



SACHSEN - ANHALT

Ministerium für Bildung

SCHRIFTLICHE ABITURPRÜFUNG 2026

Berufliches Gymnasium Technik

Schwerpunkt: Ingenieurwissenschaften

Erhöhtes Anforderungsniveau

Variante B

Bearbeitungszeit (einschließlich Auswahlzeit): 300 Minuten

Umrüstung und Sanierung eines Gewächshauses

Hiermit bestätige ich meine Auswahlentscheidung:

Datum und Unterschrift des Prüflings

Ausgangssituation

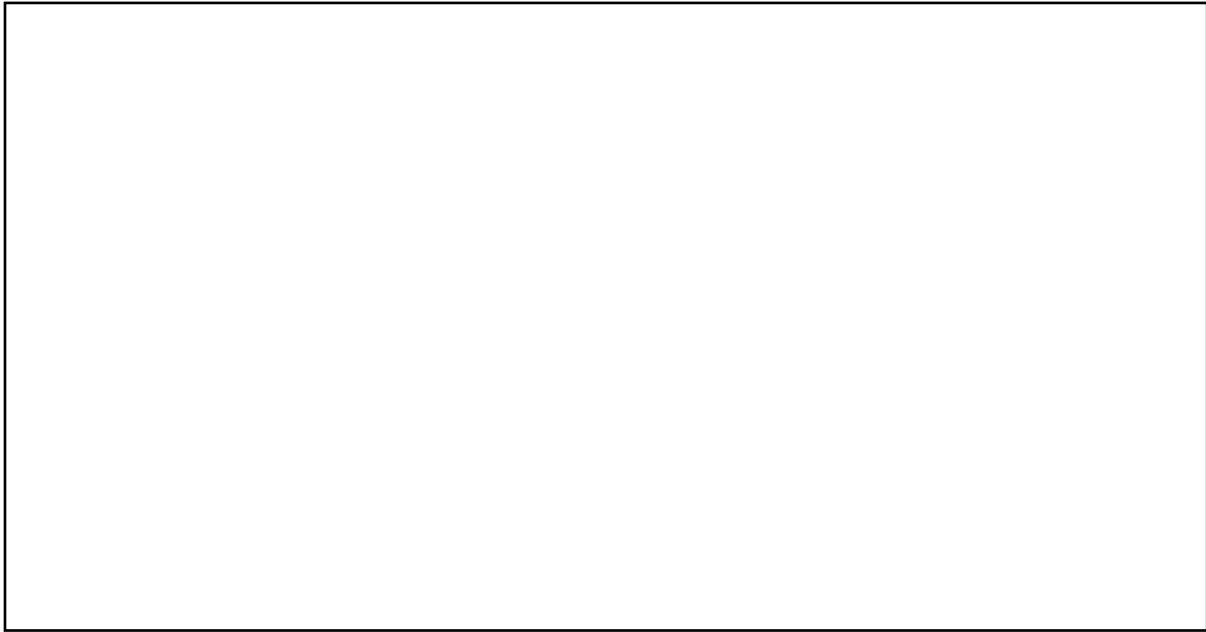


Abbildung 1: Gewächshaus mit teiltransparenten Solarmodulen (Beispielbild)
Quelle: <https://www.pv-magazine.de> (bearbeitet)

Ein Gewächshaus soll klimagerecht und energieeffizient umgerüstet und saniert werden. Hintergrund sind steigende Sommerhitzen, schwankende Strompreise und der Wunsch nach werbewirksamer, weitgehender Autarkie¹ – allerdings mit robuster, einfach zu wartender Technik. Kern der Maßnahme ist die Montage teiltransparenter Glas-Glas-Module auf der sonnenseitigen Dachhälfte. So wird die einfallende Strahlung im Sommer reduziert (Temperaturspitzen/ Überhitzung sinken), während gleichzeitig Eigenstrom für Lüftung, Pumpen und eine moderate Zusatzbeleuchtung im Winter bereitgestellt wird. Die Seitenwände bleiben klar, um diffuses Tageslicht und die Wintereinstrahlung maximal zu nutzen – ein Kompromiss aus Verschattung (Sommer) und Lichtausbeute (Winter).

