

# ASUE Expertenkreis Gasturbinentechnik

Tagungsband zum Expertentreffen vom 16. Juni 2021

#### **VERANSTALTER**

ASUE Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e. V.

Robert-Koch-Platz 4

10115 Berlin

#### VERANSTALTUNGSORT

Online

### ASUE EXPERTENKREIS GASTURBINENTECHNIK 2020

Die Gasturbinentechnik auf Erdgasbasis bleibt bei der Transformation in die regenerative Energiewelt eine Schlüsseltechnologie. Der Kohleausstieg in Deutschland ist beschlossen und die betroffenen Kraftwerke werden u. a. durch Gasturbinen ersetzt. Dadurch werden CO<sub>2</sub>-Emissionen und andere Luftschafstoffe maßgeblich verringert. Mit dezentralen Anlagen und Kraft-Wärme-Kopplung können Gasturbinen auch zur Wärmewende beitragen. Der zukünftig verstärkte Einsatz von Wasserstoff bzw. anderen erneuerbaren Gasen unterstreicht die langfristige Bedeutung der Gasturbinentechnik im Kontext der Energiewende.

Aufgrund der Corona-Pandemie musste der diesjährige ASUE Expertenkreis Gasturbinentechnik wieder als Online-Sitzung stattfinden. Doch auch online konnten die aktuellen Themen der Branche diskutiert und ein Blick auf zukünftige Entwicklungen geworfen werden. Wichtig hierbei waren v. a. aktuelle energiepolitische Vorgänge und die zukünftigen Anpassungen von Gasturbinen an Wasserstoff und andere Brennstoff neben Erdgas. Neben dem "Dauerbrenner"-Thema Wartung und Instandhaltung wurde außerdem wieder ein Blick auf die kompakten aber hocheffizienten und leisen Mikrogasturbinen geworfen, die nun auch mit der Abluftreinigungen ein weiteres Anwendungsfeld erschließen konnten.

Die Vorträge der Sitzung haben wir für Sie in diesem Tagungsband zusammengestellt. Wir bedanken uns bei allen Teilnehmern des Expertenkreises für die regen Diskussionen und hoffen, Sie bei unserem nächsten Treffen in 2022 (möglicherweise offline) wieder begrüßen zu dürfen.

### REFERENTEN UND VORTRÄGE

Begrüßung Andreas Krüger, REWAG	Seite 4
ASUE-Bericht: Aktivitäten und Energiepolitik Jürgen Kukuk, ASUE e. V.	Seite 11
Brennstoffflexible Lösungen für Erdgas, Biogas und Wasserstoff – Entwicklungsstand und Anwendungsfelder Dr. Peter Kutne, DLR, und Herr Dr. Peter Eisenkolb, Aurelia Turbines	Seite 33
Realgeometrieeffekte und digitale Zwillinge an Gasturbinen Prof. DrIng. Ronald Mailach, TU Dresden	Seite 46
<b>Die neue Performance der SGT 600</b> Dr. Rainer Kurz, SIEMENS-ENERGY	Seite 63
Wartung und Instandhaltung von HKW-Anlagen Christian Griffig, bps Consulting GmbH	Seite 72
Update CO <sub>2</sub> -Emissionshandel Rainer Sternkopf, UBA	Seite 86
Die Modernisierung des HKW Würzburg Mathias Wendel, WV Würzburg	Seite 98
Mikrogasturbinen: Einsatz im Wärmemarkt Henning Astermann, IB Astermann	<u>Seite 125</u>
Mikrogasturbinen: Thermische Nachverbrennung Marcus Mehlkopf, E-quad Power Systems GmbH und Dr. Christoph Dötsch, Krantz GmbH	Seite 131

### ÜBER DIE ASUE

Die ASUE ist ein Verband mit Mitgliedern aus allen Bereichen der Wertschöpfungskette der Energiewirtschaft. Sie engagiert sich für technologieoffene Lösungen, die einen Wandel unserer Gesellschaft und seiner Unternehmen in Richtung einer klimaneutralen Energieversorgung ermöglichen. Dabei tragen wir den Zielen der Versorgungssicherheit, der Sozialverträglichkeit und besonders dem Klimaschutz Rechnung. So sollten effiziente und nachhaltige Energiesysteme nicht nur elektrisch, sondern aus Gründen der Speicherbarkeit und Versorgungssicherheit über erneuerbare, gasförmige Energieträger konzipiert werden.

### www.asue.de



# Begrüßung

Andreas Krüger, REWAG











Seite 3 I 1. Kompetenz der REWAG in Sachen Erzeugung



## Die Unternehmensstrategie der REWAG



Seite 4 I 1. Kompetenz der REWAG in Sachen Erzeugung







### **REWAG-Strategie Energiewende**

- Wandlung vom reinen Versorger zum Energiedienstleister.
- Zentraler Aspekt der REWAG-Strategie: Ausbau der Energie-Eigenerzeugung aus regenerativen und energieeffizienten Anlagen zu einer tragenden Säule des Unternehmens.
- Schwerpunkt im Bereich Windkraft und dezentral bei Blockheizkraftwerken.
- Dafür investierte die REWAG bis 2020 über 160 Millionen Euro.
- Elektromobilität: CO<sub>2</sub>-neutrale Mobilität mit Ladesäulen, aus denen 100-prozentiger Ökostrom fließt.

der Versorger.

REWAG

Pressekonferenz 31.05.2016

### **Dezentrale Erzeugung der REWAG**

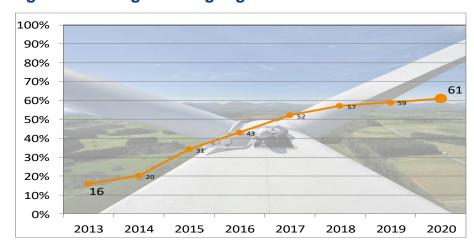


Im Stadtgebiet und im Landkreis Regensburg betreibt die REWAG bereits 55 BHKWs





## Regenerative Eigenerzeugung der REWAG



Bezogen auf den Privatkundenabsatz der REWAG

Pressekonferenz 31.05.2016

7



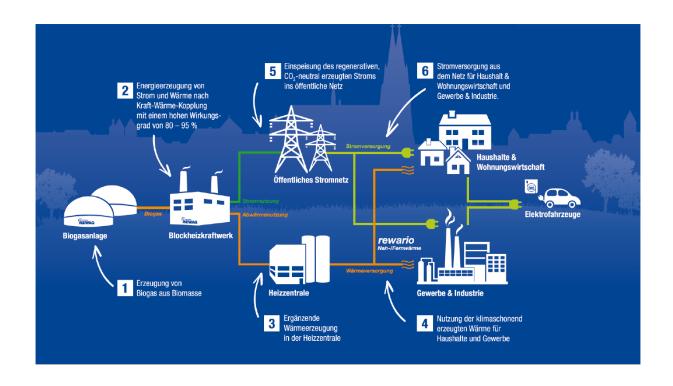
# **Dezentrale Erzeugung – Standorte unserer Windkraftanlagen**



Seite 8 I 1. Kompetenz der REWAG in Sachen Erzeugung







# Energie selbst erzeugen: Wichtig für die Energiewende

Das Leistungsspektrum der REWAG umfasst

- die komplette Planung der technischen Anlage und Empfehlung des für den Kunden geeigneten Energieträgers,
- Finanzierung, Bau und Realisierung der Anlage bis zur Inbetriebnahme,
- das vollständige Betriebsmanagement der Anlage inklusive Wartung und Instandhaltung (Contracting),
- das Anlagenmanagement inklusive Fernüberwachung, Bereitschaftsdienst und ständiger Optimierung.
- Wahlweise auch als Pacht- und Dienstleistungsmodell zur steueroptimierten Betriebsführung.





Seite 10 I 1. Kompetenz der REWAG in Sachen Erzeugung





### Alle reden von der Energiewende. Die REWAG und ihre Kunden bringen sie voran.

- Die Energiewende muss überwiegend dezentral stattfinden.
   Deshalb erfordert sie auch von kleineren und mittelgroßen Marktakteuren Engagement.
- Immer mehr Unternehmen begreifen die Energiewende bzw. die Eigenversorgung als Chance, mit der ökonomische, ökologische sowie weitere Vorteile (z.B. Autarkie) einhergehen.
- Die REWAG ist der starke Partner zur Eigenversorgung: Mit ihrem breiten Portfolio und ihrer umfangreichen Erfahrung entwickelt sie Hand in Hand mit den Kunden passgenaue, innovative Eigenversorgungskonzepte. Der regionale Fokus gewährleistet schnelle Reaktionszeiten zur Sicherung eines stabilen Betriebs.



Seite 11 I 6. Fazit



# Vielen Dank

für Ihre Aufmerksamkeit

Andreas Krüger

Leiter Erzeugung

rewag.de





# ASUE-Bericht: Aktivitäten und Energiepolitik

Jürgen Kukuk, ASUE e. V.





# **Expertenkreis Gasturbinen**

16. Juni 2021

- Online -

## ASUE-Broschüren: Neuerscheinungen





# Wasserstoffanwendung in Industrie und Energiewirtschaft

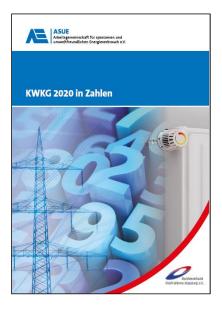
- Vorteile von Wasserstoff ggü. anderen Gasen
- Herstellung von Wasserstoff
- · Wasserstoff als Industrierohstoff
- Sekundärenergieträger auf Wasserstoffbasis
- Wasserstoffspeicherung
- Wasserstofftransport und –infrastruktur
- Potenziale der Energie- und Rohstoffwirtschaft
- Zertifizierung und Bilanzierung
- Integrationsstrategien





# ASUE-Broschüren: Neuerscheinungen





### **KWKG** in Zahlen

- Vom 8. August 2020
- Übersicht über die neuen Regelungen des KWK-Gesetzes von Dezember 2020
- Sonderregelungen zur KWK aus dem Erneuerbaren Energien Gesetz
- Kompakte, tabellarische Übersichten
- Gemeinsame Broschüre mit dem B.KWK



Jürgen Stefan Kukuk, ASUE

# ASUE-Broschüren: Neuerscheinungen





### **Innovative Quartiersversorgung**

- Zusammenstellung des Stands der Technik von Quartiersversorgungskonzepten
- Politische Entscheidungsprozesse
- Die Rolle des Gases in innovativen Wärmenetzen
- Wasserstoff zur Energiespeicherung und als Faktor der Gebäudeeffizienz





### ASUE-Broschüren: Neuerscheinungen





### Das Gebäude Energie Gesetz (GEG)

- Vom 13. August 2020
- Wesentliche Veränderungen gegenüber der EnEV und dem EEWärmeG
- Rolle der KWK zur Effizienzsteigerung
- Möglichkeiten des Biogases
- Beispiele für die Anrechnung von gebäudenah erzeugten Stroms

Jürgen Stefan Kukuk, ASUE

# ASUE-Broschüren: Neuerscheinungen





# Vom Niedrigstenergiehaus zum Hocheffizienzhaus

- Grundlagen der baulichen und technischen Gebäudeeffizienz
- Grundbegriffen des Wärmenachweises
- Einsatzmöglichkeiten von Gasbrennwert, Brennstoffzelle, Gaswärmepumpen im Vergleich zu elektrischen Systemen
- Nahwärmelösungen
- 15 Musterrechnungen





# ASUE-Broschüren: in Bearbeitung









- Systemvergleich Elektrowärmepumpe mit Brennstoffzelle
- Elektrische Messkonzepte für KWK-Anlagen
- Gaswärmepumpen: Projektreport 2021



Jürgen Stefan Kukuk, ASUE

7

### Verkauf der ASUE-Broschüren



Gasinstallation: Tipps für die Praxis	7952
Energieträger Wasserstoff: Grundlagen	412
Grundlagen und Tipps für den Heizungsservice	80
Mieterstrom mit KWK-Anlagen	134
Hydraulischer Abgleich von Heizungsanlagen	100
Wirtschaftliches Sanieren mit Brennstoffzellen	81

ī

Summe Verkauf

8745



Jürgen Stefan Kukuk, ASUE

8

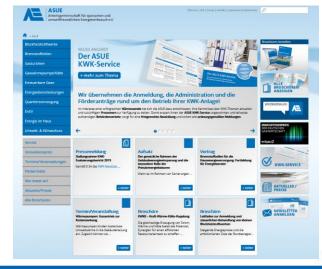


### **ASUE-Webseite 2020**



Ständige Aktualisierung der Web-Site mit News, Innovationen und Fachinformationen; vertiefende Inhalte in Übersichtlicher Gestaltung

- ca. 146.000 Seitenaufrufe
- ca. 132.000 weitere Seiten
- 2:10 min durchschnittl. Verweilzeit pro Seite





Jürgen Stefan Kukuk, ASUE

a

### **ASUE-Webseite**



Monatliche Newsletter und regelmäßige Pressemeldungen auf der Website sowie an ca. 7.300 Newsletter- Abonnenten







# Gaswärmepumpen-Fachtagung der ASUE

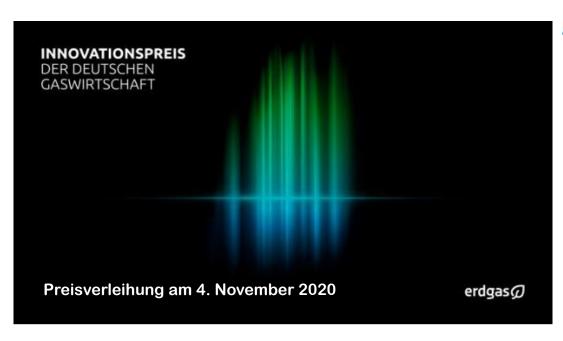


126 Teilnehmer





Jürgen Stefan Kukuk, ASUE









# Bewerbungen zum Innovationspreis



- 78 Bewerbungen
- 5 Kategorien
- 30 innovative Produkte, 16 effiziente Energiekonzepte,
   8 Klimaschutz & Kommune, 17 Forschung & Entwicklung,
   9 Mobilität & Verkehr
- > 16 Nominierungen



Jürgen Stefan Kukuk, ASUE





Wöchentliche "Meet-up" Veranstaltung mit der Präsentation jeweils der drei Nominierten einer Kategorie





# Programmablauf Innovationspreis



- Digitale Begrüßung MinR. Dr. Stefan Kaufmann (i.V. BM Peter Altmaier)
- Podiumsdiskussion mit Abgeordneten Westphal und Lentz, dem Hauptsponsor, Prof. Dr. Bernd Rech und Moderatorin Katja Gallus
- 5 Preisverleihungen mit Video und der Laudatio des jeweiligen Bundestagsabgeordneten





Jürgen Stefan Kukuk, ASUE

15

# Erinnerungen an den Innovationspreis















Jürgen Stefan Kukuk, ASUE

16



# Träger des Innovationspreises



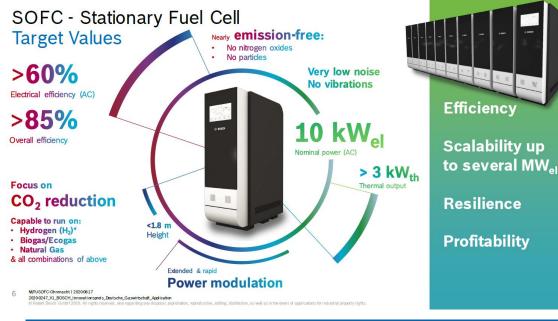
- 1. Innovatives Produkt: 10  $kW_{el}$  SOFC-Brennstoffzelle der Robert Bosch GmbH
- 2. Heizungsanlage mit Plasmalyse und BHKW mit negativer CO<sub>2</sub> Bilanz von Graforce GmbH
- 3. Gasversorgungskonzept mit grünen Gasen und Wasserstoff der Energie Versorgung Mittelrhein
- 4. Optimierung der Blasenablösung in Elektrolyseuren im Helmholtzzentrum Dresden-Rossendorf und der TU Dresden
- 5. Umrüstung von Dieselantrieben auf Bio-LNG mit seriellem Hybridantrieb der CFM-Fluids und Flughafen München



Jürgen Stefan Kukuk, ASUE 1

# Innovationspreis Innovatives Produkt







Jürgen Stefan Kukuk, ASUE 18

Tagungsband zum ASUE-Expertenkreis Gasturbinentechnik vom 16. Juni 2021



# Innovationspreis Energiekonzept



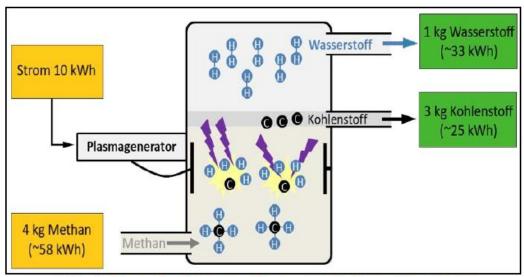


Abb. 1: Energie-/Mengenbilanz der Methan-Plasmalyse

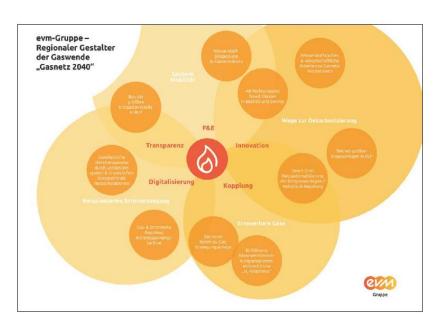


Jürgen Stefan Kukuk, ASUE

19

# Innovationspreis Kommunaler Klimaschutz



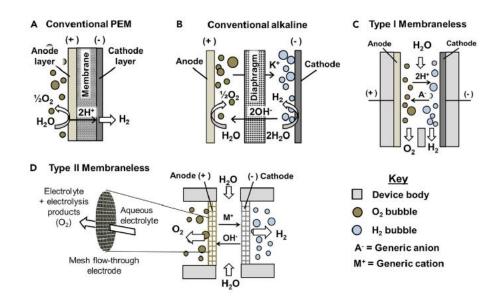






# Innovationspreis Forschung und Wissenschaft







Jürgen Stefan Kukuk, ASUE

# Innovationspreis Mobilität



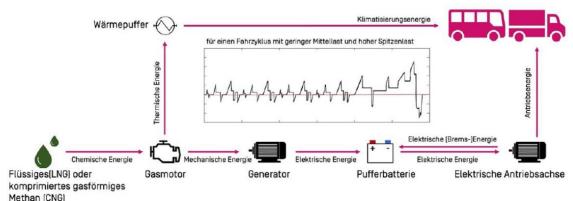


Abbildung 1: Prinzipieller Aufbau des generator-elektrischen Antriebes und dafür geeignetes Fahrprofil

