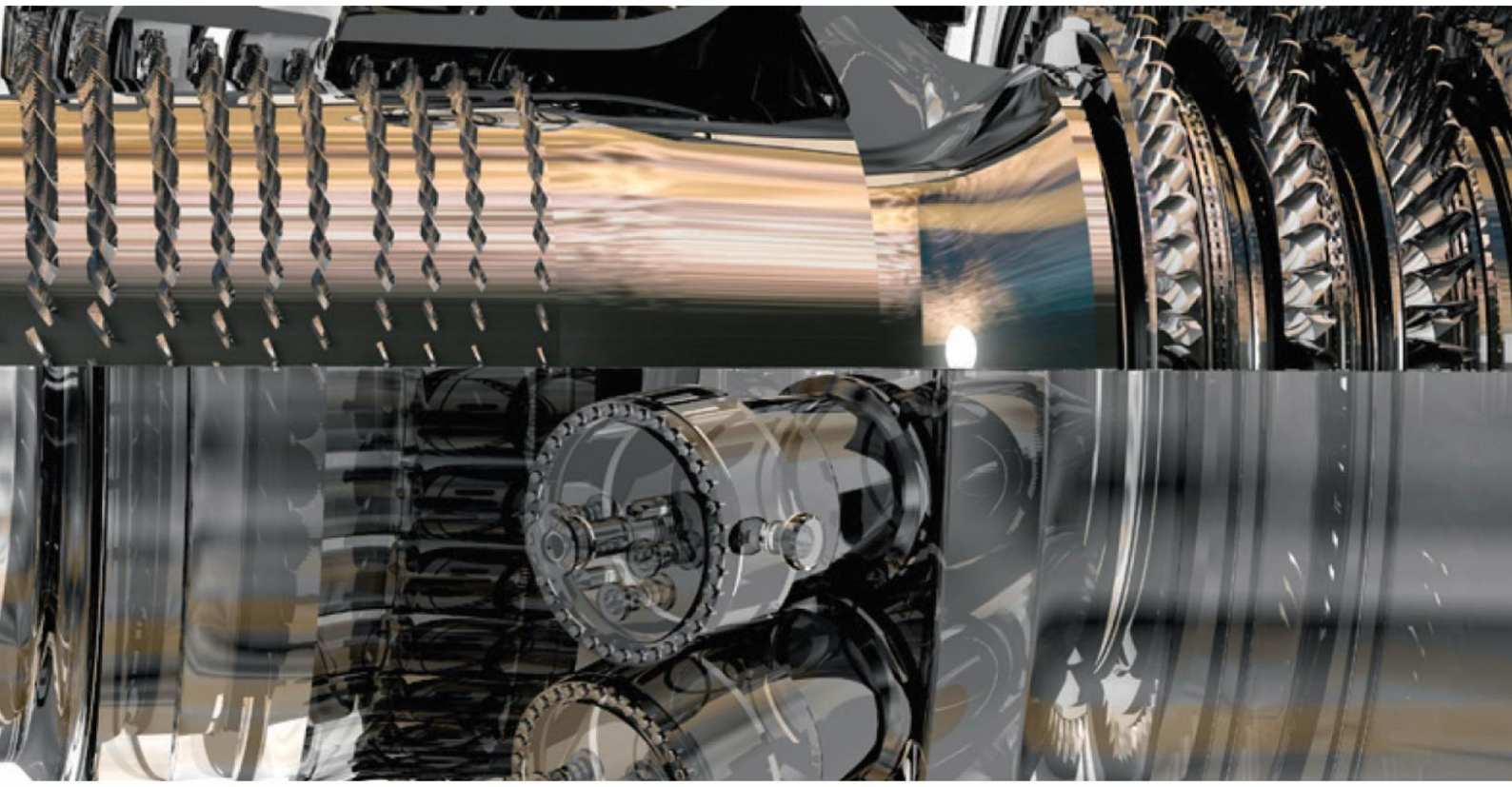
ASUE
Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.

bayerngas energy



ASUE Expertenkreis Gasturbinentechnik in München, 05./06. Juni 2018

Tagungsband

Sammelband der Präsentationen

www.asue.de

VERANSTALTER

ASUE Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e. V.

Robert-Koch-Platz 4

10115 Berlin

In Kooperation mit: Bayerngas Energy GmbH

VERANSTALTUNGSORT

Bayerngas Energy GmbH

Poccistraße 9

80336 München

EXPERTENKREIS GASTURBINENTECHNIK

Anwendungen, Technologie und Potenziale von Gasturbinen im kleineren bis mittleren Leistungsbereich

In Zeiten von Energie- und Wärmewende werden GuD-Kraftwerke anstelle mit Kohle heute mit Gasturbinen ausgerüstet – die saubere Verbrennung und die reduzierte CO_2-Emissionen sind der Grund dafür. In dezentralen Anlagen der unteren MW-Klassen sind weiterhin viele Projekte im Betrieb und der Planung. Zudem stellen sich die Hersteller von Gasturbinen auf veränderte Gasqualitäten ein.

Am Vorabend des Expertentreffens hatte die TU München zur Besichtigung ihres Gasturbinenversuchsstandes eingeladen. Neben der Anlagentechnik stellten Prof. Dr. Gümmer und sein Team aktuelle Forschungsthemen, wie z. B die Entwicklung von Strukturierungen in Verdichtergehäusen für verbesserte Temperaturführung, vor.

Am Folgetag begrüßte Herr Jelinek von der Bayerngas Energy GmbH die Experten in seinen Geschäftsräumen. Im 2018er Expertenkreis Gasturbinentechnik folgten insgesamt 11 interessante Präsentationen die in diesem Dokument größtenteils veröffentlich sind. Inhaltlich wurden aktuelle Ergebnisse forschender Unternehmern und Hochschulen vorgestellt, authentische Erfahrungen aus Installation und Betrieb von Gasturbinen im Mittelstand präsentiert sowie die aktuellen Entwicklungen in der Förder- und Energiepolitik zur Diskussion gestellt.

Wir bedanken uns bei allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern des Expertenkreises für die regen Diskussionen und hoffen, Sie bei unserem nächsten Treffen in 2019 wieder begrüßen zu dürfen.

ÜBER ASUE

Die ASUE Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e. V. (www.asue.de) wurde 1977 gegründet. Sie fördert vor allem die Weiterentwicklung und weitere Verbreitung sparsamer und umweltschonender Technologien auf Erdgasbasis. Dabei ist es vorrangiges Ziel, Energiespartechniken den Weg in die praktische Anwendung zu ebnen. Die ASUE richtet sich mit technisch-wissenschaftlichen Veröffentlichungen und Vortragsveranstaltungen an öffentliche Entscheidungsträger, Planer, Architekten und Fachunternehmen.

REFERENTEN UND VORTRÄGE

Begrüßung, Einführung zum Unternehmen Bayerngas, Entwicklung des Erdgases **Seite 5**

Herr Jelinek, Bayerngas Energy GmbH

Die Aktivitäten der ASUE, Impulse zum Thema Power-to-Gas, Biogas, Zukunftsstrategie **Seite 11**

Herr Kukuk, ASUE e. V.

Der CO_2 Handel auf dem Weg in die vierte Handelsperiode **Seite 21**

Herr Sternkopf, Umweltbundesamt

Das KWK Ausschreibungsgesetz **Seite 41**

Herr Kukuk, ASUE e. V.

Gasturbinenforschung am DLR – Mikrogasturbinen Entwicklung und weitere Themen in Lebensmittelbetrieben **Seite 50**

Dr. Kutne, DLR

Gasturbinenpackage-Tausch in der Lebensmittelindustrie **Seite 65**

Herr Barstorfer, Bayernwerk Natur

Erfahrungen aus der Industrie **Seite 75**

Herren Zeitler und Dittrich, Deutsche Extrakt Kaffee

H_2 combustion and additive manufacturing of burners (in English) **Seite 87**

Prof. Larfeldt, Siemens

Entwicklung der Low-NO_x Micro-Mix H^2-Brennkammer für Industriegasturbinen **Seite 95**

Herr Adjili, Kawasaki

Neues von den Herstellern **Seite 103**

Herr Walter, MAN

RÜCKBLICK AUF DIE FACHTAGUNG

Danksagung

Die ASUE bedankt sich ausdrücklich bei der **Bayerngas Energy GmbH** für die Stellung der Räumlichkeiten und die gute Versorgung während und nach der Veranstaltung. Zudem wurden wir durch Mitarbeiter der **Bayerngas Energy GmbH** in der Organisation unterstützt und den Teilnehmern wurden die Türen zum Gasturbinenteststand der TU München geöffnet. Dieses Mitwirken ist für Versorgungsunternehmen nicht selbstverständlich und zeigt den innovativen Charakter, den die **Bayerngas Energy GmbH** mit ihren Gasturbinen und verschiedenen anderen KWK-Anlagen schon unter Beweis gestellt hat.

Des Weiteren möchten wir uns bei allen Referenten und Teilnehmerinnen und Teilnehmern bedanken, die den Expertenkreis mit ihrem Fachwissen zu der technischen Informationsveranstaltung gemacht haben, die wir erreichen wollten.

Eindrücke von der Veranstaltung

Während der Vorträge an der TU München

Während der Vorträge bei der Bayerngas Energy GmbH

ASUE
Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.

bayerngas energy

Begrüßung, Einführung zum Unternehmen Bayerngas, Entwicklung des Erdgases

Herr Jelinek, Bayerngas Energy GmbH

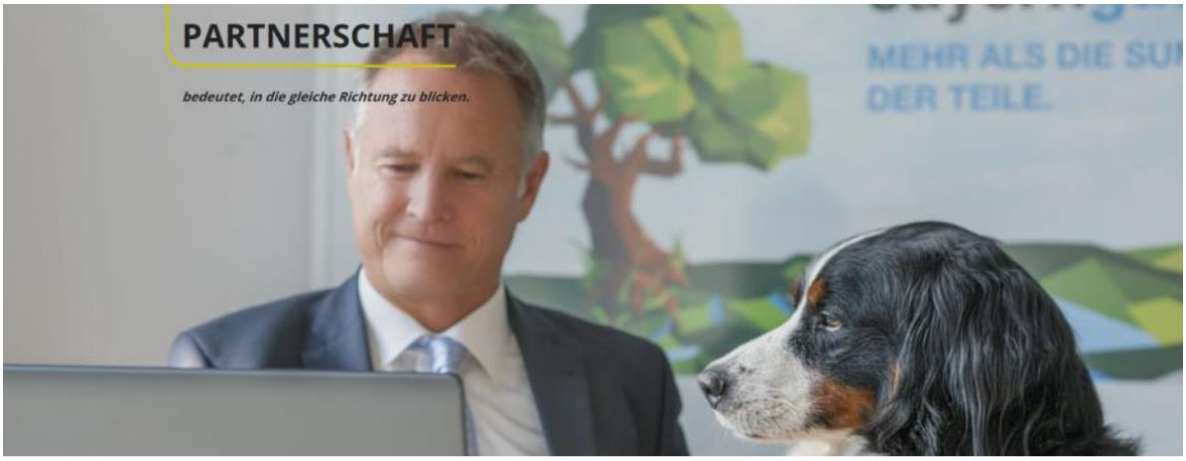
Expertenkreis Gasturbinentechnik
6. Juni 2018 in München

ASUE
Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.

Vorstellung Bayerngas Energy GmbH

- operative Markteinheit der Bayerngas-Gruppe
- bietet Stadtwerken, Regionalversorgern und großen Industriekunden werthaltige Energielösungen, von anspruchsvollen und komplexen Lieferprodukten bis hin zu marktnahen Dienstleistungen und Schulungen
- professioneller, verlässlicher Partner für Kunden und Counterparties
- Kundenbeziehung basiert auf persönlichem Kontakt und auf einer gemeinsamen Sprache mit dem Ziel die Möglichkeiten des Energiemarktes gemeinsam aktiv zu nutzen

Industrie-Großkundenvertrieb



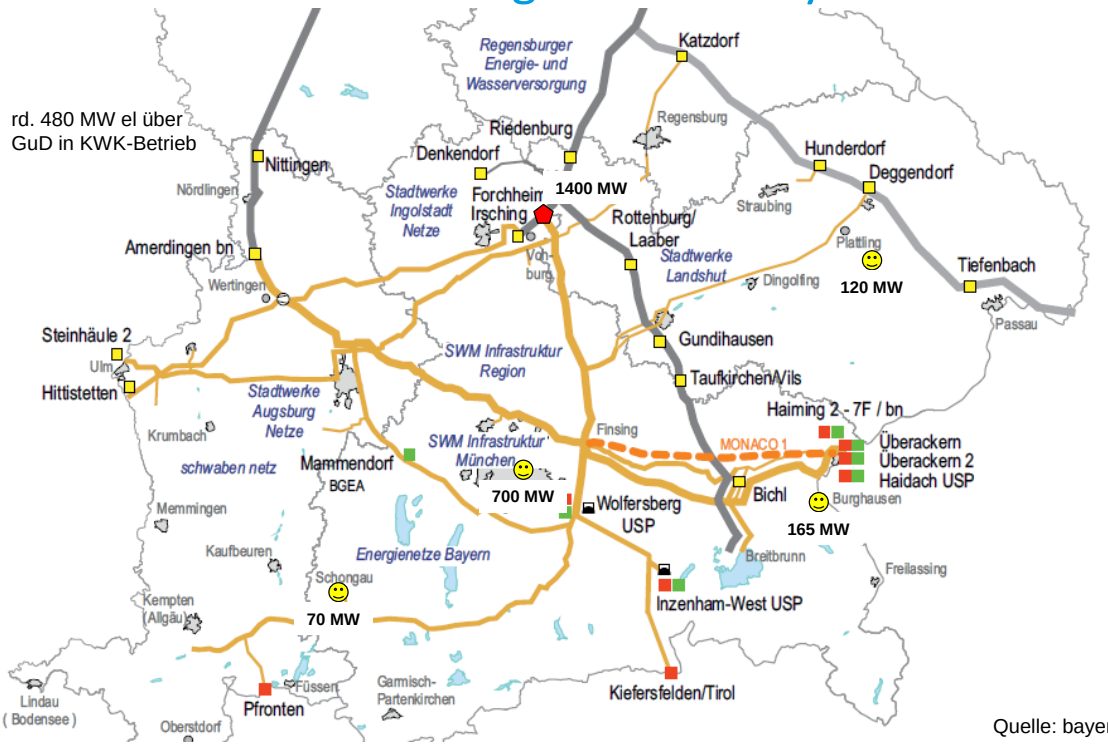
- über 50 Jahre Erfahrungen im Gasgeschäft
- Wissen um die unterschiedlichen Bedürfnisse und Anwendungsprozesse unserer industriellen Kunden
- Kundennähe sowie intensive Betreuung, um unsere Kunden im Wettbewerb zu stärken
- Versorgungs- u. Liefersicherheit durch uns als vernetzter Player in der Energiewirtschaft
- Planungssicherheit, Flexibilität und Budgetsicherheit

ASUE und Bayerngas

- Gründungsmitglied 1977, damals unter dem Firmennamen Bayerische Ferngas GmbH.
- Mitarbeit in verschiedensten Arbeitskreisen im Laufe der vergangenen 40 Jahre.
- Ständige Präsenz im Gasturbinenexpertenkreis seit 1990
  - Industrielle Kraft-Wärme-Kopplung hatte in der Vergangenheit für den Gasgroßkundenvertrieb hohe Bedeutung und wird dies auch in Zukunft haben.
  - Ausbau des südbayerischen Gasnetzes gemäß Netzentwicklungsplan Gas 2018-2028 als Voraussetzung für zukünftige Neubaugas(heiz)kraftwerke

Gasfernleitungsnetz Südbayern

rd. 480 MW el über GuD in KWK-Betrieb



Quelle: bayernets

GuD Neubauprojekte in Südbayern

Neubauprojekte mit geplanter elektrischer Erzeugungsleistung von 2.640 MW

Quelle: NEP 2018

Erdgasfernleitung MONACO

Quelle: bayernets

Erdgasfernleitung MONACO – Technische Daten

Gesamtlänge:	ca. 87 km
Streckenabsperrstationen:	6 Stück, alle 8 bis 15 km
Nennweite:	DN 1200 (1219 mm)
Rohrmaterial:	Stahl mit PE-Isolierung
Betriebsdruck:	bis max. 100 bar
Mindestüberdeckung:	1,2 m
Schutzstreifen:	5 m beidseitig der Leitung
Bauausführung:	2016 bis 2018
Inbetriebnahme:	2018
Bauabschnitte:	Bauabschnitt 1 von Burghausen (Haiming) bis zum Inn (ca. 40 km) Bauabschnitt 2 Innquerung mit Untertunnelung (ca. 700 Meter) Bauabschnitt 3 vom Inn bis Finsing (ca. 46 km)
Gesamtinvestition:	rund 200 Millionen Euro
Transportkapazität:	bis zu 2 Mio. m³/h Erdgas – entspricht dem Leistungsbedarf nahezu aller Einfamilienhäuser in Bayern

So viel Material wird beim Bau der Erdgasfernleitung MONACO eingesetzt.

Stahl:	ca. 12 t je Rohr – entspricht dem Gewicht eines Linienbusses
Pipeline-Rohrstücke:	ca. 5.000 Stück mit einer Länge von jeweils 18 m
Schweißnähte:	ca. 5.500 Stück
Schweißnahtlänge:	ca. 21 km
Schweißdrahtlänge:	ca. 522 km
Wasser zur Druckprüfung:	rund 100.000 m³ – entspricht 4.000 Tanklastwagen
Erdreich in Bewegung:	ca. 1.300.000 m³ – entspricht 36.000 Güterwagen mit einer Zuglänge von 540 km auf einer Strecke von Berchtesgaden nach Aschaffenburg

Quelle: bayernets

Verdichterstation Wertingen

Baubeginn September 2017
Fertigstellung geplant bis Ende 2019

Investitionsvolumen >100 Mio €

Quelle: bayernets

Die Bayerngas Energy GmbH

Wir sind für Sie da!

ASUE
Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.

bayerngas energy

Die Aktivitäten der ASUE, Impulse zum Thema Power to Gas, Biogas, Zukunfts-strategie

Herr Kukuk, ASUE e. V.

ASUE
Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.

ASUE-Bericht:

EK Gasturbinen

06. Juni 2018 in München/Bayerngas-Energie

ASUE - Organisatorisches

ASUE-Vorstand wählt Hans-Joachim Polk zum Präsidenten

Auf der Vorstandssitzung der ASUE am 24. Mai 2018 wurde Hans-Joachim Polk zum Vorsitzenden des Präsidiums der ASUE gewählt. Er tritt damit die Nachfolge von Dr. Ludwig Möhring an.

Polk ist Vorstandsmitglied der VNG AG in Leipzig und verantwortet dort den Geschäftsbereich Infrastruktur/Technik. Als studierter Diplom-Ingenieur der Tiefbohrtechnik und Absolvent der Technischen Universität Clausthal Zellerfeld startete Polk seine berufliche Laufbahn 1992 bei der RWE Dea AG. Während seiner langjährigen Tätigkeit innerhalb der RWE Dea AG führten ihn unterschiedliche Aufgaben unter anderem nach Ägypten, Norwegen und Großbritannien. Im Jahre 2013 trat er in den Vorstand der VNG ein.

2

Mitgliedschaften

Neue Mitglieder 2017

- Ahrtal-Werke GmbH
- Bernd Enersys GmbH & Co. KG
- E.ON Deutschland
- E-quad Power Systems GmbH
- Pluggit GmbH
- RMB/ENERGIE GmbH
- UPONOR GmbH

Austritt 2017

- SW Essen

Neue Mitglieder 2018

- Dürr Systems AG
- EC Power Deutschland GmbH
- Viessmann Deutschland GmbH

Austritt 2019

- TOTAL Energie Gas GmbH
- Gelsenwasser AG

3

ASUE Mitarbeiter

v.l.n.r.:

Thomas Wencker, Referent Gasturbinen und Gas-Wärmepumpen, IT und Internet;

Kerstin Froß, Teamassistenz und kaufmännische Verwaltung;

Jürgen Kukuk, GF;

Dr. Katrin Bleek, Referentin Innovative Wärmesysteme und Veranstaltungen;

Leon Hagemann, Referent KWK und innovative Energieanwendung, Druck und Vertrieb;

4

Neue Broschüren 2017

- ✓ Contracting Dienstleistung für Versorgungsunternehmen
- ✓ Das KWK-Gesetz 2017
- ✓ Innovative Energiekonzepte
- ✓ Einsatzspektrum von Gaswärmepumpen
- ✓ Leitfaden zur Anmeldung und steuerlichen Behandlung von kleinen Blockheizkraftwerken (Aktualisiert: Februar 2018)

5

Neue Broschüren 2017

- ✓ Energiewende anders – der machbare Weg zur sicheren Energieversorgung und zum klimaneutralen Baubestand
- ✓ Sammelband Gasturbinentechnik
- ✓ Sammelband Gaswärmepumpen
- ✓ Hydraulischer Abgleich von Heizungsanlagen
- ✓ Marktübersicht Gaswärmepumpen
- ✓ Besonders sparsame Haushaltsgeräte

6

Neue Broschüren 2018

- ✓ Wirtschaftliches Sanieren mit der Brennstoffzelle - das Einfamilienhaus
- ✓ Biogas – erneuerbare Energie aus der Leitung
- ✓ Fact Sheet: Quartiersversorgung im Neubau
- ✓ Fact Sheet: Quartiersversorgung im Gebäudebestand

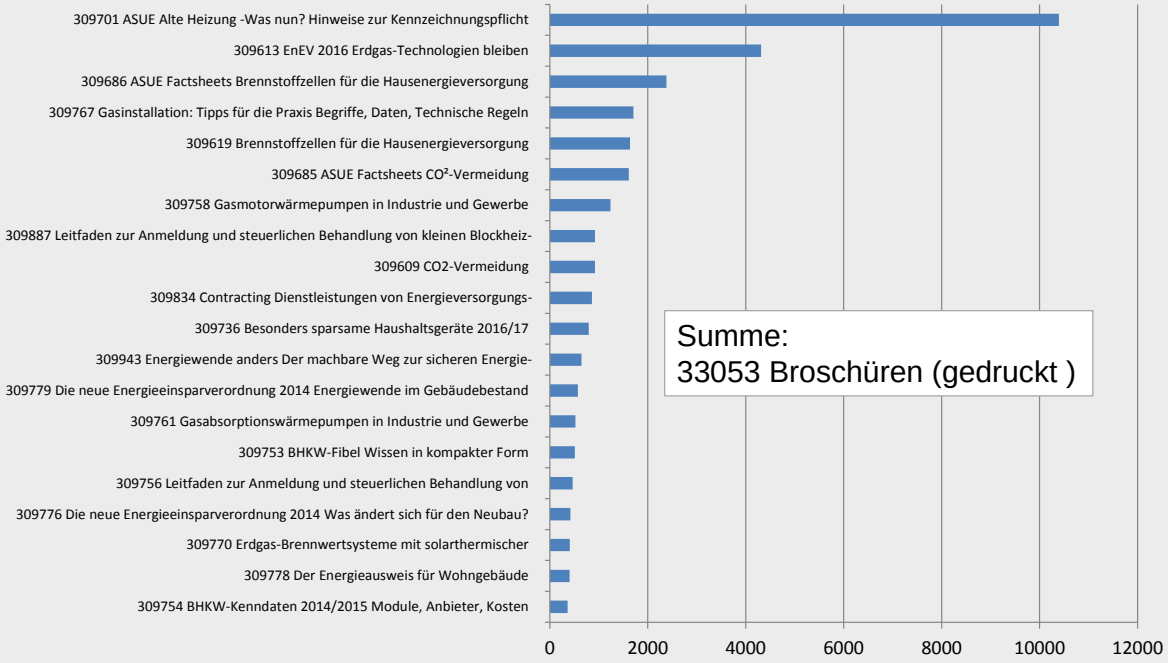
7

Neue Broschüren 2018

- ✓ Die Wirtschaftlichkeit von BHKW in Hotels
- ✓ Überarbeitung: Leitfaden zur Anmeldung und steuerlichen Behandlung von kleinen Blockheizkraftwerken
- ✓ Die KWK-Ausschreibungsverordnung (pdf)
- ✓ Fact Sheet: Die stromerzeugende Heizung

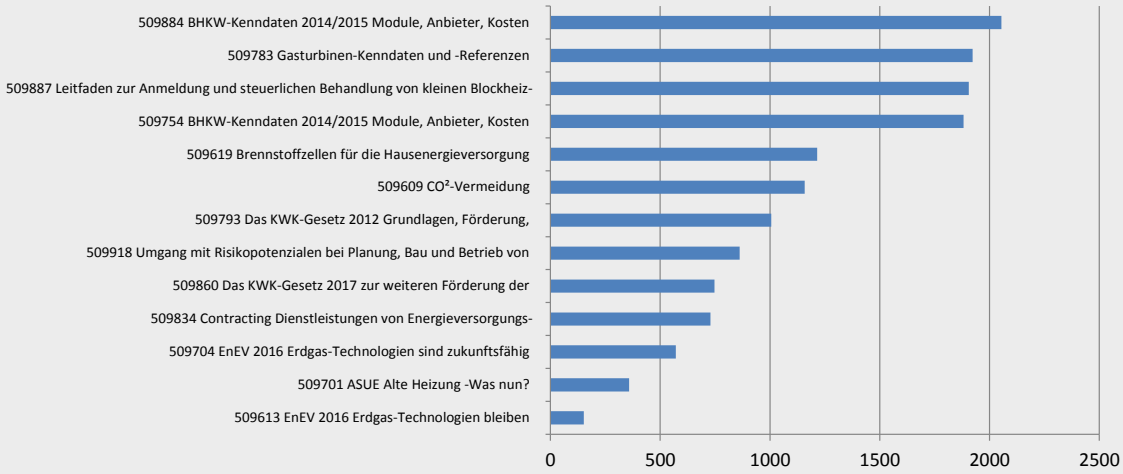
8

Absatz von Broschüren (Print)



