



Projektaufgabe als semesterbegleitende Prüfungsform: Planung einer solarthermischen Anlage

Die detaillierte Aufgabenstellung weiter unten enthält alle erforderlichen Daten zur Anlage. Produktinformationen der Firma VIESSMANN sind im Moodle hinterlegt. Sie dürfen auch Produkte anderer Hersteller verwenden, müssten dann aber die entsprechenden Produktunterlagen auch mit abliefern (z. B. als Anhang zu Ihrem Bericht). Berechnungsgrundlagen, Faustformeln etc. werden in der Vorlesung behandelt und finden sich in den Vorlesungsunterlagen. Wenn keine eindeutigen Antworten möglich sind, ist Ihre Expertise gefragt. Um sich die Arbeit, insbesondere hinsichtlich Teilaufgabe j) zu erleichtern, arbeiten Sie bitte in einem selbst angefertigten Excel-Arbeitsblatt, das Sie auch mit abgeben. Maßgeblich für die Bewertung ist aber ausschließlich der schriftliche Bericht. Es genügt nicht, auch einzelne Ergebnisse nur in der Excel-Datei vorzuhalten.

Ihr Bericht beschreibt Ihre Überlegungen und Ihr prinzipielles Vorgehen sowie Ihre Ergebnisse. Hier sind etwaige Formeln, Annahmen, Begründungen und Interpretationen gefragt. Anders als üblich darf sich die Gliederung des Berichtes auf die Gliederung der Aufgabe beschränken, ergänzt um ein Deckblatt, ein Inhaltsverzeichnis, ein Verzeichnis der Formelzeichen und eine übersichtliche zusammenfassende Darstellung aller Anlagen-relevanten Ergebnisse. Diese Zusammenfassung steht nach dem Vorbild einer „Executive Summary“ ganz vorne im Bericht.

Das Format habe ich Ihnen in Form einer Excel-Datei „ProjektLösungZusammenfassung.xlsx“ vorgegeben. In die Tabelle tragen Sie nur Ihre Ergebnisse ein und kopieren die Tabelle in Ihren Bericht. **DAS IST NICHT DIE EXCEL-DATEI, DIE SIE ABGEBEN SOLLEN!**

Abzuliefern ist der **Bericht im pdf-Format** und Ihre für die Rechnungen selbst erstellte **Excel-Tabelle (xlsx)**.
Dateibenennung: **Nachname_Vorname_REST_SoSe23.pdf/xlsx**. Z. B.: Sick_Friedrich_REST_SoSe23.pdf.

Aufgabe:

Ein Einfamilienhaus mit 160 m² Wohnfläche wird von vier Personen bewohnt. Es soll eine thermische Solaranlage zur Heizungsunterstützung (inkl. Trinkwarmwassererwärmung) installiert werden. Führen Sie bitte die Auslegung für diese Anlage wie in den folgenden Punkten beschrieben durch!

Angebot und Bedarf

- Der hinreichend große Anteil des Dachs, der die Kollektoren aufnehmen soll, ist 40° zur Horizontalen geneigt und nach Süd-Ost orientiert. Bestimmen Sie für den Standort Berlin die jährliche Einstrahlungssumme E in kWh/m² in der Kollektorebene aus dokumentierten Daten (DWD, HTW Berlin, einschlägige Software). Bemühen Sie sich dabei einen langjährigen Mittelwert zu finden und geben Sie eine begründete Aussage zur Schwankungsbreite um dieses langjährige Mittel $E \pm \Delta E$. Erläutern Sie Ihre Vorgehensweise.
- Bestimmen Sie den (mittleren) Gesamtwärmebedarf Q des Gebäudes (Warmwasser, Heizung, Zirkulation). Das Gebäude weist einen unter genormten Randbedingungen berechneten spezifischen jährlichen Heizwärmebedarf von 50 kWh/(m²a) auf. Im Gebäude werden insgesamt 40 m Zirkulationsleitungen verlegt. Die Zirkulation ist 24 Stunden am Tag eingeschaltet.

Welche Faktoren beeinflussen den tatsächlichen Gesamtwärme**verbrauch**? Versuchen Sie auch hier die Schwankung des Verbrauchs um den mittleren Gesamtwärmebedarf $Q \pm \Delta Q$ qualifiziert zu schätzen (Begründung!).

Komponentenauswahl

- c) Die Bewohner entscheiden sich für den Kollektortyp Flachkollektor. Nehmen Sie die typischen Werte für den solaren Deckungsanteil und den Systemnutzungsgrad einer solarthermischen Kombianlage an und berechnen Sie daraus die benötigte Kollektorfläche.
(Hinweis: Dies ist eine erste Abschätzung, die im Rahmen dieses Projektes genügen muss. Im nächsten Schritt einer tatsächlichen Planung müsste diese durch eine dynamische Simulation überprüft und ggf. geändert werden.)
- d) Wählen Sie einen passenden Flachkollektor aus dem Angebot des gewählten Herstellers aus. Bestimmen Sie die Anzahl der benötigten Kollektoren und die sich daraus ergebende tatsächliche Kollektorfläche.
- e) Bestimmen Sie die benötigte Speichergröße und wählen Sie ein passendes Modell aus (Volumen, Einsatzgebiet Raumheizung und Warmwasser).

Hydraulik

- f) Sie betrachten eine konventionelle Betriebsweise mit einem auf die Kollektorfläche bezogenen Durchfluss im Kollektorkreis von $40 \text{ l}/(\text{m}^2\text{h})$. Bestimmen Sie ausgehend von einer Strömungsgeschwindigkeit im Solarkreis von $0,7 \text{ m/s}$ den korrekten Nenn-Durchmesser der Kollektorkreisverrohrung. Berechnen Sie dann die tatsächliche Strömungsgeschwindigkeit.
- g) Den Druckverlust eines Kollektors entnehmen Sie den Herstellerangaben. Berechnen und vergleichen Sie den Druckverlust des Kollektorfeldes bei Parallelschaltung aller Kollektoren oder bei Aufteilung in mehrere parallele Stränge. Sie entscheiden sich für die Parallelschaltung.
- h) Berechnen Sie nun den Druckverlust der Verrohrung des Solarkreises. Es wird ein neues Kupferrohr eingesetzt. Die einfache Rohrleitungslänge (z. B. Vorlauf) beträgt 12 m . Den Druckverlust durch Einzelwiderstände und im Wärmeübertrager dürfen Sie dadurch berücksichtigen, dass Sie den Druckverlust der Verrohrung um 45% erhöhen.
- i) Ermitteln Sie den Gesamtdruckverlust des Kollektorkreises und bestimmen Sie die Gleichung der Anlagenkennlinie. Erstellen Sie eine Grafik der Kennlinie und fügen Sie den Betriebspunkt ein.

Schwankungsbreite

- j) Wiederholen Sie die gesamte Auslegung für die beiden Extremfälle gemäß Aufgaben a) und b)

A) $E_{\max} = E + \Delta E$ und $Q_{\min} = Q - \Delta Q$ sowie

B) $E_{\min} = E - \Delta E$ und $Q_{\max} = Q + \Delta Q$

und dokumentieren Sie die wesentlichen anlagentechnischen Unterschiede.

Geben Sie eine begründete Empfehlung für eine der Systemkonfigurationen ab.

- k) (hierfür gibt es Bonuspunkte)

Recherchieren Sie und wählen Sie eine geeignete Pumpe für den Kollektorkreis aus, die Ihrer gewählten Systemkonfiguration gerecht wird.