



Brände durch Glut und »heiße Asche«

Allgemeines | Über 80 Milliarden Zigaretten werden in Deutschland pro Jahr geraucht. Daneben sind mehr als 4,5 Millionen Kaminöfen mit geschätzt deutlich über 100 Millionen Betriebszyklen pro Jahr in Betrieb. In den letzten Jahren wurden in der BRD jährlich etwa 50.000 neue Öfen installiert. Darüber hinaus wird natürlich im Sommer kräftig gegrillt. Schätzungen gehen von ca. 70 Millionen Grillfeuern pro Jahr aus. Bei jedem dieser Nutzfeuer stellt sich anschließend die Frage: Wohin mit der Asche? Im Folgenden wird der Fokus dabei auf „heiße Asche“ gelegt, also Glutreste aus Feststoffkesseln und Grills. Brände durch Zigaretten werden nachstehend nicht betrachtet.¹

Typische Schadenbilder | Es gibt einige typische Schadenbilder, die in Zusammenhang mit dem Betrieb von Feststoffheizungen bzw. dem Grillen auftreten. Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf den Entsorgungswegen für Grillasche und Asche aus Heizfeuerungen. Nachstehend sind beispielhaft einige der leider regelmäßig gewählten Entsorgungswege und die daraus entstehenden Schäden skizziert.



1. DIE SIMPLE LÖSUNG – IM GRILL BELASSEN

Am Vorabend wurde gegrillt. Im Laufe der Nacht wurde durch eine Böe erst ein Windschutz (Metallrahmen im Bild) und durch diesen der Grill umgeworfen. Die Asche fiel auf die Holzterrasse und entzündete diese. Durch den Boden gelangte der Brand bis in den darunter gelegenen Raum.

Bild 1 | Holzterrasse mit Grilleinbrennung



2. DIE KLASSISCHE LÖSUNG – IN DEN MÜLLEIMER GEBEN

Die Bewohner waren in den Wintermonaten tagsüber nicht zu Hause. Am Abend befeuerten Sie den Kamin und entsorgten die Asche vom Vortag. Wenige Stunden nach ihrer Rückkehr brannte nicht nur der Kaminofen, sondern auch die Garage mit der Restmülltonne.

Bild 2 | Mittels Mülleimer mit Kaminofenasche entzündete Garage



3. DIE KREATIVE LÖSUNG – IM SCHUBKARREN LAGERN

Da die Ascheentsorgung im Winter so mühsam ist, wurde ein Schubkarren im Holzschuppen mit einem Aschehaufen bis zum Überlaufen angefüllt. Der Schuppen brannte vollständig ab.

Bild 3 | Folgen einer Aschelagerung im übervollen Schubkarren



4. DIE ÖKOLOGISCHE LÖSUNG – IM PAPPKARTON LAGERN

Da im Keller praktischerweise diverse leere Kartonagen herumstanden, wurden diese – bevor sie zur Entsorgung gebracht wurden – gerne noch mit Asche gefüllt.

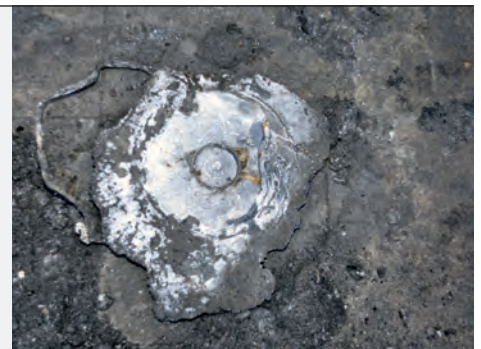
Bild 4 | Brand durch Aschelagerung im Pappkarton



5. DIE SCHNELLE LÖSUNG – AB IN DEN EIMER

Am Abend fand die Vorstandssitzung im Vereinsheim statt. Der ordentliche Hüttenwart hat gleich am nächsten Morgen die Asche aus dem Kaminofen entleert und dann im Kunststoffeimer vor der Tür stehen lassen. Der entstehende Brand griff auf das Vereinsheim über.

Bild 5 | Ein komplettes Vereinsheim brannte ab – ausgelöst durch in einem Eimer gelagerte Asche.



6. DIE PRAKTISCHE LÖSUNG: AB IN DIE TÜTE

Die sehr ordentliche Bewohnerin entfernte die Asche aus ihrem Kaminofen und lagerte diese, ordentlich in einer Tüte verpackt, auf ihrem Balkon – der dann auch prompt in Flammen aufging.

