



FEINSTAUBIMMISSIONEN



Einfluss der Gebäudeheizung auf Feinstaubimmissionen im Raum Augsburg

J. Schnelle-Kreis, R. Kunde, G. Schmoeckel, J. Diemer, G. Abbaszade, J. Orasche, R. Zimmermann

Einleitung

Emissionen aus der Verbrennung von Holz tragen zur Belastung der Umwelt mit Feinstaub bei. Ziel des Projekts war, diesen Beitrag am Beispiel von Augsburg für eine Großstadt zu quantifizieren. Die folgenden Teilziele wurden dabei verfolgt:

- Aktualisierung des Emissionskatasters für Feuerungsanlagen,
- Ermittlung der energiespezifischen Emissionen für Feinstaub und Tracer-Substanzen im Abgas der staubrelevanten Feuerungsanlagen (Tracer sind Bestandteile in der Umgebungsluft, die typischerweise nur im Abgas der Feuerungsanlagen auftreten und während des Transports zum Immissionsort weitgehend unverändert bleiben; z.B. Kalium (der Kaliumgehalt im Holz beträgt etwa 0,2 % und bestimmt ca. 30 % des Oxid-Aschegehaltes) oder Levoglucosan (entsteht bei der Pyrolyse von Cellulose)),
- Messung der Feinstaubimmissionen und Berechnung des Anteils der Holzverbrennung an den Feinstaubimmissionen anhand der gemessenen Tracer-Konzentrationen,
- Modellierung der Feinstaubimmissionen in Augsburg, die auf Emissionen der Holzverbrennung zurückzuführen sind und
- Abschätzung der Auswirkungen möglicher Maßnahmen zur Minderung von Feinstaubemissionen durch Gebäudeheizungen.

Ergebnisse und Diskussion

In Augsburg sind etwa 14200 Schornsteine, an denen Einzelraumfeuerungen für feste Brennstoffe angeschlossen sind, bei den Kaminkehrern angemeldet. Diese tragen ca. 2,1 % des gesamten Gebäudeheizbedarfs im Stadtgebiet bei.

Emissionsmessungen

Bei den auf Feuerungsprüfständen mit unterschiedlichsten Betriebszuständen durchgeführten Emissionsmessungen (siehe Abb. 1) konnte bei einer der Feuerungspraxis entsprechenden Gewichtung „guter“ und „schlechter“ Verbrennungszustände der vom UBA veröffentlichte Emissionsfaktor für Gesamtstaub aus Festbrennstofffeuerungen in der Größenordnung von 120 mg/MJ bestätigt werden.

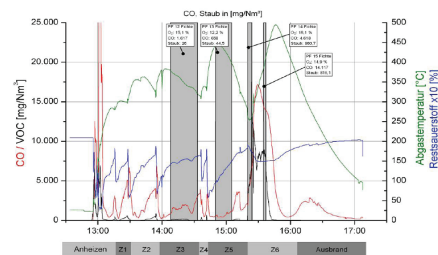


Abb. 1: Verläufe der kontinuierlich erfassten Abgasparameter sowie die Zeiträume der Staubprobenahmen und Brennstoffauflagen am „günstigen“ Kaminofen

Da viele Studien übereinstimmend gezeigt haben, dass 90 – 93 % des Gesamtstaubs

aus häuslichen Holzfeuerungen einen Partikeldurchmesser von weniger als 10 µm aufweisen, wurde in diesem Projekt Gesamtstaub und PM10-Feinstaub aus häuslichen Holzfeuerungen im Sinne einer konservativen Betrachtung gleichgesetzt.

Die bei den Emissionsmessungen gewonnenen Staubproben wurden hinsichtlich anorganischer und organischer Tracer-Komponenten untersucht. Für die organischen Tracer (Levoglucosan, Dehydroabietinsäure u. a.) wurden nur sehr wenige plausible Messwerte erhalten. Für den anorganischen Tracer Kalium wurden Gehalte im Bereich von 0,7 bis 43 % (bezogen auf die emittierte Gesamtstaubmasse) festgestellt. Anhand der Korrelation der Kalium-Gehalte mit der Masse an emittiertem Staub (siehe Abb. 2) konnte abgeleitet werden, dass der Kalium-Anteil an der im Abgas enthaltenen Gesamtstaubmasse im Mittel über alle untersuchten Betriebszustände 5,8 % beträgt.

