



SACHSEN - ANHALT

Ministerium für Bildung

SCHRIFTLICHE ABITURPRÜFUNG 2025

Berufliches Gymnasium Technik

Schwerpunkt: Ingenieurwissenschaften

Erhöhtes Anforderungsniveau

Variante A

Bearbeitungszeit (einschließlich Auswahlzeit): 300 Minuten

Neubau eines Einfamilienhauses

Hiermit bestätige ich meine Auswahlentscheidung:

Datum und Unterschrift des Prüflings

Ausgangssituation

Abbildung 1: Photovoltaikanlage auf Einfamilienhaus (Beispieldarstellung)

Quelle:

https://www.holzhaeuser-richardsen.de/content/haeuser/eineinhalbgeschossig/pulldach_solarhaus.php

Abbildung 2: Photovoltaikanlage auf Einfamilienhaus (Beispieldarstellung)

Quelle: https://www.holzhaeuser-richardsen.de/content/haeuser/eineinhalbgeschossig/pulldach_solarhaus.php

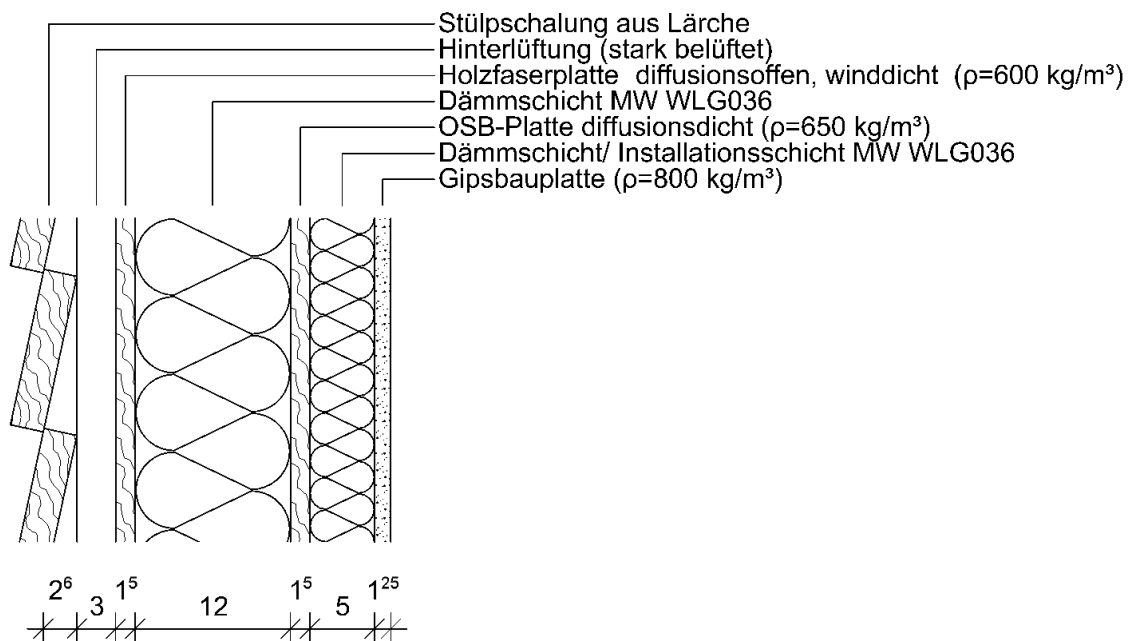


Abbildung 3: Wandaufbau der Außenwände (eigene Darstellung)

Das neu zu errichtende Einfamilienhaus soll als Referenzgebäude für die Möglichkeiten des energieeffizienten Bauens dienen. Die Holzständerbauweise erlaubt geringe Wandstärken bei hoher Wärmedämmleistung und eine kurze Gesamtbauzeit durch mögliche Vorfertigung.

Im Zuge der Planung werden die bauliche Konstruktion des Hauses und die verwendeten Baumaterialien auf ihre Eignung und Nachhaltigkeit geprüft.

Die zweiteilige Dachfläche des Hauses nach Abbildung 1 hat eine Neigung von 30 Grad und besteht aus verzinkten und lackierten trapezförmigen Blechprofilen. Die Dachkonstruktion soll mit dem umlaufenden Dachüberstand, der exakten Ausrichtung nach Süden und der eleganten Anpassung an PV-Standard-Module (1734 x 1096) als Vorbild dienen.

Jede der Dachhälften ist so mit 4 x 9 Modulen belegt, dass die steuerfreie EEG-Grenze von 30 kWp Gesamtleistung möglichst gut ausgeschöpft wird. Der PV-Wechselrichter speist seine Leistung mit einem Leistungsfaktor von 0,9 kapazitiv ins Netz. Die technischen Daten des Wechselrichters, wie z.B. maximale Eingangsspannung und Nennleistung, sind dem Datenblatt zu entnehmen. Dabei ist zu beachten, dass die maximale Eingangsspannung des Wechselrichters aus Sicherheitsgründen 10% über der maximalen String¹-Leerlaufspannung liegen muss.

Die Befestigung der Photovoltaikmodule auf den Dachflächen erfolgt nach dem dargestellten Verlegeschema (siehe Abbildung 3) auf einem Schienensystem als Unterkonstruktion mittels Befestigungsbügeln (siehe Anlage 1, Abbildung 4). Die Randreihen der Module erhalten zur optischen Aufwertung zusätzliche Abschlussschienen als Rahmung.

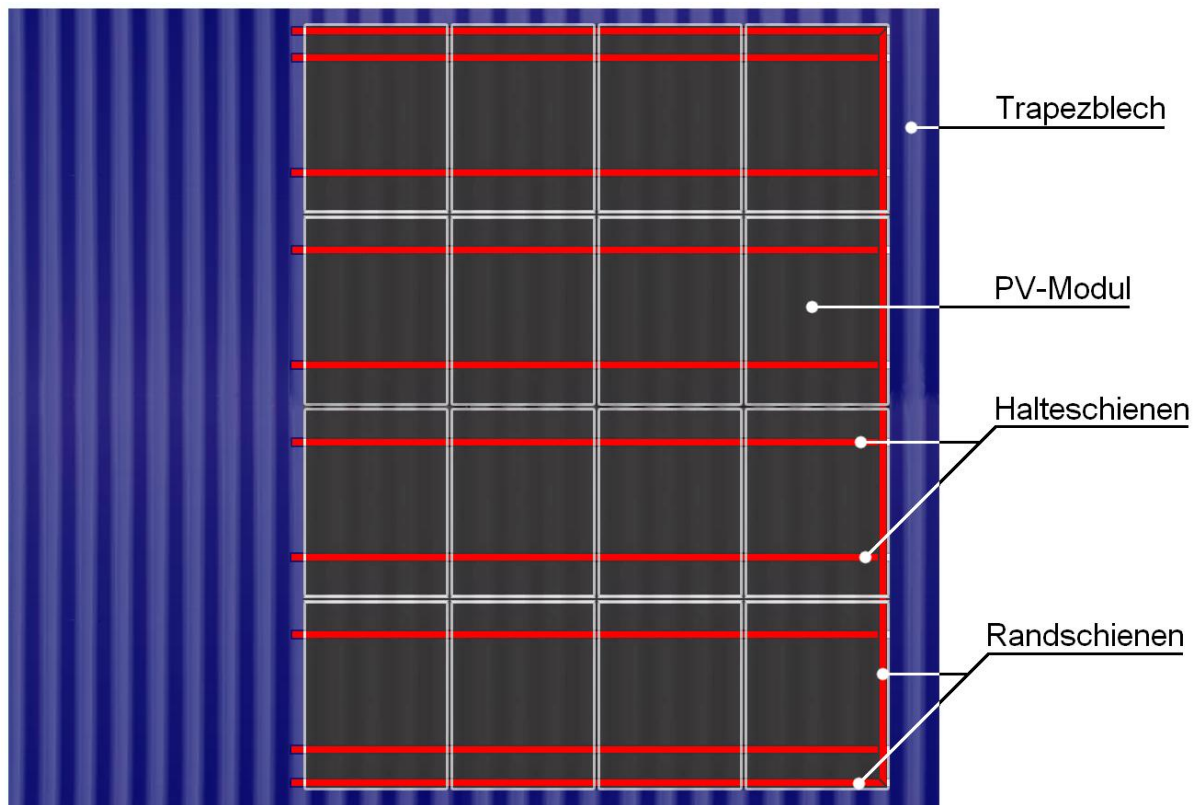


Abbildung 4: Verlegeschema (eigene Darstellung)

¹ Als String wird die Zusammenschaltung von PV-Modulen in Reihe bezeichnet.

Aufgaben

Aufgabenkomplex 1: Baulicher Wärmeschutz

- | | | |
|------------|--|------------------|
| 1.1 | Beschreiben Sie die Bedeutung des baulichen Wärmeschutzes. | 05 Punkte |
| 1.2 | Führen Sie für den vorliegende Wandaufbau den Nachweis des baulichen Wärmeschutzes nach DIN4108 und Gebäudeenergiegesetz (GEG, vormals ENEV). Der Einfluss der Holzständer auf die Dämmwirkung der Außenwand wird hier vernachlässigt. | 14 Punkte |
| 1.3 | Erörtern Sie Vor- und Nachteile der vorliegenden Wandkonstruktion aus bauphysikalischer und baukonstruktiver Sicht. | 07 Punkte |
| 1.4 | Beurteilen Sie den verwendeten Dämmstoff unter ökonomischen, ökologischen und bauphysikalischen Aspekten und zeigen Sie mögliche Alternativen auf. | 14 Punkte |

Aufgabenkomplex 2: Elektrotechnik

- | | | |
|------------|---|------------------|
| 2.1 | Wählen Sie ein geeignetes Modul anhand des Datenblattes in Anlage 2 aus, um eine Leistung von 30 kWp zu erzeugen und begründen Sie Ihre Auswahl. | 06 Punkte |
| 2.2 | Überprüfen Sie rechnerisch, ob der Grenzwert der maximalen Wechselrichter – Eingangsspannung (siehe Anlage 3: Wechselrichter Sunny Tripower X25) überschritten wird. | 18 Punkte |
| 2.3 | Wählen Sie mit Hilfe des Tabellenbuches einen geeigneten Querschnitt (Verlegeart C, zwei belastete Adern) nach Strombelastbarkeit für die DC-Wechselrichter-Anschlussleitungen. Berechnen Sie die Verlustleistung einer 10 m langen einadrigen Generatoranschlussleitung. | 12 Punkte |
| 2.4 | Der Wechselrichter muss die PV-Leistung mit einem Leistungsfaktor von 0,9 kapazitiv in das Netz einspeisen. Berechnen Sie die verbleibende Wirkleistung P , die vom Wechselrichter maximal ins Netz gespeist werden kann. | 04 Punkte |

Aufgabenkomplex 3: Metalltechnik

- 3.1** Wählen Sie geeignete metallische Werkstoffe für die Montageschienen, Befestigungsbügel und Schrauben aus. Beschreiben Sie die bei Ihrer Auswahl entstehenden Vor- und Nachteile, berücksichtigen Sie dabei die mechanischen Eigenschaften und die Korrosionsanfälligkeit der Materialien. Entwickeln Sie mindestens zwei Möglichkeiten zur Reduzierung der Korrosion. **08 Punkte**
- 3.2** Die Module sollen auf jeder Dachfläche in vier Reihen zu je neun Modulen mit 5 mm Abstand zueinander montiert werden. Ermitteln Sie den Platzbedarf für die Module in horizontaler und vertikaler Ausrichtung, runden Sie auf ganze Meter. Berechnen Sie die Gesamtlänge der benötigten Schienen für die Befestigung. Der Verschnitt (z.B. durch Gehrungsschnitte) wird pauschal mit einem Aufschlag von 10% auf die Gesamtlänge berücksichtigt. Ermitteln Sie die Anzahl der vom Unternehmen zu bestellenden Profilschienen á 6 Meter, die für die Installation der Photovoltaik-Module (1734 mm x 1096 mm) auf beiden Dachflächen benötigt werden. **07 Punkte**
- 3.3** Für die Befestigungsbügel (siehe Anlage 1, Abbildung 4) wird ein Stahlwerkstoff mit $R_m = 600 \text{ N/mm}^2$ als Referenz angenommen. **10 Punkte**
- Berechnen Sie die notwendige Scherkraft zum Trennen mittels vollkantigen Schnitts für einen Rohling aus FI 25x1. Die Bohrung zur Befestigung wird nicht betrachtet.
- Ermitteln Sie die gestreckte Länge eines Bügels in ganzen Millimetern und den Materialbedarf an Flachstahl in Meter für die Komplettinstallation bei 4 Befestigungen je Modul.
- 3.4** Berechnen Sie die zulässige Zugbeanspruchung einer Sechskantschraube DIN EN ISO 4017 – M6 – A2-70 zur Befestigung der Module bei 2,5-facher Sicherheit unter Berücksichtigung der Einwirkung äußerer Kräfte. **15 Punkte**
- Beurteilen Sie Ihr Ergebnis im Hinblick auf eine zu erwartende Windlast (Geschwindigkeitsdruck) $q_{\text{ref}} = 470 \text{ N/m}^2$, wenn je Modul 4 Schrauben zur Befestigung verwendet werden.
- Nennen Sie für zwei verschiedene Schlussarten je eine Möglichkeit zur Schraubensicherung für den gegebenen Anwendungsfall.

Name: _____

Anlage 1: Befestigungsbügel

Abbildung 5: Befestigungsbügel

Quelle: <https://www.gillet-baustoffe.de/aMbooo-Abschlussclip-Teflon-25-St/p/18101435>

Abbildung 6: Befestigungsbügel

Quelle: <https://www.gillet-baustoffe.de/aMbooo-Abschlussclip-Teflon-25-St/p/18101435>

Name: _____

Anlage 2: Datenblatt-Auszug PV-Modul Trina Solar Vertex S

Abbildung 7: Datenblattauszug PV-Modul Trina Solar Vertex S

Quelle: https://static.trinasolar.com/sites/default/files/Datasheet_Vertex%20S+_NEG9R.28_DE_2024_A_S1_web.pdf

Abbildung 8: Datenblattauszug PV-Modul Trina Solar Vertex S

Quelle: https://static.trinasolar.com/sites/default/files/Datasheet_Vertex%20S+_NEG9R.28_DE_2024_A_S1_web.pdf

Name: _____

Anlage 3: Datenblatt-Auszug Wechselrichter SMA Tripower X

Datenblattauszug Wechselrichter SMA Tripower X
Quelle: <https://www.sma.de/produkte/solar-wechselrichter/sunny-tripower-x>

Abbildung 9: Datenblattauszug Wechselrichter SMA Tripower X
Quelle: <https://www.sma.de/produkte/solar-wechselrichter/sunny-tripower-x>