

L-DCS Technology Systemkonfiguration für feuchte und tropische Klimate

Für weitere Informationen besuchen Sie unsere Internet Seiten
www.L-DCS.com,
versuchen Sie direkt unser [System Configuration Tool](#), oder
kontaktieren Sie uns direkt!

L-DCS Technology GmbH

Kirchenstr. 6

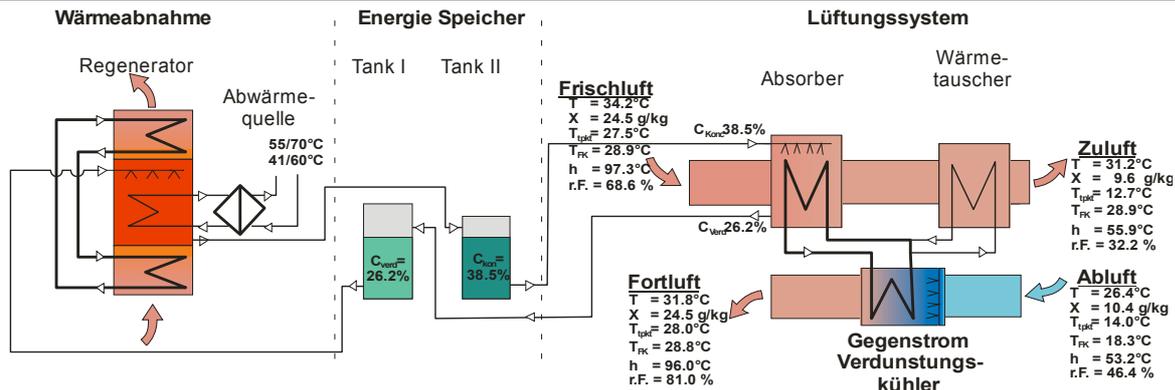
85630 Grasbrunn

Germany

Tel: +49 (0)89 96998197

Mail: Info@l-dcs.com

Web: <http://www.L-DCS.com/>



L-DCS System: Konfiguriert als Frischluftentfeuchtung für hohe Luftfeuchtigkeit mit Energierückgewinnung aus der Abluft

Grundprozess

Ein Liquid Desiccant Cooling System (L-DCS) wird zur Frischluftentfeuchtung und/oder Frischluftkühlung in der Gebäudeklimatisierung eingesetzt. Diese Systeme basieren auf der direkten Absorption von Wasserdampf an einer hygroskopischen Flüssigkeit, zumeist konzentrierter, wässriger Lithiumchlorid Lösung (H₂O-LiCl). Dieses Sorbens nimmt Wasser aus der Luft auf und verdünnt sich dabei. Das aufgenommene Wasser kann mit Niedertemperaturwärme mit einer Vorlauftemperatur zwischen etwa 55-75°C mit einem Temperaturhub von etwa 15-20°C wieder ausgetrieben werden und steht anschließend wieder dem Entfeuchtungsprozess zur Verfügung. Dabei wird das Sorbens nicht verbraucht und kann beliebig oft wiederverwendet werden. Mögliche Wärmequellen sind:

- Niedertemperaturwärme aus thermischen Solarkollektoren, (T₁=75°C; T₂=65°C)
- Abwärme aus BHKW Technik (Motorkühlwasser), (T₁=80°C; T₂=60°C), und
- Abwärme aus Fernwärmenetzen (Rücklauf), (T₁=80°C; T₂=60°C), und
- Abwärme von Pressluftkompressoren, (T₁=65°C; T₂=45°C), zu nennen.

Der innovative Teil des Prozesses ist dabei die eigentliche Luftentfeuchtung. Eine anschließende Kühlung der Luft ist optional und kann durch konventionelle Technik, z.B. adiabatische oder indirekte Verdunstungskühlung erfolgen.

Das Gesamtsystem und seine Einzelkomponenten, Funktionsbeschreibung

Die im folgenden beschriebene Anlage entspricht der von L-DCS Technology vorgeschlagen Konfiguration zum Einsatz in tropischen Klimaten. Sie besteht aus den folgenden Teilsystemen:

1. Lüftungssystem, mit:

Zuluftsystem:

- Absorber zur Entfeuchtung und Vorkühlung der Zuluft
- Nachgeschalteter Wärmetauscher zur Nachkühlung der Luft hinter dem Absorberaustritt

Abluftsystem

- Indirekter Verdunstungskühler zur Energierückgewinnung aus der Abluft.
- Die Apparate der Zuluft- und Abluftsysteme sind durch ein Wasser führendes Kreislaufverbundsystem gekoppelt.

