Ziel ist es, jede Kartusche mit einem annähernd gleichen Holzvolumen zu bestücken. Durch Berechnen und Abzählen können wir so in allen Kartuschen ungefähr gleiche Belüftungsquotienten herstellen, bei komplett unterschiedlicher Geometrie. Dadurch wird die Variable "Belüftungsquotient" für den Vergleich der Abbrandcharakteristiken der acht Kartuschen eliminiert.

- das Volumen $V = \pi r^2 h$, (Grundfläche $\times$ Höhe)
- die Mantelfläche $M = 2\pi r h$, (die Abwicklung ist ein Rechteck der Länge $2\pi r$ und Höhe h)
- die Oberfläche $O = 2\pi r^2 + 2\pi r h$.

Formeln für senkrechte Kreiszylinder, Quelle: Wikipedia

einzelner Rundholzstift von 0,3 cm Durchmesser:

Volumen: 0,707 cm³

Oberfläche: 9,566 cm²

einzelner Rundholzstift von 0,4 cm Durchmesser:

Volumen: 1,257 cm³

Oberfläche: 12,818 cm²

einzelner Rundholzstift von 0,5 cm Durchmesser:

Volumen: 1,963 cm³

Oberfläche: 16,100 cm²

einzelner Rundholzstift von 0,6 cm Durchmesser:

Volumen: 2,827 cm³

Oberfläche: 19,415 cm²

einzelner Rundholzstift von 0,7 cm Durchmesser:

Volumen: 3,848 cm³

Oberfläche: 22,761 cm²

einzelner Rundholzstift von 0,8 cm Durchmesser:

Volumen: 5,021 cm³

Oberfläche: 26,138 cm²

einzelner Rundholzstift von 0,9 cm Durchmesser:

Volumen: 6,362 cm³

Oberfläche: 29,547 cm²

einzelner Rundholzstift von 1 cm Durchmesser:

Volumen: 7,854 cm³

Oberfläche: 32,987 cm²

relevantes Volumen Brennstoffkartusche (10 cm Höhe): 441,786 cm³

Wir verwenden zum Befüllen nur etwas mehr als 80 Prozent des Volumens, also nur 360 cm³ innerhalb der Brennstoffkartusche.

Folgerichtig passen dann
 von den 3er-Stäben 509
 von den 4er-Stäben 286
 von den 5er-Stäben 183
 von den 6er-Stäben 127
 von den 7er-Stäben 93
 von den 8er-Stäben 71
 von den 9er-Stäben 56
 von den 10er-Stäben 45
 in die Kartusche.

$360 \text{ cm}^3 / \text{jeweiliges Stabvolumen} = \text{Anzahl der Stäbe}$
 $\text{Anzahl der Stäbe} \times \text{jeweiliger Staboberfläche} = \text{aufsummierte Holzoberfläche}$

Summe der Oberflächen 3er-Stäbe: $4869,170 \text{ cm}^2$
 Summe der Oberflächen 4er-Stäbe: $3665,862 \text{ cm}^2$
 Summe der Oberflächen 5er-Stäbe: $2946,421 \text{ cm}^2$
 Summe der Oberflächen 6er-Stäbe: $2465,710 \text{ cm}^2$
 Summe der Oberflächen 7er-Stäbe: $2116,758 \text{ cm}^2$
 Summe der Oberflächen 8er-Stäbe: $1855,802 \text{ cm}^2$
 Summe der Oberflächen 9er-Stäbe: $1654,614 \text{ cm}^2$
 Summe der Oberflächen 10er-Stäbe: $1484,401 \text{ cm}^2$



Wir erhalten eine Exponentialfunktion. Je schmaler die Holzstifte werden, desto schneller wächst die aufsummierte Holzoberfläche, welche in unmittelbaren Kontakt mit den Flammen kommt. Das Schrumpfen der Stiftdurchmesser geht mit einem überproportionalen Anwachsen der Holzoberfläche einher. Leider habe ich nicht die Mittel, das soeben durchgerechnete Gedankenexperiment in der Realität umzusetzen. Das Modell tangiert die Problemstellung, wieviele Kleinkreise sich von der Geometrie her in einen gro-

