

Betriebserfahrungen mit japanischen PEM Brennstoffzellen-Systemen

Dipl.-Ing. Uwe Dietze



VORWEG GEHEN

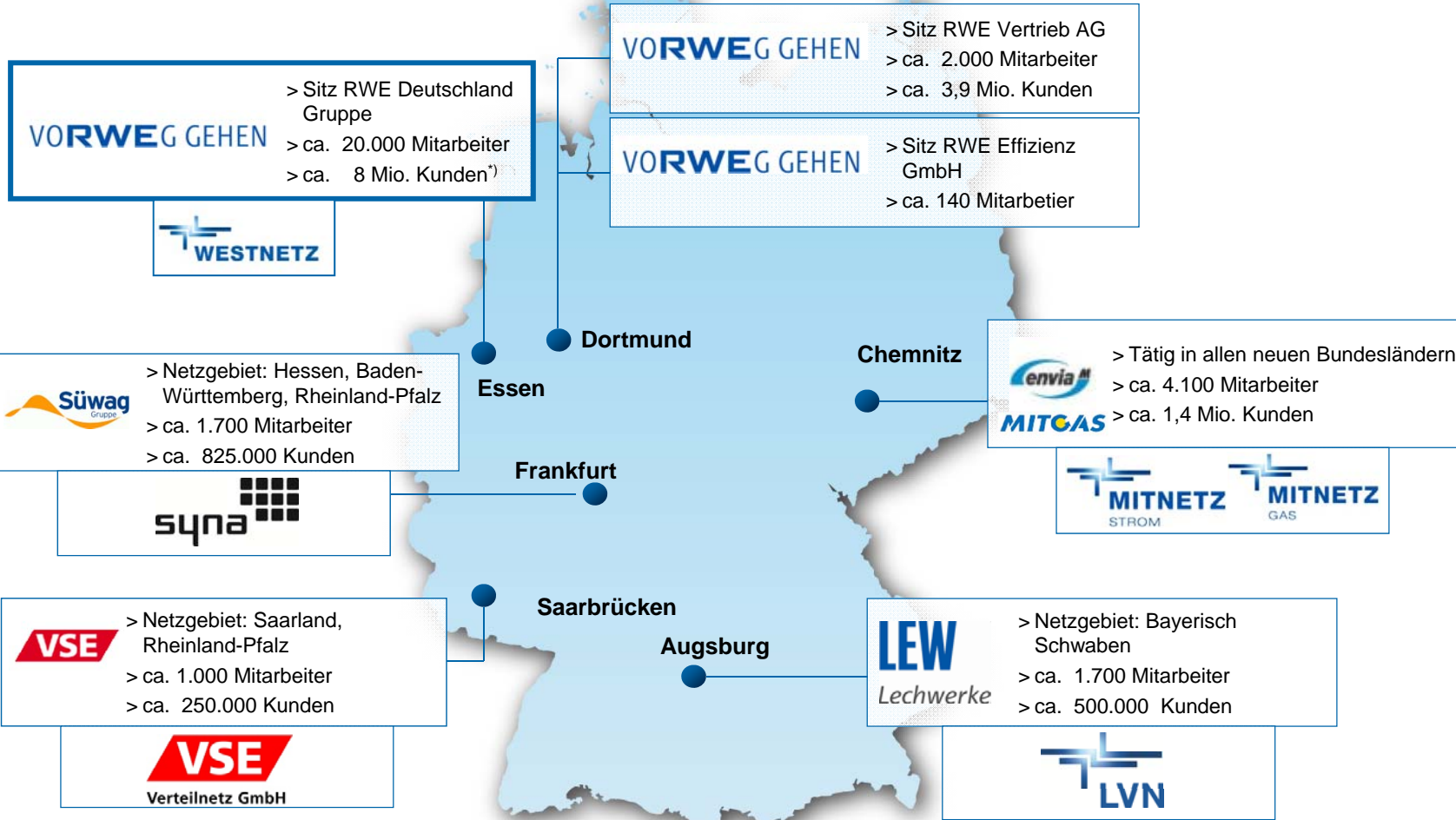
Betriebserfahrungen mit japanischen BZ

Agenda

- > Vorstellung RWE Deutschland - Abteilung Anwendungstechnik
- > Brennstoffzellenentwicklung für die Hausenergieversorgung in Japan
- > Betriebserfahrungen mit japanischen BZ bei RWE in Deutschland
 - Testergebnisse Viessmann/Panasonic BZ (PEM)
 - Testergebnisse Toshiba BZ (PEM)
 - Bewertung der Ergebnisse
- > Ausblick: Status der BZ-Technologie in der Hausenergieversorgung

RWE Deutschland AG

Regionale Verteilung



^{*)} inkl. vollkonsolidierter Unternehmen Düren, ELE, EWV, Kamp-Lintfort, OIE und rhenag = ca. 750.000 Kunden

RWE Deutschland AG

Kennzahlen

Kennzahlen (2014)

Umsatz	25,3 Mrd. €
Investitionen	1,5 Mrd. €
Mitarbeiter	18.982
Auszubildende	1.428

Netzlänge

Strom	331.000 km
Gas	47.800 km
Wasser	9.100 km

Liefermengen (Netz)

Strom	143 TWh
Gas	71 TWh
Wasser	150 Mio. m ³

RWE Deutschland AG

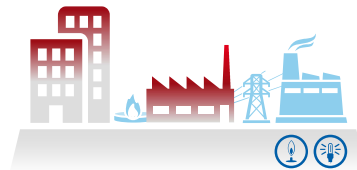
Anwendungstechnik neue Technologien

Anwendungsbereiche und Projekte

- > Wärmepumpen, Mikro-KWK
- > Hybridsysteme mit PV
- > Technologiebewertung Hausenergiesysteme
- > Simulationsberechnungen
- > Betrieb Technikumshalle



- > KWK für Industrie und Gewerbe
- > ORC-Anlagen für Biogasmotoren
- > Mikrogasturbinen
- > Power to Heat
- > Virtuelle Kraftwerke



Aufgaben der Anwendungstechnik

- > Technische Produktentwicklung
- > Technologiebewertung
- > Lasten/Pflichtenhefterstellung
- > Mitarbeit Produktroadmap
- > Vertriebsunterstützung

Ergebnisse

- > Operative Produktentwicklung mit Vertriebseinheiten: z.B. EEG-DV
- > Abwicklung von Feldtests und Demoprojekten
- > Erarbeitung Technologieroadmap dezentrale Technologien
- > Gremien- und Öffentlichkeitsarbeit

Brennstoffzellenentwicklung für die Hausenergieversorgung in Japan

Entwicklung der Produkte, der Förderung, der Verkaufszahlen und der Anlagenpreise.

