

***Außenliegende Wand- und Lufttemperierung
„LowEx-Anwendung zur Temperierung von
Bestandsgebäuden und thermischer Aktivierung der
Bestandswand“
Umsetzung eines Großdemonstrators***

>> Präsentation im Rahmen des 11. SENSAL-Treffens

Luzern, 29.11.2017

Dr. Bodo Groß, IZES gGmbH, Saarbrücken

M.Eng. Christoph Schmidt, IZES gGmbH, Saarbrücken

Ein Projekt von



Forschung für
energieoptimierte
Gebäude und Quartiere

Überblick Institut für ZukunftsEnergie- und Stoffstromsysteme (IZES) gGmbH

Arbeitsfelder und Struktur



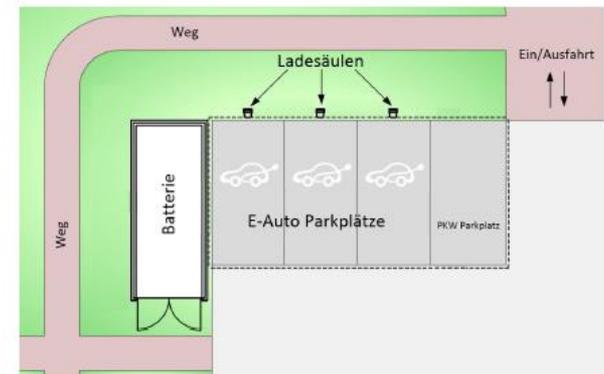
- Rechtsform: gemeinnützige GmbH
- Schwerpunkte: anwendungsnahe F&E auf dem Gebiet von
 - Zukunftstechnologien und Zukunftsmärkten für Energie- und Stoffstromsysteme
 - beratende, begleitende und ausführende Tätigkeiten bei der Initiierung, Konzeption und Umsetzung von innovativen Maßnahmen zur rationellen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

Projekt OptiCharge „Solarcarport mit VRF-Batteriespeicher“

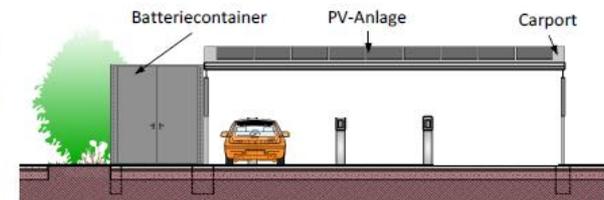


- PV-Leistung: 10,32 kWp
- VRFB-Leistung: 34 kW_{AC}
- Kapazität (brutto): 120 kWh
- Parkplätze: 4
- Ladepunkte: 1 x Mode 1, 3 x Mode 3

Draufsicht



Von Vorne



Aufbauschema OptiCharge

Projekt GENCOMM „Wasserstofftankstelle“

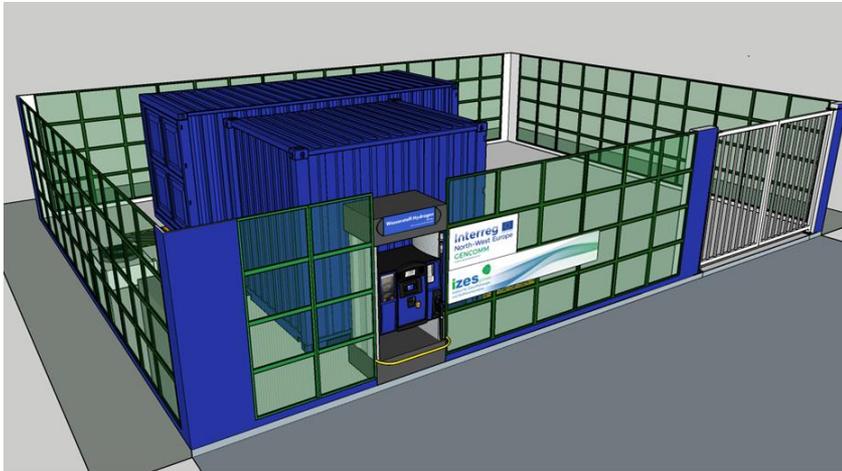


Fig 2.H₂ Refueling Station (ISO View)

Water Treatment Electrolyzer Gas Conditioning

Air Cooled-Chiller
Storage Bank
Compressor Bank
Distribution Panel
Dispenser

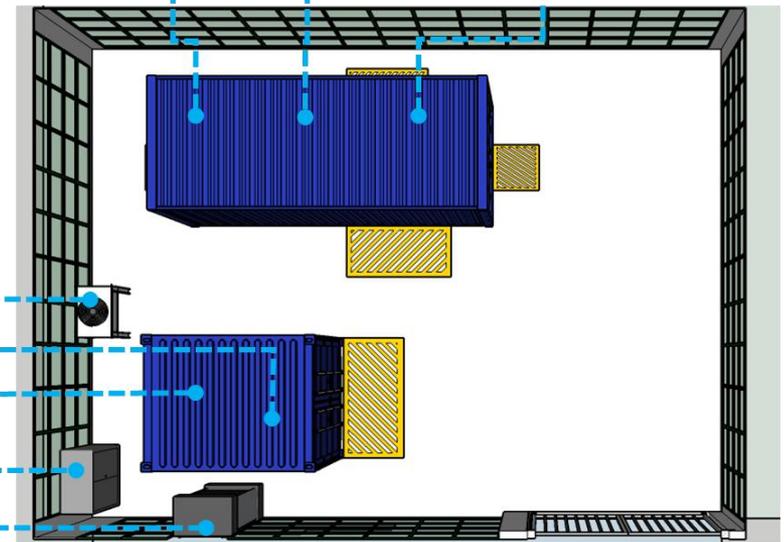


Fig 3.H₂ Refueling Station (Component View)

Forschungsprojekt LEXU II
Außenliegende Wandtemperierung
Motivation, Inhalte und Arbeitspakete

Forschungsprojekt LEXU II
Außenliegende Wandtemperierung
Motivation, Inhalte und Arbeitspakete

Sanierung „von außen“

LowEx-Ansatz

*Nutzung von Niedertemperatur-
Abwärme*

LEXU II: Großdemonstrator

❖ Außenliegende Wandtemperierung (aWT): TABS-Sonderfall

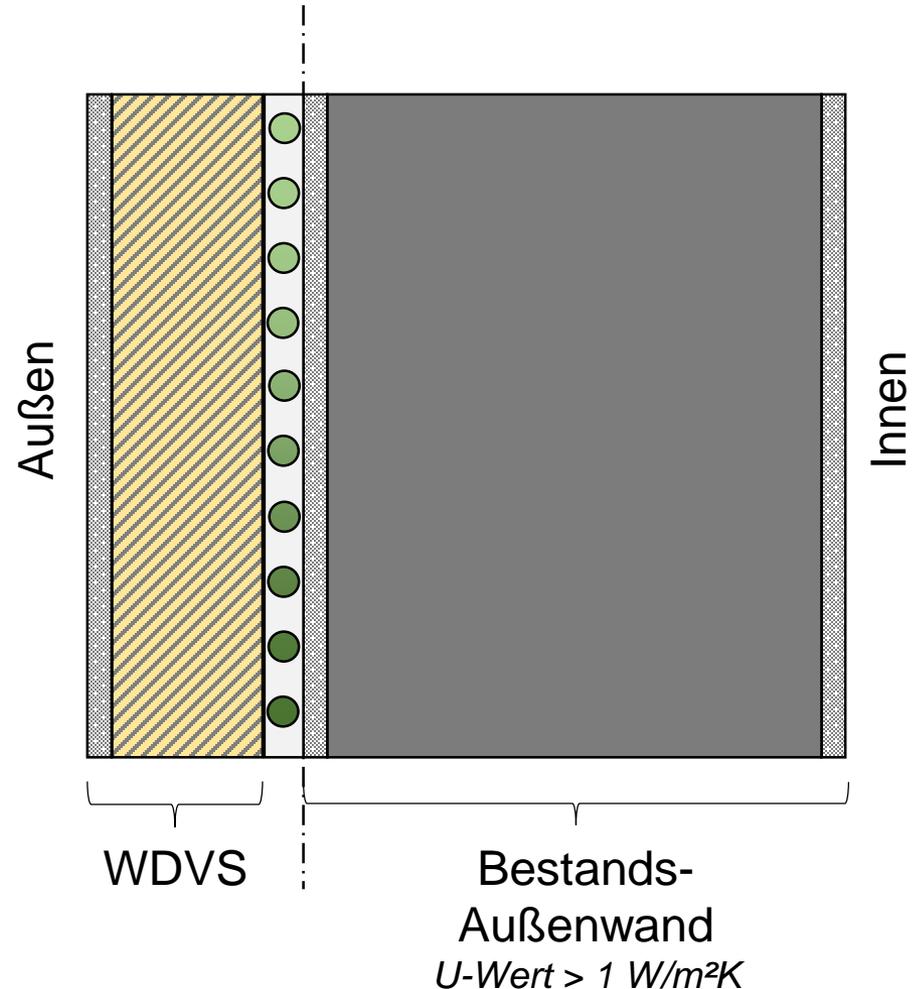
1) Aufbringen eines Flächentemperierungssystems in einer Putzschicht „von außen“

