

Informationen zum Masterstudiengang

Energieverfahrenstechnik

apl. Prof. Dr.-Ing. Klaus Spindler

Aufgaben der Energieversorgung

- Versorgungssicherheit
- Wirtschaftlichkeit
- Schutz der Umwelt
 - lokal

Minderung sogenannter Primäremissionen wie NO_x, SO₂, (Fein-)Staub, PCDD/PCDF, HCl, HF, Schwermetalle (Hg),
 - global

Minderung der CO₂-Emissionen

 - Energie sparen
 - Wirkungsgrad der Anlagen verbessern
 - CO₂-arme Energieerzeugung
 - CO₂-arme Brennstoffe
 - CO₂-freie Stromerzeugung

Notwendige Maßnahmen zur Erreichung der Klimaschutzziele

- rationelle Nutzung der fossilen Energieträger
- beschleunigte Einführung von erneuerbaren Energieträgern
- Effizienzsteigerung bei Prozessen

Leitmotiv

..... Sicherung einer nachhaltigen Energieversorgung durch die Entwicklung neuer Technologien zur regenerativen Energiebereitstellung und Energiespeicherung sowie zur besseren Ausnutzung der fossilen Energieträger

Diffusions-Absorptionskältemaschine

Direkt angetriebene solare und stromlose Kälteanlage

- Autarker, verschleißfreier und lautloser Betrieb
- Stoffpaar: $\text{NH}_3/\text{H}_2\text{O}$
- Hilfs gas: He
- COP: 0,2 bis 0,3
- Integration in Flachkollektor
- Aufbau einer Demoanlage am ITW
- Erzielte Kälteleistung
 - ca. **300 W** (direkt solar beheizt)
 - ca. **400 W** (Labor, elektrisch beheizt)



Diffusions-Absorptionskältemaschine

Direkt angetriebene solare und stromlose Kälteanlage

- Autarker, verschleißfreier und lautloser Betrieb
- Stoffpaar: $\text{NH}_3/\text{H}_2\text{O}$
- Hilfs gas: **He**
- COP: 0,2 bis 0,3
- Integration in Flachkollektor
- Aufbau einer Demoanlage am ITW
- Erzielte Kälteleistung
 - ca. **300 W** (direkt solar beheizt)
 - ca. **400 W** (Labor, elektrisch beheizt)



Thermosiphonpumpe (Einsatzgebiet)

Hotel- und Camping-Kühlschränke

(Diffusions-Absorptionsprinzip)

- Mehrstoffsystem (NH_3 , H_2O , He)
- Teilflächige Beheizung

Ziel:

Geräuschlose Kälteerzeugung
durch Förderung und Auftrennung
von Kälte- und Lösungsmittel

Marktführer: Dometic GmbH

Verkaufte Kühlschränke bis 2011: > 10 Mio.

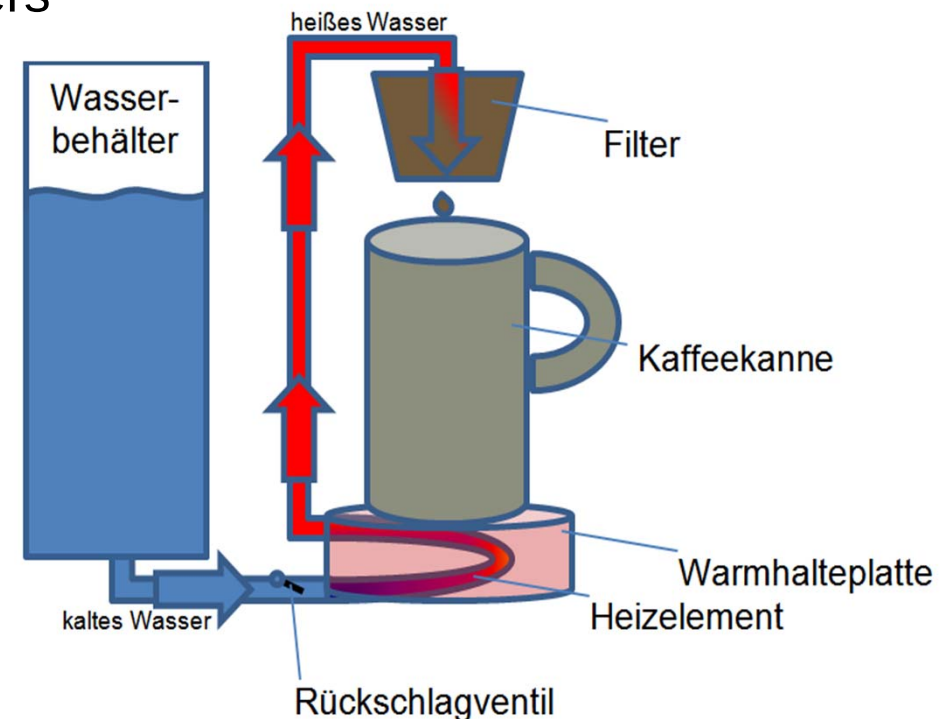


➔ Prozessverbesserung durch optimierte Thermosiphonpumpe!

