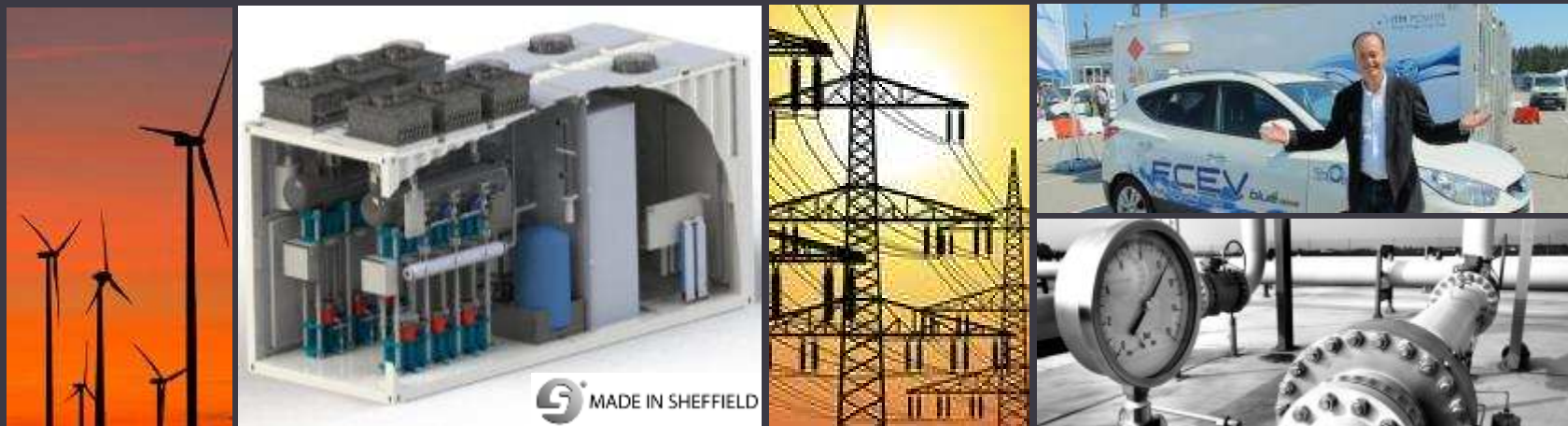


INBETRIEBNAHME UND BETRIEBSERFAHRUNGEN DER BEIDEN DEUTSCHEN PEM P2G ANLAGEN DER FIRMA ITM POWER

14.03.2016

Wind zu Gas Strategie Bremen



Technologie, Erwartungen, Initiativen

Agenda

- PEM Elektrolyse – eine Bahnbrechende Technologie
- Betriebsoptionen der Anlage
- ITM Kompetenzen
- Referenzanlagen (Thüga und RWE)
- Vergleich und Optimierung der Anlagen der 2 Generation im Vergleich zur 1 Generation
- Vergleich der Inbetriebnahme 1st zur 2nd Generation
- Betriebserfahrungen beider Anlagen
- Ausblick „Generation Mega Stacks“

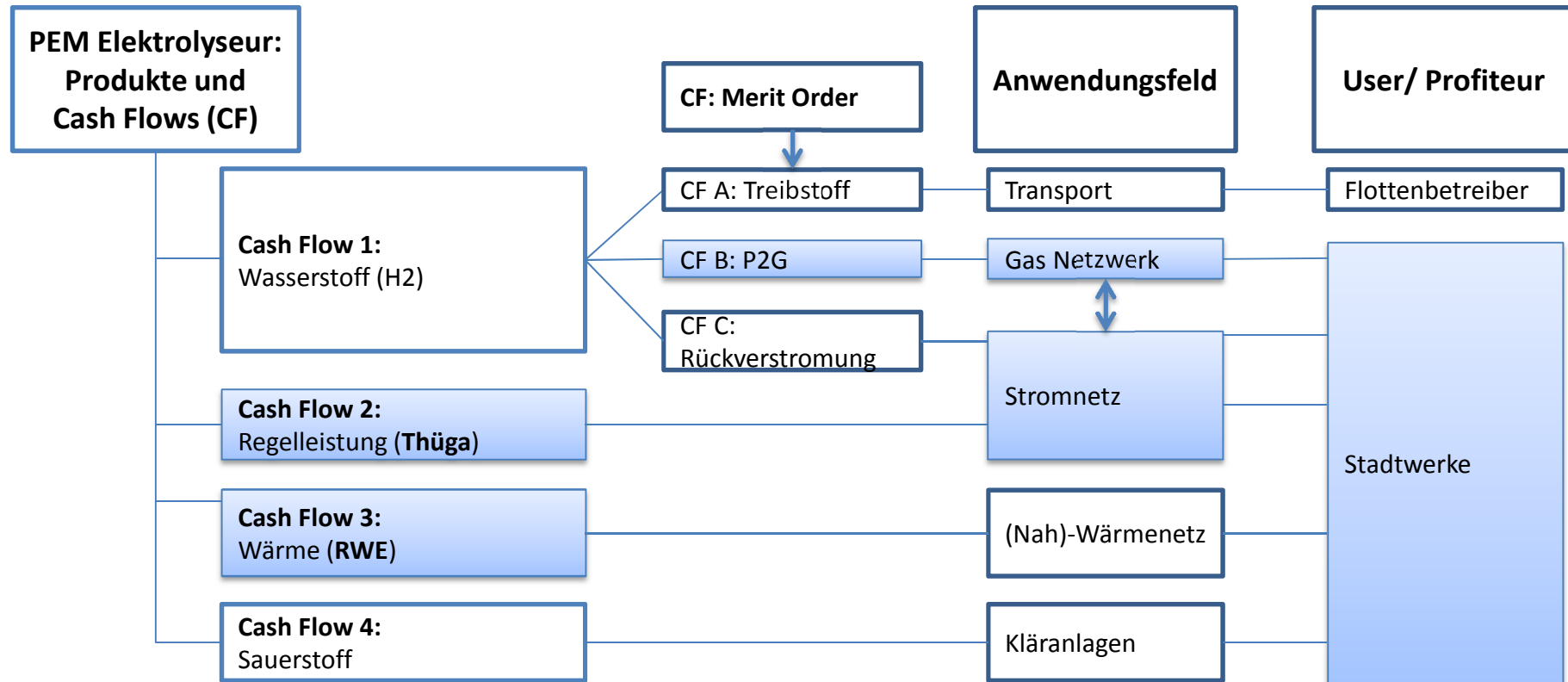
ENERGIESPEICHERUNG | SAUBERER KRAFTSTOFF

