

Dioxinmissionen von Holzfeuerungen

Entwarnung für naturbelassenes Holz und Forderung zur Durchsetzung des Abfallverbrennungsverbots in Kleinfeuerungen

Von Dr. Thomas Nussbaumer, Ingenieurbüro Verenum Zürich; Institut für Energietechnik, ETH Zürich



Im vorliegenden Beitrag werden Resultate von Dioxinmessungen an verschiedenen Holzfeuerungen vorgestellt. Es wird gezeigt, dass die Verbrennung von naturbelassenem

Holz in verschiedenen Feuerungen zu geringen Dioxinmissionen führt. Dagegen führt die Verbrennung von brennbarem Abfall in einem Cheminéeofen zu sehr hohen Dioxinkonzentrationen im Abgas.

Die hohe Belastung durch Dioxine und weitere Schadstoffe bei der unerlaubten Abfallverbrennung ist bedenklich, werden doch aufgrund einer aktuellen Umfrage in der Schweiz rund 8300 t Abfälle pro Jahr unerlaubt verbrannt. Die Entsorgung brennbarer Abfälle in Holzfeuerungen schadet ausserdem dem Ruf der Holzenergie, welche bei sachgerechtem Einsatz einen namhaften Beitrag zur Substitution nichterneuerbarer Energieträger leisten kann. Es wird deshalb eine konsequente Durchsetzung des Abfallverbrennungsverbots in Holzfeuerungen und offenen Feuerungen gefordert, und gleichzeitig werden die Betreiber von Holzfeuerungen zu einem verantwortungsbewussten Einsatz ihrer Heizsysteme aufgefordert.

Holz als Energieträger

Beim Vergleich verschiedener Energieträger sind die Auswirkungen auf die Umwelt von zentraler Bedeutung. Ein objektiver Vergleich ist jedoch nur in bezug auf einzelne Schadstoffe möglich. So schneidet Holz besser ab als Öl in bezug auf Schwefeldioxid und Schwermetalle, dagegen führt es zu höheren Emissionen an Staub, Kohlenmonoxid und Stickoxiden.

Der wichtigste Vorteil von Holz ist jedoch, dass es als erneuerbarer Energieträger nicht zu einem Anstieg der Kohlendioxidkonzentration in der Atmosphäre führt. Zwar wird auch bei der Holzverbrennung CO₂ freigesetzt, die gleiche Menge ist jedoch bei der Bildung des Holzes der Atmosphäre entzogen worden. Solange nicht mehr Holz genutzt wird als nach-

wächst, ist der Kohlenstoff-Kreislauf somit geschlossen. In der Schweiz gewährleisten die Bestimmungen des Waldgesetzes, dass der Wald nicht übernutzt wird. Der jährliche Holzzuwachs im Schweizer Wald beträgt 7 Millionen Kubikmeter. Heute werden insgesamt zwar 4,5 Millionen Kubikmeter genutzt, davon jedoch nur 1,5 Millionen Kubikmeter energetisch verwertet. Das Potential an Energieholz ist in der Schweiz also noch bei weitem nicht ausgeschöpft.

Zum schweizerischen Gesamtenergieverbrauch leistet das Energieholz heute einen Beitrag von rund 1,5%. Aufgrund des heutigen Potentials kann dieser Beitrag noch verdoppelt und aufgrund des theoretischen Potentials mindestens verdreifacht werden.

Quelle Von Dioxinen und Furanen

Die polychlorierten Dibenzodioxine und Dibenzofurane (PCDD und PCDF) haben durch den Chemieunfall in Seveso im Jahre

1976 eine traurige Bekanntheit erfahren. Die wichtigsten Quellen von Dioxinen und Furanen sind jedoch Verbrennungsprozesse – insbesondere die Kehrichtverbrennung –, die metallverarbeitende Industrie und der Verkehr (Bild 1, Bild 2). Aus dem Strassenverkehr stammen die Dioxine und Furane vor allem aus der Verwendung von verbleitem Benzin.

Die Voraussetzung zur Bildung chlorierter Dioxine und Furane in der Verbrennung ist die gleichzeitige Anwesenheit von Chlor und festem Kohlenstoff. Chlor stammt im Kehricht z. B. aus PVC von Verpackungsmaterial und Kunststoffteilen, fester Kohlenstoff tritt bei Festbrennstoffen z. B. in Form von Russ als Zwischenprodukt der Verbrennung auf.

Es gibt eine grosse Zahl verschiedener Dioxine und Furane, von denen einige besonders toxisch sind. Die 17 wichtigsten werden mit einem nach Giftigkeit gewichteten Faktor zwischen 0,001 bis 1 im sogenannten Toxizitäts-Äquivalent TE zusammengefasst. Das «Seveso-Dioxin» gilt als giftigstes und weist den Gewichtungsfaktor 1 auf.

Dioxinmessungen bei Holzfeuerungen

Als Argument gegen Holzfeuerungen wird häufig die Behauptung angeführt, die Holzverbrennung führe generell zu hohen Dioxinmissionen. Da Zahlen zur Untermauerung oder Widerlegung dieser Aussage weitgehend fehlten, wurden im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft Dioxinmessungen im

| Quelle | Emission von PCDD/PCDF in [g TE / a] | |
|--|--------------------------------------|-----------|
| | 1) | 2) |
| Kehrichtverbrennung | 260 – 320 | 90 – 150 |
| Klinikmüllverbrennung | ca. 10 | 2 – 3 |
| Sonderabfallverbrennung | 2 – 6 | < 1 |
| Motorfahrzeuge | 4.5 – 13.5 | 2 – 14 |
| Herstellung von Metallen (bzw. Stahl- und Metallrecycling) | 7 – 21 | 6 – 16 |
| Papierindustrie (bzw. Zellstoffindustrie) | 0.1 | 1 – 5 |
| Holzverbrennung | | < 1 – 10* |
| Summe | 280 - 370 | 100 - 200 |

Bild 1 Geschätzte jährliche Emissionen von Dioxinen und Furanen in der Schweiz.

1) Schlatter, C; Poiger, H.: UWSF – Z. Umweltchem. Ökotox. 2 (1989), 11–18. TE nach Eadon-TEF

2) Buwal-Bulletin 2/91 (1991); TE nach NATO/CCMS-TEF.

*Angaben Holzverbrennung unsicher. Neuere Zahlen siehe Bild 2.

| Quelle | Emission von PCDD/PCDF in [g TE / a] |
|--|--------------------------------------|
| Holz naturbelassen, Spanplatten, Restholz und Grillieren | 0.4 – 3.2 * |
| Altholz | 2.1 – 13.9 ** |
| Unerlaubte Verbrennung von Hauskehricht | 4.5 – 27 *** |

Bild 2 Geschätzte jährliche Emissionen von Dioxinen und Furanen in der Schweiz aus der Verbrennung von Holz und Altholz sowie aus der unerlaubten Verbrennung von Hauskehricht in Holzfeuerungen. Annahmen der Dioxinkonzentrationen gemäss Bild 3. Annahmen für die Mengen:

* total 592 000 t/a bzw. 1 255 000 t/a

** 80 000 t/a in Anlagen ohne Abgasentstickung

*** 1400 t/a (Buwal-Bericht Nr. 208) bzw. 8300 t/a (neue Angaben einer Umfrage Buwal 1993). Die Hochrechnung der Abfallverbrennung ist mit einer grossen Unsicherheit behaftet, da die unerlaubt verbrannte Abfallmenge nicht genau bekannt ist und die Dioxinanalyse auf einer Einzelmessung basiert.

| Brennstoff | Feuerungstyp | PCDD/PCDF in [ng TE/Nm ³] | | |
|---------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|---------------|---------|
| | | Minimum | Einzelmessung | Maximum |
| Naturbelassenes Stückholz (Buche) | Stückholzkessel / Cheminéeofen | 0.019 | – | 0.104 |
| Naturbelassene Waldhackschnitzel | Vorofen / Unterschubfeuerung | 0.066 | – | 0.214 |
| Spanplatten (unbeschichtet) | Vorofen | 0.024 | – | 0.076 |
| Altholz | Rostfeuerungen | 2.70 | – | 14.4 |
| Altholz mit Abgasentstickung | Vorofen mit SNCR* | – | 0.03 | – |
| Altholz mit Abgasentstickung | Vorofen mit SCR High dust** | – | 0.74 | – |
| Brennbarer Anteil aus dem Kehricht*** | Cheminéeofen | – | 114 | – |
| Grillieren auf Holzkohle | Cheminéeofen | – | 0.028 | – |

Bild 3 Dioxin- und Furanemissionen bei der Verbrennung verschiedener Brennstoffe in Holzfeuerungen in (ng TE/Nm³) bei 13 Vol.-% O₂. TE-Angabe nach NATO/CCMS-TEE-Liste. Dioxinanalysen: Labor für Umwelt- und Spurenanalytik, Ciba Basel.

* Verbrennung in Vorofen mit nachgeschalteter Ammoniakenddüsung und Kammer zur selektiven nichtkatalytischen Reduktion (SNCR) der Stickoxide.

** Verbrennung in Vorofen mit nachgeschalteter Ammoniakenddüsung und selektiver katalytischer Reduktion (SCR) der Stickoxide in einem Katalysator in High-dust-Schaltung.

*** Verpackungsmaterial und ähnliches aus Papier, Karton und Kunststoffen (Milchtüten, Joghurtbecher, Lebensmittelverpackungen, Zeitschriften, Briefcouverts, Windeln usw.).

