

HOLZVERGASUNG SETZT SICH FÜR STROM- UND WÄRMEPRODUKTION DURCH

Die gleichzeitige Erzeugung von Wärme und Strom durch Holzvergasung ist die innovative Anwendung einer rund 150 Jahre alten Technologie. Möglich wird sie dank technisch ausgereifter Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlagen (WKK). Mit ihnen kann Holz künftig als erneuerbare Energie noch besser genutzt werden. Holzvergasungs-WKK-Anlagen eignen sich insbesondere für den Einsatz bei Gemeinden, Städten, Kooperationen für Fernheizwerke und Wärme-Verbünden.



Betriebsleiter Hans Bieri produziert mit der Holzvergasungs-Anlage in Stans pro Jahr 10,2 GWh Wärme, die einen Wärmeverbund mit 60 Wohnungen und 20 Industrie- und Gewerbebetrieben versorgt. Dazu speist die Anlage jährlich 5,6 GWh Strom ins Netz. Foto: B. Vogel

Wie die Technologie der Holzvergasung im kleineren Massstab funktioniert, führt seit April 2015 die Sägerei Josef Bucher AG in Escholz matt (LU) vor Augen: Aus den Holzabfällen der Sägerei (in Form von Hackschnitzeln) werden durch Holzvergasung Wärme (1,8 GWh pro Jahr/240 kW Leistung) und Strom (1 GWh pro Jahr/125 kW Leistung) erzeugt. Der Strom wird in der Sägerei verwendet bzw. ins Stromnetz eingespeist, die Wärme im lokalen Fernwärmenetz genutzt. «Wir decken mit dem Kraftwerk ganzjährige die Grundlast für das Wärmenetz. Da wir die Anlage aus praktischen und wirtschaftlichen Gründen ganzjährig betreiben wollen, kommt es uns entgegen, dass am Wärmenetz auch ein Altersheim und eine Schule hängen, die ganzjährig Wärme abnehmen», sagt Firmenchef Hansjörg Bucher. Der Zusatzbedarf bzw. Spitzenwärme im Winter werden durch eine Schnitzelfeuerung (2100 kW Leistung) abgedeckt.

Die Anlage in Escholz matt deckt den Strombedarf von umgerechnet gut 300 modernen Vier-Personen-Haushalten und den Wärmebedarf von 360 derartigen Haushalten. Holzvergasung funktioniert aber auch in einem fünfmal grösseren Massstab, wie das Beispiel von Stans (NW) zeigt. Die dortige Anlage ist bereits seit 2007 in Betrieb. Hier wird Bauabrissholz genutzt. Der Strom (1200 kW/5,6 GWh) geht ins Netz, die Wärme (1500 kW/10,2 GWh) in den Wärmeverbund einer Siedlung mit rund 60 Wohnungen und 20 Industrie- und Gewerbebetrieben. Etwa die Hälfte der Wärme nimmt die Pilatus Flugzeugwerke AG ab. «Wir haben mit unserer Anlage Pionierarbeit geleistet. Indem wir immer wieder Kinderkrankheiten behoben haben, sammelten wir wertvolle Erfahrungen, von welchen künftige Anlagenbetreiber profitieren können», sagt Betriebsleiter Hans Bieri.

Den Kinderschuhen entwachsen

Die Anlagen in Escholz matt und Stans sind zwei von sieben Holzvergasungs-Anlagen, die zur Zeit in der Schweiz in Betrieb sind. «Der Energieträger Holz liegt im Trend; die Holzvergasung, die früher an einem schlechten Image litt, ist heute ihren Kinderschuhen entwachsen und bereit für die praktische Anwendung», sagt Bernhard Böcker-Riese, Geschäftsführer der BR Energy Group AG (Luzern), die Ingenieursleistungen rund um Biomassekraftwerke anbietet. Als Investoren in erster Linie angesprochen sind Gemeinden, Städte, Kooperationen und Wärmeverbünde, welche ganzjährig – also auch im Sommer – eine hohe Wärmeabnahme aufweisen. Der ganzjährige Betrieb ist essentiell, um gerade auch mittelgrossen Anlagen wie in Stans einen wirtschaftlichen Betrieb zu ermöglichen. Bei der Stromerzeugung aus Holz gibt es einen deutlichen Skaleneffekt – d.h. mit der Grös-

se der Anlage sinken die spezifischen Kosten und die Wirkungsgrade nehmen zu. Da die elektrischen Wirkungsgrade bei heute bestehenden Technologien deutlich tiefer als 50% sind (vgl. Grafik S. 3), ist es aus Gründen der Wirtschaftlichkeit angezeigt, die Abwärme so weit als möglich zu nutzen.

