

Vorstellung des Forschungsschwerpunktes

Klimaschonende Energie- und Umwelttechnik

der Technischen Universität Hamburg – Harburg

24.01.2011



Mitglieder



Beteiligte Professoren /	Professorinnen und ha	bilitierte Wissenschaftler	/Wissenschaftlerinnen

Prof. Dr.-Ing. Günter **Ackermann**, Elektr.Masch.

Prof. Dr. W. Calmano, Wasserchemie & Umweltt.

Prof. Dr.-Ing. Rudolf **Eggers**, Wärme-&Stoffübertr.

Prof. Dr.-Ing. Georg Fieg, Prozess-&Anlagentechn.

Frau Prof. Dr.-Ing. Heike **Flämig**, Verkehrslogistik

Prof. Dr.-Ing. Carsten **Gertz**, Verkehrslogistik

Prof. Dr.-Ing. Stefan Heinrich, Partikeltechnologie

Prof. Dr.-Ing. Heinz **Herwig**, Thermofluiddynamik

Prof. Dr.-Ing. habil H.-J. Holle, Bautechnik

Priv.Doz.Dr.-Ing.habil. Klaus Johannsen, Wasser Prof. Dr.-Ing. Martin Kaltschmitt, Energie&Umw.

Prof. Dr.-Ing. Alfons **Kather**, Energietechnik Frau Dr.-Ing. habil. Ina Körner, Biogaserzeugung

Frau Prof. Dr.-Ing Kuchta, Reststoffverwertung

Prof. em. Dr.-Ing. Herbert Märkl, Biotechnik

Prof. Dr.-Ing. habil. Jörg **Müller**, Mikrosystemtechn.

Prof. Dr.-Ing. Uwe **Neis**, Abwassertechnik

Prof. Dr.-Ing. Ralf **Otterpohl**, Abwassertechnik Prof. Dr.-Ing. Günter Rombach, Betonbau

Prof. Dr.-Ing. Michael **Schlüter**, Mehrphasenström. Prof. Dr.-Ing. Gerhard **Schmitz**, Wärme, Klima, Kälte

Prof. Dr.-Ing. Wilfried **Schneider**, Wasserwirtsch.

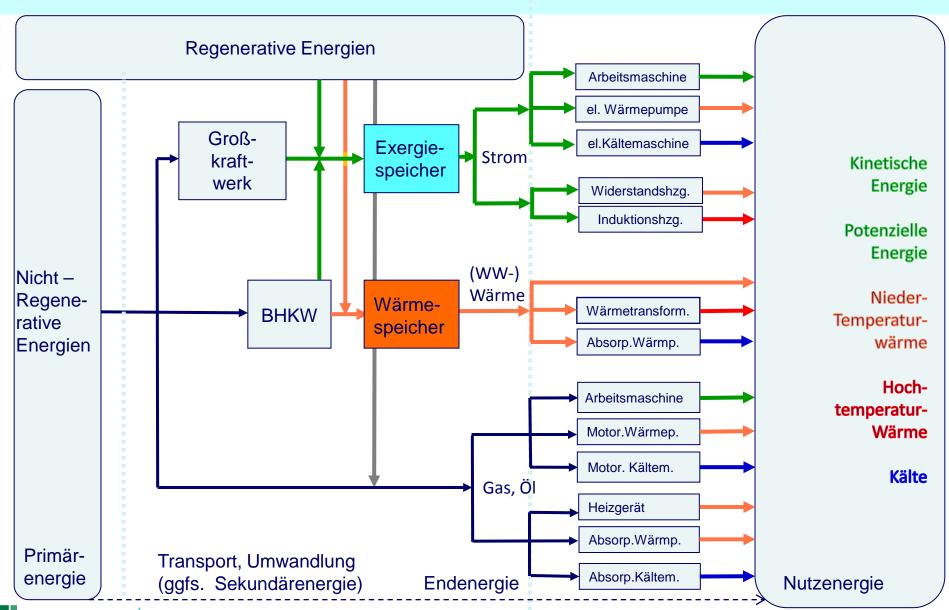
Prof. Dr.-Ing. Knut Wichmann, Wasserwirtschaft

Prof. Dr.-Ing. Rainer **Stegmann**, Abfallwirtschaft

Prof. Dr.-Ing. Joachim Werther, Wirbelschichtverf.