Anhand des Verhältnisses des Kaliumgehaltes der Staubimmissionen zum Kaliumgehalt der Staubemissionen konnte der Anteil der Holzfeuerungen an den Immissionen bestimmt werden.

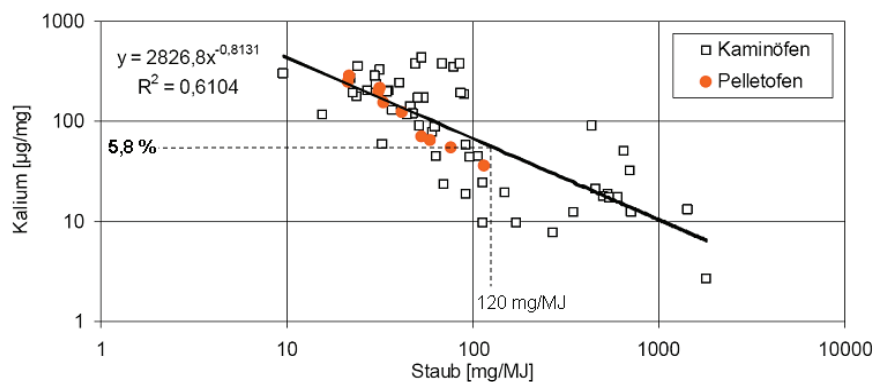


Abb. 2: Korrelation zwischen Kalium- und Gesamtstaubkonzentration in den Emissionsproben (n=64)



FEINSTAUBIMMISSIONEN

Immissionsmessungen

Die Immissionskonzentrationen der Tracer für Biomasse- bzw. Holzverbrennung waren untereinander (hoch-)signifikant korreliert. Die höchste Korrelation wurde für Levoglucosan und Kalium gefunden (siehe Abb. 3).

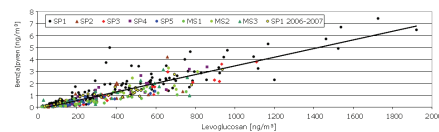


Abb. 3: Korrelation der Konzentrationen von Kalium und Levoglucosan in PM₁₀-Immissionen in Augsburg

Auch die Konzentration der meisten polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) war hoch signifikant mit denen der Tracer für Holzverbrennung korreliert (siehe Abb. 4). Die Konzentration an Benzo[a]pyren an der Messstation Königsplatz lag im Heizperiodenmittel bei 1,6 ng/m³. Für das Jahr 2008 lässt sich ein Jahresmittelwert von ca. 0,7–0,9 ng/m³ abschätzen. Der Zielwert der 22. BImSchV von 1 ng/m³ wird damit unterschritten. An Standorten mit signifikant höheren PM₁₀-Zusatzbelastungen durch Holzfeuerungen als am Königsplatz (Heizperiodenmittel 3,4 µg/m³) sind Überschreitungen des Zielwertes der 22. BImSchV nicht ausgeschlossen.

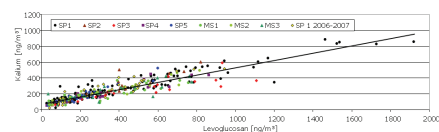


Abb. 4: Korrelation der Konzentrationen von Levoglucosan und Benz[a]pyren in PM₁₀-Immissionen in Augsburg

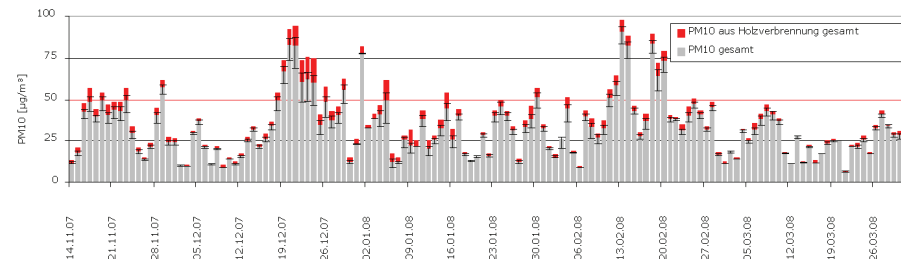


Abb. 5: Verlauf der PM₁₀-Konzentration und des Anteils am PM₁₀ aus Primärpartikeln der Holzverbrennung. Die Fehlerbalken geben den erwarteten Bereich in Abhängigkeit der Kalium-Emissionsfaktoren an.