A SUE A SUE TENENT TENENT INNOVATION

Jürgen Stefan Kukuk, ASUE

Tagungsband zum ASUE-Expertenkreis Gasturbinentechnik vom 16. Juni 2021



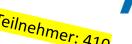


Jürgen Stefan Kukuk, ASUE

23

**ASUE** 

### Berliner Energietage 2021 Veranstaltungsblock ASUE & B.KWK Wärmenetze mit erneuerbaren Gasen





- Quartiers- und Arealversorgungmit erneuerbaren Gasen Claus-Heinrich Stahl - B.KWK
- Spreewasser und KWK gestalten die urbane Wärmewende in Berlin David Weiblein - BTB
- Methan-Plasmalyse zur CO<sub>2</sub>-freien Wärmeerzeugung Dr. Jens Hanke - Graforce
- Grüne Fernwärme Erneuerbare Gase und urban mining in H Christian Heine – Gasnetz Hamburg















Jürgen Stefan Kukuk, ASUE















**Bild: ASUE Foto** 



Jürgen Stefan Kukuk, ASUE

2

# Wasserstoff als Brennstoff und Energiespeicher



- Wasserstoff ist neben der Elektrifizierung die wesentliche Energie der Zukunft
- Bis 2030 sind 5 GW Elektrolyseleistung und 12 TW Wasserstoff geplant
- Der Bedarf wird für 2050 zwischen 600 und 900 TWh geschätzt
- Wasserstoff aus Pyrolyse und Plasmalyse (türkiser H<sub>2</sub>) und Reforming plus CCS (blauer H<sub>2</sub>) ebenfalls zulassen.
- KWK als Mittel der Rückverstromung
- Wasserstoff in das Gasnetz zur CO<sub>2</sub>-Vermeidung
- Die grüne Eigenschaft von H<sub>2</sub> muss handelbar sein





### Aufbau des ASUE-KWK-Services









- ✓ Der KWK-Service hat Sichtbarkeit erreicht
- ✓ Anzahl der betreuten Anlagen: 29 Anlagen
- √ 7 Kooperationspartner
- ✓ Hohe Kundenzufriedenheit
- ✓ Jahresumsatz: ca. 9.500 €



Jürgen Stefan Kukuk, ASUE

29

**ASUE** 

### Aktionsbündnis Klimaschutz 2030



- Beteiligung der Verbände an Klimaschutzgesetz und Maßnahmenkatalog
- Gruppierung in Branchen-"bänke" nach dem Wiener Format
- Alibiveranstaltung oder Interessenabwägung?
- Energiebank hält Key-Note-Vortrag zum 25. November
- ASUE moderiert den Diskussionsprozess zwischen Kohle und PV







### Verhandlungen mit BAFA und BMWi





- Aufgrund des Kumulierungsverbots im KWKG und den EU-Beihilferichtlinien wurde das elektronische Zulassungsverfahren der BAFA (Antrag auf KWK-Zuschlag) ausgesetzt.
- Auch KfW-Förderung 433 ist betroffen
- Gemeinsame Gespräche von B-KWK, BDH und ASUE
- · Erfolgreiche Neuaufnahme der Allgemeinverfügung



Jürgen Stefan Kukuk, ASUE

31

# Neues aus der Gesetzgebung



### KWKG:

Änderungen seit dem 1. Januar 2021:

- § 7: Änderung der KWK-Zuschläge für Anlagen für Anlagen  $> 50 \text{ MW}_{el}$ ,
  - 3,4 ct. für Neuanlagen
  - 3,1 ct. für modernisierte Anlagen
  - 3,9 ct. für Neuanlagen ab 2023, wenn das BMWi (in 2022) die Angemessenheit geprüft hat.
  - Zum Ausgleich der Abschaffung des THG-Bonus
  - Für stromkostenintensive Unternehmen wurde noch keine Sonderförderung festgelegt.



#### KWKG:



- Abschaffung des Südbonus für flexible Stromerzeugung südlich der Mainlinie
- Pflicht der Ausschreibungspflicht bei KWK-Anlagen beginnt bereits bei 500 kW<sub>el</sub>; Übergangsfrist für Anlagen im Bau oder Planung: Pflicht beginnt erst zum 1. Juli 2021.
- Absenkung des Kohleersatzbonus für alte Kohle-KWK-Anlagen (1975-1984)
- Auflösung des beihilferechtlichen Vorbehalts am 1. Juni 2021



Jürgen Stefan Kukuk, ASUE 33

### EEG:



### Befreiung von der EEG-Umlage:

- Kraftwerkseigenverbrauch
- Inselanlagen

### Privilegierung mit 40%:

- Hocheffiziente KWK außerhalb der 1 MW und 10 MW (Ausschreibungsgröße)
  - Hocheffizient
  - Erdgas oder Flüssiggas
  - Jahresnutzungsgrad > 70%

### Vergünstigt mit 40 – 100%

- Hocheffiziente KWK zwischen 1 MW und 10 MW (Ausschreibungsgröße)
  - 40% nur bis zu 3.500 h/a, danach 160% bis 7.000 h/a, danach 100%
  - Rückwirkend zum 1.1.2018





### EEG:



### Begünstigung für Kohle-KWK:

- Nachträgliche Berechnung von 40%-76% für die Jahre 2018 bis 2020, die zwischen zwischen (1.8.2014 und 31.12.2017) die Eigenversorgung aufgenommen haben
- 40% bis zu 3.500 Bh/a, danach 100 %

Befreit bleiben Bestandsanlagen vor 1.8.2014 mit Eigenerzeugung

- Keine Leistungssteigerung >30% bis 31.12.2017
- Keine Erweiterung seit 1.1.2018

### Begünstigt bei 20% EEG-Umlage:

- Inbetriebnahme der Eigenversorgung vor dem 1.8.2014
- Und Ersatz oder Erneuerung der Anlage ab dem 1.1.2018



Jürgen Stefan Kukuk, ASUE

# Klimaschutzgesetz Novelle (Entwurf)



Klimaneutralität: 2050 => 2045	2030	2035	2040	2045
	65 %	77 %	88 %	100 %

Klimaziel 2030: 55% => 65% (ggü. 1990)
Energiewirtschaft: 175 auf 108 Mio t/a
Industrie: 140 auf 118 Mio t/a
Mobilität: 95 auf 85 Mio t/a
Gebäude: 70 auf 67 Mio t/a
Landwirtschaft: 58 auf 56 Mio t/a
Abfallwirtschaft: 5 auf 4 Mio t/a

Das Gesetz regelt die Verantwortung der Ressorts (Ministerien) für zu treffende Maßnahmen!

Daher wurden keine konkreten Maßnahmen benannt!



Jürgen Stefan Kukuk, ASUE

Tagungsband zum ASUE-Expertenkreis Gasturbinentechnik vom 16. Juni 2021

29



# Klimaschutzgesetz Novelle (Entwurf)



- Veröffentlichung der Emissionsdaten durch das UBA jährlich zum 15.März
- Auswertung durch einen Expertenrat bis 15. April, bei Überschreitung in einem Sektor bis zum 15. Juni = Sofortprogramm zur Nachsteuerung
- Klimahaushalt und EU-Emissionszuweisungen werden mit dem Bundeshaushalt vorgelegt
- Integrierter nationaler Fortschrittsbericht der Regierung ab 15. März 2023
- Sofortprogramm bei Überschreitung der Emissionsmenge



Jürgen Stefan Kukuk, ASUE

37

# Klimaschutzgesetz Novelle (Entwurf)



Verbindliche Festlegungsfristen für Reduktionsziele in den Segmenten:

Jahr	Festlegung für
2021	2023 bis 2030
2024	2031 bis 2040
2032	2041 bis 2045
2034	2041 bis 2045 bezogen auf jeden Sektor





# Gesetz zur Umsetzung unionsrechtlicher Vorgaben und zur Regelung reiner Wasserstoffnetze im Energiewirtschaftsrecht



### EnWG-Novelle / Wasserstoffregulierung

### Gesetzentwurf durch das BMWi / Kabinettsbeschluss

- Regulatorischer rahmen für Wasserstoffnetze und Speicher
- Getrennte Regulierung und Kostenwälzung auf konkrete Projekte
- Schnelle Genehmigung
- Keine Quersubvention
- Aber keine Entflechtung zum Vertrieb und anderer Einheiten
- Speicherregulierung wird nicht adressiert



Jürgen Stefan Kukuk, ASUE 38

# Gesetz zur Umsetzung unionsrechtlicher Vorgaben und zur Regelung reiner Wasserstoffnetze im Energiewirtschaftsrecht



### EnWG-Novelle / Wasserstoffregulierung

- Gaswirtschaft sieht gemeinsame Regulierung von Erdgas und H2-Netzen
- · Frühzeitiger Beginn der Beimischung
- Vorbereitung auf eine H<sub>2</sub>-Readyness
- · Gemeinsame Kostenwälzung muss möglich sein
- Wälzung ausschließlich auf H<sub>2</sub>-Projekte blockiert schnellen Hochlauf



Jürgen Stefan Kukuk, ASUE 40

Tagungsband zum ASUE-Expertenkreis Gasturbinentechnik vom 16. Juni 2021





# **Expertenkreis Gasturbinen**

16. Juni 2021

Das wars.



# Brennstoffflexible Lösungen für Erdgas, Biogas und Wasserstoff – Entwicklungsstand und Anwendungsfelder

Dr. Peter Kutne, DLR, und Herr Dr. Peter Eisenkolb, Aurelia Turbines



DLR.de \* Folie 1 ASUE - Expertenkreis Gasturbinentechnik 2021 > Brennstoffflexible Lösungen für Erdgas, Biogas und Wasserstoff > P. Kutne > 16.06.2021

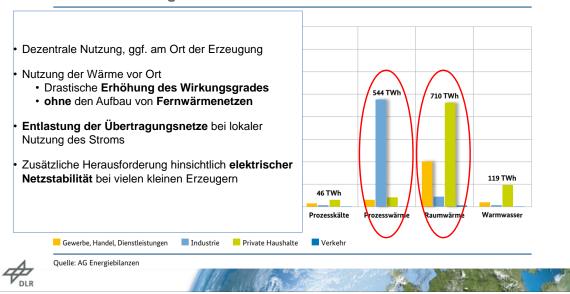
# Brennstoffflexible Lösungen für Erdgas, Biogas und Wasserstoff – Entwicklungsstand und Anwendungsfelder

Dr. Peter Kutne
DLR Institut für Verbrennungstechnik



DLR.de • Folie 2 ASUE – Expertenkreis Gasturbinentechnik 2021 > Brennstoffflexible Lösungen für Erdgas, Biogas und Wasserstoff > P. Kutne > 16.06.2021

### Dezentrale Anwendung im Bereich Gebäude und Industrie





DLR.de • Folie 3 ASUE – Expertenkreis Gasturbinentechnik 2021 > Brennstoffflexible Lösungen für Erdgas, Biogas und Wasserstoff > P. Kutne > 16.06.2021

## Institut für Verbrennungstechnik

Ausrichtung und Ziele

#### · Verbrennung & Gasturbinen

- für die Energiewende und den Weltmarkt
- Schadstofffrei (NO<sub>x</sub>, Ruß), Brennstoff- und Lastflexibel

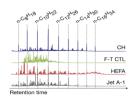
#### · Mikro-Gasturbinen (MGT) Systeme

- · Dezentrale Kraft-Wärme-Kopplung
- Mobilität

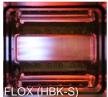
#### Chemische Energieträger (Fuels)

- Für Energie, Verkehr, Luftfahrt und Raumfahrt
- · Anwendung, technische Performance
- Analyse, Bewertung und Optimierung, "Designer Fuels"









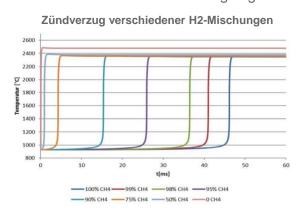




DLR.de • Folie 4 ASUE – Expertenkreis Gasturbinentechnik 2021 > Brennstoffflexible Lösungen für Erdgas, Biogas und Wasserstoff > P. Kutne > 16.06.2021

# Herausforderungen für die Nutzung regenerativer Brennstoffe

Unterschiedliche Verbrennungseigenschaften



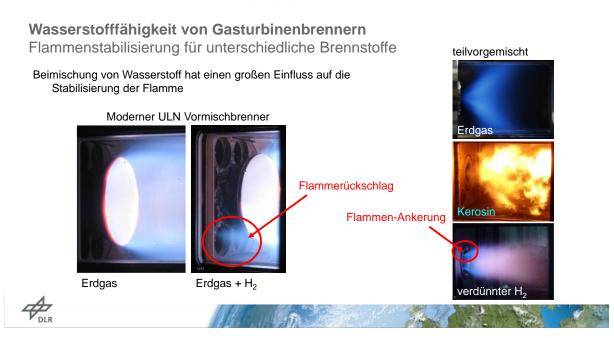
Laminare Flammengeschwindigkeit (cm/s) H<sub>2</sub> / Luft Flamme Biogas / Luft Flamme calc.: -•- T = 300K, --- T=373K exp.: □ T = 373K CH4 / Luft Flamme calc.: - >-T = 300Kexp.:  $\triangle \quad \nabla \quad +$ 0.5 1.5 2.0 2.5 0.0 3.0 Equivalenzverhältnis

Quelle: GWI, Abschlussbericht Nr. 18518 N /1





DLR.de • Folie 5 ASUE - Expertenkreis Gasturbinentechnik 2021 > Brennstoffflexible Lösungen für Erdgas, Biogas und Wasserstoff > P. Kutne > 16.06.2021

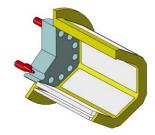


DLR.de • Folie 6 ASUE – Expertenkreis Gasturbinentechnik 2021 > Brennstoffflexible Lösungen für Erdgas, Biogas und Wasserstoff > P. Kutne > 16.06.2021

#### **FLOX Gasturbinenbrenner**

### Grundprinzip

- · Düsen auf einem Ring angeordnet
- Injektion von partiell vorgemischtem Luft/Brennstoffgemisch durch
- · Jets mit hohem Impuls ohne Drall



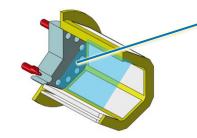


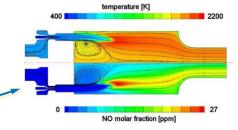


DLR.de • Folie 7 ASUE - Expertenkreis Gasturbinentechnik 2021 > Brennstoffflexible Lösungen für Erdgas, Biogas und Wasserstoff > P. Kutne > 16.06.2021

# **FLOX Gasturbinenbrenner** Grundprinzip

- Düsen auf einem Ring angeordnet
- Injektion von partiell vorgemischtem Luft/Brennstoffgemisch durch
- Jets mit hohem Impuls ohne Drall
- Starke Rezirkulation / Vermischung in der Brennkammer





- Gleichgewicht zwischen Stabilisation / Zuverlässigkeit und Schadstoffbildung
- Reduktion der Spitzentemperaturen in der Brennkammer

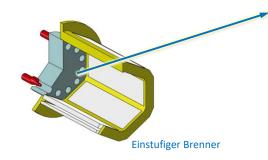


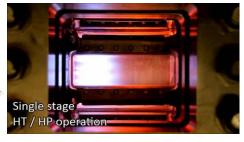
DLR.de • Folie 8 ASUE – Expertenkreis Gasturbinentechnik 2021 > Brennstoffflexible Lösungen für Erdgas, Biogas und Wasserstoff > P. Kutne > 16.06.2021

#### **FLOX Gasturbinenbrenner**

#### Grundprinzip

- Innovatives Verbrennungssystem für moderne Gasturbinen
  - Hohe Leistungsdichten
  - hohe Temperaturen  $T_{ad} = 2000 \text{ K}$







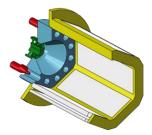


DLR.de \* Folie 9 ASUE - Expertenkreis Gasturbinentechnik 2021 > Brennstoffflexible Lösungen für Erdgas, Biogas und Wasserstoff > P. Kutne > 16.06.2021

#### **FLOX Gasturbinenbrenner**

#### Grundprinzip

- · Innovatives Verbrennungssystem für moderne Gasturbinen
  - Hohe Leistungsdichten
  - hohe Temperaturen  $T_{ad} = 2000 \text{ K}$
- Weiter Betriebsbereich mit niedrigen NO<sub>x</sub> und CO Emissionen
- · Erweiterte Teillastfähgikeit durch Stufungskonzepte
- Hohe Brennstoffflexibilität Erdgas, Biogas, Wasserstoff



Pilotierter und Mehrstufenbrenner Ø 100 mm (Labormaßstab)



DLR.de • Folie 10 ASUE – Expertenkreis Gasturbinentechnik 2021 > Brennstoffflexible Lösungen für Erdgas, Biogas und Wasserstoff > P. Kutne > 16.06.2021

