

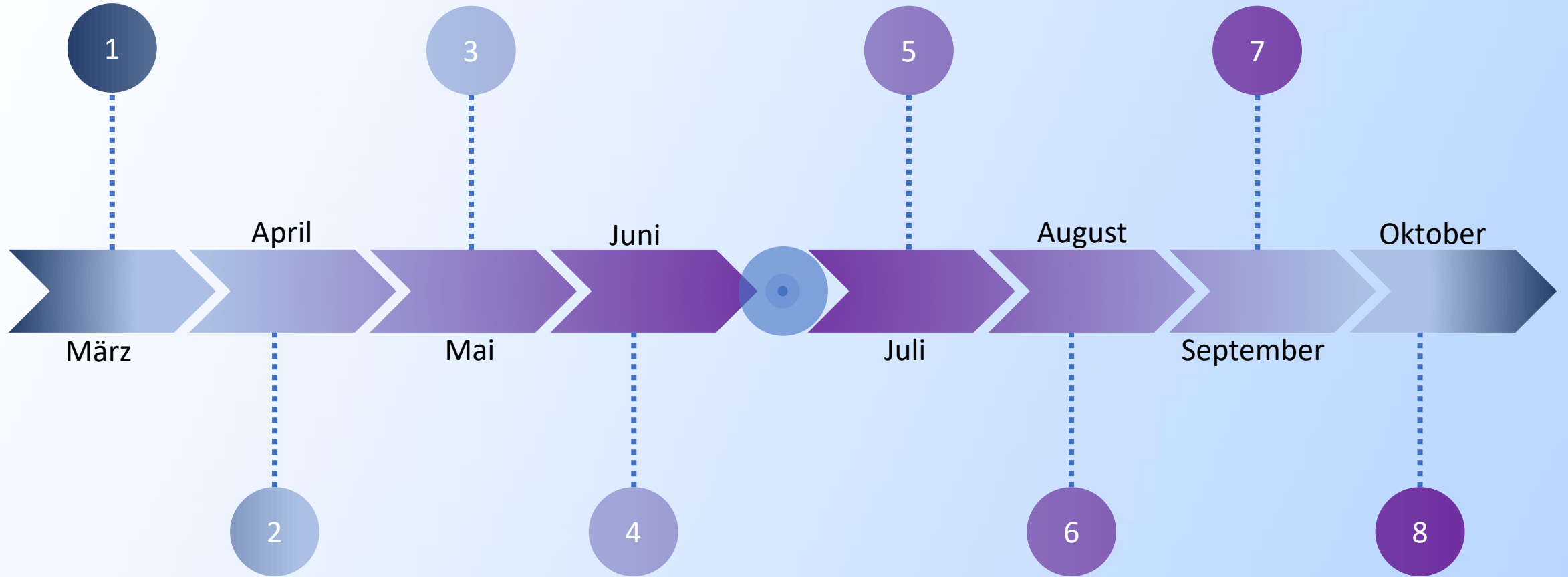
Maik Strauch

- 08/2015 Beginn Ausbildung zum Mechatroniker für Kältetechnik
- 07/2018 Ende der Berufsausbildung

- 09/2019 Beginn Meisterschule (Teil III, Teil IV, Vollzeit Teil I+II)
- 12/2020 Ende Meisterschule + Meisterprüfung

- 05/2022 Wechsel zu Fa. CoolTool Technology GmbH
- 11/2022 Beginn Dozent IKKE gGmbH
- 2023 Bestellung als Prüfer im Bereich Kälteanlagenbau
- 2024 Beginn Studiengang „Maschinenbau“

Zeithorizont



Strukturablauf Vollzeitunterricht

Nr.	Unterrichtsinhalt	Zeitinhalt
1.	Einführung / Test / Physikalische Grundbegriffe	4 ZE
2.	Kältetechnische Grundbegriffe	8 ZE
3.	Energieeffiziente Anlagenplanung	4 ZE
4.	Softwarebasierte Anlagenplanung – Einstieg	8 ZE
5.	Softwarebasierte Anlagenplanung – Grundlagen	8 ZE
6.	Softwarebasierte Anlagenplanung – Erweiterung	8 ZE
7.	Prüfungsvorbereitung	8 ZE
8.	(Inter-)Nationale Richtlinien	6 ZE
		Σ 54 ZE

1 ZE = 45 min

1. Einführung / Test / Physikalische Grundbegriffe

X

Einführung:

Vorstellung meiner Person, Erklären meiner Unterrichtsplanung, Einführung in die Funktion meiner Website.

