

WL 210

Verdampfungsprozess



Lerninhalte / Übungen

- Untersuchung der typischen Strömungsformen bei Verdampfung
 - ▶ einphasige Flüssigkeitsströmung
 - ▶ unterkühltes Sieden
 - ▶ Kolbenblasenströmung
 - ▶ Ringströmung
 - ▶ Filmsieden
 - ▶ Sprühströmung
 - ▶ einphasige Dampfströmung
 - ▶ Nassdampf
- Untersuchung des Einflusses auf den Verdampfungsvorgang durch
 - ▶ Durchfluss
 - ▶ Temperatur
 - ▶ Druck

Beschreibung

- **Visualisierung der Verdampfung in einem doppelwandigen Rohrverdampfer aus Glas**
- **Betrieb mit ungiftiger, niedrigsiedender Verdampfungsflüssigkeit**

Bei der Erzeugung von Dampf durchläuft das zu verdampfende Medium verschiedene Strömungsformen in Abhängigkeit des Wärmeübertragungsbereichs. Das Medium strömt als Flüssigkeit in einen Rohrverdampfer und verlässt den Rohrverdampfer als überhitzter Dampf. In der Praxis wird der in großen Anlagen erzeugte Wasserdampf z.B. für Heizkraftwerke oder Maschinenantriebe genutzt.

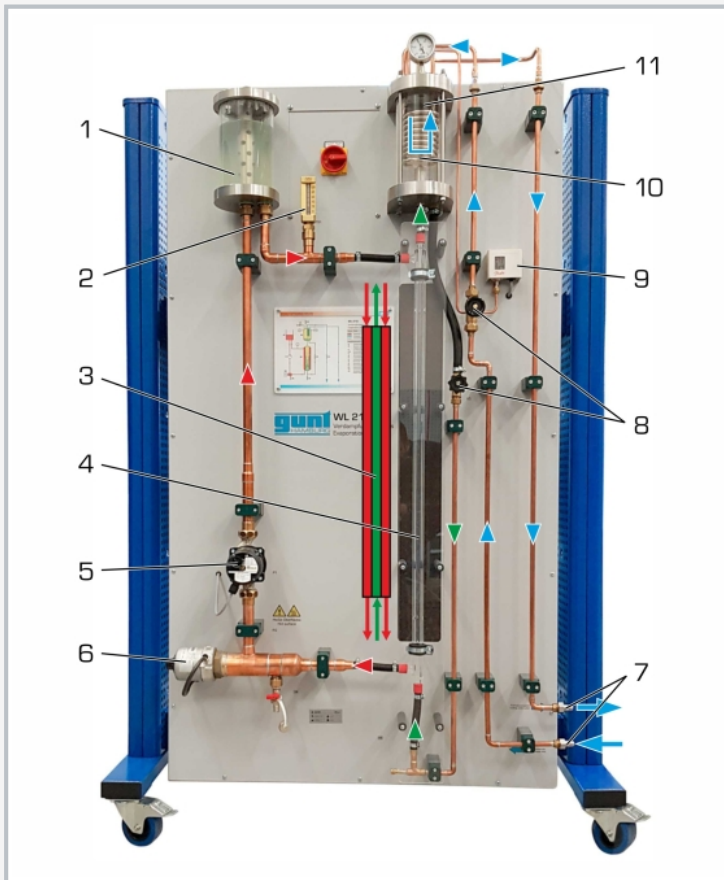
Für die Auslegung von Dampferzeugern ist die Kenntnis des Verdampfungsprozesses mit Siedekrisen wichtig, um einen sicheren Betrieb gewährleisten zu können. Siedekrisen entstehen durch eine plötzliche Verschlechterung des Wärmeübergangs, wodurch die hohe Wärmestromdichte zu einem gefährlichen Anstieg der Wandtemperatur führt.

Mit der Versuchsanlage WL 210 kann der Verdampfungsprozess in den verschiedenen Strömungsformen untersucht und sichtbar gemacht werden.