9

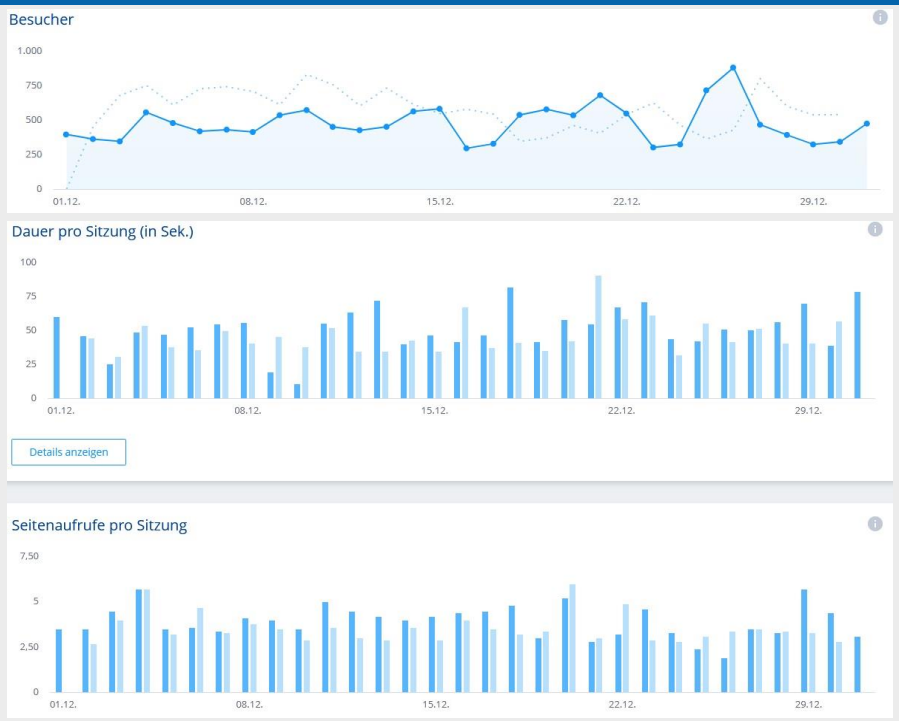
Absatz von Broschüren (bezahlter Download)



Summe:
14560 Broschüren (bezahlter Download)

10

Zugriffe auf die ASUE - Homepage



11

Web-Site

Mehr Inhalt und Beiträge direkt auf der ASUE-Website

12

Arbeitskreise

AK BHKW & Brennstoffzellen
Kleinanlagen-Contracting, Energiesteuerreform, BHKW in Hotels, Mieterstrom, KWK-Sanierung im MFH, Vereinfachung der Zulassung;

AK Gaswärmepumpen und Kältetechnik
Veranstaltung der Fachtagung GWP, GWP in Wärmenetzen, Systemvergleich EWP/GWP, KWKK als Großanlagen

AK Innovative Energieversorgung
Neue Emissionsanforderungen TA Luft, Einsatzoptimierung von Stromerzeugung und Fernwärme, Haustechnik NZEB 2021, Lüftung im Contracting

AK Energie, Umwelt & Innovation
Stellung von Erdgas in der Energiewende, Stand Sektorenkopplung, Biogas im Wärmemarkt, Quartiersversorgung, Energiespeicher

EK Gasturbinen
Micro-Gasturbinen, Betriebserfahrungen, Schadensanalysen bei Industrieturbinen, Brennkammerverhalten bei Wasserstoff, Brennstoffzellen in der Industrie, Emissionsanforderungen, CO_2-Handel,

13

Arbeitsgruppen

AG EnEV 2021 (NZEB) mit Gasbasierten Lösungen
In Kombination mit welchen Technologien können dezentrale, EFH-basierte Lösungen nach 20121 zur Anwendung kommen;

AG Mieterstrom mit KWK-Anlagen
Betriebsformen, Abrechnungsprozesse, Steuer- und Umlagefragen, Messanordnung, Wirtschaftlichkeit;

AG Innovative Wärmeinfrastrukturen
Technische Gestaltungsmöglichkeiten, Best Practices, PEF-Berechnungsverfahren, Fördermöglichkeiten, Dienstleistungen für Stadtwerke, Anforderung an den Gesetzgeber;

14

Innovative Quartiersversorgung (Neubau)

Warme Netze

- BHKW
- Mikrogasturbine
- Absorber
- Spitzenerzeuger
- Wärmespeicher
- Power to Heat
- Solarthermie
- Smart-Grid /Temperatur-optimierung
- Biomethan
- Holzschnitzel

Kalte Netze

- Geothermie
- Eisspeicher
- Gasmotor WP
- Solarthermie
- Konvektionskoll.
- Smart-Grid /Temperatur-optimierung
- Biomethan für WP

Biogas Netze

- Satellitenversorg.
- BHKW
- Spitzenerzeuger
- Wärmespeicher
- Power to Heat
- Solarthermie
- Smart-Grid /Temperatur-optimierung
- Holzschnitzel

15

Effizienzdialog 2018

ASUE-Effizienzdialog: 25. September 2018 (Frühstückstermin)

Next Steps – Die weiteren Meilensteine der Energiewende

Key Note: Dr. Klaus Schäfer – Vorstand der Covestro AG

Podiumsdiskussion: 3 Abgeordnete des Deutschen Bundestags

DVGW + ASUE

16

Innovationspreis 2018

Emotionen und Begehrlichkeiten

Faszination und Technik

Sauberkeit und Präzision

Termin:

Berlin
22. November 2018
Bundesforschungs-ministerium

17

TECHNIK

EFFIZIENZ

INNOVATION

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

ASUE
Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.

www.asue.de kukuk@asue.de

ASUE
Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.

bayerngas energy

Der CO_2-Handel auf dem Weg in die vierte Handelsperiode

Herr Sternkopf, Umweltbundesamt

Der Europäische Treibhausgas-Emissionshandel auf dem Weg in die vierte Handelsperiode

Rainer Sternkopf

Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) im Umweltbundesamt

ASUE-Expertenkreis Gasturbinentechnik, 06. Juni 2018, München

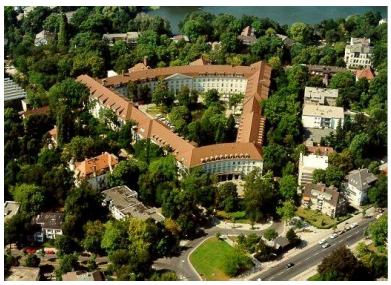
Übersicht

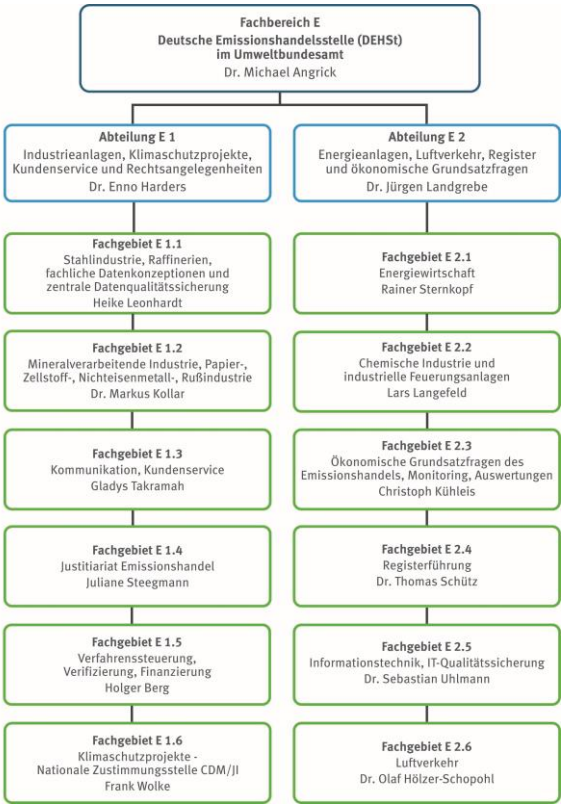
- Die DEHSt im Umweltbundesamt Berlin
- THG Emissionen in D und der EU im EU-ETS 2017
- Energie- und Industriesektor in Deutschland
- Preis- und Auktionierungsentwicklung im EU-ETS
- Ausblick und Vorbereitung auf die 4. Handelsperiode

3

Umwelt Bundesamt | DEHSt Deutsche Emissionshandelsstelle

DEHSt - Organisation





4

Umwelt Bundesamt | DEHSt Deutsche Emissionshandelsstelle

THG Emissionen im ETS 2017 (VET-Bericht 2017)

Umwelt Bundesamt | DEHSt Deutsche Emissionshandelsstelle

Deutsche ETS-Emissionen im Jahr 2017

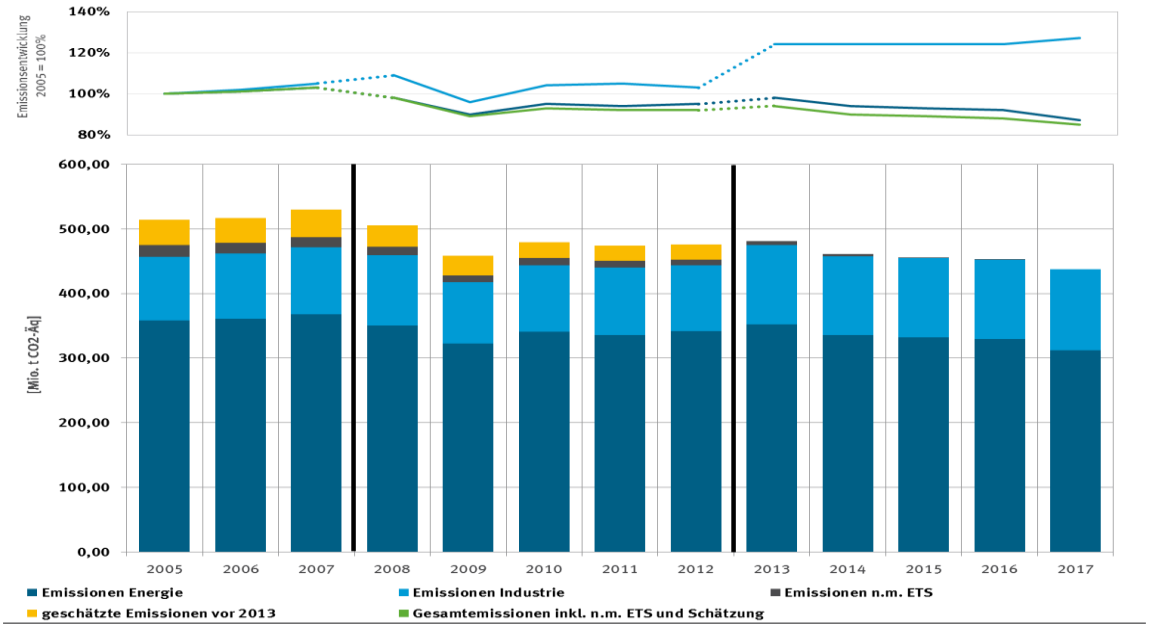
Akzuelle Auswertungen – Bericht wurde Ende Mai veröffentlicht

- knapp **1.830** stat. Anlagen ⇨ **438 Mio. t CO_2** (2016: 453 Mio.)
- **Rückgang der Emissionen** um ca. **15 Mio. t CO_2 (3,4 %)** ggü. 2016
- Emissionsrückgang bei den **Energieanlagen** um **5,4 %** auf rund **312 Mio. t CO_2**
- Emissionen in der **Industrie** stiegen erstmals in der 3. HP um **3 Mio. t CO_2 (2 %)** auf **126 Mio. t CO_2**
- Emissionsentwicklung in der **EU**: beinahe keine Änderung gegenüber dem Vorjahr
- **Luftverkehr:** Die Emissionen der **72** von Deutschland verwalteten Luftfahrzeugbetreiber gingen erstmals um **1,8 %** auf **9,1 Mio. t CO_2** zurück (Sondereffekt Insolvenz Air Berlin)

Umwelt Bundesamt | DEHSt Deutsche Emissionshandelsstelle

6

Emissionsentwicklung im ETS Sektor in Deutschland



Quelle: DEHSt

Stand: 02.05.2018

Umwelt Bundesamt | DEHSt Deutsche Emissionshandelsstelle

Energie- und Industriesektor in Deutschland

Umwelt Bundesamt | DEHSt Deutsche Emissionshandelsstelle

Deutsche ETS-Emissionen im Jahr 2017

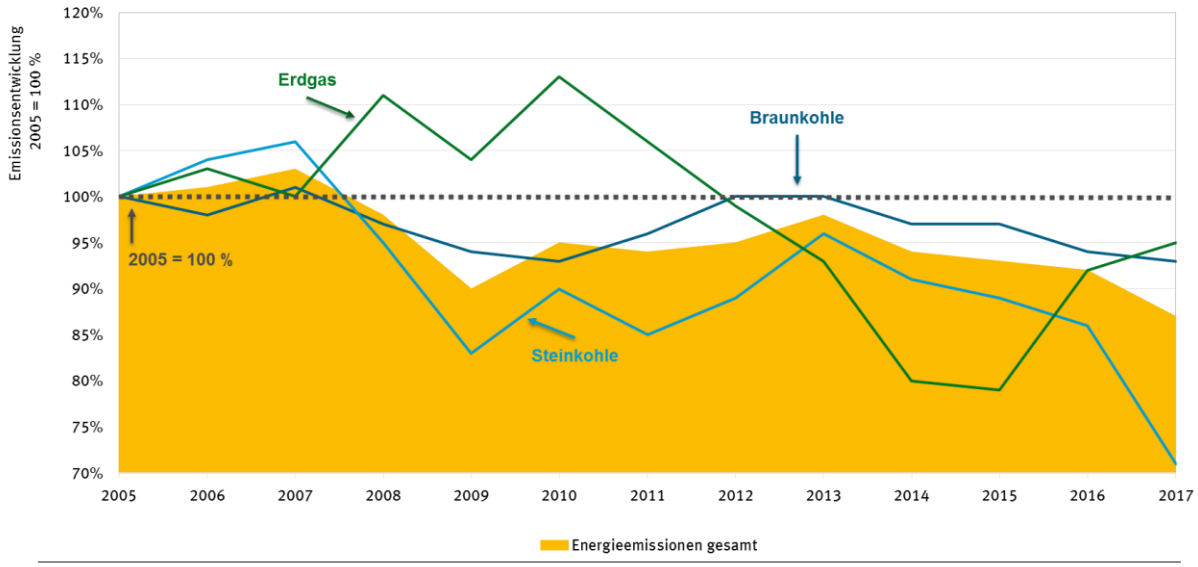
Aktuelle Auswertungen – Bericht Ende Mai 2018 veröffentlicht

- Emissionsrückgang bei den **Energieanlagen** (um **5,4 %** auf rund **312 Mio. t CO_2**)
- Rückgang bei **Steinkohle** (**minus 18 %**) und **Braunkohle** (**minus 1 %**).
- Zuwachs bei **Erdgas** (**plus 2,4 %**)
- Ursachen:
  - Stilllegung von Steinkohlekraftwerkskapazitäten
  - Ausbau der Erneuerbaren Energien
  - Relativ hoher Steinkohlepreis in 2017

9

Umwelt Bundesamt | DEHSt Deutsche Emissionshandelsstelle

Energieanlagen in Deutschland
Relative Emissionen Hauptbrennstoffe 2005-2017



Quelle: DEHSt

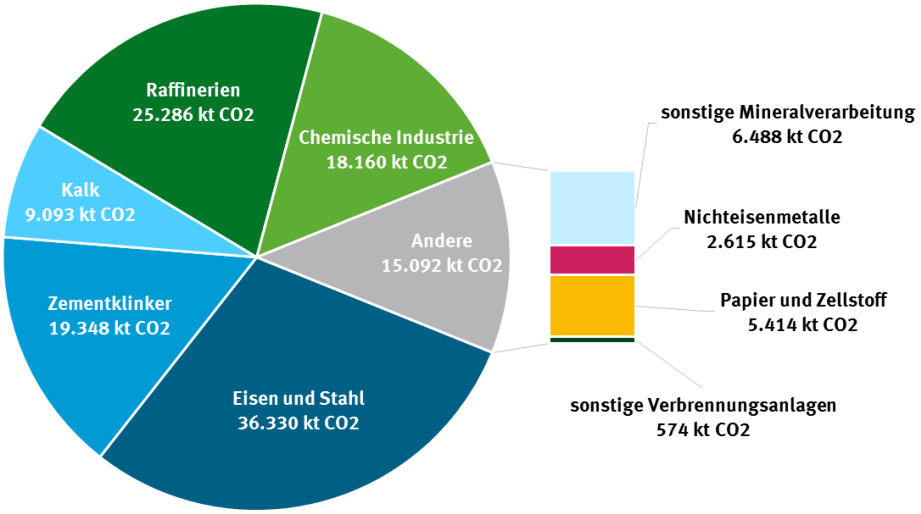
Stand: 02.05.2018

10

Umwelt Bundesamt | DEHSt Deutsche Emissionshandelsstelle

Industrieanlagen in Deutschland

Emissionen 2016



Quelle: DEHSt

Stand: 02.05.2017

11

Deutsche ETS-Emissionen im Jahr 2017

Vorläufige Auswertungen – Bericht wird Ende Mai veröffentlicht

- Emissionen in der **Industrie** stiegen erstmals in der 3. HP um **3 Mio. t CO_2 (2 %)** auf **126 Mio. t CO_2**:
- Starke Emissionszuwächse um **4,2 %** bei Eisen- und Stahl und **5,8 %** bei Zement, geringeres Emissionswachstum (jeweils unter **2 %** bei Papierindustrie, Industrie- und Baukalk sowie Nichteisenmetalle)
- Geringe Rückgänge bei Raffinerien und Chemischer Industrie (beide Branchen hatten in 2016 noch Wachstum der Emissionen)
- Insgesamt kaum eindeutige CO_2-Effizienzverbesserungen nachweisbar
- Emissionen vor allem abhängig von Produktionsentwicklung

12

Zuteilungssituation in Deutschland 2017

Branche	Emissionen [Mio. t CO2-Äq]	Zuteilung [Mio. EUA]	Ausstattungs-grad*	Ausstattungs-grad (bereinigt)**
Energieanlagen	**329,6**	**26,3**	**8,0%**	**13,8%**
Industrieanlagen	**123,3**	**127,4**	**103,3%**	**87,7%**
Raffinerien	25,3	19,4	76,7%	76,7%
Eisen und Stahl	36,3	48,5	133,6%	89,9%
Nichteisenmetalle	2,6	2,4	92,7%	92,7%
Mineralverarbeitende Industrie	34,9	30,9	88,6%	88,6%
Papier und Zellstoff	5,4	6,5	119,2%	85,4%
Chemische Industrie	18,2	19,2	105,6%	96,9%
Sonstige Verbrennungsanlagen	0,6	0,5	88,5%	88,5%
Gesamt	**452,9**	**153,7**	**33,9%**	**33,9%**

* Ausstattungsgrad: Verhältnis von Zuteilung und Emissionen

** Ausstattungsgrad (bereinigt): inkl. Verrechnung der geschätzten Zuteilung für Kuppelgasweiterleitung und Wärmeimporte

Quelle: DEHSt

Stand: 01.06.2017

13

Umwelt Bundesamt | DEHSt Deutsche Emissionshandelsstelle

Bereinigte Ausstattungsgrade seit 2013

Sektor / Branche	Aus-stattungs-grad 2013*	Aus-stattungs-grad 2014*	Aus-stattungs-grad 2015*	Aus-stattungs-grad 2016*	Aus-stattungs-grad 2017*
Energie	15,1%	15,2%	14,4%	13,8%	13,7%
Industrie	92,9%	92,0%	89,6%	87,6%	84,5%

* Unter Berücksichtigung möglicher Verrechnungen bei der Weiterleitung von Kuppelgasen und bei Wärmeimporten

Quelle: DEHSt

Stand: 02.05.2018

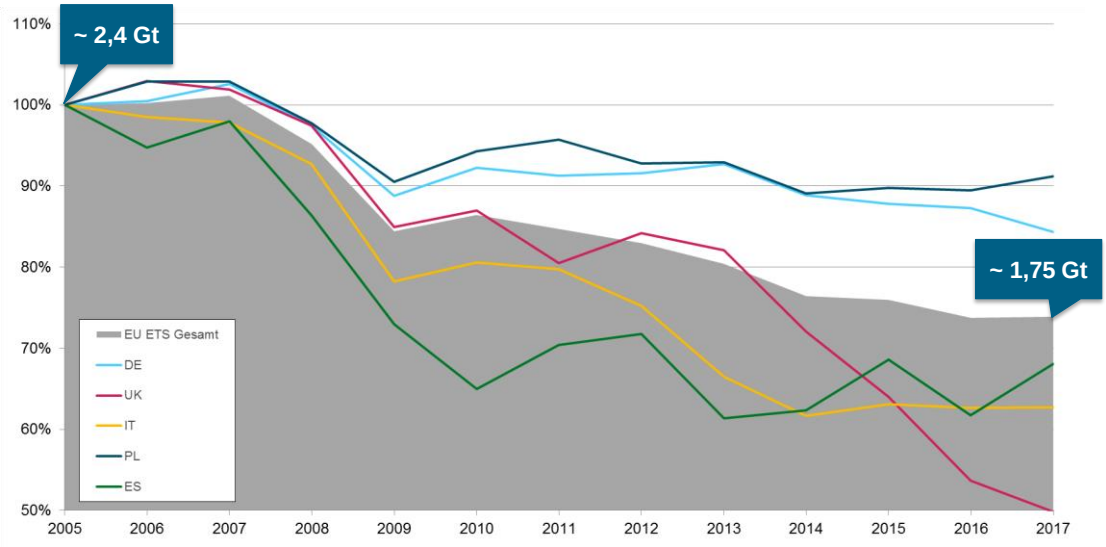
14

Umwelt Bundesamt | DEHSt Deutsche Emissionshandelsstelle

Deutschland und Europa

Emissionsminderung im EU ETS bis 2017

Die größten Emittenten unter den Mitgliedstaaten im Vergleich



Die Emissionen 2005 bis 2012 beinhalten eine Schätzung der historischen Emissionen für den Anwendungsbereich der 3. Handelsperiode.

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Daten der Europäischen Umweltagentur

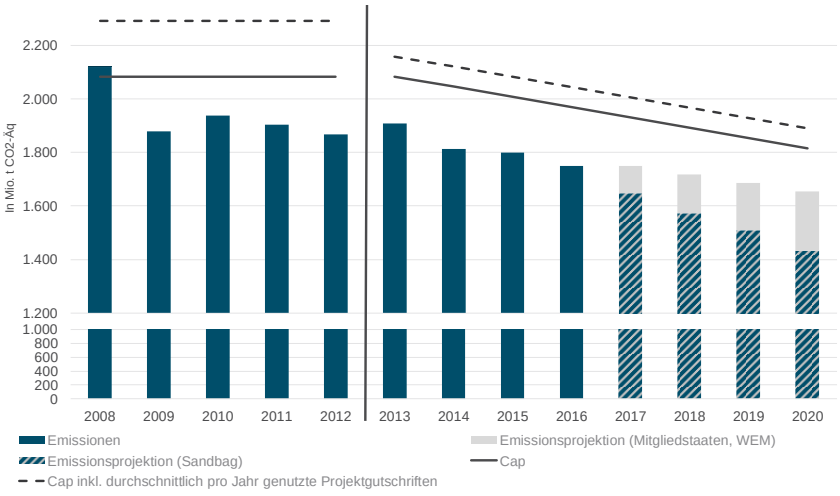
Stand: 02.05.2018

16

Preis- und Überschussentwicklung im Europäischen Emissionshandel

Umwelt Bundesamt | DEHSt Deutsche Emissionshandelsstelle

Strukturelles Missverhältnis von Angebot und Nachfrage im EU-ETS



Struktureller Überschuss Ende 2016: ca. **2,9 Mrd.** EUA

Ursachen:

- Wirtschaftskrise
- Wenig ambitionierte Caps
- Hohe Nutzung von Projektgutschriften
- Mangelnde Koordination von Politiken

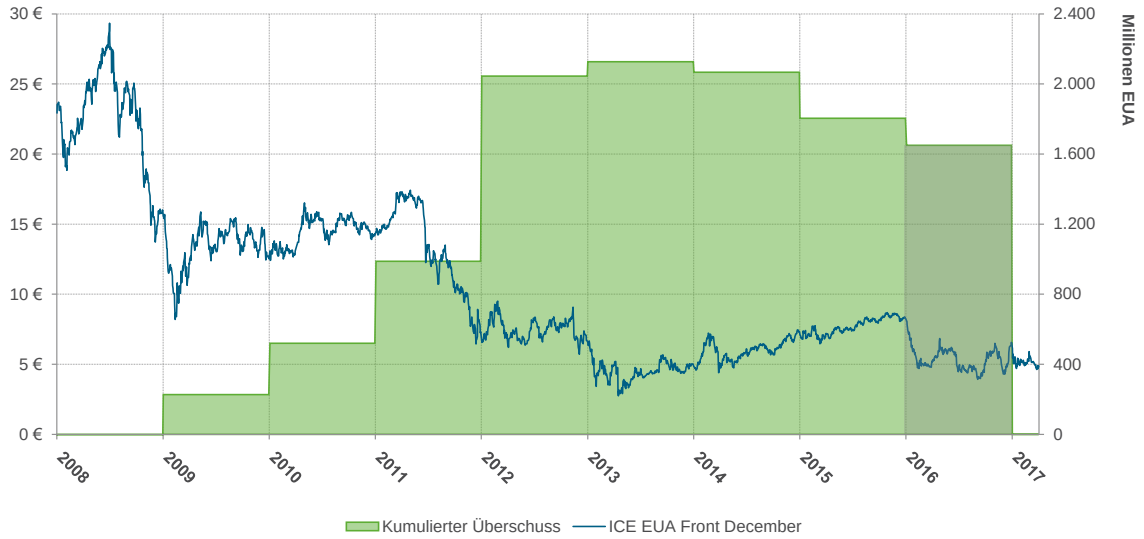
Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von Daten der Europäischen Umweltagentur, der Europäischen Kommission, Projektionen Mitgliedstaaten WEM= With Existing Measures (EEA 2017), Sandbag (2016)

Stand: 30.10.2017

Umwelt Bundesamt | DEHSt Deutsche Emissionshandelsstelle

18

Preisverlauf und Überschussentwicklung im EU-ETS

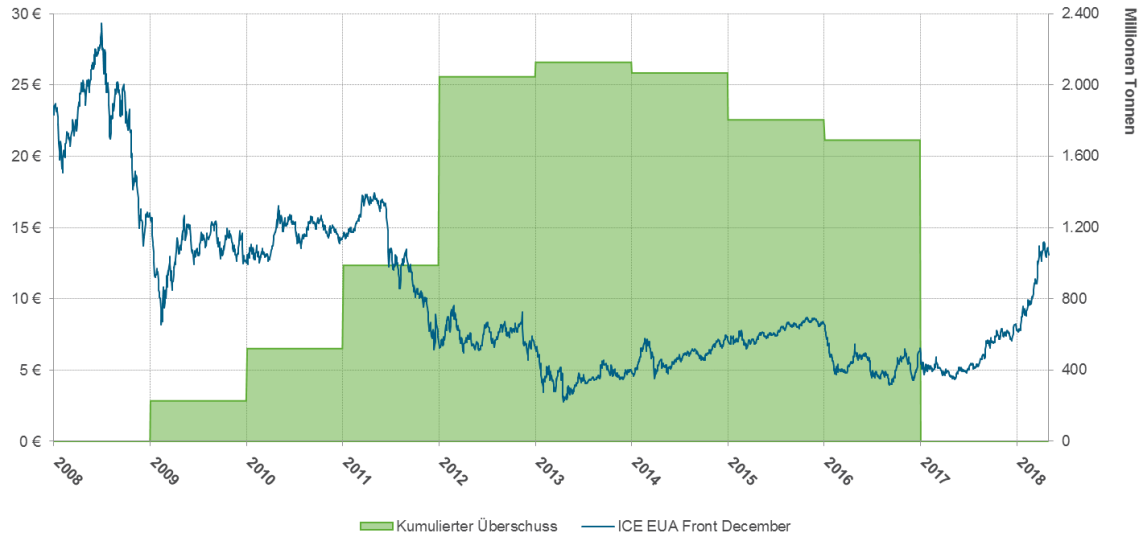


Quelle: Thomson Reuters, ICE, KOM, Sandbag, DEHSt (Stand: 05.04.2017).

