

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.

Schulungssystem

Datenerfassung

reale technische Komponenten

Lernsoftware

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



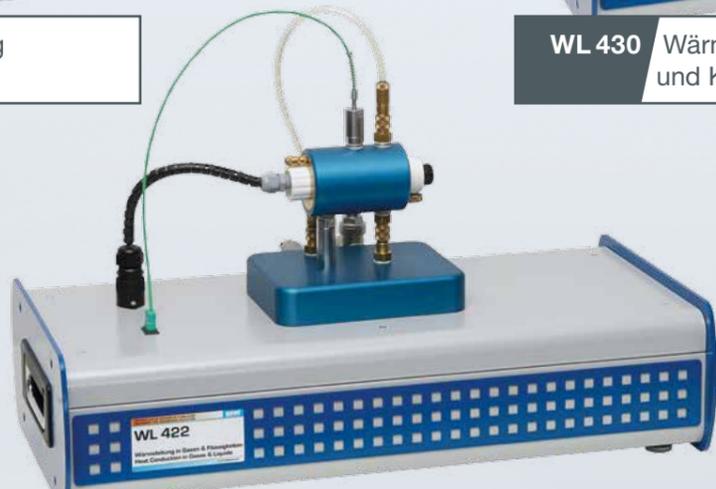
Thermoline: Mechanismen zur Wärmeübertragung



WL 420 Wärmeleitung in Metallen



WL 430 Wärmeleitung und Konvektion



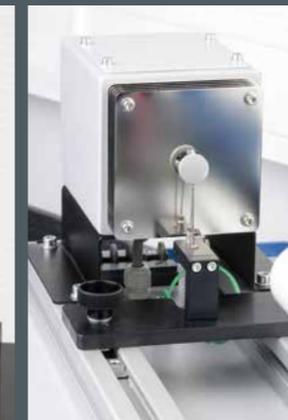
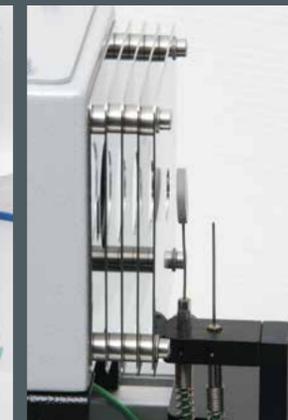
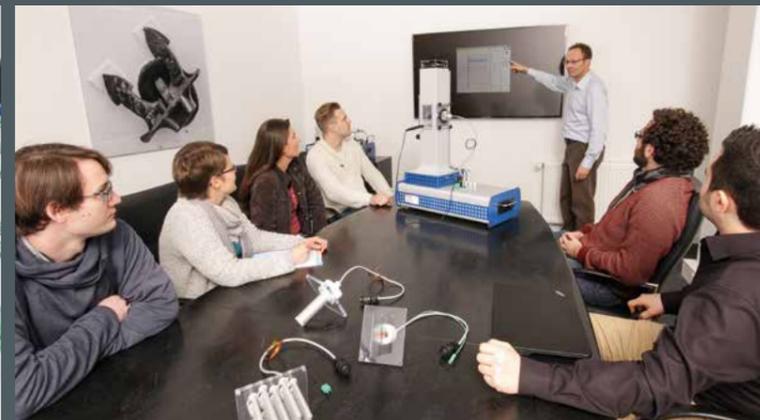
WL 422 Wärmeleitung in Fluiden



WL 440 Freie und erzwungene Konvektion



WL 460 Wärmeübertragung durch Strahlung

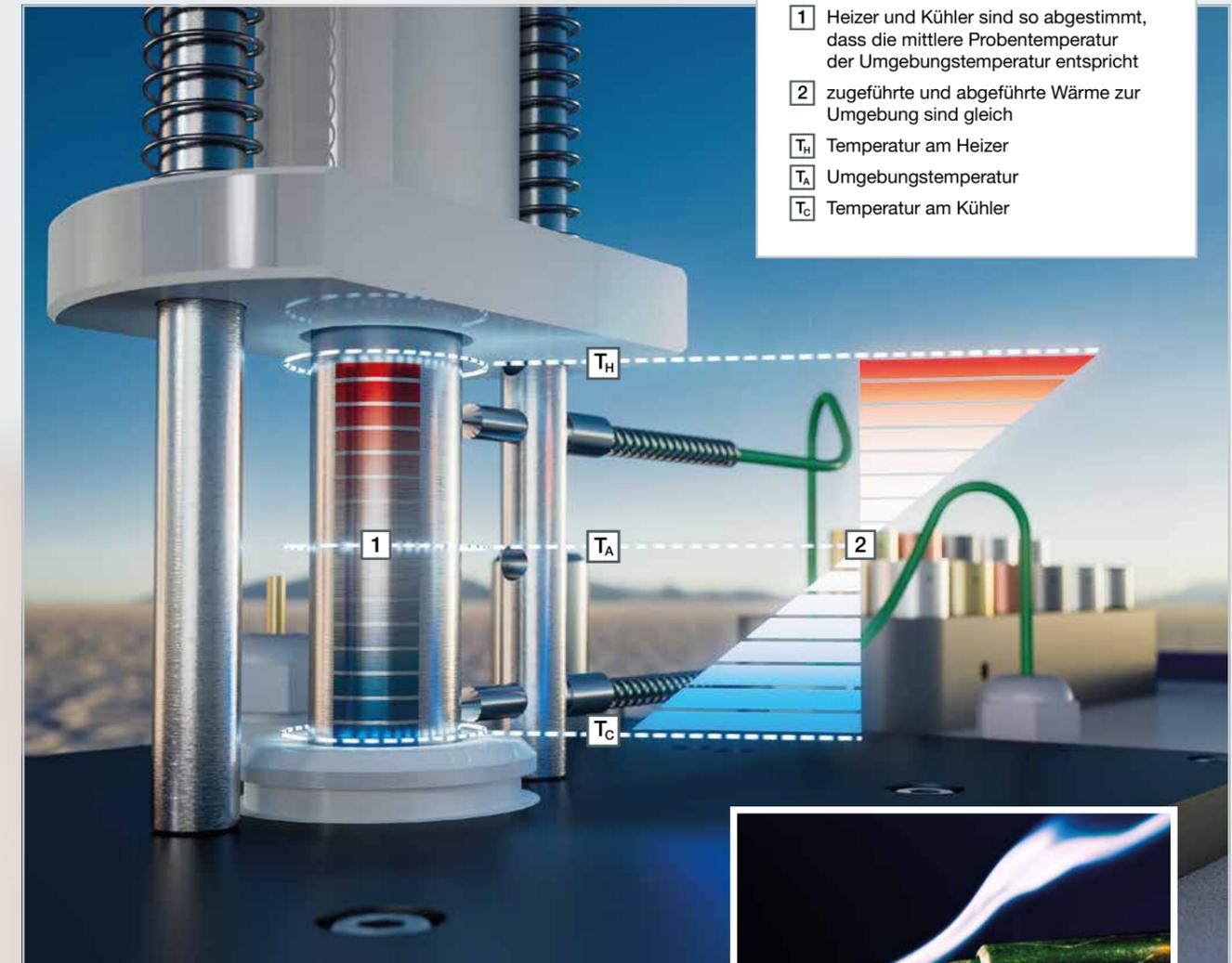


WL 420 Wärmeleitung in Metallen

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.



