



BUNDESVERBAND DES SCHORNSTEINFEGERHANDWERKS  
– Zentralinnungsverband (ZIV) –

### Mit Brennwert tun sich Pellets schwer

– Künstliche Spülung des Abgaswärmetauschers notwendig – Studien mit dem Adsorptionsprinzip –

– Von Bernd Genath <sup>1</sup> –

Die Entwicklungsschwerpunkte liegen bei Pelletheizungen auf sekundären Eigenschaften wie Beschickung, Entaschung, vielleicht noch Kompaktheit. In diesen Punkten präsentierten die Anbieter auf der diesjährigen ISH sichtbare Verbesserungen. Schwer tun sie sich dagegen mit verbrennungsspezifischen Nachbesserungen, etwa in Richtung Brennwert oder auch in Richtung Modulation. Warum?

Einige Zahlen vorweg. In Deutschland dürfte sich nach Schätzungen des Deutsche Energie-Pellet-Verbands (DEPV) der Bestand an Pelletheizungen von 80.000 in 2007 auf 100.000 zu Ende des Jahres 2008 erhöht haben. Die Branche hat offensichtlich das Tief des Jahres 2007 überwunden, und jeder namhafte Kesselhersteller führt Wärmeerzeuger dieses Typs heute im Programm. Es mangelt auch längst nicht mehr an Produzenten von Holzpellets. Nach aktuellen Erhebungen sollen derzeit 50 Unternehmen eine Fertigungskapazität von 2,6 Mio. Tonnen pro Jahr aufgebaut haben (Bild 1). Im Jahr 2008 wurde mit knapp 1,5 Mio. t in Deutschland eine bislang nie erreichte Menge an Holzpellets produziert. Die Steigerung gegenüber dem Jahr 2007 betrug 30 %. Im Januar/Februar 2009 wurden mehr Pelletheizungen verkauft als je zuvor in dem Vergleichszeitraum. Die starke Nachfrage aus dem Vorjahr hat sich fortgesetzt, sodass die Branche mit einem weiteren Anstieg rechnet.

#### Trevira als Tank

Die Entwicklung von Pelletheizungen konzentriert sich in erster Linie auf die Vereinfachungen von Handhabung und Lagerung des Brennstoffs. Inzwischen hat sich in Deutschland bei Zentralheizungsanlagen fast vollständig die lose Pelletanlieferung durchgesetzt. Überwiegend speichern die Betreiber den Brennstoff in Räumen im Gebäude – meist im Keller –, Erdtanks erlangten bisher nur eine geringe Bedeutung.

Als Alternative zu festen Lagereinbauten bieten sich neuerdings Gewebesilos an, hergestellt



Bild 1: In Deutschland mangelt es nicht mehr an Herstellern von Holzpellets

etwa aus strapazierfähigem Trevira, da sich diese Behältnisse kostengünstig und rasch aufstellen lassen. Trevira besteht aus synthetischen Chemiefasern auf Polyesterbasis. Das Material weist nicht nur eine hohe Festigkeit auf, die Sonderform Trevira CS ist darüber hinaus schwer entflammbar. Die Chemiker erreichen dies durch die Zudosierung eines geringen Anteils einer phosphororganischen Komponente im Grundstoff.

In der Peripherie tut sich also einiges. Warum hört man aber relativ wenig über das Brennwertprinzip in Verbindung mit Pelletkesseln, von momentan einer Ausnahme (Ökofen, Bild 2) abgesehen? Das liegt am Energieträger Holz. Dessen Verbrennung läuft in der Endphase der Pyrolyse leider sehr unkontrollierbar ab. Die Presslinge lassen damit in der Praxis eine verfeinerte Verfahrenstechnik nicht zu.

<sup>1</sup> Dipl.-Ing. Bernd Genath war Chefredakteur der Fachzeitschrift SHT und arbeitet heute als freier Journalist

Oder anders ausgedrückt, und um das Fazit vorweg zu nehmen: Der Aufwand steht in keinem vernünftigen Verhältnis zum Nutzen.

