
 <p>The sole responsibility for the content of this publication lies with the authors. It does not necessarily reflect the opinion of the European Communities. The European Commission is not responsible for any use that may be made of the information contained therein.</p>
Work Package:	WP 2 / Energy Efficiency in SMEs: Quality Standards and Training of Energy Auditors
Deliverable:	D5
Partner:	target
Region:	Lower Saxony

<b>Title of event:</b>	Energy auditors network meeting
Organised by:	target GmbH
Venue:	Seminar rooms of target
Date and time:	17 <sup>th</sup> March 2009
Number of participants:	27
Short description (max. 60 words):	This meeting had two parts with technical input (micro turbines and usage of a database for energy efficiency checks). And a lot of time was reserved for the auditors to come in contact with each other.
In cooperation with:	Local agency for climate protection  

List of participants and scan of original attendance list have been deleted from public  record - data protection.

## Invitation / agenda / programme

# target



### Netzwerk-Treffen

Sehr geehrte Damen und Herren,

hiermit laden wir Sie herzlich zum nächsten Treffen der Energieeffizienz-Berater ein. Der Schwerpunkt liegt dieses Mal auf der Anwendung von Micro Turbinen für die Wärme- und Stromversorgung in Betrieben. Wo lassen sich diese Anlagen realisieren, was können sie leisten und was ist für einen wirtschaftlichen Einsatz zu beachten? Diese und weitere Fragen werden an diesem Nachmittag beantwortet.

Außerdem liegt die beim letzten Mal vorgestellte Datenbankanwendung zur Unterstützung der Berichterstellung für die KfW nun vollständig und funktionsfähig vor und wird präsentiert. Und wir werden Ihrem Wunsch entsprechen und eine längere Pause einplanen, um mehr Zeit für die informellen Gespräche zu haben.

**Datum:** 17. März 2009  
**Uhrzeit:** 16.00 - 18.30 Uhr  
**Veranstaltungsort:** target GmbH  
Walderseestraße 7, 30163 Hannover

#### Als Tagesordnung schlagen wir vor:

1. Begrüßung und Vorstellung neuer Teilnehmer im Netzwerk
2. **Micro Turbinen: Technik, Anwendungsbeispiele, Wirtschaftlichkeit**  
Dipl.-Ing. (FH) Marcus Mehlkopf, E-quad Power Systems GmbH
3. **Datenbankanwendung zur Unterstützung der KfW-Energieeffizienzberatung**  
Vollständige Version verfügbar  
Katharina Freiburg (KSA) und Dipl.-Ing. Meinolf Austermeier
4. Aktuelle Informationen zum KfW Sonderfonds (Fristen, Berichterstellung etc.)
5. Sonstiges

Über Ihre Teilnahme würden wir uns sehr freuen und bitten um kurze Rückmeldung bis zum 13. März - **gerne per E-Mail** an [paetzold@targetgmbh.de](mailto:paetzold@targetgmbh.de) oder mit dem beigefügten Fax-Vordruck.

Mit freundlichen Grüßen

Katharina Freiburg  
Klimaschutzagentur

gez. Roland Pätzold  
target GmbH



## ■ Presentation

**Capstone  
MicroTurbine**

Dipl.-Ing. Marcus Mehlkopf  
E-quad Power Systems GmbH  
52134 Herzogenrath  
[www.microturbine.de](http://www.microturbine.de)





E-quad Power Systems GmbH  
Capstone MicroTurbine

**E-quad Power Systems (EPS)**

- Gründung im April 2004 als Spin-Off der Fachhochschule Aachen
- Deutschlandweiter Distributor und autorisierter Service-Provider für Capstone MicroTurbinen zur Kraft-Wärme-Kopplung im Erdgas- und Heizölbereich
- Leistungen von EPS
  - Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zur KWK-Technik
  - Anlagenprojektierung und Planung
  - Kundenspezifische Auslegung der Peripherie
    - \* Schalt-/Steuerschränke inkl. MSR
    - \* Wärmetauscher
    - \* Gasregelstrecken und -Verdichter
  - Wartung und Service inkl. Vollwartungsverträge




