

Arbeitsstoffgemische mit ionischen Flüssigkeiten für Absorptionskältemaschinen

Dipl.-Ing. Joachim Berndt

IPF Beteiligungsgesellschaft Berndt KG

Prof. Dr.-Ing. Karlheinz Schaber

Institut für Technische Thermodynamik und Kältetechnik, Universität
Karlsruhe (TH)

Dr. Thomas Schubert

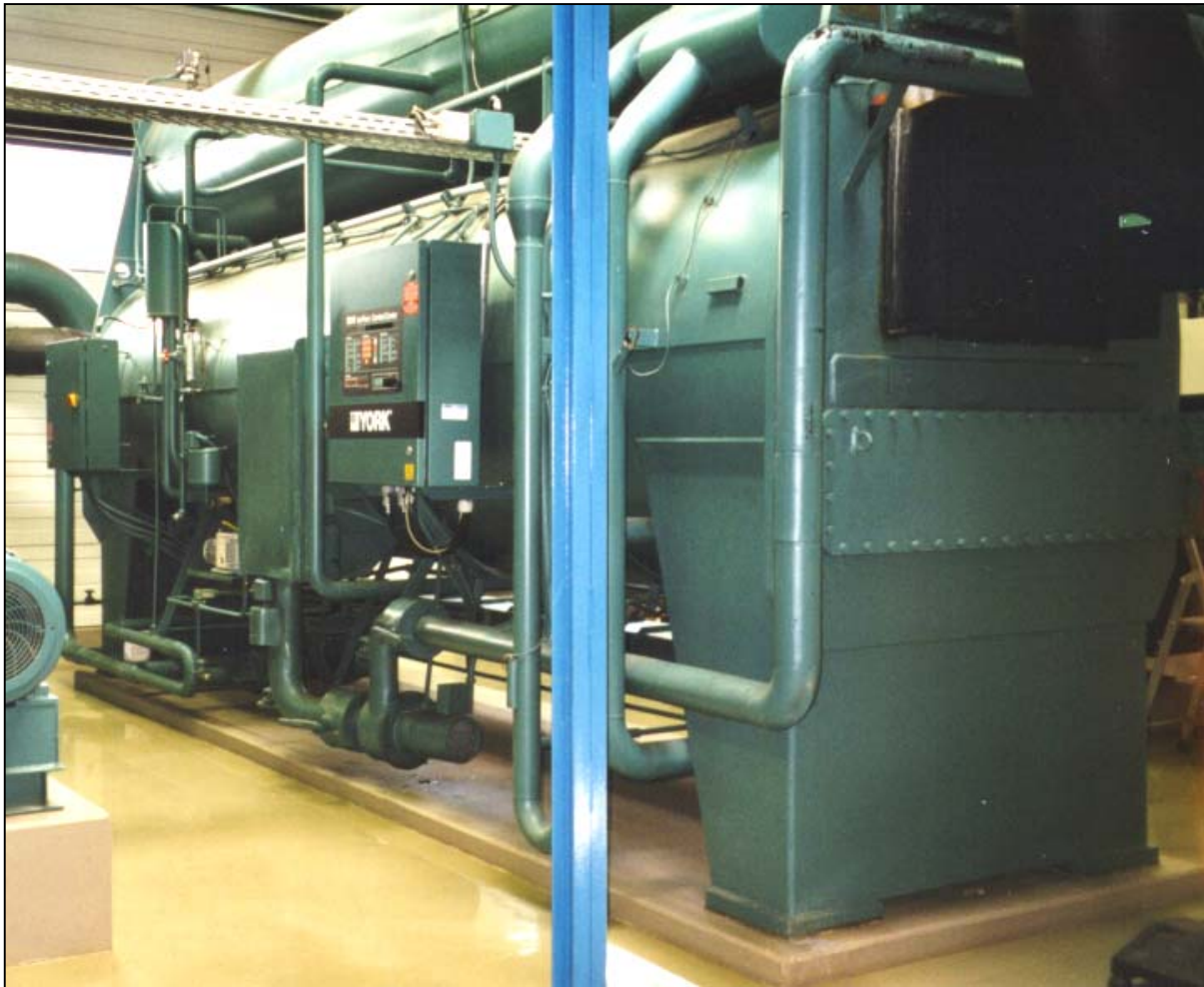
IoLiTec Ionic Liquids Technologies

KÄLTEMITTEL: H_2O

LÖSUNGSMITTEL: LiBr

in Absorptionskältemaschinen mit
40 - 65%iger Konzentration oder besser

IONIC FLUIDS ?