Bild 6 | Wenn man im Dachgeschoss wohnt, bietet sich die Ascheentsorgung auf dem Balkon geradezu an – vorausgesetzt, man möchte ihn abbrennen.





7. DIE EXOTISCHE LÖSUNG – EINFACH AUFSAUGEN

Immer wieder einmal wird die Asche mittels eines handelsüblichen Staubsaugers aus dem Ofen entnommen. Das Resultat wird dann manchmal direkt, manchmal auch erst zeitverzögert im Besenschrank oder in der Abstellkammer deutlich.

Bild 7 | Unerklärlicherweise brennende Staubsauger findet man immer mal wieder.

Entsorgungswege der Asche, Schadenhäufungen

Eine Auswertung aus den USA zu den Entsorgungswegen häuslicher Asche kommt zu dem Ergebnis, dass etwa 40 % der anfallenden Asche in ungeeigneten Behältern entsorgt werden.² Unter den ungeeigneten Entsorgungswegen werden laut der Studie häufig folgende gewählt: 17 % in Plastikmülleimern, etwa 8 % in Kartonagen und 4 % in Papiertüten.

Aufgrund der steigenden Energiepreise und des gewünschten romantischen Ambientes werden auch in Deutschland vermehrt Feststoffkessel und Kaminöfen installiert. Daher liegt es nahe, dass es auch zu vermehrten Schadenfällen durch unachtsamen Umgang mit „heißen Aschen“ kommt.

Eine Auswertung der Schadendatenbank des IFS ergibt, dass bei etwa 1,5 % aller Brände „heiße Asche“ eine Rolle spielt. Aufgrund des häufig hohen Zerstörungsgrades bei durch Asche ausgelösten Bränden sind in vielen Fällen weitere potenzielle Brandursachen nicht auszuschließen. Daher ist bei diesen Bränden mit einer großen Dunkelziffer zu rechnen.

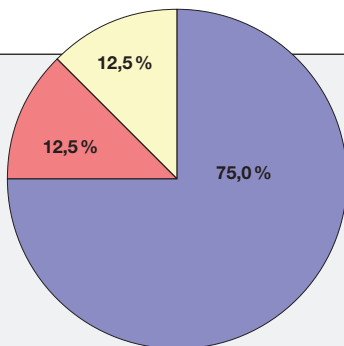
Die IFS-Datenbank gibt zwar einen jährlich schwankenden Anteil an Fällen mit der Brandursache Glut oder „heiße Asche“ wieder, ein prozentualer Anstieg der aufgeklärten Fälle am gesamten Schadenaufkommen des IFS ist allerdings nicht zu erkennen. Erwartungsgemäß weisen die Brände durch Asche aus Heizfeuerungen jedoch im Winterhalbjahr ein Maximum auf. Für Brände durch Grillkohle zeigt sich ein

gegenläufiges Bild mit einem Maximum in den Sommermonaten.

Abhängigkeit der Brandgefahr vom Alter der Asche

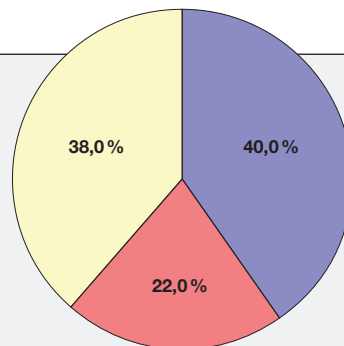
Eine Untersuchung aus den USA zur Ascheentsorgung enthält auch Angaben zum Alter der brandverursachenden Asche.² Dabei ist diese in 62 % aller Fälle bis zu 24 Stunden alt. In 8 % der Fälle soll die Asche etwa drei Tage alt gewesen sein.

Bei der Brandursachenermittlung stellen die Angaben zum Alter der Asche häufig ein zentrales Problem dar. Der Aspekt ist für den Versicherer und die Ermittlungsbehörden hinsichtlich der Frage einer möglichen groben Fahrlässigkeit von Bedeutung.



