

**Leopold Lasselsberger**

## **Energie aus fester pflanzlicher Biomasse**

Im Institut BLT in Wieselburg, einer akkreditierten (staatlich autorisierten) Prüfstelle, werden Typenprüfungen an Heizkesseln für biogene Brennstoffe durchgeführt und die Prüfberichte veröffentlicht. Jährlich werden ca. 40 Kleinf Feuerungen geprüft, davon wurden in den vergangenen Jahren mehr als 80 % positiv beurteilt. Als die BLT vor 25 Jahren mit der Prüfung von Biomassefeuerungen begann, mussten zuerst entsprechende Prüfmethode n ausgearbeitet werden.

Mit der Veröffentlichung der Europanorm ÖNORM EN 303-5 "Heizkessel für feste Brennstoffe", die unter österreichischer Leitung erarbeitet wurde, ist eine einheitliche Prüfung und Beurteilung der Biomassefeuerungen in Europa möglich. Für das Inverkehrbringen von Kleinf Feuerungen ist in Österreich die Einhaltung der Emissionen und der Wirkungsgrade entsprechend der Vereinbarungen gemäß Art. 15 a B-VG „Schutzmaßnahmen betreffend Kleinf Feuerungen" und "Einsparung von Energie" zu beachten.

Die BLT Wieselburg wurde mit Akkreditierungsbescheid für die „Prüfung von Feuerungen für biogene Brennstoffe“ akkreditiert. Durch die periodische Überprüfung erfolgt die Bestätigung, dass diese Prüfstelle den Anforderungen der ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17025 entspricht.

## **Verbrennung fester biogener Brennstoffe**

Feste Brennstoffe lassen sich sowohl durch ihre brennbaren und nicht brennbaren Bestandteile als auch durch ihre Elementaranalyse beschreiben. Biogene Brennstoffe unterscheiden sich von Kohle durch einen hohen Gehalt an flüchtigen (vergasbaren) Bestandteilen und einem geringen Gehalt an Asche.

Vor allem österreichischen Herstellern ist es durch intensive Weiterentwicklung gelungen, die Feuerungen dem gasreichen, festen Brennstoff anzupassen und damit die Anforderungen der Gesetzgebung zu erfüllen.

Die brennbaren Bestandteile sind hauptsächlich Kohlenstoff und Wasserstoff. Als Ballaststoffe kommen Sauerstoff, Stickstoff, Asche und Wasser vor.

Bereits ab 60 °C werden aus der Holzsubstanz die ersten organischen Abbauprodukte in Spuren freigesetzt. Die eigentliche thermische Zersetzung aber beginnt bei 160 °C bis

180 °C (Pyrolyse oder Entgasungsphase). Mit steigender Temperatur nehmen die Abbaureaktionen immer stärker zu. Ab ca. 250 °C wird der Zersetzungsvorgang heftig. Jetzt erzeugen die Zersetzungsreaktionen mehr Wärme als sie verbrauchen. In dieser Phase sind die Pyrolysereaktionen nicht mehr kontrollierbar und eine Ursache dafür, warum die Verbrennung von Holz in einer handbeschiedenen Feuerung nicht durch Luftdrosselung geregelt werden kann. Die Entgasungsphase (Pyrolysephase) dauert bis etwa 600 °C an.

Dann hat das luftgetrocknete Holz rund 85 % seiner Masse in Form von Wasser, Kohlenstoffdioxid und brennbaren gasförmigen Produkten verloren. Es verbleibt energiereiche Holzkohle (Abb. 1).

Während der Entgasungsphase werden ca. 70 % des Heizwertes von Holz freigesetzt. Das bei der Entgasung gebildete Gas enthält als brennbare Bestandteile vor allem Kohlenstoffmonoxid, Wasserstoff und organische Verbindungen.

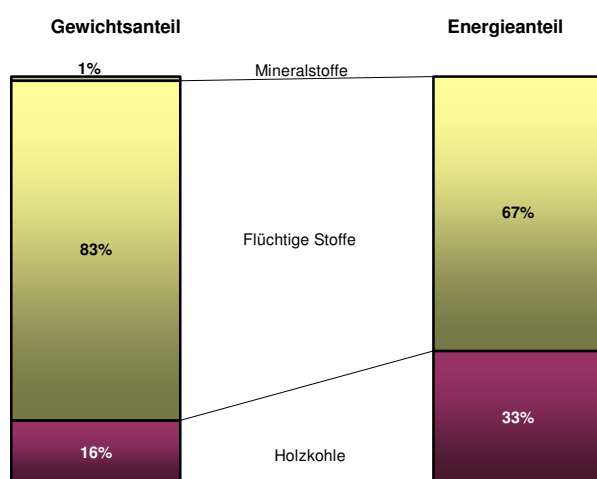


Abbildung 1: Gewichts- und Energieanteil der festen und flüchtigen Stoffe in Holz

Das Gas ist sehr reaktiv und reagiert unter Flammenbildung in Gegenwart von Luft zu  $\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2\text{O}$  durch Freisetzung von Wärme (Energie). Werden die Verbrennungsvorgänge an dieser Stelle vorzeitig gestört, z.B. durch Wärmeentzug, dann entsteht ein schadstoffreiches und geruchsintensives Gas, das außerdem mit schwer flüchtigen organischen Verbindungen, Ruß und Teer beladen ist.



