

R. Kondratschin, M. Aleysa

## Schadstoffminderung bei Verbrennung in Einzelraumfeuerungsanlagen durch thermische Behandlung von Scheitholz

### 1. Einleitung

Der Einsatz regenerativer Energiequellen hat in den letzten Jahren stark an Aktualität gewonnen. Als nachwachsender Rohstoff erfreuen sich feste Brennstoffe einem wachsenden Interesse als Energieträger für den Hausbrand. Durch die theoretische CO<sub>2</sub>-Neutralität erfüllen sie zudem die Vorstellung eines zeitgemäßen Brennstoffes. Da jedoch die Erreichung der durch die Gesetzgebung vorgeschriebenen Emissionsziele zum Teil mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden ist, müssen auf dem Gebiet der Biomasseverbrennung verstärkt neue Ansätze verfolgt und erforscht werden. Der Einsatz fester Bioenergieträger in deutschen Haushalten deckt zurzeit fünf Prozent des Endenergieverbrauchs zur Wärmebereitstellung. Von den ca. 12 Mio. betriebenen Einzelraumfeuerungen werden 92 % mit Stückholz betrieben. Die Prognosen des Deutschen Biomassenforschungszentrums sagen außerdem eine weitere Zunahme der Nutzung von Klein- und Kleinstfeuerungen voraus [1]. Die Thematik besitzt eine hohe gesellschaftliche Relevanz und sollte mit gebührender Aufmerksamkeit behandelt werden.

### 2. Ziel der Arbeit

Die Ansätze zur Beeinflussung von Emissionen aus Biomassefeuerungen können prinzipiell in primäre (verbessern die Verbrennung) und in sekundäre (der Verbrennung nachgeschaltet) Maßnahmen unterteilt werden. Die Arbeit [2] stellt eine Methode vor, bei der es sich um die gezielte Einflussnahme auf die Brennstoffzusammensetzung mit Hilfe von Wärmeeinwirkung handelt. Die untersuchte Primärmaßnahme bezieht sich speziell auf die Scheitholzverbrennung in Einzelraumfeuerungen und soll durch eine einfache thermische Behandlung des Brennstoffes bei Temperaturen um 180 °C bis 200 °C, realisiert werden. Das Ziel ist, zu zeigen, dass es anhand dieser Methode möglich ist, die Menge und die Größe der bei der Verbrennung emittierten Partikel im positiven Sinne zu beeinflussen. Dazu wird anhand von Verbrennungsversuchen gezeigt, dass dieses Ziel erreicht werden kann, ohne dass Sekundärsysteme zur Aufbereitung der

Abgase oder komplizierte Technologien für eine Verbesserung der Verbrennungsführung nachgerüstet werden müssen. Als weiteres Ziel gilt es zu zeigen, dass die Behandlung mit vertretbarem Kosten- und Energieaufwand durchführbar ist.

### 3. Methodik

Um die möglichen Verbesserungen der Emissionswerte durch die Vorbehandlung der Holzproben festzustellen, wurde am Fraunhofer Institut für Bauphysik, IBP Stuttgart eine Anlage mit entsprechender Messtechnik aufgebaut und alle Untersuchungen in [2] dort durchgeführt. Die verwendete Anlage ist in der Lage alle relevanten Größen (C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, Temperaturen, Partikelgrößenverteilung und Druck) zu messen und aufzuzeichnen. Die Aufzeichnungen sind meist in grafischer Form dargestellt. Für Ansätze der Erklärung wird die bereits bestehende Literatur zu den Themengebieten Holz Trocknung und Torrefizierung herangezogen.

