

Vernetzte Energieforschung – Verwertung ungenutzter Energieströme

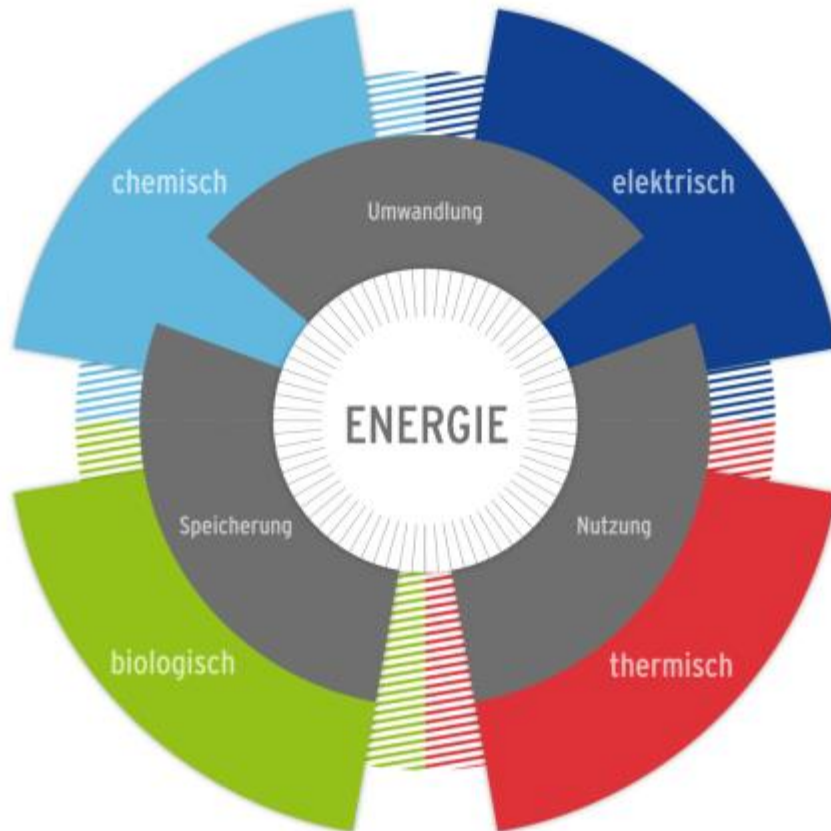
Markus Preißinger, Geschäftsführer Zentrum für Energietechnik
Anne Vogl, Koordinatorin Profildfeld Energieforschung und Energietechnologie

Eine sichere, bezahlbare, umweltschonende Energieversorgung ist eine der größten Herausforderungen unserer Zeit.

1. Motivation
2. Das Zentrum für Energietechnik
3. Vernetzte Energieforschung in den Bereichen der
 - a) thermischen,
 - b) elektrischen,
 - c) chemischen und
 - d) biologischen Energietechnik.
4. Das Profildfeld Energieforschung und Energietechnologie
5. Zusammenfassung und Ausblick

Zentrum für Energietechnik

Energieforschung als vernetzte Vielfalt



Mechatronik
Prof. Dr.-Ing. Mark-M. Bakran



Technische Thermodynamik und Transportprozesse
Prof. Dr.-Ing. Dieter Brüggemann



Mess- und Regeltechnik
Prof. Dr.-Ing. Gerhard Fischerauer



Bioprozesstechnik
Prof. Dr. Ruth Freitag



Chemische Verfahrenstechnik
Prof. Dr.-Ing. Andreas Jess



Funktionsmaterialien
Prof. Dr.-Ing. Ralf Moos



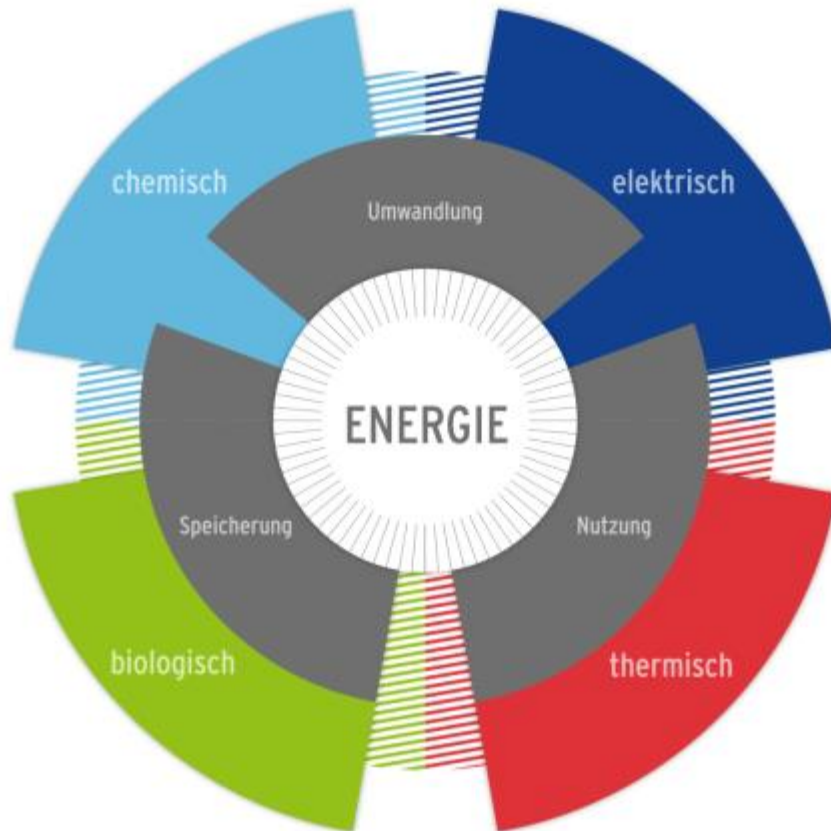
Konstruktionslehre und CAD
Prof. Dr.-Ing. Frank Rieg



Werkstoffverarbeitung
Prof. Dr. Monika Willert-Porada

ZET – das Zentrum für Energietechnik der Universität Bayreuth

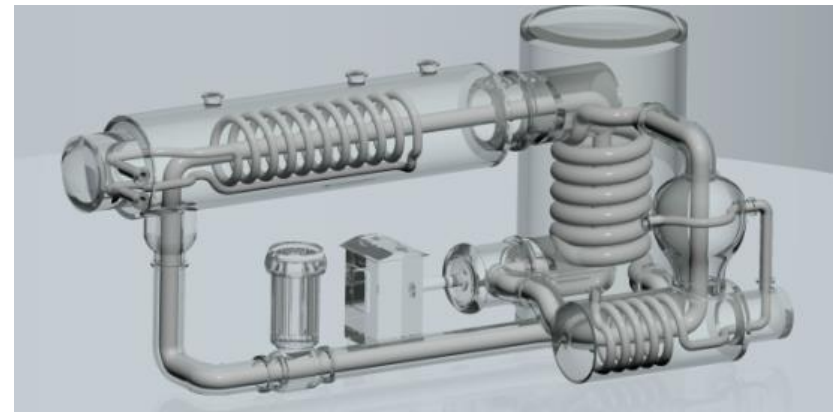
Unsere Arbeitsweise



- Unser Angebot:
 - Projekte der anwendungsnahen Grundlagenforschung
 - Konkrete Studien und Bewertungen
 - Entwicklung energietechnisch relevanter Produkte und Verfahren für Anwender
- Wir sind die zentrale Anlaufstelle für die Energie-Fragen von Unternehmen, Kommunen und anderen Interessenten

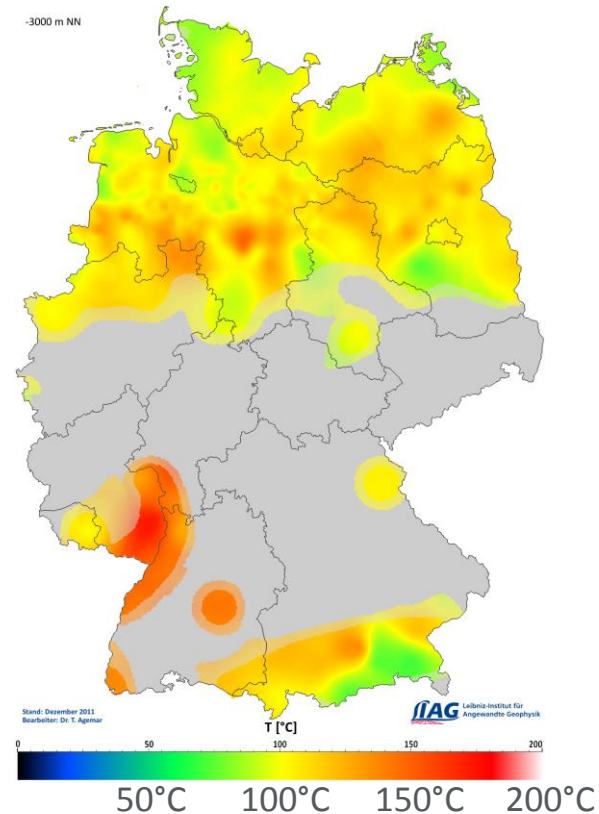
Thermische Energietechnik am ZET

- Dezentrale Stromerzeugungsanlagen mit Schwerpunkt Organic Rankine Cycle
- Stationäre und mobile latente thermische Energiespeicher
- Bilanzierung und Analyse von Energiesystemen
- Erarbeitung von Konzepten für die Anpassung des Zeitverlaufs des Energiebedarfs an die Energieversorgung auf Basis erneuerbarer Energien



