

## Bachelorarbeit Offshore – Energiespeicherung mit Druckbehältern (Projekt StEnSea)

Bearbeiterin: Julia Mattenklott  
Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Stefan Heimann  
Wintersemester 2021/22

Mit Offshore – Pumpspeicheranlagen, die in etwa 600 bis 800 m auf dem Meeresgrund installiert werden, soll es ermöglicht werden, überschüssige Energie aus z. B. in der Nähe befindlichen Offshore – Windkraftanlagen zu speichern. Falls diese oder andere erneuerbare Energieträger für einen bestimmten Zeitraum keine elektrische Energie erzeugen können, so kann die gespeicherte Energie der Druckbehälter eingesetzt werden, um im Idealfall eine ausschließliche Energieversorgung mit erneuerbaren Energieträgern zu realisieren.

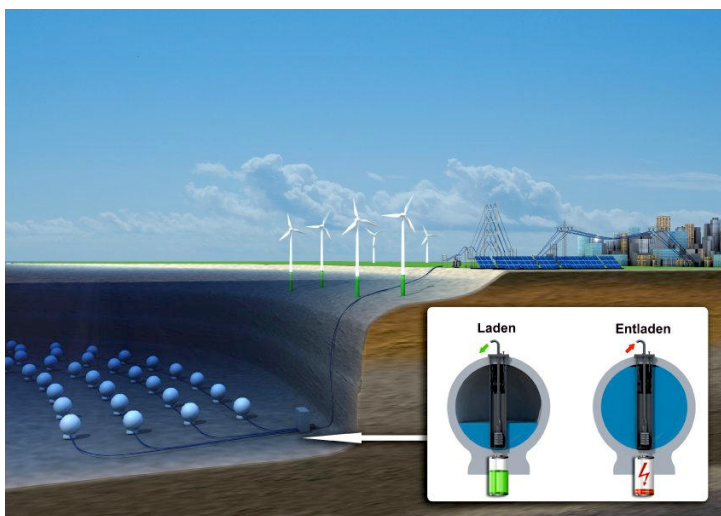
Innerhalb dieser Bachelorarbeit wird der Einsatz von 2 doppelflutigen, mehrstufigen, drehzahlvariablen PAT (Pumpen als Turbinen) in einem Druckbehälter mit einem Innendurchmesser von 28,6 m untersucht. Durch eine doppelflutige Auslegung kann ein Neutralisieren der Axialkräfte erreicht werden, große Förderhöhen können durch die Mehrstufigkeit überwunden werden und mithilfe der Drehzahlvariabilität kann die Leistung geregelt werden.

Andere Maschinenanordnungen könnten ebenso infrage kommen, falls es mit ihnen möglich wäre einen geringen Auslegungsdruck zu erzielen.

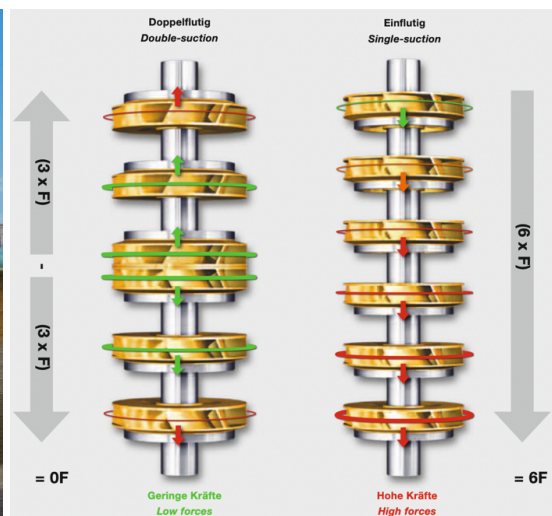
Für einen Druckbehälter mit einem Innendurchmesser von 28,6 m ergibt sich abzüglich eines angenommenen Mindestanteils an Wasser von 15 % zum Benetzen der PAT und des unter Umgebungsdruck komprimierten Luftanteils ein effektives Speichervolumen von 9771 m<sup>3</sup>, was einer Ausnutzung von 80 % des gesamten Hohlraumvolumens entspricht.

Die Speicherkapazität von 16,94 MWh wird maßgeblich durch den bei zunehmender Füllung ansteigenden Gegendruck im Behälterinneren beeinflusst. Je tiefer die Druckbehälter installiert werden und je größer die Abmessungen gewählt werden, desto größer wird die Speicherkapazität.

Bei der Konstruktion der kugelförmigen Druckbehälter muss beachtet werden, dass während der Herstellung des Betons große Mengen an CO<sub>2</sub> freigesetzt werden. Durch die Wahl eines Betons mit einer hochfesten Druckfestigkeitsklasse kann die Wandstärke um 62 % im Gegensatz zu Beton mit einer normalfesten Druckfestigkeitsklasse reduziert werden. Jedoch muss beachtet werden, dass das Bauwerk ausreichend Gewichtskraft benötigt, um nicht aufzutreiben, sodass eine verringerte Wandstärke durch zusätzlichen Beton im Sockel kompensiert werden muss.



Konzept der Energieerzeugung und -speicherung mit Pumpspeicheranlagen auf dem Meeresgrund



Darstellung einer doppelflutigen Strömungsmaschine zum Ausgleich der Axialkräfte