

EMISSION VON DIOXINEN, PCBs UND PAHs AUS KLEINFEUERUNGEN

Gerhard Thanner
Wolfgang Moche

MONOGRAPHIEN
Band 153
M-153

Wien, 2002

Projektleitung

Gundi Lorbeer

Autoren

Gerhard Thanner

Wolfgang Moche

Analytik

MitarbeiterInnen der Abteilungen Analytik II und III

Probenahme

Endre Bardossy

Wolfgang Moche

Übersetzung

Peter Futterknecht

Layout

Gerhard Thanner

Titelbild

Wärmeluft-Dauerbrandofen

Dank

Das Umweltbundesamt bedankt sich bei der Bundesbaudirektion Wien für die unentgeltliche Bereitstellung der Meßstelle in einem, zum Abriß vorgesehenen, Wohnhaus. Insbesondere gilt der Dank den Mitarbeitern der Gebäudeverwaltung GA 5 für die hilfreiche Zusammenarbeit vor Ort.

Weitere Informationen zu Publikationen des Umweltbundesamtes finden Sie unter: <http://www.ubavie.gv.at>

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt GmbH (Federal Environment Agency Ltd)
Spittelauer Lände 5, A-1090 Wien (Vienna), Austria

Druck: Riegeltechnik, A-1080 Wien

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2002
Alle Rechte vorbehalten (all rights reserved)
ISBN 3-85457-625-0

ZUSAMMENFASSUNG

Eine 1997 durchgeführte Reevaluierung nationaler Emissionsbilanzen europäischer Länder ergab, daß der Hausbrand, nach Müllverbrennungsanlagen mit 25.5 % und Sinteranlagen mit 17.6 % der drittgrößte Emittent von PCDD/F ist. In Österreich, wo die Müllverbrennung nur einen geringen Anteil an der Gesamtemission von Dioxinen hat, beträgt der Anteil des Hausbrandes ca. ein Drittel. Dieser Umstand läßt sich auch in den Ergebnissen der zahlreichen Immissionsmessungen des Umweltbundesamtes, die seit 1992 unter anderem in den Ballungsräumen Wien, Linz und Graz durchgeführt wurden, mitverfolgen. So ist mit Beginn der Heizperiode ein deutlicher Anstieg der Dioxinbelastung der Luft zu verzeichnen.

Das Umweltbundesamt hat erstmals 1996 PCDD/F-Emissionsmessungen an einem Heizkessel eines Einfamilienhauses und 1997 an einem Einzelofen durchgeführt. Dabei wurden die Öfen unter realen Heizbedingungen mit Kohle und als Vergleich mit Holz befeuert. Während die PCDD/F-Emissionskonzentrationen des Heizkessels deutlich unter 0.1 ng TEQ/Nm³ (0 % O₂) lagen, wurden im Rauchgas des Einzelofens bei Beheizung mit Kohle Werte im Bereich von 13.8 bis 87.2 ng TEQ/Nm³ (0 % O₂) gemessen. Diese Meßwerte lagen weit über jenen aus der Literatur bekannten PCDD/F-Emissionsdaten von Einzelöfen.

Das vorliegende Meßprogramm umfaßt Emissionsmessungen an drei unterschiedlichen Einzelöfen. Zum Einsatz kamen ein ca. 20 Jahre alter gußeiserner Koksofen (Typ2), ein 10 Jahre alter gußeiserner Kaminofen (Typ3) mit verglaster Feuerraumtüre und ein fabriksneuer Allesbrenner (Typ1) aus dem unteren Preissegment. Die Heizversuche wurden mit handelsüblichen Brennstoffen durchgeführt, wobei neben Kohle auch Koks und Holz verwendet wurde. Die Probenahmen beinhalten eine gesamte Ofenreise, das heißt sie beginnen mit der Anbrandphase und enden mit dem Ausklingen der Verbrennung. Im Rauchgas wurden Dioxine (PCDD/F), polychlorierte Biphenyle (PCB) und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH) bestimmt. Nach jedem Heizversuch wurde zudem der Kaminruß und die Ofenasche auf PCDD/F und PCB untersucht.

Die Ergebnisse des vorliegenden Projektes bestätigen die im Jahr 1997 in Versuchen des Umweltbundesamtes an einem mit Kohle befeuerten Einzelofen gemessenen hohen PCDD/F-Emissionskonzentrationen. Für die erstmals miterfasste Stoffgruppe der polychlorierten Biphenyle (PCB) ergaben die Messungen hingegen deutlich niedrigere Emissionskonzentrationen als die PCDD/F. Die PCB-Konzentrationen im Rauchgas, betragen weniger als 10 % der entsprechenden PCDD/F-Konzentrationen. Allerdings weist auch hier die Kohlefeuerung die weitaus höchsten, die Holzfeuerung die niedrigsten Emissionskonzentrationen auf.

Der Einfluß der Bauart des Ofens war besonders bei Kohlefeuerung deutlich zu erkennen. Es zeigte sich, daß bei Ofentypen der Kategorie Allesbrenner aus dem unteren Preissegment mit deutlich höheren Schadstoffemissionen zu rechnen ist.

Im Vergleich zu den im Rauchgas enthaltenen Mengen verbleibt nur eine geringe Menge an PCDD/F und PCB im Kaminruß und in der Ofenasche. Von den bei der Verbrennung entstehenden PCDD/F und PCB gehen über 90 % in die Emission, der Rest verbleibt überwiegend im Kaminruß und nur ein verschwindend kleiner Anteil in der Ofenasche.

Die Berechnungen von brennstoffspezifischen Emissionsfaktoren für die untersuchten Einzelöfen, siehe Tabelle 2, ergaben für PCDD/F-Emissionen bei Kohle- und Koksfeuerung ein den bekannten Literaturdaten widersprechendes Bild. Die Ergebnisse dieses Meßprogrammes liegen mit mittleren Emissionsfaktoren von 7.74 ng I-TEQ/MJ für Kohle und 1.47 ng I-TEQ/MJ für Koks auf einem zehnfach höheren Niveau als aus bisher veröffentlichten Meßdaten bekannt ist. Dahingegen entsprechen die Ergebnisse bei Holzfeuerung mit einem mittleren Emissionsfaktor von 0,32 ng I-TEQ/MJ den bekannten Literaturdaten.

Tab. 1: Emissionskonzentrationen von PCDD/F, PCB und PAH bei Kleinf Feuerungen

Brennstoff	PCDD/F	PCDD/F	PCB	PAH
	TEQ(I-TEF)	TEQ(WHO)	TEQ(WHO)	16-EPA
	ng/Nm ³ (0 % O ₂)	ng/Nm ³ (0 % O ₂)	ng/Nm ³ (0 % O ₂)	mg/Nm ³ (0 % O ₂)
Holz	0.1 – 2.0	0.1 – 2.0	0.01 – 0.08	0.4 – 7.8
Kohle	7.5 – 38.7	8.0 – 41.8	1.7 – 2.4	1.6 – 21.2
Koks	0.9 – 4.4	0.9 – 4.6	0.03 – 0.2	0.1 – 0.7

Tab. 2: Brennstoffspezifische Emissionsfaktoren für PCDD/F, PCB und PAH der untersuchten Einzelöfen

Brennstoff		PCDD/F	PCB		PAH	
		I-TEQ	WHO-TEQ	Σ Ballschmitter	Σ EPA	PAK4 UN-ECE
		ng/MJ	ng/MJ	ng/MJ	mg/GJ	mg/GJ
Holz		n=8	n=3	n=3	n=8	n=8
	Median	0.27	0.01	65.2	917.5	29.0
	Mittelwert	0.32	0.01	50.3	931.2	35.2
Kohle		n=8	n=2	n=2	n=8	n=8
	Median	8.80	0.51	64.0	1188.6	67.1
	Mittelwert	7.74	0.51	64.0	2295.1	145.4
Koks		n=4	n=4	n=4	n=2	n=2
	Median	1.53	0.06	82.0	350.0	13.4
	Mittelwert	1.47	0.06	81.1	350.0	13.4

Ein ähnliches Bild ergeben die Emissionskonzentrationen der PAH. Die Meßergebnisse weisen allerdings bei allen drei verwendeten Brennstoffen eine starke Streuung auf. Es zeigt sich dennoch, daß bei Kohlefeuerung mit den höchsten PAH-Emissionen zu rechnen ist. Sie liegen mit einem Mittelwert von 145.4 mg PAK4/GJ¹ deutlich höher, als jene bei Holzfeuerung mit 35.2 mg PAK4/GJ. Für die Koksfeuerung ergaben die Messungen 13.4 mg PAK4/GJ, wobei allerdings nur zwei Meßwerte der Auswertung zur Verfügung standen. Die Ergebnisse liegen damit bei Kohle- und Koksfeuerung in einem Bereich wie er aus der Literatur bekannt ist. Die Ergebnisse der Holzfeuerung liegen allerdings deutlich niedriger, als aus vergleichbaren Literaturdaten zu erwarten war.

Für die Emission von PCB aus Kleinf Feuerungen sind bis dato keine Vergleichsdaten aus der Literatur bekannt. Die Ergebnisse des Meßprogrammes des Umweltbundesamtes zeigen, daß der Beitrag der dioxinähnlichen PCB (PCB WHO-TEQ) zur Gesamtemission von POPs² bei Kleinf Feuerungen von untergeordneter Rolle ist.

Die Auswertungen des vorliegenden Meßprogrammes zeigen, daß bei Emissionsmessungen an Kleinf Feuerungsanlagen mit zum Teil sehr hohen Schwankungen der Versuchsergebnisse zu rechnen ist. Dies wird, wie die Erfahrungen aus den Probenahmen zeigen, hauptsächlich durch die kaum vorhandenen Regelungsmöglichkeiten der Feuerung verursacht. Die Probleme der Probenahme selbst liegen vorallem in der Realisierung der isokinetischen Probenahme. Die Rauchgasgeschwindigkeiten bei Kleinf Feuerungen liegen in der Anbrand- und Nachlegephase bei ca. 2 m/s und sinken in der Durchbrandphase auf 1 m/s, bei Koksfeue-

1 PAK4 Summe von vier ausgewählten PAH, gemäß dem UN-ECE Protokoll

2 POPs Persistent Organic Pollutants

zung zum Teil unter 0,6 m/s ab. Die Messungen von Rauchgasgeschwindigkeiten in diesem Bereich sind ohnehin schwierig und werden noch zusätzlich durch den hohen Ruß- und Staubgehalt erschwert. Eine nähere Betrachtung von Literaturdaten zeigt, daß selbst bei Prüfstandmessungen, bei denen konstante Zugverhältnisse im Kamin eingehalten werden konnten Meßwertschwankungen von bis zu 100 % beobachtet werden können (vgl. BRÖKER G., GEUEKE K.-J. & HIESTER E., 1992; GEUEKE K.-J., GESSNER A., HIESTER E., QUASS U. & BRÖKER G., 2000). Bei Feldmessungen an realen Anlagen unter „normalen“ Heizbedingungen können bei gleicher Ofentype und gleicher Brennstoffart diese Streuungen noch erheblich größer sein. So ergab eine Meßkampagne eines privaten Meßinstitutes (HÜBNER, C. & BOOS, R., 2000) an sieben holzbefeuerten Einzelöfen PCDD/F-Emissionskonzentrationen von 0,09 bis 9,0 ng I-TEQ/Nm³.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß im Lichte der Ergebnisse des vorliegenden Meßprogrammes weitere Messungen zur Neubewertung der PCDD/F-Emissionsfaktoren für Kohle- und Koksfeuerung in Einzelöfen notwendig sind. Für die Abschätzung der PCDD/F-Emissionen aus Holzfeuerungen ist die vorhandene Datenbasis hingegen ausreichend.