

Thermoline

Grundlagen der Wärmeübertragung

Didaktisches Gesamtkonzept für einen gezielten Unterricht zu den Grundlagen der Wärmeübertragung.

- präzise Messungen
- softwaregesteuert
- Lernsoftware

Die Serie für den leichten Einstieg in eine komplexe Thematik.



Didaktisches Gesamtkonzept

Wärmeübertragung zwischen Stoffen erfolgt immer dann, wenn zwischen diesen Stoffen eine Temperaturdifferenz besteht. Im Alltag tritt dieser Effekt ständig auf.

Grundsätzlich gibt es drei Formen der Wärmeübertragung:

Konvektion
beschreibt die Wärmeübertragung in strömenden Flüssigkeiten oder Gasen

Wärmeleitung
beschreibt die Wärmeübertragung innerhalb eines Feststoffes oder eines ruhenden Fluides

Wärmestrahlung
beschreibt die Wärmeübertragung durch elektromagnetische Strahlung

Bei der Übertragung von Wärme treten die verschiedenen Wärmeübertragungsformen oft zusammen auf. Die Abbildung der Feuerstelle zeigt alle Wärmeübertragungsformen an einer einzigen Wärmequelle.

Zur Betrachtung einzelner Wärmeübertragungsformen sind spezielle Versuchsaufbauten erforderlich.

Die Thermoline ermöglicht Versuche zur isolierten Betrachtung der verschiedenen Wärmeübertragungsformen und schafft damit das

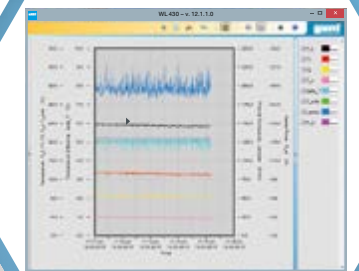
erforderliche Grundlagenwissen thermischer Energieübertragung.

Mit unserem didaktisch wertvollen Gesamtkonzept helfen wir Ihnen, die Grundlagen der Wärmeübertragung gezielt zu unterrichten.

Um die thermischen Vorgänge bei den verschiedenen Wärmeübertragungsformen zu visualisieren, ist unsere innovative und leistungsstarke Software integraler Bestandteil der Geräteserie.

Die Software ermöglicht eine einzigartige Form der Darstellung und begleitet Studenten bei der Durchführung und Auswertung der Versuche. Die Software hilft gezielt, eine Verknüpfung zwischen Praxis und Theorie herzustellen.

Zur Vervollständigung unseres didaktischen Gesamtkonzeptes beinhaltet jedes Versuchsgerät der Thermoline eine multimediale Lernsoftware. Diese unterstützt die Studenten bei den Vor- und Nachbereitungen der Versuche. Die Lernsoftware ermöglicht selbstständiges Lernen der theoretischen Grundlagen und trägt durch erklärende Texte, Abbildungen und bewegte Bilder zum Verständnis der Thematik bei.



Die Verbindung von Theorie und Praxis schafft die Grundlage zum Verstehen komplexer technischer Zusammenhänge.