Bereitstellung von Grundlast

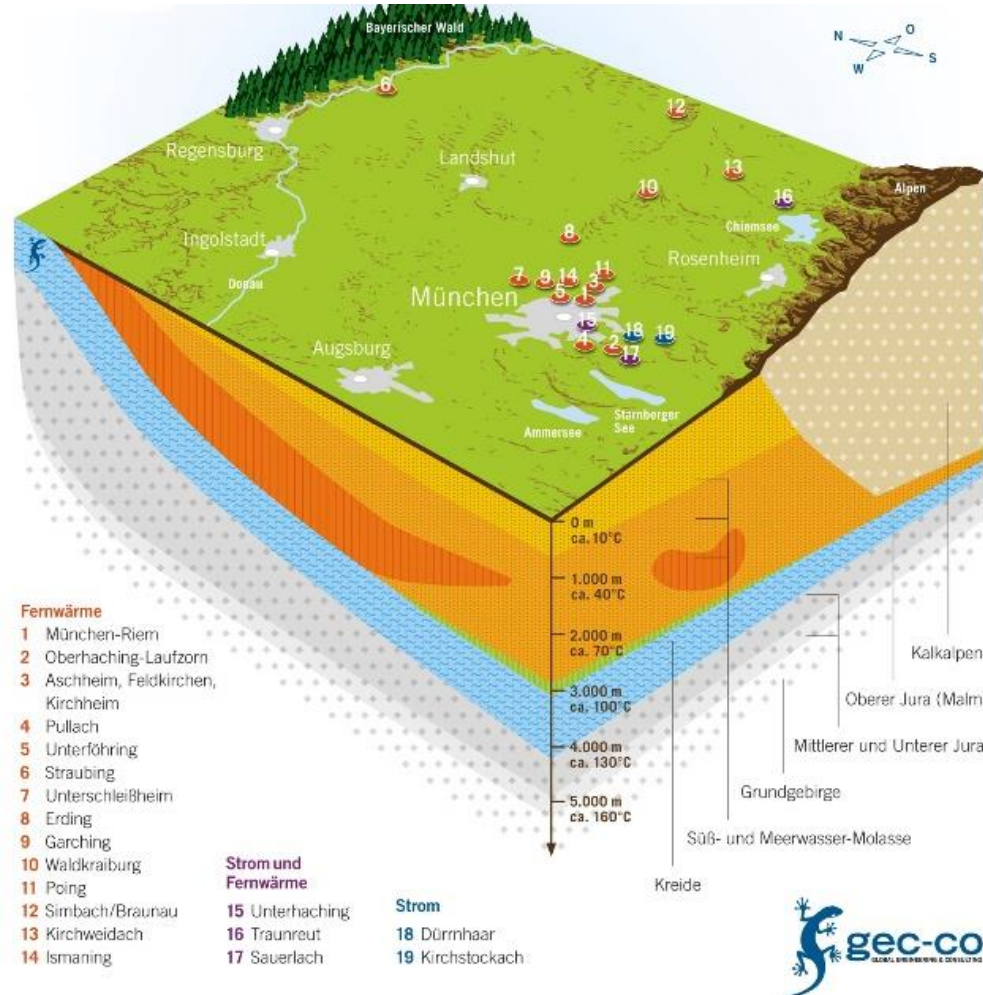
Geothermische Stromerzeugung



Techno-ökologisches Potenzial für D. (UBA-Studie): 63,75 TWh/a

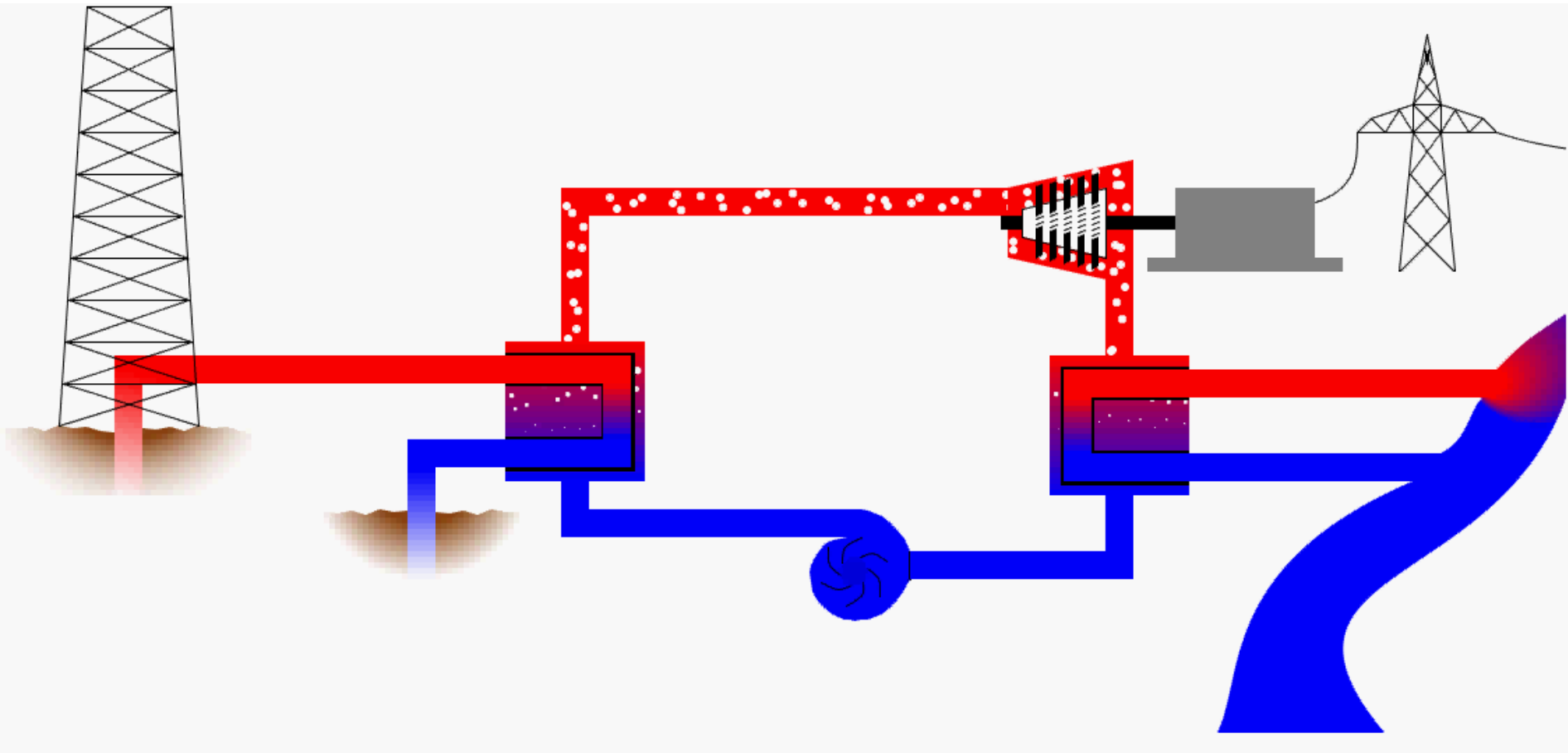
Bereitstellung von Grundlast

Geothermische Stromerzeugung



Bereitstellung von Grundlast

Geothermische Stromerzeugung



Bereitstellung von Grundlast

Geothermische Stromerzeugung

Wissenschaftliche Begleitung der Geothermie-Kraftwerke Kirchstockach und Dürrenhaar (2013-2014)

- Simulation des zweistufigen ORC-Kraftwerks
- Analyse der Messdaten während der Inbetriebnahme
- Ableitung von Empfehlungen hinsichtlich einer Betriebsoptimierung
- Systematische Analyse und Bewertung von Betriebsdaten im Jahresverlauf
- Untersuchung möglicher Konzepte für die Kraft-Wärme-Kopplung



Bereitstellung von Grundlast

Geothermische Stromerzeugung

UBA-Studie (Climate Change 16/2012): Mögliche Emissionen bei der Strom- und Wärmeproduktion aus Geothermie durch den Einsatz von F-Gasen im Energiewandlungsprozess mittels ORC

Mögliche Bewertungskriterien (nicht-thermodynamisch) für ORC-Fluide:
für die Kraft-Wärme-Kopplung

- Global Warming Potential (GWP)
- Ozon Depletion Potential (ODP)
- Sicherheitsgruppe nach DIN EN 378-1
- Entzündbarkeit
- Selbstentzündungstemperatur
- Wassergefährdungsklasse (WGK)
- ATEL/ODL-Wert

