

## **A) Kurzbericht Exkursion zur Power-to-Gas-Anlage in Haßfurt:**

Am 22. September 2017 organisierte der Verein „Energiewende ER(H)langen e.V.“ für ca. 15 Teilnehmer eine Exkursion zur Power-to-Gas(PtG)Anlage der Stadtwerk Haßfurt GmbH. Diese PtG-Anlage im Wert von rund 2 Mio.€ wurde von Greenpeace Energy finanziert und wird von der Stadtwerk Haßfurt GmbH technisch betrieben.

Funktionsprinzip der PtG-Anlage Haßfurt: Überschüssiger Windstrom von Haßfurter Windkraftanlagen wird in einen Elektrolyseur mit einer elektrischen Leistung von bis zu 1,2 MW geleitet und erzeugt dort aus hochgereinigtem Wasser bis zu 220 cbm Wasserstoff (H<sub>2</sub>) pro Stunde mit einem Wirkungsgrad von ca. 70%. Dieser Wasserstoff wird in einem großen Speichertank zwischengespeichert, als auch mit 5 Vol.% einem bestehenden Erdgasverteilnetz zugemischt. Zusätzlich wird eine benachbarte Mälzerei über Erdgas mit 10 Vol.% Wasserstoff versorgt.

Das mit 5 Vol.% Wasserstoff angereicherte Erdgas erzeugt in einem stadtnahen Block-Heiz-Kraft-Werk (BHKW) sowohl elektrischen Strom als auch Wärme für ein angeschlossenes ‚kaltes‘ Nahwärmenetz.

Die PtG-Anlage und auch das BHKW werden bereits jetzt zur Netzstabilisierung durch Nutzung variabler Regelleistung eingesetzt. Zusätzlich ermöglicht die komplette Umstellung auf Strom-Smartmeter aller Kunden der Städtischen Betriebe Haßfurt eine kundenfreundliche, optimale Nutzung tageszeitlich variabler Strompreise.

Ein weiterer Ausbau der PtG-Anlage und eine Methanisierung (CH<sub>4</sub>) des Wasserstoffs zur direkten Einspeisung in das Erdgasnetz ist vorgesehen. Ausbau-Ziel der Haßfurter PtG-Anlage ist es, ‚Dunkelflauten‘ von bis zu zwei Wochen Dauer zu überbrücken.

Abschluss-Zitat vom Geschäftsführer der Stadtwerk Haßfurt GmbH, Dipl.Ing. Norbert Zösch:  
„Die Zeit von Großkraftwerken ist vorbei; sie sind volkswirtschaftlicher Unsinn“.

## **B) Ausführlicher Bericht Exkursion zur Power-to-Gas-Anlage in Haßfurt:**

Am 22. September 2017 organisierte der Verein „Energiewende ER(H)langen e.V.“ für ca. 15 Teilnehmer eine Exkursion zur Power-to-Gas(PtG)-Anlage der Stadtwerk Haßfurt GmbH. Der Geschäftsführer der Stadtwerk Haßfurt GmbH, Dipl.Ing. (FH) Norbert Zösch, stellte in 2.5 Stunden diese PtG-Anlage mit einem Investitionswert von rund 2 Mio.€ vor. Sie wurde von Greenpeace Energy finanziert und wird von der Stadtwerk Haßfurt GmbH technisch betrieben.

Aus den 10 Windkraftanlagen ‚Buchner Höhe‘ bei Haßfurt wird überschüssiger Windstrom in einen Elektrolyseur mit einer elektrischen Leistung von bis zu 1,2 MW geleitet und erzeugt dort aus hochgereinigtem Wasser bis zu 220 cbm Wasserstoff (H<sub>2</sub>) pro Stunde. Dieser Wasserstoff wird unter einem Druck von 35 bar sowohl in einem großen Speichertank mit 1750 cbm zwischengespeichert (entspricht einer gespeicherten Energie von 5,2 MWh), als auch mit 5 Vol.% einem bestehenden Erdgasverteilnetz zugemischt. Zusätzlich wird eine benachbarte Mälzerei über Erdgas mit 10 Vol.% Wasserstoff versorgt. Der Umwandlungs-Wirkungsgrad von Strom in Wasserstoffgas beträgt bei dieser Anlage ca. 70%. Die Wasserstoff-Erzeugungskosten betragen ca. 45 - 48 Ct/kWh (inc.EEG-Abgabe!).