Thermoline: Mechanismen zur Wärmeübertragung



WL 420 Wärmeleitung in Metallen



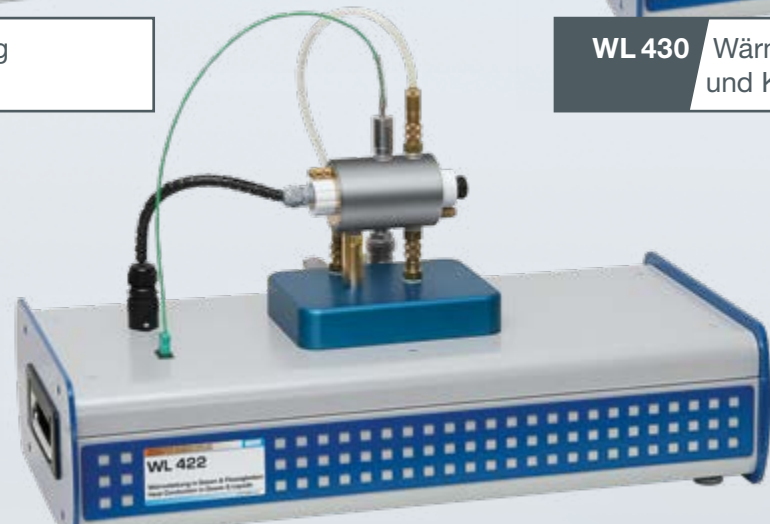
WL 430 Wärmeleitung und Konvektion



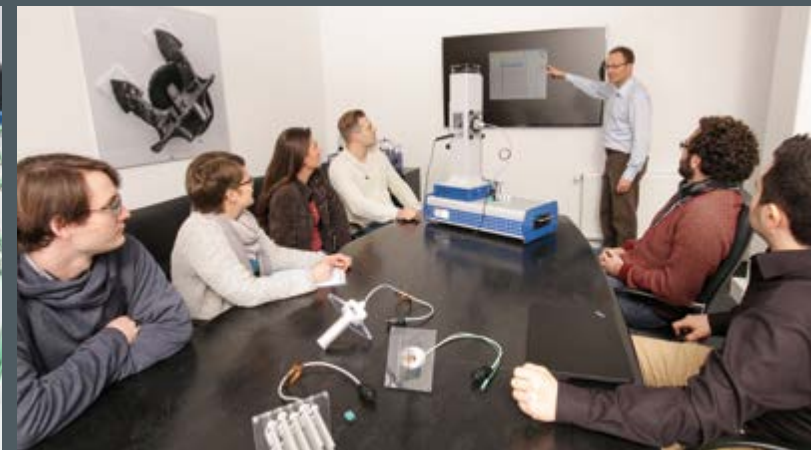
WL 440 Freie und erzwungene Konvektion



WL 460 Wärmeübertragung durch Strahlung



WL 422 Wärmeleitung in Fluiden

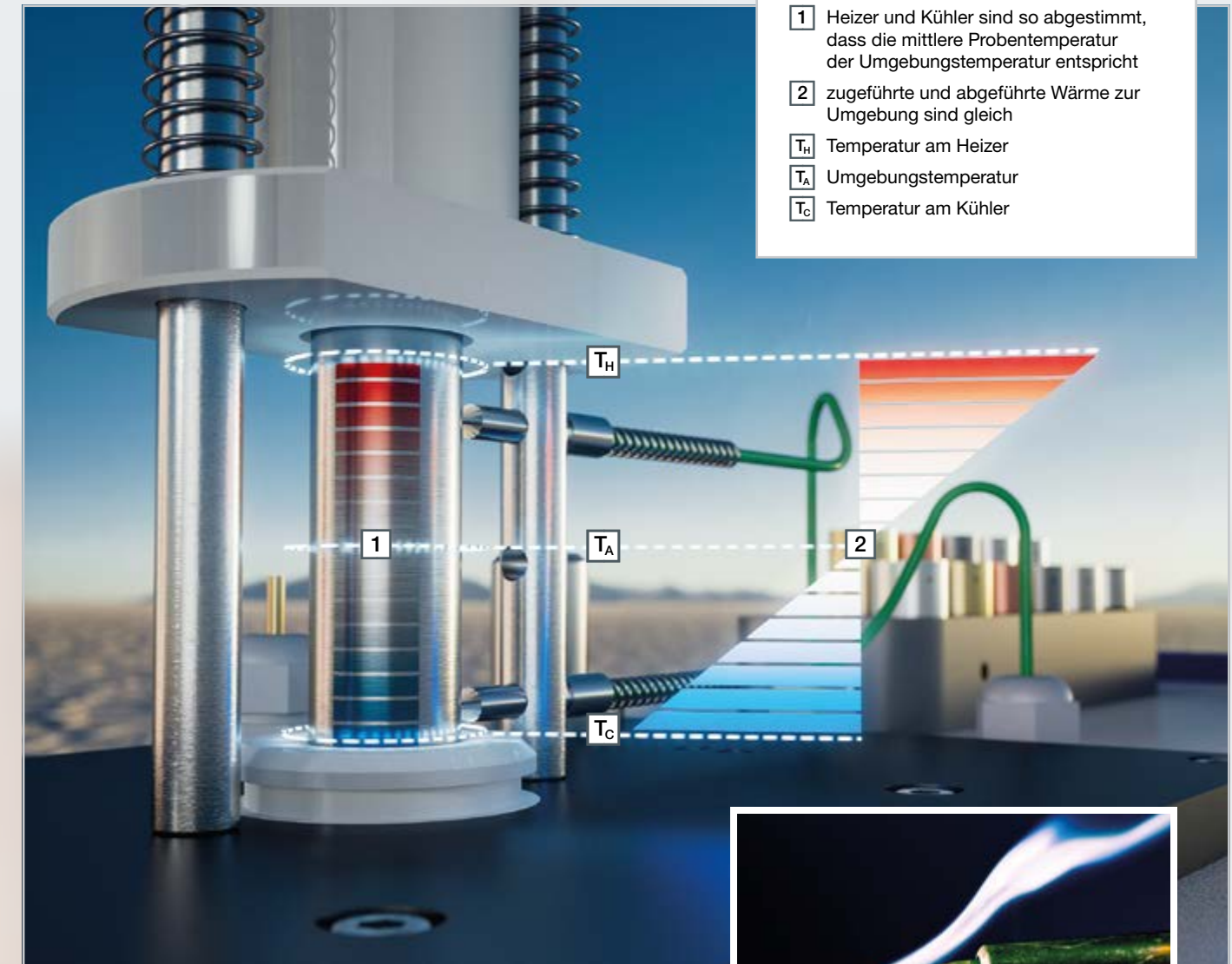


WL 420 Wärmeleitung in Metallen

Metallische Proben werden im oberen Bereich mit einem elektrischen Heizer erwärmt und im unteren Bereich durch ein Peltierelement gekühlt. Dabei bildet sich ein Wärmestrom von der warmen zur kalten Seite.

Zur Aufrechterhaltung des Wärmestromes ist je nach Wärmeleitfähigkeit und Länge der Probe eine bestimmte Temperaturdifferenz erforderlich. Die Temperaturdifferenz wird gemessen und ist ein Maß für den gesuchten Wärmeleitkoeffizienten.

Die verschiedenen metallischen Werkstoffe ermöglichen die Bestimmung unterschiedlicher Wärmeleitkoeffizienten. Zudem können mehrschichtige Werkstoffe untersucht werden. Dazu werden zwei unterschiedliche Proben in Reihe angeordnet.



- 1 Heizer und Kühler sind so abgestimmt, dass die mittlere Proben­temperatur der Umgebungstemperatur entspricht
- 2 zugeführte und abgeführte Wärme zur Umgebung sind gleich
- T_H Temperatur am Heizer
- T_A Umgebungstemperatur
- T_C Temperatur am Kühler



Präzise Messung

- thermische Störgrößen werden minimiert

Schnelle Versuchsdurchführung

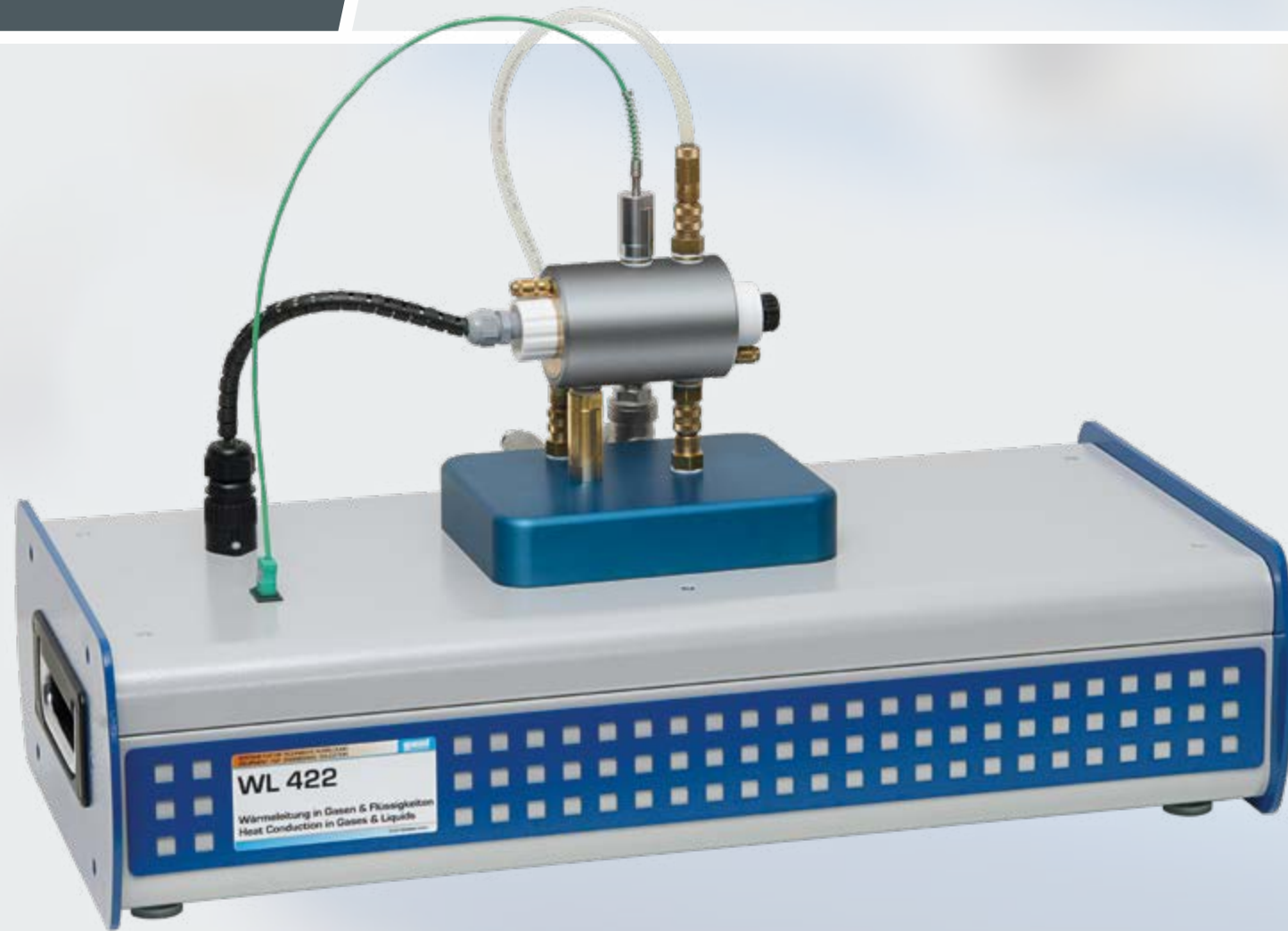
- durch aktive Kühlung wird die erforderliche Temperaturdifferenz schnell erreicht
- kein Kühlwasser erforderlich