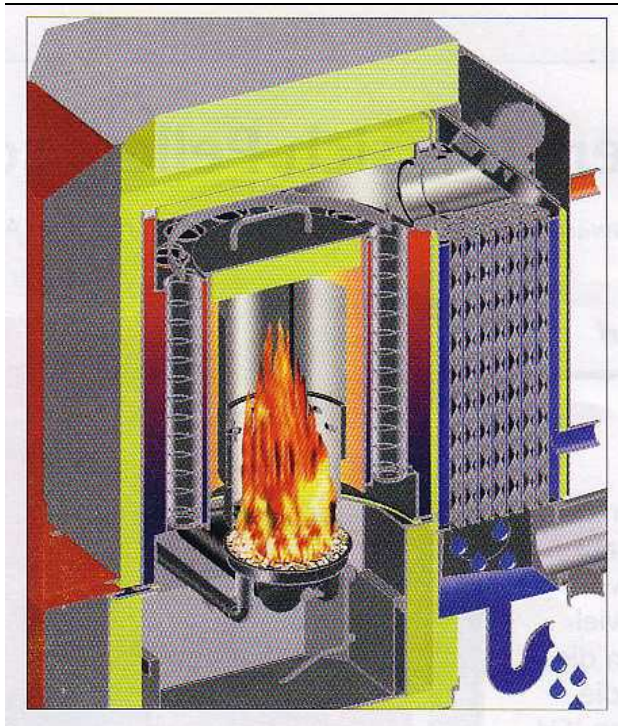


Bild 2: Brennwertechnik im „Pellematic plus“ von Ökofen. Leistungsbereich 12 bis 32 kW. Nach Aussage des Herstellers soll das der erste Brennwert-Pelletkessel sein. Den integrierten Wärmetauscher-Wäscher zeigt das Schnittbild nicht.

### Kenndaten der Biomasse

Holz als inhomogener Brennstoff setzt sich aus Zellulose, Lignin, Wasser, Harze, Säuren, Öle, Mineralstoffe und anderes zusammen. Für Pellets gibt die Literatur einen mittleren Heizwert von 17,0 MJ/kg beziehungsweise 4,72 kWh/kg an und als Brennwert 18,7 MJ/kg respektive 5,2 kWh/kg. Da Pellets nicht in dem Maße straff genormt sind (Tabelle 1) wie Öl oder Gas, variieren die Angaben je nach Charge. Der mögliche Kondensationsgewinn pendelt sich aber grob gesehen mit 8 % in der Mitte zwischen Heizöl mit 6 % Differenz Brennwert zu Heizwert und Erdgas mit 10 % ein. Von der Seite her würde es sich lohnen, an die latente Wärme heranzugehen.

Deshalb arbeiten auch Protagonisten wie Fröling, Viessmann, Buderus, Hoval, Windhager und wie sie alle heißen an Studien mit dem Ziel, mit ihren Kesseln vielleicht doch eines Tages die latente Wärme aus dem Abgas von Biomassefeuerungen herauszuisolieren. Bei Gasheizungen dominiert ja mittlerweile dieses Verfahren. Mehr als 320.000 entsprechende Geräte und Kessel dürften 2008 in Deutschland

abgesetzt worden sein, bei 100.000 Heizwert-

Qualitätsnormen	Pellets	Vorgaben ÖNorm M 7135	Vorgaben DIN 51731	Vorgaben DIN plus
Durchmesser	mm	4 bis 10 mm	4 bis 10 mm	
Länge	mm	5 x D1	≤ 50 mm	5 x D1
Rohdichte	kg/dm <sup>3</sup>	≤ 1,12	1,0 ≤ Dichte ≤ 1,4	≤ 1,12
Wassergehalt	%	≤ 10 %	≤ 12 %	≤ 10 %
Asche	%	≤ 0,50 %	≤ 1,50 %	≤ 0,50 %
Heizwert	MJ/kg	≥ 18	17,5 ≤ HW ≤ 19,5	≥ 18
Schwefel	%	≤ 0,04 %	≤ 0,08 %	≤ 0,04 %
Stickstoff	%	≤ 0,3 %	≤ 0,3 %	≤ 0,3 %
Chlor	%	≤ 0,02 %	≤ 0,03 %	≤ 0,02 %
Abrieb	%	≤ 2,3 %	-	≤ 2,3 %
Presshilfsmittel	%	≤ 2 %	(?)	≤ 2 %

