

Qualitätsunterschiede bei handelsüblicher Holzkohle

Dr. Carolin Fischer

NETZSCH-Gerätebau GmbH

Einleitung

Sommerzeit bedeutet Grillzeit. Doch haben Sie sich jemals gefragt, welche Holzkohle am besten geeignet ist? Die Qualität von Holzkohle lässt sich durch den Gehalt an organischen Verbindungen, den Aschegehalt und die bei der Verbrennung freigesetzte Energie charakterisieren. All diese Eigenschaften können mit der simultanen Thermoanalyse-Apparatur, der NETZSCH-STA, bestimmt werden. Mit Hilfe einer TG-DSC-Messung lässt sich einfach überprüfen, ob der Preisunterschied der Produkte aufgrund der Qualität gerechtfertigt ist.

Für einen Vergleich wurden drei verschiedene handelsübliche Holzkohlen ausgewählt: eine Buchenholzkohle, eine Markenholzkohle und eine Billigholzkohle aus einem Discounter.

Ergebnisse und Diskussion

Die TG-DSC-Messungen wurden mit der simultanen Thermoanalyseapparatur STA, ausgestattet mit TG-DSC-Proben-träger Typ, S durchgeführt. Die unterschiedlichen Holzkohleproben wurden in Form von Schüttgut bis 550 °C unter inerte Atmosphäre und von 550 °C bis 950 °C in oxidierender Atmosphäre aufgeheizt. Die detaillierten Messbedingungen sind in Tabelle 1 gelistet.

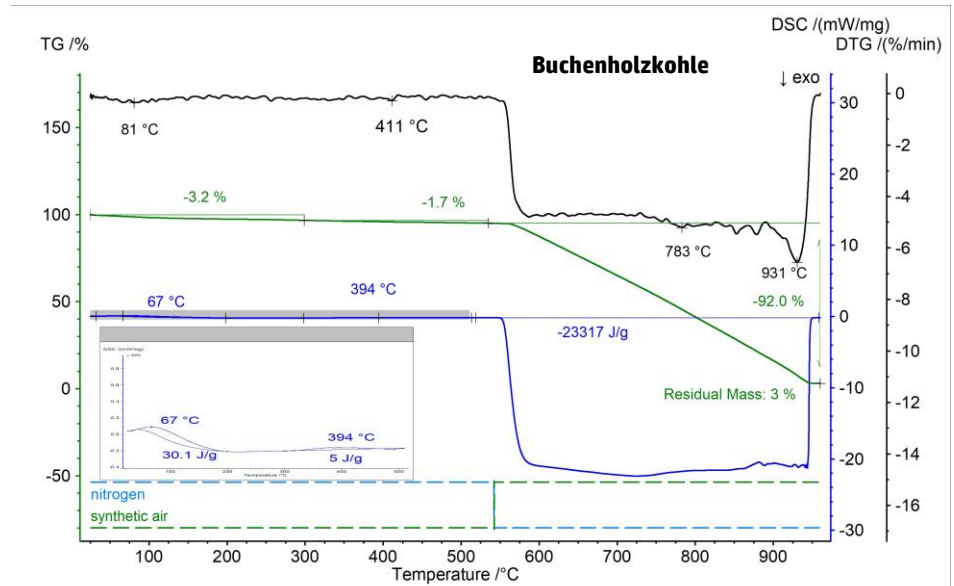


Abb. 1: Temperaturabhängiger Massenverlust (TG, grün), Wärmeflusskurve (DSC, blau) und Massenverlustrate (DTG, schwarz) der Buchenholzkohle

Die Ergebnisse für die Holzkohleprobe aus Buchenholz sind in Abbildung 1 dargestellt. Die drei Massenverluststufen wurden von energetischen Effekten begleitet. Die erste Massenverluststufe bei 81 °C ist wahrscheinlich auf die Freisetzung von Wasser zurückzuführen, während der zweite Massenverlust bei 411 °C auf die Pyrolyse der restlichen organischen Verbindungen hinweist. Diese beiden Vorgänge haben zwei endotherme Effekte mit Peaktemperaturen

von 67 °C und 394 °C sowie Enthalpien von 30 J/g und 5 J/g zur Folge. Die Verbrennung des restlichen Kohlenstoffs unter synthetischer Luftatmosphäre führte zu einem Massenverlust von 92 % und einem exothermen Effekt mit einer Enthalpie von -23.315 J/g. Dies ist nicht die gesamte Verbrennungsenthalpie, da eine STA ein offenes System ist, das einen Teil der erzeugten Energie mit den Spülgasen und den freigesetzten Gasen abgibt. Dieser Wert kann nur für einen

Tab. 1 Messparameter

Parameter	Buchenholzkohle	Markenholzkohle	Holzkohle aus dem Discounter	Buchenholz
Temperaturprogramm	RT bis 550 °C, Stickstoff 550 °C bis 950 °C, oxidierende Atmosphäre			
Heizrate	20 K/min			
Gasfluss	70 ml/min			
Tiegel	Platin mit gelochtem Deckel			
Probenträger	TG-DSC, Typ S			
Probeneinwaage	9,49 mg	10,03 mg	9,94 mg	7,83 mg

relativen Vergleich verwendet werden. Die Restmasse bezogen auf den Aschegehalt betrug 3 %.

Abbildung 2 zeigt den Vergleich der TG-Ergebnisse für die verschiedenen Holzkohleproben. Das vorgegebene Temperaturprogramm führte zu zwei Massverlustschritten für jede Probe unter inerter Atmosphäre. In Bezug auf den Wassergehalt wies die Markenholzkohle den höchsten Wert auf, gefolgt von der Discounterholzkohle und der Buchenholzkohle. Der unterschiedliche Wassergehalt ist vermutlich auf unterschiedliche Lagerbedingungen zurückzuführen, kann aber auch durch unterschiedliche Oberflächeneigenschaften, die eine Wasseraufnahme ermöglichen, verursacht worden sein.

Der Anteil der organischen Verbindungen gibt dagegen Aufschluss über den Grad der Fertigstellung der Produktion der Holzkohle und der Briketts: Je geringer der organische Anteil ist, desto besser ist die Pyrolyse des Ausgangsholzes zu Holzkohle während der Produktion, was eine hochwertigere Holzkohle zur Folge hat. Beim Vergleich der drei Proben wies wiederum die Buchenholzkohle den niedrigsten Wert auf, gefolgt von der Markenholzkohle und der Discounterholzkohle. Bei der Discounterholzkohle war dieser Prozess bei 550 °C noch nicht abgeschlossen, was bedeutet, dass die Probe bei dieser Temperatur noch organische Verbindungen enthält.

Nach Umschalten auf eine oxidierende Atmosphäre wurde der Restkohlenstoff mit Sauerstoff verbrannt und setzte Kohlendioxid und Kohlenmonoxid frei. Auch hier wurden Unterschiede zwischen den drei Proben festgestellt. Bei der Buchenholzkohle wurde ein Kohlenstoffgehalt von über 90 % ermittelt, während sowohl die Markenholzkohle als auch die Discounterholzkohle Werte um 75 % Kohlenstoff aufwiesen. Ein hoher Kohlenstoffgehalt deutet auf einen hohen Reinheitsgrad der Holzkohle hin.

Folglich unterscheiden sich die drei Proben auch hinsichtlich ihrer Restmasse, die den Aschegehalt der Holzkohle charakterisiert. Überraschenderweise wies die Markenholzkohle einen Aschegehalt von über 10 % auf, während die beiden anderen Proben Werte zwischen 3 und 5 % aufwiesen. Der Aschegehalt kann auch als Qualitätskriterium angesehen werden. Je niedriger der Aschegehalt ist, desto geringer ist der ursprüngliche

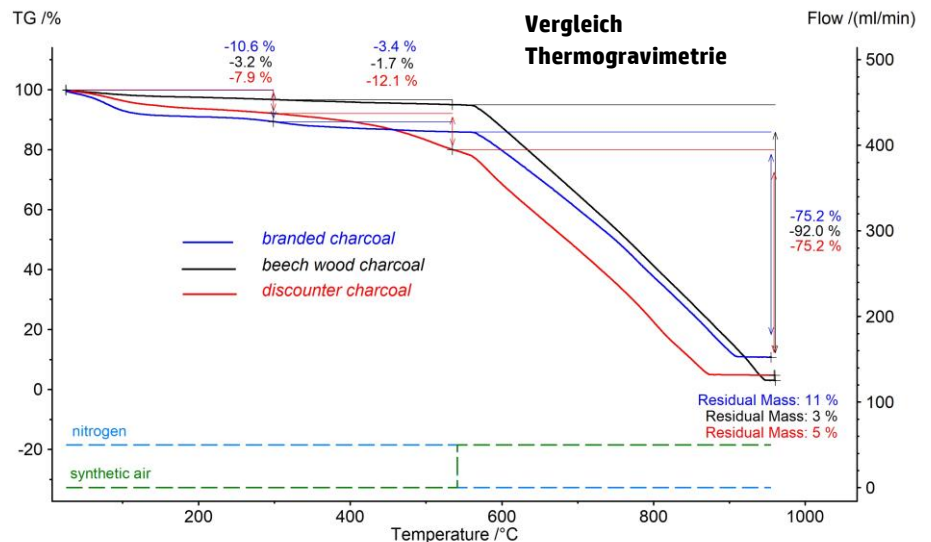


Abb. 2: Temperaturabhängiger Massenverlust (TG) und Gasatmosphäre der Markenholzkohle-briketts, Buchenholzkohle und Discounterholzkohle

Anteil an unreaktiven Nebenprodukten wie Füllstoffen oder Mineralien.

Der in Abbildung 3 dargestellte Vergleich der DSC-Signale zeigt, dass die Buchenholzkohle bei der oxidativen Verbrennung die meiste Wärme freisetzt. Da die Proben in einem offenen, nicht-adiabatischen System gemessen wurden, können diese Werte nicht als Verbrennungswärme angesehen werden. Die gemessene Enthalpie ist deutlich niedriger als die Verbrennungswärme, da die heißen Reaktionsgase die Probe verlassen und die freigesetzte Wärme mitnehmen. Die freigesetzte Wärme kann jedoch für einen guten relativen Vergleich der drei Proben herangezogen werden.

Eine weitere Messung wurde an einer Buchenholzprobe durchgeführt; siehe Abbildung 4. Wie erwartet, waren Wassermenge und organischer Anteil viel höher. Die erste Massenverluststufe, die sich auf Wasser bezieht, ergab 5,13 %. Der Temperaturanstieg führte zu einer zweistufigen Zersetzung des organischen Anteils, der insgesamt 68,35 % betrug. Der Vergleich mit der Buchenholzkohle zeigte, dass der Prozess der Holzkohleproduktion durch die Pyrolyse des Holzes nahezu abgeschlossen war. Der organische Anteil wurde von etwa 68 % auf weniger als 3 % reduziert. Der geringere Kohlenstoffgehalt des Holzes spiegelt sich auch in der exothermen

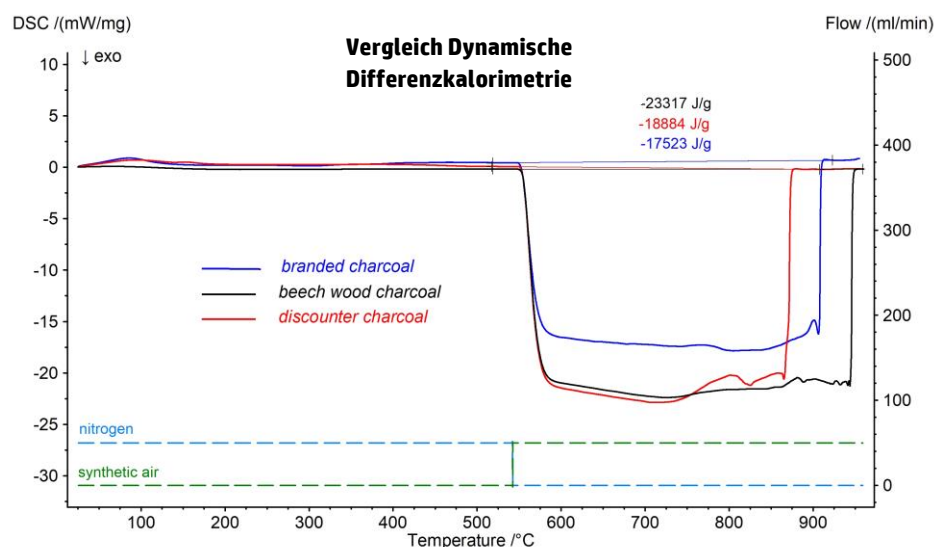


Abb. 3: Temperaturabhängiger Wärmeflusskurven (DSC) und Gasatmosphäre der Markenholzkohle, Buchenholzkohle und Discounterholzkohle

Enthalpie wider, die während der oxidativen Verbrennung ermittelt wurde.

Fazit

Qualitätsmerkmale von Holzkohle, wie Feuchtigkeit, Aschegehalt und freigesetzte Wärme, können mit Hilfe der simultanen Thermoanalyse-Apparatur STA bestimmt werden. Bei diesen Eigenschaften konnte die hohe Qualität der Buchenholzkohle nachgewiesen werden, wobei die Markenholzkohle in diesem Fall keine signifikant besseren Werte als die Discounter-Holzkohlenprobe aufwies. Darüber hinaus ist die TG-DSC-Methode bestens geeignet, die Fertigstellung der Holzkohleherstellung bezüglich der Pyrolyse organischer Stoffe zu regeln.

Und jetzt wünschen wir Ihnen viel Spaß beim Grillen!

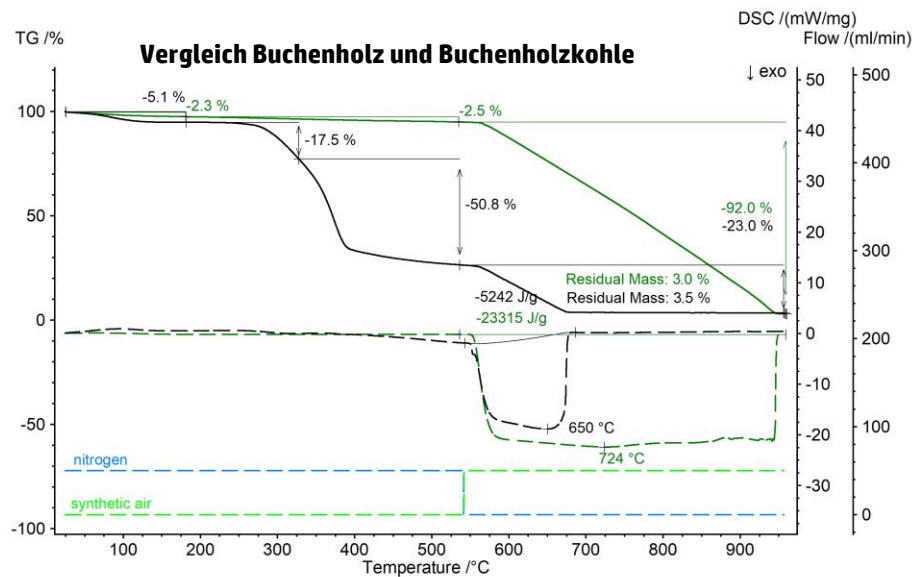


Abb. 4: Temperaturabhängiger Massenverlust (TG), Wärmeflusskurve (DSC) und Gasatmosphäre des Buchenholzes (schwarz) und der Buchenholzkohle (grün)