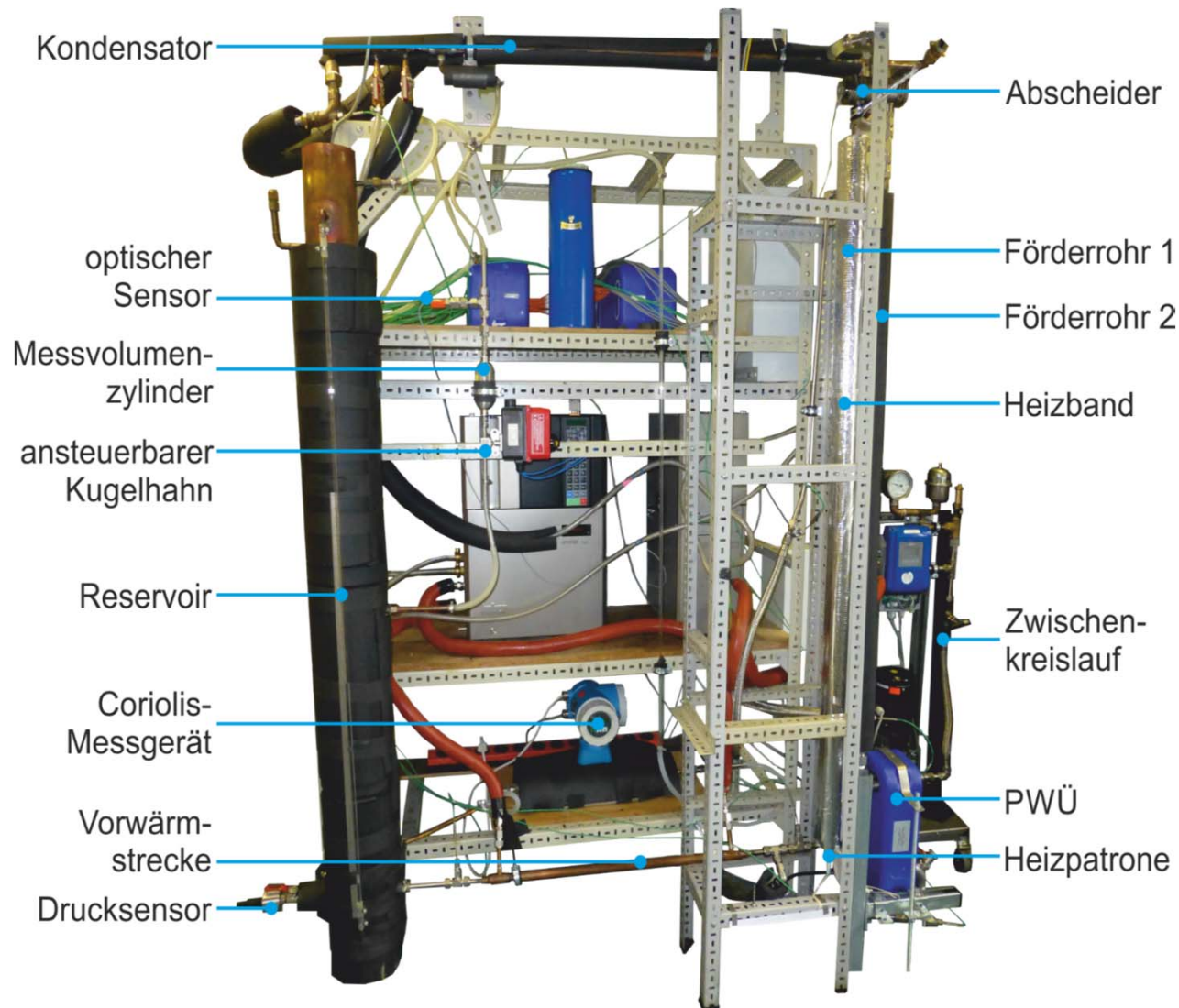
Thermosiphonpumpe (Funktionsweise)

Beispiel: Kaffeemaschine

- Einstoffsystem
- Punktuelle Beheizung
- Förderung des heißen Wassers durch gebildete Dampfblasen