Die Wirtschaftlichkeit hängt darüber hinaus von weiteren Faktoren wie Brennstoffkosten und Abnahmepreis ab. Für einen wirtschaftlichen Betrieb ist angesichts der aktuell tiefen Strompreise eine Förderung mit der Kostendeckenden Einspeisevergütung unabdingbar. Es sei denn, man hat wie die Betreiber der Stanser Anlage einen Abnehmer, der den Ökostrom langfristig zu einem guten Preis abnimmt.

Vergasung und andere Formen von Holz-WKK

Holzvergasung ist eine seit langem bekannte Technologie; neu ist deren Nutzung zur Produktion von Wärme und Strom



Blick auf die Holzvergasungs-Anlage bei der Josef Bucher AG in Escholz matt (LU): Im runden Vergaser rechts entsteht das Holzgas.
Foto: Josef Bucher AG

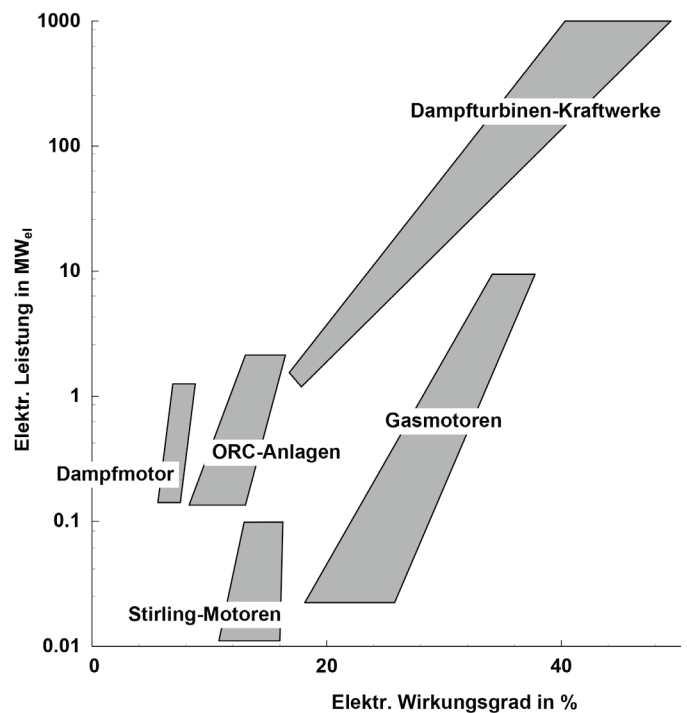
in Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlagen (WKK). Holzvergasungs-WKK nutzen die regional verfügbare Ressource Holz und leisten damit einen Beitrag zur dezentralen Versorgung mit erneuerbaren Energien. Holzvergasungs-WKK stehen in einer Reihe mit anderen WKK-Kraftwerken, die typischerweise mit (fossilem) Erdgas oder mit Biogas aus Klärgas- oder Grüngutvergärungsanlagen betrieben werden. Alternativ zur Vergasung kann Holz in WKK-Anlagen auch verbrannt werden. Bei Holzverbrennungsanlagen erfolgt die Stromerzeugung mit Dampfturbinen und optional nachgeschaltet mit ORC-Turbinengruppe (für Grossanlagen) sowie mit ORC-Anlagen oder mit Dampfmotor (für kleine Anlagen).

«Die Vorteile vom Holzvergasungs-WKK liegen im höheren Wirkungsgrad, eher tieferen Investitionskosten und den geringeren Stickoxid- und Feinstaub-Emissionen gegenüber der Holzkessel-WKK (Verbrennung)», sagt Martin Rügsegger, Inhaber der Beratungs-Firma ETECA GmbH (Fahrni/BE), die die Schweiz in der zuständigen Fachgruppe der Internationalen Energie-Agentur als Delegierter vertritt (vgl. Textbox S. 4). In Europa sind in den letzten Jahren viele neue Holzvergaser ans Stromnetz angeschlossen worden – heute sind rund 800 WKK-Anlagen in Betrieb. Sie verfügen nach den bisherigen Erfahrungen über eine mit anderen Kraftwerken vergleichbare Verfügbarkeit und arbeiten effizient, sagt Rügsegger. Eine weitere Anwendung der Vergasungstechnologie liegt in der Abfallvergasung (anstelle der klassischen Abfallverbrennung in KVA). Rügsegger verweist auf eine solche Anlage im finnischen Lahti, die seit ein paar Jahren erfolgreich in Betrieb

