



Foto: 6V

Optimierter Einsatz
für den Brennstoff Holz

Sonnenenergie aus dem Wald

Der heimische, kostengünstige und umweltfreundliche Brennstoff Holz erfährt zurzeit eine regelrechte Renaissance. Zu Recht, denn mit dem richtigen Konzept und in Kombination mit anderen Energieträgern können erhebliche Investitions- und Betriebskosten eingespart werden.

Der Wald ist eine natürliche Solaranlage und Bäume sind ein Pufferspeicher für Sonnenenergie. Holz ist ein nachwachsender Energieträger, der selbst durch zwischenzeitliche Nutzung als Baumaterial oder Werkstoff seinen Energiegehalt nicht verliert. Aber auch der Anteil, der bei der Verarbeitung abfällt oder für eine höherwertige Verwendung nicht geeignet ist, z.B. Waldrestholz, Landschaftspflegeholz, Industrierestholz aus Sägewerken und Tischlereien sowie Abriss- und Gebrauchsholz, kann in einer modernen Holzkesseanlage sinnvoll zur Energieversorgung beitragen.

Holz wächst als Baum oder Strauch und ist von Rinde umhüllt. Zur Verwendung als Brennstoff muss es in Form und Größe aufbereitet werden und mit der Feuerungsart, dem Rostsystem, den Brennraumabmessungen und dem Automationsgrad der Beschickung abgestimmt sein.

Scheitholzessel

Aus dem gewachsenen Stamm oder Rundholz wird durch Zersägen und Spalten ein Scheitholz, welches in Stückgrößen von 25, 33 und 50 cm handelsüblich ist. Scheitholzfeuerungen (Bild 1) zur Beheizung von Wohngebäuden werden chargenweise von Hand beschickt. Das Prinzip des unteren Abbrands nach dem System des „Holzvergasers“ sorgt dabei in Verbindung mit einem großen Füllraum für langen, bedienungsfreien Heizbetrieb.

Moderne Scheitholzessel ermöglichen über die Modulation des Gebläses eine Gluthaltung, die nach dem manuellen Nachfüllen eine schnelle automatische Wiederanheizung gewährleistet [3]. Die große Oberfläche des gespaltenen Holzes unterstützt diesen Vorgang erheblich. Bei nur 0,5% Asche-

gehalt hält sich der Arbeitsaufwand für die Entsorgung der festen Verbrennungsrückstände in Grenzen. Asche aus Holzfeuerungen ist unbedenklich und darf in den Hausmüll, kann wegen seiner anorganischen Stoffe aber auch zur Bodenverbesserung oder zum Düngen verwendet werden.

Hackschnitzelfeuerung

Wird Holz maschinell zu Hackschnitzeln zerkleinert, ist eine automatische Beschickung und leistungsabhängige Zuführung des Brennstoffs in die Feuerung möglich. Die Stückgröße des Hackguts ist dafür ein wesentliches Qualitätsmerkmal und muss

zwingend mit dem Beschickungs- und Schleusensystem, sowie der Feuerung und der Rostkonstruktion abgestimmt sein. Handelsübliche Stückgrößen liegen bei < 3 cm (G 30), < 5 cm (G 50) oder < 10 cm (G 100).

Die verbrennungsgerechte Dosierung der Hackschnitzel erfolgt bei größeren Anlagen über hydraulisch betriebene Schubböden- oder Rührwerksaustragungen mit anschließenden Transportschnecken. Dabei können bei einigen Systemen durch Verlängerungs- und Ausgleichsstücke auch größere Entfernungen zwischen Brennstoffbunker und Feuerung überbrückt werden.

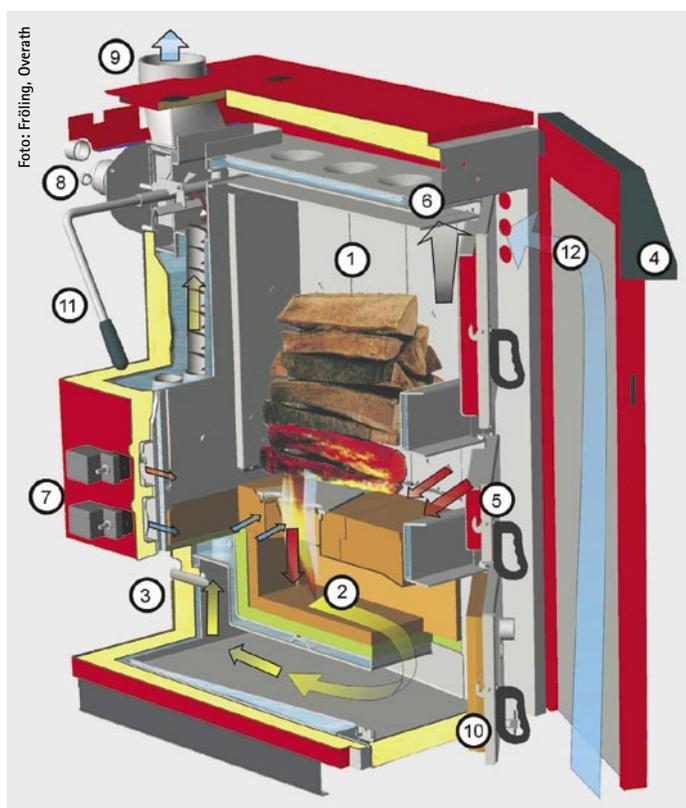


Bild 1
Technische Komponenten eines Scheitholzessels:
1 Füllraum
2 Heiße Brennkammer
3 Lambdasonde
4 Kesselreinigung
5 Anheiztür
6 Schwelgasabsaugkanal
7 Stellmotoren für Primär- und Sekundärluft
8 Abgasgebläse
9 Abgastemperaturfühler
10 Reinigungstür
11 Reinigungswirblatoren
12 Kompaktisolierung mit Luftvorwärmung