2) Installation eines WDVS

Lage der Flächentemperierung:

In der thermischen Hülle des Gebäudes und „hinter“ der Bestandswand, vor dem WDVS

→ Flächentemperierung für den Bestand & thermische Aktivierung der Bestandsstruktur



LEXU II: Großdemonstrator

➤ Außenliegende Wandtemperierung (aWT)

1) Temperaturverlauf im Ruhezustand

→ Knotentemperatur T_{k0} „Ruhetemperatur“

2) Aktivierung der Wandtemperierung

→ Neue Knotentemperatur T_k

→ In Relation von T_k zu T_{k0} und T_i ergeben sich die folgenden theoretischen Betriebsituationen:

Teilkompensatorischer Betrieb:

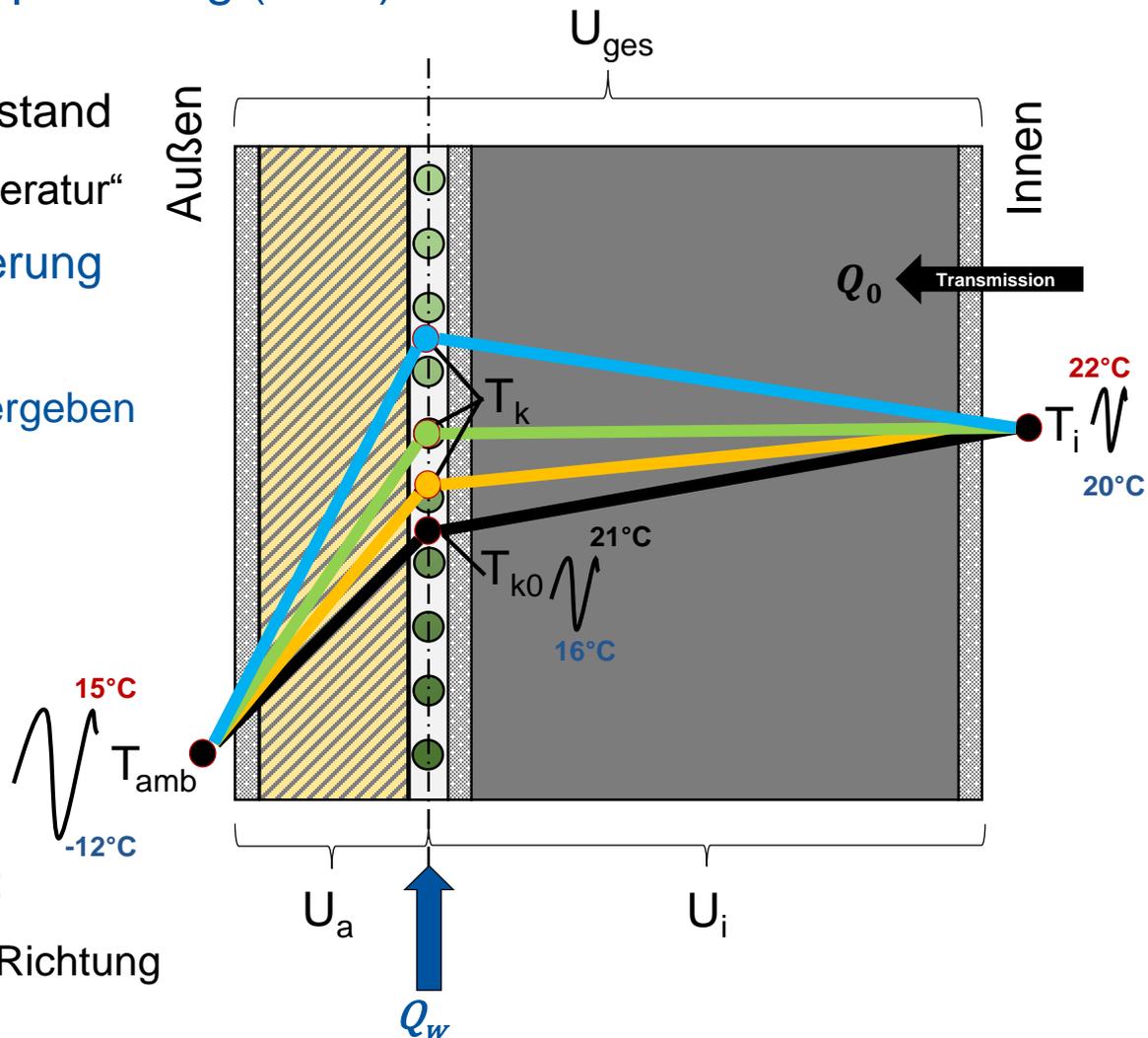
$$T_{k0} < T_k < T_i \rightarrow Q_0 \downarrow$$

Kompensatorischer Betrieb:

$$T_{k0} < T_k = T_i \rightarrow Q_0 = 0$$

Überkompensatorischer Betrieb:

$$T_{k0} < T_k > T_i \rightarrow Q_0 \text{ ändert Richtung}$$



Schematische Darstellung, nicht maßstäblich

LEXU II: Großdemonstrator

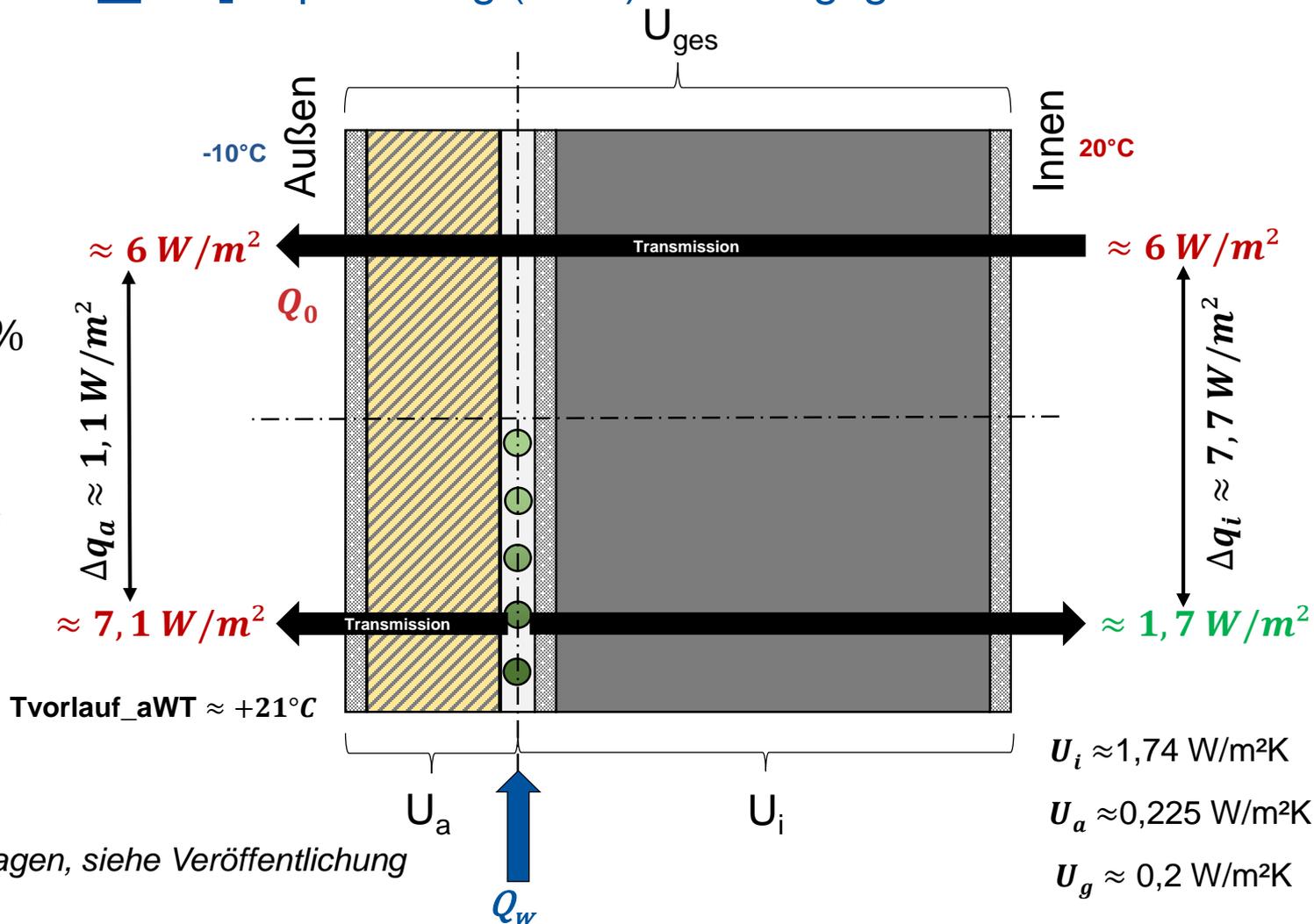
➤ Außenliegende Wandtemperierung (aWT): Wirkungsgrad der aWT

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

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

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

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



Theoretische Grundlagen, siehe Veröffentlichung
in der Bauphysik

Schematische Darstellung, nicht maßstäblich
Ergebnisse erzeugt mit HEAT 2 6.0

Außenliegende Wandtemperierung (aWT): Wirkungsgrad der aWT

Wirkungsgrad der aWT in Abhängigkeit des U-Werts der Bestandswand und der Dämmstärke des WDVS

U-Wert [W/m ² K]	Dämmstärke [mm]																	
	10	20	30	40	50	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300
1.0	25%	37%	46%	53%	58%	62%	68%	73%	76%	79%	81%	83%	84%	85%	86%	87%	88%	89%
1.1	27%	40%	49%	55%	60%	64%	70%	75%	78%	80%	82%	84%	85%	86%	87%	88%	89%	90%
1.2	29%	42%	51%	57%	62%	66%	72%	76%	79%	82%	84%	85%	86%	88%	88%	89%	90%	91%
1.3	30%	44%	53%	59%	64%	68%	74%	78%	81%	83%	85%	86%	87%	88%	89%	90%	91%	91%
1.4	32%	46%	55%	61%	66%	70%	75%	79%	82%	84%	86%	87%	88%	89%	90%	91%	91%	92%
1.5	34%	48%	57%	63%	68%	71%	77%	80%	83%	85%	87%	88%	89%	90%	91%	91%	92%	92%
1.6	35%	49%	58%	65%	69%	73%	78%	81%	84%	86%	87%	89%	90%	90%	91%	92%	92%	93%
1.7	37%	51%	60%	66%	71%	74%	79%	82%	85%	87%	88%	89%	90%	91%	92%	92%	93%	93%
1.8	38%	52%	61%	67%	72%	75%	80%	83%	86%	87%	89%	90%	91%	92%	92%	93%	93%	94%
1.9	40%	54%	63%	69%	73%	76%	81%	84%	86%	88%	89%	90%	91%	92%	93%	93%	94%	94%
2.0	41%	55%	64%	70%	74%	77%	82%	85%	87%	89%	90%	91%	92%	92%	93%	93%	94%	94%
2.1	42%	57%	65%	71%	75%	78%	83%	85%	88%	89%	90%	91%	92%	93%	93%	94%	94%	95%
2.2	43%	58%	66%	72%	76%	79%	83%	86%	88%	90%	91%	92%	92%	93%	94%	94%	94%	95%
2.3	45%	59%	67%	73%	77%	80%	84%	87%	89%	90%	91%	92%	93%	93%	94%	94%	95%	95%
2.4	46%	60%	68%	74%	78%	81%	85%	87%	89%	90%	92%	92%	93%	94%	94%	95%	95%	95%
2.5	47%	61%	69%	75%	79%	81%	85%	88%	90%	91%	92%	93%	93%	94%	94%	95%	95%	95%
2.6	48%	62%	70%	76%	79%	82%	86%	88%	90%	91%	92%	93%	94%	94%	95%	95%	95%	96%
2.7	49%	63%	71%	76%	80%	83%	86%	89%	90%	92%	92%	93%	94%	94%	95%	95%	96%	96%
2.8	50%	64%	72%	77%	81%	83%	87%	89%	91%	92%	93%	94%	94%	95%	95%	95%	96%	96%
2.9	51%	65%	73%	78%	81%	84%	87%	89%	91%	92%	93%	94%	94%	95%	95%	96%	96%	96%
3.0	52%	66%	74%	78%	82%	84%	88%	90%	91%	92%	93%	94%	95%	95%	95%	96%	96%	96%

10 Wirkungsgrad der aWT in Abhängigkeit des U-Wertes der Bestandswand und der Dämmstärke des WDVS (für das WDVS wurde die Wärmeleitgruppe 040 angenommen). Zusätzlich zu der Dämmschicht wurde für R_{noch} eine 20 mm starke Putzschicht und der äußere Wärmeübergang mit 0.04 (m²K)/W angesetzt.

LEXU II: Überblick „Außenliegende Wandtemperierung“

❖ Theoretische Grundlagen

❖ Bauteilsimulationen

- ❖ Systeme
- ❖ Anbindung
- ❖ Rohrabstände

❖ Laborwand

❖ Dynamische Gebäude- und Anlagensimulation

- ❖ Validierung Simulationsmodell
- ❖ Potentialstudien

❖ Praktische Umsetzung

- ❖ Optimierungspotential
- ❖ Systemkosten
- ❖ Fehlerquellen

❖ Betriebserfahrungen

- ❖ Regelung
- ❖ Einsatzgrenzen

❖ Wirtschaftlichkeit

❖ Aktuelle Aspekte und Ansatzpunkte

❖ Stichworte

- ❖ Grundtemperierung (Vermietung)
- ❖ Lastverschiebung (Spitzenlastvermeidung, Vortemperierung)
- ❖ Thermische Aktivierung der Bestandsstruktur → Speicherung
- ❖ Wärmebrücken
- ❖ Bauschäden
- ❖ Wärmesenke für Wärmepumpe
- ❖ Wärmesenke für Solarthermie
- ❖ „Altbausolarisierung“
- ❖ Niedertemperatur-Abwärme
- ❖ Kalte Nahwärme
- ❖ Findung geeigneter Versorgungssysteme
- ❖ Vorgefertigte Fassadenelemente
- ❖ Thermische Behaglichkeit

Forschungsprojekt LEXU II
Außenliegende Lufttemperierung
Motivation, Inhalte und Arbeitspakete

Forschungsprojekt LEXU II **Außenliegende Lufttemperierung** **Motivation, Inhalte und Arbeitspakete**