Die Dachfläche beträgt 1 300 m². Abzuziehen sind 18 % für den Abstand zwischen den Modulen und Flächen für Dacheinbauten wie z.B. Klappen und Lüftungsauslässe. Der spezifische PV-Ertrag für den Standort in kWh/kWp ist im Folgenden dargestellt:

Jan 25; Feb 45; Mrz 85; Apr 110; Mai 125; Jun 125; Jul 120; Aug 105; Sep 80; Okt 55; Nov 30; Dez 20 → Jahres-Summe ≈ 920 kWh/kWp.

Der Wechselrichter verfügt über eine AC-Nennleistung von 20 kW. Die Installationsfirma empfiehlt den Einbau eines 100 kWh PV-Speichers. Die Kosten dafür belaufen sich auf 29.900 €. Mit dem Speicher lassen sich im Jahr ca. 15.000 kWh Energie aus dem Stromnetz einsparen. Der Energiepreis liegt bei 40 Cent/kWh.

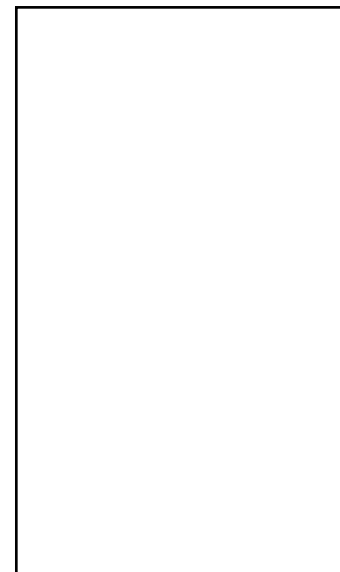


Abbildung 2: Prinzip eines teiltransparenten Moduls
Quelle: www.solitek.de

¹ Unabhängigkeit von Versorgungsnetzen

Für die Beleuchtung des Gewächshauses stehen drei LED-Lichtbänder zur Verfügung. Die Steuerung der LEDs soll nur zwischen 6 und 22 Uhr aktiv sein ($U = 1$). Gleichzeitig muss der Akku einen Ladezustand von mindestens 30 % aufweisen ($AK = 1$). Außerhalb des Gewächshauses sind zwei digitale Helligkeitssensoren S_1 (hell) und S_2 (sehr hell) verbaut. Die Beleuchtungsintensität wird in Abhängigkeit der Sensoren in mindestens drei Stufen geschaltet.

Die Dachkonstruktion besteht aus Fachwerk-Dachbindern aus Fichtenholz. Die zulässige Belastung der Dachbinderquerschnitte beträgt bei Zug maximal 105 kN und bei Druck 170 kN.

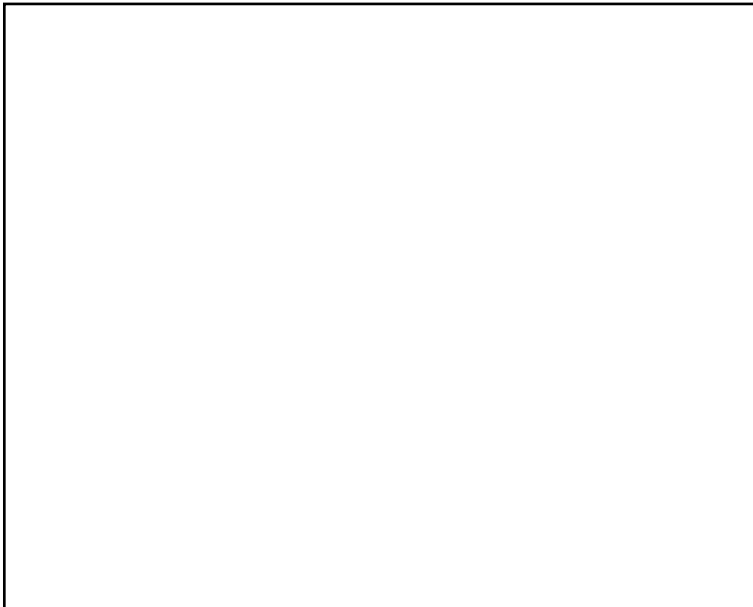


Abbildung 3: Aufbau einer selbstansaugenden Kreiselpumpe

Quelle: <https://www.ksb.com/de-global/kreiselpumpenlexikon/artikel/selbstansaugende-pumpe-1074844>

Die Antriebswelle der alten Pumpe (siehe ähnliche Pumpe in Abbildung 3) weist deutliche Abnutzungerscheinungen durch jahrelange mechanische Reibung und Korrosion an den Kontaktflächen auf. Um Kosten zu sparen, wollen die Mitarbeiter der Gärtnerei eine neue Pumpenwelle in ihrer eigenen Werkstatt fertigen.

