Thermoaktive Textilien zur Raumklimatisierung – vom Prototyp zum Demonstrator

Unter der Schirmherrschaft des
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

Prof. Dr.-Ing. Clemens Felsmann / Dipl.-Ing. Markus Arendt / Dr.-Ing. Ralf Gritzki

Dr.-Ing. Claudia Kandzia / Dr.-Ing. Markus Rösler

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Institut für Energietechnik

Professur für Gebäudeenergietechnik und Wärmeversorgung

Gefördert von der Deutschen Forschungsgemeinschaft, FE1179/2

Berlin, 22./23. März 2018

Motivation & Einführung

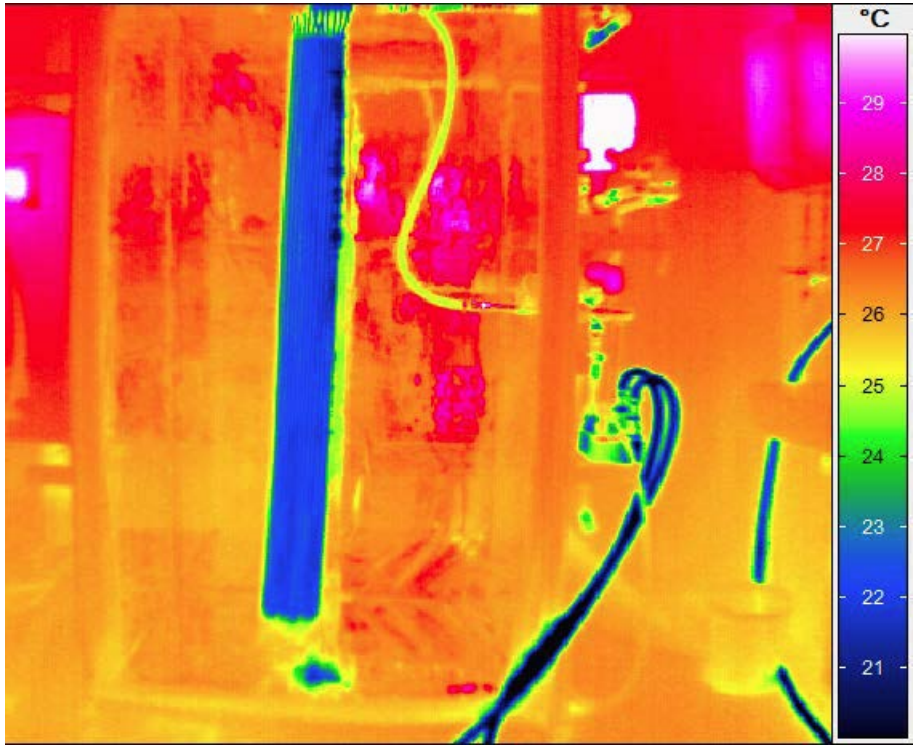
- Sehr flexible Nutzungsmöglichkeiten
  - Heizen und Kühlen
  - Leistungsvariation durch Drehen der Lamellen
- Gardine vor dem Fenster
  - Abtransport solarer Lasten
- Geringer Platzbedarf
  - Kein Raumverlust durch Heizkörper
  - Geringere Einrichtungs-einschränkungen als bei einer Fußbodenheizung

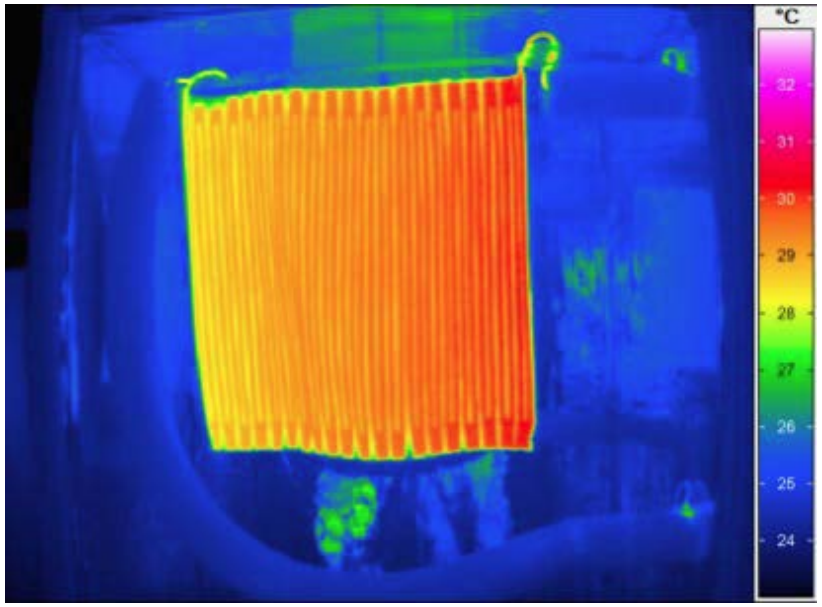
Die Fertigung der Thermoaktiven Textilien erfolgt beim Projektpartner, dem Institut für Textilmaschinen und textile Hochleistungswerkstofftechnik der TU Dresden (Prof. Dr.-Ing. habil. H. Rödel, Dipl.-Ing. A. Reich).

