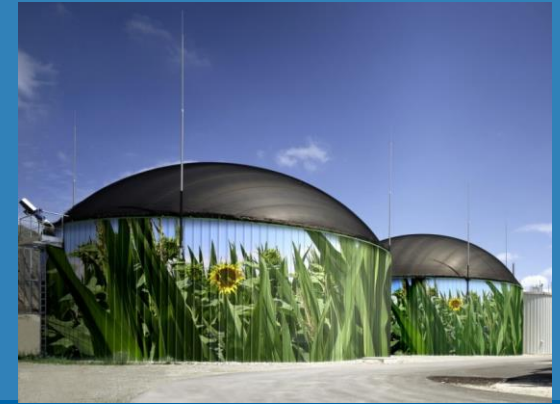
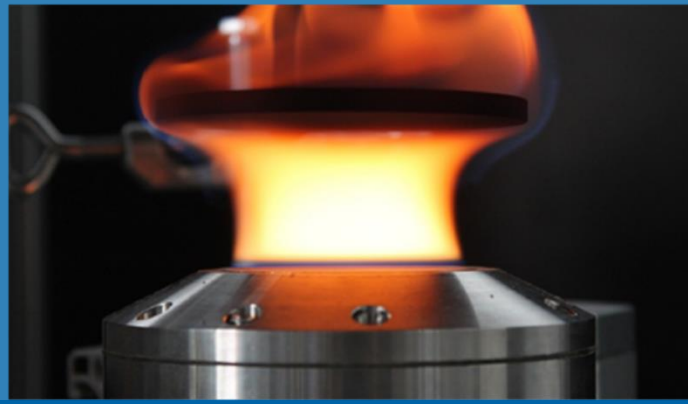


Aktuelle Forschungsthemen aus der Gasversorgung

Wasserstoff als neue Energieträger



Prof. Dr. Hartmut Krause
Professur Gas- und Wärmetechnische Anlagen

Agenda

- **Vorstellung der Professur**
die Fachbereiche und ihre Forschungsschwerpunkte
- **Wasserstoff als Energieträger der Zukunft**
Herkunft und Integration in die Energieversorgung
- **Das EU-Projekt BioRobur**
Wasserstoffherzeugung aus Biogas
- **HydroGIn**
Lokale Wasserstoffherzeugung für kleine und mittlere Verbraucher
- **Fazit**

Struktur der Professur Gas- und Wärmetechnische Anlagen

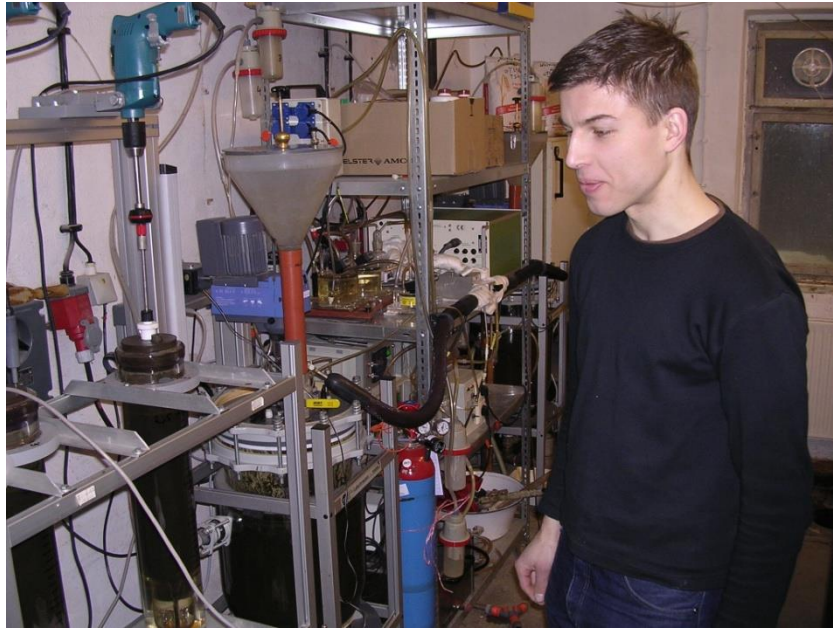
Lehrstuhlleitung – Prof. Dr. Hartmut Krause

