

Projektskizze

Synthetisches Erdgas

Analyse der Möglichkeit den Mobilitätssektor in der europäischen Metropolregion Nürnberg zu Dekarbonisieren, durch die Verwendung von synthetischem Erdgas hergestellt aus Power-to-Gas

Projektkürzel: SynGas

Verfasst von:

Markus Kuczmann

Rieterstraße 49

90419 Nürnberg

Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm

Matrikelnummer: 2804919

E-Mail: kuczmannma63854@th-nuernberg.de

Studiengang: Maschinenbau mit Schwerpunkt Energietechnik

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Matthias Popp

Korrekturleser: Patrick Dirr

Tobias Berg

Datum:

Unterschrift:

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	II
1 Projektziele	1
2 Zusammenfassung des Projekts	1
3 Gesamtkonzept.....	2
3.1 Problembeschreibung, politische und gesellschaftliche Relevanz	2
3.2 Stand der Forschung und eigene Vorarbeiten	2
3.3 Zielsetzung und grundsätzliche Herangehensweise.....	3
4 Forschungsfragen.....	4
5 Arbeitsprogramm	5
6 Zeitplan.....	5
7 Verwertungskonzept.....	6
Literaturverzeichnis	8
Lebenslauf	9

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Prozesskette Power – to – Gas	3
Abb. 2: Projektzeitplan	6

1 Projektziele

Diese Projektarbeit hat sich zum Ziel gesetzt, ausgehend von der aktuellen CO₂ – Emissionen in den einzelnen Energiesektoren, eine Reduktion der CO₂ – Emissionen im Verkehrssektor bis 2030 für die Europäische Metropolregion Nürnberg (EMN) zu betrachten. Dazu wird die Speichertechnologie Power – to – Gas (PtG) näher betrachtet, um über die Sektorenkopplung mit dem Mobilitätsektor dieses Ziel zu erreichen. Ausgehend von einer wirtschaftlichen Betrachtung, wird der Verkehrssektor für die EMN modelliert, aufgrund der Personenkraftfahrzeuge in der Bundesrepublik Deutschland (BRD). Ziel ist es, für dieses Szenario aufzuzeigen, welchen Beitrag PtG zur CO₂ – Reduktion bis zum Jahr 2030 beitragen kann und welche Anzahl von Anlagen dazu benötigt wird.

2 Zusammenfassung des Projekts

Ausgehend von der Zielsetzung der EMN, eine CO₂ – Reduktion von 40 Prozent bis 2030 zu erzielen, beschäftigt sich diese im sechsten Semester des Studiengangs Maschinenbau mit dem Schwerpunkt Energietechnik angefertigte Projektarbeit mit dem Thema der CO₂ – Reduzierung bis 2030 durch den Verkehrssektor. Betreut wird diese Arbeit durch Prof. Dr.-Ing. Michael Popp, welcher die Leitung des Projektes Energietechnik innehat.

Bei Betrachtung der Emissionsbilanz des Verkehrssektors in Deutschland, so lässt sich feststellen, dass der überwiegende Teil der CO₂ – Emissionen durch den Straßenverkehr verursacht wird. Nach aktuellem Stand des Umweltbundesamtes entfallen 61,0 Prozent auf Straßenverkehr mit Personenkraftwagen (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), www.bmub.bund.de, 2017, S. 37). Hierzu muss eine Lösung gefunden werden um diese Emissionen zu verringern. Da die Elektromobilität als einziger Treiber dies auf kurz- und mittelfristige Sicht nicht erreichen kann, bietet sich an aus Überschüssen der regenerativen Stromerzeugung synthetische Kraftstoffe zu generieren und dadurch fossile Energieträger im Verkehrssektor zu substituieren. Eine dieser Optionen ist die PtG - Technologie. Hierbei können aus regenerativ erzeugten Stromüberschüssen synthetische Kraftstoffe in Form von Methan hergestellt werden und darüber hinaus auch im Erdgasnetz gespeichert werden. Welches Potenzial zur Erzeugung von Kraftstoffen durch den Einsatz dieser Technologie in der EMN besteht, soll in dieser Projektarbeit

untersucht werden. Vorausgestellt wird die Wirtschaftlichkeit dieses chemischen Stromspeichers untersucht.

3 Gesamtkonzept

In diesem Abschnitt wird das Projekt selbst umfänglich beschrieben. Dahingehend wird von der Problematik der technischen Sichtweise ausgegangen um im darauffolgenden Absatz die politische und gesellschaftliche Relevanz zu betrachten. Anschließend wird der Stand der Forschung für PtG – Anlagen beschreiben und auf vorherige Arbeiten und Studien verwiesen. Der letzte Abschnitt befasst sich mit der Zielsetzung und der grundsätzlichen Herangehensweise.