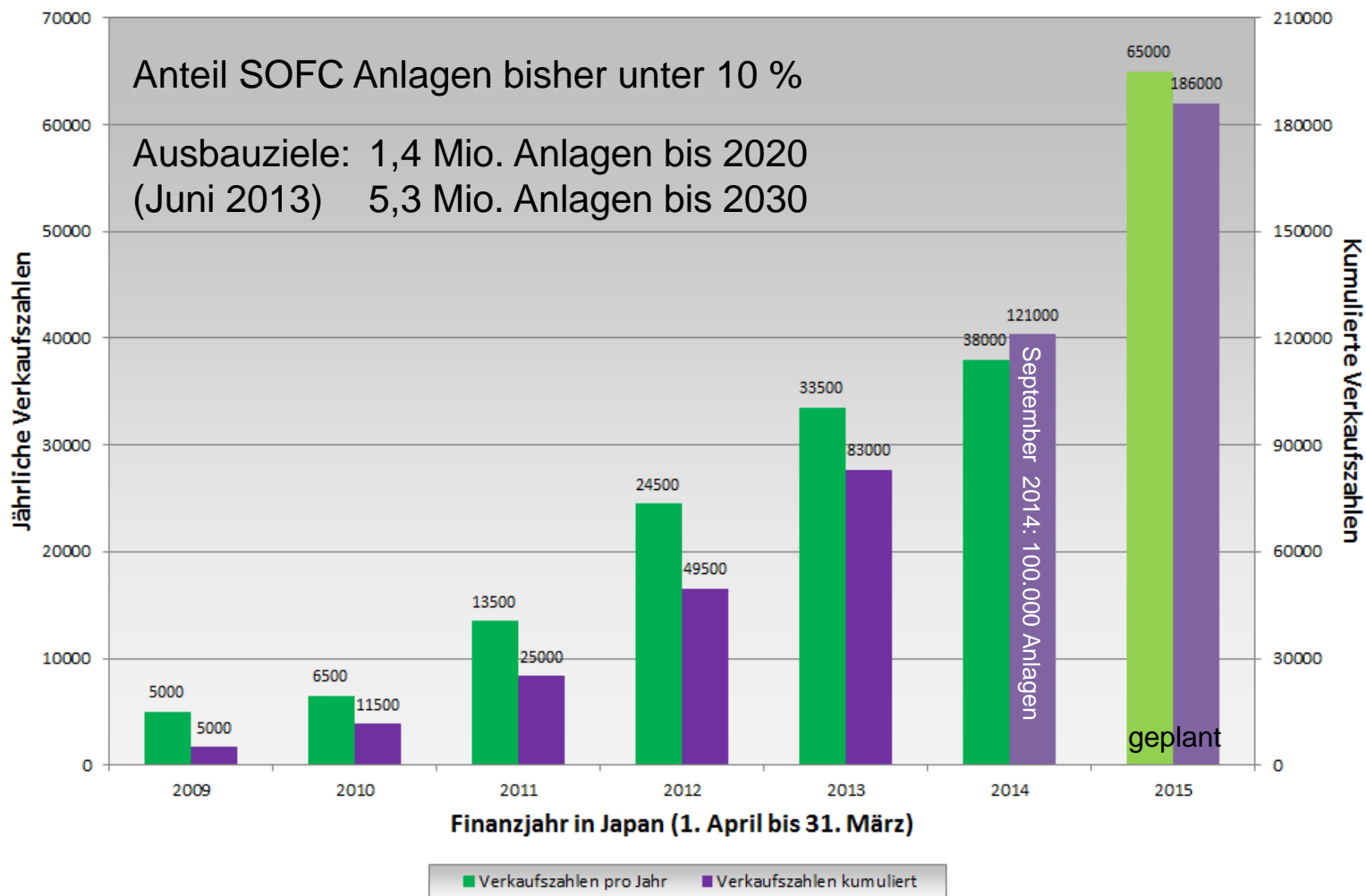
Brennstoffzellenentwicklung in Japan

ENE-FARM Historie

- > Staatlich geförderte Brennstoffzellenentwicklung und Markteinführung von Brennstoffzellensystemen für die Hausenergieanwendung unter dem gemeinsamen Produktlabel „ENE-FARM“
- > Erste Forschungs- und Demonstrationsprojekte seit 2002 (PEMFC) bzw. 2007 (SOFC)
- > Markteinführung 2009 (PEMFC) bzw. 2011 (SOFC) erfolgt mit jeweils zwei Herstellern: Toshiba & Panasonic (PEMFC) und Aisin & JX (SOFC)
- > Förderumfang Markteinführungsprogramm 2009 - 2015 ca. 850 Mio. €, Degressive Förderung pro Anlage: 2009 ca. 11.000 €, 2015 ca. 2.300 €
- > Einstellung der BZ Aktivitäten bei JX in 2014
- > 100.000 installierte Anlagen im September 2014
- > Aktuell ca. 150.000 installierte Anlagen
- > Partnerschaften mit europäischen Herstellern Viessmann/Panasonic (2013), Bosch/Aisin (2013) und BDR Thermea/Toshiba (2014)