**Sekretariat
A. Graupner**

**Koordination Ausbildung
Dr. S. Wesolowski**

Thematische Forschungsbereiche

Gastechnik Prof. H. Krause	Gasverbrennung Dr. S. Voß	Thermo- prozesstechnik Dr. V. Uhlig	Energietechnik A. Herrmann	Numerik Prof. S. Ray
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Integration EE-Gase in die Gasversorgung ▪ Gaserzeugung und -aufbereitung ▪ Modellierung von Gasnetzen ▪ Smart Gas Grids ▪ Systemanalytische Fragen der Energie- und Gasversorgung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Laserdiagnostik - Modellbrenner-Untersuchungen ▪ Verbrennungstechn. Eigenschaften von Gasen und Gasmischen ▪ Rußcharakterisierung ▪ Entwicklung von Verbrennungssystemen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entwicklung von Thermoprozessanlagen ▪ Hochtemperatur-Materialien: Verhalten im Einsatz, Verschleiß und Korrosion ▪ Mikrowellentechnologien ▪ Energieeffizienz ▪ Wärmetechnische Optimierung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Moderne Gasverwendungssysteme (KWK) ▪ Energieeffizienz-Management, Ökobilanzen ▪ Systemanalyse der Energieversorgung ▪ Katalytische H₂-Erzeugung ▪ Einbindung thermischer Solarenergie 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modellierung von Stoff- und Wärmetransport ▪ Modellierung von Prozessen in porösen Medien ▪ Reaktionen in Strömungen und an Oberflächen ▪ Entwicklung numerischer Verfahren (Lattice-Boltzmann)



**Zusammenarbeit mit
dem An-Institut DBI-GTI**



- Biogas- und Wasserstoff-Technologien
- Integration Erneuerbarer Energieträger
- Smart Grid Technologien
- Systemanalytische Fragen der Gasversorgung



Forschungsbereich Gasverbrennung



- Laserdiagnostik - Modellbrenner-Untersuchungen
- Brenngeschwindigkeiten
- Rußcharakterisierung
- Verbrennung in porösen Medien
- Synthesegase und Sonderbrennstoffe
- Brenner- und Reformerentwicklung

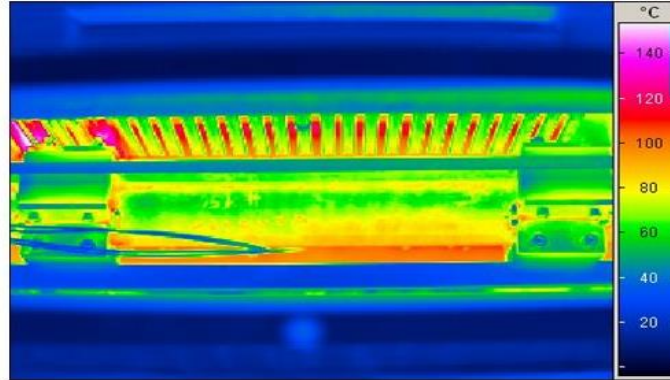


Forschungsbereich Thermoprozesstechnik

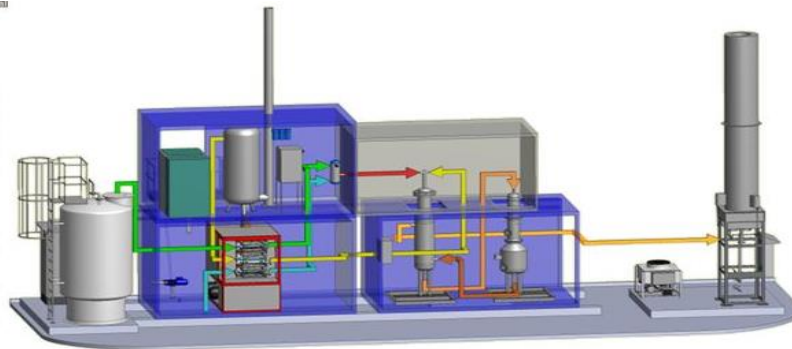
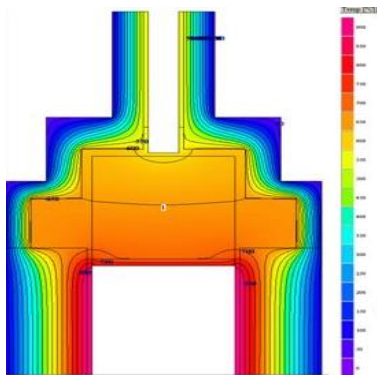


- Wärmetechnische Optimierung
- Entwicklung von Thermoprozessanlagen / Industrieofenbau
- Mikrowellentechnologien
- Hochtemperaturmaterialien: Verhalten im Einsatz, Verschleiß und Korrosion