Foto: Fröling, Overath

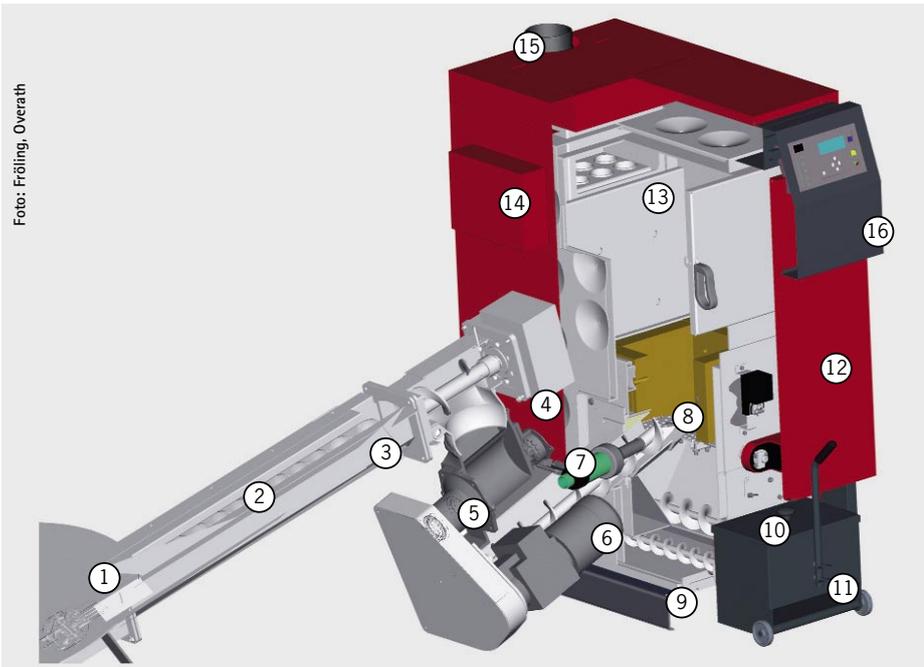


Bild 2 Aufbau und Ausrüstung einer Hackschnitzelfeuerung:
 1 Gelenk mit Freilauf, 2 Progressive Schnecke, 3 Kugelaufsatz, 4 und 5 Ein-Kammer-Freifallschnecke mit Antriebseinheit, 6 Automatische Zündung, 7 Niveauschalter als Überfüllsicherung, 8 Entaschung über Schnecken in Aschebehälter, 9 Kipprost, 10 Aschebehälter, 11 Primär- und Sekundärluftstellmotor, 12 Wärmeübertragerfläche, 13 Vollautomatische Wärmetauscherreinigung, 14 Drehzahlgeregeltes Saugzuggebläse, 15 Bedienungseinheit

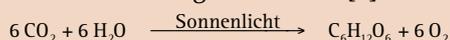
Aus sicherheitstechnischen Gründen muss ein Rückbrand von der Feuerung über die Beschickung ins Brennstofflager verhindert werden. Der Unterdruck in der Feuerung gewährleistet dies alleine nicht. Zelleradschleusen dienen deshalb nicht nur einer dosierten Zuteilung des Brennstoffs, sondern stellen vor allem auch eine mechanische Trennung zwischen Feuerung und Brennstoffzufuhr dar. Sind zusätzlich Wasservorlagen in das Beschickungs- und Zuteilsystem eingebaut, durchnässen sie temperaturgesteuert das Brenngut und verhindern so einen Rückbrand.

Pelletsfeuerungen

Bei der Holzbearbeitung entstehen große Mengen an Sägemehl und Hobelspänen. Neben der überwiegenden Verarbeitung zu Spanplatten, dienen Überschüsse verstärkt auch in Form von Pellets als Brennstoff. Beispielsweise wurden in Deutschland 2003 in rund 19 000 Pelletheizungen 80 000 Tonnen Holzpellets verfeuert. In 2004 dürfte die Steigerung bei über 40% gelegen haben.

Wissenswertes über den Brennstoff Holz

Holz ist traditionell der mengen- und wertmäßig bedeutendste nachwachsende Rohstoff. „Kurzumtriebspappeln“ gehören zu den effizientesten Energiepflanzen. Der Jahresertrag liegt bei rund 165 GJ/(ha a) bzw. 4,6 kWh/(m² a) [7]. Holz entsteht unter Sonneneinstrahlung durch Photosynthese aus Kohlendioxid, Wasser und einigen Spurenelementen des Bodens zu Glukose in Form von Holz, Rinde und Laub. „Abfallprodukt“ ist der für uns lebenswichtige Sauerstoff [1].