1 max. 20 % der Masse; der Presslinge dürfen Längen von bis zu 7,5 x D aufweisen.  
2 Die DIN verbietet Zusatzstoffe, jedoch wird dieses Verbot mit der Verordnung Kleinfeuerungsanlagen wieder aufgehoben, so dass keine Begrenzung des Anteils an Presshilfsmitteln besteht.

Tabelle 1: Aktuelle Normwerte von Holzpellets. DIN plus lehnt sich weitestgehend an die österreichische ÖNorm M 7135 an. Trotzdem, der heterogene Brennstoff Holz entzieht sich einer engen Klassifizierung. Darüber hinaus ist man von Seiten der Hersteller auch gar nicht an einer allzu strengen Normierung interessiert, weil die angebotenen Feuerungen unter Umständen auch eine andere Biomasse als Holz verfeuern können sollen, etwa bestimmte Getreidearten, die keine Nahrungsmittel sind. Das zwingt dazu, die Feuerraumgeometrie und die Verbrennungstechnik relativ universell zu gestalten. Auch aufgrund dieses Ansatzes ist die Industrie nicht sonderlich am Brennwertprinzip interessiert, das sehr eng an einen einzigen Brennstoff gebunden wäre.

anlagen. Heizölseitig bedeutete das Jahr 2008 nach BDHStatistik ebenfalls die Wende in der Nachfrage. Den 60 000 verkauften Ölbrennwert-Einheiten stehen ca. 50 000 Heizwert-Einheiten gegenüber, das Brennwertprinzip dominiert mittlerweile also auch hier.

### Was sagt die ATV?

Die wirtschaftliche, technische, soziale und nachhaltige Situation sieht aber im Hinblick auf den Markt für Holzfeuerungen anders aus als für die fossilen Energieträger. Aus folgenden Gründen halten sich die Pellet-Kesselbauer mit teuren Entwicklungskosten in das Brennwertprinzip zurück, wobei die gewählte Reihenfolge keine Gewichtung bedeutet:

1. Die Kundenstruktur spricht nicht unbedingt dafür, von Seiten der Industrie erheblich in diese Technik zu investieren. Aktuell gingen zirka 70 % der vielleicht 15.000 oder 20.000 in 2008 installierten Pelletkessel in die Sanierung, verdrängten also in erster Linie den Ölkessel. Der war ein Heizwertkessel mit relativ hohen Vor- und Rücklauftemperaturen für die Radiatoren im Bestand. Folglich darf es auch ein Heizwertkessel bleiben, jetzt mit Pellets als Energieträger. Daran wird sich auch in naher Zukunft nichts ändern. Der dürftige Biomasse-beheizte Neubau animiert nicht unbedingt zu aufwändigem Forschungs- und Entwicklungs-



engagement.

2. Darüber hinaus ist umwelttechnisch beziehungsweise administrativ die rechtliche Lage ungeklärt. Die ATV- und andere abwassertechnischen und kommunalen Regelwerke äußern sich nicht dazu, ob es erlaubt ist, Teer und Ruß von den Abgaswärmetauschern der Pelletfeuerungen in die Kanalisation zu waschen. Nur Bayern hat nichts dagegen. Es fehlt eine bundesweite Klarstellung, die Einfluss auf die Richtung nehmen könnte.