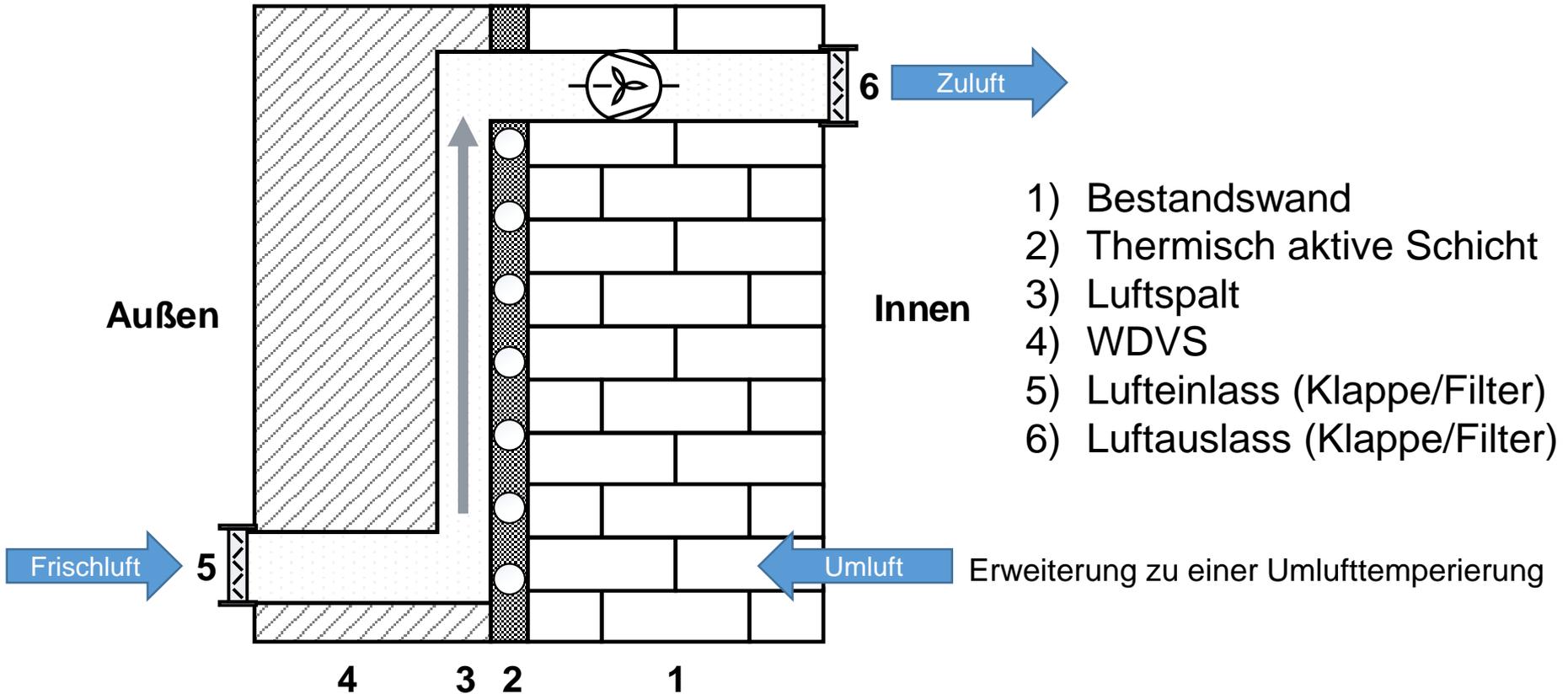
Sanierung „von außen“

*Verringerung der Wärmeverluste /
Erhöhung des Wirkungsgrades*

*Reduzierung der Heizlast durch
Temperierung der Zuluft*

Schnelles System

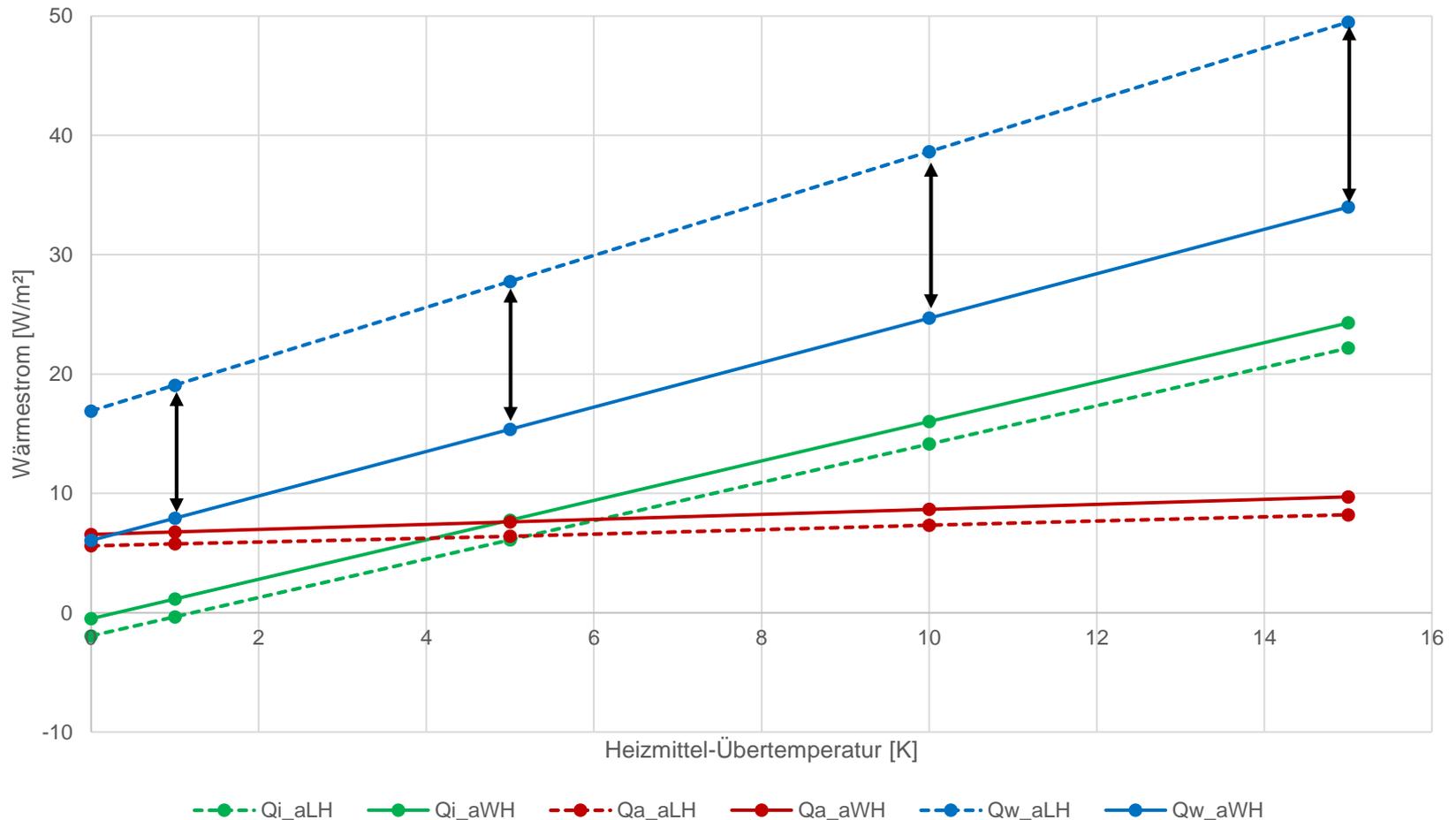
Exkurs: Außenliegende Lufttemperierung (aLT)