Abgas verschiedener Holzfeuerungen durchgeführt. Gleichzeitig interessierte die Auswirkung der unerlaubten Verbrennung von brennbarem Material aus dem Hauskehricht in einer Kleinf Feuerung. Wegen des grossen Aufwandes von Dioxinanalysen und der beschränkten Anzahl Messungen sind zwar keine statistischen Aussagen möglich, die Resultate zeigen aber trotzdem folgende Tendenzen auf (Bild 3, Bild 4):

- Eine sachgerechte Verbrennung von *naturbelassenem Holz* führt zu geringen Dioxinmissionen (Messwerte zwischen 0,019 und 0,21 ng TE/Nm³ bei 13 Vol.-% O₂). Das gleiche gilt für die sachgerechte Verbrennung unbehandelter

Sparplatten in guten automatischen Feuerungsanlagen (0,024–0,076 ng TE/Nm³). Auch im Abgas beim Grillieren auf Holzkohle wurden nur geringe Dioxinmissionen gefunden. Der Gehalt im Grillgut wurde in dieser Arbeit dagegen nicht untersucht.

- Die Verbrennung von *brennbaren Materialien aus dem Hauskehricht* in einem Cheminéeofen führt zu sehr hohen Dioxinmissionen (114 ng TE/Nm³; einer der höchsten je bestimmten Abgaswerte!).
- Die Verbrennung von *Altholz aus Gebäudeabbrüchen, Sperrgut und Verpackungsmaterial* in konventionellen Feuerungen führt zu erhöhten Dioxinmissionen (2,70–14,4 ng TE/Nm³). Mit

der Eindüsung von Ammoniak und einer nachgeschalteten Kammer zur Abgasentstickung sind dagegen sehr niedrige Dioxinwerte möglich (0,03 ng TE/Nm³).

Zur Beurteilung dieser Zahlenwerte können folgende Vergleichswerte herangezogen werden: In Deutschland ist für die Verbrennung von Siedlungsabfällen ein Dioxingrenzwert von 0,1 ng TE/Nm³ bei 11 Vol.-% O₂ vorgeschrieben. Dieser Wert wird nur in modernen Kehrichtverbrennungsanlagen mit Massnahmen zur Dioxinminderung erreicht. In der schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung (LRV 1992) ist dagegen kein Grenzwert für Dioxinmissionen vorgeschrieben. Es wird davon ausgegangen, dass die zur Einhaltung des Stickoxidgrenzwertes notwendigen Massnahmen gleichzeitig zu einer Dioxinminderung führen. Bei heutigen Kehrichtverbrennungsanlagen, welche nicht gemäss LRV 1992 nachgerüstet sind, ist mit typischen Dioxinwerten im Bereich 1–10 ng TE/Nm³ zu rechnen, für Anlagen mit Abgasentstickung gemäss LRV 1992 wird mit Werten deutlich unter 1 ng TE/Nm³ gerechnet.

Dioxinmissionen bei naturbelassenem Holz

Die Resultate mit naturbelassenem Holz zeigen, dass die pauschale Behauptung «Holzfeuerungen sind Dioxinschleudern» nicht haltbar ist. Die Ergebnisse lassen eine Entwarnung zu für die ausschliessliche Verwendung von naturbelassenem Holz. Das gleiche gilt für die Verbrennung von Spanplatten ohne Zusatzstoffe und Beschichtungen in guten automatischen Feuerungen.

Abfallverbrennung in Holzfeuerungen

Der rund 1000fach höhere Wert bei der Verbrennung von brennbarem Material aus dem Hauskehricht (Verpackungsmaterial aus Papier, Karton und Kunststoff, Zeitschriften usw.) weisen auf die häufig unterschätzte Problematik der Abfallverbrennung in Kleinf Feuerungen hin. Die hohen Dioxinmissionen unterstreichen die Notwendigkeit des in der LRV festgelegten Verbrennungsverbots solcher Stoffe in Holzfeuerungen. Obwohl keine Dioxinmessungen in der Innenluft durchgeführt wurden, muss auch damit gerechnet werden, dass bei der Abfallverbrennung in offenen Kleinf Feuerungen auch im Innenraum erhöhte Dioxinkonzentrationen auftreten können. Im weiteren führt die Abfallverbrennung in Kleinf Feuerungen zu hohen Emissionen an Salzsäure, Schwermetallen und weiteren Schadstoffen sowie zu entsprechend belasteter Asche. Wegen der grossen Umweltbelastung durch eine unkontrollierte Abfallverbrennung sollte die Öffentlichkeit verstärkt auf

das Verbot der Abfallverbrennung in Holzfeuerungen aufmerksam gemacht werden. Darunter fallen insbesondere Papier- und Kartonabfälle (Milchtüten, Zeitungen, Zeitschriften, Geschenkpapier usw.), aber auch Kunststoffe und anderes Verpackungsmaterial sowie Abbruch- und Verpackungsholz, welches mit Farben, Leimen oder Rückständen verunreinigt sein kann. Aus diesem Grund ist z. B. auch die offene Verbrennung von Abbruchholz auf Baustellen verboten.

