

Spezifikation: Thermo-Box

Anwendungsziel:

Verwendung als Praktikums-Versuchsaufbau zum Thema „quantitative Wärmedämmungs-Experimente“:

- Bestimmung von thermischen Eigenschaften verschiedener Materialien über Messung der Temperaturdifferenzen (und Wärmestromdichte) → Wärmeübergang und Wärmedurchgang im stationären Zustand = bei konstanter Leistung und Temperatur
 - Wärmeleitfähigkeit (λ) [$\text{W}/(\text{m K})$]
 - Wärmeübergangskoeffizient (α) [$\text{W}/(\text{m}^2 \text{K})$]
 - Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) [$\text{W}/(\text{m}^2 \text{K})$]
- Bestimmung von thermischen Eigenschaften verschiedener Materialien über Messung der Temperaturen, Phasenverschiebung und Dämpfung → dynamische Messung = periodische Heizung
 - Temperaturleitwert (a) [m^2/s]
 - spezifische Wärmekapazität (c) [$\text{J}/(\text{kg K})$]

Spezifikationen der Thermo-Box (Muss-Anforderungen):

- Wichtige Eigenschaften der Thermo-Box:
 - Transportabel
 - Luftdicht verschlossen und isoliert
- Folgende Messwerte werden direkt (und indirekt) gemessen und erfasst:
 - Leistung der Heizung [W]
 - Energie [Wh]: Leistungsprofil über die Zeit
 - Temperaturen und Temperaturdifferenzen [$^{\circ}\text{C}$]: Innenraumtemperatur, Umgebungstemperatur, Wandinnen- und Wandaußentemperatur
 - Wärmestromdichte [W/m^2]
- Gehäuse:
 - Größe: ca. $40 \times 40 \times 40 \text{ cm}^3$ bzw. mit Sockel: ca. $40 \times 40 \times 55 \text{ cm}^3$ (B x T x H)
 - Material: mechanisch stabiles Holz (z.B. MDF) mit Isolation innen
 - 5 fixierte Wände: Boden, Decke, 3 Seitenwände
 - 1 austauschbare Seitenwand (Frontwand) = Testwand
 - Befestigungsmechanismus für austauschbare Wand
 - Fixe Verkabelung der Heizung und Sensoren
 - Frontplatte mit Anzeige, Buchsen und Schalter

- Austauschbare Frontwand: Testwand
 - Lichte / nicht-isolierte Fläche (ohne Rahmen): ca. 30x30 cm²
 - Wanddicke: kann zwischen verschiedenen Varianten zwischen 1 cm (Einfachglas) bis zu 3 cm (Beton mit Dämmung) variieren
 - 3 Wände-Varianten:
 - Beton (z.B. UHPC, alternativ: Steinplatte)
 - Holz
 - Beton mit Dämmung außen
 - zusätzlicher Temperatursensor zwischen Beton und Dämmung
 - 3 Verglasungs-Varianten:
 - Einfach
 - Doppelt mit Luft
 - Doppelt mit Edelgas (Isolierverglasung) oder Sonnenschutz/Wärmeschutz (low-e)
 - Alle Varianten mit bekannter Wärmeleitfähigkeit
 - Fixer Holzrahmen für jede Variante
 - Rahmen mit Befestigungsmechanismus und Abdichtung (z.B. mit Fugenband)
 - Alle Sensoren fest verbaut
- Wärmeversorgung:
 - Elektrisches Heizelement (z.B. Heizfolie), fest installiert
 - Heizleistung: Erreichung stationärer Zustand = konstante Wandtemperaturen innen und außen innerhalb von 30 min bei allen Wand-Varianten (Innenraumtemperatur: 60 °C)
 - Heizungsregelung:
 - konstante Leistung einstellbar
 - Regelung der Heizleistung auf konstante Rauminnentemperatur (+- 0,1 °C)
 - Manuell: An/Aus-Schalter
 - Sicherheitsfunktion: automatische Ausschaltung bei Maximaltemperatur
 - Leistungsmesser + Energiezähler
 - Ventilator für homogene Temperaturverteilung, mit An/Aus-Schalter
 - Abschirmung der Heizelemente zur Vermeidung Wärmestrahlung auf Testwand
 - Kippschalter für Lüftung und Heizung (getrennt)
- Sensoren:
 - Temperatursensoren:
 - 2 Temperatursensoren für Innenraumtemperatur
 - 1 Temperatursensor für Umgebungstemperatur
 - 4 Temperatursensoren für Wandinnentemperatur und Wandaußentemperatur (siehe Skizze): fest an austauschbarer Wand/Verglasung befestigt
 - Ausnahme: zusätzlicher Temperatursensor zwischen Beton und Dämmung
 - Insgesamt 25 Sensoren pro Box (6 Varianten x 4 Sensoren + 1)

- Wärmeflussensor an Einfachverglasung (zentral platziert)
- Datenerfassung:
 - z.B. mit Messkarte
 - Datenauswertung mittels Software (z.B. LabVIEW)
 - 1 Laptop pro Modell mit installierter Software
- Gestell/Koffer für Aufbewahrung der austauschbaren Wände/Verglasungen, Zubehör etc.

Skizze Seitenansicht mit Komponenten und Sensoren:

