

Herbert Grams, René Huppmann, Kristin Richter, Edith Gierden

## Untersuchung des Einflusses von Kaminöfen auf die Qualität von Innenraumluft

Die Nutzung von Ofen- und Kaminheizungen hat in den letzten Jahren stark zugenommen, zugleich liegen bisher nur wenige Untersuchungen über den Einfluss von Kaminöfen auf die Raumluft vor. Mit einer kleinen, pilotprojektartigen Untersuchungsreihe wurde in der Zeit von 2012 - 2013 untersucht, ob die Luftqualität von Wohnräumen durch den Betrieb raumluftabhängiger, holzbefuerter Kaminöfen beeinflusst wird. Als Ergebnis der Studie war der Einfluss des Ofenbetriebs auf die Summe der flüchtigen Verbindungen (TVOC), Formaldehyd und Kohlenmonoxid relativ gering, hingegen auf die Benzol-Raumluftkonzentration in einigen Fällen deutlich erkennbar. Der Ofenbetrieb kann gleichzeitig eine Quelle sowie eine Senke für Innenraumbelastungen darstellen. Durch ordnungsgemäßen Anschluss und sachgerechte Bedienung des Ofens lässt sich der Eintrag von Rauchgasen in die Raumluft minimieren.

### Vorbemerkungen

Die Nutzung von Ofen- und Kaminheizungen hat in den letzten Jahren stark zugenommen. Nach einer Mitteilung des HKI Industrieverbandes Heiz- und Kochgeräte wurden 2011 408 000 Einzelfeuerstätten in Deutschland verkauft; mehr als 75 % dieser Feuerstätten (315 000) waren Kamin- und Dauerbrandöfen.

Seit 2010 ist die „Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen“ in Kraft, die Emissionsgrenzwerte für Feinstaub und Kohlenmonoxid festlegt (1. BImSchV). Diese Regelung hat naturgemäß keine direkte Auswirkung auf die Innenraumluft. Welchen Einfluss Kaminöfen, die eine umfangreiche Renaissance erleben, auf die Innenraumluft haben ist bisher wenig untersucht.

Mit einer kleinen, pilotprojektartigen Untersuchungsreihe wurde durch das NLGA an 5 Standorten untersucht, ob die Luftqualität von Wohnräumen durch den Betrieb raumluftabhängiger, holzbefuerter Kaminöfen beeinflusst wird. Anders als Holzpelletöfen, die eine automatische Pelletzufuhr haben, kann der Heizbetrieb eines Kaminofens nur durch gelegentliches Öffnen der Ofentür und Nachlegen von Brennmaterial sichergestellt werden. In dieser Phase kann es zu einer Freisetzung von Rauchgasen in die Raumluft kommen. Rauchgase enthalten eine Vielzahl von organischen Verbindungen und anorganischen Gasen.

### Messumfang und -methodik

Im Rahmen der NLGA-Untersuchungsreihe wurden in der Innenraumluft flüchtige organische Verbindungen (VOC), Formaldehyd, Feinstaub, Kohlenmonoxid (CO), Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) und Begleitparameter wie Raumlufttemperatur und -feuchte sowie Holzfeuchte gemessen. Mit Hilfe von CO<sub>2</sub>-Abklingkurven wurden Luftwechselraten bestimmt und mit Hilfe einer Begleitdokumentation unter anderem Vorgänge wie Nachlegen von Holz und ähnliches erfasst. Zusätzlich wurden Außenluft-Benzolkonzentrationen auf der Basis von Monatsmittelwerten ausgewertet, die von der Zentrale Unterstützungstelle Luftreinhaltung, Lärm und Gefahrstoffe (ZUS-LLG) bereitgestellt wurden. Die NLGA-Messungen erfolgten in der Zeit von 2012 - 2013 sowohl in der Nicht-Heizperiode als auch in der Heizperiode.

