

Partikelabscheider für handbeschickte Holzfeuerungen

V. Schmatloch
EMPA, Überlandstr. 129, 8600 Dübendorf

Einleitung

Die Nutzung eines erneuerbaren Energieträgers ist ein wesentlicher Vorteil von Holzfeuerungen. Neben anderen Vorzügen ist dies der Hauptgrund dafür, dass Holzfeuerungen heute einen guten Ruf geniessen und Bestrebungen zur Förderung der Holzenergie bestehen. Dem Vorteil der CO₂-Neutralität des Brennstoffes Holz stehen aber auch Nachteile gegenüber. Die im Vergleich mit anderen Energieerzeugungssystemen auch heute noch recht hohen Schadstoffemissionen kleiner Holzfeuerungen sind problematisch. Zwar wurden in der Vergangenheit erfreuliche Verbesserungen, z.B. durch optimierte Verbrennungsführung, ermöglicht, dennoch sind insbesondere die Staubemissionen immer noch nicht unbedenklich. Es ist aber bekannt, dass hohe Feinstaubkonzentrationen in der Atemluft gesundheitliche Risiken mit sich bringen und vor allem zu Atemwegserkrankungen aber auch zu Herz-Kreislauf-Erkrankungen führen [1-3].

Kleine Holzfeuerungen gelten mitunter aufgrund ihres eher geringen Beitrags zur Energie- bzw. Wärmeerzeugung als weniger kritisch hinsichtlich ihres Schadstoffeintrags in die Atmosphäre. Für die Schweiz sind jedoch statistische Daten verfügbar [4,5], auf deren Grundlage sich abschätzen lässt, dass die Partikelemissionen von kleinen Holzfeuerungen (<70kW) im Vergleich zu verkehrsbedingten motorischen Emissionen durchaus nicht vernachlässigbar sind (siehe Abbildung 1). Zudem ist zu erwarten, dass die Bedeutung der Partikelemissionen aus Holzfeuerungen in Zukunft vermutlich zunehmen wird.

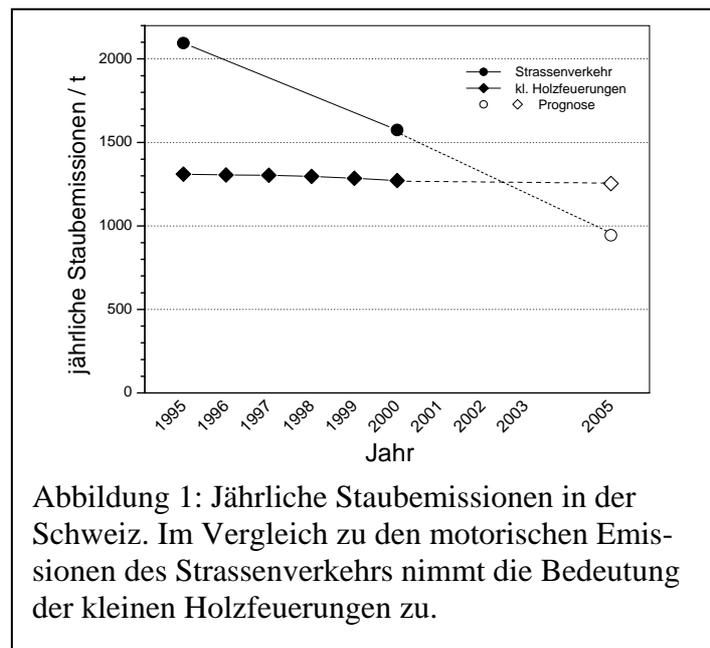


Abbildung 1: Jährliche Staubemissionen in der Schweiz. Im Vergleich zu den motorischen Emissionen des Strassenverkehrs nimmt die Bedeutung der kleinen Holzfeuerungen zu.