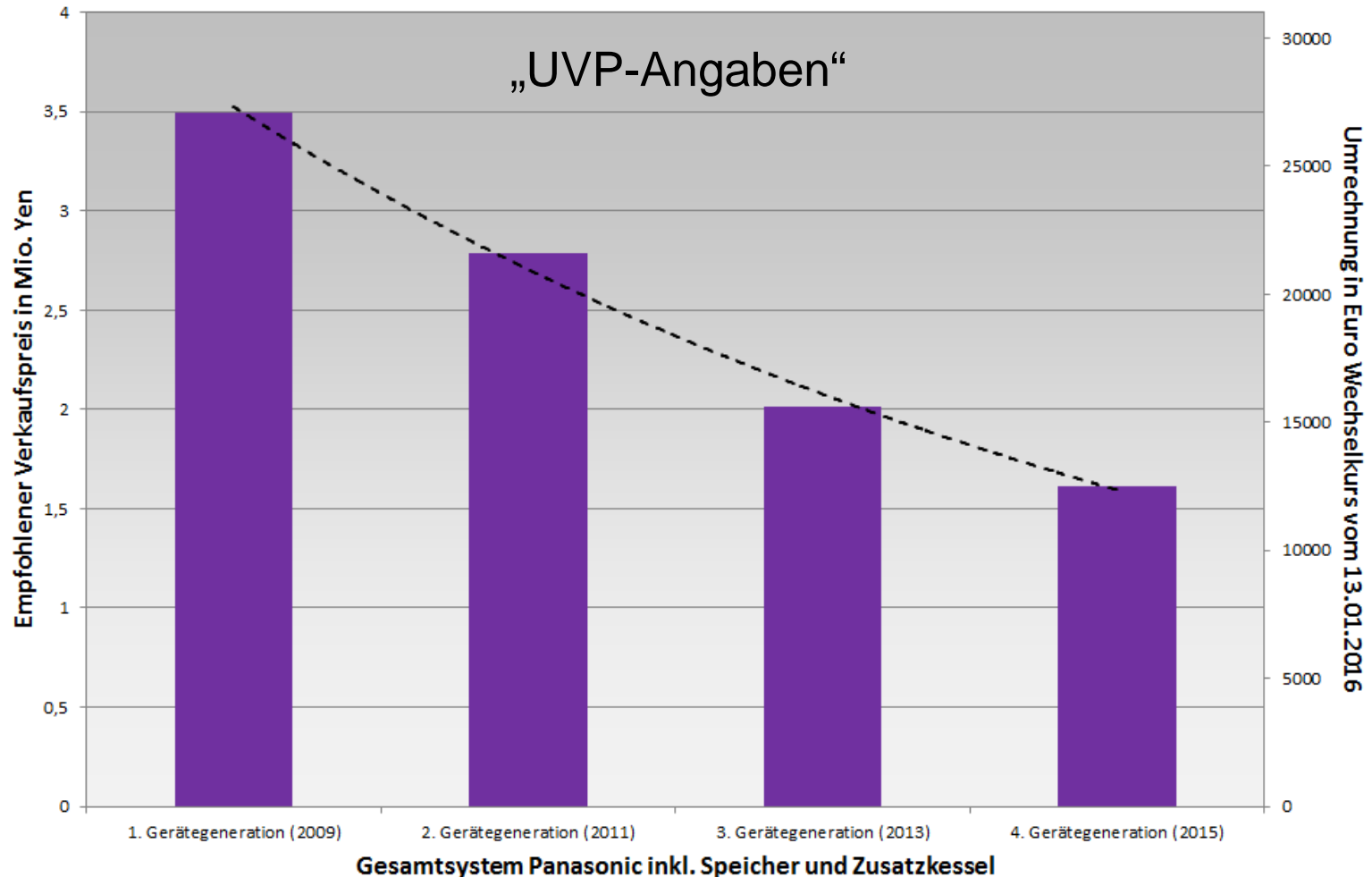
Brennstoffzellenentwicklung in Japan

Installierte ENE-FARM Anlagen in Japan



Brennstoffzellenentwicklung in Japan

Preisentwicklung am Beispiel Panasonic



Betriebserfahrungen mit japanischen BZ-Systemen bei RWE in Deutschland

Die Ergebnisse der beiden Produkte sind nicht direkt miteinander vergleichbar, da es sich zum einen um ein Gerät für den europäischen und zum anderen für den japanischen Markt handelt.

PEM Brennstoffzelle Vitovalor 300-P

Projektdaten

- > Technik: PEM Brennstoffzelle
- > Hersteller: Viessmann Deutschland GmbH, Allendorf
Panasonic, Japan
- > Leistung: $750 W_{el}$, $1.000 W_{therm}$
- > System: 19 kW Zusatzbrenner (max. 30 kW TWW)
- > Testphase: seit dem 01.07.2014
Technikumshalle in Duisburg
- > Betriebsstunden: 10.379 h Stand (01.01.2016)
- > Praxistest: seit dem 10.09.2014
EFH in Saerbeck
- > Betriebsstunden: 6.687 h Stand (01.01.2016)



PEM Brennstoffzelle Vitovalor 300-P Prüfstands Aufbau

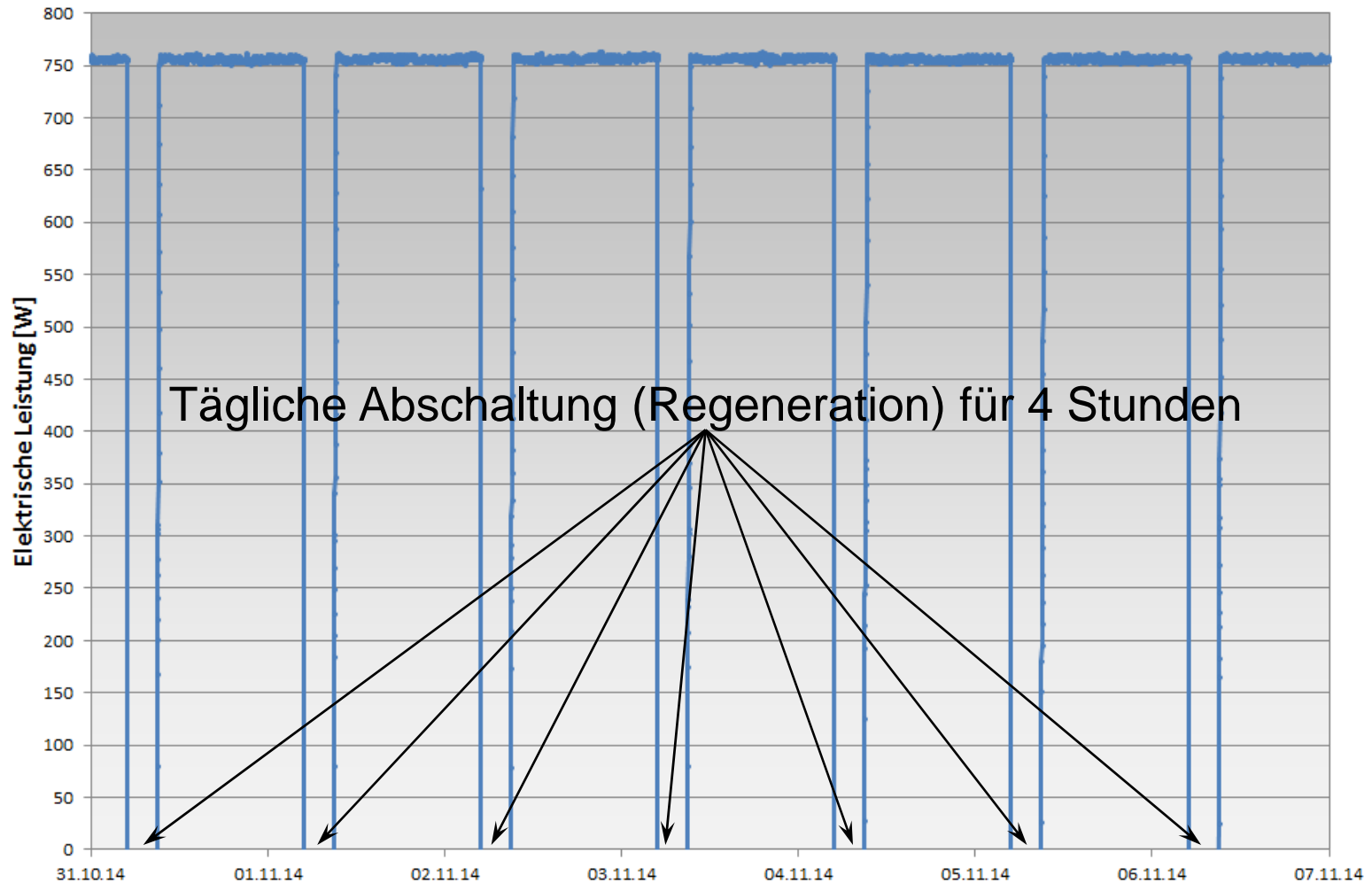


PEM Brennstoffzelle Vitovalor 300-P

Technische Daten (Herstellerangaben)