19

Umwelt Bundesamt | DEHSt Deutsche Emissionshandelsstelle

Preisverlauf und Überschussentwicklung im EU-ETS



Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Daten von Thomson Reuters Eikon, ICE, EU KOM. Stand: 02.05.2018

20

Umwelt Bundesamt | DEHSt Deutsche Emissionshandelsstelle

Auktionierung – Deutsche Versteigerung von Emissionsberechtigungen

- Wöchentl. Durchführung am Spot-Markt der Europäischen Energiebörse (EEX)
- Die DEHSt ist zuständige Behörde für die deutschen Versteigerungen.
- „Versteigerungskalender“ und „Versteigerungsberichte“ sind über die EEX Internetseite und die Versteigerungsseite der DEHSt einsehbar.
- **2017**: Versteigerung von **197.495.500 EUA und EUAA** im Gesamtwert von **1.146.817.980** Euro mit einem volumengewichteten Durchschnittserlös pro Berechtigung i.H.v. **5,81 Euro**.
- **Im April 2018**: Versteigerung von **17 Mio. EUA im Wert von 230 Mio Euro** mit durchschnittlich **13,20 Euro (Jan. – April 2018: 65,4 Mio EUA im Wert von gut 696 Mio Euro)!!!**

21

Umwelt Bundesamt | DEHSt Deutsche Emissionshandelsstelle

Verwendung der Einnahmen in Deutschland

22

Umwelt Bundesamt | DEHSt Deutsche Emissionshandelsstelle

Verwendung der Einnahmen in Deutschland

23

Umwelt Bundesamt | DEHSt Deutsche Emissionshandelsstelle

Innovationsfonds (Art. 10a Abs. 8)

- Ab 2021 Bereitstellung von rund 400 Mio. EUA zur Förderung von Demonstrationsvorhaben im Energie- wie Industriesektor (Nachfolge NER300)
- Bis 2020 weitere 50 Mio. EUA aus der MSR (ggf. früherer Start). Zusätzlich werden Restmittel (€) aus der NER300 genutzt.
- Förderfähig sind Projekte in allen MS mit bis zu 60% der relevanten Kosten
  - Low carbon technologies and processes, inkl. Produktsubstitution
  - CCS/CCU
  - Innovative Erneuerbare Energien und Speichertechnologien
- Detailregelungen folgen in einem delegierten Rechtsakt.
- UBA/DEHSt Studie in Climate Change Reihe 06/2018 unter https://www.umweltbundesamt.de/

24

Umwelt Bundesamt | DEHSt Deutsche Emissionshandelsstelle

Innovationsfonds (Art. 10a Abs. 8)

Autoren:
Matthias Duwe, Robert Ostwald
Ecologic Institute, Berlin

Im Auftrag von UBA/DEHSt

Download unter:
https://www.umweltbundesamt.de/

Umwelt Bundesamt | DEHSt Deutsche Emissionshandelsstelle

25

Modernisierungsfonds (Art. 10d)

- Bereitstellung von 310-388 Mio. EUA zur Modernisierung der Energiesysteme sowie der Energieeffizienz.
- Förderfähig sind Projekte in den 10 ärmsten MS mit einem BIP<60% des EU-Durchschnitts (PL 43%, CZ 16% und RO 12%).
- Keine Förderung von Kohlenkraftwerken, mit Ausnahme von BG und RO (BIP<30% des EU-Durchschnitts) im Bereich Fernwärme.
- Starke Rolle KOM/EIB im Investment-Board.
- Detailregelungen folgen in einem Durchführungsrechtsakt.

Umwelt Bundesamt | DEHSt Deutsche Emissionshandelsstelle

26

Ausblick
und
Vorbereitung auf die 4. Handelsperiode

Zwischenfazit

- **EU-ETS funktioniert**
  - vorgegebenes Minderungsziel für 2020 (- 21% gegenüber 2005) wird erreicht
  - Liquider Markt, Auktionen laufen reibungslos
  - Compliance Verfahren ebenfalls eingespielt
- **Aber bisher mangelnde Wirksamkeit**
  - bisher niedriger CO_2-Preis (Durchschnitt 2017: **5,84 €**)
    ⇨ zu wenig Anreize für Investitionen in Minderungsmaßnahmen
  - Dekarbonisierung: Notwendige Schritte zur Transformation der Wirtschaft bleiben bisher aus
- **EU-ETS RL-Novelle bringt Vertrauen zurück**
  - Preisanstieg von mehr als 100 Prozent seit Herbst 2017

28

Vorbereitung auf die 4. Handelsperiode

Ergebnisse des Trilogs zur Stärkung des EU-ETS

8. April 2018:
Inkrafttreten der geänderten ETS-Richtlinie

Umwelt Bundesamt | DEHSt Deutsche Emissionshandelsstelle

Was bleibt wie es ist?

- Keine Änderungen beim Scope, keine Einbeziehung weiterer Sektoren wie z.B. Landverkehr, Seeverkehr
- Keine Einführung eines Mindestpreises
- Umfassender Carbon Leakage (CL) Schutz durch kostenlose Zuteilung
- Keine kostenlose Zuteilung von Zertifikaten für die Stromerzeugung
- Strompreiskompensation als Beihilfe auf nationaler Ebene weiterhin möglich. Berichtspflicht für Mitgliedsstaaten bei Verwendung von mehr als 25% der Auktionserlöse.

Umwelt Bundesamt | DEHSt Deutsche Emissionshandelsstelle

30

Was ist neu?

- Die Elemente zur **Stärkung des EU-ETS** werden die Umwelteffektivität des Klimaschutzinstruments nachhaltig erhöhen.
  - Kurzfristig: Bereits ab 2019 signifikante **Mengenverknappung** durch die MSR (24 % Entnahmerate)
    Auktionskürzung: ca. 400 Mio. EUA pro Jahr
  - Langfristig: Ab 2023 verhindert die **Löschung** innerhalb der MSR signifikante Rückflüsse in den Markt
    Löschung: voraussichtlich >2 Mrd. EUA

31

Umwelt Bundesamt | DEHSt Deutsche Emissionshandelsstelle

Übersicht zu den Trilog-Ergebnissen

Stärkung des EU-ETS	Umfassender Schutz vor Carbon Leakage (CL)	Solidaritäts- und Fördermechanismen
Cap Kürzung: Anhebung des linearen Kürzungsfaktors von 1,74 auf **2,2%** bzw. 38 auf **48 Mio. EUA pro Jahr, 43%** THG-Reduktion (2030 vs. 2005)	Festhalten an **kostenloser Zuteilung (und SPK)** und **Anpassungen an Produktionssteigerungen**	**Innovationsfonds** (bis zu 500 Mio. EUA) zur Förderung von „breakthrough" technologies im Energie- und Industriebereich
Überschussabbau: Verdoppelung der MSR-Entnahmerate auf **24%** und Löschung von MSR-Mengen oberhalb der Auktionsmengen des Vorjahres	100% der Benchmark-Zuteilung für **Carbon Leakage** eingestufte Produkte; 30% bei Nicht-CL bis 2025, danach abschmelzen auf 0%.	**Modernisierungsfonds** (bis zu 390 Mio. EUA) zur Modernisierung der Energiesektoren in Transformationsstaaten und zur Erhöhung der Energieeffizienz
Kompatibilität ETS mit nat. Maßnahmen: Freiwillige Kompensation nationaler Stilllegungen von Kraftwerkskapazitäten durch Auktionsverzicht (Vermeidung „Wasserbetteffekt")	Optionale **Erhöhung des Zuteilungsbudgets** um bis zu 3% des Cap zur Vermeidung eines sektorübergreifenden Korrekturfaktors (CSCF)	Fortführen der übergangsweisen kostenlosen **Zuteilung für die Stromerzeugung** zur Modernisierung der Energiesektoren in Transformationsstaaten (bis zu 60% ihrer Auktionsmengen)
Review des Cap und der CL-Regeln im Lichte des Paris-Abkommens vorgesehen		10% der Auktionsmengen an MS mit BIP<90% des EU-Durchschnitts

32

Umwelt Bundesamt | DEHSt Deutsche Emissionshandelsstelle

EU ETS RL: Umwelteffektivität wird deutlich gestärkt

- **Kurzfristig**: Ab 2019 signifikante Mengenverknappung durch die MSR
  - Verdoppelung der **Entnahmerate** auf **24 %** für zunächst **5 Jahre**
- **Langfristig**: Ab 2023 **MSR-Löschung** verhindert signifikante Rückflüsse
  - Löschung: MSR-Bestand abzügl. Auktionsmengen des Vorjahres
- **Ergänzend**: **Kompensationsregel** ist wichtige Ergänzung zur MSR
  - Optionale Löschung nationaler Auktionsmengen, bei Stilllegung von Kraftwerkskapazitäten infolge nationaler Maßnahmen

➢ **Die Elemente zur Stärkung des EU-ETS fallen deutlich ambitionierter aus, als 2014/15 zu erwarten war.**

Umwelt Bundesamt | DEHSt Deutsche Emissionshandelsstelle

33

UBA sieht weiteren Handlungsbedarf

- EU ETS Cap ist mit 2,2 % LKF ab 2021 (minus 48 Mio. EUA pro Jahr) noch nicht auf glaubwürdigem Minderungspfad zur Erreichung des 1,5 Grad Ziels des Paris-Übereinkommens
- Art. 30: Überprüfung der EU ETS RL im Kontext des „global stocktake“ unter dem Paris-Übereinkommen regelmäßig vorgesehen und sollte auch genutzt werden:

1. Die Caps müssen im Einklang mit ambitionierten langfristigen Minderungszielen gesetzt werden (LKF auf min. 2,6 %).
2. Zudem ist das Cap im Hinblick auf seine Stringenz mit dem energie- und klimapolitischen Instrumenten-Mix zu überprüfen („Winterpaket“).
3. Übergangsweise sollten Mitgliedstaaten in Ergänzung zur MSR die Kompensationsregel nutzen (etwa bei deutschem Kohleausstieg); ggf. Ausweitung der Regel nötig (z.B. für CO_2-Steuer)

Umwelt Bundesamt | DEHSt Deutsche Emissionshandelsstelle

34

Wichtige Termine in Vorbereitung der 4. HP

- 8. Mai 2018: Veröffentlichung der vorläufigen **CL Liste**
- Mitte Mai 2018: Veröffentlichung der **aktuellen Umlaufmenge** als Basis für **MSR Entnahme** für 1-8/2019
- Sommer 2018: Veröffentlichung und Interservice Consultation des deleg. RA für **Zuteilungsregeln**
- Oktober 2018: **KOM-Beschluss zu Zuteilungsregeln und CL Liste**
- Dezember 2018: **Inkrafttreten Zuteilungsregeln und CL-Liste** (nach Prüfphase EP und Rat)
- Erwartung KOM:
  - Januar-September 2019: **Datenerhebung in MS** (Start in Deutschland für Betreiber nicht vor März 2019)
  - 2. Quartal 2020: **BM-Entscheidung** (Durchführungs-RA)
  - 1. Quartal 2021: **NIMs-Entscheidung**

35

Unsere Internetseite lohnt sich

https://www.dehst.de/EN/home/home_node.html

36

VET-Bericht wurde Ende Mai 2018 unter www.dehst.de veröffentlicht

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Rainer Sternkopf

E-Mail: emissionshandel@dehst.de

Internet: www.dehst.de

ASUE
Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.

bayerngas energy

Die KWK-Ausschreibungsverordnung und das „100-Tage-Gesetz“

Herr Kukuk, ASUE e. V.

ASUE
Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.

KWK-Ausschreibungsverordnung

EK Gasturbinen

Jürgen Stefan Kukuk, ASUE

KWK-Ausschreibungsverordnung

Grundlagen

- Beihilferechtliche Überprüfung durch die EU-Kommission
- Bundestag verabschiedet KWK-Gesetz 2017 unter Vorbehalt
- Einfügen des § 8a im KWK-Gesetz:
  - für Anlagen über 1 MW bis 50 MW elektrischer Leistung
  - Ausschreibung zur Ermittlung der Höhe von Zuschlagszahlungen
- ohne Teilnahme an der Ausschreibung steht dem Betreiber kein KWK-Zuschlag zu

2

KWK-Ausschreibungsverordnung

Voraussetzungen

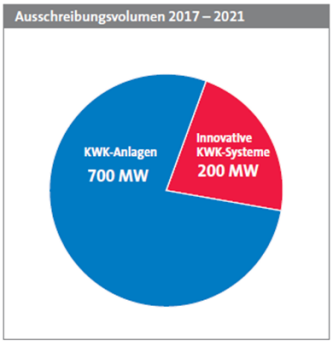
- Ausschließliche Einspeisung des KWK-Stroms in das Netz der öffentlichen Versorgung
- keine Inanspruchnahme von Entgelten nach der Stromnetzentgeltverordnung (vermiedene Netznutzungsentgelte)
- Anrechnung der Stromsteuerbefreiung (relevant bis 2 MW)
- einhalten von Fristen zur Dauerinbetriebnahme

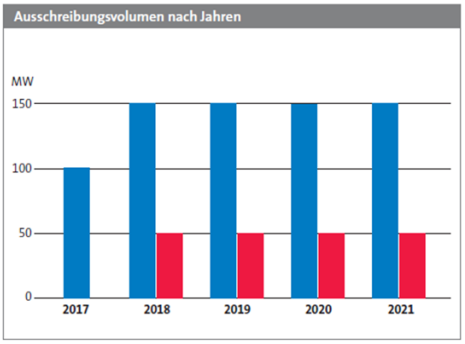
3

KWK-Ausschreibungsverordnung

Termine und Volumen

- Festgelegt wurden jährlich zwei Termine: 1. Juni und 1. Dezember
- Erhöhung des Volumens: um die Mengen der letzten Ausschreibung, für die kein Zuschlag erteilt wurde oder ein Zuschlag entwertet wurde
- Verringerung des Volumens: um die Mengen, die über das Ausschreibungsvolumen hinausgingen oder die aufgrund eines Rechtsbehelfs bezuschlagt wurden.



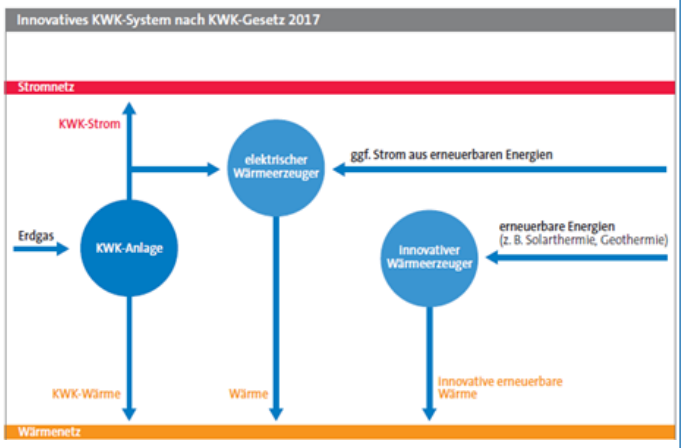


4

KWK-Ausschreibungsverordnung

Innovative KWK-Systeme sind:

- besonders energieeffizient und arm an Treibhausgasen
- bestehend aus KWK-Anlage + Anlage zur Erzeugung innovativer erneuerbarer Wärme
- Jahresarbeitszahl von 1,25;
- 30 % erneuerbare Wärme;
- Gas aus Biomasse
- Einbau einer Power-to-Heat-Anlage für min. 30 % der Wärmeleistung



5

KWK-Ausschreibungsverordnung

Weitere Bestimmungen:

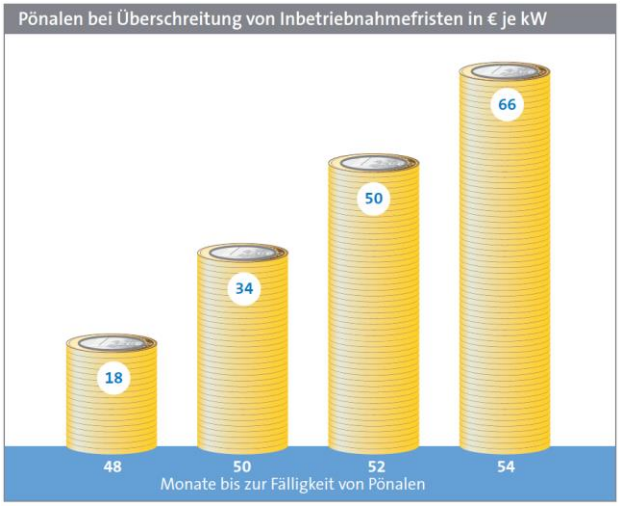
- Anforderungen an die Gebote (Art der Anlage, Registriernummer im MSDR, Erklärung über Fernsteuerbarkeit)
- Sicherheiten (70 Euro/kW installierter Leistung, Einzahlung oder Bürgschaft)
- Dauer des Anspruchs:
  - 30.000 Vollbenutzungsstunden bei KWK-Anlagen
  - 45.000 Vollbenutzungsstunden bei innovativen KWK-Systemen
  - höchstens für 3.500 Vollbenutzungsstunden pro Jahr
  - Nachholfrist 30 Jahre
  - kein Anspruch im Jahr, wenn ganz oder teilweise der Strom selbst verbraucht wurde

6

KWK-Ausschreibungsverordnung

Pönale-Regelungen:

- bei verspäteter Aufnahme des Dauerbetriebs
- Verstoß gegen die Mitteilungspflicht
- Ausschluss des Bieters aus dem Zuschlagsverfahren



7

KWK-Ausschreibungsverordnung

Ergebnisse der ersten Ausschreibungsrunde am 1. Dezember 2017:

- **20 eingereichte Angebote** über insgesamt 225 MW
- an **7 Bieter** erteilte Zuschläge
- rund **82 MW** bezuschlagte Gesamtleistung
  - davon 2 Anlagen mit je 30 MW
  - und 5 Anlagen jeweils von 1 bis 10 MW (davon 3 modernisierte Anlagen)
- **höchster Zuschlagswert** 4,99 ct/kWh
- **niedrigster Zuschlagswert** 3,19 ct/kWh
- **durchschnittlicher** mengengewichteter Zuschlagswert 4,05 ct/kWh
- in der Ausschreibung vorgegebener **Höchstwert** 7 ct/kWh
- 18 MW **nicht ausgeschöpftes** und auf die nächste Ausschreibung verlagertes Ausschreibungsvolumen

8

KWK-Ausschreibungsverordnung

Zweite Ausschreibungsrunde am 1. Juni 2018:

- **Ausschreibungsvolumen** 93,019 Megawatt$_{el}$ (75 MW plus 18,019 aus Dezember 2017)
- **Höchstwert** 7,0 ct/kWh KWK-Strom
- **Sicherheit** 70 Euro pro gebotenem Kilowatt KWK-Leistung

Erste Ausschreibungsrunde für innovative KWK-Systeme

- **Ausschreibungsvolumen** 25 Megawatt
- **Höchstwert** 12,0 ct/kWh KWK-Strom
- **Sicherheit** 70 Euro pro gebotenem Kilowatt KWK-Leistung
- **Anlagen**….unter anderem ein Wärmetransformationsplan = nachvollziehbare Darlegung der Überführung des Systems in ein dekarbonisiertes System während der ersten 10 Jahre.

9

ASUE
Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.

Das „100-Tage-Gesetz“

Neuregelung der EEG-Umlage auf KWK-Strom

Anlagen ohne Förderanspruch in der öffentlichen Versorgung werden ab dem 1. Juli von 1,5 cent/kWh auf 0,7 cent/kWh gekürzt

= 240 Mio Mindereinnahmen

EEG Umlage auf Anlagen der Eigenerzeugung:

- 0 – 1 MW_{el} = 40 % EEG-Umlage
- 1 – 10 MW_{el} = 40% - 70 % (je nach Betriebsstunden und Inbetriebnahmedatum)
- ab 10 MW_{el} = 40 % EEG-Umlage

Neuregelung der EEG-Umlage auf KWK-Strom

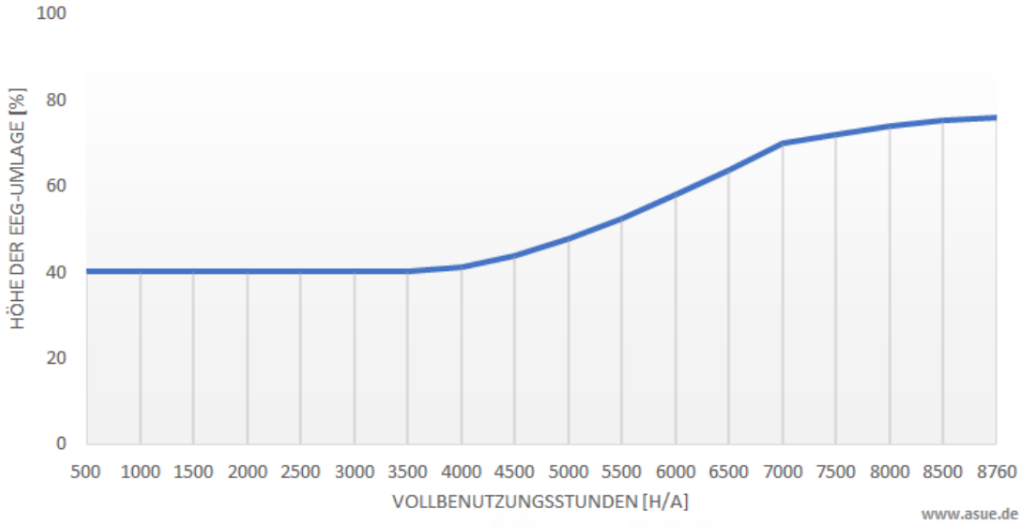
KWK-Anlagen unter 1 oder über 10 MW_{el}		KWK-Anlagen von 1 bis 10 MW_{el}		
Inbetriebnahme vor dem 1.8.2014	Inbetriebnahme ab dem 1.8.2014	Inbetriebnahme vor dem 1.8.2014	Inbetriebnahme zwischen 1.8.2014 und 31.12.2017	Inbetriebnahme ab dem 1.1.2018
Keine EEG-Umlage, **bzw. ggf. 20 %**, wenn die Anlage seit dem 1.1.2018 ersetzt oder erneuert wurde	**40 %**	**Keine** EEG-Umlage, **bzw. ggf. 20 %**, wenn die Anlage seit dem 1.1.2018 ersetzt oder erneuert wurde	Übergangs-regelung mit Sockel: **40 % bis 3.500 VBh, anschließend linearer Anstieg bis ca. 76 % bei 8.760 VBh**	**40 % bis 3.500 VBh** anschließend linearer Anstieg **bis 100 % bei 7.000 VBh** auf den gesamten Eigenstrom (kein Sockel)

danach

EEG-Umlage entfällt nach § 61a EEG weiterhin für alle Anlagen für
- Kraftwerkseigenverbrauch
- Inselanlagen
- Mini-BHKW bis 10 kW_{el} für maximal 10 MWh/a
- Eigenversorger, die sich vollständig mit EE versorgen und sich eine Überschusseinspeisung nicht fördern lassen

Neuregelung der EEG-Umlage auf KWK-Strom

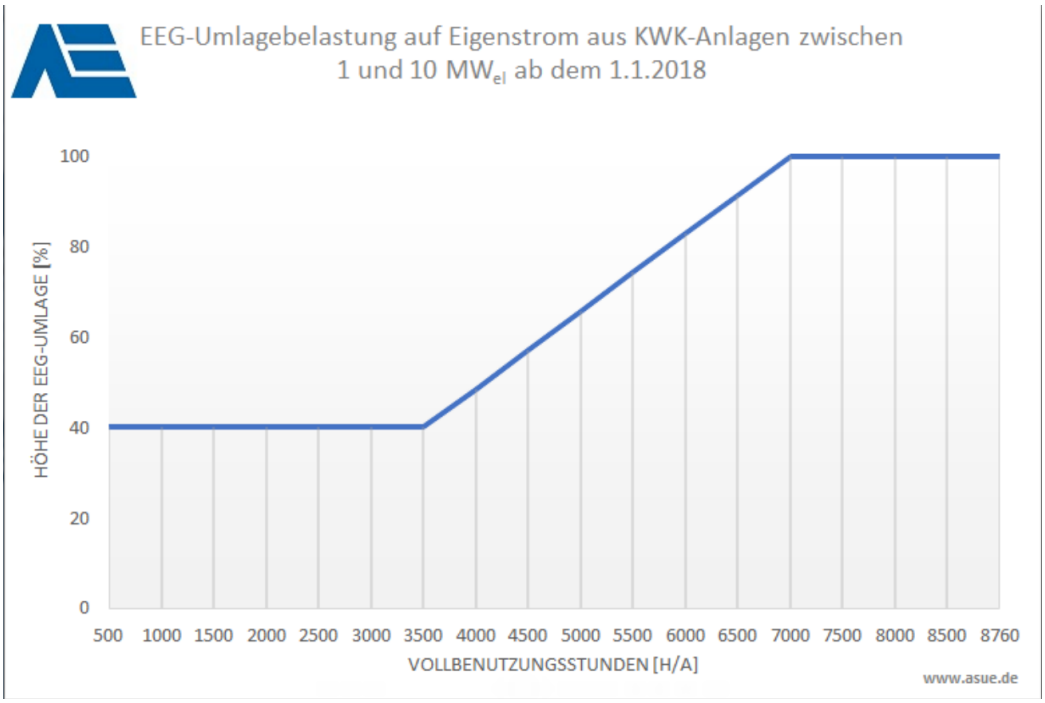
Übergangsregelung der EEG-Umlagebelastung auf Eigenstrom aus KWK-Anlagen zwischen 1 und 10 MW_{el} mit Inbetriebnahme zwischen dem 1.8.2014 und 31.12.2017



13

Neuregelung der EEG-Umlage auf KWK-Strom

EEG-Umlagebelastung auf Eigenstrom aus KWK-Anlagen zwischen 1 und 10 MW_{el} ab dem 1.1.2018



14

TECHNIK

EFFIZIENZ

INNOVATION

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

ASUE
Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.

www.asue.de kukuk@asue.de

ASUE
Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.

bayerngas energy

Gasturbinenforschung am DLR – Mikrogasturbinenentwicklung und weitere Themen in Lebensmittelbetrieben

Dr. Kutne, DLR

Gasturbinenforschung am DLR – Mikrogasturbinen-Entwicklung und weitere Themen

DLR - Institut für Verbrennungstechnik
Dr. Peter Kutne

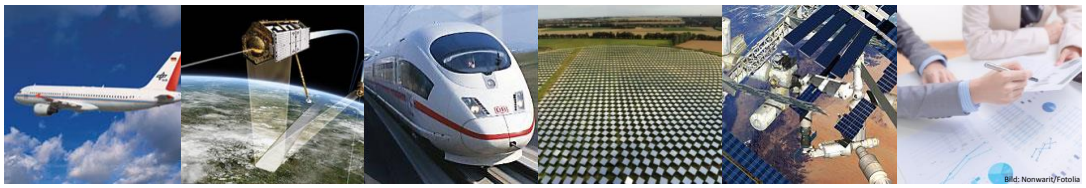
DLR Standorte und Personal

Circa 8.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter arbeiten in
40 Instituten und Einrichtungen in
20 Standorten.

