

Projektskizze zum Thema:

# Potentialanalyse einer Power-to-Gas Anlage in der Metropolregion Nürnberg

P2GEMN

**Themenfeld:** Untersuchung des Potentials einer Power-to-Gas Anlage als Speicher für regenerativ gewonnener Energie zum Ausgleich von Energieüberschüssen und -defiziten.

## **Kontaktdaten des Projektbearbeiters:**

Name: Fabio Lattanzio  
Prüfer: Prof. Dr. -Ing. Matthias Popp  
Korrektor: Muhamad Fadhli Bin Zulkifli  
Hochschule: Technische Hochschule Nürnberg  
Mart. Nr.: 2742695  
Studiengang: Maschinenbau  
Vertiefungsrichtung: Energietechnik  
Mail: [lattanziofa61144@th-nuernberg.de](mailto:lattanziofa61144@th-nuernberg.de)

Datum: \_\_\_\_\_

Unterschrift: \_\_\_\_\_

## Inhaltsverzeichnis

I.	Inhaltsverzeichnis .....	2
II.	Abbildungsverzeichnis .....	2
III.	Abkürzungsverzeichnis.....	2
1.	Inhaltliche Kurzbeschreibung des Projekts .....	3
2.	Ausführliche Projektbeschreibung .....	3
3.	Forschungsfragen .....	4
4.	Arbeitsprogramm .....	5
5.	Zeitplan.....	5
6.	Verwertungskonzept .....	6
7.	Quellenangaben .....	6
8.	Anhang.....	6

## II. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Power-to-Gas Prozess mit Wirkungsgraden .....	4
--------------	---	---

## III. Abkürzungsverzeichnis

PtG	Power to Gas (z.dt. Energie zu Gas)
EMN	Europäische Metropolregion Nürnberg
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
H <sub>2</sub>	Wasserstoff
CH <sub>4</sub>	Methangas
GuD	Gas und Dampf
TWh	Terrawattstunden
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
BHKW	Block-Heiz-Kraftwerk
Merra-2	Modern Era Retrospectiveanalysis for Research and Application

## 1. Inhaltliche Kurzbeschreibung des Projekts

Im Rahmen des Energietechnikprojekts der Fakultät Maschinenbau der Technischen Hochschule Nürnberg wird das Ziel einer Senkung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes bis 2030 um 40% in der europäischen Metropolregion Nürnberg (EMN) untersucht.

Diese Projektarbeit beschäftigt sich mit dem Potential einer Power-to-Gas Anlage zur Speicherung von Energieüberschüssen und zum Ausgleich von Energiedefiziten. Hierbei werden ausschließlich Energiebilanzen betrachtet, welche sich durch den Einsatz von regenerativen Energieerzeugungsmethoden ergeben. Bevorzugt werden zur Analyse die Energiequellen Wind- und Solarenergie als Hauptenergiequelle herangezogen. Das Ziel dieser Projektarbeit ist es, das Power-to-Gas Verfahren zu analysieren und in Anbetracht des Zieles der EMN als sinnvolles Lösungskonzept zu bewerten.

## 2. Ausführliche Projektbeschreibung

Das Reaktorunglück in Fukushima läutete in Deutschland die Energiewende ein. Die Bundesregierung beschloss im Jahre 2011 bis 2022 alle Atomreaktoren in Deutschland vom Netz zu nehmen. Mit der Verabschiedung des Erneuerbare-Energien Gesetzes (EEG) wurde eine Richtung eingeschlagen, die Bundesrepublik Deutschland zunehmend mit erneuerbaren Energien zu versorgen und Projekte hierzu zu fördern. Der Umschwung auf erneuerbare Energien durch den Atomausstieg und die Ziele bis 2030 40 % weniger CO<sub>2</sub> zu emittieren und bis 2050 eine 100%ige regenerative Energieerzeugung zu gewährleisten, stellt die europäische Metropolregion Nürnberg (EMN), sowie die Bundesrepublik Deutschland vor ein großes Problem, nämlich die saisonale Speicherung der Energie.