### 1. Trocknung

unter Zufuhr von Primärluft wird das Holz getrocknet und bei ca. 150 °C beginnt die Vergasung von Zellulose und Lignin

### 2. Zersetzung

Das Holzgas wird mit vorgewärmter Sekundärluft verwirbelt und verbrennt (Oxidation) bei hohen Temperaturen von 800 °C - 1000 °C

### 3. Verbrennung

Der Ausbrand erfolgt mit ausreichender Verweildauer in einer ungekühlten Brennkammer - Holz ist ein langflammiger Brennstoff

Abbildung 2: 3 Phasen der Verbrennung biogener Brennstoffe

Wesentliche Aufgabe des Konstrukteurs und des Betreibers einer Holzfeuerung ist es daher, einen möglichst ungestörten Ausbrand der Brenngase zu ermöglichen.

Holzkohle verbrennt weniger heftig. Chemisch gesehen ist es eine heterogene Reaktion. Luftsauerstoff (Gas) muss die Oberfläche von Holzkohle (Feststoff) erreichen. Es entsteht zuerst CO, das weiter mit Luftsauerstoff zu CO<sub>2</sub> reagiert (Boudouard - Gleichgewicht).

## Pflanzliche Biomasse

Holzfeuerungen haben in den letzten fünfundzwanzig Jahren einen sehr hohen Stand der Entwicklung erreicht. Kleinf Feuerungen für Stroh und Energiekorn haben noch erheblichen Entwicklungsbedarf, ihre Zulassung ist noch an Ausnahmestimmungen gebunden.

Während immer schon mit Holz geheizt wurde, wurde mit der thermischen Verwertung anderer pflanzlicher Biomasseprodukte erst vor gut einem Vierteljahrhundert begonnen. Die größte Chance wurde gleich zu Beginn der Strohverwertung eingeräumt, die aber bald aus Umweltschutzgründen gestoppt wurde. Einer Initiative der niederösterreichischen Umweltschutzanstalt im Fachnormenausschuss Luftreinhaltung zufolge wurden damals die Emissionen von Strohfeuerungen dermaßen begrenzt, dass die Nutzung von Stroh nur

schwer möglich war. Die Heizkesselhersteller setzten in der Folge vor allem auf die Entwicklung von Großanlagen für die Verfeuerung von Stroh und Ganzpflanzen. Kleinanlagen wurden seither nur vereinzelt installiert.

Um nicht den Fehler, der beim Aufkommen der Strohheizungen gemacht wurde, zu wiederholen, nämlich die Weiterentwicklung durch Einführung unerreichbarer Normen zu verhindern, versucht man bei der Erstellung neuer Standards die typischen Eigenschaften dieser Brennstoffe zu berücksichtigen.

1989/90 wurde an der BLT eine Versuchsreihe mit landwirtschaftlichen Produkten wie Getreidekorn (Gerste, Hafer, Weizen,...) und Körnermais gestartet. Die aufgetretenen verbrennungstechnischen Probleme führten aber schnell zur Einstellung dieser Aktivitäten.

Die Nutzung von Getreide in herkömmlichen Feuerungen für Hackgut oder Holzpellets zeigte allerdings schnell die Probleme mit diesen „Brennstoffen“ auf. Eine gute Verbrennung und vollständigen Ausbrand versucht man unter anderem durch hohe Verbrennungstemperatur zu beherrschen, die aber wegen des niedrigen Ascheschmelzpunktes der pflanzlichen Produkte zur Verschlackung in der Brennzone führt. Sorgen bereiten nach wie vor die Emissionen von Stickoxiden und Staub sowie die Gefahr der Korrosionsschäden in der Feuerung.

Seit einigen Jahren wird die Möglichkeit diskutiert, und vielerorts auch erprobt, Getreidekorn als Brennstoff zu verwenden. Einer breiteren Nutzung von so genanntem Energiekorn für thermische Zwecke stehen einerseits Akzeptanzprobleme gegenüber, andererseits aber auch technische Unwägbarkeiten.