Büros in Brüssel, Paris,
Tokio und Washington.

Forschungsbereiche

- Luftfahrt
- Raumfahrtforschung und -technologie
- Verkehr
- Energie
- Digitalisierung (Querschnittsbereich)
- Sicherheit (Querschnittsbereich)
- Raumfahrtmanagement
- Projektträger

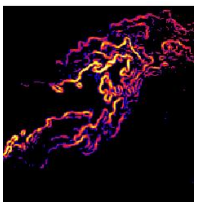


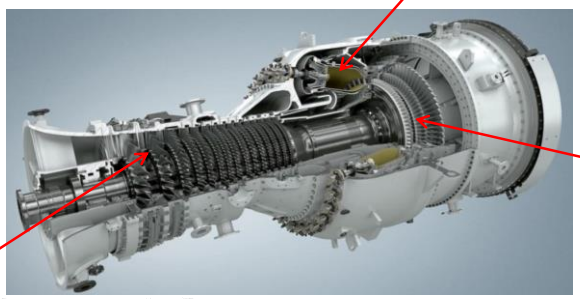
Herausforderungen & Ziele im Forschungsbereich Energie

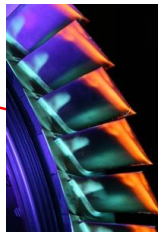
Nachhaltigkeit der zukünftigen Energieversorgung
- Sicherheit und Zuverlässigkeit
- Effizienz und Wirtschaftlichkeit
- Umwelt- und Klimaschutz
- Gesellschaftliche Akzeptanz
- Stärkung der deutschen und europäischen Industrie

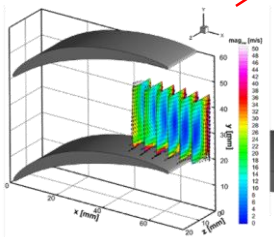
erreichen durch:
- Effiziente, flexible und schadstoffarme Gasturbinen-kraftwerke
- Solarthermische Kraftwerke, Solar Fuels und Windkraft
- Thermische, chemische und elektrische Energiespeicher
- Systemanalyse und Technikbewertung

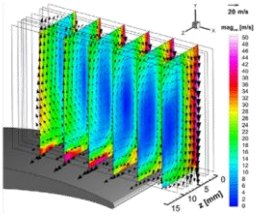
Herausforderungen & Ziele
Bereich Gasturbinenkraftwerke





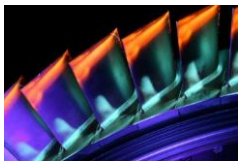




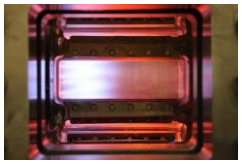


Extreme Bedingungen:
- Brennkammer: 40 bar, 2500 K, ~GW/m^3
- Turbineneinlasstemperatur: 2000 K
- Hochturbulente Strömungen
- Komplexe Geometrien

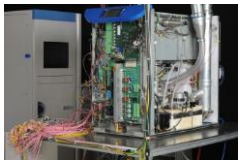
DLR



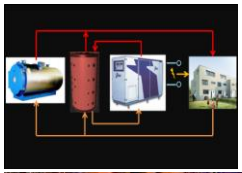
Herausforderungen & Ziele
Bereich Gasturbinenkraftwerke



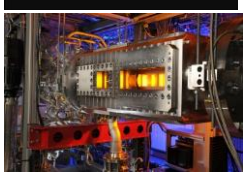
- Hohe **Wirkungsgrade**
  → Optimiertes 3D Turbinenschaufel Design



- Hohe **Last- und Brennstoff-Flexibilität**, bei **geringen Schadstoffemissionen**
- → Innovative Brennerkonzepte (FLOX®, gestufte Verbrennung)
  → Langfristig **CO_2-neutral**



- Innovative Konzepte für **dezentrale KWK**
  → Mikrogasturbinen-basierte Systeme



- Integration in k**omplexe Energiesysteme**
- → „Real-Labore“, Speicher, Brennstoffflexibilität

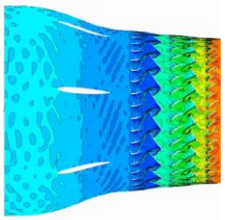
- Grundlegendes **Verständnis** von GT Prozessen

DLR

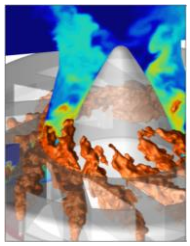
Methodenentwicklung
Numerische Werkzeuge

GTlab
- Multidisziplinäre Simulations- und Vorentwurfsumgebung für Gasturbinen

Turbomaschinen Strömungssimulation
- DLR eigener Code TRACE
- Transiente Simulation von mehrstufigen komplexen Turbomaschinen
- Ideal- und Realgas-fähig



Verbrennungssimulation
- DLR eigener Code THETA
- Komplexe Simulation realer Brennkammern
- Detaillierte Chemie und Schadstoffbildung

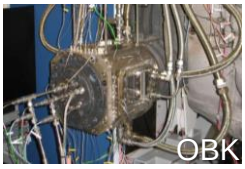


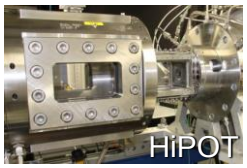
Infrastruktur
Kompressor und Turbinenprüfstände

- Mehrstufen - Zweiwellen - Verdichterprüfstand (M2VP)
- Radialverdichter Köln (SRV)
- Subsonischer Gitterwindkanal (TGK)
- Turbinenprüfstand (NG-Turb)
- Windkanal für Rotierende Gitter (RGG)
- Windkanal für Ebene Gitter (EGG)
- Niedergeschwindigkeits-Gittermessstrecke (NGG)

Infrastruktur
Hochdruck-Verbrennungsprüfstände

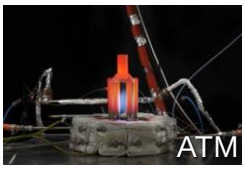
- Hochdruckbrenner zur Messung von laminaren Flammengeschwindigkeiten
- Optische Brennkammer (OBK) für MGTs
- Optischer Hochdruckprüfstand (HiPOT)
- Hochdruck-Verbrennungsprüfstand Stuttgart (HBK-S)
- Hochdruck-Verbrennungsprüfstände Köln (HBK-1 – HBK-5)

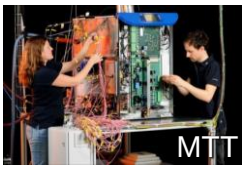


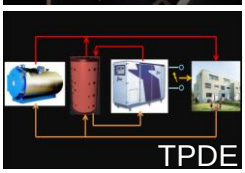


Infrastruktur
Prüfstände für KWK Anwendungen

- Atmosphärische Verbrennungsprüfstände (ATM)
- MTT EnerTwin MGT
- Turbec T100 MGT
- Forschungskraftwerk (FoKW) für MGTs von 1 to 60 kW_{el} SOFC-MGT
- Technologieplattform Dezentrale Energie (TPDE)
- Demonstrationsanlagen bei Kooperationspartnern
- Mobiler Gasturbinenprüfstand (MobGT, 100 kW_{el})







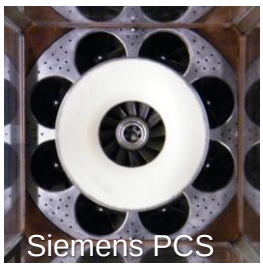
Institut für Verbrennungstechnik

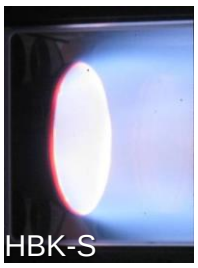
Institut für Verbrennungstechnik
Forschungsthemen

- **Brennstoffe**
  Erdgas, Syngas, H_2, Biogas,
  Kerosin, Öle, Synfuels: XtL, Alkohole, HEFA
- **Emissionen**
  NO_x, CO, Ruß, UHC, CO_2
- **Instationäre Verbrennungsvorgänge**
  Zündung, Verlöschung, Thermo-Akustik, Verbrennungslärm
- **Brenner- und Brennkammersysteme**
  FLOX®, Last- und Brennstoff-flexibel
- **Dezentrale Energieversorgung**
  MGT-BHKW, Hybridkraftwerk, APU, Range Extender

Forschungsthemen: Brennkammersysteme

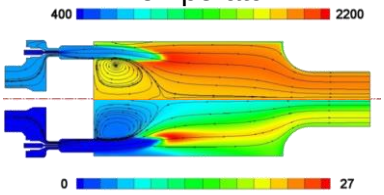
- Effiziente, brennstoff- und lastflexible Brenner für emissionsarme moderne Gasturbinen
- Analyse und Weiterentwicklung bewährter Konzepte von Kunden
  - Drallbrenner (PCS, ACC, EV)
  - Reheat





- Entwicklung neuartiger innovativer Konzepte
  - FLOX®-Brenner unterschiedlicher Größen (1 kW_{el} – 350 MW_{el})
  - Gestufte Verbrennung

Temperatur



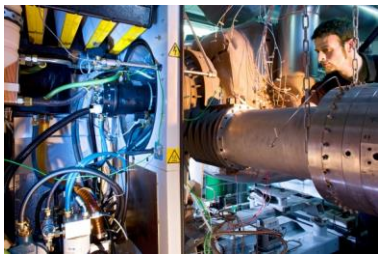
NO in vppm

FLOX für MGT

Forschungsthemen: MGT – Kraftwerkssysteme

- Optimierung konventioneller MGT-Kraftwerke
- Entwicklung innovativer MGT-Kraftwerke
  - Hybridkraftwerk
  - Holzvergaserkraftwerk
  - Subatmosphärische Gasturbine (1 kW_{el})

- Energie:
  - dezentrale BHKWs (Einfamilienhäuser, GHD, kleine und mittlere Industriebetriebe)
- Luftfahrt:
  - Auxiliary Power Units
  - Hybridelektrisches Fliegen
- Verkehr:
  - MGT-basierter Range Extender



Dezentrale Energieerzeugungsanlagen
Technologien und Einsatzgebiete

Einsatzgebiete

- in Wohngebäuden, Bürogebäuden, Krankenhäusern, Schulen, Schwimmbädern, Hotels, Industrie, Landwirtschaft…
- für Privatpersonen, Kommunen, GHD & Industrie

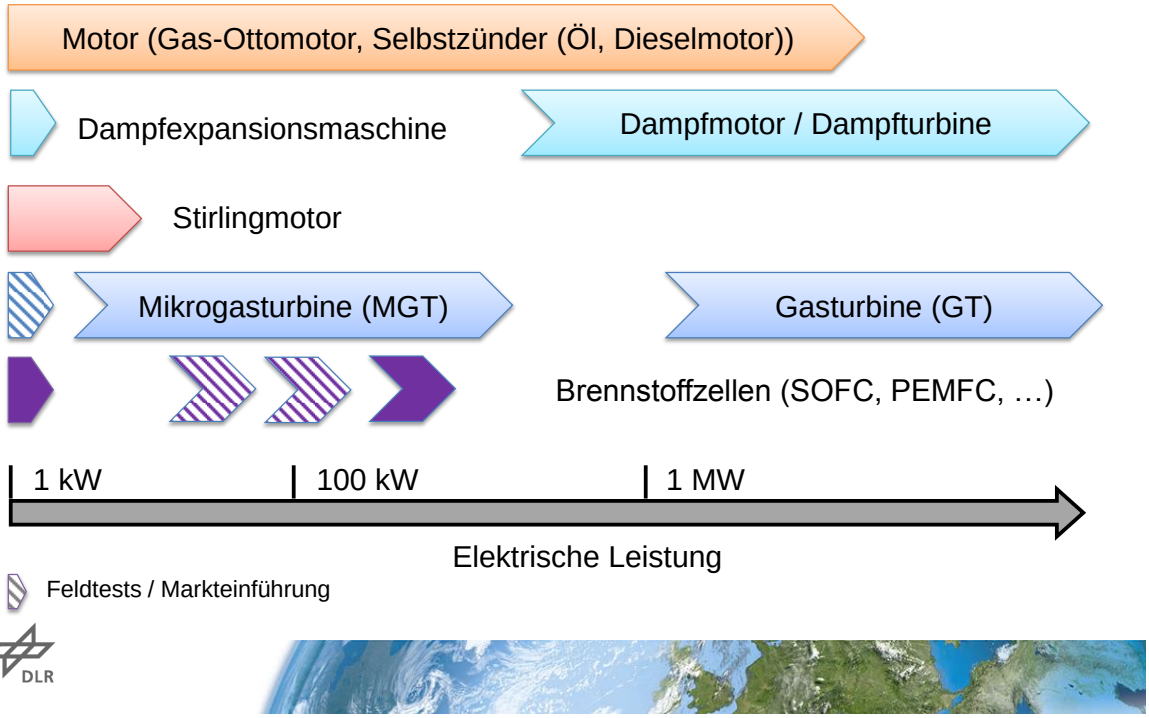
Einsatzbereiche

- Wärmeerzeugung
- Kälteerzeugung
- Dampferzeugung
- Trocknung
- CO_2 Düngung

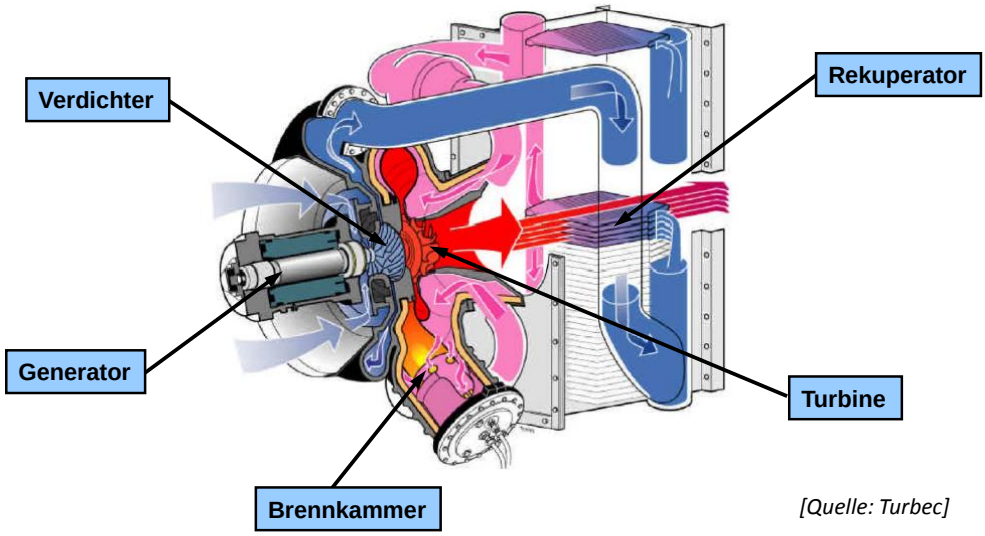
Betriebsweisen

- Wärmegeführt
- Stromgeführt
- Virtuelle Kraftwerke

Dezentrale Energieerzeugungsanlagen
Technologien und Einsatzgebiete



Dezentrale Energieerzeugungsanlagen
Mikrogasturbinen-basierte BHKWs

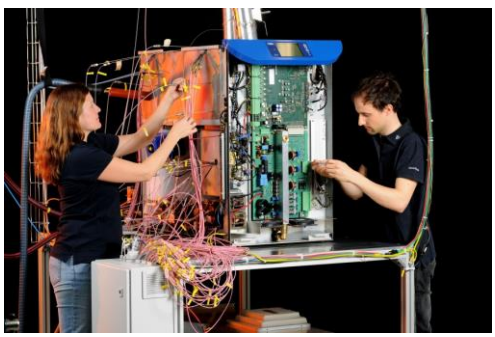


[Quelle: Turbec]

Überblick Kraftwerkskonzepte
Optimierung konventioneller MGT-Kraftwerke

- MGT-basierte KWK Anlagensysteme
  - Turbec T 100 (~ 100 kWel)
  - MTT EnerTwin (~ 3 kWel)

Turbec T 100



MTT EnerTwin

Innovationen in Energieerzeugungsanlagen
Optimierung konventioneller Kraftwerkssysteme - MGT

Effizienzsteigerung einer MGT (100 kW_{el})

Komponentenoptimierung / Steigerung des el. Wirkungsgrads:

- Brennkammer ca. + 0,8 %-Punkte
- Rekuperator ca. + 2,0 %-Punkte

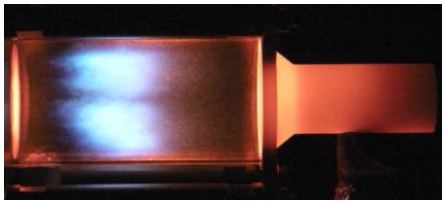
- Optimierung der Betriebsweise:
  - Reduktion der Start-Stopp Zyklen um ca. 90%
  - Erhöhung Stromproduktion um ca. 8 MWh (0,9%)

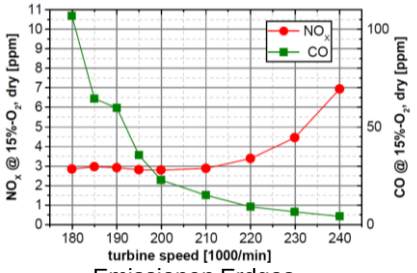
DLR EnBW Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

Heizkraftwerk Leonberg

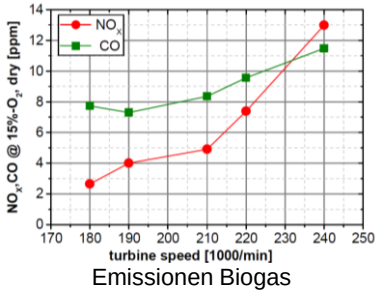
FLOX® Brennkammersystem für Micro GTs
Miniatur FLOX® Brenner

- Brennkammersystem für kleine KWK Systeme (1 kW_{el} – 3 kW_{el})
- Brennersystem für Erdgas, Biogas und hohe Abgasrezirkulationsraten





Emissionen Erdgas

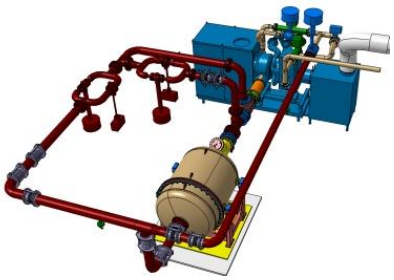


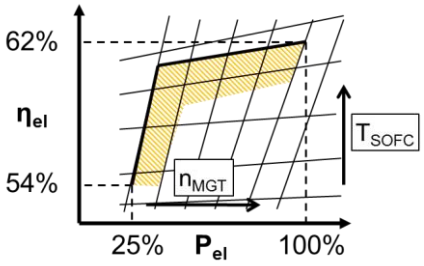
Emissionen Biogas

DLR

Überblick Kraftwerkskonzepte
Entwicklung innovativer MGT-Kraftwerke

- Innovative MGT-KWK Konzepte
  - Dezentrales Holzgas-MGT-BHKW
  - Hybrid-Kraftwerk (MGT/PSOFC)
  - µMGT (1 kW_{el}) - Inverted Brayton Kreislauf

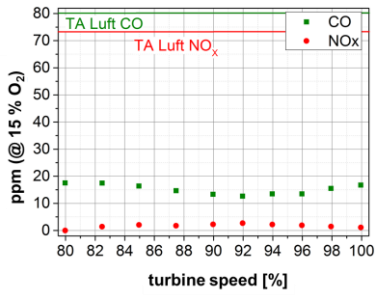




Innovationen in Energieerzeugungsanlagen
Entwicklung innovativer Kraftwerkskonzepte - MGT

Kopplung MGT (100 kW_{el}) mit Holzvergaser

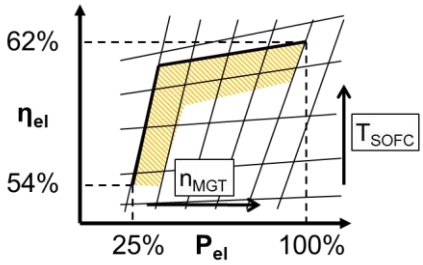
- Weltweit erstes Holzgas-FLOX® Brennkammersystem
- Niedrigste Emissionen im gesamten Betriebsbereich
- Wirkungsgrad vergleichbar mit Gasmotor bei reduziertem Wartungsaufwand

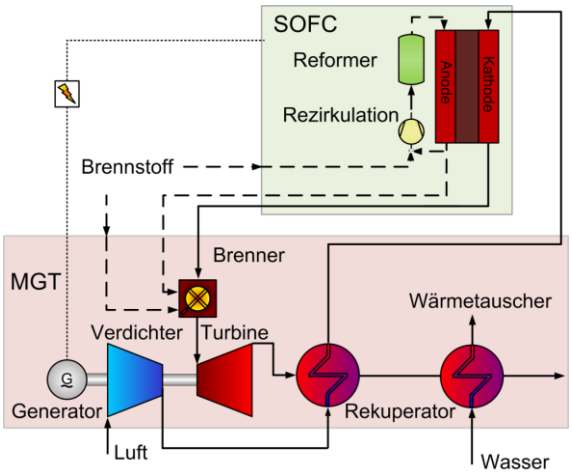


Innovationen in Energieerzeugungsanlagen
Entwicklung innovativer Kraftwerkskonzepte - MGT

Hybridkraftwerk: Kopplung MGT & SOFC

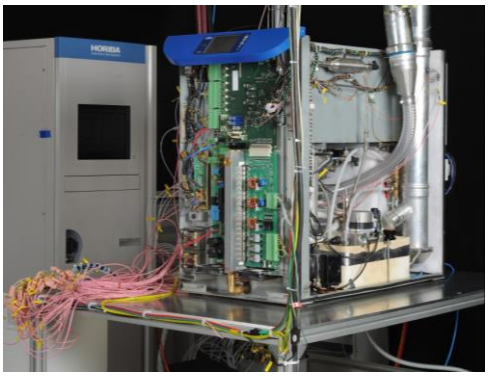
- Höchster elektrischer Wirkungsgrad
- Hohe Last- und Brennstoffflexibilität
- Sehr geringer Teillastbetrieb





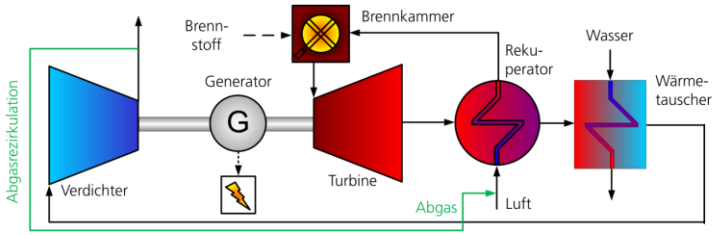
Mikrogasturbinen-basierte BHKWs
Mikro-BHKW für Ein-/Mehrfamilienhäuser / Kleinindustrie

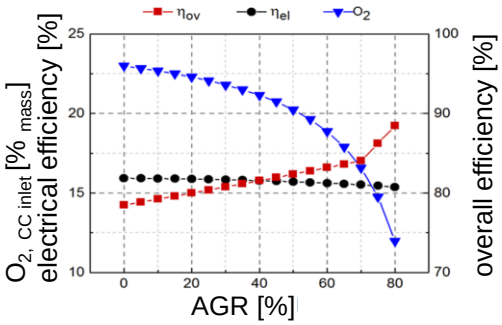
- Entwicklung eines FLOX®-Brenner-systems für MGT-BHKW auf Basis des
  - **Brayton Kreisprozesses**
    - P_{el} = 1,2 - 3,0 kW
    - P_{th} = 7,5 – 14,2 kW
  - **Invertierten Brayton Kreisprozess**
    - P_{el} = 0,5 - 1,0 kW
    - P_{th} bis 8,5 kW
  - Druckverhältnis: $\pi_{max} \approx 3{,}0$
  - Brennkammereintrittstemperatur: 730°C



Quelle: DLR

Mikrogasturbinen-basierte BHKWs
Invertierter Brayton Kreisprozess





- Steigerung η_{ges} durch Brennwerttechnik (Kondensation des Wasserdampfs)
  → hohe AGR-Raten notwendig (>70%)
- FLOX® Brenner für geringen Sauerstoffgehalt entwickelt
- Niedrige NO_x / CO Emissionen

Effiziente Energiesysteme
Zusammenarbeit mit dem DLR Institut VT

Themen?

- Innovative Technologielösungen für unterschiedlichste Probleme
  - Optimierung für besondere Einsatzbereiche / des Anlagenbetriebs
  - Erweiterung durch brennstoffflexible MGT Brennersysteme
    - Biogene Gase
    - Schwachgase mit Heizwerten > 2-3 MJ/kg
    - Industrielle Abgase (z.B. VOCs)
    - Vielstoffbrenner

Wie?