Absorptionskältemaschine 1.200 kW

Nachteile von LiBr:

Lithiumbromidlösung ist sehr aggressiv.

Einsatz nur mit Inhibitoren, die begrenzten Schutz bieten, möglich; z. B.

- Lithiumchromat > gesundheitsschädlich
- Lithiumnitrat > toxisch
- Lithiummolybdat > toxisch

Lithiumbromidlösung erzeugt in der Korrosionsphase Wasserstoff:

ca. 70 Ltr. H₂ pro Tag und m³ beaufschlagter Fläche > Risse in Schweißnähten

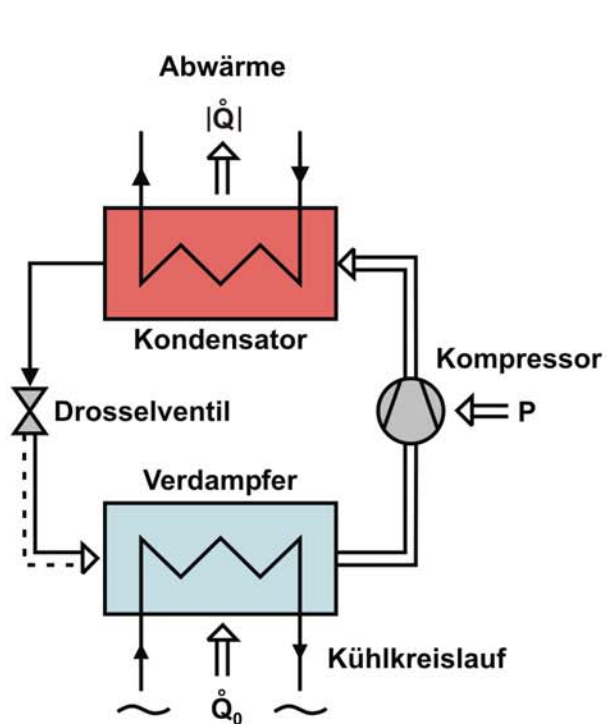
> Sauerstoffeintrag > LiBr-Lösung oxidiert > unbrauchbar

> LiBr-Lösung löst Cu > Lösung wird unbrauchbar

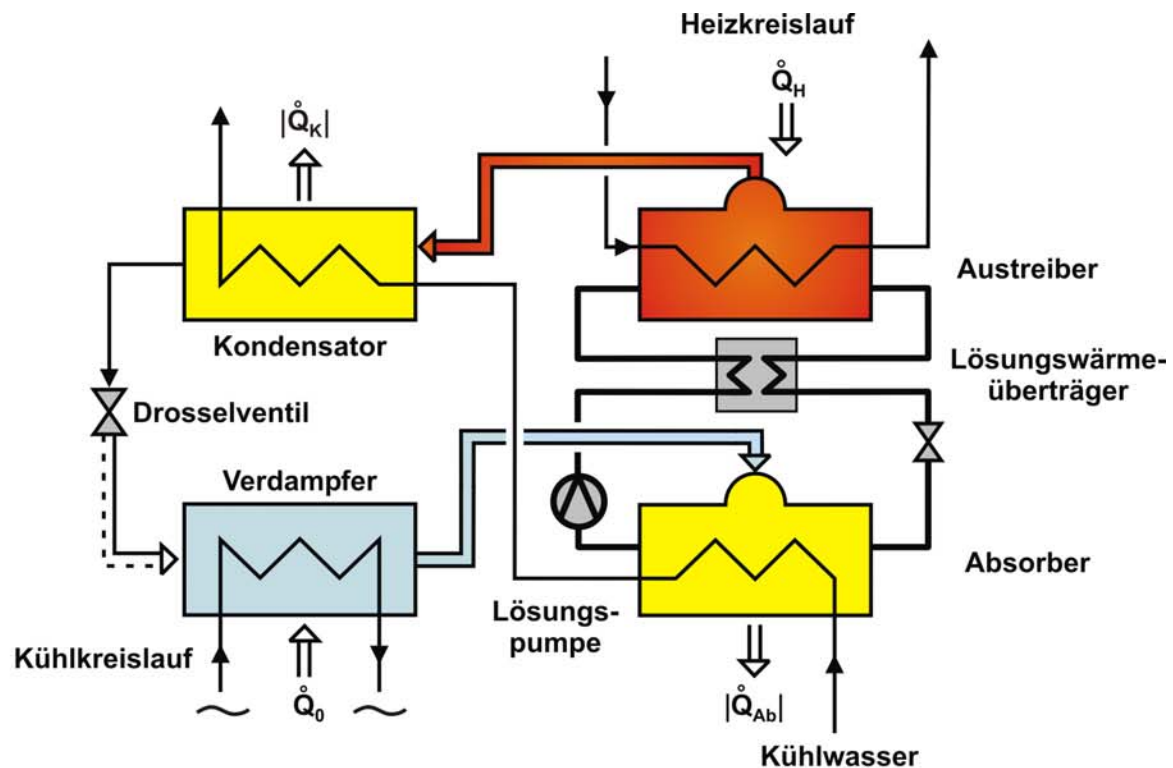
Lithiumbromidlösung mit Inhibitoren ist ein hoher Kostenfaktor im Betrieb von Absorptionskältemaschinen, z. B.