Energieumwandlungswege



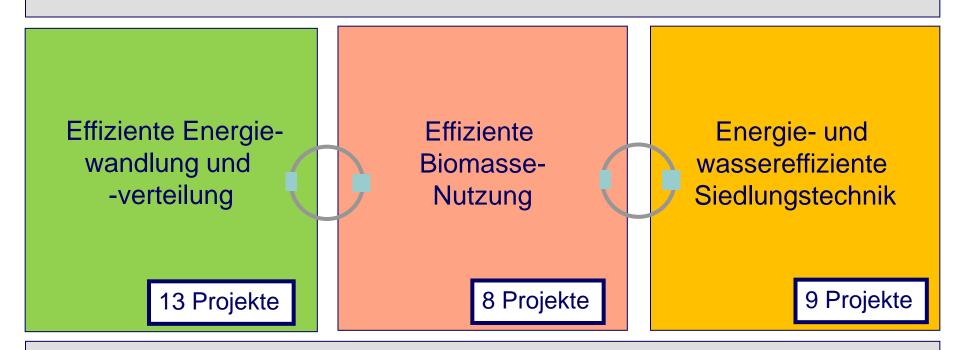




Zielsetzung



Vernetzung von Energie- und Stoffketten Auswirkungen einzelner Prozesse auf Klima und Umwelt



Gemeinsame Entwicklung von Methoden Bewertungsverfahren, Simulationsverfahren etc.



Sall/let - Varalaich sait 1 7 07



Johnst Vergien		Technische Univ
Im FSP – Antrag genannte Ziele	Erreicht bis einschl. 30.09	.2009

fbau einer FSP - Verbundstruktur zur	abgeschlossen: Doktorandenseminar, FSP-

Auf erfolgreichen Durchführung des beantragten FSP bis Anfang 2008.

Erarbeitung eines Konzeptes für einen SFB-Antrag oder für die Bildung von DFG -Forschergruppen und ggfs. Antragstellung bis Mitte 2009

Mindestens 30 FSP-relevante Publikationen im Jahr in anerkannten Fachzeitschriften und Conference – proceedings

Einwerbung eines **Drittmittelvolumens** von jährlich **1,5 Mio Euro**.

Veranstaltung eines Internationalen Forums zur Optimierung von Energiepfaden im 2jährigen Rhythmus an der TUHH

Durchführung von 15 Promotionen pro Jahr.

Antrag beim Ideenwettbewerb Energie der DFG eingereicht. Eingeladen zu Vorgespräch am 20.07.2009, aber noch offen. Zunächst gemeinsamer BMU – Antrag, eingereicht 15.12.2010, mehrere weitere Verbundvorhb.

Sitzungen, FSP Datenbank, Doktoranden-

Mailinglisten, Internetauftritt

Erreicht: seit 2007 409 Veröffentlichungen, davon 96 in peer reviewed Zeitschriften.

2,6 Mio €/a Drittmittel eingeworben worden Forum des FSP noch nicht, aber eine Reihe nationaler und internationaler Tagungen,

Erreicht: durchschnittlich sind seit 2007

Ringvorlesung im WS 2008/2009 ca. 10 in 2009, 13 in 2010

Geplante & genehmigte FSP - Verbundprojekte

WAP-Antrag, Verbesserung der luK-

ADECOS-Oxyfuel-Komponentenent-

Modellierung des dynamischen Ver-

haltens gekoppelter Energiesysteme

wicklung und Prozessoptimierung

BERBION: Die Stadt der Zukunft -



	-			Technische Universität Hamburg-Harburg
Koor- dinator	Mitglieder	Thema	Förder- institution	Status
Heinrich	Kather	Clock - Chemical Looping Combustion of coal	BMWI	Genehmigt. Start 1.06.09 895 T€ / TUHH 542 T €

FHH

BMWI

BMWI

BMWi

BMWF

EU

DFG

BMU

FHH

Genehmigt.

Pos. Vorprfg., Start 1.2.11,

Pos. Vorprfg., Start 1.4.09,

4,3 Mio € / TUHH 832 T€

Beantragt. Start 1.3.2011,

Genehmigt. Start 1.5.09,

15 Mio / TUHH 1,25 Mio

3,5 Mio € / TUHH 1,1 Mio €

Einladg. Vorgespr. 20.7.2009

BMU Antrag eingereicht 15.12

2,7 Mio. bei 5 Partn.