3. Wie stabil bleibt der Pelletpreis? Der Schrecken des Jahres 2007 spiegelt sich noch in den Augen einiger Pelletkesselanbieter-Anbieter wider, als die Brennstoffkosten inflationsierten. Mittlerweile musste die gesamte Wärmeerzeuger-Industrie erkennen, dass mit dem umweltfreundlichen Argument in der Praxis kein nennenswerter Absatz zu generieren ist, mit Versorgungssicherheit mäßiger und schlussendlich der Eigentümer nur mit dem Versprechen finanzieller Einsparungen zur Erneuerung zu bewegen ist. Da vom Invest her im Sanierungsfall die Pelletanlage im Mittel doppelt so teuer sein wird wie Öl gegen Öl zu tauschen, sind die Würmlinge auf Jahre verurteilt, erheblich preiswerter als die fossilen Klassiker zu bleiben.

Jede andere Tendenz nähme diesen regenerativen Wärmeerzeugern alle Chancen.

Das gilt in vollem Umfang bereits für den Pellet-Heizwertkessel. Der noch einmal 3.000 oder 4.000 Euro teurere Brennwert-Pelletkessel kommt angesichts dieses Verdikts rechnerisch wohl nie in die Amortisation. Im Moment gehen ohnehin den Außendienstlern die Argumente aus, was die Rendite angeht. Man schaue kurz zurück: Bis Anfang Herbst 2008 lag der Pelletpreis bei etwa 180 Euro/t (bei Lieferung von fünf Tonnen im Umkreis von 50 km) und der Heizölpreis bei 0,85 Euro/Liter. Anfang Januar 2009 fiel der Heizölpreis auf 0,50 Euro je Liter und der Pelletpreis stieg auf 210 Euro je Tonne. Diese Situation hielt bis Redaktionsschluss (Mai 2009) an.

Umgerechnet in Energieäquivalent betrug mithin die Pelletversorgung Anfang Herbst 2008 je Kilowattstunde 3,6 Cent und die Heizölversorgung 8,5 Cent. Das weckte Interesse an der Holzheizung. Im Januar 2009 hatte jedoch der Markt das Verhältnis auf 4,2 Cent (Pellet) zu 5 Cent (Heizöl) je Kilowattstunde korrigiert. Selbstverständlich wird der Heizölpreis nicht so weit unten bleiben, doch müssen die Holzverfeurer mit dieser spekulativen Unterstellung zurzeit auf die Kunden zugehen; das erleichtert

ihnen nicht das Geschäft. Wie gesagt, und jetzt noch einmal 3.000, 4.000 oder 5.000 Euro mehr für eine Brennwertversion zu verlangen, ginge sicherlich total daneben.

### Zäh-klebrige Teerbeläge

4. Der Chefentwickler eines Herstellers drückte es so aus: Gas-Brennwert kein Problem, Öl-Brennwert machbar, Pellet-Brennwert äußerst schwierig. Warum? Holz verbrennt nicht als Feststoff. Der komplexe Vorgang innerhalb eines Kessels läuft in mehreren Stufen ab (Bild 3). Er startet mit der Trocknungs- und Entgasungsphase. In diesen ersten zwei oder drei Minuten gibt das Material zunächst Wasser

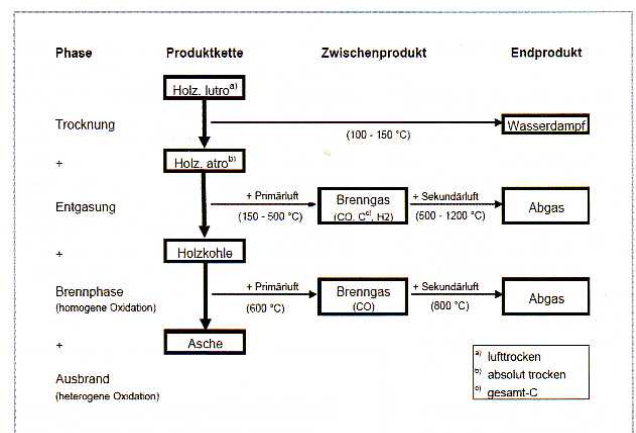


Bild 3: Ablauf der Verbrennung fester Biomasse  
Bild: Marutzky/Seeger: Energie aus Holz und anderer Biomasse