Der Heizwert von Holz unterscheidet sich nur geringfügig nach der Baumart, wird aber besonders stark vom Feuchtegehalt bestimmt. Frische Waldrückstände haben eine Holzfeuchte von 50 bis 70%. Lagerungs- und Trocknungszeiten verbessern den nutzbaren Heizwert und das Brennverhalten. Zur Bewertung und zum Vergleich von Holzqualitäten sind die in der Forstwirtschaft üblichen Begriffe zu beachten [2]:

- Der Wassergehalt von Holz ist die in Prozenten angegebene Masse an Wasser bezogen auf die Gesamtmasse.
- Die Holzfeuchte ist die in Prozenten angegebene Masse an Wasser bezogen auf die absolute Trockensubstanz.

Ein Wassergehalt von 20% entspricht somit einer Holzfeuchte von 25% und eine Holzfeuchte von 20% einem Wassergehalt von 16,6%. Auch die in der Forstwirtschaft üblichen Angaben über Holzmassen und -volumen und deren Umrechnung führen häufig zu Verwechslungen.

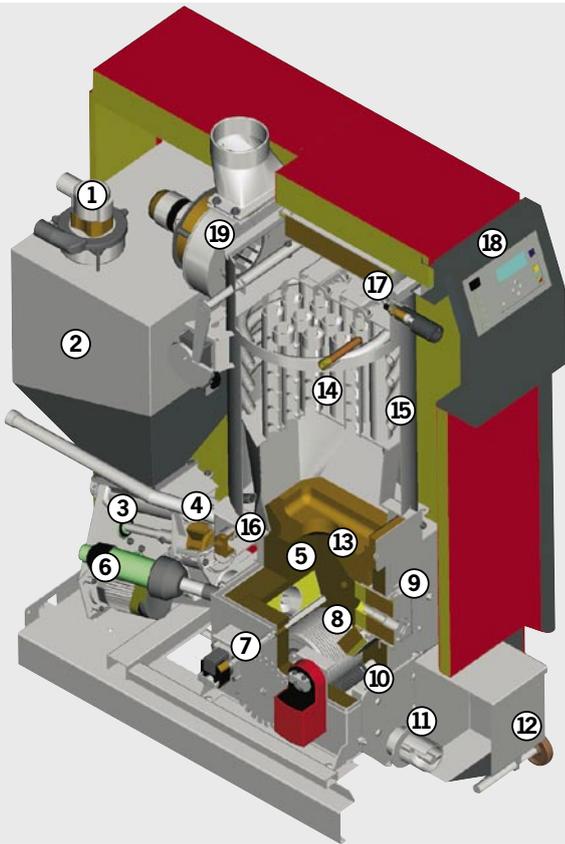
- Ein Festmeter (Fm) ist eine in der Forstwirtschaft übliche Maßeinheit für die Holzmasse (Stammholz), die dem Rauminhalt eines Kubikmeters entspricht.
- Ein Raummeter (Rm) ist die Maßeinheit für ein Kubikmeter aufgesetztes oder geschichtetes Holz unter Ein-

schluss der Luftzwischenräume. In einigen Regionen ist hierfür auch die Bezeichnung „Ster“ gebräuchlich. Ein Raummeter entspricht ungefähr 0,7 m³ reiner Holzmasse ohne Rinde.

- Ein Schüttraummeter (Srm) ist die Dimension für das Volumen von einem Kubikmeter Hackschnitzel, Sägespäne oder anderer Schüttgüter.

Der Heizwert von Holz wird selbst bei gleichen Baumarten sehr unterschiedlich angegeben, weil die Holzfeuchte als Bezugsgröße von entscheidender Bedeutung ist. In trockenem Zustand kann der Heizwert von Laubholz mit ca. 5,1 kWh/kg und von Nadelhölzern aufgrund der höheren Harzanteile mit ca. 5,2 kWh/kg angenommen werden. In der Praxis ist jedoch selbst nach mehrjähriger Lagerung mit einer Restfeuchte von 20% zu rechnen. Realistisch ist deswegen von einem feuerungstechnisch nutzbaren Heizwert von 4,0 kWh/kg auszugehen. Somit können ca. 3 kg Holz 1 kg Heizöl substituieren.

Foto: Fröling, Overath



- Bild 3**
Aufbau und Ausrüstung eines Pelletheizkessels:
- 1 Saugturbine
 - 2 Pelletvorratsbehälter
 - 3 Dosierschnecke
 - 4 Zelleradschleuse
 - 5 Stokerschnecke
 - 6 Heißluft-Zündgebläse
 - 7 Lichtschranke
 - 8 Selbstreinigender Walzenrost
 - 9 Schwenkbare Rostklappe
 - 10 Abstreifkamm
 - 11 Entschungsschnecke
 - 12 Aschebehälter
 - 13 Vollschatottierte Brennkammer
 - 14 Wärmeübertrager
 - 15 Thermo-hydraulischer Wärmeübertrager
 - 16 Thermisches Mischventil
 - 17 Lambdasonde
 - 18 Regelung
 - 19 Saugzuggebläse

Pellets sind zylindrische Presslinge aus trockenem, naturbelassenem Restholz. Sie haben zumeist einen Durchmesser von 6 bzw. 8 mm (nach DIN 4 bis 10 mm) und eine Länge bis 25 mm. Pellets werden ohne artfremde Bindemittel unter hohem Druck hergestellt. Die Verdichtung erfolgt im Verhältnis von 8 : 1, so dass ein spezifisches Gewicht von 1000 bis 1400 kg/m³ erreicht wird.