ITM WASSERSTOFFSYSTEME



PEM ELEKTROLYSEUR: EINE BAHNBRECHENDE TECHNOLOGIE

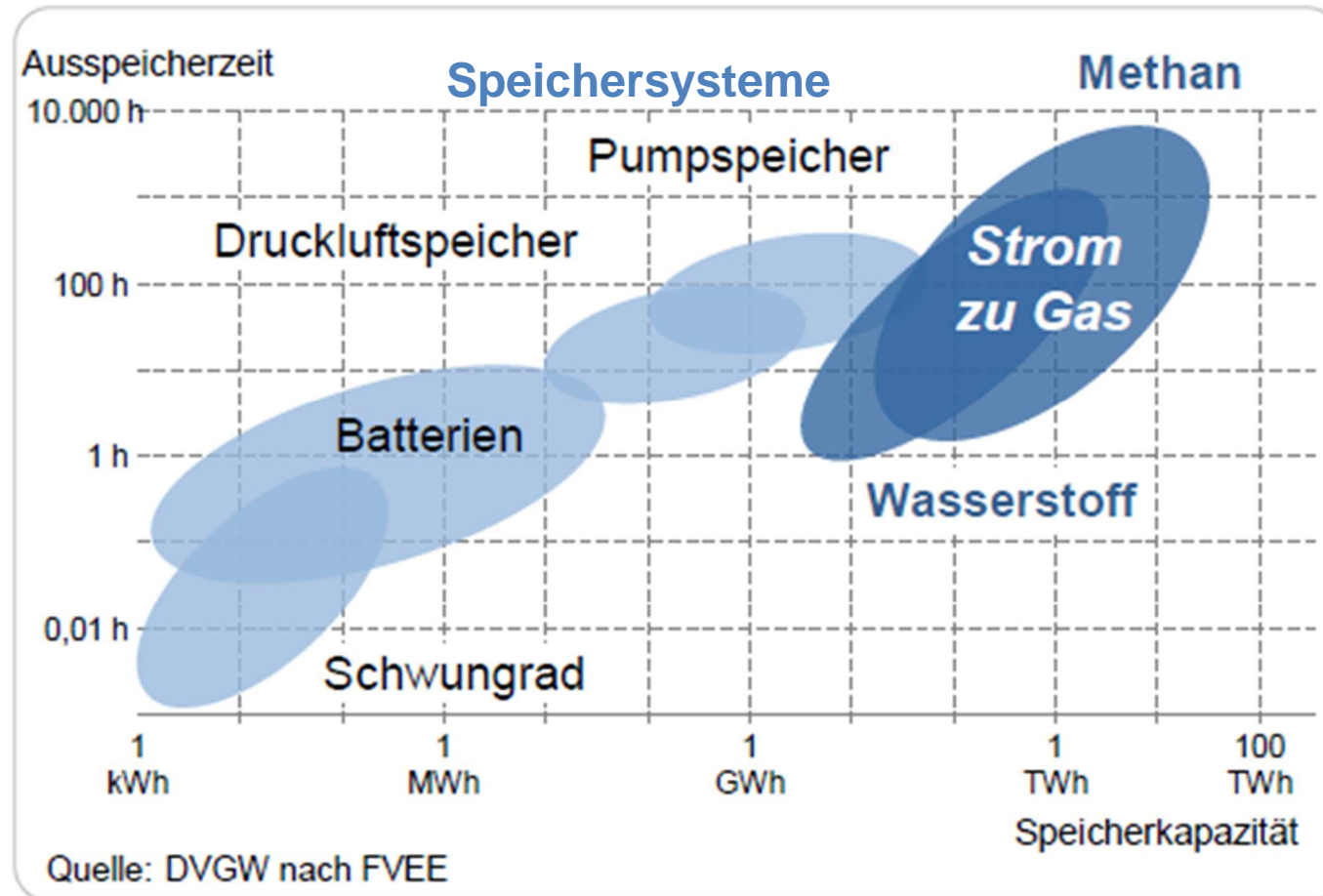
BETRIEBS OPTIONEN



PEM ELEKTROLYSE ANWENDUNGEN

ITM WASSERSTOFFSYSTEME

UM EE GRUNDLASTFÄHIG ZU MACHEN, SIND GEEIGNETE SPEICHERSYSTEME NÖTIG



ENERGIESPEICHERTECHNOLOGIEN

ENERGY STORAGE | CLEAN FUEL

ITM POWER WASSERSTOFFTANKSTELLEN (HRS)

Code	Status	Project	Location	Specification
HRS 001	In Betrieb	Nottingham	Univ of Notts	5kg/day 350 bar
HRS 002a	In Betrieb	HOST	Mobile HRS	15kg/day 350 bar
HRS 002b	In Betrieb	Ecoisland marine	Ventnor, Isle of Wight	15kg/day 350 Bar
HRS 003	In Betrieb	M1 vehicle	M1 Ausfahrt 33	80kg/day 350Bar
HRS 004	In Bau	HyFive	London	80kg/day 700 bar
HRS 005	In Bau	HyFive	London	80kg/day 700 bar
HRS 006	In Bau	HyFive	London	80kg/day 700 bar
HRS 007	In Bau	CHINO Hyundai	Chino, California	100 kg/day 700bar
HRS 008	In Betrieb	Riverside	Riverside, California	33kg/day 700 bar
HRS 009	Abgeschlossener Liefervertrag	UKH2M	London	80kg/day 700 bar
HRS 010	Abgeschlossener Liefervertrag	UKH2M	London	80kg/day 700 bar

HRS REFERENZANLAGE

ITM WASSERSTOFFSYSTEME



ITM KOMPETENZEN

- F&E der Stacks inklusive der MEA (Membrane electrode assembly)
- Hohe Wasserstoffdrücke
- Hoher Wirkungsgrad über den gesamten Leistungsbereich
- Einzelmodul Leistung bis zu 1MW
- Hoher Leistungsfaktor der Gleichrichter und Transformator-Einheit über den gesamten Leistungsbereich
- Zeitlich begrenzte Überlastfähigkeit der Anlagen

ENERGIESPEICHERUNG | SAUBERER KRAFTSTOFF

ITM WASSERSTOFFSYSTEME