ßen Kreis packen lassen. Dies ist ein Thema anspruchsvoller mathematischer Doktorarbeiten. Zum Glück ist die Klärung dieser Frage für unsere Aufgabenstellung irrelevant. Ich habe daher auch nicht überprüft, ob die Stäbe beim Zugrundelegen meiner Annahmen tatsächlich in die acht Kartuschen hineinpassen. Wichtig an dem Beispiel ist die Veranschaulichung der Relevanz des A/V-Verhältnisses für die Steuerung des Abbrandverhaltens durch vorausschauende Befüllung der Kartuschen. Selbstverständlich sind eckige Stiftprofile gleichermaßen von diesem geometrischen Gesetz betroffen. Die erwähnte Problematik, daß eckige Profile ebene Flächen ausbilden, welche bei Berührung Luftkanäle verhindern, was bei Rundstäben kaum vorkommt, stellt eine andere Baustelle dar. Das oben abgebildete Diagramm und die Alltagserfahrung legen nahe, daß sich dünne Holzstäbe reaktionsfreudiger verhalten werden als solche größeren Durchmessers. Kartuschenfüllungen mit durchschnittlich schlankeren Holzstiften bieten den Flammen eine größere Angriffsfläche, was bewirkt, daß mehr Holzgas pro Zeiteinheit produziert wird als bei dickeren Stäben. Tatsächlich trägt der Begriff "Strohfeuer" die Verbildlichung der Relevanz des A/V-Verhältnisses bereits in sich: Ein Bündel dünner Halme verbrennt in einem großen, jedoch nur kurz währenden Feuer, wohingegen der Aspekt der Luftzufuhr von der Begriffssymbolik des "Strohfeuers" auf den zweiten Platz verwiesen wird. Die Einsicht in die Wichtigkeit des durchschnittlichen A/V-Verhältnisses der Brennstoffstücke soll uns beim Befüllen einer Holzstiftkartusche daran erinnern, daß tendenziell große Stabquerschnitte den Abbrand hemmen, während vorwiegend kleine Querschnitte ihn beschleunigen. Die Aussage, daß jeder Kartuschendurchlauf aufgrund einer je leicht unterschiedlich ausfallenden Kartuschenbefüllung in einem gewissen Rahmen ein Zufallsexperiment darstellt, bleibt gültig. Allerdings muß das Modell des Belüftungsquotienten mit dem Modell des durchschnittlichen A/V-Verhältnisses der Brennstoffstücke zusammengedacht werden, wenn man die Abbrandcharakteristik durch Beeinflussung ihrer wichtigsten Variablen im Vorfeld steuern will. Eine reichliche Luftzufuhr allein nützt nichts, wenn die Flammen nicht gleichzeitig genügend Angriffsfläche zum Herauslösen der Holzgase erhalten. Der Relevanz des A/V-Verhältnisses begegnen wir übrigens auch oft, wenn es darum geht, technische Geräte hoch- oder herunterzuskalieren, d.h. größere oder kleinere Exemplare von ihnen herzustellen. Sie lediglich in allen Dimensionen proportional zu vergrößern / verkleinern, wird oft nicht funktionieren. Letzteres trifft auch auf die Konstruktion von Pyrolyseöfen zu. Für die Verbrennung von Holzstiften im Mini-Holzgasöfchen für drinnen besteht die Aufgabe, im Laufe der Zeit Erfahrung und Augenmaß für den zu erzielenden Kompromiß aus günstiger, mittlerer Profilstärke in Verbindung mit der richtigen Mischung von Profilgeometrien und Dummystäben zu entwickeln.

Während eine Pelletskartusche einschließlich Startphase zwischen 80 und 100 Minuten lang brennt, beträgt die Brenndauer einer Holzstiftfüllung lediglich 60 Minuten. Dieser Unterschied erklärt sich einerseits durch die wesentlich geringere Brennstoffdichte in einer Holzstiftkartusche. Andererseits fällt der durchschnittliche Durchsatz von Holzgas und Wärme pro Zeiteinheit höher aus, d.h. Holzstifte verbrennen schneller. Dies machte die Aufweitung des Rundloches des Kapseldeckels nötig. Ferner besteht bei Holzstiften tendenziell das Problem unvollständiger Verbrennung, weil Holzstifte im Verlauf ihrer Verkohlung, welche Schrumpfung bewirkt, auseinanderfallen, wohingegen Pellets während ihrer Verkohlung qua Schwerkraft zu einem Häufchen zusammenfallen. Die Schwerkraft bewirkt, daß Pellets, welche durch den Prozeß ihrer Herstellung geometrisch standardisiert und relativ schwer sind, ständig mit ihren nächsten Nachbarn in engem Kontakt bleiben, was einem perfekten, gleichmäßig von oben nach unten sich durchfressenden Schwelbrand sehr entgegenkommt. Pellets stellen nach Maßstäben

technischen Bedarfs künstlich erzeugtes Hartholz dar und bilden aufgrund ihrer Dimensionierung in der Schüttung eine auf funktionale Optimierung hin geplante, ideale Gesamtkomposition zwischen Brennstoffstücken und Luftkanälen aus. Die Packungsdichte von Pellets in einer Kartusche ist deutlich höher als die von Holzstiften, was eine höhere Brenndauer bewirkt. Die aus dem Zusammenspiel von Holzstiften und den dazwischen liegenden Luftkanälen sich ergebenden strömungsmechanischen Bedingungen unterscheiden sich von denjenigen bei Holzpellets grundlegend, u.a. wegen des Gesetzes der großen Zahlen.

Die Freude darüber, die Leistungsfähigkeit des Mini-Holzgasöfchens für drinnen mit Zahlen, Daten, Fakten theoretisch und rechnerisch objektivieren zu können, wird leider getrübt durch eine undurchsichtige und inkonsistente Datenlage bei den Heiz- und Brennwerten, welche sich im Internet auftut. Die Unterschiede sind einerseits den natürlichen Abweichungen geschuldet, welche bei einem Naturstoff vorkommen können. Einflüsse von Lobbyinteressen aus Politik und Industrie können andererseits nicht ausgeschlossen werden. Die Ermittlung von Heiz- und Brennwerten brennbarer Materialien erfolgt mittels Kalorimetern, welche als teure Präzisionswerkzeuge professionelle Chemielabore schmücken. Solche Messungen können daher von Privatpersonen nicht ohne weiteres durchgeführt werden. Der Heizwert ist definiert als Brennwert minus Wasserdampfenergie (Verdampfungsenthalpie). U.a. wegen Restfeuchte im Festbrennstoff (bedingt durch die allgegenwärtige Luftfeuchtigkeit) wird bei der Verbrennung Wasserdampf frei. Bei herkömmlichen Heizungen entweicht der heiße Wasserdampf durch den Schornstein, weswegen hier mit Heizwerten gerechnet wird. Bei modernen Heizungskonzepten wird die Wasserdampfwärme nutzbar gemacht. Darum sind hier die Brennwerte relevant. Weil bei dem Mini-Holzgasöfchen für drinnen keine Abgase zu einem Schornstein ins Freie entweichen, erachte ich den Brennwert und nicht den Heizwert der Holzpellets für die relevante Größe. Die folgenden Berechnungen stellen wegen der unklaren Datenlage eine beispielhafte, ungefähre Pi-mal-Daumen-Veranschaulichung dar, wo der in diesem Buch behandelte Prototyp hinsichtlich seiner Leistungsfähigkeit einzuordnen ist. Die deutsche Wikipedia hat erhebliche Abweichungen bei den Angaben zu Holzkohlenbrennwerten bei Rückgriff auf unterschiedliche Quellen gefunden. Laut Wikipedia weist Holzkohle umso höhere Brennwerte auf, je höher die Temperatur der Pyrolyse für die Holzkohleerzeugung ausfällt. Da es sich bei dem im Mini-Holzgasöfchen für drinnen stattfindenden Prozeß um eine gewöhnliche 400-°C-Pyrolyse handelt, habe ich für die 70 g verbleibender Holzkohle mit einem vergleichsweise geringen Brennwert von 8 kWh/kg gerechnet. Die Maßeinheit ermöglicht den Vergleich unterschiedlicher Brennmaterialien hinsichtlich der in je einem Kilogramm gespeicherten potentiellen Wärmeenergie. Da während eines Kartuschendurchlaufs immer auch Holzkohle verbrannt wird - die Schaffung einer möglichst hohen Holzkohlenausbeute ist nicht das Primärziel des Holzgasöfchens - fällt die Menge Restholzkohle geringer aus als bei einer auf Holzkohlenmaximierung hin angelegten Pyrolyse. Ein in vielen Tabellen gelisteter Brennwert für Holzpellets ist 4,9 kWh/kg. Wir benötigen für unsere Berechnungen zunächst den Wert der in einer Kartuschencharge von 240 g Holzpellets enthaltenen Sonnenenergie, welcher gemäß folgender Gleichung 1,176 kWh beträgt:

$$4,9 \text{ kWh} / 1 \text{ kg} = X \text{ kWh} / 0,24 \text{ kg}$$

Da 70 g Holzkohle übrig bleiben, ist die in der Holzkohle gespeicherte Wärme von der der Pelletscharge innewohnenden Energie zu subtrahieren:

$$8 \text{ kWh} / 1 \text{ kg} = Y \text{ kWh} / 0,07 \text{ kg}$$

Die bei dem achtzigminütigen Abbrand einer Pelletskartusche insgesamt freiwerdende Wärmeenergie beträgt X minus Y = 0,616 kWh. Teilen wir diesen Wert durch achtzig, erhalten wir die pro Minute durchschnittlich freiwerdende Wärme. Dieser Wert wiederum multipliziert mit sechzig ergibt die pro Stunde durchschnittlich produzierte Wärme, welche vom Betrag her definitionsgemäß die Kilowattleistung des Mini-Holzgasöfchens für drinnen bei Betrieb mit Holzpellets darstellt. Verschieben wir das Komma um drei Stellen nach rechts, erhalten wir die durchschnittliche Pelletsbetriebsleistung des hier behandelten Prototypen in Watt: 462 W. Watt ist die in der Welt der Physiker vereinbarte Einheit für Leistung = Arbeit / Zeit = Energieumsatz / Zeit = (bei unserer Problemstellung) freiwerdende Wärme / Zeit. Man kann nicht oft genug darauf hinweisen, daß einerseits kWh und kW, andererseits Energie und Leistung zu verwechseln auf den sprichwörtlich falschen Vergleich von Äpfeln und Birnen hinausläuft. Die beiden Größen hängen miteinander zusammen, sind aber nicht gleichzusetzen.

Bisher unberücksichtigt blieb, daß eine Pellets-Charge mittels ethanolgetränkten Holzhackstückchen gestartet und die blaue Holzkohlenflamme am Ende eines Kartuschen-durchlaufs eventuell noch mit wenigen ethanolgetränkten Würfelchen unterstützt wird. Da die 70 g Restholzkohle die verkohlten Holzhackstückchen enthalten, wir die getränkten Starterwürfelchen aber in der obigen überschlägigen Modellrechnung weggelassen haben, kommt es bei der Leistung im Resultat zu einer Verzerrung. Daher runde ich die durchschnittliche Leistung des Mini-Holzgasöfchens für drinnen der Einfachheit halber auf 500 Watt auf.

Ein elektrischer Heizlüfter der Nennleistung 2000 Watt ist viermal so leistungsfähig wie der hier behandelte Prototyp und erreicht daher den gleichen Umsatz von Wärmeenergie in einem Viertel der Zeit. Die Erwärmung der Raumluft, welche das Holzgasöfchen für drinnen in achtzig Minuten vollbringt, schafft ein elektrisches Heizgerät bei 2000 Watt in zwanzig Minuten. Bei 500 W = 0,5 kW Leistung erzeugt das Blechdosenöfchen in einer Stunde 0,5 kWh und in achtzig Minuten 0,667 kWh Wärmeenergie. Letzterer Wert stellt das ungefähre Äquivalent der Wärmemenge dar, welche in vier Teelichten (der im nächsten Abschnitt erwähnten Herkunft und Qualität) gespeichert ist. Ein Teelicht leistet 35,77 Watt. D.h. vierzehn brennende Teelichte geben die durchschnittliche Leistung des Holzgasöfchens für drinnen ab (detaillierte Herleitung in meiner Publikation zur Pflanzenölheizung).

Ein Sack Holzpellets enthält 15 kg und kostet, Ende September 2023 in Deutschland, sechs EUROS. Das entspricht 62,5 Kartuschenfüllungen zu je 9,6 EUROCENTs. Vier Teelichte kosten bei einem international aufgestellten, weltbekannten Möbelhaus im Oktober 2023 zwanzig EUROCENTs (100 Teelichte zu 4,99 EUROS). Im September 2023 kostet 1 kWh Strom in Deutschland dreißig EUROCENTs. Das bedeutet, daß die Menge Strom, welche eine Elektroheizung verbraucht, um die Wärmemenge eines Pelletskartuschen-durchlaufs aufzubringen, zwanzig EUROCENTs kostet. D.h., Sie sparen mit jedem Pelletskartuschenabbrand 10,4 EUROCENTs gegenüber einer Elektroheizung bzw. dem Heizen mittels Teelichten. Auf einen Sack Holzpellets gerechnet, sparen Sie mit dem Mini-Holzgasöfchen 6,50 EUROS gegenüber elektrischen Varianten. Bei durchschnittlich zwei Kartuschenabbränden pro Tag in 4x30 Tagen Heizperiode sparen Sie bei Verwendung des Pelletsöfchens 24,96 EUROS gegenüber einer elektrischen Heizung.