#### Mikrogasturbinen-basierte BHKWs

Nachhaltiges dezentrales Holzvergaserkraftwerk mit gekoppelter Mikrogasturbine

- Demonstrations-Kraftwerk: Kopplung MGT mit Holzvergaser
- · Charakterisierung von Anlagenbetrieb und Wirtschaftlichkeit
- Entwicklung eines Brennkammersystems für Holzgas
- Optimierung der Produktgasreinigung
- Untersuchung des Vergasungsverhaltens verschiedener Substrate







-EnBW





Bundesministerium und Energie



DLR.de • Folie 11 ASUE - Expertenkreis Gasturbinentechnik 2021 > Brennstoffflexible Lösungen für Erdgas, Biogas und Wasserstoff > P. Kutne > 16.06.2021

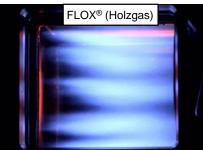
#### Mikrogasturbinen-basierte BHKWs

MGT-Holzvergaserkraftwerk - FLOX® Brennkammersystem

· Maschinentest mit optischer Brennkammer







Ca. 90 % Drehzahl

90 % Drehzahl

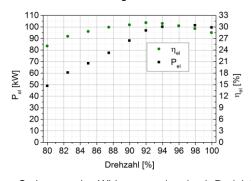


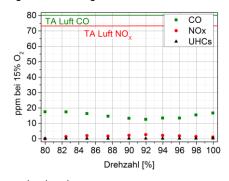
DLR.de • Folle 12 ASUE – Expertenkreis Gasturbinentechnik 2021 > Brennstoffflexible Lösungen für Erdgas, Biogas und Wasserstoff > P. Kutne > 16.06.2021

#### Mikrogasturbinen-basierte BHKWs

MGT-Holzvergaserkraftwerk - FLOX® Brennkammersystem

• Weltweit erstes Holzgas-FLOX® Brennkammersystem erfolgreich in MGT getestet





- Steigerung des Wirkungsgrades durch Reduktion des Brennerdruckverlustes
- Niedrige Emissionsgrenzwerte im gesamten Betriebsbereich





DLR.de • Folie 13 ASUE - Expertenkreis Gasturbinentechnik 2021 > Brennstoffflexible Lösungen für Erdgas, Biogas und Wasserstoff > P. Kutne > 16.06.2021

#### Mikrogasturbinen-basierte BHKWs

Energy Lab 2.0



- Aufbau eines mobile Mikrogasturbinen-Labors zur Erprobung neuer Technologien in realen Anwendungen
- Basierend auf einer Mikrogasturbine mit 100 kW<sub>el</sub>
- Erste Erprobung eines brennstoffflexiblen Brennersystems zur Nutzung von Synthesegas mit hohen H<sub>2</sub>-Anteilen aus der Biomassevergasung am KIT in Karlsruhe



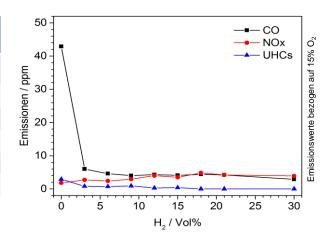




DLR.de • Folie 14 ASUE – Expertenkreis Gasturbinentechnik 2021 > Brennstoffflexible Lösungen für Erdgas, Biogas und Wasserstoff > P. Kutne > 16.06.2021

#### Energy Lab 2.0 Emissionsverhalten

Betriebspunkt	Gaszusammensetzung	
Speed = 82,5%	H <sub>2</sub>	0-30 Vol.%
TOT = 645°C	CO	10-22 Vol.%
$p_{BK} = 2.8 \text{ bar}$	NG	1-11 Vol.%
	CO <sub>2</sub>	12 Vol.%
	N <sub>2</sub>	44-58 Vol.%
	LHV	5 MJ/kg





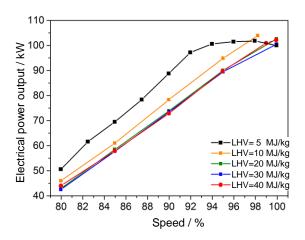


DLR.de • Folie 15 ASUE - Expertenkreis Gasturbinentechnik 2021 > Brennstoffflexible Lösungen für Erdgas, Biogas und Wasserstoff > P. Kutne > 16.06.2021

### **Energy Lab 2.0**

### Leistungsverhalten

Betriebspunkt	Gaszusammensetzung	
Speed = 82,5%	H <sub>2</sub>	0-30 Vol.%
TOT = 645°C	CO	10-22 Vol.%
$p_{BK} = 2.8 \text{ bar}$	NG	1-11 Vol.%
	CO <sub>2</sub>	12 Vol.%
	N <sub>2</sub>	44-58 Vol.%
	LHV	5 MJ/kg

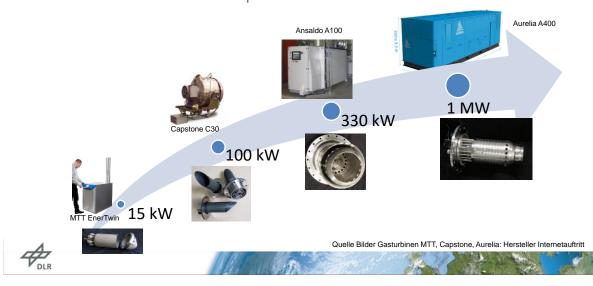




DLR.de • Folie 16 ASUE – Expertenkreis Gasturbinentechnik 2021 > Brennstoffflexible Lösungen für Erdgas, Biogas und Wasserstoff > P. Kutne > 16.06.202

#### FLOX Brennersysteme für Gasturbinen

Skalierbarkeit des Brennerkonzepts





DLR.de + Folie 17 ASUE - Expertenkreis Gasturbinentechnik 2021 > Brennstoffflexible Lösungen für Erdgas, Biogas und Wasserstoff > P. Kutne > 16.06.2021

# Mikro-Gasturbinen mit FLOX Brennersystem als Alternative zu Gasmotoren in KWK-Anlagen

#### Vorteile:



- Brennstoffflexibilität, Unempfindlichkeit gegen Brennstoffschwankungen, Betrieb mit gleitenden Beimischungen in einem dynamischen Umfeld
- tiefe Abgasemissionswerte ohne eine aufwendige Abgasreinigung
- Niedrige Wartungs- und Life-Cycle-Kosten bei hoher Betriebsverfügbarkeit
- Elektrischer Wirkungsgrad auf Gasmotorniveau bei höherer thermischer Ausnutzung (abhängig von MGT Basis)



#### Anwendungen:

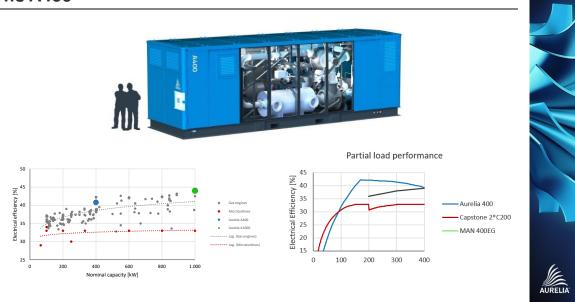
- Ersatz von End-of-Life Gasmotoren bestehender KWK Anlagen über alle Brennstoffanwendungen
- Dezentrale Strom- und Wärmeerzeugung nach Speicherung aus grünem P2G für Kommunale Betreiber und Erzeuger Erneuerbarer Energien
- · Off-Gas Verwertung in der Industrie und von Biomasse



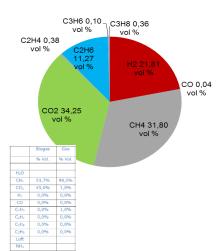




### **The A400**



### Syngas aus wässrigen organischen Abfällen



Markt Volumen:

Jährlich etwa 20 Mio Tonnen TS in D

Market Potenzial in Deutschland:

Theoretisches Potenzial 3.920 Anlagen mit je 2x A400

Zugängliches Marktpotenzial 25%

Ziel Marktsegment:

Abfallbehandlung, Gärrreste, Gülle, Klärschlämme, landwirtschaftliche Abfälle und Abfälle Lebensmittelindustrie

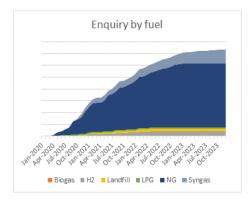
Wettbewerb:

Verbrennung, Pyrolyse, Fermentation





### nachgefragte Lieferdaten und Brenngase



- Erdgas am volumenstärksten
- H2 verhalten
- Syngasanwendungen mit dem stärksten Wachstum

Syngas hier, wasserstoffreiche Brenngasgemische

Aktuell:

2021 zwei Auslieferungen, Syngasanwendnungen



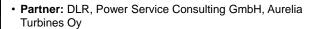
DLR.de • Folie 22 ASUE – Expertenkreis Gasturbinentechnik 2021 > Brennstoffflexible Lösungen für Erdgas, Biogas und Wasserstoff > P. Kutne > 16.06.2021

# Retrofitkonzepte für Bestandskraftwerke als Einstieg in die Wasserstoffnutzung – Retrofit H2



#### • 7ial·

- Entwicklung eines skalierbaren Umrüstungskonzepts für Bestandsgasturbinen bis 100 MW
- Ermöglichung eines brennstoffflexiblen Betriebs mit Erdgas und Wasserstoff
- Demonstration der Umrüstung an 400 kW Gasturbinen-BHKWs mit DLR Brennkammertechnologie
- · Langzeiterprobung in realer Umgebung









DLR.de • Folie 23 ASUE – Expertenkreis Gasturbinentechnik 2021 > Brennstoffflexible Lösungen für Erdgas, Biogas und Wasserstoff > P. Kutne > 16.06.2021

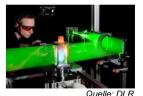
#### Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

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

Institut für Verbrennungstechnik | Pfaffenwaldring 38-40 | 70569 Stuttgart Dr. Peter Kutne Peter.Kutne@dlr.de









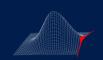


# Realgeometrieeffekte und digitale Zwillinge an Gasturbinen

Prof. Dr.-Ing. Ronald Mailach, TU Dresden







Faculty of Mechanical Science and Engineering 🕟 Institute of Fluid Mechanics 🕟 Chair of Turbomachinery and Flight Propulsion

### Real Geometry Effects and Digital Twins for Gas Turbines

Prof. Dr.-Ing. habil. Ronald Mailach Dr.-Ing. Matthias Voigt

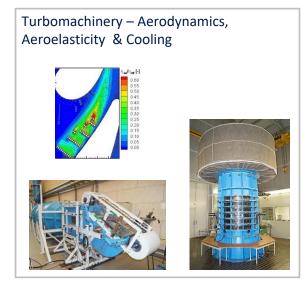
Technische Universität Dresden Professur für Turbomaschinen und Flugantriebe

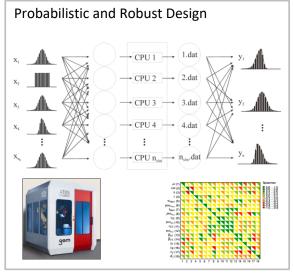
ASUE-EK Gasturbinentechnik, 16.06.2021



Chair of Turbomachinery and Flight Propulsion (TFA) at TU Dresden

Faculty of Mechanical Science and Engineering · Institute of Fluid Mechanics · Chair of Turbomachinery and Flight Propulsion





R. Mailach

ASUE-EK Gasturbinentechnik 2021



1) Introduction

Mesh Pre-Processing
 A) Parameterisation and Rebuild



#### Outline

Faculty of Mechanical Science and Engineering · Institute of Fluid Mechanics · Chair of Turbomachinery and Flight Propulsion

- engineering application of probabilistic methods for robust design of turbomachinery components for gas turbines and jet engines
- for robust design the real geometry effects (manufacturing tolerances, deterioration effects ...) must be known
- high-precision optical geometry measurement methods will be presented
- scattering of measured geometries have to be parameterised
- based on parameterised geometry the probabilistic investigations are performed
- examples for probabilistic, robust design of turbomachinery components

R. Mailach

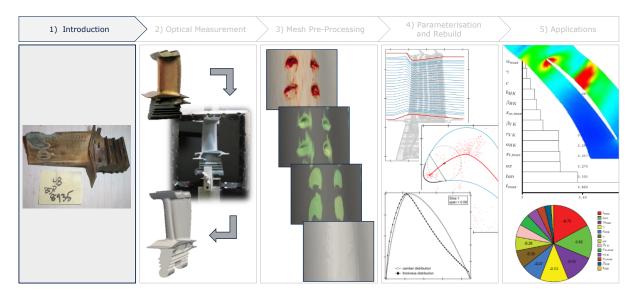
ASUE-EK Gasturbinentechnik 2021

Slide 3



Outline

Faculty of Mechanical Science and Engineering · Institute of Fluid Mechanics · Chair of Turbomachinery and Flight Propulsion



R. Mailach

ASUE-EK Gasturbinentechnik 2021



2) Optical Measurement

() Mesh Pre-Processin

4) Parameterisation and Rebuil

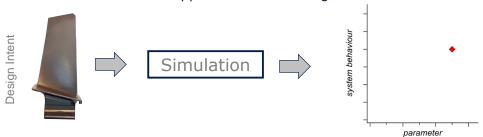
5) Application



#### Motivation

Faculty of Mechanical Science and Engineering · Institute of Fluid Mechanics · Chair of Turbomachinery and Flight Propulsion

• Classic simulation-based approach used in design



Real behavior of physical system



R. Mailach ASUE-EK Gasturbinentechnik 2021

Slide 5

TECHNISCHE UNIVERSITÄT

DRESDEN

Motivation

Faculty of Mechanical Science and Engineering · Institute of Fluid Mechanics · Chair of Turbomachinery and Flight Propulsion

### **Design intent**

Identical blades (example: cooled turbine blade row)



### Reality

Two individual turbine blades of the same engine





Figs.: Rolls-Royce / Darmofal (MIT)

R. Mailach

ASUE-EK Gasturbinentechnik 2021



1) Introduction

2) Ontical Measurement

Mesh Pre-Processi

4) Parameterisation and Rebuil

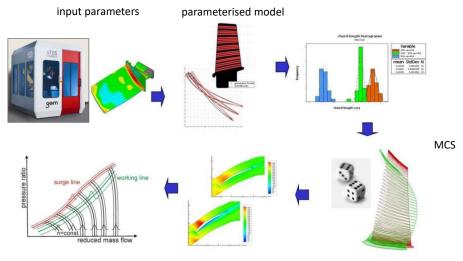
5) Application



#### Probabilistic Approach

Faculty of Mechanical Science and Engineering · Institute of Fluid Mechanics · Chair of Turbomachinery and Flight Propulsion

### Probabilistic analysis of aerodynamic performance based on manufacturing tolerances of a multistage compressor



output parameters / results

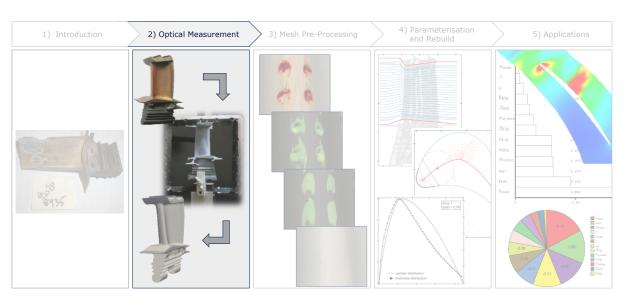
R. Mailach ASUE-EK Gasturbinentechnik 2021

Slide 7



Outline

Faculty of Mechanical Science and Engineering · Institute of Fluid Mechanics · Chair of Turbomachinery and Flight Propulsion



R. Mailach

ASUE-EK Gasturbinentechnik 2021



L) Introducti

2) Optical Measurement

Mesh Pre-Processin

4) Parameterisation and Rebui

5) Application



#### 3D Geometry Measurements - GOM

Faculty of Mechanical Science and Engineering 🕠 Institute of Fluid Mechanics 🕠 Chair of Turbomachinery and Flight Propulsion

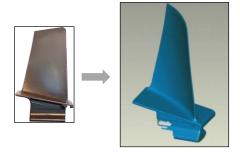
# Precise Optical 3D Measurement based on Blue Light-Technology:

Blades, Vanes, Blisks etc.:

(ATOS ScanBox - Optical 3D Measuring Machine 5108, ATOS Triple Scan 16M SO, Photogrammetrie PlusBox 29M)







R. Mailach

ASUE-EK Gasturbinentechnik 2021

Slide 9

TECHNISCHE UNIVERSITÄT

DRESDEN

2) Optical Measurement

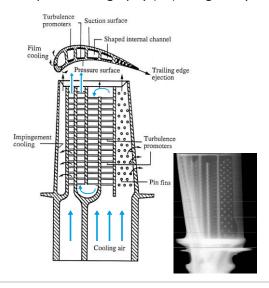
) Parameterisation and Rebuild

5) Application

3D Geometry Measurements - CT

Faculty of Mechanical Science and Engineering · Institute of Fluid Mechanics · Chair of Turbomachinery and Flight Propulsion

# Inner geometry measurements of cooled turbine blades with computer tomography (CT) using X-Ray scan device Nikon XTH450





Combination of CT and GOM - meas.:

- → real 3D geometry of cooled turbine blade
- → real performance / cooling efficiency

Figs.: left: Nikon; right: Siemens; Han et al.

R. Mailach

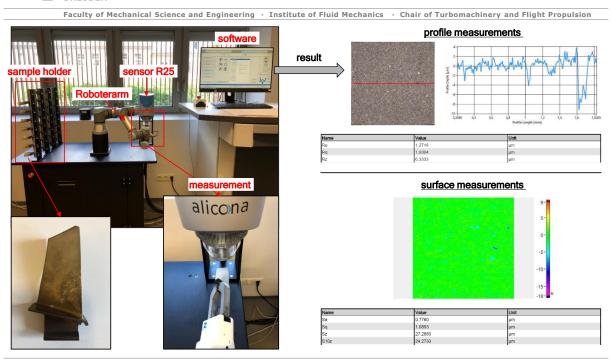
ASUE-EK Gasturbinentechnik 2021



1) Introduction 2) Optical Measurement 3) Mesh Pre-Processing 4) Parameterisation and Rebuild 5) Applications



#### Surface Roughness Measurements - Alicona



R. Mailach ASUE-EK Gasturbinentechnik 2021 Slide 11

Faculty of Mechanical Science and Engineering · Institute of Fluid Mechanics · Chair of Turbomachinery and Flight Propulsion



Outline

1) Introduction 2) Optical Measurement 3) Mesh Pre-Processing 4) Parameterisation and Rebuild 5) Applications

| Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications | Applications

R. Mailach ASUE-EK Gasturbinentechnik 2021 Slide 12

Mesh Pre-Processing
 4) Parameterisation and Rebuild

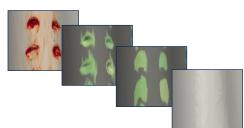
Faculty of Mechanical Science and Engineering · Institute of Fluid Mechanics · Chair of Turbomachinery and Flight Propulsion

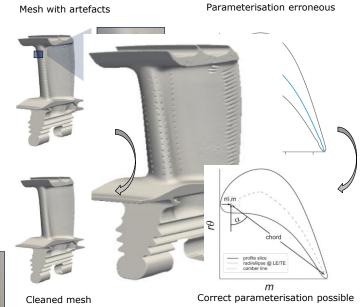


# TECHNISCHE UNIVERSITÄT Mesh Pre-Processing DRESDEN

· description / automatic meshing of whole surface, including:

- cooling holes
- small impacts
- erosion ...
- cleaning of the mesh: removal of these features for correct parameterisation





Lange et al. (2009), Scharfenstein et al. (2013)

R. Mailach

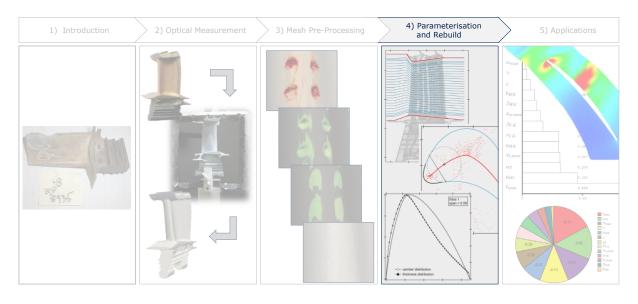
ASUE-EK Gasturbinentechnik 2021

Slide 13



Outline

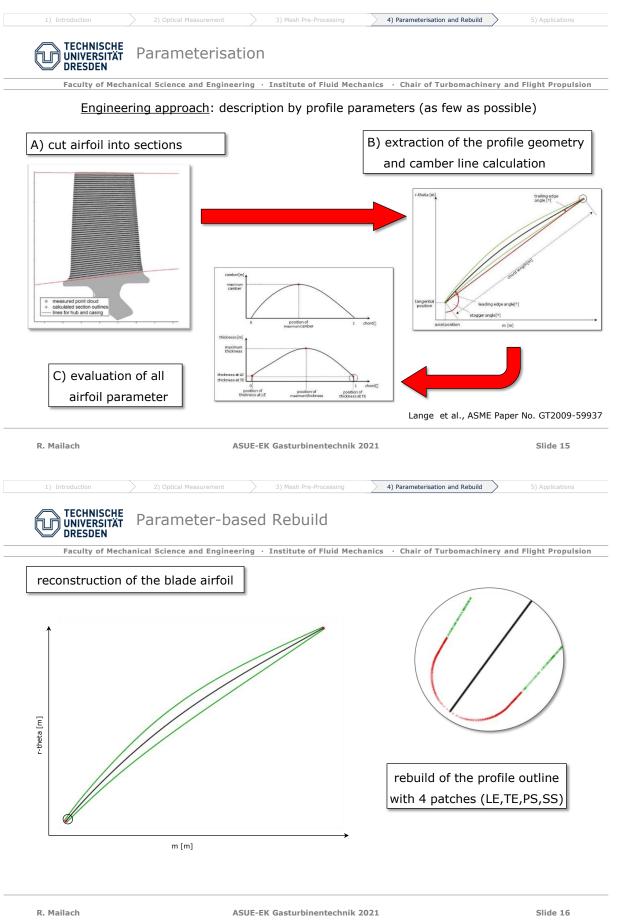
Faculty of Mechanical Science and Engineering · Institute of Fluid Mechanics · Chair of Turbomachinery and Flight Propulsion



R. Mailach

ASUE-EK Gasturbinentechnik 2021





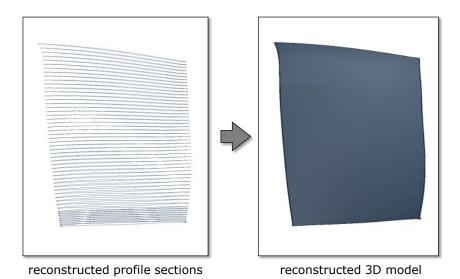
1) Introduction 2) Optical Measurement 3) Mesh Pre-Processing 4) Parameterisation and Rebuild 5) Applications



#### Parameter-based Rebuild

Faculty of Mechanical Science and Engineering · Institute of Fluid Mechanics · Chair of Turbomachinery and Flight Propulsion

#### reconstruction of the blade



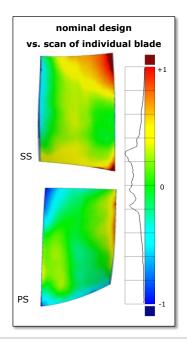
R. Mailach ASUE-EK Gasturbinentechnik 2021 Slide 17

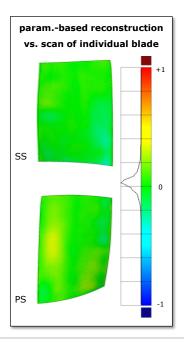
1) Introduction 2) Optical Measurement 3) Mesh Pre-Processing 4) Parameterisation and Rebuild 5) Application



### Parameter-based Rebuild

Faculty of Mechanical Science and Engineering · Institute of Fluid Mechanics · Chair of Turbomachinery and Flight Propulsion





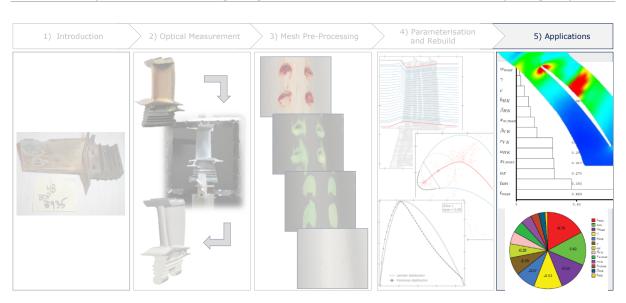
R. Mailach ASUE-EK Gasturbinentechnik 2021 Slide 18





Outline

Faculty of Mechanical Science and Engineering · Institute of Fluid Mechanics · Chair of Turbomachinery and Flight Propulsion



R. Mailach ASUE-EK Gasturbinentechnik 2021 Slide 19

1) Incroduction

2) Optical Measuremen

3) Mesh Pre-Processin

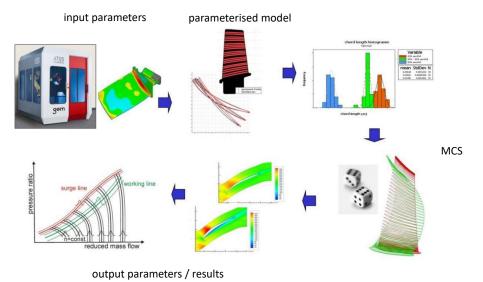
4) Parameterisation and Rebuild

5) Application

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Influence of Manufacturing Tolerances on Aerodynamic Performance of a 10,5-stage Compressor

Faculty of Mechanical Science and Engineering · Institute of Fluid Mechanics · Chair of Turbomachinery and Flight Propulsion



R. Mailach ASUE-EK Gasturbinentechnik 2021



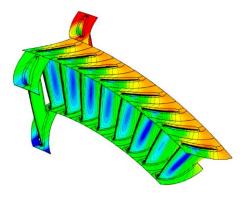
### TECHNISCHE Influence of Manufacturing Tolerances on Aerodynamic UNIVERSITÄT Performance of a 10 F stage Communication of the Communicat Performance of a 10,5-stage Compressor

Faculty of Mechanical Science and Engineering · Institute of Fluid Mechanics · Chair of Turbomachinery and Flight Propulsion

- 10,5-stage compressor of jet engine (Rolls-Royce BR710 HPC)
- optical measurement of 150 compressor blades (used blades, different manufacturers) → scattering of parameters
- rotors with manufacturing tolerances, stators with nominal geometry
- 240 input parameters for probabilistic investigation
- automated mesh generation and mesh morphing for CFD - simulation
- 500 MCS realisations with Latin Hypercube Sampling (LHS)



8 passage model (each blade row) static pressure field (selected realisation)



Lange et al., ASME Paper No. GT2011-45718

R. Mailach

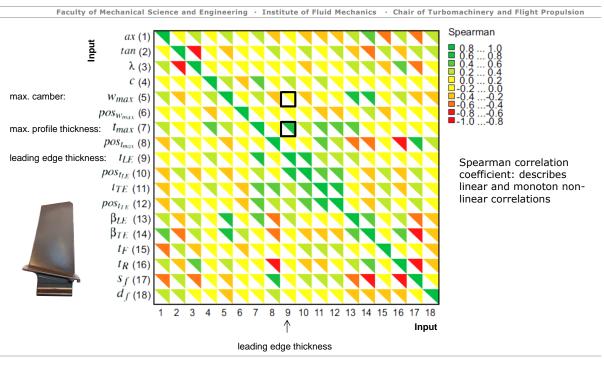
ASUE-EK Gasturbinentechnik 2021

Slide 21

#### TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

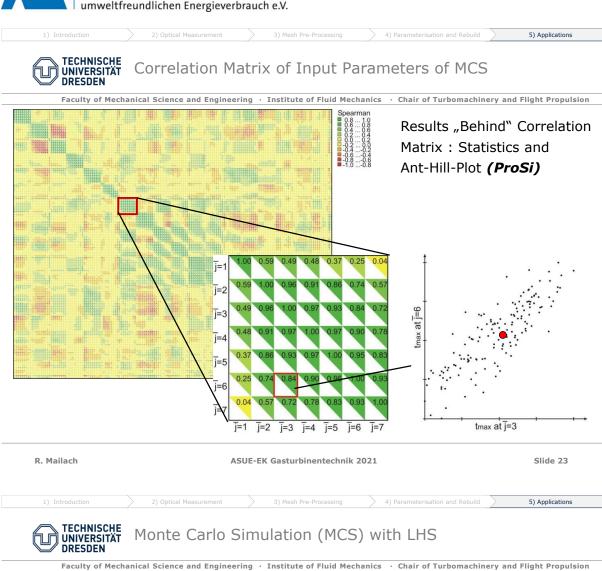
### Correlation Matrix of Input Parameters of MCS

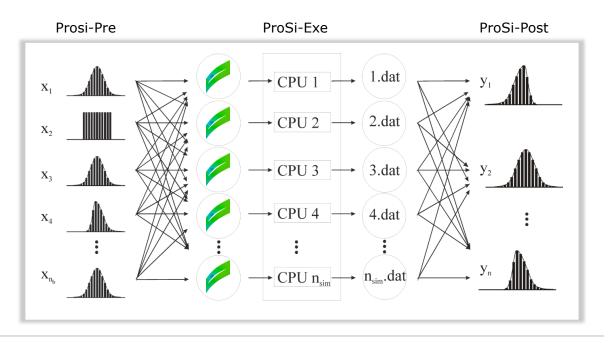
Mesh Pre-Processing
 A) Parameterisation and Rebuild



R. Mailach ASUE-EK Gasturbinentechnik 2021







R. Mailach

ASUE-EK Gasturbinentechnik 2021

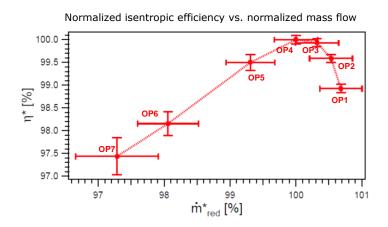


1) Introduction 2) Optical Measurement 3) Mesh Pre-Processing 4) Parameterisation and Rebuild 5) Applications

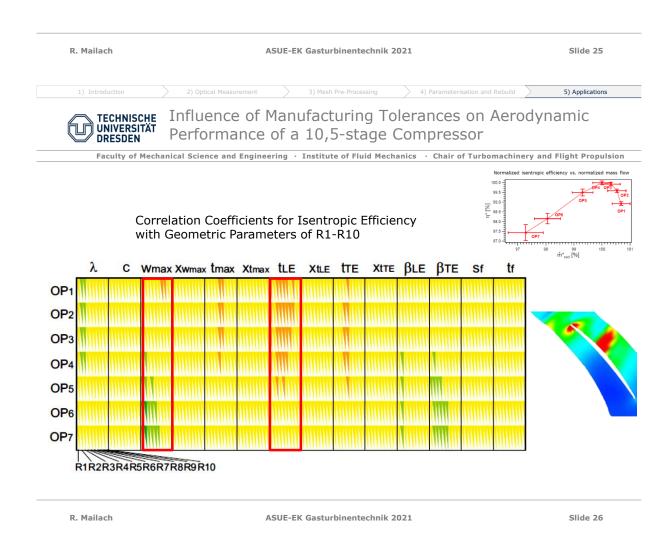


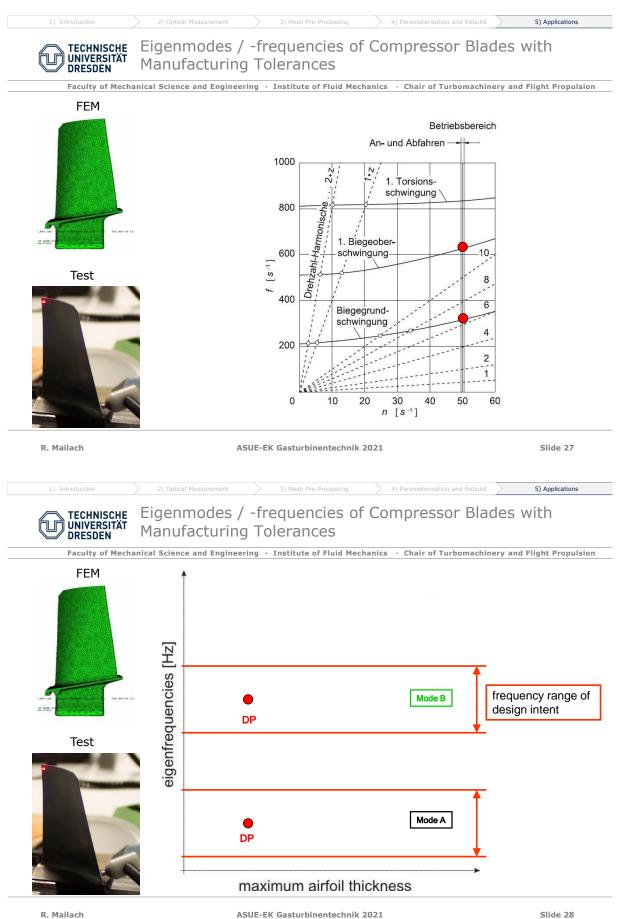
# Influence of Manufacturing Tolerances on Aerodynamic Performance of a 10,5-stage Compressor

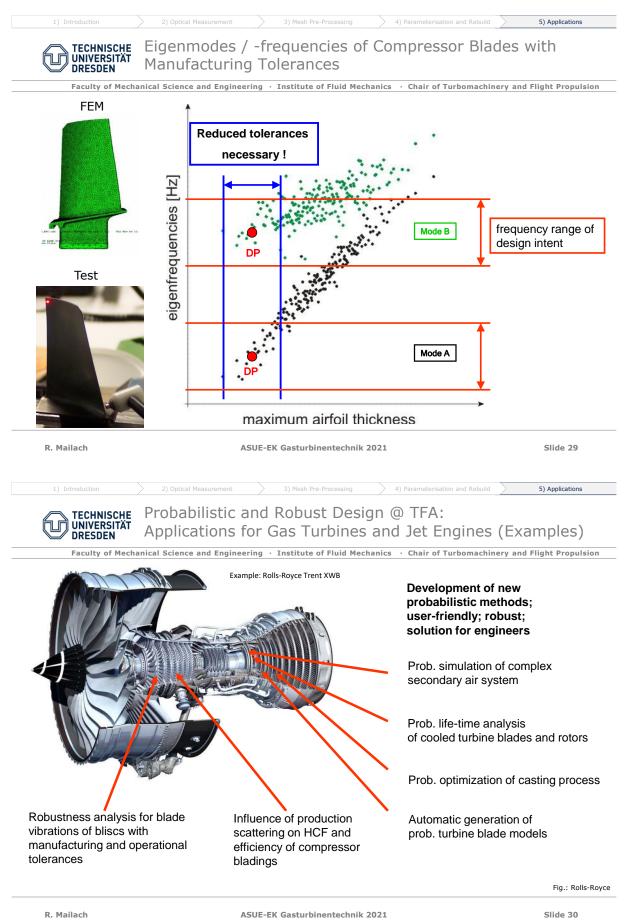
Faculty of Mechanical Science and Engineering · Institute of Fluid Mechanics · Chair of Turbomachinery and Flight Propulsion



- · influence of manufacturing tolerances on performance of stages and whole compressor
- large scatter of efficiency and mass flow for throttled compressor









1) Introduction 2) Optical Measurement 3) Mesh Pre-Processing 4) Parameterisation and Rebuild 5) Applications

TECHNISCHE Summary DRESDEN

Faculty of Mechanical Science and Engineering · Institute of Fluid Mechanics · Chair of Turbomachinery and Flight Propulsion

- engineering solutions for probabilistic analyses shown
- typical process chain was discussed + examples for probabilistic,
   robust design for gas turbine / jet engine components
- · scattering of parameters can have large influence on system behavior
- probabilistic methods for better understanding of complex systems and their response to multiple input parameters
- probabilistic methods for improvement of performance, optimization, robust design, cost reduction ...
- probabilistic methods play an increasing role in design process of turbomachinery
- large variety of applications of probabilistics (e.g. automobile industry, construction engineering ...)