E-quad Power Systems GmbH  
Capstone MicroTurbine

**Definition und Ursprung von Mikrogasturbinen (MGT)**

- Als Mikrogasturbinen werden im allgemeinen kleine schnelllaufende Gasturbinen bis zu einer elektr. Leistung von ca. 250 kW bezeichnet. Es sind Einwellen-Turbinen mit einstufigem Radialverdichter sowie radialer Arbeitsturbinen. Der Permanentmagnet des Generators ist ebenfalls fest auf dieser Welle aufgebracht.
- Die Grundentwicklung der Mikrogasturbine fand in den 30er Jahren durch Förderung mit Mitteln der USA statt. Ursprüngliches Ziel war es, einen leicht portablen, effizienten und zuverlässigen Stromerzeuger zu entwickeln.




E-quad Power Systems GmbH  
Capstone MicroTurbine

**Produktpalette Capstone MicroTurbinen**

- C30 Erdgas / LPG
- C30 Diesel / Kerosin
- C30 Biogas
- C86 Erdgas / LPG
- C86 Diesel / Kerosin / Kerosin
- C86 Biogas
- C200 Erdgas

**Neue Produkte in 2008**  
C800 – C1000 30ft Containeranlagen




E-quad Power Systems GmbH  
Capstone MicroTurbine

**Mikrogasturbine Capstone 30 kW**



- Modell C30: 30 kW elektr. bei ISO
- Benötigter Erdgasvordruck 3,6 bar
- 27 kW Nettoleistung bei internem Gasverdichter
- Rekuperiert
- einstufiger Radial-Verdichter und Turbine auf einer Welle mit Generator
- Bestückt mit low-NOx-Brennerdüsen
- 66 kW thermische Leistung mit Abgaswärmetauscher
- Einheiten der 4. Generation
- Netzparallel und Inselbetrieb möglich




E-quad Power Systems GmbH  
Capstone MicroTurbine

**Mikrogasturbine Capstone 86/100 kW**



- Modell C86: 66 kW elektr. bei ISO
- Benötigter Erdgasvordruck 4,8 bar
- 61/84 kW Nettoleistung mit externem Gasverdichter
- Rekuperiert
- einstufiger Radial-Verdichter und Turbine auf einer Welle mit Generator
- Bestückt mit low-NOx-Brennerdüsen
- 126 kW thermische Leistung mit Abgaswärmetauscher
- In Deutschland gedrosselt auf 66kW
- Netzparallel und Inselbetrieb möglich




E-quad Power Systems GmbH  
Capstone MicroTurbine

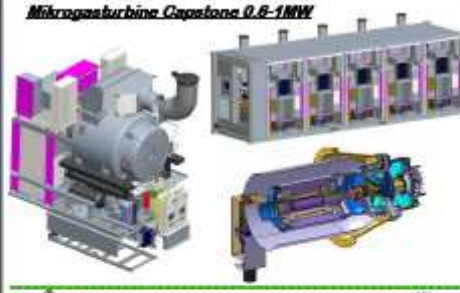
### Mikrogasturbine Capstone 200 kW



- Model C200: 200kW elektr. bei ISO
- Ständiger Erdgasvordruck 5,2 bar
- 102 kW Nennleistung mit externem Gasverdichter
- Rekupert
- einstufiger Radial-Verdichter und Turbine auf einer Welle mit Generator
- Bestückt mit low-NOx-Brennerdüsen
- 200 kW thermische Leistung mit Abgaswärmetauscher
- Netzparallel und Inselbetrieb möglich

