

Walter Haslinger

Emissionen und Effizienz bei modernen Biomassefeuerungen



Am Francisco Josephinum – Biomasse Logistik Technologie (der ehemaligen Bundesanstalt für Landtechnik), das für die Typenprüfung von Heizkesseln für biogene Brennstoffe akkreditiert ist, werden seit Beginn der 1980er-Jahre Emissionsmessungen und Wirkungsgradbestimmungen an Biomassefeuerungen durchgeführt. Seit der Einführung der Prüfnorm EN 303-5 „Heizkessel für feste Brennstoffe“ und der Umsetzung der in Österreich geltenden strengen gesetzlichen Vorgaben betreffend Wirkungsgraden und Emissionen zeigt sich eine signifikante Verbesserung der geprüften Technologien. Während zu Beginn der Entwicklung eine beträchtliche Zahl an Biomassekesseln wegen unbefriedigender

Ergebnisse negativ beurteilt wurde, erreichen mittlerweile mehr als drei Viertel der zur Prüfung angemeldeten Feuerungen ein positives Ergebnis [1].

Wirkungsgrade von über 100 % bei modernen Biomassekesseln

Abb. 1 und Abb. 2 zeigen die Ergebnisse der Prüfstandsmessungen an Biomassefeuerungen seit dem Jahr 1980. Heute werden sowohl von automatischen Feuerungen (Pellets, Hackgut) als auch von modernen Scheitholzkeesseln durchwegs Wirkungsgrade von über 90% erreicht. Seit 1999 steigen die gemessenen Wirkungsgrade nur mehr wenig. Einzig durch die Einführung

der Brennwertechnik sind substanzielle Verbesserungen zu erwarten. Die bislang geprüften Brennwerte erreichen Wirkungsgrade von über 100% (bezogen auf den Heizwert des eingesetzten Brennstoffs).

Schadstoffausstoß und Schwankungen deutlich rückgängig

Die CO-Emissionen – als Leitmissionen für die Qualität der Verbrennung – sind im betrachteten Zeitraum signifikant und kontinuierlich gesunken. Vor allem die Schwankungsbreite nach oben ist deutlich zurückgegangen. Der Ausstoß von Organischem Kohlenstoff hat sich auf tiefem Niveau stabilisiert. Die staubförmigen Emissionen (gemessen wird im Rahmen der Typenprüfung der Gesamtstaub) schwanken um 10 mg/MJ und bestehen fast vollständig aus anorganischen Komponenten, die aus dem Brennstoff freigesetzt werden. Die Zahl der Ausreißer nach oben nimmt tendenziell ab. Eine signifikante Reduktion der Staubemissionen ist nicht mehr feststellbar. Auch beim Ausstoß von NO_x ist keine Verbesserung mehr zu erkennen. Das gebildete

NO_x entsteht fast vollständig durch Oxidation des Brennstoffstickstoffs. Thermisches NO_x spielt eine untergeordnete Rolle, da die hierzu erforderlichen Temperaturen bei der Biomasseverbrennung nicht erreicht werden. Die Feuerungstechnik ist für die unter Prüfbedingungen geltenden stationären Volllast- und Teillastbedingungen weitgehend ausgereizt. Die Prüfbedingungen nach EN 303-5 lassen daher keine relevante Differenzierung zwischen den geprüften Produkten zu. Signifikante technologische Verbesserungen sind nur mehr durch neue Ansätze in der Verbrennungstechnik zu erwarten. Eine breitere Differenzierung zwischen den Technologien wird nur durch neue Prüfverfahren möglich.