Nach der Demontage und dem Abnehmen der Maße gibt es noch einige Probleme bei der Erstellung des Arbeitsplanes bezüglich der spanenden Bearbeitung, der anschließenden Wärmebehandlung und der Härteprüfung.

Zur Bearbeitung durch Drehen steht eine konventionelle Universaldrehmaschine mit Drehzahlstufen zur Verfügung. Sie besitzt eine Antriebsleistung von 7,5 kW und einen Wirkungsgrad von 85%. Die Drehmeißel besitzen Hartmetallwendeschneidplatten mit der Schneidstoffbezeichnung HC – P20.

Als Rohteil wurde folgendes Halbzeug normgerecht bestellt:
Rundstab DIN EN 10060 – 60 x 350 E – EN 10084 – 18CrMo4

Nach der spanenden Bearbeitung muss die Antriebswelle an den Laufflächen randschichtgehärtet (Härtewert 35 HRC) werden.

Aufgaben

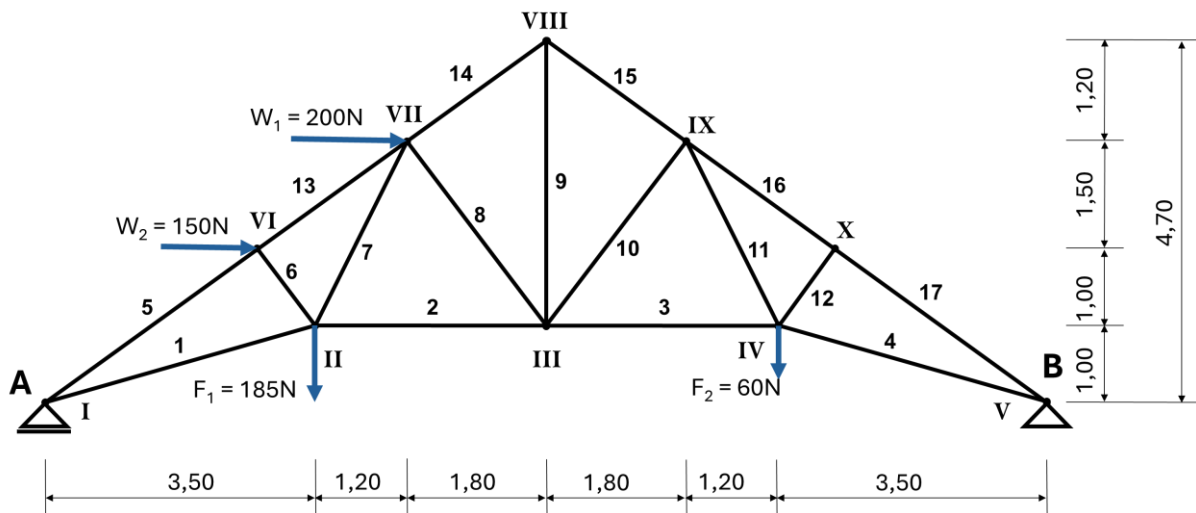
*Die Aufgaben sind jeweils auf getrennten Blättern zu bearbeiten.
Rechenwege sind vollständig und nachvollziehbar darzustellen.*