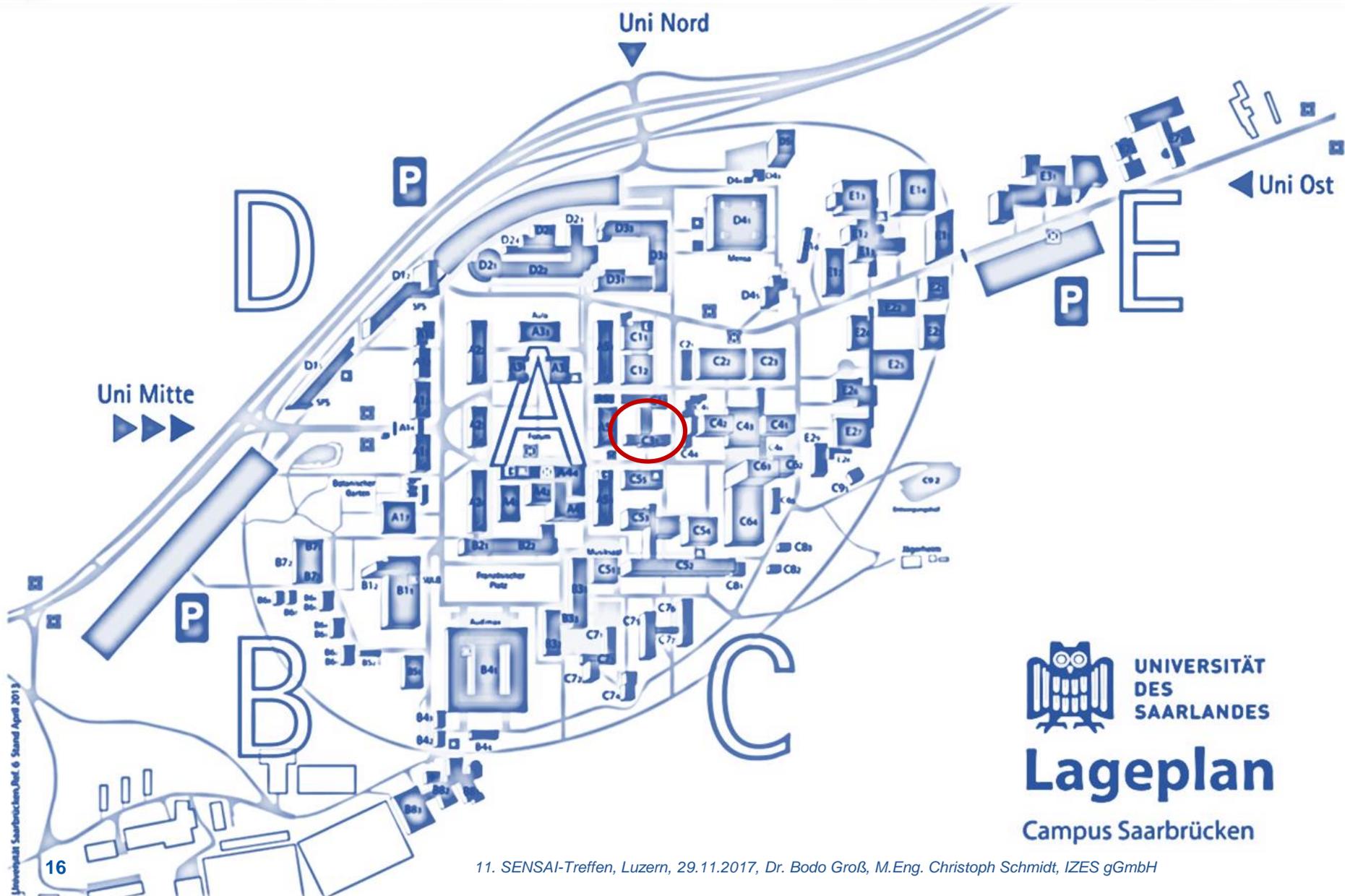


Erarbeitung sinnvoller Systemkonzepte unter Nutzung der Abluft

Exkurs: Außenliegende Lufttemperatur (aLT)

Beispielhafter Vergleich aWT – aLT (bezogen auf 20°C Innentemperatur):

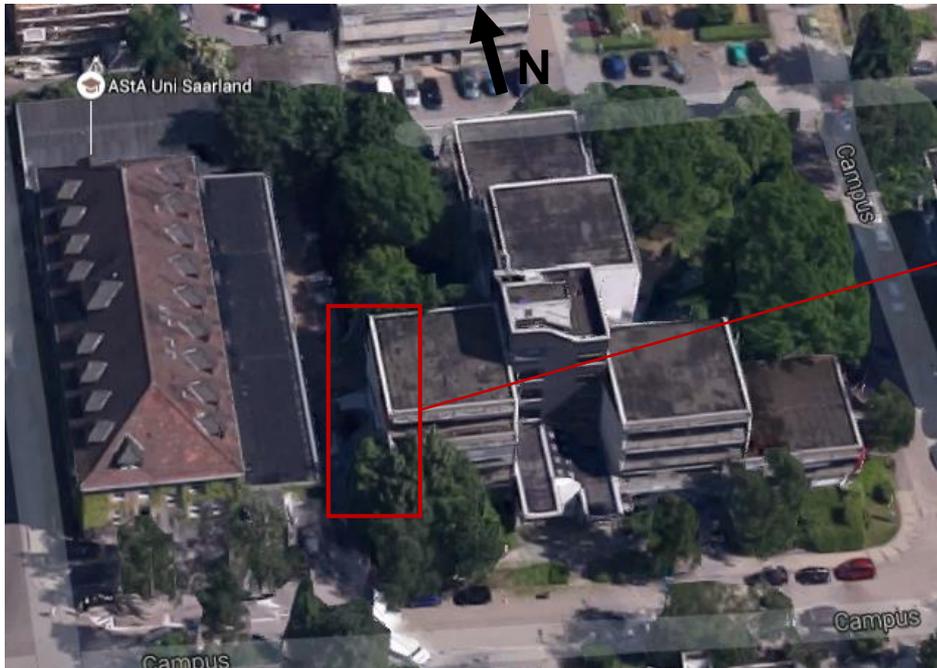




LEXU II: Großdemonstrator

Luftbild Gebäude C3.1 auf dem Campus der Universität des Saarlandes

Baujahr: 1969, erste Aufstockung 1971



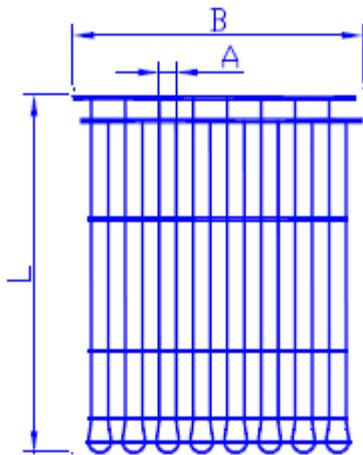
Quelle: Google Maps, 2017



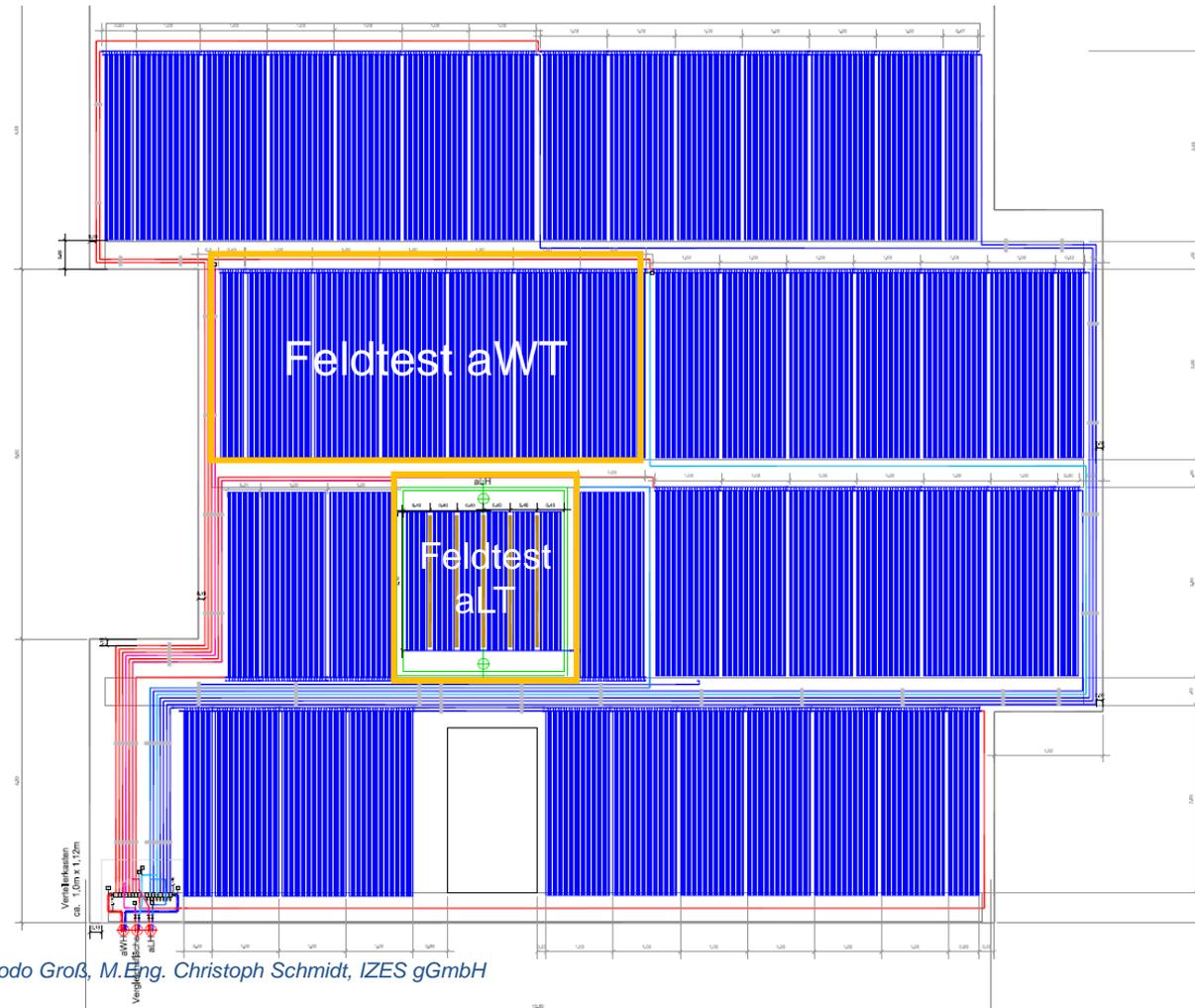
- Westfassade
- Höhe: ~15 m
- Breite: ~13,5 m
- Fläche: ~200 m²
- 0,36 m Stahlbeton

