

LEXU II: „Low Exergy Utilization – Einsatz von außenliegender Wandtemperierung bei der Gebäudesanierung“

>> Präsentation im Rahmen des SENSAL-Treffens

Hochschule Luzern, 31.08.2016

Christoph Schmidt, M.Eng.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Überblick Institut für ZukunftsEnergieSysteme (IZES) gGmbH

Arbeitsfelder und Struktur



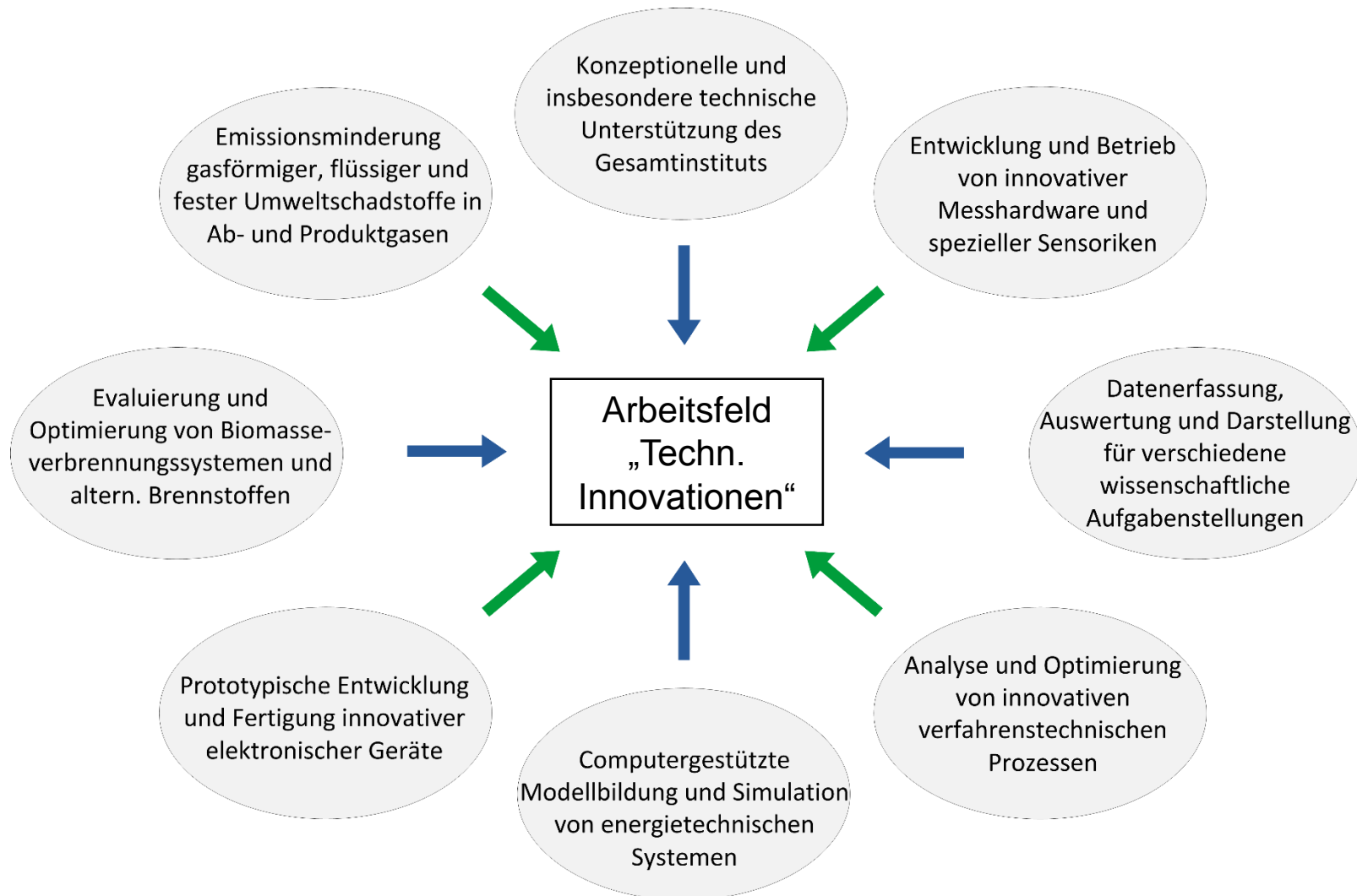
- ◆ Rechtsform: gemeinnützige GmbH
- ◆ Schwerpunkte: anwendungsnahe F&E auf dem Gebiet von
 - ◆ Zukunftstechnologien und Zukunftsmärkten für Energie- und Stoffstromsysteme
 - ◆ beratende, begleitende und ausführende Tätigkeiten bei der Initiierung, Konzeption und Umsetzung von innovativen Maßnahmen zur rationellen Energienutzung und zur Nutzung Erneuerbarer Energien

2015

- ◆ ~ 75 Menschen im Institut tätig, davon 50 angestellte MitarbeiterInnen







LEXU II

Inhalte und Arbeitspakete des Forschungsprojektes

1 AP 1: aWT/aLT mit PVT-Kollektor, Eisspeicher und WP

2 AP 2: CO₂-Wärmepumpe

3 AP 3: außen liegende Lufttemperierung (aLT)

Laufzeit des Projektes 2012 – 2018

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



EnOB

Forschung für
Energieoptimiertes Bauen

Betreut durch:



Projektträger Jülich
Forschungszentrum Jülich

Projektkoordinator:



Institut für ZukunftsEnergieSysteme

Wissenschaftliche Begleitung

WIDAG GbR:

Prof. Dr. Horst Altgeld; wissenschaftliche Projektleitung

Forschungsstelle Zukunftsenergie der Universität des Saarlandes:

Dr. Gerhard Luther; wissenschaftliche Unterstützung

Industriepartner

Clina Heiz- und Kühlelemente GmbH, Berlin (*Kapillarrohrmatten*)

GEFGA Energiesysteme GmbH, Limburg (*Belegungsplanung*)

HGE Ingenieure GmbH, Kaiserslautern (*Hydraulikplanung*)

Thermea Energiesysteme GmbH, Dresden (*CO₂-WP*)
inzwischen Dürr thermea GmbH

Isocal HeizKühlsysteme GmbH, Friedrichshafen (*Eisspeicher*)
inzwischen Viessmann Eis-Energiespeicher GmbH

Berufsförderungsverein des baden-württembergischen
Stuckateurhandwerks e.V. ; Kompetenzzentrum Rutesheim (*Anbringung
aWT, Leitfaden, Modell, Systemkosten*)

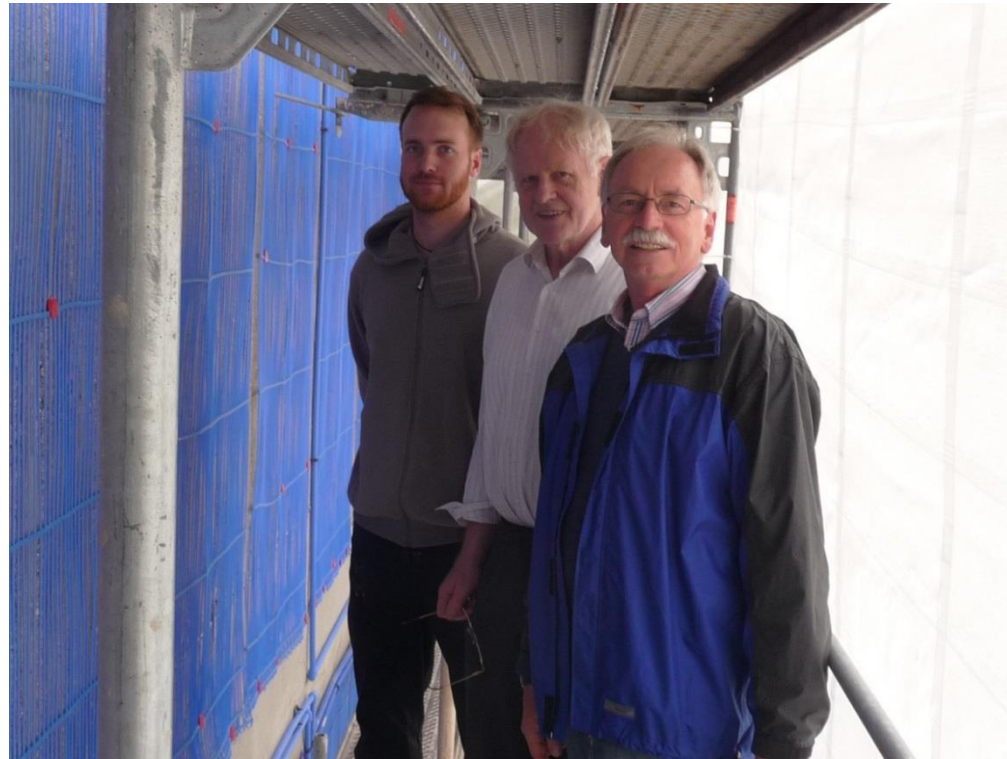
Sto SE & Co. KGaA, Stühlingen (WDVS) → ersetzt durch Knauf Gips KG, Iphofen