- > Netzanschluss: 230 VAC, 50 Hz
- > Brennstoff: Erdgas E
- > Aufstellbedingungen: Innenaufstellung
- > Netzanschluss: Netzparallelbetrieb
- > Elektrische Leistung: 750 W (nicht modulierend)
- > Thermische Leistung: 1.000 W
- > Leistung Zusatzkessel: 5,5 - 19 kW (Warmwasser 30 kW)
- > Vorlauftemperatur BZ: 67°C
- > Elektrischer Wirkungsgrad: 37 % (H_i)
- > Gesamtwirkungsgrad: 90 % (H_i), bei 30°C RL-Temp.
- > Schalleistungspegel: < 49 dB(A)
- > Puffer- und TWW-Speicher: 170 bzw. 46 l
- > Abmessungen (BxHxT):
BZ: 480 x 1.667 x 516 mm
ZK: 600 x 1.932 x 595 mm
- > Gewicht BZ / ZK: 125 kg / 165 kg

PEM Brennstoffzelle Vitovalor 300-P Betriebscharakteristik (1 Woche)



PEM Brennstoffzelle Vitovalor 300-P

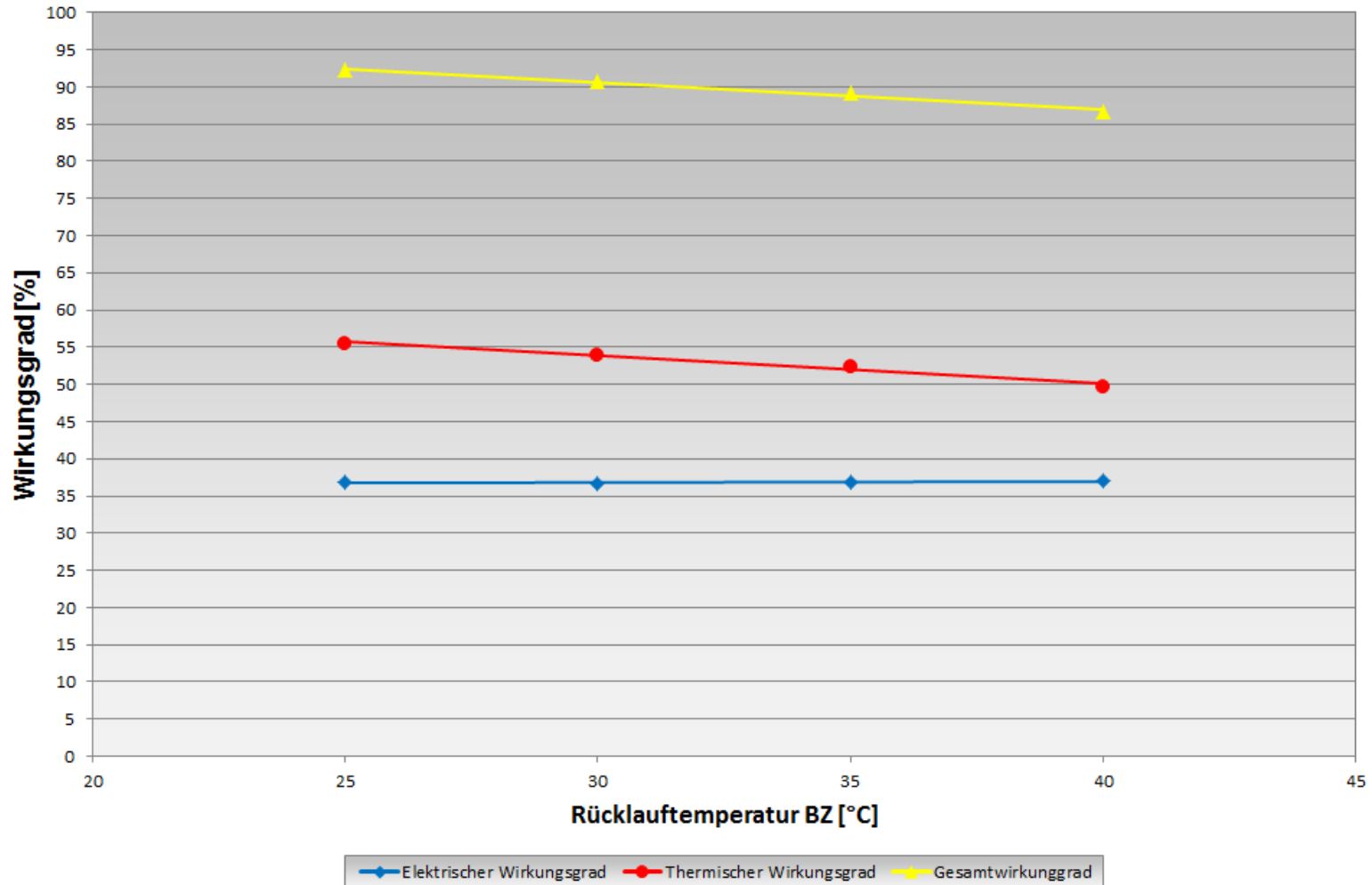
Betriebsdaten Gesamtzeitraum

- > Inbetriebnahme: 01.07.2014
- > Aktueller Stand: 01.01.2016 (549 Tage)
- > Betriebsstunden/Starts: 10.379 h / 545
- > Leistung BZ el./therm. \emptyset : 737 W / 1.094 W (netto)
- > Leistung BZ el./therm. max: 757 W / 1.139 W_{RL 25°C} (im 20 h Mittel)
- > Nutzungsgrad BZ elektrisch: 35,8 % H_i (netto, inkl. Anfahrverlusten)
- > Gesamtnutzungsgrad BZ: 89,1 %
- > Betriebszeit*: 78,8 % (max. 83,3 %)
- > Stillstand Regeneration/Sonst.: 2.180 h / 606 h
- > Verfügbarkeit: 100 %
- > Anzahl Fehler: 0
- > Mean Time Between Failures: ∞