Emissionen und Effizienz im Bestand

Die bislang letzte österreichweite Messkampagne zur Ermittlung von Emissionsfaktoren liegt bereits eineinhalb Jahrzehnte zurück. Die damals ermittelten Emissionsfaktoren bildeten den Bestand ab und stellen den Biomassefeuerungen kein gutes Zeugnis aus. Sie stellen aber bis heute die

Kohlenmonoxid-Emissionen von geprüften Biomassekesseln

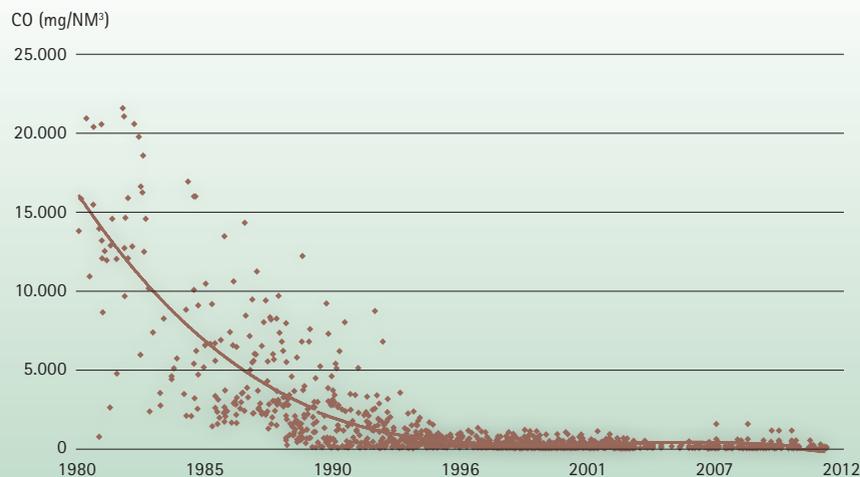


Abb. 1: Kohlenmonoxid-Emissionen moderner Biomassekessel unter Prüfbedingungen

Wirkungsgrad von geprüften Biomasse-Kesseln

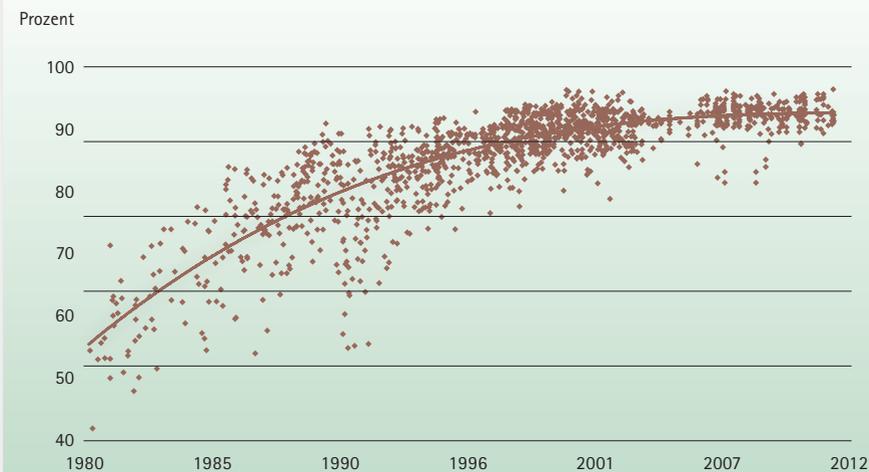


Abb. 2: Wirkungsgrad moderner Biomassekessel unter Prüfbedingungen

Basis für die Durchführung der jährlichen österreichischen Immissionsinventur dar. Die Ergebnisse aus Feldmessungen an sechs Pelletskesseln, die in Deutschland in den Jahren 2007 und 2008 durchgeführt wurden, waren ebenfalls wenig zufriedenstellend [2]. Sowohl Emissionen als auch der ermittelte Jahresnutzungsgrad wichen bei

einem Teil der untersuchten Kessel deutlich von den Prüfergebnissen dieser – alle mit dem Blauen Engel ausgezeichneten – Feuerungen ab. Neben den von den Autoren der Feldstudie vermuteten Fehlern durch Überdimensionierung und mangelhafte hydraulische Einbindung lag die Hauptursache aber in der unzureichenden Mo-

dulierbarkeit der Leistung der untersuchten Geräte. Abb.3 zeigt einen solchen Kessel, der ein von Bioenergy 2020+ am Versuchsstand nachgestelltes Tageslastprofil nachfahren sollte. Statt der Anpassung an den tatsächlichen Wärmebedarf geht der Kessel

in taktenden Betrieb über. Derartige offensichtlich untaugliche Leistungsregelungen können Dimensionierungs- und Ausführungsfehler nicht kompensieren und führen zu einem Ein/Aus-Betrieb. Damit verbunden sind Ineffizienz, hohe Emissionen aus den



