



# Diplomarbeit



**Fachbereich Maschinenbau**

Institut für Wärme- und Brennstofftechnik

Technische Universität Braunschweig

Prof. Dr. techn. R. Leithner

## **Konzeptstudie für ein Druckluftspeicherkraftwerk in Kombination mit einem Biomassekraftwerk zur Bereitstellung von Regel-, Lastspitzen- und Grundlaststrom**

Vorgelegt von: cand. oec. mach. Lisa Willnauer

Matr.-Nr.: 2841191

Betreuer: Prof. Dr. techn. Reinhard Leithner (IWBT)

Dipl.-Ing. Daniel Depta (umwelttechnik & ingenieure GmbH, Hannover)

Dipl.-Ing. Lasse Nielsen (IWBT)

Hannover, November 2010

### Zusammenfassung

Die Sicherstellung einer zuverlässigen, wirtschaftlichen und umweltverträglichen Energieversorgung ist eine der größten Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Um insbesondere der Kritik Rechnung zu tragen, dass der installierten regenerativen Leistung entsprechende Schattenkraftwerke mit hohen Leistungen entgegengesetzt werden müssen, um Ausfälle und Lastspitzen zu kompensieren, wird derzeit vielerorts an geeigneten Speichertechnologien gearbeitet.

Thema dieser Diplomarbeit ist die Kombination der Druckluftspeichertechnologie mit einem 35 MW<sub>th</sub> Biomassekraftwerk zur Bereitstellung von Regel-, Spitzen- und Grundlaststrom. Gegenüber anderen Ansätzen zur Speicherung von Druckluft entfällt bei diesem flexiblen Speichersystem die Notwendigkeit einen Wärmespeicher zu installieren, da die bei der Luftverdichtung erzeugte Wärme in das Biomassekraftwerk eingekoppelt und die bei der Entspannung der Luft notwendige Wärme aus dem Biomassekraftwerk ausgekoppelt wird.

Im Zuge der technischen Ausarbeitung werden die thermodynamischen Eckdaten der Wärmekopplung anhand des Energiebilanzprogrammes ENBIPRO des Institut für Wärme- und Brennstofftechnik der TU Braunschweig berechnet. Anhand der ermittelten maximal übertragbaren Wärmeleistung wird die Gesamtanlagen aus Biomasse- sowie Druckluftspeicherkraftwerk thermodynamisch ausgelegt, mit ENBIPRO simuliert und optimiert. Dabei werden zwei Einspeicher- und drei Ausspeichervariationen des Druckluftspeicherkraftwerkes untersucht und die verschiedenen Kopplungsmöglichkeiten anhand der erzielbaren elektrischen Leistungen und des Nutzungsgrades bewertet. Die optimale Kombination aus Einspeicher- und Ausspeicherstrang des Druckluftspeicherkraftwerkes erreicht einen Nutzungsgrad des CAES-Kraftwerkes von 73,45 %. Dieser wird komplett ohne Zwischenerhitzung durch Verbrennung fossiler Brennstoffe erreicht, so dass die Kraftwerkskombination regenerativ betrieben werden kann.

Der zweite Teil der Diplomarbeit beschäftigt sich mit der wirtschaftlichen Analyse und Bewertung der Kombination aus Speichertechnologie und Biomassekraftwerk. Es werden die Investitions- und Betriebskosten sowie die durch das EEG, an der EEX und dem Regelenergiemarkt erzielbaren Erlöse bestimmt. Anhand der Ergebnisse wird darauffolgend der Kapitalwert über 15 Betriebsjahre bestimmt. Dabei werden verschiedene Vermarktungsszenarien untersucht und die für die Betriebsweise optimale Vermarktungsstrategie der elektrischen Leistung bestimmt.

Abgeschlossen wird die Diplomarbeit durch einen Ausblick auf das zukünftige Potential der Kraftwerkskombination am Energiemarkt.