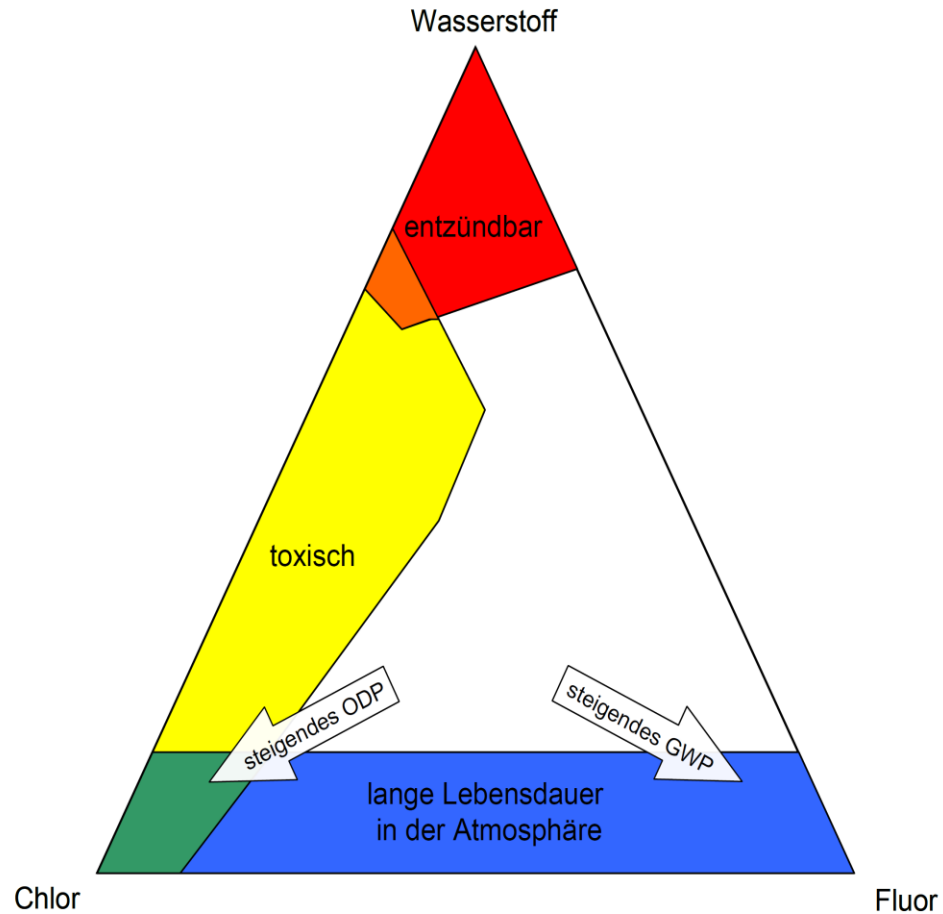
Bereitstellung von Grundlast

Geothermische Stromerzeugung

Stoffname	Chemische Formel	Rxxx	T _{krit} (°C) [10]	p _{krit} (MPa) [10]	Sicherheitsgruppe	Brennbarkeit [13]	ODP	GWP (100 Jahre) [11,12]	T _{Zünd} (°C) [13]	ATEL/ ODL (kg/m ³)	WGK [13]
1,1,1,2-Tetrafluorethan	C ₂ H ₂ F ₄	R134a	101,1	4,06	A1	-	0	1300	k.A.	0,21	1
1,1-Difluorethan	C ₂ H ₄ F ₂	R152a	113,3	4,52	A2	F+	0	120	455	0,14	1
1,1,1,2,3,3,3-Heptafluorpropan	C ₃ H ₂ F ₆	R227ea	102,8	3	A1	-	0	3500	532	0,59	1
• • •											
n-Butan	C ₄ H ₁₀	R600	152	3,8	A3	F+	0	4	365	0,002	-
Isobutan	C ₄ H ₁₀	R600a	134,7	3,63	A3	F+	0	3	460	0,06	-
n-Pentan	C ₅ H ₁₂	R601	196,6	3,37	k.A.	F+	0	3	260	0,003	2
Isopentan	C ₅ H ₁₂	R601a	187,2	3,38	A3	F+	0	3	420	0,003	2

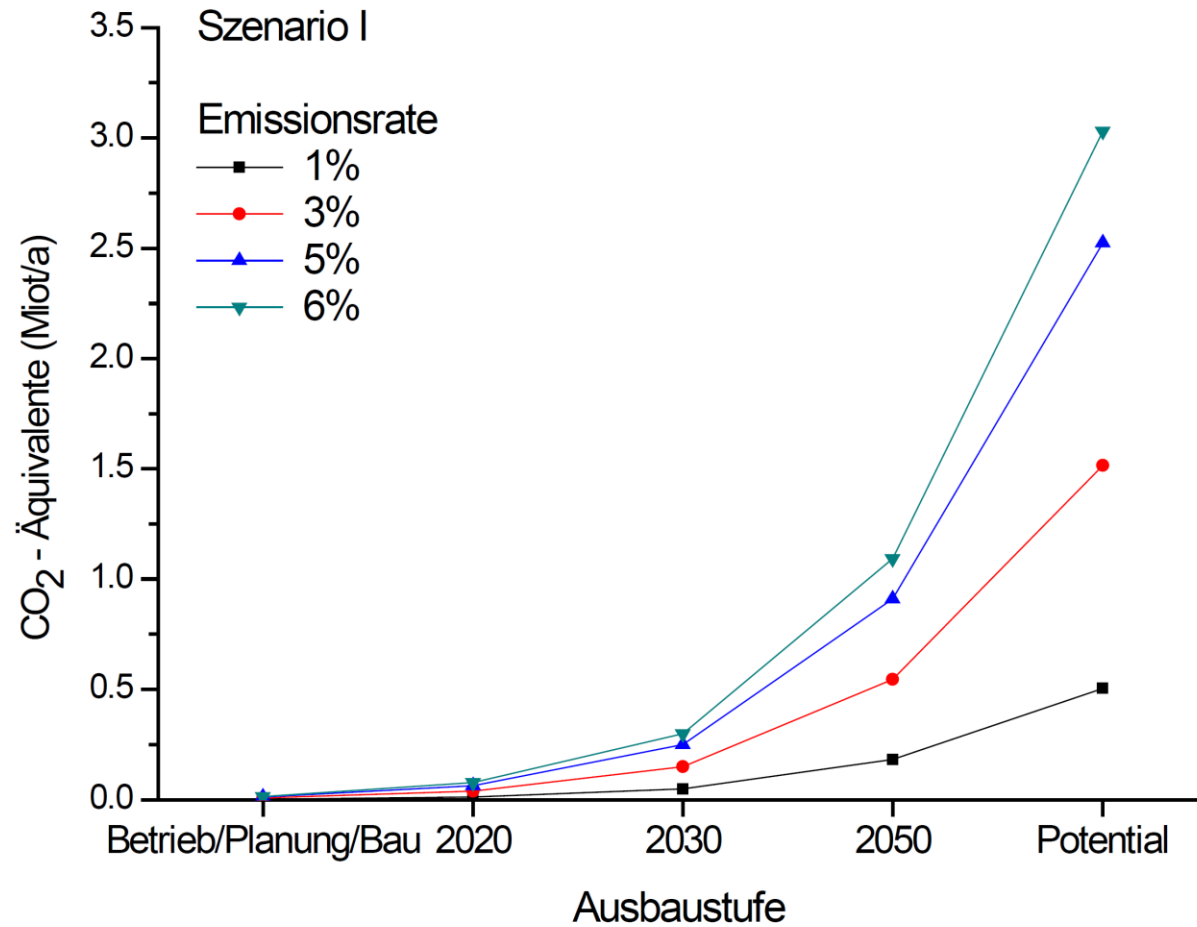
Bereitstellung von Grundlast

Geothermische Stromerzeugung



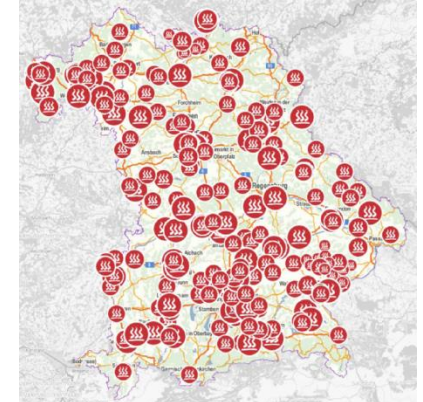
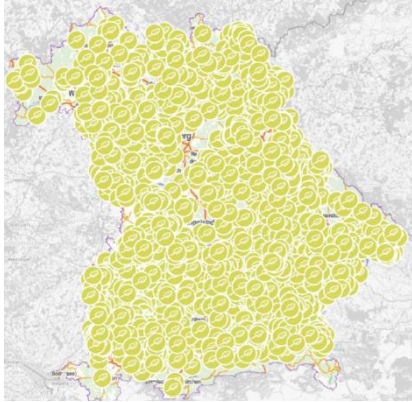
Bereitstellung von Grundlast

Geothermische Stromerzeugung



Verwertung ungenutzter Energieströme mittels ORC

Von der Idee zur Umsetzung



Abwärme von Biogas-BHKWs

Biogasanlagen in Deutschland:

- 25 %: fremde Verwertung der Abwärme
- 10 %: kein Wärmenutzungskonzept
- Rest: Wärmenutzungskonzept unzureichend

Quelle: Biogas-Messprogramm II der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe e.V. (2009)



Industrielle Abwärme

Potential in Deutschland:

42 TWh_{th}/a



687 MW_{el}

Quelle: Potentialstudie „Wärme-Kraft-Prozesse“ des Instituts Fraunhofer Umsicht (2004)

Verwertung ungenutzter Energieströme mittels ORC

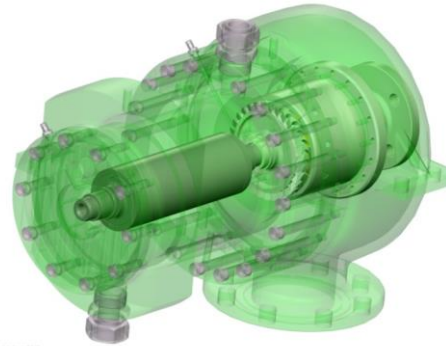
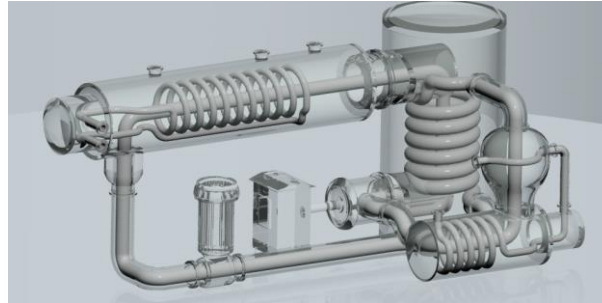
Vom Projekt zum Demonstrator

