

Instandsetzung einer SDEC-Anlage vom Labor- in den Regelbetrieb

Zielsetzung

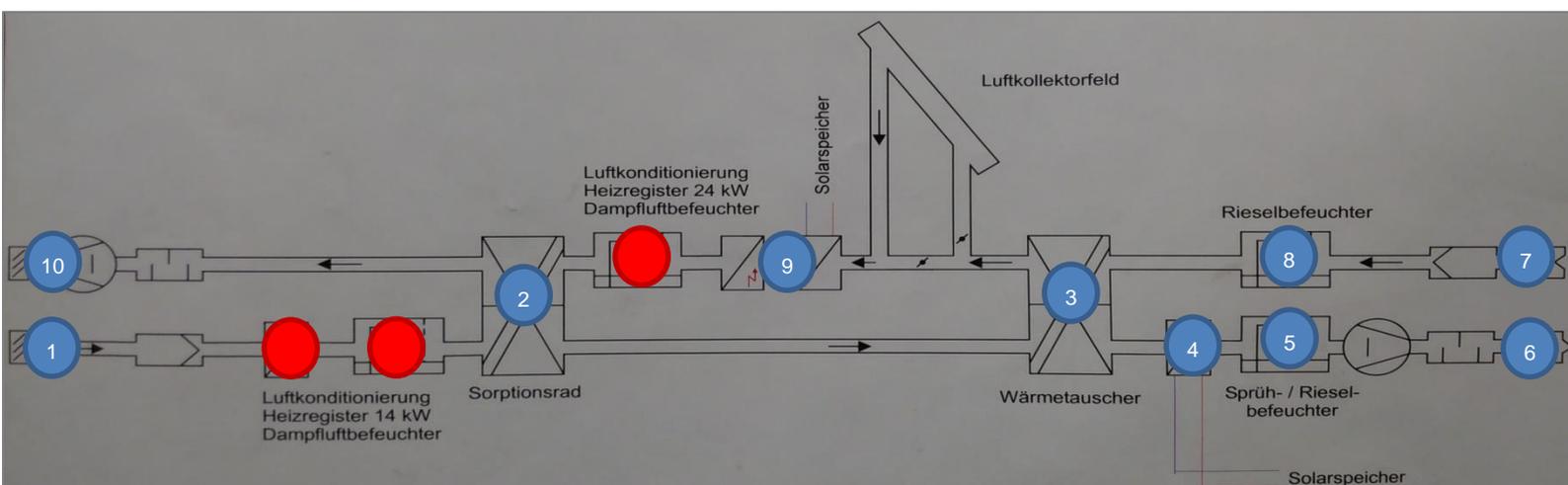
Ziel des Projekts ist es sowohl die SDEC (Solar Desiccative Evaporative Cooling) - Anlage, nachdem Sie mehr als 10 Jahre still stand, wieder in Betrieb zu nehmen und Komponenten die für den Regelbetrieb nicht von Nöten sind auszubauen. Außerdem sollen die funktionstüchtigen Anlagenkomponenten vermessen und deren Effizienz untersucht werden.

Projekthintergrund/ -entstehung

Im Rahmen des Campus-Projekts der HfT (Ensign) in Kooperation mit dem Universitätsbauamt, welches dem Amt für Vermögen und Bau untersteht, sollen alle Gebäude der HfT-Stuttgart Energetisch renoviert werden. Dabei kommen sowohl neue als auch schon bestehende Technologien zum Einsatz, die wiederum instandgesetzt werden müssen. Beispiele dafür bilden Erdwärmesonden in Kombination mit Wärmepumpen im Bau 7, PV-Kombimodule zur Überdachung des Parkhauses zur Steigerung der Kälteleistung und Stromproduktion sowie die SDEC-Anlage im Bau 3, für ein besseres Lüftungskonzept des Gebäudes. Die SDEC Anlage befindet sich derzeit noch im Laborbetrieb und soll für den Regelbetrieb instand gesetzt und an die Gebäudeleittechnik (GLT) angebunden werden.

Funktionsweise:

Die SDEC-Anlage ist eine offene Adsorptionskältemaschine, welches sich die Verdampfungsenthalpie von Wasser (adiabate Kühlung) zu Nutze macht, um durch einfache aber effiziente thermodynamische Prozesse eine Kälteleistung für Gebäude zu erzeugen. Der Prozess sieht für einen heißen Sommertag (Kühlfall) folgendermaßen aus. Nachdem der Ventilator im Zuluftstrang frische Außenluft (1) angesaugt hat, wird diese durch das Sorptionsrad (2) getrocknet, worauf hin sich die Luft stark erwärmt. Durch einen Rotationswärmetauscher (RWT) (3) wird die Zuluft hier auch Prozessluft genannt abgekühlt, um dann durch einen Befeuchter (5) auf Komfortniveau herunter gekühlt und anschließend als Zuluft (6) dem Raum zugeführt zu werden. Im Abluftstrang wird die Raumluft (7) erneut durch einen Ventilator angesaugt. Ein Befeuchter (8) sorgt dafür, dass die Abluft mit Wasser gesättigt wird, damit die nötige Kälteleistung für den RWT (3), um die Zuluft zu kühlen zur Verfügung steht. Anschließend wird die Regenerationsluft nach dem RWT durch eine Vielzahl an Wärmequellen (9) stark aufgeheizt (Warmwasser durch Solarthermie, heiße Luft durch einen Luftkollektor oder durch ein E-Heizregister). Diese Heißluft ist notwendig, um die Feuchtigkeit im Sorptionsrad (2) von der Zuluft aufzunehmen und daraufhin in die Umgebung abzugeben.