Lerninhalte und Übungen

- Zeitverlauf bis zum Erreichen des stationären Zustandes beschreiben
- Wärmeleitfähigkeit verschiedener Metalle aus Messwerten bestimmen
- Wärmewiderstand eines Gegenstandes bestimmen
- Wärmeübertragung bei Reihenschaltung unterschiedlicher Materialien untersuchen

Artikelnummer
060.42000
 Ausführliche Gerätedaten unter:
gunt.de/static/s5490_0.php

WL 422 Wärmeleitung in Fluiden



Die Messung der Wärmeleitung in Fluiden ist wegen der relativ schlechten Leitfähigkeit und den damit verbundenen geringen Wärmeströmen sehr anspruchsvoll.

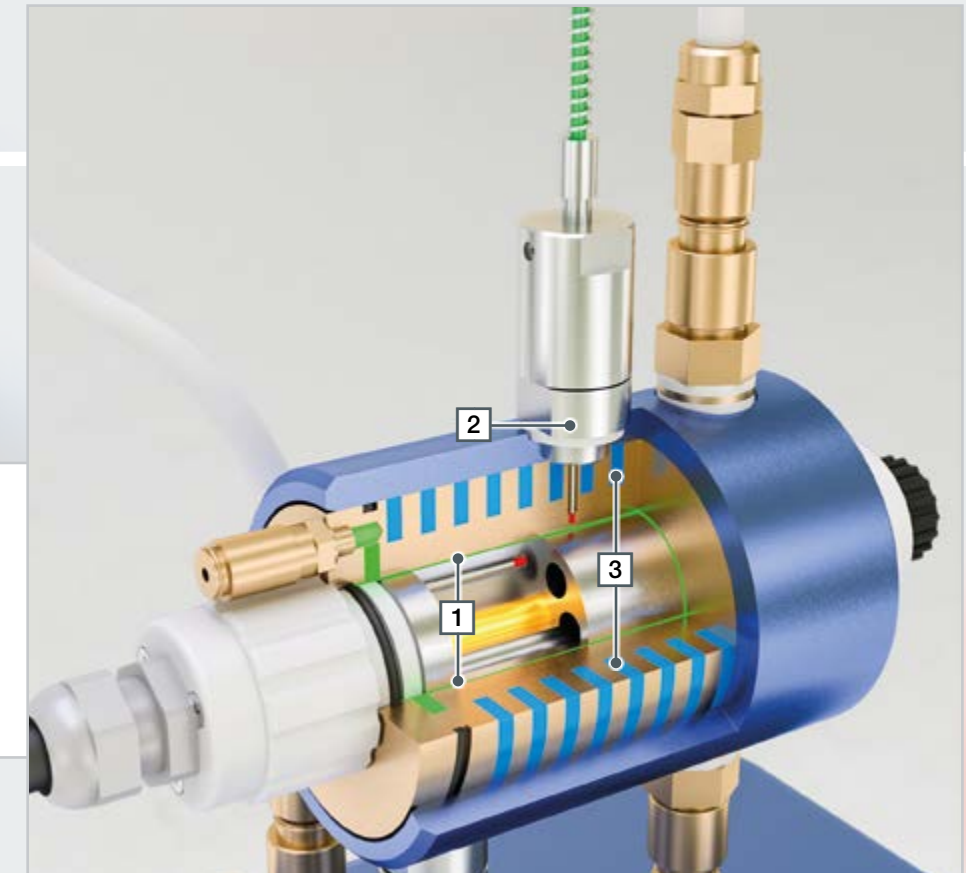
Hauptbestandteil des Versuchsgertes bilden zwei Zylinder: Ein elektrisch beheizter Innenzylinder, der sich in einem wassergekühlter Außenzylinder befindet.

Zwischen den beiden Zylindern befindet sich ein konzentrischer Ringspalt. Dieser Ringspalt ist mit dem zu untersuchenden Fluid gefüllt. Die Wärmeleitung erfolgt vom Innenzylinder durch das Fluid zum Außenzylinder.

Der schmale Ringspalt verhindert die Ausbildung einer konvektiven Wärmeströmung und ermöglicht eine verhältnismäßig große Durchtrittsfläche bei gleichzeitig homogener Temperaturverteilung.

Mit diesem Verfahren lässt sich die Wärmeleitfähigkeit von flüssigen sowie gasförmigen Fluiden untersuchen.

- 1 Ringspalt
- 2 Thermoelement
- 3 Kühlkanäle
- Kühlwasser
- Fluid



- Lerninhalte und Übungen**
- Wärmeleitfähigkeit in Fluiden bestimmen
 - Wärmewiderstand von Fluiden bestimmen
 - instationäre Zustände beim Aufheizen und Abkühlen interpretieren
 - Einführung in die instationäre Wärmeleitung mit dem Modell der Blockkapazität

Präzise Messung

- spezielle Formgebung des Innenzylinders und der Wasserführung im Außenzylinder ergeben eine homogene Temperaturverteilung
- die besondere Konstruktion des Versuchsaufbaus führt zu geringen parasitären Wärmeströmen und geringen Störgrößen

Schnelles Erreichen des stationären Zustandes

- geringe Massen von Innen- und Außenzylinder ermöglichen schnelles Aufheizen
- patentierter Druckausgleichskolben ermöglicht konstanten Druck im Fluid bei Erwärmung