Genehmigt.

Genehmigt.

C80 - Kalorimeter

2,1 Mio € / TUHH 700 T€

COORAL - CO2-Reinheit bei

Abscheidung und Lagerung

ZERO-WASTE-Bioraffinerie

KLIMZUG

Großgeräteantrag

Struktur des FSP

DYNCAP Dynamische

Kraftwerksimulation

Herwig

Kather

Kather

Kather

Körner/

schmitt

Pasche

Schmitz

Schmitz

Kalt-

FSP-Mitglieder

Schmitz

Eggers

Eggers

Körner,

Kather

UMWELTTECHNIK

7 Partnern;

3Teilproj. FSP

Calmano, u.a.

FSP-Mitglieder

Ackermann,



Beispiele bisheriger Forschungsarbeiten





Energieeffizienz: CO₂-armes Kraftwerk



(Kather, Eggers)

COORAL

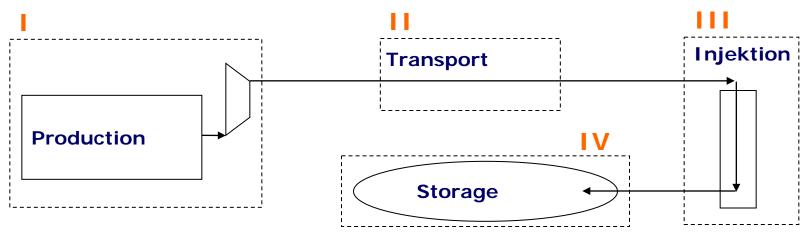
CO₂-Reinheit für Abtrennung und Lagerung

Partner:

BGR, BAM, DBI, MLU, TUHH

Industry: Alstom, E.ON, Vattenfall, EnBW, VNG

Schließt die gesamte Kette von der Produktion bis zur Speicherung ein



Weitere Projekte zur CO₂-Abtrennung:

CLOCK - Chemical Looping Combustion von Kohle (Kather, Heinrich)

ADECOS-ZWSF - Oxyfuel mit ZWSF-Feuerung (Kather, TU Dresden, Uni Stuttgart)

Oxy-Zement – Oxyfuel für Zementkraftwerk (Kather)

POSEIDON – Post Combustion Capture (Kather)



► Förderung: BMWi / Industrie (EVU, Anlagenbauer), Krupp-Polysius (Zementanlagen)

Energieeffizienz: Optimierung von Trennwandkolonnen

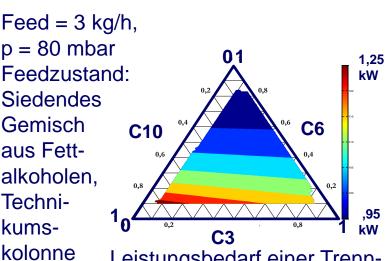


Erstellung einer Entwicklungsplattform zum Entwurf von Prozessführungskonzepten für Trennwandkolonnen (Fieg)

stationäre rigorose Modellierung AE

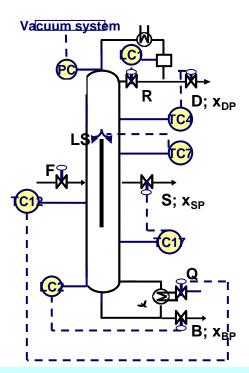
Ergebnis: Energieoptimales Design instationäre rigorose Modellierung DAE