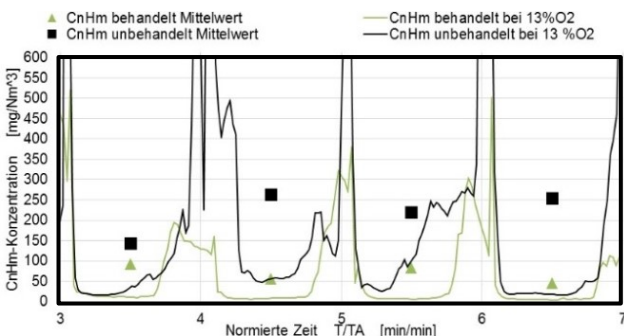
### 4. Ergebnisse

Das behandelte Holz unterscheidet sich in dem Aussehen und den Verbrennungseigenschaften stark von konventionellem Holzbrennstoff. Wie Bild 1 zeigt, ist das Holz über den gesamten Querschnitt von dunkler Färbung. Da aufgrund der durchgeführten Behandlung nicht nur die Farbe, sondern insbesondere die chemischen Eigenschaften der Proben homogen sind, weisen sie bei der Verbrennung besondere Gleichmäßigkeit bezogen auf die Emissionen und den Abbrand auf.

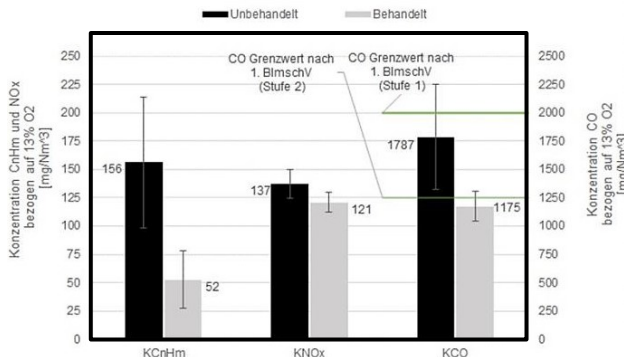


**Bild 1:** Vergleich der unterschiedlichen Behandlungsstufen. Links: unbehandelte Buche, Mitte: kürzere Behandlungszeit; rechts: längere Behandlungszeit (mit typischen radialen Rissen).

Die genannte Gleichmäßigkeit lässt sich anhand von Bild 2 leicht nachverfolgen. In Diagramm sind die Kohlenwasserstoffemissionen von drei Abbrandzyklen mit behandeltem und unbehandeltem Holz gegenübergestellt. Die wenig ausgeprägten Peaks zum Zeitpunkt des Auflegens einer neuen Charge sind für das Heizen mit dem behandelten Brennstoff charakteristisch. Der flache, gleichmäßige Verlauf der Emissionskurve während der Regelbetriebsphase lässt sich annähernd in gleichem Maße auf die Messung der CO-Konzentration übertragen. Darüber hinaus lässt sich im Bild die tendenzielle Senkung der Schadstoffkonzentration anhand der Mittelwerte ablesen. Eine genauere Darstellung der Konzentrationen mit gleichzeitigem Bezug zu den gültigen Bestimmungen der 1. BImSchV liefert Bild 3. Mit diesem Ergebnis kann gezeigt werden, dass durch eine Minderung der CO-Emissionen um bis zu 35 % viele bestehende Anlagen die neuen Auflagen der Gesetzgebung erfüllen könnten.

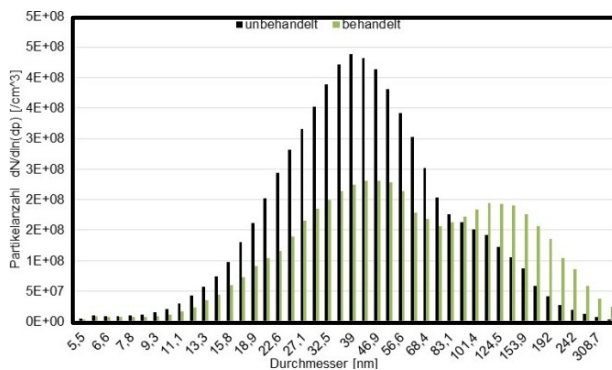


**Bild 2:** C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>-Vergleich von behandeltem und unbehandeltem Holz über normierte Zeit (Maximalwerte bei dem unbehandelten gehen bis über 2000 mg/Nm<sup>3</sup>).