Brände durch Rostasche in Abhängigkeit von der Abkühlzeit (in %)

- Abkühlzeit < 1 d
- Abkühlzeit 1-2 d
- Abkühlzeit > 3 d



Entsorgung von Rostasche, Zeitspanne zwischen der Entsorgung und dem Brandgeschehen (in %)

- Entsorgt vor < 3 h
- Entsorgt vor 3-6 h
- Entsorgt vor > 6 h



Allerdings sind die erhaltenen Angaben zum Alter der Asche häufig in Frage zu stellen. Die aufgeführten Zeiten beruhen jeweils auf den Angaben der Nutzer. Wie die Erfahrung zeigt, ist damit zu rechnen, dass insbesondere die Abkühlzeiten vor der Entsorgung gerne deutlich länger angegeben werden. Dies beruht wahrscheinlich auf der dadurch subjektiv empfundenen „Entlastung“ der Nutzer.

An die vorliegenden Abkühlzeiten schließt sich unmittelbar die Frage an, nach welcher Abkühlzeit noch mit einer Brandgefahr durch eine Ascheentsorgung zu rechnen ist bzw. wie lange die Asche Glutpartikel enthalten kann.

Eine Auswertung der Schadendatenbank des IFS hinsichtlich der Abkühlzeiten für die entsorgte Asche in Tagen und die Zeitspanne zwischen der Ascheentsorgung und der Brandentdeckung in Stunden ergibt dabei für Rostaschen aus Öfen die nachfolgende Verteilung (**Grafik 1**).

Es zeigt sich, dass in der Mehrzahl der Fälle die Asche im Bereich um einen Tag herum oder weniger abgekühlt war. Auffällig ist bei der Betrachtung der Zeitdauer zwischen der Entsorgung und der Brandentdeckung eine Häufung von Fällen, bei denen die Asche bereits sechs Stunden oder länger vor dem Brand in dem Abfallbehälter entsorgt worden sein soll (**Grafik 2**). Auch hier ist wieder zu berücksichtigen, dass die Zeiten in der Regel auf den Angaben der Nutzer basieren, also mit einem großen Fehler behaftet sein können und tendenziell eher zu lang angegeben werden.

Literatur zur Brandgefahr durch „heiße Asche“

In der Literatur finden sich häufig keine konkreten Angaben – meist nur der Hinweis „nur restlos erkaltete Asche einfüllen“. Eine Internetrecherche ergibt, dass diverse Feuerwehren Abkühlzeiten zwischen ein bis drei Tagen für die Entsorgung von Asche angeben. Die Brandverhütungsstelle Oberösterreich gibt in ihren Veröffentlichungen eine Abkühlzeit von

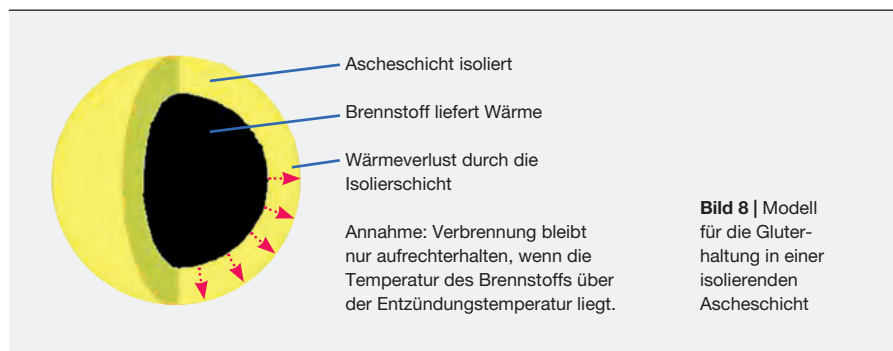


Bild 8 | Modell für die Gluthaltung in einer isolierenden Ascheschicht

drei Tagen an. Aus den USA gibt es variierende Angaben. Viele Städte bzw. städtische Feuerwehren geben eine Abkühlzeit von vier Tagen an.

Theoretische Betrachtungen

Zur Abschätzung der maximalen Nachglimmdauer wurden Modellrechnungen zur Wärmeabgabe in einem „Worst-Case Szenario“ durchgeführt. Dabei wurde der Verbrennungsprozess unter folgenden Randbedingungen betrachtet:

Eine Zündung angelagerter Materialien kann nur erfolgen, wenn die Aschetemperatur, zumindest partiell, über der Entzündungstemperatur dieser Materialien liegt. Realistisch sind dafür Glutpartikel notwendig, die durch eine in der Asche fortgesetzte, punktuelle Verbrennung ständig Wärme nachliefern (**Bild 8**).