Ergebnis:energieoptimales Regelungskonzept



Leistungsbedarf einer Trennwandkolonne als Funktion der Feedzusammensetzung



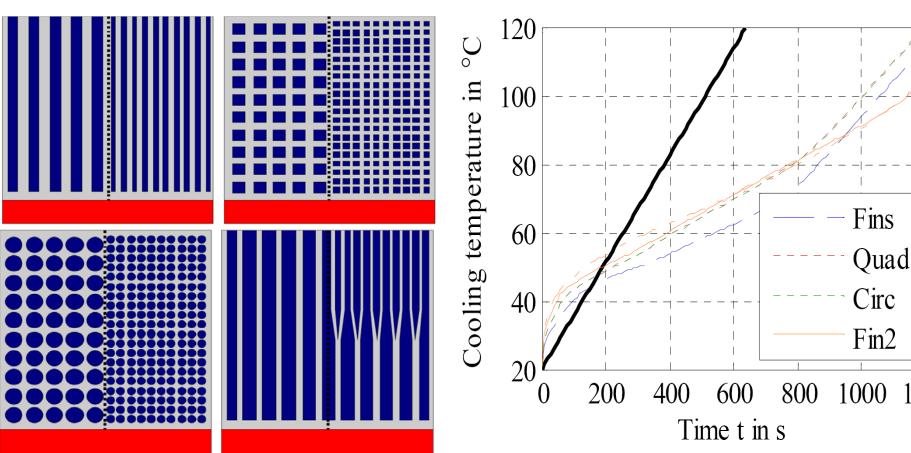




Energieeffizienz: Neue Speichertechnologien



ECOTHERM – Inhärent sichere Kühlkonzepte für Elektronikkühlung (Schmitz, Uni Kassel)



PCM - Verbundstrukturen

Zeit bis zum Erreichen einer max. Oberflächentemperatur



Biotechnik: GIS-basierte Analyse von Materialströmen

Äste, Zweige, Stammholz

7.01%

Laub

)- Strauchschnitt

adel- Strauchschnitt

Pflanzenreste m Wurzeln Fallobst

10.31%



(Körner, weitere 3 FSP-Partner / BERBION)

Wo? Was? Wie viel? Wann?

Wohin?

Entstehungsort

Zusammensetzung

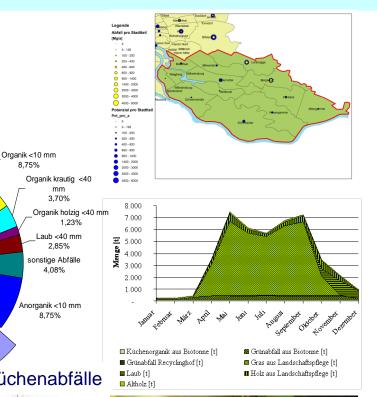
Menge

Jahresganglinien

▶ Einsammlung

Verbleib











Biotechnik: Hydrodynamisch optimierte Mikroreaktoren

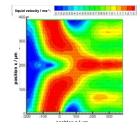


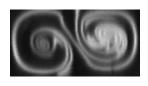
Optimierung des Impuls- und Stofftransports in Mikroreaktoren für biotechnische Anwendungen (Fieg, J. Müller, Schlüter)

- Fertigung von Mikroreaktoren mit spezifischen Anforderungen an mikrobiologische Prozesse (J. Müller)
- Hydrodynamische Charakterisierung und Optimierung der Mikroreaktoren zur Vermeidung von Stofftransportlimitierungen (Schlüter)
- Integration von Mikroreaktoren in neue Prozessführungskonzepte zur Erzielung höherer Raum/Zeit-Ausbeuten in der Biotechnik (Fieg)
- Intensive Zusammenarbeit mit dem Forschungsschwerpunkt "Integrierte Biotechnologie und Prozesstechnik"



Mikroreaktor zur Untersuchung definierter Zweiphasenströmungen





Strömungs- und Konzentrationsfeld beim reaktivem Mischen (400 µm Kanalbreite)



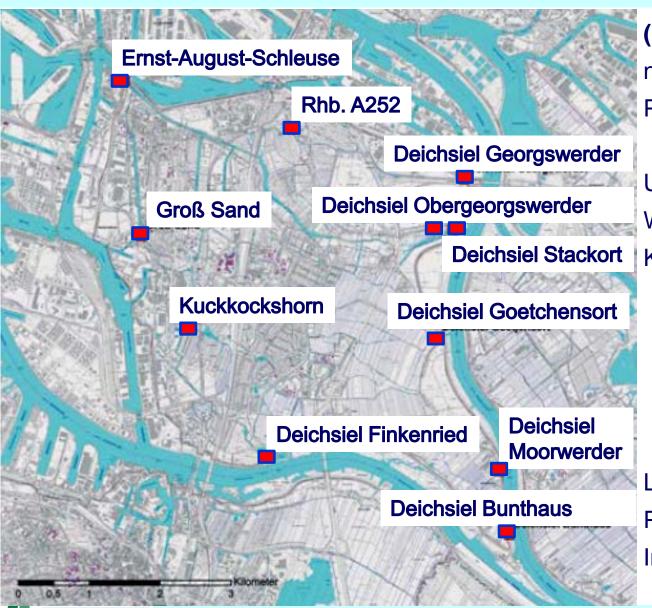
Nachwuchsförderung "Mikroverfahrenstechnik" im Bmbf Cluster norddeutscher Universitäten



