

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

>> *Bauphysiktag Kaiserlautern 2017*

Kaiserlautern, 25.-26.10.2017

M.Eng. Christoph Schmidt, IZES gGmbH, Saarbrücken

Ein Projekt von



Forschung für
energieoptimierte
Gebäude und Quartiere

LEXU II: Großdemonstrator

❖ Außenliegende Wandtemperierung (aWT): TABS-Sonderfall

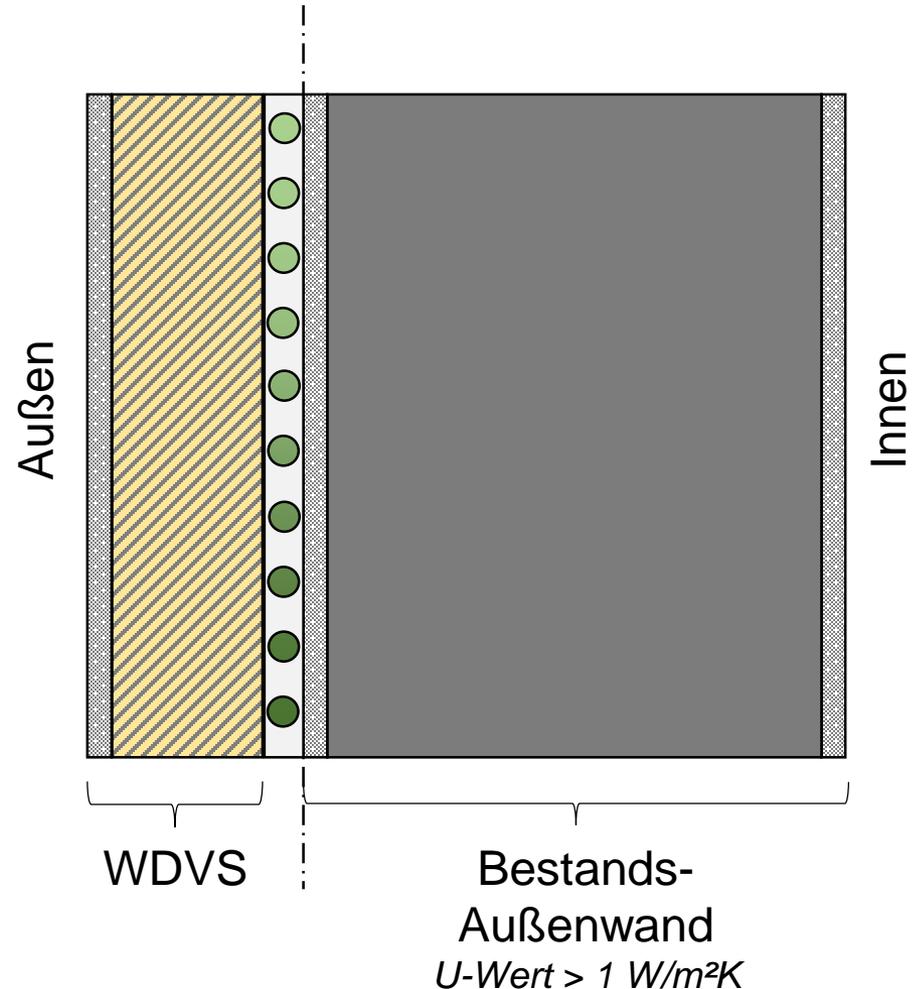
1) Aufbringen eines Flächentemperierungssystems in einer Putzschicht „von außen“

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:

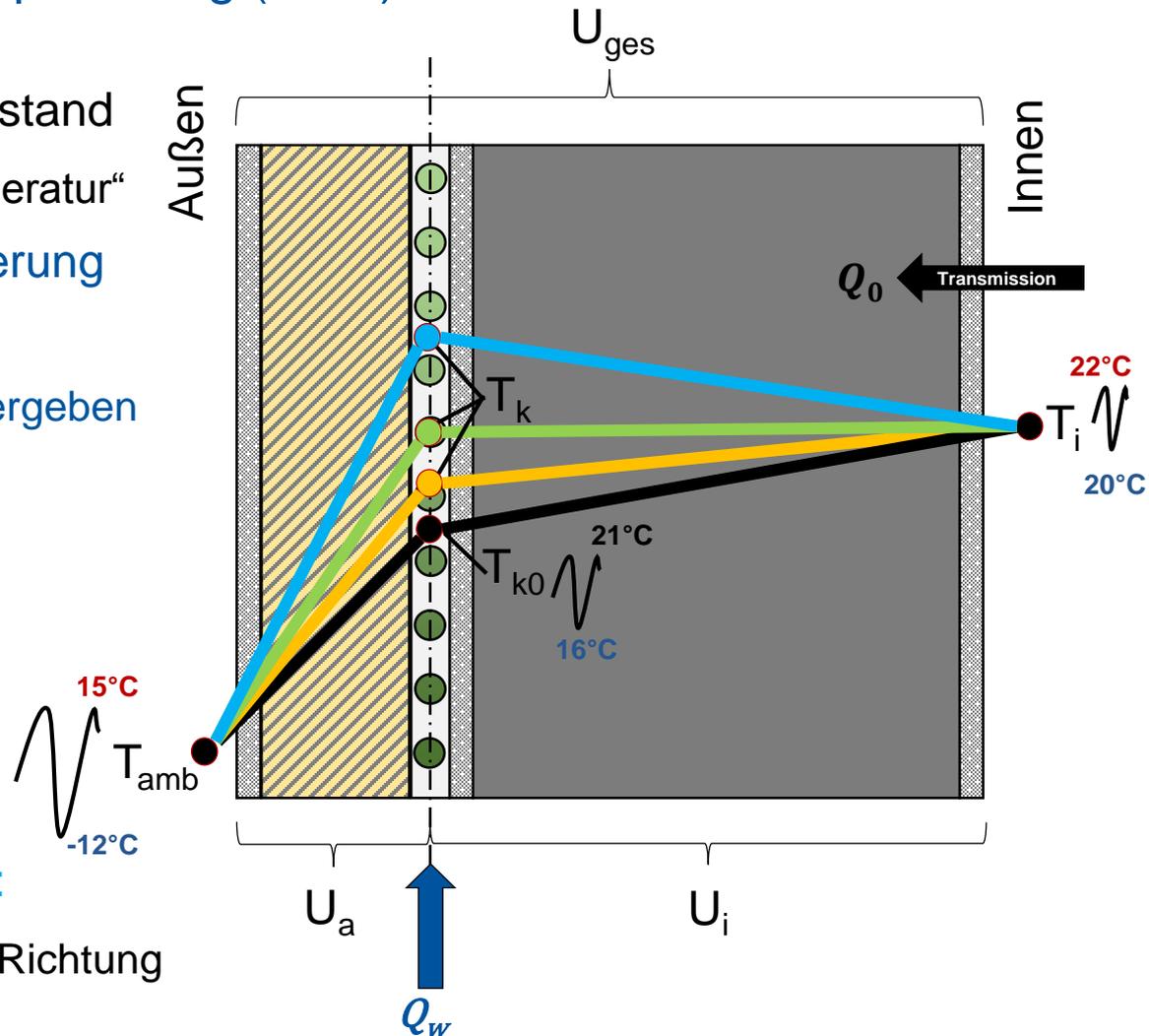
$$T_{k0} < T_k < T_i \rightarrow Q_0 \downarrow$$

