

KLIMATISIEREN UND ENTFEUCHTEN MIT NIEDERTEMPERATURWÄRME ENERGIESPEICHERUNG UND KÄLTETRANSPORT

21.04.2009

Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V.
ZAE Bayern
Abteilung 1 : Technik für Energiesysteme und erneuerbare Energien
Walther Meißner Straße 6, 85748 Garching

Wissenschaftliche Leitung:
Prof. Dr. U. Stimming, Prof. Dr.-Ing. H. Spliethoff
Abteilungsleiter: Dipl.-Phys. W. Schölkopf

Ansprechpartner:
Dr. A. Hauer, +49 89 329442-16, hauer@muc.zae-bayern.de
Dipl.-Ing. E. Lävemann, +49 89 329442-18, laevemann@muc-zae.bayern.de

1 Einführung

Für die Kühlung und Entfeuchtung von Gebäuden wird bereits heute ein erheblicher Anteil der erzeugten Elektrizität eingesetzt. Die zunehmende Industrialisierung warmer und feuchter Regionen der Erde wird den Klimatisierungsbedarf voraussichtlich überproportional steigern. Eine Möglichkeit diesen Bedarf zu decken ohne die CO₂-Emissionen zu erhöhen, ist die Nutzung regenerativer Energien oder die Nutzung von Kraft-Wärme-Kopplung für die Klimatisierung. Dazu soll das nachfolgend beschriebene offene Sorptionssystem einen Beitrag leisten.

2 Offenes Sorptionssystem zur Gebäudeklimatisierung

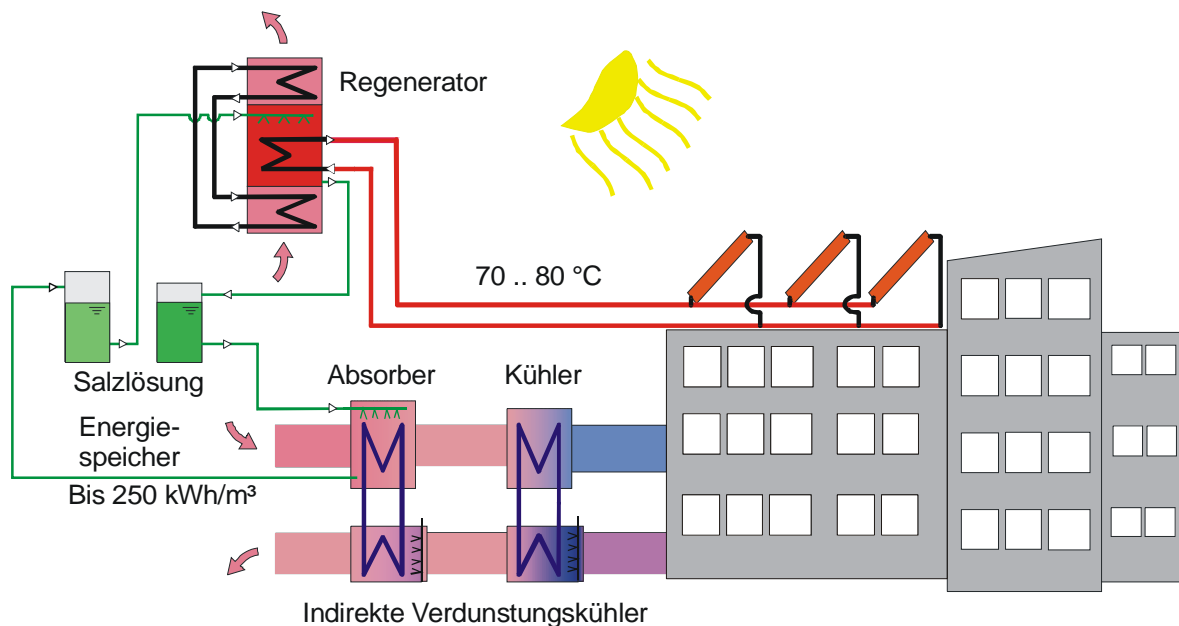


Abbildung 2.1: Offenes Sorptionssystem zur Gebäudeklimatisierung. Außenluft wird mit einer konzentrierten Salzlösung entfeuchtet und durch indirekte Verdunstungskühler gekühlt. Mit Niedertemperaturwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung oder Flachkollektoren wird die Salzlösung regeneriert. Die Salzlösung kann als effektives Energiespeicher- oder -transportmedium verwendet werden.