- Kooperation mit DLR unter Beteiligung von Industriepartnern & Anlagenbauer
- Direktbeauftragung / Mögliche Förderung durch Bund / Land / EU

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

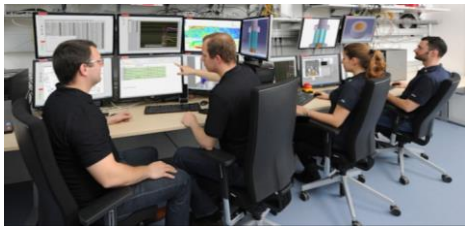
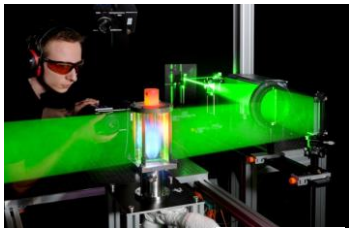
www.dlr.de/vt

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)

Institut für Verbrennungstechnik | Pfaffenwaldring 38-40 | 70569 Stuttgart

Dr. Peter Kutne | Abteilungsleiter Gasturbinen

peter.kutne@dlr.de

Quelle: DLR

ASUE
Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.

bayerngas energy

Gasturbinenpackage-Tausch in der Lebensmittelindustrie

Herr Barstorfer, Bayernwerk Natur

Modernisierung Solar Taurus 70
Fa. Meggle, Wasserburg a. Inn

München, 05./06.06.2018
Anton Barstorfer, Bayernwerk Natur GmbH

bayernwerk

Bayernwerk Natur GmbH

Bayernwerk Natur GmbH - Unternehmensprofil

- Tochterunternehmen der Bayernwerk AG (E.ON Konzerngesellschaft)
- Geschäftsfelder: Errichten und Betreiben von Anlagen zur dezentralen Energieerzeugung und –verteilung
- Technologien: KWK und KWKK, BHKW, Pellet- und Hackschnitzelanlagen, Geothermie, Biogas/Bioerdgas, Windkraftanlagen, Fernwärme
- Energieträger: neben Gas und Öl regenerative Energieträger wie Biomasse (Holz, Pflanzensubstrate), Geothermie und Wind
- Kunden: Kommunen, Gewerbe- und Industriebetriebe sowie Haushalte

bayernwerk

2

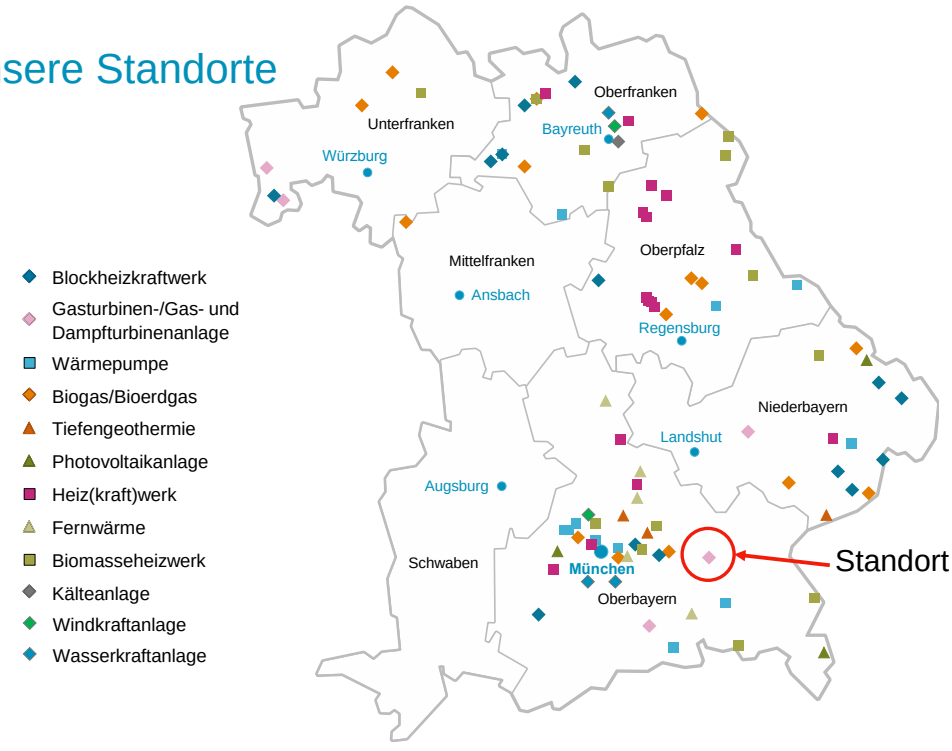
Unser Unternehmen in Zahlen1

[1] Stand Dezember 2017
[2] in HGB
[3] Netzlänge der Bayerwerk –Gruppe unter Berücksichtigung der Beteiligungsquote
[4] Investitionen inkl. Herstellungskosten für verpachtete Anlagen (Ausweis in GuV)
[5] Stand zum 31.12.2017 (inkl. Geschäftsführung und exkl. Praktikanten/Werkstudenten/Trainees)

bayernwerk

3

Unsere Standorte



bayernwerk

Seite 5

Fa. Meggle

• MEGGLE bekannt für Butter und Butterspezialitäten

Sortiment:
- Butterspezialitäten
- gekühlte Backwaren
- Butterzubereitungen
- Milchmischgetränke

• Anbieter von Trockenprodukten

- hochwertige Pharmalactose
- Lieferant von Eiweißprodukten

• energieintensive Produktion, 365 Tage im Jahr, 24 h pro Tag (ca. 320 GWh/a Wärme und ca. 80 GWh/a Strom)

bayernwerk

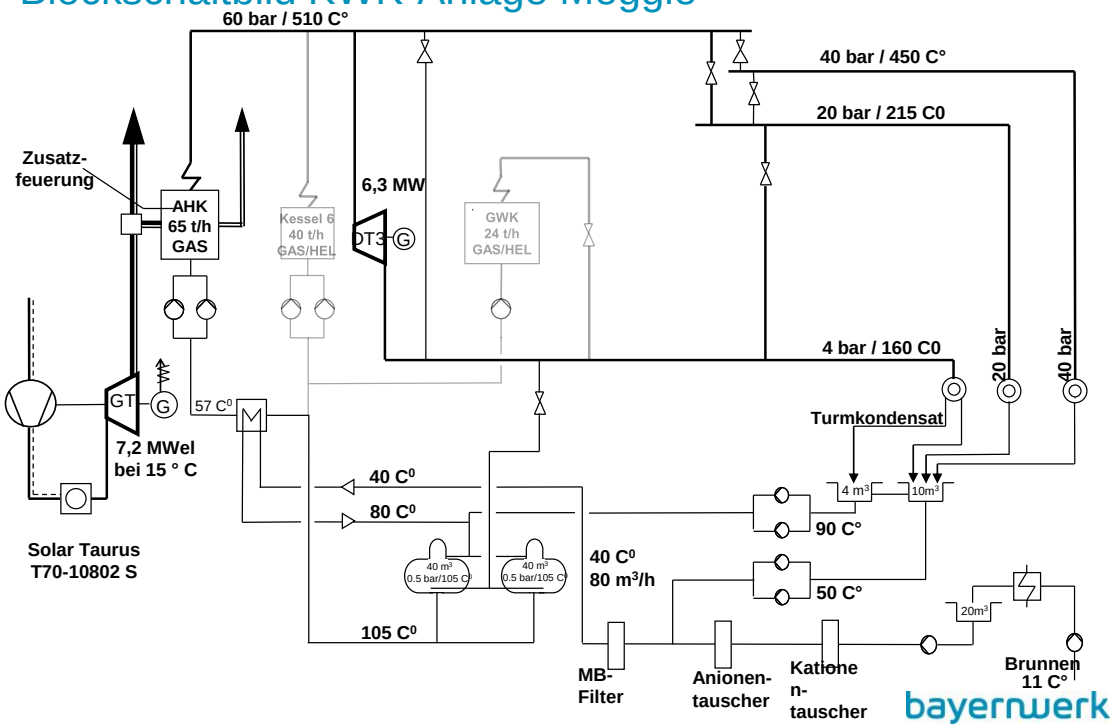
5

Standort der GT-Anlage

bayernwerk

6

Blockschaltbild KWK-Anlage Meggle



Modernisierung – Motivation und Herausforderungen

- Erneuerung wesentlicher Bauteile (Turbine und Generator)
- Verbesserung Turbinenleistung, insbesondere bei höheren Außentemperaturen
- Steigerung Nutzungsgrad Gesamtanlage
- Fördermöglichkeiten im Rahmen KWKG für Modernisierungsmaßnahmen nutzen
- Termingerechte Inbetriebsetzung gemäß KWKG
- Nachweis Einhaltung Mittelspannungsrichtlinie

bayernwerk

Bayernwerk Natur GmbH

Übersicht Modernisierungsmaßnahmen

Modernisierungs-maßnahme	Gewerke
Modernisierung Gasturbinen Package	Gasturbine, Generator, Steuerung
	Anpassung Steuerung AHK
	Anlagengutachten BDEW
	Rechnerischer Nachweis LVRT
Wärmerückgewinnung Schmieröl Gasturbine	Wasser-/Öl-Wärmetauscher inkl. Ölseitiger Verrohrung
	50 m³ WW-Speicher
Erneuerung Speisewasserkühler	

bayernwerk

9

Bayernwerk Natur GmbH

Vorteil durch Effizienzsteigerung Package-Tausch GT

	Bestandanlage	Modernisierte Anlage
Elektrische Leistung GT	6,8 MW*	7,2 MW**
Elektrischer Wirkungsgrad	32 %	33 %
Brennstoffleistung Gasturbine	21,25 MW	21,9 MW
Thermische Leistung Gasturbine	12,5 MW	12,7 MW
Gesamtwirkungsgrad	91 %	92 %

* Bei 8°C

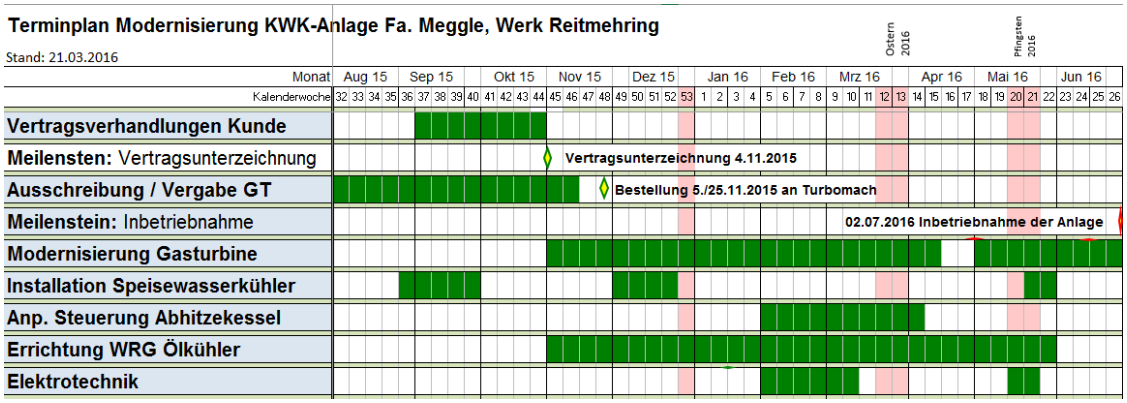
** Bei 425 m geodätischer Höhe, 15°C Ansaugtemperatur, Ansaugdruckverlust 75mm H2O, Abgasgegendruck 150mm H2O

bayernwerk

10

Bayernwerk Natur GmbH

Gesamtterminplan



bayernwerk

Bayernwerk Natur GmbH

Bilder Anlagenmontage

bayernwerk

Bayernwerk Natur GmbH

Bilder Anlagenmontage

bayernwerk

13

Bayernwerk Natur GmbH

Bilder Anlagenmontage

bayernwerk

14

Planetengetriebe GT - Generator

Hersteller	Allen Gears
Typ	ASG 32
P_{Nenn}	8.575 kW
n_1 / n_2	10.826 / 1.500 1/min
Betriebszeit	rd. 3 Jahre
Betriebsstunden	ca. 23.000

bayernwerk

15

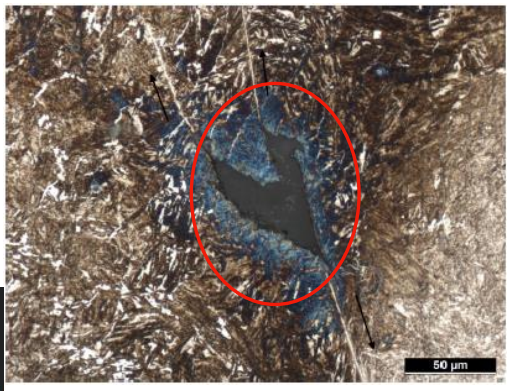
Schaden Planetenrad B

bayernwerk

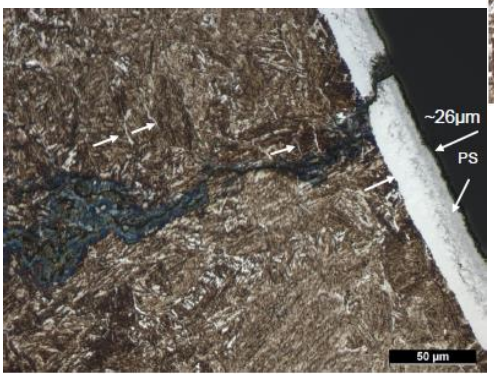
16

Schadensursachen

- Zundergefüllte Hohlräume



- Mängel bei der Nitrierhärtung



bayernwerk

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

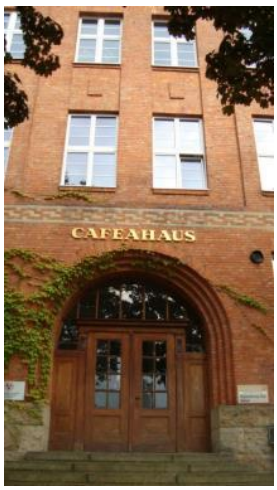
bayernwerk

ASUE
Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.

bayerngas energy

Erfahrungen aus der Industrie

Herren Zeitler und Dittrich, Deutsche Extrakt Kaffee



TOP 12 - Erfahrungen aus der Industrie

ASUE - Expertenkreis Gasturbinentechnik

Bayerngas Vertrieb GmbH, 06.Juni 2018

Dittrich/Zeitler

Ein Unternehmen der CAFEA GRUPPE

Inhaltsverzeichnis

Unternehmensdarstellung

Allgemeines zum Thema Kaffee

DEK Berlin

Zahlen, Daten und Fakten

KWK-Anlage

Betriebserfahrungen/Verfügbarkeit

Zusammenfassung und Ausblick

CAFEA-Gruppe – die wichtigsten Betriebe

Hamburg ist ein bedeutender Handels- und Umschlagsplatz für das wertvolle Naturprodukt Kaffee. In der traditionsreichen Speicherstadt – dem Zentrum des Kaffeehandels – ist der Sitz der CAFEA-Holding. Mit der Ausrichtung auf den gemeinsamen europäischen Markt koordiniert die CAFEA die Rohkaffee-Einkäufe für die Produktionsbetriebe der Gruppe:

CAFEA Hamburg
Holding, Kaffee-Einkauf

DEK Hamburg
Wertform
Glasabfüllung,
Marketing/Vertrieb, Einkauf

DEK Berlin
AROMAT / Cafeahaus AG
Flüssigkaffee, Flüssigextrakt,
Sprühtrocknung, Agglomeration,
Flüssigkaffeeabfüllung

EDEL Lüttich
Kaffee-Extrakt,
Gefriertrocknung

GRANA Skawina
Kaffee-Surrogat- und Zichorien-Extrakt,
Sprühtrocknung, Agglomeration

MILCAFEA Rathenow
Lösliche Kaffeegetränke, Abfüllung
in Sachets, Dosen und
Nachfüllbeutel, Sprühtrocknung,
Agglomeration

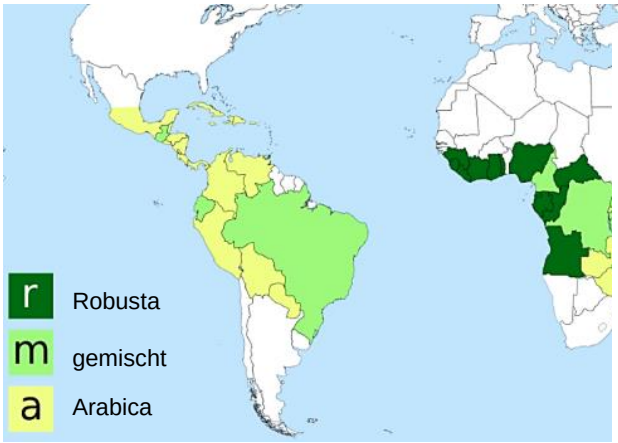
CREMILK Kappeln
Lösliche Kaffeegetränke,
Milchprodukte, Creamer

FFI Dunstable
Agglomeration

Intercafe Moskau
Abfüllung

Allgemein - Anbaugebiete Kaffee

„Kaffeegürtel“: 23° nördlicher Breite / 25° südlicher Breite



Der Konsum wächst

Gesamtvolumen des weltweiten Kaffeekonsums;
in Tausend 60-Kilogramm-Säcken

2000	105 499
2001	109 808
2002	111 428
2003	114 037
2004	120 005
2005	120 794
2006	124 621
2007	129 448
2008	132 966
2009	131 968
2010	134 775
2011	139 483
2012	143 430
2013	147 811
2014	150 389
2015	152 204

Quelle: ICO

Jährlich werden etwa 8 Mio.t Rohbohnen geerntet!

Allgemein - Kaffee in Zahlen

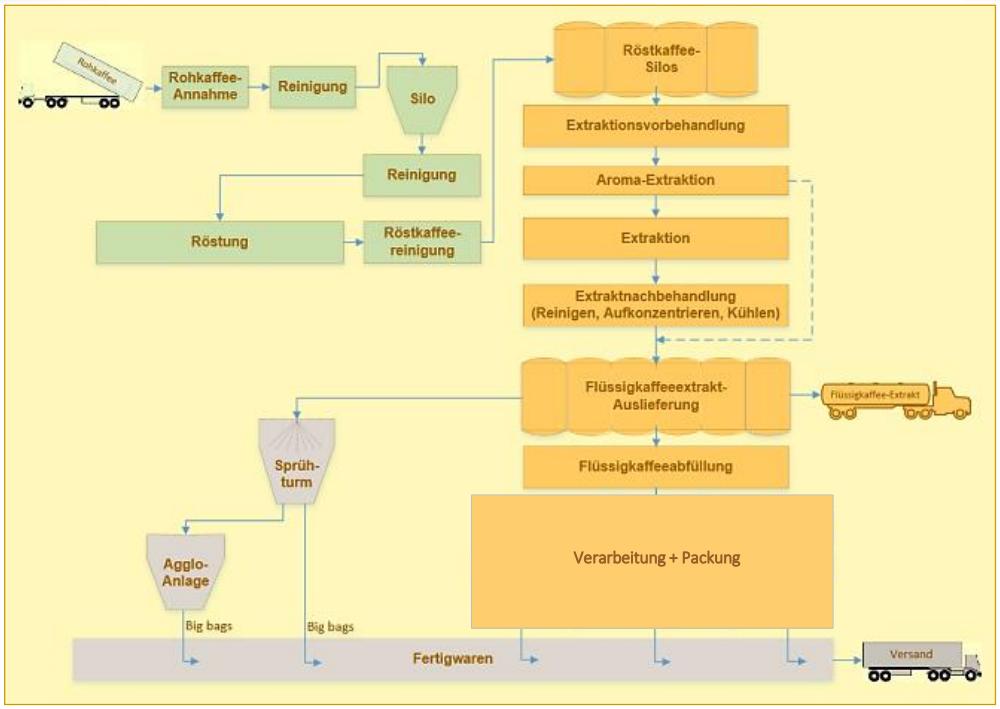
	Kaffeetrinker in Deutschland (65,6 Mio.)	Alle Deutschen (82 Mio., inkl. Kinder und Ablehner von Kaffee)
Gesamt		
Tassen pro Tag (Ø)	3,4	2,7
Liter pro Jahr (Ø)	205,3	163,9
Zu Hause		
Liter pro Jahr (Ø)	156,0	124,6
Löskaffee		
Liter pro Jahr (Ø)	15,9	12,7

entspricht etwa 7,3 kg RoKa

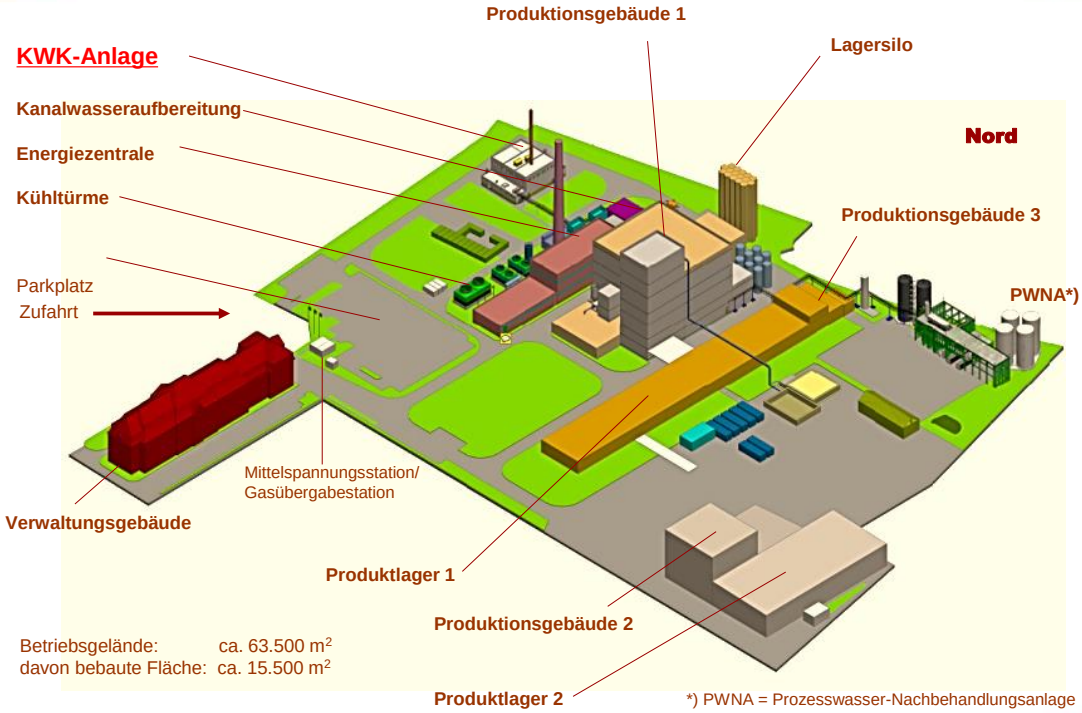
Anteil Kaffeetrinker in D, die regelmäßig Filterkaffee trinken:	**65,7%**
Anteil Kaffeetrinker in D, die regelmäßig Instantkaffee trinken:	**16,4%**
Anteil löslicher Kaffee an insges. getrunkenen Tassen:	**7,6%**

➔ **Absatz in D: ca. 500.000 t/a RöKa**
ca. 25.000 t/a LöKa

DEK Berlin – Darstellung der Herstellung



DEK Berlin – Darstellung Betriebsgelände



Betriebsgelände: ca. 63.500 m²
davon bebaute Fläche: ca. 15.500 m²

*) PWNA = Prozesswasser-Nachbehandlungsanlage

DEK Berlin - KWK-Anlage / Dampf- und Stromerzeugung

Gebäude
(Planung vs. Real)

Anlagentechnik

Zahlen – Daten – Fakten: Die Politik

Großinvestition DEK Berlin

Grund: gesetzliche Rahmenbedingungen

Förderung gemäß KWK / EEG 2012 (30.000 VBh / Befreiung EEG-Umlage) → Investition < 4 Jahre

Beginn der Planung: Mrz.2012

Abschluss der Entwurfsplanung: Okt.2012

➔ **Investitionsentscheidung!**

Einreichung Unterlagen beim Landesamt: Mrz.2013 / Überarbeitung: Juli 2013

Feb.2014 - EEG-Reform (EEG 2.0)

Gabriel will verhindern, dass immer mehr Firmen in eigenen Kraftwerken selbst Strom erzeugen, um sich die Kosten aus der Ökostromumlage zu sparen. Dieses Verhalten sei unsolidarisch, weil die Ausfälle die übrigen Verbraucher schultern müssen. Nach Gabriels Plänen sollen Unternehmen für Stromproduktionsanlagen, die bis 2013 ans Netz gegangen sind, einen „Energie-Soli" von knapp 1 Cent je kWh zahlen. Bei künftigen Anlagen sollen über 5 Cent fällig werden.

Gabriels EEG-Reform soll Anfang April vom Kabinett beschlossen und zum 1. August 2014 in Kraft treten!

Schreiben an Florian Post (MdB): 12.03.2014 → Bestandsschutz bei Genehmigung/warme IBN vor 01.08.2014!?

Antwort Sigmar Gabriel (Minister für Wirtschaft und Energie): 27.05.2014

Zahlen – Daten – Fakten: Weitere Ereignisse

Weitere Ereignisse 2014: Generatortausch - Netzumstellung 6 kV / 10 kV

Einheiten- / Anlagenzertifikat (BDEW-Richtlinien Umsetzung Forderung Netzstützung, etc)

Plan: Netzanschluss KWK-Anlage mit 10 kV im Mai 2014 während Werksrevision DEK-B

IST: VATTENFALL/Stromnetz Berlin neuer Termin Nov. 2014

→ Antrag NVP Netzverträglichkeitsprüfung 2013 für beide Spannungsfälle (kein Einheiten- u. Anlagenzertifikat)

→ Leih-Generator 6,6 kV → Bestandteil der Netzverträglichkeitsprüfung 2013

→ **Einheitenzertifikat sowie Anlagenzertifikat** nicht erforderlich (verm. Mehrkosten +150 T€!!!)

