

**Studiengang Sustainable Energy Competence (SENCE)**

## **Zusammenfassung des Projektberichtes**

Forschungsprojekt <1>

# **„Analyse der Stoffeigenschaften von Sorptionsmitteln zur Luftentfeuchtung“**

**Belén Benavent Rodríguez**

**SoSe12 HfT-Stuttgart**

**Mat-Nr: 650948**

**Betreuer vor Ort: Dipl.-Ing (FH) Tina Päßler**

**Betreuer Hochschule: Prof. Dr. Ursula Eicker**

## Zusammenfassung

In warmen Regionen, wie am Mittelmeer, ist schon seit Jahren im Sommer die Nutzung von Klimaanlage sehr ausgeprägt. Sowohl in öffentlichen Gebäuden, als auch in jeder Wohnung sind klimatisierte Räume im Alltag wegen der hohen Temperaturen notwendig. Die seit Jahrzehnten bekannte globale Erwärmung verursacht im Sommer längere Warmperioden und höheren Temperaturen, die auch in Mitteleuropa maximale Rekordtemperaturen von über 30°C verursachen. Aufgrund einer steigenden Nachfrage nach Klimaanlage und des Bedarfs an energieeffizienten und umweltschonenden Technologien wächst das Interesse an solarer Klimatisierung.

Der Begriff „solares Kühlen“ entsteht aus der Technik, die die Solarstrahlung durch thermische Verfahren nutzt um sie in Nutzkälte umzuwandeln. Deshalb können diese Anlagen das solare Überangebot der Solarstrahlung im Sommer verwenden um durch die Kältetechnik z.B. die Raumtemperaturen von Gebäuden behaglicher zu machen.

Die Sorption wird als der Vorgang beschrieben indem ein fester oder flüssiger Stoff durch die Aufnahme einer Gasphase angereichert wird. Die Anreicherung eines Feststoffes, d.h. die aufgenommene Gasphase (Sorptiv) an der Oberfläche des Feststoffs (Sorbens), wird als **Adsorption** genannt, beide Komponenten bilden keine homogene Phase. Dagegen wird die Anreicherung einer Flüssigkeit, indem das Sorptiv (auch Lösungsmittel genannt) die Flüssigkeit durchdringt (auch Sorbens, Absorptionsmittel, Kältemittel genannt) und eine homogene Phase bildet, als **Absorption** bezeichnet. Beide Prozesse können ein Gleichgewichtsprozess erreichen indem nach der Ad- oder Absorption einer Regeneration des Sorbens folgt.

Die Prozesse können in offene oder geschlossene Verfahren klassifiziert werden. Die werden jeweils, in Abhängigkeit des Zustands des Sorptionsmittels, in: ‚Flüssige Verfahren‘ in dem eine **Absorption** stattfindet und ‚Feste Verfahren‘ in dem eine **Adsorption** stattfindet, unterteilt. Auf den Markt sind Anlagen mit geschlossenen Verfahren und offenen Verfahren mit Feststoffsorbentien in Form von Ab- und Adsorptionskältemaschinen und sorptionsgestützter Klimatisierung bereits verfügbar. Offene Flüssigsorptionsysteme dagegen befinden sich noch in der Entwicklungsphase und sind nur als Pilotanlagen vorhanden.

Bei offenen Systemen, wird das Kältemittel im Kontakt mit der Luft gebracht. Wasser wird als Kältemittel und hoch konzentrierte Lithiumchlorid- und Calciumchloridsalzlösungen als Sorptionsmittel eingesetzt.

Die feuchte Außenluft wird im Absorber direkt mit dem Sorptionsmittel in Kontakt gebracht. Die hygroskopische Salzlösung entzieht, durch Absorption, Wasserdampf aus der Luft und wird verdünnt. Der Stoffübergang des Wasserdampfes geschieht infolge des Dampfdruckunterschiedes zwischen dem Partialdruck des Wassers in der Prozessluft und in der

Salzlösung. Solange der Partialdruck in der Prozessluft höher ist als der Partialdruck in der Lösung, läuft der Absorptionsprozess weiter. (16)

### Liquid-Dessicant-Cooling-System (L-DCS) Sorptionsgestützte Klimatisierung mit Flüssigsorption

- Hohe Energiespeicherdichte
- verlustfreie Speicherung, 24 h Betrieb

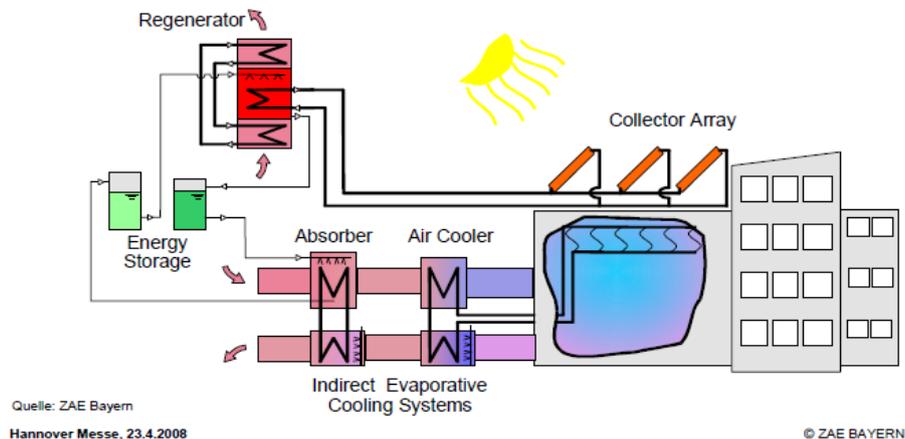


Abbildung 1: Funktionsschema einer Sorptionsgestützte Klimatisierung mit Flüssigsorption. Quelle: ZAE, Bayern

Während oder nach dem Absorptionsprozess muss die Luft abgekühlt und bei trockenen Außenluftzuständen, vor der Luftzufuhr ins Gebäude, befeuchtet werden.

