

Thomas Launhardt, Heiner Link und Hans Hartmann, Freising

# Wie sauber brennen Hackgutfeuerungen?

Bayernweite Emissionsmessungen an Hackgutfeuerungen bis 50 kW

*Durch eine Vielzahl von technischen Verbesserungen wurde der Schadstoffausstoß bei Holzhackgutfeuerungen in jüngster Zeit erheblich vermindert. Im Rahmen einer Praxisuntersuchung an 21 bayerischen Feuerungen wird nachgewiesen, dass vier von sieben untersuchten Anlagentypen beim CO-Ausstoß auf einem sehr niedrigen Niveau von weniger als 200 mg/Nm<sup>3</sup> und beim Staub in der Regel unter 50 mg/Nm<sup>3</sup> liegt. Die große Spannweite der CO-Messwerte zeigt jedoch, dass bei einigen Feuerungstypen noch ein erheblicher Nachholbedarf besteht.*

Moderne Hackgutfeuerungsanlagen für den häuslichen Bereich sind inzwischen meist mit einer abgasgeführten Verbrennungsregelung ausgestattet. Anlagen mit einer solchen Regelung zeigten in Prüfstandsmessungen eine deutliche Verbesserung der Verbrennungsqualität und erfüllten somit die Fördervoraussetzungen nach dem 1. Bayerischen Technologie-Einführungsprogramm der Jahre 1995 bis 1997. In diesem Programm wurden insgesamt 200 Feuerungsanlagen mit einer Nennwärmeleistung bis 50 kW bezuschusst. Inwieweit die günstigen Ergebnisse der Prüfstandsmessungen auch in der Praxis wiederholbar sind, blieb allerdings unklar und sollte daher durch ein Messprogramm untersucht werden.

## Vorgehensweise

Die Hersteller der sieben förderfähigen Hackgutfeuerungstypen wurden aufgefordert, drei bis fünf Betreiber ihrer Anlagen zu benennen. Aus diesen Nennungen wurden zu jedem Anlagentyp jeweils drei Betreiber für die Durchführung der Messungen ausgewählt. Geprüft wurden: ÖKOTHERM Compact CO 45, HERZ Firematic 50, HEIZOMAT HSK RA 50, HDG VVW 40 A/BF 49L, GERLINGER Biokompakt AWK 50,

FRÖLING Lambdamatic 30 und BIOGEN WT 50 Tornado. Die Arbeiten wurden im Zeitraum von März bis April 1998 mit einer mobilen Emissionsmessausrüstung der Landtechnik Weihenstephan durchgeführt (Bild 1). Dabei wurden erfasst:

- CO<sub>2</sub>, CO, C<sub>n</sub>H<sub>m</sub> und NO<sub>x</sub>
- Staub
- Abgastemperatur und Kaminzug
- Vor- und Rücklaufwassertemperatur

Die zur Bestimmung der Abgasbestandteile verwendeten Messgeräte sowie deren Messprinzipien werden im Abschlussbericht [1] ausführlich dargestellt. Kontinuierlich erfasste Messgrößen wurden über die Zeiträume ausgewertet, in denen auch die Staubmessungen vorgenommen worden waren (bis zu sechs Halbstundenmittelwerte).

Um die Emissionsergebnisse der verschiedenen Anlagen vergleichen zu können, wurde festgelegt, dass nur solche Messungen gelten sollten, bei denen der Heizlastpunkt im Zielkorridor von 70% bis 100% der Nennwärmeleistung lag. Ausgewertet wurde ab dem Zeitpunkt, ab dem sich eine annähernd konstante Wärmeleistung einstellte („Beharrungszustand“). Da eine direkte Bestimmung der abgeführten Wärmeleistung ohne bauliche Eingriffe in den bestehenden Heizkreis nicht möglich war,

Dipl.-Ing. Thomas Launhardt, Dipl.-Ing. (FH) Heiner Link und Dr. agr Hans Hartmann sind wissenschaftliche Mitarbeiter der Bayerische Landesanstalt für Landtechnik (Leiter: Prof. Dr. Dr. h.c.(AE) H. Schön), Vöttinger Straße 36, D-85354 Freising, e-mail: hartmann@tec.agrar.tu-muenchen.de Die Arbeiten wurden vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten gefördert.