Der Wassergehalt liegt unter 10% und das Schüttgewicht bei ca. 650 kg/m³. Der Heizwert von Holzpellets liegt im Bereich von 4,9 bis 5,4 kWh/kg und beträgt somit mehr als 3200 kWh/Rm. 2 kg Pellets können so nahezu 1 Liter Heizöl oder 1 m³ Erdgas ersetzen. Die Pelletsqualität ist durch Normung definiert und somit für die Planung und Ausführung einer Heizungsanlage verlässlich und gleich bleibend. Bis zur Verabschiedung einer europäischen Norm gilt in Deutschland für die Beschaffenheit von Pellets DIN 51731 und in Österreich die Ö-Norm M 7135.

Pelletfeuerungen werden heute vollautomatisch wie ein mit Öl oder Gas beheizter Kessel betrieben. Die Brennstoffzufuhr erfolgt dabei zumeist aus einem Lagerraum, einem Pelletsilo oder einem Erdtank über eine Schnecke und eine pneumatische Fördereinrichtung in einen, in die Kesselanlage integrierten Zwischenbehälter, der einen mehrstündigen Brennstoffbedarf vorrätigen kann. Über eine Dosierschnecke mit anschließender Zelleradschleuse und Stokerschnecke gelangen die Pellets lastabhängig dosiert zur Verbrennung.

Aus den unterschiedlichsten Feuerungs-, Rost- und Herdsystemen hat sich im kleineren Leistungsbereich zwischen 10 und 30 kW die Verbrennung auf einem selbstreinigenden Walzenrost, der aus einzelnen Scheiben aufgebaut ist, als besonders günstig erwiesen [3]. Mit einer gleichmäßigen Ausbrandqualität und der Möglichkeit, automatisch zu reinigen, ist dieses System umweltfreundlich und wartungsarm.

Feuerung und Regelverhalten

Flüssige und gasförmige Brennstoffe können über einen Brenner lastabhängig dosiert werden und verbrennen bis zu

einer Kleinlast von ca. 15 bis 20% im richtigen Luftverhältnis stufenlos und schnell regelbar. Zudem ist ein Taktbetrieb möglich. Bei Holzfeuerungen ist das nicht so einfach. Hier wird ein fester Brennstoff auf einen Rost gefördert und dort nach einer Trocknungs- und Entgasungsphase verbrannt. Eine Regelung muss eine saubere Verbrennung und zusätzlich leistungs- und temperaturgerecht die Wärmeabgabe des Kessels gewährleisten. Als Führungsgrößen dienen die Feuerraum- und die Kesselwassertemperatur.

Die Feuerraumtemperatur, deren Sollwert mit Rücksicht auf eine gute Standzeit bei ca. 700 °C liegt, wird durch die Brennstoffdosierung und die Zufuhr von Primär- und Sekundärluft beeinflusst und zumeist über eine Lambdasonde geregelt. Diese Parameter entscheiden somit auch über die Verbrennungsqualität und Emissionsraten. Unterschiedliche Wärmeabnahmen der Verbraucher erfordern darüber hinaus Eingriffe in die Verbrennungsleistung. Steigt die Kesselwassertemperatur in den Bereich ihres Sollwerts, wird die Brennstoffbeschickung reduziert oder unterbrochen, bis sich ein Gleichgewicht zwischen Erzeugung und Verbrauch einstellt.

Um eine schnelle Anpassung an diese Veränderungen zu erreichen, muss die Beschickungsrate klein sein und die Verbrennungsluftmengen müssen über Gebläse und Düsen möglichst stufenlos geregelt werden. Bei geringster Wärmeabnahme wird die Beschickung völlig abgeschaltet und nur noch ein Stützfeuer als Gluthalteinbetrieb bewahrt. So kann bei einer erneuten Leistungsanforderung automatisch angefahren werden.

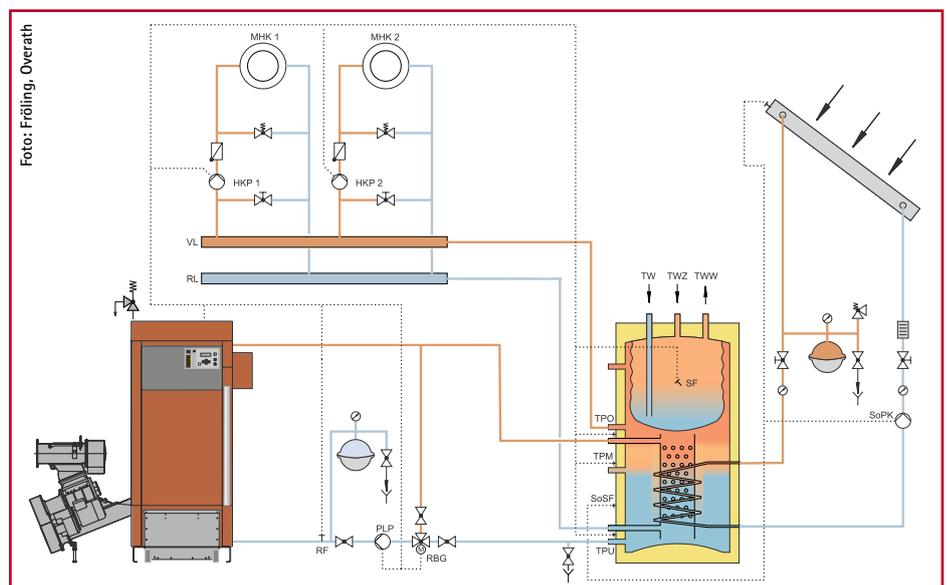


Bild 4 Hydraulik einer Hackschnitzelfeuerung mit Pufferspeicher als Sammel- und Verteilsystem

Problematisch ist der Kleinstlastbereich, denn bei einer Wärmeabnahme unter 30% der Kesselnennleistung wird häufig die Vorlaufolltemperatur nicht erreicht. So kann es in diesem Lastbereich zum „Schaukelbetrieb“ zwischen Temperaturanforderung und Leistungsangebot führen, unter dem die Verbrennungsqualität und der Wirkungsgrad der Feuerung deutlich leiden. Jede unvollständige Verbrennung führt zu Störungen und Versotungen, belastet die Umwelt und schädigt den Kessel.