R. Mailach

ASUE-EK Gasturbinentechnik 2021

Slide 31

1) Introduction

2) Optical Measurement

3) Mesh Pre-Processing

4) Parameterisation and Rebuild

5) Applications

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Faculty of Mechanical Science and Engineering · Institute of Fluid Mechanics · Chair of Turbomachinery and Flight Propulsion

- Information on research projects on probabilistics and robust design at Chair of Turbomachinery and Flight Propulsion of TU Dresden: https://tu-dresden.de/ing/maschinenwesen/ism/tfa
- 12th Dresdner Probabilistik Workshop, Sept. / Oct. 2022, Dresden: http://probabilistik.de

## Thank you for your attention!

R. Mailach

ASUE-EK Gasturbinentechnik 2021



# Die neue Performance der SGT 600

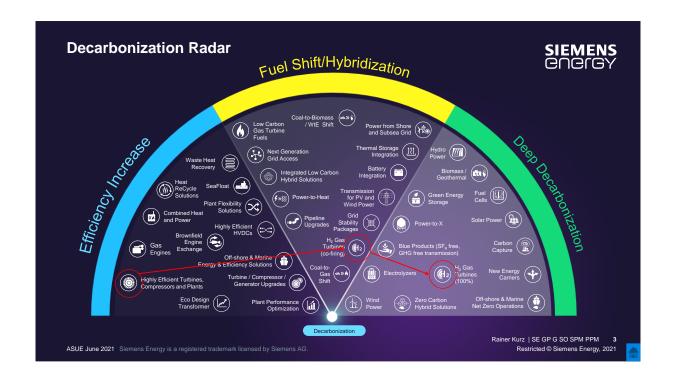
Dr. Rainer Kurz, SIEMENS-ENERGY

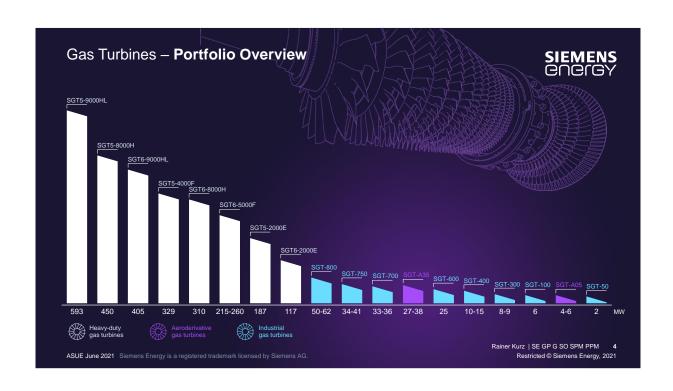




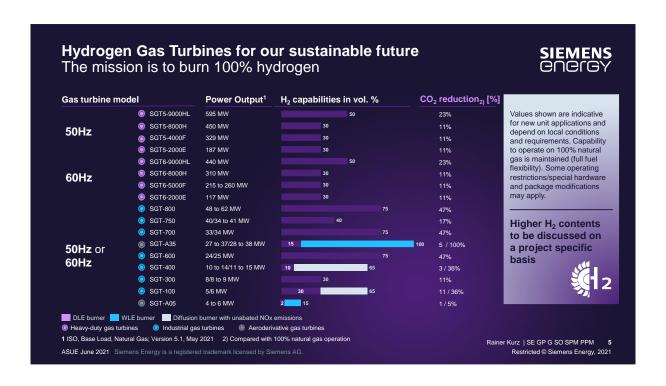


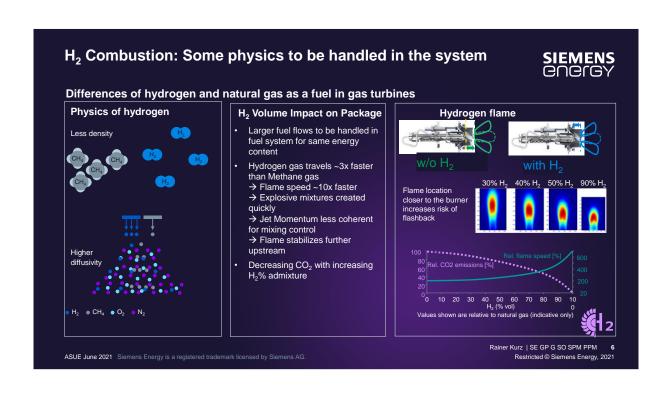




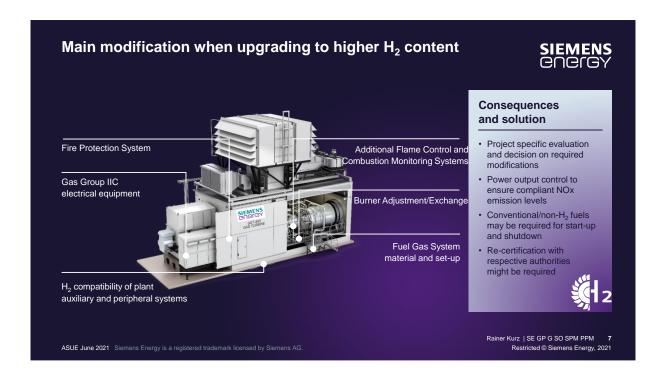


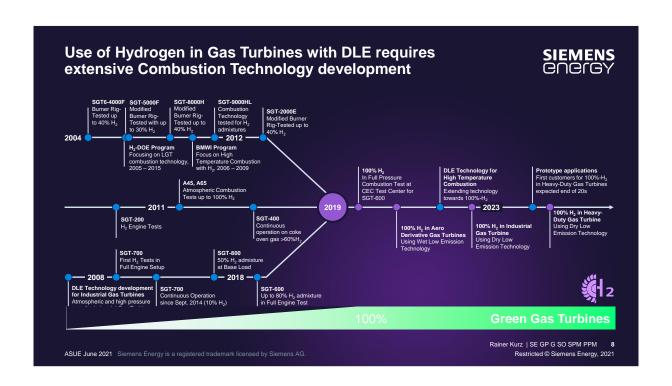










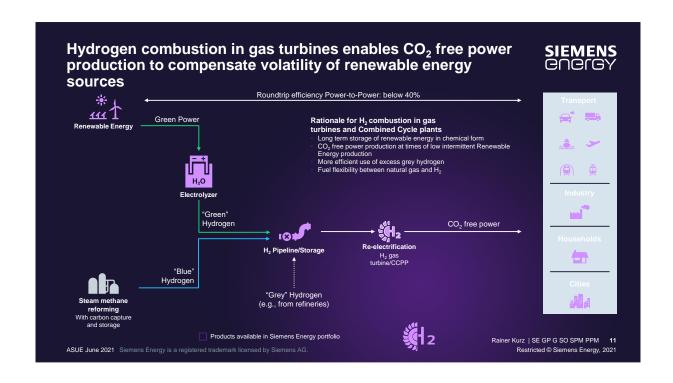






















#### **Disclaimer**

#### **SIEMENS** COCCOY

This document may contain statements relating to the future business and financial performance and future events or developments involving Stemens Energy (together with its subsidiaries, "Siemens Energy") that may constitute forward-looking statements. These statements may be identified by words such as 'expect,' "took forward to,' 'anticipate', 'intend,' 'plan', 'believe', 'seek', 'estimate', 'will', 'project' or words of similar meaning. Such statements are based on the current expectations and certain assumptions, of which many are beyond Siemens Energy's control. These are subject to a number of risks and uncertainties. Should non or more of these risks or uncertainties materialize, should decisions, assessments or requirements of regulatory authorities deviate from our expectations, or should underlying expectations not occur or assumptions prove incorrect, actual results, performance or achievements of Siemens Energy may (regatively or positively) vary materially from those described explicitly or implicitly in the relevant torward-looking statement. Siemens Energy does not intend, nor assume any obligation, to update or revise these forward-looking statements in light of developments which differ from those anticipated.

The information and opinions contained in this document are provided as at the date of this presentation and are subject to hange without notice. They do not purport to contain all information that may be required to evaluate Siemens Energy and have not been verified independently. The information in this document is of a preliminary and abbreviated nature and may be subject to updating, revision and amendment, and such information may change materially.

This document contains forecasts, statistics, data and other information relating to markets, market sizes, market shares, market positions and other industry data on Siemens Energy's business and markets (together the "market data") provided by third party sources as interpreted by us. This market data is, in part, derived from published research and additional market studies prepared primarily as a research tool and reflects estimates of market conditions based on research methodologies including primary research, secondary sources and econometric modelling, which may not be representative. Nothing contained in this document (and the appertaining verbal presentation, if any) is a warranty, quantiee or representation. All statements, data and information contained hereir (and the appertaining verbal presentation, if any) are non-binding and shall not create on Siemens any commitment, obligation or liability whatsoever. Furthermore, they shall not be ground for any claim or argument, regardless whether based on this document (and the appertaining verbal presentation, if any) alone or in connection with a separate agreement or contract.



Rainer Kurz | SE GP G SO SPM PPM 15
Restricted © Siemens Energy, 2021

ASUE June 2021 Siemens Energy is a registered trademark licensed by Siemens AG



# Wartung und Instandhaltung von HKW-Anlagen

Christian Griffig, bps Consulting GmbH



# WARTUNG UND INSTANDHALTUNG VON HKW-ANLAGEN

JUNI 2021

EXPERTENKREIS GASTURBINENTECHNIK DER ASUE

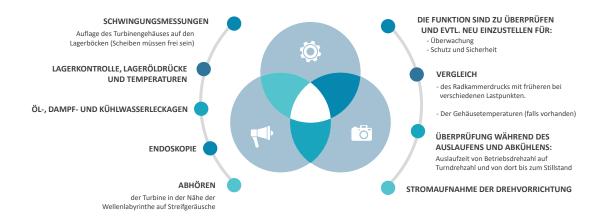
DIPL. ING. **EGBERT GRIFFIG**B. A. **CHRISTIAN GRIFFIG** 





# **DAS WARTUNGSKONZEPT (1)**

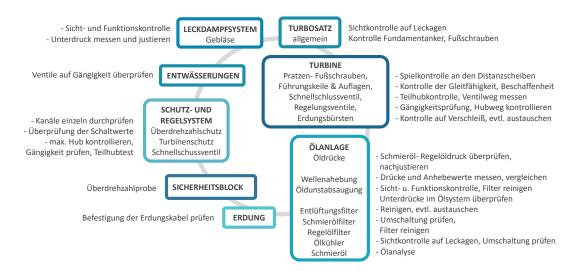
INSPEKTION NACH CA. 20.000 BETRIEBSSTUNDEN





#### **INSPEKTION NACH CA. 20.000 BETRIEBSSTUNDEN**

TÄTIGKEITSLISTE



# **LAUFENDE WARTUNG: ÖLSYSTEM**





# **ÖLANALYSE NACH T9**

#### 2.2 ANALYSENERGEBNISSE

Analysenergel		Aktuelle Probe			Frühere	7				
Analysenergeomisse		AKTUEIIE Probe Untersuchungen				VERUNREINIGUNG				
Labornummer		4406981	8085437	8083629		Silizium Si mg/kg	1	0	0	
Untersuchungsdat	:um	04.12.2020	03.06.2020	14.02.2019		Kalium K mg/kg	0	0	0	
Datum Probenenti	nahme	25.11.2020	25.05.2020	13.02.2019		Natrium Na mg/kg	1	1	0	
Datum letzter Ölw	echsel					Lithium Li/ mg/kg	0	0	0	
Nachfüllmenge sei	it Wechsel		-			Wasser K.F.	<30	<30	<30	
Laufzeit seit Wech	sel	-	-			ÖLZUSTAND				
Laufzeit gesamt						Viskosität bei 40°C	46.32	46.42	43.01	
Öl gewechselt		Nein	Nein	Nein		Viskosität bei 100 °C	7.55	7.63	6.81	
VERSCHLEIß						Viskositätsindex	129	131	114	
Eisen Fe	mg/kg	0	0	1		Oxidation	1	1	1	
Chrom Cr	mg/kg	0	0	0		Farbe	3.0	3.0	3.0	
Zinn Sn	mg/kg	0	0	0		ADDITIVE				
Aluminium Al	mg/kg	1	0	0		Kalzium Ca mg/kg	1	2	0	
Nickel Ni	mg/kg	0	0	0		Magnesium Mg mg/kg	1	1	0	
Kupfer Cu	mg/kg	1	1	3		Bor B mg/kg	0	0	0	
Blei Pb	mg/kg	0	0	0		Zink Zn mg/kg	0	1	0	
Molybdän Mo	mg/kg	1	1	2		Phosphor P mg/kg	21	18	22	
Mangan Mn	mg/kg	0	0	0		Barium P	0	0	0	
PQ-Index		<25	<25	<25		Schwefel	135	51	223	

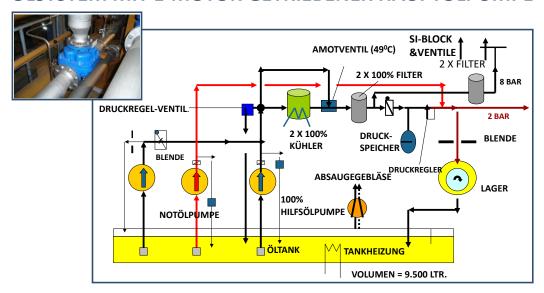
# **ÖLANALYSE NACH T9**

#### 2.3 ANALYSENERGEBNISSE

ANALYSENERGEBNISSE	aktuelle Probe		frühe	re Untersuchungen
Labornummer	4406981	8085437	8083629	
Untersuchungsdatum	04.12.2020	03.06.2020	14.02.2019	
Datum Probenentnahme	25.11.2020	25.05.2020	13.02.2019	
Datum letzter Ölwechsel				
Nachfüllmenge seit Wechsel	-	-		
Laufzeit seit Wechsel	-	-		
Laufzeit gesamt				
Öl gewechsel	Nein	Nein	Nein	
ZUSATZTESTE				
AN/NZ mg/KOH/g	0.08	0.10	0.08	
Luftabscheidevermögen min	4.0	3.4	2.2	
LAV bei Temperatur °C	50	50	50	
WAV (Dampfbehandlung) s	141	159	1373	
Schaumtest Seq. 1 ml/ml	630/0	600/0	430/0	
Reinheitsklasse ISO 4406	14/12/10	20/19/16	19/16/12	
A: >4μm = ISO >4μm	10165	671601	407369	
Anzahl/100 ml				
B: >6μm = ISO >6μm	3683	255945	36817	
Anzahl/100 ml				
C: >14µm = ISO >14µm	547	36248	2477	
Anzahl/100 ml				
D: >21µm Anzahl/100 ml	177	13127	886	
E: >38µm Anzahl/100 ml	12	911	36	
F: >70µm Anzahl/100 ml	0	157	12	
Reinheitsklasse SAE AS 4059	5D	11D	10A	
Ruler Additiv 1 %				
Ruler Additiv 2 %				