Das mit 5 Vol.% Wasserstoff angereicherte Erdgas erzeugt in einem stadtnahen Block-Heiz-Kraft-Werk (BHKW) sowohl elektrischen Strom als auch Wärme für ein angeschlossenes ‚kaltes‘ Nahwärmenetz von 1 km Länge, das im Sommer mit 20°C und im Winter mit 40°C bis 50°C gefahren wird. Der Verbraucher-Preis für 1 kWh Heizenergie aus dem BHKW beträgt 5,8 Ct/kWh. Die Anschluss-Kosten an das Nahwärmenetz betragen je Haus 5.850,- € (incl. einer lokalen Wärmepumpe für die Brauchwasser-Erwärmung). Die Anschlussquote der Anwohner am Nahwärmenetz liegt bei 70%!

Die PtG-Anlage und auch das BHKW werden bereits jetzt zur Netzstabilisierung durch Nutzung variabler Regelleistung eingesetzt, was von den Netzbetreibern mit 40.000,- € pro Jahr vergütet wird. Zusätzlich ermöglicht die komplette Umstellung auf Strom-Smartmeter aller Kunden der Städtischen Betriebe

Haßfurt eine kundenfreundliche, optimale Nutzung tageszeitlich variabler Strompreise zwischen ca. 24 bis 34 Ct/kWh und eine damit verbundene weitere Stabilisierung der Stromnetze.

In einer späteren Ausbaustufe ist die Nutzung des Sauerstoffs in der städtischen Kläranlage und eine Methanisierung (CH<sub>4</sub>) des Wasserstoffs über Biogasanlagen zur direkten Einspeisung in das Erdgasnetz vorgesehen.

Eine Verdoppelung der Wasserstoff-Speichertank-Kapazität auf über 3.000 cbm ist fest eingeplant, was dann einer gespeicherten Energie von über 10 MWh entspricht.

Ausbau-Ziel der Haßfurter PtG-Anlage ist es, innerhalb der kommenden 5 Jahre mit Hilfe der im ‚Windgas‘ Wasserstoff gespeicherten Energie die im Winter durch ‚Dunkelflauten‘ auftretenden Energie-Lücken von bis zu zwei Wochen Dauer zu überbrücken.

Abschluss-Zitat vom Geschäftsführer der Stadtwerk Haßfurt GmbH, Dipl.Ing. Norbert Zösch:

„Die Zeit von Großkraftwerken ist vorbei; sie sind volkswirtschaftlicher Unsinn“.

## **C) Ausführliche Techn. Details in Stichpunkten Exkursion zur Power-to-Gas-Anlage in Haßfurt:**

- ca. 15 Teilnehmer
- Führung durch die Anlage: Dipl.Ing. (FH) Norbert Zösch / Geschäftsführer Stadtwerk Haßfurt
- Dauer der Führung: ca. 2.5 Std.

### **o Historie Städtische Betriebe Haßfurt:**

- seit 1900: zuständig für Wasser- und Strom-Versorgung
- seit 1982: Erdgasversorgung
- 1994: erste BHKWs
- 1998: erste PV-Strom-Vergütung
- 1999: Nahwärmenetz wurde eingerichtet
- 1008 - 2011: Einführung von Smart-Meter (komplett in Haßfurt; incl. ‚Smart-Home‘-Steuerung!)
- 2009: Windpark Buchner Höhe (10 WKAs; finanziert über Greenpeace Energy)

### **o Philosophie & Vision:**

- Umsetzung der Energiewende über eine nachhaltig erzeugte und langfristig bezahlbare Energieversorgung;
- Gen. Ziel: Sichere und preisstabile Erzeugung, Verteilung, Speicherung und Verbrauch erneuerbarer Energie in Form von moderner („smarter“) Strom-, Gas-, Wasser- und besonders auch Wärme-Infrastruktur
- 5-Jahres-Ziel bis 2022: Aufrechterhaltung der Energieversorgung auch bei ‚Dunkelflauten‘ bis zu 2 Wochen!  
(die Gemeinde Wunsiedel will dieses Ziel bereits 2018 erreichen)
- die Smartmeter liefern täglich ab 13 Uhr den/die Strompreis/e für den nächste Tag (ca. 24 Ct/kWh <-> 34 Ct/kWh)  
(Anm.: Stadt Haßfurt darf in Erlangen seine Smartmeter nur hinter(!) den Hauptzähler setzen)
- „Die Zeit von Großkraftwerken ist vorbei; sie sind volkswirtschaftlicher Unsinn“ (Zitat Norbert Zösch)