Ein bisher unbekannter Brennstoff sind Strohpellets. Das feuerungstechnische Verhalten von Strohpellets ist nach bisherigen Erfahrungen mit jenem des Energiekorns vergleichbar. Energiekorn und Stroh können vor allem durch das hohe verfügbare Mengenpotenzial wichtige Energieträger der Zukunft werden.

### **Thermische Nutzung pflanzlicher Biomasse (Projekt Austrian Bioenergie Center)**

Zur Zeit wird bei einigen Herstellern an der Entwicklung geeigneter Feuerungen intensiv gearbeitet. Das Projekt „Erforschung der technischen Möglichkeiten für die thermische Nutzung von Energiekorn und Strohpellets an Versuchsanlagen im Praxisbetrieb“ der NÖ Landesregierung soll die Entwicklung durch Praxiserfahrung unterstützen.

Ziel des Projektes ist das Gewinnen von praxisrelevanten Erfahrungen über den Betrieb von Kleinf Feuerungsanlagen mit landwirtschaftlichen Biomassen (v.a. Energiekorn und Stroh pellets). Daraus werden die technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten aber auch Grenzen dieser Brennstoffe in Kleinf Feuerungsanlagen abgeleitet. Von besonderem Interesse sind die Daten über Emissionen, Anlagennutzungsgrade (Verhältnis von eingesetzter Energie zu nutzbarer Energie), Langzeiteignung (Korrosionsanfälligkeit,...) Aufwand für Betrieb und Wartung sowie Erkenntnisse über die Akzeptanz bei Anlagenbetreibern und im Umfeld der untersuchten Anlagen (Nachbarn, Kommunen). Zusätzlich werden laufend Analysen der Brennstoffe sowie der Aschen durchgeführt, um daraus Rückschlüsse auf das feuerungstechnische Verhalten der Brennstoffe ziehen zu können.

Das Projekt soll konkrete Ergebnisse zur Akzeptanz, zur Betriebssicherheit, zur Wirtschaftlichkeit, zu erzielbaren Nutzungsgraden und zu Emissionen aus Kleinf Feuerungsanlagen für alternative landwirtschaftliche Biomassen liefern. Aus diesen Ergebnissen werden Schlussfolgerungen für den weiteren F&E-Bedarf abgeleitet.

Die gesetzliche Basis wird in der neuen Vereinbarung nach Art. 15 a über das „Inverkehrbringen und Überprüfung von Feuerungsanlagen“ geschaffen. Kleinf Feuerungen dürfen in Österreich nur nach erfolgter Typenprüfung und der Erbringung des Nachweises, dass die Anforderungen des Gesetzes erfüllt sind, Inverkehr gebracht und eingebaut werden. Bei Großanlagen erfolgt die Überprüfung vor Ort durch eine Einzelprüfung. Bei der Erstellung der Anforderungen an Feuerungen wurden die Eigenschaften der jeweiligen Brennstoffe berücksichtigt. So wird unter anderem der Stickstoffgehalt des Brennstoffes beim Grenzwert für NO<sub>x</sub> berücksichtigt. Künftig wird die Biomasse in standardisierte und nicht standardisierte Brennstoffe eingeteilt. Die Klassifizierung erfolgt dabei nach österreichischen und europäischen Normen. Nach Fertigstellung dieser Normen werden z.B. Stroh pellets oder geeignete Getreidearten zu den standardisierten Brennstoffen zählen.

## **Prüfergebnisse**

### **Händisch beschickte Kessel**

Besonders auffallend ist das wesentlich verbesserte Teillastverhalten der neu entwickelten Stückholzfeuerungen. Die geforderten Grenzwerte können im bestimmungsgemäßen Betrieb auch bei gedrosselter Leistung (bei Stückholzkesseln nach Angabe des Herstellers) eingehalten werden.

## Automatisch beschickte Feuerungen

Durch die Anpassung der mit dem Brennstoff zugeführten Energie an den Wärmebedarf kann bei automatisch beschickten Feuerungen das Teillastverhalten wesentlich verbessert werden. Eine entsprechende Steuerung mit zusätzlichen Sensoren (wie u.a. O<sub>2</sub>-Sonde) regelt die Brennstoff- und Luftmengen zuzufuhr und optimiert damit die Verbrennung. Durch die Verwendung des sehr homogenen Brennstoffes zeigen Pelletsfeuerungen eine weitere Verbesserung der Verbrennung und können aufgrund des einfacheren Aufbaues auch relativ preisgünstig angeboten werden.