Untersuchungen der Prototypen

Untersuchungsmethode

- Referenzexperimente und Leistungsmessungen in einer Prüfkammer in Verbindung mit Simulationen





Quelle: [1]

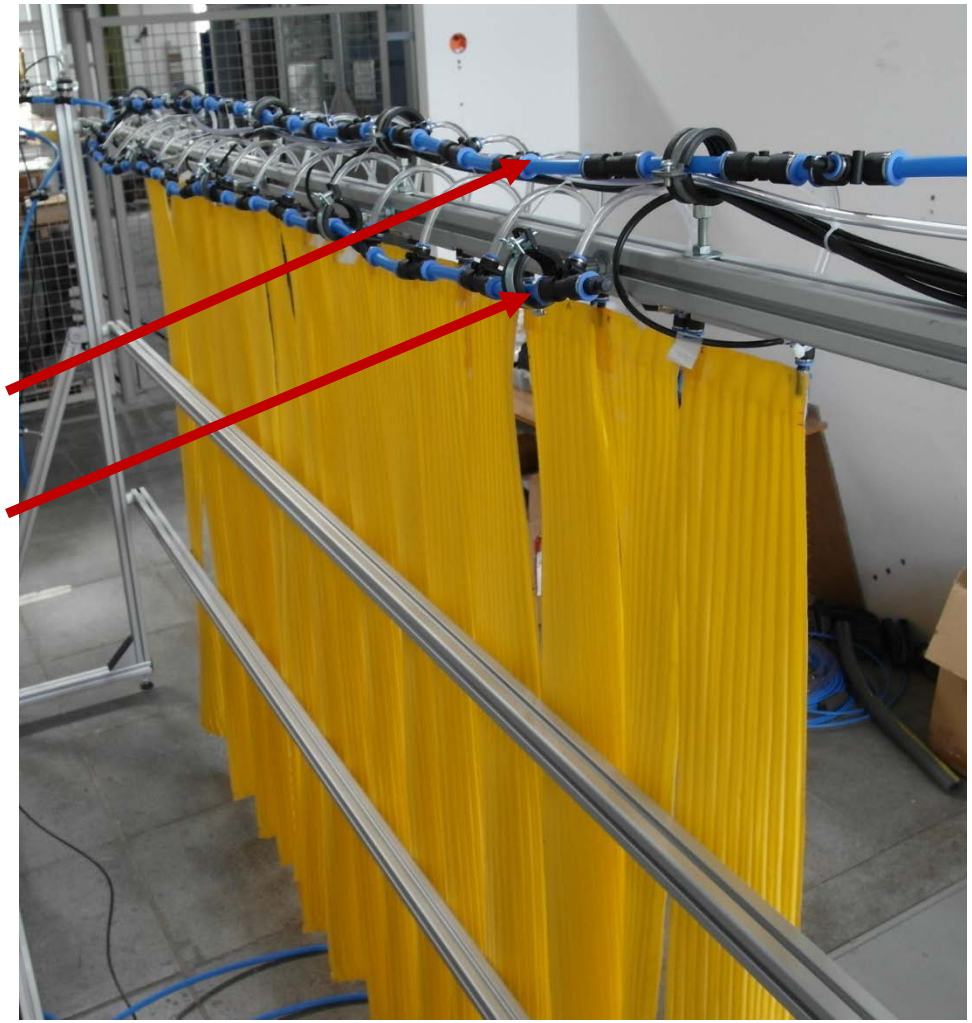
- Ergebnis: Weitestgehend sehr gute Übereinstimmung zwischen gemessenen und simulierten Kenngrößen

Aufbau der „Klimagardine“

- 16 Lamellen á 0,12 m x 1,5 m entsprechen 5,76 m² Wärmeübergangsfläche
- Verrohrung nach Tichelmann