Entwicklung eines
ORC-Minikraftwerkes
(15 kW_{el}) zur Abwärme-
nutzung

LEHRSTUHL FÜR
TECHNISCHE
THERMODYNAMIK UND
TRANSPORTPROZESSE
PROF. DR.-ING. D. BRÜGGEMANN



ZET
Zentrum für Energietechnik



DEPRAG

Ostbayerische Technische Hochschule
Amberg-Weiden



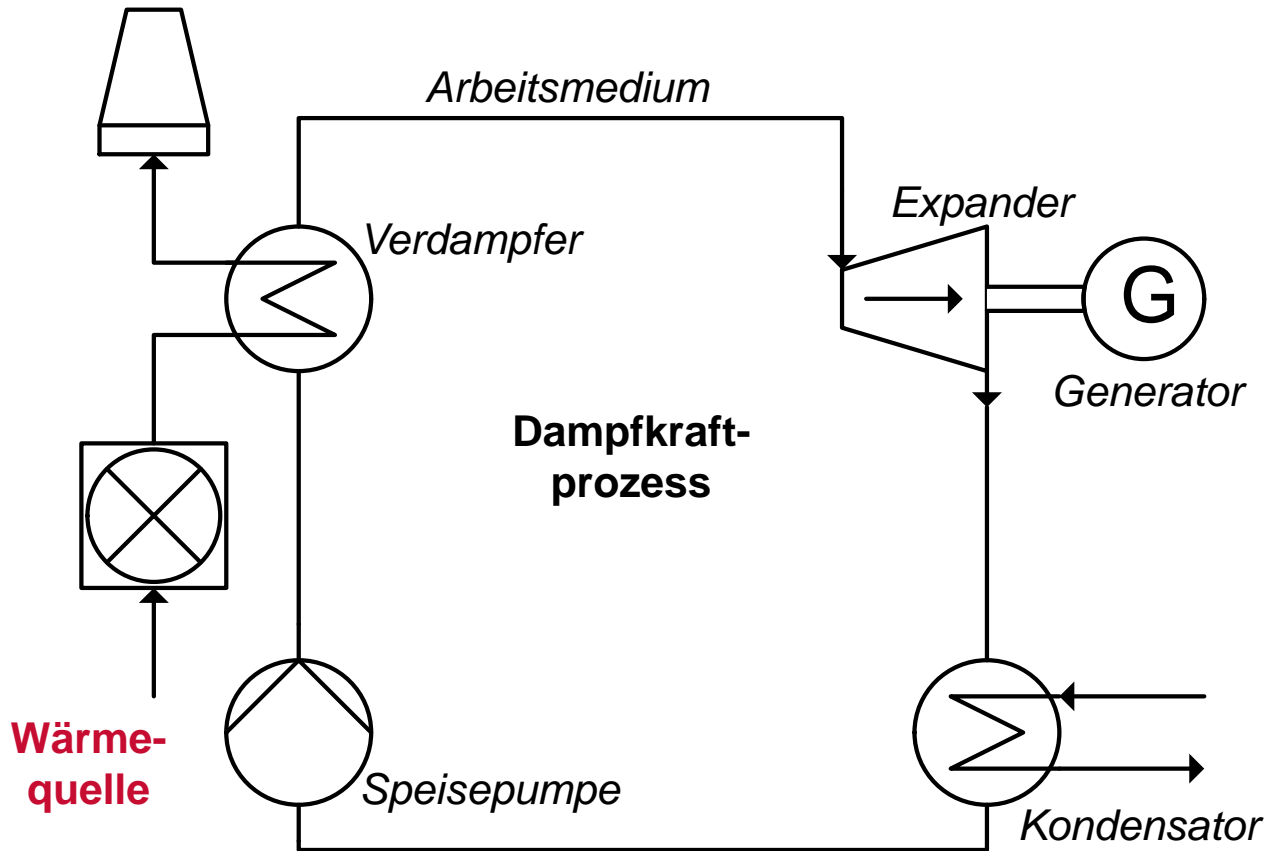
Bayerische
Forschungsförderung



UNIVERSITÄT
BAYREUTH

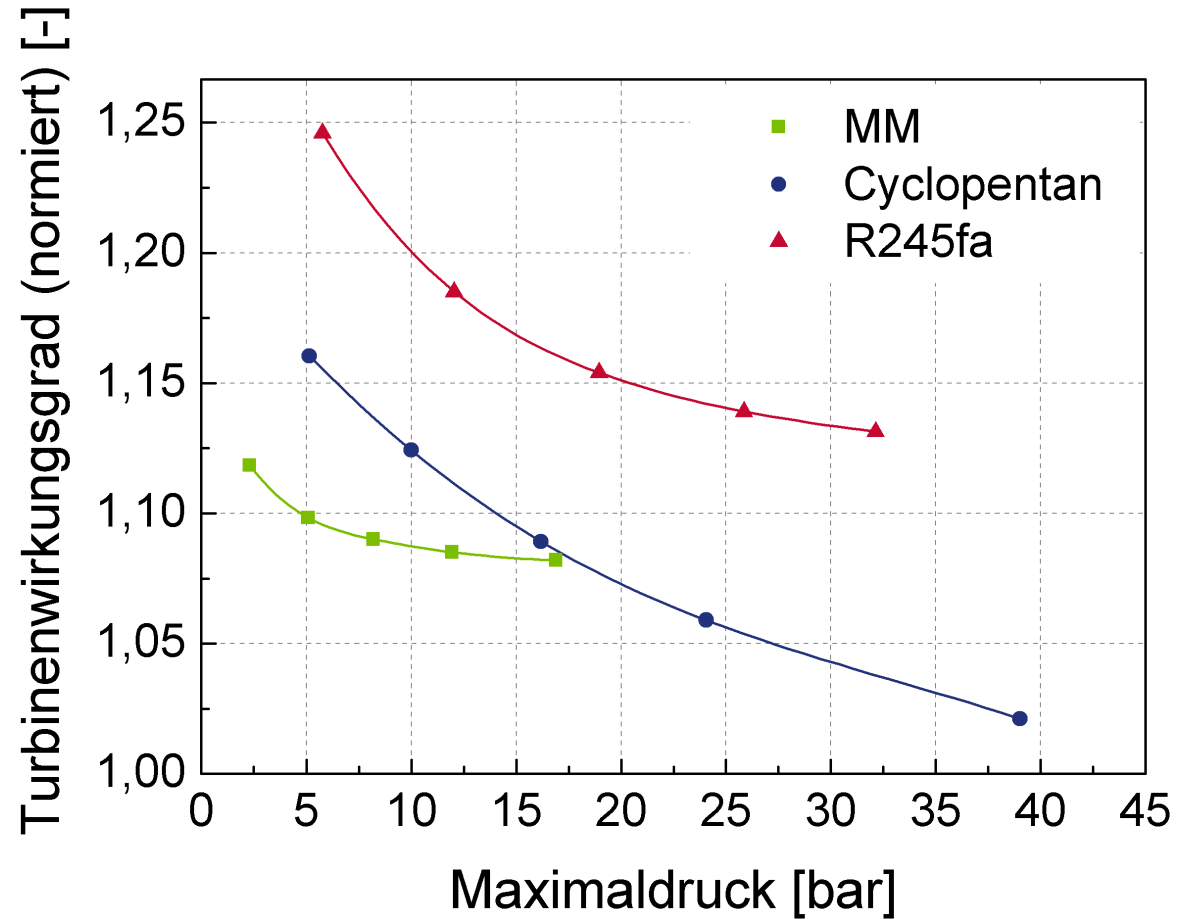
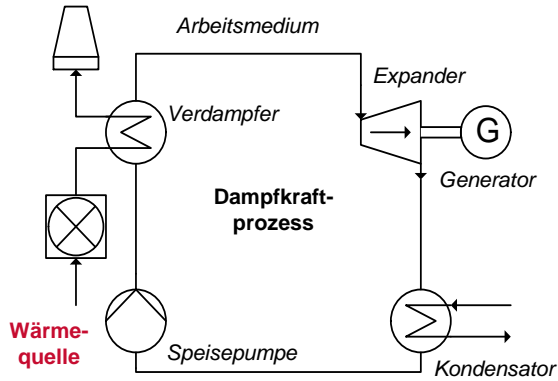
Verwertung ungenutzter Energieströme mittels ORC

Vom Projekt zum Demonstrator



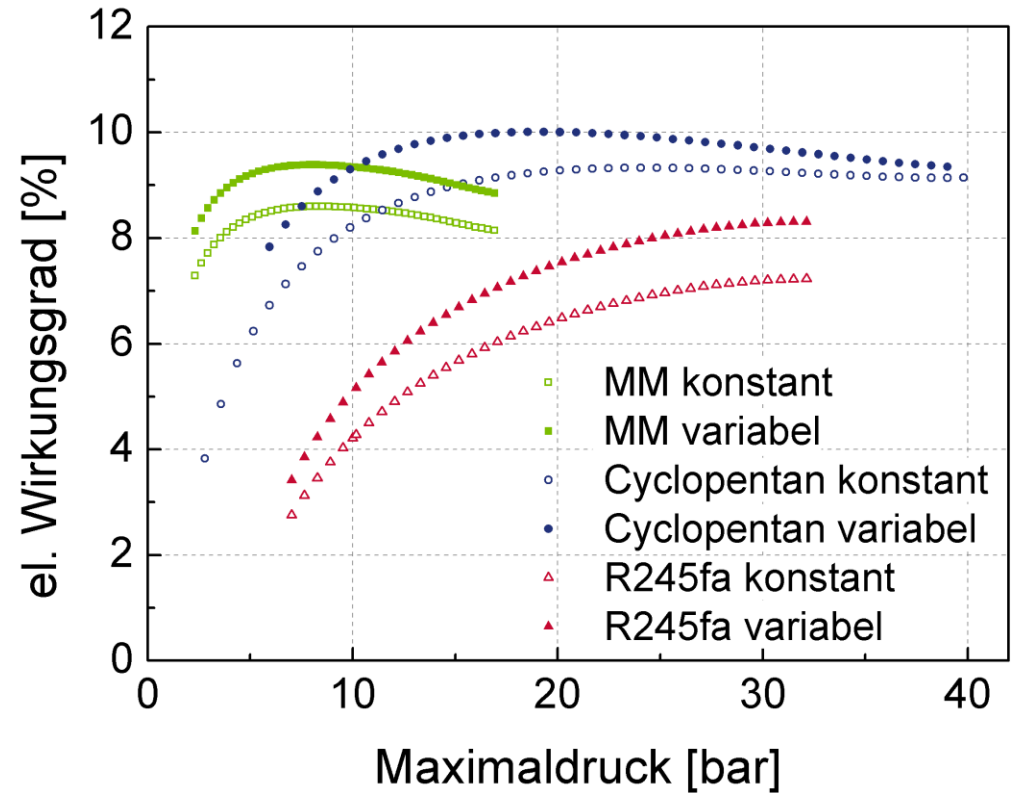
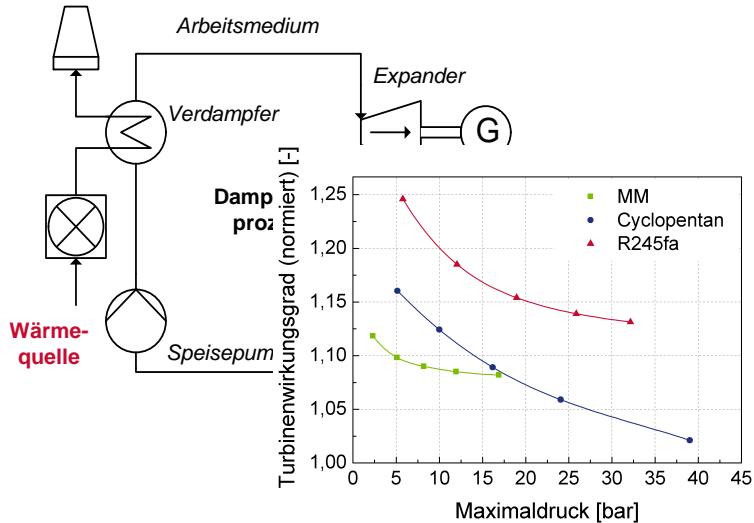
Verwertung ungenutzter Energieströme mittels ORC