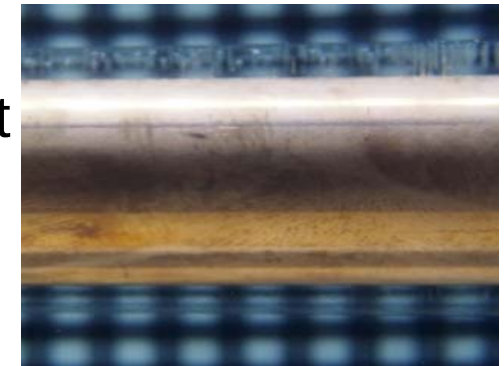


Thermosiphonpumpe - Versuchsanlage



Eisspeicher

- Thermischer Speicher mit hoher Speicherkapazität
- Eisbildung an der Wärmeübertrageroberfläche bei Unterschreitung der Schmelztemperatur
- Problematik:
Wachsende Eisschicht behindert Wärmetransport
=> Beladungsleistung nimmt ab
- Ziel der Forschung:
Verhinderung der Eisbildung an den Wärmeübertrageroberflächen durch Anti-Eis Beschichtung
 - Unterkühlung des Speicherwassers
 - Eisbildung abseits der Wärmeübertrageroberflächen an vorgegebener Keimstelle



Komponenten des solaren Heizsystems



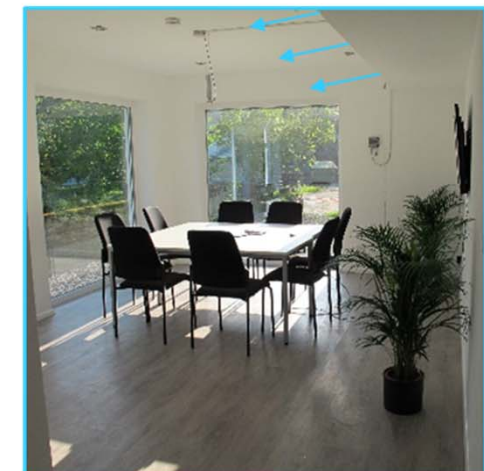
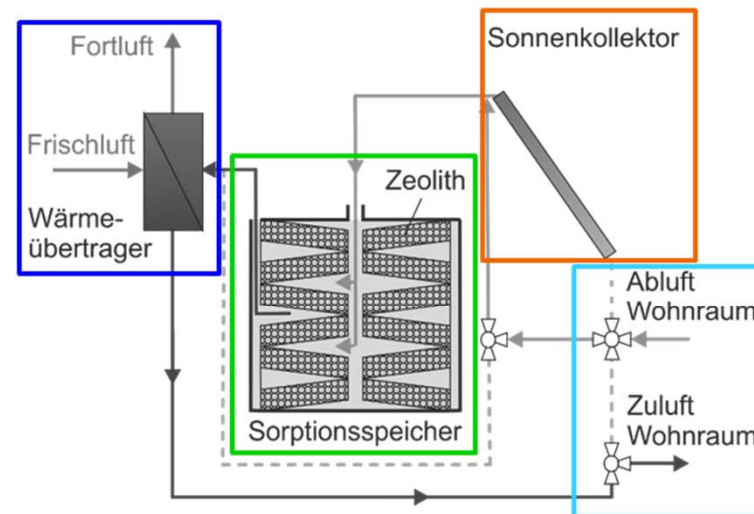
Wärmeübertrager



Vakuumpöhröhen-Luftkollektor



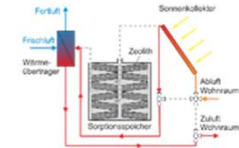
Sorptionswärmespeicher



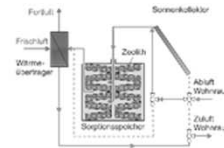
Wohnraumbeheizung über Lüftungssystem

Betriebsarten des solares Heizsystems (I)

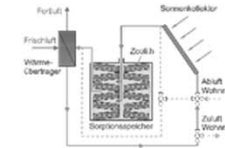
Heizen mit Kollektor



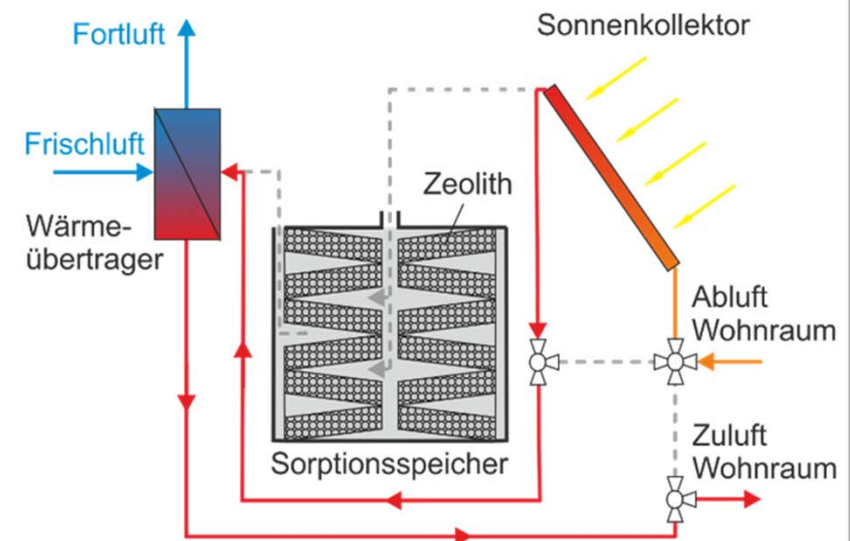
Heizen mit Sorptionswärmespeicher



Regeneration des Speichers

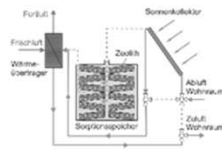


- Heizwärmebedarf
- Solarstrahlung vorhanden
- Erwärmung der Raumabluft durch den Sonnenkollektor
- Übertragung der Wärme an die Frischluft im Wärmeübertrager
- Beheizung des Gebäudes mit erwärmter Frischluft

