Abgasreinigung kann sich auch rechnen

Die Kombination von Wärmerückgewinnung und Abgasreinigung spart einen Teil der Kosten selbst ein

Von Roger Stahel*, Nürensdorf (Schweiz)

Die Verfügbarkeit von Holz wird in Fachkreisen kontrovers diskutiert. Neben der Energiebranche stellen auch andere Sektoren, wie beispielsweise die Holz verarbeitende Industrie, Ansprüche an die Nutzung des Waldes. Besonders in Regionen mit einer hohen Anzahl an Großheizkraftwerken warnen Fachkreise vor einer Übernutzung des Waldes. Verändernde Rahmenbedingungen (z. B. die Verknappung von fossilen Energieträgern) werden den Ausbau der energetischen Nutzung von Biomasse noch stärker vorantreiben. Für den Energiestandort Mitteleuropa ist es daher entscheidend, möglichst viel Wärme aus dem zur Verfügung stehenden Holz zu gewinnen. Mittels Wärmerückgewinnung aus Abgasen lässt sich die Effizienz bei Holzfeuerungen um 15 bis 30 % steigern. Dies bringt bis zu einem Drittel mehr Energie mit den identischen Primärenergieressourcen. Effizienzsteigernde Maßnahmen werden mit steigenden Energiekosten noch stärker an Bedeutung gewinnen.

Ein großes Potenzial für die Effizienzsteigerung bei der Wärmeerzeugung mit Holz ist in der Abgaskondensation enthalten. Eine Wirkungsgradverbesserung von bis zu 30 % ist realisierbar. Waldhackschnitzel weisen einen hohen Wassergehalt auf. Der Anteil an Wasser beträgt bis zu 50 % des Gesamtgewichts. Dies bedeutet bei 1 kg Waldhackschnitzeln einen Wasseranteil von 500 g. Das Wasser wird bei der Verbrennung verdampft. Der Phasenwechsel vom flüssigen in den dampfförmigen Zustand ist energetisch aufwendig. Die aufgewendete Wärme für die Änderung des Aggregatszustands wird als latente Wärme bezeichnet. Durch die Abgaskondensation wird der Wasserdampf im Abgas wieder verflüssigt. Die latente Wärme wird dabei freigesetzt. Um den Wasserdampf zu kondensieren, muss der Taupunkt des Abgases unterschritten werden (Taupunkt: ~57 bis 60 °C). Dieser steht in Abhängigkeit von Faktoren wie dem Standort (m.ü.M) , dem Wassergehalt im Abgas und dem Luftüberschuss. Bei Wärmenetzen wird die Kondensationswärme häufig zur Anhebung des Netzrücklaufs genutzt. Dazu sind durchschnittliche Rücklauftemperaturen von maximal 50 °C erforderlich.

Rücklauftemperaturen bei Wärmenetzen in Mitteleuropa

Im Besonderen ältere Wärmeverbunde weisen hohe Rücklauftemperaturen von teilweise über 60 °C auf. Ursachen sind beispielsweise hydraulische Kurzschlüsse oder schlecht regulierte Netzpumpen. Neben den hohen Rücklauftemperaturen führen die schlecht ausgelegten Wärmenetze zu großen Wärmeverlusten und einem übermäßigen elektrischen Bedarf.

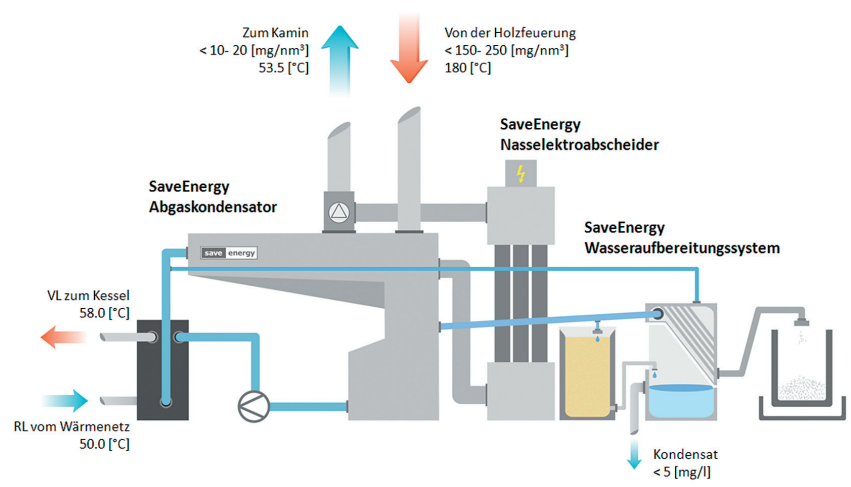
Im Rahmen der Studie „Systemoptimierung automatischer Holzfeuerungen (1995)“ wurden 25 Holzfeuerungen in der Schweiz untersucht. Die Wärmeverluste bei der Wärmeverteilung lagen bei mehr als der Hälfte der untersuchten Anlagen bei über 15 %. Die schlechtesten Anlagen hatten bis zu 35 % Wärmeverlust im Wärmenetz.