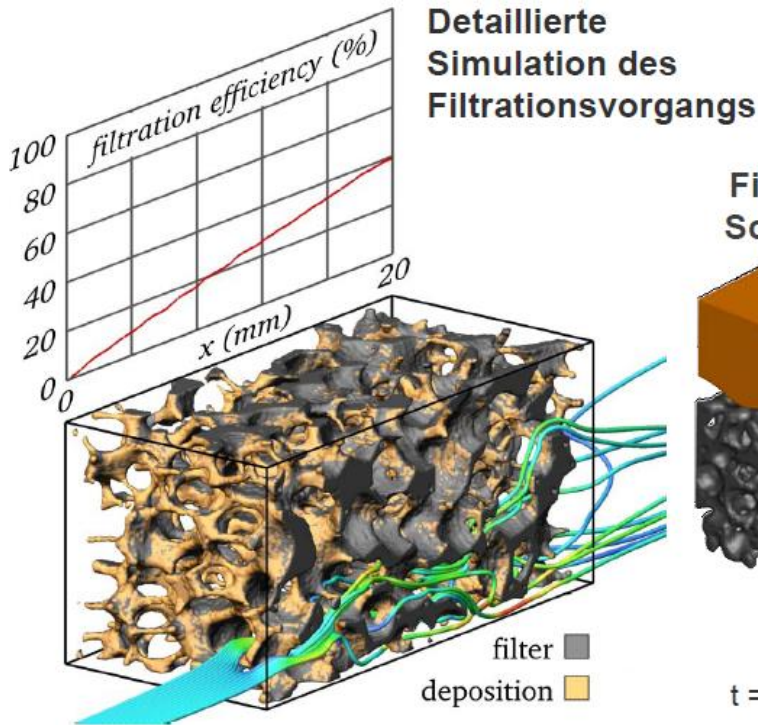




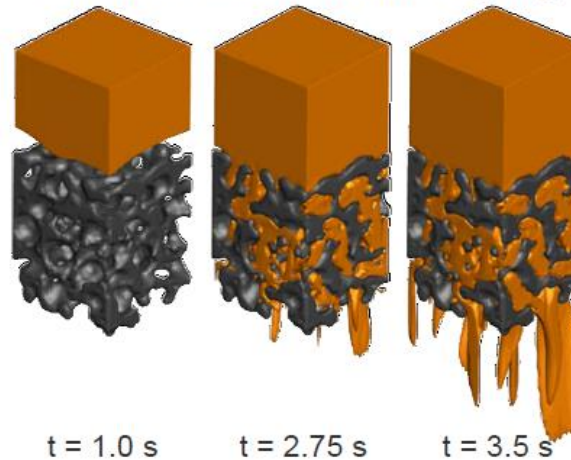
- Einbindung von regenerativen Energieträgern in die Hausenergieversorgung
- Katalytische H₂-Erzeugung/ -Aufbereitung aus Kohlenwasserstoffen
- Kraft-Wärme-Kopplung
- Energieeffizienzmanagement und Technologiebewertung



- Modellierung und Simulation von Stoff- und Wärmetransport Vorgängen
- Modellierung und Simulation von Prozessen in porösen Medien
- Lattice-Boltzmann-Simulationen



Filterpenetration der flüssigen Schmelze beim Anfahrvorgang



Schwerpunkte:

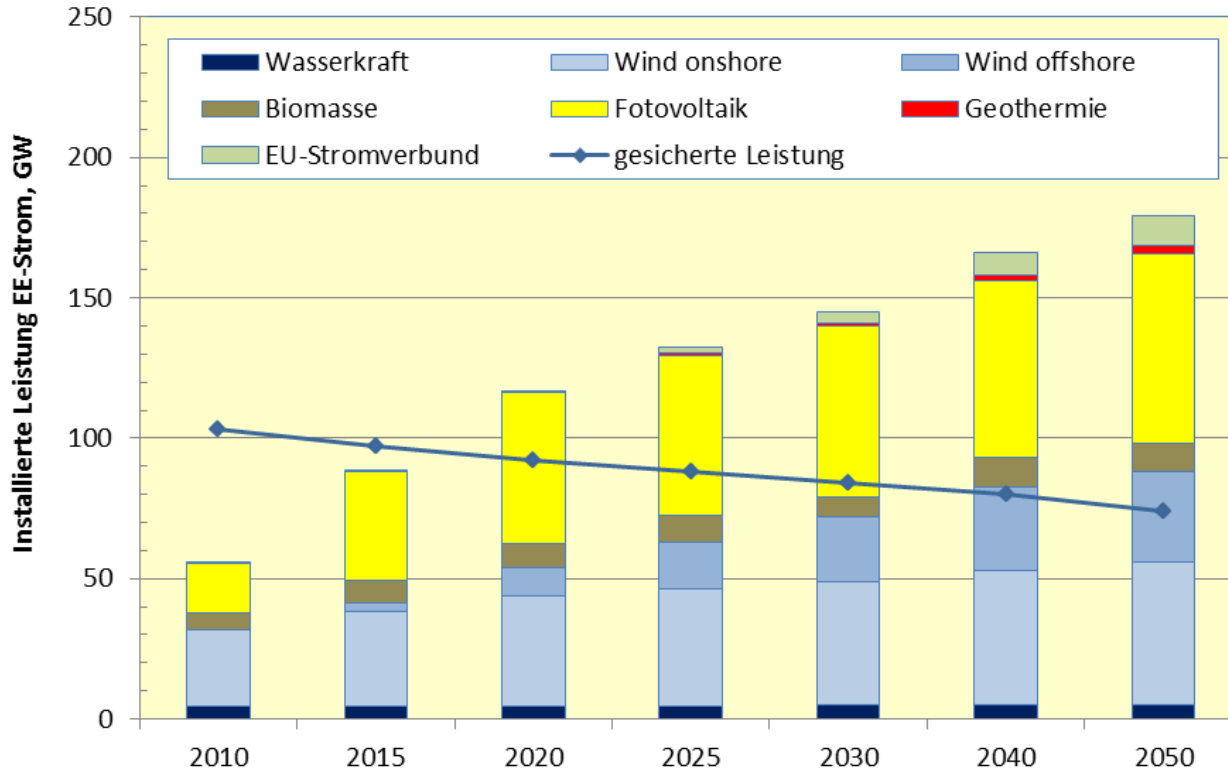
- Simulation der Filtration von Metallschmelzen durch poröse Filter
- Berechnung der effektiven Eigenschaften von komplexen Materialien (Komposite, porös und teilporös)
- Simulation der Verdampfung innerhalb von porösen Strukturen
- Wärmebehandlung von gestapelten Gütern