Absorptionsflüssigkeitskühler mit 1.200 kW Kälteleistung und ca. 4.000 Ltr. LiBr-Lösung:

- Aufarbeitung der Lösung komplett ca. 7.000 EUR
- Ersatz der LiBr-Lösung ca. 30.000 EUR



Komppressionskältemaschine



Absorptionskältemaschine (AKM)

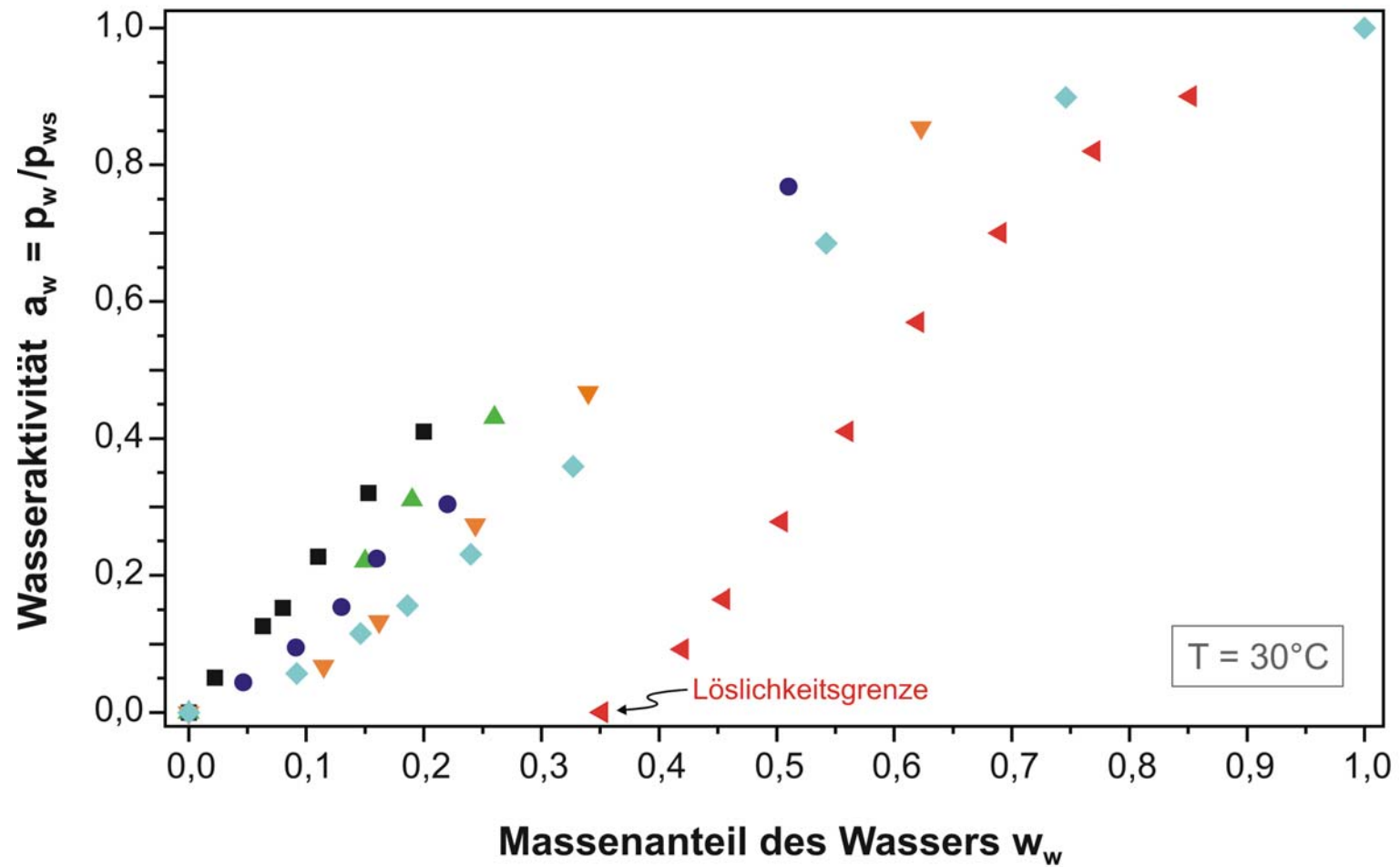


Anforderungen an Arbeitsstoffgemische

- Hohe Verdampfungsenthalpie des Kältemittels (Wasser ist optimal)
- Vollkommene Mischbarkeit bei stark ausgeprägter Dampfdruckabsenkung des Kältemittels
- Geringe Steigung der Dampfdruckkurve bzw. der Aktivität des Kältemittels ($a_w = p_w / p_{ws}$; hier w = Wasser) über dem Massenanteil des Kältemittels
- Verschwindend geringer Dampfdruck des Absorptionsmittels
- Niedrige Viskosität der Mischung
- Chemische Beständigkeit bis ca. 120°C
- Nicht toxisch
- Nicht explosiv
- Nicht korrosiv

Berechnung des Lösungsumlaufs für eine Anlage mit einer Kälteleistung von 15 kW (Beispiel)

- Verdampfertemperatur: 7°C
- Verdampferdruck = Absorberdruck : 10mbar
- Absorbtemperatur: 30°C (Dampfdruck von Wasser: 42 mbar)
- Maximale Wasseraktivität der wasserreichen Lösung im Absorber:
 $a_w = p_w / p_{ws} = 0.24$
- Entgasungsbreite = Massenanteil von Wasser in reicher Lösung –
Massenanteil von Wasser in armer Lösung : $EB = w_{w,reich} - w_{w,arm}$