X

Test:

Einführungstest zur Prüfung des kältetechnischen Basiswissens, dem Umgang mit Formeln und der Fähigkeit im Umgang mit Tabellenbüchern. Im Anschluss besprechen der Aufgaben.
Ca. 2 Zeiteinheiten

X

Physikalische Grundbegriffe:

Umgang mit Physikalischen Grundgrößen, die im Zuge meines Unterrichtes benötigt werden.
(Bsp. Druck, Flächen, Massen-/Volumenströme)
Ca. 2 Zeiteinheiten

2. Kältetechnische Grundbegriffe



Kreisprozess:

Arbeiten im $\log(p)$ -h-Diagramm, die Berechnung von Heißgasendtemperaturen, Hubvolumenströmen und Leistungszahlen wie EER und COP.

Ca. 3 Zeiteinheiten



Kältemittel:

Welche Kältemittelarten gibt es und was sind ihre Eigenschaften? Sicherheitsgruppen, chemische Zusammensetzung, Gefahren und Effizienz unterschiedlicher Kältemittel

Ca. 1 Zeiteinheit



Druckverlust:

Druckverlust von Wärmeübertragern, Bauteilen und Kältemitteln, sowie die Auswirkungen auf die Effizienz der Anlagen.

Ca. 1 Zeiteinheit

Kombinatorische Aufgaben:

Die Berechnung von kombinierten Aufgaben aus dem ganzen Handlungsfeld der kältetechnischen Grundbegriffe zur Kontrolle des Lernerfolges und der Kenntnisvertiefung.

Ca. 3 Zeiteinheiten



3. Energieeffiziente Anlagenplanung

Effizienz = Klimaschutz:

Was ist Klimaschutz in der Kältetechnik, welche Kennzahlen gibt es hierfür und wer schreibt einem das ganze vor.

Ca. 1 Zeiteinheit

Effizienz = Kostensenkung:

Verkaufsargument Betriebskostensenkung. Durchsetzung von besserer Anlagentechnik zur Betriebskostenoptimierung.

Ca. 1 Zeiteinheiten

Fehler in der Praxis:

Welche Fehler werden häufig bei der Anlagenplanung gemacht und wie kann ich eine verplante Anlage effizienter laufen lassen.

Ca. 1 Zeiteinheit

Zukunft der Kältetechnik:

Welche Vergangenheit hat die Kältetechnik, wie ist der Blick auf die Zukunft und welche Konsequenzen hat das auf unseren Beruf.

Ca. 1 Zeiteinheit

4. Softwarebasierte Anlagenplanung - Einstieg



Digitale Kältebedarfsberechnung:

Einstieg in die CoolTool Planungs- und Auslegungssoftware.
Erstellung einer Gedächtnisstütze für die Verwendung und die
Begrifflichkeiten des Kühllast-Modules der Software.

Ca. 4 Zeiteinheiten

Rohrleitungsrechnung:

Welche Eingaben müssen in welches Feld? Erstellung
eines Handzettels zur Verwendung im Unterricht und
für das Lernen zuhause. Erläuterung zur Installation
der kostenlosen Demoversion der Software.

Ca. 4 Zeiteinheiten



5. Softwarebasierte Anlagenplanung - Grundlagen

Übungsaufgabe 1+2:

Erste Übungsaufgaben zur Bestimmung des Kältebedarfs anhand einer Textaufgabe. Zunächst werden fixe Werte vorgegeben, im Anschluss sollen logische Schlussfolgerungen getroffen werden.

Ca. 4 Zeiteinheiten



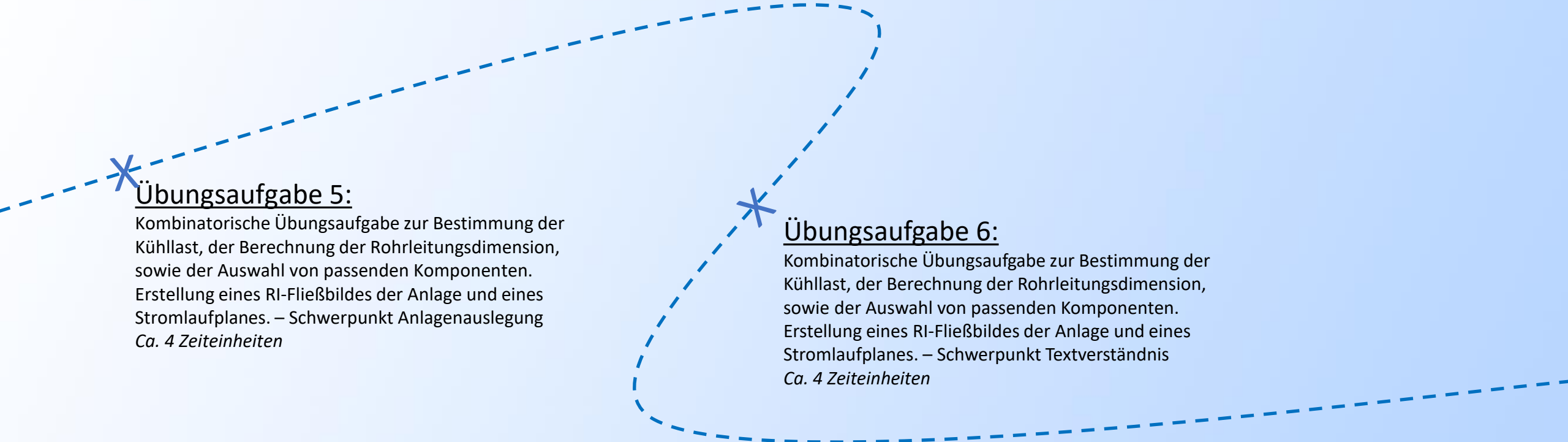
Übungsaufgabe 3+4:

Bestimmung der Rohrleitungsdimensionierung und BauteilAuswahl zu den Übungsaufgaben 1+2. Vertiefung der Kenntnisse im Umgang mit der Datenbank.

Ca. 4 Zeiteinheiten



6. Softwarebasierte Anlagenplanung - Erweiterung



Übungsaufgabe 5:

Kombinatorische Übungsaufgabe zur Bestimmung der Kühllast, der Berechnung der Rohrleitungsdimension, sowie der Auswahl von passenden Komponenten. Erstellung eines RI-Fließbildes der Anlage und eines Stromlaufplanes. – Schwerpunkt Anlagenauslegung
Ca. 4 Zeiteinheiten

Übungsaufgabe 6:

Kombinatorische Übungsaufgabe zur Bestimmung der Kühllast, der Berechnung der Rohrleitungsdimension, sowie der Auswahl von passenden Komponenten. Erstellung eines RI-Fließbildes der Anlage und eines Stromlaufplanes. – Schwerpunkt Textverständnis
Ca. 4 Zeiteinheiten


7. Prüfungsvorbereitung



Probeklausur:

Verteilung einer abgewandelten, alten Prüfungsaufgabe aus der Anlagenplanung. Bearbeitung der Aufgabe in Selbstarbeit und Gruppen möglich. Klärung von offenen Fragen und Unklarheiten im Umgang mit CoolTool.
Ca. 8 Zeiteinheiten

8. Druckgeräterichtlinie



DGRL 2014/68/EU:

Einblick in die Bereiche der Druckgeräterichtlinie mit dem Schwerpunkt bei der Definition und der Konformitätsbewertung von Behältern und Rohrleitungen. Wer darf und muss eine CE-Kennzeichnung vornehmen?

Ca. 2 Zeiteinheiten

Betriebssicherheitsverordnung:

Welche Vorgaben hinsichtlich der Betriebssicherheit von Arbeitsmitteln macht die BetrSichV? Wie erstelle ich eine Gefährdungsbeurteilung und welche Prüfungen sind vorgeschrieben?

Ca. 2 Zeiteinheiten

Explosionsschutzdokument:

Ab wann muss ein Explosionsschutzdokument erstellt werden und wer ist dafür verantwortlich? Aufbau und Erstellung eines Explosionsschutzdokuments.

Ca. 2 Zeiteinheiten

9. Hydraulische Systeme (geplant)

Aufarbeitung vom Unterricht
V. Mergl

Rohrleitungsrechnung:

Welche Rohrleitungen kann ich verwenden, welche Querschnitte werden benötigt und worauf werden die Prioritäten bei der Auslegung gesetzt.

Ca. 4 Zeiteinheiten

Hydraulische Trennung und Abgleich:

Was ist ein hydraulischer Abgleich, wofür wird dieser eingesetzt und wie wird dieser in der Praxis ausgeführt. Was für hydraulische Trennungen gibt es, wo liegen die Vor- bzw. Nachteile hierbei?