Wasserstoff als Energieträger der Zukunft

- Perspektivisch wird neben der Energieversorgung mit Strom aus volatilen erneuerbaren Energieträgern wie Wind, PV, Biomasse ein Energieträger benötigt, der
 - verlustarm,
 - große Energiemengen transportieren und verteilen kann
 - saisonale Energiespeicherung erlaubt.
- Erhalt einer **wirtschaftlichen Versorgungssicherheit der Energieversorgung auch mit Erneuerbaren Energieträgern**
- **Gemeinsame Aufgabe in allen Sektoren der Wirtschaft**

Wasserstoff als Energieträger der Zukunft



Deckung des deutschen Stromverbrauches durch EE-Strom

- 2030 63 %
- 2050 85 %

Struktur:

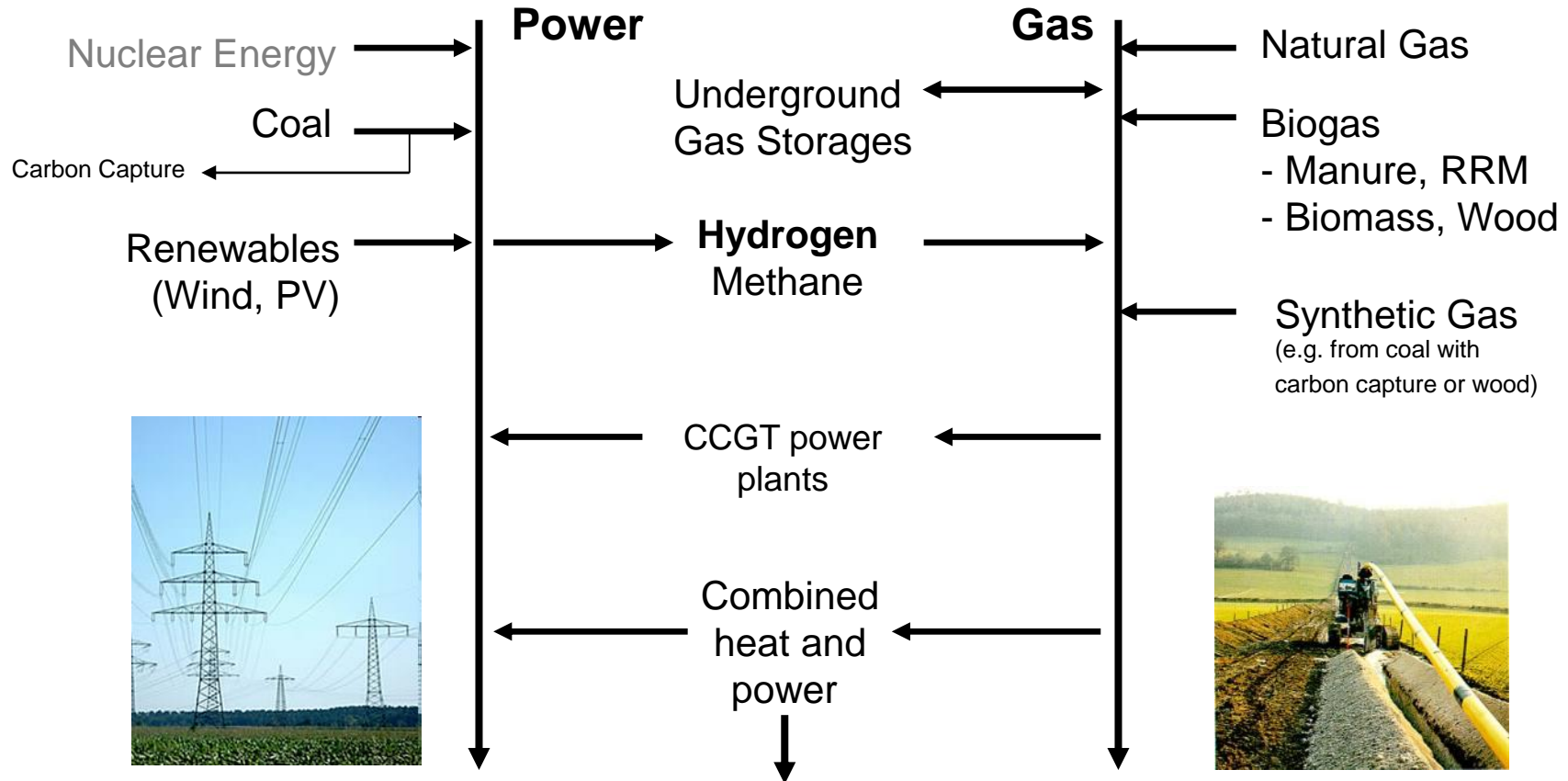
Hoher Anteil an volatilen Quellen aus Wind und PV

