

Lernsequenz

Experimente

3. Lernsequenz: Experimente

3.1 Überblick über die 3. Lernsequenz

In dieser Lernsequenz werden Sie die technologischen Besonderheiten solarthermischer Energiewandlung und Anlagentechnik mit Hilfe von Versuchen erforschen. Sie werden

- Sinn und Zweck der Versuche klären,
- die Versuche relativ selbstständig vorbereiten und durchführen,
- die Versuchsergebnisse auswerten und
- die Ergebnisse im Plenum präsentieren und bewerten.

3.2 Sinn, Zweck und Funktion der Versuchsanordnung klären

Durch die Experimente soll Ihnen bewusst werden, wie groß der solare Energieertrag einer solarthermischen Anlage ungefähr ist und welche Einflussfaktoren den Ertrag mindern. Außerdem soll Ihnen die Funktion wichtiger Komponenten einer solarthermischen Anlage verständlich werden.

Bilden Sie 3 Gruppen und führen Sie alle Experimente an der jeweiligen Versuchsstation durch. Insgesamt gibt es 3 Versuchsstationen.

Ihr Ausbilder stellt Ihnen die Experimentiereinrichtung vor und erläutert die Versuchsdurchführung.

Grundsätzliches:

Wenn Sie Versuche vergleichen wollen, müssen gleiche Bedingungen vorhanden sein (z. B: gleiche Beleuchtungsstärke).

- ☞ **Lesen Sie die Hinweise intensiv durch. Sie werden dadurch sehr viel Zeit einsparen.**
- ☞ **Legen Sie fest, wer welche Aufgaben übernimmt und führen Sie die Ergebnisse zusammen.**

Zu jedem Versuch gibt es im Anhang weitere Informationen. Vergleichen Sie die darin enthaltenen Aussagen mit Ihren Ergebnissen.

Informieren Sie sich über den Organisationsablauf

Seien Sie bei jedem Versuch darauf vorbereitet, dass Sie Ihre Versuchsergebnisse anschließend vortragen und erläutern müssen.

- ☞ **Halten Sie Ihre Ergebnisse sorgfältig schriftlich fest und überlegen Sie sich, wie Sie die Ergebnisse anschaulich und verständlich darstellen.**

- ☞ **Lesen Sie die Anmerkungen zur Präsentation.**

3.3 Station 1: Kollektor

Versuchsanlage

Für Ihren Versuch steht Ihnen ein Versuchskollektor zur Verfügung mit einer bestimmten Absorberfläche.

Bei normalen Solarkollektoren beträgt die Durchflussmenge 40l/m²h.

Der Kollektoreingang sollte an einem Warmwasseranschluss angeschlossen sein. Regelbar von 10 °C bis 50 °C.

Der Ausgang des Kollektors sollte mit einem Kugelauslaufventil versehen sein.

Die Einstrahlung erfolgt über die Sonne oder einen Baustrahler.

Die Messung der Einstrahlleistung erfolgt über ein Pyranometer.

Der Volumenstrom kann durch einen Messbehälter und eine Stoppuhr ermittelt werden.

Die Messung der Temperaturen kann über Temperaturfühler oder ein Infrarotthermometer erfolgen.

Überprüfung des Versuchskollektors

Kollektoraufbau

Einführung in das Thema

Zuerst sollte geklärt werden, welche Komponenten zu einem Kollektor gehören.

Benennen Sie die einzelnen Komponenten eines Kollektors

Benennen Sie die einzelnen Komponenten.

☞ **Im Anhang 7 finden Sie Informationen.**

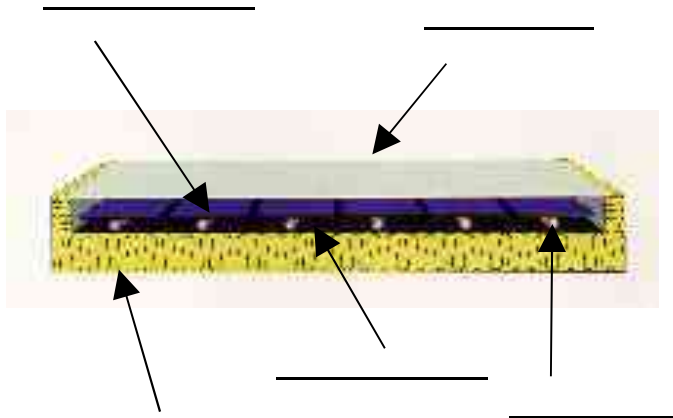


Abb.: 12 Kollektoraufbau

Messen Sie die Absorberfläche und bestimmen Sie die Durchflussmenge des Versuchskollektors.

Absorberfläche = _____ m²

Durchflussmenge = _____ l/min

Versuch 1-1: Energieertrag

In diesem Versuch wird der Energieertrag unter verschiedenen Einstrahlbedingungen gemessen. Damit werden die unterschiedlichen Wetterbedingungen und Winkel simuliert.

☞ **Im Anhang 8 finden Sie Informationen über den Energieertrag.**

a) Den Versuch vorbereiten und seine Durchführung planen

Für die Durchführung des Versuches stehen Ihnen der Versuchskollektor, Beleuchtungsanlage (kann auch die Sonne sein), Pyranometer, Temperaturmessgerät, Stoppuhr, Messbehälter zur Verfügung.

Bereiten Sie den Versuch vor

- ☞ **Beachten Sie, dass am Anfang der Volumenstrom eingeregelt werden muss und immer die gleiche Eingangstemperatur und Zeitvorgabe sein sollte.**

b) Den Versuch durchführen

Messen Sie die Temperatur am Ausgang bei verschiedenen Einstrahlungen (z. B. 300 W/m², 600 W/m² und 900 W/m²).

Führen Sie den Versuch durch

- ☞ **Achten Sie bei der Durchführung auf gleiche Bedingungen. Notieren Sie sorgfältig die Ergebnisse.**

c) Den Versuch auswerten

Damit Sie die Erkenntnisse aus dem Versuch anschaulich darstellen können, müssen Sie die Ergebnisse aufbereiten.

Werten Sie den Versuch aus

- ☞ **Benutzen Sie die Formeln im Anhang 9.**

Bringen Sie die Ergebnisse in eine anschauliche Präsentationsform (z. B. Folie, Wandzeitung, Power-Point). Beschreiben Sie den Versuch kurz (kann auch Zeichnung sein).

- ☞ **Anbieten würde sich eine Wertetabelle und ein Diagramm.**
- ☞ **Darin soll die eingestrahlte Solarleistung mit der nutzbaren Wärmeleistung verglichen werden.**
- ☞ **Achten Sie bei dem Vergleich der Leistungen auf die tatsächliche Absorberfläche und die Messzeit.**

Wirkungsgrad

Der Kollektorwirkungsgrad gibt an, welcher Anteil der auf die Absorberfläche des Kollektors auftretenden Globalstrahlungsleistung in nutzbare Wärmeleistung umgesetzt werden kann.

- ☞ **Die Formeln zur Berechnung des Kollektorwirkungsgrades finden Sie im Anhang 9.**

Beschreiben Sie kurz die Erkenntnisse aus dem Versuch und deren Bedeutung für die Praxis.

Versuch 1-2: Wirkungsgradveränderung bei konstanter Strahlungsleistung

In diesem Versuch soll die Wirkungsgradveränderung bei unterschiedlicher Differenz der mittleren Kollektortemperatur zur Umgebungstemperatur ermittelt werden.

- ☞ **Die Berechnung zur mittleren Kollektortemperatur finden Sie im Anhang 10.**

a) Den Versuch vorbereiten und seine Durchführung planen

Für die Durchführung des Versuches stehen Ihnen der Versuchskollektor, Beleuchtungsanlage (kann auch die Sonne sein), Pyranometer, Temperaturmessgerät, Stoppuhr, Messbehälter zur Verfügung.

- ☞ **Beachten Sie, dass die Strahlungsleistung und der Volumenstrom konstant sind.**

b) Den Versuch durchführen

Variieren Sie die Warmwassereingangstemperatur, um verschiedene Differenzen zur Umgebungstemperatur zu erreichen.

Die Differenz zwischen den beiden Temperaturen sollte z. B. 10K, 20K, 40K betragen. Messen Sie die notwendigen Temperaturen und bestimmen Sie die verschiedenen Wirkungsgrade.

Bereiten Sie den Versuch vor

Führen Sie den Versuch durch

c) Den Versuch auswerten

Damit Sie die Erkenntnisse aus dem Versuch anschaulich darstellen können, müssen Sie die Ergebnisse aufbereiten.

Werten Sie den Versuch aus

Bringen Sie die Ergebnisse in eine anschauliche Präsentationsform (z. B. Folie, Wandzeitung, Power-Point). Beschreiben Sie den Versuch kurz (kann auch Zeichnung sein).

Bringen Sie die Werte in eine Tabelle, benutzen Sie die Formeln aus Anhang 9 und Anhang 10 und zeichnen Sie eine Wirkungsgradkurve.

Beschreiben Sie kurz die Erkenntnisse aus dem Versuch und deren Bedeutung für die Praxis.

Versuch 1-3: Wirkungsgradveränderung bei Veränderung des Volumenstroms

In diesem Versuch soll die Wirkungsgradveränderung bei unterschiedlichem Volumenstrom ermittelt werden.

a) Den Versuch vorbereiten und seine Durchführung planen

Für die Durchführung des Versuches stehen Ihnen der Versuchskollektor, Beleuchtungsanlage (kann auch die Sonne sein), Pyranometer, Temperaturmessgerät, Stoppuhr, Messbehälter zur Verfügung.

Bereiten Sie den Versuch vor

☞ **Beachten Sie, dass die Eingangstemperatur und die Strahlungsleistung konstant sind.**

b) Den Versuch durchführen

Variieren Sie den Volumenstrom, z. B. 20 l/m²h, 40 l/m²h, 60 l/m²h, 80 l/m²h. Messen Sie die Ausgangstemperatur und bestimmen Sie die Wirkungsgrade.

Führen Sie den Versuch durch

c) Den Versuch auswerten

Damit Sie die Erkenntnisse aus dem Versuch anschaulich darstellen können, müssen Sie die Ergebnisse aufbereiten.

Werten Sie den Versuch aus

Bringen Sie die Ergebnisse in eine anschauliche Präsentationsform (z. B. Folie, Wandzeitung, Power-

Point). Beschreiben Sie den Versuch kurz (kann auch Zeichnung sein).

Bringen Sie die Werte in eine Tabelle, benutzen Sie die Formeln aus Anhang 9 und Anhang 10 und zeichnen Sie eine Wirkungsgradkurve.

Beschreiben Sie kurz die Erkenntnisse aus dem Versuch und deren Bedeutung für die Praxis.

Vergleichbarkeit der Kollektoren

Um Kollektoren vergleichen zu können, muss man von den gleichen Betriebsbedingungen ausgehen. Daher werden alle Kollektoren unter gleichen Bedingungen getestet.

☞ **Im Anhang 10 erhalten Sie Angaben zu Kollektorstufenwirkungsgraden.**

Bedeutung der Wirkungsgrade im Vergleich

Welche Daten müssen Sie überprüfen, wenn Sie sich schnell einen Überblick über den Wirkungsgrad eines Kollektors verschaffen wollen?

Wodurch wird der Betriebszustand x definiert und welche Bedeutung hat er für die Vergleichbarkeit?

3.4 Station 2: Speicher

Versuchsspeicher

Mit dem Versuchsspeicher kann das Temperaturverhalten des Speichermediums bei verschiedenen Betriebsbedingungen untersucht werden.

Aufbau des Versuchsspeichers

Der Speicher hat ungefähr ein Volumen von 20-30 l, einen unteren und oberen Wärmetauscher. Es sind mindestens 3 Temperaturfühler angebracht. Die Temperaturen sind über eine Digitalanzeige abzulesen und eine Wärmedämmung ist vorhanden. Der Speicher hat ein Einlassventil mit Schlauch und Auslassventil mit Auffangbehälter.

Machen Sie sich mit den Bedienungselementen vertraut

- ☞ **Der Speicher wird mit Strom beheizt. Es ist darauf zu achten, dass kein Wasser auf stromführende Teile gelangt. Die Heizspirale ist so einzustellen, dass die Wassertemperatur nicht über 45 °C steigt. Der Versuchsspeicher ist nur bis zur vorgesehenen Markierung zu füllen.**

Einführung in das Thema

Das Energieangebot der Sonne ist nicht beeinflussbar und stimmt selten mit den Zeiten des Wärmebedarfs überein. Deshalb muss die solar erzeugte Wärme gespeichert werden.

- ☞ **Die Versuche zum Speicher benötigen einen großen Zeitaufwand. Während der Versuche sollten Sie unten stehende Aufgaben lösen.**

Welche Komponenten gehören zu einem Speicher?

- Falls Ihnen die Begriffe noch nicht bekannt sind, finden Sie Hinweise im Anhang 11.

Speicher

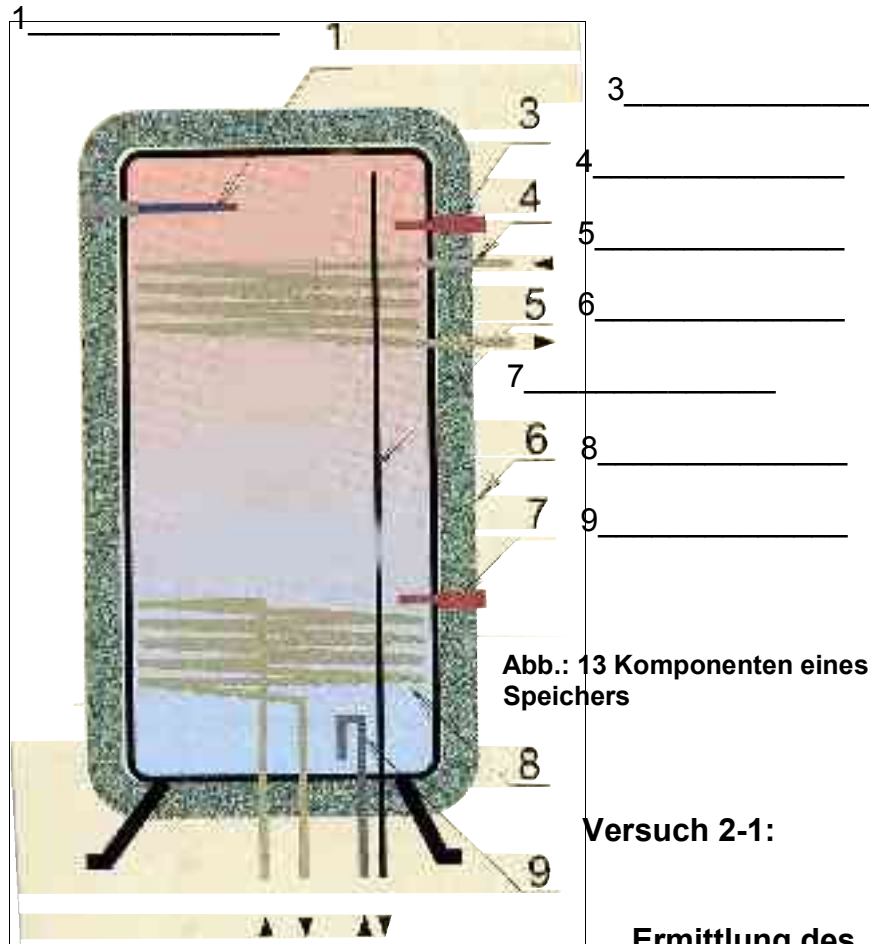


Abb.: 13 Komponenten eines Speichers

Komponenten eines Speichers

Versuch 2-1:

Ermittlung des Aufheizverhaltens bei Energiezufuhr im oberen Speicherbereich

In diesem Versuch sollen die verschiedenen Temperaturen bei einer Energiezufuhr im oberen Speicherbereich gemessen und der Energiebedarf ermittelt werden.

a) Den Versuch vorbereiten und seine Durchführung planen

Zur Ausführung des Experimentes stehen Ihnen folgende Materialien zur Verfügung:

Speicher mit zwei Wärmetauschern, Stoppuhr, Wasseranschluss, Energiemessgerät, Stromanschluss

Versuch vorbereiten

- ☞ **Achtung: Der Speicher muss immer mit Wasser befüllt sein, bevor eine Heizwendel eingeschaltet wird.**
- ☞ **Wegen Verbrühungsgefahr darf das Wasser nicht über 45 °C erhitzt werden.**

b) Den Versuch durchführen

Ermittlung der Aufheizkurven an verschiedenen Messstellen des Speichers bei Energiezufuhr im oberen Speicherbereich und Feststellung des Energiebedarfs in Wh.

Messen Sie die verschiedenen Temperaturen in 3 Minuten Zeitabständen und ermitteln Sie den gesamten Energiebedarf.

- ☞ **Benutzen Sie die Tabelle im Anhang 12, Versuch 2-1, um Ihre Ergebnisse zu dokumentieren.**

c) Den Versuch auswerten

Damit Sie die Erkenntnisse aus dem Versuch anschaulich darstellen können, müssen Sie die Ergebnisse aufbereiten.

Bringen Sie die Ergebnisse in eine anschauliche Präsentationsform (z. B. Folie, Wandzeitung, Power-Point). Beschreiben Sie den Versuch kurz (kann auch eine Zeichnung sein).

Werten Sie den Versuch aus

- ☞ **Zur Ergebnissicherung können Sie die Tabelle und das Diagramm aus dem Anhang 12, Versuch 2-1 benutzen.**

Beschreiben Sie kurz die Erkenntnisse aus dem Versuch und deren Bedeutung für die Praxis.

Versuch 2-2: Ermittlung des Aufheizverhaltens bei Energiezufuhr im unteren Speicherbereich

In diesem Versuch sollen die verschiedenen Temperaturen bei einer Energiezufuhr im unteren Speicherbereich gemessen und der zugeführte Energiebedarf sowie die Energiezunahme im Speichermedium ermittelt werden.

a) Den Versuch vorbereiten und seine Durchführung planen

Zur Ausführung des Experimentes stehen Ihnen folgende Materialien zur Verfügung:

Speicher, Stoppuhr, Wasseranschluss, Energiemessgerät, Stromanschluss

Versuch vorbereiten

- ☞ **Achtung: Der Speicher muss immer mit Wasser befüllt sein, bevor eine Heizwendel eingeschaltet wird.**
- ☞ **Wegen Verbrühungsgefahr darf das Wasser nicht über 45 °C erhitzt werden.**

b) Den Versuch durchführen

Ermittlung des Wasservolumens und der Aufheizkurven an verschiedenen Messstellen des Speichers bei Energiezufuhr im unteren Speicherbereich und Feststellung des Energiebedarfs und der Energiezunahme im Speichermedium in Wh.

Messen Sie die verschiedenen Temperaturen in 3 Minuten Zeitabständen bei einer Gesamtzeit von 15 Minuten und ermitteln Sie den gesamten zugeführten Energiebedarf.

Versuch durchführen

- ☞ **Benutzen Sie die Tabelle im Anhang 12, Versuch 2-2, um Ihre Ergebnisse zu dokumentieren.**

c) Den Versuch auswerten

Damit Sie die Erkenntnisse aus dem Versuch anschaulich darstellen können, müssen Sie die Ergebnisse aufbereiten.

Werten Sie den Versuch aus

Bringen Sie die Ergebnisse in eine anschauliche Präsentationsform (z. B. Folie, Wandzeitung, Power-Point). Beschreiben Sie den Versuch kurz (kann auch Zeichnung sein).

☞ **Zur Ergebnissicherung können Sie die Tabelle und das Diagramm aus dem Anhang 12, Versuch 2-2 benutzen.**

Berechnen Sie die Energiezunahme im Speichermedium und vergleichen Sie die Werte mit der Energiezufuhr.

Beschreiben Sie kurz die Erkenntnisse aus dem Versuch und deren Bedeutung für die Praxis.

Versuch 2-3: Auswirkung der Wärmedämmung

In diesem Versuch sollen Sie untersuchen, welche Auswirkung die Wärmedämmung auf das Temperaturverhalten des Speichers hat.

a) Den Versuch vorbereiten und seine Durchführung planen

Zur Ausführung des Experimentes stehen Ihnen folgende Materialien zur Verfügung:

Speicher, Stoppuhr, Wasseranschluss, Energiemessgerät, Stromanschluss, Wärmedämmmaterial

Versuch vorbereiten

Dämmen Sie den Speicher mit dem Ihnen vorliegenden Material.

☞ **Achtung: Der Speicher muss immer mit Wasser befüllt sein, bevor eine Heizwendel eingeschaltet wird.**

- ☞ **Wegen Verbrühungsgefahr sollte das Wasser nicht über 45 °C erhitzt werden.**

b) Den Versuch durchführen

Ermittlung des Wasservolumens und der Aufheizkurven an verschiedenen Messstellen des Speichers bei Energiezufuhr im unteren Speicherbereich und Feststellung des Energiebedarfs und der Energiezunahme im Speichermedium in Wh.

Messen Sie die verschiedenen Temperaturen in 3 Minuten Zeitabständen bei einer Gesamtzeit von 15 Minuten und ermitteln Sie den gesamten zugeführten Energiebedarf.

Versuch durchführen

- ☞ **Benutzen Sie die Tabelle im Anhang 12, Versuch 2-3, um Ihre Ergebnisse zu dokumentieren.**

c) Den Versuch auswerten

Damit Sie die Erkenntnisse aus dem Versuch anschaulich darstellen können, müssen Sie die Ergebnisse aufbereiten.

Bringen Sie die Ergebnisse in eine anschauliche Präsentationsform (z. B. Folie, Wandzeitung, Power-Point). Beschreiben Sie den Versuch kurz (kann auch Zeichnung sein).

Werten Sie den Versuch aus

- ☞ **Zur Ergebnissicherung können Sie die Tabelle und das Diagramm aus dem Anhang 12, Versuch 2-3 benutzen.**

Berechnen Sie die Energiezunahme im Speichermedium und vergleichen Sie die Werte mit der Energiezufuhr.

Vergleichen die Werte mit den Ergebnissen aus dem Versuch 2-2.

Beschreiben Sie kurz die Erkenntnisse aus dem Versuch und deren Bedeutung für die Praxis.

Erkenntnisse aus den Versuchen

Warum ist es wichtig, zwei Wärmetauscher im Solarspeicher zu haben und wie sollten sie angeordnet sein?

Interpretation der Versuche

Warum sollte ein Solarspeicher eine gute Temperaturschichtung haben?

Wie und wo sollte das kalte Trinkwasser dem Speicher zugeführt und das warme Wasser entnommen werden und warum?

Warum ist eine Wärmedämmung so wichtig?

3.5 Station 3: Regelung

Versuchsaufbau

Die Regelung einer solarthermischen Anlage soll vor allem die Umwälzpumpe des Kollektorkreislaufs immer dann einschalten, wenn ein ausreichendes Strahlungsangebot der Sonne vorhanden ist.

Aufbau der Reglerstation

Die Regelung besteht aus einem geschlossenen Wasserkreislauf, die mit einer Solarpumpe, Volumenstrommesser, Manometer, Entlüftungshahn und Einlassventil installiert worden ist. Außerdem wurde ein Regler mit 2 Potentiometer (Kollektor- und Speicherfühler) montiert.

Mit den Bedienelementen vertraut machen

Einführung

Lesen Sie die Einführung.

Funktion eines Reglers

Einführung in das Thema

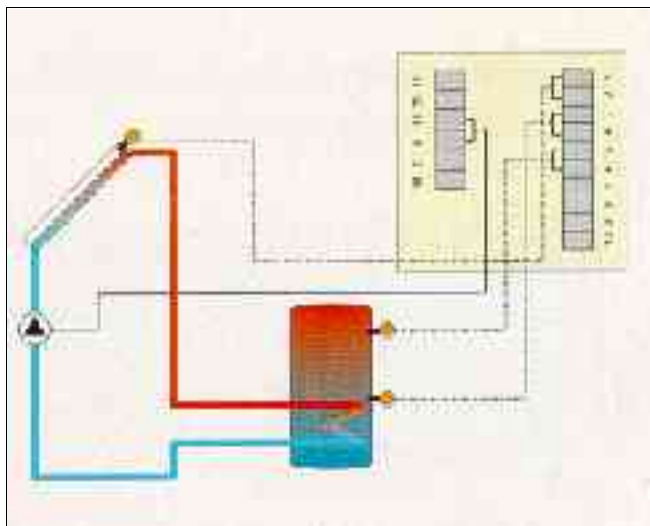


Abb.: 14 Temperatur-Differenz-Regelung

Der Regler hat die Funktion, bei einer Temperaturdifferenz zwischen Kollektor- und Speicherfühler die Pumpe einzuschalten, welche die erwärmte Solarflüssigkeit in den Speicher transportiert. Um die Temperaturdifferenz zwischen Kollektor und Speicher festzustellen, gibt es zwei Temperaturfühler: an der heißesten Stelle des Solarkollektors und im Speicher auf der Höhe des Solar-Wärmetauschers. Die Fühler messen die Temperatur und der Regler schaltet die Pumpe ein, wenn eine

voreingestellte Temperaturdifferenz erreicht ist. Optional können weitere Fühler für die Temperaturmessung im oberen Speicherbereich für die Begrenzung der Maximaltemperatur oder im Solarkreisrücklauf für einfache Wärmemengenzähler angeschlossen werden.

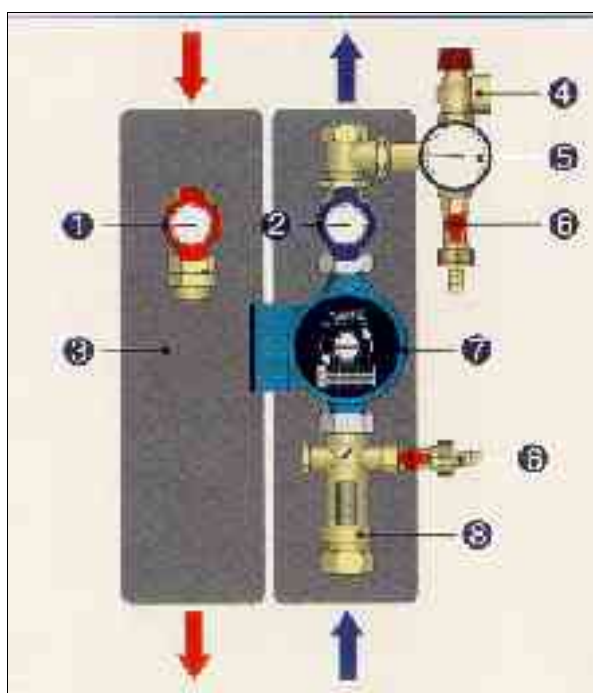
Die Standard-Temperaturdifferenz zum Einschalten der Pumpe liegt je nach Länge und Dämmung der Solarkreisrohre zwischen 5 und 10 K. Die Ausschalt-Temperaturdifferenz liegt normalerweise 2 bis 3 K niedriger. Es kann aber auch sein, dass der Hersteller des Reglers die Ausschalttemperaturdifferenz gekoppelt hat mit der Einschalttemperaturdifferenz.

Funktion eines Reglers

Regelkreis

Informieren Sie sich über die Komponenten der Regelung eines Solarkreises.

- ☞ Informieren Sie sich im Anhang 13, welche Komponenten zur Regelung eines Solarkreises ge-



hören.

Komponenten eines Regelkreises

Abb.: 15 Komponenten eines Regelkreises

Benennen Sie die Komponenten einer vollständigen Solarstation.

Versuch 3-1: Widerstandswert eines Temperaturfühlers

Die Wirksamkeit der Regelung hängt wesentlich von der richtigen Anbringung und Funktion der Temperaturfühler ab. In diesem Versuch soll der Widerstandswert bei verschiedenen Temperaturen gemessen werden.

a) Den Versuch vorbereiten und seine Durchführung planen

Zur Ausführung des Experimentes stehen Ihnen folgende Materialien zur Verfügung:

Temperaturfühler, Multimeter, Wassergefäß, Tauchsieder, Temperaturmessgerät

Bereiten Sie den Versuch vor

☞ **Achtung: Tauchsieder nur bei gefülltem Wassergefäß benutzen**

☞ **Verbrühungsgefahr.**

b) Den Versuch durchführen

Ermittlung der Widerstandswerte bei verschiedenen Temperaturen.

Versuch durchführen

Messen Sie mit einem Multimeter den Widerstandswert des Temperaturfühlers in Ω oder $k\Omega$. Führen Sie die Messung bei verschiedenen Temperaturen durch.

☞ **Der Widerstandswert wird spannungslos gemessen.**

- ☞ Ihr Ausbilder wird Ihnen die Widerstandswerte für Ihren Temperaturfühler aushändigen.

c) Den Versuch auswerten

Damit Sie die Erkenntnisse aus dem Versuch anschaulich darstellen können, müssen Sie die Ergebnisse aufbereiten.

Bringen Sie die Ergebnisse in eine anschauliche Präsentationsform. Beschreiben Sie den Versuch kurz.

Temperatur am Fühler in °C	Widerstandswert in Ohm (Ω)
Umgebungstemperatur °C	
40 °C	
60 °C	

Versuch auswerten

Versuch 3-2: Temperaturdifferenzregler in Betrieb nehmen

In diesem Versuch werden Sie die Regelung einer Solaranlage mit einem Temperaturdifferenzregler simulieren. Der Kollektor- und Speicherfühler werden durch Potentiometer (verstellbarer Widerstand) ersetzt. Sie simulieren die verschiedenen Temperaturen.

a) Den Versuch vorbereiten und seine Durchführung planen

Zur Ausführung des Versuches stehen Ihnen folgende Materialien zur Verfügung:

Reglerstation mit Temperaturdifferenzregler, Regler-Betriebsanleitung, Pumpen-Betriebsanleitung, Volumenstrommesser-Betriebsanleitung, Schraubendreher

Versuch vorbereiten

- ☞ **Achten Sie beim Arbeiten mit den verschiedenen Komponenten auf die Betriebsanleitung, vor allen Dingen stellen Sie Spannungsfreiheit her, wenn Sie den Regler und die Pumpe aufschrauben. Die Reglerstation ist mit Wasser befüllt.**

b) Den Versuch durchführen

Schließen Sie den Kollektor- und Speicherfühler sowie die Pumpe fachgerecht am Regler an. Stellen Sie eine Temperaturdifferenz von 6 K ein (Betriebsanleitung Regler).

- ☞ **Der Ausbilder überprüft Ihre Reglereinstellung.**

Schalten Sie den Regler ein und überprüfen Sie die Pumpe auf Funktion. Beschreiben Sie Ihre Vorgehensweise.

Versuch durchführen

Justieren Sie einen Volumenstrom von 3 l/min ein und stellen Sie den Regler auf Automatik.

c) Den Versuch auswerten

Überprüfen Sie Ihre Einstellungen und bringen Sie die Ergebnisse in eine anschauliche Präsentationsform.

Einstellungsüberprüfung

Versuch auswerten

Eingeschaltet hat die Pumpe bei einer Kollektortemperatur von _____ °C und einer Speichertemperatur von _____ °C, das entspricht einer Einschalt-Temperaturdifferenz von _____ K.

Ausgeschaltet hat die Pumpe bei einer Kollektortemperatur von _____ °C und einer Speichertemperatur von _____ °C, das entspricht einer Ausschalt-Temperaturdifferenz von _____ K.

_____ °C und einer Speichertemperatur von _____ °C, das entspricht einer Ausschalt-Temperaturdifferenz von _____ K.

**Stellen Sie Ihre Reglerstation für den folgenden Fall ein:
Kollektoren 6 m², Volumenstrom 40 l/h und m², langer Weg zwischen Kollektor und Speicher gut isoliert.**

☞ **Achtung: bevor Sie den Regler öffnen, stellen Sie Spannungsfreiheit her.**

Temperaturdifferenz _____ K

Volumenstrom _____ l/min

Stellen Sie Ihre Begründungen in einer anschaulichen Präsentationsform dar.

Begründen Sie Ihre Entscheidung hinsichtlich des Volumenstromes und der Temperaturdifferenz.

Versuch 3-3: Digitaler Regler mit drehzahl geregelter Pumpe in Betrieb nehmen

Durch die Kombination von mikroprozessorgesteuerter Temperaturdifferenz-Regelung und drehzahl geregelter Pumpe wird versucht, die Sonnenenergie für die Erwärmung des Speichers optimaler zu nutzen.

a) Den Versuch vorbereiten und seine Durchführung planen

Zur Ausführung des Versuches stehen Ihnen folgende Materialien zur Verfügung:

Reglerstation mit digitalem Regler und drehzahl geregelter Pumpe, Regler-Betriebsanleitung, Pumpen-Betriebsanleitung, Volumenstrommesser-Betriebsanleitung, Schraubendreher

Versuch vorbereiten

- ☞ **Achten Sie beim Arbeiten mit den verschiedenen Komponenten auf die Betriebsanleitung, vor allen Dingen stellen Sie Spannungsfreiheit her, wenn Sie den Regler und die Pumpe aufschrauben. Die Reglerstation ist mit Wasser befüllt.**

b) Den Versuch durchführen

Schließen Sie den Kollektor- und Speicherfühler sowie die Pumpe fachgerecht am Regler an. Stellen Sie eine Temperaturdifferenz von 6 K ein (Betriebsanleitung Regler).

Versuch durchführen

- ☞ **Der Ausbilder überprüft Ihre Reglereinstellung.**

Schalten Sie den Regler ein und überprüfen Sie die Pumpe auf Funktion. Beschreiben Sie Ihre Vorgehensweise.

Justieren Sie einen Volumenstrom von 3 l/min ein und stellen Sie den Regler auf Automatik.

c) Den Versuch auswerten

Überprüfen Sie Ihre Einstellungen und bringen Sie die Ergebnisse in eine anschauliche Präsentationsform.

Einstellungsüberprüfung

Eingeschaltet hat die Pumpe bei einer Kollektortemperatur von _____°C und einer Speichertemperatur von _____°C, das entspricht einer Einschalt-Temperaturdifferenz von ____K.

Versuch auswerten

Ausgeschaltet hat die Pumpe bei einer Kollektortemperatur von _____°C und einer Speichertemperatur von _____°C, das entspricht einer Ausschalt-Temperaturdifferenz von ____K.

Versuchen Sie die Fühler so einzustellen, dass die Temperaturdifferenz knapp unterhalb der voreingestellten Werte liegt und beschreiben Sie Ihre Beobachtung

Warum kann es von Vorteil sein, eine drehzahlgeregelte Pumpe einzusetzen?

Erklären Sie den Unterschied der beiden Reglertypen.

☞ **Hinweise finden Sie in der Betriebsanleitung der Hersteller.**