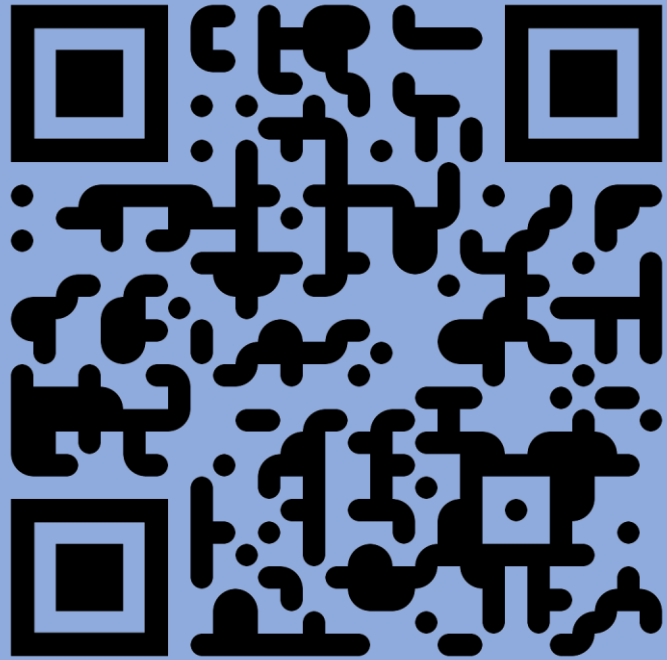
Ca. 4 Zeiteinheiten

Pumpen und Regelventile:

Was für Pumpentypen gibt es, wo liegen hier die Vor- bzw. Nachteile und was ist überhaupt ein NPSH-Wert? Welche Regelventile gibt es und wo liegt der Unterschied zwischen Druckabhängigen- und Druckunabhängigen Regelventilen?

Ca. 4 Zeiteinheiten

Website



www.ms-meisterschule.de

Einführungstest

- Hilfsmittel: Tabellenbuch, Taschenrechner
- Einheiten nicht Vergessen
- Leerzeile zwischen Zahlenwert u. Einheit



Zeit: 60 Minuten



Aufgabe 1

Welche Zahl liegt in der Mitte von -17 und 51?

$$x = -17 + \left(\frac{51 - (-17)}{2} \right) = 17$$

Aufgabe 2

Ergänzen Sie: Die Zahl 11 ist von 56 und ... gleich weit entfernt.

$$x = 11 - (56 - 11) = -34$$

Aufgabe 3

Lösen Sie die folgende Gleichung:

$$14820 \div 19 - 9 \times 11$$

$$x = (14820 \div 19) - (9 \times 11)$$

$$x = (780) - (99)$$

$$x = 681$$

Aufgabe 4

Lösen Sie die folgende Gleichung:

$$5^3 + 22 \times 134$$

$$x = (5 \times 5 \times 5) + (22 \times 134)$$

$$x = (125) + (2948)$$

$$x = 3073$$

Aufgabe 5

Ermitteln Sie den Wert x .

$$45 - x = 67$$

$$45 - x = 67 [+x]$$

$$45 = 67 + x [-67]$$

$$-22 = x$$

Aufgabe 6

Ermitteln Sie den Wert x.

$$\frac{x + 4}{21} = \frac{15}{71}$$

$$\frac{x + 4}{21} = \frac{15}{71} \quad [\times 21 / \times 71]$$

$$71(x + 4) = 315$$

$$71x + 284 = 315$$

$$71x = 31$$

$$x = \frac{31}{71} = 0,4366$$

Aufgabe 7

Ermitteln Sie, welche Höhe in dm ein Quader mit dem Rauminhalt 20 Liter hat, dessen Grundfläche den Inhalt 50 cm² hat!

$$20 \text{ Liter} = 20 \text{ dm}^3$$

$$50 \text{ cm}^2 = 0,5 \text{ dm}^2$$

$$\frac{20 \text{ dm}^3}{0,5 \text{ dm}^2} = 40 \text{ dm}$$

Aufgabe 8

Ein Würfel hat das Volumen 8 m^3 . Ermittle die Kantenlänge in cm!

$$\sqrt[3]{8\text{m}^3} = 2\text{m} = 200\text{cm}$$

Aufgabe 9

Für ein Spiel sind nach 40% Rabatt noch 8,99€ zu bezahlen. Berechnen Sie den Preis, der das Spiel vor dem Rabatt gekostet hat.

$$8,99\text{€} \times \frac{100}{(100 - 40)} = 14,98\text{€}$$

Aufgabe 10

Im Vorverkauf für ein Open-Air-Festival mit 20 000 Plätzen wurden 12 000 Eintrittskarten verkauft. Während der Veranstaltung war das Festival zu 90% ausgelastet. Eine Karte im Vorverkauf kostete 20 €. Direkt vor Ort kostete eine Karte 25 €. Berechnen Sie die Gesamteinnahmen.

$$20000 \times \frac{90}{100} - 12000 = 6000$$
$$(12000 \times 20\text{€}) + (6000 \times 25\text{€}) = 390.000\text{€}$$

Aufgabe 11

In welcher SI-Basiseinheit wird die Länge gemessen?

Meter [m]

Aufgabe 12

In welcher SI-Basiseinheit wird die Zeit gemessen?