* max. Betrieb pro Tag 20 h

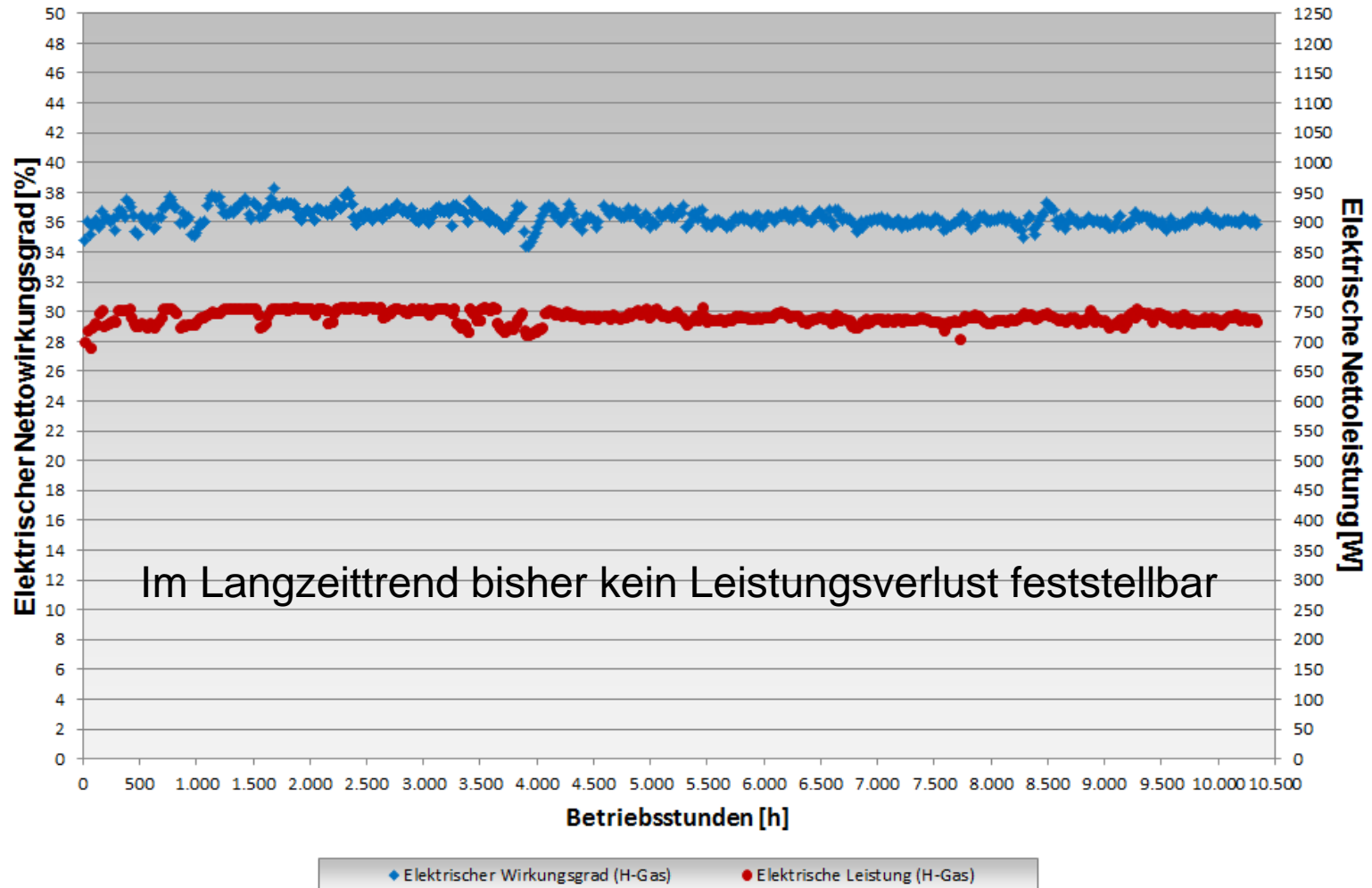
PEM Brennstoffzelle Vitovvalor 300-P

Wirkungsgrade (im 20 h Mittel)



PEM Brennstoffzelle Vitovalor 300-P

Leistungs- und Wirkungsgradverlauf (20 h Mittel)



PEM Brennstoffzelle Toshiba ENE-FARM

Projektdaten

- > Technik: PEM Brennstoffzelle
- > Hersteller: Toshiba Fuel Cell Power Systems Corporation, Tokyo Japan
- > Leistung: $700 W_{el}$, $1.000 W_{therm}$
- > System: Nur Test der eigentlichen Brennstoffzelle
- > Besonderheit: **Japanische Version (Netzanbindung über Trafo)**
- > Testphase: seit dem 07.11.2012
Technikumshalle, Duisburg
- > Betriebsstunden: 26.862 h Stand (01.01.2016)
- > Praxistest: EU Version erst seit Anfang 2016 verfügbar, daher bisher noch kein Praxistest beim Endkunden erfolgt



PEM Brennstoffzelle Toshiba ENE-FARM Prüfstands Aufbau



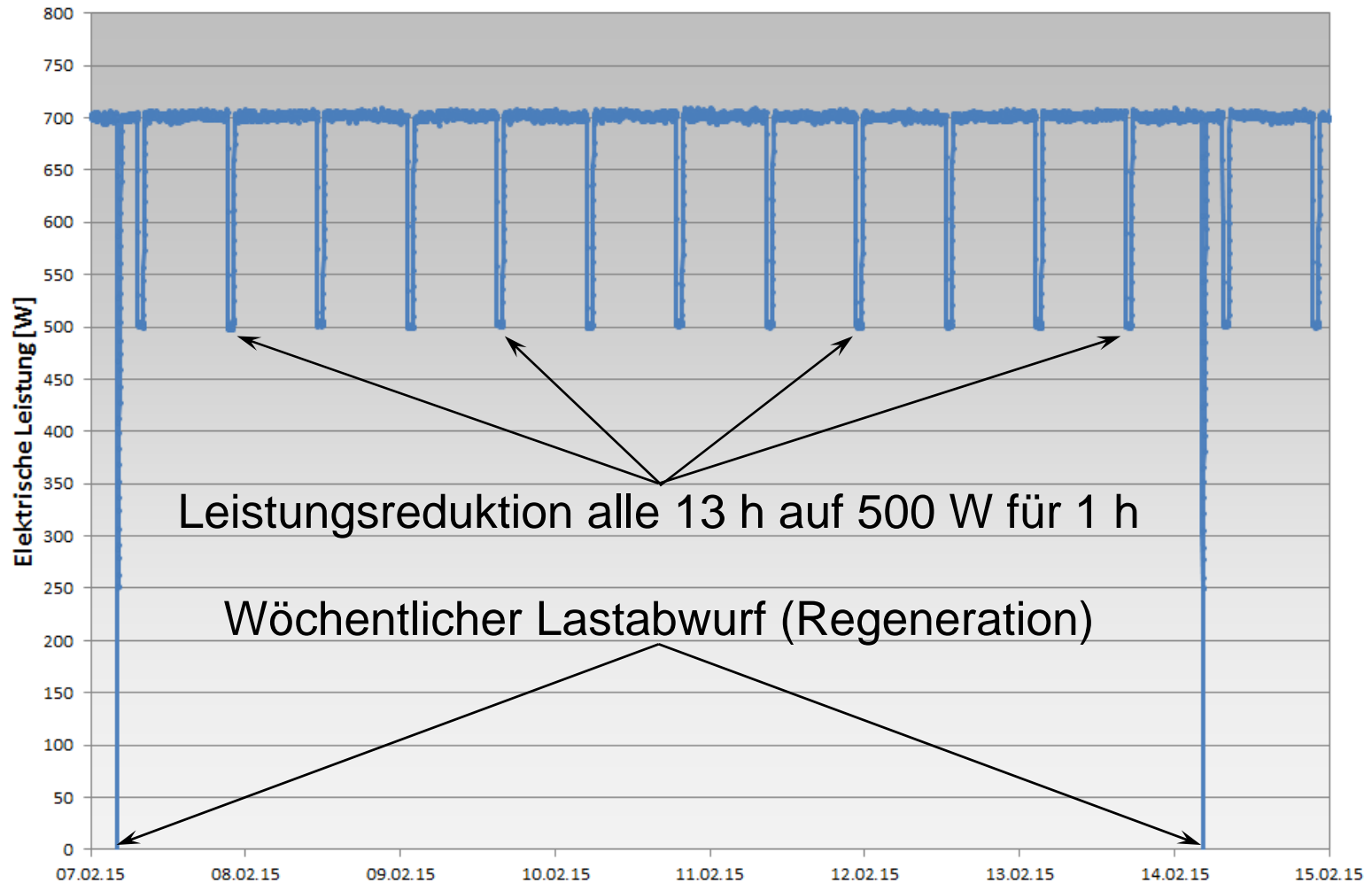
PEM Brennstoffzelle Toshiba ENE-FARM

Technische Daten (Herstellerangaben)