LEXU II

**Idee der außenliegenden Wandtemperierung und
Ergebnisse des Vorgängerprojektes LEXU I**

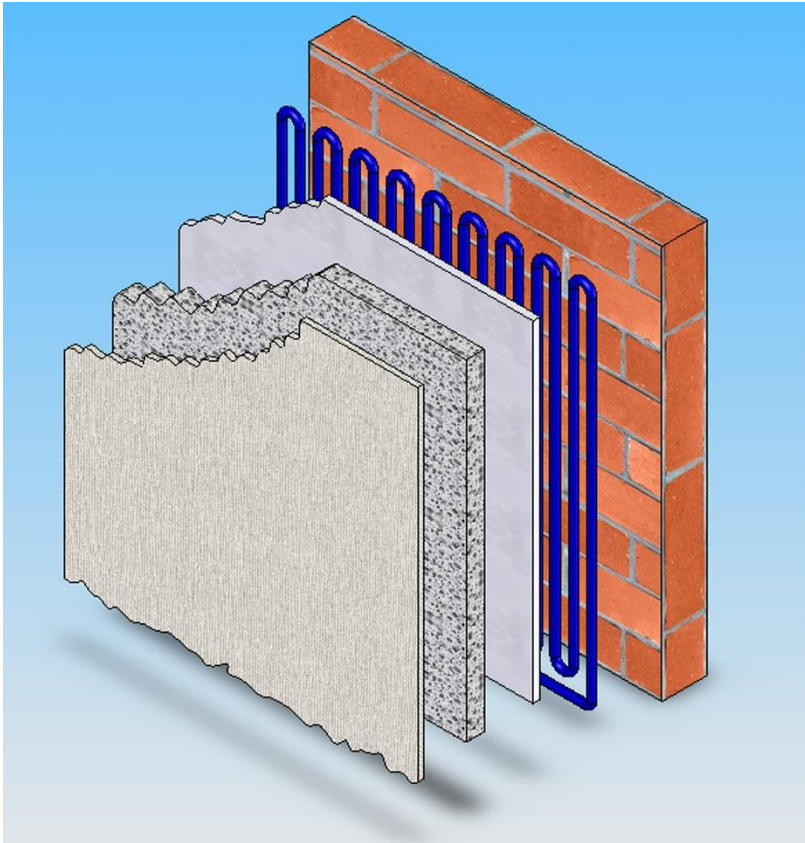
Idee

Erstveröffentlichung der Idee der außenliegenden Wandheizung 2002 durch Dr. Gerhard Luther und Prof. Dr. Horst Altgeld in „Gesundheits-Ingenieur“ (2002, Ausgabe 1).

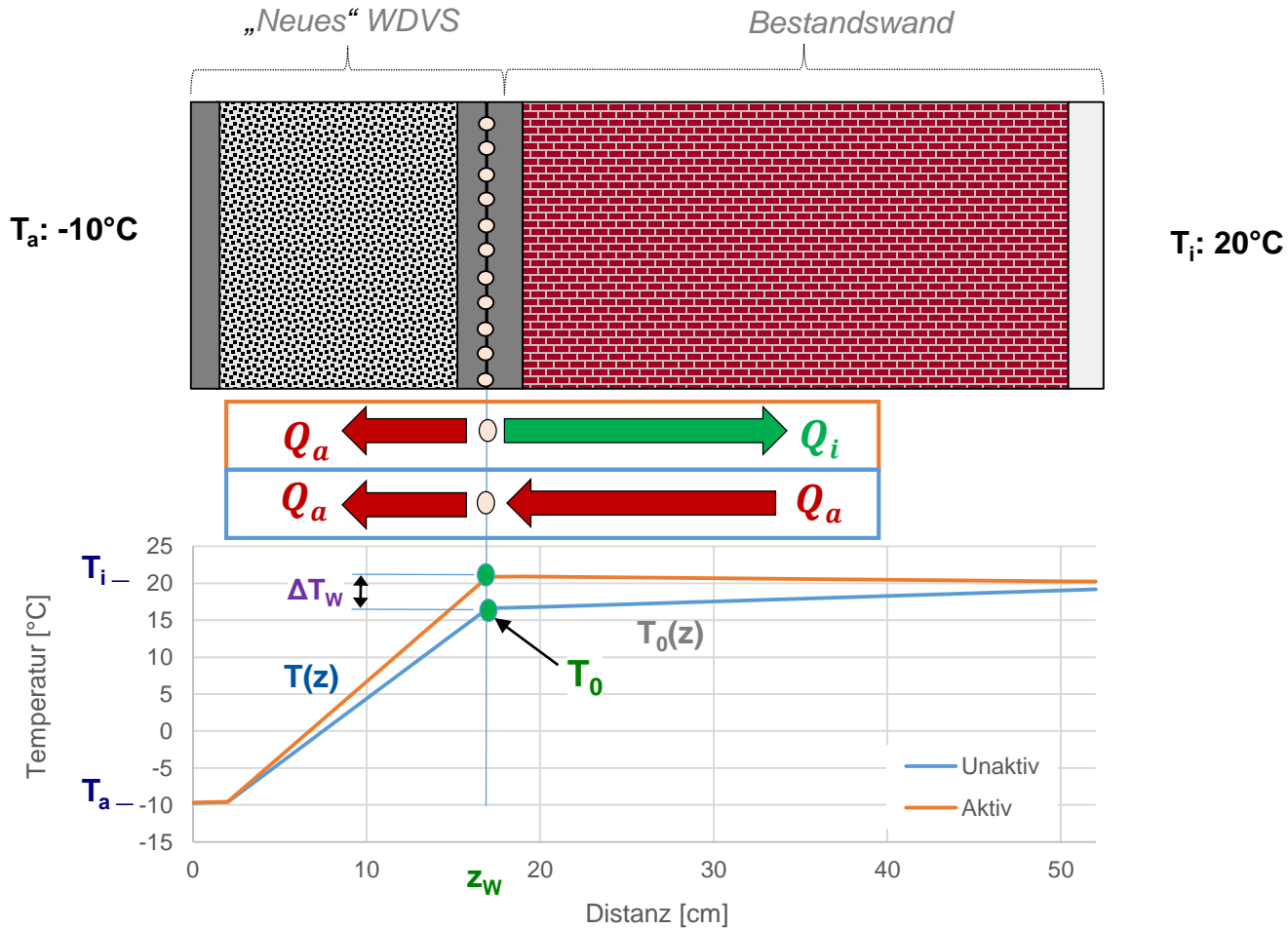


Aufnahme der Feldtestfassade im September 2015. Von links nach rechts: Christoph Schmidt, Dr. Gerhard Luther und Prof. Dr. Horst Altgeld