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

❖ Vor- und Nachteile der aWT

❖ Vorteile:

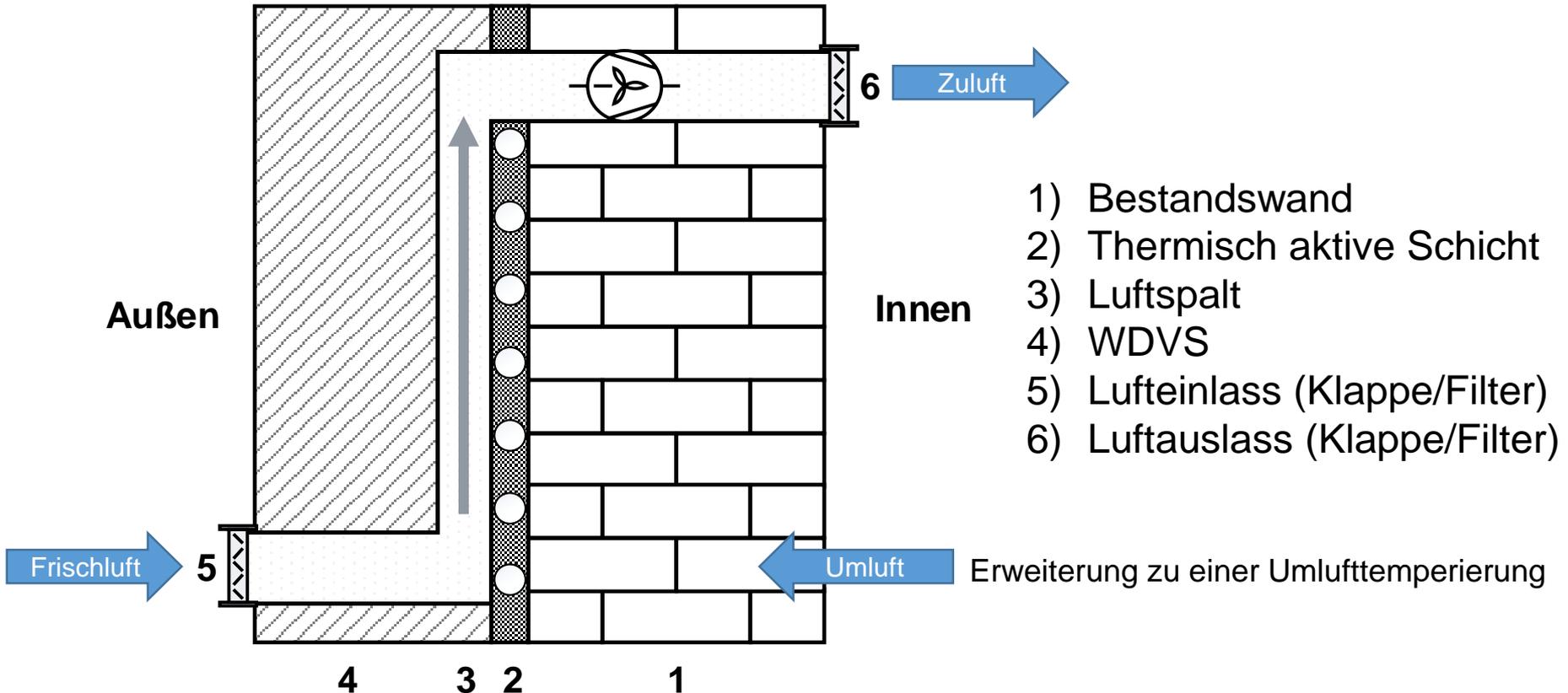
- ❖ Bauschäden / Wärmebrücken
- ❖ Heiz- und Kühlbetrieb möglich
- ❖ Oberflächentemperatur an der Innenseite wird erhöht.
→ *Thermische Behaglichkeit*
- ❖ Nutzung sehr niedriger Fluidtemperaturen möglich
→ LowEx
- ❖ Bestandswand wird thermisch aktiviert → Speicherung
- ❖ Sanierung „von außen“
(weitgehende Störungsfreiheit der Bewohner) → minimalinvasiv

❖ Nachteile:

- ❖ Mehraufwand: Zusätzlichen Wärmeverluste der aWT
→ Wirkungsgrad der aWT
- ❖ Durch die Lage handelt es sich um ein sehr träges Heizsystem.
 - ❖ → Fokus: Regelstrategien
 - ❖ → „Grundlastheizung“
- ❖ „Neues“ bauseitig erstelltes System:
 - ❖ Schnittstellen und Fehlerquellen

LEXU II: Großdemonstrator

Exkurs: Außenliegende Lufttemperaturierung (aLT)

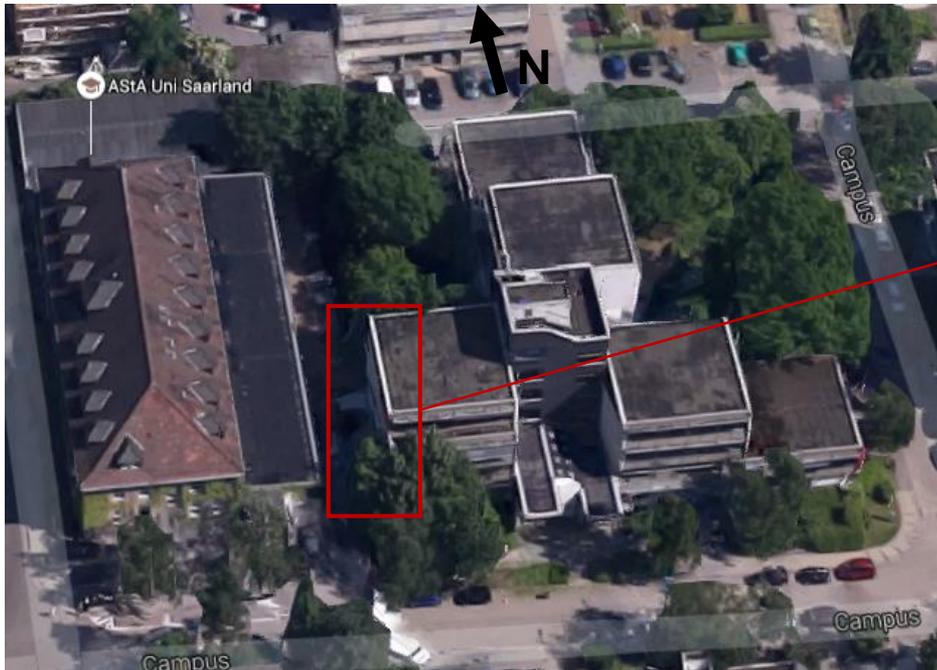


Motivation: Dezentrale Lufttemperierung „von außen“ + ggf. Umlufttemperierung
→ Erarbeitung von Systemkonzepten unter Nutzung der Abluft