2. Energiespeichersystem, bestehend aus zwei unabhängigen Tanks zur Speicherung des flüssigen Sorbens:

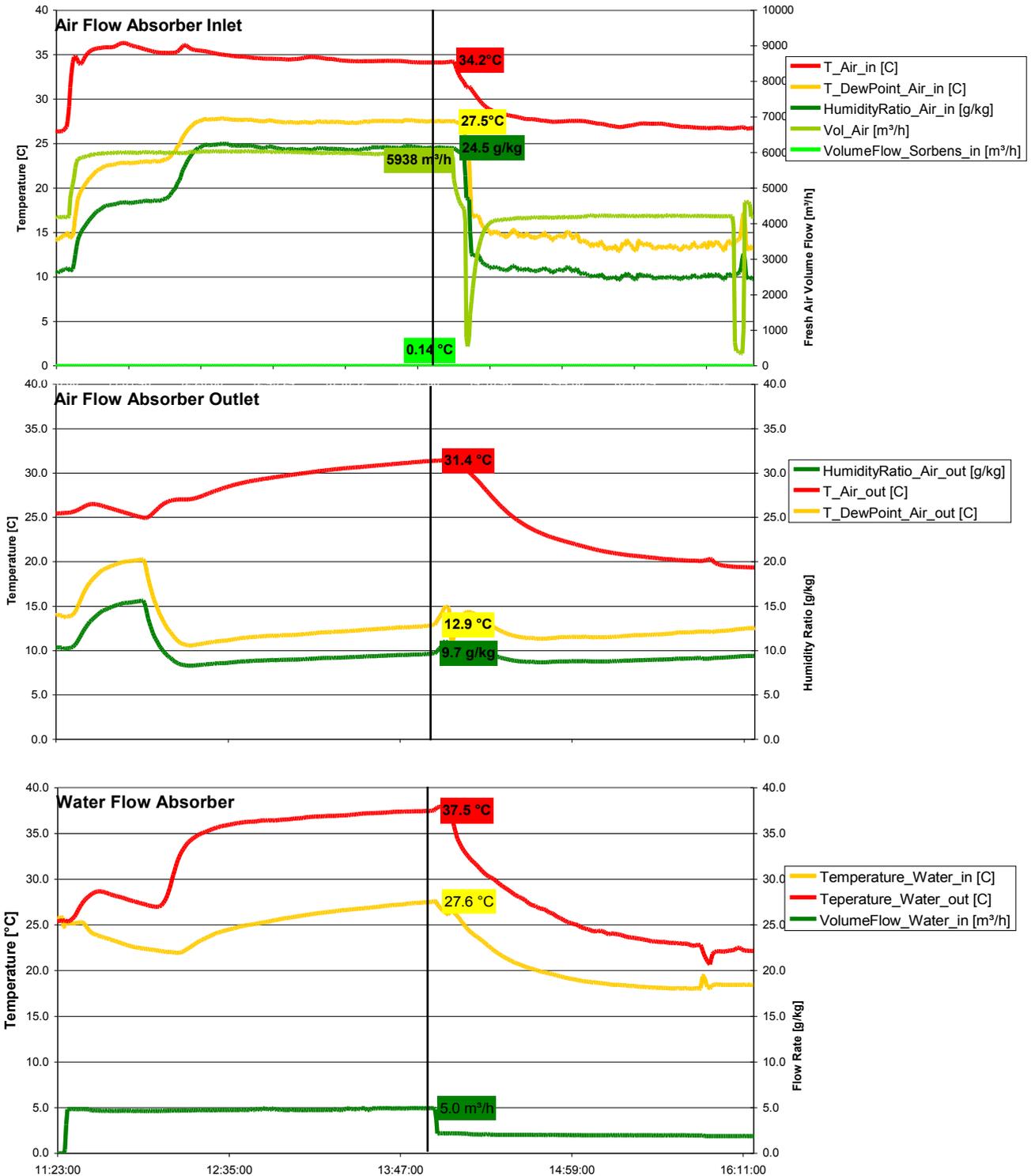
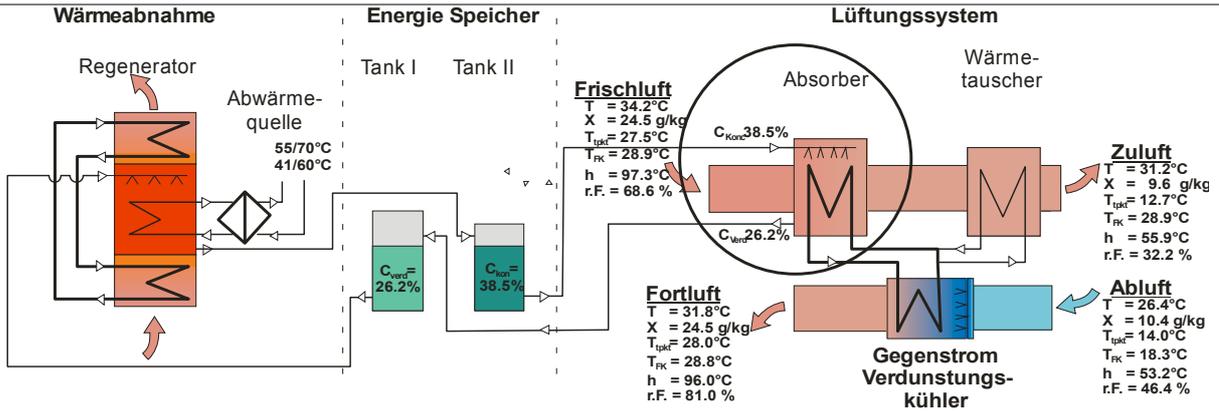
- Tank I, für verdünntes Sorbens
- Tank II, konzentriertes Sorbens