Im Zusammenhang mit der Information von Betreibern kommt den Feuerungslieferanten, Installateuren und Kaminfeuern eine wichtige Funktion zu. Im weiteren sind die Gemeinden und Kantone aufgerufen, im Rahmen von Abfallverminderungskampagnen auf das Verbot der Abfallverbrennung in Kleinfeuerungen hinzuweisen. Eine vermeintliche Abfallverminderung durch die unerlaubte Entsorgung in Kleinanlagen erweist sich als Bärendienst an der Umwelt: Bereits die unkontrollierte Entsorgung von nur wenigen Prozenten des Hauskehrichts kann zu mehr als einer Verdoppelung der Emissio-

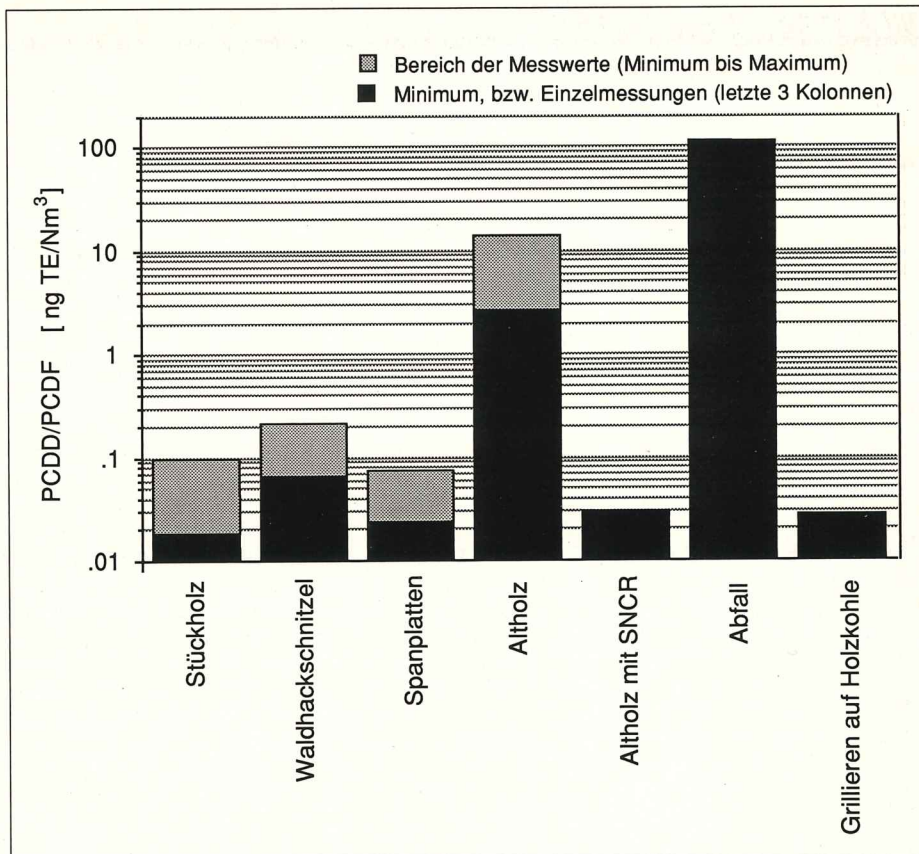


Bild 4 Dioxin- und Furanemissionen bei der Verbrennung verschiedener Brennstoffe in Holzfeuerungen in (ng TE/Nm³) bei 13 Vol.-% O₂.

Eigenschaften von Dioxinen und Furanen

Die polychlorierten Dibenzop-dioxine (PCDD) und Dibenzofurane (PCDF) umfassen zwei Verbindungsklassen aromatischer Ether, deren Wasserstoffatome durch maximal acht Halogenatome substituiert werden können (Bild 5). Es existieren insgesamt 75 Dioxin- und 135 Furanverbindungen mit unterschiedlichem Substitutionsgrad (Bild 6). Eine Gruppe von Verbindungen mit derselben Anzahl Chloratome bezeichnet man als Homologe, die Verbindungen innerhalb einer homologen Gruppe als Isomere. Nebst chlorierten Dioxinen und Furanen existieren auch bromierte sowie gemischt bromiert/chlorierte Abkömmlinge (PXDD und PXDF), und zwar insgesamt 210 bromierte und 5020 gemischt halogenierte Isomere.