LEXU II: Großdemonstrator

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

Baujahr: 1969, erste Aufstockung 1971



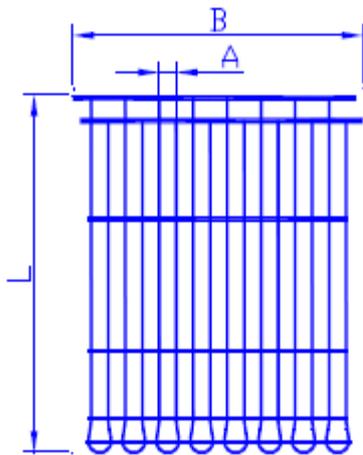
Quelle: Google Maps, 2017



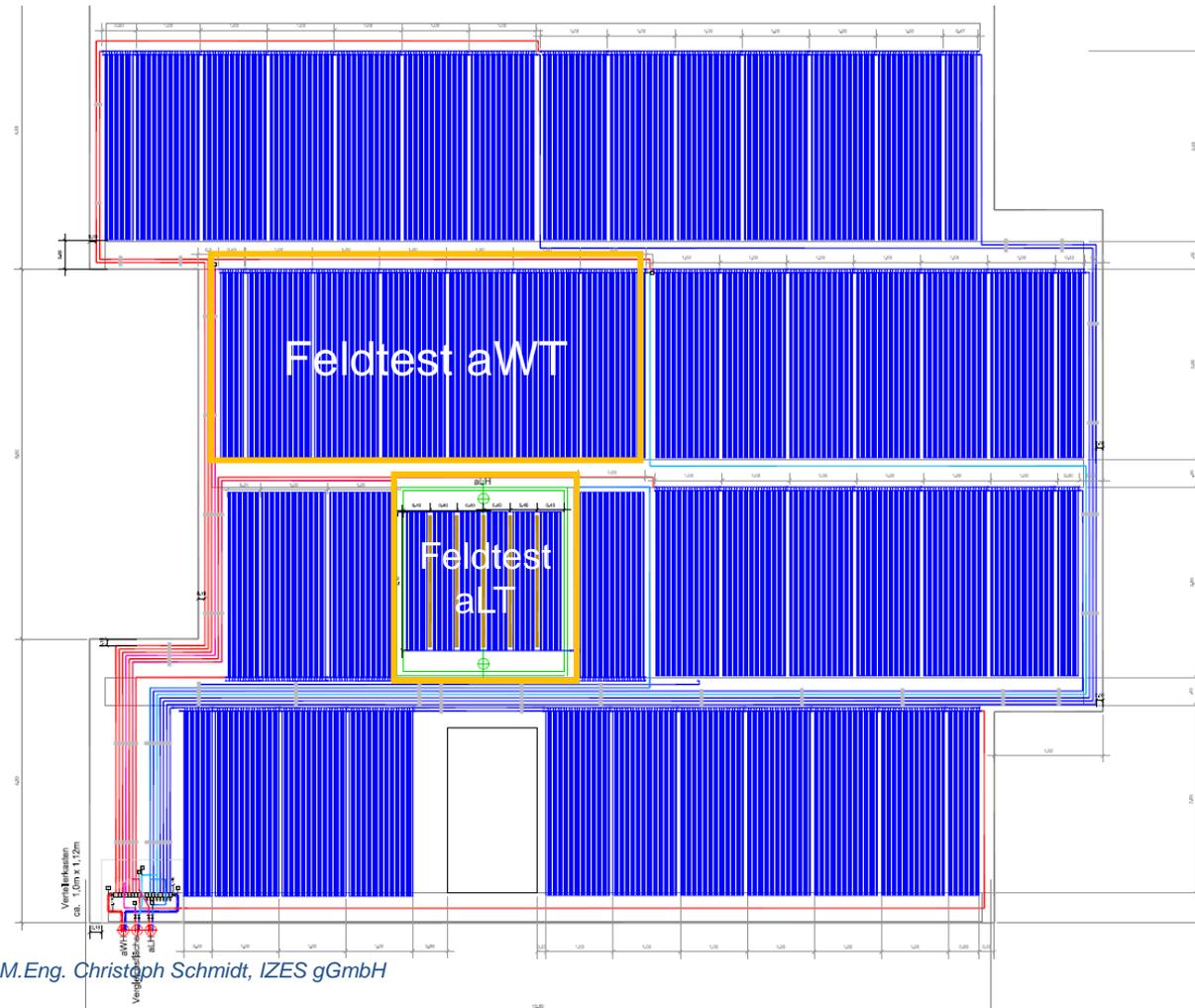
- Westfassade
- Höhe: ~15 m
- Breite: ~13,5 m
- Fläche: ~200 m²
- 0,36 m Stahlbeton

LEXU II: Großdemonstrator

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

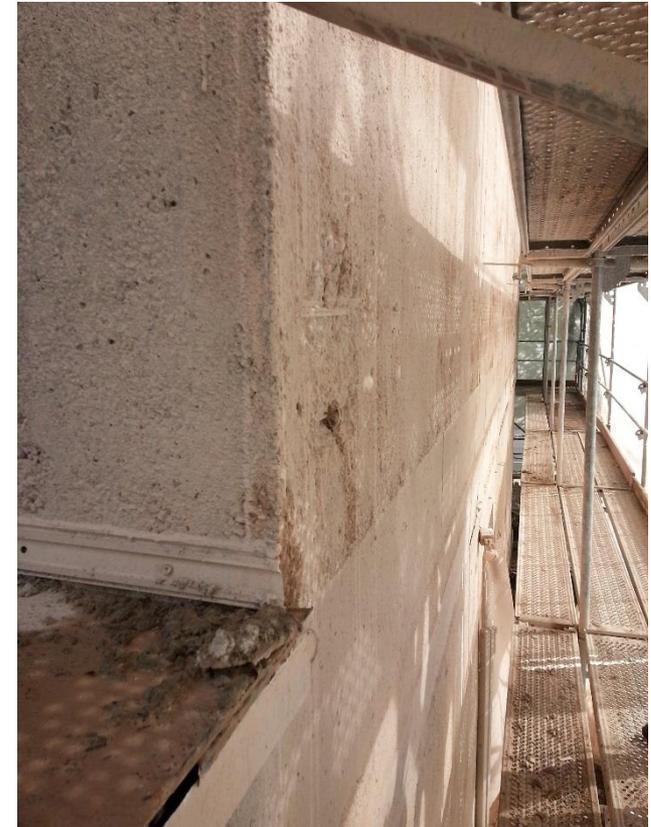
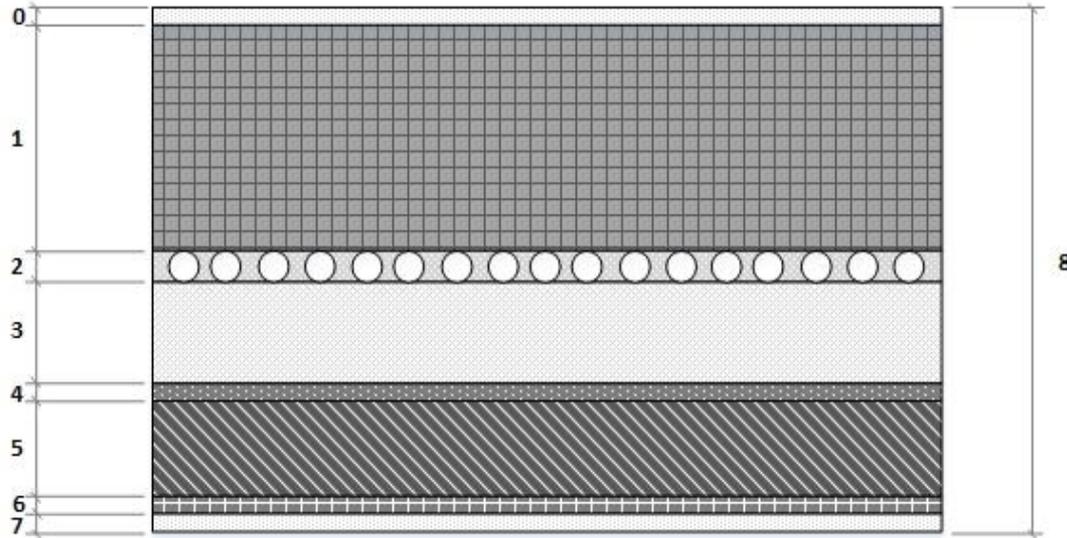