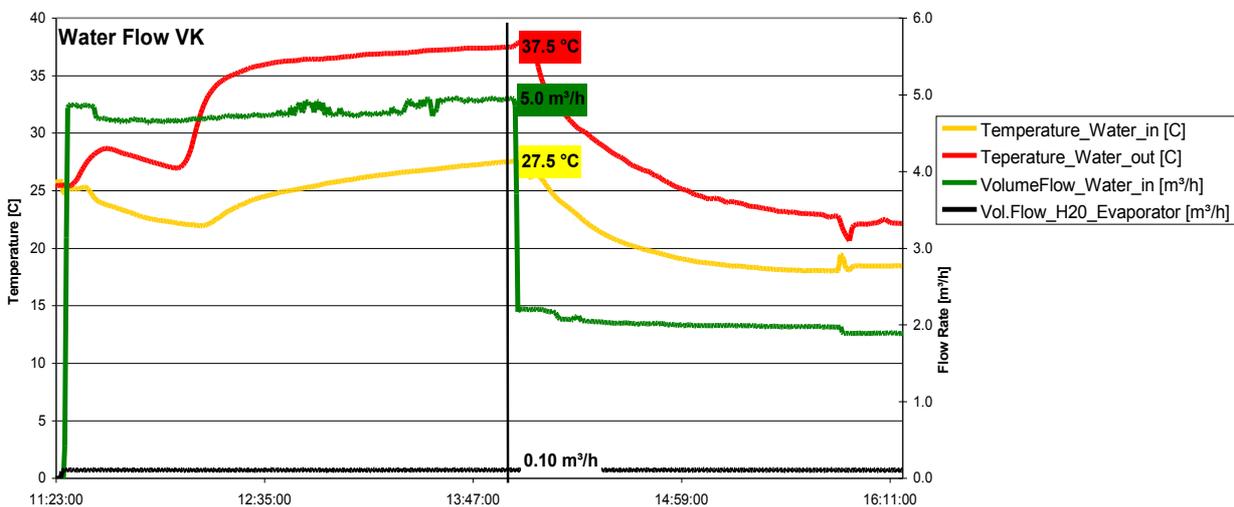
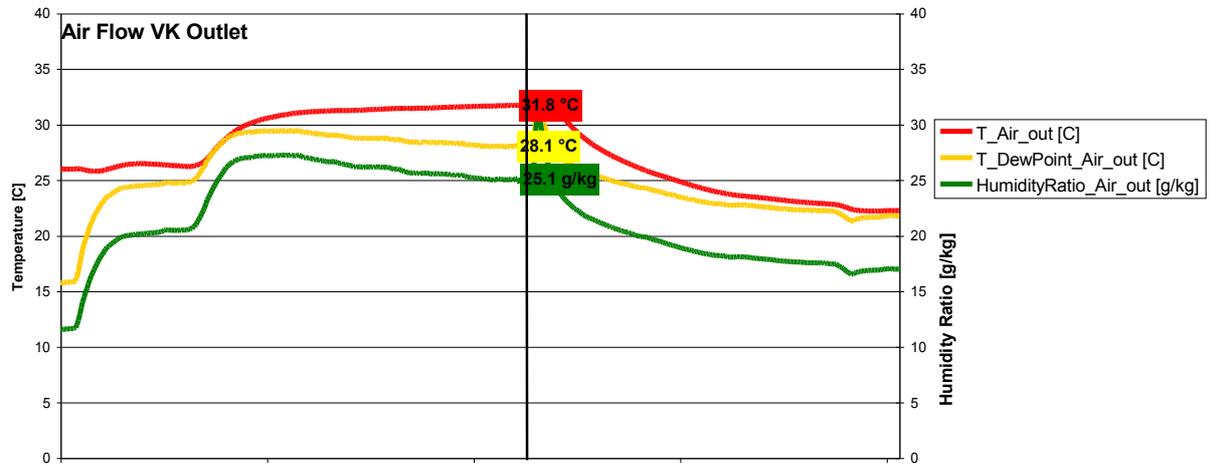