Artikelnummer
060.42200

Ausführliche Gerätedaten unter:
gunt.de/static/s5491_0.php

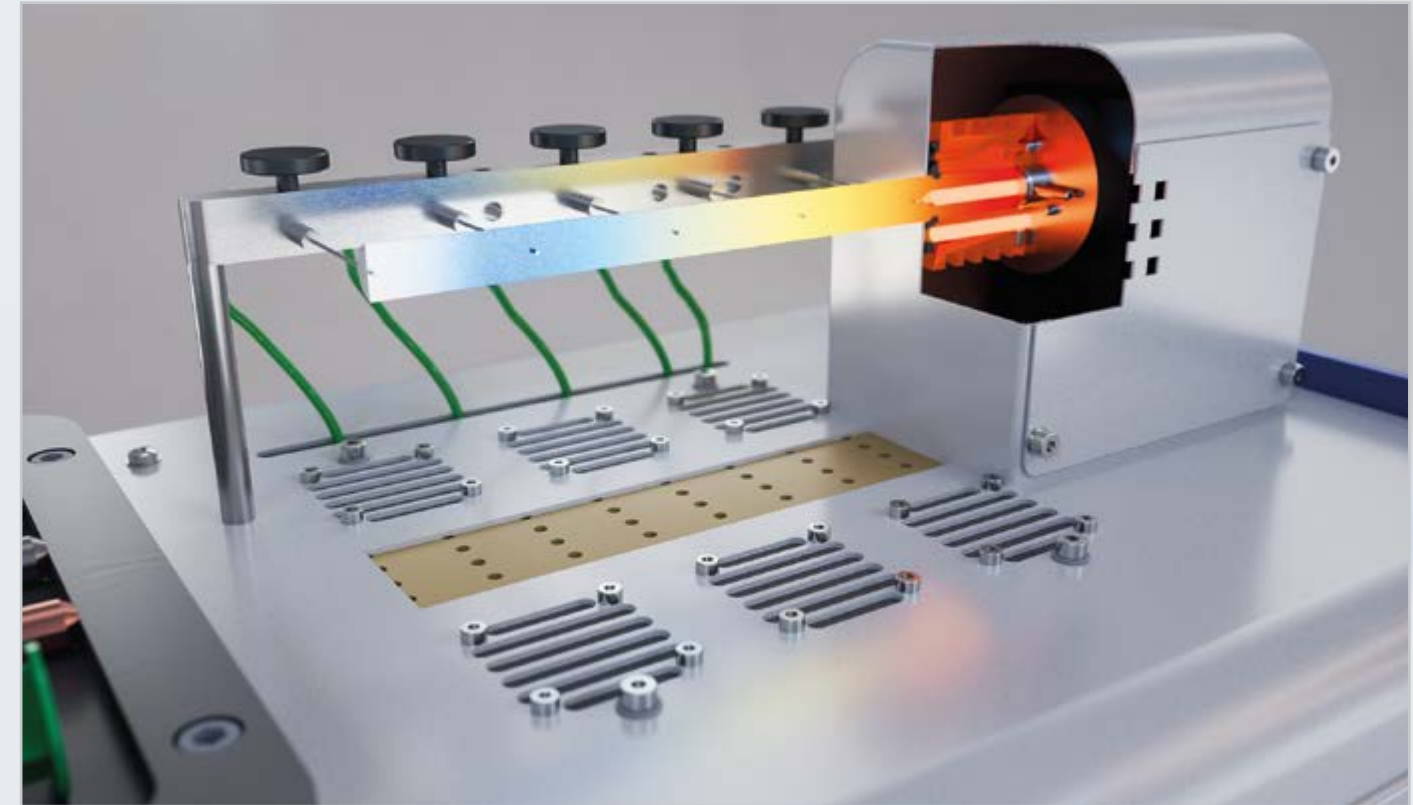
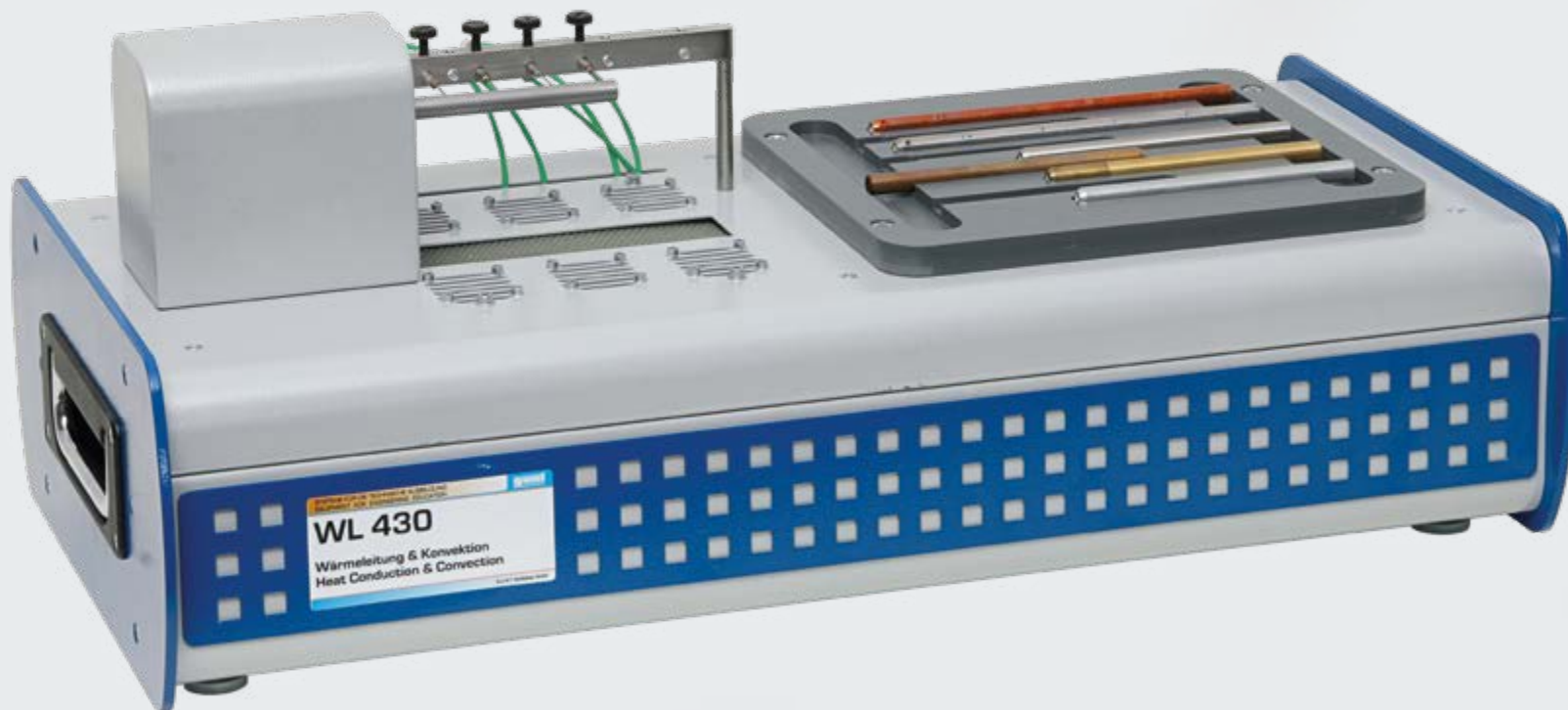
WL 430 Wärmeleitung und Konvektion

Das Versuchsgerät verdeutlicht die Kombination von Wärmeleitung und Konvektion am Beispiel einer Kühlrippe. Der typische Temperaturverlauf entlang einer Kühlrippe wird gezeigt.

Als Modell für die Kühlrippe dient ein einseitig beheizter Rundstab aus Metall. Die Wärme wird durch den Rundstab geleitet und an die Umgebungsluft abgegeben. Neben der Versuchsdurchführung mit ruhender Luft (freie Konvektion)

können, unter Verwendung von Gebläsen, Versuche mit strömender Luft (erzwungene Konvektion) durchgeführt werden.

Unterschiedliche Werkstoffe und Abmessungen der Rundstäbe sowie frei wählbare Strömungsgeschwindigkeiten ermöglichen eine breite Variation der maßgeblichen Parameter.