In der Heizperiode erfolgten Messungen sowohl ohne als auch mit Heizbetrieb (Abb. 1). An 2 Standorten standen die Öfen in nicht verschließbaren Nebenräumen (Flur, Küche), an 3 Standorten in verschließbaren Räumen. Bei den zuletzt genannten Standorten erfolgten jeweils mindestens an 2 Tagen Messungen bei laufendem Ofenbetrieb, davon an einem Tag bei offener Raumtür und unter Freigabe des Lüftungsverhaltens des Nutzers (zum Teil kurze Fensterlüftung während des Heizbetriebs) und an einem Tag bei geschlossener Raumtür und ohne Lüftungsaktivität beim Ofenbetrieb.



Abb. 1: Öfen in den untersuchten Wohnräumen.



Messrahmenbedingungen	Benzolkonzentrationen in Wohnung H-ALT ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
1. Wintermessung, Raumtür geschlossen, „mittlere“ Luftzufuhr zum Abbrand; 1x Holz nachgelegt	2/3/18
2. Wintermessung; Umstände wie zuvor aber verbesserter Luftzufuhr zum Abbrand; 2x Holz nachgelegt	3/6/8
3. Wintermessung; Umstände wie zuvor aber nur 1x nachlegen von Holz	3/3/4/5/6
Wintermessung bei offener Raumtür und Kurzlüftung bei nachlegen von Brennmaterial; 2x Holz nachgelegt	<1/2/2/2
Wintermessung ohne Ofenbetrieb (einzelne Messung)	<1
Sommermessung (einzelne Messung)	<1

Tab.: Die Benzolkonzentrationen der Einzelmessungen und Messreihen gemessen in Wohnung H-ALT ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Um eine Vergleichbarkeit der Vorgehensweise beim Ofenbetrieb herzustellen, wurde ursprünglich festgelegt, dass in den Objekten, bei denen die Öfen in verschließbaren Räumen stehen, das Nachlegen von Brennmaterial parallel zu den jeweils 40 Minuten dauernden VOC-Messungen erfolgen soll sowie die Position der Zuluftklappen im voraus festzulegen wäre. Diese Vorgehensweise erwies sich als unpraktikabel und wurde nach wenigen Messungen aufgegeben.

Nach einer Zwischenauswertung wurde das Verfahren letztmalig angepasst und nach dem Entzünden des Brennmaterials im Ofen das Nachlegen von Brennmaterial minimiert, das heißt es wurde während des Messzeitraums maximal noch 1x Brennmaterial nachgelegt. Die Messrahmenbedingungen sind in der Tabelle dargestellt.

Die Messungen erfolgten jeweils in Wohnungen in denen die letzte großflächige Sanierung/Erneuerung längere Zeit zurück lag.

## Ergebnisse

### TVOC/VOC

Im Rahmen des Projektes wurden an insgesamt 23 Tagen VOC-Messungen zu verschiedenen Zeiten im Jahr durchgeführt. Die Projektmessungen liefern somit unter anderem Hinweise auf wohnbedingte Konzentrationsänderungen des VOC-Summenparameters „TVOC“ verursacht zum Beispiel durch Reinigungs- und Pflegemaßnahmen. Insgesamt war der Einfluss des Ofenbetriebs auf die TVOC-Konzentration relativ gering. Der Wert von  $1\,000\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ , der nach einer Einschätzung der Bund-Länder Arbeitsgruppe „ad-hoc AG Innenraumrichtwerte“ als „hygienisch noch unbedenklich“ gilt, wurde nur selten erreicht bzw. überschritten. [1]

In Abbildung 2 sind beispielhaft alle TVOC-Messergebnisse der Messungen, die in Wohnung „H-ALT“, einer der untersuchten Wohnungen gewonnen wurden, aufgeführt.

### Benzol

Anders als bei den TVOC-Werten zeigten sich bei den Benzolkonzentrationen in einigen Fällen deutliche Einflüsse des Ofenbetriebs bzw. des Heizverhaltens auf die Raumluft. Beispielhaft sind wieder die Ergebnisse aus Wohnung H-ALT aufgeführt. Es zeigte sich, dass bei Verbesserung der Ofen-Luftzufuhr während des Abbrands sowie Reduzierung der Häufigkeit des Öffnens der Ofentür zum Nachlegen von Holz deutlich niedrigere Benzolkonzentrationen im Vergleich zur 1. Wintermessung auftraten (siehe Tab.). Eine deutliche Verbesserung stellte auch die Kombination aus Vergrößerung des Luftvolumens durch die offen stehende Raumtür mit kurzen Zwischenlüftungen in der Phase des Nachlegens von Brennmaterial dar. Die Schwankungen der Anfangskonzentrationen der jeweils ersten Messung der Messreihen spiegeln vermutlich die Schwankungen der Benzolkonzentration in der Außenluft wider. Insgesamt kam es wiederholt zur Überschreitung des hilfswise herangezogenen EU-Außenluftgrenzwertes von  $5\ \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Verlauf der Messungen.

Bei den beiden anderen Öfen, die in geschlossenen Räumen standen traten in einem Fall keine nachweisbaren Benzolerhöhungen während des Ofenbetriebs auf (1x nachlegen von Holz) und in einem Fall traten Benzolkonzentrationserhöhungen beim Ofenbetrieb sogar dann auf, wenn kein Brennmaterial nachgelegt wurde, was vermutlich Folge einer noch nicht endgültig abgeklärten Leckage im Bereich des Ofens/Ofenanschlusses sein dürfte.

### Weitere Ergebnisse der Untersuchungen

- Formaldehyd: Alle Formaldehyd-Messwerte lagen deutlich unter dem Innenraumrichtwert von  $0,1\ \text{ppm}$ . Ein möglicher (geringgradiger) Einfluss des Ofenbetriebs auf die Formaldehydkonzentration konnte im Rahmen der Untersuchungen nicht eindeutig geklärt werden.
- Kohlenmonoxid: Alle CO-Messwerte lagen deutlich unterhalb des  $\frac{1}{2}$ -Stunden Richtwertes I der ad-hoc AG von  $6\ \text{mg}/\text{m}^3$ .



- Luftwechselrate: Die Luftwechselrate war erwartungsgemäß während des Ofenbetriebs höher als ohne Ofenbetrieb. In der Phase des langsam ausbrennenden Ofens konnte eine Differenz von ca. 0,2/h im Verlaufe der Zeit des nachlassenden Abbrandes festgestellt werden. Eine erhöhte Luftwechselrate führt zu einem beschleunigten Ausgleich möglicherweise erhöhter Innenraumwerte gegenüber der Außenluft.
- Feinstaub: Die ohne Ofenbetrieb gemessenen PM<sub>2,5</sub>-Konzentrationen lagen im Winter an 3 von 5 Standorten höher bei den Sommermessungen. Der Quotient der auf 40-Minuten-Mittelwert berechneten PM<sub>10</sub>-/PM<sub>2,5</sub>-Werte lag im Sommer/Winter (ohne Ofenbetrieb) zwischen ca. 4,5 - 9 bzw. 2 - 8. Ob dies möglicherweise eine Folge des Ofeneinflusses oder zum Beispiel eine Folge veränderten Reinigungsverhaltens ist, konnte nicht ermittelt werden.

### Zusammenfassung

Mit Hilfe von VOC- und Luftwechselfmessungen konnte gezeigt werden, dass der Ofenbetrieb gleichzeitig eine Quelle sowie eine Senke für Innenraumbelastungen darstellen kann. Als in Einzelfällen auffälligstes Messergebnis waren deutliche Erhöhungen der Benzolkonzentrationen festgestellt worden. Ob Benzol, das in hohem Maße beim Abbrand von Holz emittiert und in Nichtraucherhaushalten nicht über typische Haushaltsprodukte in Innenräume eingebracht wird, ein Marker-VOC für den Ofenbetrieb darstellt, müsste durch weitere Untersuchungen geklärt werden. Die Frage, ob mit der winterlichen Kaminofennutzung eine Erhöhung der Innenraum-Feinstaubkonzentration im Vergleich zum Sommer einhergeht, ließ sich mit der vorliegenden Untersuchung nicht abschließend klären. Möglicherweise überdecken hier zum Bei-

spiel jahreszeitlich unterschiedliche Reinigungs- oder Lüftungsmaßnahmen jahreszeitliche Effekte.

Um den Eintrag von Rauchgasen in die Raumluft zu minimieren empfiehlt sich

- die Beachtung der Bedienungsanleitung des Ofens sowie der Empfehlungen des zuständigen Schornsteinfegers.
- die Sicherstellung einer guten Ofen-Luftzufuhr während des Abbrandes.
- die Minimierung des Öffnens der Ofentür während des Ofenbetriebs. Eine Möglichkeit besteht darin, beim in Betrieb nehmen des Ofens den Abbrand von oben durchzuführen [2].
- die Ofentür zum Nachlegen von Brennmaterial vorsichtig zu öffnen um den Kaminzug möglichst nicht zu stören. Zusätzlich kann eine kurze Zusatzlüftung begleitend zum Nachlegen von Brennmaterial berücksichtigt werden.
- den Ofen durch eine Fachfirma aufstellen und anschließen lassen.

Aufgrund des geringen Messumfangs des Projektes und der zwischenzeitlich durchgeführten Veränderung des Untersuchungsdesigns haben die getroffenen Aussagen nur einen vorläufigen Charakter.

### Literatur

- [1] „Beurteilung von Innenraumluftkontaminationen mittels Referenz- und Richtwerten“ adhoc-AG, 2007: <http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/pdfs/Handreichung.pdf>
- [2] „Heizen mit Holz“, UBA, Ausgabe 2011: <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/heizen-holz>

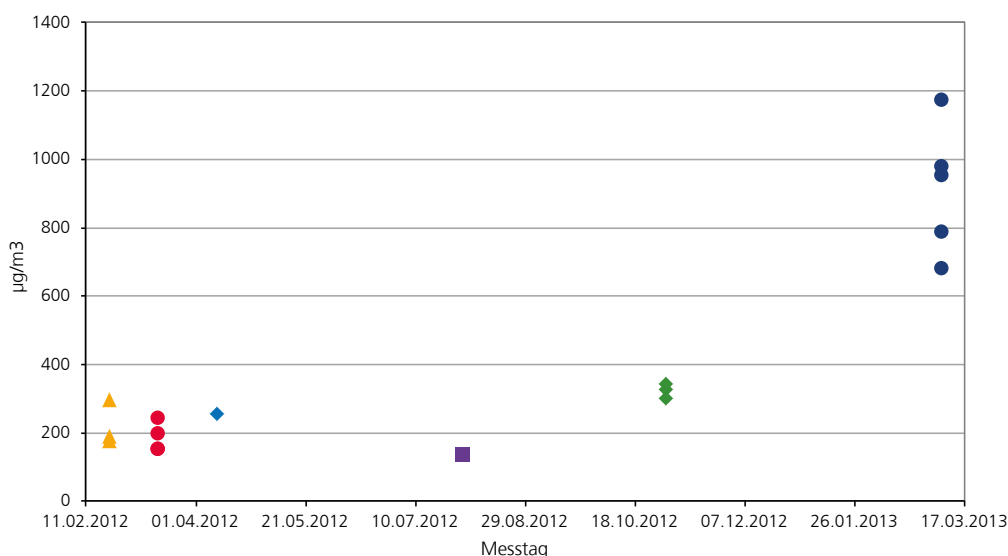


Abb. 2: TVOC-Konzentrationen beispielhaft dargestellt an den 6 Messtagen in Wohnung H-ALT (Einzelmessungen = einzelne Markierungen gleichzeitig Messung ohne Ofenbetrieb bzw. Messreihen = übereinander angeordnete Markierungen).