Die zwei größten Energiequellen neben Biomasse sind in der EMN Windenergie und Solarenergie (Energieatlas Bayer, 2018). Diese Quellen fluktuieren je nach Wetterlage unvorhersehbar stark. In den Wintermonaten ist mit einem geringeren Solarenergieertrag zu rechnen und in den Sommermonaten mit einem geringeren Windenergieertrag. Somit ergeben sich Energiedefizite und -überschüsse. Die Herausforderung für die EMN besteht daraus, den vorhandenen Strommix aus Windenergie und Solarenergie anzupassen und eine Speicherung der Überschüsse zu ermöglichen, um die Defizite auszugleichen. Die Speicherung sollte möglichst effizient, zuverlässig, schnell und kostengünstig erfolgen.

Eine Möglichkeit der saisonalen Energiespeicherung stellt das „Power-To-Gas“-Verfahren (z.d.t. Energie zu Gas) dar. Bei diesem Verfahren wird Wasser mithilfe regenerativen Stroms über eine Elektrolyse in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff aufgespalten. Der Wasserstoff wird entweder in geringen Teilen dem Erdgasnetz zugeführt oder mittels Sabatier-Prozess zu Methan umgewandelt (Sterner, Jentsch & Holzhammer, 2011, S.7). Der Sabatier-Prozess beschreibt die stark exotherme chemische Reaktion, bei welcher Wasserstoff durch CO<sub>2</sub>-Zufuhr zu Methan reagiert. Diese Reaktion wird im Weiteren als Methanisierung bezeichnet. Kohlenstoffdioxid zur Methanisierung kann in Biogasanlagen, Kläranlagen, industriellen Prozessen oder in der Umgebungsluft anfallen und genutzt werden. Der Wirkungsgrad bis zur Methanisierung, wenn kein zusätzlicher Energieaufwand zur CO<sub>2</sub> Gewinnung benötigt wird, liegt bei 58 % (Altmann, 2014, S.3). Das durch diese Prozesskette gewonnene Methan kann nun aufgrund seines Gaszustandes in den bereits vorhandenen Erdgasspeichern gespeichert werden. In Deutschland werden ca. 50 unterirdische Erdgasspeicher mit einer Kapazität von 220 TWh (Terrawattstunden) unterhalten (Altmann, 2014, S.6).

Für das PtG-Verfahren wird ausschließlich Strom verwendet, der als Überschuss aus Windenergie und Solarenergie hervorgeht. Das gespeicherte Methan soll anschließend durch Rückverstromung z.B. durch ein GuD-Kraftwerk als Kompensation von anfallenden Energiedefiziten dienen. Moderne GuD-Kraftwerke erreichen einen Wirkungsgrad von 60% (Paschotta, 2017, Abs.1). Somit hat die

Prozesskette von der Elektrolyse bis zur Rückverstromung mit einem modernen Kraftwerk einen Gesamtwirkungsgrad von 34,6 %, wenn die Speicher Zu- und Abführung und die CO<sub>2</sub>-Bereitstellung ohne Energieeinsatz möglich ist. Der Wirkungsgrad lässt sich durch Ausnutzung von Prozess-Abwärmen wie bei einer Kraft-Wärme-Kopplung auf bis zu 70 % bzw. 75 % steigern (Energiewirtschaftliche Tagesfragen 62, 2012, S.42). Der gewonnene Wasserstoff und das Methan können im Mobilitätssektor zum Antrieb einer Brennstoffzelle oder eines Erdgasmotors dienen. In Abbildung 1 wird die Prozesskette grafisch dargestellt.

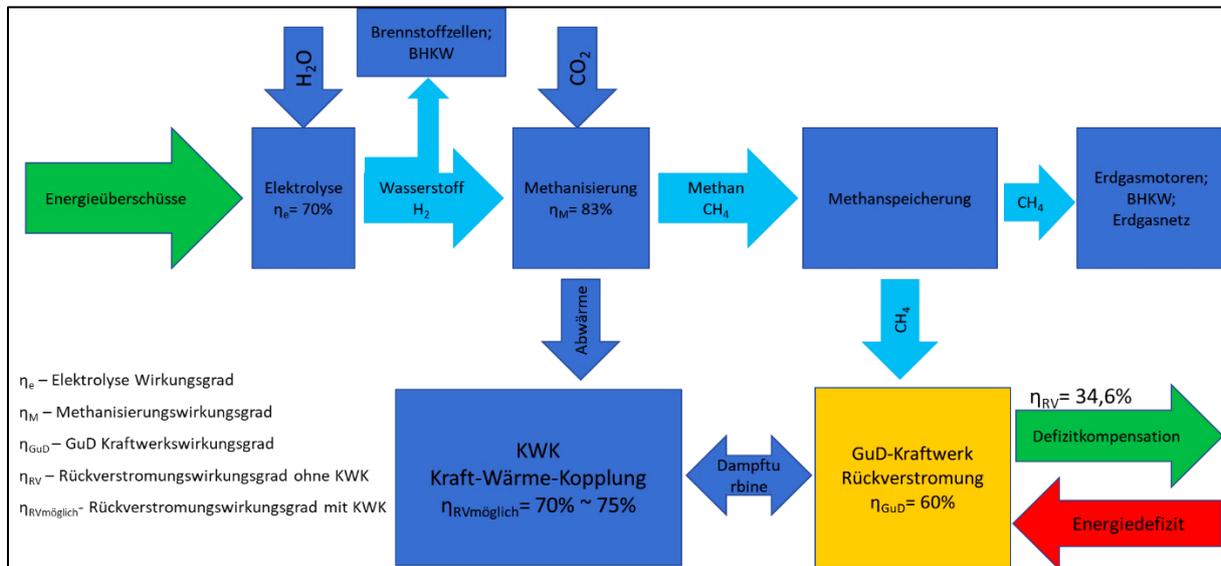


Abbildung 1: Power-to-Gas Prozess mit Wirkungsgraden

Das Ziel dieser Projektarbeit ist es, das Potential zu erforschen, regenerative Energieüberschüsse mithilfe einer PtG-Anlage in Methan umzuwandeln, um durch Rückverstromung saisonale Energiedefizite zu decken. Besonders wird hierbei auf die Rückverstromung durch GuD-Kraftwerke in der EMN unter wirtschaftlichen und energietechnischen Aspekten eingegangen. Des Weiteren sollen Möglichkeiten der Nutzung von Abwärme, die beim Methanisierungsprozess entsteht, aufgezeigt und unter ökonomischen und energietechnischen Gesichtspunkten analysiert werden. Um diese Ziele zu erreichen, wird zu Beginn der Arbeit eine Analyse der Wetterdaten für ein schlechtes Wetterjahr und ein gutes Wetterjahr durchgeführt. Unter der Voraussetzung, dass nur der Energiemix aus Solar- und Windenergie betrachtet wird, können aus jenen Wetterdaten und der Versorgungsleistung der EMN die saisonalen Energieüberschüsse und -defizite abgeleitet werden. Mit den ermittelten Energieüberschüssen kann eine Vorhersage über die Menge des mittels PtG-Verfahren produzierten Methans getroffen werden. Die ermittelten Energiedefizite dienen als Basis der zu erbringenden Leistung der Rückverstromung mittels GuD-Kraftwerk und lassen in Verbindung mit der erforderlichen Menge an Methan eine Aussage zu, ob eine PtG-Anlage eine sinnvolle Lösung zur Energiespeicherung für die EMN ist oder nicht. Mit der ermittelten Menge an Methan mithilfe des Energieüberschusses, kann auch eine Aussage über das Potential der gewonnenen Abwärme während des Methanisierungsprozesses getroffen werden und welchen Nutzen diese im Sinne der KWK der EMN bringt.

### 3. Forschungsfragen

Im Rahmen der Projektarbeit werden fünf Forschungsfragen gestellt und weitestgehend beantwortet. Im Detail lauten diese:

- Wie groß ist der Energieüberschuss der Wind- und Solarenergie in der EMN?

- Mit welchen Defizitphasen durch Nutzung von Wind- und Solarenergie muss gerechnet werden?
- Ist das Power-to-Gas Verfahren zur Rückverstromung für die EMN energietechnisch und wirtschaftlich sinnvoll, um die Energiedefizite zu decken?
- Wie kann die Abwärme, die während des Methanisierungsprozesses auftritt, sinnvoll für die EMN genutzt werden?

## 4. Arbeitsprogramm

Das Arbeitsprogramm für diese Projektarbeit ist in fünf Arbeitspakete gegliedert. Das erste Arbeitspaket umfasst die Ermittlung der Wetterdaten hinsichtlich Sonneneinstrahlung und Windgeschwindigkeiten durch die Merra-2 Datenbank für ein schlechtes Wetterjahr und ein gutes Wetterjahr. Es wird ein schlechtes Wetterjahr betrachtet, um die größten Defizite zu ermitteln und ein gutes Wetterjahr um die höchsten Überschüsse zu ermitteln. Die Wetterdaten werden durch den Kommilitonen Florian Fichtner im Rahmen der Projektarbeit „Optimaler Mix aus regenerativen Energien der EMN 2030“ analysiert und zur Verfügung gestellt. Die Auswertung dieser Daten erfolgt durch ein Excel-Auswertungstool, das von Herrn Prof. Dr. -Ing. Matthias Popp zur Verfügung gestellt wird. Aus diesen Daten lassen sich mithilfe des jährlichen Stromverbrauchs der EMN die saisonalen Energieüberschüsse und -defizite ermitteln. Im zweiten Arbeitspaket wird die produzierbare Methanmenge auf Basis der Überschüsse ermittelt. Im Arbeitspaket drei wird die erforderliche Leistung des GuD-Kraftwerks auf Grundlage der Energiedefizite ermittelt, um hieraus auf die erforderliche Methanmenge schließen zu können. Das vierte Arbeitspaket behandelt den Vergleich von Arbeitspaket zwei und drei und die Schlussfolgerung, ob eine Rückverstromung durch ein GuD-Kraftwerk sinnvoll ist. Des Weiteren wird der mögliche Nutzen von der Abwärme des Sabatier-Prozesses für die EMN betrachtet. Arbeitspaket fünf umfasst die Alternativen zur Rückverstromung. Das wissenschaftliche Risiko liegt bei der Nutzung von Daten, die über eine Software der NASA (Merra-2) bezogen werden. Ein Ausfall dieser Datenbank, ein Fehler beim Beschaffen der Daten oder eine falsche Auswertung der Daten könnten diese wissenschaftliche Arbeit gefährden. Des Weiteren müssen Kontakte zu GuD-Kraftwerken hergestellt werden und eventuell betriebsinterne Daten bezogen werden, die aufgrund von Geheimhaltung nicht zur Verfügung gestellt werden können.

## 5. Zeitplan

Für den festgelegten Zeitplan wurden verschiedene Meilensteine festgelegt. Diese garantieren eine fristgerechte Abgabe der Arbeit. In Tabelle 1 werden jene Meilensteine veranschaulicht.

*Tabelle 1: Meilensteine des Projekts*

Datum	Meilenstein
26.04.2018	Vortrag und Abgabe der Projektskizzen
05.06.2018	Vortrag und Abgabe der Kurzberichte
26.06.2018	Öffentliche Abschlusspräsentation und Abgabe des Abschlussberichts

Die Wetterdaten werden durch den Kommilitonen Florian Fichtner im Rahmen der Projektarbeit „Optimaler Mix aus regenerativen Energien der EMN 2030“ analysiert und zur Verfügung gestellt. Die Auswertung erfolgt durch ein Excel-tool von Prof. Dr. -Ing. Matthias Popp. Das Projekt Energietechnik wird vom Unternehmen N-Ergie AG durch Zuarbeit und Informationsbereitstellung unterstützt.