Für den Menschen liegen Erfahrungen von industriellen Unglücksfällen und Vergiftungen sowie durch den Einsatz des Kampfgases Agent Orange vor. Von den PCDD- und PCDF-Isomeren sind die 2,3,7,8-substituierten Kongenere und insbesondere das Tetrachlordibenzo-p-dioxin (2,3,7,8-TCDD, Seveso-Dioxin) toxikologisch relevant und führen zu erhöhter Tumorbildung in Tierversuchen. Aufgrund von Versuchen mit Einzelisomeren an Ratten wurde die Wirkung erfasst und die relative Toxizität der 17 wichtigsten Isomere in Form des Summenfaktors TCDD equivalency factor,

abgekürzt TEF, zusammengefasst. Für das 2,3,7,8-TCDD, welches die höchste Toxizität aufweist, ist als Basis ein Wert von 1 festgelegt.

Dioxine und Furane aus Verbrennungsprozessen

Im Abgas von Verbrennungsprozessen können Dioxine sowohl gasförmig als auch an Feststoffe gebunden vorhanden sein. In früheren Untersuchungen an Holzfeuerungen wurde vor allem der Kaminruss auf Dioxine analysiert. Emissionsmessungen im Abgas liegen dagegen erst seit einigen Jahren vor. In der vorliegenden Arbeit erfolgte eine Bestimmung der gesamten Dioxinfracht im Abgas, d. h. eine Summenmessung der gasförmigen und feststoffgebundenen Dioxine und Furane.

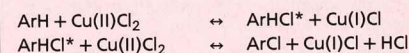
Bis vor einigen Jahren galt die Meinung, dass die Dioxine im Abgas aus bereits im Brennstoff vorhandenen Dioxinen oder chlororganischen Verbindungen, sogenannten Vorläufersubstanzen, herrühren. Bei Untersuchungen an Kehrlichtverbrennungsanlagen wurden jedoch im Feuerraum nur äusserst geringe Dioxinkonzentrationen gefunden. Es konnte gezeigt werden, dass Dioxine vor allem im Abhitzebereich nach der sogenannten De-novo-Synthese gebildet werden und dass sie auch ohne An-

wesenheit von organischen Chlorverbindungen aus dem Flugstaub entstehen können. An Flugstaub kann bei etwa 300 °C ein ausgeprägtes Bildungsmaximum beobachtet werden (Bild 7). Das Temperaturfenster der De-novo-Synthese liegt im Bereich zwischen 200 °C bis 450 °C.

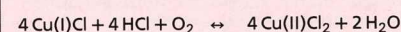
Die wichtigsten Parameter der Dioxinbildung sind die Temperatur, der Gehalt an Sauerstoff, Kohlenstoff, Wasser und Chlor sowie der Gehalt an verschiedenen Metallen. Als treibende Kraft für die Dioxin- und Furanbildung gilt der Deacon-Prozess:



Die Bildung von elementarem Chlor (Cl₂) ist im Temperaturbereich von 20 bis 1200 °C thermodynamisch begünstigt. Metalle, insbesondere Kupfer und in geringerem Ausmass auch Eisen, wirken als Katalysatoren. Die Dioxinbildung ist ein heterogener Prozess. Es wird vermutet, dass die chlorierten Dioxine und Furane bzw. Aromaten (abgekürzt ArCl) nach folgendem Schema gebildet werden (Stieglitz et al. 1991):



Damit die Reaktion nicht abbricht, muss das reduzierte Kupfer(I)chlorid oxidiert werden:



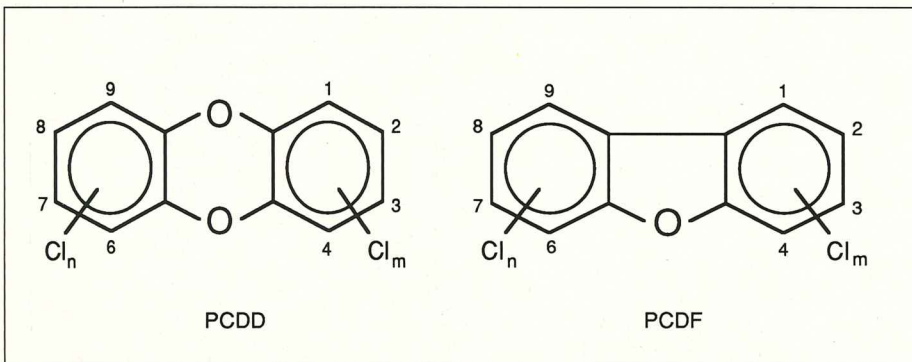


Bild 5 Strukturformel der polychlorierten Dibenzo-p-dioxine (PCDD) und Dibenzofurane (PCDF). Aufgrund der möglichen Anzahl und Anordnung der Chloratome an den Stellen 1 bis 9 existieren insgesamt 75 chlorierte Dioxin- und 135 Furanverbindungen. Das «Seveso-Gift» ist das 2, 3, 7, 8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin (TCDD).