Die in den 120 Tagen Heizperiode verbrannten Holzpellets kosten gemäß der zuvor veranschlagten Annahmen 23,04 EUROS. Folgerichtig benötigen Sie vier 15-kg-Säcke des Festbrennstoffs.

Die oben angestellten Berechnungen für Überlebenskünstler jonglieren mit für durchschnittliche deutsche Verhältnisse zur Zeit noch lächerlichen Geldbeträgen. Bei zunehmender Inflation und Wirtschaftskrise könnte das Mini-Holzgasöfchen für drinnen demnächst indes noch für mehr Menschen interessant werden. In den Kalkulationen nicht enthalten sind die Kosten für das Ethanol, welches u.a. für die Herstellung der getränkten Holzhackstückchen benötigt wird. Allerdings bringt Pelletsbetrieb einen wesentlich geringeren Würfelchen- und Ethanolverbrauch mit sich als die Verwendung von Brennstoffstäben. Der Gesamtarbeitsaufwand bei Verwendung von Pellets ist deutlich kleiner als bei der von Holzstiften. Für letztere kann man sogar eine leicht höhere mittlere Wärmeleistung erwarten als die 500 Watt für Pelletsbetrieb. In der zuvor angestellten Modellrechnung ist ebenfalls nicht enthalten: Jede Menge schwer in Geldwert zu beziffernder Aufwand! Als da wäre: Transport und trockene Lagerung der Holzpellets, Transport, Herstellung und Trocknung der Holzhackstücke. Vor- und Nachbereitung der Kartuschendurchläufe, wie das Umfüllen, Sammeln und Aufbewahren der Holzkohlenreste. Bei Holzstiftbetrieb fallen an: Transport, Herstellung und Trocknung der Holzstifte, Stopfen der Kartuschen, Anwendung der standardisierten Zündroutine und die Permanentüberwachung der Abbrände. Ferner treffen die oben dargelegten Modellrechnungen auf viele Unwägbarkeiten: Sind die veranschlagten 8 kWh/kg Brennwert für unsere Qualität Holzkohle zu groß oder zu klein gewählt? Auf einer Website wurde der Heizwert für Holzkohlenbriketts sogar mit 6 kWh/kg taxiert. Viel zu niedrig? Realistisch? Die 240 g Holzpellets für eine Kartuschenfüllung habe ich zu einem anderen Zeitpunkt, möglicherweise unter Verwendung einer anderen Qualität Pellets, gemessen als die verbleibende Restholzkohle von 70 g. Führt die Kombination der beiden Werte zu einer Verzerrung? Heizwerte für Holzpellets werden auf den Gebindesäcken stets mit einer Bandbreite angegeben, z.B.: 4,6 bis 5,3 kWh/kg. D.h., die Energieausbeute bei der Verbrennung des Naturstoffs Holz unterliegt Schwankungen. Bei Verbrennung von relativ feinkörnigen Pellets mit Transportschaden aus Winterschlußverkauf ist folgendes Szenario wahrscheinlich: Die Pelletsdichte in der Kartusche ist bei entsprechend wenigen Luftkanälen relativ groß, der Kartuschenbrand dauert 100 statt 80 Minuten, die freigesetzte Wärmemenge ist größer als in der oben präsentierten Beispielrechnung, bei eventuell geringerer Leistung (= Wärmeumsatz / Zeiteinheit). Ist der Winter härter, benötige ich mehr, gerät er milder, weniger Brennstoff. Wie in der Einleitung des Buches beschrieben, ist die thermische Situation einer jeden Wohnung verschieden. Ebenfalls variieren die Tageszeiten und Zeitintervalle des Aufenthalts der Menschen in ihren Lebensräumen.

Holzvergaser, Historie, Varianten, Chemie

Leider ist das Energiethema heutzutage kontaminiert mit der zeitgeistbedingten, klimareligiösen Umweltschutzpropaganda, hinter welcher handfeste Genozidinteressen zum Zwecke der globalen Bevölkerungsreduktion seitens der Machteliten stecken. Für einschlägige Weiterbildung empfehle ich die Publikation „Gerhard Schütz: Moderne Holzvergaser zur umweltfreundlichen Energiegewinnung“, welche sich wiederum auf folgende Arbeit bezieht: „Willy Bierter, Christian Gaegauf: Holzvergasung. Umweltfreundliche und effiziente Energieholznutzung“. Gerhard Schütz' etwas hemdsärmelige, unfertige, wohl unter hohem Zeitdruck herausgegebene Ausarbeitung führt den Leser über packende Problemschilderungen und humorvolle Abenteuerberichte direkt in das Holzvergaserthema zum Anfassen und Mitmachen. Die Lektüre stellt eine hervorragende Ergänzung zur Studie von Christa Roth (siehe Literaturverzeichnis) dar.