Sekunde [s]

Aufgabe 13

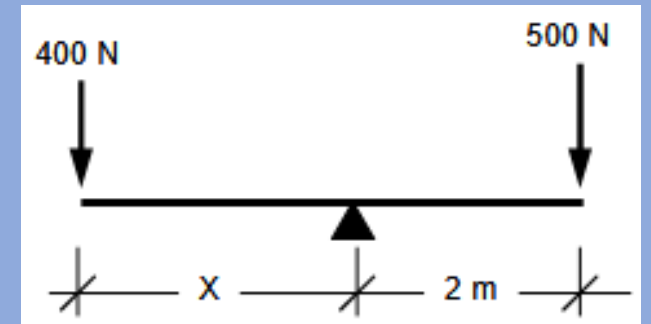
Wie tief fällt ein Stein in 3 Sekunden?

$$s = \frac{1}{2} \times g \times t^2$$
$$s = \frac{1}{2} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times (3\text{s})^2$$
$$s = 44,145 \text{ m}$$

Aufgabe 14

Wie groß muss der Hebelarm x bei einer Waage (gerader Balken) sein, damit sie im Gleichgewicht ist? Am Ende des Hebelarms x greift eine senkrechte Kraft mit 400 N, auf der anderen Seite im Abstand 2 m vom Lagerpunkt eine Kraft von 500 N an.

$$\begin{aligned}F_1 \times l_1 &= F_2 \times l_2 \\500\text{N} \times 2\text{m} &= 400\text{N} \times x \\1000\text{Nm} &= 400\text{N} \times x \quad [\div 400\text{N}] \\2,5\text{m} &= x\end{aligned}$$



Aufgabe 15

Welche Wärmemenge wird benötigt, um eine Tasse Wasser ($m= 0,2 \text{ kg}$) von 25°C auf 100°C zu erwärmen? (spez. Wärmekapazität $c=4,18 \text{ kJ/kgK}$)

$$Q = m \times c \times \Delta T$$

$$Q = 0,2\text{kg} \times 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \times 75\text{K}$$

$$Q = 62,7 \text{ kJ}$$

Aufgabe 16

Auf dem Dach einer Garage mit den Abmessungen $L=5$ m Länge, $B=3$ m Breite und $H=2,75$ m Höhe liegt eine $d=10$ cm dicke Schneeschicht. Der Schnee habe eine Dichte von $\rho=200$ kg/m³. Wie groß ist die Schneemasse m , die auf der Garage lastet?

$$V = A \times d = 5\text{m} \times 3\text{m} \times 0,1\text{m} = 1,5\text{m}^3$$
$$m = V \times \rho = 1,5\text{m}^3 \times 200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 300 \text{ kg}$$

Aufgabe 17

Ein Stein (Masse 5 kg) wird mit der Anfangsgeschwindigkeit $v=10$ m/s vom Boden senkrecht nach oben geworfen. Der Luftwiderstand ist zu vernachlässigen. Nach welcher Zeit t ab dem Abwurf trifft der Stein auf den Boden auf?

$$h(t) = v_0 \times t - \frac{1}{2} \times g \times t^2$$

$$0 = v_0 - \frac{1}{2} \times g \times t$$

$$v_0 = \frac{1}{2} \times g \times t$$

$$\frac{2 \times v_0}{g} = t = \frac{2 \times 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 2,04\text{s}$$

Aufgabe 18

Das Etikett auf einem Farbeimer mit 5 l Farbe verspricht das Anstreichen von 25 m² Wandfläche. Welche Schichtdicke in mm liegt dieser Berechnung zugrunde?

$$\begin{aligned} 5 \text{ Liter} &= 5 \text{ dm}^3 = 0,005\text{m}^3 \\ \frac{0,005\text{m}^3}{25\text{m}^2} &= 0,00002\text{m} = 0,2\text{mm} \end{aligned}$$

Aufgabe 19

Welche Aussage(n) ist (sind) richtig?

- a) Die Wärme kann mit einem Thermometer gemessen werden.
- b) Unter Wärme versteht man eine Wärmemenge, die einem Körper zugeführt oder von ihm abgeführt wird.
- c) Wärme ist die Bewegungsenergie der Moleküle und Atome aus denen sich Körper zusammensetzen.
- d) Die „Wärme“ und die „Wärmeenergie“ bedeuten das gleiche

Aufgabe 19

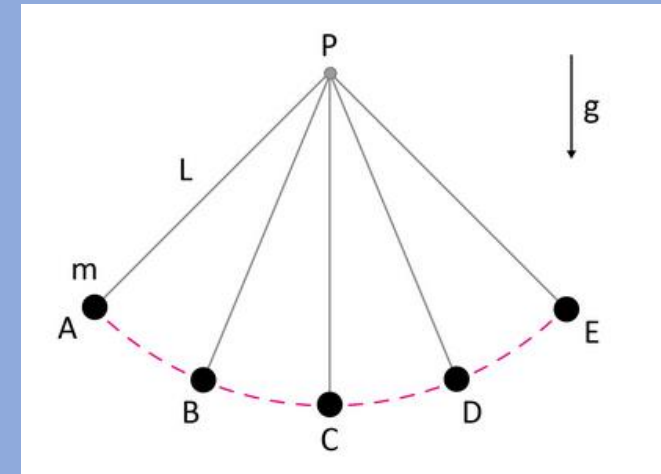
Welche Aussage(n) ist (sind) richtig?