- Kapillarrohmatten „Optimat SB 20“
- Hersteller: Clina, Berlin
- Stammrohr: 20 x 2 mm
- Kapillarrohr 4,3 x 0,8 mm
- Abstand A: 20 mm
- Länge: 60-600 mm
- Breite: ab 150 mm
- Fertigung der Matten passend für die Fassade



LEXU II: Großdemonstrator

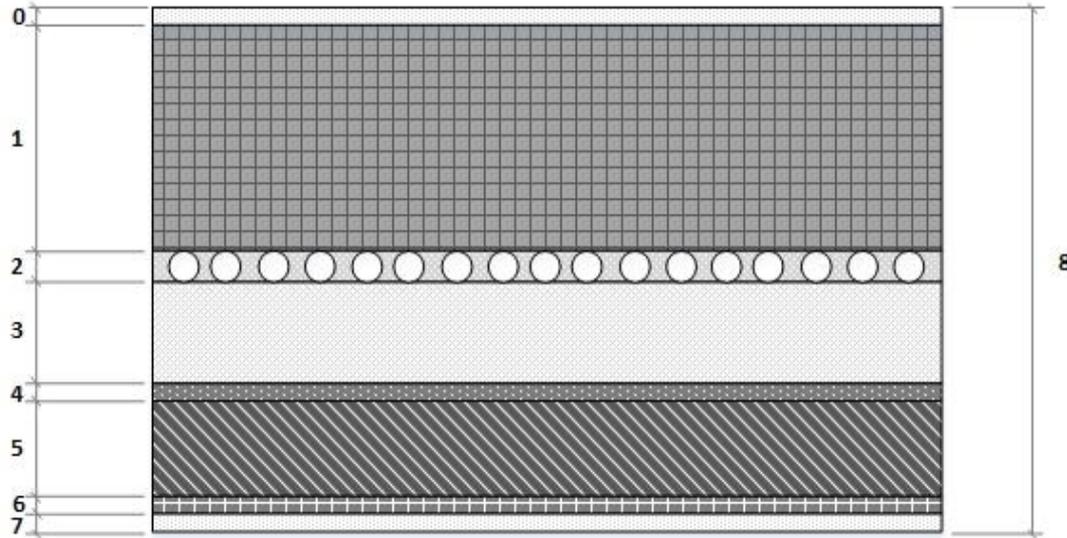
Schichtaufbau der Feldtestfassade mit aWT



	Dicke [mm]	Name	Material
0	≈10-15	Gips-Leichtputz	Knauf MP 75 L
1	≈360	Bestandswand	Bewehrter Beton
2	≈10	Klebmortel	Knauf SM 300
3	≈40	Kalk-Zement-Putz	Knauf LUP 222
4	≈5	Klebmortel	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

Schichtaufbau der Feldtestfassade mit aWT

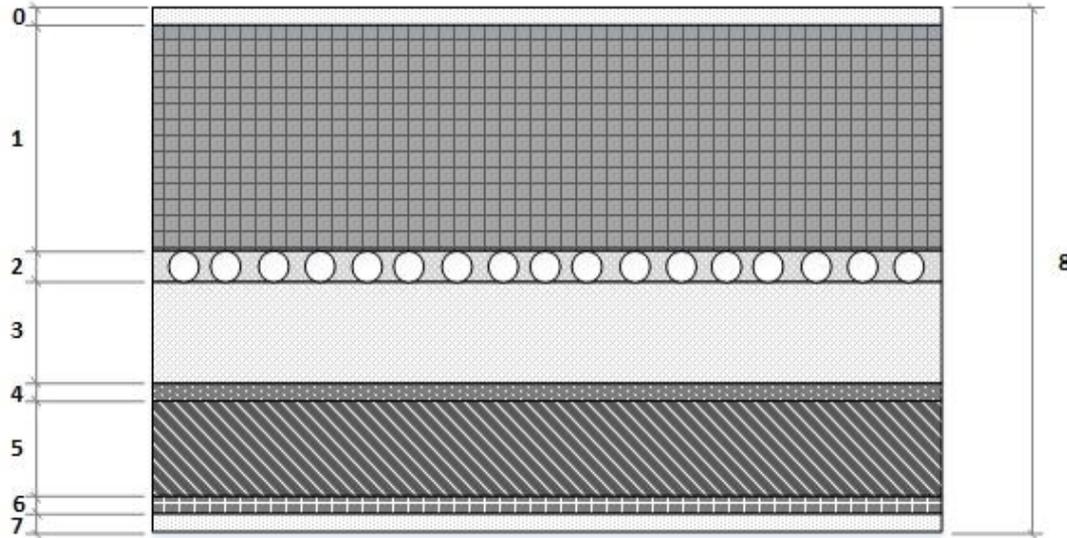


	Dicke [mm]	Name	Material
0	≈10-15	Gips-Leichtputz	Knauf MP 75 L
1	≈360	Bestandswand	Bewehrter Beton
2	≈10	Klebemörtel	Knauf SM 300
3	≈40	Kalk-Zement-Putz	Knauf LUP 222
4	≈5	Klebemörtel	Knauf SM 700
5	160	WDVS	Knauf EPS 032
6	≈5-6	Armierung	Knauf SM 700
7	≈3-4	Oberputz	Knauf SP 360
8	≈ 600	Gesamter Wandaufbau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