E-quad Power Systems GmbH  
Capstone MicroTurbine

### Mikrogasturbine Capstone 0,6-1MW



E-quad Power Systems GmbH  
Capstone MicroTurbine

### Capstone Gasturbinen bis 5MW!



E-quad Power Systems GmbH  
Capstone MicroTurbine

### Besonderheiten der MGT-Technologie

- Einzigartige Luftagertechnologie
- Elektronisches Getriebe  
→ keine Synchronisationsvorrichtungen nötig
- Inselbetriebsfähigkeit
- Geringe Abgasemissionen (NO<sub>x</sub> < 30 mg/m<sup>3</sup>)
- Geringe Wartungskosten
- Kompakte Bauweise, geringes Gewicht
- Abgastemperaturen um die 300 °C  
→ für Kraft-Wärme-(Kälte-) Kopplung ideal nutzbar
- Verschiedene Brennstoffe möglich (Erdgas, Flüssiggas, Packgas, Klärgas, Kerosin und Heizöl)

E-quad Power Systems GmbH  
Capstone MicroTurbine

### Anbindungsmöglichkeiten der MGT

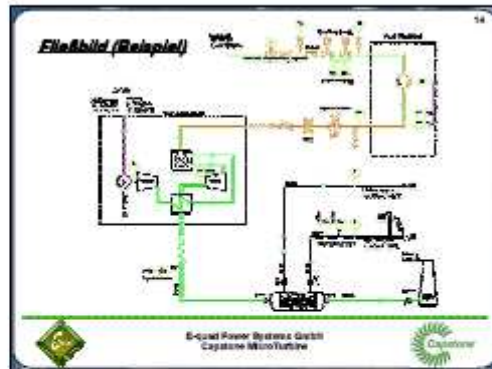
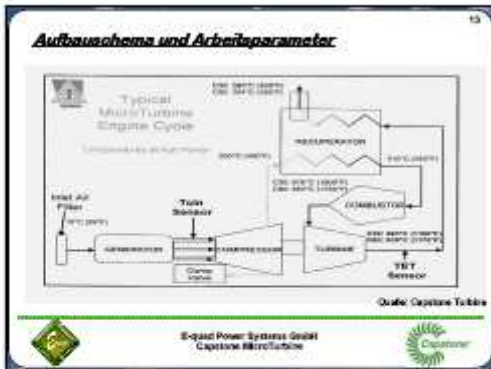
- Direkte Abgasnutzung (z.B. für Trocknungsanlagen)
- Warm- und Heißwassererzeugung über Abgaswärmetauscher (z.B. Wärmenetze; Krankenhäuser; Schwimmbäder)
- Kälte über Absorptionkältemaschinen (z.B. Industrie; Bürokomplexe)
- Dampferzeugung (z.B. Wäschereien)
- Thermikretastufe (z.B. für Hochtemperaturanwendungen)

E-quad Power Systems GmbH  
Capstone MicroTurbine

### Schnittbild Capstone C85



E-quad Power Systems GmbH  
Capstone MicroTurbine



- ### Einsatzgebiete der Mikroturbine
- 16
- | Erweise Anlagen                | Sonderanw.  |
|--------------------------------|---|
| • Energieversorgung            | • Reststoffverbrennung                            |
| • Mehrfamilienhäuser (> 30 WE) | • Mülldeponien                                    |
| • Hotelgebäude                 | • Kläranlagen                                     |
| • Büro und Verwaltungsgebäude  | • Landwirtschaftliche Betriebe (Biomasse-Nutzung) |
| • Krankenhäuser                | • Nahrungsmittelindustrie                         |
| • Altenheim                    | • Papier- und Verpackungsindustrie                |
| • KMU                          | • Holzgas (Testphase)                             |
| • Trocknungsanlagen            |   |
- Equal Power Systems GmbH  
Capstone MicroTurbine

### ERWE Stadtwerte Wiesbaden

17

Anlage: C10 MicroTurbine (129kW)  
 Betreiber: ERWE (St-Werte Wiesbaden)  
 Inbetriebnahme: Juni 2005  
 Einsatzort: Netzwerk Stadttheater  
 Betriebsstunden im Jahr: > 8500h  
 Leistung: September 2007: 16.000 kWh  
 Dünngasanteil incl. Wärmung: 100h  
 Ursache: falsche Filter im Verdichter  
 Nach 4.000h erste Störung.