ab. Bei Pellets sind das etwa sechs bis sieben Prozent der Brennstoffmasse, bei lufttrockenem Holz bis 20 %. In diesem Abschnitt klettert die Temperatur kaum über 100 °C, eben der Verdampfungstemperatur des Wassers. Nun besteht Holz zu beinahe 85 % aus Wasser und brennbaren gasförmigen Produkten und nur zu ca. 15 % aus fester Masse. Die Entgasungsphase beginnt bei etwa 60 °C (Bild 4) parallel

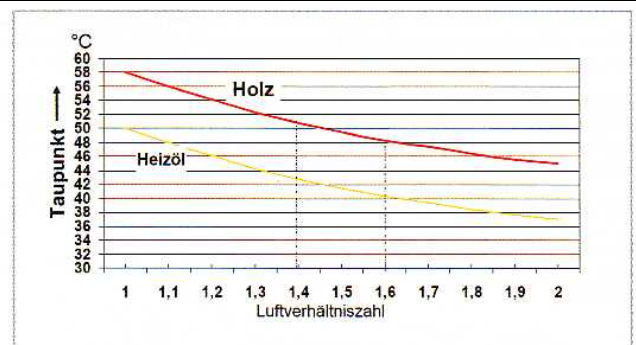


Bild 4: (Wasserdampf)Abgastaupunkt Holz und Heizöl

zur Verdampfung. Das Gas enthält als brennbare Bestandteile vor allem Kohlenmonoxid, Wasserstoff und die weiter vorne erwähnten organische Verbindungen. Diese letzten Beimengungen sind jene Bestandteile, die den Brennwertprozess – sagen wir es so – verkomplizieren:

Verbrennungstechnisch bewegen wir uns jetzt bei etwa 250 °C, dem Beginn der Pyrolyse. Die oxidierende Biomasse emittiert CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O und höhere Kohlenwasserstoffe sowie aromatische Verbindungen, nämlich die kondensierbaren Teerverbindungen. Darüber hinaus enthält das Gas geringe Mengen an Begleitsubstanzen wie etwa Ammoniak NH<sub>3</sub>, Schwefelsäure und Schwefel-Chlor-Verbindungen. Der Teergehalt hängt vom Ausgangsprodukt und den Prozessparametern ab.

### Geringer Umweltnutzen

Oberhalb 120 °C hatten sich Harz, Teere und Fettsäuren gasförmig – und energiereich – mit dem Wasserdampf verflüchtigt. Ihr Taupunkt liegt jedoch höher als der von Wasser, nämlich bei etwa 70 °C. Deshalb würde sich im Kondensationsfall zuerst ein klebriger Belag auf den Registern von Wärmetauschern, in diesem Falle dem zusätzlichen Abgaswärmetauscher, absetzen. Die Kruste würde nun leider auch nicht „natürlich“ abgewaschen werden, weil in den 70-Grad-Zonen des Tauschers der Dampf im Abgas noch nicht kondensiert. Hier müsste man also – und diesen Weg geht auch Ökofen – einen physikalischen Wäscher installieren, der im Turnus die Ruß-, Teer- und andere Substanzen in die Kanalisation spült.

Solch ein Wäscher kostet Geld, solch ein Wäscher kostet Energie, solch ein Wäscher steht dem Umweltschutz (Abwasserbelastung) entgegen.

5. ist zu sagen, dass zumindest die Industrie die Pelletfeuerung als weitgehend CO<sub>2</sub>-neutral anbietet. Obwohl das natürlich die Ökobilanz nicht hergibt, wenn man Anbau, Ernte, Transport und Verarbeitung der Biomasse einbezieht. Doch zugestanden, viel zusätzliche Entlastung an Treibhausgasen, wegen des geringeren Verbrauchs des Brennwertprinzips im Vergleich mit dem Heizwertprinzip, bieten Brennwert-Pelletkessel nicht.