ITM KOMPETENZEN

LEP Stacks (PEM)

- Stacks sind mit einem differential Druck von bis zu 50 bar im Betrieb
- 415cm² aktive Fläche
- 75 Zellen pro Stack
- 10 Stacks pro System maximal
- Prozess Temperatur von zirka 55C
- Gut zu skalierbare Einheitsgröße



ENERGIESPEICHERUNG | SAUBERER KRAFTSTOFF

ITM WASSERSTOFFSYSTEME



ITM KOMPETENZEN

Bisheriger Stand der technischen Entwicklung

- gesteigerte Wasserstoff Ausstoß pro Stack 50%
- Einsparung an Edelmetallen (Katalysator) 50%
- Reduzierung der Stack kosten 26%
- Im Labor gemessene geminderte Degradationsrate 20%
- neue 1MW Stacks ermöglichen Multi MW Einheiten
- Thüga Power-to-Gas Projektbegleitender Forschungsbericht
“**übertrifft alle Erwartungen**“ Quelle: www.szg-energiespeicher.de

ENERGIESPEICHERUNG | SAUBERER KRAFTSTOFF

ITM WASSERSTOFFSYSTEME



ITM KOMPETENZEN

Hydraulische Stack Aufnahme

- Stack Einbau und Ausbauzeit liegt bei 12 Min
- Konstante Einspannkräfte, auch bei schwankenden Temperaturen
- Einfache und präzise Anpassung sowie Überwachung der Einspannkraft



ENERGIESPEICHERUNG | SAUBERER KRAFTSTOFF

ITM WASSERSTOFFSYSTEME



ITM KOMPETENZEN

Integrierte Steuerung

- Siemens S7 SPS mit integrierten Safety Channels
- Autonome Betriebsweise des Elektrolyseurs
- Steuerung der Anlage kann extern erfolgen
- (Start/Stop und Lastsollwerte)
- Daten Austausch erfolgt über Profinet und Modbus TCP



ENERGIESPEICHERUNG | SAUBERER KRAFTSTOFF

ITM WASSERSTOFFSYSTEME



STANDARD PRODUKTE

Standard Anlagengrößen (LEP Stacks)