Präzise Messung der Temperaturen

- aktive thermische Isolierung des Heizers reduziert unerwünschte Wärmeströme
- minimale Beeinflussung des Strömungs- und Temperaturfeldes durch aufeinander abgestimmte Komponenten

Optimale Versuchsbedingungen

- Lage der Probe in freier Umgebung ermöglicht optimale Realisierung freier Konvektion in ruhender Luft



Lerninhalte und Übungen

- Vergleich freier und erzwungener Konvektion
- Wärmeübergänge an strömenden Fluiden untersuchen
- Wärmeleitung in metallischen Werkstoffen bei unterschiedlichen Wärmeleitfähigkeiten untersuchen

Artikelnummer
060.43000
 Ausführliche Gerätedaten unter:
gunt.de/static/s5492_0.php

WL 440 Freie und erzwungene Konvektion

Zentraler Bestandteil des Versuchsgerätes ist ein senkrechter Luftkanal, in dem die Konvektionsvorgänge stattfinden. Ein Gebläse saugt am unteren Ende des Kanals Umgebungsluft an und fördert diese durch den Luftkanal.

In den Luftkanal können vier verschiedene Heizelemente eingesetzt werden, die ihre Wärme an die Luft übertragen. Die Heizelemente besitzen typische Geometrien wie Rohrbündel, ebene Platte oder Zylinder. Das Versuchsgerät ist so ausgelegt, dass die gesamte eingebrachte Wärme des Heizelements an die Luft übertragen wird.

Die Versuche an diesen Heizelementen verdeutlichen, wie sich die Strömungsbildung auf die Wärmeübertragung auswirkt. Durch Störkörper können die Auswirkungen einer turbulenten Strömung auf die Wärmeübertragung verdeutlicht werden.



Anströmung einer ebenen Platte

- 1 ungestörte Anströmung
- 2 Anströmung über Störkörper

Optimale Anströmung der Heizelemente

- Verwirbelungen in der Anströmung führen zu verbesserter Wärmeableitung in die entfernteren Fluidschichten

Schnelles Erreichen stationärer Zustände

- spezielle Konstruktion der Heizelemente fördert schnelles Aufheizen

Präzise Messung

- kontrollierte Mischzone hinter den Heizelementen für eine genaue Messungen der mittleren Lufttemperatur
- nahezu die gesamte Wärme der Heizelemente wird an die Luft übertragen



Lerninhalte und Übungen

- konvektive Wärmeübergänge an verschiedenen Geometrien
- experimentelle Bestimmung der Nußeltzahl im Versuch
- typische Kenngrößen der Wärmeübertragung berechnen

Artikelnummer
060.44000

Ausführliche Gerätedaten unter:
gunt.de/static/s5494_0.php

WL 460 Wärmeübertragung durch Strahlung

Versuche zur Wärmestrahlung sind anspruchsvoll. Um ausreichend Strahlungsleistung zu erreichen, müssen die strahlenden Flächen sehr hohe Temperaturen erreichen.

Zentraler Bestandteil des Versuchsgerätes ist eine dünne, scheibenförmige Probe aus Metall. Eine von verschiedenen metallischen Proben wird auf ein Thermoelement gesetzt und berührungslos über einen stark gebündelten Lichtstrahl aufgeheizt.

Die von der Probe abgegebene Wärmestrahlung wird über eine Thermosäule gemessen. Um die Strahlung in unterschiedlichen Entfernungen messen zu können, ist die Thermosäule auf einem beweglichen Schlitten montiert.



Bewegliche Thermosäule zum Nachweis des Abstandsgesetzes

Gute Messergebnisse

- Minimierung der Wärmeleitung an den Proben
- unempfindlich gegen thermische Störungen aus der Umgebung

Schnelle Versuchsdurchführung

- schnelles Aufheizen der Proben durch intensive Wärmestrahlung und kleine Probenabmessungen
- schnelles Abkühlen der Probe



Lerninhalte und Übungen

- Lambert'sches Entfernungsgesetz
- Stefan-Boltzmann-Gesetz
- Kirchhoff'sches Gesetz
- instationäres Verhalten untersuchen
- Leistungsbilanzen erstellen
- logarithmische Diagramme erzeugen

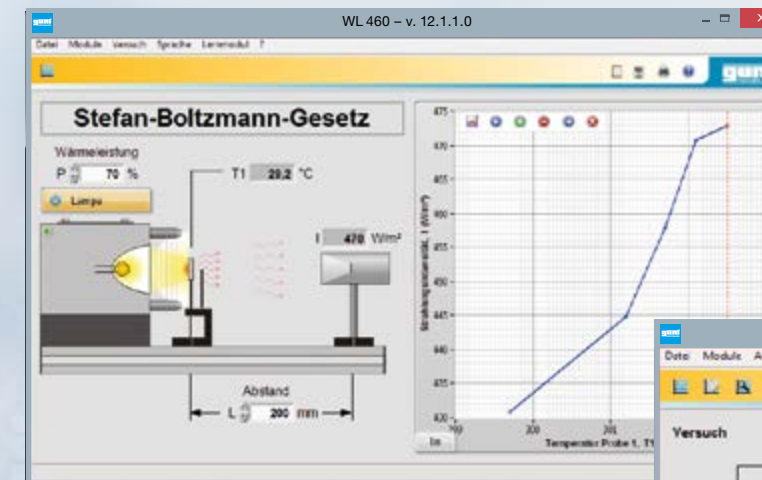
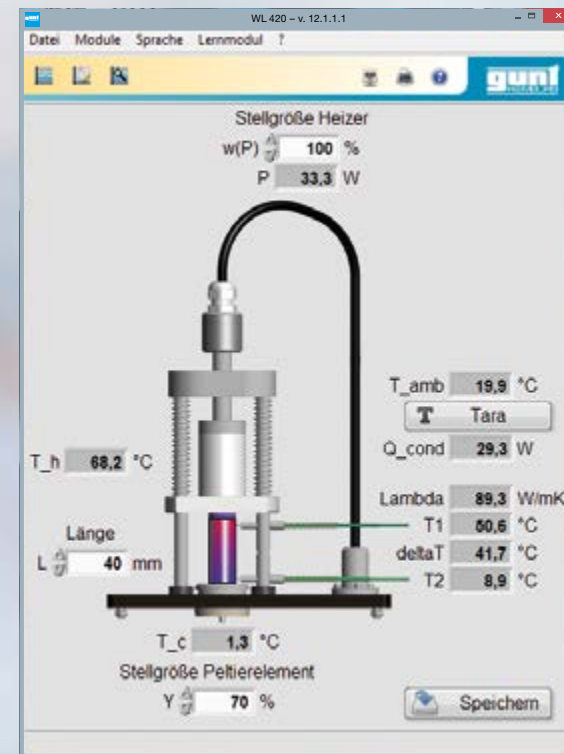
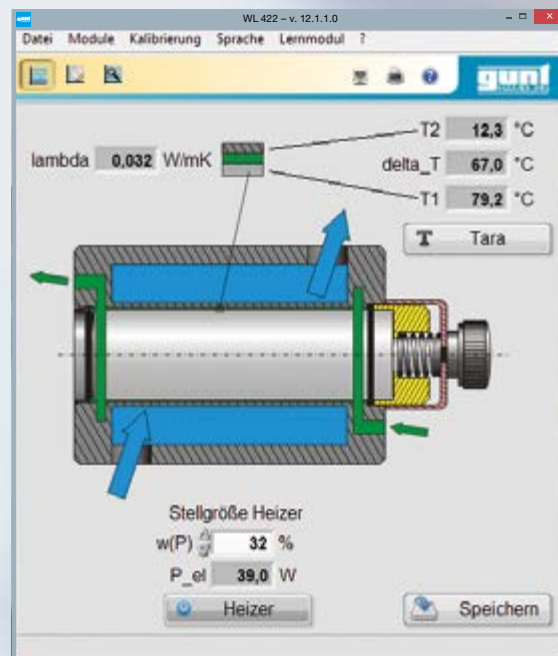
Artikelnummer
060.46000