### Eine Lösung für größere Anlagen

Fassen wir zusammen: Weil sich zum Ersten der CO<sub>2</sub>-Nutzen des Brennwertprinzips bei der Pelletverfeuerung in Grenzen hält, weil sich

zum Zweiten die Umweltproblematik auf das Abwasser verlagert, weil zum Dritten der apparative Aufwand mindestens 3000, 4000 oder 5000 Euro kostet, weil zum Vierten niemand genau weiß, ob sich die Preisschere zwischen Heizöl und Pellets öffnet oder schließt, und weil zum Fünften das Sanierungsgeschäft – nicht das Neubaugeschäft –, dominiert, forciert keiner der namhaften Kesselbauer diese Technik. Weil auch zum Sechsten der Trend zu kleinen kompakten Einheiten geht und ein zusätzlicher Abgaswärmetauscher dem entgegensteht. Der müsste zudem relativ großvolumig sein, denn Pelletfeuerungen fahren mit einer Luftzahl von etwa 1,5. Das heißt mit viel Rauchgasvolumen – ergo größerer Tauscher.

Wenn vielleicht doch eines Tages Brennwert, dann für Großfeuerungen, wo sich die Brennstoffeinsparung aufgrund des Brennwertprinzips kostenmäßig niederschlägt. Und ein eleganteres Verfahren als das Wäscherprinzip dürfte wohl später die Adsorptions-Methode sein. Die Entwicklung zielt darauf ab, die Teersubstanzen adsorptiv zu binden und abzuscheiden. Dazu bietet sich Holzstaub an. Der hat eine hohe Affinität zu Harz, Teer und Ruß. Auf diesem Staub mit seiner relativ großen Oberfläche könnten die unerwünschten Partikel sedimentieren. Die dieser Art belasteten Ablagerungen bildeten lediglich eine lockere Schicht auf den Tauscherflächen und ließen sich wenig später mit dem Kondensat wegspülen. Doch auch diese Alternative befindet sich noch in der Experimentierphase. Für Anlagen bis 20 oder 50 kW dürfte sie nicht relevant sein.

### Zur Modulation

Genau genommen ist die gleitende Leistungsanpassung für Biomassekessel weit mehr ein Muss als für Öl- oder Gas-Wärmeerzeuger. Die skizzierten verschiedenen Verbrennungsphasen bis zum Durchbrand gestatten Umwelt-bezogen wie auch betriebstechnisch gesehen kein häufiges Takten. Die Regelung muss deshalb einerseits robust, andererseits sensibel genug sein, um lange Kesselaufzeiten zu garantieren. Das stellt erhebliche Anforderungen an die Peripherie, beginnend mit der automatischen Pelletzufuhr bis hin zur Primär- und Sekundärluft-Versorgung.

Und deshalb war gerade von robust die Rede: Nach wie vor gilt die automatische Brennstoffzufuhr als allergisches Bauteil. Ihre Störanfälligkeit sinkt naturgemäß nicht mit einer weiteren implantierten Funktion. Oberhalb 12 oder 15 kW Nennleistung mag man den Betrieb in den Griff kriegen, für Ein- und Zweifamilienhäuser, die

auch ihren Warmwasserbedarf mit dem Kessel decken, wickele man die „Modulation“ besser über den ausreichend dimensionierten Puffer ab. Neuere Planungsempfehlungen laufen auf diese Anlagenarchitektur hinaus. Noch vor wenigen Jahren sprachen dagegen die Herstellerunterlagen – wohl auch aus Gesamtkos-

tengründen – von Kleinspeichern. Heute rücken die Techniker davon ab und propagieren mehr oder weniger voluminöse Boiler, die ausreichend Wärme einzulagern vermögen, um das Takten auf vielleicht zwei- oder dreimal pro Tag zu begrenzen.

Aus: HLH Bd. 60 (2009) Nr. 6 – Juni