Umbau der SDEC vom Labor in den Regelbetrieb

Wie vorher schon angesprochen müssen einige Anlagenkomponenten (rot markiert) für den Regelbetrieb entfernt werden.

Dazu wurde ein Winkelschleifer verwendet, aufgrund des Stecksystems was eine komfortable Entnahme von einzelnen Bauteilen aus der SDEC unmöglich macht. Als Ersatz wurden 30mm verzinkte Stahlrohre eingesetzt.

Weitere Instandsetzungsmaßnahmen beinhalteten die Kontrolle der Funktionsfähigkeit aller Hardwarekomponenten sowie die wichtigsten Softwarebefehle. Festgestellt wurde dabei, dass einige Transmitter und Frequenzumrichter fehlerhaft verkabelt wurden und mittels von Bedienungsanleitungen richtig angeschlossen werden mussten.

Außerdem ist bei der Analyse aufgefallen, dass die Befeuchter, die Vakuumröhren samt Hydraulik und ein Warmwasser-Heizregister ausgefallen bzw. kaputt sind. Bei den Vakuumröhren muss das Glykol aufgrund der langen Standzeit definitiv ausgetauscht werden und den Sommer über lang mit enthärteten Wasser im Betrieb gereinigt werden, um die Solarthermieanlage auf Leckagen zu untersuchen. Die Befeuchter müssen ebenfalls einer Gesamtreinigung unterzogen werden, damit die Hygienebedingungen im zu kühlenden Raum gewährleistet werden können. Das Warmwasserheizregister erlitt einen Totalschaden aufgrund von Eisbildung im Bauteilinneren was zum Bersten der Kupferrohre führte. Der Luftfilter sollte ebenfalls prophylaktisch ausgetauscht werden.

Messdurchführung

Nachdem die SDEC-Anlage seitens des Sorptionsrades, des Rotationswärmetauschers, des Luftkollektors und der Ventilatoren wieder funktioniert, kann mit der Vermessung dieser Komponenten begonnen werden. Dazu wurden alle relevanten Parameter (Temperatur, Feuchte, Volumenstrom und Globalstrahlung) die zur Effiziensermittlung nötig sind über Tage aufgezeichnet und die vielversprechendsten ausgewertet. Mit Hilfe der Formel für die Rückfeuchte- sowie Rückwärmezahl konnte der Wirkungsgrad des RWT's und SR's ermittelt werden. Außerdem wurde der Volumenstrom in Abhängigkeit des Softwarestellwerts für den E-Motor im Abluftstrang an zwei verschiedenen Stellen aufgezeichnet. Als letzte zu vermessende Komponente wurde der Luftkollektor hinsichtlich der Eintritts- und Austrittstemperatur sowie der Globalstrahlung vermessen und der Wirkungsgrad berechnet.

Ergebnisse

Die Messwerte des Volumenstroms sind alles andere als Eindeutig ausgefallen. Der Masseerhaltungssatz besagt, dass in einem geschlossenen System der Volumenstrom immer gleichbleibt. Selbst zusätzliche Messgeräte konnten keine Klarheit schaffen, woraufhin beschlossen wurde den Ventilatordruck in naher Zukunft am Ein- und Austritt des Ventilators zu messen. Was jedoch herausgefunden werden konnte, ist dass der Transmitter vor dem Abluftventilator für die Regelung des selbigen Ventilators zuständig ist. So kann der Transmitter je nach Lufttemperatur und -dichte die Drehleistung des Ventilators begrenzen (ca. bei 3200m³/h). Noch offen bleibt jedoch, ob tatsächlich der Volumenstrom richtig gemessen und das volle Potenzial des Abluftventilators genutzt wird.

Der RWT sowie das SR werden leider nicht mehr produziert und der Hersteller ist nicht mehr existent, was die Beschaffung von Vergleichswerten der Neukomponente unmöglich machte. Es wurden daher ähnliche Wirkungsgrade herangezogen und verglichen, jedoch bleibt zu vermerken: „Ein eindeutiger Vergleich kann nicht getroffen werden, wenn die Messungen nicht unter denselben realen Bedingungen durchgeführt wurden.“ Dies war bei dem SR nämlich der Fall, welches zur Auswertung eine breiter angelegte Messung benötigt.

Der Luftkollektor besitzt nur einen 10-20% geringeren Wirkungsgrad als ein neuwertiger Kollektor vom selben Hersteller. Auf die Einbuße kann nur spekulativ eingegangen werden, da für genauere Angaben eine breitere Messung nötig ist, welche aufgrund des knappen Zeitfensters nicht möglich war. Bsp. Für die Alterung kann die Erosion an der Reflektorschicht durch direkte Sonneneinstrahlung sein.

Komponente	Physikalische Größe	Kennwert-ergebnis	Vergleichskennwert
Luftkanal, Ventilator	Volumenstrom	Unregelmäßiger V-Strom	Volumenstrom ist in geschlossenen Systemen konstant!
Rotationswärmetauscher	Rückfeucht-, Rückwärmzahl	Φ : 0,57 Ψ : 0,11 ($x = 2 \text{ g/kg}$)	Φ : 0,65-0,80 Ψ : 0,01 ($x = 0 \text{ g/kg}$)
Sorptionsrad	Rückfeucht-, Rückwärmzahl	Φ : 0,49 Ψ : 0,12 h: -	Φ : - Ψ : 0,58 h: -
Luftkollektor	Kollektor-wirkungsgrad	$\eta = 0,4 - 0,5$	$\eta = 0,6 - 0,65$