## Schlüsselwörter

Biomasse, Hackschnitzel, Verbrennung, Emissionen, Praxismessungen

## Keywords

Biomass, wood chips, combustion, emissions, practice measurements

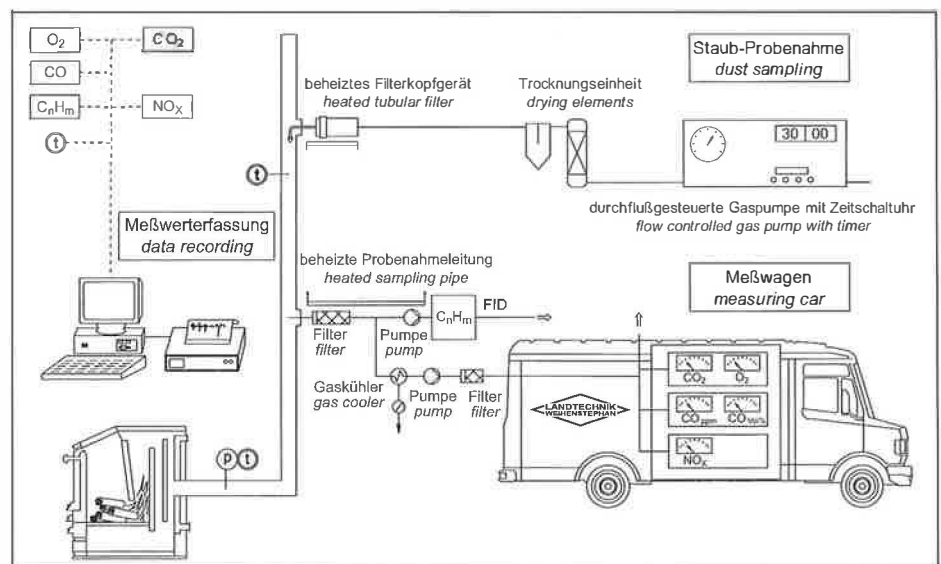
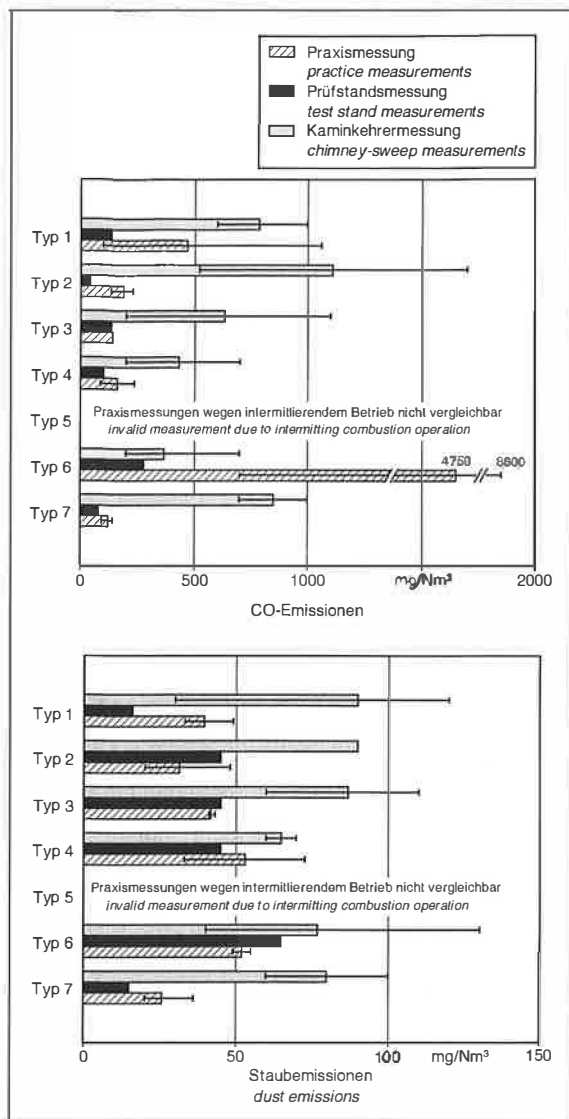


Bild 1: Schematische Darstellung des Messgeräteaufbaus

Fig. 1: Schematic description of the combustion testing setup



**Bild 2:** Mittlere CO- und Staubemissionen der untersuchten Feuerungstypen. „Praxismessungen“: Mittelwerte aus Messungen bei je 3 Betreibern (außer Typ 3, 4 und 6: je zwei Betreiber). „Prüfstandsmessungen“: Messung zum vorgelegten Prüfzeugnis (hier: Heizlast 100 %). „Kaminkehrermessung“: Erstabnahmemessungen in 1996/97. Alle Emissionswerte bezogen auf 13 % O<sub>2</sub>.

**Fig. 2:** Mean CO- and dust emissions from the tested wood chip boiler types. Practice measurements: Mean values from three users (except type 3, 4 and 6: only two users). Test stand measurements: Data from test certificates (at 100 % heat load). Measurements: official inspection data from 1996/97. All data related to 13 % O<sub>2</sub>

parameter fehlerhaft eingestellt worden waren oder generelle Auslegungsfehler vorlagen. Die betreffenden Praxismessungen wurden aus dem Gesamtvergleich (Bild 2) ausgeschlossen. Hiervon war eine Anlage von Typ 4 sowie alle drei Anlagen von Typ 5 betroffen.

#### CO-Emission

Die in den Praxismessungen festgestellten CO-Emissionen liegen tendenziell leicht über den Emissionen der Prüfstandsmessungen, die im Rahmen der Typenprüfung durchgeführt wurden. Dagegen sind deutliche Unterschiede zu den Kaminkehrermessungen festzustellen, die sowohl in der Höhe als auch Spannweite deutlich über den Praxismessungen liegen.