Vom Projekt zum Demonstrator



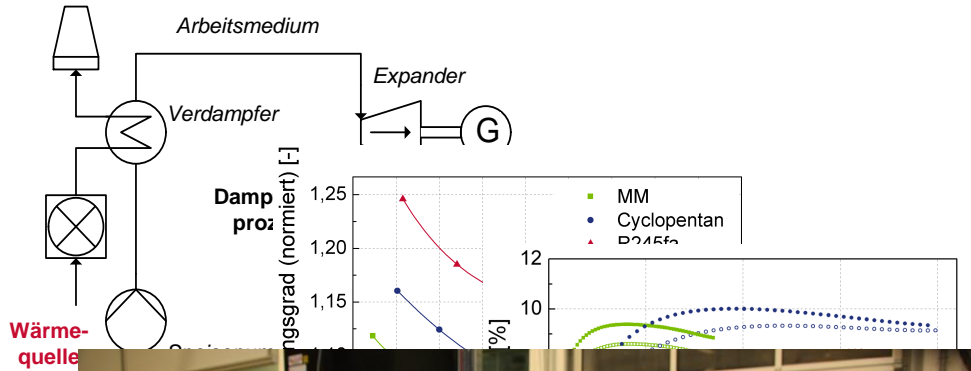
Verwertung ungenutzter Energieströme mittels ORC

Vom Projekt zum Demonstrator



Verwertung ungenutzter Energieströme mittels ORC

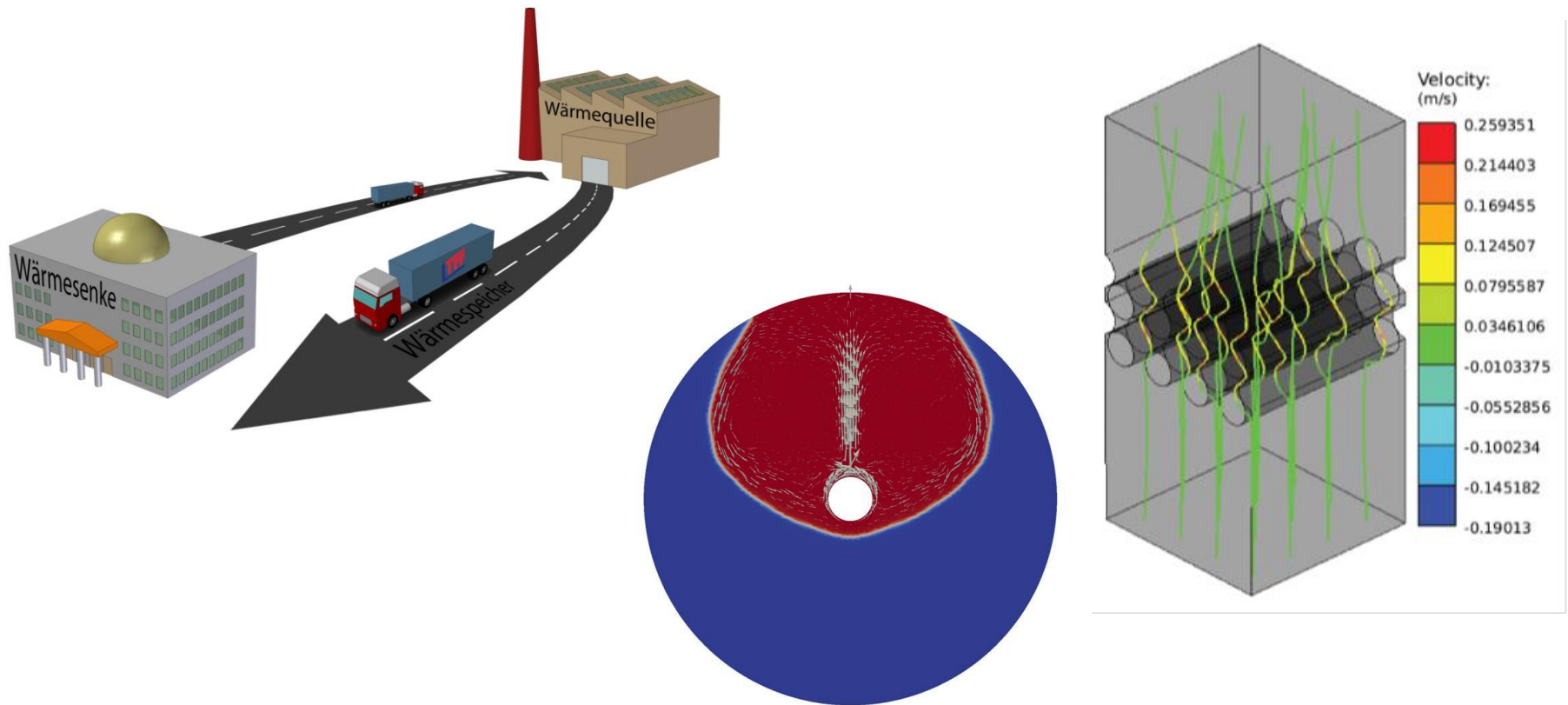
Vom Projekt zum Demonstrator



Vernetzte Energieforschung in Beispielen

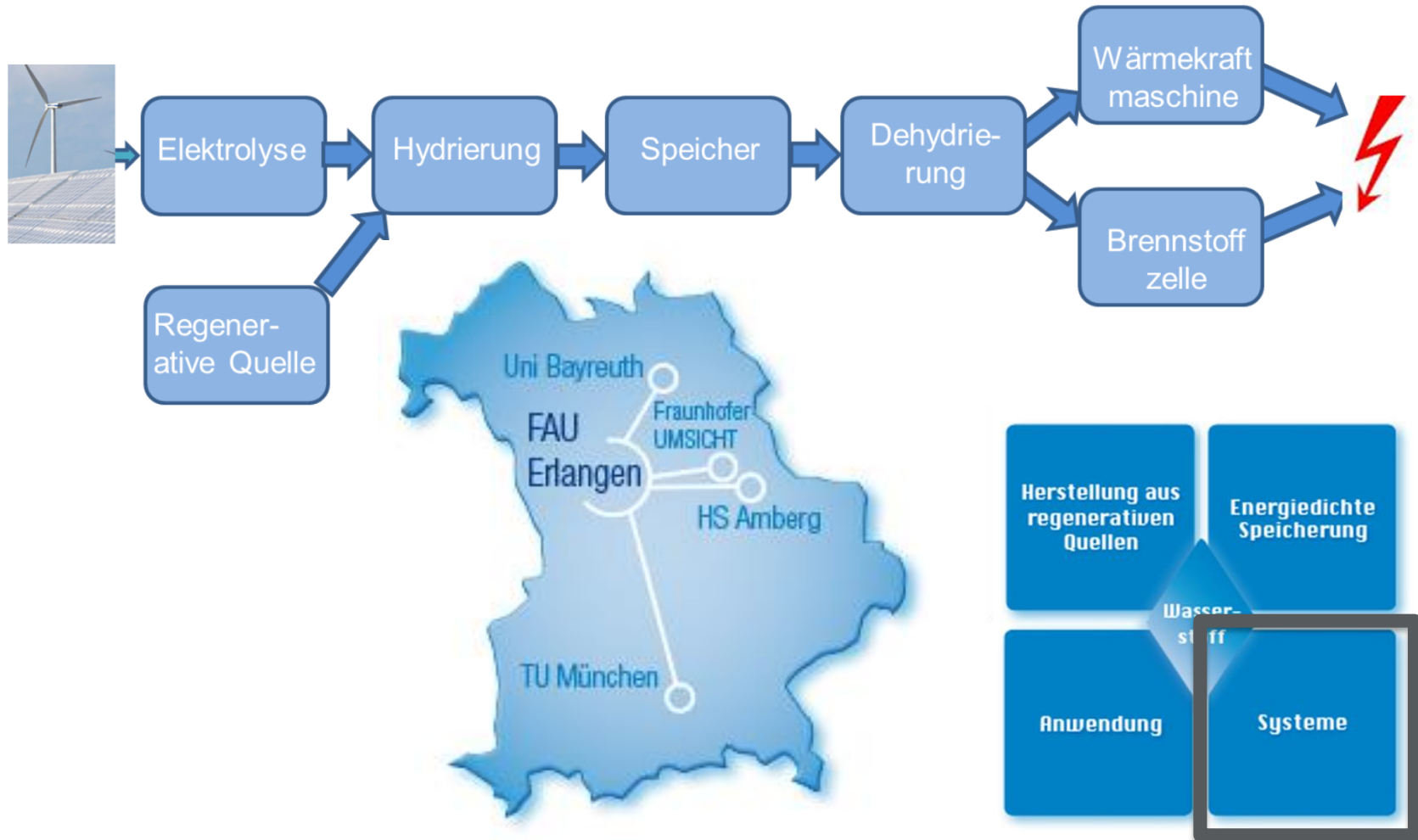
Wärme auf Rädern

Ausgangspunkt: Wärme wird nicht immer dort gebraucht, wo sie anfällt.
Mobile Latentwärmespeicher können helfen.