Aufbau



Theoretische Betrachtung: aWT



Heizleistung : $Q_i = U_i * \Delta T_w$

Ergebnisse erzeugt mit der Software Heat2 6.0

aWH eingeschaltet; $T_{\text{vor_aWH}} = 21^\circ\text{C}$

Betriebsweisen der aWT im Heizbetrieb

Die folgenden Begriffe wurden im Rahmen der theoretischen Untersuchung der aWT im Vorgängerprojekt LEXU definiert:

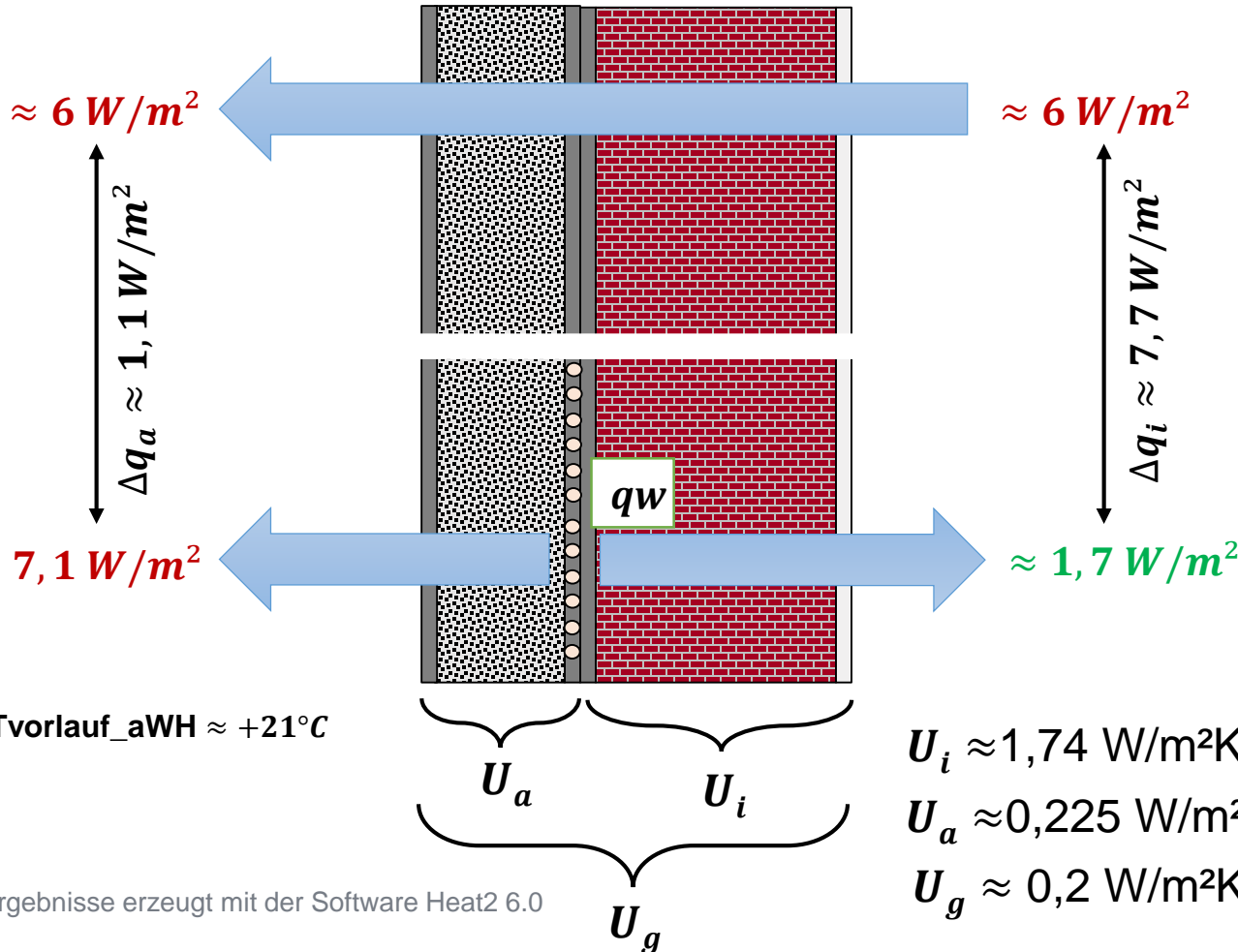
- Teilkompensatorischer Betrieb: $T_{aWT,m} < T_{raum} & T_{aWT,m} > T_0$
nur ein Teil der Transmissionswärmeverluste wird über die aWT gedeckt
- Kompensatorischer Betrieb: $T_{aWT,m} = T_{Raum}$
die Transmissionswärmeverluste werden komplett über die aWT gedeckt
- Überkompensatorischer Betrieb: $T_{aWT,m} > T_{Raum}$
die Transmissionswärmeverluste werden komplett kompensiert und zusätzlich wird ein Heizwärmestrom (Q_i) in den Raum erzeugt

Die jeweilige Betriebsweise hängt von der mittleren Temperatur der aWT ($T_{aWT,m}$), der Ruhetemperatur T_0 und der Raumtemperatur (T_{Raum}) ab.