Um die Vorteile nachhaltiger Holzenergienutzung auch in kleinen Feuerungen künftig weiterhin ausschöpfen zu können, ist eine Emissionsreduktion wichtig. Die technischen Möglichkeiten einer günstigen Verbrennungsführung sind in der Vergangenheit aufgezeigt worden, scheinen aber an ihre Grenzen zu stossen, insbesondere bei Anlagen im untersten Leistungsbereich. Die in der hier präsentierten Entwicklungsarbeit angestrebte Reduktion der Partikelemissionen von kleinen Holzfeuerungen sollte daher durch Abgasnachbehandlung erreicht werden. Das Prinzip der elektrostatischen Abscheidung wurde ausgewählt, weil es das Potenzial zu sehr hoher Effizienz auch im Bereich kleiner Partikeldurchmesser bietet und sich damit ein sehr geringer Druckverlust im Abgasrohr realisieren lässt.

Messungen & Ergebnisse

Abbildung 2 zeigt schematisch die Anordnung des Partikelabscheiders. Tests und Messungen wurden an mehreren Aggregaten mit Leistungen bis etwa 20 kW durchgeführt, darunter Cheminéeöfen bzw. -einsätze und ein Pelletkessel. Die Filterwirkung wurde mit verschiedenen Messverfahren überprüft. Neben gravimetrischen Messungen (Staubhülsen oder Planfilterbelegungen) wurden vor allem Messungen der Anzahlkonzentration mittels Kondensationskernzähler (CPC) durchgeführt.

Die Filterwirkung η konnte durch Ein- und Ausschalten der Filterspannung auf einfache Weise bestimmt werden: $\eta = 1 - C_{\text{ein}} / C_{\text{aus}}$, wobei C_{ein} für die gemessene Staubkonzentration mit Filterbetrieb und C_{aus} für die Konzentration ohne Filterbetrieb steht.

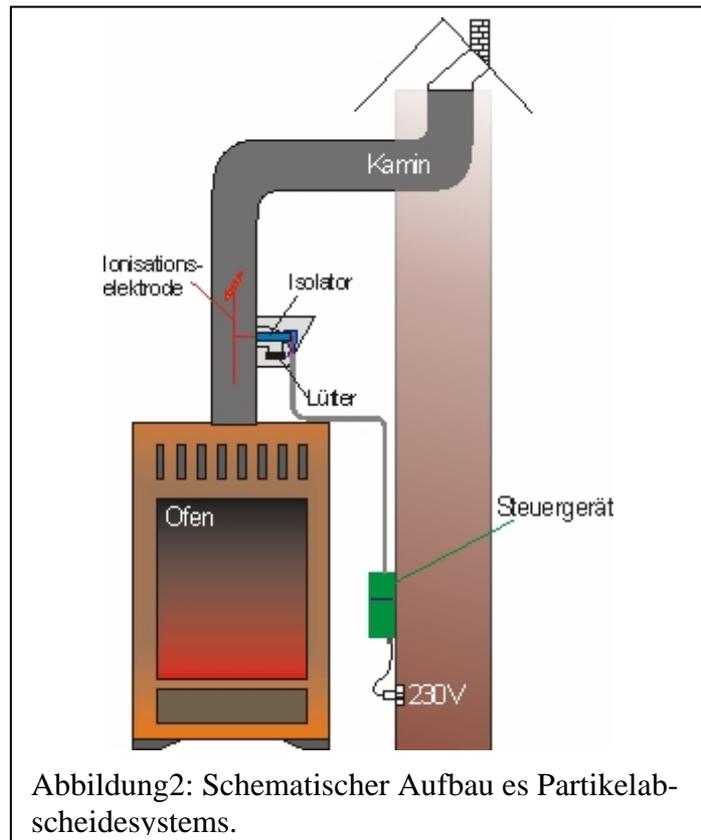


Abbildung 2: Schematischer Aufbau des Partikelabscheidersystems.