- > Netzanschluss: 100 VAC, 50 Hz (Anbindung über Trafo)
- > Brennstoff: Erdgas
- > Aufstellbedingungen: Außenaufstellung
- > Netzanschluss: Netzparallelbetrieb
- > Elektrische Leistung: 250 bis 700 W
- > Thermische Leistung: ca. 1.000 W
- > Heizsystem VL max.: >60°C
- > Elektrischer Wirkungsgrad: 38,5 % (H_i)
- > Gesamtwirkungsgrad: 94 %
- > Anfahrzeit: < 60 Minuten
- > Lebensdauer Zellenstapel: 80.000 Stunden
- > Schalldruckpegel: 38 dB(A) in 1 m Abstand
- > Abmessungen (BxHxT): 780 x 300 x 1000 mm Brennstoffzelle
- > Abmessungen (BxHxT): 750 x 440 x 1760 mm Speicher & ZK
- > Gewicht: 94 kg BZ / 100 kg Speicher & ZK
- > Speicher: 200 l (japanische Systemlösung)

PEM Brennstoffzelle Toshiba ENE-FARM

Betriebscharakteristik Vollastbetrieb (8 Tage)



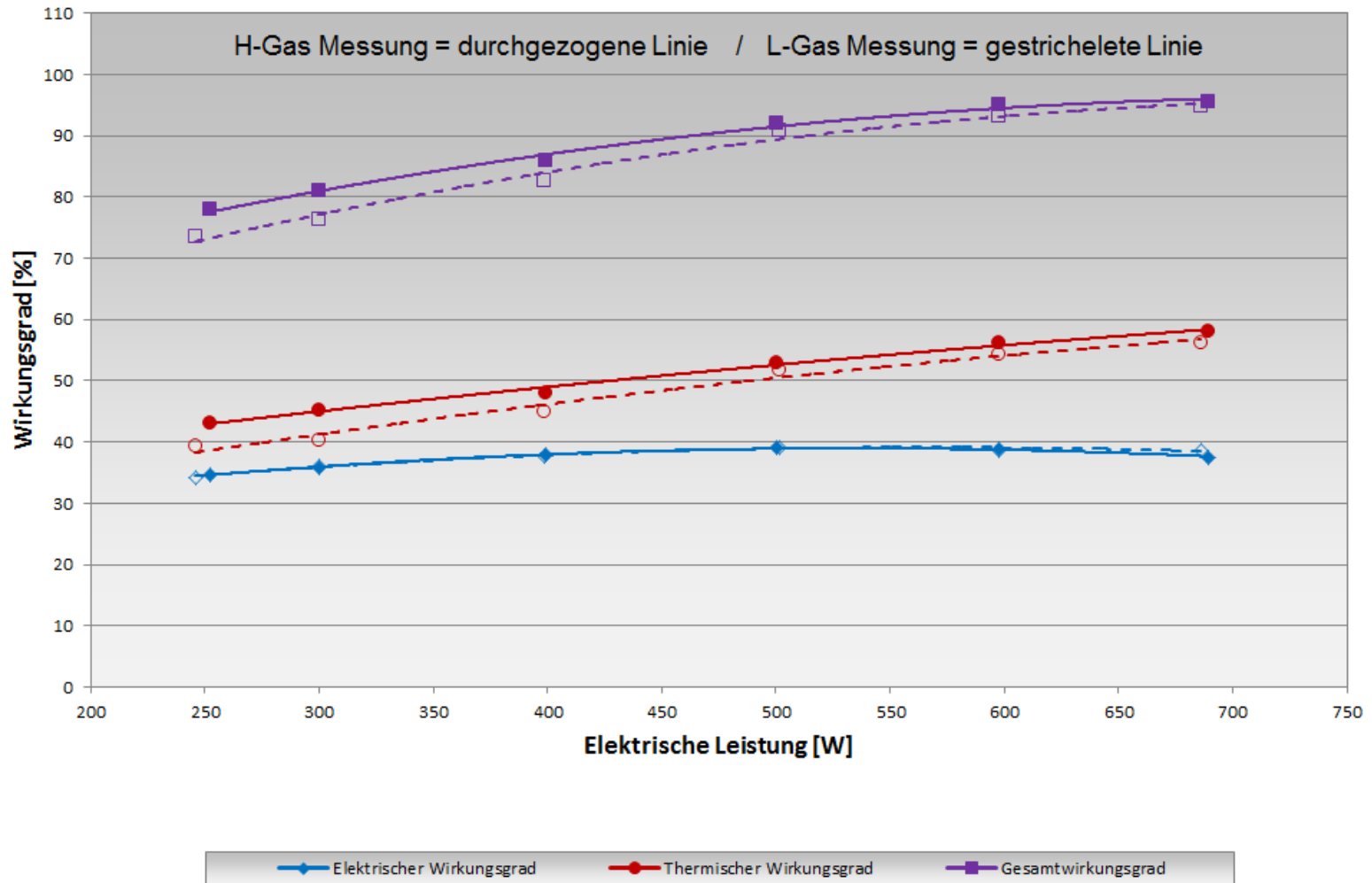
PEM Brennstoffzelle Toshiba ENE-FARM

Betriebsdaten Gesamtzeitraum

- > Inbetriebnahme: 07.11.2012
- > Aktueller Stand: 01.01.2016
- > Betriebsstunden / Starts: 26.862 h / 48
- > Leistung el./therm. \emptyset : 627 W / 952 W (inkl. Teillastbetrieb)
- > Leistung el./therm. max: 708 W / 1.150 W
- > Nutzungsgrad elektrisch: 38,1 % (netto, Gerätedaten)
- > Gesamtnutzungsgrad: 91,5 %
- > Betriebszeit: 97,3 % (Stillstand 730 h)
- > Verfügbarkeit: 100 %
- > Anzahl Fehler: 0
- > Mean Time Between Failures: ∞