WIE HOLZVERGASUNG FUNKTIONIERT

Holzvergasung ist eine Form der energetischen Verwertung von Biomasse. Bei der Holzvergasung wird das Holz mit geringer, genau kontrollierter Luftzufuhr teilverbrannt und mit der Hitze in ein Gas umgewandelt (Verschmelzung bei 700 bis 900 °C). Man unterscheidet verschiedene Vergasungstechnologien: stationäre und zirkulierende Wirbelschicht-, Entrained Flow-, Festbettvergaser. Der Brennstoff wird im Gegenstrom oder im Gleichstrom zugegeben; Vergaser können im Unterdruck, Überdruck und unter hohem Druck (25bar) gefahren werden. Je nach Vergasertyp werden Luft, Sauerstoff und/oder Wasserdampf in die Reaktionszone in der Menge zugegeben, so dass die Vergasung, der Wirkungsgrad, die Teerbildung und der Vergasungsprozess insgesamt optimiert werden.

Das entstehende Holzgas ($\text{CO} + \text{H}_2 + \text{CO}_2 + \text{CH}_4$) wird anschliessend in einem Verbrennungsmotor oder einer Gasturbine verbrannt. Dabei entstehen Strom und Wärme. Aus 100% der Energie, die im Holz enthalten sind, können 55% als Wärme und 30% als Strom gewonnen werden. Das ergibt einen Gesamtwirkungsgrad von circa 85%. Gegenüber anderen Technologien, bei denen aus Holz Strom und Wärme erzeugt wird, ermöglicht die Vergasung einen vergleichsweise hohen Anteil an Strom, dies bei geringen Stickoxid- und sehr tiefen Feinstaub-Emissionen. BV/MR



Übersicht über die elektrischen Leistungsbereiche und Wirkungsgrade der Holz-Wärme-Kraft-Kopplung. Illustration: BFE-Studie Standortevaluation Holz-WKK 2013

sei und als Vorbild für Anwendungen der Kehricht-Vergasung auch in der Schweiz dienen könne.

Grosse Zahl möglicher Standorte

«Wir brauchen langfristige Planungssicherheit für Brennstoffkosten, Strompreise und ökologische Beiträge, dann wird auch die Bereitschaft da sein, in neue und erneuerbare Technologien wie die Holzvergasung zu investieren», sagt Rügsegger. Es braucht aber auch Standorte, wo die Anlagen genügend Platz haben und auf die Akzeptanz der Nachbarschaft stossen. Ein sehr wichtiger Einflussfaktor damit Holzvergaser erfolgreich funktionieren, ist die Brennstoffqualität: das Holz muss bezüglich Grösse, Feinanteil und Wassergehalt auf die jeweilige Anlage angepasst sein. Eine Studie der Energie&Holz GmbH (Zürich) im Auftrag des BFE hat anno 2013 42 Standorte in der Schweiz aufgezeigt, wo Holzfeuerungen betrieben werden, die durch Einbau von Vergasungs-Anlagen in WKK zur Produktion von Wärme und Strom umgerüstet werden könnten. «Im mittleren und unteren Leistungsbereich (unter 2'500 kWth) steht als Technologie im Moment die Holzvergasung im Vordergrund», stellt die Studie fest. Bei hohen Leistungen dagegen stünden für die Erzeugung von Wärme und Strom aus Holz Anlagen in Vordergrund, die

Holz nicht vergasen, sondern verbrennen und Wasserdampf erzeugen, welcher über Turbinen/Generatoren zu Strom verwertet wird. Mit der Abwärme auf einem tieferen Niveau wird dann nachgeschaltet Thermoöl erhitzt, welches verdampft und über ORC-Turbinen und Generatoren zusätzlich Strom erzeugt.