- a) Die Temperatur kann mit einem Thermometer gemessen werden.
- b) Ist richtig
- c) Die Bewegungsenergie der Moleküle und Atome eines Körpers ist die thermische Energie (Wärmeenergie) des Körpers.
- d) Die Wärme ist eine dem Körper zu- bzw. abgeführte Energie. Die Wärmeenergie (thermische Energie) dagegen ist die Bewegungsenergie aufgrund der ungeordneten Bewegung der Moleküle eines Körpers.

Aufgabe 20

Das abgebildete Fadenpendel besteht aus einer punktförmigen Masse m und einem im Punkt P befestigten masselosen Faden der Länge L . Während einer halben Periode werden die 5 dargestellten Positionen A , B , C , D und E durchlaufen. Wo ist die Geschwindigkeit der Masse am größten?

- A
- B
- C
- D
- E



Aufgabe 21

Freie Konvektion entsteht durch ..

- a) .. Dichteunterschiede des strömenden Mediums
- b) .. Druckunterschiede des strömenden Mediums
- c) .. den Schmutzgehalt des strömenden Mediums

Aufgabe 22

Mit dem Absenken der Verdampfungstemperatur ..

- a) .. steigt die Kälteleistung des Verdichters.
- b) .. sinkt die erforderliche Antriebsleistung des Verdichters.
- c) .. sinkt die Kälteleistung des Verdichters.
- d) ..steigt die erforderliche Antriebsleistung des Verdichters.

Aufgabe 22

Mit dem Absenken der Verdampfungstemperatur *sinkt die erforderliche Antriebsleistung des Verdichters*

$$\dot{Q} = \dot{m} \times \Delta h = \dot{V} \times \rho \times (h_2 - h_1)$$

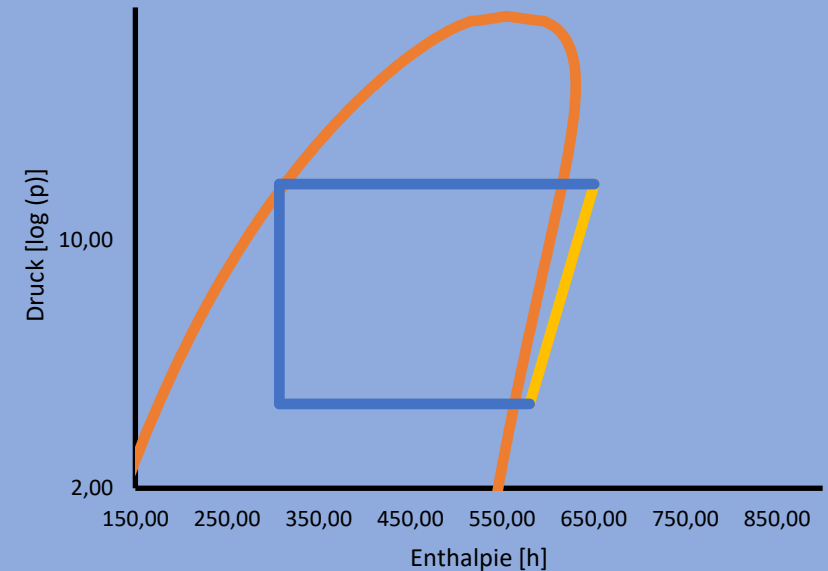
$\dot{V} = \text{konstant}$

$$\dot{Q}_{-10^\circ\text{C}} = 10 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times 7,266 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times \left(646,70 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 576,95 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right)$$

= 5,0680kW

$$\dot{Q}_{-12^\circ\text{C}} = 10 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times 6,8868 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times \left(646,70 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 574,55 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right)$$