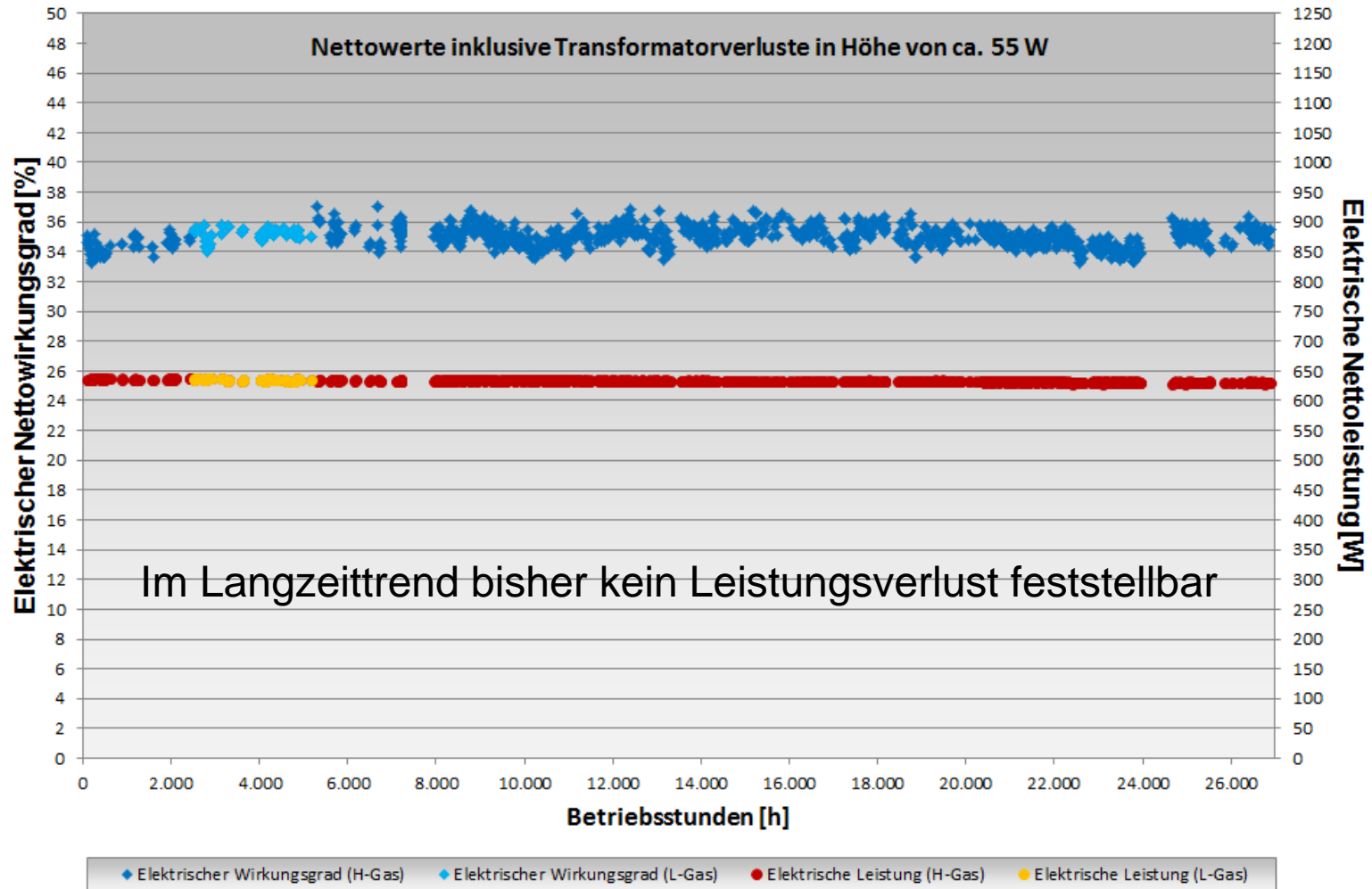
PEM Brennstoffzelle Toshiba ENE-FARM

Wirkungsgrade für H- und L-Gas Betrieb



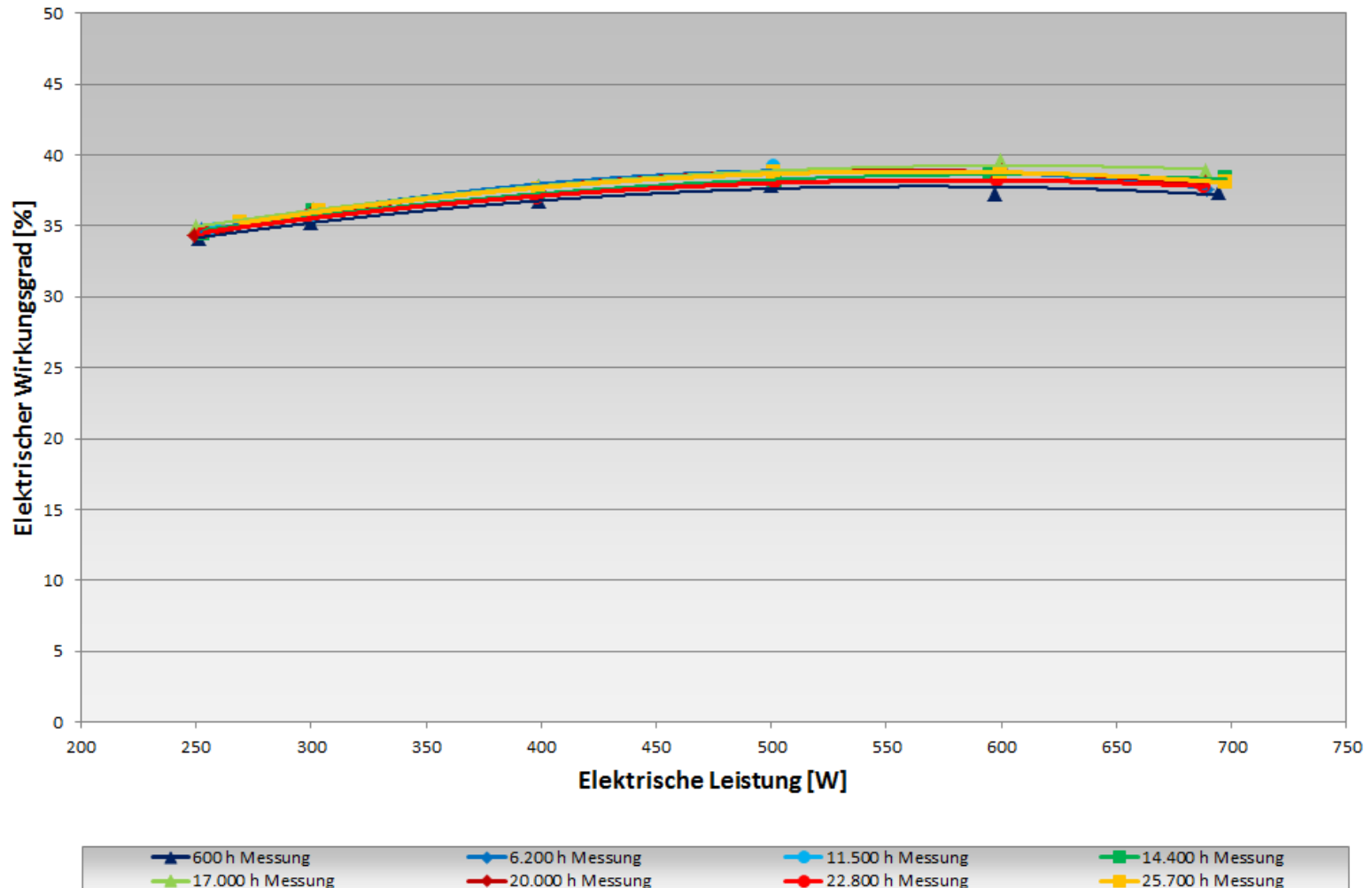
PEM Brennstoffzelle Toshiba ENE-FARM

Leistungs- und Wirkungsgradverlauf bei Volllast



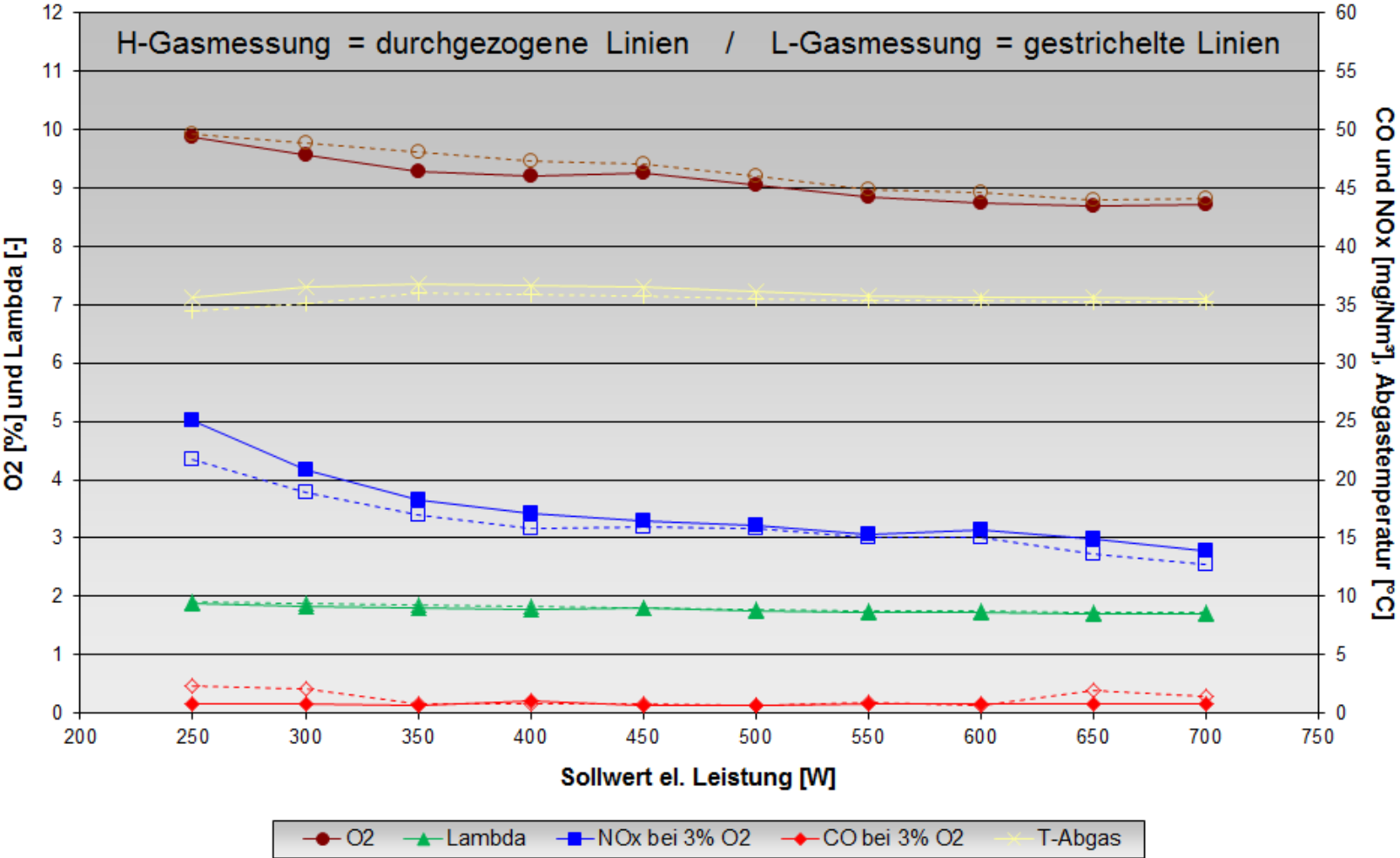
PEM Brennstoffzelle Toshiba ENE-FARM

Vergleichsmessungen el. Wirkungsgrad



PEM Brennstoffzelle Toshiba ENE-FARM

Emissionen in mg/Nm³ bei 3 % O₂-Gehalt



Betriebserfahrungen mit japanischen BZ

Bewertung der Ergebnisse

- > Herstellerangaben beider Anlagen konnten bestätigt werden
 - Sehr geringe Abgas- und Schallemissionen
 - Für PEM Technologie sehr guter el. Wirkungsgrad
 - Sehr geringe Degradation
- > Äußerst zuverlässiger Betrieb ohne jegliche Störung
- > Geringer Wartungsaufwand (bisher nur Luftfilterwechsel)
- > Unterschiedliche Konzepte hinsichtlich Regeneration und Modulation
- > Markteinführung in Deutschland erfolgt (Panasonic/Viessmann) bzw. in Vorbereitung (Toshiba/SenerTec)
- > Gesamtinvestition für den Endkunden ist im Vergleich zu anderen KWK-Technologien noch sehr hoch
- > Durch hohe Stückzahlen in Japan weitere Kostenreduzierung möglich
