

# Effizienz-NTU-Methode für einen zyklischen Sorptionsprozess

## Kurzfassung

Verfahren zur sorptionsgestützten Klimatisierung (DEC, *engl.*: Desiccant Evaporative Cooling) nutzen Wärme auf einem niedrigen Temperaturniveau (ca. 60 bis 80 °C), um Luft zu kühlen und zu trocknen. In dieser Arbeit wird die Kernkomponente eines neuartigen Prozesses dieser Art messtechnisch analysiert, nämlich ein Luft/Luft-Wärmeübertrager, welcher auf einer Seite mit einem festen Sorbens beschichtet ist. Die nicht beschichtete Seite des Wärmeübertragers fungiert als Verdunstungskühler. Die Namensgebung des Wärmeübertragers basiert auf diesen beiden Hauptmerkmalen: Evaporatively Cooled Sorptive Heat Exchanger, kurz ECOS. Zur kontinuierlichen Luftkonditionierung werden mindestens zwei solcher Wärmeübertrager benötigt und zyklisch betrieben.

Um die Wärmeübertrager zu untersuchen, wurde ein Technologiedemonstrator aufgebaut. Methoden der statistischen Versuchsplanung wurden eingesetzt, um die Anzahl der benötigten Messungen zu verringern. Das Verhalten der Wärmeübertrager ohne stattfindenden Phasenwechsel, im Betrieb als indirekter Verdunstungskühler und im zyklischen Betrieb weist starke Ähnlichkeiten auf. Diese Ähnlichkeiten wurden mithilfe eines einheitlichen Modellansatzes auf Basis der Effizienz-NTU-Methode hergeleitet, beschrieben und messtechnisch überprüft. Gegenüber dem Verhalten als Wärmeübertrager ohne stattfindenden Phasenwechsel zeigt sich im Betrieb als indirekter Verdunstungskühler und im zyklischen Betrieb, dass der Wärmedurchgangskoeffizient des Wärmeübertragers und die Wärmekapazitäten der Luftströme durch scheinbare Größen, welche die Phasenwechselenthalpie enthalten, ersetzt werden müssen. Die Abhängigkeiten dieser Größen werden im Rahmen der einheitlichen Modellierung hergeleitet und mit Hilfe der Messungen validiert.

## Abstract

Desiccant evaporative cooling (DEC) processes enable the use of low-temperature heat (approx. 60 to 80 °C) for the purpose of air conditioning, i.e. cooling and dehumidification. This dissertation analyses the main component of a novel DEC process, an air-to-air heat exchanger with a sorptive coating on one side. The other side of the heat exchanger is utilised for evaporative cooling. Due to these two characteristics the heat exchanger is called „evaporatively cooled sorptive heat exchanger“, or ECOS. In order to condition air continuously, at least two ECOS's are required and operated in batch mode.

To analyse the process, a prototype was build. Design of experiment methods were used to diminish the number of measurements. The behaviour of ECOS was investigated in three different operating modes: without phase change on any side of the heat exchange, operating as an indirect evaporative cooling device, and in batch operation utilizing the sorptive coating. The similarities between these operating modes are analysed and described by a unified model based on the effectiveness-NTU method. In order to achieve this, the heat transfer coefficient of the heat exchanger and the heat capacities of the air flows are replaced by so called „apparent“ coefficients which account for the heat of phase change. The dependencies of these coefficients are deduced for the unified model, which is validated by measurements.