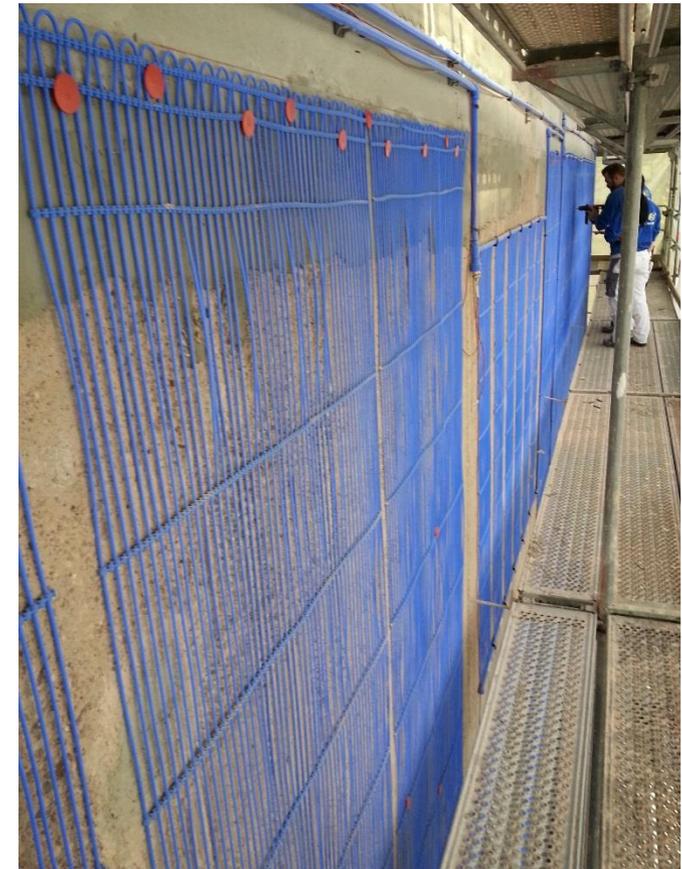


LEXU II: Großdemonstrator

Schichtaufbau der Feldtestfassade mit aWT

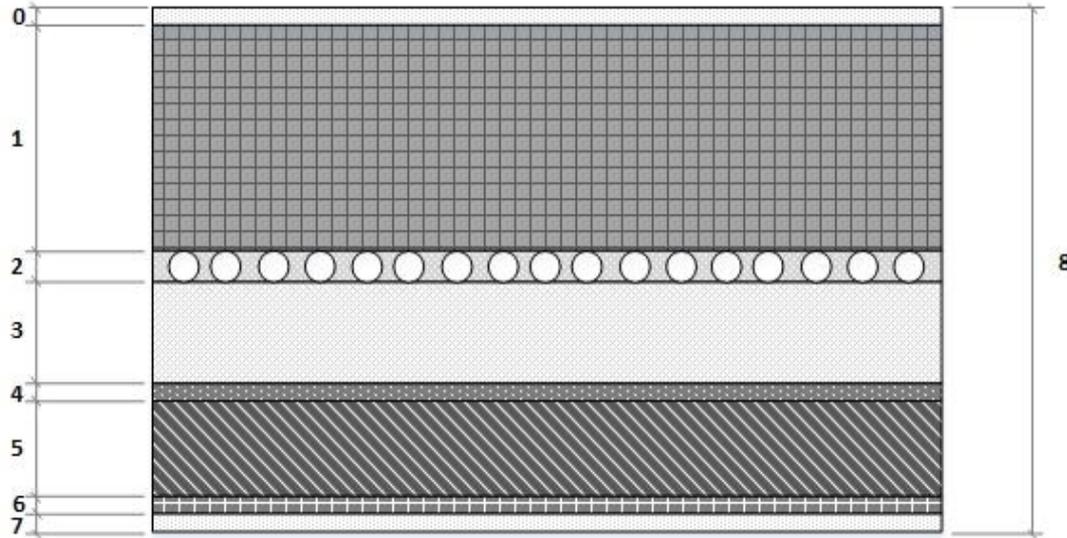


	Dicke [mm]	Name	Material
0	≈10-15	Gips-Leichtputz	Knauf MP 75 L
1	≈360	Bestandswand	Bewehrter Beton
2	≈10	Klebemörtel	Knauf SM 300
3	≈40	Kalk-Zement-Putz	Knauf LUP 222
4	≈5	Klebemörtel	Knauf SM 700
5	160	WDVS	Knauf EPS 032
6	≈5-6	Armierung	Knauf SM 700
7	≈3-4	Oberputz	Knauf SP 360
8	≈ 600	Gesamter Wandaufbau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



LEXU II: Großdemonstrator

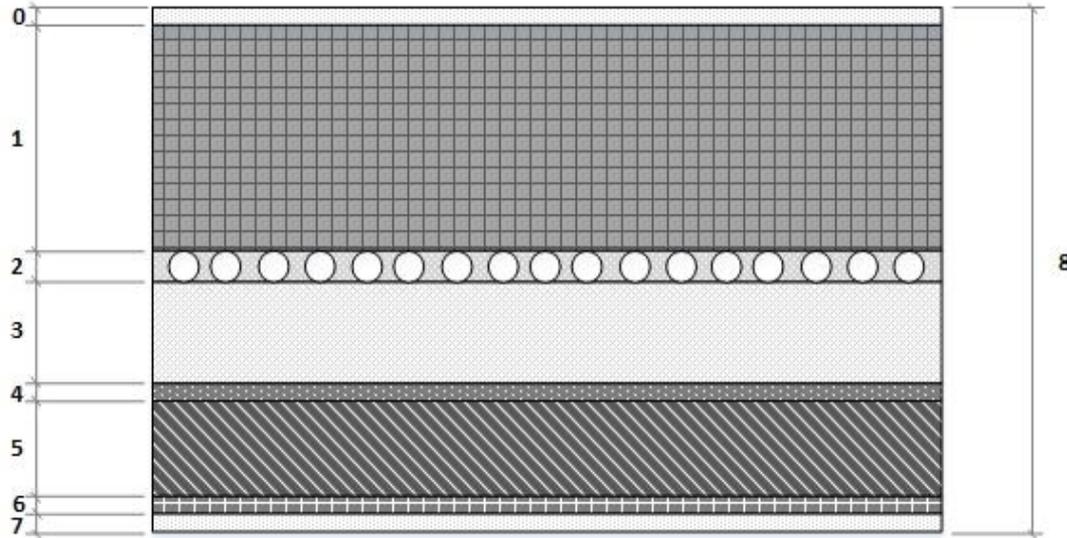
Schichtaufbau der Feldtestfassade mit aWT



	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

Schichtaufbau der Feldtestfassade mit aWT

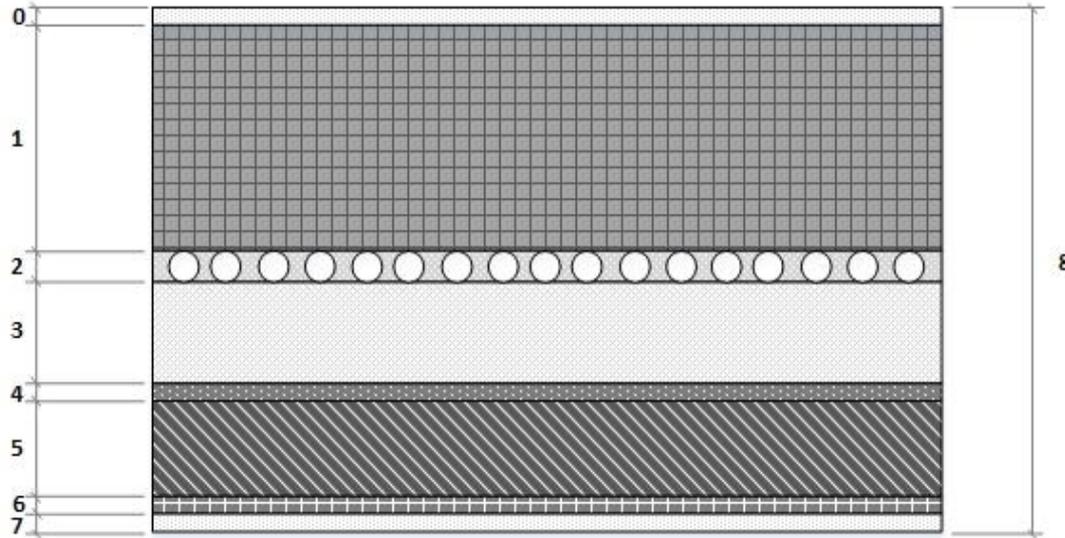


	Dicke [mm]	Name	Material
0	≈10-15	Gips-Leichtputz	Knauf MP 75 L
1	≈360	Bestandswand	Bewehrter Beton
2	≈10	Klebemörtel	Knauf SM 300
3	≈40	Kalk-Zement-Putz	Knauf LUP 222
4	≈5	Klebemörtel	Knauf SM 700
5	160	WDVS	Knauf EPS 032
6	≈5-6	Armierung	Knauf SM 700
7	≈3-4	Oberputz	Knauf SP 360
8	≈ 600	Gesamter Wandaufbau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