Vorlauf

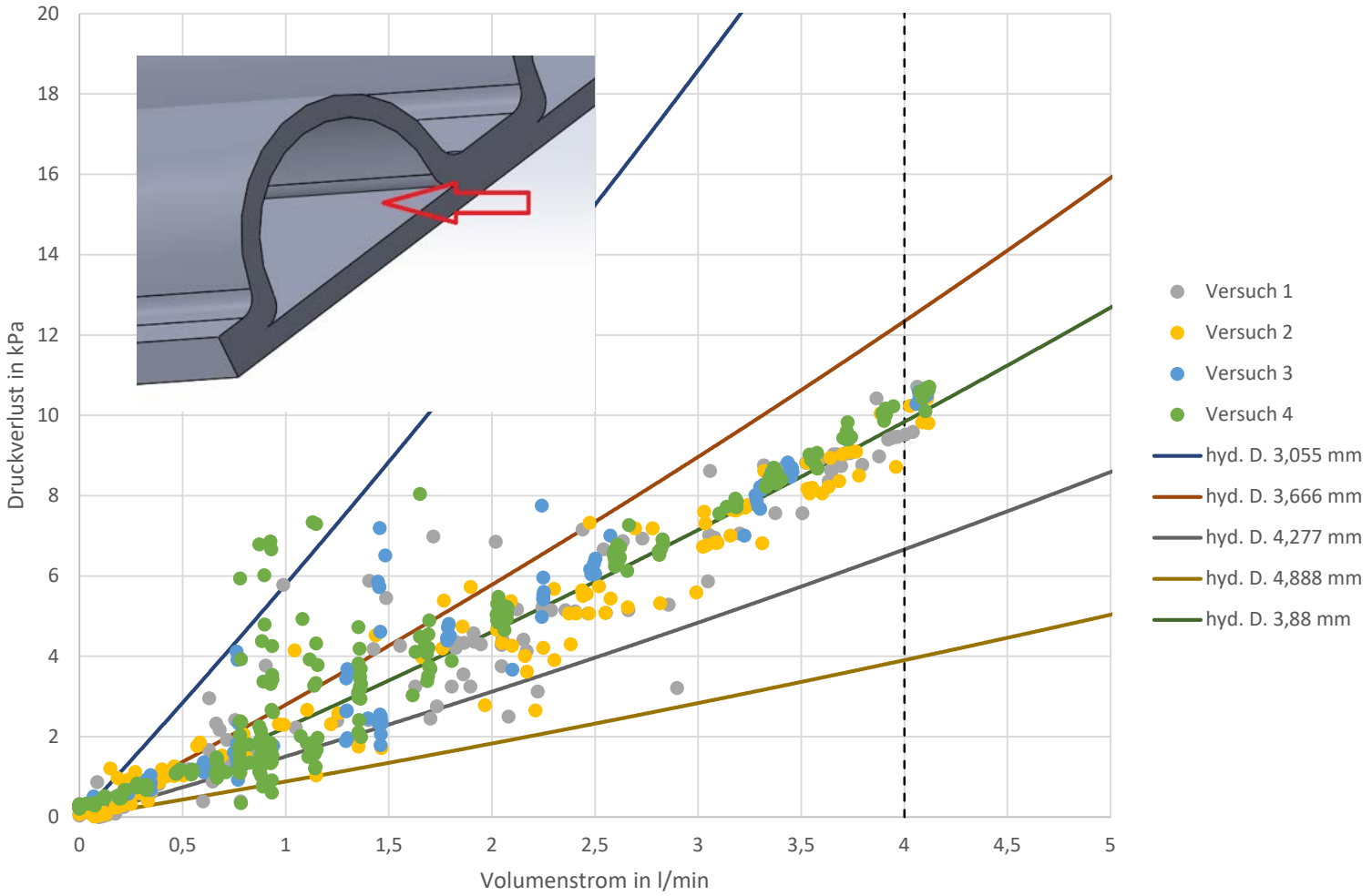
Rücklauf



Druckverlust

- Differenzdruckmessung über Gardine (Versuch 1 bis 4)
- Vereinfachte Druckverlustberechnung auf Basis von Zeta- und Rohrreibungsbeiwerten
- Messwerte passen zum berechneten mittleren hydraulischen Durchmesser von 3,9 mm
- Hydraulischer Durchmesser entspricht den gefertigten Kanalquerschnitten (Halbkreis)

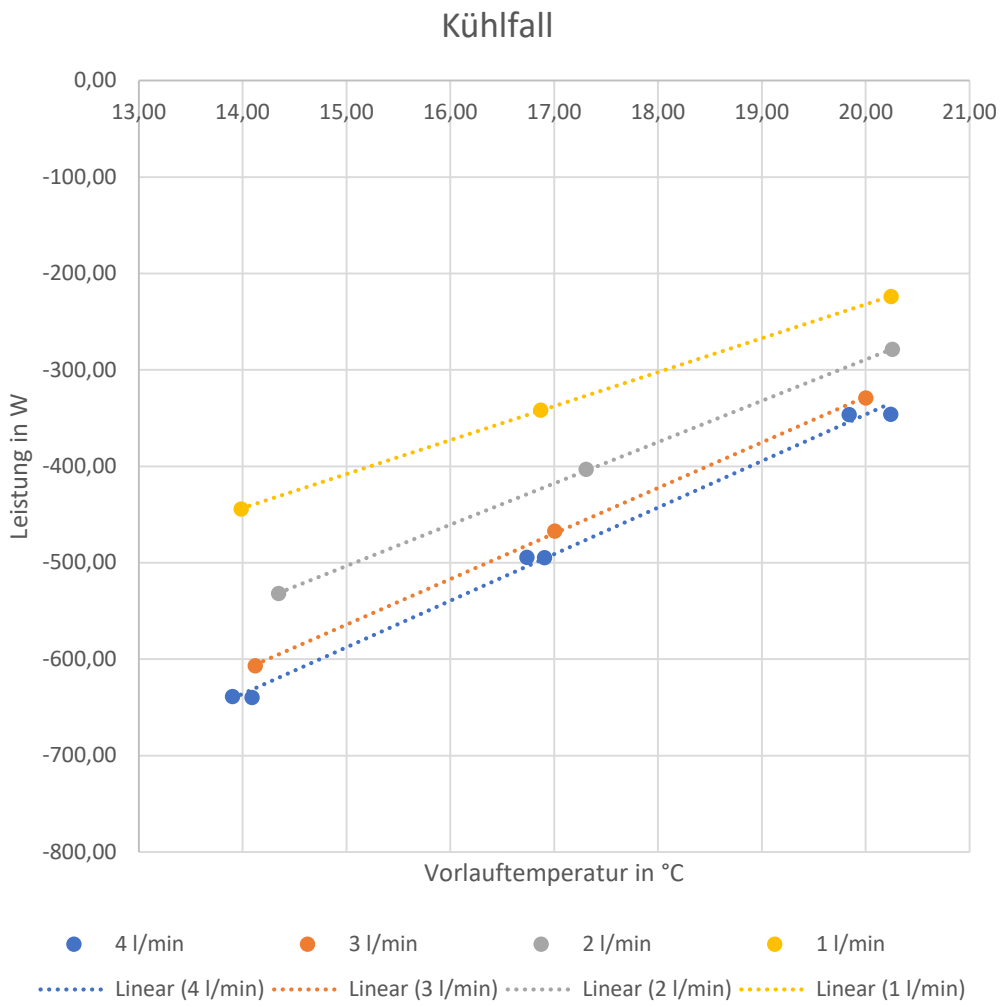
$$D_H = \frac{\pi \cdot D}{2 + \pi} \qquad D = 6{,}4\text{mm}$$