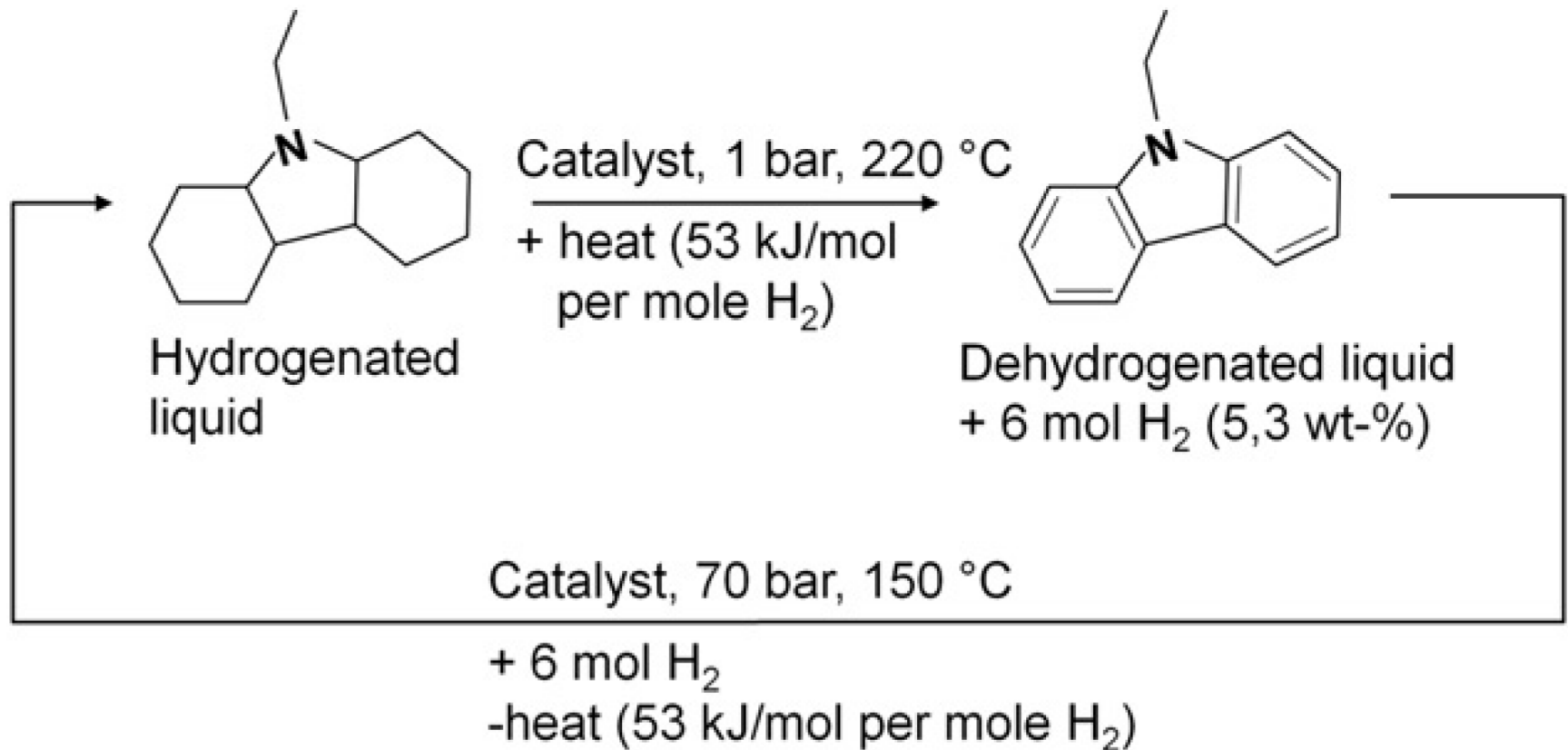
Vernetzte Energieforschung in Beispielen

Wasserstoff als ein Energieträger der Zukunft



Vernetzte Energieforschung in Beispielen

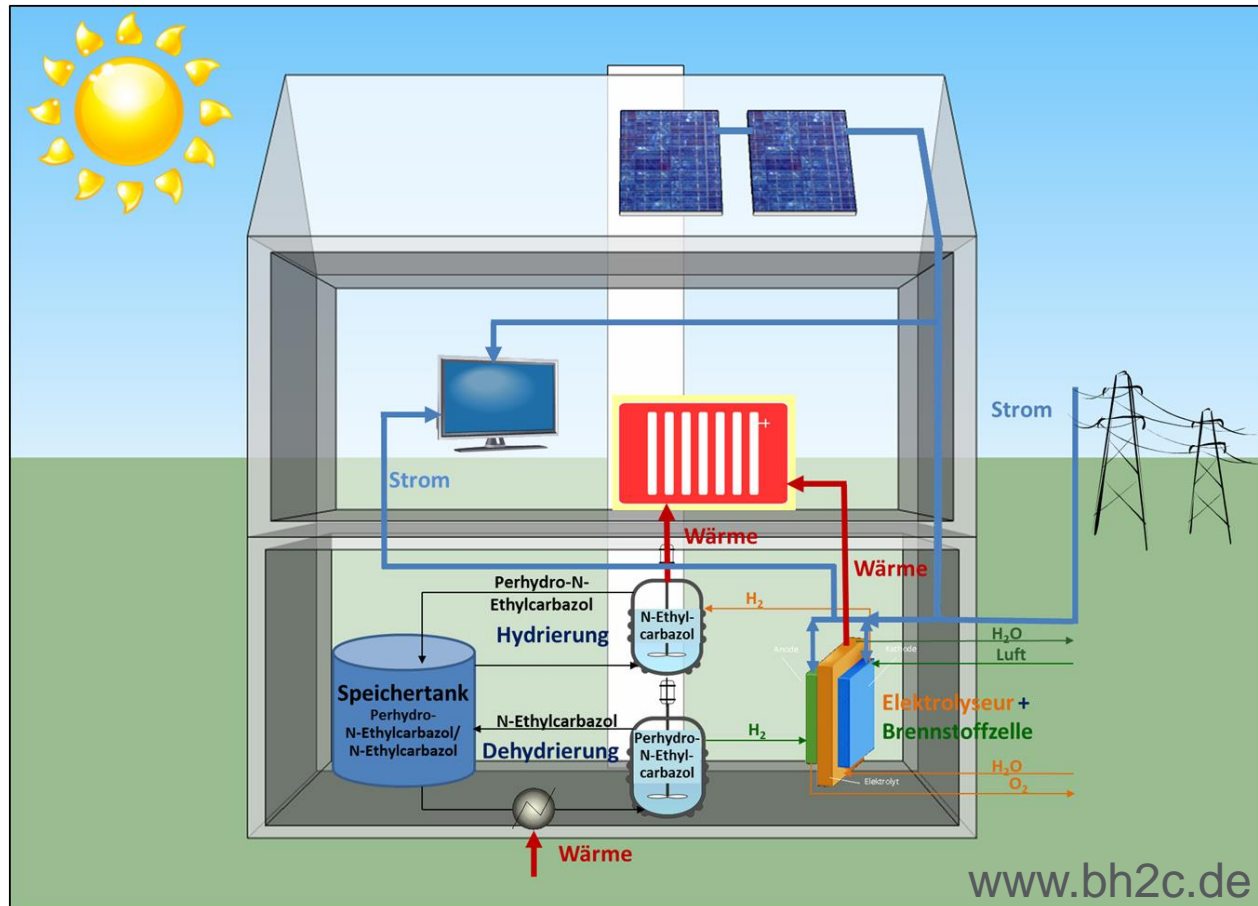
Wasserstoff als ein Energieträger der Zukunft



D. Teichmann, W. Arlt, P. Wasserscheid: Liquid Organic Hydrogen Carriers as an efficient vector for the transport and storage of renewable energy, International Journal of Hydrogen Energy, 37 (2012), 18118-18132

Vernetzte Energieforschung in Beispielen

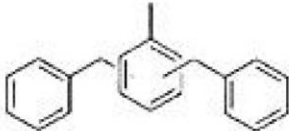
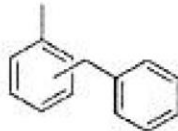
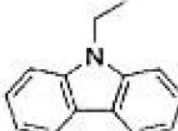
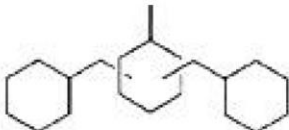
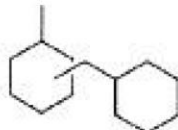
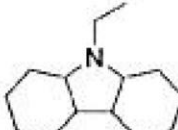
Wasserstoff als ein Energieträger der Zukunft



Vernetzte Energieforschung in Beispielen

Wasserstoff als ein Energieträger der Zukunft

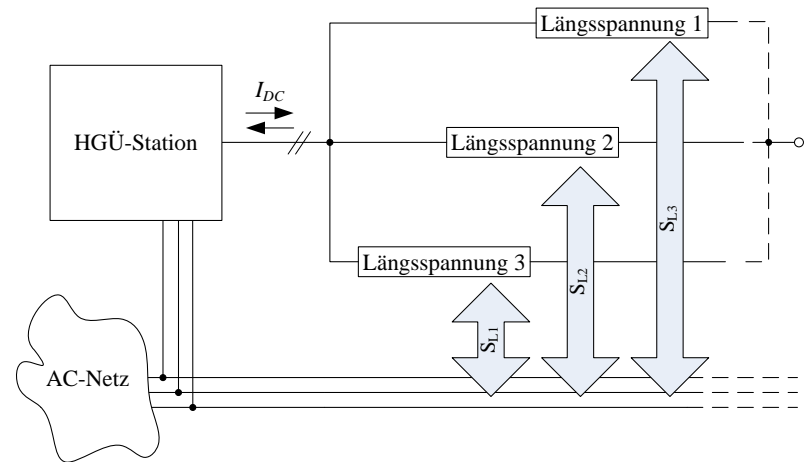
Table 1. Relevant properties of the heat-transfer-oil-derived LOHC systems compared to the standard NEC/H12-NEC system. ^[18-20]

LOHC system	MSH/H18-MSH	MLH/H12-MLH	NEC/H12-NEC
structure of H ₂ -lean form			
structure of H ₂ -rich form			
m.p. of H ₂ -lean form [°C]	-39 to -34	-30	68
normal b.p. of H ₂ -lean form [°C]	390	280	270
H ₂ capacity [wt%]	6.2	6.2	5.8
heat of (de)hydrogenation [kJ mol _{H₂} ⁻¹]	71	71	55
hazard symbols of H ₂ -lean form	N	Xi, N	Xi

Brückner et al.: Evaluation of Industrially Applied Heat-Transfer Fluids as Liquid Organic Hydrogen Carrier Systems, ChemSusChem 2014, 7, 229-235

Elektrische Energietechnik am ZET

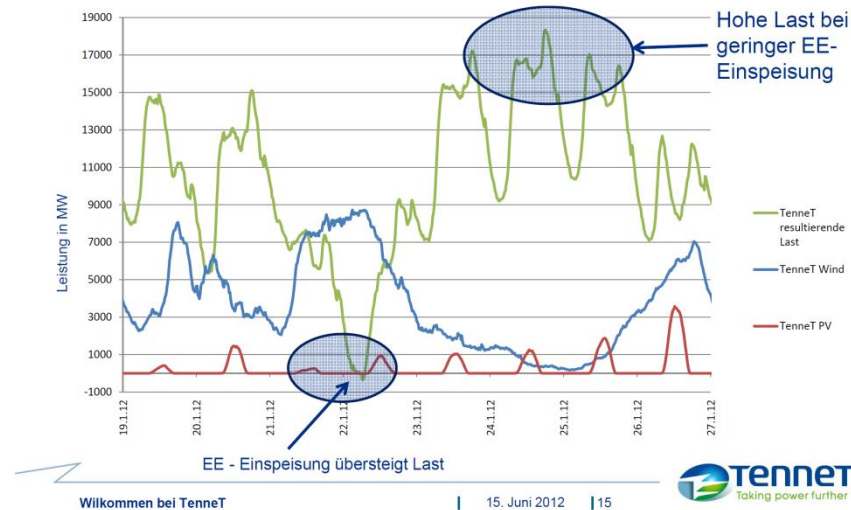
- Entwicklung kostengünstiger thermoelektrischer Generatoren für den großflächigen Einsatz
- Applikationsspezifische Beschreibung von Lithium-Ionen Zellen und Untersuchungen zur Systemauslegung
- Energy Harvesting
- Photokatalytische Wasserstoffherstellung und -nutzung
- Sekundärbatterien für den Ausgleich stark schwankender Wind- und Sonnenenergie



Vernetzte Energieforschung in Beispielen

Ein Beitrag zur Netzstabilisierung in Fechheim

Ausgangspunkt: Die natürliche Fluktuation von Sonnen- und Windenergie kann teilweise durch Speicher ausgeglichen werden.



Entlastung von Niederspannungsnetzen mit hoher Stromeinspeisung (PV-Anlagen) durch Quartierspeicher (Pb-Batterie)

→ Entwicklung neuer Materialkonzepte bei Elektrodenherstellung zur Minimierung der Alterung



Chemische Energietechnik am ZET

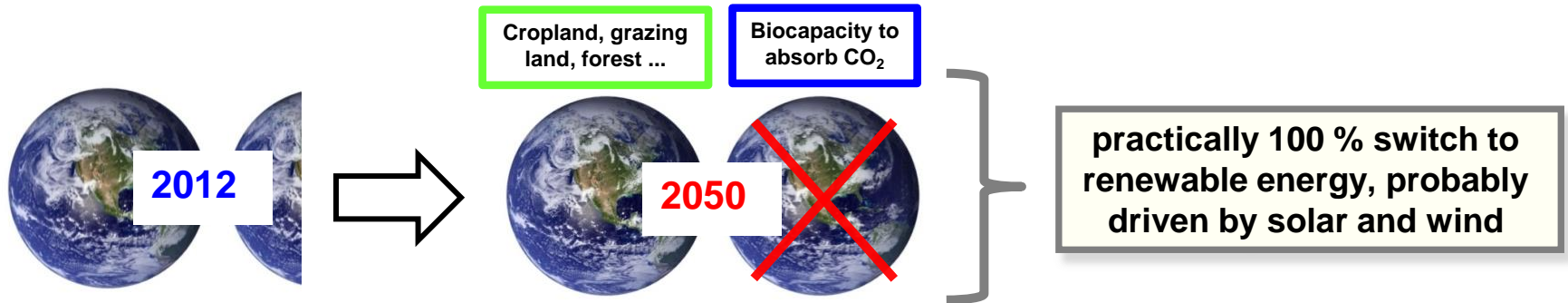
- Chemische-verfahrenstechnische Aspekte der Erzeugung von Energieträgern vom Labormaßstab bis hin zur Modellierung technischer Reaktoren
- Werkstoff- und Verfahrensentwicklung für die elektrochemische Energie-Speicherung und -Wandlung
- Entwicklung leitender Membrane für die direkte Wandlung chemischer in elektrischer Energie



Vernetzte Energieforschung in Beispielen

Fischer-Tropsch-Synthese

long term challenge (2050 and beyond): ecological footprint of 1 global earth



Andreas Jess, Herstellung flüssiger Kraftstoffe aus CO₂ und regenerativ erzeugtem Wasserstoff durch Fischer-Tropsch-Synthese, Tagung "Vernetzte Energieforschung: Verwertung ungenutzter Energieströme"

Vernetzte Energieforschung in Beispielen

Fischer-Tropsch-Synthese



short/medium term challenges:

- (1) Use of CO₂ released from fossil fuels
- (2) Storage & transport of electrical energy

Fluctuation of electricity with time



Production of electricity far away from consumers




Way of storage	Volume to store 10 MWh ¹ electr. energy
Diesel oil	1 m ³
CH _{4,g} (200 bar, 20°C)	4 m ³
H _{2,g} (700 bar, 20°C)	6 m ³
N-Ethyl-carbazol/H ₂	4 m ³
Li-ion-battery	30 m ³
compr. air (20 bar)	3,400 m ³
pumped hydro ² (300 m)	14,000 m ³

¹ 2 to 4 h full load of wind turbine; ² 0.04 TWh = 34 min of Germany's electr. prod


Vernetzte Energieforschung in Beispielen

Fischer-Tropsch-Synthese



- Development of **HT-electrolysis**
- **RWGS & FTS** (R & D: )
- **PTL-demonstration plant** in Dresden (1 bbl liquid fuels/day)



- **Feasibility study for energy storage** in form of liquid HCs
- Tailoring of **liquid product for use in microturbine**
- **RWGS, FTS & hydrocracking** (R & D: )

Biologische Energietechnik am ZET

- Molekularbiologische und biochemische Grundlagen der Biogasproduktion
- Prozessentwicklung und -optimierung auf Basis von Stoff- und Energiebilanzen
- Bewertung unterschiedlicher Möglichkeiten der Biogas-Nutzung (Stromerzeugung, Aufbereitung und Einspeisung)
- Mikrobielle Brennstoffzellen



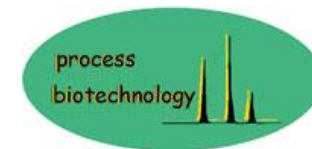
Technologietransfer in Beispielen (6)

Das Kompetenznetzwerk Biogas Nordbayern

Ausgangspunkt: Bayern kann die regionalen Ressourcen vollständiger und effizienter nutzen sowie bestehende Energieerzeugungsanlagen optimieren.

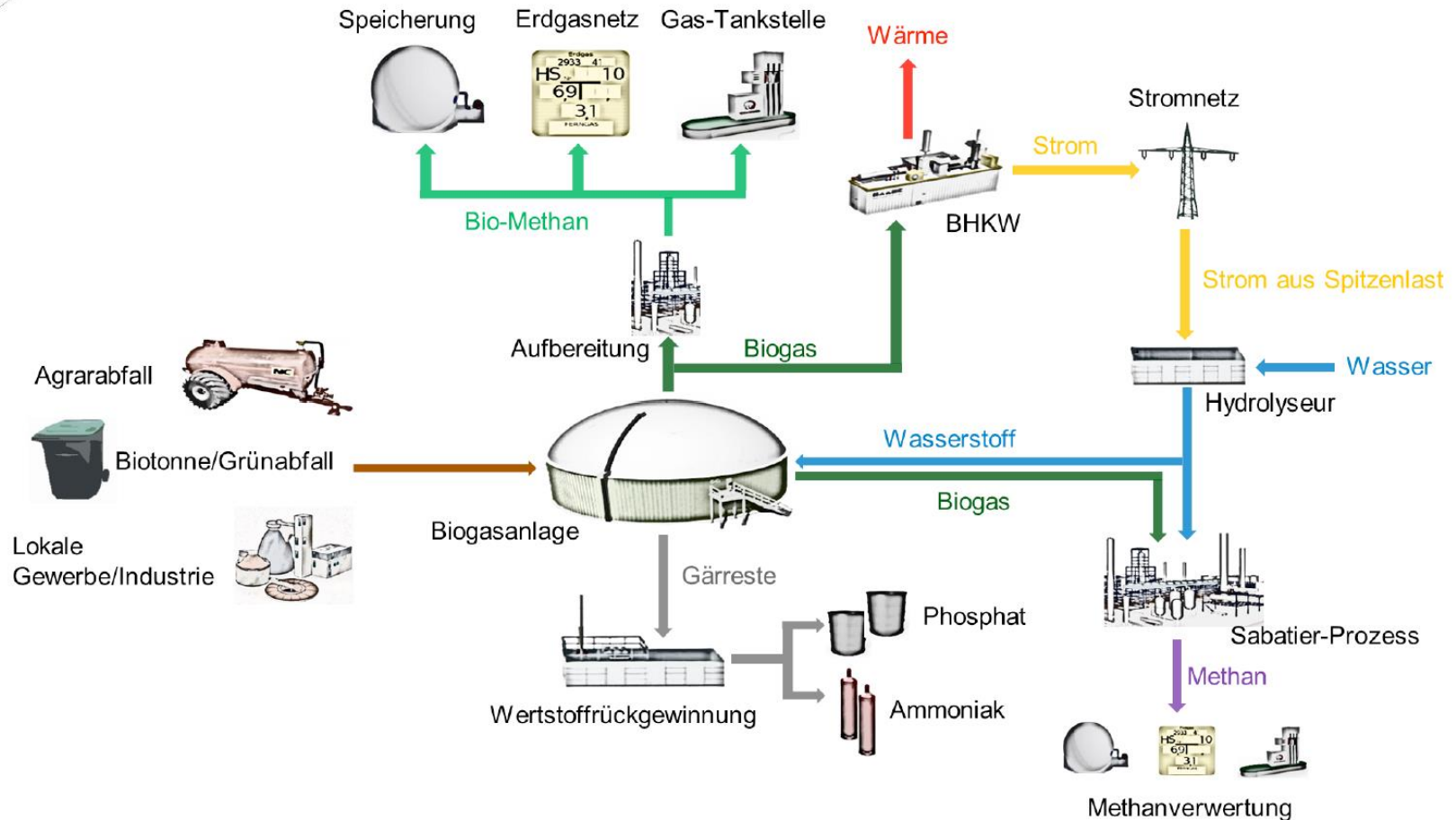


LEHRSTUHL FÜR
TECHNISCHE
THERMODYNAMIK UND
TRANSPORTPROZESSE
PROF. DR.-ING. D. BRÜGGEMANN



Vernetzte Forschung in Beispielen

Bayerischer Forschungsverbund FOR10'000 (eingereicht 03/2015)