Es gibt auch noch Herausforderungen

Die Holzvergasung ist in Europa in der Praxis mit grossen und kleinen Anlagen etabliert. Es gibt aber nach wie vor Optimierungsbedarf, wenn es z.B. um eine zuverlässige und praktisch zu handhabende Gasanalyse geht, welche Aufschluss über die Leistungsfähigkeit der Anlage gibt. Oftmals weichen die Bedürfnisse für Gasmessungen und -analysen von Forschungsanlagen stark von kommerziell betriebenen Anlagen ab. Kommerzielle Anlagen nutzen Standardanalysengeräte



Das Holzvergasungs-WKK in Stans (NW) nutzt naturbelassenes Abfallholz für die Energieerzeugung. Foto: B. Vogel

SCHWEIZ PFLEGT EXPERTENDIALOG UNTER DEM DACH DER IEA

Die Energiegewinnung mit Holzvergasung war Ende Oktober 2016 Gegenstand eines dreitägigen Expertentreffens an der Hochschule Luzern in Horw. Die Zusammenkunft der sogenannten IEA Bioenergy Task 33 unter dem Dach der Internationalen Energieagentur (IEA) war von der Schweiz organisiert worden. Fachleute unter anderem aus Deutschland, Österreich, Schweden, den Niederlanden, Taiwan, der USA und der Schweiz tauschten ihre Erfahrungen zur Holzvergasung aus. Mit dabei waren auch Industrievertreter wie z.B. der Direktor der Gasturbinen-Sparte von Siemens. Ein Schwerpunkt des Treffens lag auf der Frage, wie sich Gasmessung und die Analytik verbessern lassen. Beschlossen wurde der gemeinsame Aufbau einer Plattform, die den Zugang zu den Ergebnissen der Messinstitute in verschiedenen Ländern erleichtern soll.

Die Arbeitsgruppen («Tasks») der IEA sind ein wichtiges Instrument, mit dem die Schweiz den internationalen Austausch im Bereich Energietechnologien pflegt. Die IEA hat aktuell 39 Programme («Technology Collaboration Programs/TCP»), die sich jeweils einem bestimmten Energiebereich widmen. An 20 dieser Programme ist die Schweiz beteiligt. Um die internationale Kooperation konkret umzusetzen, hat jedes Programm eine Reihe von Tasks, in denen Experten aus verschiedenen Ländern ein bestimmtes Thema bearbeiten.

Eines der IEA-Programme mit Schweizer Beteiligung ist jenes zu Bioenergie. Innerhalb dieses Programms sind zehn Arbeitsgruppen aktiv. An drei davon beteiligt sich die Schweiz: Task 32 (Biomasseverbrennung), Task 33 (Vergasung) und Task 37 (Vergärung). Welche Fragestellungen die einzelnen Arbeitsgruppen bearbeiten, wird jeweils mit einem Drei-Jahres-Programm im Rahmen der strategischen Leitlinien definiert, die zuvor vom «Executive Committee» des jeweiligen Programms formuliert wurden..

«Die in den Tasks versammelten Experten erarbeiten wissenschaftliche Publikationen, die den einzelnen Ländern wichtige Impulse für die Fortentwicklung und Nutzung der jeweiligen Energieträger geben», sagt Dr. Sandra Hermle, die die Schweiz im Executive Committee des Bioenergie-Programms der IEA vertritt. «Die Arbeitsgruppen dienen dem gegenseitigen Austausch und stellen damit den Rahmen bereit, um auf nationale Fragestellungen zu bestimmten Energietechnologien gemeinsam mit Fachleuten aus anderen Ländern zukunftsweisende Antworten zu finden.» BV

und Prozessdaten, um Rückschlüsse auf die Leistung und Gasqualität während des Betriebs zu ziehen. Bei Forschungsanlagen liegt das Interesse stärker bei den ablaufenden chemischen Prozessen während der Vergasung und es wird daher mit speziellen Messgeräten On-line und Off-line an diversen Messpunkten innerhalb des Prozesses gemessen. Ziel ist dabei, die Bildung von Verunreinigungen (wie z.B. Teer) im Vergasungsprozess frühzeitig zu erkennen, eventuelle Korrelationen zu finden und geeignete Massnahmen abzuleiten. Des Weiteren gilt es bezüglich Produktgasentnahme und Analyse eine einheitliche Methodik zu finden und diese zwischen den einzelnen Forschungsgruppen abzustimmen. Die Forschungserkenntnisse und der internationale Austausch tragen zu einer stetigen Verbesserung der kommerziellen Anlagen und deren Verfügbarkeit bei.

- **Auskünfte** zum Thema erteilt Dr. Sandra Hermle (sandra.hermle[at]bfe.admin.ch), Leiterin des BFE-Forschungsprogramms Bioenergie.
- Weitere **Fachbeiträge** über Forschungs-, Pilot-, Demonstrations- und Leuchtturmprojekte im Bereich Bioenergie finden Sie unter www.bfe.admin.ch/CT/biomasse.