Es ist davon auszugehen, dass die Verbrennung dieser Glutstücke mindestens bei der Entzündungstemperatur des entsprechenden Brennstoffs erfolgen muss, da die Verbrennung sonst abbrechen würde. Die Temperatur des Brennstoffs muss also bei oder über der Entzündungstemperatur liegen. Der Brennstoff ist im für die Gefährdungsdauer ungünstigsten Fall von einer dicken, isolierenden Ascheschicht umgeben, die die Wärmeableitung verzögert.

Für eine maximale Glutzeit muss der Brennstoff dabei gerade bis auf die Entzündungstemperatur erwärmt vorliegen. Außerhalb der Ascheschicht kann man von der Umgebungstemperatur, z. B. 20 °C, ausgehen.

Ist nun ein Glutpartikel von einer beispielsweise 5 cm starken Ascheschicht umgeben, so kann die Verbrennung und damit die Zündgefahr nur so lange aufrechterhalten bleiben, wie die bei der Verbrennung freigesetzte Wärme ausreicht, um die Temperatur beim vorliegenden Wärmeverlust durch die Ascheschicht hindurch über der Entzündungstemperatur zu halten. Eine Minimierung des Wärmabflusses liegt bei einer kugelförmigen Geometrie von Brennstoff und isolierender Ascheschicht vor. Daher wurde ein Kugelmodell (**Bild 8**) betrachtet. Die Herleitung zur maximalen Brennzeit ist in **Grafik 3** dargelegt.³

Die Literaturwerte für die Wärmeleitfähigkeit von Aschen schwanken sehr stark. Viele Werte beziehen sich auf dünne, meist sehr lockere Flugascheschichten auf der Oberfläche von Wärmetauschern. Diese besitzen teilweise eine sehr geringe Wärmeleitfähigkeit. Die Angaben schwanken zwischen 0,02 und 1,9 W/mK.⁴

Zur Wärmeleitfähigkeit von typischen Rostaschen finden sich nur wenig spezifische Angaben. Untersuchungen an Kohleaschen auf Wärmetauschern mit größeren Schichtdicken im Bereich bis 30–40 mm ergaben Wärmeleitfähigkeiten von 1,0 bis 1,5 W/mK.⁵ Eine Untersuchung, die u. a. die Leitfähigkeit in Abhängigkeit von der Alterung betrachtet, findet Leitfähigkeiten im Bereich um 0,3 W/mK für einige Stunden thermisch belastete Ascheschichten.⁶

Geht man von einer mittleren Wärmeleitfähigkeit 1,0 bis 0,3 W/mK aus, so ergeben sich für 10 g verdichtete Holzkohle, ein- ▶



gebettet in einer 5 cm starken Ascheschicht, maximale Glühzeiten von 9 bis 29 Stunden.⁷

Setzt man in den Rechnungen allerdings die maximalen bzw. minimalen Wärmeleitfähigkeiten der Literaturwerte an, so ergibt

Grafik 3

Die Brennzeit $t[s]$ ergibt sich aus dem Quotienten aus der durch die Oxidation des Brennstoffs freigesetzten Energie E_{frei} und der über die Dämmung abgegebenen Wärmeleistung P_{diss}

$$t = \frac{E_{\text{frei}}}{P_{\text{diss}}}$$

Dabei ergibt sich die frei werdende Energie E_{frei} aus dem spezifischen Brennwert $H_{\text{Brennstoff}}$ und der eingesetzten Masse $M_{\text{Brennstoff}}$

$$E_{\text{frei}} = H_{\text{Brennstoff}} \cdot M_{\text{Brennstoff}}$$

Der Wärmedurchgangskoeffizient U_{Asche} bzw. U-Wert der Ascheisolierschicht ergibt sich dabei aus der spezifischen Wärmeleitfähigkeit der Asche λ und der Schichtdicke d_{Asche}

$$U_{\text{Asche}} = \lambda / d_{\text{Asche}}$$

Die über die Oberfläche abgegebene Wärmeleistung ergibt sich in dieser Näherung aus dem U-Wert der Dämmung U_{Asche} , der Oberfläche der Brennstoffkugel $A_{\text{Brennstoff}}$ und der Temperaturdifferenz zwischen der Glühtemperatur $T_{\text{Glüh}}$ und der Umgebungstemperatur T_{Raum}

$$P_{\text{diss}} = U_{\text{Asche}} \cdot A_{\text{Brennstoff}} \cdot (T_{\text{Glüh}} - T_{\text{Raum}})$$