- 2030 44 %
- 2050 57 %

Quelle: Fhg-IWES/DLR, 03/2012, Szenario 2011 A

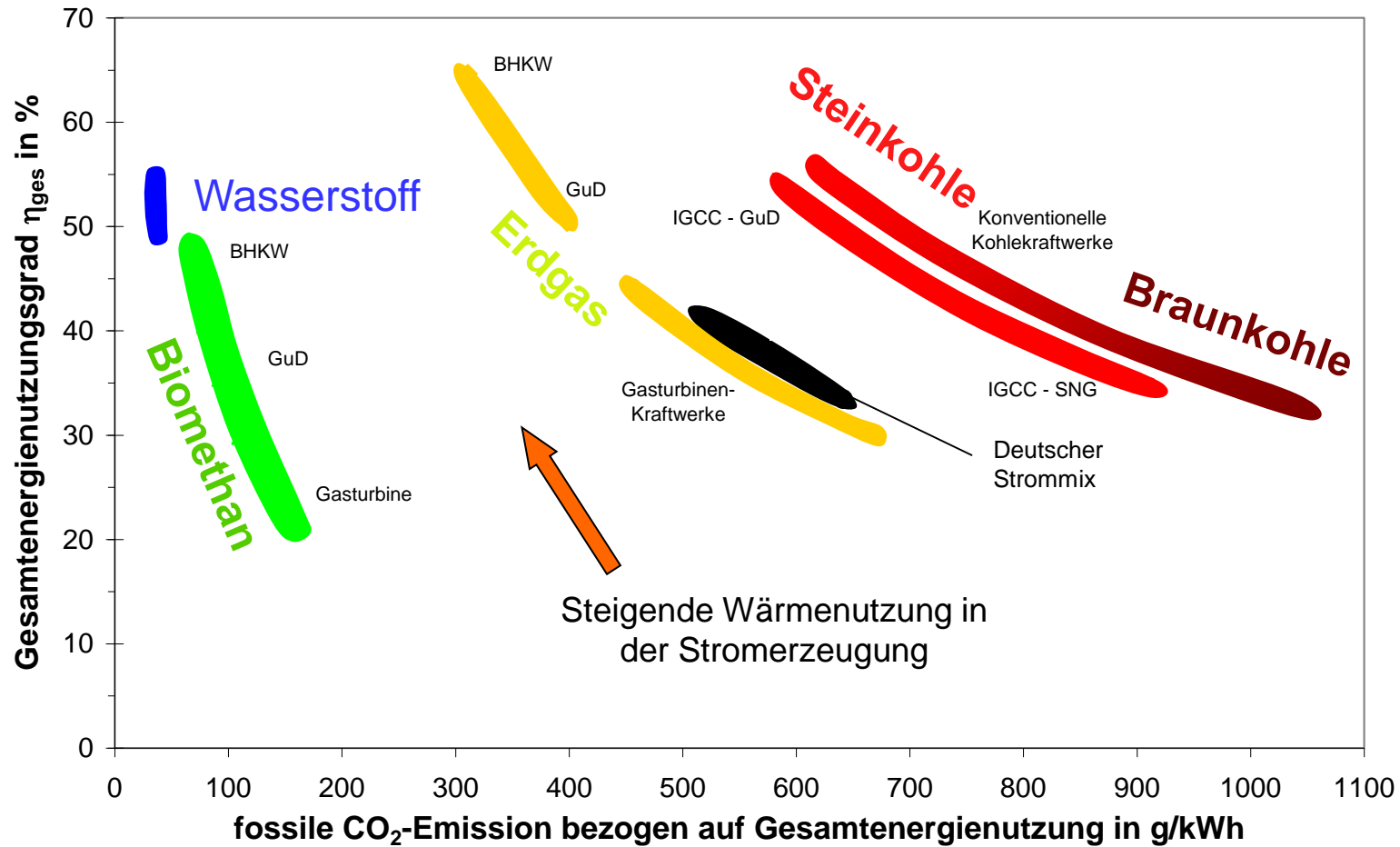
Prognose der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Ressourcen
 Diskrepanz zwischen gesicherter und installierter Leistung

Wasserstoff als Energieträger der Zukunft



Wasserstoff als Bindeglied zwischen existierenden Energieversorgungsnetzen

Wasserstoff als Energieträger der Zukunft



Quelle:
DVGW 2013

Wasserstoff aus erneuerbaren Energieträgern kann einen deutlichen Beitrag zur Senkung der THG Emissionen leisten.