Während die englische Wikipedia die Erfindung der Holzvergasertechnologie auf 1839 datiert und dem deutschen Chemieprofessor Karl Gustav Bischof zuerkennt, belegt Gerhard Schütz mit konkreten Daten, daß die Anfänge der technischen Holzvergasung bis ins 18. Jahrhundert zurückreichen. Der Einsatz von Holzgas zum Betrieb von Verbrennungskraftmaschinen ist eine Entwicklung des 20. Jahrhunderts. Gerhard Schütz verschafft uns einen Überblick über die modernen Patente komplexerer Holzvergaser, welche heutzutage bei Zentralheizungen und Großfeuerungsanlagen zum Einsatz kommen. Der Autor gibt uns ferner wichtige Einblicke zu Holz als Brennmaterial:

Holz besteht elementar aus 50% Kohlenstoff, 42% Sauerstoff, 6% Wasserstoff, ferner Mineralien und Stickstoff. Diese Elemente bilden unter anderem Zellulose, Lignin, Eiweiße, Öle, Kohlenhydrate, Harze, Gerb- und Farbstoffe. Die Zusammensetzungen dieser Stoffe variieren bei den verschiedenen Holzarten und machen diese für die zahlreichen Vergasertypen mehr oder weniger tauglich. Der Heizwert von Holz beträgt weniger als die Hälfte, ja fast ein Drittel des Heizwertes von Diesel oder Benzin. Demgemäß wird aus Holz gewonnenes Gas auch Schwachgas genannt. Selbst fertig luftgetrocknetes Holz weist immer noch einen Feuchtigkeitsgrad zwischen 15 und 18% auf. Je feuchter das Holz, desto mehr Energie geht beim Abbrand zur Verdampfung des Wassers verloren. Leicht liegt ein Feuchtigkeitsgrad vor, der sauberes, rauchfreies Verbrennen unmöglich macht. Die perfekte Holzasche besteht nur noch aus Mineralien. Diese machen weniger als 1% der verbrannten Holzmasse aus. Dieses Verhältnis ist z.B. bei Gräsern ganz anders.

Chemisch-verfahrenstechnisch durchläuft die Vergasung von Holz die folgenden Phasen: 1.Trocknung, 2.Pyrolyse, 3.Oxidation, 4.Reduktion. Diese Prozesse realisieren sich in verschiedenen, z.T. gegenläufigen, sich konterkarierenden chemischen Reaktionen, welche um Gleichgewichte ringen.

Holzgas besteht aus folgenden Komponenten:

1.Kohlenmonoxid, 2.Wasserstoff, 3.Methan, 4.über 200 weiteren brennbaren Stoffen, 5.Schwefelverbindungen, 6.Kohlendioxid, 7.Stickstoff, 8.Wasserdampf, 9.Kohlensuboxid, 10.Siloxane (Kieselsäure). Letztere hat bei Getreidehalmen, Gräsern und Bambus deutlich höhere Anteile und führt daher zu gänzlich anderen Abbrandcharakteristiken.- Gerhard Schütz unterscheidet folgende Bauarten von Holzvergasern: Gegenstromvergaser (updown gasifier, aufsteigender Vergaser), Gleichstromvergaser (downdraft gasifier), Querstromvergaser, Wirbelschichtvergaser, Bewegungbettvergaser, Doppelvergaser

(aufsteigender Teil, absteigender Teil). Holzvergaser für Fahrzeuge tragen andere Namen, die meist von ihren Erfindern herrühren. Beim Mini-Holzgasöfchen für drinnen und bei den in der Publikation von Christa Roth besprochenen Varianten handelt es sich um sogenannte Naturzugholzvergaser (sofern ohne Gebläse betrieben).

Zusammenfassung

Unkontrollierter Holzbrand stellt erfahrungsgemäß einen stinkenden, gesundheitsschädlichen Vorgang dar. Auch dem Tüftler ohne chemisches, thermodynamisches und strömungsmechanisches Hintergrundwissen wird schnell klar, daß sich der saubere Abbrand von Holz auf dem schmalen Grat chemischer und physikalischer Gleichgewichtsprozesse bewegt und die Überlistung der Natur in dieser Angelegenheit vor allem eines erfordert: möglichst standardisierte Bedingungen für wiederholbare Szenarien. Dabei geht es, wie auch bei der sauberen Verbrennung von Fluiden, um ausgewogene Regulierung der Gemische aus Brennstoffen und Luftsauerstoff. Hierzu ist die Gesamtheit aller Bedingungen und Stellgrößen, wie absolute und relative Dimensionierung der Bauteile, lokale Bauteiltemperaturen, Wärmetausch, Isolierung, Brennstoffkorngröße im Verlauf zur Zeitachse, Düsenquerschnitte und Auftrieb durch Kamineffekt auf das Ziel möglichst sauberer Feuerung hin zu optimieren.

Holzkohlenkocher (optionales Zubehör)

Wie der hier vorgestellte Holzkohlenkocher benötigt übrigens auch der sichere Betrieb von Butan- oder Propangaskochern eine ständige Zufuhr frischer Außenluft. Heizen in Innenräumen (ohne Kaminabzug nach draußen) mittels Propan oder Butan führt zu Kopfschmerzen, bitte dies tunlichst vermeiden! Ich warne insbesondere vor Indoorbetrieb von Petroleumöfchen, welche gefährlich große Mengen unverbrannten Kohlenmonoxids (= CO) abgeben.

Schaffen Sie sich ein CO-Meßgerät an! Es finden sich bezahlbare Varianten aus chinesischer Produktion. Ein CO-Warner ist ebenfalls nützlich, wenngleich weniger auskunftsfreudig als ein Meßgerät. Das in großen Mengen tödlich giftige, geruchlose und unsichtbare Gas Kohlenmonoxid (= CO) pflegt in vagabundierenden Wölkchen aufzutreten. Diese lassen sich mit einem Meßgerät leichter aufspüren, als mit einem reinen Warner. Ich halte es für sinnvoll, sowohl einen CO-Warner als auch ein CO-Meßgerät zu verwenden. Da ein CO-Warner in der Regel so konfiguriert ist, daß er bei 25 ppm (parts per million) anschlägt, eignet er sich, ohne ein zusätzliches CO-Meßgerät, leider auch hervorragend dazu, seine Nutzer in unnötige Panik zu versetzen. Der CO-Warner verrät uns nämlich nicht, ob er seine Nase in ein zufällig vorbeiziehendes Luftwölkchen mit 25 ppm CO-Belastung gesteckt hat, oder ob bereits größere Anteile der Raumluft mit 25 ppm oder mehr CO vermischt sind. Ferner schweigt der CO-Warner über den Kontaminationsverlauf entlang der Zeitachse und die genaue lokale Ausbreitung der CO-Belastung. Klarheit über die tatsächlich vorhandene Menge an CO bringt nur das horizontale und vertikale Abschreiten der exponierten Innenräume mit einem Meßgerät. Letzteres zeigt separat während Sekundenbruchteilen gemessene Maxima und die in jedem Augenblick am jeweiligen Ort vorherrschende Konzentration von CO an. Es wird empfohlen, das Meßgerät in mutmaßlich unkontaminierter Umgebung einzuschalten, da es sich beim Start zunächst kalibriert. Da sich das Meßgerät zur Schonung der Akkus nach einigen Minuten von selbst abschaltet, bleibt der CO-Warner in Sachen Sicherheit eine wichtige Ergänzung. Die von CO ausgehende Gefahr wird gebannt durch Ausschalten der CO-Quelle und gründliches Lüften der betroffenen Zimmer.

