

# WL 440

## Freie und erzwungene Konvektion



### Lerninhalte / Übungen

- freie und erzwungene Konvektion
- Wärmeübergänge an unterschiedlichen Geometrien berechnen
  - ▶ flache Platte
  - ▶ Zylinder
  - ▶ Rohrbündel
- experimentelle Bestimmung der Nusseltzahl
- typische Kenngrößen der Wärmeübertragung berechnen
  - ▶ Nusseltzahl
  - ▶ Reynolds-Zahl
- Zusammenhang zwischen Strömungsbildung und Wärmeübertragung im Versuch untersuchen
- instationären Vorgang des Aufheizens beschreiben
- GUNT E-Learning
  - ▶ multimedialer online Lehrgang, der zeit- und ortsunabhängiges Lernen ermöglicht
  - ▶ Zugang über Internetbrowser
  - ▶ Lernsoftware mit verschiedenen Lernmodulen
  - ▶ Grundlagenlehrgang
  - ▶ detaillierte themenbezogene Lehrgänge
  - ▶ Kontrolle durch gezielte Überprüfung der Lerninhalte
  - ▶ Autorensystem mit Editor zur Integration eigener, lokaler Inhalte in die Lernsoftware

Kompletter Versuchsaufbau mit einem PC zur Steuerung und Bedienung und beliebig vielen Arbeitsplätzen mit GUNT-Software zur Beobachtung und Auswertung der Versuche.

### Beschreibung

- freie und erzwungene Konvektion am Beispiel verschiedener Heizelemente
- **Netzwerkfähigkeit: Zugriff auf laufende Versuche von beliebig vielen externen Arbeitsplätzen**
- **GUNT-Software: Bedienung des Versuchsgerätes, Datenerfassung und Lernsoftware**
- **E-Learning: Multimedia-Lehrmaterial online verfügbar**

Konvektion gehört zu den drei Grundformen der Wärmeübertragung. Es findet ein stoffgebundener Wärmetransport statt. Bei Konvektion ist das Fluid in Bewegung.

WL 440 bietet Grundlagenversuche für einen gezielten Unterricht zum Thema freie und erzwungene Konvektion an verschiedenen Heizelementen. Im Fokus des Versuchsgeräts steht ein vertikaler Luftkanal, in den verschiedene Heizelemente eingesetzt werden.

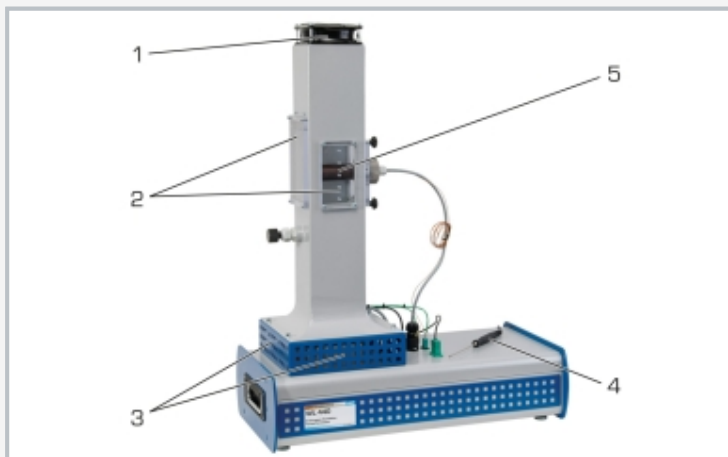
Oben auf dem Luftkanal befindet sich ein Axialgebläse. Das Gebläse saugt Umgebungsluft an und fördert diese durch den Luftkanal. Die Luft strömt an einem Heizelement vorbei und nimmt dabei Wärme auf. Vier Heizelemente mit unterschiedlicher Geometrie stehen zur Auswahl. Zur Untersuchung der freien Konvektion können zwei der vier Heizelemente außerhalb des Luftkanals betrieben werden. Die Heizelemente sind so gestaltet, daß sie ausschließlich an ihrer Oberfläche die Wärme abgeben. Durch die kompakte Bauform wird ein schnelles Aufheizen und kurze Versuchsdauer erreicht.

Das Versuchsgerät ist am Ein- und Austritt des Luftkanals mit Temperaturenaufnehmern ausgestattet. Um den Durchfluss der Luftströmung zu ermitteln, wird die Luftgeschwindigkeit gemessen. Heizleistung und Durchfluss werden über die Software eingestellt und angezeigt.

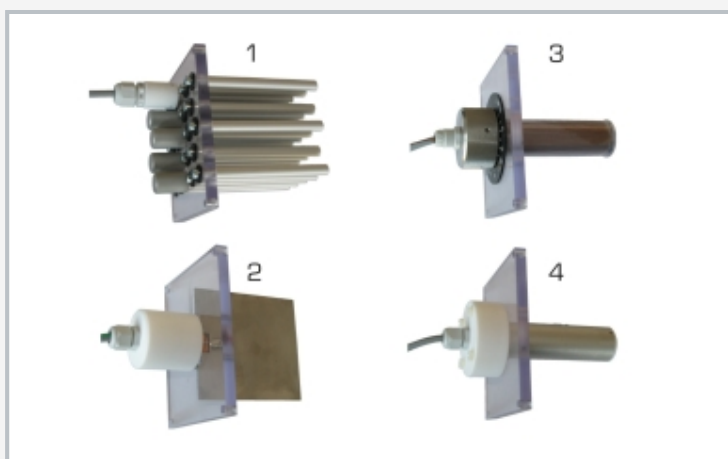
Die mikroprozessorgestützte Messtechnik befindet sich gut geschützt im Gehäuse. Die GUNT-Software besteht aus Software zur Anlagenbedienung und zur Datenerfassung und einer Lernsoftware. Die Lernsoftware trägt in hohem Maße durch erklärende Texte und Abbildungen zum Verständnis der theoretischen Grundlagen bei. Die Bedienung und Steuerung des Versuchsgerätes erfolgt über einen PC (nicht im Lieferumfang enthalten) verbunden über eine USB-Schnittstelle. Zur Beobachtung und Auswertung der Versuche können über LAN-/WLAN-Verbindung beliebig viele Arbeitsplätze mit der GUNT-Software über nur eine Lizenz genutzt werden.