Equal Power Systems GmbH  
Capstone MicroTurbine

### HEW Stadtwerte Hof

18

Anlage: C30 MicroTurbine (99kW)  
 Betreiber: HEW (St-Werte Hof)  
 Inbetriebnahme: März 2005  
 Einsatzort: Gewerdestrassen  
 Betriebsstunden im Jahr: > 5.000h  
 Wirkungsgrad: 95%, 30°C Vorlauf  
 Regelbereich: zwischen 5 und 23kW.

Equal Power Systems GmbH  
Capstone MicroTurbine

**Krankenhaus Prim**

Anlage: 025 MicroTurbine (126kW)  
 Betreiber: Caritasverband  
 Inbetriebnahme: Oktober 2006  
 Einzelort: Krankenhaus Prim  
 Betriebsstunden im Jahr: > 8.000 Std.  
 3 Störungen  
 über 800 Ersatzteile auf Garantie  
 Ausfallzeit gesamt 70h.  
 Anforderung 95% Verfügbarkeit



E-quad Power Systems GmbH  
 Capstone MicroTurbine

**Oberlandwerke Fulda**

Anlage: 2x Capstone MicroTurbine je 126kW  
 Betreiber: Synergie GmbH  
 Inbetriebnahme: Dezember 2007  
 Einzelort: Industriezoo Werk Fulda  
 Betriebsstunden im Jahr: > 5.000 Std

Störungen: keine bekannt



E-quad Power Systems GmbH  
 Capstone MicroTurbine

**Das novellierte KWK-G**

Empfänger der Zuschläge	Betreiber von KWK-Anlagen, die KWK-Strom in ein Netz der allgemeinen Versorgung einspeisen oder für die Eigenversorgung bereit stellen.	
Anlagen bis 50kW	Neuanlagen ab 01.01.2009	5,11ct/kWh für 10 Jahre
Anlagen 50kW-2MW	Neuanlagen ab 01.01.2009	Leistungsanteil < 50kW: 5,11ct/kWh Leistungsanteil > 50kW: 2,1ct/kWh 8 bzw. 4 Jahre und max. 30.000kWh/Jahr
Anlagen über 2MW	Neuanlagen ab 01.01.2009	Leistungsanteil < 50kW: 5,11ct/kWh Leistungsanteil 50kW-2MW: 2,1ct/kWh Leistungsanteil > 2MW: 1,5ct/kWh 8 bzw. 4 Jahre und max. 30.000 kWh/Jahr

Capstone MGT: 24% Wirkungsgrad und >14% Primärenergieeffizienz

E-quad Power Systems GmbH  
 Capstone MicroTurbine

**Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Capstone MGT**

Parameter	Wert	Einheit	Wichtigkeitskriterien
Einzelkapital C&E	8.500	EUR	Wichtig
Einzelkapital C&E/30%	8.500	EUR/30%	Wichtig
Ertragsstrom	18.300	EUR/30%	Wichtig
Wartungskosten	2.500	EUR/30%	Wichtig
Wartungskosten	2.500	EUR/30%	Wichtig
Wartungskosten	2.500	EUR/30%	Wichtig
Wartungskosten	2.500	EUR/30%	Wichtig
Wartungskosten	2.500	EUR/30%	Wichtig