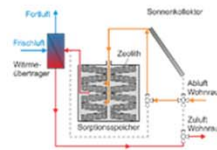


Betriebsarten des solares Heizsystems (II)

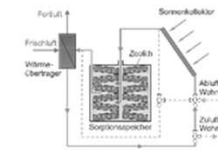
Heizen mit Kollektor



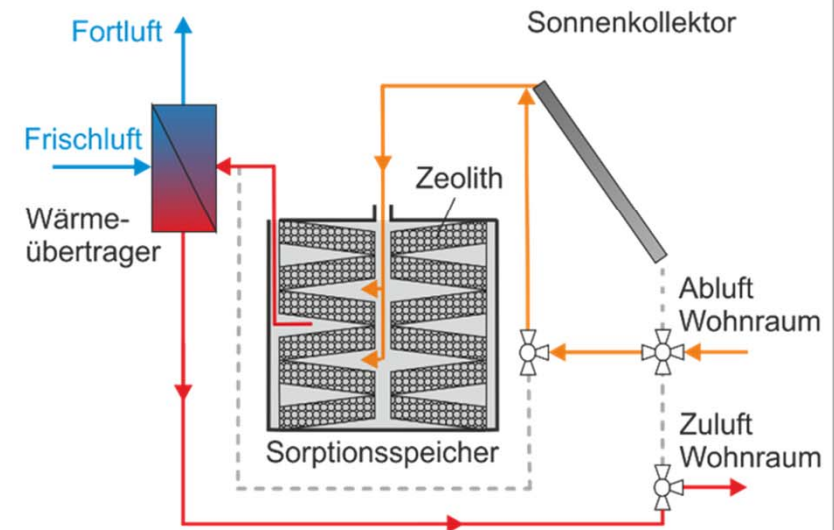
Heizen mit Sorptionswärmespeicher



Regeneration des Speichers

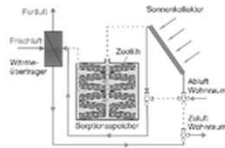


- Heizwärmebedarf
- keine Solarstrahlung vorhanden
- Durchströmung des Speichers mit feuchter Raumabluft
- Adsorption der Luftfeuchtigkeit setzt Wärme frei
- Übertragung der Wärme an die Frischluft im Wärmeübertrager
- Beheizung des Gebäudes mit erwärmter Frischluft

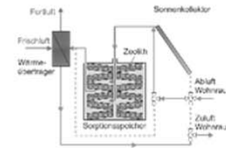


Betriebsarten des solares Heizsystems (III)