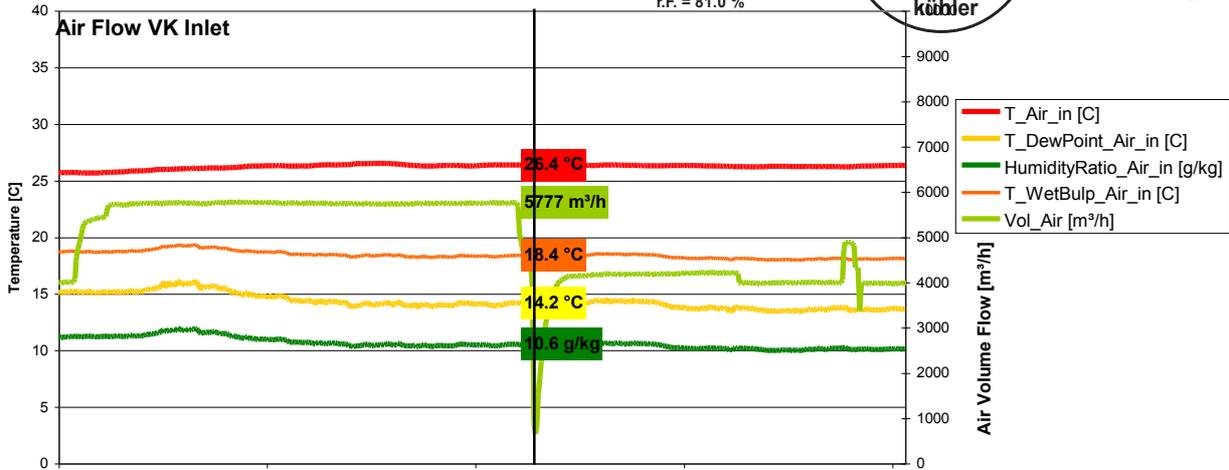
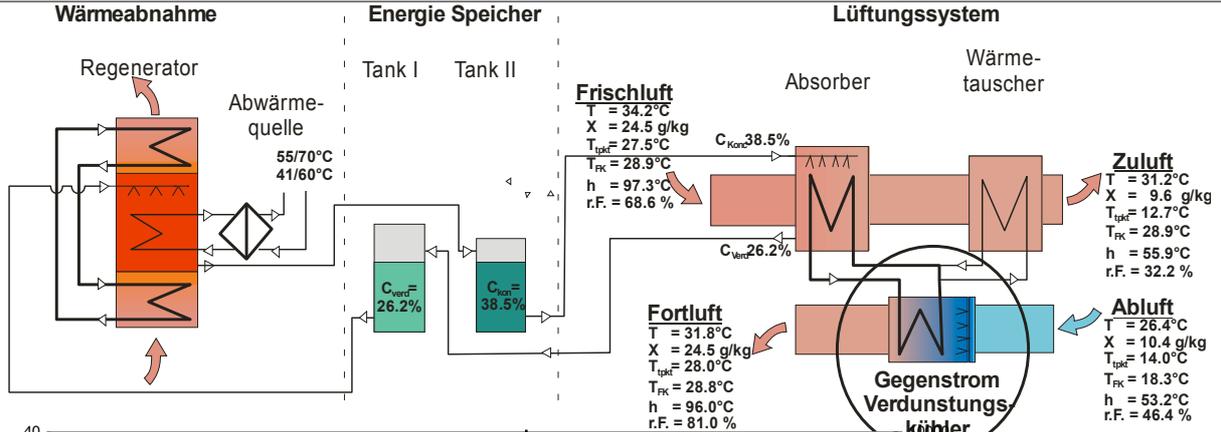
3. Wärmeabnahmesystem bestehend aus:

- Regenerator, zum Austreiben des von dem Sorbens im Absorber aufgenommenen Wassers.
- Wärmerückgewinnungssystem zum Vorwärmen der Regenerationsluft. zur Erhöhung der thermischen Leistungszahl (COP_{th}).

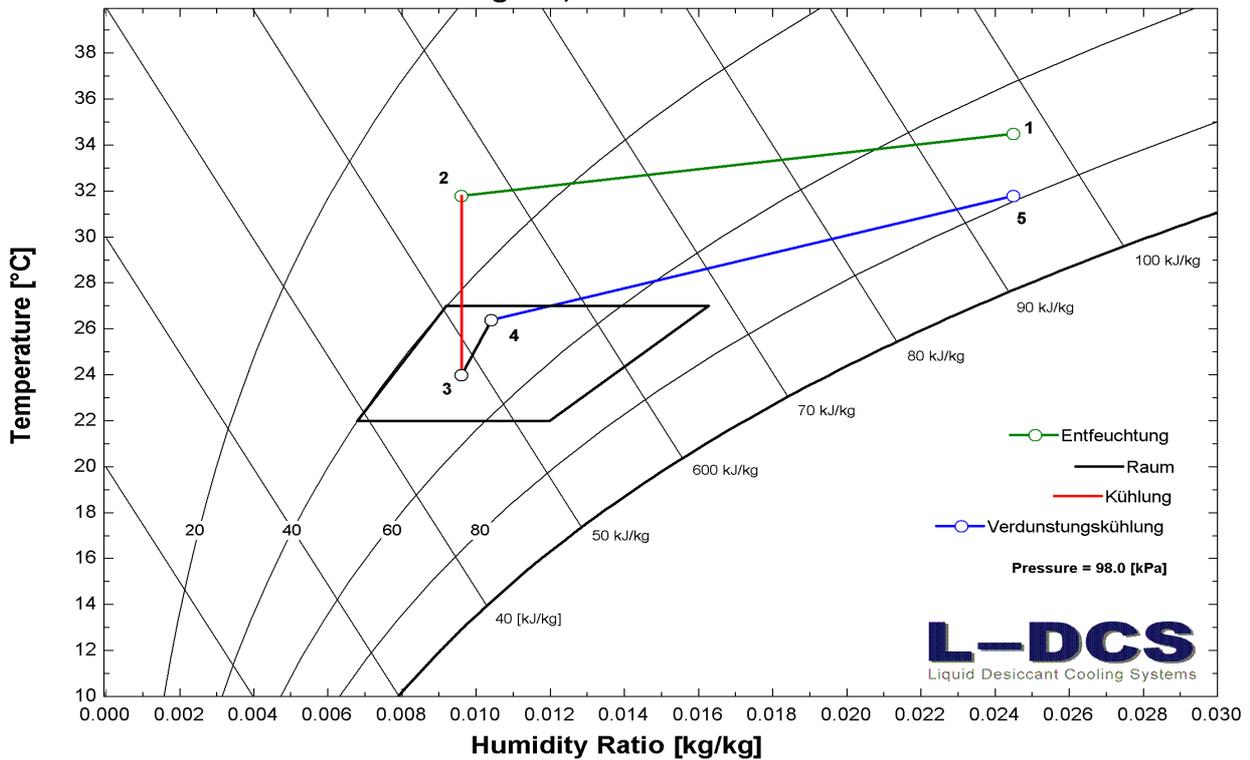
Das Lüftungssystem besteht aus einem Absorber und einem Wärmetauscher im Zuluftstrang, sowie einem Gegenstrom-Verdunstungskühler im Abluftstrang. Vor Eintritt in das Gebäude wird Frischluft aus der Umgebung in dem Absorber bei nahezu Umgebungstemperatur entfeuchtet und anschließend in dem Wärmetauscher nachgekühlt. Die während des Entfeuchtungs- und Nachkühlprozesses freigesetzte Wärme wird auf den Kühlwasserkreis übertragen und im Verdunstungskühler an die Gebäudeabluft abgegeben. Der Kühleffekt im Verdunstungskühler wird dabei durch die Verdunstung von Wasser in den Abluftstrom erreicht. Die Verdunstungskälte wird dabei in Gegenstromführung auf den Kühlwasserstrom übertragen. Auf diese Weise wird das Kühlpotential der Gebäudeabluft in thermodynamisch optimaler Weise zurück gewonnen. Die der Zuluft entzogene Wassermenge wird im Absorber von dem Sorbens ($\text{LiCl-H}_2\text{O}$) aufgenommen. Dabei wird dem Absorber unter Verwendung der, von L-DCS speziell entwickelten und patentierten, *Ultra-Low-Flow Technologie*[®] eine minimal benötigte Menge konzentriertes Sorbens aus dem Speichertank II zugeführt, die sich unter Wasseraufnahme stark verdünnt. Anschließend wird das verdünnte Sorbens in den Speichertank I zurückgeführt. Solange Tank I Entfeuchtungsenergie in Form von konzentrierter Sole bereit hält, kann der Frischluftstrom kontinuierlich entfeuchtet werden. Nur durch den Einsatz der L-DCS *Ultra-Low-Flow Technologie*[®] kann Entfeuchtungs- bzw. Kühlenergie mit einer Speicherdichte von bis zu 280 kWh/m^3 zu extrem niedrigen Kosten erreicht werden. Die Kapazität dieses Energiespeichers wird durch Anpassung der Tankgrößen beliebig den Anforderungen angepasst. Die Entfeuchtungsenergie wird erst bei direktem Kontakt des Sorbens mit Umgebungsluft freigesetzt. Wird der Tank gegen Umgebungsluft abgeschlossen, ist diese Art der Speicherung absolut verlustfrei. Entfeuchtungsenergie kann daher über beliebig lange Zeit, sei es über eine Stunde, einen Tag, eine Woche oder selbst saisonal, verlustfrei gespeichert werden. Damit die Sole kontinuierlich wiederverwendet werden kann, muss das während der Absorption aufgenommene, überschüssige Wasser wieder ausgetrieben werden. Dieser Desorptionsprozess findet im Regenerator des Wärmeabnahmesystems statt. Die Wärmerückgewinnung in der Regeneratorzu- und Abluft vermindert die Wärmeverluste und erhöht dadurch den Wirkungsgrad der Anlage. Dem Regenerator wird verdünnte Sole kontinuierlich aus dem Speichertank I zugeführt, auf etwa $50^\circ\text{-}80^\circ\text{C}$ aufgeheizt und mit Luft in Kontakt gebracht, wobei sich die Heizwassertemperatur um etwa $15\text{-}20^\circ\text{C}$ abkühlt. Durch die Erwärmung verdunstet das überschüssige Wasser aus dem Sorbens in den Luftstrom und wird in die Umgebung abgegeben. Konzentrierte Sole verlässt den Regenerator, wird dem Speichertank II zugeführt und steht damit wieder zur Luftentfeuchtung zur Verfügung.