E-quad Power Systems GmbH  
 Capstone MicroTurbine

**Wirtschaftlichkeit**

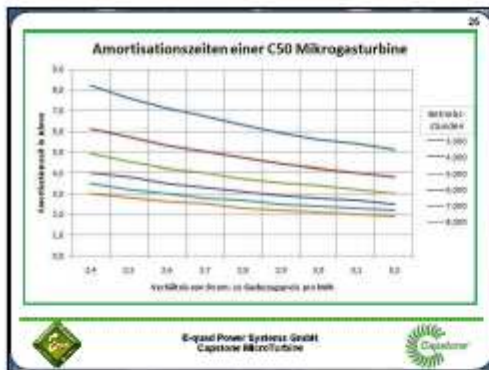
Parameter	Wert	Einheit
Einzelkapital C&E	100	EUR
Einzelkapital C&E/30%	100	EUR/30%
Ertragsstrom	100	EUR/30%
Wartungskosten	100	EUR/30%
Wartungskosten	100	EUR/30%
Wartungskosten	100	EUR/30%
Wartungskosten	100	EUR/30%
Wartungskosten	100	EUR/30%
Wartungskosten	100	EUR/30%

E-quad Power Systems GmbH  
 Capstone MicroTurbine

**Wirtschaftlichkeit**

Parameter	Wert	Einheit
Einzelkapital C&E	100	EUR
Einzelkapital C&E/30%	100	EUR/30%
Ertragsstrom	100	EUR/30%
Wartungskosten	100	EUR/30%
Wartungskosten	100	EUR/30%
Wartungskosten	100	EUR/30%
Wartungskosten	100	EUR/30%
Wartungskosten	100	EUR/30%
Wartungskosten	100	EUR/30%

E-quad Power Systems GmbH  
 Capstone MicroTurbine



- 28
- ### Zusammenfassung der Vorteile
- Luftlagerung > keine Schmier- und Kühlmittel
  - Kompakte Bauweise, geringes Gewicht, 100% Regelbar
  - Brennstoffvielfältigkeit (Erdgas, Biogas, Heizöl)
  - Geringer Einfluss bei wechselnden Energiegehalten des Brennstoffs (vorteilhaft für den Einsatz von Biomasse)
  - Sehr gutes Teillastverhalten
  - Hoher Gesamtwirkungsgrad, bis zu 94% je nach Rücklauftemperatur
  - Geringe Schadstoffemissionen
  - Geringe Wartungskosten durch Ölfreiheit der Turbine (nur Capstone)
  - Im Inselbetrieb einsetzbar
  - Hohe Abgastemperaturen > ideale nutzbar für Kraft-Wärme-(Kälte)-Kopplung und für direkt Abgasnutzung (Trocknung)
- E-quad Power Systems GmbH  
Capstone MicroTurbine

- 27
- ### Nachteile gegenüber anderen KWK-Anlagen
- Höhere Investitionskosten als neue BHKW-Motoren (10-15%)  
→ Größere Anlagenstückzahlen würde dies verbessern
  - Geringerer elektrischer Wirkungsgrad bei Volllast als moderne Motor-BHKWs  
→ Gesamtwirkungsgrad > als BHKW Motor, vor allem bei Teillast
  - Bestehende Innovations-Hemmnisse beim Kunden  
→ .....dafür sind wir heute auf der Ebene!
- E-quad Power Systems GmbH  
Capstone MicroTurbine



29

### Förderung SAENA

SAB  
Sächsische AufbauBank

in Rahmen von Verleihen und die Erteilung von  
sonstigen Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen, z.B. unter  
Verwendung von:  
- Mikrogasturbinen  
- Brennstoffzellen  
- Dampferzeugern  
- geheizt

Wie hoch ist die Förderung?  
- bis zu 45 vom Markt der zurechenbaren Anlagen  
für KMU  
- bis zu 55 vom Markt der zurechenbaren Anlagen  
für die übrigen Zuwendungsempfänger

E-quad Power Systems GmbH  
Capstone MicroTurbine

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Dipl.-Ing. Marcus Mehlkopf  
E-quad Power Systems GmbH  
Kaisersriede 150  
52134 Herzogenrath

E-Mail: [info@e-quad.com](mailto:info@e-quad.com)  
Internet: [www.e-quad.com](http://www.e-quad.com)  
Tel.: +49-52047-994219  
Fax: +49-52047-994219