Bild 9 | Versuche zur Gluterhaltung in einem Holzkohlegrill

sich für sehr gut wärmeleitfähige Asche (1,9 W/mK) mit demselben Modell eine maximale Gluterhaltung von 4,6 Stunden. Und für sehr gut isolierende Asche, also Asche mit einer sehr geringen Wärmeleitfähigkeit (0,02 W/mK), eine maximale Gluterhaltung von 436 Stunden, also 18 Tagen.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die über das Modell abgeschätzten maximalen Glühzeiten neben weiteren Parametern insbesondere sehr stark von der Wärmeleitfähigkeit der isolierenden Ascheschicht abhängen. Bei einer Bewertung der Literaturwerte ist die Leitfähigkeit von Rostaschen am ehesten mit der von dicken bzw. gealterten, thermisch belasteten Ascheschichten zu vergleichen. Setzt man diese ein, so ergeben sich aus den Modellrechnungen maximale Glühzeiten von etwas mehr als einen Tag für ein Holzkohlestück von 10 g. Zu berücksichtigen ist dabei u. a., dass in einem Aschehaufen, abhängig von der Schüttmenge, eine zusätzliche Dämmwirkung auftreten kann, die natürlich zu einer weiteren Verlängerung der maximalen Glühzeit führt.

Brandversuche mit Grillkohlen

Mit einem handelsüblichen Kugelgrill wurden einige Versuche zur Ermittlung der Glühzeiten durchgeführt (Bild 9). Dazu wurden jeweils 2,5 kg Brennstoff, entweder normale Holzkohle oder aus Holzkohle gepresste Grillbriketts, unter verschiedenen Bedingungen zum Abbrand gebracht.

Die Temperatur des Gehäuses wurde mittels Datenlogger aufgezeichnet. Weiterhin wurden Kontrollen mittels Wärmebildkamera zur Suche nach vereinzelt Glutnestern durchgeführt. Vier typische Versuchsanordnungen mit den erhaltenen Glühzeiten sind nachstehend aufgeführt. (siehe Tabelle).

In den Versuchen zeigt sich, dass die verdichteten Grillbriketts tendenziell etwas längere Gluterhaltungszeiten aufweisen als normale Holzkohle. Bei einer Luftzufuhr von unten läuft die Verbrennung relativ rasch, innerhalb von etwa 12 Stunden, ab. Unterbindet man die Luftzufuhr von unten durch ein Aschebett (Versuchsanordnungen 3 und 4), so erhält man meist deutlich längere Gluterhaltungszeiten von 24 Stunden oder darüber. Damit passen die bei den Feldversuchen ohne gezielte Luftzufuhr von unten nachgewiesenen Glühzeiten gut zu den oben erläuterten theoretischen Abschätzungen, die nur den Wärmefluss berücksichtigen (Bild 10).

Meist liegen gegen Ende des Verbrennungsprozesses nur noch ein oder zwei kleine Glutnester vor, sodass die Gehäusetemperatur des Grills nur noch gering erhöht ist. Diese Glutnester lassen sich am Behälter über die menschliche Temperaturwahrnehmung nicht mehr erkennen. Mittels Infrarotkamera lassen sich diese allerdings sicher nachweisen. Bei einer Bewertung der Versuche ist zu berücksichtigen, dass diese jeweils mit 2,5 kg Brenn-

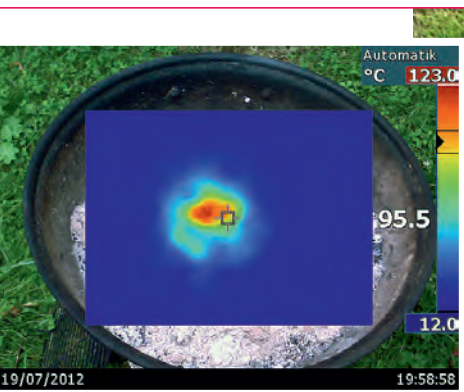


Bild 10 | Einzelnes Glutnest in einem Aschebett nach etwa 25 Stunden Betrieb des Grills mit 2,5 kg Grillbrikett. Die Oberflächentemperatur auf der isolierenden Ascheschicht beträgt hier bis zu 123 °C. Unter dem „Hotspot“ muss sich ein Glutnest befinden.



Bild 11 | In einem Metalleimer mit einem Aschebett und einer Aschebedeckung der glühenden Kohlereste liegt auch nach deutlich über 24 Stunden noch Glut vor.

stoff durchgeführt wurden. Insbesondere bei großen Feuerungsanlagen mit hohem Ascheanfall in kurzer Zeit ist durch die potenziell hö-

heren Brennstoffmengen in der Asche mit nochmals verlängerten Glutzeiten zu rechnen (**Bild 11**).