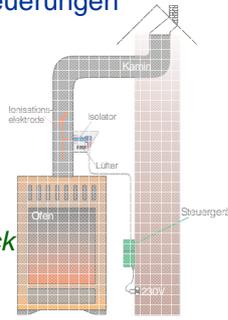
Mit aufwändigeren Anordnungen im Labor konnte eine Abscheideeffizienz von über 80% erzielt werden. Um die Kosten gering und die Handhabung einfach zu gestalten, wurde jedoch eine Konstruktion gewählt, bei der die Abscheideelektrode von einer einzelnen Halterung getragen wird (siehe Abb. 2). Erste Prototypen dieser Art absolvierten inzwischen eine Reihe von praxisnahen Testläufen. Auch nach längerem Betrieb ohne Reinigung blieb die Abscheidewirkung besser als 50%. Rückwirkungen auf den Betrieb der Feuerung traten bisher nicht auf. Der Druckverlust durch den Einbau der Abscheideelektrode ist vernachlässigbar.

Literatur

- [1] J.T. Zelikoff, C. L.C., M.D. Cohen, K.J. Fang, T. Gordon, Y. Li, C. Nadziejko, R.B. Schlesinger, Effects of inhaled ambient particulate matter on pulmonary antimicrobial immune defense, *Inhalation Toxicology* 15 (2) (2003) 131-150.
- [2] H.J. Kim, X.D. Liu, T. Kobayashi, T. Kohyama, F.Q. Wen, D.J. Romberger, H. Conner, P.S. Gilmour, K. Donaldson, W. MacNee, S.I. Rennard, Ultrafine carbon particles inhibit human fibroblast-mediated collagen gel contraction, *American Journal of Respiratory Cell and Molecular Biology* 28 (1) (2003) 111-121.
- [3] B. Aufderreggen, R. Moll, Dieselförderung ist ungesund, in: *Schweizerische Ärztezeitung*, Vol. 84 (2003) 868-869.
- [4] M. Keller, P. de Haan, Luftschadstoffemissionen des Strassenverkehrs 1950-2010, in: (Swiss Agency for the Environment, Bern, 1995).
- [5] F.M. Kessler, N. Knechtle, A. Primas, Schweizerische Holzenergiestatistik, in: (SwissEnergy, Bern, 1998).

Partikelabscheider für handbesockte Holzfeuerungen

- Motivation
- Zielsetzung
- Vorgehen
- Ergebnisse
- Ausblick



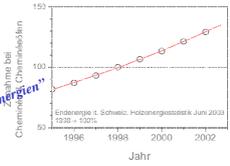
4. Kolloquium Klein-Holzfeuerungen / VFS137 / März 2004 / Folie 1



Hintergrund

zunehmende Beliebtheit von Holzfeuerungen

EnergieSchweiz: "Förderung erneuerbarer Energien"



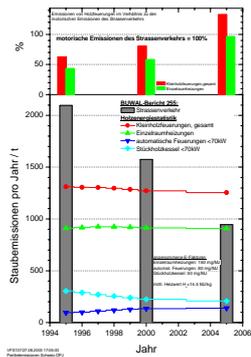
- Nachhaltigkeit
- „CO₂-neutral“
- lokale Verfügbarkeit
- Wohnkomfort

- hohe Emissionen
- Geruchsbelästigung
- Handhabung

4. Kolloquium Klein-Holzfeuerungen / VFS137 / März 2004 / Folie 2



Staubemissionen Holzfeuerungen im Vergleich zu Auspuffemissionen

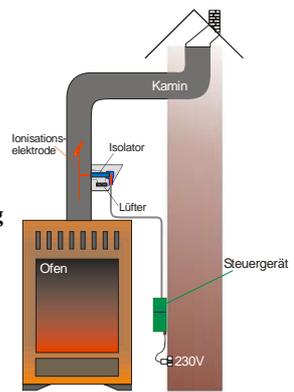


4. Kolloquium Klein-Holzfeuerungen / VFS137 / März 2004 / Folie 3



Zielsetzung

- kostengünstig
- kompakter Aufbau
- einfache Handhabung
- wartungsarm
- gute Wirksamkeit