→ Terminverzug der Spannungsumstellung Kosten Netzersatzaggregate 8 MVA DEK-B

→ Antragstellung BAFA auf Zulassung der KWK-Anlage und Mitteilung Aufnahme Dauerbetrieb

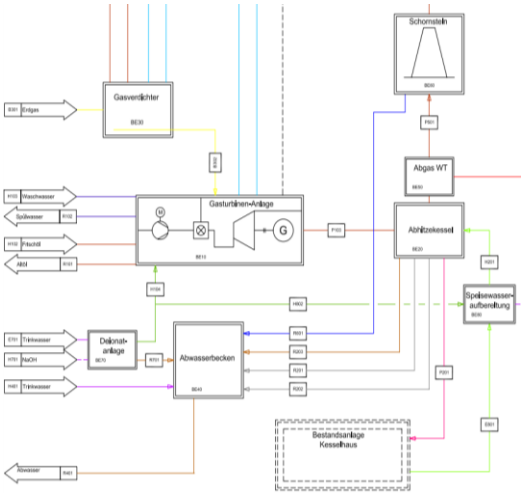
Zulassungsbescheid mit Wirkung vom **31.07.2014** als **hocheffiziente Neuanlage** gem. § 5 Abs. 2 KWKG

KWK-Anlage - Grundlagen und Auslegung

Grundlagen und Auslegung - Planungsprozess und Entscheidung

- DEK Berlin = 4-Schichtbetrieb ganzjährig produzierend / Werk mit hoher Auslastung
- Stromeigenerzeugung zur Steigerung Wettbewerbsfähigkeit (KWK-Förderung)

→ Entscheidung 2012 für Errichtung einer KWK-Anlage als Mittellast- und Spitzenlasterzeuger (Dampfversorgung)



- *BE 10 Gasturbinen-Anlage*
- *BE 20 Abhitzekessel mit Economizer*
- *BE 30 Gasverdichter (5-9 bar auf 18 barü)*
- *BE 40 Abwasseranlage (Konzentrat und Kesselabschlämmung)*
- *BE 50 Abgas-WT (Effizienzsteigerung)*
- *BE 60 Schornsteinanlage*
- *BE 70 VE-Wasseraufbereitung*
- *BE 80 Speisewasseraufbereitung*
- *Elektroanlagen (Schaltanlage, Trafo, IS-Begrenzer 400V, etc.)*
- *Gebäude / Maschinenhalle*
- *Medienanbindung und –trassierung (Gastrasse, Mittelspannung, Dampf, Kondensat, Wasser und Abwasser)*

Vorteile DEK Berlin durch die langjährige Standorttradition (energieintensiver Partner):

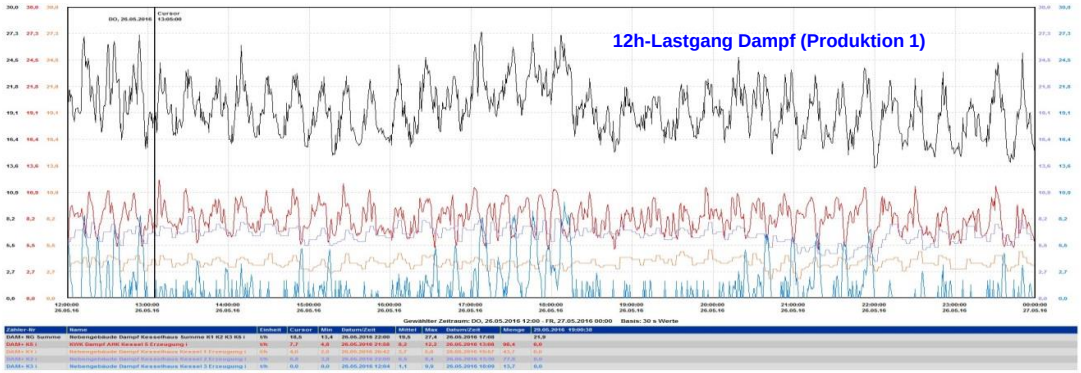
- Gasverbraucher (Zweitgrößter Gasag-Kunde)
- Wasserverbraucher (Größter Einzelwasserverb.)
- Sonderkunde Strom (Direkt Anbindung UW)

KWK-Anlage - Kennwerte und Betriebsdaten

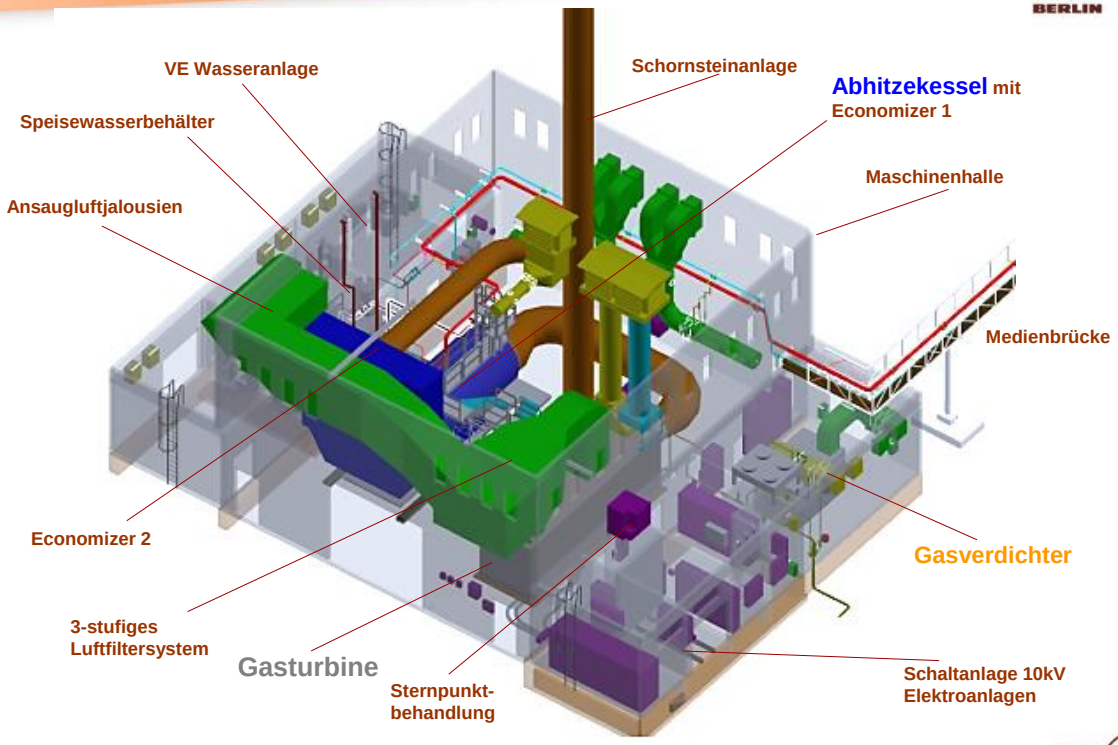
BE 10 Gasturbinen-Anlage

- Fabrikat/Typ: Centrax CX-501-KB5 (Rolls Royce)
  - Betriebsweise: Dauerbetrieb, wärme-/stromgeführt
  - max. Feuerungswärmeleistung: 16,2 MW (-20° C)
  - elektr. Klemmenleistung: 4,7 MW (-20° C)
  - elektr. Wirkungsgrad: >= 29 % (-20° C)
- Abhitzekessel: VKK Standardkessel
  - Sattdampfmassenstrom 12 t/h bei 19 barü
  - Brennstoff Erdgas H
  - kein Bypass / kein Notkamin

- Flugzeugturbine / NOx Wassereindüsung
- Startzeit der KWK-Anlage 12-13 Minuten
- Lastbereich 10-100% der Nennleistung
- kürzeste Reaktionszeiten auf Lastwechsel



KWK-Anlage – Planungs- und Bauphase



KWK-Anlage – Kennzahlen der Investition

Investition KWK-Anlage / Neue Dampf- und Stromerzeugung

Kennzahlen	**PLAN (2013)**	**IST (2014)**
▪ **elektr. Leistung:**	4 MW (bei 10° C)	3,0 bis 4,7 MW
▪ **thermische Leistung**	11 t Dampf/h	12 t Dampf/h
▪ **Investitionen**		
▪ KWK-Anlage:	6,5 Mio. €	6,9 Mio. €
▪ Mittelspannungsstation:	0,4 Mio. €	0,3 Mio. €
▪ **Gesamtinvestition**	**6,9 Mio. €**	**7,2 Mio. €**
▪ **Inbetriebnahme:**	Juli 2014	Juli 2014

⇨ **Sicherung der <u>alten</u> Regelung zur EEG-Befreiung durch Aufnahme Dauerbetrieb bis zum 31.07.2014**

⇨ **Sicherung Grundlage der Wirtschaftlichkeit „Vermeidung EEG Zahlungen“** (betrachtet auf 15 Jahre Nutzungszeit)

▪ **Amortisationszeit**: **Ziel < 4 Jahre**

⇨ **Was ist zum Erreichen der Wirtschaftlichkeit und Kennzahlen noch erforderlich?**

KWK-Anlage – Bestandteile Wirtschaftlichkeit

Bestandteile der Wirtschaftlichkeit KWK-Anlage

- Brennstoffkosten sowie Wartungs- und Instandhaltungskosten
- Verfügbarkeiten und Laufzeiten der einzelnen Aggregate → Gesamtlaufzeit KWK-Anlage
  - Erforderliche Stillstände (geplante Stillstände) / wiederkehrend in Intervallen

Wartungsintervalle				
Gasturbine	2.000 Bh	8.000 Bh	36.000 Bh	120.000 Bh
Gasverdichter	4.000 Bh	8.000 Bh	24.000 Bh	60.000 Bh
Kesselanlage (Revision, ZüS)	6 Monate	6 Monate	3 Jahre	9 Jahre
Löschanlage Gasturbine	6 Monate	6 Monate	2 Jahre	
Löschanlage Gasverdichter	6 Monate	6 Monate	2 Jahre	

- **Kosten- und Betriebssicherheit** →Abschluss von Wartungsverträgen (mit zugesicherte Eigenschaften, Laufzeiten sowie Gewährleistung)

Vertraglich vereinbarte Verfügbarkeiten

- Gasturbine CMC 97%
- Gasverdichter AMC 97%
- Abhitzekessel AMC 98%
- Elektroanlagen AMC 98%
- **Gesamtverfügbarkeit (rechnerisch)** **<u>90,4 % (geplant + ungeplant)</u>**
  - ⇨ Zielstellung Betreiber für KWK-Anlage Plan >= 95 % (geplant + ungeplant)

⇨ **Was haben die KWK-Anlage und der Betreiber die Betriebsjahre 2014-2018 erreicht?**

KWK-Anlage – Bestandteile Wirtschaftlichkeit

Verfügbarkeit der KWK-Anlage – Geplante Stillstände

- Spannungsumstellung von 6 auf 10 kV im November 2014
  - Austausch Generator Gasturbine 6,3 auf 10,5 kV
  - Durchführung Tests für Inselbetrieb
  - Parametrieren neue Schutzeinstellungen

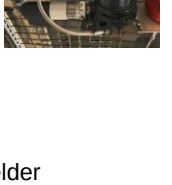
- Werksrevision 2017 mit Stillstand KWK-Anlage ~2,5 Wochen
- Kesselrevision und ZüS (Äußere Prüfung, wiederkehrend halbjährlich)
- Geplante Wartungen Gasturbine (2.000 Bh und 8.000 Bh)
- Geplante Wartungen Gasverdichter (4.000 Bh und 8.000 Bh)

⇨ **<u>Geplante</u> Stillstände in Summe rund 850 Stunden im Zeitraum 2014-2018**

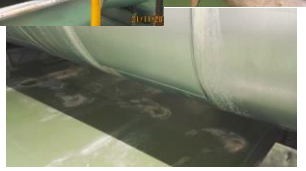
KWK-Anlage – Bestandteile Wirtschaftlichkeit

Verfügbarkeit der KWK-Anlage – Ungeplante Stillstände

- Allgemeine Probleme der Inbetriebnahme im 1. Betriebsjahr 2014
  „Kinderkrankheiten“: wie z.B. Vereisung Zuluftfilter, falsche Schutzparametereinstellung durch Netzbetreiber, Kabelbruch, etc.



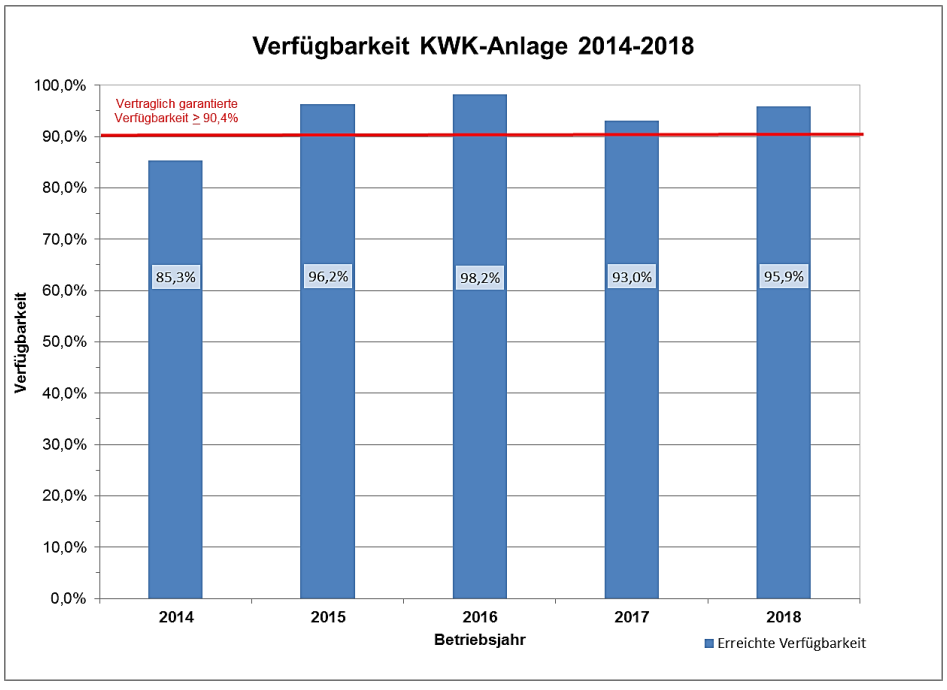
- Defekte Industrie-PC HMI
- Rissbildung Brennkammer
- Undichtigkeiten Abgassystem bzw. Abgasflansch sowie abgebrannter Abgaskompensator DN1600
- Brand-/Gasdetektion – defekte Infrarot-Thermomelder
- Gasverdichter – Ölverlust über neue revisionierte Kompressoreinheit



- Spannungsausfälle im vorgelagerten Mittelspannungsnetz und neuem Umspannwerk (vermehrtes Auftreten von Spannungseinbrüchen „Stromwischern“, Brand in UW, etc.)

⇨ **<u>Ungeplante</u> Stillstände in Summe rund 900 Stunden im Zeitraum 2014-2018**

KWK-Anlage – Bestandteile Wirtschaftlichkeit



KWK-Anlage – Kennzahlen der Investition

Verfügbarkeit und Laufzeit der KWK-Anlage

- **Laufzeiten Betriebsjahre 2014 bis 2018**
  - IST: 31.093 Betriebsstunden (mit 242 Starts/Stopps)
  - Plan: 95,0% Jahresverfügbarkeit
  - Erreicht: **95,9%** Jahresverfügbarkeit (ohne Werksrevision 2017 mit 2,5 Wochen)

Betriebsjahr	2014	2015	2016	2017	2018	Gesamt
Jahresstunden	3.673	8.760	8.784	8.760	2.879	**32.856**
Betriebsstunden	3.133	8.430	8.622	8.147	2.761	**31.093**
Erreichte Verfügbarkeit	85,3%	96,2%	98,2%	93,0%	95,9%	**94,6%**
Vertragliche Jahresverfügbarkeit (rechnerisch)	90,2%	90,2%	90,2%	90,2%	90,2%	

- **Energiemengen Betriebsjahre 2014 bis 2018**
  - Strommengen (brutto): 98.500 MWh(el.) → 3,2 MW(el.) 77,8% Last
  - Brennstoffmengen: 373.000 MWh(Hi) → 12,0 MW(Hi)
    - elektr. Wirkungsgrad → 26,3% (= Vertragswert)

- **KWK-Förderung:** 23.600 Vollbenutzungsstunden erreicht (ca. 78% Förderdauer)

Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassung der bisherigen Betriebserfahrungen

- Anlagenkonfiguration passt zum Bedarf zur DEK
  - Produktionsbedarf Strom/Wärme
  - Sehr gute Regelbarkeit (Gasturbine agiert vergleichbar mit typischen Gasbrenner)
- Erhöhung der Versorgungssicherheit (Elektro- und Dampfbereitstellung) - netzstabilisierend
- Reduktion der Energiebezugskosten
- KWK-Förderung fester Bestandteil der Amortisation (Invest-Kosten)
- zuverlässiger Betriebszustand nach kürzester Zeit / kurz nach IBN erreicht

Ausblick auf die kommenden Betriebsjahre

- Potential Elektroenergie nutzen - Überschussstrom vorhangen
- Gutschrift neue Verbraucher, z. B. neue Produktionsanlagen (Benchmark Strom/Dampf)
- Ersatzteilpakete und Wartungsverträge optimieren (Ende Laufzeit 60 Monate bzw. 40.000 Bh)
- Primärenergieeinsatz optimieren bzw. -einsparung steigern
  - Erhöhung des Brennstoffnutzungsgrades - Einbindung Eco II (Heißwassernutzung 1,5 MW)
- Erhöhung Laufzeit und Reduzierung des Fremdstrombezug – Optimierung Lastgänge

Ja zu KWK?

Förderung / Förderdauer EEG / KWK:- Wie geht es weiter???
01.01.17: EEG 2017 - nach Modernisierung bei Bestandsanlagen fallen 20% der EEG-Umlage an
19.12.17: BMWi – Bestandschutz! Aber wie lange?
08.05.18 EU-Kommission – Kompromissverschlag / Einigung BMWi

Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit!

ASUE
Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.

bayerngas energy

H_2 combustion and additive manufacturing of burners

Prof. Larfeldt, Siemens

Siemens Industrial Turbomachinery AB
Finspong, Sweden, Major exporter

SIEMENS
Ingenuity for life

Since the start in 1913

> 1000 Gas Turbines

~ 2,300 steam turbines
~ 50 power plants

2,750 employees

- Sales to Execution
- R&D
- Manufaturing, Packaging
- Service

95% is exported

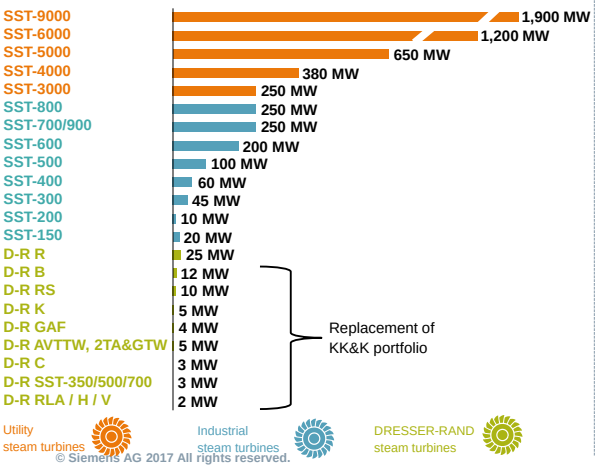
We export turbines across the globe, so far to more than 100 countries

© Siemens AG 2017 All rights reserved.

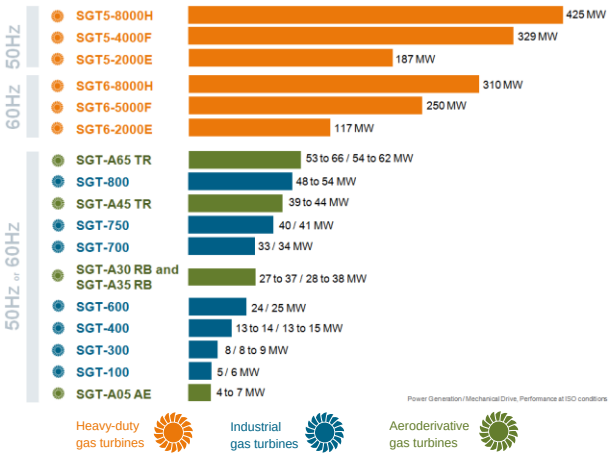
Siemens turbine portfolio
The right turbine for every requirement

SIEMENS
Ingenuity for life

Steam Turbines



Gas Turbines

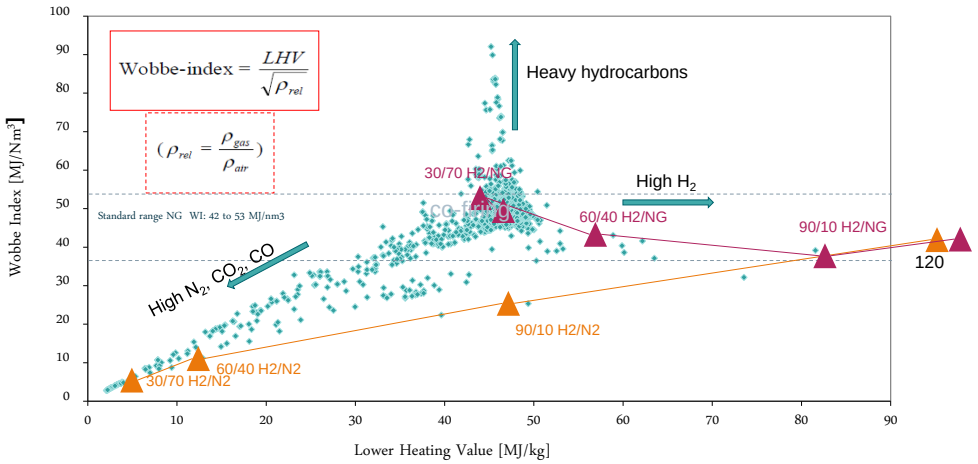


© Siemens AG 2017 All rights reserved.

Fundamentals on H_2 co-firing

Fuel map

SIEMENS
Ingenuity for life

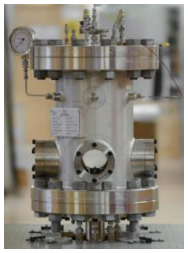


© Siemens AG 2017 All rights reserved.

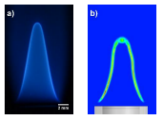
Fundamentals on H_2 co-firing

H_2 has ten times higher flame speed compared to natural gas

SIEMENS
Ingenuity for life

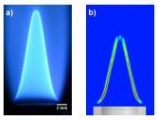


CH_4-air flame
p=1 atm
equivalence ratio Φ=1.3



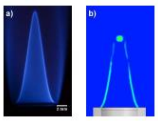
Flow speed: 115 cm/s
Laminar burning velocity: 27 cm/s

CH_4(65%)-H_2(35%)-air flame
p=1 atm
equivalence ratio Φ=1.3



163 cm/s
34cm/s

CH_4(65%)-H_2(35%)-air flame
p=5 atm
equivalence ratio Φ=1.3



65 cm/s
15 cm/s

CH radical distribution from flame modeling

Steady-state 2D laminar flow simulations using Ansys Fluent V17.1 with finite-rate chemistry using species transport and chemistry mechanism Z42 + three extra reactions for hydrogen combustion:

$H_2+O2=>H+HO_2$ [13]

$H_2+M=>H+H+M$ [14]

$HO_2+H_2=>H_2O_2+H$ [15]

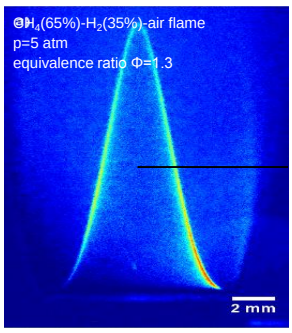
A. Larsson, N. Zettervall, T. Hurtig, E.J.K. Nilsson, A. Ehn, P. Petersson, M. Alden, J. Larfeldt, C. Fureby, Energy Fuel, 31 (2017) 1904-1926

© Siemens AG 2017 All rights reserved.

Fundamentals on H_2 co-firing

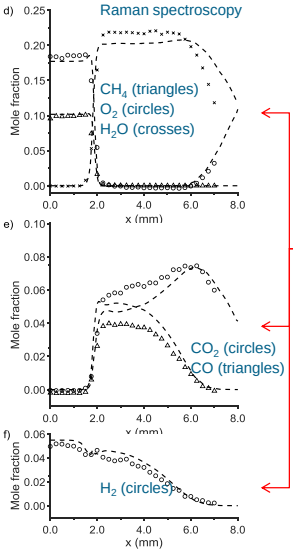
SIEMENS
Ingenuity for life

CH_4(65%)-H_2(35%)-air flame
p=5 atm
equivalence ratio Φ=1.3

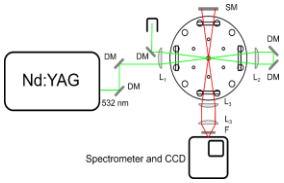


C. Brackmann, J. Gao, A. Abou-Taouk, H. Kim, E. J.K. Nilsson, Z. Li, J. Larfeldt; M. Aldén, "Experimental and modeling study of hydrogen-methane combustion in premixed laminar flames". **To be presented at** 37th international symposium on combustion, Dublin, 2018

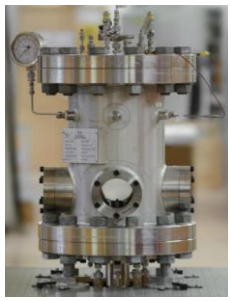
Experimental data from Raman spectroscopy



Line profiles from flame modeling



Schematic of Raman spectroscopy setup

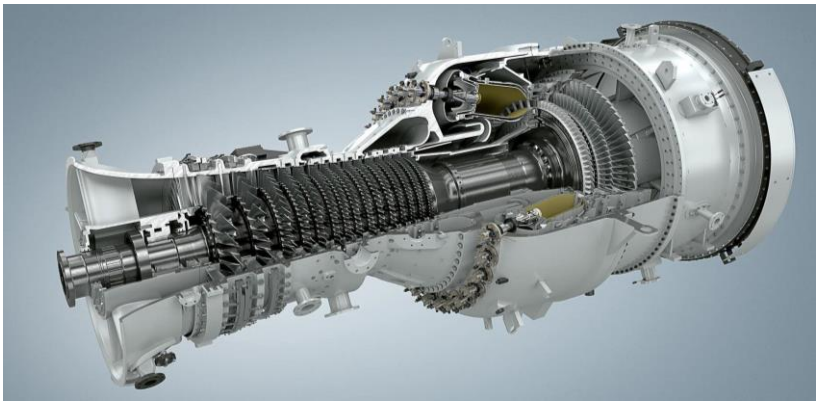


© Siemens AG 2017 All rights reserved.

