

Poster Präsentation

3 min POSTER BEITRAG

17:00 - 17:45 Uhr

Einführung

Keywords

zweistufige LiBr-Absorptionswärmepumpe, klimaneutrales Heizen und Kühlen, mit holzartiger Biomasse gefeuerter Desorber

Systemkonzept

Manuel Kausche, Martin Helm, Manuel Riepl

Biomassewärmepumpen- und Kälteanlage

Kälte, Wärme und Brauchwarmwasser in Wohnquartieren, Industriebetrieben oder öffentlichen Verwaltungsgebäuden müssen vorrangig mit nachhaltigen Energiequellen versorgt werden, um den Effekt des Klimawandels so schnell wie möglich zu verringern. Es ist dabei besonders wichtig, dass der Ersatz fossiler Energieträger durch kostengünstige erneuerbare Alternativen mit einer hohen Versorgungssicherheit einhergeht.

Aktuelle Einflüsse und Einschränkungen auf die weltweiten Lieferketten zeigen zudem auf, wie wichtig regional verfügbare und speicherbare Energiequellen und deren Wertschöpfungsketten sind. Die Deckung des Wärme- und Kältebedarfs für Gebäudeklimatisierung, macht etwa ein Drittel des gesamten Energiebedarfes aus. Um Treibhausgasemissionen zu vermeiden, werden heutzutage vorrangig Geothermie, Sonne, Biomasse oder durch Wärmepumpen aufgewertete Umgebungswärme eingesetzt. Der Energiequellenmix ist dabei nach wie vor unausgeglichen und wird wohl erst nach einer langanhaltenden Übergangsphase ein ausgeglichenes Niveau erreichen. So deckte beispielsweise im Jahr 2016 die holzartige Biomasse 10,7 % des gesamten Wärmebedarfs in Deutschland [1] und ist damit nach wie vor die bei weitem dominierende Energiequelle für erneuerbares Heizen. Es gibt für diese Ressource sicherlich noch Entwicklungs- und Erschließungsperspektiven, das Potential der Biomasse ist jedoch auch begrenzt und in manchen Anwendungsfeldern und Ländern beinahe ausgeschöpft.

Um diesem aktuellen und zukünftig bestehendem, eher steigenden Bedarf an effizient bereitgestellter Wärme und Kälte aus Biomasse nachzukommen, hat das ZAE Bayern ein neuartiges, flexibles, mit Biomasse gefeuertes Heiz- und Kühlsystem (bioSHC-System) erarbeitet. Ein grundlegendes »Proof-of-Concept« wurde bereits in einem deutsch-finnischen SET-Plan Forschungsprojekt erfolgreich durchgeführt [2]. Das ZAE Bayern setzt die Entwicklung derzeit in Kooperation mit dem Biomasse-Kesselhersteller HDG Bavaria und der Unterstützung des BMWi fort.

Das nun hier vorgestellte Konzept wurde in einem Funktionsmuster umgesetzt. Die Einbindung in einen speziell ausgelegten Laborteststand erlaubt eine präzise, realitätsnahe Vermessung und eine wissenschaftlich fundierte Bewertung. Dieses bioSHC-System wurde als ökonomisch relevante Heizeinheit mit einer thermischen Nennleistung von etwa 100 kW entwickelt. Der integrierte thermische Wärmepumpenprozess verdoppelt die Effizienz im Vergleich zu herkömmlichen Heizkesseln, sodass damit bis zu 50% der Emissionen reduziert werden können. Zudem wird die Belastung des Stromnetzes, verglichen mit konventionellen elektrischen Wärmepumpen, stark verringert. Aufgrund des geringen Strombedarfs ist das System nahezu unabhängig von volatiler Energiebereitstellung von erneuerbaren Stromerzeugern wie Wind oder Photovoltaik. Zielsetzung des Projektes war es, eine Anlage zu entwickeln, welche mit den üblichen Fertigungsschritten von Biomassekesselherstellern produziert werden kann. Dies erlaubt zukünftig eine kostenattraktive Herstellung und damit die Erschließung zahlreicher Anwendungen in Wohn- und Betriebsgebäuden, insbesondere im Hinblick auf den weltweit wachsenden Kühlbedarf.

Das entwickelte System besteht aus drei Subsystemen – ein direkt mit Biomasse gefeuerter Hochtemperaturdesorber, der Lithiumbromid/Wasser-Absorptionswärmepumpe selbst und ein vorgefertigtes Hydraulikrack. Dies garantiert einen schnellen, fehlerrobusten Anschluss sowie die vereinfachte Integration in die Gebäude samt Leittechnik. Die Komponenten sind speziell ►

Poster Präsentation

Biomassewärmepumpen- und Kälteanlage



Technologien kombinieren

aufeinander abgestimmt, wobei der Hochtemperaturdesorber (HTD) die innovative Antriebseinheit der Biomassewärmepumpen- und Kälteanlage darstellt. Die darin stattfindende Verbrennung von Holzhackschnitzeln oder Pellets treibt direkt den thermischen Verdichter des Wärmepumpenprozesses an. Dabei regeneriert das verwendete natürliche Kältemittel Wasser bei höheren Temperaturen als bei konventionellen einstufigen Anlagen. Diese höheren Temperaturen bei der Desorption und die zweistufige Anlagenkonfiguration erlauben eine grundsätzlich energiesparende Betriebsweise, welche sich durch entweder sehr hohe Effizienz oder besonders hohen Temperaturhub auszeichnet. Zudem ist die Einkopplung weiterer externer Antriebswärmequellen möglich, beispielsweise Solarthermie oder Fernwärme. Im Heizbetrieb ist eine Niedertemperaturwärmequelle nötig, etwa Erdwärmesonden, Abwärme oder Grundwasser. Im Kühlbetrieb muss die Abwärme beispielsweise über einen trockenen Rückkühler an die Umgebung abgegeben werden können. Ökologisch und ökonomisch gesehen ist dieses System am besten für Abnehmer geeignet, die Wärme UND Kälte gleichzeitig benötigen. Die gewählten Auslegungstemperaturen eignen sich dabei besonders für Neubauten, genügen jedoch auch den Anforderungen von älteren bzw. Bestandsgebäuden.