4. Kolloquium Klein-Holzfeuerungen / VFS137 / März 2004 / Folie 4



Partikelabscheider für Kleinholzfeuerungen

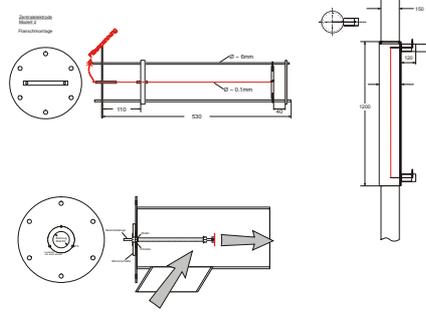
Vorgehen

- Voruntersuchung
kommerzielles Elektrofilter
- Konstruktionsvarianten
Elektrodenformen, Hochspannungsquellen
- Industriepartner
Ofen- & Kesselhersteller, evt. Komponentenhersteller
- Prototyp
Feldversuch, Markteinschätzung

4. Kolloquium Klein-Holzfeuerungen / VFS137 / März 2004 / Folie 5



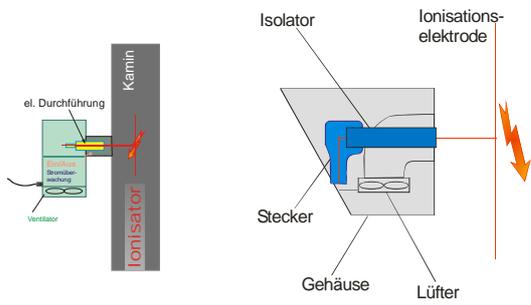
Konstruktionsvarianten



4. Kolloquium Klein-Holzfeuerungen / VFS137 / März 2004 / Folie 6



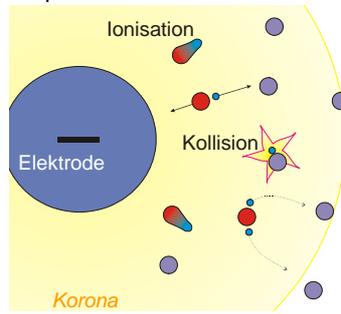
Elektrische Durchführung



4. Kolloquium Klein-Holzfeuerungen / VFS137 / März 2004 / Folie 7



Prinzip des Elektrofilters



4. Kolloquium Klein-Holzfeuerungen / VFS137 / März 2004 / Folie 8



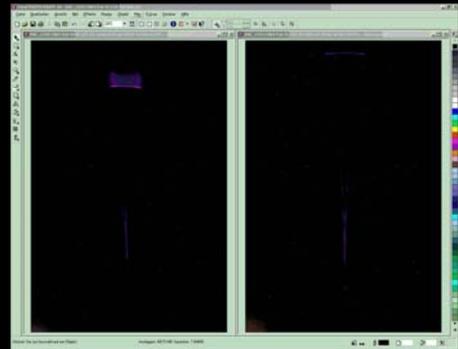
Abgasrohr



4. Kolloquium Klein-Holzfeuerungen / VFS137 / März 2004 / Folie 9



Corona an Abscheideelektroden



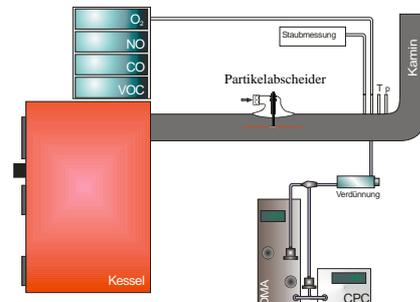
Corona an der Abscheideelektrode



4. Kolloquium Klein-Holzfeuerungen / VFS137 / März 2004 / Folie 11



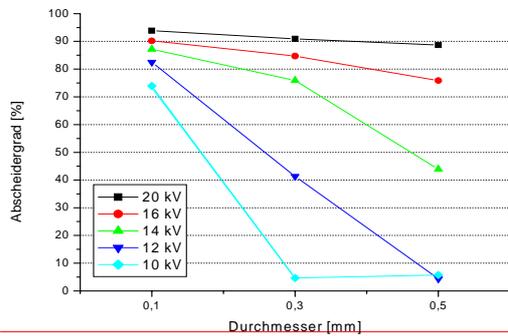
Experimenteller Aufbau