Präzise Messung

- thermische Störgrößen werden minimiert

Schnelle Versuchsdurchführung

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

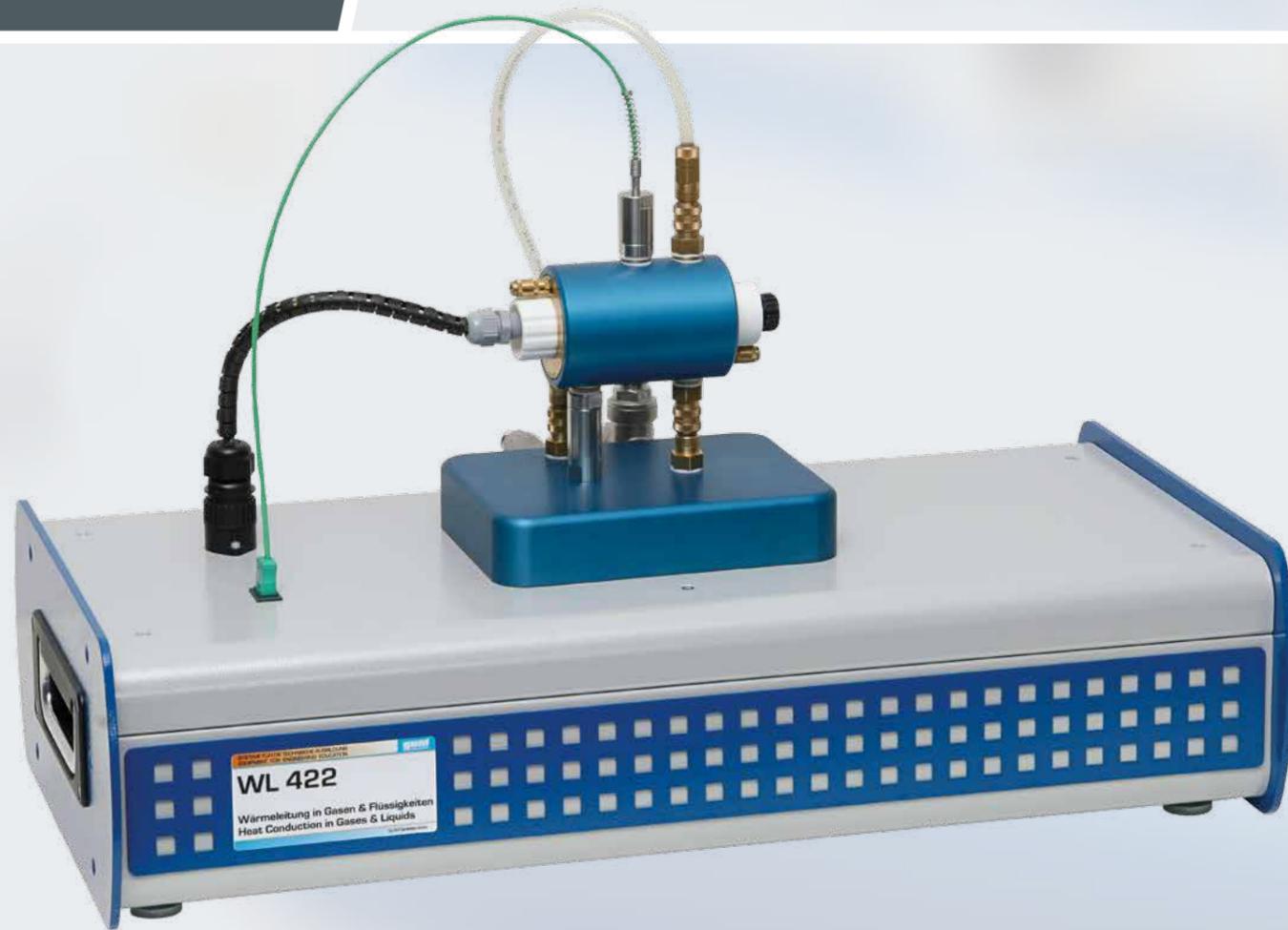
Lerninhalte und Übungen

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

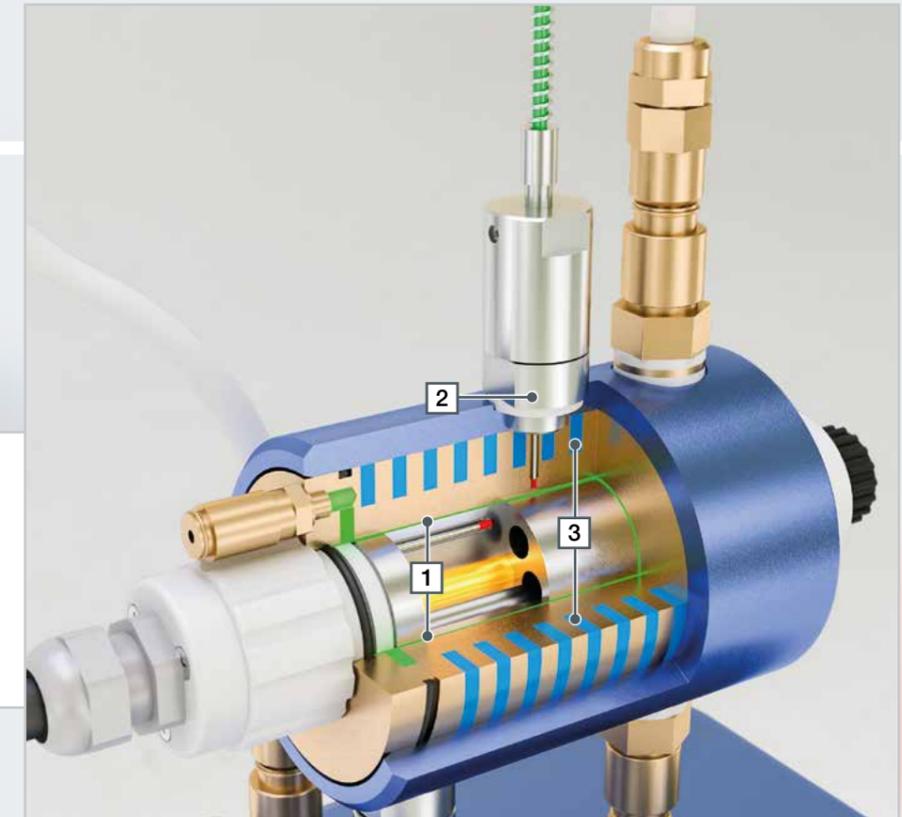
Artikelnummer
060.42000

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

WL 422 Wärmeleitung in Fluiden



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



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

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

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.