3.1 Problembeschreibung, politische und gesellschaftliche Relevanz

Da in der heutigen Zeit das Thema der erneuerbaren Energien eine immer wichtigere Rolle bei der Energieversorgung einnimmt, wird in diesem Bereich eine Vielzahl von Möglichkeiten erforscht und durchdacht. Im November 2016 hat Deutschland als eines der ersten Länder die im Pariser Abkommen geforderte Klimaschutzlangfriststrategie erstellt und bei der UN vorgelegt (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit [BMUB] & www.bmub.bund.de, 2016). Dieser Klimaschutzplan 2050 hat zum langfristigen Ziel bis zum Jahr 2050 weitgehend treibhausgasneutral zu werden. Auch werden Zwischenziele, wie für das Jahr 2030 festgelegt.

3.2 Stand der Forschung und eigene Vorarbeiten

Im Rahmen dieser Projektarbeit wird die PtG – Technologie näher betrachtet. Zu Beginn des Prozesses wird in der Wasserstofffabrik, welche die Elektrolyse enthält, Wasserstoff hergestellt. Als Nebenprodukt entsteht Sauerstoff, welcher in die Umwelt abgeblasen wird. Der Wasserstoff kann entweder abgefüllt oder einer Methanisierung zugeführt werden. Zudem besteht die Möglichkeit, den produzierten Wasserstoff zur Betankung von zukünftigen Brennstoffzellenfahrzeugen bereitzustellen. Bei der Elektrolyse und der Methanisierung sind laut heutigem Stand der Technik verschiedene Arten im Einsatz, welche sich teils noch im Forschungs- und Entwicklungsstadium befinden. Auch sind die CO₂ – Bezugsquellen ein weiteres wichtiges Auslegungskriterium. Zum einen um eine Tank-Teller-Diskussion¹ zu vermeiden und zum

¹ Debatte um die Konkurrenz von Lebensmittel- vs. Energiepflanzenproduktion zur Kraftstoffherstellung

anderen, um eine ausreichende Menge an CO₂ für den Prozess bereitstellen zu können. Zudem ist eine Anbindung an das örtliche Erdgasnetz eine weitere Variable in der Wahl des Standortes.

Durch den in Abbildung 1 veranschaulichten Prozess einer PtG – Anlage können unter anderem der Wärme-, Strom-, Industrie- und Verkehrssektor bedient werden. Nach heutigem Stand können PtG – Anlagen einen Wirkungsgrad über 60 % erreichen (Zapf, 2017, S. 186). Die Betrachtung hierfür beginnt bei dem Strombezug und endet nach der Methanisierung. Verbesserungen des Wirkungsgrades sind in den nächsten Jahren vor Allem im Bereich der Elektrolyse zu erwarten.

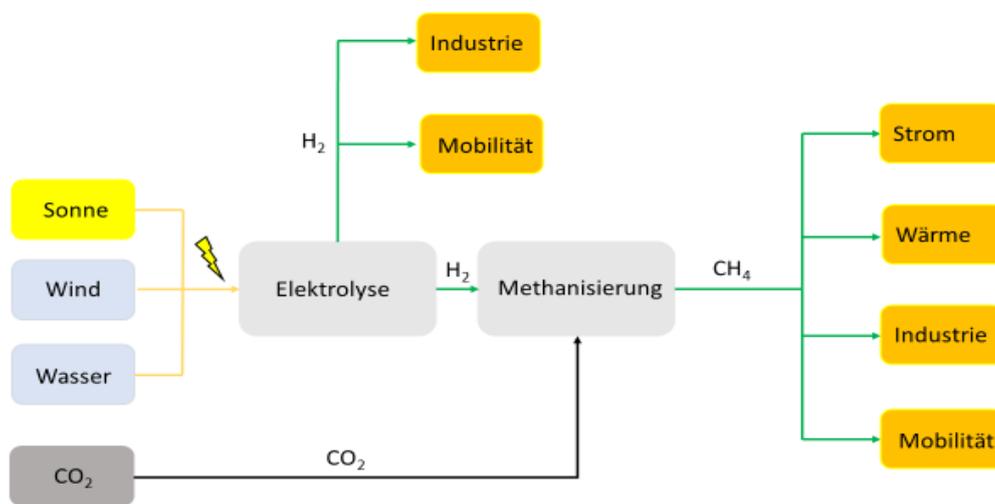


Abb. 1: Prozesskette Power – to – Gas (Quelle: Eigene Abbildung)

Die Kosten für heutige Anlagen sind pro Kilowattstunde noch sehr hoch, da diese Art der Anlagen größtenteils als Demonstrations- oder Forschungsanlagen ausgeführt sind. Die größte in Deutschland befindliche Anlage wurde 2013 im niedersächsischen Werlte in Betrieb genommen. Diese im industriellen Maßstab skalierte Anlage hat eine elektrische Nennleistung von 6 MW (Zapf, 2017, S. 186).