Im Folgenden wird die Leistungsfähigkeit der L-DCS Technologie unter tropischen Bedingungen an Hand von Daten dokumentiert, die am 1.8.2014 an einer Anlage mit einer Kapazität von $6000 \text{ m}^3/\text{h}$ Frischluft gemessen wurden. Die Leistungstests und die entsprechenden Messungen wurden von einem unabhängigen Forschungs- und Prüfinstitut, dem ZAE Bayern, im Rahmen eines staatlich geförderten Forschungsprojektes an der institutseigenen Anlage des [Energy Efficiency Center](#) in Würzburg durchgeführt. Die tropischen Wetterbedingungen wurden dabei künstlich erzeugt. Auf den folgenden zwei Seiten sind die Zustandsgrößen der in den Absorber, bzw. Gegenstrom-Verdunstungskühler ein- und austretenden Massenströmen im Zeitraum zwischen 11:30 Uhr und 16:00 Uhr am 1.8.2014 gezeigt. Die Markierung am Ende der Versuchszeit um 13:53 sind mit den entsprechenden Zahlenwerten versehen.





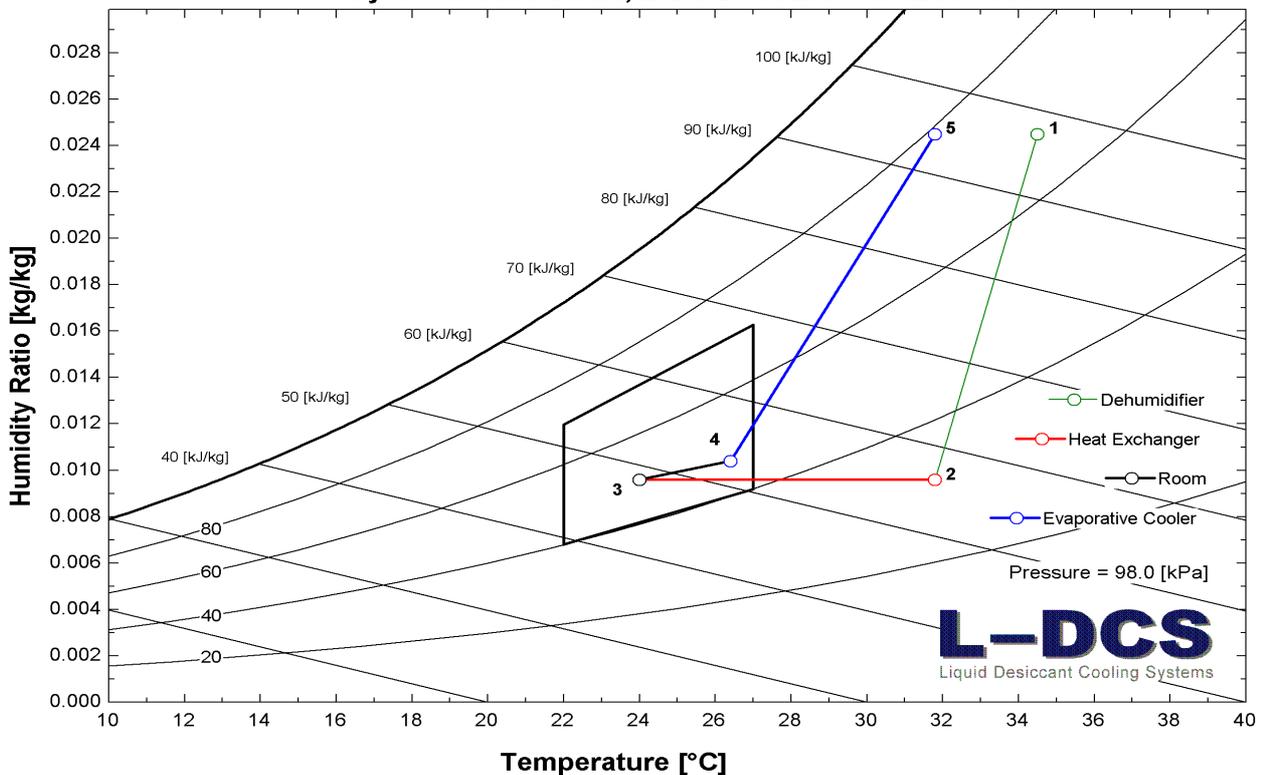
HX-Diagramm, L-DCS Prozess 1.8.2014 13:53