= 4,9688kW



Aufgabe 22

Mit dem Absenken der Verdampfungstemperatur *sinkt die Kälteleistung des Verdichters*

$$\dot{Q} = \dot{m} \times \Delta h = \dot{V} \times \rho \times (h_1 - h_4)$$

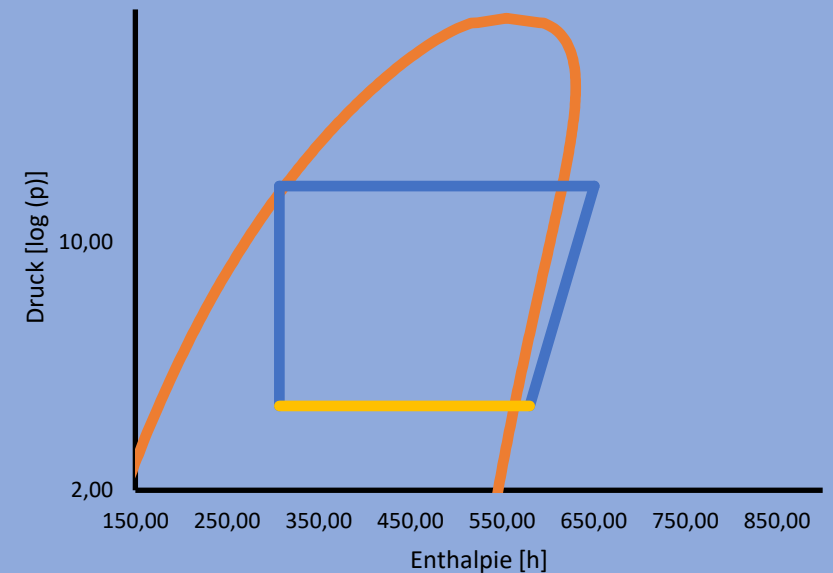
$\dot{V} = \text{konstant}$

$$\dot{Q}_{-10^\circ\text{C}} = 10 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times 7,266 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times \left(576,95 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 307,15 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right)$$

= 19,6037kW

$$\dot{Q}_{-12^\circ\text{C}} = 10 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times 6,8868 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times \left(574,55 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 307,15 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right)$$

= 18,4153kW



Aufgabe 23

Innerhalb eines geschlossenen Kältekreislaufes ..

- a) .. bleibt die Summe der Massenströme gleich.
- b) .. bleibt die Summe der Volumenströme gleich.
- c) .. bleibt die Kältemitteldichte gleich
- d) ..bleibt die Kältemittelgeschwindigkeit gleich.

Aufgabe 24

Ein innerer Wärmeübertrager (IWÜ) wird ..

- a) .. als Economizer benutzt.
- b) .. zur Unterkühlung der Flüssigkeit genutzt.
- c) .. zur Überhitzung des Kältemittels genutzt.
- d) ..die Heißgastemperatur nicht beeinflussen.

Aufgabe 25

Mit welchen Formeln kann die Kälteleistung ermittelt werden?

- a) $Q = m \times c \times \Delta T$
- b) $Q = \dot{m} \times \Delta h$
- c) $Q = k \times A \times \Delta T$

Aufgabe 26

Welche Wärmeänderung benötigt mehr Energie?

- a) Latent
- b) Sensibel

Aufgabe 27

Innerhalb des idealen Verdichtungsprozesses bleibt welche Kenngröße konstant?

- a) Entropie
- b) Enthalpie
- c) Temperatur
- d) Druck

Aufgabe 28

Die Verdampfung im idealen Kältekreislauf erfolgt ..

- a) .. isobar.
- b) .. isenthalp.
- c) .. isotherm.
- d) .. isochor.

Aufgabe 29

Sie wollen Wasser ($c=4,18 \text{ kJ/kgK}$) mit einer Masse von 480 kg innerhalb von 2 Stunden um 61 Kelvin abkühlen. Welche Kälteleistung ist hierbei vonnöten?

$$Q = m \times c \times \Delta T = 480 \text{ kg} \times 4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \times 61\text{K} = 122.390,4 \text{ kJ}$$

$$\dot{Q} = \frac{Q}{t} = \frac{122.390,4\text{kJ}}{7200\text{s}} = 16,99 \text{ kW}$$