Die verdünnte Lösung wird in einem Behälter gespeichert. Der Wasserdampfpartialdruck der Salzlösung ist konzentrations- und temperaturabhängig d.h. je niedriger die Konzentration und je höher die Temperatur desto geringer wird die Absorptionsfähigkeit der Salzlösung. Deshalb muss die Lösung regeneriert werden. Dieser Prozess verläuft im Desorber.

Das verdünnte Absorptionsmittel wird bis zur Regenerationstemperatur vorgewärmt und im Desorber regeneriert. Hier geschieht der gegenläufige Prozess der Absorption. Die verdünnte Salzlösung wird mit Außenluft in Kontakt gebracht und weil die Lösung vorgewärmt wurde, weist eine höhere Temperatur auf. Dadurch ist der Wasserdampfpartialdruck der Lösung diesmal höher als der Dampfdruck der Prozessluft. Der Wasserdampf wird aus der Lösung aufgenommen und dadurch die Salzlösungskonzentration wieder erhöht. Nun ist die Salzlösung wieder konzentriert und kann, nach einer Kühlung, in einem Speicher gelagert werden um jederzeit bei Absorptionsprozess eingesetzt zu werden.

Der Vorteil bei diesem System ist die Speichermöglichkeit des Lösungsmittels, das jederzeit zur Absorption oder Regeneration unabhängig voneinander verwendet werden kann.

Die Salzlösungen sind sehr hygroskopisch aber auch sehr korrosiv, was Probleme in den Rohrleitungen und Wärmetauschern verursachen. Auf der Suche nach einem einsetz-fähigeren Sorptionsmittel wurde das Interesse an ionischen Flüssigkeiten erweckt. Diese sind

flüssige Salze bei Raumtemperatur, deren Stoffeigenschaften durch ihre Anion- und Kationkombinationen charakterisiert werden können. Reine ionische Flüssigkeiten verfügen über einen geringen Dampfdruck, hohe thermische Stabilität (großer Flüssigbereich von  $-60^{\circ}\text{C}$  bis  $400^{\circ}\text{C}$ ), hohe Wärmekapazität, sind unbrennbar und nicht toxisch. Die IL können, im Gegenteil zu LiBr, nicht auskristallisieren.

Es wurde festgestellt, dass IL mit einem Imidazolium Kation zu den bekanntesten und dementsprechend meist untersuchten IL gehören. Deshalb wurden für diese Arbeit nur IL mit einem Imidazolium-kation untersucht. Der Literaturrecherche zufolge sollte das Kation kleine Alkylketten besitzen. Da die Sorptionsmittel über niedrige Viskosität verfügen sollen und die Viskositätswerte der IL mit zunehmender Seitenkette steigen.

Ausschlaggebend für diese Aussage ist auch die Hygroskopie des Salzes. Ionische Flüssigkeiten mit längeren Seitenketten im Kation weisen hydrophobischer Eigenschaften auf als mit kleineren Seitenketten. Außerdem weisen ionische Flüssigkeiten mit geringem Molekulargewicht niedrigere Dichtewerte auf als große Moleküle. Stark hygroskopischen Eigenschaften weisen auch ionische Flüssigkeiten mit halogenidn Anionen auf. Sie sind aufgrund der unerwünschten Nebenprodukten und der mühsamen Entsorgung zu vermeiden, aber nicht komplett auszuschließen.

Heutzutage sind noch zu wenig ionische Flüssigkeiten auf den Markt verfügbar. Die Synthesewege bestimmter Kation–Anion Kombinationen sind sehr aufwendig und ihre Herstellung ist normalerweise auf Chemielabore beschränkt, was sich dementsprechend auf die höheren Preise für die ionischen Flüssigkeiten zurückführend lässt. Deshalb werden kommerzielle ionische Flüssigkeiten für die Forschung bevorzugt, denn dadurch wird die Beschaffungskosten verringert und das spätere Literatur- und Forschungsvorhaben erleichtert.

Die zweite Zielsetzung für diese Arbeit ist herkömmliche Messverfahren zur Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität und Oberflächenspannung mit Literaturwerten zu bewerten, um spätere Analysen der Stoffeigenschaften von ionischen Flüssigkeiten im Forschungsinstitut durchzuführen.

Die durchgeführte Messmethode zur Bestimmung der Oberflächenspannung und der spezifischen Wärmekapazität kann in der Regel angewendet werden. Die ermittelten Werte werden aber nur als Näherungswerte und nicht als Werte mit einer analytischen Genauigkeit angenommen.

Diese Projektarbeit bot mir die Gelegenheit zu lernen, wie wichtig die ionischen Flüssigkeiten in der nahekommenden Zukunft für die Entwicklung von neuen Produkten und Verfahren sein wird. Allein in dem Bereich der Erneuerbaren Energien werden ionische Flüssigkeiten verwendet, abgesehen von neue Kältemittel bei der offene Flüssigsorptions-verfahren, um neue Energiespeicher zu entwickeln oder  $\text{CO}_2$  abzufangen.