2

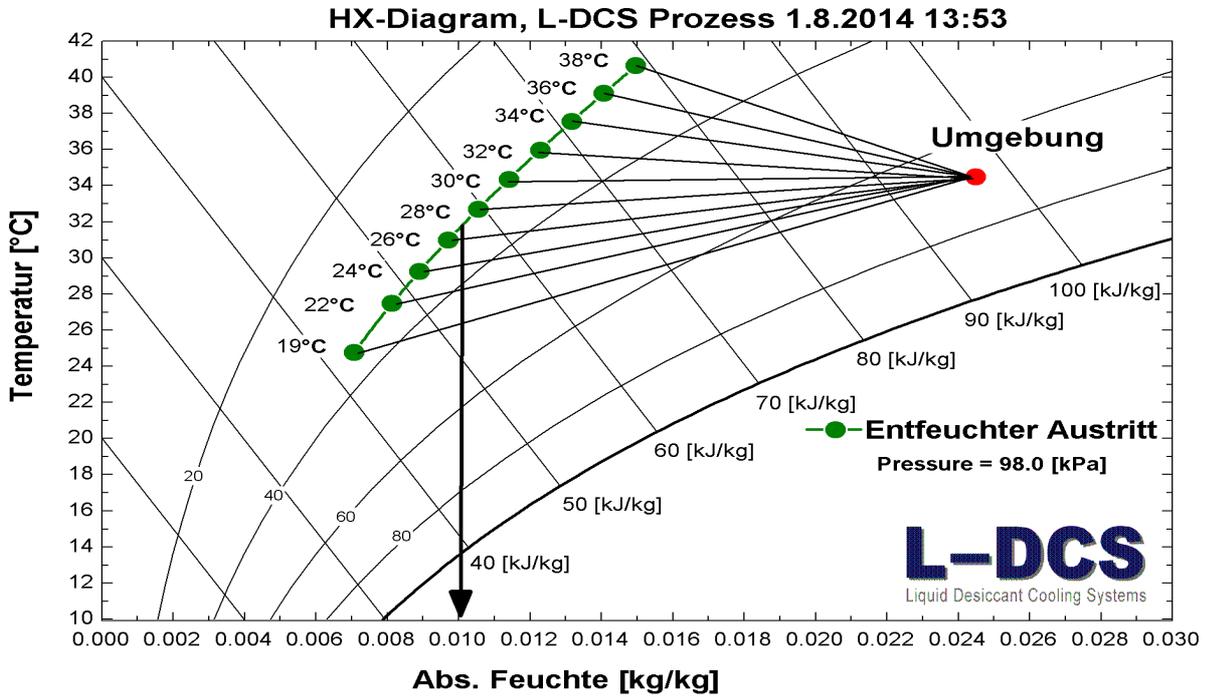
Die Diagramme auf dieser Seite zeigen den L-DCS Prozess mit den Werten von 13:53 im HX-Diagramm nach Molliere (oben) und dem im angelsächsischen Sprachraum üblichen Diagramm nach Carrier (unten).