Sollte der reguläre Küchenherd einmal ausgefallen sein, kann man **winters** für das Kochen in Innenräumen auf einen reinen Ethanolkocher zurückgreifen. Sie finden solche Geräte in Outdoorfachgeschäften. Darf ich, angesichts des zur Zeit inszenierten, kontrollierten Abbruchs der westlichen Zivilisation, erwähnen, daß man zum Kochen auch sehr komfortable Brennpaste oder Trockenspiritusswürfel in Drogeriemärkten kaufen kann? Wie lange noch? Vielleicht sollten wir lernen, Ethanol selbst herzustellen, bevor wir dieses in der heraufziehenden Mangelwirtschaft nicht mehr ohne weiteres erwerben können. Mit der niedlichen Likördistille für die Wohnzimmervitrine werden wir dafür jedenfalls nicht weit kommen.

Das als reine Heizung konzipierte Mini-Holzvergaseröfchen für drinnen (mit eingebauter CO-Bremse) produziert als festes Resultat auf Dauer große Mengen feinkörniger Holzkohle. Warum also nicht die diesem Stoff innewohnende Energie zum Kochen nutzen? Bereits in der ersten Buchauflage hatte ich als optionales Zubehör einen Holzkohlenkocher für draußen skizziert. Der dort abgebildete, als Brennkäfig zweckentfremdete

Bestecktrockner hat den Nachteil, daß die Nutzung von Sekundärluft aus einem Ringkamin, welche die zentrale Technik des "Wood Gas Stove" darstellt, dabei nicht zur Anwendung gelangt. Meine Experimente haben ergeben: Der relativ große Durchmesser des Bestecktrockners führt zu einer entsprechend massereichen Holzkohlenportion, welche mangels eines Kaminzugs und ohne seitliche Isolierung sowohl die Wärme als auch die Abgase mehr radial in die Horizontale als zentriert in die Vertikale abgibt. Das bedeutet sowohl eine Verschwendung von Energie als auch die Entstehung unverhältnismäßig großer Mengen unverbrannten Kohlenmonoxids (= CO, gefährlich, giftig). Das gleiche Resultat, 1,5 Liter Wasser zum Kochen zu bringen, läßt sich durch Nutzung des Sekundärluftprinzips viel energiesparender und sicherer erreichen. Dies wird im Folgenden beschrieben.

Möchte man Teile des Mini-Holzgasöfchens für den Holzkohlenkocher übernehmen, führt einerseits die große Gastronomiekonservendose als Öfchencontainer und Auflager für das Kocherständerkreuz in Kombination mit dem herkömmlichen Heizungskapselarrangement (ohne Kaminsegmente) zu einem zu großen Abstand der Flamme vom Kochtopfboden. Andererseits fällt die kleine Gastronomiekonservendose als Öfchencontainer und Auflager für das Kocherständerkreuz für eine Verwendung der Heizkartusche und des Heizungskapseldeckels zu niedrig aus. Damit die Kapsel samt Deckel unter das auf der kleinen Gastronomiekonservenauflagernde Kocherständerkreuz paßt (Abb. 65), habe ich für den Holzkohlenkocher in der Vertikale verkürzte Versionen von Kartusche und Kapseldeckel hergestellt. Als Kapseldeckel verbleibt nur noch das kreisrunde Blech der großen Stirnseite einer 100er-Dose mit dem zentralen Rundloch von 70 mm Durchmesser einschließlich der am Rand rund umlaufenden Falz (Abb. 68 und 69). Das 70-mm-Rundloch wurde nach bereits beschriebenem Rezept gefertigt. Danach wurde der Dosenmantel durch Absägen komplett entfernt. Die Mantelreste müssen sorgfältig abgeschmirgelt werden, um Schnittverletzungen auszuschließen. Die für die Kocherkartusche benötigte 75er-Dose wird dergestalt abgesägt (S. 79), daß der vertikale Abstand vom Kartuschenrand zum Kapseldeckel mindestens 20 mm beträgt (Abb. 67). Auch hier wird die Schnittkante entgratet (Abb. 25 und 26), wie ebenfalls zuvor die für die neuen Bauteile benötigten Konservendosen ausgebrannt wurden (S. 77). Damit die auf Zweidrittel-Höhe der Kochkartusche eingefüllte Holzkohle (Abb. 67 und 70) die ihr innewohnende Energie glühend zur Geltung bringen kann, erhält der Kartuschenboden eine maximal luftdurchlässige Perforation (Abb. 71). Mit der zurückhaltenden Dimensionierung der Löcher im Boden der Pyrolysekartusche (Abb. 28 und 31) wurde dem Verglühen der Holzkohle umgekehrt ganz bewußt ein Riegel vorgeschoben. Um die großzügige Lochung der Kochkartusche zu erzeugen, habe ich einen Nagel von 3,2 mm Durchmesser (mit einer Schieblehre nachgemessen) verwendet. Hierbei muß ein vernünftiger Kompromiß zwischen der Tragfähigkeit und der Luftdurchlässigkeit des entstehenden Rostgitters gefunden werden. Die Lochung des Kochkartuschenbodens muß nach Ausbrennen und Auswaschen, aber vor der Kürzung des Kartuschenmantels durch Absägen erfolgen.