In Skandinavien werden die Wärmenetze seit Jahren konsequent optimiert. Im Rahmen einer großangelegten Studie wurden 129 Wärmenetze bezüglich der durchschnittlichen Vor- und Rücklauftemperaturen untersucht. Die durchschnittlichen Rücklauftemperaturen über allen Wärmenetzen liegen gemäß der Studie bei 48,2 °C.

Die Fokussierung auf die effiziente Wärmeverteilung wird auch in der Schweiz an Bedeutung gewinnen. Die durchschnittlichen Rücklauftemperaturen werden im Zuge der Optimierung in den Bereich von skandinavischen Wärmenetzen zu liegen kommen.

Fallbeispiel bestehendes Wärmenetz

Im Rahmen der verschärften Luftreinhalteverordnung in der Schweiz müssen bestehende Holzheizwerke mit sekundären Maßnahmen für die Feststoffabscheidung nachgerüstet werden. Häufig ist dies ein idealer Zeitpunkt, effizienzsteigernde Maßnahmen zu realisieren. Durch eine strukturierte Analyse lassen sich in der Regel die Rücklauftemperaturen im Wärmenetz mit vertretbaren Maßnahmen auf durchschnittlich 50 °C senken. Neben der geschaffenen Möglichkeit der Wärmerückgewinnung aus dem Abgas werden die Wärmeverluste im Netz gesenkt. Die höhere Temperaturspreizung ermöglicht es zudem, mehr Wärme durch das bestehende Netz zu transportieren. Die Sanierungsmaßnahmen ermöglichen dem Betreiber mit dem gleichen Wärmenetz, der identischen Holzfeuerung und derselben Brennstoffmenge bis zu 20 bis 30 % mehr Wärme zu verkaufen.



Standardisierte Lösung für die kombinierte Abgasreinigung und Wärmerückgewinnung

Fallbeispiel neues Holzheizwerk

Effizienzsteigernde Maßnahmen zahlen sich auch bei der Realisierung von neuen Holzheizwerken aus. Häufig lassen sich bereits in einer frühen Phase gezielte Maßnahmen für die effiziente Auslegung der Hydraulik umsetzen. Die effiziente Auslegung ermöglicht eine höhere Temperaturspreizung zwischen der Vor- und der Rücklauftemperatur. Dies wiederum führt zu einem reduzierten Massenstrom im Wärmenetz. Dadurch lässt sich das Wärmenetz kleiner dimensionieren. Die tiefen Rücklauftemperaturen ermöglichen zudem die Wärmerückgewinnung aus dem Ab-gas. Die Verbesserung des Gesamtwirkungsgrads um 20 bis 30 % ermöglicht den Einsatz einer kleineren Holzfeuerung bei gleichbleibender Wärmemenge. Ein Teil der anfallenden Anschaffungskosten für die Abgaskondensation wird damit bereits durch geringere Investitionskosten bei der Holzfeuerung finanziert. Investitionen für effizienz-steigernde Maßnahmen zahlen sich bei einer ganzheitlichen Betrachtung der Wirtschaftlichkeit bereits nach wenigen Jahren aus. Steigende Brennstoffkosten werden die Wirtschaftlichkeit von effizienten Anlagen noch weiter verbessern.