- Cholinglycolat: $EB = 0.09$; Massenstrom: 207 kg/h ;
maximale Viskosität: < 100 cP
- Dimethylammoniummethansulfonat: $EB = 0.07$; Massenstrom: 285 kg/h ;
maximale Viskosität: < 30 cP



- Cholinlactat - Wasser
- ▲ Cholinmethansulfonat - Wasser
- Diethylmethylammoniummethansulfonat - Wasser
- ▼ Emimacetat - Wasser
- ◆ Cholinglycolat - Wasser
- ◄ LiBr - Wasser

Untersuchte Substanzen

Ionische Flüssigkeit	Bewertung	Anmerkung
Cholinlactat	-	EB zu klein
Cholinmethansulfonat	-	EB zu klein
Cholinglycolat	++	
Cholinmethansulfonat	-	Viskosität zu hoch
Emimacetat	+	Chloridgehalt aus Synthese
Diethylmethylammonium-methansulfat	++	
Diethylmethylammonium-hydrogensulfat	-	Viskosität zu hoch EB zu klein
Ethylammoniumnitrat	+	
Hdroxyethylammoniumformiat	+	
TEGO IL P9 (Degussa)	-	Viskosität zu hoch EB zu klein
Emimchlorid	(+)	Chloridgehalt!

Zusammenfassung und Fazit

- Es wurden eine Reihe von ionischen Flüssigkeiten synthetisiert und hinsichtlich ihrer Eignung in Absorptionskältemaschinen mit dem Kältemittel Wasser untersucht
- Es wurden ca. 4 Arbeitsstoffpaare identifiziert, die sich grundsätzlich gut eignen. Davon sind 2 hinsichtlich ihrer thermodynamischen Eigenschaften mindestens so effizient wie LiBr – Wasser.
- Geplante Arbeiten in 2007: Aufbau und Test einer Pilotanlage mit einer Kälteleistung von 10 – 15 kW.