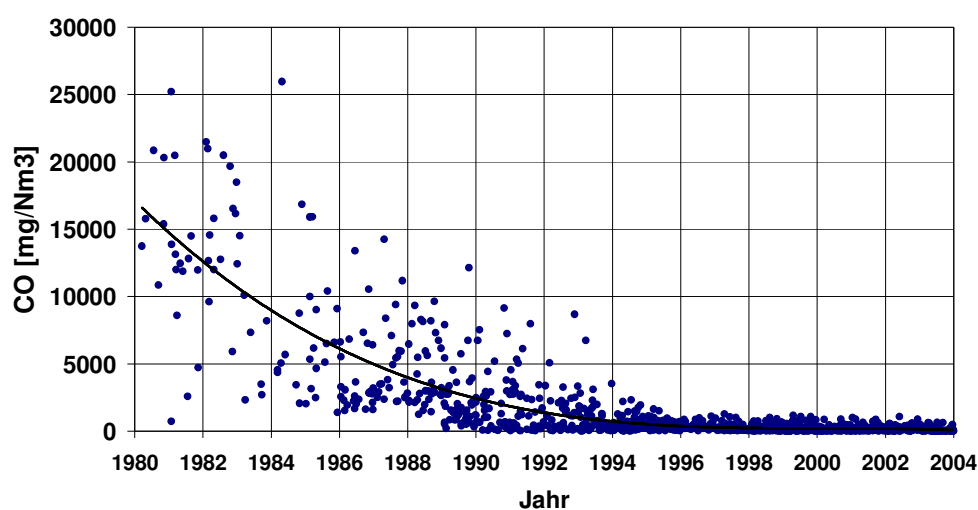


Abbildung 3: Entwicklung der CO-Emissionen von Holzfeuerungen

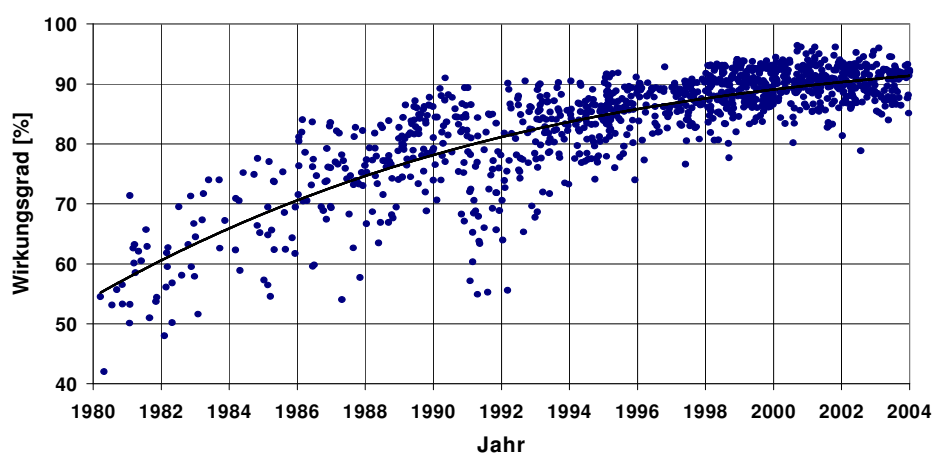


Abbildung 4: Entwicklung der Wirkungsgrade von Holzfeuerungen

## **Zusammenfassung**

Typenprüfungen an Biomassefeuerungen werden in der BLT Wieselburg seit 1979 durchgeführt. Einheitliche internationale Prüfmethode erlauben nun den Vergleich der Prüfergebnisse. Die Veröffentlichung der Ergebnisse führte zur Belebung des Marktes und zu einer wesentlichen Verbesserung der Verbrennungsqualität. Holz kann in modernen Feuerungen komfortabel händisch oder automatisch bei hohen Wirkungsgraden und geringsten Emissionen verfeuert werden.

Festzuhalten ist, dass die bestehenden Vorschriften ernst genommen werden sollten, da für die nicht zulässige Aufstellung von Feuerungen die mit nicht typengeprüften Brennstoffen betrieben werden, Strafbestimmungen in Vorbereitung sind. Sollte daher eine neue Biomasseheizung mit pflanzlichen Festbrennstoffen geplant sein, ist der Prüfbericht der Typenprüfung anzufordern. Die Baubehörde verlangt bei Kleinanlagen die Vorlage einer Typenprüfung und gestattet die Aufstellung nach dem Immissionsschutzgesetz nur in weniger belasteten Gebieten. Bei Großanlagen wird im Genehmigungsverfahren die Einhaltung der Abgasgrenzwerte durch Nachweis mit einer Einzelprüfung vorgeschrieben.

### **Autor:**

Dipl.-HLFL-Ing. Leopold Lasselsberger  
FL-BLT, Bundesanstalt für Landtechnik  
HBLFA - Francisco Josephinum  
3250 Wieselburg  
Tel +43-7416-52175  
Fax +43-7416-52175-45  
<http://www.blт.bmlf.gv.at>  
[leopold.lasselsberger@josephinum.at](mailto:leopold.lasselsberger@josephinum.at)