Kombinierte Abgasreinigung und Wärmerückgewinnung

Die Wärmerückgewinnung und die Abgasreinigung lassen sich mit dem „Save-Energy“-System kombinieren. Im Abgaskondensator wird die sensible und latente Wärme aus dem Abgas zurückgewonnen. Zudem findet eine Grobabscheidung der Feststoffe statt. Im nachgeschalteten Nasselektroabscheider werden die Feststoffe in einem elektrostatischen Feld abgeschieden. Durch das nasse Verfahren werden hohe Verfügbarkeiten bei garantierten Feststoffemissionen bis unter 10 mg/nm³ gewährleistet.

Kondensationsanlagen lassen sich in die direkten und die indirekten Kondensatoren unterteilen. Bei der direkten Kondensation wird das Abgas mit dem eigenen Kondensat in Kontakt gebracht, während beim indirekten Verfahren das Kühlmedium durch eine Kühlfläche vom Gasstrom getrennt ist. Der „Save-Energy“-Kondensator basiert auf dem direkten Kondensationsverfahren. Bei diesem System wird die Wärme aus dem Abgas über das eingedüste Prozesswasser ausgekoppelt. Dabei übernimmt die Oberfläche der vielen, kleinen Wassertropfen die Funktion eines mechanischen Wärmetauschers. Die Wärme aus den Abgasen wird vom Prozesswasser aufgenommen und über einen Plattenwärmetauscher dem Wärmeabnehmer (z. B. Rücklauf Wärmenetz) abgegeben. Die große Wärmetauscheroberfläche (Summe sämtlicher Tropfenoberflächen) garantiert eine hohe Effizienz. Das Abgas wird 2 bis 3 °C über die Temperatur des Wärmeabnehmers ausgekühlt. Da sich kein mechanischer Wärmetauscher im Abgas befindet, ist der „Save-Energy“-Kondensator unanfällig gegen Verschmutzung und kann im Rohgas eingebunden werden.

So wie „Energiezentrale Untermosen“ des Holzschnitzel-Wärmeverbundes Untermosen-Frohmatt-Bühl könnten künftig noch mehr Biomasse-Heizanlagen mit Wärmerückgewinnung ausgerüstet sein.

Die Partikelkonzentration im Prozesswasser wird auf einem konstant tiefen Niveau gehalten. Ein Teilstrom des Prozesswassers wird kontinuierlich im Wasserbehandlungssystem aufbereitet. Das gereinigte Prozesswasser wird wieder ins System zurückgeführt.

Nasselektroabscheider

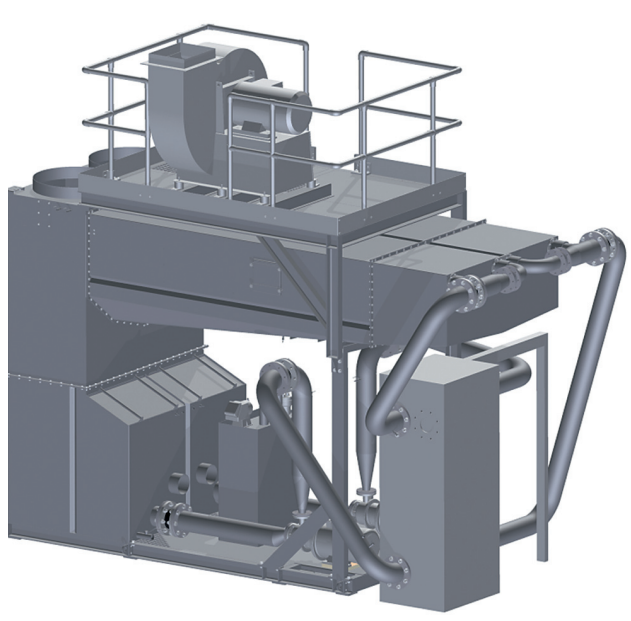
Der „Save-Energy“-Nasselektroabscheider scheidet die Feststoffe über ein elektrostatisches Feld ab. Er ist als Rohrelektroabscheider aufgebaut. Über eine untere Kammer tritt das Abgas in den Nasselektroabscheider ein. Das Abgas wird durch die Niederschlagsröhren geführt und tritt über eine obere Kammer wieder aus. Innerhalb jedes Rohres befindet sich eine Sprühelektrode. Diese steht unter Hochspannung (U= 50 bis 70 kV). Die Niederschlagröhren sind mit dem Massenpotenzial verbunden. Die Feststoffe werden über Sprühelektrode elektrisch geladen und schlagen sich an den Niederschlagsröhren nieder. Durch den vorgeschalteten Abgaskondensator wird das Abgas ausgekühlt. Die tiefen Temperaturen führen zu einem reduzierten Volumenstrom. Dies ermöglicht die kompakte Bauweise des Nasselektroabscheiders. Da dieser in allen Betriebszuständen „nass“ betrieben wird, entfällt die Problematik der Taupunktunterschreitung im Teillastbetrieb. Die Abscheideröhren sind zu jederzeit nass. Die Feststoffe haften dadurch nicht an den Niederschlagsröhren an und können durch das zyklische Absprühen mit Wasser gereinigt werden.