3.3 Zielsetzung und grundsätzliche Herangehensweise

Ausgehend von einer Beschreibung durch den Stand der Technik von PtG, wird eine wirtschaftliche Betrachtung dieser Technologie durchgeführt. Hieraus ergeben sich in Verbindung mit dem Verkehrssektor Möglichkeiten, die CO₂ – Emissionen im Verkehr zu reduzieren. Über eine Modellierung der Einwohner in der EMN, wird für die Anzahl an Personenkraftwagen eine ausgestoßene Menge an CO₂ errechnet, von der aus

ein Klimaziel für das Jahr 2030 - angelehnt an das Ziel für den Verkehrssektor der BRD für 2030 - ausgegeben wird. Aufbauend auf diesen Daten kann anhand der Prognose für regenerativ erzeugten Überschussstrom das Potenzial für synthetisch erzeugtes Methan durch PtG – Anlagen abgeschätzt werden. In diesem Zug wird zudem die Anzahl an benötigten Anlagen berechnet, basierend auf einer Beispielanlage. Im Weiteren wird eine Betrachtung auf Fahrzeugbasis durchgeführt. Die Bilanzgrenze wird bei den Fahrzeugemissionen in Form einer well to wheel (wtw) Betrachtung gezogen, damit auch die die Kraftstoffvorketten näher betrachtet werden. Bei wtw wird von der Kraftstoffherstellung bis hin zu den messbaren Emissionen am Auspuff bilanziert. Bei dieser Betrachtungsweise sind eventuelle Abweichungen möglich, da eine ganzheitliche Betrachtung sich als schwierig erweist, weil Entwicklungen und der Ausbau der PtG – Anlagen nur schwer abgeschätzt werden können. Ein weiteres Risiko dieser Arbeit ist die wtw Betrachtung, da hier viele verschiedene Quellen mit unterschiedlichen Angaben und daraus resultierenden Abweichungen vorliegen. Eine konsistente Basis für die Berechnung zu schaffen könnte den Umfang dieser Arbeit übersteigen. Anhand dieser Betrachtungsweise ergibt sich eine Anzahl an Fahrzeugen die mit synthetischem Erdgas, hergestellt aus erneuerbaren Energien, einen Beitrag zur CO₂-Reduzierung leisten können. Abschließend wird ermittelt, welchen Anteil dies leisten kann und ob die PtG-Technologie darüber hinaus als elektrochemischer Speicher dienen kann.

4 Forschungsfragen

In diesem Punkt wird aufgezeigt, mit welchen primären Forschungsfragen sich in dieser Projektarbeit auseinandergesetzt wird.

- 1. Welche möglichen Zusatzerlöse ergeben sich aus einer wirtschaftlichen Betrachtung von Power – to – Gas und welche Sektoren gilt es zu betrachten?*
- 2. Welche Menge an synthetischem Methan kann aus überschüssigen erneuerbaren Energien hergestellt werden?*
- 3. Welchen Beitrag kann synthetisch hergestelltes Methan im Verkehrssektor der europäischen Metropolregion Nürnberg leisten um eine CO₂ – Reduzierung zu erzielen?*
- 4. Wie groß ist der Bedarf an Power – to – Gas Anlagen in der EMN und gibt es Überschüsse, die darüber hinaus als volatiler chemischer Stromspeicher genutzt werden können?*