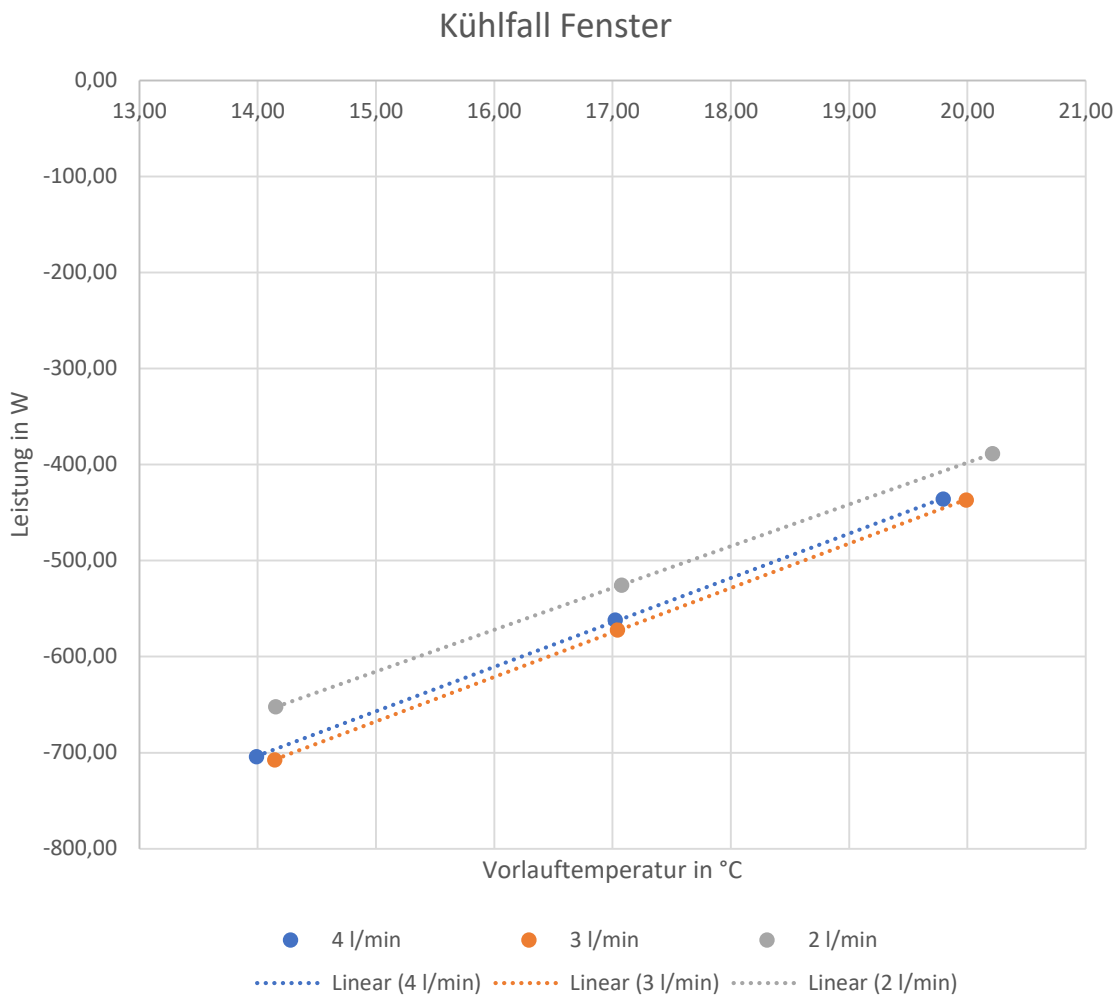


Leistungsmessungen am Demonstrator

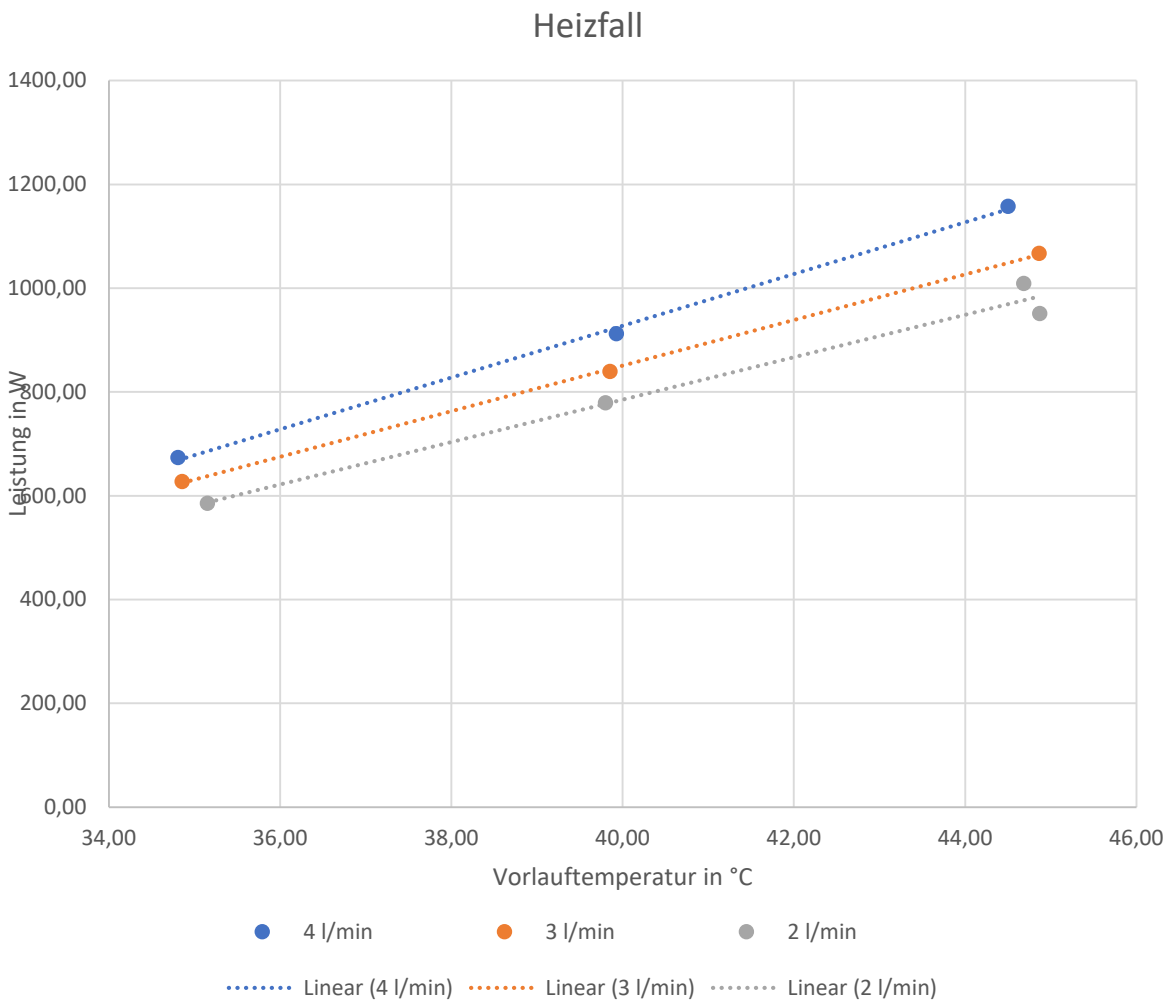
- Heizen in Anlehnung an DIN EN 442 Teil 2 (Parallele Ausrichtung)
  - Volumenströme 1 l/min, 2 l/min, 3 l/min, 4 l/min
  - Vorlauftemperaturen 35 °C, 40 °C, 45 °C
  - Wand-, Decken- und Bodentemperaturen des Klimaraums auf 19 °C
  - Wand hinter Klimagardine adiabat
- Kühlen in Anlehnung an DIN EN 16430 Teil 3 (Parallele und orthogonale Ausrichtung)
  - Volumenströme 1 l/min, 2 l/min, 3 l/min, 4 l/min
  - Vorlauftemperaturen 14 °C, 17 °C, 20 °C
  - Wand-, Decken- und Bodentemperaturen des Klimaraums auf 28 °C
- Kühlen „Fenster“ (Parallele und orthogonale Ausrichtung)
  - Volumenströme 2 l/min, 3 l/min, 4 l/min
  - Vorlauftemperaturen 14 °C, 17 °C, 20 °C
  - Wand-, Decken- und Bodentemperaturen des Klimaraums auf 24,5 °C
  - Vier Segmente bei Wand hinter Klimagardine auf 50 °C, Nachbildung der solaren Gewinne eines Fensters

