



WL 110 Geräteserie Versuche zu Grundlagen der Wärmeübertragung

- verschiedene Wärmeübertrager
- praxisnahe Komponenten
- Bedienung über Touchscreen

Inhaltsverzeichnis

Technik praxisnah unterrichten – mit SMART Funktionen von GUNT



Mit einem integrierten Router kann das Versuchsgerät zusätzlich über ein Endgerät bedient und gesteuert werden. Die Bedienoberfläche kann an bis zu 10 Endgeräten dargestellt werden (Screen-Mirroring).



Zur Verfolgung der Versuche können über das lokale Netzwerk mittels LAN-Verbindung bis zu 10 externe Arbeitsplätze gleichzeitig genutzt werden.



Die intuitive Bedienoberfläche führt durch die Versuche und ermöglicht die Steuerung der Versuchsgeräte über Touchscreen.



E-Learning von GUNT bietet online umfangreiches Multimedia-Lehrmaterial zu den Laborversuchen und unterstützt so die technische Ausbildung und das ingenieurwissenschaftliche Studium.



Messwerte und Screenshots werden erfasst und ermöglichen eine externe Auswertung z.B. mit MS Excel.



Die Versorgungseinheit erkennt das Zubehör automatisch mit Hilfe der RFID-Technologie, wählt die passende Software in der SPS aus und führt eine Systemkonfiguration durch.



Aufbau der WL 110 Geräteserie

WL 110
Versorgungseinheit Wärmeübertrager
 WL 110.01 – WL 110.05
Verschiedene Bauarten von Wärmeübertragern
 WL 110.20
Kaltwassererzeuger

Basiswissen

Wärmeübertrager

WL 110.01
Doppelrohr-Wärmeübertrager
 WL 110.02
Platten-Wärmeübertrager
 WL 110.03
Rohrbündel-Wärmeübertrager
 WL 110.04
Rührbehälter mit Doppelmantel und Rohrschlange
 WL 110.05
Rippenrohr-Wärmeübertrager

Bedienung und Datenerfassung

Reale Versuche – digitale Medien
Integrierte SPS mit Touchscreen

E-Learning

Theoretische Grundlagen der Wärmeübertragung

Aufbau der WL 110 Geräteserie



WL 110 Versorgungseinheit

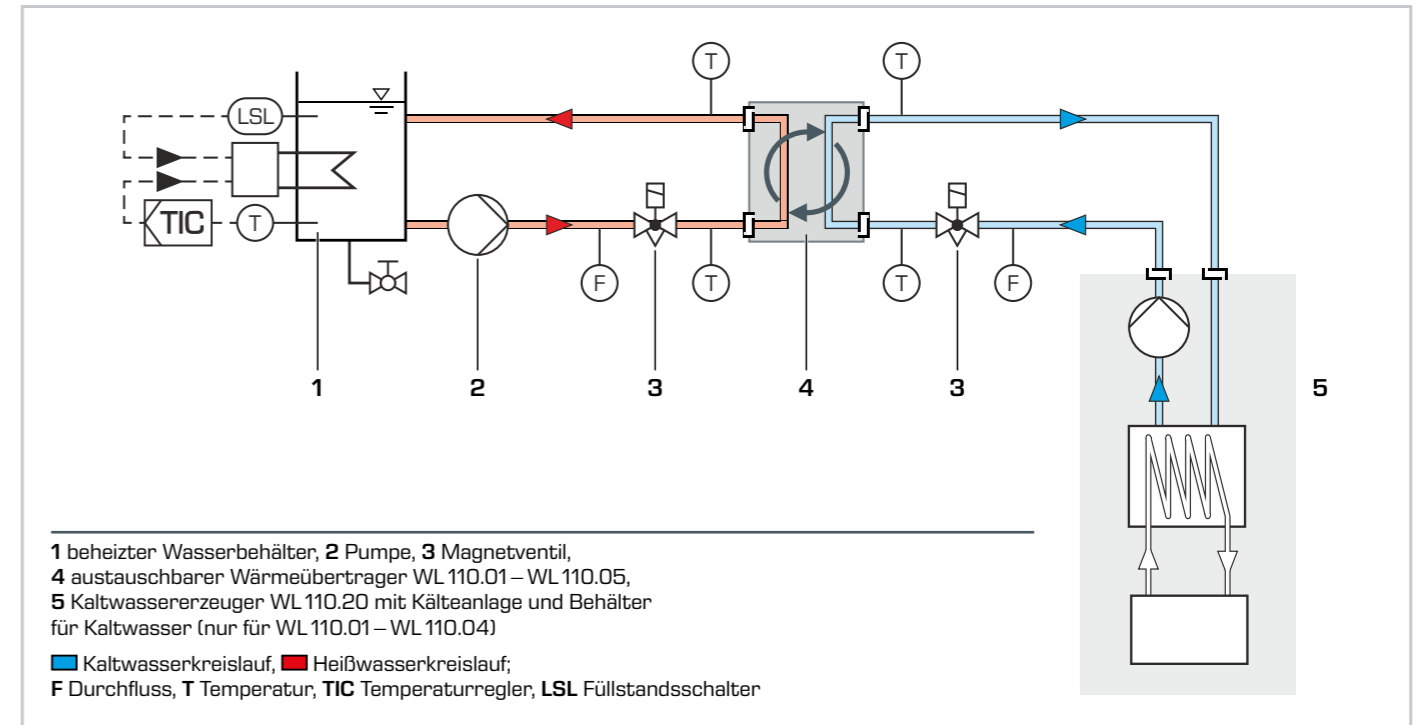
Die Versorgungseinheit erzeugt Heißwasser. Alle Messwerte werden am Touchscreen des Gerätes angezeigt und können über eine LAN/WLAN-Verbindung übertragen werden.

WL 110.20 Kaltwassererzeuger

Mit dem optional erhältlichen Kaltwassererzeuger können die Wärmeübertrager bei geeigneten Versuchsbedingungen betrieben werden.



- automatische Erkennung des Zubehörs über RFID-Technologie
- energie- und wassersparende Technik, platzsparender Aufbau



Zum Produkt:



WL 110.01 Doppelrohr-Wärmeübertrager

- einfache Bauform
- transparentes Außenrohr bietet einsehbaren Strömungsraum
- Gleich- oder Gegenstrombetrieb möglich



WL 110.02 Platten-Wärmeübertrager

- kompakte Bauform
- Gleich- oder Gegenstrombetrieb möglich



WL 110.03 Rohrbündel-Wärmeübertrager

- transparentes Mantelrohr
- Medien strömen im Kreuzgegen- und Kreuzgleichstrom



WL 110.04 Rührbehälter mit Doppelmantel und Rohrschlange

- Heizen mit Mantel oder mit Rohrschlange
- Rührwerk zur besseren Vermischung des Mediums



WL 110.05 Rippenrohr-Wärmeübertrager

- Wärmeübertragung zwischen Wasser und Luft im Kreuzstrom
- Vergrößerung der wärmeübertragenden Oberfläche durch Rippen auf den Rohren

Basiswissen Strömungsführungen im Wärmeübertrager

Wärmeübertrager dienen zur Erwärmung, Abkühlung, Verdampfung oder Kondensation von Medien unterschiedlicher Temperaturen. Die grundsätzliche Funktion besteht darin, die Wärmeenergie eines Mediums mit einem höheren Temperaturniveau auf ein Medium mit einem geringeren Temperaturniveau zu übertragen.

Der Wärmetransport verläuft gemäß dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik stets vom Medium mit der höheren Temperatur zum Medium der niedrigeren Temperatur.

Je nach Bauweise der Wärmeübertrager kann die Strömungsführung im Gerät unterschiedlich sein. Die beiden Medienströme werden jedoch nie vermischt, es findet nur eine Wärmeübertragung zwischen den Medien statt.

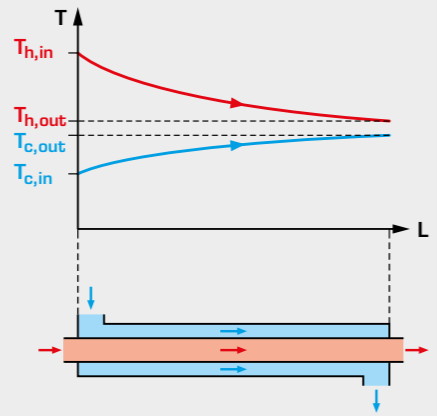
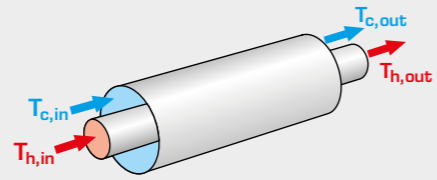
Die möglichen Strömungsführungen sind Gegen-, Gleich- und Kreuzstrom oder Kombinationen aus diesen.

Um die Vorteile aller Strömungsführungen zu nutzen, sind Kombinationen der Grundformen gebräuchlich. Für eine schnelle und sichere Temperierung großer Mengen an aggressiven Chemikalien kommt z.B. ein mehrgängiger Rohrbündel-Wärmeübertrager im Kreuzgegenstrom-Betrieb zum Einsatz. Platten-Wärmeübertrager, die im Gegenstrom betrieben werden, verwendet man häufig, wenn eine platzsparende Bauform erforderlich ist.

Online-Zugang zu den E-Learning Kursen:



Gleichstrombetrieb



Temperaturprofile im **Gleichstrombetrieb** eines Doppelrohr-Wärmeübertragers

Bei einem Betrieb des Wärmeübertragers im **Gleichstrom** strömen beide Medien in dieselbe Richtung und treten an derselben Stelle in den Wärmeübertrager ein.

Die Austrittstemperatur der kalten Seite kann maximal der Austrittstemperatur der heißen Seite entsprechen.

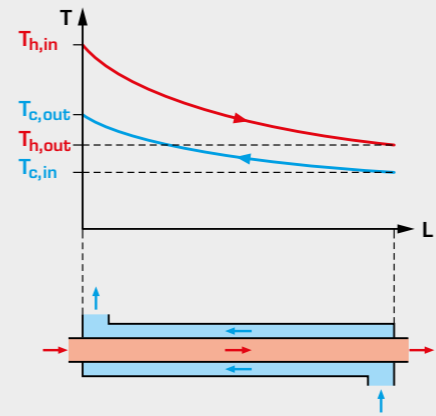
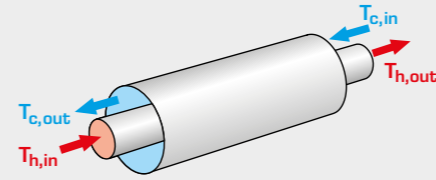


WL 110.01 Doppelrohr-Wärmeübertrager



WL 110.02 Platten-Wärmeübertrager

Gegenstrombetrieb



Temperaturprofile im **Gegenstrombetrieb** eines Doppelrohr-Wärmeübertragers

Im **Gegenstrombetrieb** strömen zwei Medien in entgegengesetzter Richtung aneinander vorbei. Die Eintrittsstelle des einen Mediums ist die Austrittsstelle des gegenläufigen Mediums.

Bei sehr guter Auslegung des Wärmeübertragers kann die Austrittstemperatur der kalten Seite sogar höher als die Austrittstemperatur der heißen Seite werden.

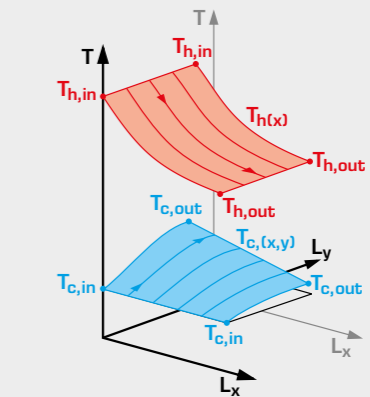
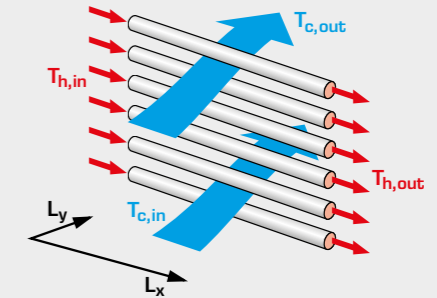


WL 110.01 Doppelrohr-Wärmeübertrager



WL 110.02 Platten-Wärmeübertrager

Kreuzstrombetrieb



Temperaturprofil bei einzelner Rohrreihe mit einseitig quergemischtem **Kreuzstrom**

Im **Kreuzstrombetrieb** kreuzen sich die Richtungen der Medien.

Der Kreuzstrom wird im Besonderen für die exakte Temperierung von temperaturempfindlichen Produkten verwendet.



WL 110.03 Rohrbündel-Wärmeübertrager



WL 110.05 Rippenrohr-Wärmeübertrager

WL 110.01

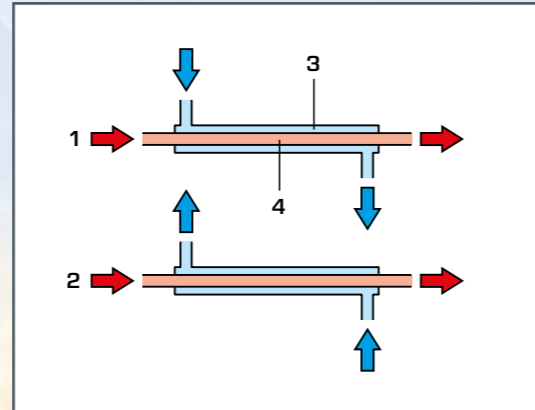
Doppelrohr-Wärmeübertrager

Doppelrohr-Wärmeübertrager stellen die einfachste Bauart der Wärmeübertrager dar. Sie werden bevorzugt eingesetzt, wenn Wärme bei hohen Druckunterschieden oder zwischen hochviskosen Medien übertragen wird. Ein Vorteil ist der gleichmäßig durchströmte Rohrraum, der frei von Strömungstotzonen ist.

Das heiße Wasser wird durch das Kernrohr (innen) geleitet und das kalte Wasser durch das Mantelrohr (außen). Dabei gibt das heiße Wasser kontinuierlich einen Teil seiner thermischen Energie an das kalte Wasser ab.

Am Doppelrohr-Wärmeübertrager befinden sich zwei zusätzliche Temperaturempfänger zur Messung der Temperatur nach der Hälfte der Übertragungstrecke.

Zum Produkt:



1 Gleichstrombetrieb, 2 Gegenstrombetrieb,
3 äußeres Rohr mit kaltem Wasser,
4 inneres Rohr mit heißem Wasser
■ Kaltwasserseite, ■ Heißwasserseite



Lerninhalte und Übungen

- Funktion und Verhalten im Betrieb eines Doppelrohr-Wärmeübertragers
- Temperaturverläufe aufnehmen
 - ▶ im Gleichstrombetrieb
 - ▶ im Gegenstrombetrieb
- mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten ermitteln
- mit anderen Wärmeübertragertypen vergleichen



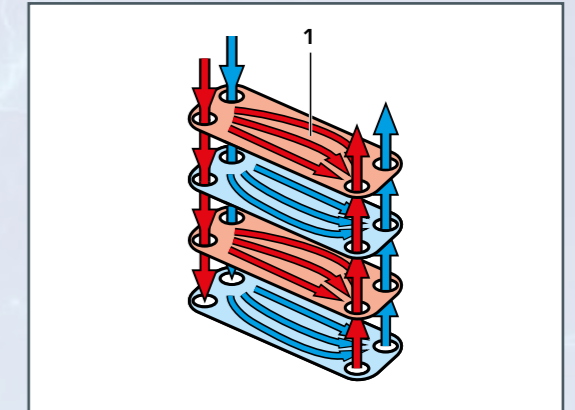
WL 110.02

Platten-Wärmeübertrager

Platten-Wärmeübertrager zeichnen sich vor allem durch ihre kompakte Bauform aus, bei der das gesamte Material zur Wärmeübertragung genutzt wird. Ein Vorteil ist der geringe Platzbedarf, bezogen auf die Wärmeübertragungsfläche.

Der Platten-Wärmeübertrager besteht aus mehreren profilierten Platten. Durch Verbinden der Platten miteinander entstehen zwei hermetisch voneinander getrennte Rohrkanäle. Jeweils ein kalter und ein heißer Rohrkanal wechseln sich in der Anordnung ab. Die profilierten Platten sorgen für eine Durchmischung des Wassers und verbessern die Wärmeübertragung.

Zum Produkt:



1 Platte mit gepresstem Profil
■ Kaltwasserseite, ■ Heißwasserseite



Lerninhalte und Übungen

- Funktion und Verhalten im Betrieb eines Platten-Wärmeübertragers
- Temperaturverläufe aufnehmen
 - ▶ im Gleichstrombetrieb
 - ▶ im Gegenstrombetrieb
- mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten ermitteln
- mit anderen Wärmeübertragertypen vergleichen

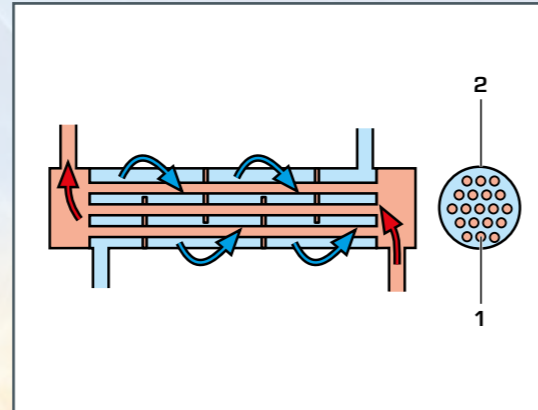


WL 110.03

Rohrbündel-Wärmeübertrager

Rohrbündel-Wärmeübertrager zeichnen sich durch die große Wärmeübertragungsfläche und die kompakte Bauform aus.

Der Rohrbündel-Wärmeübertrager besteht aus sieben Kernrohren, umgeben von einem transparenten Mantelrohr. Das heiße Wasser fließt durch die Kernrohre, das kalte Wasser durch das Mantelrohr. Dabei gibt das heiße Wasser einen Teil seiner thermischen Energie an das kalte Wasser ab. Mit Hilfe von Umlenklechen wird die Strömung im Mantelraum so umgelenkt, dass eine stärkere Turbulenz und damit ein intensiverer Wärmeübergang erzeugt wird. Die Medien strömen kontinuierlich im Kreuzgegen- und Kreuzgleichstrom.



1 Kernrohr, 2 Mantelrohr
 ■ Kaltwasserseite, ■ Heißwasserseite

Zum Produkt:

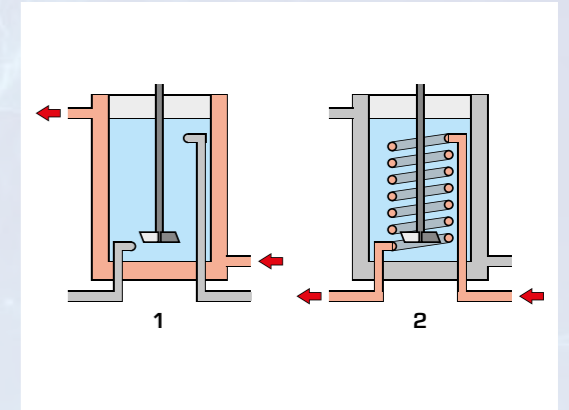


WL 110.04

Doppelmantel-Wärmeübertrager

In vielen verfahrenstechnischen Prozessen werden einfache Rührkessel eingesetzt. Diese werden zum Kühlen oder Heizen mit einem Doppelmantel oder einer Rohrschlange ausgestattet. Für die bessere Durchmischung des Behälterinhalts und eine gleichmäßige Temperaturverteilung werden Rührwerke verwendet.

Der Doppelmantel-Wärmeübertrager besteht aus einem Behälter, der von einem Mantel umgeben ist. Im Behälter befindet sich eine Rohrschlange. Bei der Betriebsart „Heizen mit dem Mantel“ durchströmt das heiße Wasser den Mantel und gibt dabei einen Teil seiner thermischen Energie an das kalte Wasser im Behälter ab. Bei der Betriebsart „Heizen mit der Rohrschlange“ durchströmt das heiße Wasser die Rohrschlange und erwärmt dabei das kalte Wasser im Behälter. Der Einsatz eines Rührwerkes ist bei allen Betriebsarten möglich.



1 Heizen über den Mantel, 2 Heizen über die Rohrschlange
 ■ Kaltwasserseite, ■ Heißwasserseite

Zum Produkt:



Lerninhalte und Übungen

- Funktion und Verhalten im Betrieb eines Rohrbündel-Wärmeübertragers
- Temperaturverläufe aufnehmen
 - ▶ im Kreuzgleichstrombetrieb
 - ▶ im Kreuzgegenstrombetrieb
- mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten ermitteln
- mit anderen Wärmeübertragertypen vergleichen



Lerninhalte und Übungen

- Funktion und Verhalten im Betrieb eines Doppelmantel-Wärmeübertragers
- Zeitverläufe aufnehmen:
 - ▶ Betriebsart Heizen mit Mantel
 - ▶ Betriebsart Heizen mit Rohrschlange
 - ▶ Einfluss eines Rührwerks
- mit anderen Wärmeübertragertypen vergleichen

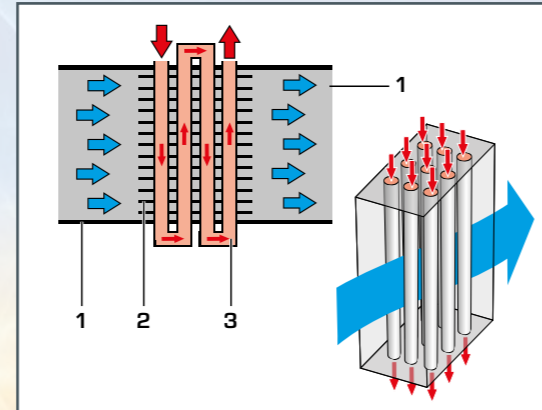


WL 110.05

Rippenrohr-Wärmeübertrager

Die wärmeübertragende Oberfläche eines Wärmeübertragers kann durch Aufbringen von Rippen effektiv vergrößert werden. Dieses Prinzip wird im Rippenrohr-Wärmeübertrager vor allem dazu genutzt, um mit der Umgebungsluft einen geschlossenen Kreislauf zu kühlen oder zu erwärmen.

Der Rippenrohr-Wärmeübertrager besteht aus einem luftdurchströmten Kastenprofil, das mehrfach von der heißwasserführenden Rohrstrecke durchquert wird. Dadurch wird ein Kreuzstrom der wärmeübertragenden Medien realisiert. Das heiße Wasser gibt einen Teil seiner thermischen Energie an die Luft ab. Zur Vergrößerung der wärmeübertragenden Oberfläche sind Rippen auf der Rohrstrecke aufgebracht.



1 Luftkanal, 2 Rippen, 3 wasserführende Rohrleitung
 ■ kalte Luft, ■ Rohrleitung mit heißem Wasser

Zum Produkt:



Lerninhalte und Übungen	
■	Funktion und Verhalten im Betrieb eines Rippenrohr-Wärmeübertragers
■	Wärmeübertragung zwischen Wasser und Luft im Kreuzstrom
■	Temperaturverläufe aufnehmen
■	mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten ermitteln
■	mit anderen Wärmeübertragertypen vergleichen

Einfacher Zubehörwechsel – automatische Zubehörererkennung



1. Schlauchverbindungen am Rohrbündel-Wärmeübertrager lösen



2. Zubehör abheben und ohne Werkzeug tauschen, Rippenrohr-Wärmeübertrager auf der Arbeitsfläche der Versorgungseinheit positionieren



Mit Hilfe der RFID-Technologie wird das Zubehör automatisch erkannt, die passende SPS-Software geladen und es findet eine automatische Systemkonfiguration statt.



3. Schlauchverbindung am Rippenrohr-Wärmeübertrager herstellen



Nach erfolgter Systemkonfiguration, ist die Bedienoberfläche bereit für die Versuchsvorbereitung

Laborwagen WP 300.09

Der Laborwagen ermöglicht es, die Versuche bequem aufzubauen und bei Bedarf an einen anderen Ort zu transportieren. Zubehör wie z.B. Schläuche, Ventile zur Belüftung und zum Wasserablauf sowie Anleitungen, können in drei Schubladen aufbewahrt werden. Drei versenkbare Steckdosen stehen zur Stromversorgung zur Verfügung.



Reale Versuche – digitale Medien

Das digitale Lehr-Lern-Konzept bietet eine Interaktion zwischen realen Versuchen und digitaler Lehre mit:

1. Vorbereitung
 2. Durchführung
 3. Auswertung
- der Versuche.

Die Versorgungseinheit WL 110 stellt jeweils die Grundversorgung bereit. Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik sowie die Schnittstellen werden ebenso von der Versorgungseinheit bereitgestellt.



Verbindung zu max. 10 mobilen Endgeräten über integrierten WLAN-Router

Datentransfer über LAN/WLAN zur vielseitigen externen Nutzung der Messwerte und Screenshots z.B. Auswertung in Excel



- intuitive Versuchsdurchführung über **Touchscreen (HMI)**
- Gerätesteuerung mit einer **SPS**, über Touchscreen oder ein Endgerät bedienbar
- integrierter **WLAN-Router** für Bedienung und Steuerung über ein Endgerät und für **Screen-Mirroring** an bis zu 10 Endgeräten: PC, Tablet, Smartphone
- automatische Systemkonfiguration
- Datenerfassung intern in der SPS
- Zugriff auf gespeicherte Messwerte ist von Endgeräten via **WLAN** mit integriertem Router / LAN-Anbindung über das kundeneigene Netzwerk möglich

1. Vorbereitung

Ortsunabhängige Versuchsvorbereitung mit GUNT E-Learning Kursen oder direkt am Versuchsgesetz über das Basiswissen in der SPS.



2. Durchführung

Untersuchung und Vergleich verschiedener Wärmeübertrager, intuitive Führung durch die Versuche über Touchscreen.



3. Auswertung

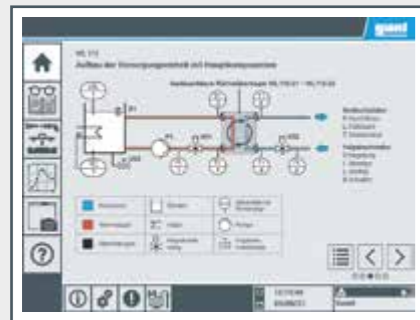
Direkt am Versuchsgesetz und via Datentransfer von Messwerten und Screenshots auch ortsunabhängig möglich.



Integrierte SPS mit Touchscreen

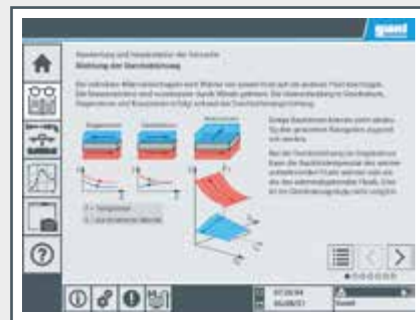
Die Bedienung und Steuerung der Versorgungseinheit WL 110 und der Wärmeübertrager WL 110.01 – WL 110.05 erfolgt über die integrierte SPS mit Touchscreen. Alternativ kann mit der integrierten WLAN-Funktion ein Endgerät die Bedienung über-

nehmen. Bis zu 10 Endgeräte (PC, Tablet, Smartphone) können die Versuche via Screen-Mirroring verfolgen.



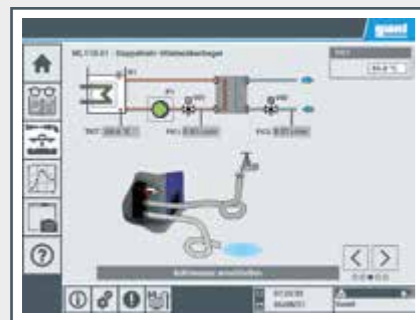
Übersicht

erhältliche Wärmeübertrager WL 110.01 – WL 110.05 mit detaillierter Beschreibung und Informationen zum Aufbau



Basiswissen

- umfangreiche theoretische Grundlagen zu Wärmeübertragung und Wärmeströmen
- Auswertung und Interpretation der Versuche
- Abhängigkeiten des Wärmeübergangs
- Auslegung von Wärmeübertragern



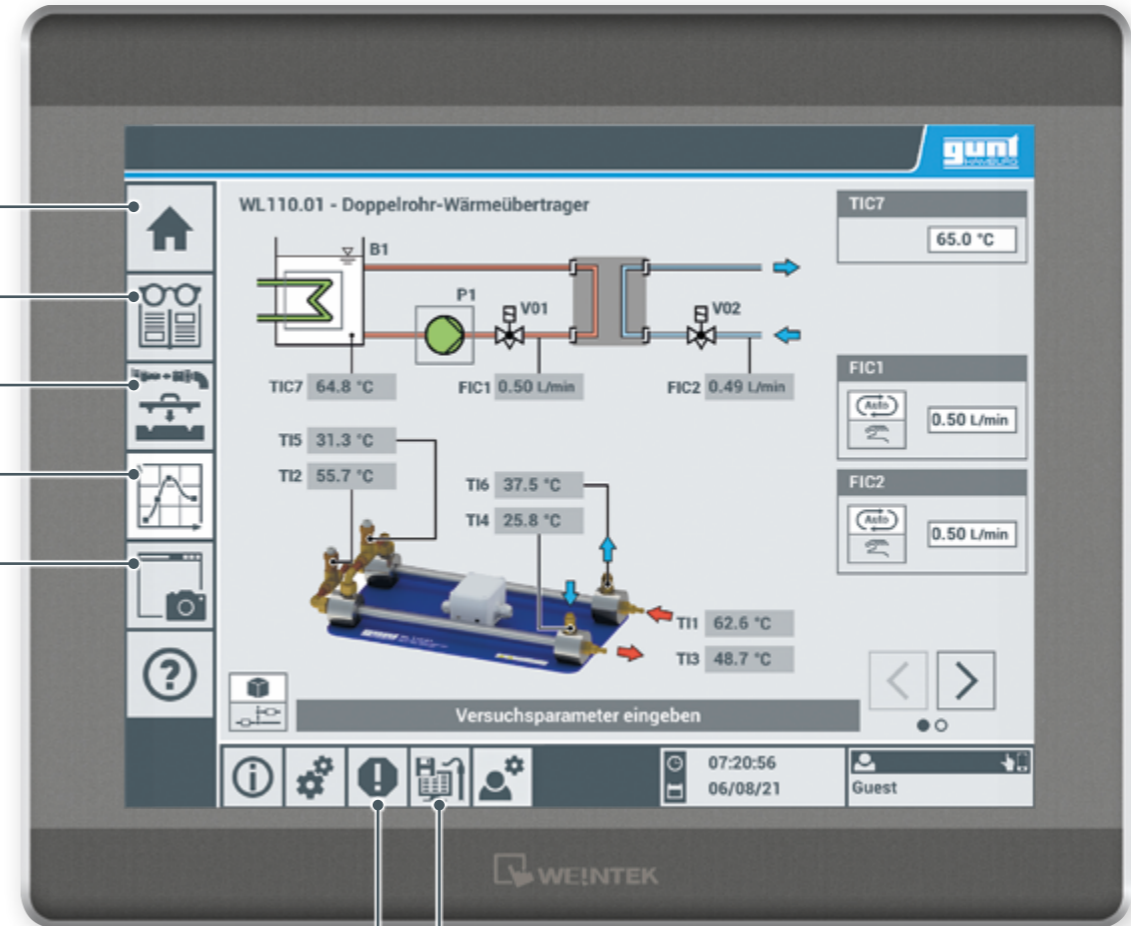
Versuchsvorbereitung

- Schritt-für-Schritt Anleitung visualisiert den Anschluss der einzelnen Elemente
- Entleerungsvorgang mit Belüftung und Entleerung



Versuchsübersicht

- digitale Messwertaufnahme
- grafische Darstellung der Messwerte, z.B. Temperaturverlauf
- Vergleich der Wärmeströme als Fläche dargestellt, WL 110.05



Anzeige von Fehlermeldungen



Bildschirmfoto

Screenshot der aktuellen Ansicht und Speicherung der Bilddatei auf einem externen Gerät, Verbindung über WLAN mit integriertem Router / LAN-Anbindung mit kundeneigenem Netzwerk



Datenlogger

- Übertragung der Messwerte auf ein externes Gerät, Verbindung über WLAN mit integriertem Router / LAN-Anbindung mit kundeneigenem Netzwerk
- spätere Auswertung z.B. in Excel

E-Learning: Theoretische Grundlagen der Wärmeübertragung

Umfangreiches Multimedia-Lehrmaterial von GUNT zu den Laborversuchen steht kostenlos online zur Verfügung. Damit

können sich Studierende gezielt auf die Laborversuche an ihrem externen Arbeitsplatz vorbereiten.

Online-Zugang zu den E-Learning Kursen:



- Grundlagen der Wärmeübertragung I
- Grundlagen der Wärmeübertragung II



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
- Motivationsverstärkung durch Originalität und spielerischen Zugang zum Lernstoff
- Integration multimedialer Lernmethodik in den Alltag Ihrer Studierenden

Grundlagen der Wärmeübertragung I

didaktisch durchdachte und medial aufbereitete Lerninhalte der Wärmeübertragung

Wärmeleitung allgemein

Wärmeleitung: Wärmeleitung findet in Stoffen statt, die keine einheitliche Temperatur haben. Ebenso, wenn sich Stoffe unterschiedlicher Temperatur berühren. 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. Das ist ein Hinweis auf einen bestehenden Wärmestrom. Die folgenden Größen beeinflussen die Größe des Wärmestroms:

Temperaturdifferenz
Der Wärmestrom wird in vielen technischen Anwendungen über die Temperaturdifferenz gesteuert. Im Bad ist wenn der Schicht (A-A) durch einen beheizten Kochtopf übergeben. Die heiße Heizplatte (1) überträgt die Wärme durch den Boden des Kochtopfs (2) auf das Wasser (3). Der Wärmestrom ist durch rote Pfeile dargestellt. Je nach Temperaturdifferenz von der heißen Heizplatte zum Topfboden wird ein größerer oder kleinerer Wärmestrom abgegeben.

Stoff
Bei vielen Anwendungen ist die Werkstoffwahl ein deutliches Zeichen dafür, ob ein Gegenstand die Wärme leiten oder zur Dämmung beitragen soll. Beispielsweise Stoffe zur Wärmeleitung sind Metalle wie Kupfer und Aluminium. Als Dämmstoffe werden bevorzugt geschäumte Stoffe verwendet. Der Stoffwert, welcher diese Eigenschaft charakterisiert, ist die **Wärmeleitfähigkeit**. Bei einem gegebenen Wärmestrom ist die Temperaturdifferenz um so geringer, je höher die Wärmeleitfähigkeit ist.

Wärmeleitung - flachwandig radial

Wie bereits auf der vorherigen Seite erwähnt, hat die flache Querschnittsfläche einen entscheidenden Einfluss auf den Wärmefluss. Wird ein kleiner Wärmestrom geschickt, so sollte möglichst auch die wärmeleitende Querschnittsfläche klein sein. Anders ist es, wenn eine große Wärmeabfuhr erwünscht ist. Dabei sollte die wärmeleitende Querschnittsfläche möglichst groß sein. Die wärmeleitende Querschnittsfläche hat Einfluss auf das Temperaturprofil innerhalb eines Körpers. Zwei typische Fälle werden hervorgehoben, um die Gründe genauer zu beleuchten.

Flache Wand:
Die flache Wand ergibt eine gerade Linie für das Temperaturprofil. Dies erfordert einen stationären Zustand bei konstantem Wärmestrom. Das Bild links zeigt den Temperaturverlauf einer mehrschichtigen Wand. Die Auswirkungen unterschiedlicher Wandstärken und unterschiedlicher Mittelstrahlen zeigen sich im Temperaturverlauf über die Länge. Durch die gesamte Wand fließt der gleiche Wärmestrom. Die flächenspezifische Wärmeabfuhr pro Fläche ist konstant. Entscheidend ist nicht die Höhe der Temperatur, sondern die Temperaturdifferenz. Verdoppelt man die Querschnittsfläche der Wand, so wird bei gleicher Temperaturdifferenz doppelt so viel Wärmestrom benötigt. Ändert sich die Querschnittsfläche bei konstantem Wärmestrom, weicht der Temperaturverlauf von der Geraden ab.

Zylindrische Wand:
Bei einer zylindrischen Wand (z. B. der Innenseite eines beheizten Rohrs) nimmt die wärmeabtragende Querschnittsfläche mit dem Radius zu. Der konstante Wärmefluss verteilt sich auf eine zunehmende Fläche. Mit zunehmendem Radius sind die flächenspezifischen Wärmeflüsse geringer. Der Temperaturverlauf weicht daher von einer Geraden ab.

Grundlagen der Wärmeübertragung II

weiterführende Beschreibung der Wärmeübertragung zwischen Fluid und Trennwand mit Formeln zur Vertiefung

Wärmeübertragung Fluid-Trennwand

Die nebenstehende Abbildung wiederholt den Temperaturverlauf quer zur Trennwand. Die fließende Wärme von einem Fluid an die Trennwand oder umgekehrt zu übertragen, wird durch den Wärmeübergangskoeffizienten α beschrieben. Die Wärme geht von dem wärmeren Fluid an die Trennwand über, bzw. von der Trennwand an das kältere Fluid.

Die nebenstehenden Formeln geben die in der Zeit t fließende Wärmemenge Q an:
 $Q = \alpha_1 \cdot A \cdot dT_{f1} \cdot t$
 $Q = \alpha_2 \cdot A \cdot dT_{f2} \cdot t$
 $dQ/dt = \alpha_1 \cdot A \cdot dT_f$

Im Allgemeinen interessiert die Wärmestrom, d. h. die übertragene Wärmemenge dQ pro Zeiteinheit t . Der Wärmestrom dQ/dt ist somit einer Leistung, bezogen auf die Fläche A oder 1 m^2 . Die nebenstehende Formel dient zur Berechnung des Wärmestroms dQ/dt , einwirkend für die fließende Wärme.

Wärmeübertragung Fluid-Trennwand

In der nebenstehenden Abbildung ist der Energie- bzw. Wärmestromfluss in einem Wärmestromträger schematisch dargestellt (Drehzahl wird nicht eingezeichnet). Der übertragene Wärmestrom beschreibt sich aus der Differenz zwischen Eintritts- und Austrittstemperatur eines Fluids ($T_{f1} - T_{f2}$). Bei einem stationären Wärmestrom überträgt sich ohne Verlust, da für die Berechnung der heißen oder kalten Medien herangezogen wird.

Abgesehen wird der Wärmestrom dQ/dt aus dem Massenstrom \dot{m} durch die spezifischen Wärmekapazität c_p und der Temperaturdifferenz dT berechnet. Daraus lässt sich durch die Wärmeübergangskoeffizient α des Wärmestromträgers berechnen in nebenstehende Formeln:

 $dQ/dt = \dot{m} \cdot c_p \cdot dT$
 $\alpha = \frac{dQ/dt}{A \cdot dT_f}$

Doppelwandigkeit

Trägt man die Fluidtemperaturen in einem gemeinsamen Diagramm über den Weg x ein, so erhält man den **Temperaturverlauf**. Dabei verläuft der Weg x längs der Wärmeübergangsfläche, vom Eintritt bis zum Austritt des Fluids. Die Temperaturen verlaufen meistens nicht linear.

Bezüglich der **Strömung** der Fluide auf beiden Seiten der Trennwand unterscheidet man **Gegenstrom**, **Gegenstrom** und **Kreuzstrom**. Die Fluide strömen in gleicher Richtung, entgegengesetzt oder quer zueinander.

Die nebenstehende Abbildung zeigt ebenfalls den **Temperaturverlauf** von einem Doppeltrom-Wärmeübertragung, im **Gegenstrom**. Bei einem Fluid in den Wärmeübertragung (T_{f1}) ist die Temperaturdifferenz maximal, bei Austritt minimal. Bei maximaler Temperaturdifferenz (T_{f1} - T_{f2}) kann ein großer Wärmestrom übertragen werden, d. h. die Temperaturen ändern sich schnell. Mit steigender Temperaturdifferenz ändern sich die Temperaturen langsamer. Im Gleichstrom bleibt die Austrittstemperatur T_{f2} immer niedriger als T_{f1} .

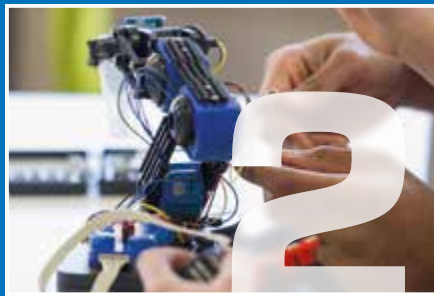
Die nebenstehende Abbildung zeigt ebenfalls den **Temperaturverlauf** von einem Doppeltrom-Wärmeübertragung, im **Gegenstrom**. In diesem Beispiel ist die Austrittstemperatur T_{f2} des erwärmten Fluids höher als die Austrittstemperatur T_{f1} des geheizten Fluids. Das ist nur im Gegenstrom möglich, nicht im Gleichstrom.

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



Prozesstechnik

- 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