PM₁₀-Belastung durch Holzfeuerungen am Königsplatz

Am Königsplatz haben die Immissionsmessungen im Zeitraum 14.11.2007–31.03.2008 25 Überschreitungen des PM₁₀-Grenzwerts ergeben. Der Mittelwert der PM₁₀-Konzentration lag bei 37 µg/m³ (siehe Abb. 5).



Abb. 6: Staubprobeaufnahme auf dem „Hotel-turm“ in 100 m Höhe zur Ermittlung der Hintergrundbelastung

Partikel aus der Holzverbrennung haben in der Heizperiode 2007–2008 am Standort „Königsplatz“ zu einer mittleren Feinstaub-Zusatzbelastung von 3,4 µg/m³ geführt, entsprechend einem mittleren Anteil am PM₁₀ von 9,2 %. Die höchsten Konzentrationen wurden während austauscharmer Wetterlagen gefunden. So lag der Anteil der Partikel aus der Holzverbrennung an der PM₁₀-Konzentration an den Tagen mit einer Überschreitung des zulässigen maximalen Tagesmittelwertes (50 µg/m³) bei 11,3 %. Messungen in 100 m Höhe ergaben, dass ca. 50 % der Zusatzbelastung durch außerstädtische Holzfeuerungen verursacht wurden (siehe Abb. 6).

Ausbreitungsrechnungen

Die PM₁₀-Zusatzbelastung durch Emissionen aus der häuslichen Holzverbrennung wurde auch mit Ausbreitungsrechnungen untersucht. Dazu wurde das Emissionsaufkommen für alle Schornsteinfeger-Kehrbezirke im Stadtgebiet erhoben. Zusätzlich wurden verschiedene Feuerungsanlagen-Nutzertypen definiert. Für jeden Kehrbezirk wurde daraus eine mittlere Emissionszeitreihe gebildet. Mit dieser Vorgehensweise wurde das Emissionsaufkommen statistisch auf die im Flächennutzungsplan ausgewiesene Wohnfläche verteilt.

Die höchste Zusatzbelastung durch innerstädtische Holzfeuerungen in einer Rechenzelle (128 x 128 m) im Heizperiodenmittel betrug 3,5 µg/m³. Die Zelle liegt in einem Gebiet mit vergleichsweise hoher Feuerungsanlagen-dichte (im Mittel 1000 m² Grundstücksfläche je Holzfeuerung). Auf 22 Rechenzellen lag die Zusatzbelastung durch innerstädtische Holzfeuerungen im Heizperiodenmittel über 3,0 µg/m³ (siehe Abb. 7). Der Heizperiodenmittelwert über allen Zellen mit Wohnbebauung beträgt 1,3 µg/m³. Eine Reduktion der Partikelemissionen aus Holzverbrennung (innerstädtisch und außerstädtisch; z. B. durch einen fortgeschrittenen Stand der Technik) um 50 % hätte die Zahl der Überschreitungstage im Messzeitraum 01.11.2007–31.03.2008 am Königsplatz von 26 auf 23 reduziert.

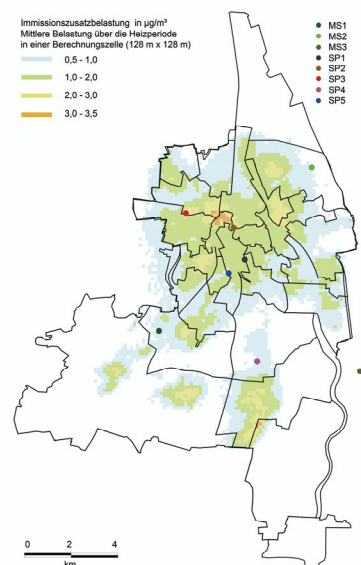


Abb. 7: Mittlere berechnete Zusatzbelastung durch Emissionen aus den Holzfeuerungen im Stadtgebiet von Augsburg, Heizperiode: 15.10.2007–31.03.2008