- Mehrjährige Betriebserfahrung
- Hohe Wasserstoffdrücke, (50bar)
- Hochdynamische Fahrweise ist möglich
- Modulare Container Einhausung sowie ohne Einhausung für Anwendungen unter Dach



	XS	S	M
Anzahl der Stacks	1	3	5
Max. H2 Ausstoß (kg/24h)	85	255	425
Leistungsaufnahme (kW)	215	670	1,110
Gesamt Wirkungsgrad (kWh/kg)	59 – 66	58 – 63	57 - 63
Container Größe	1x 13ft	1x 20ft	1x 30ft

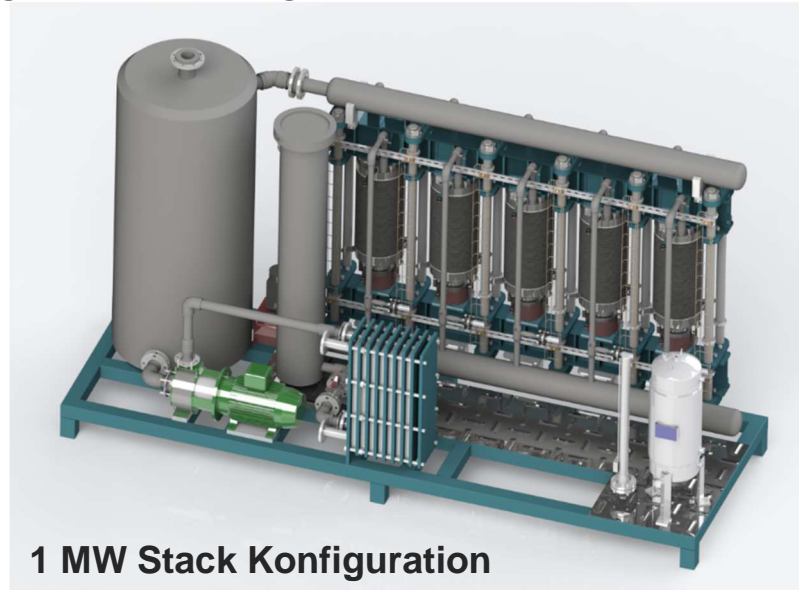
PEM ANGEBOT

ITM WASSERSTOFFSYSTEME

AUSLEGUNG EINE 1MW EINHEIT

1MW Modul

- Elektrolysemodul ist auf einen Trägerrahmen Montiert
- Für eine Anwendung unter Dach
- Flexible Anpassung der Modulgröße



ENERGIESPEICHERUNG | SAUBERER KRAFTSTOFF

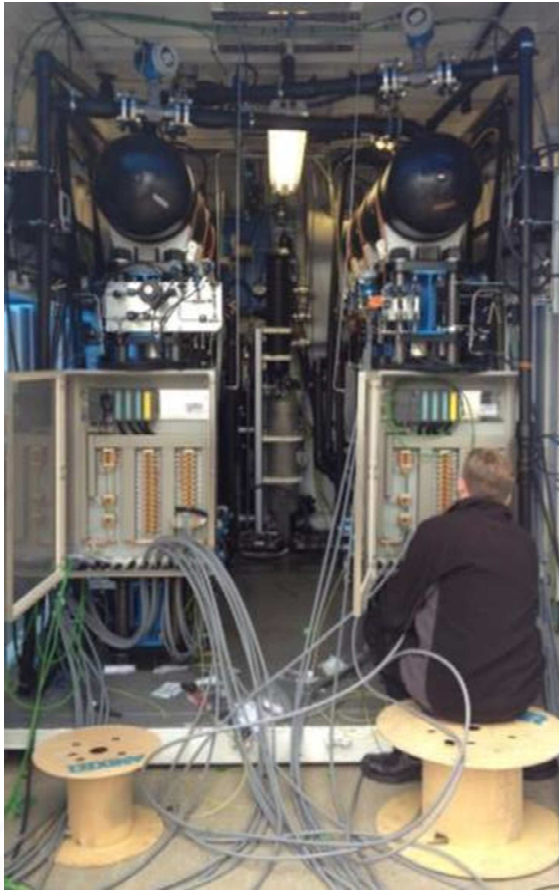
ITM WASSERSTOFFSYSTEME



REFERENZ-ANLAGE



ERSTE GENERATION HGAS ELEKTROLYSEUR: 6 STACKS NEHMEN 300 KW BEI NORMALBETRIEB AUF



STACK ENTWICKLUNG
POWER-2-GAS

REFERENZ ANLAGE



Der erste Einsatz einer P2G-Anlage welche mit PEM Stacks ausgestattet ist

6 Stacks mit einer Leistungsaufnahme von 298kW (Nennleistung)

- 26 November 2013 erste Wasserstoff Einspeisung in das Frankfurter Erdgas Verteilnetz
- Seit über 2 Jahren in Betrieb
- System Wirkungsgrad 77%
- Präqualifiziert für sekundäre Regelenergie