Pufferspeicher

Leistungsschwankungen auf der Erzeuger- oder Abnehmerseite können durch großvolumige Heizwasserbehälter abgepuffert werden. Bei kurzfristig fallender Wärmeabnahme dient der Pufferspeicher als Abnehmer vorübergehend nicht benötigter Wärme und bietet somit der Feuerung die erforderliche Zeit, sich an die veränderten Anforderungen anzupassen. Bei gutem Schichtungsverhalten ist umgekehrt die Leistungsunterstützung zur Deckung von Verbrauchsspitzen möglich. Ein Stückholzkessel ist immer mit einem Pufferspeicher zu kombinieren.

Automatische Pellets- und Hackschnitzelkessel können auch ohne Pufferspeicher betrieben werden, sofern 30% Mindestlast des Kessels von den Heizkreisen sicher abgenommen werden. Die Dimensionierung des Pufferspeichers ist von der Schwankungsbreite und -häufigkeit der Verbraucher abhängig und erfordert planerische Sorgfalt. Eine zu kleine Auslegung provoziert zu häufig einen Gluthalbetrieb, eine Überdimensionierung verursacht unnötige Investitionskosten und höhere Abstrahlverluste. Als Richtwert können 50 bis 100 Liter Puffervolumen je kW Kesselnennleistung angenommen werden.

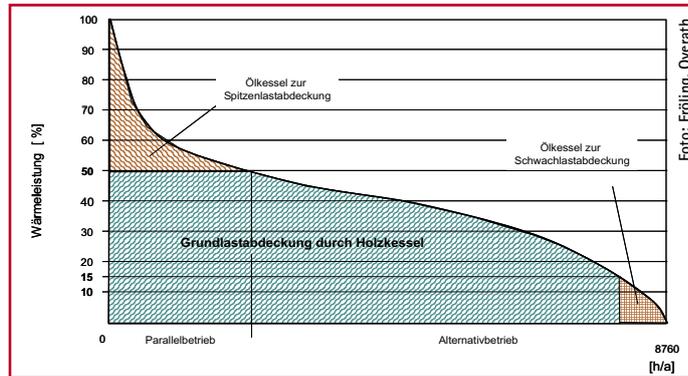


Bild 5
Jahresdauerlinie
für eine bivalente
Wärmeversorgung

Die Speicherfunktion kann aber auch zum Zentrum eines Sammel- und Verteilsystems von Heizwärme ausgebaut werden. Durch den Einbau eines Thermohydraulik-Zylinders und die systematische Nutzung der hierdurch unterstützten Schichtung des Heizwassers im Großwasserraum ist mit Hilfe einer zusätzlich eingebauten Heizfläche eine wirtschaftliche Aufschaltung von Solarenergie oder anderer Wärmequellen möglich. Im oberen, wärmsten Bereich kann zusätzlich eine Edelstahlblase zur direkten Trinkwassererwärmung eingebaut werden (Bild 4).

Bivalenter Anlagenbetrieb

Die Planung und Dimensionierung einer Kesselanlage erfolgt nach dem Spitzenbedarf. Während dieser bei einer industriellen Nutzung weitgehend gleich bleibend sein kann, ist er bei der Mehrzahl der Objekte von der Jahreszeit und Außentemperatur abhängig. Die Problemzonen für einen wirtschaftlichen Kesselbetrieb sind die Randbereiche einer Jahresdauerlinie (Bild 5).

Die nur wenige Stunden im Jahr benötigte maximale Leistung bestimmt die Anlagengröße und damit die Investitionskosten. Die Kleinstlast und der Gluthalbetrieb beeinflussen den Wirkungsgrad und das Emissionsverhalten der Holzfeuerung negativ und erfordern häufig den Einsatz eines Pufferspeichers.

Spätestens ab einer Leistung von 100 kW sollte deswegen der Einsatz einer Doppel-Holzkesselanlage in Betracht gezogen werden. Die Lastaufteilung erfolgt dann nach der Wärmeabnahmestruktur des jeweiligen Objekts. Bei einer Leistungsaufteilung auf $2 \times 50\%$ ergibt sich für den größten Teil der Jahresheizarbeit eine 100%ige Redundanz. Darüber hinaus halbiert sich die Kleinstlast bezogen auf die Gesamtleistung.

Die funktionstechnischen Vorteile zweier Holzkessel stehen jedoch im krassen Widerspruch zu den deutlich höheren Investitionskosten und können diese in den seltensten Fällen durch Wirkungsgradverbesserungen ausgleichen. Deshalb bietet sich eine bivalente Lösung mit einer kostengünstigen schnell regelbaren Öl- oder Gasfeuerung an.