5 Arbeitsprogramm

Für diese Projektarbeit wurden drei Arbeitspakete erstellt, welche in diesem Abschnitt näher erläutert werden. Die Anzahl der Arbeitspakete ist aufgrund des Zeitrahmens auf drei begrenzt, da diese zu großen Teilen parallel bearbeitet werden und somit einen strukturierten Überblick über das Projekt gewährleisten werden kann. Basierend auf der Recherche zum Stand der Wissenschaft und Technik im Bereich PtG, wird eine wirtschaftliche Analyse für eine PtG – Anlage angefertigt, welche als Grundlage für die Argumentation dienen soll. Dabei soll herausgestellt werden, welche Zusatzerlöse sich für PtG ergeben. Anschließend soll anhand der Wetterdaten für die EMN im Jahr 2030 das Potential für regenerativ erzeugten Überschussstrom ermittelt werden. Dies geschieht mit einem von Prof. Popp zur Verfügung gestellten Excel-Tools, welches sich auf die MERRA-2 Datenbank stützt. Zudem werden noch drei weitere Wetterszenarien verwertet. Um den Umfang der Projektarbeit einzuhalten, werden diese Daten wahlweise von anderen Projektarbeiten herangezogen. Anhand der Berechnung der CO₂-Emissionen für den Verkehrssektor und der Formulierung eines CO₂-Zieles für die EMN, kann ein Bedarf an synthetisch erzeugtem Methan abgeleitet werden. Anschließend ist eine Betrachtung der Kraftstoffvorketten von synthetischem Methan und fossilem Benzin/ Diesel unerlässlich. Hieraus resultiert eine Differenz an CO₂-Emissionen, welche sich für die unterschiedlichen Verkehrsträger ergibt, welches dann zu einer Reduzierung des Kohlenstoffdioxids führt. Der letzte Ansatz befasst sich mit der Betrachtung, wie viel PtG-Anlagen in der EMN gebaut werden müssten, um die zuvor ermittelte Menge an synthetischem Methan zu generieren und ob darüber hinaus noch eine Kapazität besteht, diese Anlagen als Speichertechnologie in Betracht zu ziehen.

6 Zeitplan

Für einen strukturierten Ablauf dieser Arbeit wurde im Vorfeld ein Zeitplan erstellt, welcher zur Orientierung während des Projektes dienen soll. Auch soll ein Überblick über die Arbeitspakete (AP) und die zu erreichenden Meilensteine gegeben werden. Generell sind die Zeiträume etwas weiter gefasst, um Teile der Planung flexibel zu gestalten. Die aufgeführten Meilensteine entstammen der Vorgabe von Prof. Popp.

Die Projektdauer beläuft sich auf 104 Tage, in welcher folgende AP abgearbeitet werden sollen. Das AP 1 beinhaltet die Recherche sowie die Betrachtung und Modellierung der erforderlichen Randbedingungen, für welches 57 Tage eingeplant sind. Für das zweite AP, das Verfassen der Projektarbeit und des Kurzberichtes, wird ein Zeitrahmen von 46 Tagen vorgegeben. Das letzte AP, welches 11 Tage umfasst, beinhaltet die Fertigstellung der Projektarbeit und das Erstellen der Abschlusspräsentation. In Abbildung 2 wird dies nochmal graphisch durch ein GANTT – Diagramm visualisiert.

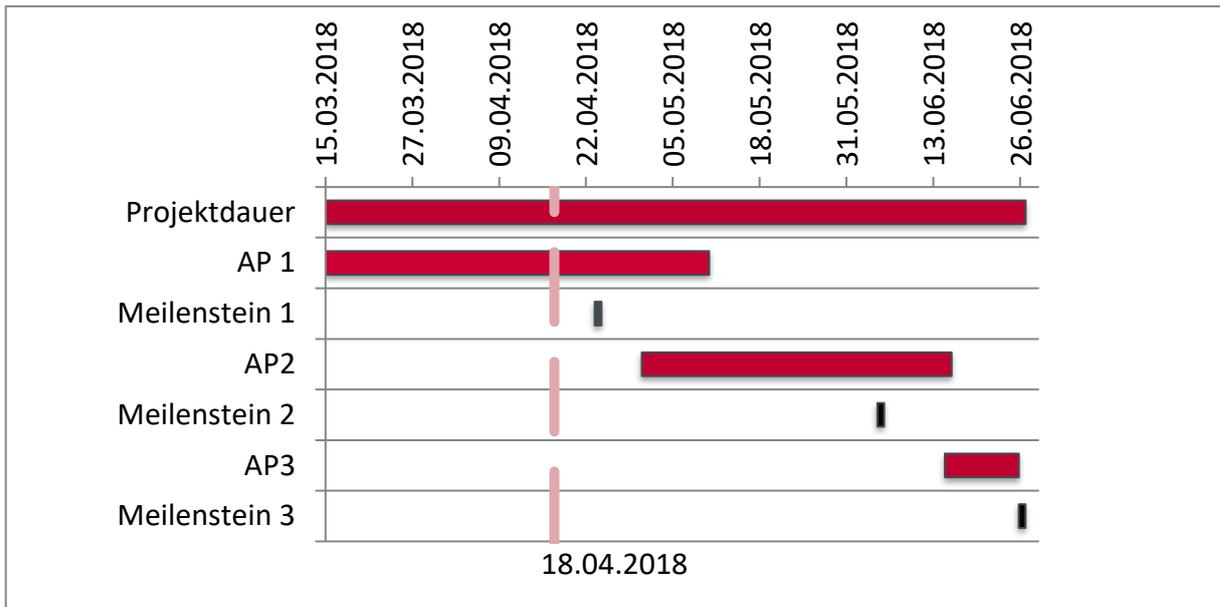


Abb. 2: Projektzeitplan (Quelle: Eigene Abbildung basierend auf Annahmen)

Um die jeweiligen AP zu evaluieren, werden Meilensteine vorgegeben, welche dem Projektablauf von Prof. Popp entnommen sind.

