

## Abwärmenutzung an Heizkraftwerken durch den Einsatz von Absorptionsprozessen

### Ausgangslage

Die Abgase von Kehrlichtverbrennungsanlagen und Biomasseheizkraftwerken besitzen einen hohen Feuchtigkeitsgehalt. Daraus ergibt sich ein grosses Potential an Latentwärme, welche durch Abgasentfeuchtung zusätzlich als Heizwärme nutzbar gemacht werden kann. Da die Wasserdampftaupunkttemperatur der Abgase häufig unter der Rücklauftemperatur der Fernwärme liegt, ist eine direkte Nutzung der Abwärme oft nicht möglich.

### Variante 1: Abwärmenutzung mit einer LiBr-Absorptionswärmepumpe

Mit einer Absorptionswärmepumpe kann das Nutzniveau der durch Rauchgaskondensation gewinnbaren Abwärme so weit angehoben werden, dass diese zur Rücklaufanhebung im Fernwärmesystem genutzt werden kann. Als Antriebswärme wird dabei meist Niederdruckdampf verwendet, wodurch sich die, in der Dampfturbine abgegebene Leistung etwas reduziert.

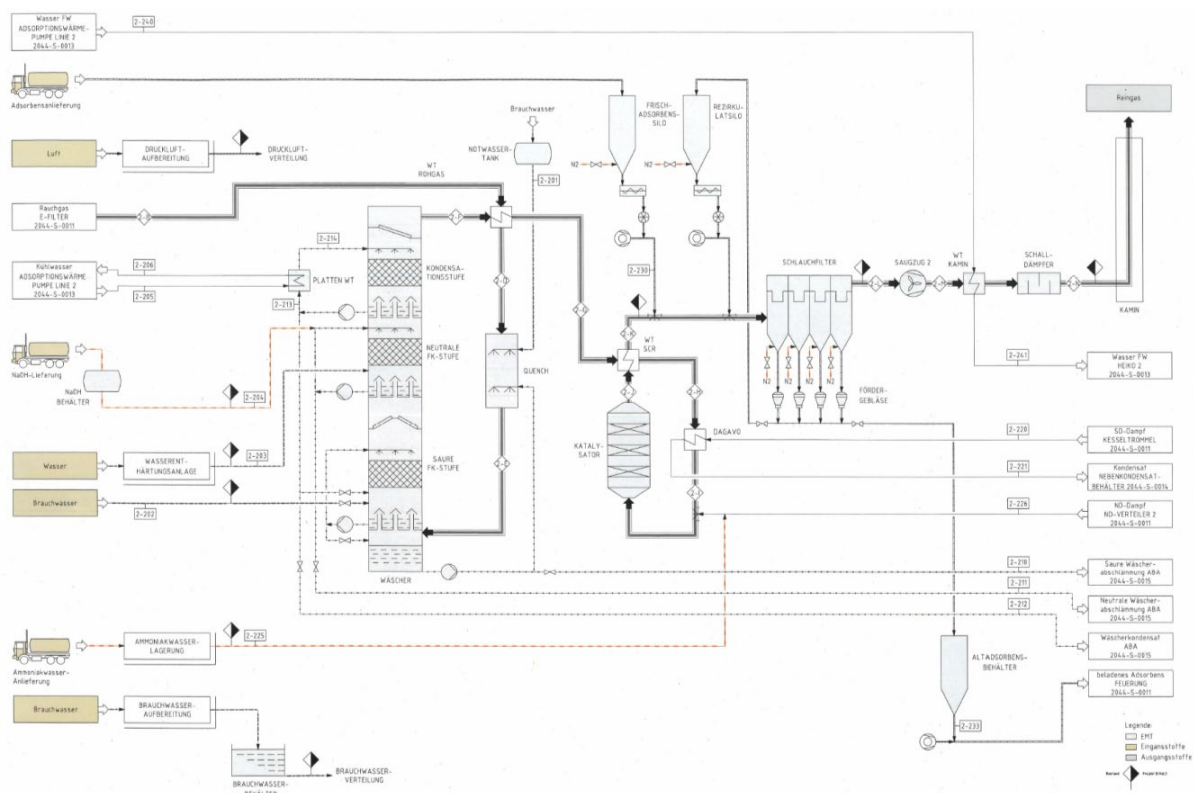


Abbildung 1: Verfahrensfliessbild der geplanten Wärmeauskopplung an der KVA Winterthur (Variante 1)