Abb. 3: Pelletskessel mit mangelnder Teillast- und Modulationsfähigkeit

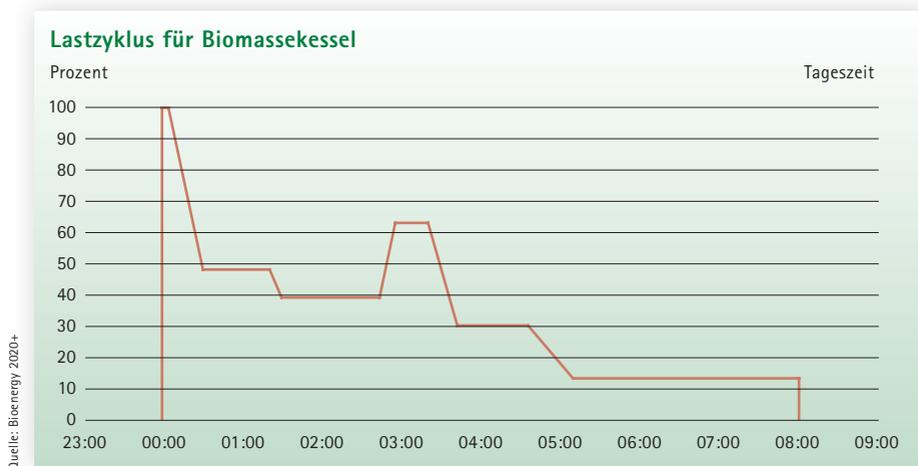


Abb. 4: Lastzyklus für die Methode zur Ermittlung von Jahresnutzungsgrad und Emissionsfaktoren am Versuchsstand