Ausführliche Gerätedaten unter:
gunt.de/static/s5495_0.php

Bedienung und Datenerfassung

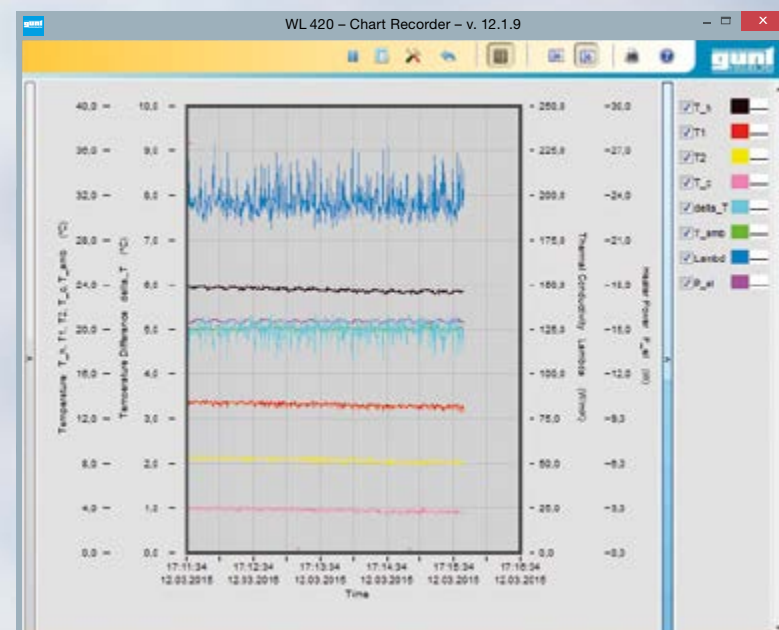
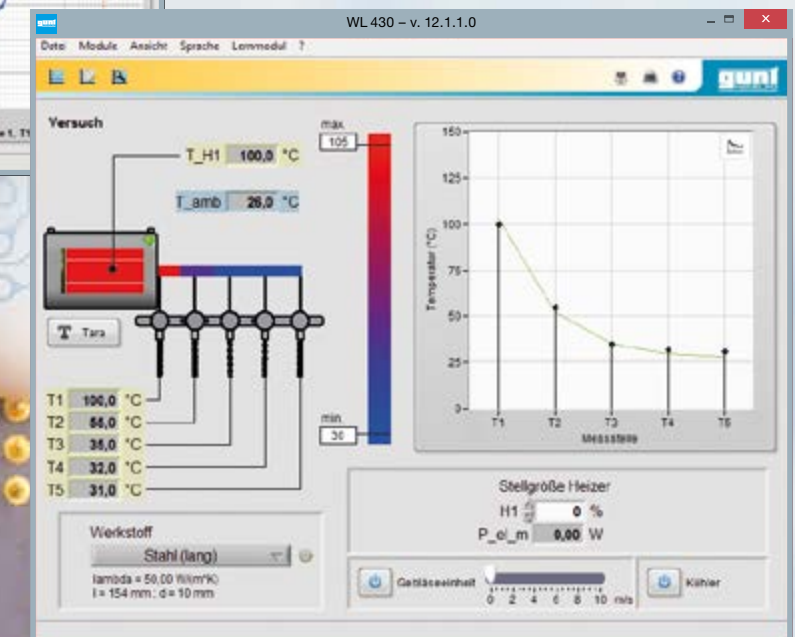
Bedienung

- einfache Bedienung des Systems über die Software
- Betriebsparameter über jeweilige Schaltflächensymbole einstellen
- Messwerte kontrollieren und ablesen



Geometrischer Temperaturverlauf

- Darstellungen der Temperaturverläufe erleichtern das Verständnis der jeweiligen Wärmeübertragungsmechanismen



Zeitverlauf

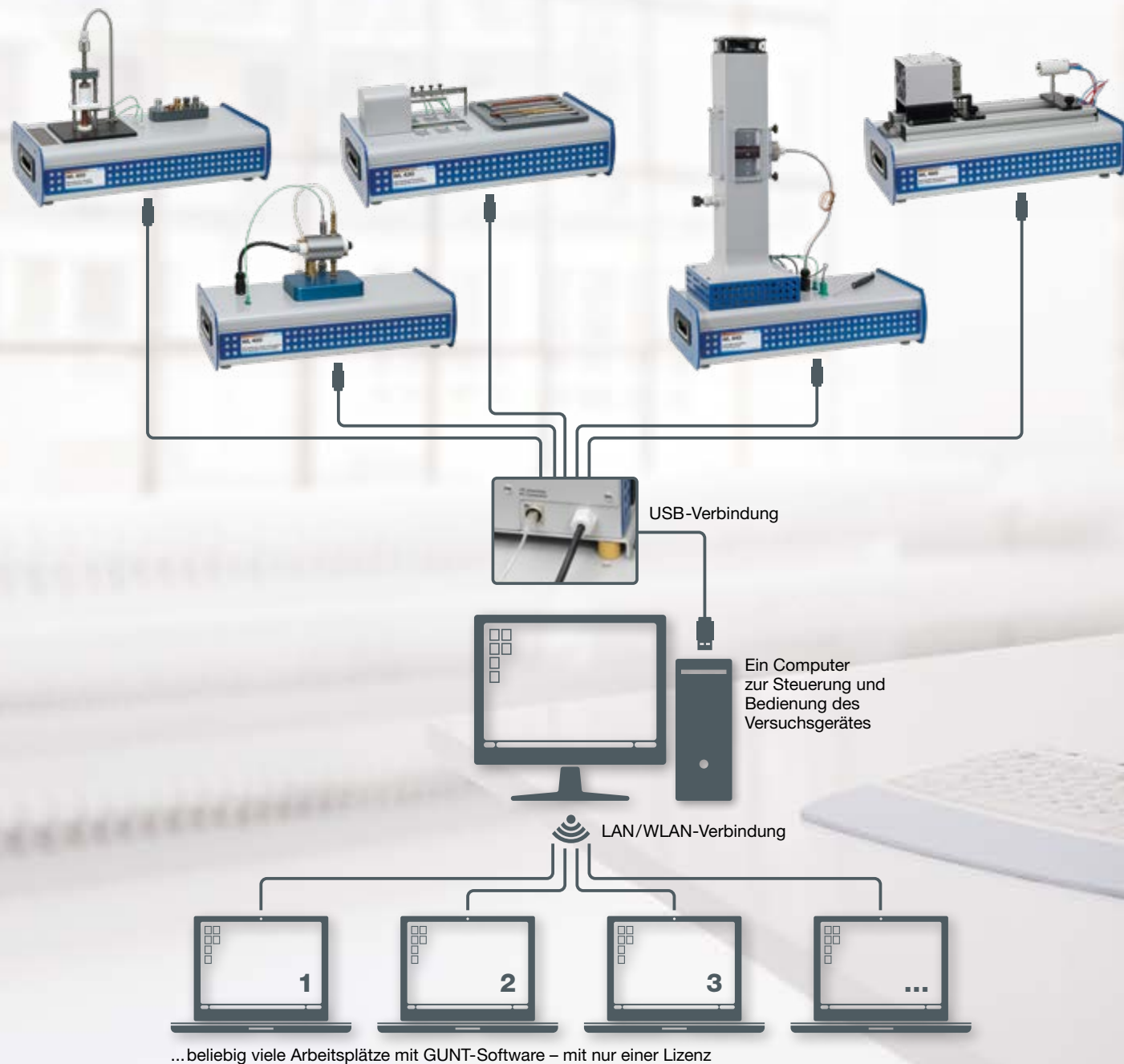
- Darstellung der Messwerte in Abhängigkeit der Zeit
- Aufnahme und Archivierung eigener Kennlinien
- frei wählbare Darstellungsart der Messwerte
 - ▶ Auswahl der Messwerte
 - ▶ Auflösung
 - ▶ Farbe
 - ▶ Zeitintervalle