Industrial gas turbine
SGT-800 / 57MW core engine

SIEMENS
Ingenuity for life

- 30 DLE burners of so called 3rd generation in an annular combustor
- Air entering combustor with about 20 bar and 430°C

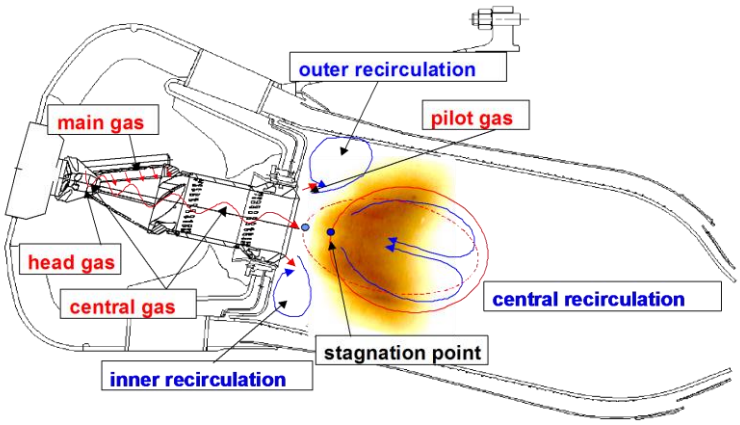


- Fleet Reliability: 99.6%
- Fleet Availability: 97.7%

© Siemens AG 2017 All rights reserved.

SGT-800
Combustor

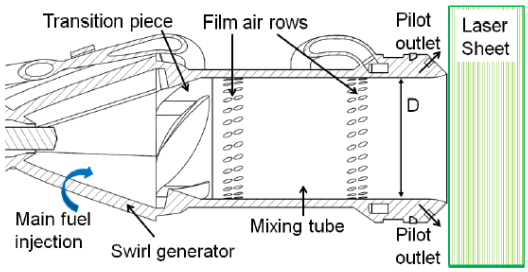
SIEMENS
Ingenuity for life



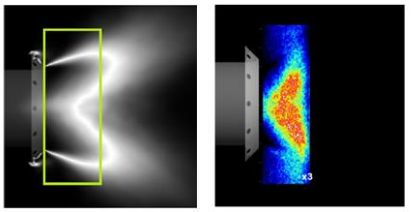
© Siemens AG 2017 All rights reserved.

From fundamentals to real engines
Atmospheric combustion rig test

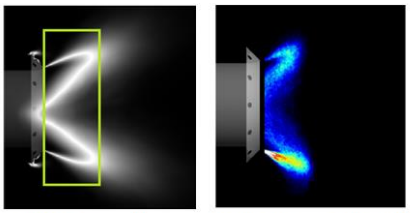
SIEMENS
Ingenuity for life



Moëll, Lörstad and Bai,
GT2018-76434, Proc of ASME Turbo Expo 2018, June 11-15, 2018, Oslo



a) 0% H_2 numerical b) 0% H_2 measured radicals

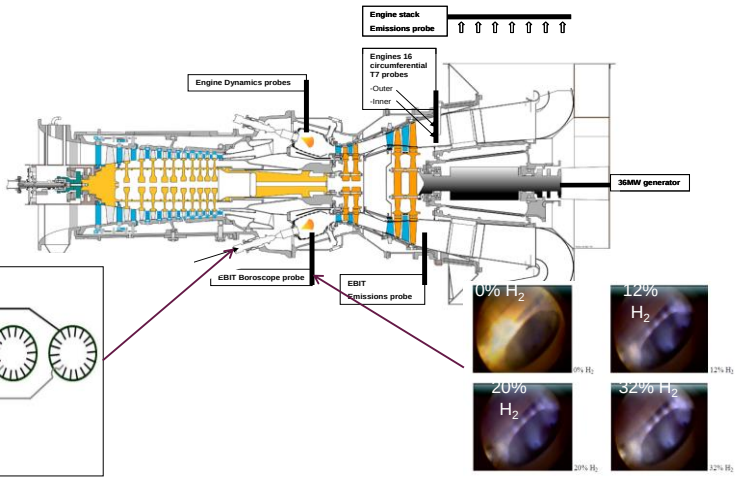


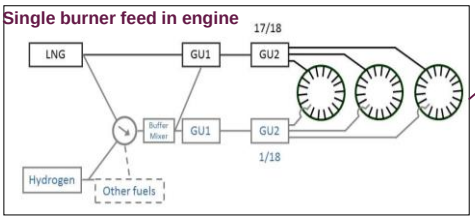
c) 80% H_2 numerical d) 80% H_2 measured radicals

© Siemens AG 2017 All rights reserved.

From fundamentals to real engines
Pressurized single burner test

SIEMENS
Ingenuity for life



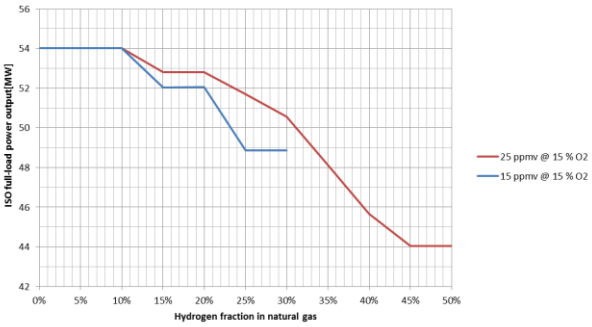


© Siemens AG 2017 All rights reserved.

Full-scale hydrogen test
SGT-800 string test August 2017, Finspong, Sweden

SIEMENS
Ingenuity for life

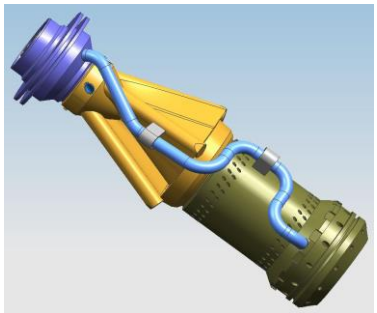
- 2 test days: 2.8 tonnes H2 @210 bar
- Standard SGT-800 burner with minor modification
- Focus on NOx emission performance for customer guarantee
- -> In practice the NOx penalty will be less significant at part load since H_2 has such stabilizing effect.



© Siemens AG 2017 All rights reserved.

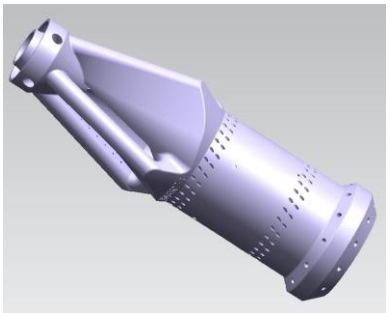
Additive manufacturing of SGT-600/700/800 standard burner
Rapid prototyping speeds up development

SIEMENS
Ingenuity for life



Traditionally manufactured burner front

– 13 machined parts, joined by 18 welds.
– External pilot gas feed
– Weight: 4.5 kg



SLM adapted burner front

– 1 single part
– Pilot gas feed integrated in structure
– Lead time reduction of >75%
– Weight: 3.6 kg

© Siemens AG 2017 All rights reserved.

Fuel flexibility of Siemens industrial gas turbines

SIEMENS
Ingenuity for life

Gas Fuel Constituennts	SGT-800	SGT-750	SGT-700	SGT-600
	mole%	mole%	mole%	mole%
Methane, CH4	100	100	100	100
Ethane, C2H6	100	70	100	100
Propane, C3H8	100	100	100	100
Butanes and heavier alkanes, C4+	15	15	15	15
Hydrogen, H2	50	15	55	60
Carbon monoxide, CO	40	40	40	40
Inerts, N2/CO2	50/40	50/40	50/40	50/40

source: Infraserv Höchst

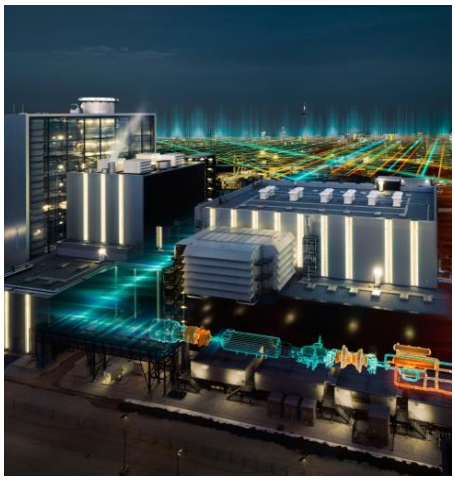
Future work

- SGT-600 test >75 vol% H_2 co-firing (Aug 2018)
- Co-firing H_2 in SGT-800 at Industriepark Höchst, Frankfurt under discussion.
- Burner design for 100% H_2 to be tested (ongoing R&D).
- SGT-750 laboratory scale burner tests for NH_3 / N_2 / H_2 mixtures together with university and oil&gas industry

© Siemens AG 2017 All rights reserved.

Thank you

SIEMENS
Ingenuity for life



Professor Jenny Larfeldt
Senior Combustor Expert
PG PR R&D GTP GTI

Slottsvagen 3
612 38 Finspång

Phone: +46 122 82 789
Mobile: +46 70 180 14 147

E-mail:
jenny.larfeldt@siemens.com

siemens.com

© Siemens AG 2017 All rights reserved.

ASUE
Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.

bayerngas energy

Entwicklung der Low-NO_x Micro-Mix H_2-Brennkammer für Industriegasturbinen

Herr Adjili, Kawasaki

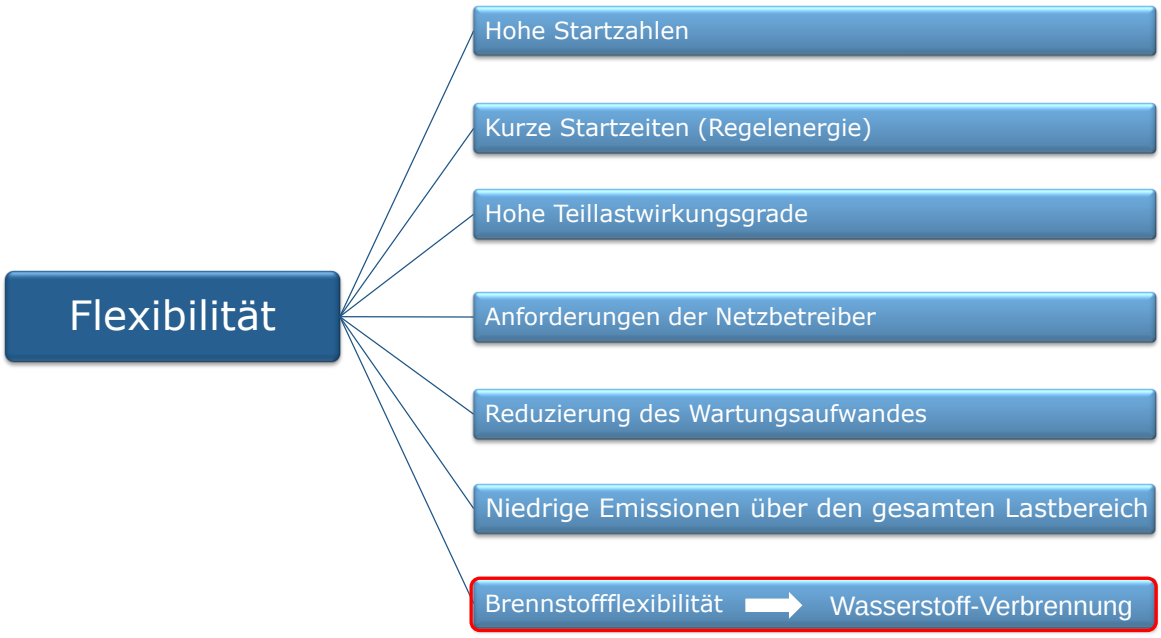
Entwicklungen zur Steigerung der Flexibilität von Industriegasturbinen

ASUE - Expertenkreis Gasturbinentechnik
Juni, 2018
Shahrad Adjili

Kawasaki
Powering your potential

Anforderungen moderner Gasturbinen

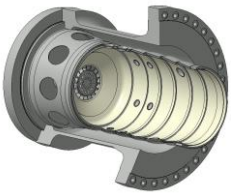
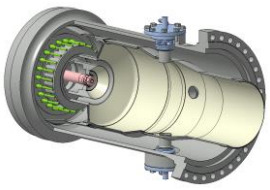
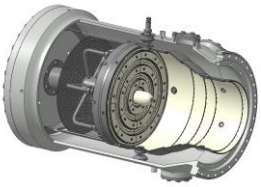
Erhöhte Anforderungen an Flexibilität von Gasturbinen



© 2017 Kawasaki Heavy Industries, Ltd. All Rights Reserved

Entwicklungen zur Wasserstoff-Gasturbine @ KHI

Verfügbare Technologien zur Wasserstoff-Verbrennung

Brenner-konfiguration	Diffusionsbrenner	DLE-Brenner für Erdgas	DLE-Brenner für H_2
Wasserstoff-Verbrennung	Diffusionsflamme	Vormischflamme (Supplemental Burner)	Kleine Diffusionsflamme
NOx-Reduktion	Wasser/Dampf "feucht"	"trocken"	"trocken"
max. H2-Anteil	100 vol%	60 vol%	100 vol%

© 2017 Kawasaki Heavy Industries, Ltd. All Rights Reserved

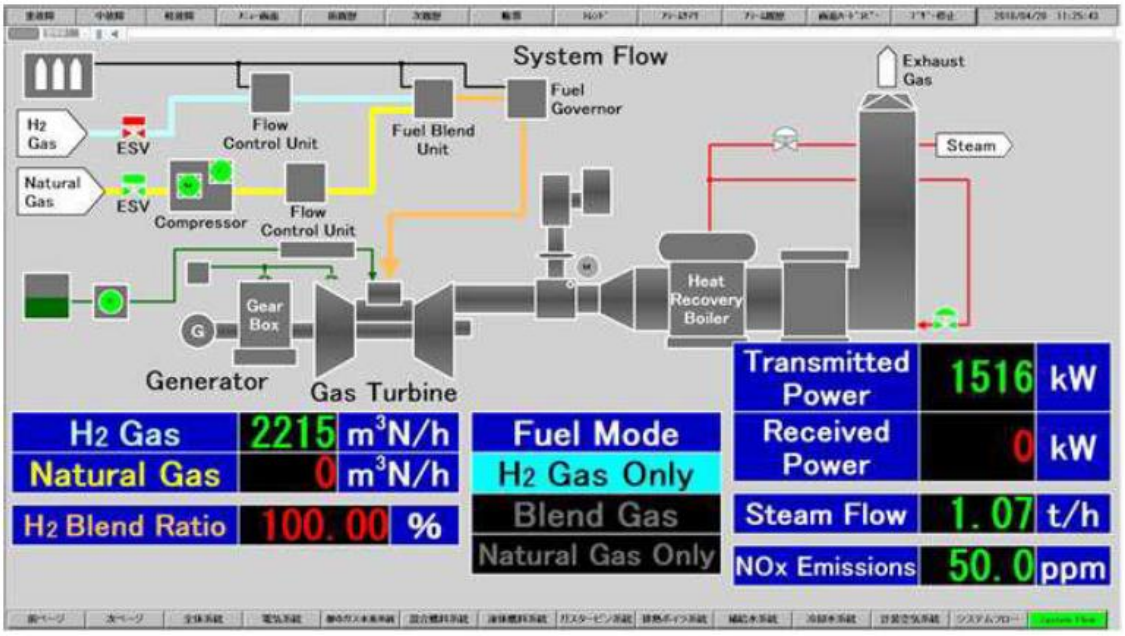
Entwicklungen zur Wasserstoff-Gasturbine @ KHI

Erste KWK-Anlage mit Wasserstoff-Verbrennung in Kobe/Japan

© 2017 Kawasaki Heavy Industries, Ltd. All Rights Reserved

Entwicklungen zur Wasserstoff-Gasturbine @ KHI

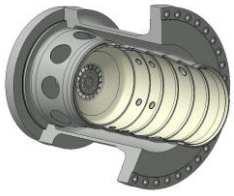
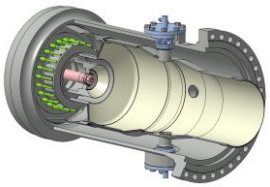
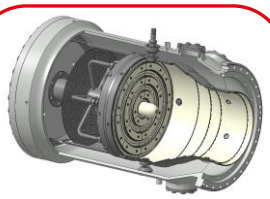
Prozess-Steuerungsschaubild der KWK-Anlage in Kobe/Japan



© 2017 Kawasaki Heavy Industries, Ltd. All Rights Reserved

Entwicklungen zur Wasserstoff-Gasturbine @ KHI

Verfügbare Technologien zur Wasserstoff-Verbrennung

Brenner-konfiguration	Diffusionsbrenner	DLE-Brenner für Erdgas	DLE-Brenner für H_2
Wasserstoff-Verbrennung	Diffusionsflamme	Vormischflamme (Supplemental Burner)	Kleine Diffusionsflamme
NOx-Reduktion	Wasser/Dampf "feucht"	"trocken"	"trocken"
max. H2-Anteil	100 vol%	60 vol%	100 vol%

© 2017 Kawasaki Heavy Industries, Ltd. All Rights Reserved

Entwicklungen zur Wasserstoff-Gasturbine @ KHI

Forschungs- und Entwicklungsteam

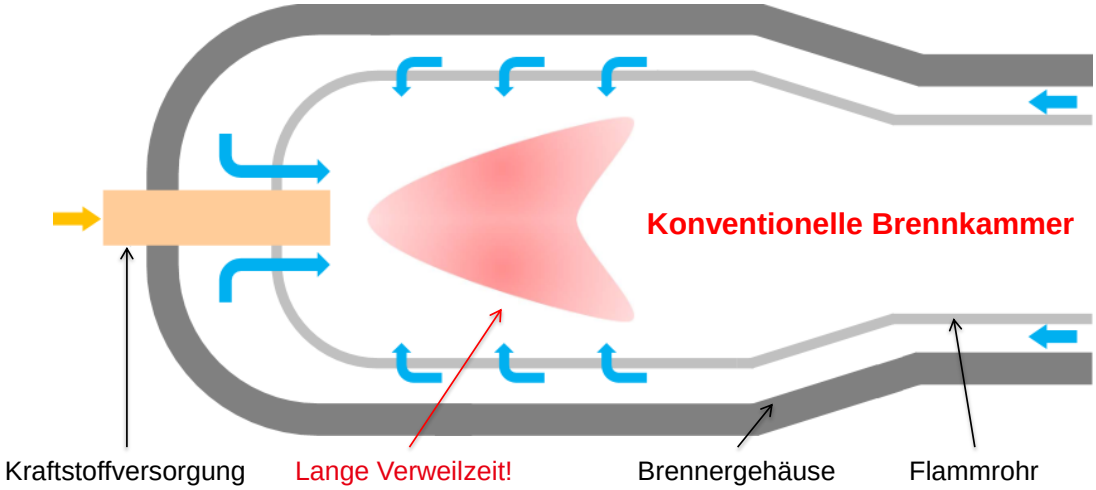
Beginn der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten am Brenner in 2010 unter enger Zusammenarbeit der o. a. Beteiligten.

© 2017 Kawasaki Heavy Industries, Ltd. All Rights Reserved

Lösungsansatz zur Brennerentwicklung

Lösungsansatz zur Entwicklung der Micro-Mix-Verbrennungstechnik

NOx = f (Temperatur, Verweilzeit)



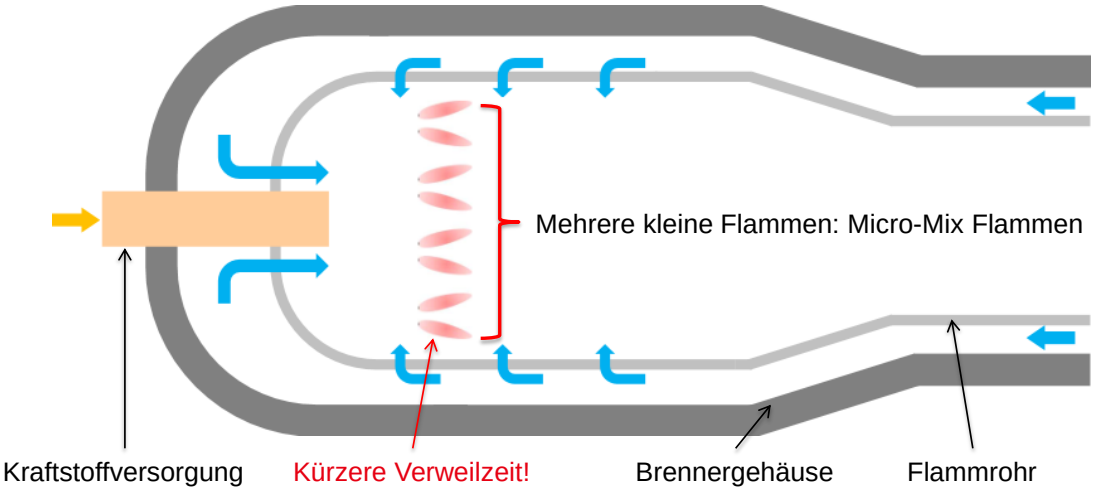
© 2017 Kawasaki Heavy Industries, Ltd. All Rights Reserved

Lösungsansatz zur Brennerentwicklung

Lösungsansatz zur Entwicklung der Micro-Mix-Verbrennungstechnik

Lösungsvorschlag → Miniaturisierung der Flamme

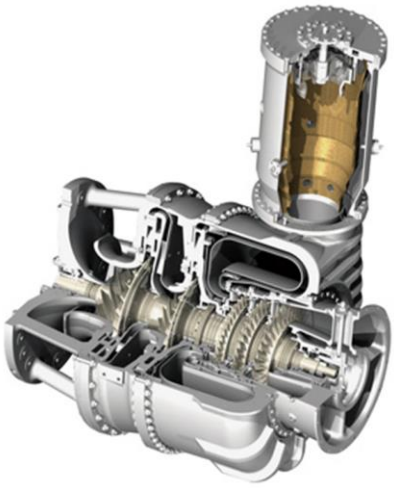
1. **Verkürzung der Verweilzeit**
2. **Optimierung der Vermischung**



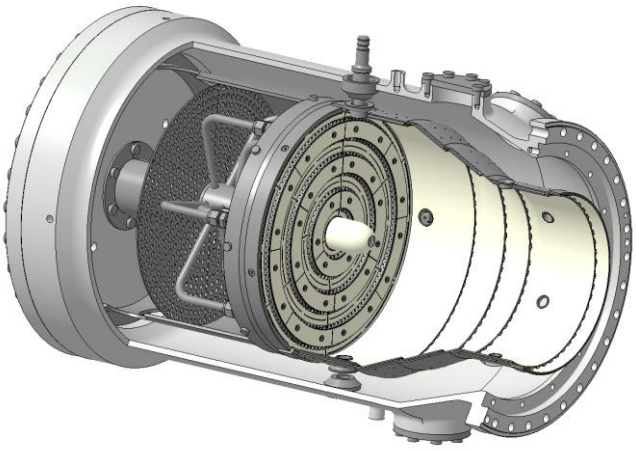
© 2017 Kawasaki Heavy Industries, Ltd. All Rights Reserved

Prototyp des Brenners am Beispiel der Kawasaki Gasturbine M1A-17D

Design des Brenners für die Gasturbine M1A-17D



Kawasaki Gasturbine M1A-17D



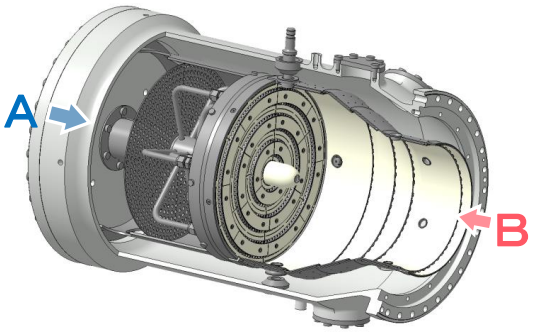
Brenner-Prototyp der M1A-17

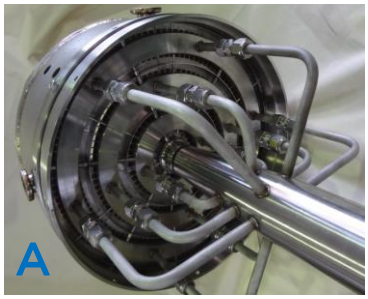
- Beibehaltung des ursprünglichen Brennergehäuses
- Drei H2-Versorgungsringe
- 430 Injektionsbohrungen

© 2017 Kawasaki Heavy Industries, Ltd. All Rights Reserved

Prototyp des Brenners am Beispiel der Kawasaki Gasturbine M1A-17D

Brenner-Prototyp





© 2017 Kawasaki Heavy Industries, Ltd. All Rights Reserved

Zusammenfassung

- Entwicklung und Design des Low NOx Micro-Mix-Brenners erfolgreich abgeschlossen
- Prototypenentwicklung für und Anwendung des Low NOx Micro-Mix-Brenners an der Kawasaki Industriegasturbine M1A-17 erfolgreich abgeschlossen
- Niederdrucktest erfolgreich durchgeführt:
  Erreichte NOx-Werte unter 20 ppm (O2-15%) am Designpoint.
- Nächste Schritte:
  Einsatz des Micro-Mix-Brenners unter echten Betriebsbedingungen und weitere Optimierungen

© 2017 Kawasaki Heavy Industries, Ltd. All Rights Reserved

“Global Kawasaki”
Kawasaki
Powering your potential

ASUE
Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.

bayerngas energy

Neues von den Herstellern

Herr Walter, MAN

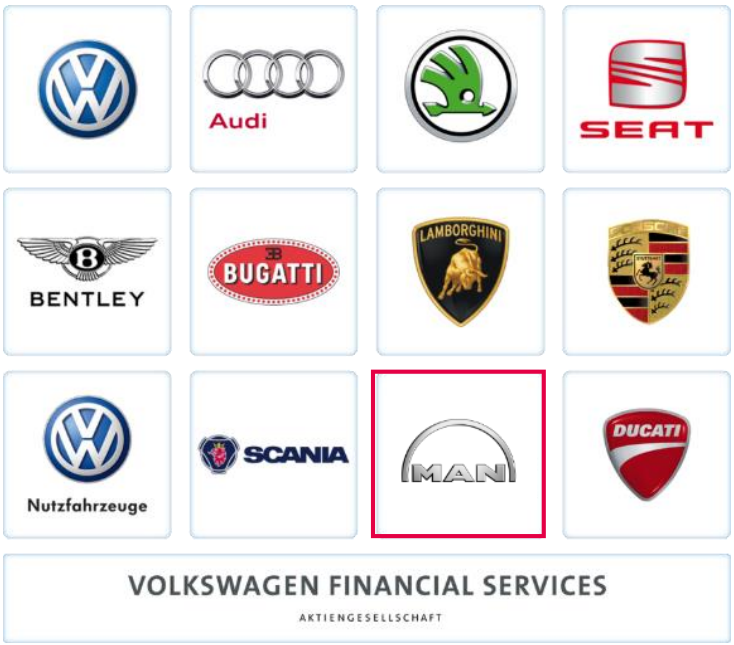
ASUE “Expertenkreis Gasturbinentechnik”

Disclaimer

All data provided in this document is non-binding.