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

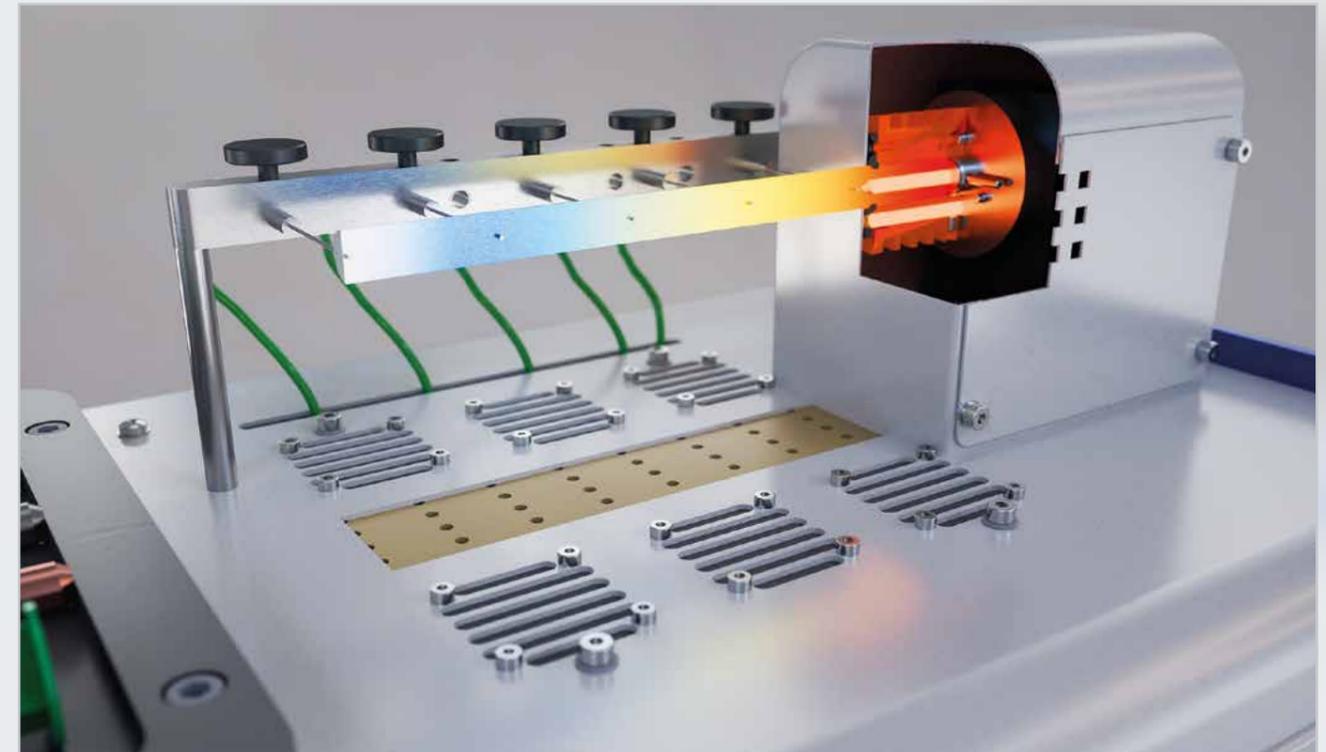
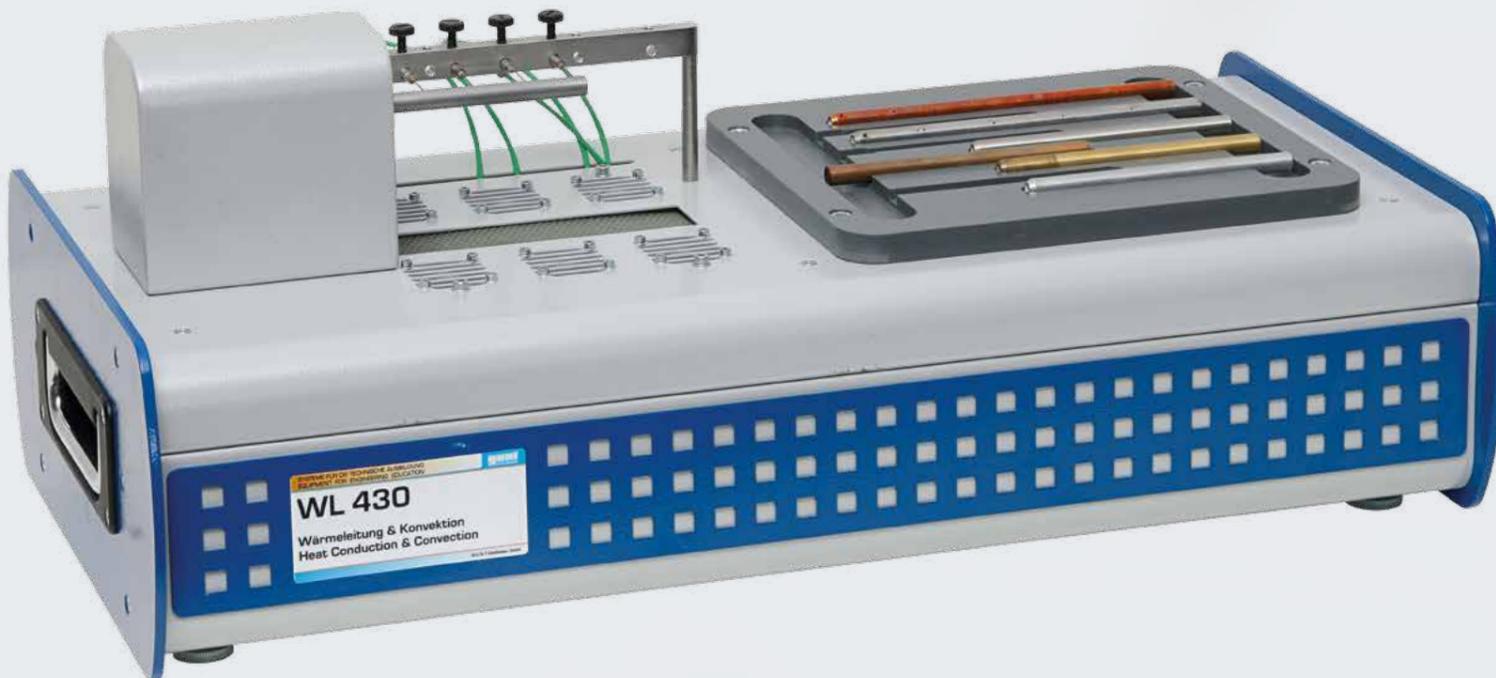
WL 430 Wärmeleitung und Konvektion

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.

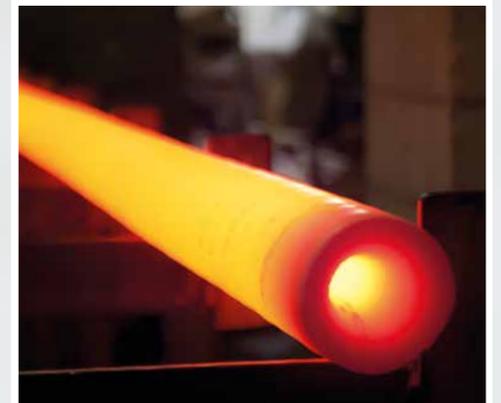


Präzise Messung der Temperaturen

- 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

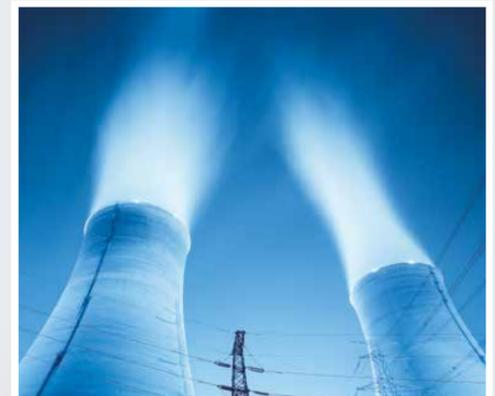
- Verwirbelungen in der Anströmung führen zu verbesserter Wärmeableitung in die entfernteren Fluidschichten

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.



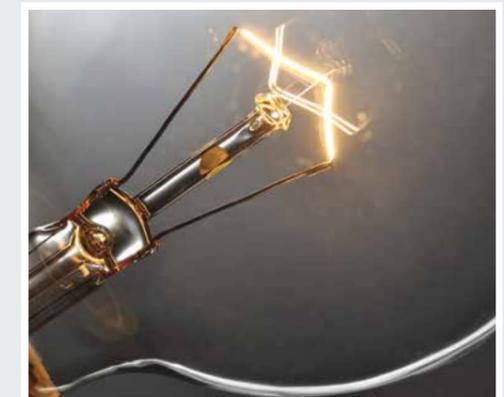
Bewegliche Thermosäule zum Nachweis des Abstandsgesetzes

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

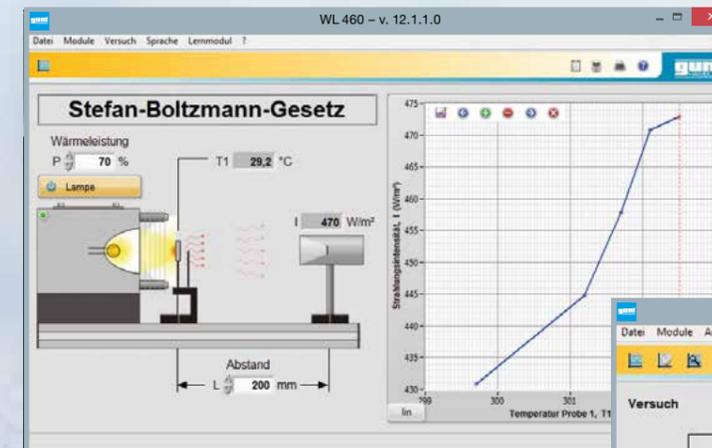
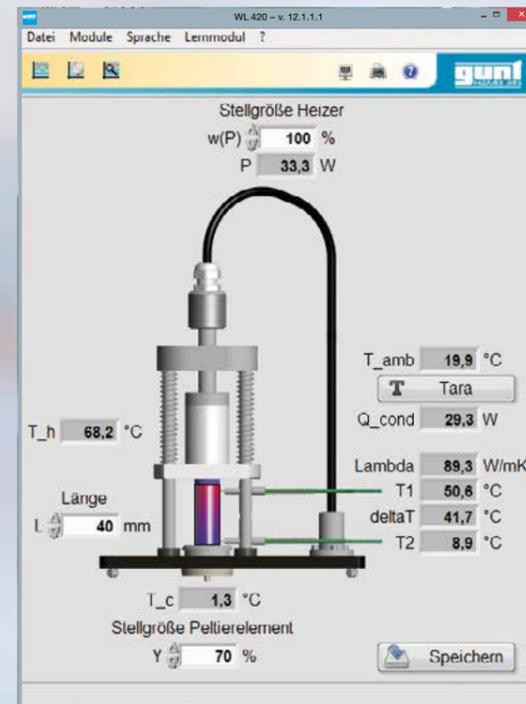
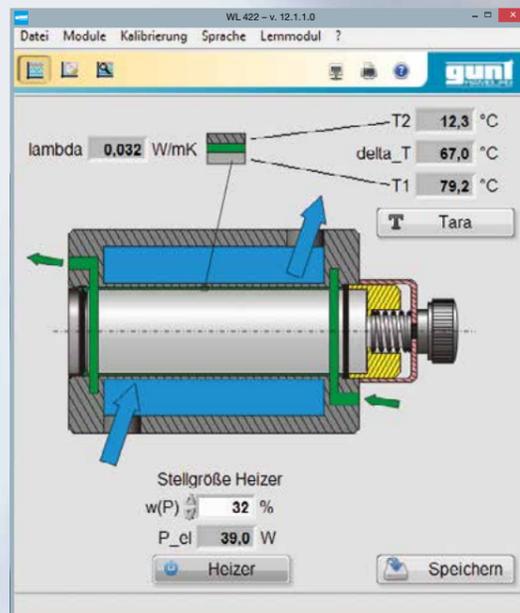
Artikelnummer
060.46000

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

Bedienung und Datenerfassung

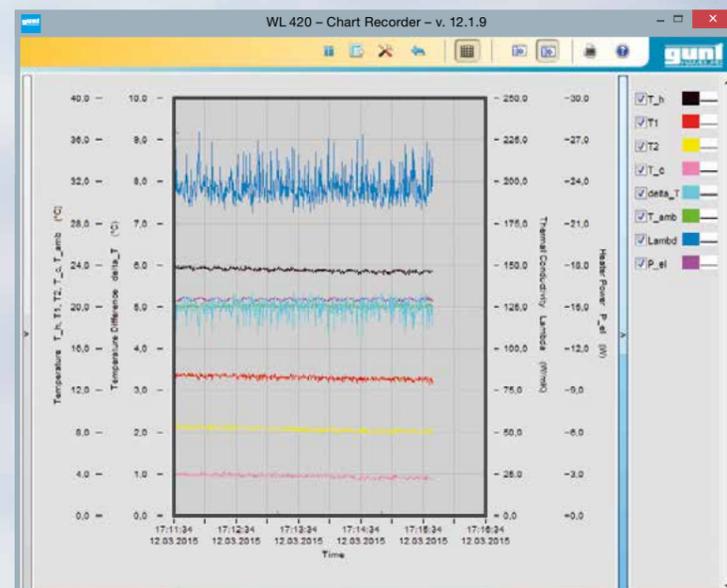
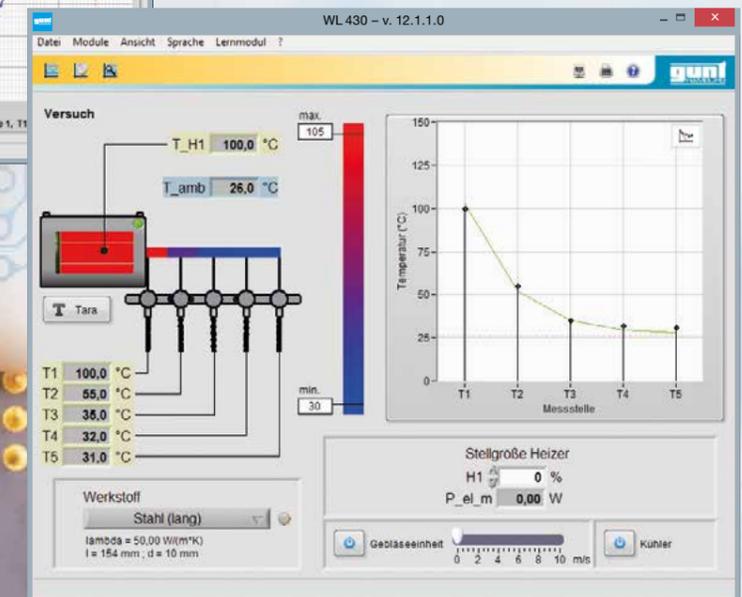
Bedienung

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



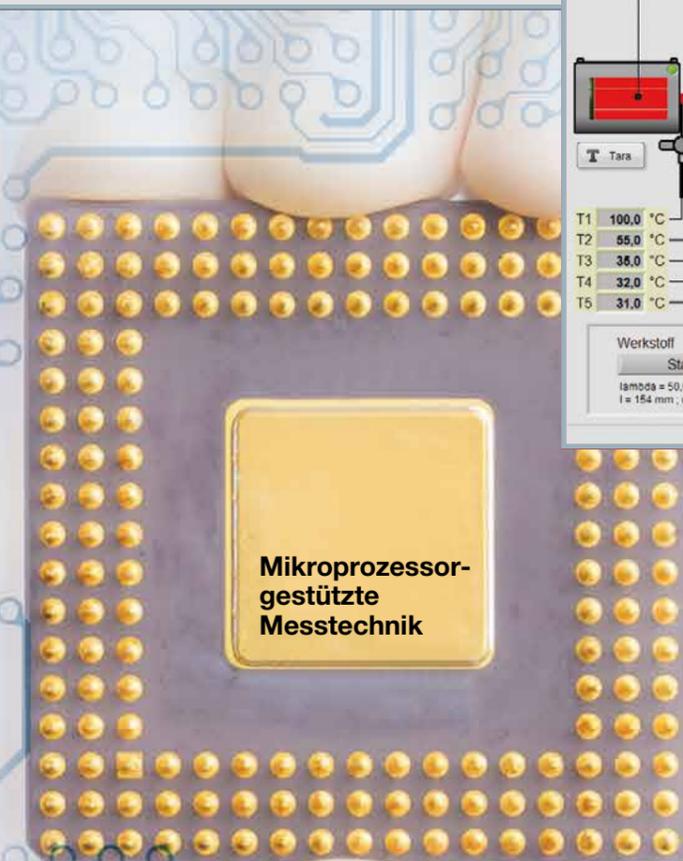
Geometrischer Temperaturverlauf

- Darstellungen der Temperaturverläufe erleichtern das Verständnis der jeweiligen Wärmeübertragungsmechanismen



Zeitverlauf

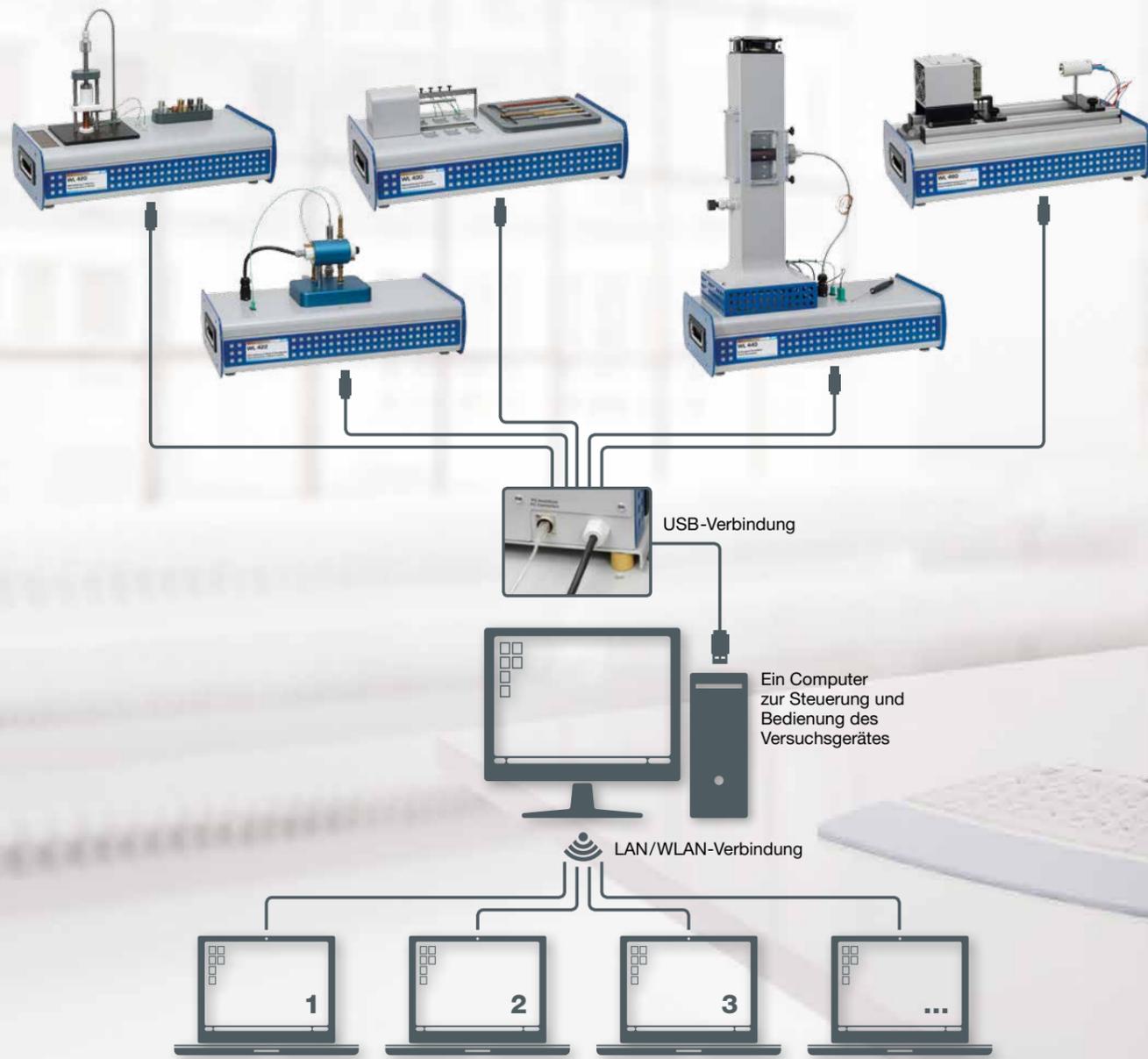
- Darstellung der Messwerte in Abhängigkeit der Zeit
- Aufnahme und Archivierung eigener Kennlinien
- frei wählbare Darstellungsart der Messwerte
 - ▶ Auswahl der Messwerte
 - ▶ Auflösung
 - ▶ Farbe
 - ▶ Zeitintervalle



Bedienung und Datenerfassung

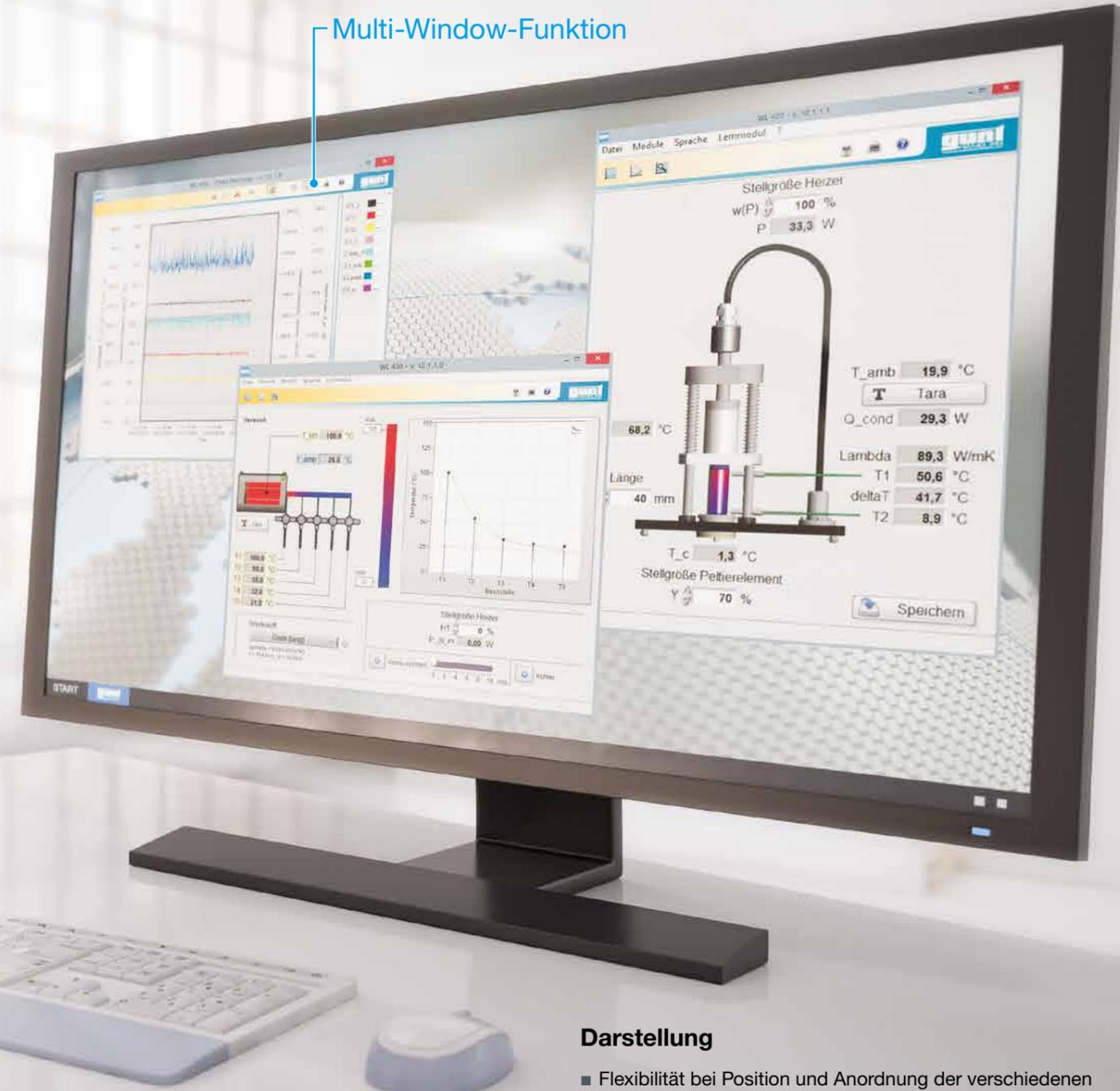
Netzwerkfähigkeit

- 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

Stationäre Wärmeübertragung & Temperatur

Die **Wärmeübertragung** besteht sich mit dem Transport von Wärme. Wärme stellt eine Energieform dar, welche sich im Alltag als fühlbare Temperatur äußert. Die Beg. Temperatur werden oft verwechselt und gleichbedeutend benutzt. Für die physikalische Betrachtung werden diese Begriffe voneinander abgegrenzt. Im Weiteren werden die Grundlagen der Wärmeübertragung nähergebracht, um sich später mit den konkreten Mechanismen zu beschäftigen. Die Betrachtung geht von so stationären Zustand aus. Es herrscht ein energetisches Gleichgewicht. **Temperaturen verändern sich nicht mehr.**

Die **Temperatur** ist in unserer Alltagswelt eine Größe die wir erfüllen können. Durch Temperaturmessung mit einem Thermometer erhält man einen objektiven Wert. Mit die Vergleiche und Berechnungen anstellen. Dies ist wichtig, denn unsere subjektive Wahrnehmung und Erfahrung liegt in einigen Bereichen neben den tatsächlichen Gesetzmäßigkeiten.

Anhand der Temperatur wird (subjektiv) bestimmt, was warm und was kalt. Diese Definition ist grundsätzlich nicht falsch, jedoch ist die Wärme physikalisch **nicht vorhanden** in Wärme. Dies ist vergleichbar mit "Dunkel", was dem nichtvorhandensein von Licht.

Temperatur ist eine Größe, welche unabhängig von der Menge ist. Absolute Temperatur **Bewegungsenergie von Materiebausteinen**. Diese können Zitterbewegungen aus. Hohe Temperaturen sind Schwingungen mit großer geringer Temperatur besitzen geringere Ausschläge. Das Bild links vers. zu vergleichen.

Eine Temperaturdifferenz bedeutet gleichzeitig auch ein Ausgleichsbedarf Wärmeübertragung.

Energie in Form von **Wärme fließt immer von der höheren Temperatur zur niedrigeren Temperatur**. Die Bewegungsenergie der warmen Bereiche regt dabei die umliegende Materie an (zittern). Die Temperatur weiter absinken als dies in der Umgebung der Fall ist, ist demnach nur durch Wärmeübertragung **gest** möglich. Technische Einrichtungen nutzen Effekte, welche dies trotzdem ermöglichen (zum Beispiel beim Kühlschrank). Darauf wird hier nicht eingegangen.

Wärmemenge eines Stoffes

Die **Wärmemenge** eines Stoffes ist gespeicherte **Wärmeenergie**. Es ist die **Energie, welche in den kleinen Bausteinen der Materie als Bewegungsenergie (Zitterbewegung) erhalten ist**. Wie der Name "Wärme" schon andeutet ist diese gespeicherte Energie eine Größe welche man an bestimmten Eigenschaften messen kann.

Die oben genannten "Bausteine der Materie" haben nichts anderes als die Masse eines Stoffes. Es ist entscheidend, dass viele diese Bausteine mehr Energie speichern können als wenige. Physikalisch besser ist die Aussage:

Die Wärmemenge ist proportional zur Masse.

Im Bild ist dies mit Körpern dargestellt. Die Körper sind alle aus dem gleichen Stoff. Die Temperatur ist bei allen Körpern gleich. Die Wärmemenge ist mit Q gekennzeichnet.

Die einzelne Körper ganz links besitzt die einfache Wärmemenge Q . Zwei gleich große Körper (links) besitzen dementsprechend die doppelte Wärmemenge. Ebenso der Körper ganz rechts, in der Darstellung ist das Volumen des Körpers (und somit die Masse) ebenfalls verdoppelt. Diese Art der Darstellung wird weiter unten erneut aufgegriffen.

Die **gespeicherte Bewegungsenergie** ist ein Maß für die Temperatur. Bewegungen sich der Materiebausteine helfen, so ist mehr Bewegungsenergie vorhanden und folglich eine höhere Wärmemenge ist keine Bewegung der Materiebausteine vorhanden, so ist auch keine Wärmemenge gespeichert. Dies ist beim absoluten Nullpunkt der Fall.

Die Wärmemenge ist proportional zur Temperatur.

Darum sind zwei Körper eines Stoffes mit gleicher Masse im Bild, jedoch besitzt der zweite Körper die doppelte Temperatur vom ersten Körper. Bei dieser Art des Temperaturbegriffs ist es wichtig, dass die **absolute Temperatur** in Kelvin gewählt wird, da sie beim absoluten Nullpunkt (keine Wärmemenge) beginnt.

Unterschiedliche Stoffe besitzen unterschiedliche Eigenschaften. Dies ist neben vielen anderen Eigenschaften wie Dichte, Farbe, Geruch, Geschmack, etc. auch mit Eigenschaften gegeben welche die Wärme betrifft.

Eine dieser Eigenschaften nennt sich "**spezifische Wärmekapazität**". Dieser Wert ist eine Stoffgröße, was bedeutet, dass jeder Stoff einen eigenen Wert aufweist. Unterschiedliche Werte ergeben sich aus dem Aufbau der Materie. In der Technik wird die Wärmekapazität auf die Masse bezogen, was mit dem Wort "spezifisch" angedeutet wird.

Die Wärmemenge ist proportional zur spezifischen Wärmekapazität.

Da der Begriff etwas abstrakt ist zeigt das Bild links oben zuerst die Relation der Dichte



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

Stefan-Boltzmann-Gesetz / Emissionsspektrum

Das **Gesetz von Stefan und Boltzmann** besagt, dass jeder Körper mit einer Temperatur über dem absoluten Nullpunkt Wärmestrahlung abgibt. Dies geschieht in Zusammenhang mit seiner Temperatur.

Alle Körper nach dem Gesetz von Stefan und Boltzmann Strahlung ab, so ist das ausgedehnte Spektrum charakteristisch für diese Art der Strahlung.

Die elektromagnetische Strahlung selbst lässt sich in verschiedene Bereiche einteilen. Unterschiedsmerkmal ist die Wellenlänge. Sie ist z.B. ein Teil der von der Sonne abgestrahlte Strahlung die Licht, welches wir sehen.

Im Bild links ist eine Darstellung der Strahlung verschiedener Wellenlängenbereiche. Frequenzen, Typische Vertreter dieser Strahlungsarten sind als Bild platziert.

Elektromagnetische Strahlung transportiert Energie. Die Energie eines einzelnen "Strahls" ist von der Wellenlänge abhängig.

Detaillierte themenbezogene Lehrgänge

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

Wärmeleitung allgemein

Wärmeleitung: Wärmeleitung findet in Stoffen statt die keine einheitliche Temperatur haben. Ebenso, wenn sich Stoffe unterschiedliche Temperatur besitzen. Alle Aggregatzustände erlauben diesen Übertragungsmechanismus.

Die Wärmeleitung ist dementsprechend ein Vorgang, der über Distanzen im jeweiligen Stoff stattfindet. Es gibt eine **Temperaturdifferenz über einer Länge**. Dies ist ein Hinweis auf einen fließenden Wärmestrom.

Die folgenden Größen beeinflussen die Größe des Wärmestroms:

Temperaturdifferenz

Die thermische Leistung wird in vielen technischen Anwendungen über die Temperaturdifferenz gemessen.

Im Bild ist rechts der Scheit (A) durch einen beheizten Kessel dargestellt. Die heiße Wärmefläche (1) überträgt die Wärme durch den Boden des Kochtopfs (2) auf das Wasser (3). Der Wärmefluss fließt durch das Wasser (3) dargestellt.

Je nach Temperaturdifferenz von der heißen Heizplatte zum Topfboden wird ein größerer oder kleinerer Wärmestrom abgegeben.

Stoff

Bei vielen Anwendungen ist die Werkstoffauswahl ein deutliches Zeichen dafür, ob ein Gegenstand die Wärme leiten oder zur Isolation beitragen soll.

Bevorzugte Stoffe zur Wärmeleitung sind Metalle wie Kupfer und Aluminium. Als Isolatoren werden gerne geschichtete Stoffe verwendet. Abweichungen davon können durch benötigte Eigenschaften abhängt der Verwendung entstehen.

Der Stoffwert, welcher diese Eigenschaft charakterisiert ist der **Wärmeleitkoeffizient**. Je höher dieser ist, desto geringer ist die Temperaturdifferenz bei gleicher Wärmeleistung.

Distanz / Querschnittsfläche

Die Länge welche die Wärme durch Wärmeleitung zurücklegt hat entscheidenden Einfluss. Je größer die Distanz der wärmeleitenden Gegenstands, desto schlechter wird die absolute

Bitte kreuzen Sie die richtigen Antworten an.

Wärmeübertragung kommt immer bei Temperaturdifferenzen vor. Welche grundsätzlichen Aussagen zur Wärmeübertragung sind korrekt?

- Der Begriff "Wärmestrom" gibt eine Bewegung vor. Dementsagt ist er nur bei einem strömenden Transportmechanismus wie der Konvektion von Bedeutung.
- Je höher die Temperaturdifferenz eines Gegenstandes zur Umgebung, desto größer ist der fließende Wärmestrom.
- Wärme fließt immer von warm nach kalt.
- Es ist nicht möglich, dass Wärme nur über einen der Transportmechanismen Wärmeleitung / Konvektion / Wärmeleitung übertragen wird.
- Mit technischen Einrichtungen kann man Wärme von kalt nach warm fließen lassen.

Die **Wärmemenge** ist eine Eigenschaft die ein Körper hat sobald er eine Temperatur über dem absoluten Nullpunkt hat. Wodurch wird diese Energie bestimmt?

- Die Wärmemenge ist abhängig von der Masse. Dabei ist es egal, um welchen Stoff es sich handelt.
- Die Wärmemenge eines Stoffes ist abhängig von der Temperatur.
- Die Umgebungstemperatur ist ausschlaggebend bei der Wärmemenge die in einem Körper steckt.
- Die Wärmemenge eines Stoffes hat sich verändert, wenn die Form durch Schmelzen verändert wurde.

Wärmeleitung findet statt, wenn sich Stoffe mit einer Temperaturdifferenz befinden. Welche Aussagen treffen zu?

- Temperatur ist die Bewegung von Materiebausteinen. Bei der Wärmeleitung wird diese Bewegung auf die umgebende Materie übertragen.
- Wird einem Körper keine Wärme zugeführt oder entzogen, so sorgt die Wärmeleitung dafür, dass sich die Temperatur ausgleicht und nach einiger Zeit im Körper einleuchtet ist.
- Freie Konvektion bezeichnet die Konvektion wie sie im freien Vakuum vorkommt. Erzwungene Konvektion steht hingegen für das Prinzip der freien Konvektion, jedoch unter Verwendung von technischen Mitteln.

Konvektion ist der Wärmetransport mit einem strömenden Teilchen. Überprüfen Sie die Aussagen:

- Temperatur ist die Bewegung von Materiebausteinen. Bei der Wärmeleitung wird diese Bewegung auf die umgebende Materie übertragen.
- Wird einem Körper keine Wärme zugeführt oder entzogen, so sorgt die Wärmeleitung dafür, dass sich die Temperatur ausgleicht und nach einiger Zeit im Körper einleuchtet ist.

Grundwissen Wärmeübertragung

Auswertung

Ergebnis: 62,5 %
Sie haben 10 von 16 möglichen Punkten erreicht!

Bitte kreuzen Sie die richtigen Antworten an.

Wärmeübertragung kommt immer bei Temperaturdifferenzen vor. Welche grundsätzlichen Aussagen zur Wärmeübertragung sind korrekt?

- Der Begriff "Wärmestrom" gibt eine Bewegung vor. Dementsagt ist er nur bei einem strömenden Transportmechanismus wie der Konvektion von Bedeutung.
- Je höher die Temperaturdifferenz eines Gegenstandes zur Umgebung, desto größer ist der fließende Wärmestrom.
- Wärme fließt immer von warm nach kalt.
- Es ist nicht möglich, dass Wärme nur über einen der Transportmechanismen Wärmeleitung / Konvektion / Wärmeleitung übertragen wird.
- Mit technischen Einrichtungen kann man Wärme von kalt nach warm fließen lassen.

Die **Wärmemenge** ist eine Eigenschaft die ein Körper hat sobald er eine Temperatur über dem absoluten Nullpunkt hat. Wodurch wird diese Energie bestimmt?

- Die Wärmemenge ist abhängig von der Masse. Dabei ist es egal, um welchen Stoff es sich handelt.
- Die Wärmemenge eines Stoffes ist abhängig von der Temperatur.
- Die Umgebungstemperatur ist ausschlaggebend bei der Wärmemenge die in einem Körper steckt.
- Die Wärmemenge eines Stoffes hat sich verändert, wenn die Form durch Schmelzen verändert wurde.

Wärmeleitung findet statt, wenn sich Stoffe mit einer Temperaturdifferenz befinden. Welche Aussagen treffen zu?

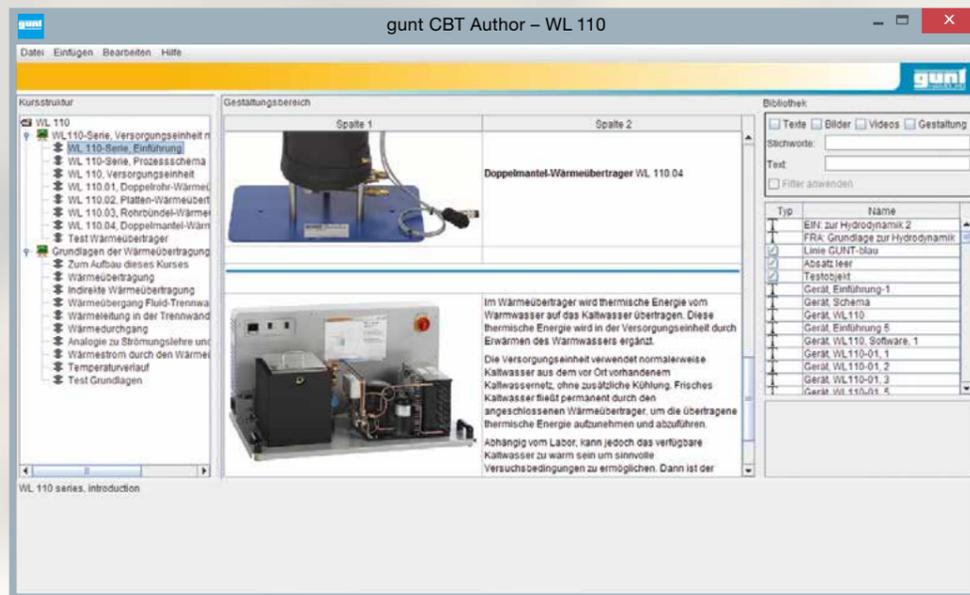
- Temperatur ist die Bewegung von Materiebausteinen. Bei der Wärmeleitung wird diese Bewegung auf die umgebende Materie übertragen.
- Wird einem Körper keine Wärme zugeführt oder entzogen, so sorgt die Wärmeleitung dafür, dass sich die Temperatur ausgleicht und nach einiger Zeit im Körper einleuchtet ist.

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



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.



Sie benötigen mehr aus dem Bereich Thermische Energietechnik, Heizung, Lüftung & Klima



Dann fordern Sie unseren Katalog 3 an oder gehen Sie auf gunt.de/static/s9_0.php

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.