## 6. Verwertungskonzept

Die erwarteten Resultate sollen eine Abschätzung geben, inwiefern Methanproduktion und Rückverstromung durch ein GuD-Kraftwerk sinnvoll für die EMN und das Ziel bis 2030 40 % weniger CO<sub>2</sub> zu verbrauchen ist. Die Projektarbeit wird auf der Internetseite der Technischen Hochschule veröffentlicht.

## 7. Quellenangaben

Energieatlas Bayern (2018) „Mischpult“ interaktive Darstellung des Energiemix.

Abgerufen am 23. April 2018 von [http://geoportal.bayern.de/energieatlas-karten/?wicket-crypt=Ofle0SuU\\_Hc&comp=mischpult](http://geoportal.bayern.de/energieatlas-karten/?wicket-crypt=Ofle0SuU_Hc&comp=mischpult)

Sterner M., Jentsch M., Holzhammer U. (2011). *Energiewirtschaftliche und Ökologische Bewertung eines Windgas-Angebots* (Greenpeace Gutachten). Kassel, Deutschland: Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES), FuE-Bereich Energiewirtschaft und Netzbetrieb.

Altmann, M. (9. April 2014). Power to Gas Status und Perspektiven 2014. Forum Erneuerbare Energien Energiesystem im Wandel – Systemtransformation Ludwig Bölkow Systemtechnik GmbH (LBST)

Paschotta, R. (2017) *RP-Lexikon-Energielexikon*. Abgerufen am 24. April 2018 von [https://www.energie-lexikon.info/gas\\_und\\_dampf\\_kombikraftwerk.html](https://www.energie-lexikon.info/gas_und_dampf_kombikraftwerk.html)

Energiewirtschaftlichen Tagesfragen 62. Jg. Heft 6 (2012). „Power-to-Gas“ – Speicheroption für die Zukunft?“ (Interview) von Andre Behr mit Prof. Dr. Jürgen Schmid (IWES Kassel).

## 8. Anhang

### Lebenslauf

---

Name: Fabio Lattanzio  
Geburtsdatum: 27. März 1995  
Adresse: Raudnitzerstrasse 10  
91077 Neunkirchen, Germany  
Mail: [lattanziofa61144@th-nuernberg.de](mailto:lattanziofa61144@th-nuernberg.de)

### Praktische Erfahrungen

---

Okt. 2017 – Feb. 2018 **Praktikum Siemens Malaysia Sdn. Bhd. Petaling Jaya | Malaysia**  
*Bereich: Project Management (RC-MY PS PG PM)*

Mai 2016 – Juni 2017 **Werkstudent Siemens Nürnberg | Deutschland**  
*Bereich: Product Management (PS DO TI PRM IST)*

März 2015 – Sept. 2015

**Praktikum Schulte-Schmale GmbH Aachen |  
Deutschland**

*Bereich: Maschinenbau*

Juli 2014 – August 2014

**Praktikum Heblac Technologies GmbH Aachen |  
Deutschland**

*Bereich: Maschinenbau*

Aug. – Sep. 2011/12

**Ferienjob Siemens Nürnberg | Deutschland**

*Bereich: Versand/Packerei*

### **Akademische Laufbahn**

---

Seit Okt. 2014

**Technische Hochschule Georg Simon Ohm  
Nürnberg | Deutschland**

*Bereich: Maschinenbau*

*Vertiefungsrichtung: Energietechnik*

2005 - 2013

**Ehrenbürg Gymnasium Forchheim | Deutschland**

*Bereich: Naturwissenschaften*

---

Fabio Lattanzio  
Erlangen, 24.04.2018