Psychrometric Chart, L-DCS Prozess 1.8.2014 13:53

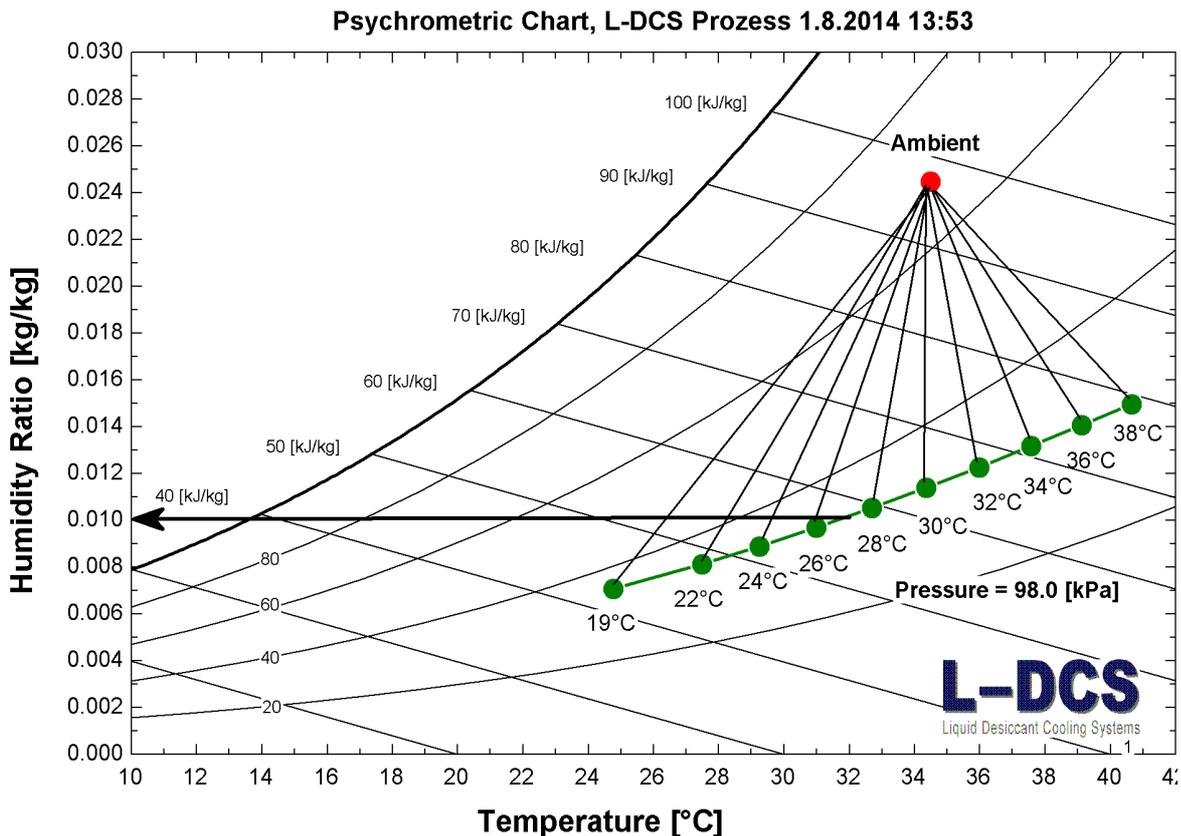


Dieser Test zeigt, dass die L-DCS Technologie in der Lage ist ohne den Einsatz von elektrisch angetriebener Zusatzkühlung Frischluft unter tropischen Bedingungen ($T=34.5^{\circ}\text{C}$; $X=24.5\text{g/kg}$) auf Werte deutlich unter 10g/kg zu entfeuchten. Gleichzeitig wurde eine Konzentrationsänderung im Sorbens von 13.5%, und damit eine Speicherdichte von 270 kWh Entfeuchtungsleistung pro m^3 verdünntes Sorbens erreicht.

Die folgenden Diagramme zeigen die berechneten Luftzustände am Austritt aus dem Absorber bei variierender Kühlwassertemperatur am Absorbereintritt.



Die realen Messwerte von 13:53 werden dabei mit hoher Genauigkeit wiedergegeben. Dieser Variation können die zu erwartenden Entfeuchtungswerte bei geänderter Anlagenkonfiguration oder geänderter Betriebsweise abgelesen werden.



Fazit:

Die in den Leistungstests gemessenen Werte dokumentieren die Leistungsfähigkeit der Anlagen unter tropischen Bedingungen, sie stellen aber nur einen möglichen Betriebszustand dar. Die erreichbaren Entfeuchtungsleistungen werden im Wesentlichen von folgenden Faktoren beeinflusst:

- Kühlwassertemperatur am Eintritt in den Absorber:
Temperatur ↓ Entfeuchtungsleistung ↑
- Anfangskonzentration des Sorbens am Eintritt in den Absorber
Konzentration ↑ Entfeuchtungsleistung ↑
Maximale Grenze: 42%, Normalbetrieb 38-40%
- Sorbensmassenstrom am Eintritt in den Absorber:
Sorbensmassenstrom ↑ Entfeuchtungsleistung ↑
Achtung! Konsequenz: Speicherdichte ↓, Pumpenleistung ↑

Des Weiteren sollten zur Optimierung der Anlagenleistung der Wärmekapazitätenstrom im Wasserkreislauf zwischen Rückkühlung und Entfeuchtung korrekt angepasst werden (Kreislaufverbundsystem).

Anhang

L-DCS Entfeuchtungssystem für feuchtes Klima mit gemessenen Leistungsdaten.