Theoretische Betrachtung: Wirkungsgrad der aWT

Außen: -10°C

Innen: $+20^{\circ}\text{C}$



$$\eta_{aWT} = \frac{\Delta q_i}{q_w}$$

$$\eta_{aWT} = \frac{7,7}{8,8} \approx 88\%$$

$$\eta_{aWT} = \left(\frac{1}{U_a} \right) * U_g$$

$$\eta_{aWT} \approx 88\%$$






Ergebnisse erzeugt mit der Software Heat2 6.0

Wirkungsgrad





WLG	0.035	Wirkungsgrad der aWH in Abhängigkeit des U-Werts der Bestandswand und der Dämmstärke																
eta_aWH	mm Dämmung																	
U-Wert	0	20	30	40	50	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300
1	7%	40%	49%	56%	61%	65%	71%	75%	78%	81%	83%	84%	86%	87%	88%	89%	89%	90%
1.1	7%	42%	52%	58%	63%	67%	73%	77%	80%	82%	84%	86%	87%	88%	89%	90%	90%	91%
1.2	8%	45%	54%	60%	65%	69%	75%	79%	82%	84%	85%	87%	88%	89%	90%	90%	91%	92%
1.3	9%	47%	56%	62%	67%	71%	76%	80%	83%	85%	86%	88%	89%	90%	90%	91%	92%	92%
1.4	9%	49%	58%	64%	69%	73%	78%	81%	84%	86%	87%	89%	90%	90%	91%	92%	92%	93%
1.5	10%	51%	60%	66%	70%	74%	79%	82%	85%	87%	88%	89%	90%	91%	92%	92%	93%	93%
1.6	10%	52%	61%	67%	72%	75%	80%	83%	86%	87%	89%	90%	91%	92%	92%	93%	93%	94%
1.7	11%	54%	63%	69%	73%	76%	81%	84%	86%	88%	89%	90%	91%	92%	93%	93%	94%	94%
1.8	12%	55%	64%	70%	74%	78%	82%	85%	87%	89%	90%	91%	92%	92%	93%	94%	94%	94%
1.9	12%	57%	66%	71%	75%	79%	83%	86%	88%	89%	91%	91%	92%	93%	93%	94%	94%	95%
2	13%	58%	67%	72%	76%	79%	84%	86%	88%	90%	91%	92%	93%	93%	94%	94%	95%	95%
2.1	14%	59%	68%	74%	77%	80%	84%	87%	89%	90%	91%	92%	93%	94%	94%	95%	95%	95%
2.2	14%	61%	69%	75%	78%	81%	85%	88%	89%	91%	92%	93%	93%	94%	94%	95%	95%	95%
2.3	15%	62%	70%	75%	79%	82%	86%	88%	90%	91%	92%	93%	94%	94%	95%	95%	95%	96%
2.4	15%	63%	71%	76%	80%	83%	86%	89%	90%	92%	92%	93%	94%	94%	95%	95%	96%	96%
2.5	16%	64%	72%	77%	81%	83%	87%	89%	91%	92%	93%	94%	94%	95%	95%	95%	96%	96%
2.6	17%	65%	73%	78%	81%	84%	87%	89%	91%	92%	93%	94%	94%	95%	95%	96%	96%	96%
2.7	17%	66%	74%	79%	82%	84%	88%	90%	91%	92%	93%	94%	95%	95%	95%	96%	96%	96%
2.8	18%	67%	74%	79%	83%	85%	88%	90%	92%	93%	94%	94%	95%	95%	96%	96%	96%	96%
2.9	18%	68%	75%	80%	83%	85%	89%	91%	92%	93%	94%	94%	95%	95%	96%	96%	96%	97%
3	19%	69%	76%	81%	84%	86%	89%	91%	92%	93%	94%	95%	95%	96%	96%	96%	96%	97%

Vor- und Nachteile

Vorteile:

-  Je nach Betriebsweise sehr niedrige Vorlauftemperaturen möglich.
-  Bestandswand wird thermisch aktiviert → Speicher.
-  Oberflächentemperatur an der Innenseite wird erhöht.
→ Thermische Behaglichkeit
-  Sanierung „von außen“
(weitgehende Störungsfreiheit der Bewohner) → minimalinvasiv.
-  *Primärenergieeinsparung*

Nachteile:

-  Wirkungsgrad der aWT liegt bei maximal ca. 90%
→ 10% gehen nach außen verloren.
-  Durch die Lage handelt es sich um ein sehr träges Heizsystem.
-  Entwicklung von anspruchsvollen Regelungsstrategien notwendig.
-  aWT eher als „Grundlastheizung“ geeignet.

Untersuchte Systeme

**Kupfermäander
„Streck(metall)blech“
(KME)**



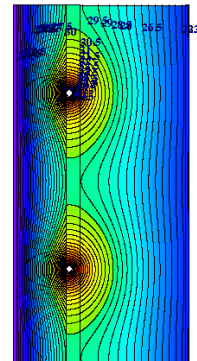
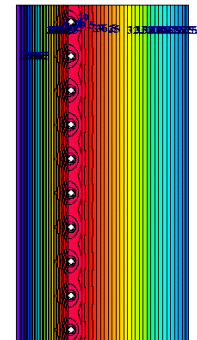
**PEX-Rohr
(Uponor/Schütz)**
*verschiedene
Rohrabstände*