| Anzahl Chloratome | Homologe -CDD / -CDF | Anzahl Isomere | |
|-------------------|----------------------|----------------|------------|
| | | Dioxine | Furane |
| 1 | Mono | 2 | 4 |
| 2 | Di | 10 | 16 |
| 3 | Tri | 14 | 28 |
| 4 | Tetra | 22 | 38 |
| 5 | Penta | 14 | 28 |
| 6 | Hexa | 10 | 16 |
| 7 | Hepta | 2 | 4 |
| 8 | Okta | 1 | 1 |
| Summe | | 75 | 135 |

Bild 6 Zusammenstellung der chlorierten Dioxin- und Furanverbindungen (-CDD: -Chlor-Dibenzo-p-dioxin; -CDF: -Chlor-Dibenzofuran).

nen einzelner Schadstoffe aus der Abfallverbrennung führen!

Altholzverbrennung

Wie die Resultate zeigen, kann auch die Altholzverbrennung in automatischen Feuerungen zu erhöhten Dioxinmissionen führen, wenn auch nicht in gleichem Mass wie die Verbrennung von Abfall in Kleinf Feuerungen. Die Dioxinmissionen heutiger Altholzfeuerungen liegen in der Grössenordnung von Kehrichtverbrennungsanlagen ohne Minderungsmassnahmen. Der grosse Bereich der Messwerte weist darauf hin, dass durch den Einsatz geeigneter Anlagentechnik eine Minimierung der Dioxinmissionen in Altholzfeuerungen möglich ist. In erster Linie erfordert dies den Einsatz geeigneter Feuerungssysteme und die Optimierung der Abgasreinigung. Da erst wenige Altholzfeuerungen existieren und bei deren Auslegung die Dioxinminimierung nicht im

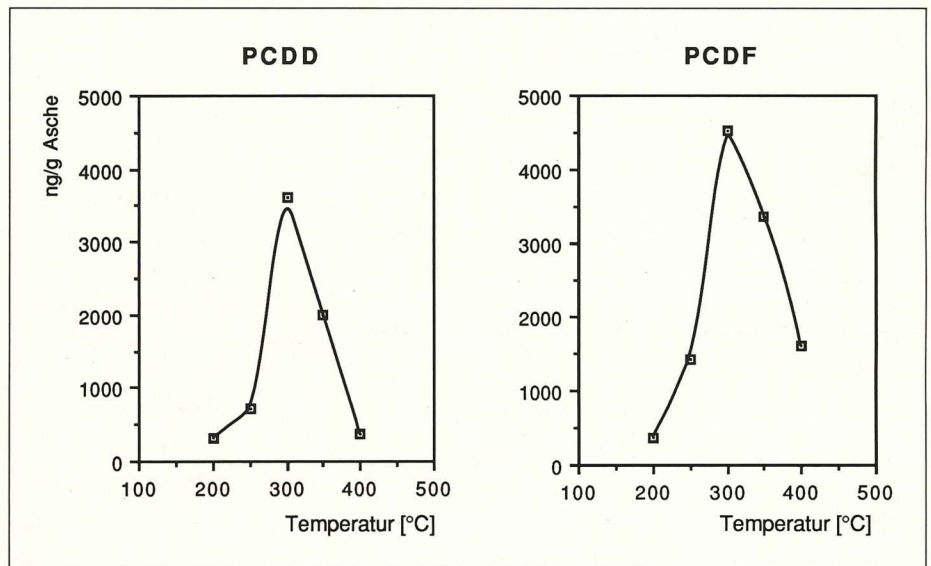


Bild 7 Bildung von PCDD und PCDF auf Flugaschen einer Kehrichtverbrennungsanlage beim thermischen Behandeln in Luft während 3 Stunden. Messwerte nach (Vogg et al. 1987).

Vorschriften für Holzfeuerungen

Die Luftreinhalte-Verordnung (LRV) unterscheidet verschiedene Kategorien von Holzbrennstoffen, bei deren Verbrennung die Grenzwerte nach Bild 8 eingehalten werden müssen. Es gilt der Grundsatz:

Holzbrennstoffe dürfen nur in einer für die betreffende Holzbrennstoffart geeigneten Anlage verbrannt werden.