Leistungsmessungen am Demonstrator





Leistungsmessungen am Demonstrator

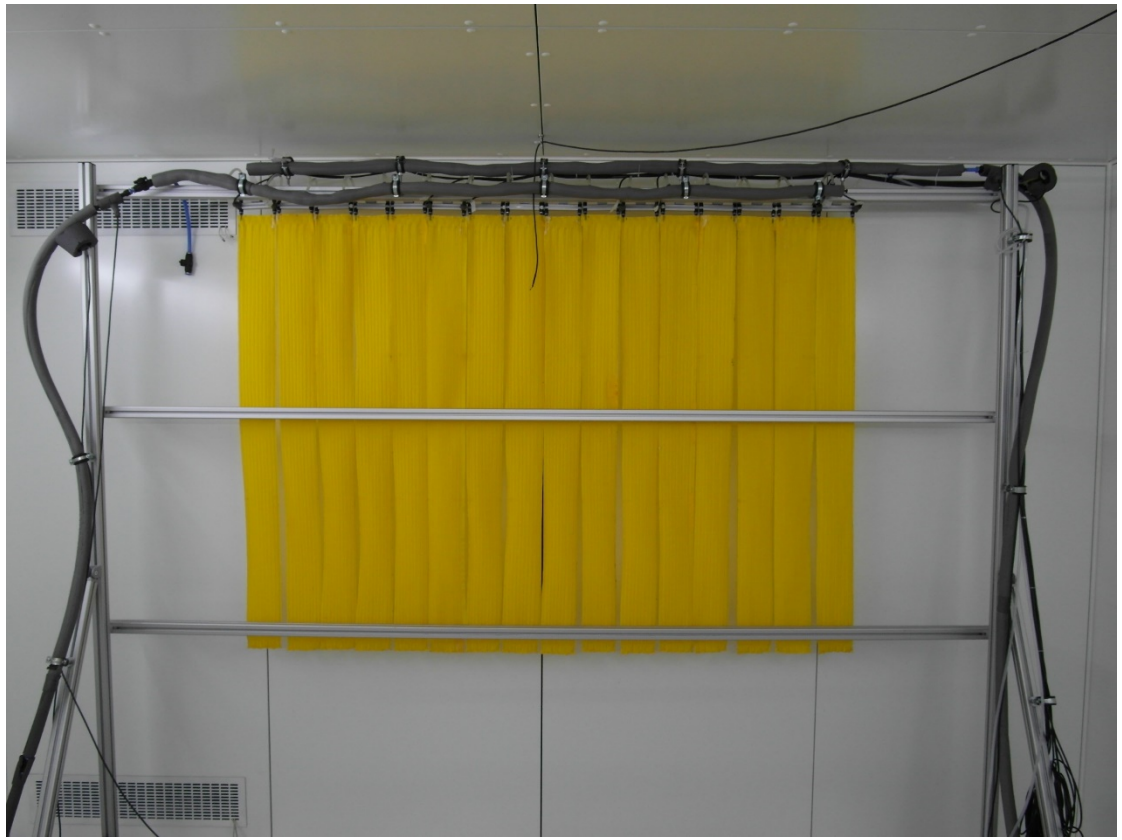


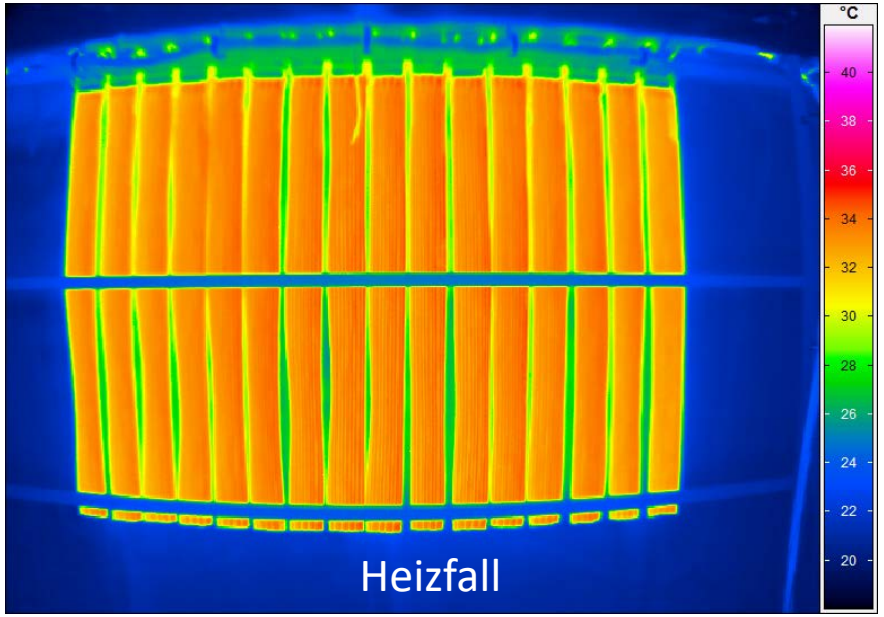
Ergebnisse der Leistungsmessungen:

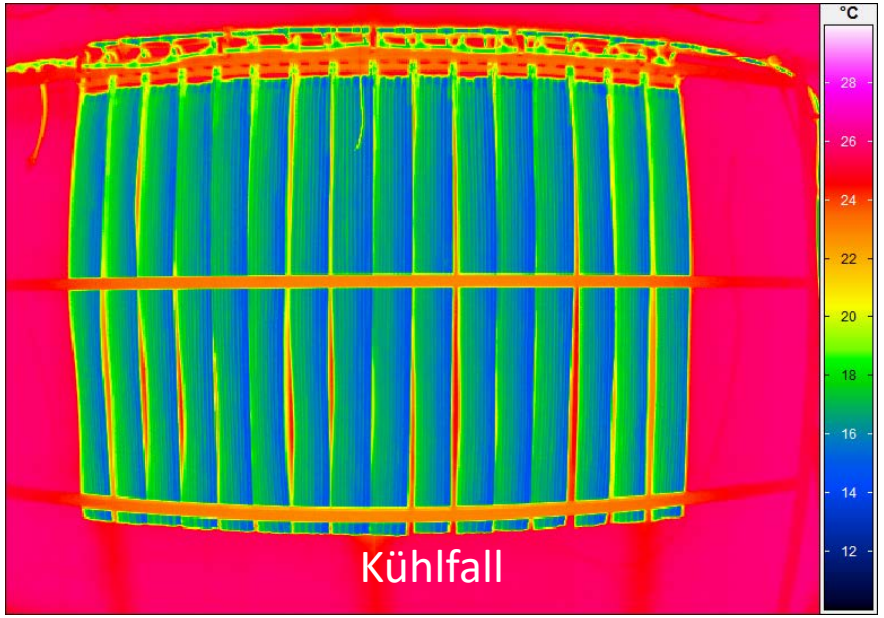
Variante	min	max
1 Heizfall	585 W (2 l/min; VL: 35 °C)	1160 W (4 l/min; VL: 45 °C)
2 Kühlfall	-279 W (2 l/min; VL: 20 °C)	-640 W (4 l/min; VL: 14 °C)
3 Kühlfall Fenster	-389 W (2 l/min; VL: 20 °C)	-707 W (3 l/min; VL: 14 °C)