2.1 Zuluftkühlung und Entfeuchtung

Abbildung 2.1 zeigt ein offenes Sorptionssystem, das ein Gebäude mit Außenluft versorgt, die gekühlt und entfeuchtet wird. Die Außenluft wird in einem Absorber mit einer konzentrierten Salzlösung entfeuchtet. Die dabei frei werdende Absorptionswärme wird abgeführt, so dass die Luft leicht gekühlt den Absorber verlässt. Sie wird in einem Kühler auf eine Zulufttemperatur von ca. 22 °C gekühlt und dann dem Gebäude zugeführt.

2.2 Kälterückgewinnung

Die Abluft aus dem Gebäude von ca. 25 °C wird in zwei indirekten Verdunstungskühlern zur Kälterückgewinnung genutzt. Auf deren Austauschflächen wird Wasser verdunstet. Mit dem Kühleffekt, der dadurch ausgelöst wird, werden der Zuluftkühler und der Absorber gekühlt, direkt oder über ein Kreislaufverbundsystem, in dem ein Wärmeträgermedium zirkuliert.

2.3 Regeneration

Die während der Absorption verdünnte Salzlösung wird getrennt von der konzentrierten Lösung gespeichert. Sie muss regeneriert werden, bevor sie wieder im Absorptionsprozess eingesetzt werden kann. Dazu wird sie im Regenerator auf einer Austauschfläche verrieselt und aufgeheizt. Wasser verdunstet aus der Lösung und wird über einen Luftstrom an die Umgebung abgeführt. Antriebstemperaturen von 70 .. bis 80 °C sind ausreichend. Abwärme aus einem BHKW, aus industriellen Prozessen oder Wärme aus Sonnenkollektoren kann dafür verwendet werden.

2.4 Energiespeicherung

Der Absorber ist so konstruiert, dass ein sehr kleiner Salzlösungsstrom ausreicht, um die Außenluft zu entfeuchten. Die Salzlösung wird dabei stark verdünnt. Dadurch kann die Salzlösung als Energiespeichermedium verwendet werden. Die Klimatisierung kann solange betrieben werden, wie konzentrierte Salzlösung zur Verfügung steht. Die erzielbare Energiespeicherdichte ist mit ca. 200 kWh/m³ bezogen auf das Volumen der verdünnten Lösung wesentlich höher, als die eines Eisspeichers, der in der Praxis bis zu 70 kWh/m³ erreicht.

2.5 Energietransport

Die Regenerations- und die Absorptionseinrichtung des Klimatisierungssystems sind nur durch die Leitungen für Salzlösung oder die Speichertanks verbunden. Mit einem Salzlösungsstrom von nur 5 m³/h kann eine Entfeuchtungsleistung von ca. 1 MW übertragen werden. Die dafür erforderliche Pumpleistung für eine Strecke von 10 km in 50 mm Rohren ist kleiner als 10 kW also kleiner als 1% der übertragenen Leistung. Die Salzlösung zum Transport einer Entfeuchtungsenergie von 1 MWh wiegt ca. 6 t bei einem Volumen von ca. 5m³.

2.6 Salzlösung

Als Salzlösung wird eine wässrige Lithiumchloridlösung (LiCl-H₂O) verwendet, mit einer maximalen Konzentration von 0,44 kg/kg und einer unteren Konzentration von ca. 0,33 kg/kg. Die Kosten für Lithiumchlorid betragen ca. 5 EUR/kg. Daraus resultieren spezifische Speicherkosten von ca. 2000 EUR/m³ für die verdünnte Lösung und ca. 10.000 EUR/MWh.

3 Stand der Entwicklung

Offene Sorptionssysteme werden in der industriellen Prozessluftaufbereitung seit Jahrzehnten verwendet. Energiespeichernde Systeme, wie zuvor beschrieben, sind in der Entwicklung und wurden mehrfach als Prototyp- und Demonstrationsanlagen im Leistungsbereich zwischen 10 kW und 100 kW realisiert.