Ziel einer wirtschaftlich-technischen Optimierung sind minimale kapitalgebundene Kosten und niedrigste Verbrauchskosten. Da die Investitionskosten für einen mit Holz befeuerten Kessel in allen Leistungsabstufungen deutlich über den Kosten für NT-Öl- oder -Gaskessel liegen, sollte der Holzkessel den größten Anteil der Jahresheizarbeit über den kostengünstigeren Brennstoff Holz mit der kleinstmöglichen Anlagenleistung abdecken.

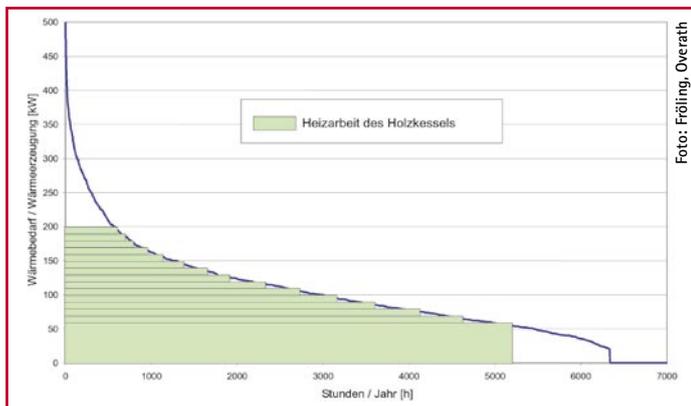


Bild 6
Optimierung
der anteiligen
Jahresheizarbeit
bei bivalenten
Kesselanlagen

Optimale Dimensionierung

Grundlage einer optimalen Auslegung ist eine gewissenhaft ermittelte Jahresdauerlinie. Sie stellt den nach Größe geordneten stündlichen Wärmebedarf über alle Stunden eines Jahres dar. Dazu wird über der jährlichen Betriebszeit die abgegebene Kesselleistung aufgetragen. Die Fläche unter der Kurve bildet die Jahresheizarbeit ab. Zur Flächenberechnung können Rechtecke mit gleicher Kantenlänge (Leistung) benutzt werden. Die Summe der Teilflächen ergibt die (anteilige) Jahresheizarbeit.

$$W_{\text{ges}} = \sum_{i=1}^n A_i \quad [\text{Gl. 1}]$$

Hieraus lässt sich unter Berücksichtigung des unteren Heizwerts, des eingesetzten Brennstoffs und des feuerungstechnischen

Wirkungsgrads des Kessels der jährliche Brennstoffverbrauch ermitteln.

$$B_{\text{Holz}} = \frac{W_{\text{ges}}}{H_u \cdot \eta} \quad [\text{Gl. 2}]$$

Zur Optimierung des wirtschaftlichsten Gesamtkonzepts sind jetzt unterschiedliche Lastaufteilungen zwischen Holz- und NT-Kessel durchzurechnen. Dabei sollte die für den Holzessel schwer zu beherrschende Kleinstlast von ca. 30% stets solange vom NT-Kessel abgedeckt werden, bis ein sicherer Mindestbedarf für diese Leistung besteht. Der dann verbleibende feuerungstechnisch zu beherrschende „Kleinstlast-Sockel“ kann mit den dazugehörigen jährlichen Betriebsstunden als großes Rechteck mit der Fläche A_0 in die Berechnung der Jahresheizarbeit des Holzessels eingehen.

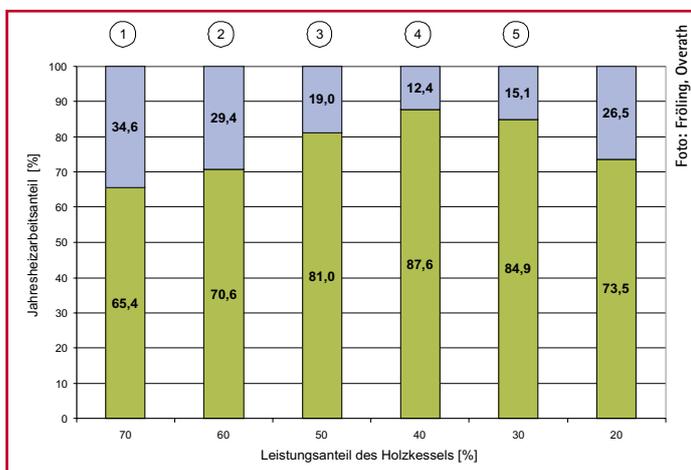


Bild 7
Aufteilung
der Jahresheizarbeit
in Abhängigkeit
der Kesselleistung
des Holzessels

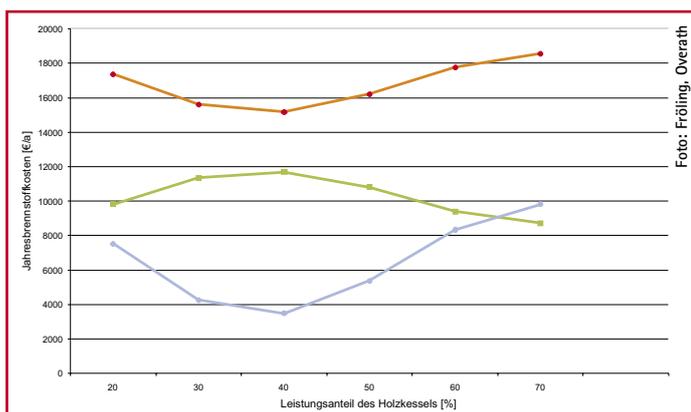


Bild 8
Darstellung
der Brennstoffkosten
in Abhängigkeit
der Aufteilung
der Kesselleistungen

$$A_0 = P_{30} \cdot t_{30} \quad [\text{Gl. 3}]$$

Die obere Grenze der für die Ermittlung der Heizarbeit zu addierenden Flächeninhalte richtet sich nach der prozentualen Aufteilung der Kesselleistungen.