Unbedingt vermeiden wir in Innenräumen einen reinen Holzkohlenbrand! Die Menge der dabei entstehenden CO-Emissionen wäre selbst bei der hier verwendeten, winzigen Portion an Holzkohle gesundheitsschädlich und gefährlich. Daher füttern wir durch schrittweises, über den gesamten Kochzeitraum ausgedehntes, Einfüllen der bewährten ethanolgetränkten Holzhackstückchen einen Lignin- und Holzteerbrand (vulgo), welcher einerseits die darunterliegende Holzkohle zündet, andererseits mit sichtbarer Flamme das durch die Holzkohlenglut freiwerdende CO verbrennt. Die regelmäßige Nutzung

des Holzkohlenkochers erfordert daher, mehr Holzhackstückchen nachzuproduzieren, als für die Mini-Holzgasheizung benötigt werden. Weil die Holzhackstückchen, damit sie funktionieren, sich stundenlang mit Brennspritus vollsaugen müssen, wird auch der Ethanolverbrauch leicht ansteigen. Man kann den Verbrauch an getränkten Würfelchen reduzieren, indem man alternativ die Holzkohle per Gasbrenner (von oben! Abb. 52) zündet. Die auch bei dieser Zündvariante zur CO-Verbrennung benötigten getränkten Würfelchen lassen sich leidlich gut per Pinzette durch den 25 mm breiten Spalt zwischen Containerrand und Kochtopfboden zum Rundloch des Kapseldeckels transportieren. Aufgrund der reichlichen Sauerstoffversorgung über das Rostgitter des Kochkartuschenbodens frißt sich die Holzkohlenglut im Laufe der Zeit weiter nach unten. Benötigt man anfangs viele getränkte Würfelchen und etliche Minuten, um 1,5 Liter Wasser zum Kochen zu bringen, übernimmt mit fortschreitender Zeit mehr und mehr die Holzkohlenglut die Emission der benötigten Wärmeenergie. Das Nachlegen ethanolgetränkter Holzhackstückchen dient jetzt hauptsächlich der Verbrennung von CO mit Hilfe sichtbarer Flammen. Erlöschen die Flammen, entweichen sofort gefährliche Mengen CO's, weshalb der Betrieb des Holzkohlenkochers in Innenräumen mindestens in der Nähe eines permanent gekippten Fensters oder eines dauernd geöffneten Oberlichtes erfolgen muß. Daher kann der Kocher drinnen nur im Frühjahr, Sommer oder Herbst genutzt werden. CO-Meter und CO-Warner liegen immer eingeschaltet und griffbereit!

Für einen einzelnen Kochvorgang darf man hoffen, daß es der Holzkohlenglut nicht gelingt, sich bis zum Rostgitter des Kartuschenbodens, welches aufgrund der starken Perforation den vulnerabelsten Teil der Kochkartusche repräsentiert, hinunterzufressen. Der unmittelbare Kontakt von Holzkohlenglut zu hauchdünnen Weißblechteilen stellt natürlich bei häufiger Nutzung ein Verschleißpotential (Verzunderung) dar. Eine ähnlich dimensionierte Kochkartusche aus V2A-Stahl hielte zwar wesentlich länger durch, wäre aber ebenfalls nicht unverwundbar. Dieses Material versprödet bei häufig wiederholtem Direktkontakt mit glühender Holzkohle. Die wechselnden inneren Spannungen bei Erhitzen und Abkühlen ermüden dünnes V2A-Stahlblech im Laufe der Zeit. Die Perforation am Boden einer V2A-Stahlkochkartusche kann mittels kleiner Trennscheiben (mit rotierendem Multifunktionswerkzeug, Erfordernisse des Arbeitsschutzes beachten!) oder kobaltlegierter Bohrer hergestellt werden (beim Bohren zwecks verschleißmindernder Kühlung unbedingt Nähmaschinen-, Silikon- oder Kriechöl verwenden!). Abnutzung der Kartuschen durch Hitze einwirkung sollte im Auge behalten, jedoch nicht dramatisiert werden. Als Unterlage für den Container des Holzkohlenkochers verwenden wir eine quadratische, plane Wandfliese von 20 cm Seitenlänge. Der Container steht auf der rauhen Seite gebrannten Tons der Fliese. Schon für den Betrieb des Holzgasöfchens für drinnen haben wir zwei plane Wandfliesen benötigt. Ebendiese können wir auch als Zubehör für den Holzkohlenkocher nutzen. Beim Holzkohlenkocher brauchen wir die zweite Fliese unbedingt zum Ersticken des Brennstoffs, sobald die gekochte Mahlzeit fertig gegart ist. Diese Fliese muß tatsächlich perfekt ebenmäßig plan sein, damit sie die Rundöffnung der als Kochercontainer verwendeten kleinen Gastronomie-konservendose dicht abschließt. Das Ersticken der Holzkohlenglut ist zum Stoppen der CO-Emissionen absolut erforderlich! Hierfür wird zunächst das Kocherständerkreuz abgenommen (Vorsicht, heiß!), sodann die Wandfliese mit der planen Seite zuerst nach unten dicht schließend auf die Öffnung des Kochercontainers gelegt und mit einem geeigneten Gegenstand beschwert. Auf der planen Seite der Fliese kondensiert eine hauchdünne Schicht Holzteer, welche sich nach Erkalten des Öfchens leicht mit Schwämmchen und Seife abwaschen läßt. Am Boden des verwendeten Kochtopfes lagert sich eine Schicht Ruß von geringer Fettigkeit ab. Die Holzgase kann man sich sehr vereinfacht