LEXU II: Großdemonstrator

- Belegungsplanung Fassade
- Ansatz: Raumweise Regelung der aWT + Feldtestfläche aWT & aLT

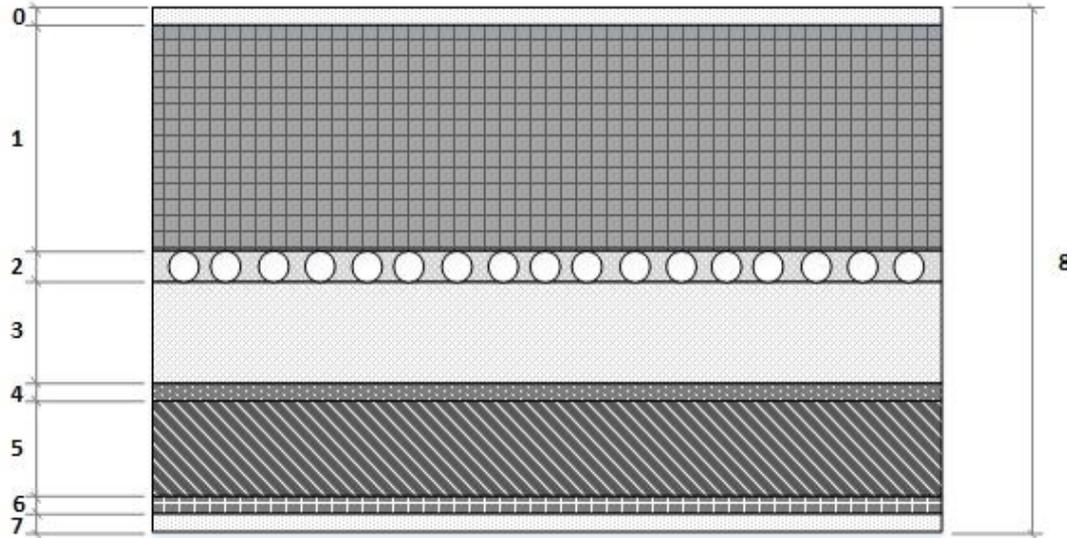


- Kapillarrohmatten „Optimat SB 20“
- Hersteller: Clina, Berlin
- Stammrohr: 20 x 2 mm
- Kapillarrohr 4,3 x 0,8 mm
- Abstand A: 20 mm
- Länge: 60-600 mm
- Breite: ab 150 mm
- Fertigung der Matten passend für die Fassade



LEXU II: Großdemonstrator

Schichtaufbau der Feldtestfassade mit aWT



	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	

LEXU II: Großdemonstrator

- ❖ Problematik Putzdicke „Überputzen“
- ❖ Aus Gewährleistungsgründen musste für das geklebte WDVS eine vollflächige, ebene Klebefläche hergestellt werden
 - Putzdicke richtet sich nach dem „dicksten“ Bauteil der Temperierungsebene → Schweissmuffe für Tauchhülsen

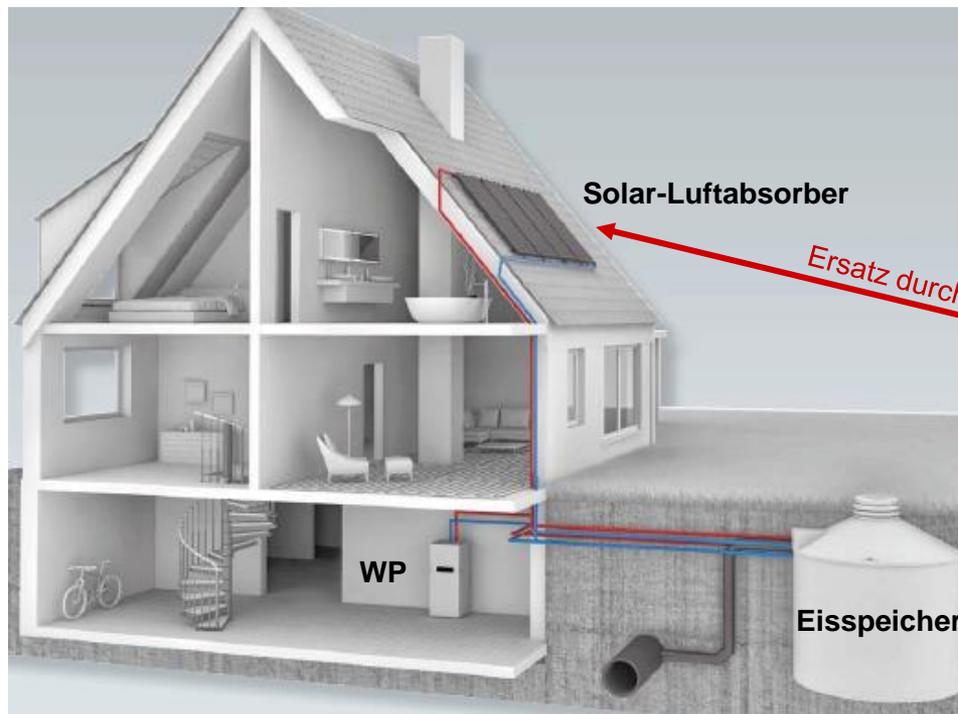


- ❖ Resultat: Dickputzsystem → Trocknung & Stabilität und Kosten

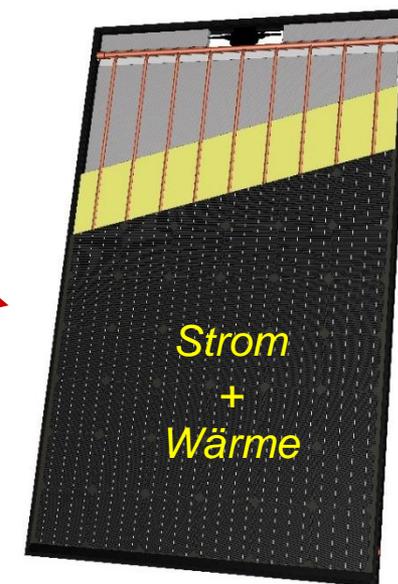
LEXU II: Großdemonstrator

❖ Versorgungssystem „Großdemonstrator“

- ❖ Ansatz: Niederexergetisch mit einem hohen Anteil Erneuerbarer Energien
- ❖ Aus Vorprojekt LEXU: aWT als Wärmesenke für WP und Solarthermie
- ❖ Integration Projektpartner ISOCAL HeizKühlsysteme GmbH (inzwischen von Viessmann übernommen): Kombination von Eisspeicher und WP
- ❖ Für LEXU II: Ersatz der Solar-Luftabsorber durch PVT-Hybridkollektoren



