

FLEXIBILISIERUNG VON KRAFTWERKEN DURCH REGENERATIVEN SCHÜTTSCHICHTWÄRMESPEICHER

Robert DASCHNER¹, Samir BINDER¹, Andreas HORNING^{1,2}

Hintergrund

Ein wesentliches Problem, das sich aus der zukünftigen Energieerzeugerstruktur in Deutschland aufgrund der zunehmenden fluktuierenden Erzeugung aus Windkraft- und Photovoltaikanlagen ergibt, ist die zeitliche Diskrepanz zwischen Stromerzeugung und -verbrauch sowie die Beeinträchtigung der Netzstabilität. Für die Gewährleistung der Versorgungssicherheit ist neben dem Ausbau der Netze unter anderem auch eine möglichst hohe Flexibilität bzw. Regelbarkeit der Stromerzeugung erforderlich. Biomasse(heiz)kraftwerke, Abfallverbrennungsanlagen oder Ersatzbrennstoffkraftwerke leisten derzeit noch keinen nennenswerten Beitrag zur bedarfsgerechten Verstromung bzw. zur Netzstabilität, was auf technische und wirtschaftliche Gründe zurückzuführen ist. Biomasse und Abfall als »speicherbare Energieträger« können jedoch einen sinnvollen Beitrag zur Stabilisierung der Stromnetze leisten. Für den Ausbau der regenerativen Energieerzeugung ist eine optimale Nutzung von Biomassepotenzialen, die nicht in Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion stehen und deshalb als Brennstoff verwendet werden können, ein wichtiger Baustein. Hierzu sind ganzheitliche Konzepte zur Effizienzsteigerung in Kraftwerksprozessen zu entwickeln, die Maßnahmen zur Integration in zukünftige Stromnetzstrukturen unter Berücksichtigung fluktuierender Energiequellen einschließen.

Zielstellung

Das Ziel der Forschungsaktivitäten von Fraunhofer UMSICHT ist die Entkopplung der Strom- und Wärmeerzeugung bei Heizkraftwerken für Biomasse, Ersatzbrennstoffe und Abfall. Durch die Speicherung von Wärmeenergie auf einem hohen Temperaturniveau von ca. 800 °C kann flexibel auf die Stromnachfrage reagiert und somit ein Beitrag zur Netzstabilisierung beigesteuert werden. Bei erhöhtem Strombedarf kann das Heizkraftwerk in reinem Kondensationsbetrieb und somit mit höherer elektrischer Leistung gefahren werden. In diesem Zeitraum erfolgt die Versorgung der angeschlossenen Verbraucher, insbesondere die Erzeugung des benötigten Prozessdampfes, über die zwischengespeicherte Wärme. Dazu wird der Einsatz eines regenerativen Schüttschichtwärmespeichers, dem sogenannten Pebble-Heater, für die betrachteten Kraftwerkstypen untersucht.

Methodik

Der regenerative Schüttschichtwärmespeicher wird in Zeiten geringen Strombedarfs beladen. Dazu kann im Kraftwerk ein Teilstrom des Rauchgases aus dem Brennraum abgezweigt und zur Beladung des Pebble-Heaters genutzt werden. Die darin enthaltene Wärme wird in der Schüttung zwischengespeichert. Der Pebble-Heater besteht in erster Linie aus zwei zylindrischen, gasdurchlässigen Rosten, die koaxial angeordnet sind (Abbildung 1). Zwischen diesen je nach Anforderung metallischen oder keramischen Rosten befindet sich das Schüttgutbett, beispielsweise aus Aluminiumoxid-Kugeln oder mineralischem Gestein. Die Schüttgutmenge ist ausschlaggebend für die Kapazität der Speichereinheit und ist in ihren Abmessungen variabel. Sowohl Höhe als auch Durchmesser der Schüttung kann angepasst und somit hohe Speicherkapazitäten erreicht werden.

Der Betrieb ist in zwei Phasen unterteilt. In der ersten Phase (Heizphase) strömt das heiße, nach dem Feuerraum der Verbrennungsanlage abgezweigte Rauchgas mit einer Temperatur von ca. 800 °C an der Unterseite des Pebble-Heaters in den vom inneren Rost (Heißrost) umschlossenen zylindrischen Hohlraum, durchströmt radial das Schüttgut und erwärmt dieses. Das kalte Rauchgas steigt nach Passieren des äußeren Rostes entlang der Außenwand auf und verlässt den Pebble-Heater an der Behälteroberseite.