$$W_{\text{Holz}} = A_0 + \sum_{i=31}^{n-x} A_i \quad [\text{Gl. 4}]$$

Die für den NT-Kessel verbleibende Heizarbeit ergibt sich aus der Differenz von gesamter Jahresheizarbeit und der Heizarbeit des Holzessels (Bild 7). Über die daraus resultierenden jährlich benötigten Brennstoffmengen und unter Berücksichtigung der mittelfristig zu erwartenden Brennstoffpreise, ergeben sich klare Planungsempfehlungen und Investitionsentscheidungen für den Betreiber.

Im Rahmen einer Diplomarbeit, die kürzlich als Industrieprojekt von Fröling Heiz- und Trinkwassersysteme an der FH Köln erstellt wurde, wurden Auslegungs- und Optimierungskriterien für Holzfeuerungsanlagen berechnet [4].

Für die Erneuerung der Heizungsanlage einer Schule mit Turnhalle und Lehrschwimmbecken bestand ein Wärmebedarf von 500kW, der mit einer Holzfeuerung saniert werden sollte. Als wirtschaftlichste Lösung wurde der Einsatz einer Doppelkesselanlage, bestehend aus einem mit Hackschnittel befeuerten Kessel und einem NT-Kessel, ermittelt. Die optimale Aufteilung ergab sich im Leistungsverhältnis 40/60%, also 200kW Holz plus 300kW Öl oder Gas (Bild 8). Mit dem 200-kW-Holzessel können bei diesem Projekt über 90% der Jahresheizarbeit abgedeckt werden. Die Arbeit der schnell regelbaren Feuerung teilt sich in die nur wenigen jährlichen Betriebsstunden der Spitzenlastanforderung und in den Schwachlastbetrieb (hier 12% der Gesamtanlagenleistung) auf.

Bei einem weiteren Projekt zur Optimierung der Heizungsanlage einer Schule, jedoch ohne Turnhalle und Schwimmbad, lagen die wirtschaftlichsten Investitions- und Gesamtbrennstoffkosten bei einer bivalenten Kesselaufteilung im Verhältnis von 30% Holz und 70% Öl/Gas.

Hydraulik bivalenter Anlagen

Doppelkesselanlagen mit bivalenten Feuerungen sollten generell parallel geschaltet werden. Dadurch ist es möglich, jeden Kessel einzeln und für die Spitzenanforderung beide gemeinsam zu betreiben. Die Schwachlast, d.h. ca. 9 bis 12% der Gesamtleistung, wird dabei ausschließlich vom schnell regelbaren (NT-)Kessel bedient.

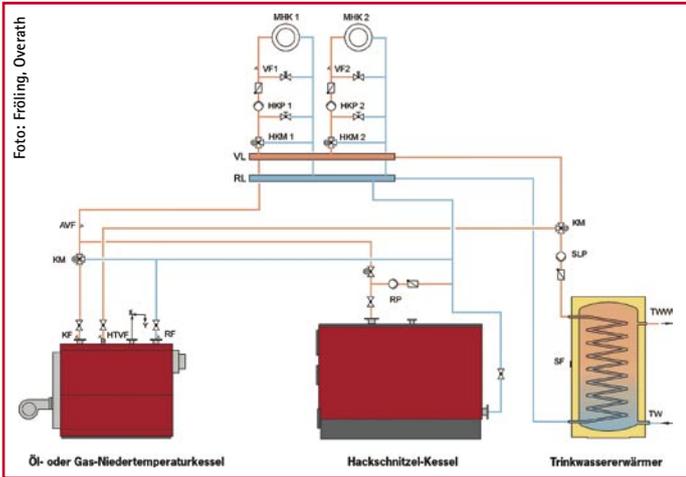


Bild 9
Hydraulische Schaltung einer bivalenten Doppelkesselanlage mit Trinkwassererwärmer

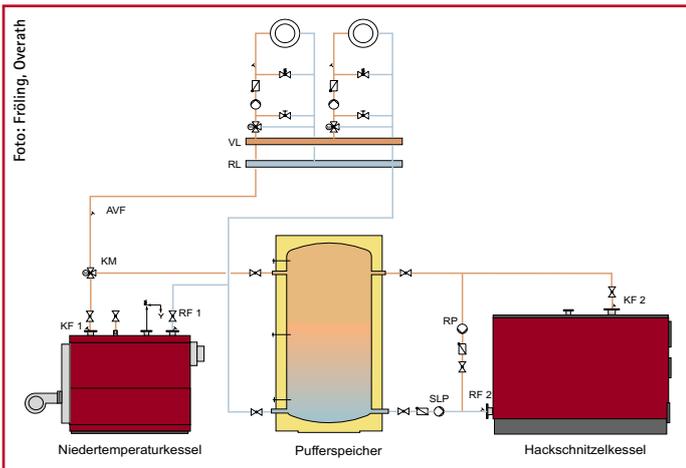


Bild 10
Hydraulikschema einer Doppelkesselanlage mit Pufferspeicher

Der mit Holz befeuerte Grundlastkessel muss vor Taupunktunterschreitung geschützt werden und benötigt deswegen eine Rücklaufftemperaturerhöhung. Diese ist mit einer über die Rücklaufftemperatur gesteuerten Beimischpumpe einfach zu bewerkstelligen. Zu beachten ist hierbei die Position des Rücklauffühlers, der oberhalb der Bypassleitung platziert werden muss. Wird als Spitzenlastkessel ein NT-Kessel eingesetzt, muss auch dieser vor Taupunktkorrosionen geschützt werden.