- ⇒ Technisch marktreife Produkte mit sehr guten Leistungswerten und langfristigem Potenzial bei sinkenden Stückpreisen

Aktueller Status der Brennstoffzellentechnologie in der Hausenergieversorgung in Europa

- > Große Produktvielfalt im Bereich von 300 W_{el} bis 5 kW_{el}
 - > Erste Produkte sind am Markt verfügbar, weitere werden in den nächsten Jahren folgen (PEMFC & SOFC), darunter auch die drei aktuellen Produkte aus Japan (Toshiba, Panasonic, Aisin)
 - > Unterstützend laufen Markteinführungsprogramme (ene.field auf EU-Ebene) bzw. sind diese in Vorbereitung (TEP* in Deutschland)
 - > Marktzahlen wie in Japan sind aufgrund der unterschiedlichen Rahmenbedingungen zunächst nicht zu erwarten
 - > Langfristiges großes Potenzial vorhanden (u. a. hohe elektrische Wirkungsgrade bei geringen Abgasemissionen)
 - > Weitere Entwicklung in Japan kann richtungsweisend sein
- ⇒ Entscheidend für eine nachhaltige Markteinführung ist vornehmlich die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Produkte

VIELEN DANK FÜR
IHRE AUFMERKSAMKEIT.

Kontaktdaten:

Uwe Dietze

Tel. 0203/99546-17

E-Mail: uwe.dietze@rwe.com

VOR**RWE**G GEHEN