**Kupfermäander
„Glattblech“
(KME)**

**Kapillarrohrmatte
(Clina)**

Kostenfaktoren und Wirkungsgrade

Rohrsystem	q_i (Vollziegelwand) $\eta_{\text{Rohrabstand}}$	$\eta_{\text{Rohrdurchgang}}$	$\eta_{\text{Gesamt}} =$ $\eta_{\text{Rohrabstand}} /$ $\eta_{\text{Rohrdurchgang}}$	Kosten* [€/m ²]	Leistungsbereinigte Kosten [€/m ²]
PEX-Rohr 14x2,0 (Uponor) Raster 150	~0,926	0,980	0,907	40	44
EX-Rohr 14x2,0 (Uponor) Raster 300	~0,785	0,980	0,769	32	42
PEX-Rohr 14x2,0 (Uponor) Raster 450	~0,655	0,980	0,642	30	47
PEX-Rohr 17x2,0 (Schütz) Raster 150	~0,926	0,982	0,909	36	40
PEX-Rohr 17x2,0 (Schütz) Raster 300	~0,785	0,983	0,772	30	39
PEX-Rohr 17x2,0 (Schütz) Raster 450	~0,655	0,983	0,644	27	42
Kapillarrohr (Clina)	~0,980	0,989	0,969	30	31
Kupfer-Alu (KME)	~0,994	0,998	0,992	59	59



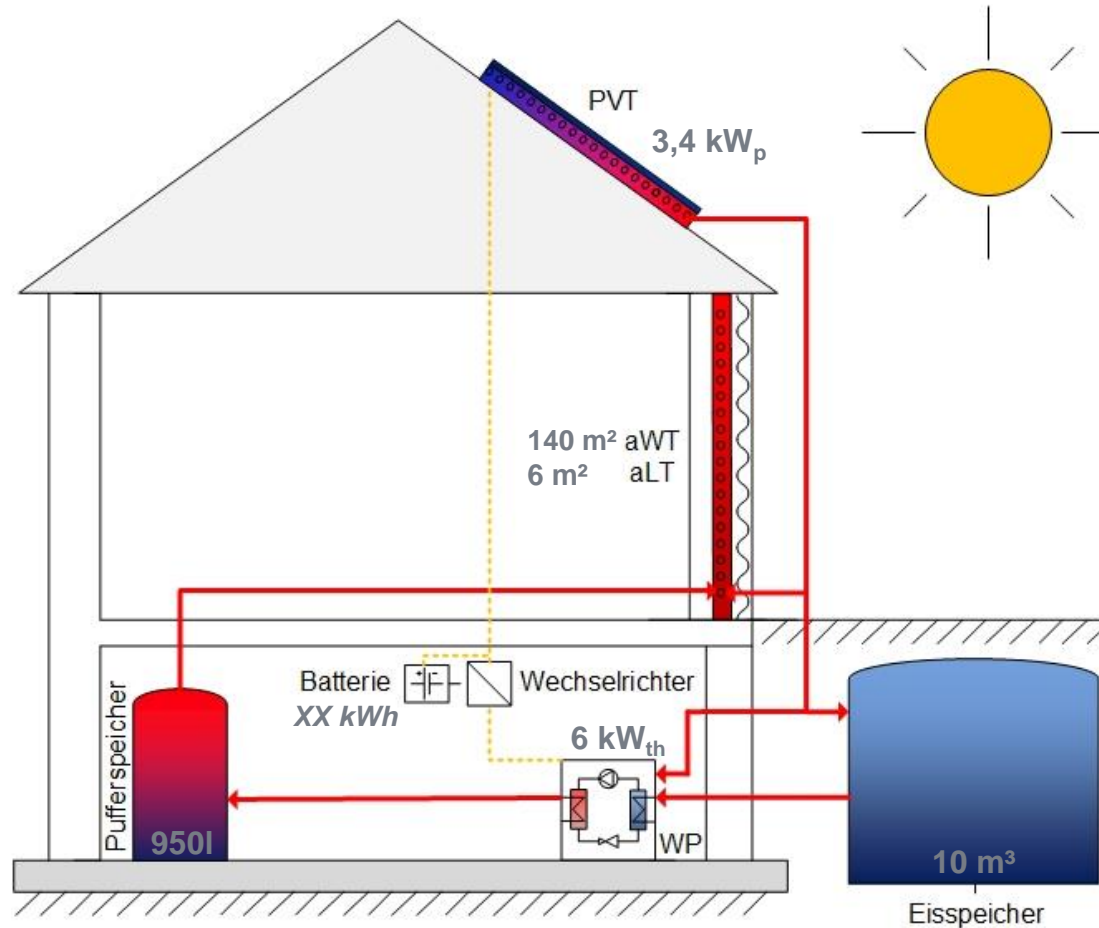
*Betrachtet wurden die Materialkosten und die Kosten für die Anbringung (Stand 2009)