Wasserstoff als Energieträger der Zukunft

Erneuerbare Gase und innovative Technologien in der Versorgung von Wohngebäuden

(kumulierte Werte 2013 – 2050)	Trend		Energiekonzept		Innovationsoffensive Gas	
	absolut	absolut	Δ zu Trend	absolut	Δ zu Trend	
Investitionen (Mrd. €) → für Heizungen im Bestand → für Heizungen im Neubau → für Wärmedämmungen im Bestand → für Wärmedämmungen im Neubau	431	612	181	507	76	
	266	266	0	343	77	
	39	39	0	38	-1	
	87	262	175	87	0	
	40	46	6	40	0	
Energiekosten (Mrd. €)	832	736	-96	816	-16	
Kosten für Strom in Heizpatronen (Mrd. €)* ¹	0,01	0,4	0,4	3	3	
Erlöse für Strom aus Klein-KWK (Mrd. €) * ²	10	16	6	65	55	
Strategiekosten (Mrd. €)	1.253	1.332	80	1.260	7	
Kumulierte CO ₂ -Emissionen (Mio. tCO ₂) (mit KWK-Gutschrift geg. Strom-Mix)	2.395	1.752	-643	1.788	-607	
Spezifische Vermeidungskosten (€/tCO₂) (mit Gutschriften*³)			124		12	

*1: Kosten für Strom in Heizpatronen mit Gaspreisen bewertet; *2: Erlöse für Klein-KWK-Strom mit 50% Ablösung Fremdstrombezug und 50% Einspeisung berücksichtigt;
*3: CO₂-Gutschrift für Klein-KWK mit szenarioabhängigem Strom-Mix gemäß Systembetrachtung „Strom“.

Der Austausch von Erdgas durch H₂ und Biomethan kann bei vernachlässigbaren Kosten zur CO₂-Minimierung dennoch die Energiewende Ziele erreichen

Quelle:
DVGW 2015

Projekt:

BioRobur – Biogas robust processing with combined catalytic reformer and trap units

Laufzeit: Mai 2013 – August 2016

Budget: 3,7 Mio. Euro

Ziele:

- Entwicklung einer Demonstrationsanlage zur Herstellung von reinem Wasserstoff aus Biogas im Leistungsbereich von 50 m³(i.N.)/h
- Autotherme Reformierung (Einfaches Reaktordesign, gute Effizienz)
- Entwicklung preiswerter schwefelbeständiger Katalysatoren auf Nickelbasis
- Einsatz von regelmäßigen Katalysatorträgerstrukturen (Würfel-, Oktett-, Kelvinezelle)

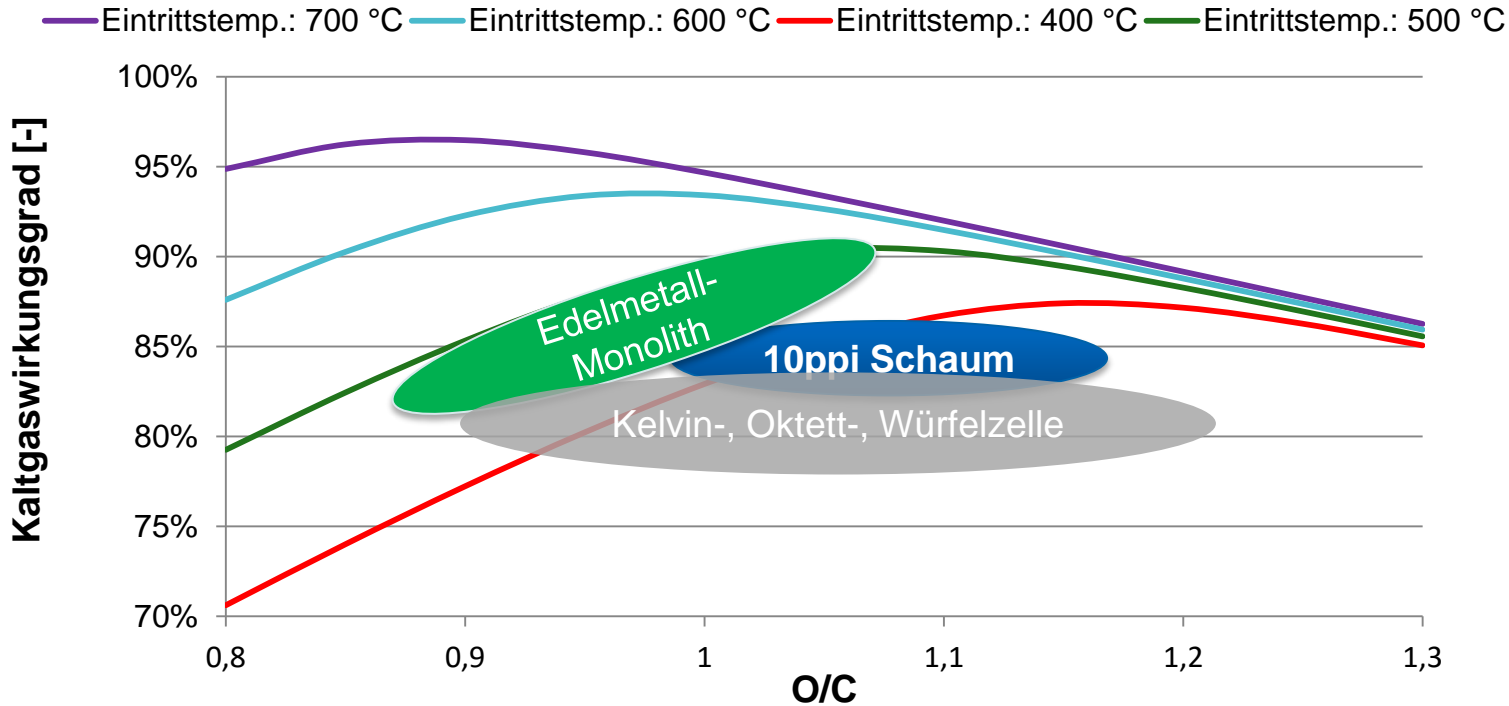
Projektpartner:

Internationales Team aus Forschungseinrichtungen und KmU

1	POLITECNICO DI TORINO	POLITO	Italy
2	TECHNISCHE UNIVERSITAET BERGAKADEMIE FREIBERG	TU-BAF	Germany
3	SCUOLA UNIVERSITARIA PROFESSIONALE DELLA SVIZZERA ITALIANA (SUPSI)	SUPSI	Switzerland
4	CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE	IRCE	France
5	CENTRE FOR RESEARCH AND TECHNOLOGY HELLAS	CPERI	Greece
6	Erbicol SA	ERBICOL	Switzerland
7	HYSYTECH S.R.L.	HST	Italy
8	UAB MODERNIOS E-TECHNOLOGIJOS	MET	Lithuania

Das EU-Projekt BioRobur

Vergleich zwischen numerischen und experimentellen Ergebnissen
 Parameterstudie mit ASPEN (S/C = 2.0)



Experimentell bestimmte Kaltgaswirkungsgrade:

- Edelmetall - Monolith in der großen Anlage: bis 90%
- 10 ppi Schaum in der großen Anlage: max. 86%
- Kelvin-, Oktett-, Würfelzelle, Schaum im Kat.-Teststand: 80 bis 85%



Das Projekt HydroGIn

Projekt:

HydroGIn - Hydrogen Generator für die Industrie

Laufzeit: Dezember 2015 – Mai 2018

Budget: 1,8 Mio. Euro

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Ziel:

- Entwicklung eines Demonstrationsmusters zur Vor-Ort-Generierung von reinem Wasserstoff (Qualität 3.5) aus Erdgas
- für Industrie und Verkehr im Leistungsbereich von 100 m³(i.N.)/h bei einem Betriebsdruck von 20 bar(g)
- Kompakter und energetisch hocheffizienter Aufbau

Partner:



Informationen: <http://www.dbi-gruppe.de/hydrogin.html>

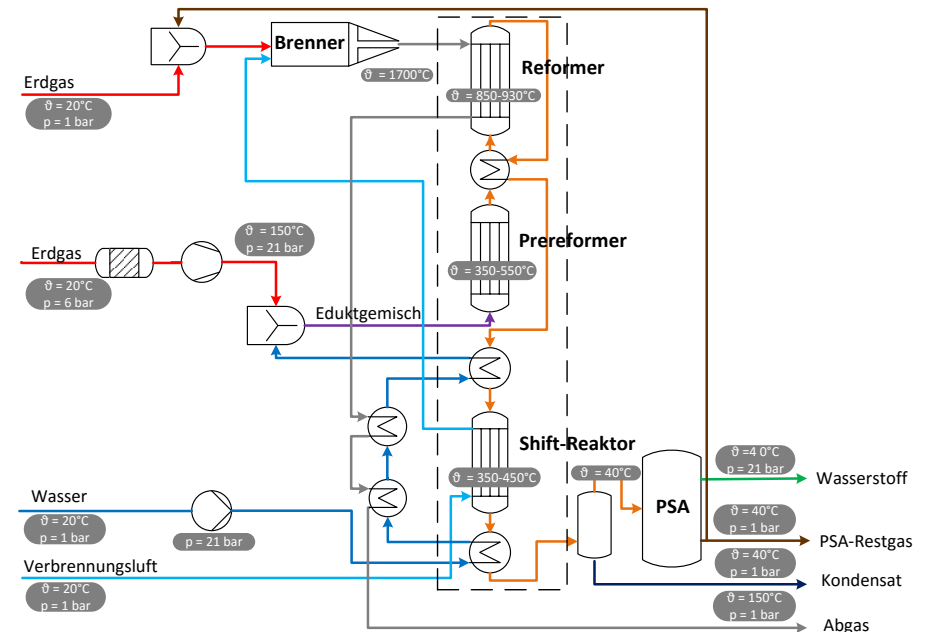
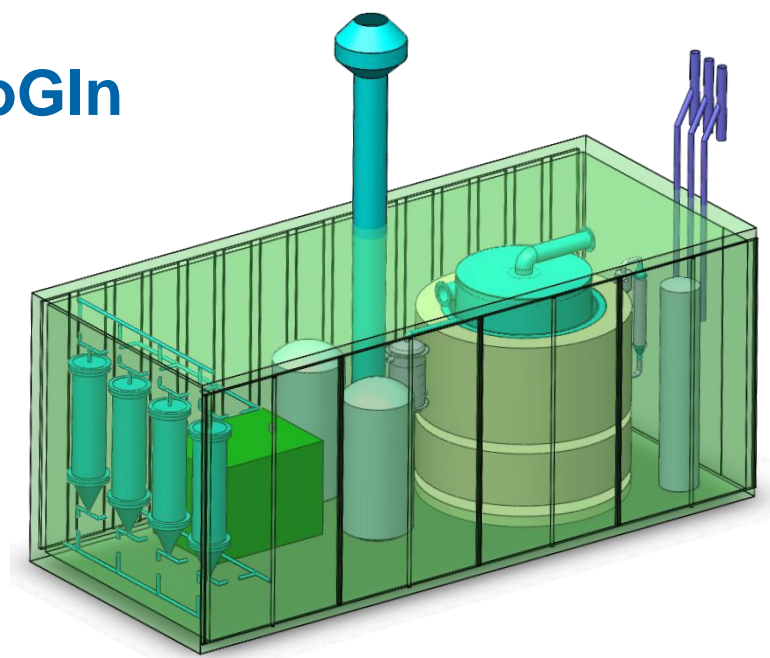
Das Projekt HydroGIn

Modularer Aufbau:

- Gas- und Prozesswasseraufbereitung
- Verdampfung, Dampfreformierung und CO-Konvertierung
- H₂-Separation:
Druckwechseladsorption

Aktueller Arbeitsstand:

- Energetische Analysen des Gesamtprozesses
- Sensitivitätsanalysen unter Nutzung ergeben einen theoretischen Prozesswirkungsgrad von maximal 83%.



Das Projekt HydroGIn

Basis Know-How:

- Kompaktreformer basiert auf Know-how des DBI für Reformierung in Niedertemperatur-PEM-Brennstoffzellen-BHKW
- Erkenntnisse der Demoanlage BioRobur fließen ein
- Reformierzone, Eduktvorwärmung und Produktkühlung optimal wärmetechnisch kompakt verschaltet

Neue Entwicklungen:

Aufbau eines Versuchsstandes zur Untersuchung von Festbettkatalysatoren für:

- Dampfreformierung von Erdgas bei 21 bar(a) und max. 930°C und
- Wassergas-Shift-Reaktion von Synthesegas bei 21 bar(a) und max. 500°C



Kompaktreformer für PEMFC-BHKW

Fazit

- Wasserstoff ist ein wesentliches Thema in der Energiewende in allen Sektoren der Wirtschaft
- Sachsen hat sowohl Know-How als auch die Infrastruktur um einen Keim für eine nachhaltige Entwicklung zu bieten
 - Bestehende Wasserstoffversorgung in der Chemieregion Halle-Leipzig
 - Existierende Untergrundgasspeicher für Erdgas
 - Zahlreiche Forschungseinrichtungen und innovative KmU haben das Thema aufgegriffen.
- Leuchtturm: HYPOS – Hydrogen Power and Storage East Germany
Vorbereitung einer 100 % Wasserstoff-Energieversorgung

Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Hartmut Krause
Inhaber der Professur
Tel.: +49 3731 39-3940
email: hartmut.krause@iwtt.tu-freiberg.de

Angelika Graupner
Sekretariat
Tel. +49 3731 39 3940
email: angelika.graupner@iwtt.tu-freiberg.de

Kontaktadresse:
Professur Gas- und Wärmetechnische Anlagen
im Institut für Wärmetechnik und Thermodynamik
Lampadiusbau, Gustav-Zeuner-Straße 7
09596 Freiberg

Fax +49 3731 39 3942
web: www.gwa.tu-freiberg.de