Besondere Systemvorteile bieten hier Großwasserraumkessel mit geringem wasserseitigen Widerstand, die keine Mindestumlaufwassermenge benötigen. Durch den Einsatz eines Optimierungsmischers im Kesselvorlauf wird unter Vernachlässigung der Rücklaufftemperatur nur soviel Wasser durch den Kessel geleitet, dass dieses mit der jeweiligen Brennerleistung auf mindestens 60 °C erwärmt werden kann.

Das überschüssige Rücklaufwasser wird über eine Bypassleitung vom Rücklauf zum Vorlauf geführt und vereint sich im Optimierungsmischer zur Gesamtwassermenge mit einer witterungsgeführten Vorlauftemperatur, die auch unter 60 °C betragen kann [5]. Primärseitige Pumpen sind nicht erforderlich, die Umlaufwassermenge wird ausschließlich durch die

sekundärseitigen Heizkreispumpen bestimmt. Folglich erübrigt sich auch der Einsatz Hydraulischer Weichen, offener Verteiler oder von Überströmstrecken (Bild 9).

Hochtemperaturanforderungen zur hygienischen Trinkwassererwärmung können von Kesseln mit „Thermohydraulischer Abkopplung“ ohne Vorrang, also im Parallelbetrieb zum Heizungsvorlauf, bedient werden [6], wodurch sich der Jahresnutzungsgrad spürbar verbessert. Über einen zweiten Vorlaufstutzen kann der Hochtemperaturvorlauf mit einer Temperaturdifferenz von ca. 15K unter Umgehung des Vorlaufverteilers, direkt zum Trinkwassererwärmer geführt werden. Ein Umschaltventil stellt dann die Versorgung des Trinkwassererwärmers sicher, wenn ausschließlich der Holzessel in Betrieb ist.

Durch den Einsatz eines Pufferspeichers (Bild 10) können einerseits Kleinstlasten des Holzessels aufgenommen und andererseits Lastspitzen bedient werden. Entscheidend für den wirtschaftlichen und funktionalen Nutzen eines Pufferspeichers ist jedoch seine richtige hydraulische Einbindung. Diese muss so vorgesehen werden, dass die Aufladung des Speichers ausschließlich durch den Holzessel erfolgen kann.

Die Entladung des Pufferspeichers kann solange direkt ins Netz geführt werden, wie es die geforderte Vorlauftemperatur zulässt. Erst wenn sich abzeichnet, dass dies nicht mehr ausreichend ist, heizt der Holzessel nach. Beim Betrieb beider Kessel wird der Heizungsrücklauf durch den Einsatz eines im Vorlauf installierten Optimierungsmischers leistungs- und temperaturabhängig auf den Pufferspeicher mit Holzessel und den NT-Kessel aufgeteilt.

Eine optimierte Auslegung und Aufteilung einer Heizungsanlage mit dem maximalen Einsatz des preisgünstigen Brennstoffs Holz bietet sich als praktikable Alternative und Ergänzung zu den bisherigen Brennstoffen und Kesselsystemen geradezu an. Die günstigen Investitions- und Brennstoffkosten sollten viele Betreiber zu einer derartigen Lösung ermutigen. Gerade die Kombination von Festbrennstoffen mit konventionellen Energieträgern führt zu einer optimalen Nutzung regenerativer Energie und zu einem Höchstmaß an Betriebssicherheit. ←

Literatur

- [1] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR): Energie aus Biomasse. April 2002
- [2] Landwirtschaftskammer für Oberösterreich: Energie aus Holz. Juli 1995
- [3] Fröling Heiz- und Trinkwassersysteme GmbH: Installationsanleitungen von Holzesseln. Overath: Stand 01-2005
- [4] Daniel Hechler: Herleitung von Auslegungskriterien für einen optimalen Betrieb von Hackschnitzel- bzw. Pellet-Kesselanlagen: Diplomarbeit an der FH Köln, Fakultät für Anlagentechnik, Energie- und Maschinensysteme, Mai 2003
- [5] Hans-Jürgen Selbach: In der Systemhydraulik steckt viel ungenutztes Potential. Düsseldorf: Springer VDI Verlag, HLH 12-2004
- [6] Fröling Heiz- und Trinkwassersysteme GmbH: Technische Unterlagen zur Thermohydraulischen Abkopplung. Overath: Stand 01-2005
- [7] Quelle: Monitoring zur Wirkung der Biomasseverordnung auf Basis des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG), Institut für Energetik und Umwelt (IE), Dezember 2003, www.erneuerbare-energien.de

Dipl.-Ing.
Hans-Jürgen Selbach,
Fröling Heiz-
und Trinkwasser-
systeme GmbH,
51491 Overath,
Telefon
(0 22 04) 72 02 31,
E-Mail:
hans-juergen.selbach@froeling.de,
www.froeling.de