Quelle: Viessmann Deutschland GmbH, Datenblatt „Vitofriocal“

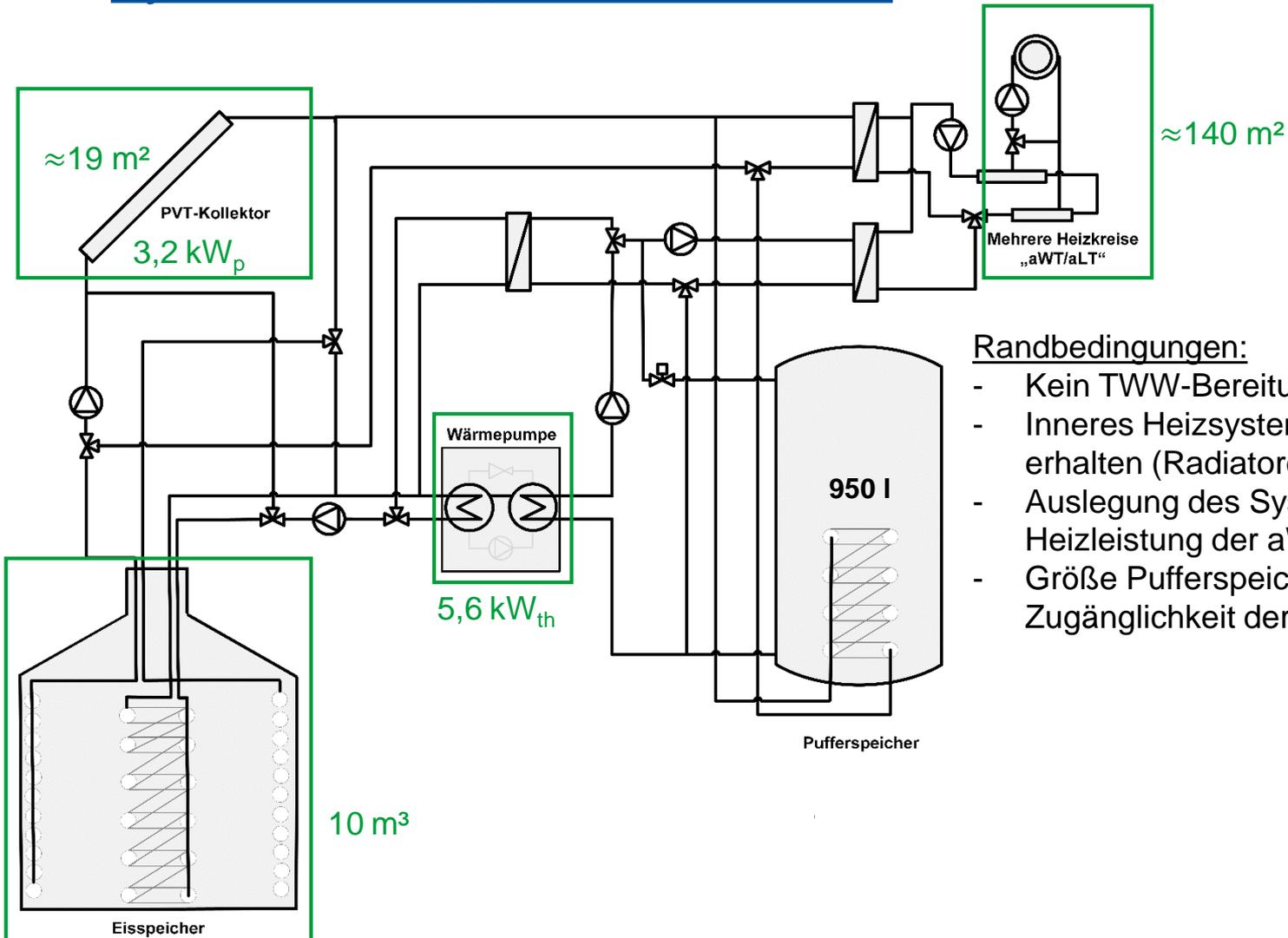


PVT-Kollektor mit rückseitiger Wärmedämmung; für LEXU II wurde diese entfernt.

Quelle: Kioto Photovoltaics GmbH, Datenblatt „Hybridmodul“

LEXU II: Großdemonstrator

Hydraulikschemata „Großdemonstrator“

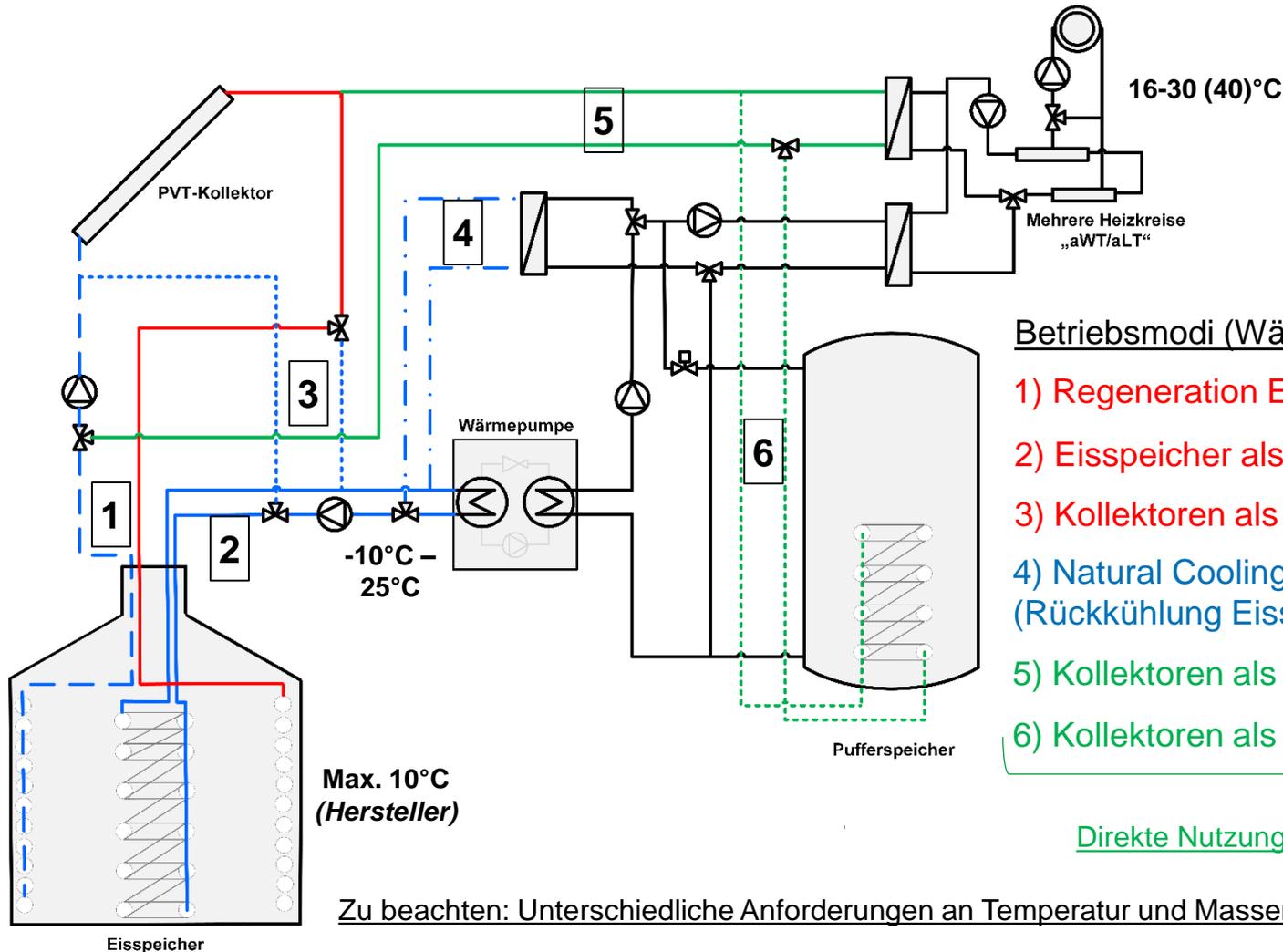


Randbedingungen:

- Kein TWW-Bereitung.
- Inneres Heizsystem des Gebäudes bleibt erhalten (Radiatoren an Fernwärme).
- Auslegung des Systems anhand der max. Heizleistung der aWT ($\approx 40 \text{ W/m}^2$).
- Größe Pufferspeicher richtet sich nach Zugänglichkeit der Aufstellfläche (Tür).