Bedienung und Datenerfassung

Netzwerkfähigkeit

- voller Netzwerkzugriff auf laufende Versuche von beliebig vielen externen Arbeitsplätzen
- Versuche können – bei Einsatz eines einzelnen Lehrsystems – an allen Arbeitsplätzen von den Studenten verfolgt und selbständig ausgewertet werden



...beliebig viele Arbeitsplätze mit GUNT-Software – mit nur einer Lizenz

Multi-Window-Funktion



Darstellung

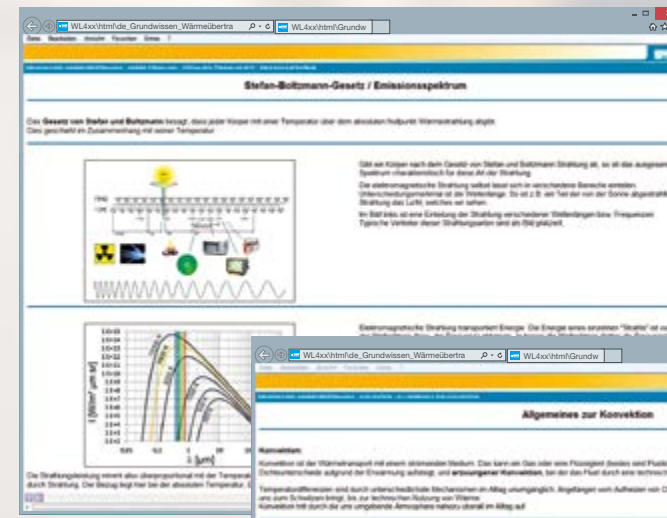
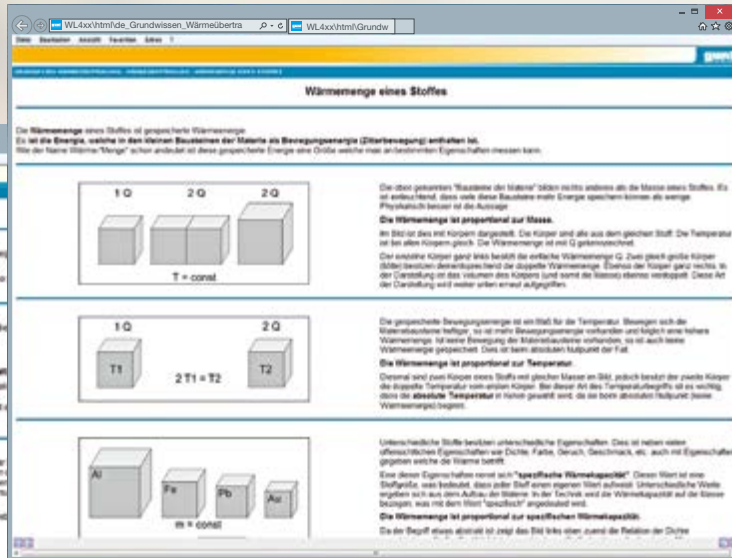
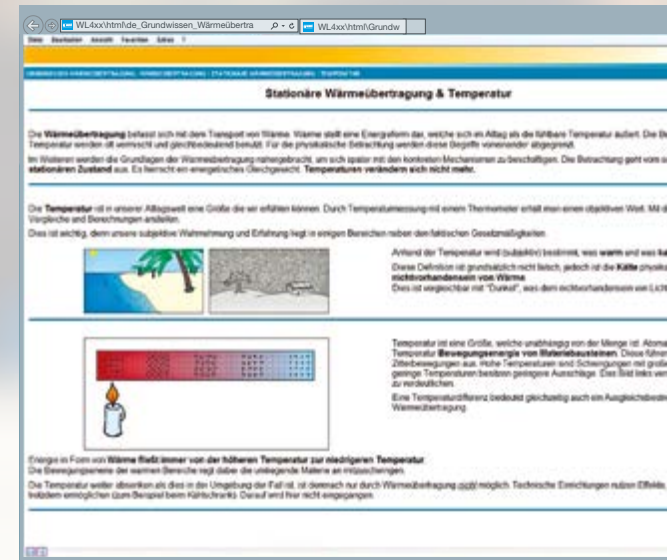
- Flexibilität bei Position und Anordnung der verschiedenen Programmfenster
- beliebig viele Fenster die zeitgleich das Betriebsverhalten des Systems visualisieren

