

Holzverbrennung und Feinstaub

Staubabscheidesysteme, Vollzugsfragen und begleitende Massnahmen

Zusammenfassung der Präsentation

Feinstaubimmissionen von Holzfeuerungen: Untersuchungen zum Verhalten der Schadstoffe in der Atmosphäre

Nicolas Bukowiecki, Paul Scherrer Institut PSI

Emissionen aus Holzheizungen haben im Winter einen grossen Einfluss auf die PM₁-Konzentrationen in den Alpentälern, sie tragen auch zu den Feinstaubkonzentrationen in Städten bei. Die dominierenden chemischen Komponenten von holzfeuerungsbedingtem Feinstaub mit einem aerodynamischen Durchmesser < 1 µm (PM₁) sind Nitrate, Sulfate, Ammonium, organische Aerosole (OA) und schwarzer Russ (BC). Der kohlenstoffhaltige Anteil (OA + BC) ist bedeutend, oft gar dominierend. OA kann aus primären Partikeln bestehen (POA), welche direkt in die Luft emittiert werden, oder aus sekundärem OA (SOA), welches in der Atmosphäre aus der Kondensierung der weniger flüchtigen Produkte der Oxidierung gasförmiger organischer Vorläuferstoffe gebildet wird.

Mit einem hochauflösenden Aerosol-Massenspektrometer (HR-TOF-AMS) wurden mehrere Messkampagnen durchgeführt, die zum Ziel hatten, die primären Emissionen, die sekundäre Aerosolbildung sowie den Alterungsprozess der Emissionen verschiedener Typen kleine Holzöfen zu untersuchen. Mit dem AMS wurde die Quantifizierung und Charakterisierung der Aerosolgesamtmasse vorgenommen. Die hochaufgelösten organischen Massenspektren (MS) können als Fingerabdruck verschiedener OA-Typen verwendet werden, und sie liefern Informationen über das elementare O:C-Verhältnis, welches zur Abschätzung des Grads der Oxidierung und der Hygroskopizität von OA verwendet werden kann. Die Charakterisierung der primären Emissionen aus einem Pellet-Heizkessel und einem Holzofen wurde an der Holzofen-Test-Einrichtung der Fachhochschule Luzern durchgeführt.

Während der Startphase und während schlechten Brennbedingungen waren die Emissionen eines 15 kW Pellet-Heizkessel dominiert von BC und OA. Feuerfeste Komponenten wie zum Beispiel Kaliumsalze machten den Hauptteil der Feinstaubemissionen während stabiler Brennbedingungen aus. Die Emissionen eines Holzofens bestehen zu einem Grossteil aus OA und BC. Im Allgemeinen machen die OA-Konzentrationen den höchsten Anteil an PM aus.

Emissionsfaktoren, SOA-Bildung und das Altern von OA unter simulierten Bedingungen wurden mit zwei verschiedenen Holzöfen und einem privaten Pellet-Ofen getestet. Die Experimente wurden am Paul Scherrer Institut während drei Smogkammer-Kampagnen durchgeführt. Alle drei Öfen, ein alter Holzofen (1960), ein moderner Holzofen (2009) und ein moderner Pellet-Ofen (2005) zeigten höhere Emissionsfaktoren für BC, POA und SOA während der Startphase im Vergleich zur Brennphase. Die Emissionsfaktoren für BC + POA + SOA nach fünf Stunden Alterung waren für die beiden Holzöfen während der Startphase sehr ähnlich. Wenn jedoch die Brennphase erreicht wurde, verringerten sich die Emissionen des alten Holzofens um 37%, diejenigen des modernen Holzofens um 86%. Der durchschnittliche Emissionsfaktor während der ersten vier Minuten nach dem Start des Pellet-Ofens war im Vergleich zu der Startphase der zwei Holzöfen ~4 Mal tiefer. Während stabilen Bedingungen waren die Kohlenstoffemissionsfaktoren des Pellet-Ofens im Vergleich zum modernen und alten Holzofen 10 bis 60 Mal tiefer. Nach fünf Stunden Alterung war OA dominiert von SOA, mit einem durchschnittlichen Anteil von 77% für die Start- und Brennphase-Experimente mit den Holzöfen und der Startphase des Pellet-Ofens. Für die stabile Brennphase des Pellet-Ofens wurde keine SOA-Bildung beobachtet. Die atomaren O:C-Verhältnisse der primären organischen Emissionen der drei verschiedenen Öfen variierten zwischen 0.19 – 0.60 für die Start- und Brennbedingungen, und sie erhöhten sich während des Alterungsprozesses.

Neue Methoden für die Bestimmung des Holzfeuerungsanteils sind in Entwicklung. Der sogenannte Aerosol Chemical Speciation Monitor (ACSM) erlaubt kontinuierliche massenspektrometrische Cha-

Holzverbrennung und Feinstaub

Staubabscheidesysteme, Vollzugsfragen und begleitende Massnahmen

rakterisierung der Feinstaubzusammensetzung über längere Zeiträume. Das Multiwellenlängen-Aethalometer-Gerät ist ein verlässliches Gerät, welches die Anteile von Holzfeuerungen und Verkehr mindestens qualitativ, oft quantitativ erfassen lässt. Verschiedene Off-line Analyse-Methoden sind in Entwicklung, wobei wiederum vor allem Massenspektrometeranalysen im Vordergrund stehen. Die Optionen sind Aerosolmassenspektrometrie mit electron impact, Laserdesorptionionisations-Massenspektrometrie oder electrospray-Ionisations-Massenspektrometrie.