► Förderer / Partner: Landesexzellenzinitiative, Bmbf, DFG

Siedlungstechnik: Dipol





(Calmano, weitere 18 nationale und internationale Partner)

Untersuchung der Wasserqualität in Küstennahen Gewässern

Links: Probenah

Probenahmestellen In Hamburg

► Förderer / Partner: Europäische Union



Beispiel für gemeinsam entwickelte Methoden



Modellbildung hydro- und morphodynamischer Prozesse im Watt

TUHH echnische Universität Hamburg-Harburg

Pasche, KLIMZUG, hier: Doktorarbeit Falke

Dimension:

- zweidimensional, tiefengemittelt (2dh)
- Verwendete Transportgleichungen:
- Kontinuitätsgleichung
- Bewegungsgleichungen
- Schwebstofftransportgleichung

Sedimenttransport:

- Ansatz nach van Rijn berücksichtigt Strömungen und Wellen
- **Bodenevolution:**
- reduzierte Bodenevolutionsgleichung
- Numerische Methode:
- Finite-Elemente-Methode
- Statistische Parameter:
- Modellgenauigkeit: ARMAE
- Modellgüte: BSS_{vR}
- Modellieren der Wattflächen:
- Marsh Porosity Option

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial uh}{\partial x} + \frac{\partial vh}{\partial y} = 0$$

$$\begin{cases} \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{g}{h} \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{h^2}{2} \right) - g \frac{\partial z_0}{\partial x} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial x} \left[\varepsilon_{xx} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \varepsilon_{xy} \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right] - \frac{1}{h} \frac{\tau_{so,x}}{\rho} + \frac{1}{h} \frac{\tau_{wind,x}}{\rho} + 2\omega v \sin \phi \\ \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = -\frac{g}{h} \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{h^2}{2} \right) - g \frac{\partial z_0}{\partial y} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial y} \left[\varepsilon_{xy} \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \varepsilon_{yy} \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right] - \frac{1}{h} \frac{\tau_{so,y}}{\rho} + \frac{1}{h} \frac{\tau_{wind,y}}{\rho} + 2\omega u \sin \phi \end{cases}$$

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} + v \frac{\partial C}{\partial y} - \frac{\partial D_x}{\partial x} \frac{\partial C}{\partial x} - \frac{\partial D_y}{\partial y} \frac{\partial C}{\partial y} - \left(\alpha_1 C + \alpha_2 \right) = 0$$

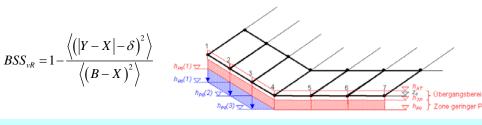
$$\begin{cases}
G_s = f(u, v, h, H, T, \phi, d_{50}, d_{90}, \rho_s, \rho, g, k_s, w_s) \\
G_b = f(u, v, h, H, \phi, d_{50}, d_{90}, \rho_s, \rho, g, k_s)
\end{cases}$$

$$u(x, y, t) \approx u^{e}(x, y, t) \equiv \sum_{j=1}^{n} u_{j}^{e}(t) \psi_{j}^{e}(x, y)$$

RMA-Kalypso

$$ARMAE = \frac{\left\langle |Y - X| - \delta \right\rangle}{\left\langle |X| \right\rangle}$$

 $\frac{\partial z_0}{\partial t} = \frac{-h \cdot \frac{\partial C}{\partial t}}{\rho \cdot \frac{\partial C}{\partial t}}$