Abbildung 1 zeigt schematisch einen solchen Prozess am Beispiel der für die KVA in Winterthur geplanten Wärmerückgewinnung. Dabei wird pro Ofenlinie eine Wärmerückgewinnung von 6.2 MW erzielt. Für die Anhebung des Nutzniveaus der in der Abgaswäsche bei 35°C ausgekoppelten Latentwärme auf das Temperaturniveau der Rücklaufvorwärmung von 55°C auf 80°C werden für die Absorptionswärmepumpe 8.9 MW ND-Dampf (3.5 bar) benötigt. Die aus den Abgasen durch die Rauchgaskondensation rückgewonnene Wassermenge beträgt ca. 6.9 m<sup>3</sup>/h.

## Variante 2: Abwärmenutzung mit einem offenen $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ -Absorptionsprozess

Alternativ zur geschlossenen Absorptionswärmepumpe kann die Latentwärme der Abgase auch über einen offenen Absorptionsprozess nutzbar gemacht werden. Abbildung 2 zeigt beispielhaft einen solchen Prozess an dem zuvor betrachteten Beispiel der KVA in Winterthur. Die mit dieser Prozessvariante realisierbare Wärmerückgewinnung beträgt 5.3 MW (ca. 15% weniger gegenüber dem Vergleichsprozess). Für den Antrieb des Absorptionsprozesses werden 5.9 MW ND-Dampf benötigt (ca. 34% weniger als beim Vergleichsprozess). Dabei kann eine Wassermenge von ca. 7.7 m<sup>3</sup>/h gewonnen werden.

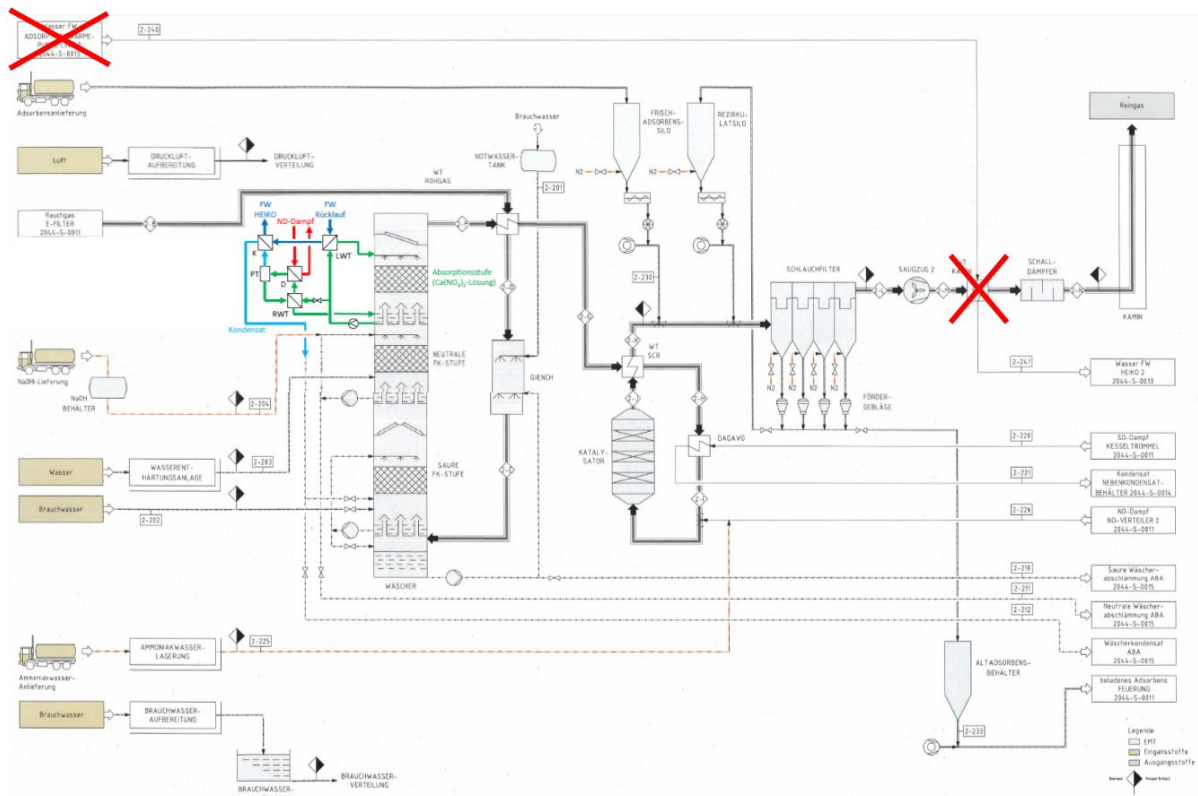


Abbildung 2: Verfahrensfließbild mit offenem Sorptionsprozess (Variante 2)