Wasserbehandlungssystem

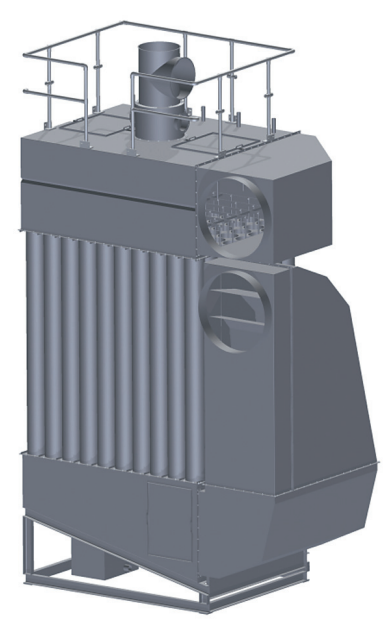
Das Wasserbehandlungssystem baut auf einem zweistufigen Prozess auf. In der ersten Stufe wird das verschmutzte Kondensat über einen Lamellenabscheider geleitet. Aufgrund der Schwerkraft setzt sich der Großteil der Feststoffe ab. Das Sediment im Abscheidebecken wird abgepumpt. In der zweiten Stufe sickert das vorgereinigte Kondensat durch einen Sandfilter. Dabei werden die verbleibenden Feststoffe aus dem Kondensat gefiltert. Das gereinigte Kondensat wird über den Klarwassertank in die Kanalisation geleitet.

Ausblick

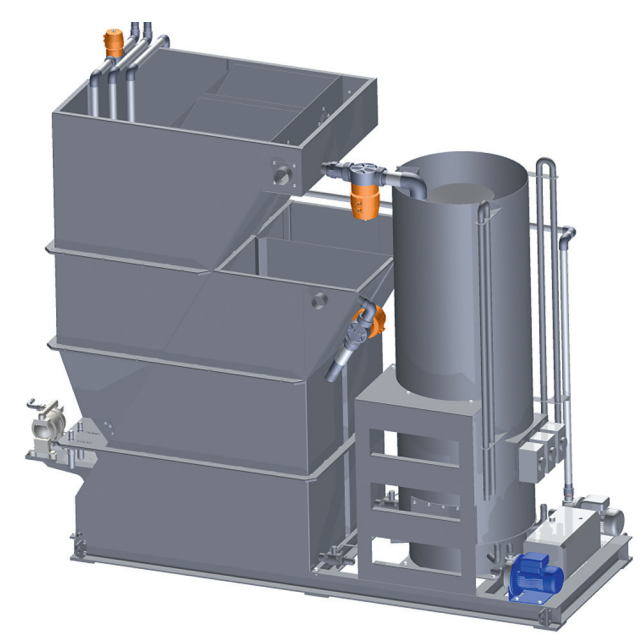
In Skandinavien haben sich Abgaskondensationsanlagen flächendeckend durchgesetzt. Nahezu bei allen Holzheizwerken werden solche Anlagen eingesetzt. „Save-Energy“ hat in den letzen beiden Jahren bereits über zehn Anlagen in der Schweiz mit Lösungen für die kombinierte Abgasreinigung und Wärmerückgewinnung realisiert. Aufgrund von veränderten Rahmenbedingungen wird es sich in Zukunft niemand mehr leisten können, 30 % der erzeugten Wärme über den Kamin in der Atmosphäre zu verpuffen. Effizienzsteigernde Maßnahmen werden auch in der Schweiz in Zukunft die Regel sein.



Das System besteht aus der Wärmerückgewinnung …



… dem Nasselektroabscheider …



… und dem Wasserbehandlungssystem.

* Roger Stahel ist Geschäftsführer der IS Save-Energy AG, Nürensdorf (Schweiz)