Bei vier Anlagentypen unterschritten die CO-Emissionen in der Praxis den Wert von 200 mg/Nm<sup>3</sup> (Mittelwerte). Dieser günstige Bereich wird somit nicht nur von einigen wenigen Spitzenanlagen repräsentiert, sondern kann für die breite Mehrheit der modernen Hackschnitzelfeuerungen unterstellt werden. Allerdings gab es auch weniger erfolgreiche Praxisbeispiele. Daraus leitet sich für die jeweiligen Hersteller (Typ 5 und 6) eine klare Forderung nach erhöhter Funktionstauglichkeit und Flexibilität bei wechselnden Einsatzbedingungen (etwa Lastschwankung, Brennstoffmerkmale) ab.

#### Staubemission

Die Ergebnisse in Bild 2 zeigen, dass die Staubemissionen relativ einheitlich auf einem niedrigen Niveau liegen (26 bis 53 mg/Nm<sup>3</sup>). Die geringen Schwankungen bei den Praxismessungen lassen sich weniger auf anlagenbedingte Ursachen, sondern viel-

mehr auf Unterschiede bei den Brennstoffeigenschaften zurückführen. Hierzu zählen vor allem die Partikelgrößenverteilung (Feinanteil) und der Wassergehalt (hier: 13 bis 33%). Die dargestellten Ergebnisse spiegeln somit vornehmlich die Betriebsbedingungen am untersuchten Standort wider und sind daher nur bedingt für den Vergleich der Anlagentypen geeignet. Analog zu den CO-Werten liegen auch die Staubemissionen der Praxismessungen stets deutlich niedriger als die Werte der Kaminkehrermessungen. Dies wäre unter anderem auch durch die besondere Sorgfalt bei der Anlageneinstellung, Anlagenreinigung und der Brennstoffauswahl durch den Betreiber erklärbar.

#### Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse zu den geprüften Anlagentypen zeigen, dass die Unterschiede zwischen den Anlagenbetreibern (=Standorten) zum Teil größer sind, als die Unterschiede, die sich beim Vergleich der Hersteller oder Anlagentypen ergeben. Das liegt daran, dass die Betriebsbedingungen (Brennstoffart, Wassergehalt, Lastzustand, Anlageneinstellung) in der Praxis eine natürliche Variabilität aufweisen, die sich bei den Emissionswerten bemerkbar macht. Generell ist aber auch festzustellen, dass die Abweichungen der Ergebnisse aus kontrollierbaren Prüfstandsbedingungen und dem tatsächlichen Einsatz vor Ort bei manchen Parametern nicht so groß sind, wie vielfach angenommen wird. Das betrifft vor allem die Staubemissionen, aber auch - mit Einschränkung - den CO-Ausstoß, obwohl bei den Lastzuständen und den Brennstoffeigenschaften im Rahmen der vorliegenden Praxismessungen nicht immer von optimalen Bedingungen auszugehen ist. Auffällig ist jedoch, dass die Messungen der Kaminkehrer mit den hier durchgeführten Praxismessungen nicht vergleichbar sind.

Die Ergebnisse zeigen, dass niedrige CO-Emissionen von etwa 200 mg/Nm<sup>3</sup> von der Mehrzahl der Hackgutfeuerungen bis 50 kW Nennwärmeleistung auch unter Praxisbedingungen erreicht werden. Die große Spannweite zwischen den besten und den schlechtesten Anlagenmittelwerten legt jedoch nahe, dass bei einigen Feuerungstypen zum Teil noch ein erheblicher Nachholbedarf besteht. Eine konkrete Nennung dieser Typen kann jedoch erst nach endgültiger Freigabe des Forschungsberichtes erfolgen.

#### Literatur

- [1] Launhardt, T.; H. Link, und H. Hartmann: Emissionsmessungen an 21 bayerischen Zentralheizungsanlagen für Holzhackgut. Endbericht der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik (Freising) für das BStELF, 1998, 124 S. (Veröffentlichung voraussichtlich Anfang 1999)

musste die Erfüllung der genannten Voraussetzungen anhand sekundärer Messgrößen festgestellt werden (CO<sub>2</sub>-Gehalt im Abgas, Abgastemperatur, Kesselwassertemperatur, Lastanzeige am Display der Regeleinheit). In drei Fällen konnte der vorgegebene Lastbereich von 70% bis 100 % nicht eingehalten werden, so dass bei der Gesamtauswertung für diese Typen nur zwei anstelle der drei Praxisanlagen berücksichtigt wurden.

#### Ergebnisse

Die Ergebnisse geben einen relativ umfassenden Überblick über den aktuellen Stand der Emissionen bei Hackschnitzelfeuerungen kleinerer Leistung. Darüber hinaus wurden bei einzelnen Typen aber auch Funktionsschwächen beobachtet. Einzelne Anlagen arbeiteten trotz abgasgeführter Verbrennungsregelung im intermittierenden Heizbetrieb (ständiger Wechsel zwischen Gluterhaltung und Vollast). Diese Betriebsweise ist aber für „geregelte“ Anlagen untypisch. In den Typenprüfungen (Prüfstandsmessungen zu den Prüfzertifikaten) war ein solches Betriebsverhalten nicht festgestellt worden. Daher ist zu vermuten, dass bei den betreffenden Praxisanlagen einzelne Regel-