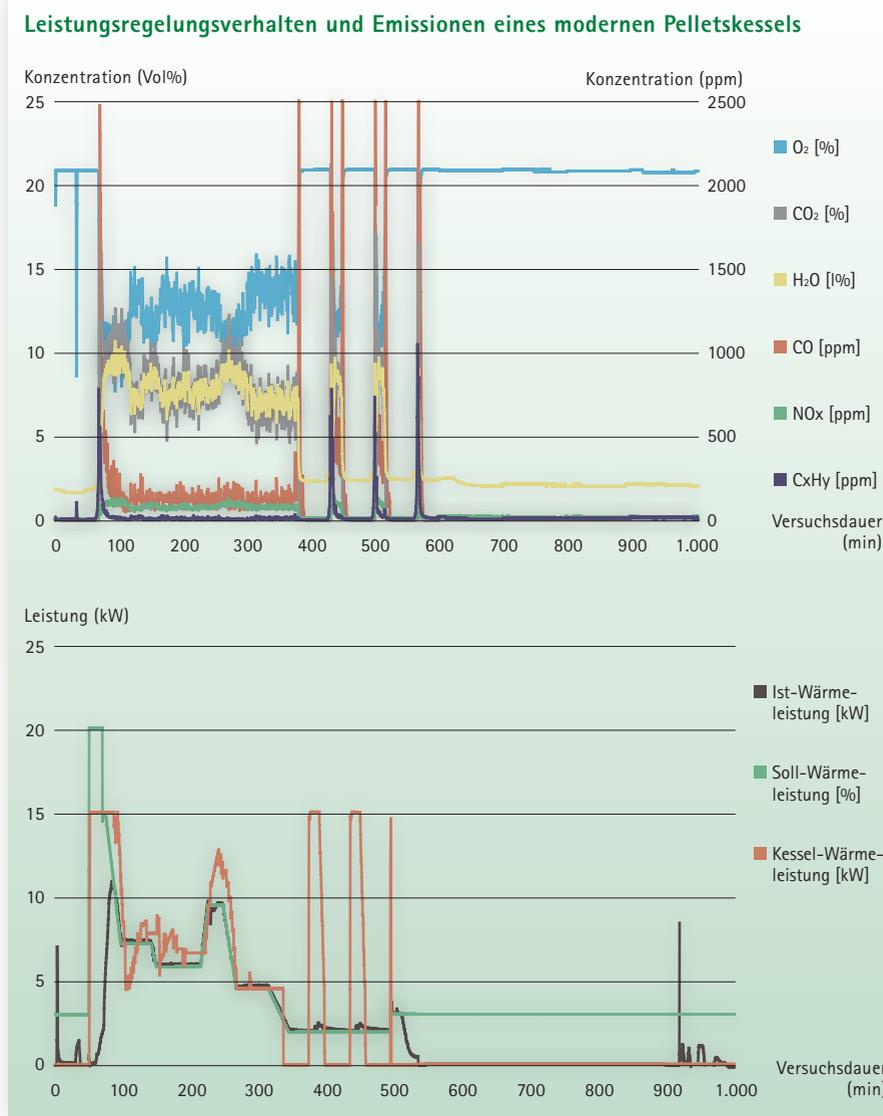


Abb. 5 und 6: Leistungsregelungsverhalten und Emissionen eines modernen, gut modulierbaren Pelletskessels

Start- und Stopp-Vorgängen sowie ein – aufgrund der hohen Anzahl von Zündvorgängen – überproportional hoher elektrischer Hilfsenergiebedarf (bis zu 7 %).

Moderne Biomassefeuerungen im realen Betrieb

Nicht zuletzt aufgrund der beunruhigenden Ergebnisse der deutschen Feldstudie wurden in den vergangenen Jahren von Wissenschaft und Industrie verstärkt Anstrengungen unternommen, um das Leistungsregelungsverhalten einerseits zu verbessern, andererseits aber auch besser bewertbar zu machen.

Bioenergy 2020+ hat im Rahmen eines vom Klima- und Energiefonds geförderten Projekts eine Methode entwickelt, die es ermöglicht, den Jahresnutzungsgrad und die Emissionsfaktoren am Versuchsstand zu ermitteln. Dafür wurde ein Lastzyklus (s. Abb. 4) erarbeitet, der Anleihen am Fahrzyklus nimmt, wie er für Kraftfahrzeuge am Rollenprüfstand angewendet wird. Langfristig soll diese Methode ergänzend zur EN 303-5 zur Anwendung kommen, um eine realitätsnähere Abbildung des Verhaltens von Biomassekesseln bei der Prüfung zur Verfügung zu haben. Moderne automatische Biomassekessel sind gut in der Lage, ein solches Lastprofil nachzuregeln (s. Abb. 5 und 6). Erst bei einer dauerhaften Wärmeanforderung von nur mehr 13 % der

Nennleistung geht der untersuchte Kessel in einen Ein/Aus-Betrieb über.

Weniger Emissionen bei Einsatz von Pufferspeichern

Gut modulationsfähige Pelletskessel erreichen unter dem in Abb. 4 vorgegebenen Lastzyklus Nutzungsgrade von über 85 %. Der Unterschied zum Volllastbetrieb in Anlehnung an die Typenprüfung nach der Norm EN 303-5 beträgt weniger als 5 %. Werden solche Kessel mit einem Pufferspeicher betrieben, so reduziert sich der Nutzungsgrad um rund 3 %. Gleichzeitig zeigen sich aber auf der Emissionsseite deutliche Vorteile für den Pufferbetrieb. Insbesondere die Emissionen von Kohlenmonoxid und Organischen Kohlenstoffwasserstoffen können durch den Einsatz von Pufferspeichern signifikant reduziert werden. Für Staubemissionen gilt das bei der hier dargestellten Pelletsfeuerung nicht. In anderen Fällen hat der Pufferbetrieb auch für Staubemissionen deutliche Vorteile. Die vom Umweltbundesamt verwendeten Emissionsfaktoren [3] (s. Tab. 1) werden aber in allen Systemkonfigurationen um rund eine Größenordnung unterschritten (Ausnahme NO_x) und zeigen damit das Potenzial moderner Biomassefeuerungen zur Verbesserung der Immissionsituation auf. Moderne Scheitholzfeuerungen, die mit Pufferspeicher betrieben werden, zeigen absolut vergleichbares Effizienz- und Emissionsverhal-