LEXU II: Großdemonstrator

Schichtaufbau der Feldtestfassade mit aWT

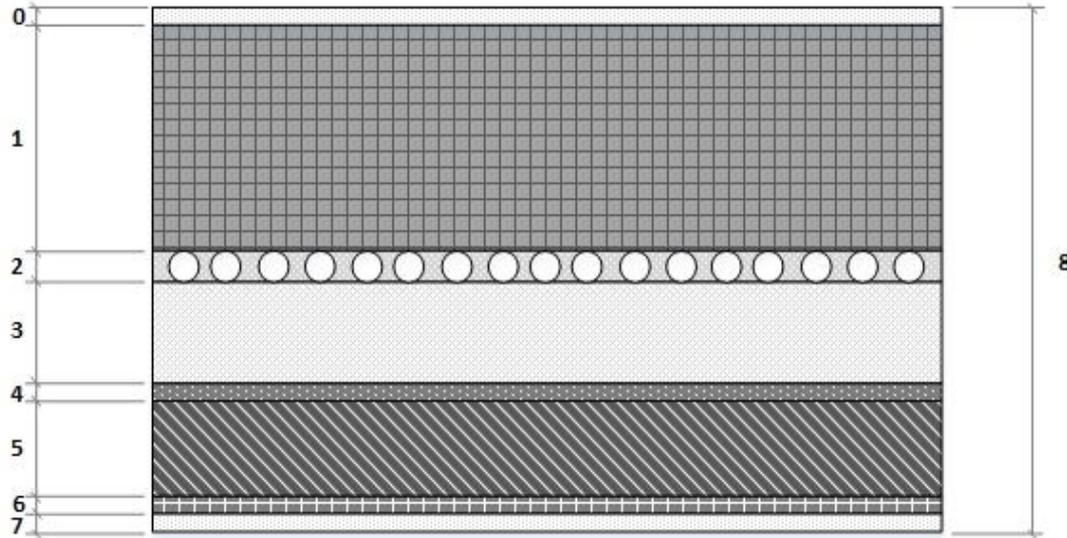


	Dicke [mm]	Name	Material
0	≈10-15	Gips-Leichtputz	Knauf MP 75 L
1	≈360	Bestandswand	Bewehrter Beton
2	≈10	Klebmörtel	Knauf SM 300
3	≈40	Kalk-Zement-Putz	Knauf LUP 222
4	≈5	Klebmörtel	Knauf SM 700
5	160	WDVS	Knauf EPS 032
6	≈5-6	Armierung	Knauf SM 700
7	≈3-4	Oberputz	Knauf SP 360
8	≈ 600	Gesamter Wandaufbau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



LEXU II: Großdemonstrator

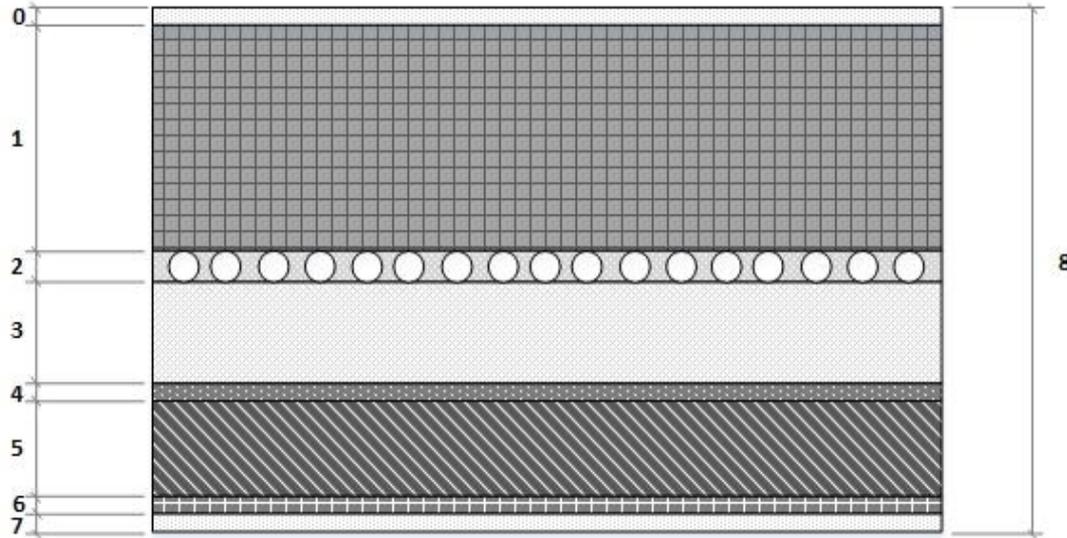
Schichtaufbau der Feldtestfassade mit aWT



	Dicke [mm]	Name	Material
0	≈10-15	<i>Gips-Leichtputz</i>	<i>Knauf MP 75 L</i>
1	≈360	<i>Bestandswand</i>	<i>Bewehrter Beton</i>
2	≈10	<i>Klebemörtel</i>	<i>Knauf SM 300</i>
3	≈40	<i>Kalk-Zement-Putz</i>	<i>Knauf LUP 222</i>
4	≈5	<i>Klebemörtel</i>	<i>Knauf SM 700</i>
5	160	<i>WDVS</i>	<i>Knauf EPS 032</i>
6	≈5-6	<i>Armierung</i>	<i>Knauf SM 700</i>
7	≈3-4	<i>Oberputz</i>	<i>Knauf SP 360</i>
8	≈ 600	<i>Gesamter Wandaufbau¹</i>	