# **ÖLSYSTEM MIT E-MOTOR GETRIEBENER HAUPTÖLPUMPE**

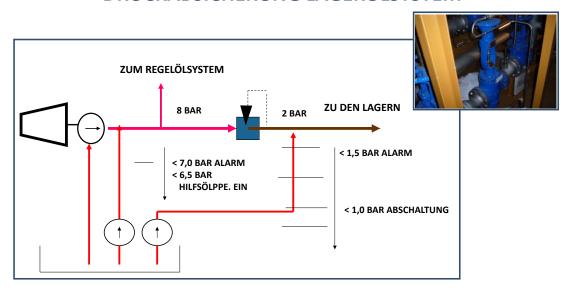


# ÖLTANK: HAUPTÖLPUMPEN



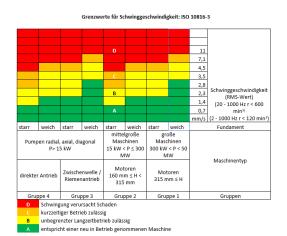


# **DRUCKABSICHERUNG LAGERÖLSYSTEM**



# **SCHWINGUNGSMESSUNG**

ÜBERWACHUNG | WELLENSCHWINGUNGEN | VDI 2059

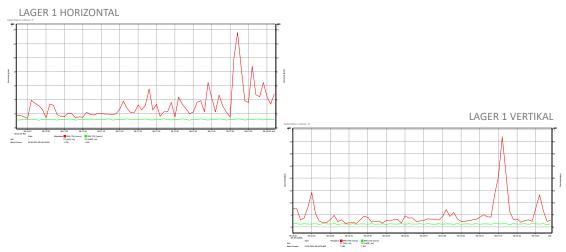






# **SCHWINGUNGSMESSUNG**

BEISPIELMESSUNG



# **SCHWINGUNGSMESSUNG**

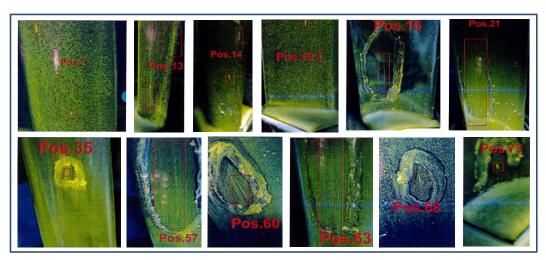


MIT X GEKENNZEICHNETEN SCHAUFELN SIND LOCKER



# **SCHWINGUNGSMESSUNG**

MAGNETVERPULVERUNG



# **ENDOSKOPIE**



SCHAUFELN MIT BELAG



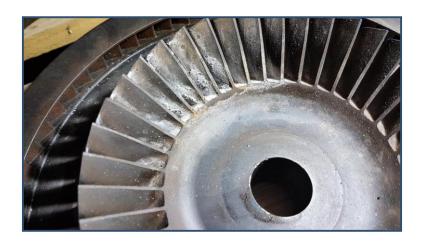




**ENDOSKOPIE**FOLGESCHÄDEN NACH
UNREGELMÄSSIGER WARTUNG



**ENDOSKOPIE**SALZAUSBLÜHUNGEN AN DEN SCHAUFELN





# **ENDOSKOPIE**

SCHAUFELN OHNE BEFUND





# **LAGERKONTROLLE**

FARBEINDRINGVERFAHREN

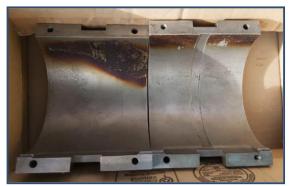


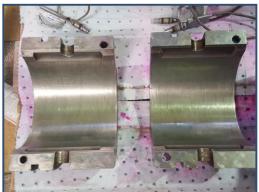




# **LAGERKONTROLLE**

BEISPIELE LAGER





# **LAGERKONTROLLE**

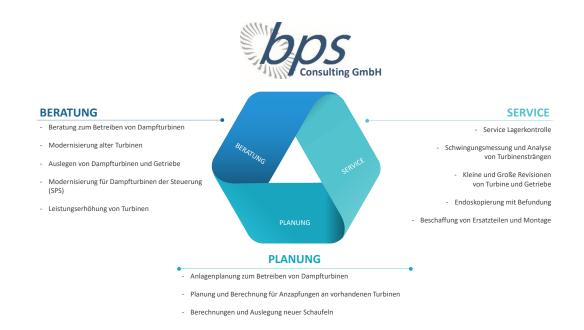
SPIELEMESSUNG BEI DEN LABYRINTHEN



SPINDEL MIT RIEFEN





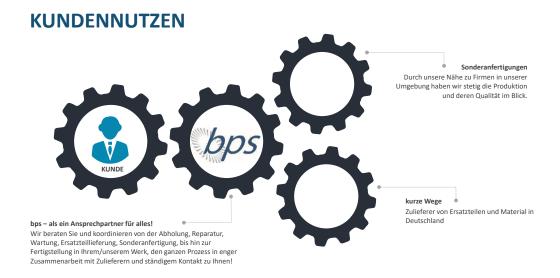






Mit uns vertrauen Sie auf mehr als **30 Jahre Erfahrung** in der Dampfturbinentechnik – von der Auslegung der Anlage, über die Inbetriebnahme, bis zur Betreuung und Instandsetzung. Alles aus einer Hand.







# VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!

**EGBERT GRIFFIG UND CHRISTIAN GRIFFIG** 



Beratung | Planung | Service für Dampfturbinen | Kraftwerksanlagen und Komponenten

**Büro** Blücherplatz 11 | 32139 Spenge | T. 05225 8610760 **Werkstatt** Industriezentrum 11 | 32139 Spenge | T. 05225 861537

www.bps-energie.de | info@bps-energie.de



# Update CO<sub>2</sub>-Emissionshandel

Rainer Sternkopf, Umweltbundesamt, Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt)





Bericht aus der DEHSt:
"Doppelt hält besser!":
EU-Emissionshandel und nationaler
Brennstoffemissionshandel
Rückblick auf die
3. Handelsperiode im EU-Emissionshandel in
Deutschland sowie
Start des nEHS im Jahr 2021

#### **Rainer Sternkopf**

Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) im Umweltbundesamt ASUE-Expertenkreis Gasturbinentechnik, Berlin, 16. Juni 2021





# Die DEHSt im FB V – Organisation

			ereich V Landgrebe					
Klimaschutz, Energie, Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt)								
Abteilt Klimaschutz Dr. Karste	und Energie	Abteilung V Z Industrieanlagen, Klimaschutzprojekte, Kundenservice und Rechtsangelegenheiten Dr. Enno Harders		Abteilung V 3 Energieanlagen, Luftverkehr, Register und ökonomische Grundsatzfragen Prof. Dr. Daniel Klingenfeld				
Fachgebiet V 1.1 Klimaschutz	Fachgebiet V 1.2 Energiestrategien und -szenarien	Fachgebiet V 2.1 Stahlindustrie, Raffinerien, fachliche Datenkonzeptionen und zentrale Datenqualitätssicherung	Fachgebiet V 2.2 Mineralverarbeitende Industrie, Papier-, Zellstoff-, Nichteisenmetall-, Rußindustrie	Fachgebiet V 3.1 Energiewirtschaft	Fachgebiet V 3.2 Chemische Industrie und industrielle Feuerungsanlagen			
Juliane Berger	Dr. Benno Hain	Heike Leonhardt Dr. Markus Kollar		Rainer Sternkopf	Lars Langefeld			
Fachgebiet V 1.3 Erneuerbare Energien	Fachgebiet V 1.4 Energieeffizienz	Fachgebiet V 2.3 Kommunikation, Kundenservice, Veranstaltungsmanagement	Fachgebiet V 2.4 Rechtsangelegenheiten und Justitiariat Emissionshandel	Fachgebiet V 3.3 Ökonomische Grundsatzfragen des Emissionshandels, Monitoring, Auswertungen	Fachgebiet V 3.4 Registerführung			
Carla Vollmer	Dr. Bärbel Westermann	Gladys Takramah	Juliane Steegmann	Christoph Kühleis	Dr. Thomas Schütz			
Fachgebiet V 1.5 Energieversorgung und -daten Geschäftsstelle der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat)	Fachgebiet V 1.6 Emissionssituation	Fachgebiet V 2.5 Verfahrenssteuerung, Verifizierung, Finanzierung	Fachgebiet V 2.6 Klimaschutzprojekte – Nationale Zustimmungsstelle CDM / JI	Fachgebiet V 3.5 Informationstechnik, IT-Qualitätssicherung	Fachgebiet V 3.6 Luftverkehr			
Marion Dreher	Michael Strogies	Holger Berg	Frank Wolke	Dr. Sebastian Uhlmann	Dr. Olaf Hölzer-Schopohl			
Fachgebiet V 1.7 Herkunftsnachweisregister für Strom aus erneuverbaren Energien m. d.W.d.G.b. Elke Mohrbach	Standort: Hauptsitz Dessau De	utsche Emissionshandelsstello, Standort: Berlin		Umwe Bunde				

# Rückblick auf die 3. Handelsperiode im EU-Emissionshandel in Deutschland und EU





#### **EU ETS: Anlagen und Emissionen in Deutschland 2020**

Anzahl: 1.817 emissionshandelspflichtige Energie- und Industrieanlagen THG-Emissionen: 320 Millionen Tonnen Kohlendioxid-Äquivalente (2019: 363 Mio.)

2020: Rückgang um 11,7 Prozent gegenüber 2019 (Energie: -15%; Industrie: - 5%)
2019: Rückgang um 14,2 Prozent gegenüber 2018 (Energie: -18%; Industrie: - 4%)
2018: Rückgang um 3,5 Prozent gegenüber 2017 (Energie: -4,4%; Industrie: -1,3%)

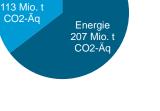
**Luftverkehr:** 48 Lfz. Betreiber ⇒ 4 Mio. t CO<sub>2</sub> (2019: 9 Mio.) Emissionsentwicklung ggü. 2019: - 58 % (2018: - 4 %)

#### Emissionen im EU ETS 2020 (stationär, vorl.)

**THG-Emissionen**: **1,3** Mrd. Tonnen Kohlendioxid-Äquivalente (2019: 1,53 Mrd.) **2020:** Rückgang um **11,2 Prozent** ggü. 2019 (Energie: -15%; Industrie: -7%)

2019: Rückgang um 9 Prozent ggü. 2018

Quelle: DEHSt, vorl. Daten auf Basis VET Meldung, Stand 1.4.2021 sowie Pressemeldung EU KOM vom 15.4.2021



Industrie



# Pandemiebedingte Effekte bei der Emissionsentwicklung 2020 in DE

#### Deutsche Emissionen 2020 gemäß UBA Vorjahreschätzung

UBA Vorjahresschätzung: Rückgang der THG Emissionen um 8,7 Prozent, davon ca. ein Drittel der Emissionsreduktion pandemiebedingt:

- EU-ETS-Sektoren: (Vorjahresschätzung durch ETS Daten bestätigt):
  - <u>Energiewirtschaft:</u> minus 15 Prozent ► Stromnachfrage minus 4 Prozent sicher Lockdown bedingt, weitere Ursachen für Emissionsrückgang:
    - · Hoher EUA-Preis: Betrieb von Gaskraftwerken wirtschaftlicher als der von Kohlekraftwerken
    - Gestiegener Beitrag der Erneuerbaren Energien an der Stromversorgung, insbes. Windkraftanlagen
  - Industrie: minus 5 Prozent ▶ BIP (Industrie) pandemiebedingt ebenfalls minus 5 Prozent
- nEHS-Sektoren:
  - Gebäude: minus 3 Prozent ► gegenläufige Entwicklung in HH (plus 1 Prozent) u. GHD (minus 14 Prozent)
  - Verkehr: minus 11 Prozent ► stark rückläufiges Verkehrsaufkommen
- Übrige Sektoren:
  - Kaum Pandemieeffekte (kontinuierlich fortgeschriebene Entwicklung)

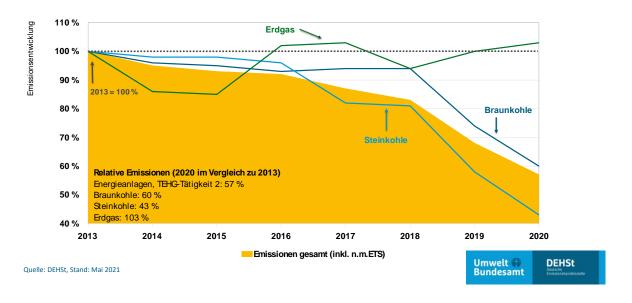


Quelle: Pressemitteilung UBA, Nr. 07/2021 vom 15.03.2021



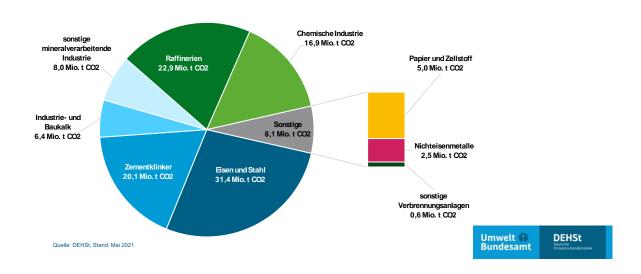


#### Energieanlagen – Relative Emissionen Hauptbrennstoffe (Tätigkeit 2)



#### **EU-ETS-Emissionen 2020**

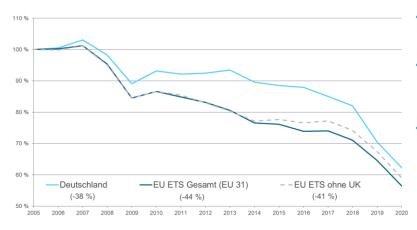
#### Industrieanlagen





#### Minderung im EU ETS seit 2005

#### **EU 31 und Deutschland**



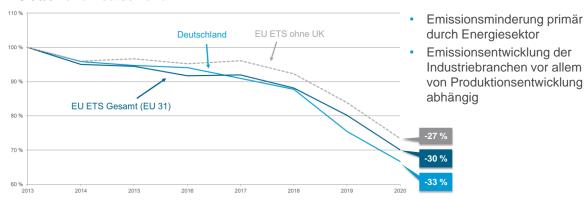
- ETS Minderungsziel 2020: – 21 % (ggü. 2005) deutlich übertroffen
- Noch geltendes ETS
   Minderungsziel 2030:
   - 43 % (ggü. 2005) bereits
   2020 beinahe erreicht
- Bei EU Gesamtziel 2030 von -55% müsste der EU-ETS -62% bis -67% leisten

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Daten der Europäischen Umweltagentur (Stand: 01.04.2021), für 2020 ergänzt um eigene Schätzung für fehlende VET Dateneinträge.
Die Emissionen 2005 ibs 2012 beinhalten eine Schätzung der historischen Emissionen für den Anwendungsbereich der 3. Handelsperiode.



#### Minderung im EU ETS seit 2013

#### EU 30/31 und Deutschland



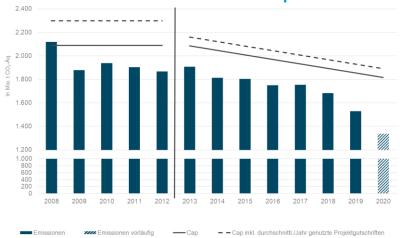
Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Daten der Europäischen Umweltagentur (Stand: 01.04.2021), für 2020 ergänzt um eigene Schätzung für fehlende VET Dateneinträge.

Umwelt DEHSt
Bundesamt

DEHSt
Pedicible Entricionshandeisselle



# Strukturelles Missverhältnis von Cap und Emissionen



Struktureller Überschuss: 2019 ca. 3,9 Mrd. EUA 2020 ca. 4,4 Mrd. EUA

#### Ursachen:

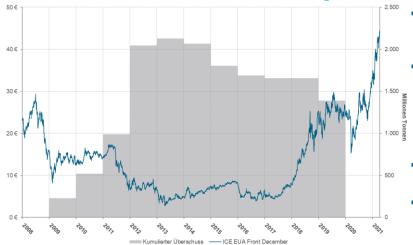
- Wirtschaftskrise
- Wenig ambitionierte Caps
- Hohe Nutzung von Projektgutschriften
- Mangelnde Koordination von Politiken

Tatsächlicher Marktüberschuss ist infolge der strukturellen Reform viel geringer (~ 1,4 Mrd.) dank nicht zugeteilter EUA, Backloading und MSR.

Quelle: DEHSt Berechnungen auf Basis von Daten der Europäischen Umweltagentur (EEA), der Europäischen Kommission (Stand: 01.04.2021).



# Preisverlauf und Überschussentwicklung im EU ETS



- Über beinahe 10 Jahre niedriger CO<sub>2</sub>-Preis, geringer Minderungsanreiz
- Preis ist gegenüber 1. HJ 2017 bis 2021 um das neunfache gestiegen → Reform des EU ETS 2018 hat Vertrauen
- Marktüberschuss sank von >2 Mrd. auf <1.4 Mrd. EUA

zurückgebracht.

MSR reduziert bis Ende 2020 Marktüberschuss um rund 800 Mio. EUA.

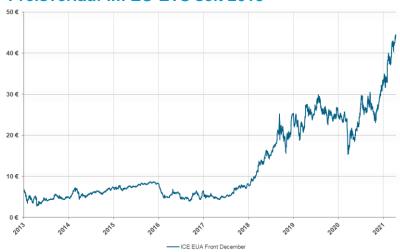
Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Daten von Refinitiv Eikon, ICE, EU KOM (Stand: 12.04.2021)

Umwelt DEHSt
Bundesamt

DEHSt
Dedactive
Entrescontabendelsstelle



#### Preisverlauf im EU-ETS seit 2013



- Abschluss am 30.12.20
   Spot: 32 Euro
   EEX EUA Future 32,20 Euro
- Preisentwicklung bewirkt
   Fuel Switch im
   Energiesektor:
   ökonomischer Vorteil für
   Gaskraftwerke gegenüber
   Steinkohle, mittlerweile auch
   gegenüber alten
   Braunkohlekraftwerken
- Marktgetriebene
   Stilllegungen von
   Steinkohlekraftwerken

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Daten von Refinitiv Eikon, ICE (Stand: 13.04.2021)



#### Fazit zum Ende der 3. HP

#### EU ETS funktioniert

vorgegebenes Minderungsziel für 2020 (- 21% gegenüber 2005) deutlich überschritten

#### Reform des EU ETS 2018 zeigt Wirkung

- Mit Reform wurde die lange Niedrigpreisphase beendet
- EU ETS wird zu einem Treiber für Rückgang der Emissionen im **Stromsektor** neben anderen Politiken und Maßnahmen wie dem Ausbau Erneuerbarer Energien
- CO<sub>2</sub> Preissignal allein reicht nicht als Treiber für Dekarbonisierung der Industrie: begleitende Fördermaßnahmen für Investitionen zur Transformation der Wirtschaft notwendig
- Steigende Auktionseinnahmen erhöhen die Möglichkeit der Verwendung in klima- und energiepolitische Maßnahmen

#### Entwicklung in 3. HP bestätigt Luft für weitere Ambitionssteigerung

- EU Klimaziel von mindestens minus 55 % bis 2030 erfordert Anpassung des Cap im EU ETS
- Anstehendes Reformpaket "fit for 55" der KOM umfasst zudem weitere ETS relevante Vorhaben: Evaluierung und Überarbeitung der Marktstabilitätsreserve (MSR), Einführung einer CO<sub>2</sub>-Bepreisung außerhalb des Anwendungsbereichs des EU-ETS (Brennstoffe, Seeverkehr), Schaffung eines Grenzausgleichssystems ("Carbon Border Adjustment Mechanism")

  Umwelt 
  Bundesamt





# Start des nationalen Emissionshandels (nEHS) in 2021 – Bereitstellung von Register und Verkaufsplattform





### Hautpflichten der Inverkehrbringer für 2021 und 2022

- Eröffnung eines Registerkontos (ab Mai 2021) sowie Kontoeröffnung bei der Veräußerungsstelle
- Erwerb der erforderlichen Zertifikate bei der beauftragten Veräußerungsstelle 2021 (Okt.-Dez.)
   (Nachkaufmöglichkeit von 10 % bis 30.09.2022)
- Abgabe eines Emissionsberichts bei der DEHSt für die Vorjahresemissionen bis zum 31.07. (erstmals 31.07.2022)
- Abgabe von Emissionszertifikaten bei der DEHSt für die Vorjahresemissionen bis zum 30.09. (erstmals 30.09.2022) über das nationale Emissionshandelsregister