## Vergleich der beiden Prozessvarianten

Da in der Prozessvariante 2 auf einen Abgaswärmeübertrager verzichtet wird, reduziert sich die Wärmerückgewinnung um ca. 15%, da den Abgasen weniger fühlbare Wärme entzogen wird. Im Gegenzug wird der Investitionsbedarf für den Apparat komplett eingespart. Zusätzlich verringert sich der Leistungsbedarf für das Saugzugebläse, da der Druckverlust des Abgaswärmeübertragers ebenfalls wegfällt.

Mit der Prozessvariante 2 wird eine bessere Effizienz des Wärmepumpenprozesses erreicht, da sich bei einer Reduzierung der Nutzwärmeauskopplung von 15% der Bedarf an ND-Dampf um 34% reduziert.

Bei der Prozessvariante 2 werden für die technische Realisierung des Prozesses 4 Plattenwärmeübertrager benötigt (LWT: 6.1 MW, K: 5.1 MW, D:5.9 MW, RWT: 6.6 MW). Der Zusatzaufwand für die Rauchgaswäsche mit der  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ -Lösung ist gering, wenn diese an Stelle der oberen Waschstufe in den Abgaswäscher integriert wird. Somit ist gegenüber Variante 1 durch den Wegfall der Absorptionswärmepumpe mit einem erheblich niedrigeren Investitionsbedarf zu rechnen.

Das Rauchgas besitzt nach dem Wäscher in der Prozessvariante 2 eine höhere Temperatur und einen etwas niedrigeren Wassergehalt.

## Fazit

Durch den Einsatz eines offenen Sorptionsprozesses kann die Wirtschaftlichkeit der Abwärmenutzung an Heizkraftwerken erheblich verbessert werden.

Das Verfahren wurde bereits in mehreren kommerziellen Anwendungen (Betriebszeit > 10 Jahre) erfolgreich eingesetzt. Mit der bisher grössten kommerziellen Anlage wurde eine Wärmerückgewinnung von 480 kW erzielt.

## Literatur

- P.Bittrich, D.Hebecker: «Abluft- und Brüdenwärmenutzung mit Sorptionskreisläufen», Chemie Ingenieur Technik 67, 1995
- P. Bittrich, T.Bergmann, D.Hebecker: «Entwicklung eines Hochtemperatur-Brennwertkessels», VDI-Berichte 1321, 1997
- «Hochtemperatur (HT) - Brennwerttechnik, EuroHeat&Power 29, 2000
- T.Löskow, T.Bergmann, P.Bittrich, D.Hebecker: «Möglichkeiten für die Abwärmenutzung feuchter Abgase und die Anhebung des Temperaturniveaus der Abwärme», VDI-Berichte 1539, 2001
- «Neue Hochtemperatur-Brennwerttechnologie», EuroHeat&Power 31, 2002
- «BHKW des Monats - Heisse Prozentpunkte», Energie & Management 2002
- P.Bittrich, D.Hebecker: «Integration offener Absorptionskreisprozesse zur kombinierten Wärmenutzung und Entfeuchtung in technologische Systeme», Chemie Ingenieur Technik 75, 2003
- «Vierte Hochtemperatur-Brennwertnutzung an einem BHKW», EuroHeat&Power 34, 2005
- «Hochtemperatur-Brennwertnutzung in Dampfkesselanlage», EuroHeat&Power 36, 2007
- «Blockheizkraftwerk nutzt Hochtemperatur-Brennwerttechnik», BWK 9, 2015

## Weitere Informationen

Dr.-Ing. Thomas Bergmann

Dozent für thermische Speichersysteme

ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften

IEFE Institut für Energiesysteme und Fluid-Engineering

Technikumstrasse 9, Postfach

CH-8401 Winterthur

Tel.: +41 (0)58 934 47 05

[thomas.bergmann@zhaw.ch](mailto:thomas.bergmann@zhaw.ch)

<https://www.zhaw.ch/de/engineering/institute-zentren/iefe/energiespeicher-und-netze/thermische-speicher/>