This data serves informational purposes only and is especially not guaranteed in any way. Depending on the subsequent specific individual projects, the relevant data may be subject to changes and will be assessed and determined individually for each project. This will depend on the particular characteristics of each individual project, especially specific site and operational conditions.

Volkswagen Group
12 brands



MAN Group
Key Figures 2017

MAN SE

Business areas	**Commercial Vehicles** / **Power Engineering**
Divisions	**MAN Truck & Bus** – Revenue '17: € 10 bn
	MAN Latin America – Revenue '17: € 1.1 bn
	MAN Diesel & Turbo – Revenue '17: € 2.8 bn
	Renk (76 %) – Revenue '17: € 0.5 bn
Investments	**Sinotruk** (25.0 % +1 share), **Scania** (17.4 %*)

* Voting rights

The MAN Group in 2017: €14.3 billion revenue, 54,297 employees

Organizational structure

Three Strategic Business Units

Executive Board

Group Functions

Strategic Business Units

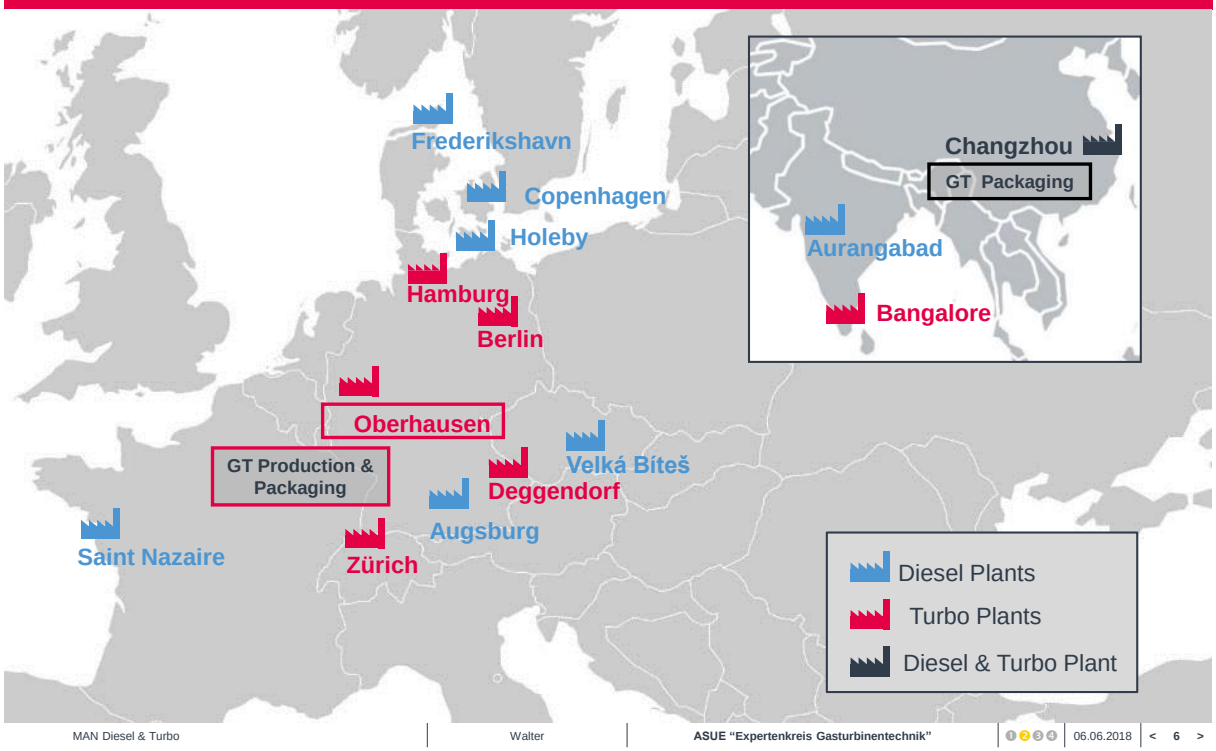
Engines & Marine Systems	Power Plants	Turbomachinery

Sites

International Group Companies

Design and Production network

MAN Diesel & Turbo sites in Europe and Asia



MAN Diesel & Turbo

Comprehensive applications in diverse industry areas

MDT Product Portfolio

Engines / Turbines / Compressors / Reactors

MDT Product Portfolio
Base for Solution Providing

Machinery Product Portfolio – Base for Solution Providing

- **Hybrid & Microgrid Solutions**

EMS /Controls

GT Unit

Batteries

WHRU

Hybrid / Renewables

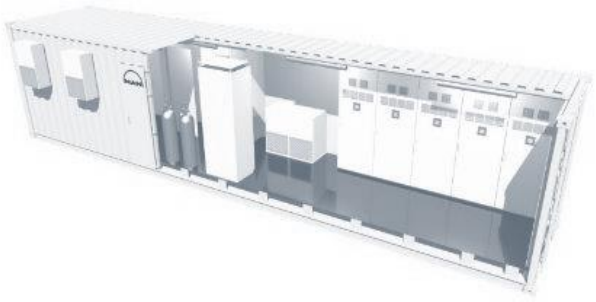
- **Simple Cycle & Combined Cycle Power Plants**

Simple Cycle

Combined Cycle

MAN Energy Storage
Product portfolio Li-ion systems

Complete battery storage systems on a plug & play basis



- 40 ft container (indicative):
  - Battery only:
    up to 4.6 MWh
  - Combined battery and power electronics:
    approx. 2.9 MW / 2.9 MWh
- Configuration may vary based on application (power vs. energy focus)
- Multiple containers to be combined to larger storage system

MAN Gas Turbines
Portfolio

THM1304-10/12N

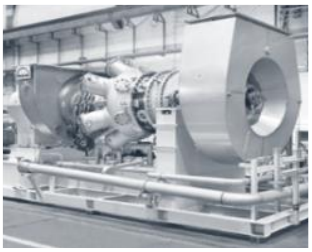
10 – 11.5 MW (el)

MGT6000 Series

MGT6000
single shaft

6.63 MW (el)

MGT6000
twin shaft



6.9 MW (mech)

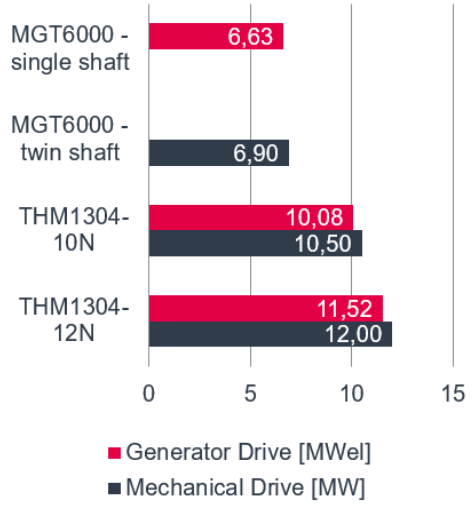
Reliable, efficient and most modern industrial gas turbines

Made in Germany

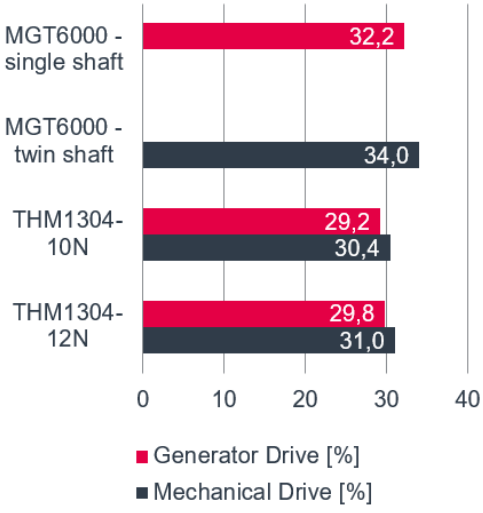
MAN Gas Turbines
Portfolio

Typical Performance Data

POWER



EFFICIENCY



MGT6000 Gas Turbine Series

Performance Data

Specification	Unit	MGT6000
Power Output ISO Cond. (15 °C, sea level, no losses)	kW_{el}	6,630
Efficiency 100 % load, ISO Cond. (15 °C, sea level, no losses)	kJ/kWh_{el} $\%_{el}$	11,190 32.2
Exhaust Gas Mass Flow	kg/s	26.2
Exhaust Gas Temperature	°C	505
NOx Emissions*	mg/Nm^3 ppm	30 15
CO Emissions*	mg/Nm^3 ppm	< 30 < 24

* ref. to 15% O2,dry

MGT6000 Gas Turbine Series

MGT6000 single shaft Design Features

Compressor

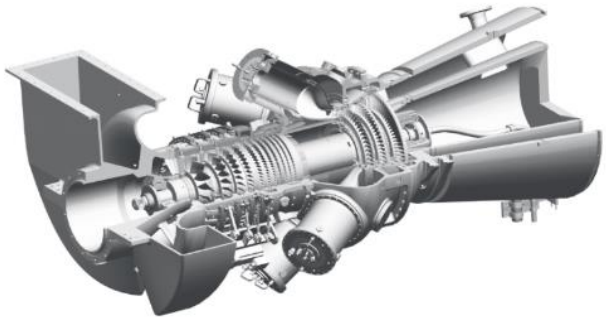
- 11 stage axial flow
- Variable guide vanes (VGV) for optimized part load operation
- Robust industrial design based on MAN´s vast compressor experience

Combustor

- 6 can type combustion chambers
- Low emission
- MAN´s Advanced Can Combustor (ACC) DLN technology

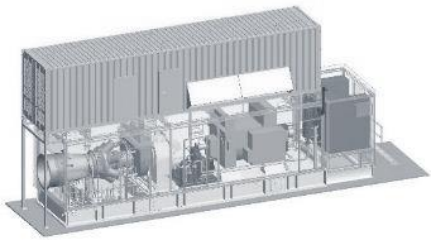
Turbine

- 3-stage axial flow
- High efficient blading design
- Advanced cooling technology

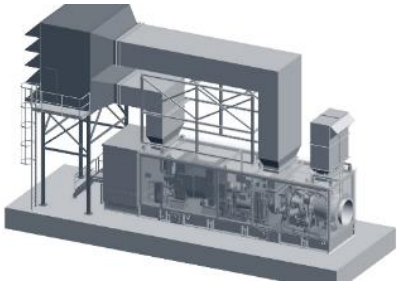


MGT6000 Gas Turbine Series

Power Generation Package



outdoor



indoor

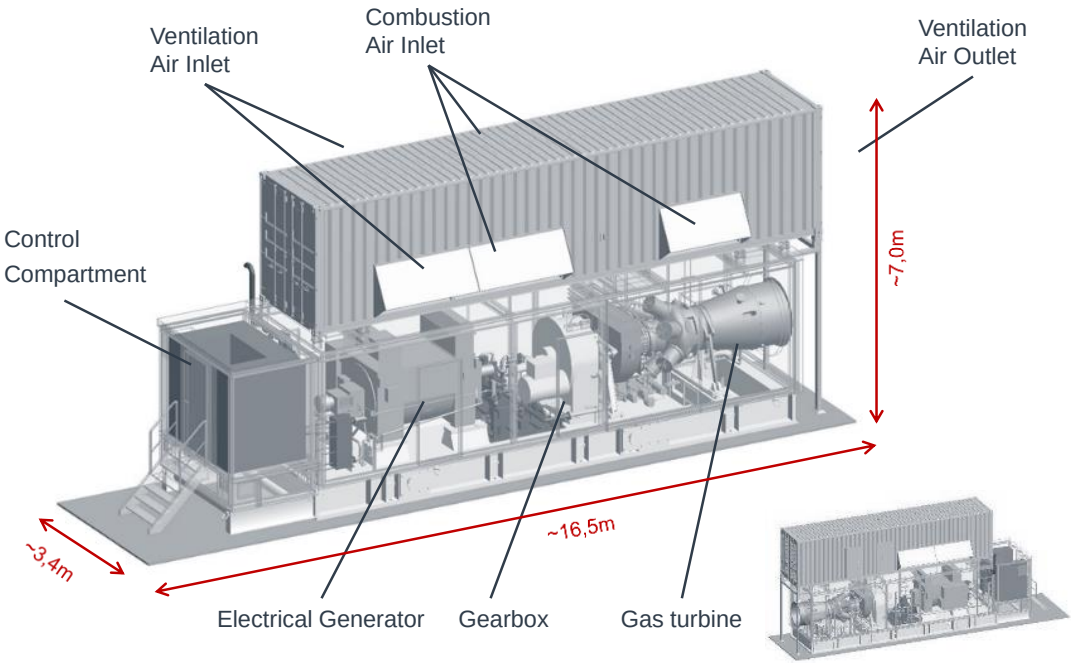
Operation Ready System

containing all components required to operate the gas turbine generator set:

- **Starter system:** start-up of gas turbine by electrical motor
- **Lube oil system:** lube oil supply for the gas turbine, gear box and generator
- **Fuel gas system:** gas supply to the gas turbine
- **Noise control enclosure:** reduces noise emission and protects against the weather
- **Control system:** fully integrated control system to operate the unit
- **Fire fighting & gas detection system:** CO2 based system

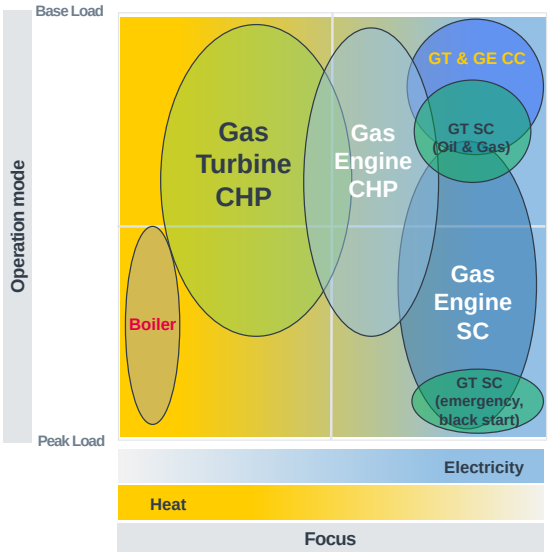
MGT6000 Gas Turbine Series

Power Generation Package - Outdoor



MGT6000 Gas Turbine Series

Applications



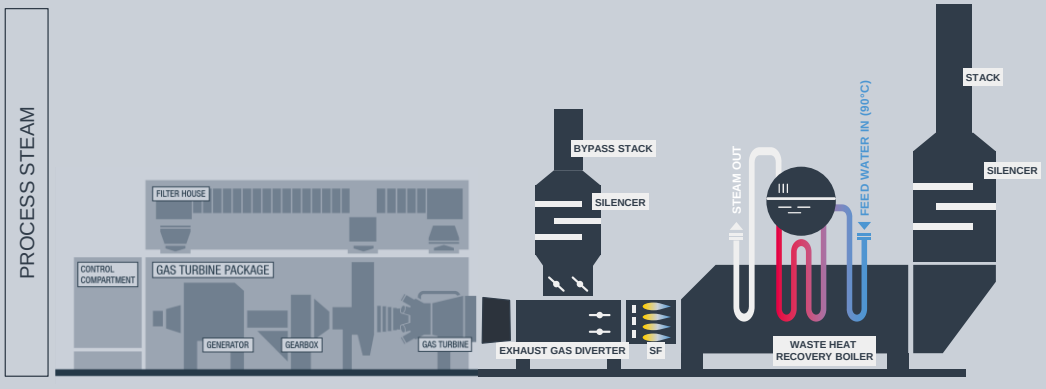
- **Simple Cycle (SC)**
- Power generation w/o heat recovery

- **Combined Heat & Power (CHP)**
- Power generation with heat recovery
- Heat is used to produce steam, hot water or/and cooling

- **Combined Cycle (CC)**
- Power generation with heat recovery
- Heat is used to produce steam driving a steam turbine for generating additional electrical power

MGT6000 Gas Turbine Series

MGT6000 CHP 1 – Steam & Power



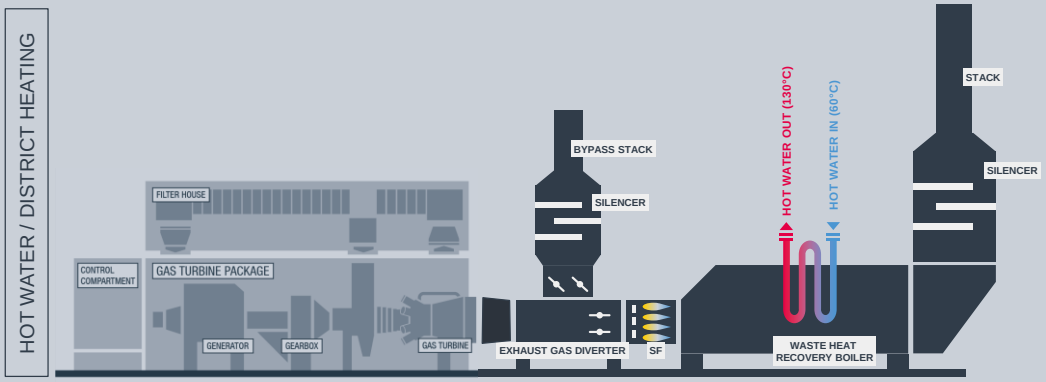
SF: Supplementary Firing + bypass stack

Assumptions	No SF	SF
Power Output [MW]	6.63	6.63
Steam Production (10bar) [t/h]	15.4	30.0
Electrical Efficiency	32.2%	32.2%
Overall CHP Efficiency	**83.2%**	**88.2%**

Expected performance data – non binding (sea level, 15°C, zero inlet & exhaust pressure losses)

MGT6000 Gas Turbine Series

MGT6000 CHP 2 – Hot Water & Power



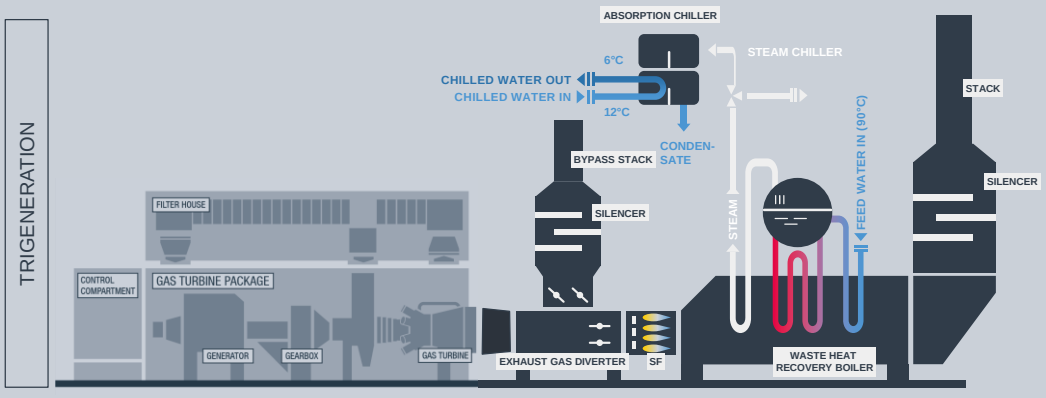
SF: Supplementary Firing + bypass stack

Assumptions	No SF	SF
Power Output [MW]	6.63	6.63
Therm. Power Hot Water [MW]	11.9	23.8
Electrical Efficiency	32.2%	32.2%
Overall CHP Efficiency	**90.1%**	**92.4%**

Expected performance data – non binding (sea level, 15°C, zero inlet & exhaust pressure losses)

MGT6000 Gas Turbine Series

MGT6000 CHP 3 – Steam, Cooling & Power



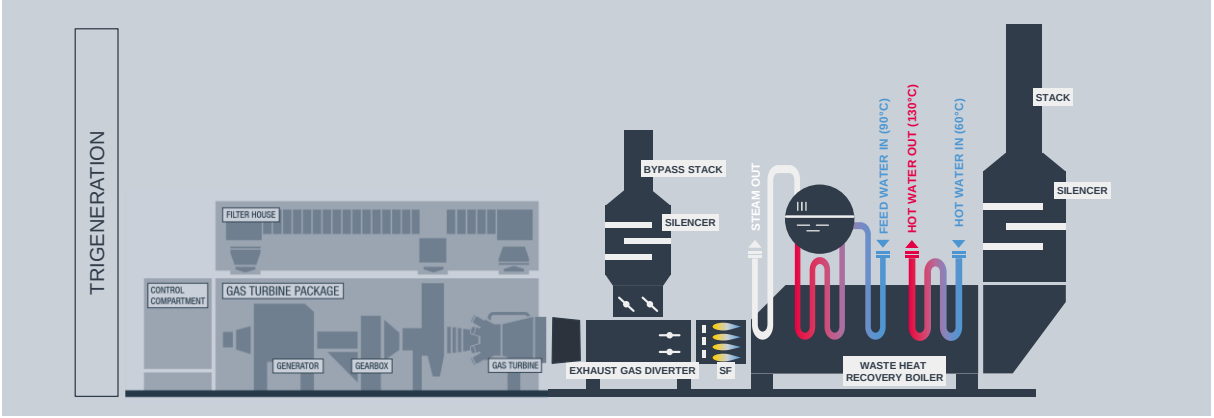
SF: Supplementary Firing + bypass stack

Assumptions	No SF	SF
Power Output [MW]	6.63	6.63
Steam Production (10bar) [t/h]	7.7	22.3
Cooling Thermal Power [MW] (with 7.7 t/h of steam production)	6.3	6.3
Electrical Efficiency	32.2%	32.2%
Overall CHP Efficiency	**88.2%**	**91.5%**

Expected performance data – non binding (sea level, 15°C, zero inlet & exhaust pressure losses)

MGT6000 Gas Turbine Series

MGT6000 CHP 4 – Steam, Heating & Power



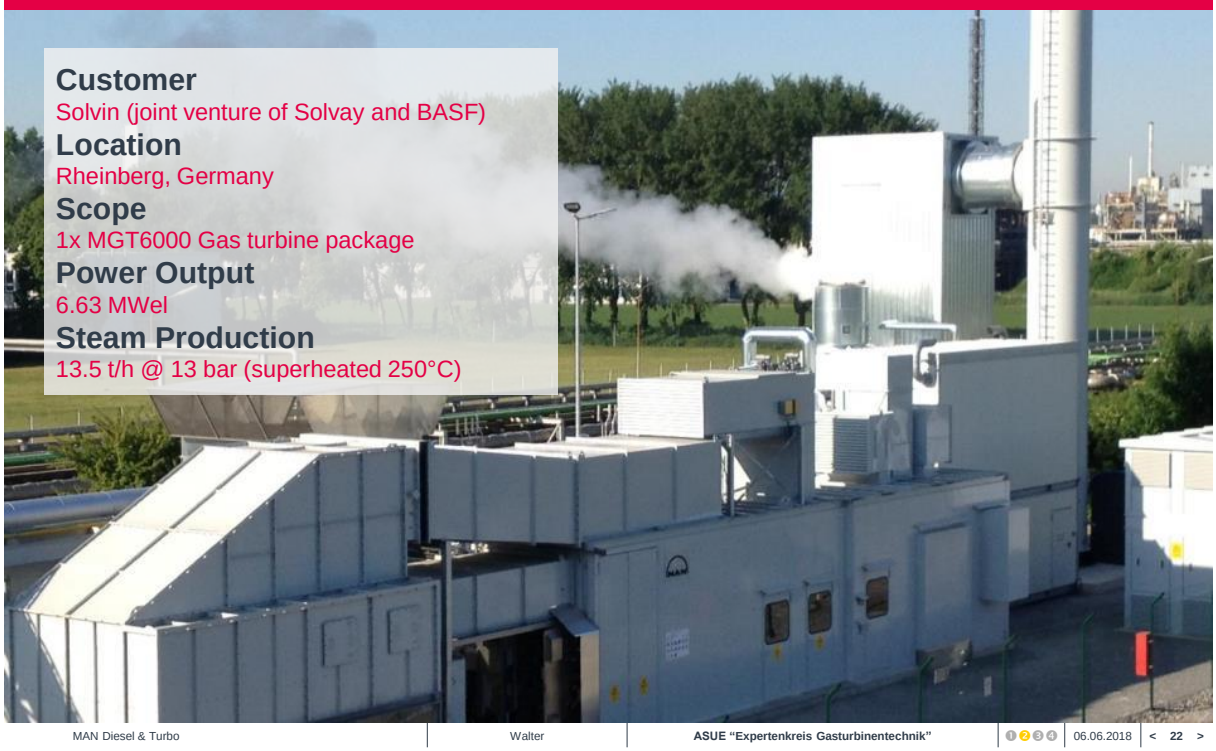
SF: Supplementary Firing + bypass stack

Assumptions	No SF	SF
Power Output [MW]	6.63	6.63
Steam Production (10bar) [t/h]	12.9	25.8
Thermal Power Hot Water [MW]	2.9	5.9
Electrical Efficiency	32.2%	32.2%
Overall CHP Efficiency	**89.3%**	**91.9%**

Expected performance data – non binding (sea level, 15°C, zero inlet & exhaust pressure losses)

MGT6000 Gas Turbine Series

Global References – Power Generation



MGT6000 Gas Turbine Series

Global References – Power Generation

Customer
CSVW (Volkswagen China/ Shanghai motors)
Location
Shanghai, China
Scope
4x MGT6000 Gas turbine packages
Power Output
6.63 MWel
Steam Production
15 t/h @ 10 bar per unit (total 60 t/h)
Hot Water Production
1.1 MW per unit (total 4.4 MW)

MGT6000 Gas Turbine Series

Global References

July 2018

Total Operating Hours Global MGT Fleet: **>70,000**

Do you have any more questions?

Thank you for your attention !

Herausgeber

ASUE Arbeitsgemeinschaft für
sparsamen und umweltfreundlichen
Energieverbrauch e. V.
Robert-Koch-Platz 4
10115 Berlin

Telefon 030 / 22 19 13 49-0
info@asue.de
www.asue.de

ASUE Expertenkreis Gasturbinentechnik
München, 05./06. Juni 2018