Thermographieaufnahmen

Parallele Ausrichtung der Klimagardine zur dahinterliegenden Wand

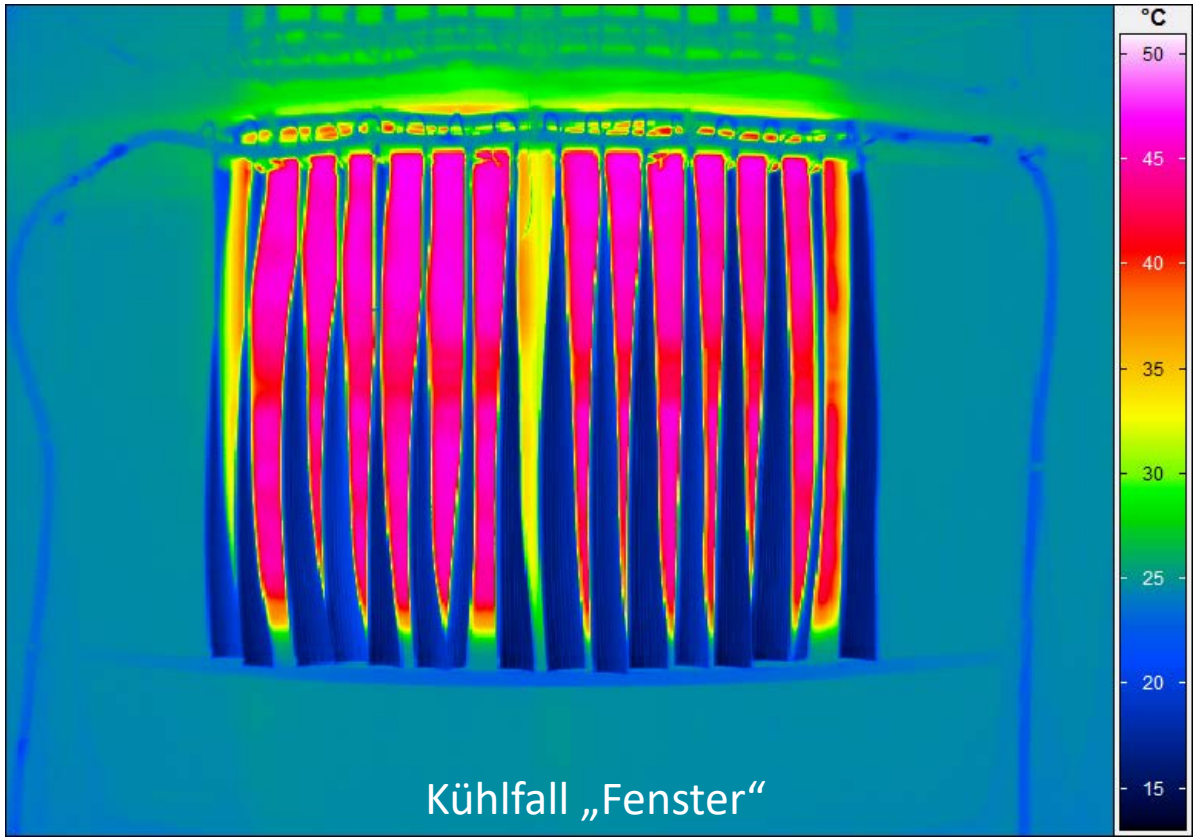




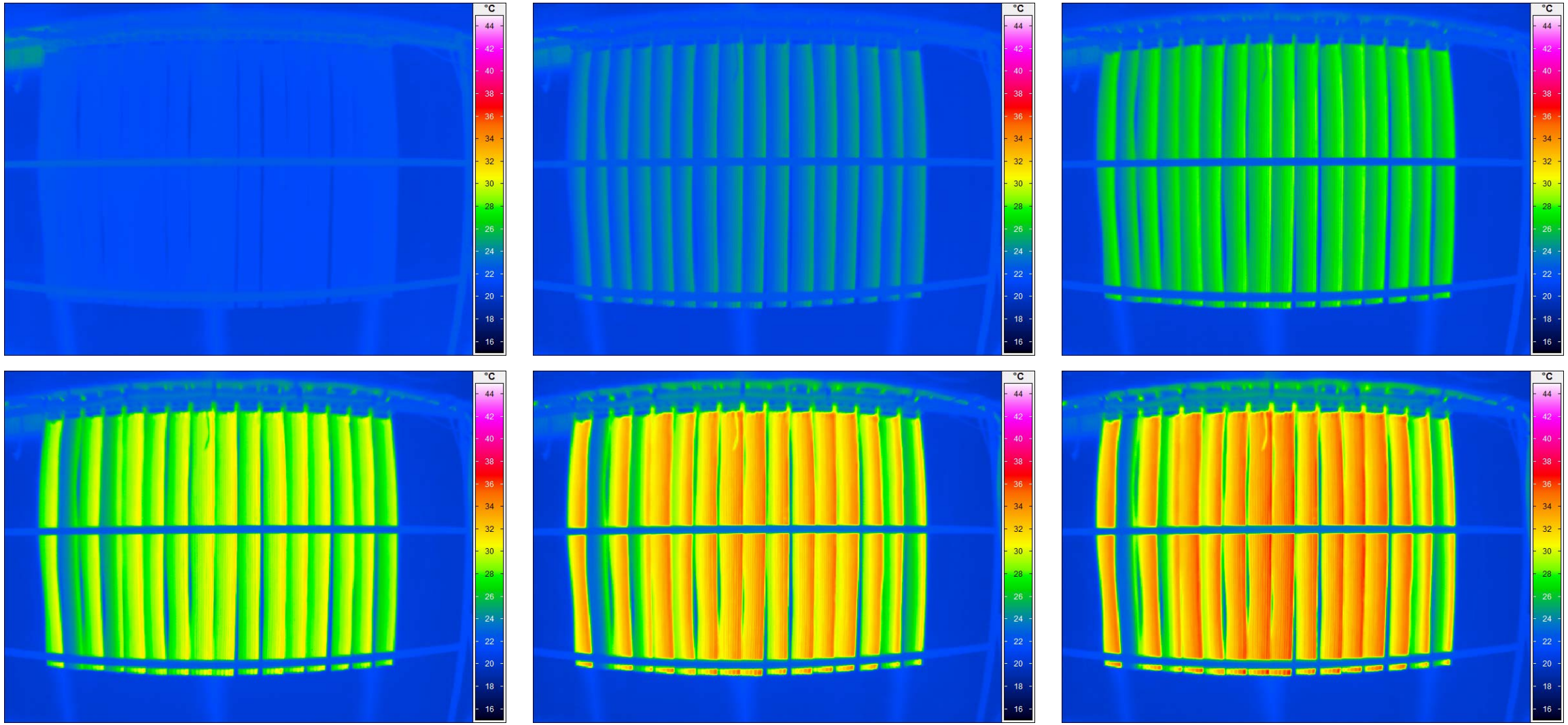


Thermographieaufnahmen

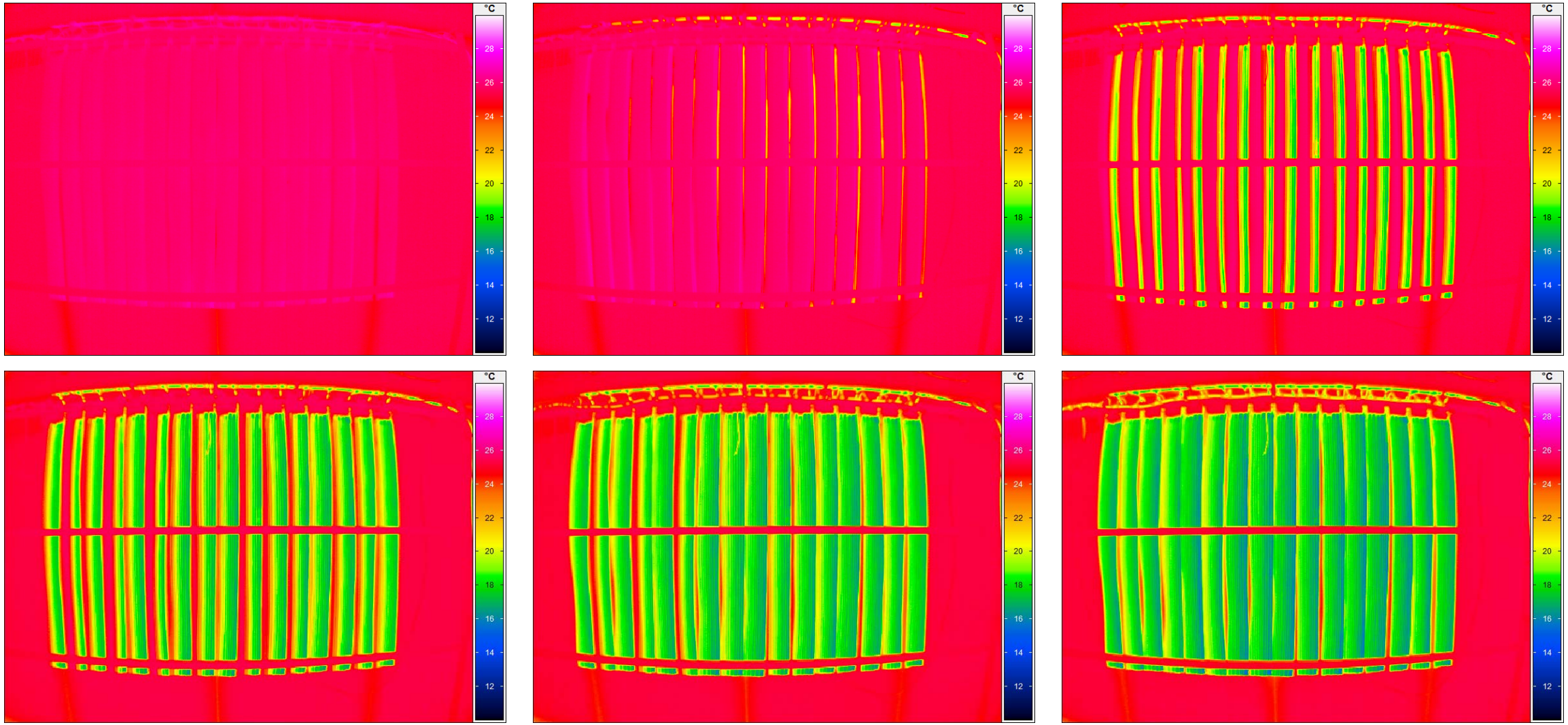
Orthogonale Ausrichtung der Klimagardine zur dahinterliegenden Wand mit beheizten „Fenster“



Thermographieaufnahmenserie (Heizfall)



Thermographieaufnahmenserie (Kühlfall)



Fazit

- Druckverluste lassen sich in guter Näherung mit einer einfachen Druckverlustberechnung beschreiben
- Erwartete Leistungswerte wurden problemlos erreicht und konnten übertroffen werden
- Thermoaktive Textilien erreichen Heizleistungswerte, um ein durchschnittliches Büro zu heizen
- Thermoaktive Textilien ermöglichen eine sommerliche Raumklimatisierung
- Thermoaktive Textilien ermöglichen eine direkte Abtransport der solaren Wärmegewinne

Ausblick

- Lamelleneigenschaften müssen weiter verbessert werden (Steifigkeit, Stabilität der Schweißnähte)
- Weitere Medienführungskonzepte innerhalb der Lamellen werden untersucht (Reduzierung des Druckverlustes, Steigerung der thermischen Leistungsabgabe)

Danksagung

Ein besondere Dank gilt Herrn Dipl.-Ing. Maximilian Beyer und Herrn Dipl.-Ing. Lars Schinke für die Unterstützung bei der Druckverlust- und thermischen Leistungsmessung.

»Wissen schafft Brücken.«

Kontakt: Dipl.-Ing. Markus Arendt
Technische Universität Dresden
Fakultät Maschinenwesen
Institut für Energietechnik
Professur für Gebäudeenergietechnik und Wärmeversorgung
markus.arendt@tu-dresden.de
0351-463-32855

Quellen

[1] R. Gritzki, C. Kandzia, M. Rösler, C. Scheer, C. Felsmann. *Simulation und experimentelle Evaluierung thermoaktiver Textilien für die energieeffiziente Heizung und Kühlung von Räumen.* Technische Universität Dresden, CESBP/BauSIM 2016