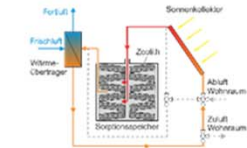
Heizen mit Kollektor



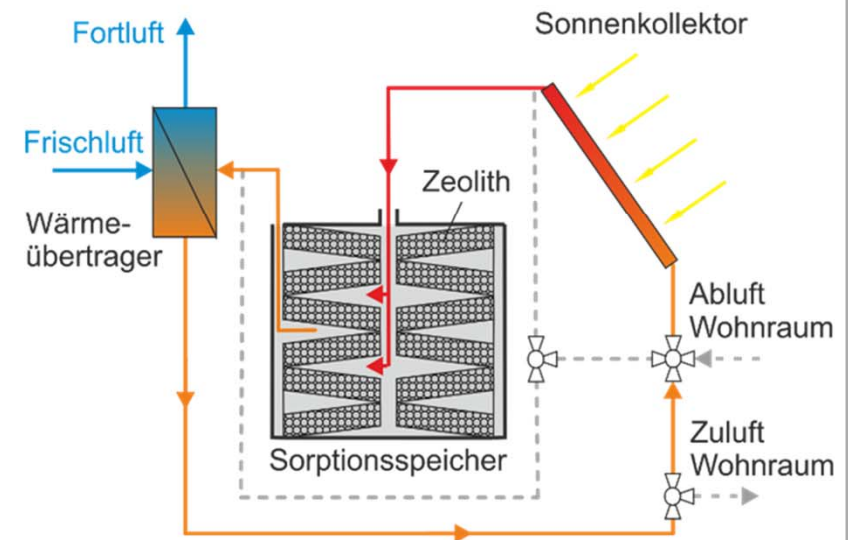
Heizen mit Sorptionswärmespeicher



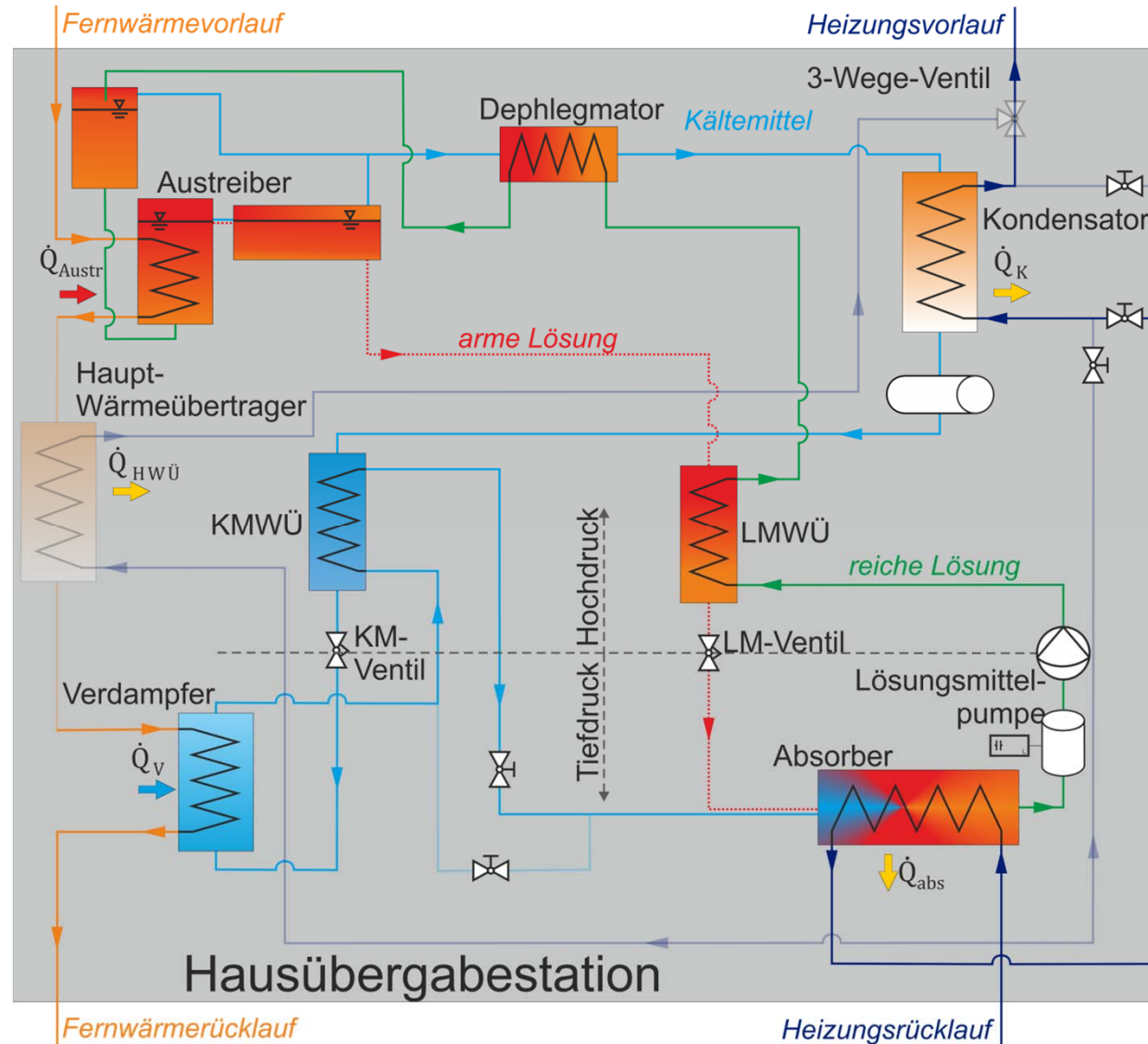
Regeneration des Speichers



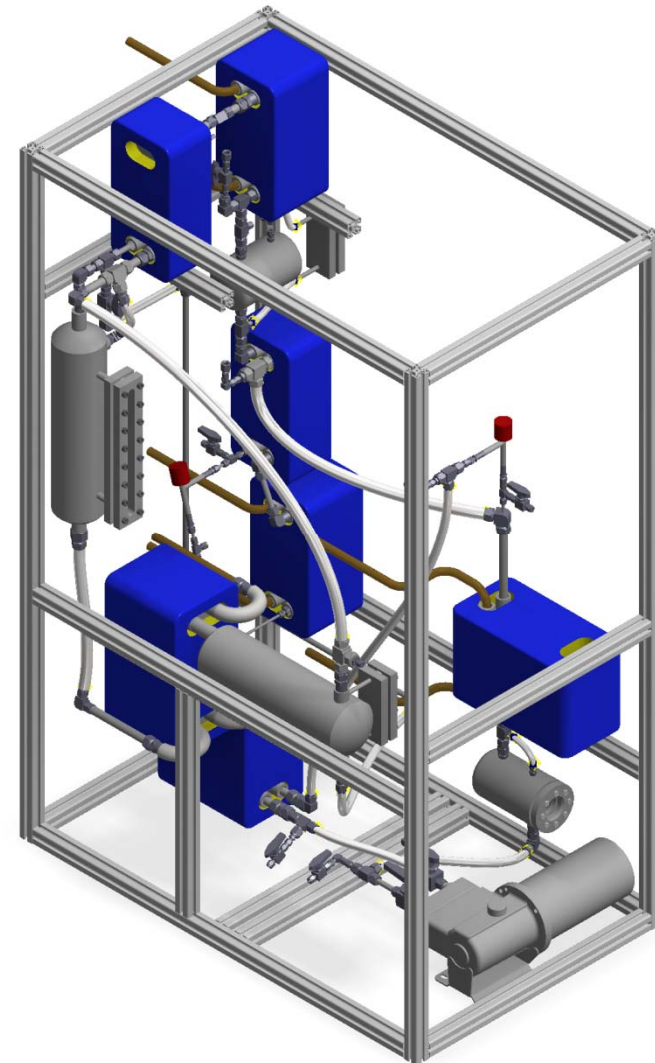
- Erhitzung der Frischluft im Sonnenkollektor
- Durchströmung des Speichers mit heißer Luft
- Desorption des Wasserdampfs und Austrag aus dem Speicher mit dem Luftstrom
- Wärmerückgewinnung im Wärmeübertrager
- getrocknetes Speichermaterial wieder für Gebäudebeheizung verfügbar



Potentiale von Absorptionswärmepumpen zur Rücklauf­temperaturabsenkung in Fernwärmenetzen