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

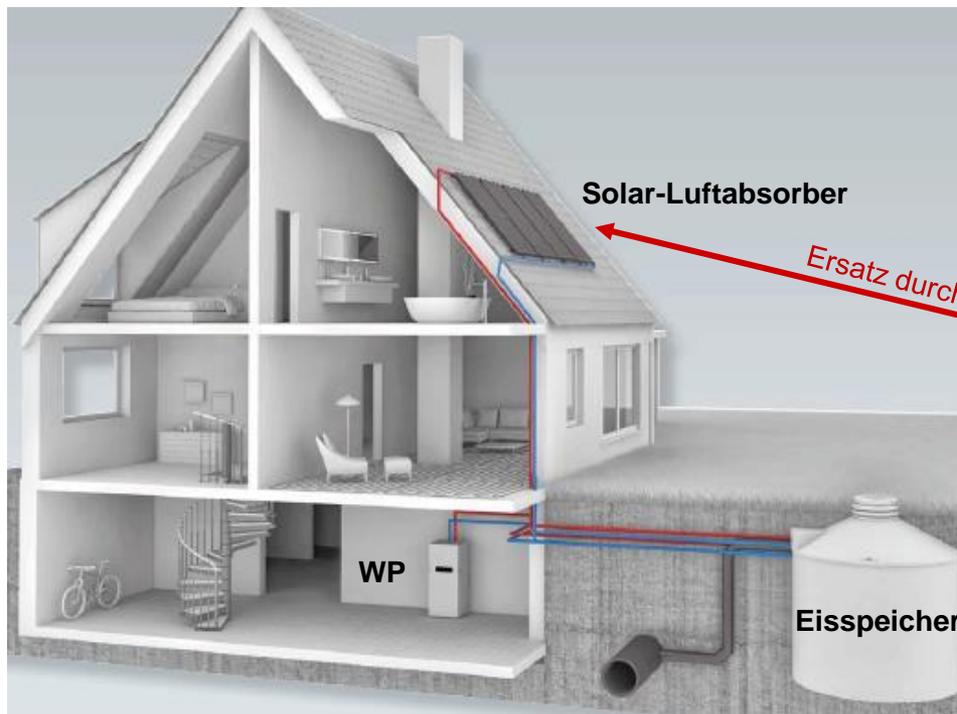


- ❖ Resultat: Dickputzsystem → Trocknung & Stabilität und Kosten

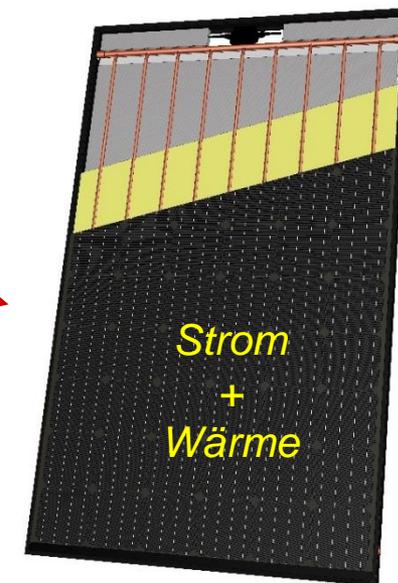
LEXU II: Großdemonstrator

❖ 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“

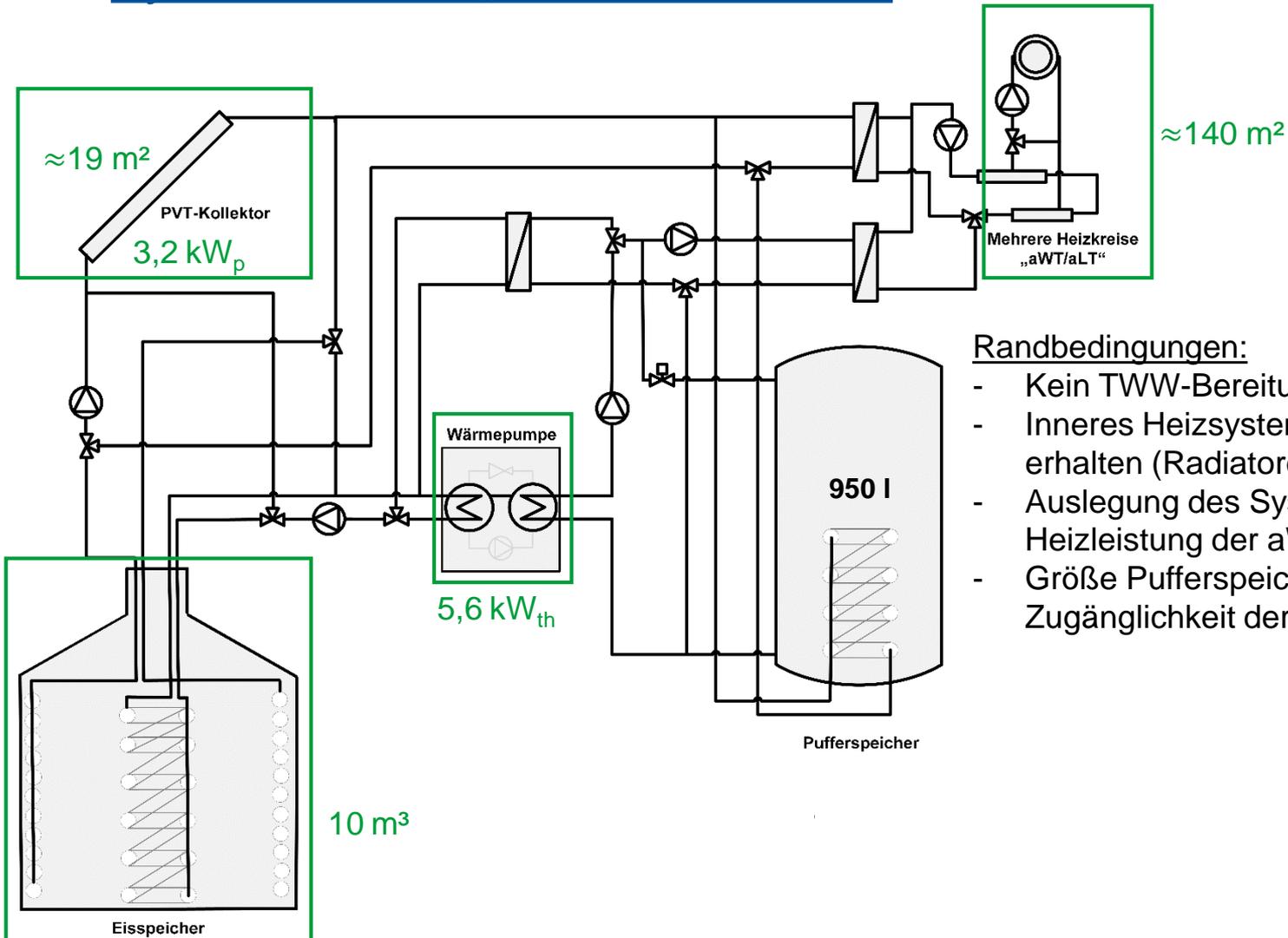


PVT-Kollektor mit rückseitiger Wärmedämmung; für LEXU II wurde diese entfernt.