#### **Start des Nationalen Emissionshandels (nEHS)**

#### Vorbereitung der Infrastruktur

- DEHSt arbeitet intensiv an der Vorbereitung und Bereitstellug der notwendigen Infrastruktur:
  - Register (Neuentwicklung erforderlich),
  - Verkaufsfunktion: Vergabe an Verkaufsplattform
  - Behördenintern: Aufbau der IT Infrastruktur, Organisationsentwicklung, Personalgewinnung und –schulung
  - Kommunikation: aktuelle und Hintergrundinformation auf DEHSt Homepage, Veröffentlichung von Leitfäden, Durchführung von Informationsveranstaltungen

https://www.dehst.de/DE/Nationaler-Emissionshandel/nationaler-emissionshandel\_node.html

 Aktualisierter Leitfaden zum Anwendungsbereich, Überwachung und Berichterstattung und Register seit 15.04.2021 online

https://www.dehst.de/DE/Nationaler-Emissionshandel/nEHS-teilnehmen/Anwendungsbereich-Emissionsermittlung-2021-2022/anwendungsbereich-emissionsermittlung-2021-2022 node.html





# Nationales Emissionshandelsregister - Aus Sicht der Verantwortlichen

- Start Antragsverfahren für Registerkontoeröffnung für Compliance-Konten im Mai 2021
- Zeitnahe Kontoeröffnung im Jahr 2021 empfehlenswert









#### Verkaufsverfahren im nationalen Emissionshandels (nEHS)

#### **Beauftragte Stelle**

- European Energy Exchange AG (EEX) in Leipzig hat nach EU-weiter Ausschreibung am 15.3.2021
   Zuschlag für Veräußerung von Emissionszertifikaten im nEHS erhalten (Verkaufsplattform)
- Mandat umfasst Verkauf der Emissionszertifikate während Festpreisphase bis einschl. 2025
- Energiebörse beginnt jetzt unmittelbar mit den Vorbereitungen zur Durchführung des Verkaufs
- Erster Verkaufstermin ist f
  ür Oktober 2021 geplant
- Zulassung zum Kauf an der EEX ist voraussichtlich ab September möglich
- DEHSt stellt gemeinsam mit EEX Informationen zum Zulassungsverfahren und Verkauf bereit
   → ab 2. HJ 2021

(siehe auch <a href="https://www.dehst.de/DE/Nationaler-Emissionshandel/nEHS-teilnehmen/Erwerb-und-Veraeusserung\_node.html">https://www.dehst.de/DE/Nationaler-Emissionshandel/nEHS-teilnehmen/Erwerb-und-Veraeusserung\_node.html</a> sowie <a href="https://www.eex.com/de/maerkte/umweltprodukte/nehs">https://www.eex.com/de/maerkte/umweltprodukte/nehs</a>)



#### Verkaufsverfahren im nationalen Emissionshandels (nEHS)

#### Teilnehmer und Zulassung

- Teilnahme am Verkauf grundsätzlich "offen"
- Zulassungsberechtigt zum Kauf sind demnach Verantwortliche nach § 3 Abs. 3 BEHG sowie sonstige natürliche und juristische Personen
- Umweltbundeamt stellt gemeinsam mit der beauftragten EEX einen Leitfaden zur Antragstellung bereit
- Zulassungsverfahren zur Verkaufsstelle und zum Register werden eng aufeinander abgestimmt
- Voraussichtlich ab September 2021 kann Zulassungsantrag bei der EEX gestellt werden
- Neben direkter Teilnahme am Verkauf auch Erwerb der Zertifikate über Vermittler oder Intermediär möglich (Zulassung bei Verkaufsplattform nicht verpflichtend)





#### **Verkaufsverfahren im nationalen Emissionshandels (nEHS)**

#### **Termine und Mengen**

- Termine zum Verkauf werden über das Jahr verteilt in regelmäßigen Abständen angeboten, Anfang Dezember findet der letzte Verkaufstermin statt → 10 % Nachkaufbedarf kann noch im Folgejahr bis 30. September erfüllt werden
  - Mindestens zwei Termine pro Woche zwischen Oktober u. Dezember 2021 zum Kauf von Zertifikaten für das Jahr 2021
  - Kalender mit allen Terminen wird spätestens sechs Wochen vor Start des Verkaufs durch EEX veröffentlicht
  - Verkaufskalender 2022, sowie Termine zum begrenzten Nachkauf von Zertifikaten des Jahres 2021, werden rechtzeitig zum Jahresende durch die EEX bekanntgegeben.
- Mindestmenge beim Erwerb beträgt ein Emissionszertifikat; darüber hinaus ein beliebiges Vielfaches
- Auskehrung der Erlöse an den Bund



VET-Bericht wurde im Juni 2021 unter <u>www.dehst.de</u> veröffentlicht.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

**Rainer Sternkopf** 

E-Mail: <a href="mailto:emissionshandel@dehst.de">emissionshandel@dehst.de</a>
Internet: <a href="mailto:www.dehst.de">www.dehst.de</a>





# Die Modernisierung des HKW Würzburg

Mathias Wendel, WV Würzburg





# Agenda



- 1. Standorthistorie
- 2. Modernisierung HKW





#### Der Alte Hafen um 1900



Heizkraftwerk Würzburg GmbH

3

# TOP 1 Standorthistorie



#### Die Baustelle im Sommer 1954



#### Das erste Feuer am 11.11.1954



Heizkraftwerk Würzburg GmbH





#### Das HKW um 1955



Das HKW um 1965



Das HKW um 1966



Heizkraftwerk Würzburg GmbH

5

# TOP 1 Standorthistorie



#### Modernisierungsprojekte 2003 bis 2009

Vom Kohle-Heizkraftwerk zum hocheffizienten GuD-Heizkraftwerk



Technologiewechsel:

Wirkungsgradsteigerung um rd. 14 %

> Brennstoffwechsel:

Vermeidung der Staub- und Schwefeldioxid-Emissionen sowie Reduzierung der  ${\rm CO_2}$ -Emissionen um über 40 % im Vergleich zu 2000

> Betriebswechsel:

zwei GuD-Blöcke GuD I Grundlast, GuD II zyklische Spitzenlast

Heizkraftwerk Würzburg GmbH





#### Das HKW seit 2006







Heizkraftwerk Würzburg GmbH

7

# TOP 1 Standorthistorie



# Würzburger Hafensommer – Open Air am Heizkraftwerk



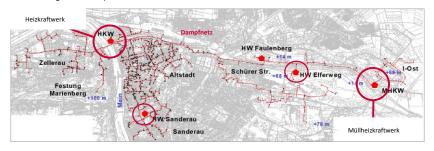
Heizkraftwerk Würzburg GmbH





#### Fernwärmedampfnetz seit 1952

- HKW, rd. 80 90 % der Jahreswärmearbeit
- MHKW, rd. 10 20 % der Jahreswärmearbeit
- HW Sanderau und HW Elferweg zur Spitzenlastdeckung und thermischen Absicherung
- · Netzumstellung von Dampf auf Heißwasser seit 2009



Heizkraftwerk Würzburg GmbH

9

#### TOP 1 Standorthistorie



#### 2010 Umstellung des Fernwärmenetzes der STW von Dampf auf Heißwasser

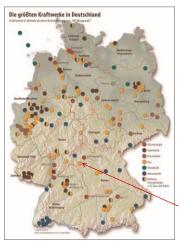
- Umstellung von Dampf auf Heißwasser
- · Reduzierung der Wärmeverluste im Netz
- gleitende Fahrweise der Vorlauftemperaturen im Sommer und Winter
- Verdichtungspotential
- Einbau und Betrieb einer UFO-Station mit 130 MW<sub>th</sub> im Heizkraftwerk in 2011
- Umbau der Kesselanlage im Heizwerk Sanderau auf Heißwasser
   Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen durch
- Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Reduzierung der Wärmeverluste im Netz um 24.000 t/a



Heizkraftwerk Würzburg GmbH







#### Kennzahlen

- elektrische Leistung 125 MW
- thermische Leistung 335 MW
- zwei GuD-Blöcke
- Stromproduktion 300 600 GWh
- Fernwärmeerzeugung: 330 GWh
- Anteil der Wärmeerzeugung am Wärmebedarf 80 - 90 %

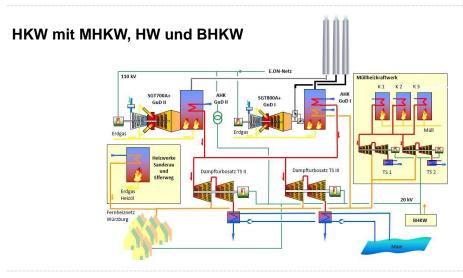
Drittgrößter kommunaler Kraftwerksstandort in Bayern

Heizkraftwerk Würzburg GmbH

11

# TOP 1 Standorthistorie

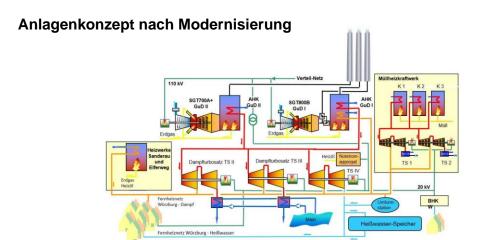




Heizkraftwerk Würzburg GmbH







Heizkraftwerk Würzburg GmbH

13

# TOP 2 Modernisierung HKW



#### **Ausgangslage**

 Anstehende Generalüberholungen oder Ersatzmaßnahmen von Komponenten sowie der Wegfall der KWK-Förderung für Bestandsanlagen ab 2020 und die Reduzierung der Erlöse aus vermiedener Netznutzung infolge des NeMOG ab 2018

#### Zielsetzung

- Modernisierung des Heizkraftwerkes
- · Bau eines Wärmespeicher

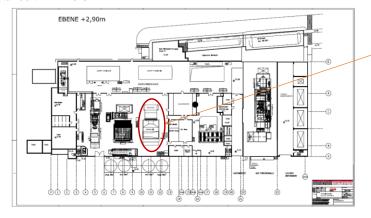
Heizkraftwerk Würzburg GmbH





# Wärmespeicher für Heißwasser

- Standort im Inneren



innerhalb, an Stelle des alten Kohlekessels K III

Heizkraftwerk Würzburg GmbH

15

# TOP 2 Modernisierung HKW



#### Demontagen

- der Kohlekessel K III mit Filter und Bekohlungsanlage konnte für 1,00 € verkauft werden
- Anzeige Demontagearbeiten bei Regierung von Unterfranken am 29.03.2019
- Erlaubnis erfolgte am 05.04.2019, Arbeiten begannen am 08.04.2019
- Abschluss der Demontage bis 30.09.2019
- Sperrung des Radweges von Ende Mai bis Ende September zwischen Heizkraftwerk und Technischem Rathaus aus Sicherheitsgründen
- ursprünglich geplante Demontagekosten 1.500 T€

Heizkraftwerk Würzburg GmbH





#### Demontagen





Heizkraftwerk Würzburg GmbH

17

# TOP 2 Modernisierung HKW



#### Demontagen





Heizkraftwerk Würzburg GmbH





#### **Neuer Speicher**

Technische Daten

- 175 MWh Wärmeinhalt entspricht rd. 4 Stunden Wärmelast im Winter und rd. 20 Stunden Wärmelast im Sommer für das Heißwassernetz, bei 50 % Netzumstellung auf Heißwasser
- 45 MW Wärmeleistung zum Be- und Entladen
- Höhe 45 m, Durchmesser 10 m, Volumen 2.800 m<sup>3</sup>
- Leergewicht von 549 Tonnen / Gefüllt rund 3400 Tonnen

Heizkraftwerk Würzburg GmbH

19

# TOP 2 Modernisierung HKW



#### Stand der Bauarbeiten - Speicherfundament





Heizkraftwerk Würzburg GmbH





### Stand der Bauarbeiten - Speicherfundament





Heizkraftwerk Würzburg GmbH

21

# TOP 2 Modernisierung HKW



### Stand der Bauarbeiten – Vormontage der Speicherbauteile







Heizkraftwerk Würzburg GmbH

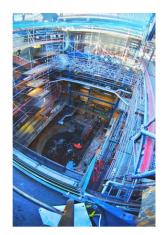




## Stand der Bauarbeiten – Vormontage der Speicherbauteile







Heizkraftwerk Würzburg GmbH

23

# TOP 2 Modernisierung HKW



### Stand der Bauarbeiten – Speichermontage









### Stand der Bauarbeiten – Speichermontage





Heizkraftwerk Würzburg GmbH



# TOP 2 Modernisierung HKW



### Stand der Bauarbeiten – Speichermontage







### **Architektur**

- Präsentation des neuen Erscheinungsbildes der Kommission für Stadtbild und Architektur (KoSa) am 05.04.2019
- angepasste Gestaltung des Heizkraftwerkes kann im Bauantrag unverändert berücksichtigt werden
- · der Speicher wird im Inneren aufgebaut

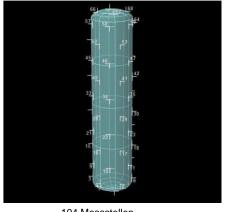


Heizkraftwerk Würzburg GmbH

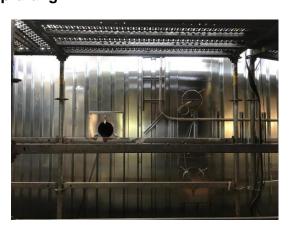
#### TOP 2 Modernisierung HKW



### Speichermontage, Schallemissionsprüfung



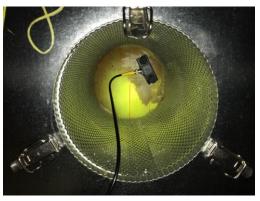
104 Messstellen

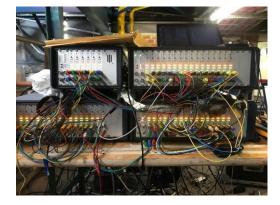






## Speichermontage, Schallemissionsprüfung





104 Messstellen

Heizkraftwerk Würzburg GmbH

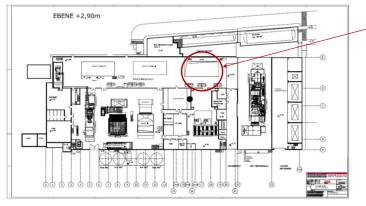
29

# TOP 2 Modernisierung HKW



### **Neue Dampfturbine TS IV**

- Entnahme-Gegendruck-Turbine mit Heizkondensator



ehemaliges Fundament der Turbine TS IV

Heizkraftwerk Würzburg GmbH





### Neue Entnahme-Gegendruckturbine TS IV

#### Technische Daten

- · Elektrische Leistung 19,6 MW bei 110 t/h HD-Dampf
- Elektrischer Wirkungsgrad bei maximaler Entnahme 18,7 %
- Gesamt-Wirkungsgrad bei maximaler Entnahme 94,3 %
- Maximale Entnahme Fernwärme-Dampf 75 t/h
- Maximale Entnahme Fernwärme-Heißwasser 75 t/h
- Sekundärregelleistung +/- 4 MW, bisher +/- 3 MW
- Primärregelleistung +/- 4 MW, bisher +/- 2 MW
- · Phasenschieberbetrieb möglich

Heizkraftwerk Würzburg GmbH

3′

# TOP 2 Modernisierung HKW



### Stand der Bauarbeiten – Turbinenverladung in Brasilien





Heizkraftwerk Würzburg GmbH





### Stand der Bauarbeiten – Montage der neuen Turbine TS IV





Heizkraftwerk Würzburg GmbH

33

# TOP 2 Modernisierung HKW



### Stand der Bauarbeiten – Montage der neuen Turbine TS IV



- Abschluss der kalten Inbetriebnahme seit dem 26.01.2021
- Kräfte und Momente am rohrleitungsseitigen Anschluss (HD-Flansch):
  - > Zu hohe Werte
  - Anpassung Berechnungsmodell
  - Abstimmung mit TÜV SÜD und TÜV Rheinland
- Verzug der heißen IBN

Heizkraftwerk Würzburg GmbH





### Stand der Bauarbeiten - Montage der neuen Turbine TS IV



- Abschluss der kalten Inbetriebnahme seit dem 26.01.2021
- Kräfte und Momente am rohrleitungsseitigen Anschluss (HD-Flansch):
  - > Abnahme am 07.05.2021
  - > Abstimmung mit TÜV erfolgt

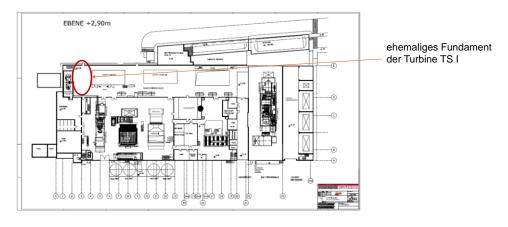
35

Heizkraftwerk Würzburg GmbH

# TOP 2 Modernisierung HKW



### **Neues Notstromaggregat**



Heizkraftwerk Würzburg GmbH





### Stand der Bauarbeiten – Notstromaggregat





Heizkraftwerk Würzburg GmbH

37

# TOP 2 Modernisierung HKW



### **Neues Notstromaggregat**

Technische Daten

- Feuerungswärmeleistung 6,7 MW
- Elektrische Leistung 3.000 kVA
- ermöglicht dem HKW einen "Schwarz Start"