ten wie automatische Feuerungen. Aktuell laufende Feldmessungen bestätigen die am Prüfstand ermittelten Jahresnutzungsgrade und Emissionsfaktoren. Jahresnutzungsgrade von bis zu 80 % sind bei entsprechenden Systemlösungen (passende Dimensionierung, gutes Wärmeverteilsystem, keine Installationsfehler, Vermeidung von Sommerbetrieb) möglich.

Fazit

Biomassefeuerungen haben unter stationären Betriebsbedingungen einen hervorragenden technologischen Reifegrad erreicht. Die Differenzierung zwischen guten und schlechten Technologien erfolgt heute im modulierenden Betrieb. Die Einführung eines Jahresnutzungsgrad-Tests für Biomassefeuerungen ist daher wünschenswert, um diese Differenzierung auch für KonsumentInnen sichtbar zu machen und den Kesselherstellern eine neue Referenzmethode für die Entwicklung zu bieten. Moderne Biomassefeuerungen können auch im

Feld Nutzungsgrade bis zu 80 % erreichen und sind zugleich in der Lage, die Emissionsfaktoren des Anlagenbestandes für die meisten Emissionen (Ausnahme NO_x) um eine Größenordnung zu reduzieren.

Literatur

- [1] Wörgetter M., Lasselsberger L., Haslinger W. Biomassefeuerungen kleiner Leistung – Übersicht über Arbeiten der BLT Wieselburg. 2004. 14. DVV Kolloquium, Wien, Österreich.
- [2] Kunde R., Volz F., Gaderer M., Spliethoff H. Felduntersuchungen an Holzpellet-Zentralheizkesseln – Beurteilung realer Schadstoffemissionen und Jahresnutzungsgrade. 2009, BWK 61 (1/2): 58-66.
- [3] Wieser M., Kurzweil A. Emissionsfaktoren als Grundlage für die österreichische Luftschadstoff-Inventur Stand 2003. UBA BE-254; Wien, 2004
- [4] Heckmann M., Friedl G., Schwarz M., Rossmann P., Hartmann H., Baumgartner H., Lasselsberger L., Themebl A. Bestimmung von Jahresnutzungsgrad und Emissionsfaktoren von Biomasse-Kleinfeuerungen am Prüfstand. Projektendbericht. FFG-Projektnummer: 815650.

Dr. Walter Haslinger

Bioenergy 2020+ GmbH,
walter.haslinger@bioenergy2020.eu

Tab. 1: Gegenüberstellung der Ergebnisse instationärer und stationärer Messungen zu gesetzlichen Grenzwerten und den Emissionsfaktoren für Pelletsfeuerungen in Österreich [4]

	Betrieb mit Puffer	Betrieb ohne Puffer	Bestimmung EN 303-5	Grenzwerte	Emissionsfaktoren [3]
η (%)	82,5	85,6	89,7	77,4	-
CO (mg/MJ)	63	417	3,2	500	4.303
NO _x (mg/MJ)	98	58	77	150	107
org. C (mg/MJ)	1	11	<1	40	448
Staub (mg/MJ)	11	10	11	60	90

Quelle: Bioenergy 2020+



Experimenteller Aufbau zur Ermittlung von Jahresnutzungsgraden am Versuchsstand für verschiedene Heizungskonfigurationen