Quelle: Kioto Photovoltaics GmbH, Datenblatt „Hybridmodul“

LEXU II: Großdemonstrator

Hydraulikschema „Großdemonstrator“

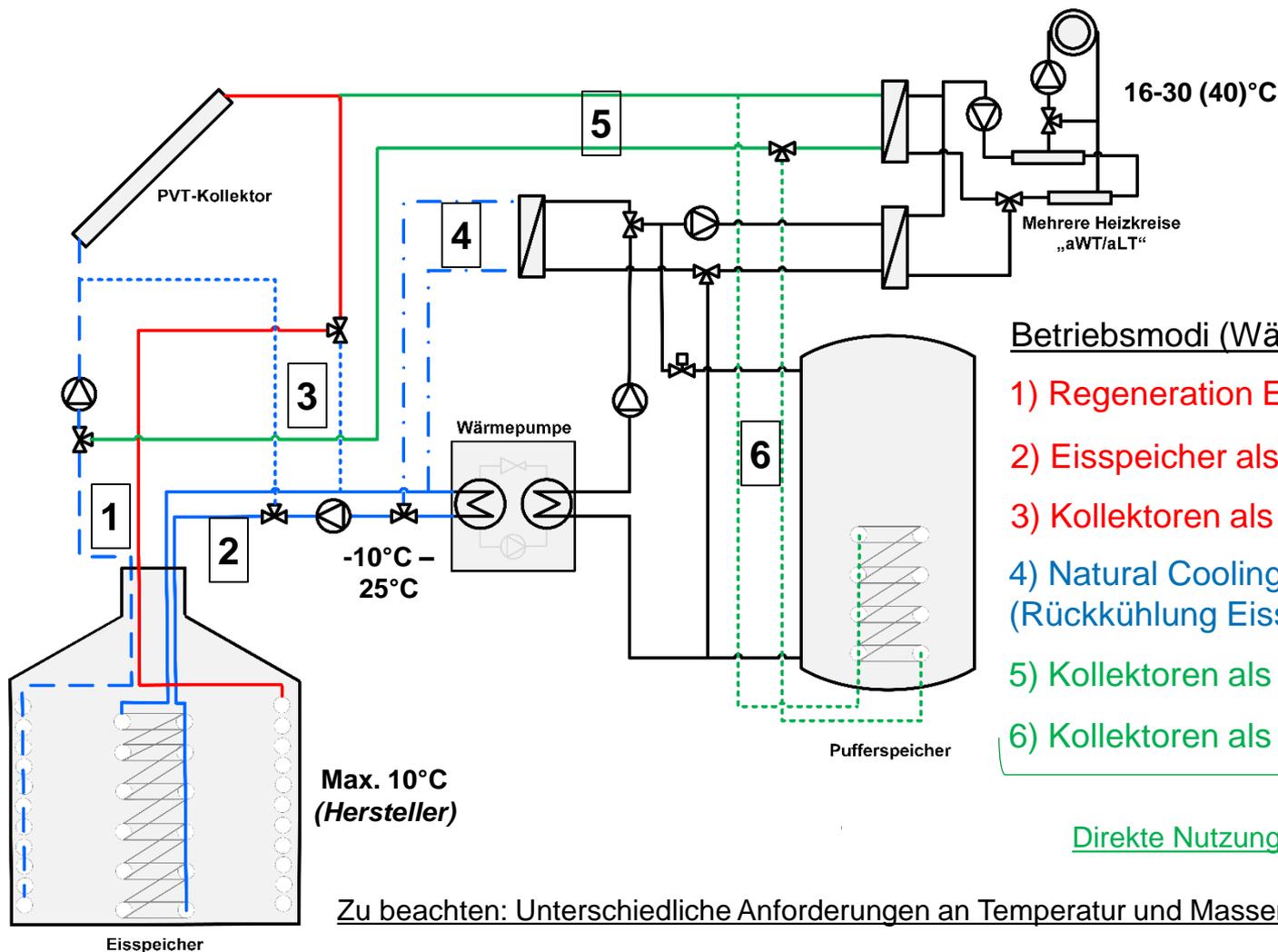


Randbedingungen:

- 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!

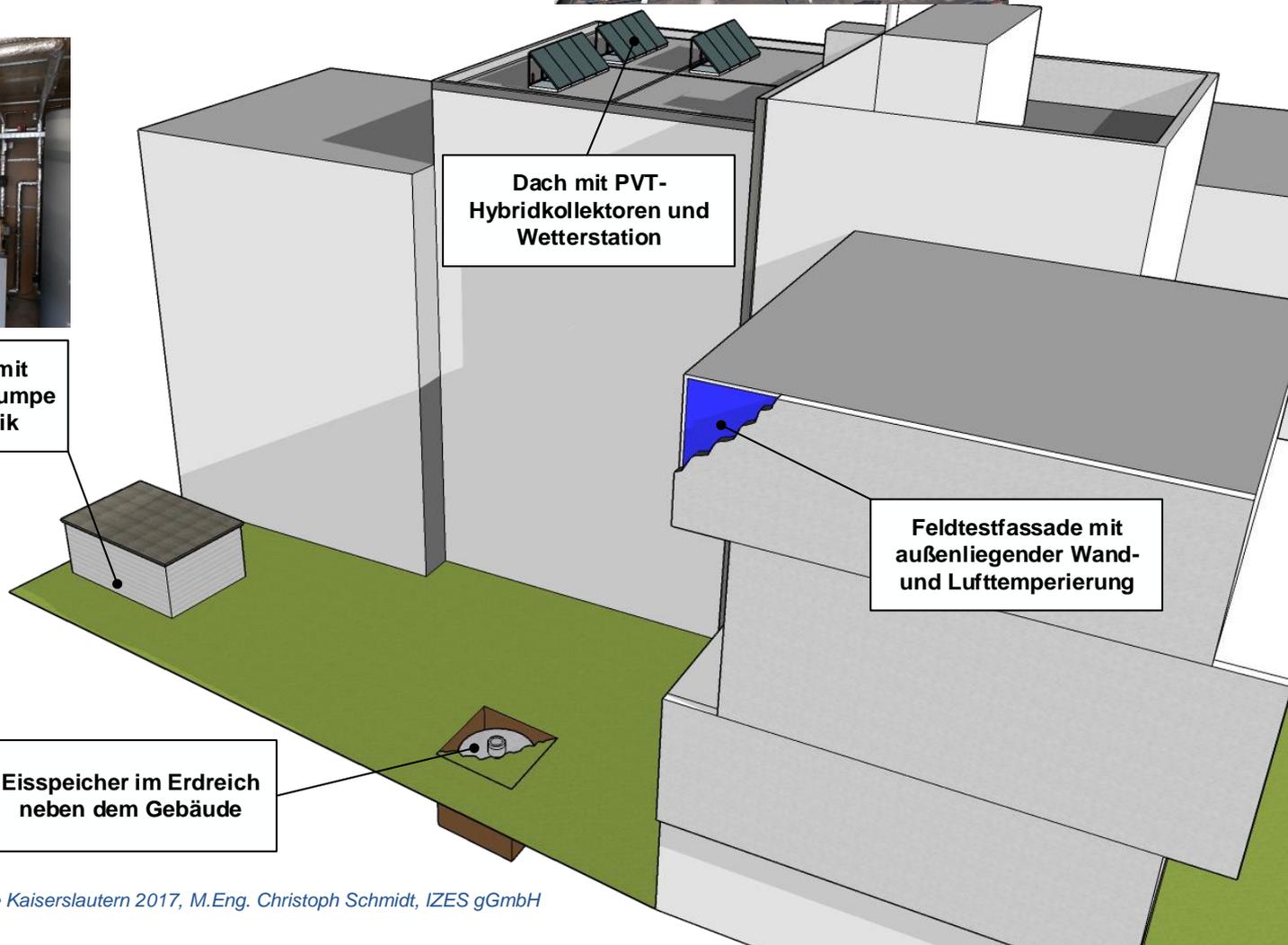
Zu beachten: Unterschiedliche Anforderungen an Temperatur und Massenstrom der Komponenten!

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) → u.a. Validierung der Modelle
 - ◆ 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
 Institut für ZukunftsEnergie- und Stoffstromsysteme  Großes entsteht immer im Kleinen.	 Kapillarrohrtechnologie für Heiz- und Kühlsysteme  KOMPETENZZENTRUM AUSBAU UND FASSADE   UNIVERSITÄT DES SAARLANDES Referat FM: Facility Management  GEFGA Energiesysteme GmbH WIDAG GbR Dr. Gerhard Luther	   HGE Ingenieur GmbH	Gefördert durch:  Bundesministerium für Wirtschaft und Energie  aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages