
Peter Turowski, Hans Hartmann, Frank Ellner-Schubert

Feinstaubemissionen aus kleinen Holzfeuerungen

Auf dem Feuerungsprüfstand des Technologie- und Förderzentrums im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (TFZ) wurden die Feinstaubemissionen moderner Holzfeuerungen bestimmt. Besondere Aufmerksamkeit wurde den verschiedenen Möglichkeiten zur Beeinflussung bzw. Minderung dieser Emissionen gewidmet. Neben der Brennstoffqualität (insbesondere dem Wassergehalt) wurden auch verschiedene Bedienerinflüsse als Ursache für erhöhte Emissionen identifiziert. Insgesamt zeigt sich jedoch, dass eine bestimmungsgemäß und mit geeigneten Brennstoffen betriebene Holzfeuerung nur geringe Staubemissionen verursacht.

Schlüsselwörter:

Emission, Feinstaub, Holzfeuerung, Staubminderung

Keywords:

emission, pm10, wood furnace, dust reduction

Abstract

Influences on particle emissions from small wood furnaces.

On the combustion test stand of TFZ fine particle emissions from modern residential wood furnaces were determined. Particular focus was set on the main options for primary reduction measures. Apart from the fuel quality (mainly moisture) several

operational influences were identified as major reasons for increased pollutant emissions. In general, however, it was shown, that a furnace which is operated as intended using a suitable fuel can cause quite low particle emissions.

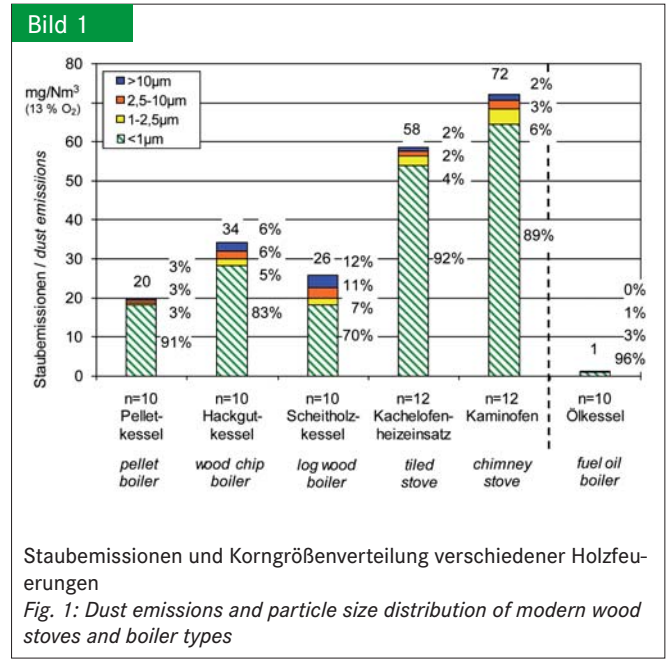
Turowski, Peter; Hartmann, Hans; Ellner-Schuberth, Frank

Landtechnik 64 (2009), no. 1, pp. 27 - 29, 4 figures

Häusliche Feuerungsanlagen für Holzbrennstoffe tragen mit einem Anteil von 10 % wesentlich zu den Feinstaub-emissionen (PM10) der Bundesrepublik Deutschland bei. Insbesondere der großen Zahl von (geschätzt) rund 14 Millionen Einzelfeuerstätten kommt hierbei als Emissionsquelle eine besondere Bedeutung zu.

Als Feinstaub werden Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von weniger als 10 µm bezeichnet; unterhalb von 2,5 µm Durchmesser spricht man von lungengängigem Feinstaub. Solche Partikel gelten als besonders schädlich, wenn sie aus Verbrennungsprozessen stammen, da sie auf der Oberfläche adsorbierte unverbrannte Kohlenwasserstoffe oder Schwermetalle mit sich führen können und somit eine Transportfunktion für reizende, toxische, kanzerogene oder mutagene Schadstoffe einnehmen können.

Im Rahmen von Prüfstandsuntersuchungen wurden die verschiedenen Einflussgrößen auf den Staubausstoß unter definierten Bedingungen untersucht. Die Messungen erfolgten an fünf Holzfeuerungen (Pelletkessel, Scheitholz-kessel, Hackschnitzelkessel, Kachelofenheizeinsatz und Kaminofen). Neben der Bestimmung der Massenanteile des Staubausstoßes in den Größenklassen <1 µm, 1 bis 2,5 µm, 2,5 bis 10 µm und >10 µm wurden die gewonnenen Staubproben auch hinsichtlich ihrer stofflichen Zusammensetzung untersucht, um Aussagen über die Qualität der Stäube zu erhalten. Die Ermittlung der Korngrößenverteilung

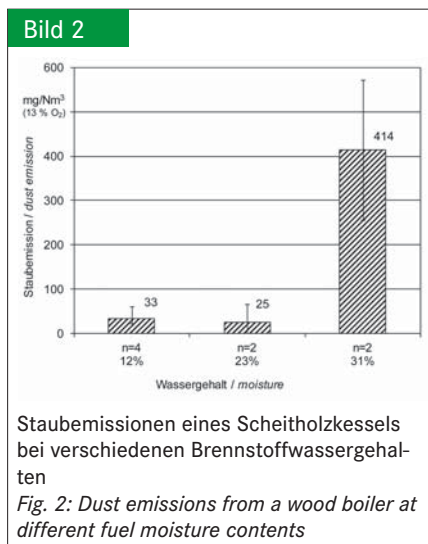


Staubemissionen und Korngrößenverteilung verschiedener Holzfeuerungen
 Fig. 1: Dust emissions and particle size distribution of modern wood stoves and boiler types

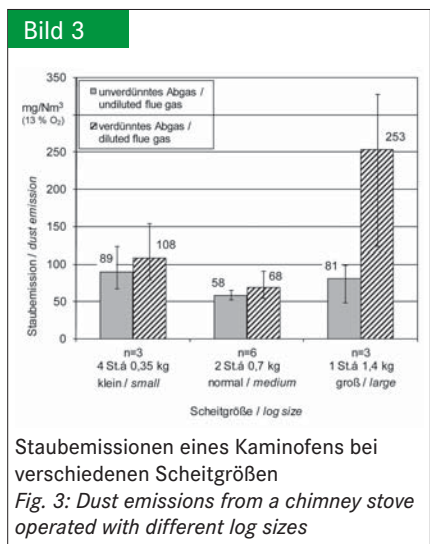
von Abgaspartikeln erfolgte mittels eines Kaskadenimpaktors; die Bestimmung des Gesamtstaubgehaltes im Abgas wurde gemäß VDI-Richtlinie 2066 durchgeführt. Bei den Messungen an den beiden Einzelfeuerstätten wurde ein Verdünnungstunnel, in dem das Abgas auf Temperaturen unter 60 °C (mittleres Verdünnungsverhältnis 1 : 5,7) abgekühlt wurde, eingesetzt, wobei sowohl im verdünnten als auch im unverdünnten Abgas gemessen wurde.

Stand der Technik bei modernen Holzfeuerungen

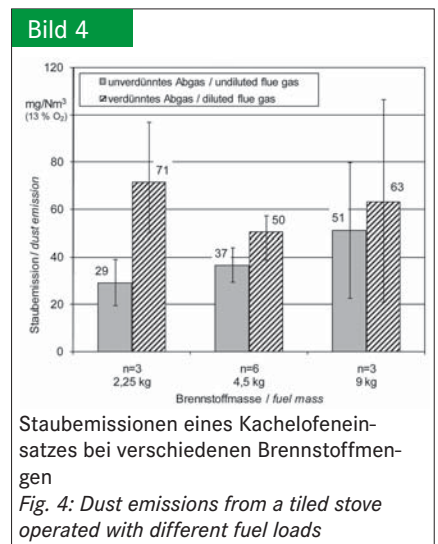
Für die Versuche wurden Holzfeuerungen ausgewählt, die den aktuellen Stand der Technik repräsentieren. In Bild 1 sind die Staubemissionen dieser Anlagen sowie deren Verteilung auf die vier Korngrößenklassen dargestellt. Die Messungen wurden unter praxisnahen Prüfbedingungen mit verschiedenen geeigneten Brennstoffen durchgeführt, so dass je Feuerung 10 bis 12 Einzelwerte berücksichtigt



Staubemissionen eines Scheitholzkessels bei verschiedenen Brennstoffwassergehalten
 Fig. 2: Dust emissions from a wood boiler at different fuel moisture contents



Staubemissionen eines Kaminofens bei verschiedenen Scheitgrößen
 Fig. 3: Dust emissions from a chimney stove operated with different log sizes



Staubemissionen eines Kachelofeneinsatzes bei verschiedenen Brennstoffmengen
 Fig. 4: Dust emissions from a tiled stove operated with different fuel loads

sind. Die drei Kesselanlagen verursachen Staubemissionen zwischen 20 und 34 mg/Nm³ (bei 13 % O₂), wobei der niedrigste Wert beim Pelletkessel erreicht wird. Die Staubemissionen der beiden Einzelfeuerstätten liegen mit 58 bzw. 72 mg/Nm³ deutlich darüber. Das insgesamt niedrige Niveau der Staubemissionen zeigt den inzwischen erreichten hohen Entwicklungsstand moderner Holzfeuerungen, zumal der in Deutschland für Zentralheizungskessel über 15 kW Nennwärmeleistung geltende Staubgrenzwert von 150 mg/Nm³ deutlich unterschritten wird.

Die Korngrößenverteilungen der Stäube aus den jeweiligen Feuerungen weisen kaum Unterschiede auf. Lediglich geringe Anteile von 2 bis 12 % sind der Korngrößenklasse >10 µm zuzuordnen und gelten damit nicht als Feinstaub. Somit können sich die weiteren Betrachtungen auf die Gesamtstaubmasse beschränken.

Brennstoffeinflüsse

Die Brennstoffqualität kann einen entscheidenden Einfluss auf Höhe und Qualität der Feinstaubemissionen einer Holzfeuerung haben. Als wesentliche Kriterien sind der Wasser- und Aschegehalt sowie die Brennstoffaufbereitung zu nennen. Die verwendete Holzart hat dagegen meist nur einen geringen Einfluss. In **Bild 2** sind die Staubemissionen des Scheitholzessels bei verschiedenen Brennstoffwassergehalten wiedergegeben. Während die Erhöhung des Wassergehaltes von 12 % auf 23 % weitgehend ohne Wirkung bleibt, verursacht die weitere Steigerung des Wassergehaltes auf 31 % ein deutliches Ansteigen der Staubemissionen auf über 400 mg/Nm³. Brennstoffe mit Wassergehalten dieser Größenordnung können von der hier eingesetzten Feuerung nicht mehr emissionsarm verbrannt werden. Damit werden auch die Herstellerempfehlungen bestätigt, die einen maximalen Wassergehalt von 25 % nennen.

Bedienungseinflüsse

Neben der Brennstoffqualität bestehen auch zahlreiche Möglichkeiten, durch die Bedienung einer Feuerungsanlage Einfluss auf deren Schadstoffemissionen zu nehmen. Eine Sonderstellung nimmt in diesem Falle die Stückigkeit des eingesetzten Holzes ein, da dieser Parameter einerseits ein Qualitätskriterium für den Brennstoff ist und andererseits bei der Brennholzaufbereitung oft durch den Betreiber selbst beeinflusst wird. Insbesondere bei Einzelfeuerstätten ist ein entscheidender Einfluss der Scheitgröße auf die Staubemissionen gegeben. **Bild 3** zeigt, dass sowohl kleine als auch große Scheite (bei gleicher Länge und gleicher Gesamtmasse) zu einem Anstieg der Staubemissionen führen, wobei zu große Scheite kritischer zu beurteilen sind als zu kleine.

Dies wird insbesondere bei Betrachtung der Messwerte im verdünnten Abgas deutlich. Der Einsatz des großen Scheites führt zu unvollständiger Verbrennung mit hohen Gehalten an gasförmigen organischen Verbindungen im

Abgas. Bei diesen Betriebsbedingungen besteht auch ein großes Potenzial an kondensierbaren Stoffen im Abgas. Diese im heißen Abgas gasförmigen Stoffe kondensieren bei der Verdünnung und der damit verbundenen Abkühlung und werden als zusätzliche Partikelmasse erfasst. Bei Messungen im verdünnten Abgas werden somit die Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten noch deutlicher und zum Teil werden auch erheblich höhere Staubemissionen gemessen. Das gilt vor allem dann, wenn die Verbrennung relativ unvollständig verläuft.

Der größte Einfluss des Betreibers bei der Bedienung einer Einzelfeuerstätte besteht aber in der Wahl der Brennstoffmenge. In **Bild 4** sind die Staubemissionen eines Kachelofeneinsatzes bei verschiedenen Auflagemengen dargestellt. Die mittlere Menge mit 4,5 kg entspricht dabei der Herstellerempfehlung. Die Staubemission, die im unverdünnten Abgas gemessen wurde, stieg mit zunehmender Auflagemenge von 29 mg/Nm³ auf 51 mg/Nm³. Bei Betrachtung der Messung im verdünnten Abgas zeigt sich jedoch ein anderes Bild. Hier führen sowohl die kleinere als auch die größere Brennstoffauflage zu höheren Emissionen.

Zusammenfassung

Durch die Ausschöpfung aller Möglichkeiten ist insbesondere bei den handbeschickten Einzelfeuerstätten auch ohne Sekundärmaßnahmen (Staubabscheider) noch eine erhebliche Reduzierung der Staubemissionen erreichbar. Beispielsweise können durch den Einsatz geeigneter Einrichtungen zur Regelung und Feuerungsüberwachung bei Einzelfeuerstätten staubwirksame Fehlbedienungen vermieden werden. Weitere Minderungen sind durch gezielte Verbesserung der Brennstoffqualität zu erreichen. Niedrige Wasser- und Aschegehalte im Brennstoff sowie eine an die Feuerung angepasste Scheitgröße führen ebenfalls zur Senkung der Staubemission. Das Gleiche gilt auch für die strikte Einhaltung der Herstellervorgaben hinsichtlich der Brennstoffmenge.

Autoren

Peter Turowski ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (TFZ). Das entsprechende Sachgebiet „Biogene Festbrennstoffe“ wird von **Dr. Hans Hartmann** geleitet und ihm gehörte auch **Frank Ellner-Schuberth** an.

Hinweis

Die vorgestellten Ergebnisse wurden im Rahmen eines Forschungsvorhabens gewonnen, das vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) gefördert wurde. Neben dem TFZ waren das Deutsche Biomasseforschungszentrum (DBFZ) und die TU Hamburg-Harburg als Projektpartner beteiligt.