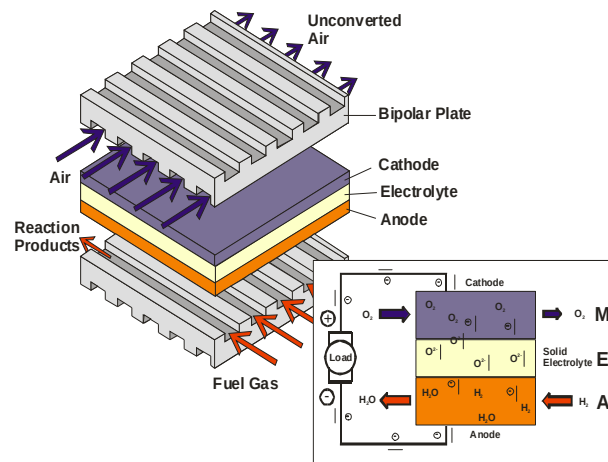


- Nutzung des hohen Temperaturniveaus des FW-Netzes für den Antrieb der AWP
- Absenkung der FW-Rücklauftemperatur
 - Höhere netzseitige Kapazität
 - Verringerung der Wärmeverluste

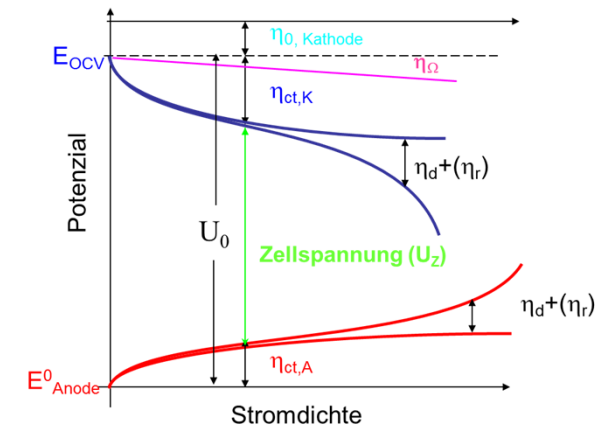


Brennstoffzellentechnik

Aufbau und Funktion



Betrieb, Wirkungsgrad



Anwendungen



1 kW Hausenergiesystem in D



Stationäre Brennstoffzellen

ENEFarm Japan mit > 50000 Einheiten im Markt, 700 W mit Warmwasserspeicher

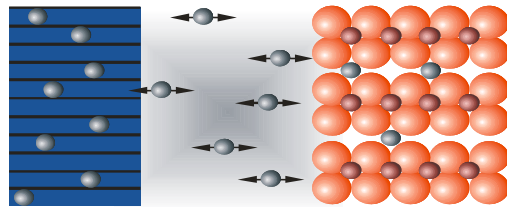
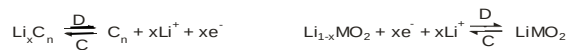


➤ MW Schmelz-Karbonat-Brennstoffzelle

Der große Vorteil der Li-Ionen Batterie

Variabilität $\Rightarrow$ Materialvielfalt $\Rightarrow$ maßgeschneiderte Lösungen

Materialvielfalt



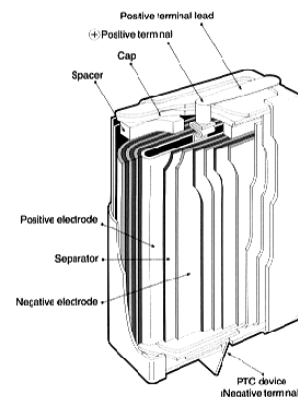
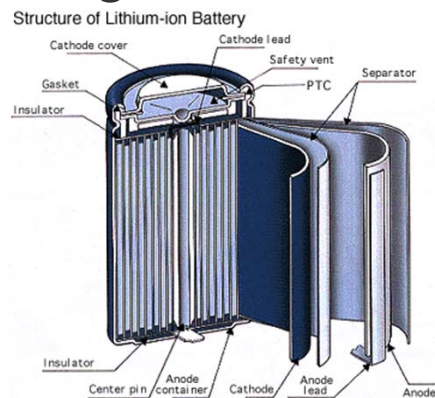
Negative Electrode Electrolyte Positive Electrode



Modulares Design



Design-Vielfalt: Anpassbar an viele Anforderungen



solarthermische Kraftwerke



Lehrveranstaltungen

Grundlagenvorlesungen:

- ⇒ Technische Thermodynamik 1 WS 2+2
(apl. Prof. K. Spindler, Dr. Heidemann, B. Bierling, U. Ebert)
- ⇒ Technische Thermodynamik 2 SS 2+2
(apl. Prof. Dr.-Ing. K. Spindler, Dr. Heidemann, B. Bierling, U. Ebert)
- ⇒ Grundlagen der Wärme- und Stoffübertragung WS 3+1
(apl. Prof. Dr.-Ing. K. Spindler, A. Frank)

Energieverfahrenstechnik - Obligatorisch

Firing Systems and Flue Gas Cleaning

oder

Berechnung von Wärmeübertragern

Ein Fach von beiden ist obligatorisch !

Energieverfahrenstechnik - Wählbar

- Kraftwerksanlagen (6LP)
 - Modellierung und Simulation von Technischen Feuerungsanlagen (6LP)
 - Solarthermische Kraftwerke (Solartechnik II) (3LP)
 - Flue Gas Cleaning (3LP)
 - Grundlagen der Luftreinhaltung (6LP)
 - Measurement of Air Pollutants (6LP)
 - Thermal Waste Treatment (3LP)
- Optimale Energiewandlung (3LP)
 - Thermophysikalische Stoffeigenschaften (6LP)
 - Konstruktion von Wärmeübertragern (3LP)
 - Kältetechnik (3LP)
 - Wärmepumpen (3LP)
- Brennstoffzellentechnik - Grundlagen, Technik und Systeme (6LP)
 - Elektrochemische Energiespeicherung in Batterien (3LP)
 - Lithiumbatterien: Theorie und Praxis (3LP)

Energieverfahrenstechnik

Verantwortliche Professoren:

Prof. Dr. techn. G. Scheffknecht

Institut für Feuerungs- und
Kraftwerkstechnik (IFK)



apl. Prof. Dr.-Ing. K. Spindler

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik
und Energiespeicherung (IGTE)



Master of Science Verfahrenstechnik
Prüfungsordnung 2011

Genehmigten Übersichtsplan vor Ablegen der ersten Teilprüfung im Prüfungsamt vorlegen!

(Empfehlung: zu Beginn des 2. Semesters)

Übersichtsplan für die Spezialisierungsfächer und den Wahlpflichtbereich

A Spezialisierungsfächer (jeweils 18 Leistungspunkte)

Spezialisierungsfach I _____

Unterschrift Spezialisierungsfach-
professor

Module	Dozent	Leistungspunkte
1. _____	_____	_____
2. _____	_____	_____
3. _____	_____	_____
4. _____	_____	_____
5. _____	_____	_____

Master of Science Verfahrenstechnik
Prüfungsordnung 2011

Genehmigten Übersichtsplan vor Ablegen der ersten Teilprüfung im Prüfungsamt vorlegen!