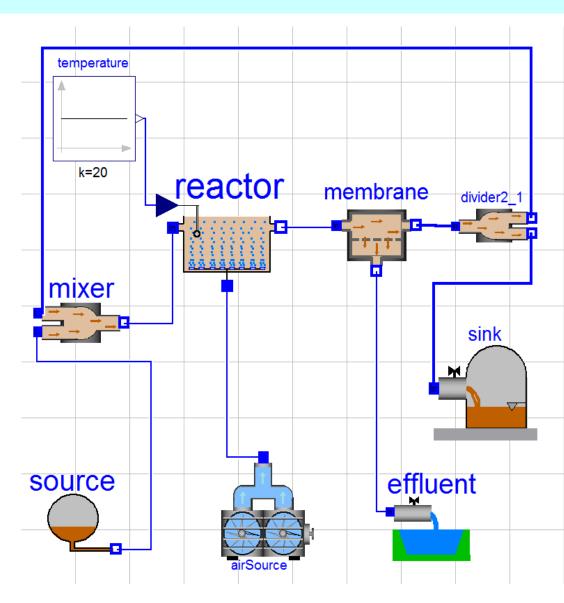




Modellierung eines Abwasserreaktors mit Modelica (Dymola)



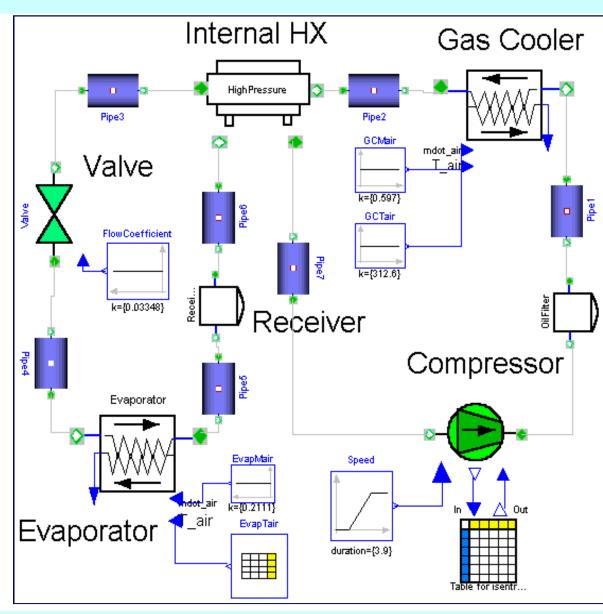
Otterpohl / Behrend





Systemsimulation mit Modelica







Modellierung Wärmeübertrager



```
Internal HX
                                                                  Gas Cooler
class DynamicWallCF
  "Cylindric, capacitive wall; cross-flow"
 parameter Integer n(min=1) = 1;
 parameter SIunits.Temperature T_wall0=273;
 ThermoFluid.Interfaces.HeatTransfer.HeatFlowD qa(n=n);
 ThermoFluid.Interfaces.HeatTransfer.HeatFlowD qb(n=n);
equation
    for i in 1:n loop
geo.Cp*geo.m/n*der(T_wall[i]) = qa.q[i] + qb.q[n + 1 - i];
   qa.q[i] = (qa.T[i] - T_wall[i])/(qeo.Rw/n/2);
   qb.q[n + 1 - i] = (qb.T[n + 1 - i] - T wall[i])/(qeo.Rw/n/2);
    end for;
end DynamicWallCF
                                 WallModels.DynamicWallCF Wall;
                               equation
                                 connect(Air.AirHeatTrans, Wall.qb);
                                 connect(Wall.ga, CO2Pipe.g);
                               end CO2HeatExchanger
```

Modelica/Dymola/OpenModelica-Einsatzgebiete im FSP



- Kühl- und Kältetechnik
- Abwassertechnik
- Kraftwerkssimulation
- Elektrische Energietechnik
- Gebäudetechnik

http://www.modelica.org





Zukünftige Forschungsarbeiten



Zukünftige Forschungsarbeiten



Effiziente Energiewandlung und -verteilung

- Weiterentwicklung der CCS Technik
- Modellierung gekoppelter thermischer und elektrischer Netze einschl. Speicher
- Neue Konzepte für die Kühl- und Kältetechnik

Effiziente Bioressourcennutzung

- Einbindung von Bioressourcenenergie in bestehende Netze
- Energierelevanz von Bodenqualität und Düngemittelnutzung
- Bioraffinerietechnologie

Energie- und Wassereffiziente Siedlungstechnik

- Folgen des Klimawandels
- Umweltauswirkungen von Feinpartikeln
- Verkehr, Logistik und Energie



Modellierung von gekoppelten Energienetzen