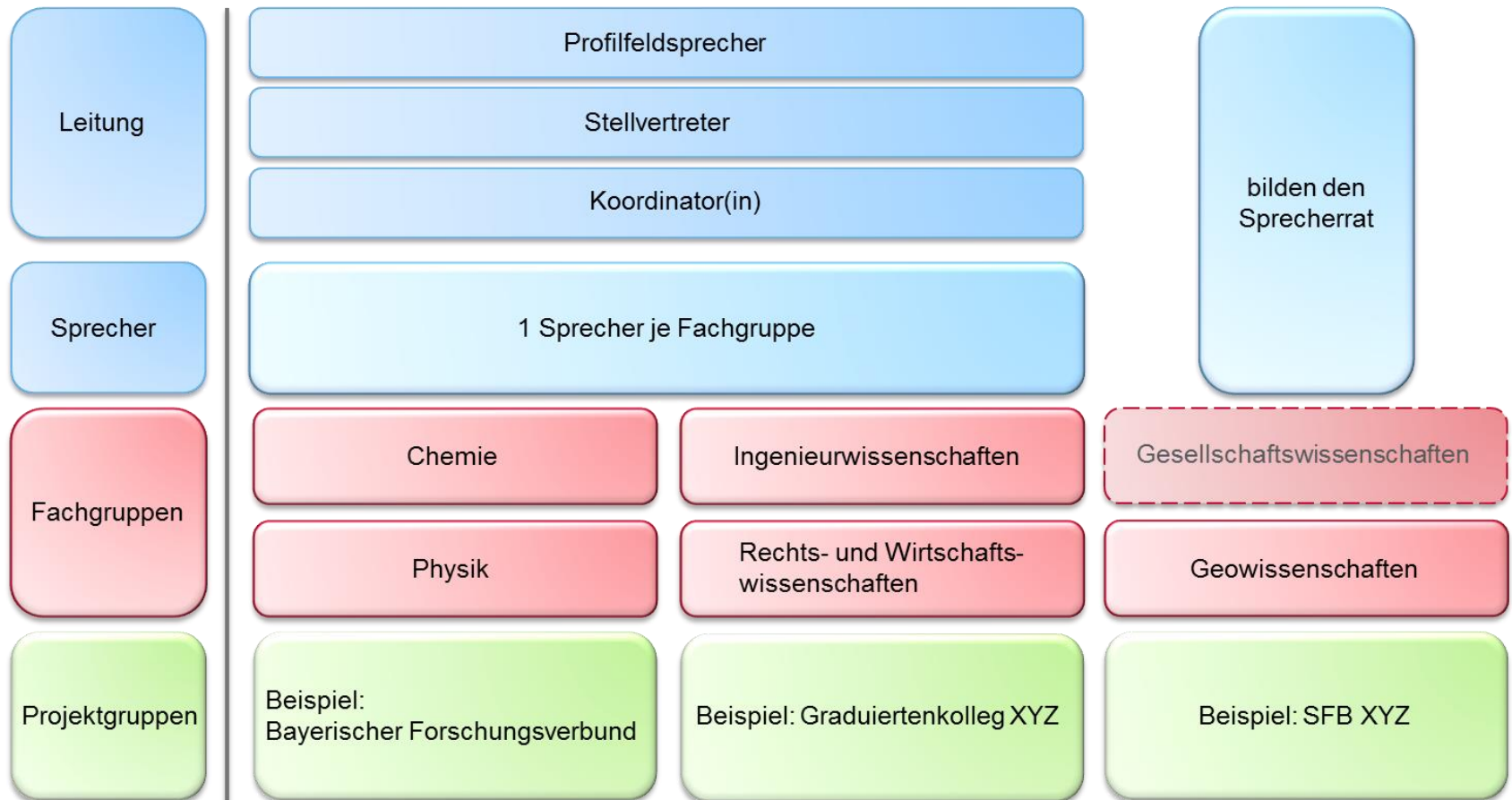
Profilfeld Energieforschung und Energietechnologie

Profilfelder der Universität Bayreuth



Profilfeld Energieforschung und Energietechnologie

Organisationsstruktur



Profilfeld Energieforschung und Energietechnologie

Beispiel – UMWELTnanoTECH

Projektverbund bayerischer Hochschulen:

Umweltverträgliche Anwendungen der Nanotechnologie

Teilprojekt – Bessere Effizienz und Stabilität organischer Halbleiterschichten (Prof. Thelakkat):

Nanostrukturen für höhere Effizienz von organischen
und Hybridsolarzellen unter dem Gesichtspunkt der
umweltverträglichen Verarbeitung



Quelle: Auftaktveranstaltung Profilfeld

Profilfeld Energieforschung und Energietechnologie

Beispiel – Energiewende Nordostbayern

Interdisziplinäre Forschungsgruppe:

- Universität Bayreuth (Abteilung Stadt- und Regionalentwicklung Prof. Miosga)
- Hochschule Amberg-Weiden
- Energieagentur Nordbayern

- Entwicklungsimpulse für ländliche Regionen durch den Ausbau erneuerbarer Energien
- Konflikte um Raumnutzung („Verspargelung“, „Vermaisung“)
- Kommunale Planung der Energiewende (strategische Planung durch Klimaschutzkonzepte und Energienutzungspläne)
- Einsatz alternativer Energiepflanzen in der Biogas-Produktion

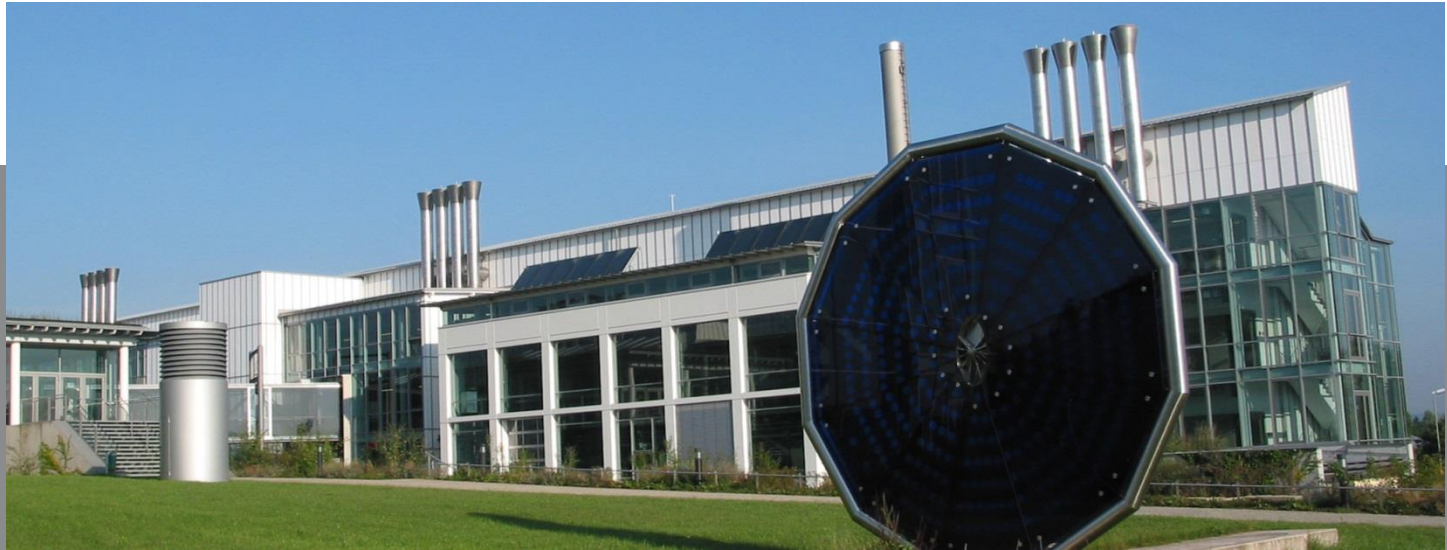


Quelle: Auftaktveranstaltung Profilfeld

Energie – eine Herausforderung für alle

Ansätze zur Bewältigung

- Eine sichere, bezahlbare, umweltschonende Energieversorgung ist eine der größten Herausforderungen unserer Zeit.
- Die eine energietechnische Lösung ist nicht in Sicht. Wir brauchen Vielfalt, Kooperation und Wettbewerb.
- Universitäten, Hochschulen und außeruniversitäre Einrichtungen bilden Netzwerke. Ihre enge Kooperation mit Unternehmen ist ein Schlüssel für Mehrwert.
- Mit dem Zentrum für Energietechnik bündelt die Universität die energietechnischen Aktivitäten der Fakultät für Ingenieurwissenschaften und wird damit konkurrenzfähig zu anderen Forschungszentren.
- Mit dem Profildfeld Energieforschung und Energietechnologie hat die Universität eine Plattform geschaffen, über die fakultätsübergreifende Forschung vereinfacht, oder überhaupt erst identifiziert werden soll.
- **Und nicht zuletzt: Die Herausforderung „Energie“ ist zugleich eine große Chance für den Technologiestandort Deutschland und insbesondere Bayern.**



Vielen Dank

www.zet.uni-bayreuth.de

Markus Preißinger, markus.preissinger@uni-bayreuth.de

Anne Vogl, anne.vogl@uni-bayreuth.de

FAN C.0.14, 0921/55-7285