als verdampften Holzteer vorstellen. Bringt man nun eine Holzgasflamme in Kontakt mit einem relativ kälteren Gegenstand, ergreifen die schwer flüchtigen, unvollständig verbrannten Holzteerdämpfe begierig die Gelegenheit, an den kühleren Flächen zu kondensieren. Ich fürchte, mit der, immerhin unfetten, Rußschicht unter dem Kochtopfboden wird man leben müssen. Holzbrand ist eben eine archaische, barbarische Angelegenheit. In die Umgebungsluft entweichenden Ruß konnte ich indes mit bloßem Auge nicht wahrnehmen. Insgesamt arbeitet der Holzkohlenkocher aufgrund des Prinzips der Sekundärluftzufuhr sehr sparsam und annähernd rauch- und geruchsfrei. In den erkalteten Rückständen finden wir neben unverbrannter Holzkohle pulverförmige, weiße bis graue Holzasche. Beide Stoffe eignen sich z.B. gut als Pflanzendünger. Zu diesem Zweck können wir auch das Sägemehl nutzen, welches wir selbst produziert haben und dessen Herkunft uns bekannt ist. Für reine Holzkohle und reine Holzasche gibt es sinnvolle Anwendungen für den menschlichen Verzehr. Da aber heutzutage Brennspritus mit dem Vergällungsmittel Denatoniumbenzoat versetzt wird, welches sich in den festen Abbrandresultaten anreichert, ist die für einen Verzehr erforderliche Reinheit nicht gegeben. Für die Primärluftzufuhr ist es sinnvoll, die Asche nach jeder Verwendung des Holzkohlenkochers von der verbliebenen Holzkohle zu trennen und zu entfernen. Aus demselben Grund darf der verwendete Holzkohlenbrennstoff nicht zu feinkörnig ausfallen.

Literaturverzeichnis

- Micro-gasification. Cooking with gas from dry biomass. An introduction to concepts and applications of wood-gas burning technologies for cooking. Christa Roth (Autor). Deutsche Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. 2nd Edition, 2013.

https://energypedia.info/images/0/05/Micro_Gasification_2.0_Cooking_with_gas_from_dry_biomass.pdf

- Moderne Holzvergaser zur umweltfreundlichen Energiegewinnung. Gerhard Schütz (Autor). Verlag Dr. Thorsten Schwerte, 2010.
- Holzvergasung. Umweltfreundliche und effiziente Energieholznutzung. Willy Bierter, Christian Gaegauf (Autoren). Verlag C. F. Müller, Karlsruhe, 1982.
- Abfallbehandlung in thermischen Verfahren. Verbrennung, Vergasung, Pyrolyse, Verfahrens- und Anlagenkonzepte. Prof. Dr.-Ing. Reinhard Scholz, Prof. Dr.-Ing. Michael Beckmann, Dr.-Ing. Frank Schulenburg (Autoren). Teubner-Verlag, Stuttgart, Leipzig, Wiesbaden, 2001.
- Pyrolyse von festen biogenen und fossilen Brennstoffen zur Erzeugung eines Zusatzbrennstoffes für Feuerungsanlagen (Berichte aus der Energietechnik). Helmut Rüdiger (Autor). Shaker Verlag, Düren, 1997.
- Verbrennung. Physikalisch-Chemische Grundlagen, Modellierung und Simulation, Experimente, Schadstoffentstehung. J. Warnatz, U. Maas, R.W. Dibble (Autoren). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 3. Auflage, 2001.
- Combustion. Physical and Chemical Fundamentals, Modeling and Simulation, Experiments, Pollutant Formation. J. Warnatz, U. Maas, R.W. Dibble (Autoren). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 4th Edition, 2006.
- Technische Verbrennung. Verbrennungstechnik, Verbrennungsmodellierung, Emissionen. Franz Joos (Autor). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2006.
- Verbrennung und Feuerungen. Dr.-Ing. Rudolf Günther (Autor). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 1974.
- Die rauchfreie Verbrennung der Steinkohle mit specieller Rücksicht auf C. J. Dumery's Erfindung. Max Maria von Weber (Autor). Teubner, Leipzig, 1859.
- Die Vierte Industrielle Revolution. Klaus Schwab (Autor), Petra Pyka, Thorsten Schmidt (Übersetzer). Pantheon Verlag, München - Berlin, 8. Auflage, 2016.
- Das Grosse Narrativ. Für eine bessere Zukunft. Klaus Schwab, Thierry Malleret (Autoren). Forum Publishing, Genf, 2022.
- Die Globalisierungsfalle. Der Angriff auf Demokratie und Wohlstand. Hans-Peter Martin, Harald Schumann (Autoren). Rowohlt, Reinbek (Hamburg), 1996.
- Endspiel des Kapitalismus. Wie die Konzerne die Macht übernahmen und wie wir sie zurückholen. Norbert Häring (Autor). Quadriga-Verlag, Köln, 2021.
- Die Schock-Strategie. Der Aufstieg des Katastrophen-Kapitalismus. Naomi Klein (Autor), Hartmut Schickert, Michael Bischoff, Karl Heinz Siber (Übersetzer). Verlag Hoffmann und Campe, Hamburg, 2021.
- Warum schweigen die Lämmer? Wie Elitendemokratie und Neoliberalismus unsere Gesellschaft und unsere Lebensgrundlagen zerstören. Rainer Mausfeld (Autor). Westend Verlag, Frankfurt am Main, 2019.
- Das Kapitalismus-Komplott. Die geheimen Zirkel der Macht und ihre Methoden. Oliver Janich (Autor). FinanzBuch Verlag, München, 7. Auflage, 2010.
- Der Weg zur Knechtschaft. Friedrich August von Hayek (Autor). Lau Verlag & Handel KG, Reinbek, 2017.
- Der Waldgang. Ernst Jünger (Autor). Klett-Cotta-Verlag, Stuttgart, 7. Druckauflage, 2022 (Edition 2016).