THÜGA GROUP – P2G ANLAGE
POWER-2-GAS



PROJEKTbeschreibung

Eckdaten:

- **Standort:** Schielestraße Frankfurt/M.
- **Projektzeitraum:** 2014 bis Ende 2016
- **Gesamtinvestitionen:** ca. 1,5 Mio. €
- **Technologie:** ITM Power PEM Elektrolyseur
- **Nennlast:** 60 Nm³ Wasserstoff pro Stunde. Somit werden 3.000 m³ mit Wasserstoff angereichertes Erdgas pro Stunde in das Verteilnetz eingespeist
- **Elektrische Nennleistung:** ca. 298 kW
- **Einbindung:** Einspeisung von max. 2 Vol.-% Wasserstoff mit Druckstufe 3,5 bar ins Erdgasverteilstromnetz der Netzdienste Rhein-Main GmbH



„Investition in Ihre Zukunft“
Investitionen dieses Unternehmens wurden von der Europäischen Union
aus dem Fonds für regionale Entwicklung und vom Land Hessen kofinanziert



THÜGA STROM-ZU-GAS PROJEKT

POWER-2-GAS



ZWEITE GENERATION H-GAS ELEKTROLYSEUR

3 STACKS MIT EINER LEISTUNGS-AUFNAHMEN VON 195 KW -
50% LEISTUNGS-STEIGERUNG



STACK ENTWICKLUNG
ITM WASSERSTOFFSYSTEME

REFERENZANLAGE



- **2. Generation ITM Power PEM Elektrolyseur**
- **Standort: Ibbenbüren**
- **Technik: ITM-Power PEM Elektrolyseur**
- **Wasserstoffproduktion: 30Ncm/h Pnenn (150KW)
40Ncm/h Überlast (195KW)**
- **H2 Reinheit: 99,9%, Taupunkt Temp. -45° C**
- **H2-Einspeisung: H2-Einspeisung: in das DP16-Gasverteilstnetz von Ibbenbüren**
- **Abwärme Nutzung vor Ort (in der Gasvorwärmanlage einer GDRM-Anlage)**
- **System Gesamtnutzungsgrad von 86%**



RWE POWER-TO-GAS ANLAGE

ITM WASSERSTOFFSYSTEME



TECHNISCHE OPTIMIERUNG



TECHNISCHE OPTIMIERUNG DER 2. ZUR 1. GENERATION

- Systemvereinfachung - Komponenten wurden um 20% verringert
- Überarbeitet Steuerung Software mit neuer Bedieneroberfläche
- Neu AEG Leistungselektronik
 - Hoher Wirkungsgrad über den gesamten Leistungsbereich
 - Hoher Leistungsfaktor über den gesamten Leistungsbereich
- Nutzung der Abwärme ist realisiert

SYSTEM OPTIMIERUNG

ITM WASSERSTOFFSYSTEME

INBETRIEBNAHME & BETRIEBS- ERFAHRUNGEN

THÜGA
RWE



INBETRIEBNAHME DER THÜGA P2G DEMONSTRATIONSANLAGE IN FRANKFURT AM MAIN

- Dauer der Inbetriebnahme (vor Ort) 14 Wochen
- FAT, SAT, und CAT wurde in Frankfurt durchgeführt
- Vor FAT wurde die Steuerung Software zu ende Programmiert
- Komplettierung der Verrohrung und Verkabelung
- Kalabriern der Sensoren
- Einsetzen der Stacks
- Durchführung eines Vorab drucktest
- Probetrieb der Anlage, Herantasten und Optimierung der Set Points sowie der Trigger Points der Timer

THÜGA POWER-TO-GAS ANLAGE

ITM WASSERSTOFFSYSTEME



INBETRIEBNAHME DER RWE ANLAGE IN IBBENBÜREN

- Arrowhead hat einen Drucktest in Sheffield begleitet und zertifiziert
- FAT, und 24h CAT wurden in Sheffield durchgeführt
- Nach Anlieferung in Ibbenbüren, Anschluss an die Schnittstellen
Leitungswasser, Abwasser, Strom, Gas, Kommunikation
- Elektrolyse Modul wurde komplett angeliefert, keine ergänzenden
Montage arbeiten vor Ort
- TÜV wiederholt den Drucktest in Ibbenbüren
- 72h CAT Test in Ibbenbüren

