

# Effiziente Trinkwasseraufbereitung

## Brüdenverdichtung zur dezentralen Trinkwasseraufbereitung im Kontext bestehender

Diplomand



Elias Carl

**Ausgangslage:** Im Rahmen dieser Bachelorarbeit werden unterschiedliche Methoden zur dezentralen Trinkwasseraufbereitung einander gegenübergestellt und im Hinblick auf das Anwendungsziel bewertet. Ein besonderer Fokus gilt der Brüdenverdichtung (englisch: Vapour Recompression). Das der Arbeit übergeordnete Ziel ist ein positiver Machbarkeitsnachweis für eine dezentrale Trinkwasseraufbereitungsanlage nach dem Prinzip der Brüdenverdichtung. Das Gewicht der Anlage soll 25kg nicht überschreiten, sie soll einen wartungsfreien Betrieb gewährleisten und eine Meerwasseraufbereitung ermöglichen. Die Destillation zur Trinkwasseraufbereitung ist aufgrund des grossen Energieeinsatzes (hohe Verdampfungsenthalpie von Wasser) für eine dezentrale Anwendung unter den gegebenen Anforderungen ungeeignet. Die Brüdenverdichtung ermöglicht durch die Zwischenschaltung eines Verdichters eine Rückführung der Kondensationsenthalpie in den Verdampfer (siehe Abb. 2). Für den Bau einer Pilotanlage wird ein Verdichter benötigt, welcher den Kenndaten der Aufgabenstellung entspricht. Dem Autor ist keine dezentrale Trinkwasseraufbereitung nach dem Prinzip der Brüdenverdichtung bekannt.

**Vorgehen / Technologien:** Dezentrale Systeme zur Trinkwasseraufbereitung sind aufgrund der Rahmenbedingungen (Kosten, Energieeinsatz, Gewicht etc.) ein- bis zweistufig aufgebaut und verfolgen in erster Linie die Desinfektion bzw. Hygienisierung des Trinkwassers. Diese Aufbereitungsstufe gewährleistet die Hygiene des Trinkwassers bzw. verhindert die Übertragung von Krankheitserregern über das Trinkwasser. In Bezug zur Aufgabenstellung kommen für die Meerwasseraufbereitung entweder Umkehrosmose oder Brüdenverdichtung in Frage. Erstere hat den Vorteil, dass das Retentat in flüssiger Form vorliegt und somit durch Pumpen abgeführt werden kann. Der für die Umkehrosmose notwendige Druck ist unter Berücksichtigung der aufzuwendenden Energie verfahrenstechnisch aufwändig. Die Brüdenverdichtung ermöglicht gemäss Abb. 1 einen wirtschaftlichen Wärmeeintrag in den Verdampfer (Rückführung der Kondensationsenthalpie). Als Nachteil werden Ablagerungserscheinungen (Verkalkung und Feststoffausfällungen) und eine Siedepunkterhöhung durch eine ansteigende Konzentration gelöster Stoffe im Verdampfergefäss gewertet. Bevor das bei der Brüdenverdichtung entstehende Destillat als Trinkwasser genutzt werden kann, muss dieses remineralisiert werden. In destilliertem Wasser löst sich CO<sub>2</sub> bis zum Erreichen eines Gleichgewichtszustandes, was eine Senkung des pH-Wertes zur Folge hat. Dies konnte experimentell aufgezeigt werden (siehe Versuchsaufbau in Abb. 3). Als Remineralisierung wird deshalb eine Filtration des Kondensats über

gekörntes Filtermaterial (z.B. Calciumcarbonat) vorgeschlagen. Aufgrund der möglichen Biofilmbildung auf der Filteroberfläche ist der Remineralisierung eine UV-Desinfektion nachzuschalten (siehe Abb. 2).

**Fazit:** Ein passender Verdichter konnte nicht gefunden werden. Im Hinblick auf eine Pilotanlage zur Trinkwasseraufbereitung mittels Brüdenverdichtung wird empfohlen, die Herausforderungen bezüglich der Verkalkung des Verdampfergefässes und die Remineralisierung unabhängig von einem passenden Verdichter zu untersuchen.

Abbildung 1: Ideale Verdichterleistung als Funktion des Druckes  $p_1$  (siehe Abb. 2) für verschiedene Temperaturerhöhungen Eigene Darstellung

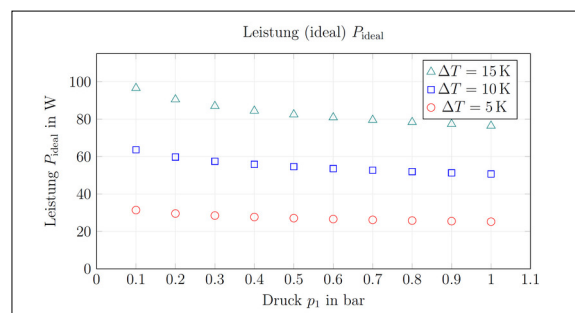


Abbildung 2: Schematische Darstellung einer möglichen Brüdenverdichtung zur Trinkwasseraufbereitung Eigene Darstellung

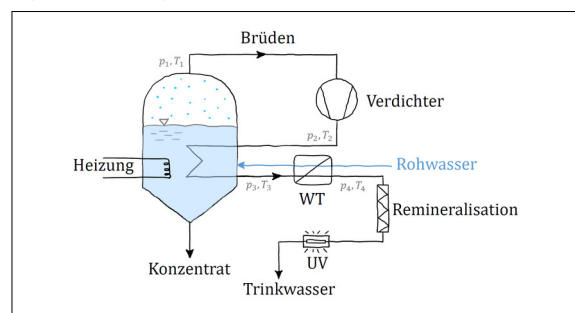
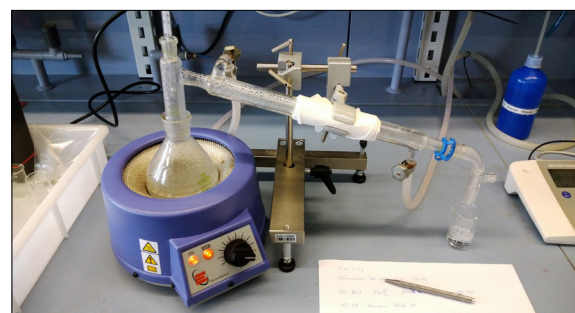


Abbildung 3: Destillationsversuch zur Untersuchung des pH-Wertes bzw. der CO<sub>2</sub>-Aufnahme im Destillat Eigene Darstellung



Referent

Prof. Stefan Bertsch

Korreferent

Max Bartholdi,  
Viessmann (Schweiz)  
AG / GB  
Grosswärmepumpen,  
Worb, BE

Themengebiet

Wasseraufbereitung,  
Thermo- und  
Fluidynamik,  
Umwelttechnik  
allgemein