Fazit

Bei einer resümierenden Betrachtung der oben dargestellten Auswertungen und Versuche sind folgende Schlussfolgerungen hinsichtlich einer Brandgefahr durch haushaltstypische Mengen an Rostaschen und Grillaschen zu ziehen:

- Die teilweise in Veröffentlichungen und Empfehlungen angegebenen Abkühlzeiten von einem Tag für Asche sind zu kurz, um eine Brandgefahr durch entsorgte Asche zu vermeiden. Schon bei wenigen Praxisversuchen mit Grillkohlen konnten Glühzeiten von über 28 Stunden ermittelt werden.
- Aus den oben dargestellten Recherchen, theoretischen Betrachtungen und Versuchen lässt sich eine Gefährdung über etwa zwei Tage ableiten.
- Das IFS empfiehlt für „heiße Asche“ aus Vorsorgegründen eine Abkühlzeit von mindestens drei Tagen. ■

¹ Zur Brandgefahr durch Zigaretten: Dr. Dag Leine, Alfons Moors, „Was bringt die Sicherheitszigarette“, Schadenprisma 1.2012

² www.fairfaxcounty.gov/fire

³ Maximale Glühdauer-Annahmen:
 • Material verglüht vollständig und setzt den gesamten Brennwert bei der minimal notwendigen Temperatur ($T_{\text{Glüh}} = T_{\text{Zünd}}$) frei
 • Wärme wird gleichmäßig über die, annahmegemäß kugelförmige, Brennstoffoberfläche abgegeben
 • Die über die Dämmung abgegebene Wärmemenge ist von dem Temperaturunterschied $T_{\text{außen}} - T_{\text{innen}}$ abhängig. Dabei wird die Kugeloberfläche des Brennstoffs als Abgabefläche angenommen Weitere Effekte, wie die real größeren Wärmeverluste über die nach außen anwachsende Kugeloberfläche, evtl. Reaktionen der Dämmung, evtl. anwachsende Dämmschicht durch Veraschung des Brennstoffs usw., werden nicht berücksichtigt. Der Zutritt von Luftsauerstoff wird in diesem Modell ebenfalls nicht berücksichtigt.

⁴ VDI Wärmeträgeratlas 2006

⁵ Piotr Furmanski, „Thermal and radiative properties of ash deposits on heat transfer surfaces of boilers, Journal of Power Technologies, 1995

⁶ Allen L. Robinson, Steven G. Buckley, Nancy Yang an Larry L. Baxter, „Experimental Measurements of the Thermal Conductivity of Ash Deposit Microstructure“, Energy & Fuels, 2001

⁷ Dicke der isolierenden Ascheschicht 5 cm; Masse des Heizmaterials 10 g, Brennwert verdichteter Holzkohle 31000 kJ/kg, Dichte 1,4 g/cm³, Zündtemperatur Holzkohle 300 °C

Dr. Andreas Pfeiffer
 Institut für Schadenverhütung und
 Schadenforschung der öffentlichen
 Versicherer e.V., Wiesbaden

Danksagung
 Dr. Michael Kundel, IFS, Auswertung
 der IFS-Datenbank
 Dr. Dag Leine, IFS, theoretische
 Berechnungen

Versuch	Aufbau	Befund
1	2,5 kg Holzkohle, Luft offen	<ul style="list-style-type: none"> • Glühzeit etwa 12 Stunden • Es bleiben große Mengen unverbrannter Holzkohle zurück.
2	2,5 kg Grillbrikett, Luft offen	<ul style="list-style-type: none"> • Glühzeit etwa 12 Stunden • Es bleibt nahezu kein Brennstoff zurück.
3	2,5 kg Grillbrikett auf Ascheschicht, keine Luft von unten	<ul style="list-style-type: none"> • Glühzeit über 28 Stunden • Es bleibt nahezu kein Brennstoff zurück.
4	2,5 kg Grillbrikett, Luft offen, nach 3 h in Eimer umgefüllt, etwa 5 cm Aschefüllung als Isolierung auf dem Eimerboden unter den eingefüllten Resten	<ul style="list-style-type: none"> • 20 Stunden nach der Entzündung, 17 h nach dem Umfüllen in den Eimer sind noch immer große Mengen Glut vorhanden. • Es bleibt nahezu kein Brennstoff zurück.