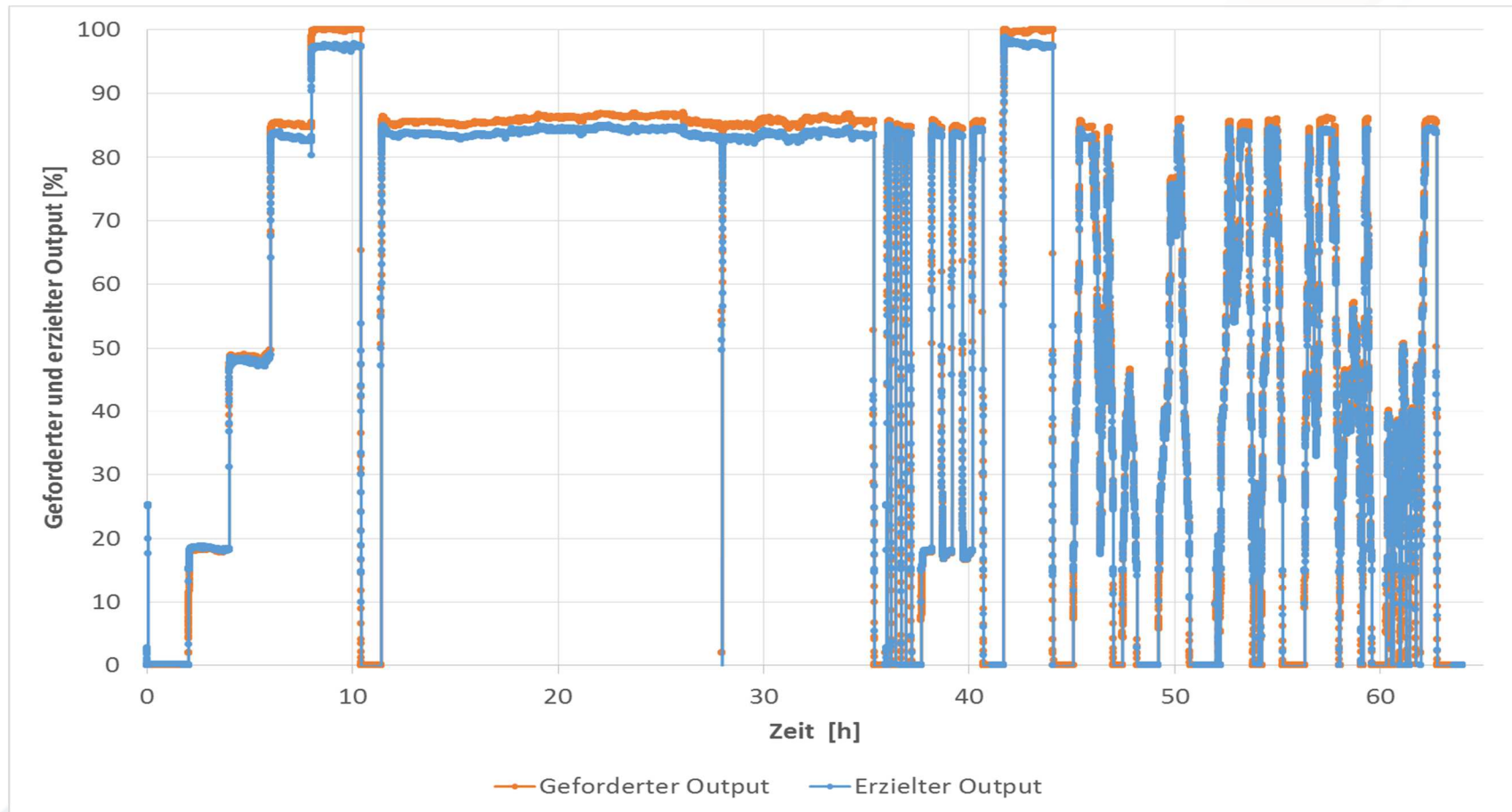
RWE/WESTNETZ POWER-TO-GAS ANLAGE

ITM WASSERSTOFFSYSTEME



ABNAHMETEST DER THÜGA P2G ANLAGE

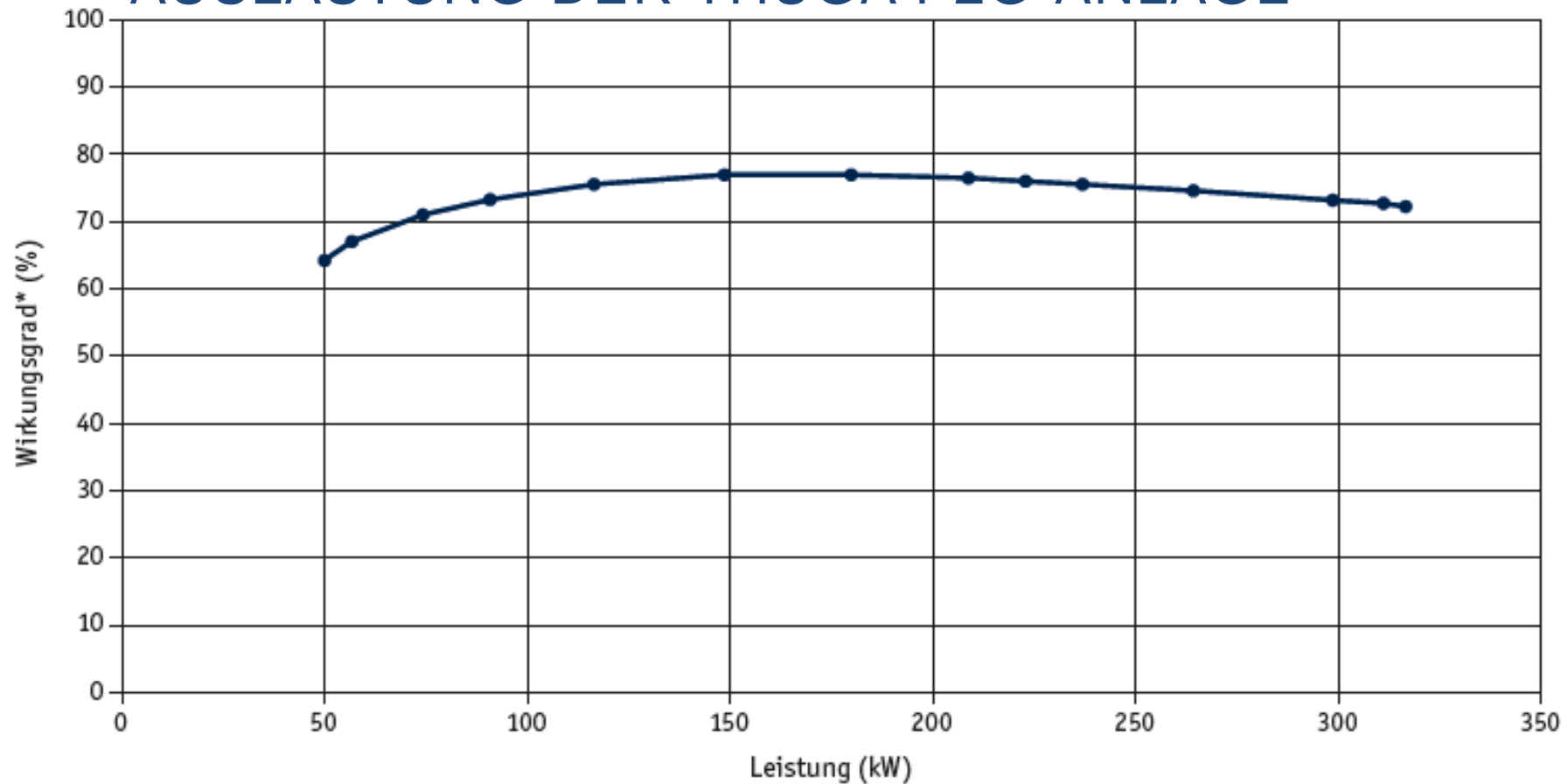
64 h Kundentests - Thüga Anlage



THÜGA POWER-TO-GAS ANLAGE

ITM WASSERSTOFFSYSTEME