Betriebskennzahlen

Das vorgestellte innovative bioSHC-System kann in den drei verschiedenen Modi »hocheffizientes Heizen«, »biomassebefeuertes Kühlen« und »hoher Temperaturhub« betrieben werden, wobei gleichzeitiges Heizen und Kühlen präferiert werden sollte um eine optimale Leistungsfähigkeit und Brennstoffausnutzung zu erzielen. In Tabelle 1 sind die Kennzahlen für den Nennbetrieb des Systems, welche aus Simulationen im Auslegungs- und Konstruktionsprozess resultieren, dargestellt.

Tab. 1:
Kennzahlen des
bioSHC-Systems

Kennzahl	Abkürzung und/oder Gleichung	Einheit	Modus: Höchste Effizienz & Kälte durch Biomasseverbrennung	Modus: Höchster Temperaturhub
Kaltwasser	$T_{\text{Kälte}}$ (Vorlauf Rücklauf)	°C	4 8	4 8
Heißwasser	$T_{\text{Wärme}}$ (Vorlauf Rücklauf)	°C	41 31	90 70 ^(b)
Temperaturhub	$T_{\text{ift}} = T_{\text{Wärme Vorlauf}} - T_{\text{Kälte Vorlauf}}$	K	37	86
Nennleistung	$\dot{Q}_{\text{Wärme}} \dot{Q}_{\text{Kälte}}$	kW	111 62+	66 16
COP ^(b)	$\frac{\dot{Q}_{\text{Wärme}} \cdot \dot{Q}_{\text{O}_2^{-1}} \dot{Q}_{\text{Kälte}} \cdot \dot{Q}_{\text{O}_2^{-1}}}{\dot{Q}_{\text{Brennstoff}} \cdot \text{Hu}}$	-	2.22 1.23	1.31 0.3
„Kesselwirkungsgrad“ ^(c)	$\frac{\dot{Q}_{\text{Wärme}}}{\dot{Q}_{\text{Brennstoff}} \cdot \text{Hu}}$ $\frac{\dot{Q}_{\text{Kälte}}}{\dot{Q}_{\text{Brennstoff}} \cdot \text{Hu}}$	%	199	118
		%	110	27

^(a) max. 85 °C machbar

^(b) Coefficient of Performance

^(c) Referenz unterer Heizwert (Hu)

Messdaten

Das bioSHC-System wurde in Betrieb gesetzt, der erste Testbetrieb steht unmittelbar bevor. Daher werden neue und vielversprechende Messdaten ab Ende Juni 2020 zur Verfügung stehen.

Fazit und Ausblick

Das vorgestellte, direkt mit Biomasse befeuerte Wärmepumpensystem verdoppelt den Wirkungsgrad bei der Wärmebereitstellung im Vergleich zu konventionellen mit holzartigem Brennstoff betriebenen Kesseln. Die flexible Prozessführung erlaubt ein Umschalten zwischen verschiedenen Betriebsweisen, sodass mit einer Anlage hohe Effizienz bei Heizen und Kühlen oder besonders hohe Temperaturhübe möglich sind. Besonders hervorzuheben ist, dass mit diesem System Energie aus Biomasse in einem Verhältnis von 1,1 in Kälte umgewandelt werden kann.

Die Kombination aus Biomasseverbrennung und Wärmepumpentechnologie eröffnet weitere Anwendungsfelder, beispielsweise die verbesserte Energieausbeute durch Rauchgaskondensation. Laut Hermann [3] ermöglicht das Abkühlen des Rauchgases eines holzhackschnitzelbefeuerten Desorbers auf 25 °C eine beachtliche Reduktion des Bedarfs für die Umweltwärmequelle. Für das bioSHC-System beläuft sich diese Wärmequelleneinsparung durch die Nutzung der sensiblen und latenten Wärme bei Rauchgasabkühlung auf 18% im Hocheffizienzmodus und bis zu 70% für hohe Temperaturhübe.

PELKMANS, L., (2018): Germany – 2018 update, Bioenergy policies and status implementation, Country Reports. IEA Bioenergy: 09 2018, p. 8.

SIPILÄ, K., REDA, F., PASONEN, R., LÖF, A., VIOT, M., PISCHOW, K., HELM, M., MÖCKL, M., MENHART, F. KAUSCHE, M., OSGYAN, P., STREIB, G., (2017): Solar heating and cooling in Northern and Central Europe, VTT Technology 287. ISBN 978-951-38-8510-6. VTT Technical Research Centre of Finland Ltd, Finland, pp. 69 - 77.

HERMANN, T., GEIER-PIPPIG, J., SCHWEIGLER, C. (2019): Sorption heat pump for flue gas condensation of biomass-fired boilers. 25th IIR International Congress of Refrigeration, Montréal.

Referenzen

Manuel Kausche (Hauptautor*in),
Martin Helm, Manuel Riepl

ZAE Bayern
Walther-Meißner-Strasse 6
85748 Garching, Deutschland

manuel.kausche@zae-bayern.de
+49 89 329442 90