¹ Robert Daschner, Samir Binder, Andreas Hornung, Fraunhofer UMSICHT, Institutsteil Sulzbach-Rosenberg, An der Maxhütte 1, D-92237 Sulzbach-Rosenberg, E-Mail: paul.michael.rundel@umsicht.fraunhofer.de, www.umsicht-suro.de

² Andreas Hornung, European Bioenergy Research Institute - EBRI, School of Engineering & Applied Science, Aston University, Birmingham B4 7ET, England UK, www.ebri.org.uk

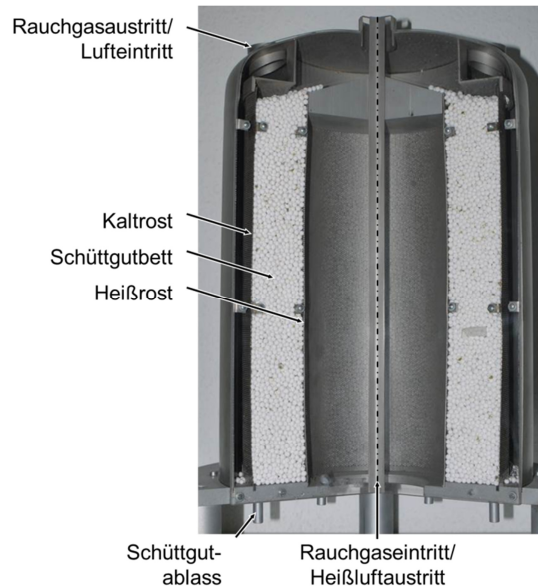


Abbildung 1: Modell des regenerativen Schütttschichtwärmespeichers (Pebble-Heater) [eigene Darstellung]

In der zweiten Phase (Blasphase) wird kalte Luft über den äußeren Rost in das Schüttgut eingeblasen, welches seine Wärme wieder an das Fluid abgibt. Die erwärmte Luft, welche annähernd die Temperaturen des zugeführten Rauchgases erreicht, strömt nun über den inneren Rost zum Austritt und kann als Heißluft bei Bedarf Prozessdampf auf hohem Druck- und Temperaturniveau erzeugen bzw. die Wärmeversorgung des angeschlossenen Verbrauchers bereitstellen.

Zusammenfassung und Ausblick

Das in Abbildung 2 dargestellte Konzept mit regenerativem Schütttschichtwärmespeicher kann zu einer Entkopplung der Strom- und Wärmeerzeugung in Heizkraftwerken für Biomasse, Ersatzbrennstoffe und Abfall eingesetzt werden und somit zur Stabilisierung des Stromnetzes beitragen. Dabei dient die verwendete Schlüsseltechnologie Pebble-Heater optimal zur Speicherung und Bereitstellung von Hochtemperaturwärme bei variablen Speichergrößen.

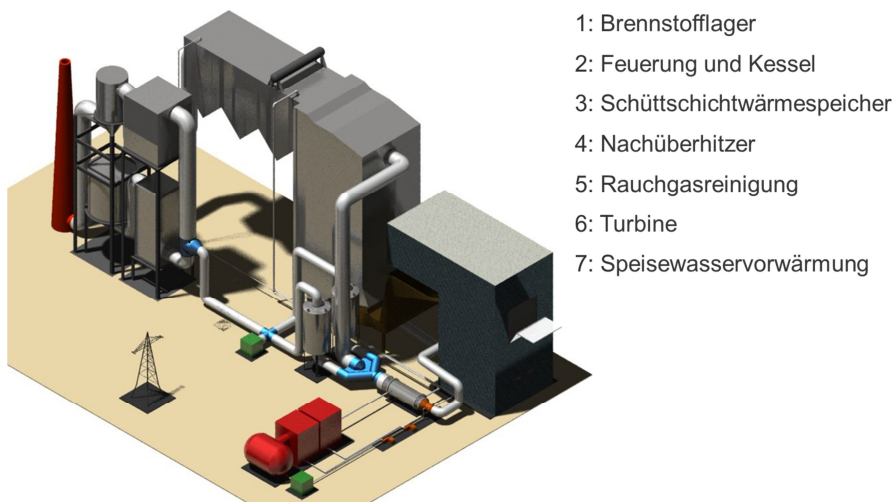


Abbildung 2: CAD-Modell eines Biomasseheizkraftwerkes mit integriertem Schütttschichtwärmespeicher [eigene Darstellung]