WIRKUNGSGRAD BEI UNTERSCHIEDLICHER AUSLASTUNG DER THÜGA P2G-ANLAGE



*Die angegebenen Werte zum Wirkungsgrad sind auf den Brennwert bezogen

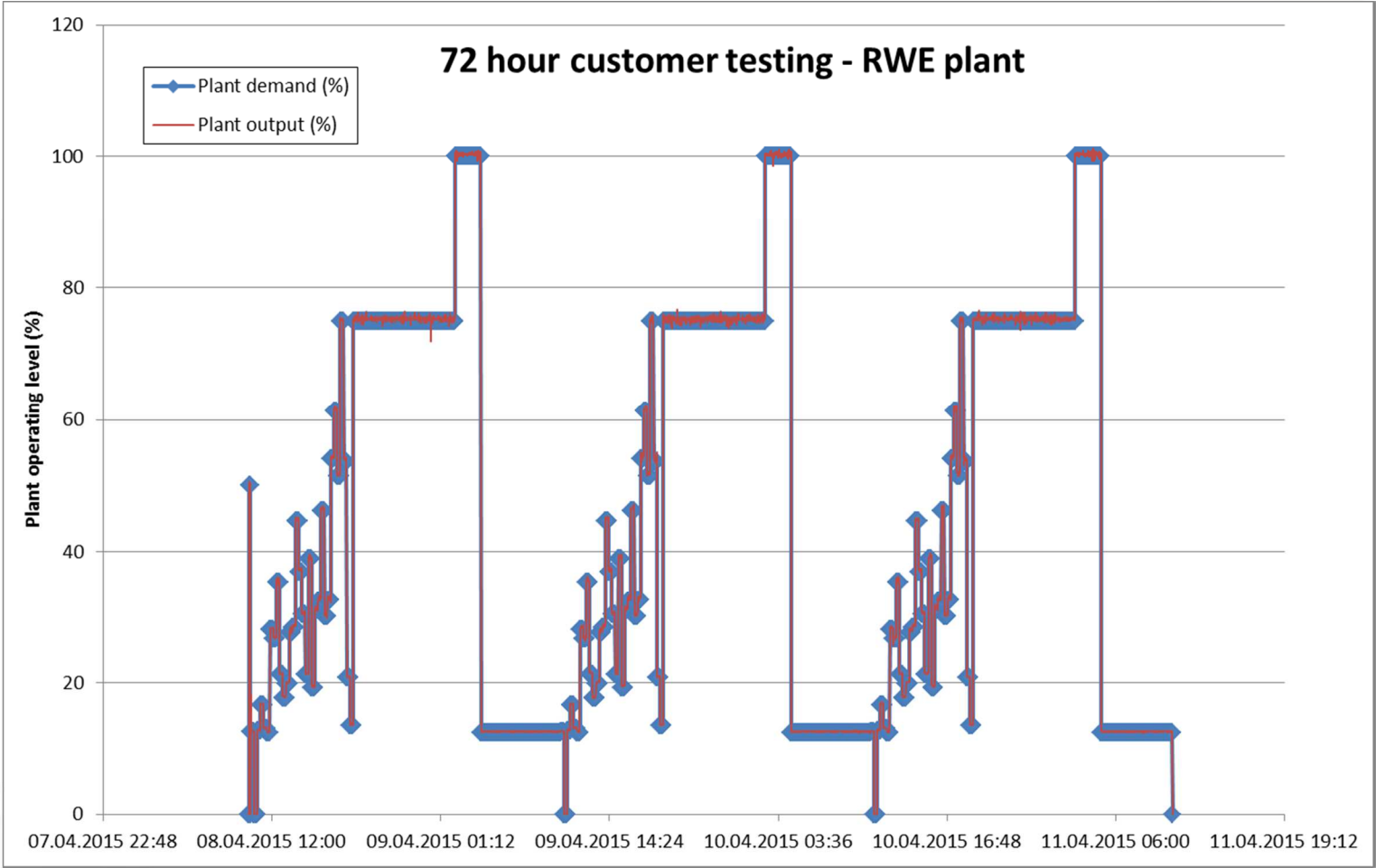
Quelle: Thüga, http://www.szg-energiespeicher.de/fileadmin/media/Strom_zu_Gas/PDF/Pressegrafik_150210_SzG_Wirkungsgrad.pdf