Lernsoftware

ein wichtiger Bestandteil neben der Bedienung und Datenerfassung

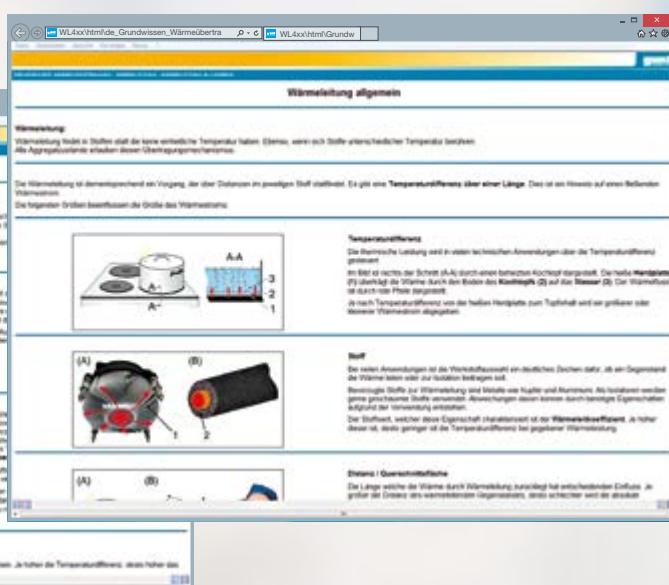
Grundlagenlehrgang

didaktisch durchdachte und medial aufbereitete Lerninhalte der Wärmeübertragung



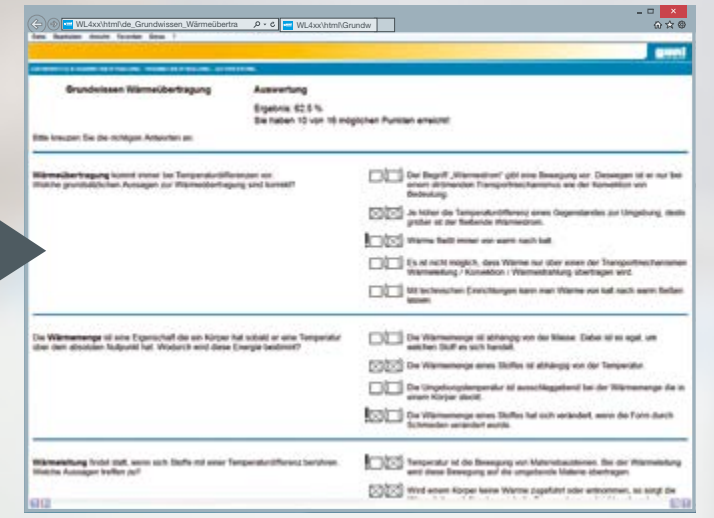
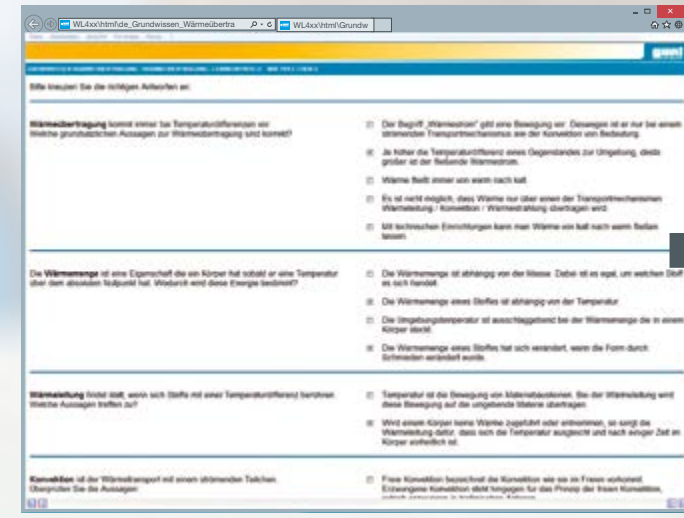
Detaillierte themenbezogene Lehrgänge

- Erklärung der verschiedenen Wärmeübertragungsformen anhand konkreter Beispiele
- eigenständige Vorbereitung auf den Umgang mit den Geräten



E-Learning

- multimedialer Lehrgang am heimischen PC
- Flexibilität durch orts- und zeitunabhängiges Lernen in eigenem Tempo
- Motivationsverstärkung durch Originalität und spielerischen Zugang zum Lernstoff
- ideale Ergänzung zum Unterricht



Gezielte Überprüfung der Lerninhalte

- Lernfortschritte diskret und automatisch kontrollieren lassen
- Erkennen von Schwächen und gezielte Förderung

Lernsoftware

ein wichtiger Bestandteil neben der Bedienung und Datenerfassung



Gestalterische Freiheit bei der Integration eigener Lerninhalte über das Autorensystem

- keine HTML-Kenntnisse nötig
- eigener Editor zur Erstellung der Lehrinhalte
- intuitive Bedienung
- gezielte Integration von konkreten Lerninhalten in die Softwarestruktur
- Erstellung individueller Leistungskontrollen
- Einbindung von Filmen und animierten Grafiken



Wer die Grundlagen der Wärmeübertragung verstanden hat, muss nicht länger frieren...

Ihre Vorteile auf einem Blick!

- Flexibilität durch Selbstbestimmung von Zeitpunkt, Dauer und Ort der Lerneinheit
- Lernfortschritte diskret und automatisch kontrollieren lassen
- Schwerpunkte können beliebig oft wiederholt werden
- Schonung der Arbeitsplatzkapazität von Hochschulen
- gezielte Integration von eigenen Lerninhalten in die Softwarestruktur
- Integration multimedialer Lernmethodik in den Alltag Ihrer Studierenden



Wir stehen seit Jahren für höchste Qualität unserer Geräte und des dazugehörigen didaktischen Begleitmaterials!

Gehen Sie mit uns einen weiteren Schritt in Richtung Zukunft.

Impressionen

ein Eindruck aus dem GUNT-Schulungszentrum



Neben der Software gehört auch didaktisches Begleitmaterial als Printmedium dazu

Laborwagen WP 300.09

bildet eine perfekte Basis für ein mobiles Übungs- und Versuchsgerät.



Mehr aus dem Bereich Thermische Energietechnik sowie Heizung, Lüftung & Klima finden Sie hier:



» Thermische Energietechnik



» Versorgungstechnik

Laborplanung



Wir bieten eine umfassende Produktvielfalt an herausragenden Systemen für die technische Ausbildung.

Von handlichen Versuchsgeräten für den Schulungsraum, über Versuchsstände für Ihr Labor, bis hin zu einer Vielzahl anspruchsvoller Versuchsanlagen.

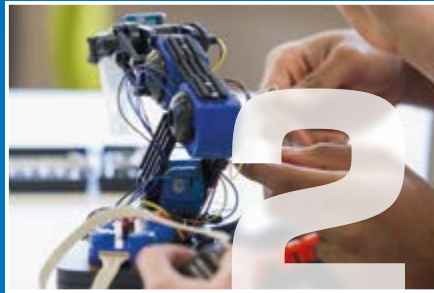
Gern sind wir bei der Planung Ihres Labors behilflich und freuen uns auf Ihre Anfrage.

Das GUNT-Gesamtprogramm



Technische Mechanik und Konstruktionslehre

- Statik
- Festigkeitslehre
- Dynamik
- Maschinendynamik
- Konstruktionslehre
- Werkstoffprüfung



Mechatronik

- Technisches Zeichnen
- Schnittmodelle
- Längenprüftechnik
- Maschinen- und Gerätetechnik
- Fertigungstechnik
- Montagetechnik
- Instandhaltung
- Maschinenzustandsüberwachung
- Automatisierung und Regelungstechnik



Thermische Energietechnik

- Thermodynamische Grundlagen
- Wärmeübertrager
- Thermische Fluidenergiemaschinen
- Verbrennungsmotoren
- Kältetechnik
- Versorgungstechnik



Technische Strömungsmechanik

- Stationäre Strömung
- Instationäre Strömung
- Umströmung von Körpern
- Elemente aus dem Rohrleitungs- und Anlagenbau
- Strömungsmaschinen
- Verdrängermaschinen
- Wasserbau



Verfahrenstechnik

- Mechanische Verfahrenstechnik
- Thermische Verfahrenstechnik
- Chemische Verfahrenstechnik
- Biologische Verfahrenstechnik
- Wasserbehandlung



2E Energy & Environment

- | Energy | Environment |
|--|-------------|
| ■ Solarenergie | ■ Wasser |
| ■ Wasserkraft und Meeresenergie | ■ Luft |
| ■ Windkraft | ■ Boden |
| ■ Biomasse | ■ Abfall |
| ■ Geothermie | |
| ■ Energiesysteme | |
| ■ Energieeffizienz in der Gebäudetechnik | |

Kontakt

G.U.N.T. Gerätebau GmbH
Hanskampring 15-17
22885 Barsbüttel
Deutschland

+49 40 670854-0
sales@gunt.de
www.gunt.de



Besuchen Sie uns
im Internet unter
www.gunt.de