LEXU II: Großdemonstrator

Hydraulikschema „Großdemonstrator“



Betriebsmodi (Wärmequellenmanagement):

- 1) Regeneration Eisspeicher über Kollektoren
- 2) Eisspeicher als Wärmequelle für WP
- 3) Kollektoren als Wärmequelle für WP
- 4) Natural Cooling über Eisspeicher
(Rückkühlung Eisspeicher über Kollektoren)
- 5) Kollektoren als Wärmequelle für aWT
- 6) Kollektoren als Wärmequelle für Puffersp.

Direkte Nutzung von NT-Wärme möglich!

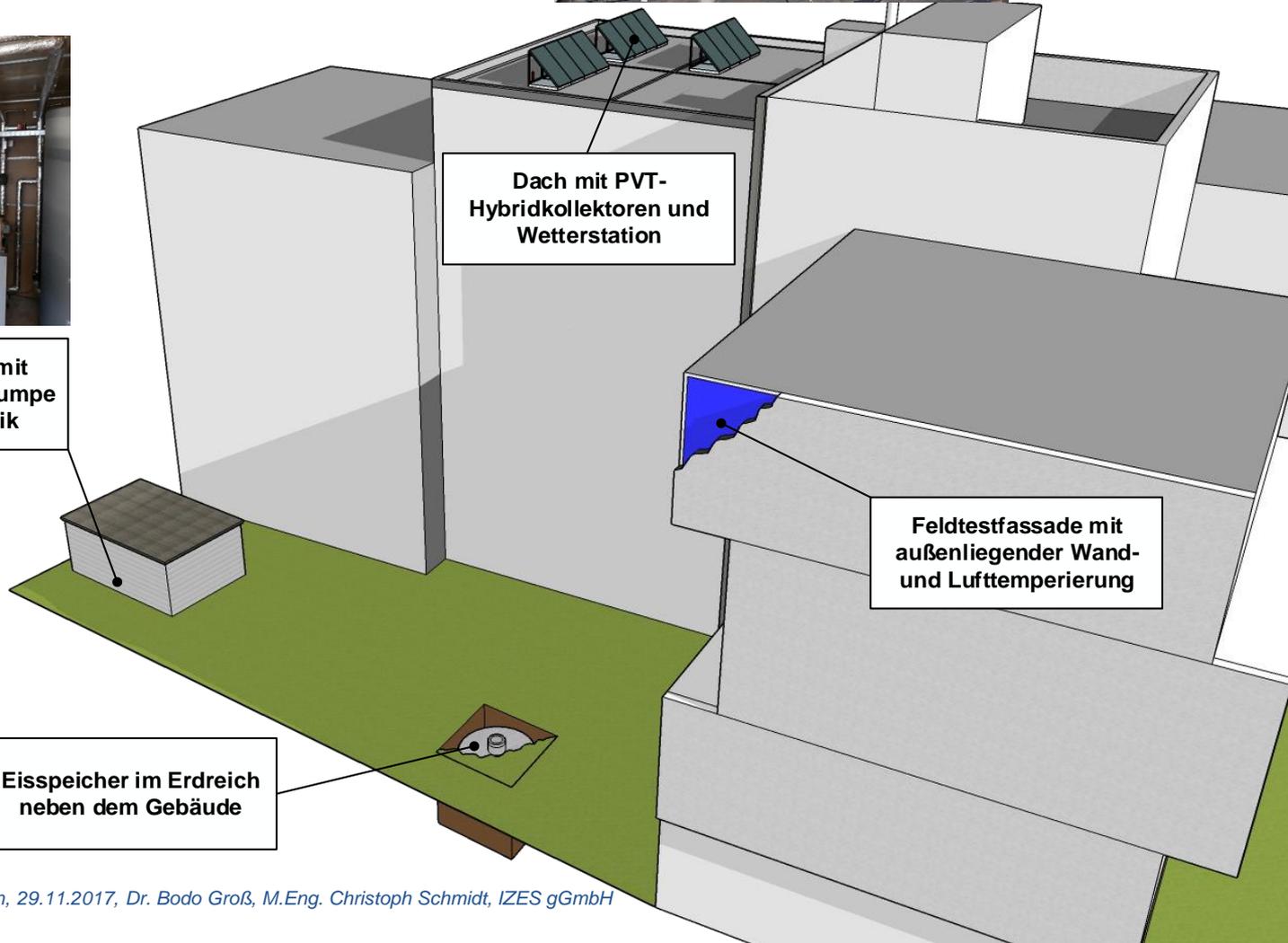
Zu beachten: Unterschiedliche Anforderungen an Temperatur und Massenstrom der Komponenten!

LEXU II: Großdemonstrator

Überblick Komponenten



Technikzentrale mit Hydraulik, Wärmepumpe und MSR-Technik



Eisspeicher im Erdreich neben dem Gebäude

Ausblick: Außenliegende Wand- und Lufttemperierung

- ◆ Ausblick „LEXU II“ → „Feldtest & Simulationen“
 - ◆ Ende 2017: Inbetriebnahme Großdemonstrator
 - ◆ Heizperiode 2017/18: Aufnahme Messdaten „Heizbetrieb“
 - ◆ Kühlperiode 2018: Aufnahme Messdaten „Kühlbetrieb“
 - ◆ Parallel: Simulationsstudien (TRNSYS)
 - ◆ Herbst 2018: Ende Forschungsprojekt „LEXU II“
- ◆ Ausblick „Großdemonstrator“ → „Reallabor“
 - ◆ Nutzung für weitere Forschungsprojekte und Forschungstätigkeiten
 - ◆ Regelstrategien
 - ◆ Integration Batteriespeicher → Eigenstrom
 - ◆ Integration „Nutzer“ über Raumbediengeräte
 - ◆ Erweiterung / Austausch / Optimierung von Komponenten
- ◆ Ausblick Thematik „aWT/aLT“ → „Weg in die Baupraxis“
 - ◆ Erhöhung Vorfertigungsgrad & Systemanbieter
 - ◆ Integration der Bauteile in niederexergetische Systemkonzepte → „Baukasten“
 - ◆ Integration der aLT in Lüftungskonzepte mit WRG
 - ◆ Tbc. : Ideen / Vorschläge?

FRAGEN?

Vielen Dank an den Fördermittelgeber, unsere Projektpartner und Unterstützer!

Projektleitung	Projektpartner	Unterstützer	Förderung
 <p>Institut für ZukunftsEnergie- und Stoffstromsysteme</p>  <p>Großes entsteht immer im Kleinen.</p>	 <p>Kapillarrohrtechnologie für Heiz- und Kühlsysteme</p>  <p>KOMPETENZZENTRUM AUSBAU UND FASSADE</p>  <p>VIESSMANN</p>  <p>UNIVERSITÄT DES SAARLANDES</p> <p>Referat FM: Facility Management</p>  <p>GEFGA Energiesysteme GmbH</p> <p>WIDAG GbR Dr. Gerhard Luther</p>	    <p>HGE Ingenieur GmbH</p>	<p>Gefördert durch:</p>  <p>Bundesministerium für Wirtschaft und Energie</p>  <p>aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages</p>