# WL 440

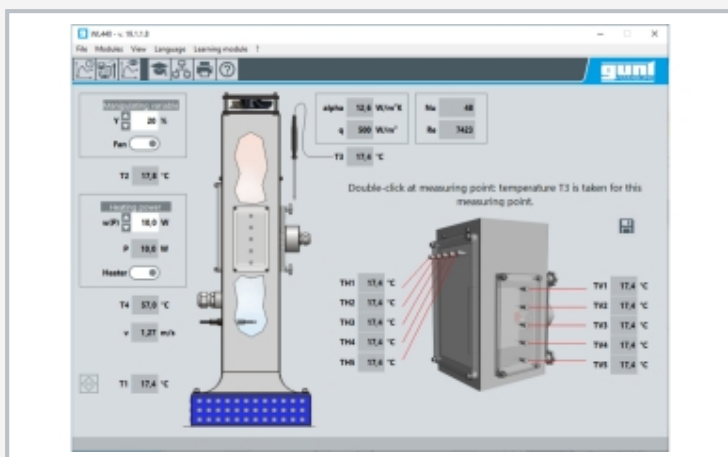
## Freie und erzwungene Konvektion



1 Gebläse, 2 Fenster, 3 Luftertritt, 4 Handmesssonde für Temperatur, 5 Heizelement



Verschiedene Heizelemente zum Austausch: 1 Rohrbündel, 2 ebene Platte, 3 Zylinder mit Heizfolie zur Untersuchung des lokalen Wärmeübergangs, 4 Zylinder mit einheitlicher Oberflächentemperatur



Bedienoberfläche der leistungsfähigen GUNT-Software, Versuch mit ebener Platte

### Spezifikation

- [1] Bestandteil der GUNT-Thermoline: Grundlagen der Wärmeübertragung
- [2] Wärmeübertragung im Luftkanal durch erzwungene Konvektion untersuchen
- [3] freie Konvektion untersuchen
- [4] Luftkanal mit Axialgebläse
- [5] 4 Heizelemente mit unterschiedlicher Geometrie
- [6] stufenlos einstellbare Heizleistung und Gebläseleistung
- [7] Anzeige von Temperaturen, Heizleistung und Luftgeschwindigkeit in der Software
- [8] durch integrierte mikroprozessorgesteuerte Instrumentierung werden keine Zusatzgeräte mit fehleranfälliger Verkabelung benötigt
- [9] Funktionen der GUNT-Software: Bedienung, Datenerfassung und Lernsoftware
- [10] Netzwerkfähigkeit: LAN/WLAN-Anbindung beliebig vieler, externer Arbeitsplätze mit GUNT-Software zur Versuchsbeobachtung und Auswertung
- [11] E-Learning: online Multimedia-Lehrmaterial
- [12] GUNT-Software zur Datenerfassung über USB unter Windows 10

### Technische Daten

#### Luftkanal

- Strömungsquerschnitt: 120x120mm
- Höhe: ca. 0,6m

#### Heizelemente, Temperaturbegrenzung: 90°C

- Rohrbündel
  - ▶ Anzahl der Rohre: 23
  - ▶ 1 Rohr beheizt, Position variabel
  - ▶ Heizleistung: 20W
  - ▶ Wärmeübertragungsfläche: 31,41cm<sup>2</sup>
- Zylinder mit einheitlicher Oberflächentemperatur
  - ▶ Heizleistung: 20W
  - ▶ Wärmeübertragungsfläche: 111cm<sup>2</sup>
- Platte
  - ▶ Heizleistung: 40W
  - ▶ Wärmeübertragungsfläche: 2x 100cm<sup>2</sup>
- Zylinder mit Heizfolie zur Untersuchung des lokalen Wärmeübergangs
  - ▶ Heizleistung: 40W
  - ▶ Wärmeübertragungsfläche: 111cm<sup>2</sup>

#### Axialgebläse

- max. Durchfluss: 500m<sup>3</sup>/h
- max. Druckdifferenz: ca. 950Pa
- Leistungsaufnahme: 90W

#### Messbereiche

- Luftgeschwindigkeit: 0...10m/s
- Temperatur: 4x 0...325°C
- Heizleistung: 0...50W

230V, 50Hz, 1 Phase  
 230V, 60Hz, 1 Phase; 120V, 60Hz, 1 Phase  
 UL/CSA optional  
 LxBxH: 670x350x880mm; Gewicht: ca. 25kg

### Für den Betrieb erforderlich

PC mit Windows

### Lieferumfang

Versuchsgerät; 1 GUNT-Software + USB-Kabel; 1 Satz didaktisches Begleitmaterial