



Beispielkonzept für das Lernfeld 10

Ausbildungsberuf	Elektroniker Fachrichtung Energie- und Gebäudetechnik
Fach	System- und Gerätetechnik
Lernfeld	LF 10: Elektrische Geräte und Anlagen der Haustechnik planen, in Betrieb nehmen und übergeben
Lernsituation	Lernsituation 2: Eine E-Patrone für die Speicherung von überschüssiger Energie nach vorgegebenen Kriterien auswählen, installieren und in Betrieb nehmen.
Zeitrahmen	Circa 18 Unterrichtsstunden
Benötigtes Material	(digitale)Tafel, Computer für jeden Schüler*innen, Projektionstechnik, Informationsblätter, Textverarbeitungs-Programme,(Online) Wörterbücher in englischer Sprache, realer Aufbau(ideal): Wechselrichter, Steuergerät, E-Patrone, Smart-Meter
Querverweise	



Unterrichtskonzept mit illustrierenden Aufgaben

Berufsschule, Elektroniker/-in FR Energie und Gebäudetechnik, 3. Ausbildungsjahr

Konzeptionsmatrix für die Lernsituation 2

Konzeptionsmatrix für Lernsituation 2		Um die überschüssige Energie aus einer Fotovoltaik-Anlage zu speichern, wird diese über eine E-Patrone in einen Pufferspeicher geleitet. Die Schüler*innen ermitteln rechnerisch die zu speichernde mögliche Energiemenge und somit die Kostenersparnis. Sie wählen auf Grundlage ihrer Berechnungen die passende E-Patrone aus, konzipieren den Leitungsschutz und installieren die E-Patronen in Verbindung mit einem Steuergerät nach DIN-VDE. Nach der Inbetriebnahme und Messung nach DIN-VDE wird der Kunde in die Anlage ein- und auf Wartungstätigkeiten hingewiesen.						
Zeit in min	Thema/ Beschreibung	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen	Aufgabe			
					Aktivitäten	Lernprodukte	Medien/ Materialien	Kontroll- und Reflexionselemente
2	Vorstellung der Lernsituation; Wärmepumpe	<u>Wärmepumpe</u> Arten und Funktionsweise		Jahresarbeitszahl	Information über die geplante Kundenanlage			
					Verschaffen sich mit Hilfe der Präsentation einen Überblick über die betriebliche Situation. Benennen einzelne Komponenten und deren Aufgabe. Nennen Vorteile des Speichersystems.	Ausgefülltes Technologieschema Fragen zur Wärmepumpe	<u>Skript</u> <u>Material</u> Herstellerunterlagen <u>Präsentation</u> Anfrage von Kunden (E-Mail)	<u>Aufgabe-Skript</u> Information über Wärmepumpe (Infotext mit Fragen)



Unterrichtskonzept mit illustrierenden Aufgaben

Berufsschule, Elektroniker/-in FR Energie und Gebäudetechnik, 3. Ausbildungsjahr

3	Einsatzmöglichkeiten von Warmwassergeräte	<u>Warmwassergeräte</u> Durchlauferhitzer, Warmwasserspeicher, Kochendwassergeräte, Boiler und E-Patrone <u>Sicherheitsbestimmung</u> Lastabwurfrelais			Information über Warmwassergeräte			
					Informieren sich im Team mit Hilfe der Fachliteratur über Warmwassergeräte. Tragen Einsatzmöglichkeiten, Vor- und Nachteile der einzelnen System zusammen.	Übersicht über Warmwassergeräte (Arten, Speichermöglichkeit, Armaturen, Leistungen, Temperaturen, Einsatzbereich, Funktion)	<u>Skript</u> <u>Medien</u> • Tabellen- bzw. Fachkundebuch • Datenblätter	<u>Aufgabe-Skript</u> Erläutern die Notwendigkeit einer Opferanode
5	Wärmeenergie im Pufferspeicher	Warmwassertechnische Größen	Ziehen Datenblätter, Stromlaufpläne und Herstellerunterlagen für die Durchführung heran	Berechnung der Aufladezeit in Abhängigkeiten von der elektrischen Leistung.	Berechnung der zu speichernden Wärmeenergie im Pufferspeicher			
					Verschaffen sich mittels der Fachliteratur einen Überblick über Warmwassergrößen. Vollziehen den Rechenweg anhand von einer Beispielaufgabe nach. Berechnen eigenhändig einfache Aufgaben auch unter Verwendung	Wärmeenergie des 500 Liter Pufferspeichers Übungsaufgaben auf Teil 2 - Niveau	<u>Skript</u> <u>Medien</u> • Tabellen- bzw. Fachkundebuch • Datenblätter	<u>Aufgabe-Skript</u> Übungsaufgaben (siehe auch Teil 2 Prüfung)



Unterrichtskonzept mit illustrierenden Aufgaben

Berufsschule, Elektroniker/-in FR Energie und Gebäudetechnik, 3. Ausbildungsjahr

					von Datenblättern und Herstellerunterlagen. Beziehen den Wärmewirkungsgrad in die Berechnungen mit ein			
3	Auswahl der passenden Komponenten	<u>Anschluss von Teilkomponenten an wasser-, abwasser- und luftführende Rohrleitungssysteme</u> E-Patrone	Suchen eine passende E-Patrone für ein Warmwassersystem heraus. Wählen den passenden Leitungs- und Fehlerstromschutz, und den Montageort unter Berücksichtigung der Kundenwünsche aus Stimmen sich gegebenenfalls mit anderen Gewerken (Heizungsbauer) über moderne Medien ab.	Zollsystem Berechnung der Aufladezeit in Abhängigkeiten von der elektrischen Leistung Leitungsschutz und Fehlerstromeinrichtung	Auswahl der E-Patrone, des Steuergerätes und des Leitungs- und Fehlerstromschutzes Holen sich Datenblätter von verschiedenen E-Patronen aus dem Internet. Berechnen die Aufladezeit und entscheiden sich im Team für eine E-Patrone. Stimmen sich ggf. mit dem Heizungsbauer über den Einbau (Zollsystem) ab. Wählen eine passende Ansteuerung der E-Patrone aus (z.B. OhmPilot).	Technologie-Schema mit Herstellerinformationen Ggf. E-Mail an Heizungsbauer	<u>Skript</u> <u>Medien</u> • Tabellen- bzw. Fachkundebuch • Datenblätter • Taschenrechner • Homepage von Herstellern	<u>Aufgabe-Skript</u>



Unterrichtskonzept mit illustrierenden Aufgaben

Berufsschule, Elektroniker/-in FR Energie und Gebäudetechnik, 3. Ausbildungsjahr

					Verstehen den Aufladeprozess (Herstellerunterlagen) Tragen die Herstellerinformationen in das Technologieschema ein.			
2	Kostenersparnis	Warmwassertechnische Größen		Energiekosten für Warmwasser	Berechnung der Kostenersparnis			
					<p>Recherchieren im Team die durchschnittliche Energiemenge für den Haushalt des Kunden(Energieberater), die Vergütung für die Energie aus der Photovoltaikanlage sowie den aktuellen Stromtarif. Stellen die Formel für die Berechnung der Kosten für die elektrische Arbeit auf. Berechnen die Kostenersparnis</p>	<p>Kostenersparnis für eine Aufladung des Pufferspeichers</p>	<p><u>Skript</u></p> <p><u>Medien</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Tabellen- bzw. Fachkundebuch • Datenblätter • Taschenrechner • Internet 	<p><u>Aufgabe-Skript</u></p> <p>Übungsaufgaben zu Kosten der elektrischen Arbeit in Verbindung mit Warmwassererzeugung (siehe aus Teil 2 Prüfung) Aufladeszenarien mit verschiedenen Temperaturen</p>



Unterrichtskonzept mit illustrierenden Aufgaben

Berufsschule, Elektroniker/-in FR Energie und Gebäudetechnik, 3. Ausbildungsjahr

1,5			Erstellen einen Arbeitsplan für die Installation einer E-Patrone bzw. eines Überspannungsableiters.		Erstellung eines Arbeitsplans			
					Machen sich im Team Gedanken über die Umsetzung des Speichersystems Tragen in tabellarischer Form die einzelnen Arbeitsschritte zusammen. Werten Herstellerunterlagen aus. Geben auch die benötigte Arbeitszeit mit an.	Tabellarischer Arbeitsplan mit Zeitangaben	<u>Skript</u> Arbeitsplan	Bewerten die verschiedenen Arbeitspläne hinsichtlich ihrer Sinnhaftigkeit und Umsetzung Erstellen ggf. eine Materialliste
2		<u>Normen und Vorschriften zum Anschluss von elektrischen Geräten an Rohrsysteme</u> DIN VDE 0100	Führen die geforderte DIN-VDE-Messung durch und erstellen ein Prüfprotokoll.	Vorgehen bei Schutzleiter- und Isolationswiderstandsmessung und bei der Messung der Berührungstromstärke	Inbetriebnahme der Anlage nach DIN-VDE			
					Werten die Herstellerunterlagen des Steuergerätes aus. Listen die durchzuführenden Schritten auf. Führen an einem Stand exemplarische für die Situation die Messungen durch. Bewerten die Messungen.	Ausgefülltes Prüfprotokoll	<u>Skript</u> Prüfprotokoll <u>Medien</u> • Herstellerunterlagen • Tabellen- und Fachkundebuch	Nennen mögliche Fehlerursachen, wenn der Wert nicht passt.



Unterrichtskonzept mit illustrierenden Aufgaben

Berufsschule, Elektroniker/-in FR Energie und Gebäudetechnik, 3. Ausbildungsjahr

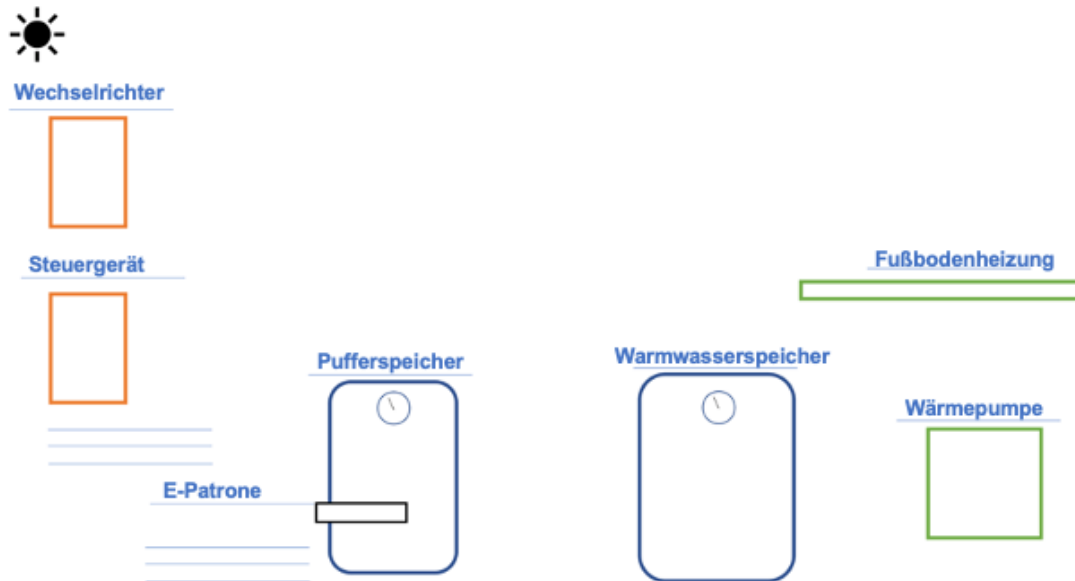
					Zeigen die Konfigurationsschritte bei der Inbetriebnahme des Steuergerätes auf. Bewerten die Parameter.			
2		<u>Kundenfeedback</u> <u>Erweiterungsmöglichkeiten von Anlagen</u> Elektrische Speichersystem	Zählen Erweiterungsmöglichkeiten wie z.B. elektrische Speichersysteme in Verbindung mit einem E-Auto auf	Energieeffizienz, Wirkungsgrad Speichersysteme, Wall-Box KfW-Förderung für z.B. PV-Anlage, Vergütung für PV-Energie	Übergabe der Anlage			
					Bereiten sich mit Hilfe einer Checkliste auf die Einweisung. Informieren sich in diesem Zusammenhang über Erweiterungsmöglichkeiten, KfW-Förderungen usw. Beachten bei der Einweisung die Grundregeln der Gesprächsführung. Erstellen Items für ein Kundenfeedback	Einweisung des Kunden in die Anlage Holen sich z.B. über einen Fragebogen Kundenfeedback ein. Weisen auf mögliche Erweiterungsmöglichkeiten und Förderungen hin.	<u>Skript</u> Checkliste <u>Medien</u> <ul style="list-style-type: none"> • Tabellen- bzw. Fachkundebuch • Datenblätter • Technische Unterlagen • Hersteller-Homepage, KfW-Homepage 	Weisen auf mögliche Fehlbedienungen hin. Aufbewahrung von technischen Unterlagen.

Unterlagen, Medien, Materialien

Kundenauftrag

Im Einfamilienhaus von Frau Sommer soll die überschüssige Energie in Form von Warmwasser in einem Pufferspeicher gespeichert werden.

Technologieschema



Beschriften Sie die Komponenten im Technologieschema!

Verwenden Sie folgende Begriffe:

Wechselrichter, Warmwasserspeicher, Wärmepumpe, Pufferspeicher, Steuergeräte, E-Patrone, Fußbodenheizung

Erläutern Sie stichpunktartig die Funktion der Bauteile!

Wechselrichter	<u>Umwandlung von Gleich- in Wechselspannung</u>
Wärmepumpe	<u>Wandelt Umgebungsenergie mit Hilfe von elektrischer Energie in thermische Energie um (siehe nächstes Kapitel)</u>
Pufferspeicher	<u>Speichert überschüssige Energie aus der PV-Anlage in Form von Warmwasser</u>
Warmwasserspeicher	<u>Stellt Warmwasser für die Hausanlage bereit</u>
Steuergerät	<u>Regelt die Steuerung der E-Patrone im Pufferspeicher</u>
E-Patrone	<u>Wandelt elektrische Energie in Wärmeenergie um</u>
Fußbodenheizung	<u>Beheizt die Räume durch Strahlungswärme</u>

Nennen Sie zwei Vorteile des Systems!

- Hohe Eigennutzung der PV-Energie (Einspeisevergütung nicht mehr attraktiv)
- Hohe zu erwartende Lebensdauer der Anlage

Wärmepumpe

Arbeitsauftrag: 

Lesen Sie die Seiten 1-30 des Informationstexts (hinterlegt in TEAMS oder <https://www.e-ge-nius.at/lemfelder/erneuerbare-energien/grundlagen-waermepumpen/einleitung>) aufmerksam durch! Laden Sie diesen evtl. in Ihr eigens Notizbuch um wichtige Passagen und Begriffe zu markieren!

Beantworten Sie mit Ihren eigenen Worten folgende Fragen! Verwenden Sie, wo es sinnvoll ist, ganze Sätze!

Wärmepumpe – Fragen

1. Welche Wärmequellen gibt es in der direkten Umgebung eines Gebäudes?
Holz, Fossile Brennstoffe, Sonnenenergie, Windenergie, Geothermie (Grundwasser, Erdwärme), thermische Energie der Außenluft, thermische Energie der Abluft (Lüftungsanlage)
2. Was ist die grundlegende Funktion einer Wärmequelle?
Die Wärmequelle stellt für den thermischen Kreislauf die Wärme durch ein bestimmtes Temperaturniveau zur Verfügung!
3. Welche Wärmequellen können für eine Wärmepumpe genutzt werden?
Außenluft, Erdwärme, Grundwasser, Abwärme
4. Welchen Zweck erfüllt die Wärmequellenanlage als Komponente einer Wärmepumpenheizungsanlage?
Mit Hilfe der Wärmequellenanlage wird thermische Energie aus der Wärmequelle entzogen und mit Hilfe des Wärmeträgers (z.B. Luft) zur Wärmepumpe transportiert.
5. Beschreiben Sie das Funktionsprinzip einer Kompressionswärmepumpe!
Die Funktion einer Wärmepumpe kann im Allgemeinen mit der eines Kälteschranks verglichen werden. Das Kältemittel verdampft auf der kalten Seite (z.B. im Außenbereich) und nimmt dadurch Verdampfungswärme auf. Nachdem das Kältemittel verdichtet wurde, erwärmt es sich stark und gibt im Kondensator die Wärme an das Heizsystem ab. Ein Drosselorgan sorgt für den Anfangsdruck. Dadurch kühlt das Kältemittel wieder ab und der Prozess geht wieder von vorne los (linkslaufender Prozess).
6. Nennen Sie die Hauptkomponenten einer Wärmepumpe!
 - Verdampfer
 - Kompressor (Verdichter)
 - Kondensator (Verflüssiger)
 - Drossel (Expansionsventil)
 - Kältemittel (Arbeitsmittel)

7. Erläutern Sie die Aufgabe des Kondensators?

Der Kondensator überträgt die thermische Energie (Wärme) des Arbeitsmittels auf das Heizmedium (z.B. Wasser). Meist werden hartgelötete oder verschweißte Plattenwärmeübertrager eingesetzt.

8. Welche Funktion hat der Kompressor?

Der Kompressor bzw. Verdichter bringt das Kältemittel auf einen höheren Druck. Dabei wird die Temperatur des Kältemittels erhöht. Man unterscheidet zwischen vollhermetischen und halbhermetischen Verdichter.

9. Nennen Sie einige Anforderungen an Kältemittel für eine Wärmepumpe!

- umweltfreundlich
- große Wärmemenge bei geringer Masse transportieren (volumetrische Kälteleistung)
- ungiftig
- nicht brennbar
- einfache Handhabung
- geringes Treibhauspotential

10. Vergleichen Sie die Wärmequelle Außenluft und Erdwärme in Hinblick auf ihren Nutzen für eine Wärmepumpe!

Außenluft	Erdwärme
Effizient, wenn guter Dämmstandard vorhanden ist	Hohe Leistungszahl
Kostengünstig	Kostenintensiv
Ungünstig bei großen Temperaturunterschieden; d.h. Temperatur der Wärmequelle variiert stark	Fast konstante Temperatur der Wärmequelle
Außenaufstellung wirkt sich auf Prozess aus	Hoher Platzbedarf
Geräuschentwicklung	Teilweise Genehmigung erforderlich

11. Welche Voraussetzungen müssen für die Erschließung und Nutzung von Grundwasser für eine Wärmepumpe gegeben sein?

Es muss eine wasserrechtliche Bewilligung vorliegen. Darüber hinaus sind Maßnahmen über die Materialauswahl der Wärmeübertragung entsprechend der Wasserqualität erforderlich.

12. Wieso ist die Berechnung der Heizlast für die Planung einer Wärmepumpe wichtig?

Überdimensionierte Wärmepumpen verursachen unverhältnismäßig hohe Installationskosten und verkürzen durch häufiges Takten die Lebensdauer der Anlage!

13. Welches Wärmeabgabesystem ist für das Heizen mit Wärmepumpe zu empfehlen?

Für das Wärmeabgabesystem in Verbindung mit einer Wärmepumpe bietet sich eine Fußbodenheizung bzw. Wandheizung an.

Warmwassergeräte



Informieren Sie sich im Partnerpuzzle mit Expertenrunde über folgende Warmwassergeräte! Füllen Sie soweit es geht das Arbeitsblatt aus!

Durchlauferhitzer, Warmwasserspeicher

Durchlauferhitzer

Ein Durchlauferhitzer ist ein fest installiertes Gerät zur Warmwasserbereitung. Im Gegensatz zum Boiler, der in einem Vorratsbehälter eine begrenzte Warmwassermenge bereitstellt, erwärmt ein Durchlauferhitzer das Wasser erst dann, wenn ein Wasserhahn geöffnet wird. Durch die hohe Wärmeleistung (3,5 bis 27 kW) kann ein Durchlauferhitzer kontinuierlich warmes Wasser erzeugen. Durchlauferhitzer werden meistens für die dezentrale Warmwasserversorgung (z.B. im Badezimmer, weniger häufig in der Küche) eingesetzt. Sie eignen sich nicht zur Bereitung von kochendem Wasser.

Der Durchlauferhitzer erwärmt im Gegensatz zum Warmwasserspeicher das Wasser erst,

wenn es benötigt wird (direkt während des Durchflusses).

Da das Wasser somit in sehr kurzer Zeit erhitzt werden muss, hat der Durchlauferhitzer eine sehr **hohe** Anschlussleistung (ca. **3,5 bis 27 kW**).

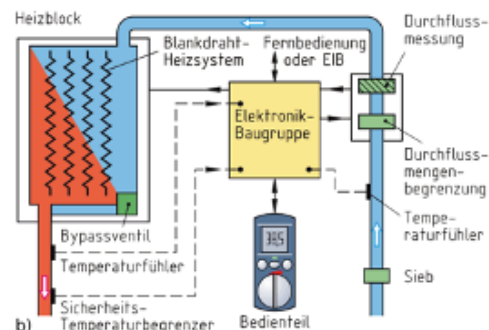
Steuerungsarten

hydraulisch

Beim hydraulisch gesteuerten Durchlauferhitzer wird die Erwärmung des Wassers durch den **Strömungsschalter** gesteuert. Bei Wasserentnahme verändert sich der **Druck** im geschlossenen Wasserbehälter. Entsprechend dieser Änderung werden Heizkreise zugeschaltet.

elektronisch

Beim elektronisch gesteuerten Durchlauferhitzer werden von einer **Elektronik**, die Anfangs- und Endtemperatur, sowie der Durchfluss gemessen. Die Auswertung dieser Messwerte steuert das Heizsystem. Meldet der Sicherheits-Temperaturbegrenzer einen zu hohen Wert, so wird der Durchlauferhitzer **abgeschaltet**.



Vorteile und Nachteile des Durchlauferhitzers

Vorteile:

- **hygienischer (Wasser wird sofort verbraucht)**
- **Warmwasser steht sofort zur Verfügung**
- **guter Wirkungsgrad, nahe an 100 %**
- **keine Verluste durch Abkühlung von nicht benötigten Wasser**
- **benötigt wenig Platz, da er keine Isolierung hat**

Nachteile:

- **hoher Anschlusswert → hoher Querschnitt muss vorhanden sein**
- **Zustimmung des VNB ist nötig**
- **Stoßbelastung des Netzes beim Betrieb**

Warmwassergeräte: Der Warmwasserspeicher

Ein Warmwasserspeicher, Heißwasserspeicher etc., oft auch nur kurz Speicher bezeichnet im Haushalt ein fest installiertes Gerät zur Erzeugung von warmem/heißem Wasser (einstellbar bis fast 100 °C). Speicher sind ständig gefüllt, werden durchgehend beheizt und sind wärmegeklämt.

Achtung: Boiler bezeichnet Geräte, die für den Augenblick der Heißwasserentnahme befüllt und beheizt werden und deshalb nicht wärmegeklämt sind.

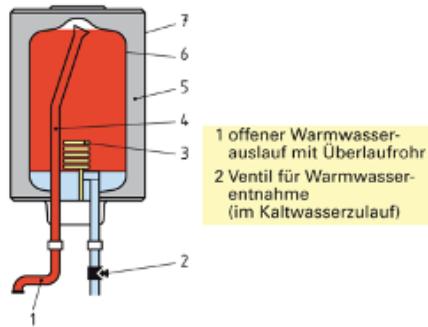


Im elektrisch beheizten Warmwasserspeicher befindet sich ein elektrisches Heizelement. Es besteht aus einem Heizleiter in einem schützenden, korrosionsbeständigen Metallrohr. Neben dem Heizelement befindet sich das Fühlrohr eines temperaturgesteuerten Schalters zur Temperaturregelung. Dessen Sollwert kann mit einem Drehknopf verstellt werden. Temperatursensor und Heizelement befinden sich in einem Gefäß aus Kupfer, Kunststoff oder – bei Druckboilern – aus Edelstahlblech, aus verzinktem Stahlblech oder aus emailliertem Stahlblech. Das kalte Leitungswasser wird unten in das Gefäß eingeleitet; das heiße Wasser wird im oberen Bereich des Gefäßes entnommen. Das ist erforderlich, da sich das warme Wasser aufgrund seines geringeren spezifischen Gewichtes immer oben sammelt und dort entnommen werden kann.

Bauarten von Warmwasserspeicher

Es gibt zwei grundlegend verschiedene Warmwasserspeicher-Bauarten:

offener Warmwasserspeicher



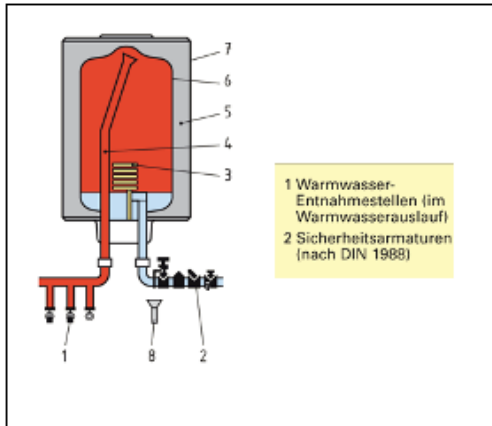
1 offener Warmwasser-
auslauf mit Überlaufrohr
2 Ventil für Warmwasser-
entnahme
(im Kaltwasserzulauf)

3 Heizkörper 4 Überlaufrohr 5 Wärmedämmung
6 Innenbehälter 7 Außengehäuse 8 Auffangtrichter

Innenbehälter steht nicht unter Druck
→ man kann nur eine Zapfstelle versorgen
Überlaufrohr für das sich ausdehnende
Wasser

Funktion:
1. Öffnen des Ventils im **Kaltwasserzulauf**
2. Kaltes Wasser strömt in den Behälter
3. Warmes Wasser wird durch das Ablauf-
rohr gedrückt.

geschlossener Warmwasserspeicher



1 Warmwasser-
Entnahmestellen (im
Warmwasserauslauf)
2 Sicherheitsarmaturen
(nach DIN 1988)

3 Heizkörper 4 Überlaufrohr 5 Wärmedämmung
6 Innenbehälter 7 Außengehäuse 8 Auffangtrichter

Innenbehälter steht unter Druck
→ man kann mehrere Zapfstelle versorgen
Falls Wasserdruck > 5 bar
→ Druckminderer nötig

Funktion:
1. Öffnen des Ventils im **Warmwasserzulauf**
2. Warmes Wasser fließt durch das Ablauf-
rohr
3. Kaltes Wasser fließt in den Behälter nach

Installation eines Warmwasserspeichers

bis 2kW: meist an Schutzkontaktsteckdosen 230 V
mehr als 4,6 kW: fest verlegte DS-Leitung 400 V
ab 12 kW: nur Installation beim VNB anmelden, erst
mit Genehmigung anschließen

Wichtig:

Das Gerät vollständig mit Wasser befüllen und dann erst an Spannung legen!

Opferanode

Erläutern Sie die Notwendigkeit einer Opferanode im Warmwasserspeicher!

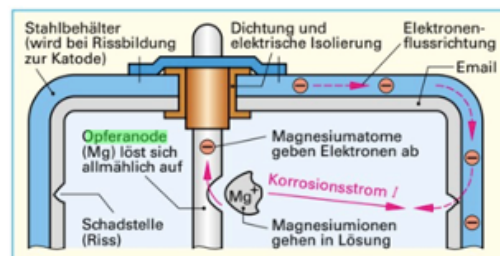
Eine Opferanode wird verwendet, um die Folgen der Kontaktkorrosion im Warmwasserspeicher zu verhindern. Dies gewährleistet eine längere Lebensdauer des Speichers.

Lesen Sie im Fachkundebuch die entsprechende Seite und beantworten Sie die Fragen!

1. Aus welchem Material besteht die Opferanode in der Darstellung?

Die Opferanode besteht aus Magnesium.

2. Erläutern Sie, warum die Opferanode nach einer bestimmten Zeit erneuert werden muss!




Bilden sich Risse im Email, so kann ein Korrosionsstrom fließen. Die positiv geladenen Magnesiumionen wandern von der Elektrode zur zur Schädelle (Katode) und füllen diese aus. Durch diesen Prozess wird die Opferanode nach und nach aufgebraucht und muss bei Zeiten gewechselt werden!

3. Übersetzen Sie das Fremdwort Korrosion!

Korrosion bedeutet Zerstörung, Zersetzung

Wärmeenergie im Pufferspeicher

 Berechnen Sie mit den angegebenen Daten die Wärmeenergie im Pufferspeicher!

Daten

PV-Anlagenleistung: **9 kWp**

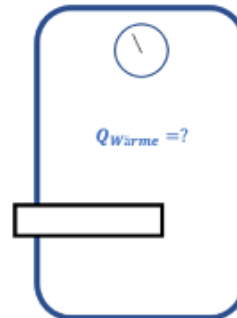
Leistung E-Patrone: *siehe Auswahl Datenblatt*

Füllmenge Pufferspeicher: **500 Liter**

Zieltemperatur: **55 °C**

Ausgangstemperatur: **18 °C**

Pufferspeicher



Ansatz

Wärmeenergie = Elektrische Energie

$$Q = W_{el}$$

$$m \cdot c \cdot \Delta\theta = P \cdot t$$

$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$$

m = **Masse in kg**

c = **spezifische Wärmekapazität in $\frac{kJ}{K \cdot Kg} = \frac{Kilo-Joule}{Kelvin-Kilogramm}$**

$\Delta\theta$ = **Temperaturunterschied in K**

θ_1 = **Anfangstemperatur in °C**

θ_2 = **Endtemperatur in °C**

P = **Leistung in W**

t = **Aufheizzeit in Sekunden s**

Spezifische Wärmekapazitäten c zwischen 0 °C und 100 °C	
Werkstoff	c in $\frac{kJ}{kg \cdot K}$
Aluminium	0,94
Eisen	0,47
Kupfer, Messing	0,39
Silber	0,23
Polyvinylchlorid	0,88
Maschinenöl	1,67
Wasser	4,19

Abbildung 1: Tabellenbuch Europaverlag

Berechnung der gespeicherten Wärmeenergie

Geg.: $m = 500 \text{ kg}$; $c = 4,19 \frac{kJ}{K \cdot Kg}$; $\theta_1 = 18 \text{ °C}$; $\theta_2 = 55 \text{ °C}$

Ges.: *Q in kWh*

Lös.: Ausgangsformel: $Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$

Einsetzen: $Q = 500 \text{ kg} \cdot 4,19 \frac{kJ}{K \cdot Kg} \cdot 37 \text{ K} = 77515 \text{ kJ} = 77515 \text{ kW} \cdot \text{s} = 21,53 \text{ kWh}$

Der Pufferspeicher kann eine Wärmeenergie von 21,53 kWh¹ speichern.

¹ Die Einheit kWh ist für Elektroniker greifbarer als die Einheit Joule.]



Wärmenutzungsgrad

Der Wärmenutzungsgrad setzt die eingesetzte elektrische Energie ins Verhältnis mit der genutzten Wärmeenergie (Nutzwärme):

$$\zeta = \frac{Q_{th}}{W_{el}} = \text{Wärmewirkungsgrad [„zeta“]}$$

Übungsaufgabe

siehe z.B. Europa-Rechenbuch und abgewandelte Teil 2 Aufgaben zum Thema

Datenblätter

E-Patrone

ASKOMA

ASKOHEAT-S

012-3701

AHR-B-S-...

AHR-H-S-...

Einschraub-Heizkörper
mit Temperaturregler/-begrenzer Kombination
und Betriebslampe



Anwendung

Zur Erwärmung von Brauch- und Heizungswasser

Merkmale

- EHK Der Heizkörper besteht aus drei U-förmigen Rohr-Heizkörpern, die in einem Messingnippel 1 1/2" eingelötet sind
Die unbeheizte Zone beträgt bei allen Leistungen 150 mm
TR Elektromechanischer Temperaturregler nach DIN 3440, nicht bruchsicher
STB Elektromechanischer Temperaturbegrenzer nach DIN 3440, bruchsicher, bei Überschreiten der Ausschalttemperatur schaltet das Schaltwerk AUS und bleibt in dieser Stellung verriegelt. Entriegeln erfolgt manuell nach Abkühlung des Fühlrohrs um ca. 10K
- Zeitkonstante des Fühlrohrs nach DIN3440
 - Wirkungsweise TR: Typ 2 B nach (EN 60 730-1 /-2-9)
 - Wirkungsweise STB: Typ 2 BK nach (EN 60 730-1 /-2-9)

Gerätetypen:

Typ	Bestell-Nr.	Leistung	Volt	Eintauchtiefe
AHFOR-BI-OP-2.0	012-5601	2000 W	400 V	260 mm
AHFOR-BI-OP-2.5	012-5602	2500 W	400 V	310 mm
AHFOR-BI-OP-4.0	012-5603	4000 W	400 V	260 mm
AHFOR-BI-OP-5.0	012-5604	5000 W	400 V	300 mm
AHFOR-BI-OP-6.0	012-5605	6000 W	400 V	360 mm
AHFOR-BI-OP-7.5	012-5606	7500 W	400 V	420 mm
AHFOR-BI-OP-8.0	012-5607	8000 W	400 V	450 mm
AHFOR-BI-OP-9.0	012-5608	9000 W	400 V	490 mm

Elektroschema

ASKOHEAT-S

Einschraubheizkörper R 1½" + 2"

ASKOMA

Elektroschema

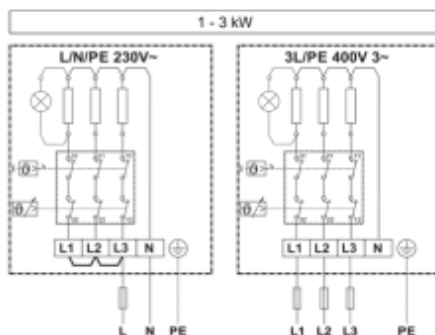


ACHTUNG!

Vor dem Zugang der Anschlussklemmen müssen alle Versorgungsstromkreise abgeschaltet werden.

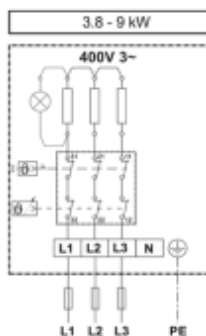
1.0 bis 9.0 kW (Typ A)

- AHR-B-S-...
- AHR-H-S-...



Betriebsspannungen:

- L/N 230 V ~ (1.0 - 3.0 kW)
- » Bei 230 V ~ die Brücke L1-L2-L3 einsetzen!
- L1/L2/L3 400 V 3~ (1.0 - 3.0 kW)
- » Bei 400 V ~ darf der Neutraleiter (Sternpunkt) **nicht** angeschlossen werden!
- » Die Vorschriften der örtlichen Stromanbieter müssen eingehalten werden!



Betriebsspannungen:

- L1/L2/L3 400 V 3~ (3.8 - 9.0 kW)
- » Die Vorschriften der örtlichen Stromanbieter müssen eingehalten werden!



Hinweis zum Unterricht

Den Schüler*innen soll in dieser Lernsituation die Speicherung von überschüssiger PV-Energie und zwar nicht mittels eines Elektrospeichers, sondern mit Hilfe eines Pufferspeichers verdeutlicht werden. Hierzu bietet der Markt verschiedene System an, was das Arbeiten mit Datenblättern und Herstellerunterlagen für das Verständnis der Thematik unverzichtbar macht. Die angehängten Arbeitsblätter verdeutlichen eine mögliche praktische Umsetzung der ersten Aufgaben aus der Konzeptionsmatrix.

Eine Orientierungshilfe in Bezug auf die Eintauchtiefe in den Inhalt könnte zusätzlich zu diesen Ausführungen jüngere Teil 2 Prüfungen anbieten.

Quellen- und Literaturangaben

Fachliteratur

Fachkunde- und Tabellenbuch	Europa-Verlag
Fachkundebuch	Westermann-Verlag

Internet

https://www.heiz24.de/mediafiles/pdf2/97_021_76--DBL-01-de.pdf	am 01.09.2021 um 12:30 Uhr
https://www.heiz24.de/mediafiles/pdf2/97_021_76--DBL-02-de.pdf	am 01.09.2021 um 12:30 Uhr