- Meilenstein 1: Vortrag und Abgabe der Projektskizze
- Meilenstein 2: Vortrag und Abgabe der Kurzberichte
- Meilenstein 3: Öffentliche Abschlusspräsentation und Abgabe des Abschlussberichts

7 Verwertungskonzept

Die ermittelten Daten dieser Arbeit sollen einen Anreiz geben, die PtG-Technologie nicht nur als Speichertechnologie, sondern auch im Sinne der Sektorenkopplung in Betracht zu ziehen, um die geforderten CO₂ – Ziele zu erreichen. Hierbei soll das Potential von PtG aufgezeigt und darüber hinaus auch mögliche Geschäftsmodelle betrachtet werden. Im Rahmen des Gesamtprojektes, wird diese wissenschaftliche Ar-

beit im Rahmen einer öffentlichen Energiekonferenz der N-ERGIE vorgetragen und der Öffentlichkeit über die Internetseite der Technischen Hochschule Nürnberg zugänglich gemacht.

Literaturverzeichnis

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit &

www.bmub.bund.de. (2016). Klimaschutzplan 2050 – Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung. Zugriff am 21.04.2018. Verfügbar unter https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan_2050_bf.pdf

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB),

www.bmub.bund.de. (2017). Klimaschutz in Zahlen - Fakten, Trends und Impulse deutscher Klimapolitik, Ausgabe 2017. Zugriff am 21.04.2018. Verfügbar unter https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/klimaschutz_in_zahlen_2017_bf.pdf

Zapf, M. (2017). *Stromspeicher und Power-to-Gas im deutschen Energiesystem. Rahmenbedingungen, Bedarf und Einsatzmöglichkeiten*. Wiesbaden: Springer Vieweg.

Lebenslauf

Name: Kuczmann, Markus
 Anschrift: Rieterstraße 49, 90419 Nürnberg
 E-Mail: markus.kuczmann@outlook.de
 Geburtsdaten: 23.07.1987, Augsburg
 Staatsangehörigkeit: deutsch
 Familienstand: ledig

Schulbildung:
 2004 – 2006 Staatliche Fachoberschule Lindau
 Abschluss: Fachhochschulreife im Technischen
 Zweig

Berufliche Ausbildung:
 2006 – 2009 Ausbildung zum Kraftfahrzeugmechatroniker
 bei der Firma Auto-Schneider GmbH in Opfenbach
 Schwerpunkt – Personenkraftwagentechnik
 (verkürzte Lehre – 2 ½ Jahre) mit Auszeichnung
 2012 – 2014 Weiterbildung zum Kraftfahrzeugtechnikermeister
 in der KFZ- Innung Schwaben in Augsburg mit Aus-
 zeichnung

Studium:
 Oktober 2015 – heute Bachelorstudium im Bereich Maschinenbau mit
 Schwerpunkt Energietechnik an der Technischen
 Hochschule Georg Simon Ohm in Nürnberg

Praktika:
 Sep. 2017 – März 2018 Pflichtpraktikum im Projektmanagement für erneu-
 erbare Kraftstoffe/ Umweltbilanzierung/ Nachhaltig-
 keit bei der Audi AG in Ingolstadt

Beruflicher Werdegang:
 Apr. 2010 – Dez. 2013 Kraftfahrzeugmechatroniker bei der Firma Eschwey
 Fahrzeug Optimierung in Wangen i.A.
 März 2014 – August 2015 Kraftfahrzeugtechnikermeister
 bei der Firma Autotechnik Martin Rief in Oberreute
 i. A.
 Okt. 2016 – Feb. 2018 Fachtutor für das Fach Festigkeitslehre und Tech-
 nische Strömungsmechanik an der Technischen
 Hochschule Georg Simon Ohm in Nürnberg
 März 2018 – heute Werkstudent am Institut für Speichertechnologien
 (NCT) in Nürnberg

Softwarekenntnisse: MS-Office Anwendungen, PTC Creo, C++

Sprachkenntnisse: Englisch fließend in Wort und Schrift

Nürnberg, 23 April 2018