THÜGA POWER-TO-GAS ANLAGE

ITM WASSERSTOFFSYSTEME



ABNAHMETEST DER RWE P2G ANLAGE



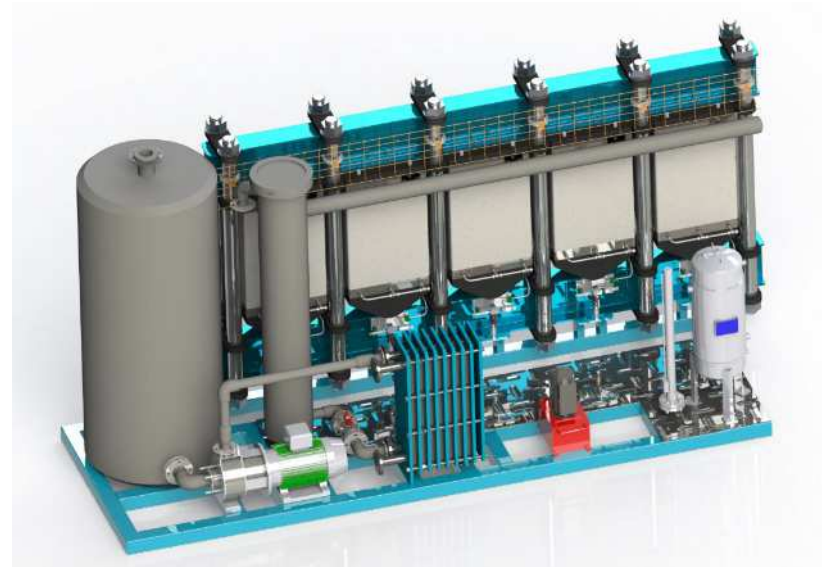
RWE POWER-TO-GAS ANLAGE

ITM WASSERSTOFFSYSTEME



MEGA STACK GENERATION

- Annähernd 700 KW Leistungsaufnahme pro Stack
- 1,000cm² aktive Fläche
- 100 Zellen pro Stack
- Reduktion der Herstellungskosten
- Kompakte Einheiten mit hoher Leistungsdichte



	L	XL	XXL
Anzahl der Stacks	2	5	10
Max. H2 Ausstoß (kg/24h)	545	1,365	2,730
Leistungsaufnahme (MW)	1.42	3.48	6.94
Gesamt Wirkungsgrad (kWh/kg)	56 - 62	53 - 61	57 - 63
Container Größe	Kunden-spezifisch	Kunden-spezifisch	Kunden-spezifisch

PEM ANGEBOT

ITM WASSERSTOFFSYSTEME



FAZIT UND AUSBLICK

- ITM Power ist führend bei der PEM-Technologie
Von der Entwicklung bis zur Fertigung Schlüsselfertiger Anlagen
- ITM Power PEM- Anlage absolviert bereits mehrjährige forschungsbegleitenden Praxisbetrieb
(Die Praxis ist die beste Schule)
- Die PEM-Elektrolyse ist auf einen guten Weg, auf dem wir auch weiterhin die Richtung mitbestimmen werden

ENERGIESPEICHERUNG | SAUBERER KRAFTSTOFF

ITM WASSERSTOFFSYSTEME