(Empfehlung: zu Beginn des 2. Semesters)

Übersichtsplan für die Spezialisierungsfächer und den Wahlpflichtbereich

Spezialisierungsfach II _____

Unterschrift Spezialisierungsfach-
professor

Module	Dozent	Leistungspunkte
1. _____	_____	_____
2. _____	_____	_____
3. _____	_____	_____
4. _____	_____	_____
5. _____	_____	_____

B Wahlpflichtbereich (6 Leistungspunkte)

1. Wahlmodul (Modulname)	Leistungspunkte	Prüfer
2. Wahlmodul (Modulname)	Leistungspunkte	Prüfer

Abgeschlossene Masterarbeiten

Experimentelle und theoretische Untersuchungen des Förderverhaltens einer Thermosiphonpumpe bei unterschiedlichen Beheizungsarten

Optimierung des Prüfstandes zur Untersuchung des Vereisungsverhaltens wasserabweisender mikro- und nanostrukturierter Oberflächen

Auslegung und Bewertung von Falzrohrgeometrien für Kondensatoren mit und ohne Quervermischung

Experimentelle Analyse, Optimierung und Gegenüberstellung von Kreuzdrallrohren mit konventionellen Rohren in Rohrbündelwärmeübertragern

Messung und Simulation des Adsorptionsvorgangs von Zeolithen in Wabenkörpern verschiedener Geometrien

Vermessung und Optimierung einer Absorptionskältemaschine

Schwachstellenanalyse einer Ammoniak-Wasser-Absorptionswärmepumpe

aktuelle Themen: siehe Homepage <http://www.igte.uni-stuttgart.de>

Ermittlung von Skalierungsfaktoren für Ammoniak und Wasser auf der Basis des Korrespondenzprinzips	B/S	th
Experimentelle Bestimmung des Druckverlustes der Einzelkomponenten sowie des Gesamtsystems einer dezentralen Wohnungslüftung	B/S/M	exp
Experimentelle Untersuchungen an einer Ammoniak-Wasser-Absorptionswärmepumpe	B/S/M	exp
Theoretische Untersuchungen zum Stofftransport in Ammoniak-Wasser Mischungen	M	num
Untersuchung von Vakuum-Wärmedämmstoffen und Weiterentwicklung einer Messapparatur	B/S/M	exp
Vergleich von Stoffwertkorrelationen für Ammoniak-Wasser Mischungen am Beispiel einer Absorptionswärmepumpe	S/M	num

Prüfer: apl. Prof. Dr.-Ing. K. Spindler

Zusammenarbeit mit Firmen

API Schmidt-Bretten GmbH, Bretten
Consolar GmbH, Lörrach
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt DLR
Daimler AG, Stuttgart
Deller GmbH, Siegen
Dometic GmbH, Siegen
Eisenmann Anlagenbau, Böblingen
HTRI Heat Transfer Research Inc., Texas, USA
Lütze GmbH, Weinstadt
Robert Bosch GmbH BBT Thermotechnik, Wernau
Rehau AG & Co, Erlangen
Ritter-Paradigma Energie- und Umwelttechnik, Karlsbad
Vaillant GmbH, Remscheid
Viessmann Werke, Allendorf/Eder
Wieland Werke AG, Ulm

Berufsfelder

**Projekt-
Ingenieur/in**

**Service-
Ingenieur/in**

**Betriebs-
Ingenieur/in**

**Forschungs-
Ingenieur/in**

Berufsfelder

Planung

Planungs- und Ingenieurbüros
für Energieversorgungs-
anlagen, Kraftwerke,
Feuerungs- und Abgas-
reinigungsanlagen

Entsorgung Recycling

Müll- und Abfall-
verwertungskonzepte,
Entsorgung von
Kraftwerksnebenprodukten

Herstellerindustrie

Für Komplettanlagen oder
Komponenten

Überwachung

Gewerbeaufsicht, TÜV,
Ministerien, Messinstitute

Betreiber der Anlagen

Großindustrie, EVUs,
Stadtwerke

Forschung

Universitäten, Groß-
forschungseinrichtungen,
Industrie

IGE

ITW

IES

Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung IGTE

Institutsleitung IGTE

Geschäftsführender Direktor: Konstantinos
Stergiaropoulos

Direktor: André Thess

Lehrstuhl für Heiz-
und Raumluftechnik

Konstantinos
Stergiaropoulos

(Ass. Ellinger, Haaf)

Lehrstuhl für
Energiespeicherung
André Thess

(Ass. Yurttas)

Wegweiser, Pfaffenwaldring 6

	Prof. Dr.-Ing. Konstantinos Stergiaropoulos	nach Vereinbarung (tel. Anmeldung im Sekr.)
Sekretariat	Frau Ta/ Frau Kärcher Frau Wegner Frau Schneider	Tel. 0711- 685 63537 Tel. 0711 - 685 63535 Tel. 0711 - 685 63202
Übersichtspläne Studienberatung Bachelor-, Studien- /Masterarbeiten Praktikum	apl. Prof. Dr.-Ing. K. Spindler	Di. 13.30 - 15.30 Uhr Do. 13.30 - 15.30 Uhr Tel. 0711 - 685 63533
Anmeldung zu Seminarvorträgen	Dipl.-Ing. T. Brendel	Tel. 0711 - 685 63552