### **o Power-to-Gas-Anlage (PtG):**

#### **a) Allgemein:**

- Aufgabe u. a.: Bereitstellung von Regelenergie (i.V.m. Batterie-Puffer und Leistungselektronik als Ersatz für ‚rotierende Massen‘)
- Einspeisung von 5 Vol.% H<sub>2</sub> in das Haßfurter Erdgasnetz; Verkauf von „H<sub>2</sub>-Erdgas“ für 6,4 Cent/kWh plus

0,4 Cent/kWh H<sub>2</sub>-Zuschlag = 6,8 Cent/kWh (ergibt in einem 4-Pers.-Haushalt Heizmehrkosten von ca. 80,- €/a)

- ‚Greenpeace Energy‘ finanzierte die PtG-Anlage in Höhe von ca. 2 Mio €
- Technische Leitung durch die ‚Städtischen Betriebe Haßfurt‘
- Elektrolyse-Technik von Siemens;
- Gastechnik von der ‚Pfaffinger Unternehmensgruppe‘;
- Direktvermarkter ist ‚Next Kraftwerke‘
- Stadtwerke Mainz betreiben bereits 3 PtG-Anlagen und speisen bis zu 10 Vol.% H<sub>2</sub> ins Erdgasnetz
- Finanzplan: Bankkredit-Tilgung in 5 J.; Finanziertg. d. kompletten PtG-Anlage in 10 J.

## **b) Technik:**

- zunächst Höchst-Reinigung von ca. 1.000 cbm Wasser / Jahr;
- in ca. 600 kaskadierten Einzelzellen mit je 2,4 Volt anliegender Zellenspannung und je einer ‚Proton-Exchange-Membrane (PEM) und wird das Wasser in Sauerstoff und Wasserstoff zerlegt.
- Leistung: bei 1,2 MW -> 220 cbm H<sub>2</sub> pro Std.; Erzeugung von ca. 1,2 Mio cbm H<sub>2</sub> p.a.
- H<sub>2</sub>-Puffer-Speicher: 1750 cbm H<sub>2</sub>; entspricht Energiekapaz. 5,2 MWh; Gasdruck ca. 35 bar; Kosten ca. 100.000 €
- O<sub>2</sub> wird derzeit einfach abgeblasen (spätere O<sub>2</sub>-Nutzung i. d. städt. Kläranlage geplant).
- Spätere Planung: Methanisierung (CH<sub>4</sub>) mit Hilfe von Biogas und Einspeisung ins Erdgasnetz
- Leistg. 1,2 MW max.; stellt innerhalb 5 sec Regelleistung von 800 kW +/- 400 kW zur Verfügung
- Elektrolyseur: Gesamtlänge ca. 10 m; ca. 600 Zellen mit je 2,4 Volt u. Membran (Summe 660 V);  
bei 35 bar für Wasser und H<sub>2</sub>-Gas;
- Garantiedauer: 10 J.
- Umwandlungs-Wirkungsgrad: Wind-Strom in H<sub>2</sub>-Gas: ca 70%
- egtl. Unsinn: Stadtwerk Haßfurt muss EEG-Abgabe für den genutzten Betriebsstrom der PtG-Anlage zahlen!
- H<sub>2</sub>-Erzeugungskosten: 45 - 48 Ct/kWh (ohne EEG-Abgabe wären es unter 40 Ct/kWh)
- Laufzeit der PtG-Anlage: ca. 1.000 Std. pro Jahr;
- Vergütung für Regelleistung: 40.000 €/a
- im Sommer-Halbjahr: Abnahme von Erdgas mit 10% H<sub>2</sub> durch die nahe ‚Mälzerei Weyedmann‘

## **o BHKW-Nahwärmenetz Haßfurt:**

- neues ‚Kalt‘-Nahwärmenetz im neuen Haßfurter Baugebiet;  
Länge ca. 1 km (von Ratiotherm / Dollnstein; Sommer:  
20°C; Winter: 40°C - 50°C)
- Erzeugung von Warmwasser (WW): lokal i. d. Häusern über  
separate WP
- in jedem Haus an der Übergabestation:
  - Heizstab
  - Wärmepumpe (WP)
  - direkter Wärmetauscher
  - 150 ltr. WW-Speicher
- Preise Nahwärmenetz:
  - 5.850,- € f. Anschluss incl. WP
  - 5,8 Ct/kWh (für 10 J.)
- Anschlussquote d. Anwohner: 70%(!)

*Mo. 25.09.2017 / Rudi Ackermann / Buckenhof*