Im weiteren gilt folgende Einteilung:

(LRV Anhang 5 Ziffer 3)

Absatz 1: Holzbrennstoffe

Handbeschildete Holzfeuerungen bis 40 kW sowie Cheminiées dürfen nur mit Holzbrennstoffen nach Buchstabe a) betrieben werden:

- a. **Naturrelassenes, stückiges Holz einschliesslich anhaftender Rinde, z. B. in Form von Scheitholz oder bindemittelfreien Holzbriketts, sowie Reisig und Zapfen.**

Feuerungen über 40 kW sowie automatische Holzfeuerungen dürfen zudem mit Holzbrennstoffen nach Buchstabe b) betrieben werden:

- b. **Naturrelassenes, nicht stückiges Holz, beispielsweise in Form von Hackschnitzeln, Sägemehl, Schleifstaub oder Rinde.**

Für die Verbrennung von Restholz sind Holzbrennstoffe nach Buchstabe c) zugelassen, wobei *strengere Grenzwerte* als für die Sortimente a) und b) vorgeschrieben sind:

- c. **Restholz aus der Holzverarbeitenden Industrie und dem Holzverarbeitenden Gewerbe sowie von Baustellen, soweit das Holz nicht druckimprägniert ist und keine Beschichtungen aus halogenorganischen Verbindungen wie z. B. PVC enthält.**

Absatz 2: Nicht als Holzbrennstoffe gelten

- a. **Altholz aus Gebäudeabbrüchen, Umbauten, Renovationen und Altholz aus Verpackungen oder alte Holzmöbel sowie Gemische mit Holzbrennstoffen.**
- b. **alle übrigen Stoffe aus Holz, wie:**
 1. **Altholz oder Holzabfälle, die mit Holzschutzmitteln nach einem Druckverfahren**

imprägniert wurden oder Beschichtungen aus halogenorganischen Verbindungen (z. B. PVC) aufweisen;

2. **mit Holzschutzmitteln wie Pentachlorphenol intensiv behandelte Holzabfälle (z. B. Telefonmasten, Gartenzäune und Eisenbahnschwellen) oder Altholz;**
3. **Gemische von solchen Abfällen mit Holzbrennstoffen oder Altholz.**

Altholz und andere Holzabfälle

Altholz aus Gebäudeabbrüchen, Möbeln und Verpackungsmaterial (Absatz 2 Buchstabe a) darf nur in speziellen Altholzfeuerungen verbrannt werden. Dabei gelten strenge Grenzwerte bezüglich Staub, Schwermetallen und weiteren Emissionen, welche nur mit dem Einsatz entsprechender Abgasreinigungsanlagen eingehalten werden können. Altholz darf weder in offenen Feuern noch in gewöhnlichen Holzfeuerungen verbrannt werden.

Holzabfälle und alle übrigen Stoffe aus Holz (Absatz 2 Buchstabe b) dürfen auch nicht in Altholzfeuerungen, sondern nur in Kehrichtverbrennungsanlagen verbrannt werden.

Vordergrund stand, ist bei Neuanlagen ein Verminderungspotential vorhanden. Durch eine Vertiefung der Kenntnisse und durch Anwendung der entsprechenden Verfahren soll sichergestellt werden, dass neue Altholzfeuerungen bezüglich Dioxinmissionen mindestens den Standard moderner Kehrichtverbrennungsanlagen erreichen. Entsprechende Anstrengungen sind unter anderem im Rahmen eines Forschungsprojektes des Bundesamtes für Energiewirtschaft im Gang.

Zusammenfassung

- Die Verbrennung von naturbelassenem Holz in geeigneten Feuerungen führt zu geringen Dioxin- und Furanmissionen.
- Eine Holzfeuerung ist keine Abfallverbrennung. Milchtüten, Schuhkartons, Joghurtbecher und Verpackungsmaterial zu verbrennen ist verboten. Die Abfallverbrennung in Kleinfeuerungen führt zu hohen Emissionen an Dioxinen und weiteren Schadstoffen. Verpackungsmaterial, Geschenkpapier, Zeitschriften und ähnliches gehört nicht ins Cheminée, sondern – mit Ausnahme der rezyklierbaren Stoffe – in die Kehrichtabfuhr.
- Altholz von Gebäudeabbrüchen, Sperrgut und Verpackungen darf nicht in gewöhnlichen Holzfeuerungen, sondern nur in mit der notwendigen Abgasreinigung ausgestatteten Altholzfeuerungen, Kehrichtverbrennungsanlagen oder Zementöfen verbrannt werden.

Die vorgestellten Messungen wurden im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft und im Auftrag des Bundesamtes für Energiewirtschaft durchgeführt. Weitergehende Informationen und Literaturzitate können folgenden Berichten entnommen werden:

Ph. Hasler, Th. Nussbaumer, R. Bühler: Dioxinmissionen von Holzfeuerungen, Schriftenreihe Umwelt Nr. 208. Bezugsquelle: Buwal, 3003 Bern

Th. Nussbaumer (Hrsg.): Neue Konzepte zur schadstoffarmen Holzenergie-Nutzung, Bundesamt für Energiewirtschaft, S. 123–152.