4. Kolloquium Klein-Holzfeuerungen / VFS137 / März 2004 / Folie 12



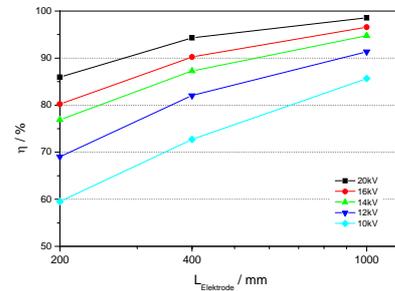
Einfluss des Elektrodendurchmessers ($l = 0,4m$)



4. Kolloquium Klein-Holzfeuerungen / VFS137 / März 2004 / Folie 13



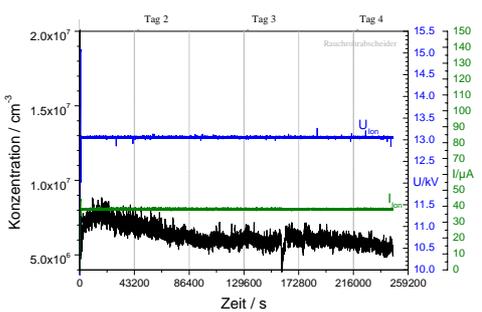
Einfluss der Elektrodenlänge ($d = 0,1mm$)



4. Kolloquium Klein-Holzfeuerungen / VFS137 / März 2004 / Folie 14



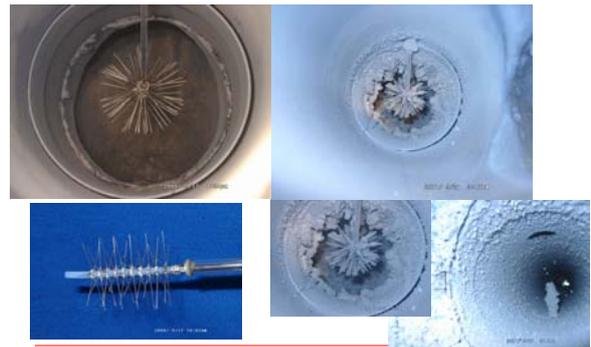
Dauerversuch, Elektrode 5 am Pelletkessel



4. Kolloquium Klein-Holzfeuerungen / VFS137 / März 2004 / Folie 15



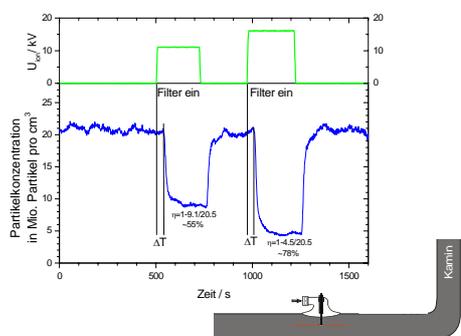
Elektrode 5, Langzeitversuch am Pelletkessel



4. Kolloquium Klein-Holzfeuerungen / VFS137 / März 2004 / Folie 16



Einschaltverhalten



4. Kolloquium Klein-Holzfeuerungen / VFS137 / März 2004 / Folie 17



Zusammenfassung, Aussichten

- ✓ Partikelabscheider für kleine handbesockte Feuerungen
- ✓ gute Abscheideeffizienz
- ✓ modulares Konzept, nachrüsttauglich
- ✓ kostengünstig
- ✓ erfolgreicher, praxisnaher Testbetrieb

- weitere Praxisversuche
- Entwicklung zur Serienreife
- Erweiterung auf Kessel oder kleine automatische Feuerungen

4. Kolloquium Klein-Holzfeuerungen / VFS137 / März 2004 / Folie 18