**Bild 3:** Konzentrationen von C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>, NO<sub>x</sub> und CO bezogen auf 13% Sauerstoffgehalt im Abgas, Grenzwert der Stufe 2 nach der 1. BImSchV und Standardabweichung der Mittelwerte (behandeltes Holz: n = 8, unbehandeltes Holz: n = 14).

Diese Verbesserungen bezüglich der Verbrennungsgüte führen neben den besseren Emissionswerten, direkt zu einer Anhebung des Wirkungsgrades der Anlage. Zwei der wichtigsten Gründe der Behandlung sind die Verschiebung der Partikelgrößen im Abgas zu größeren Durchmessern hin und die Verringerung deren Anzahl. Diese Effekte können durch die durchgeführten Messungen mit einem optischen Partikelzähler eindeutig nachgewiesen werden (Bild 4). Die Verringerung der Partikelanzahl im untersuchten Bereich zwischen 5,5 nm und 350,4 nm kann mit ca. 25 % beziffert werden.



**Bild 4:** Partikelgrößenverteilung bei der Verbrennung von unbehandeltem und behandeltem Holz (behandeltes Holz: n = 19; unbehandeltes Holz: n = 19).

Die aufgeführten Ergebnisse lassen sich einerseits auf den konstant niedrigen Wassergehalt von max. 5 M-% zurückführen, andererseits spielt die Veränderung der Hauptbestandteile (Hemicellulose, Cellulose und Lignin) von Holz durch die Behandlung eine große Rolle. Eine Erklärung für die Verringerung der CO- und C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>-Konzentrationen liefert die Erhöhung der Verbrennungstemperatur aufgrund des niedrigen Wassergehaltes. Zur Begründung für die Anzahlverringern und die Verschiebung der Größenverteilung kann die durchgehend erhöhte Verbrennungstemperatur herangezogen werden.

## 5. Fazit

Die Ergebnisse nach [2] haben gezeigt, dass neben Sekundär- und Primärmaßnahmen, welche sich auf die Verbrennungsführung beziehen, auch die Beeinflussung des Brennstoffes zur Verbesserung der Emissionswerte einer Einzelraumfeuerungsanlage beitragen kann. Daraus wird deutlich, dass beinahe alle gesundheitsrelevanten Emissionen um beträchtliche Mengen reduziert werden können. Daneben ist das erhaltene Produkt aus der wirtschaftlichen Sicht konkurrenzfähig und weist auch in der Emissionsbilanz positive Werte auf.

Die in [2] vorgestellte Methode bietet ein Höchstmaß an Komfort und Sicherheit bezüglich der Emissionswerte, da nur wenige bis gar keine Änderungen des Nutzerverhaltens vorausgesetzt werden. Ein vorläufiges Hindernis könnte die Preiserhöhung gegenüber dem normalen Holz sein. Dem muss entgegengewirkt werden, indem der Prozess optimiert oder mit anderen Prozessen kombiniert wird. Eine mögliche erste Lösung wäre z.B. die Nutzung der Pausen von bereits bestehenden Anlagen für die Herstellung von thermisch modifiziertem Holz.

## Literatur

- [1] Viehmann, C. und Schröder T.: Märkte für Kleinabscheider – Übersicht zum Kleinfeuerungsanlagenbestand in Deutschland. Drittes Fachgespräch: „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“. Leipzig, <http://tinyurl.com/d47bogs>. 08.03.2012.
- [2] Kondratschin, R.: Auswirkung thermischer Behandlung von Scheitholz auf Schadstoffminderung bei Verbrennung in Einzelraumfeuerungsanlagen. Bachelorarbeit, Lehrstuhl für Bauphysik, Universität Stuttgart (2013).



**Universität Stuttgart**  
Lehrstuhl für Bauphysik

## Lehrstuhl für Bauphysik

Prof. Dr.-Ing. Schew-Ram Mehra

70569 Stuttgart, Pfaffenwaldring 7, Tel.: 0711/685-66578, Fax: 0711/685-66583

E-Mail: [bauphysik@lbp.uni-stuttgart.de](mailto:bauphysik@lbp.uni-stuttgart.de)