Aufgabe 30

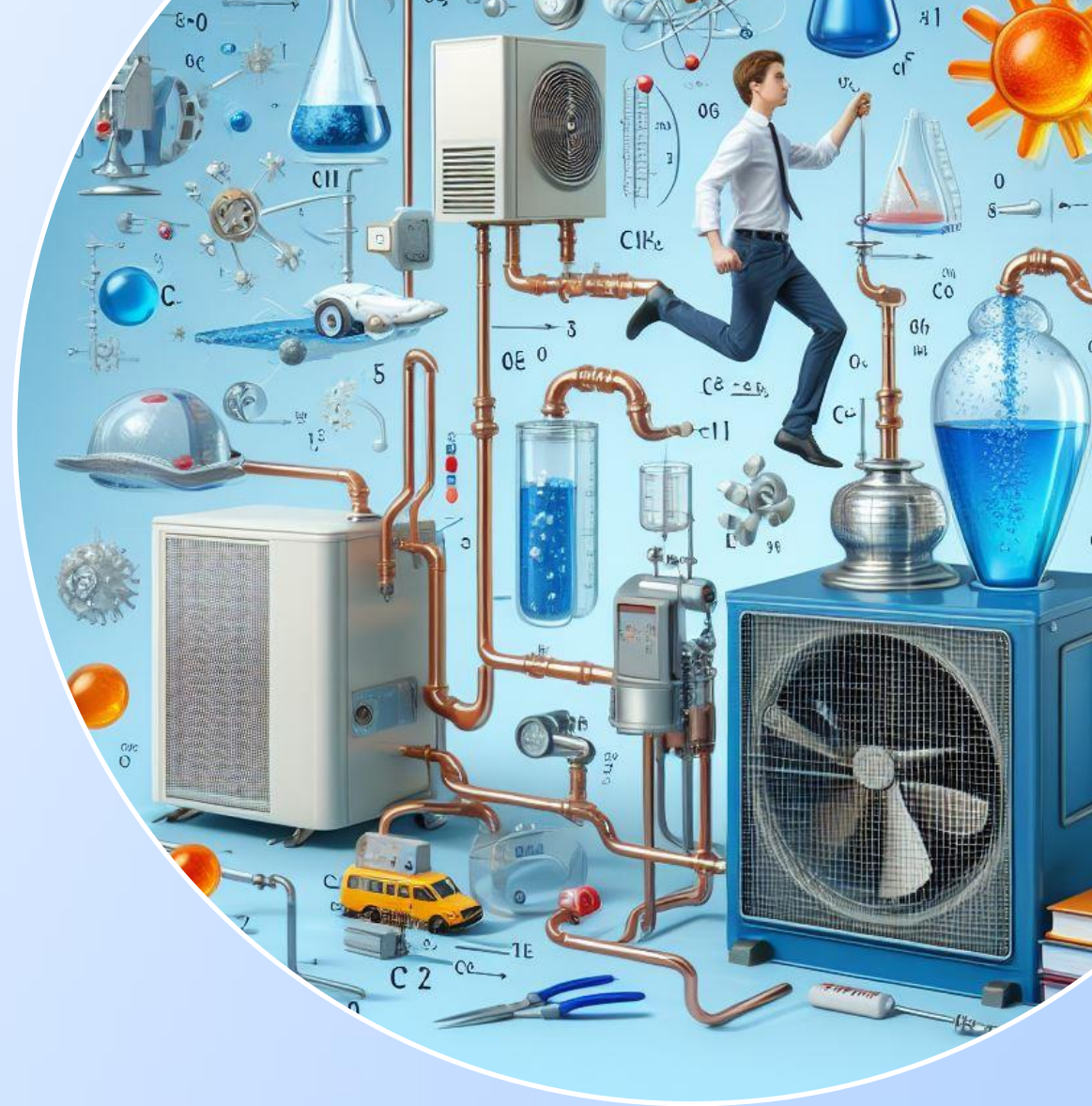
Gegeben ist eine mittlere Verdampfungstemperatur von -10°C . Welche Temperatur ergibt sich am Saugstutzen, wenn der Wärmeübertrager einen Druckverlust von 2 Kelvin hat, die nutzbare Überhitzung 8 Kelvin beträgt und die Rohrleitungsüberhitzung 3 Kelvin?

$$t_{\text{St}} = t_0 - \frac{1}{2} \times \Delta t_{\text{pl}} + \Delta t_{\text{ü,n}} + \Delta t_{\text{ü,SL}}$$

$$t_{\text{St}} = -10^{\circ}\text{C} - \frac{1}{2} \times 2\text{K} + 8\text{K} + 3\text{K}$$

$$t_{\text{St}} = 0^{\circ}\text{C}$$

Noch Fragen?



Ausblick:

X

Einführung:

Vorstellung meiner Person, Erklären meiner Unterrichtsplanung, Einführung in die Funktion meiner Website.

X

Test:

Einführungstest zur Prüfung des kältetechnischen Basiswissens, dem Umgang mit Formeln und der Fähigkeit im Umgang mit Tabellenbüchern. Im Anschluss besprechen der Aufgaben.
Ca. 2 Zeiteinheiten

X

Physikalische Grundbegriffe:

Umgang mit Physikalischen Grundgrößen, die im Zuge meines Unterrichtes benötigt werden.
(Bsp. Druck, Flächen, Massen-/Volumenströme)
Ca. 2 Zeiteinheiten