| | Feuerungswärmeleistung | | | | | |
|---|------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|--------------------|-----------|
| | über 20 kW bis 70 kW | über 70 kW bis 200 kW | über 200 kW bis 500 kW | über 500 kW bis 1 MW | über 1 MW bis 5 MW | über 5 MW |
| Holzbrennstoffe | | | | | | |
| - Bezugsgrösse: Die Grenzwerte beziehen sich auf einen Sauerstoffgehalt im Abgas von %vol | 13 | 13 | 13 | 13 | 11 | 11 |
| - Feststoffe insgesamt . . . mg/m ³ | - | 150 | 150 | 150 | 150 | 50 |
| - Kohlenmonoxid (CO): für Holzbrennstoffe nach Anh. 5 Ziff. 3 Abs. 1 Bst. a und b mg/m ³ | 4000 ¹⁾ | 2000 | 1000 | 500 | 250 | 250 |
| - für Holzbrennstoffe nach Anh. 5 Ziff. 3 Abs. 1 Bst. c mg/m ³ | 1000 | 1000 | 800 | 500 | 250 | 250 |
| - Stickoxide (NO _x), angegeben als Stickstoffdioxid (NO ₂) mg/m ³ | 2) | 2) | 2) | 2) | 2) | 2) |
| - gasförmige organische Stoffe, angegeben als Gesamtkohlenstoff (C) mg/m ³ | - | - | - | - | 50 | 50 |
| - Ammoniak und Ammoniumverbindungen, angegeben als Ammoniak ³⁾ mg/m ³ | - | - | - | - | 30 | 30 |
| Hinweise: | | | | | | |
| - Die Angabe eines Strichs in der Tabelle bedeutet, dass weder nach Anhang 3 noch nach Anhang 1 eine Begrenzung vorgeschrieben ist. | | | | | | |
| 1) Gilt nicht für Zentralheizungsherde. | | | | | | |
| 2) Siehe Stickoxid-Grenzwert Anhang 1 Ziffer 6. | | | | | | |
| 3) Diese Emissionsbegrenzung ist nur für Feuerungsanlagen mit Entstickungseinrichtung von Bedeutung. | | | | | | |

Bild 8 Grenzwerte für Holzbrennstoffe gemäss Luftreinhalte-Verordnung 1992.

Bezugsquelle: ENET, Postfach 142, 3000 Bern 6

Literatur

Blessing, R.; Frenkler, W.; Wissmann, G.: Dioxin-Emissionen aus Feuerungsanlagen, Brennstoff-Wärme-Kraft 43/3 (1991), E43–48

Buwal: Energie aus Heizöl oder Holz? Buwal-Schriftenreihe Umwelt Nr. 131, Bern 1990

Buwal: Dioxin- und Furanmissionen in die Schweizer Luft, Buwal-Bulletin Nr. 2/91, Bern 1991

Hagenmeier, H. P.; Brunner, H.: Belastung der Umwelt mit Dioxinen, VGB Kraftwerkstechnik 71 (1991), 860–864

Hasler, Ph.; Nussbaumer, Th.; Bühler, R.: Dioxinmissionen von Holzfeuerungen, Buwal-Schriftenreihe Umwelt Nr. 208, 1993

Nussbaumer, Th.: Sekundärmassnahmen zur Stickoxidminderung bei Holzfeuerungen, Brennstoff-Wärme-Kraft 45 (1993) Nr. 11, S. 483–488

Schlatter, C.; Poiger, H.: Chlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane – Belastung und gesundheitliche Beurteilung, UWSF-Z. Umweltchem. Ökotox. 2 (1989), 11–18

Stieglitz, L.; Vogg, H.: Carbonaceous Particles in the Fly Ash – A Source for the Formation of PCDD/PCDF in Incineration Processes, ISWA Proc. Vol. 1 (1988), 331–335

Vehlow, J.: Auftreten von Dioxinen bei der Holzverbrennung und Möglichkeiten der Minderung, WKI-Bericht Nr. 22 (1990), 191–212

Vogg, H.; Metzger, M.; Stieglitz, L.: Recent Findings on the Formation and Decomposition of PCDD/PCDF in Municipal Solid Waste Incineration, Waste Management and Research 5 (1987), 285–294

Wurst, F.; Pey, Th.; Boos, R.; Scheidl, K.: Untersuchungen zur PCDD/F-Emission bei der Holzverbrennung, Organohalogen Compounds 7 (1991), 197–199

DIE KEMUT-NEUTRALISATIONSBOX

Die KEMUT-NEUTRALISATIONSBOX ist ein sehr effizientes Reinigungs- und Neutralisationsgerät für Kondensate aus Heizkesselanlagen und Kaminen.

Der aktive Beitrag zum Umweltschutz.

R. Keller & Co., Romanshornstrasse 14, 8592 Uttwil, Tel. 071/63 47 72, Fax 071/61 12 26

Verlangen Sie Unterlagen.