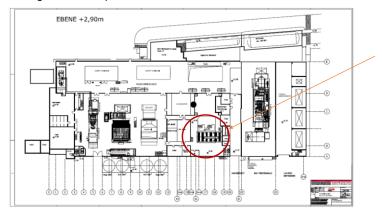
Heizkraftwerk Würzburg GmbH





### **Umbau Kessel K IV**

- Erweiterung der Verdampferheizflächen und Einbau eines ND-Überhitzers



Kessel K IV

Heizkraftwerk Würzburg GmbH

39

# TOP 2 Modernisierung HKW



#### Stand der Bauarbeiten - Umbau Kessel K IV





Kesseldruckprobe am 04.08.2020:

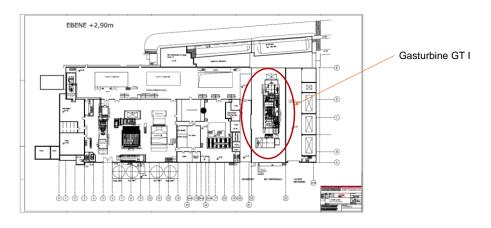
HD-Verdampfer: 152 bar ND-Verdampfer: 80 bar HD-Eco: 220 bar

Heizkraftwerk Würzburg GmbH





### Modernisierung Gasturbine GT I und Abhitzekessel K IV



Heizkraftwerk Würzburg GmbH

41

# TOP 2 Modernisierung HKW



### Modernisierung Gasturbine GT I

#### Technische Daten

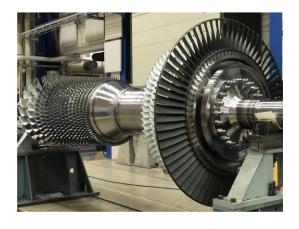
- elektrische Leistung bei iso-Bedingungen 51,5 MW, bisher 44,5 MW
- maximale elektrische Leistung 54,0 MW, bisher 49,9 MW
- elektrischer Wirkungsgrad bei iso-Bedingungen 38,57 %, bisher 36,55 %
- maximaler elektrischer Wirkungsgrad 38,90 %, bisher 36,99 %
- Abgaswärme bei iso-Bedingungen 132 kg/s mit 568 °C, bisher 128 kg/s mit 551 °C
- Sekundärregelleistung +/- 20 MW, bisher +/- 16 MW
- Primärregelleistung +/- 5 MW, bisher +/- 3 MW

Heizkraftwerk Würzburg GmbH





## **Modernisierung Gasturbine GT I**





Heizkraftwerk Würzburg GmbH

43

# TOP 2 Modernisierung HKW



### **Modernisierung Gasturbine GT I**









## **Modernisierung Gasturbine GT I**





Heizkraftwerk Würzburg GmbH

45

# TOP 2 Modernisierung HKW



### **Modernisierung Gasturbine GT I**





Heizkraftwerk Würzburg GmbH





## **Modernisierung Gasturbine GT I**





Heizkraftwerk Würzburg GmbH

47

# TOP 2 Modernisierung HKW



### **Modernisierung Gasturbine GT I**





Heizkraftwerk Würzburg GmbH



### TOP 3 Virtuelles Kraftwerk - Regelleistung



### Arten von Regelleistung zur Stabilisierung der Frequenz:

Regelleistung	Bereitstellungsgeschwindigkeit	
Primärregelleistung	30 Sekunden	
Sekundärregelleistung	5 Minuten	
Tertiärregelleistung	15 Minuten	

- · Beitrag zur Energiewende
- GuD I und II wurden für die Lieferung von Sekundärregelleistung vorbereitet
- Präqualifikation für die Zulassung am 17.12. und 18.12.2012 bestanden
- Vermarktung der Sekundärregelleistung erfolgt in wöchentlichen / täglichen Auktionierungen
- Zusammenarbeit mit dem Handel der STW AG (Lieferung erstmals am 11.02.2013)
- · Vermarktung wird durch das HKW selbst durchgeführt
- · Zusätzlicher Erlöspfad

Heizkraftwerk Würzburg GmbH

49

# TOP 3 Virtuelles Kraftwerk - Regelleistung







#### **Ausgangslage**

- PRL- und SRL-Vermarktung eigener Erzeugungskapazitäten
- Erweiterung des vorhandenen Pools um Anlagen Dritter

#### Zielsetzung

- Einbindung von kommunalen GuD- und GT-Anlagen
- · Einbindung von Industriekraftwerken
- Einbindung von Biogas-BHKW-Anlagen im Pool
- · Einbindung von Müllverbrennungsanlagen

Heizkraftwerk Würzburg GmbH



# TOP 3 Virtuelles Kraftwerk - Regelleistung





### Regelleistung – Beitrag zur Energiewende

## Heizkraftwerk Würzburg steuert: Stand 2020

- 59 MW PRL
- 490 MW verfügbare SRL
- Gasturbinen
- Dampfturbinen
- Elektrodenkessel
- Gasmotoren
- Batterieanlagen
- · Biogas-BHKW
- Müllverbrennungsanlagen
- Power-to-Gas-Anlage
- Laufwasserkraftwerke

Stadtwerke Würzburg AG

51



#### Energie. Verkehr. Umwelt.

## Danke für Ihre Aufmerksamkeit!





# Mikrogasturbinen: Einsatz im Wärmemarkt

Henning Astermann, IB Astermann



# Mikrogasturbinen: Einsatz im Wärmemarkt

# Mikrogasturbine von MTT





	Max.	Min.	
Elektrische Nettoleistung	3,2	1,0	kW
Thermische Nettoleistung	15,6 **	6,0	kW
Stromkennzahl	20		%
Elektrischer Nettowirkungsgrad	16		%
Gesamtwirkungsgrad	> 94 **		%
iaw EcoDesign (EU 813/2013)	> 112		%
Rotordrehzahl	240.000	180.000	U/min
Brennstoffdurchsatz (H-Gas, 38,5 MJ/ m³ i.N.)	1,87	0,84	m³ i.N./h
Abmessungen (H x B x T)	995 x 600 x 1170		mm
Gewicht (leer / mit Wasser / Öl)	205 / 215		kg



## Historie

- 2010 DREWAG beschließt die KWK Doppelstrategie, d.h. einerseits Ausbau der Fernwärme und andererseits verstärkter Einsatz von dezentralen KWK Anlagen in Gebieten ohne Fernwärme
- Suche nach effizienten KWK Lösungen mit möglichst niedrigen laufenden Kosten
- 2012
  - Feldtest mit 2 Prototypen
  - Geplanter Feldtest 2 Jahre
  - Tatsächliche Laufzeit 4 Jahre
  - Einsatz in einer Schule und einem Bürogebäude

# Historie

- 2015 Bestellung von 20 marktreifen Anlagen
- 2016 Lieferung der Maschinen
- Einbau der Anlagen in Schulen, Mehrfamilienhäusern, Bürogebäuden
- 2021 Gemeinsame Erarbeitung eines Vollwartungsvertrages für die Anlagen



# Vor- und Nachteile (gegenüber Motor-BHKW)

#### Vorteile

- · Keine Schwingungen
- Hochfrequenter Schall (meistens keine zusätzlichen Schalldämmmaßnahmen notwendig)
- · Für kleinere Mehrfamilienhäuser geeignet
- Geringere Investkosten als vergleichbares Motor-BHKW
- Geringere Wartungskosten als vergleichbares Motor-BHKW

#### Nachteile

- Verhältnis Strom zu Wärme schlechter als Motor-BHKW, daher schlechterer Primärenergiefaktor (wichtig vor allem im Neubau)
- Rücklauftemperaturen müssen < 60°C sein, ist vor allem bei Standard-Trinkwarmwasserbereitungen im Sommer problematisch
- Servicenetz (momentan müssen erst die Installateure geschult werden)

# Aktuelle Erfahrungen

- Bisher keine Defekte von entscheidenden Komponenten (nur Pumpen, Dichtungen usw.)
- Teilweise Probleme mit der Übertragung der Daten zum Hersteller. Damit stehen die Anlagen und keiner bekommt es mit
- In Bestandsanlagen stehen die Anlagen größtenteils im Sommer aufgrund der hohen Temperaturen bei der Trinkwarmwasserbereitung
- Daher verstärkter Einsatz im Neubaugeschäft möglichst mit Frischwasserstation
- Anlage hat Luftanschluss es kann aber auch die Luft aus dem Aufstellraum angesaugt werden (immer mit Schalldämpfer)



# Projekte







# Weitere Informationen

https://www.youtube.com/watch?v=9XHBwpePw 4

 $\underline{https://www.youtube.com/watch?v=D0hVP6oqUTk}$ 



# Kontakt

**EnerTwin Deutschland** 

Eddy Saris Dorfplatz 2 01326 Dresden Tel.: 0351 / 828 753 30

Mail: info@enertwin-deutschland.de **Website**: <u>www.enertwin-deutschland.de</u>

Micro Turbine Technology (MTT) bv

Esp 310

5633 AE Eindhoven
Tel.: +31 (0)88 688 0000
Website: www.mtt-eu.com
Website: www.enertwin.com

Installation

Meyer Wärmetechnik GmbH Königsbrücker Landstraße 336

01108 Dresden Tel.: 0351 / 890 16 97 Mail: <u>info@bhkw-dresden.de</u> **Website**: <u>www.bhkw-dresden.de</u>



# Mikrogasturbinen: Thermische Nachverbrennung

Marcus Mehlkopf, E-quad Power Systems GmbH und Dr. Christoph Dötsch, Krantz GmbH



# **E-quad** Power Systems



# Capstone ™ Microturbines - Mikrogasturbinen in der Abluftnachbehandlung

Kurzpräsentation im Rahmen des ASUE Expertenkreises Gasturbinentechnik am 16.06.21 von 9:00 bis 17:00





- E-quad Power Systems GmbH ist seit 17 Jahren deutschlandweiter
   Distributor und Servicepartner für Capstone Mikrogasturbinen (BENELUX+DK)
- 380 Turbinen in Deutschland in Betrieb genommen
- · Leistungen der E-quad Power Systems GmbH:

Wirtschaftlichkeitsberechnungen zu Mikrogasturbinen-KWK

Kundenspezifische Auslegung der Peripherie:

- Schalt-/ Steuerschränke inkl. MSR
- Wärmetauscher
- Gasregelstrecke
- Gasverdichter

Wartung und Service inkl. Vollwartungsverträge

Unterstützung bei der Planung, Umsetzung und Administration von Mikrogasturbinen-Anlagen











# Projekte bei E-quad zur Nutzung von Capstone Mikrogasturbinen in der Nachverbrennung von VOCs

2012 - heute Installation der ersten C65 von insgesamt 5 weiteren C65 Mikrogasturbinen zur Abluftnachbehandlung bei der Wilhelm Kächele GmbH gemeinsam mit Krantz GmbH und der damaligen AWS GmbH, 3-4 Turbinen mit VOCs beaufschlagt. 3xC65 > 50.000Bst und 3xC65 > 30.000Bst mit exzellenten Betriebserfahrungen.





2018/19 - heute

Projektstart bei KSK Industrielackierungen GmbH & Co.KG zur Installation von 6x C65 Mikrogasturbinen (->Herr Dr. Dötsch)



ASUE-Tagung 16.06.2021, Dr. Christoph Dötsch





# **Gasturbine zur Abluftreinigung Inhalt**



- Kurzvorstellung Krantz Clean Air Solutions
- Mikrogasturbine zur Abluftreinigung
  - Vor- und Nachteile
  - Einsatzgrenzen
- Vergleich zur Aufkonzentration mit RNV
- Realisierung bei KSK Geilenkirchen

# Thermische Abluftreinigung heute

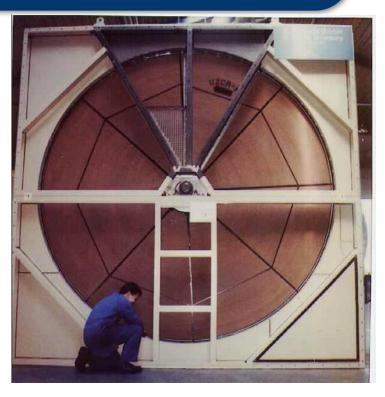






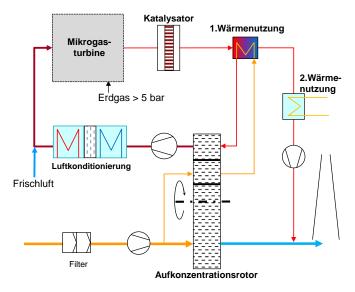
# **Abluftreinigung durch Aufkonzentration**





# **Gasturbine zur Abluftreinigung Prinzip**





Neuer Ansatz: Abluft als Verbrennungsluft in BHKW

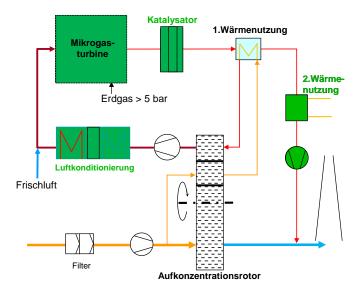
**Kombination mit Aufkonzentration** 

- · Vorteile:
- rel. konstanter Volumenstrom zum BHKW
- Wärmebedarf innerhalb der Abluftreinigung vorhanden
- Erhöhung des BHKW-Wirkungsgrades durch Schadstoffverbrennung
  - Nachteile / Einsatzgrenzen:
- Niedrige Temperatur vor Gasturbine => Luftkonditionierung notwendig
- Katalysator erforderlich



# **Gasturbine zur Abluftreinigung Vergleich zu RNV-Anwendung**





Ersatz einer RNV durch eine Lösung mit Mikrogasturbine bedeutet:

diverse zusätzliche Komponenten müssen eingesetzt werden

# **Gasturbine zur Abluftreinigung Vergleich zu RNV-Anwendung**

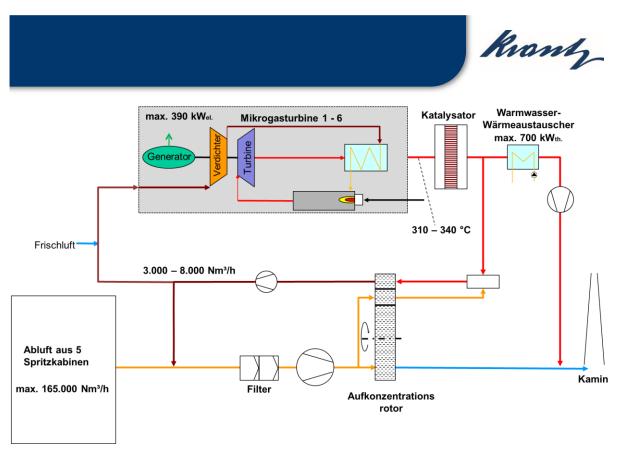


Gasturbinenlösung: höhere Investition, geringere Betriebskosten

Amortisationszeit abhängig von:

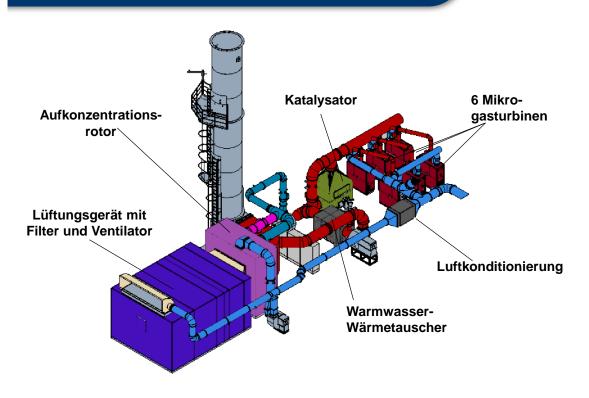
- · spez. Strom- und Gaskosten des Kunden
- Wärmebedarfssituation (ganzjährige Betrachtung)
- möglicher Förderung
- · Inhaltsstoffen in der Abluft (Einfluss auf Katalysatorlebensdauer)
- Betriebsweise des Produktionsprozesses
  - Betriebsstunden
  - Anteile Volllast / Teillast
  - Schadstoffkonzentrationen





# Gasturbine zur Abluftreinigung Auftrag KSK Geilenkirchen







# Gasturbine zur Abluftreinigung Auftrag KSK Geilenkirchen



- max. 165.000 Nm³/h Abluft aus 5 Lackier-Spritzkabinen
- Aufkonzentration bis zu 1:40
- zu Gasturbinen: 4.000 8.000 Nm³/h
- · 6 Mikrogasturbinen, Fahrweise wärmebedarfsorientiert
- max. 390 kW<sub>el.</sub> und 700 kW<sub>th.</sub> (im Regelfall ausreichend Wärmebedarf an den Spritzkabinen)
- Förderung: KfW-Förderung, KWK über Nachweis des Jahreswirkungsgrades
- Reingaswerte: Unterscheidung, ob BHKW-Betrieb oder Abluftreinigungsbetrieb

# Gasturbine zur Abluftreinigung Auftrag KSK Geilenkirchen







# Gasturbine zur Abluftreinigung Auftrag KSK Geilenkirchen





# Gasturbine zur Abluftreinigung Betriebserfahrungen



- Mikrogasturbinen haben sich im Betrieb mit lösemittelhaltiger Verbrennungsluft als robust erwiesen, in 1,5 Jahren keine einzige Störung
- In den Turbinen wird ca. 2/3 der Lösemittel verbrannt. Die restlichen Kohlenwasserstoffe werden im Katalysator oxidiert.
- Wirkungsgrad: Im Sommer: min. 70% (niedriger Wärmebedarf)
   Im Winter max. 100 %
   Jahresmittel: ca. 88 %
- Im Vgl. zu Aufkonzentration und RNV: h\u00f6here Invest-, aber geringere Betriebskosten
- Erweiterung des Anwendungsgebietes denkbar;
   Voraussetzung: kalte, tropfenfreie Abluft mit rel. hoher Lösemittelkonzentration vorhanden

### 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

Tagungsband zum ASUE-Expertenkreis 2021