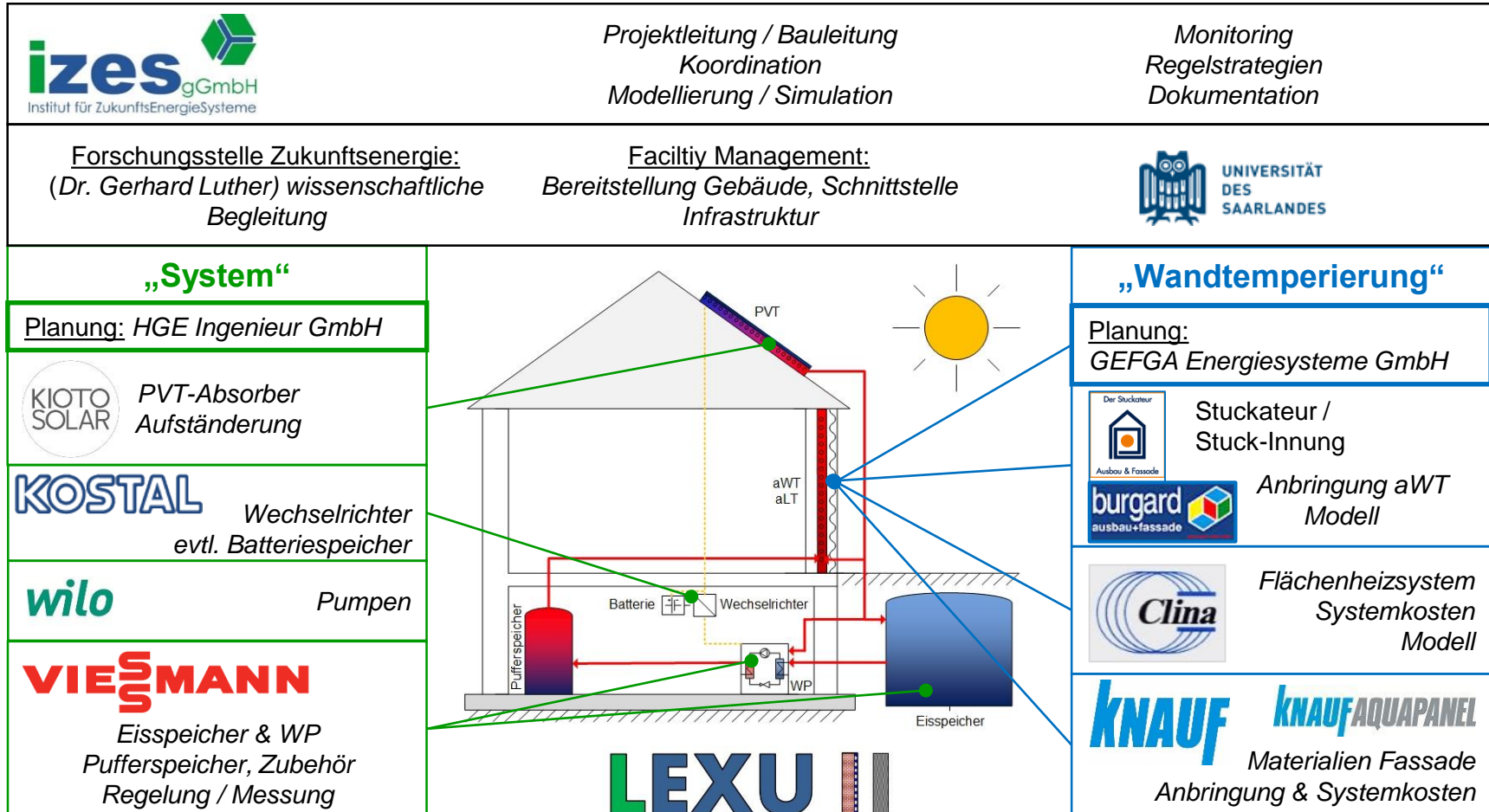
LEXU II

**AP1: Demonstrationsobjekt auf dem Campus der
Universität des Saarlandes (UdS)**

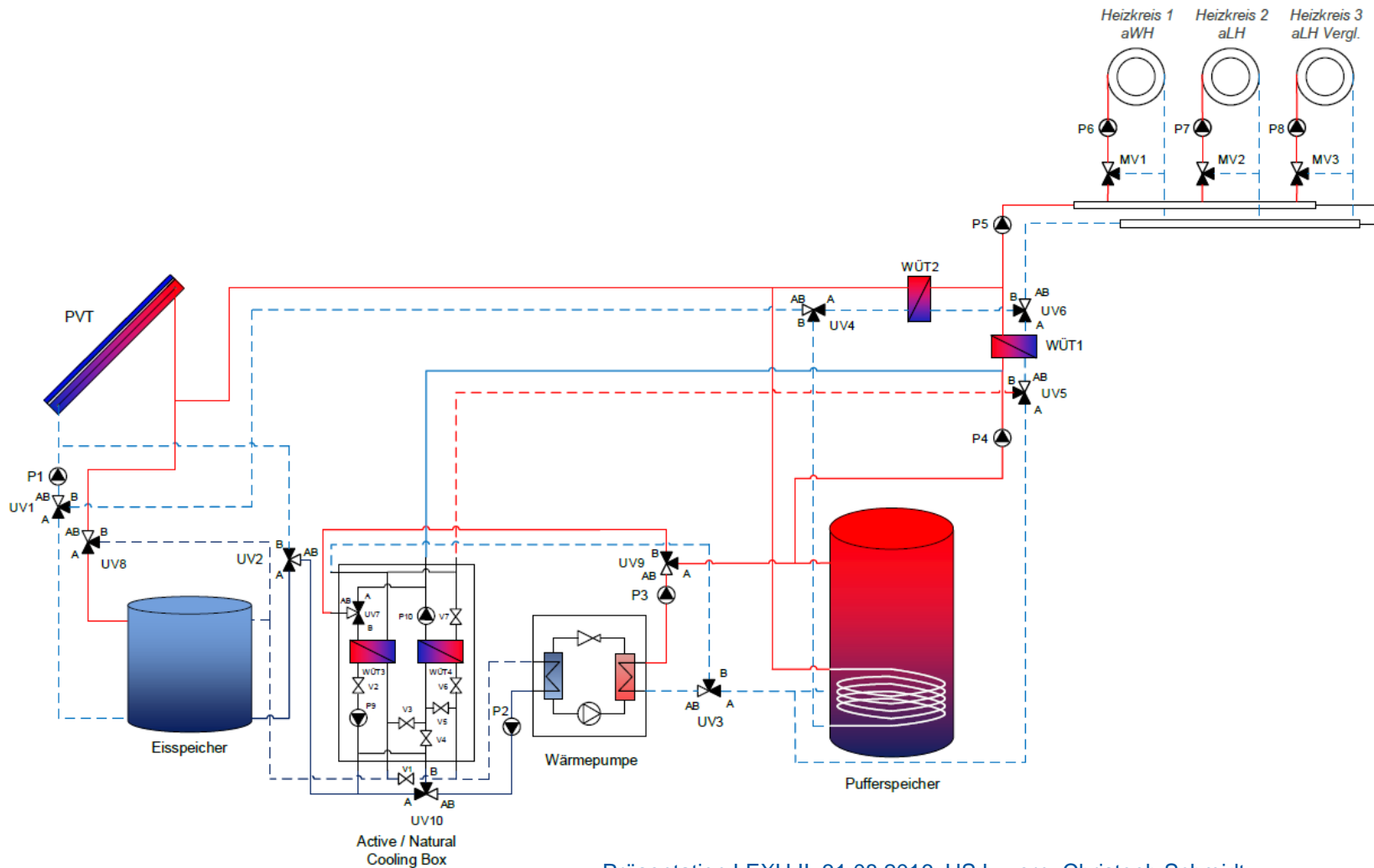
Konzept Gesamtsystem



Projektpartner und Projektbeteiligte



Umgesetzte Hydraulik



Feldtestfassade (ca. 190 m²)

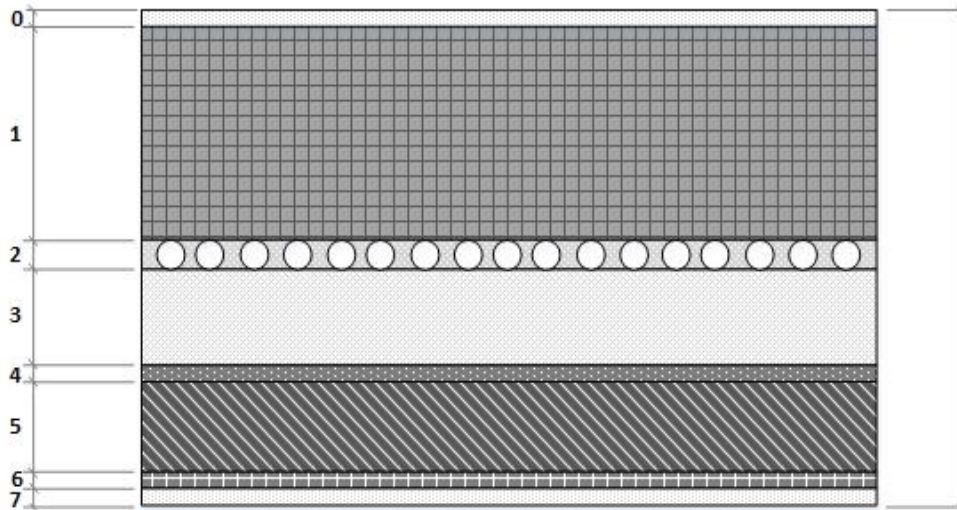


Ausgangszustand



Endzustand

Schichtaufbau Feldtestfassade



	Dicke [mm]	Name	Material
0	≈10-15	Gips-Leichtputz	Knauf MP 75 L
1	≈360	Bestandswand	Bewehrter Beton
2	≈10	Klebemörtel	Knauf SM 300
3	≈40	Kalk-Zement-Putz	Knauf LUP 222
4	≈5	Klebemörtel	Knauf SM 700
5	160	WDVS	Knauf EPS 032
6	≈5-6	Armierung	Knauf SM 700
7	≈3-4	Oberputz	Knauf SP 360
8	≈ 600	Gesamter Wandaufbau ¹	



Allgemeine Fragestellungen Forschungsprojekt

- ❖ Feldtest außenliegende Wandtemperierung (aWT)
 - ❖ Anbringung / Betrieb / Einsatzgrenzen / Validierung d. Simulationsergebnisse / Monitoring / Haltbarkeit und Funktionalität / Thermische Behaglichkeit / Praxisleitfaden und Dokumentation

- ❖ Untersuchung des LowEx-Heizsystems mit den Komponenten aWT, Eisspeicher, Wärmepumpe und (PVT)-Absorber
 - ❖ Betriebsarten / Regelstrategien / Eigenstromoptimierung / Spitzenlastreduktion / Heiz- und Kühlmodus / Modellierung

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Christoph Schmidt, M.Eng.

IZES gGmbH
Altenkessler Str. 17, Geb. A1
D-66115 Saarbrücken

schmidt@izes.de

+49 681 – 9762 846