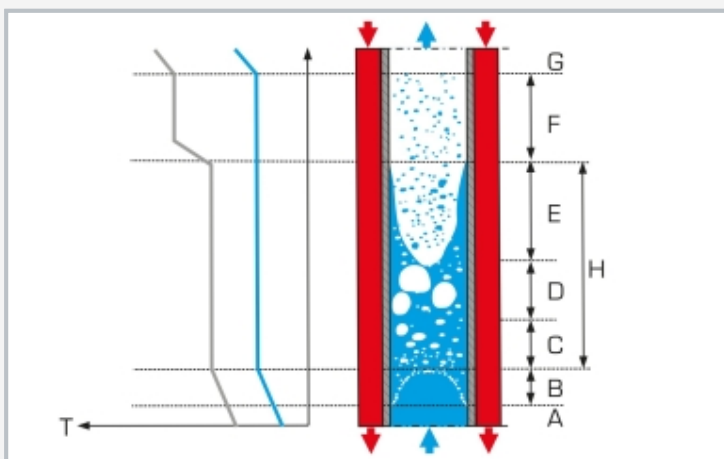
Dazu wird eine Verdampfungsflüssigkeit, R1233zd, in einem Rohrverdampfer aus Glas erhitzt. Diese Flüssigkeit hat gegenüber Wasser den Vorteil, dass der Siedepunkt bei ca. 18°C (1013hPa) liegt, wodurch der gesamte Verdampfungsprozess bei deutlich niedrigeren Temperaturen und geringer Heizleistung stattfindet. Der Druck kann über den Kühlkreislauf variiert werden. Mit Hilfe einer Wasserstrahlpumpe kann der Verdampfungskreislauf evakuiert werden.

WL 210

Verdampfungsprozess



1 Behälter Heizkreislauf, 2 Thermometer, 3 Rohrverdampfer, Prinzipzeichnung, 4 Rohrverdampfer, 5 Pumpe, 6 Heizer, 7 Anschluss Kühlwasser, 8 Ventile, 9 Druckschalter, 10 Rohrschleife, 11 Sammler mit Manometer und Sicherheitsventil;
rot: Heizkreislauf, grün: Verdampfungskreislauf, blau: Kühlkreislauf



Verdampfung in einem Rohrverdampfer:
A unterkühlte Flüssigkeit, B Siedebeginn, C Blasenströmung, D Kolbenblasenströmung, E Ringströmung, F Sprühströmung, G überhitzter Dampf, H Siedebereich; blau: Flüssigkeitstemperatur, grau: Heizflächentemperatur

Spezifikation

- [1] Visualisierung der Verdampfung in einem Rohrverdampfer
- [2] Heiz- und Kühlmedium: Wasser
- [3] Wasserversorgung über Labornetz oder über Kaltwassererzeuger WL 110.20 zur Sicherstellung einer max. Wassertemperatur von 16°C
- [4] Rohrverdampfer aus doppelwandigem Glas
- [5] Heizkreislauf mit Heizer, Pumpe und Ausdehnungsbehälter
- [6] Sicherheitsventil schützt vor Überdruck im System
- [7] Wasserstrahlpumpe zum Evakuieren des Verdampfungskreislaufs
- [8] Kältemittel R1233zd, GWP: 1

Technische Daten

Heizer

- Leistung: 2kW
- Temperaturbereich: 5...80°C

Heiz- und Kühlmedium: Wasser

Pumpe

- 3-stufig
- max. Förderstrom: 1,9m³/h
- max. Förderhöhe: 1,5m
- Leistungsaufnahme: 58W

Rohrverdampfer

- Länge: 1050mm
- Durchmesser innen: 16mm
- Durchmesser außen: 24mm

Kondensator: Rohrschleife aus Kupfer

Kältemittel:

- R1233zd, GWP: 1
- Füllmenge: 1,2kg
- CO₂-Äquivalent: 0t

Messbereiche

- Druck: -1...1,5bar rel.
- Temperatur: 0...100°C

230V, 50Hz, 1 Phase

230V, 60Hz, 1 Phase

120V, 60Hz, 1 Phase

UL/CSA optional

LxBxH: 1250x800x1970mm

Gewicht: ca. 170kg

Für den Betrieb erforderlich

Wasseranschluss (min. 320L/h, Wassertemperatur max. 16°C), Abfluss oder WL 110.20

Lieferumfang

- 1 Versuchsstand
- 1 Satz Schläuche
- 1 Satz didaktisches Begleitmaterial

WL 210

Verdampfungsprozess

Optionales Zubehör

WL 110.20 Kaltwassererzeuger