- | | | |
|-----|--|------------------|
| 1. | Berechnen Sie die maximal installierbare Modulanzahl. Ermitteln Sie die Anzahl der Wechselrichter (Anlage 3) und begründen Sie Ihre Entscheidung. | 12 Punkte |
| 2. | Skizzieren Sie in einem Diagramm den monatlichen Energieertrag und kennzeichnen Sie die drei energieärmsten Monate. | 06 Punkte |
| 3. | Beurteilen Sie die Empfehlung, die PV-Anlage um einen Akku zu erweitern, und begründen Sie Ihre Aussage rechnerisch. | 06 Punkte |
| 4. | Entwickeln Sie für die Leuchtelemente A, B und C die minimierten Schaltfunktionen und zeichnen Sie den Funktionsplan. | 16 Punkte |
| 5. | Erläutern Sie den Begriff „ideales Fachwerk“ und die konstruktiven Besonderheiten dieses statischen Systems. | 05 Punkte |
| 6. | Überprüfen Sie die statische Bestimmtheit des Dachbinders, erläutern Sie den Begriff „Nullstab“ und kennzeichnen Sie die folgenden Bestandteile des vorliegenden Systems (Obergurt, Untergurt, Diagonalstab, Stütze/Vertikalstab, Nullstab). Nutzen Sie hierzu Anlage 1. | 10 Punkte |
| 7. | Stellen Sie das System in Anlage 1 frei und weisen Sie die Einhaltung der zulässigen Belastung des Stabes 2 unter Verwendung einer geeigneten Methode nach. | 14 Punkte |
| 8. | Zwei der Dachbinder zeigen Beschädigungen und müssen ersetzt werden. Erläutern Sie Vor- und Nachteile des Baustoffs Holz. Wählen Sie ein geeigneteres Holz für die Ersatzbinder aus und begründen Sie Ihre Entscheidung. | 10 Punkte |
| 9. | Geben Sie den Werkstoff des Rohteiles mit Legierungsgrad für die neue Pumpenwelle an und analysieren Sie seine chemische Zusammensetzung. Nennen Sie jeweils zwei physikalische, mechanische und fertigungstechnische Eigenschaften des bestellten Werkstoffes. | 10 Punkte |
| 10. | Wählen Sie zur Erzeugung einer ebenen Bezugsfläche mittels Querplandrehen die Schnittgeschwindigkeit und die einzustellende Drehzahlstufe laut Drehzahldiagramm aus. Ermitteln Sie zusätzlich auf ein Hundertstel genau den einzustellenden Vorschub für eine theoretische Rautiefe von 16 μm bei einem Eckenradius des Seitendrehmeißels von 0,3 mm. | 06 Punkte |

- 11.** Das Längsrunddrehen des Wellendurchmessers und der Absätze mit unterschiedlichen Durchmessern und Längen erfolgt durch Schruppen mit einer Schnitttiefe von max. 3 mm und dem anschließenden Schlichten mit einer Schnitttiefe von max. 1 mm. **07 Punkte**
- Überprüfen Sie rechnerisch, ob die gewählte Schnitttiefe für die Schruppbearbeitung mit der vorhandenen Universaldrehmaschine unter folgenden Bedingungen realisierbar ist:
- Schnittgeschwindigkeit $v_c = 160 \text{ m/min}$
 - Vorschub $f = 0,25 \text{ mm}$
 - Einstellwinkel $\kappa = 95^\circ$
 - kein Schneidenverschleiß.
- 12.** Beschreiben Sie in Stichpunkten den Ablauf der vollständigen Wärmebehandlung, vergleichbar Werkstoff 16MnCr5 (Anlage 4), unter Berücksichtigung der Angabe von Temperaturen und dem Abschreckmittel. **12 Punkte**
- Begründen Sie die Notwendigkeit und das Ergebnis der einzelnen Arbeitsschritte.
- 13.** Der gewünschte Härtewert der Laufflächen der Antriebswelle von 35 HRC muss überprüft werden. Geben Sie das Prüfverfahren, den Prüfkörper sowie die Prüfkraft an und berechnen Sie die maximale Eindringtiefe des Prüfkörpers in mm. **06 Punkte**

Name: _____

Anlage 1: Dachbinder – vereinfachte Prinzipskizze ideales Fachwerk



Bezeichnungen	Stab	Stab	Stab	Stab	Stab	Stab
Obergurt						
Untergurt						
Diagonalstab						
Stütze/Vertikalstab						
Nullstab						

Elektrische Daten (STC*)	
Maximale Leistung (W)	190
Zelltechnologie	N type, TOPCon - bifacial
Leerlaufspannung (V_{oc}/V)	18,80
Kurzschlussstrom (I_{sc}/A)	13,80
Maximale Leistungsspannung (V_{mpp}/V)	14,77
Maximaler Leistungsstrom (I_{mp}/A)	13,20
Moduleffizienz (%)	10,71%
Max. Systemspannung (V)	1000
Max. Stromstärke (A)	22
Leistungstoleranz	0/+5W

*Nach den Standardtestbedingungen (STC) mit einer Bestrahlungsstärke von 1000 W/m², einem Spektrum von AM 1,5 und einer Zelltemperatur von 25°C. Messgenauigkeit der Blitzlichttests von +/-5 %.

Garantie	
30 Jahre Produktgarantie	
30 Jahre Effizienzgarantie	
Degradation im ersten Jahr (%)	1 %
Jährliche Degradation (%)	0.31 %
Leistung in 30 Jahren (%)	90 %

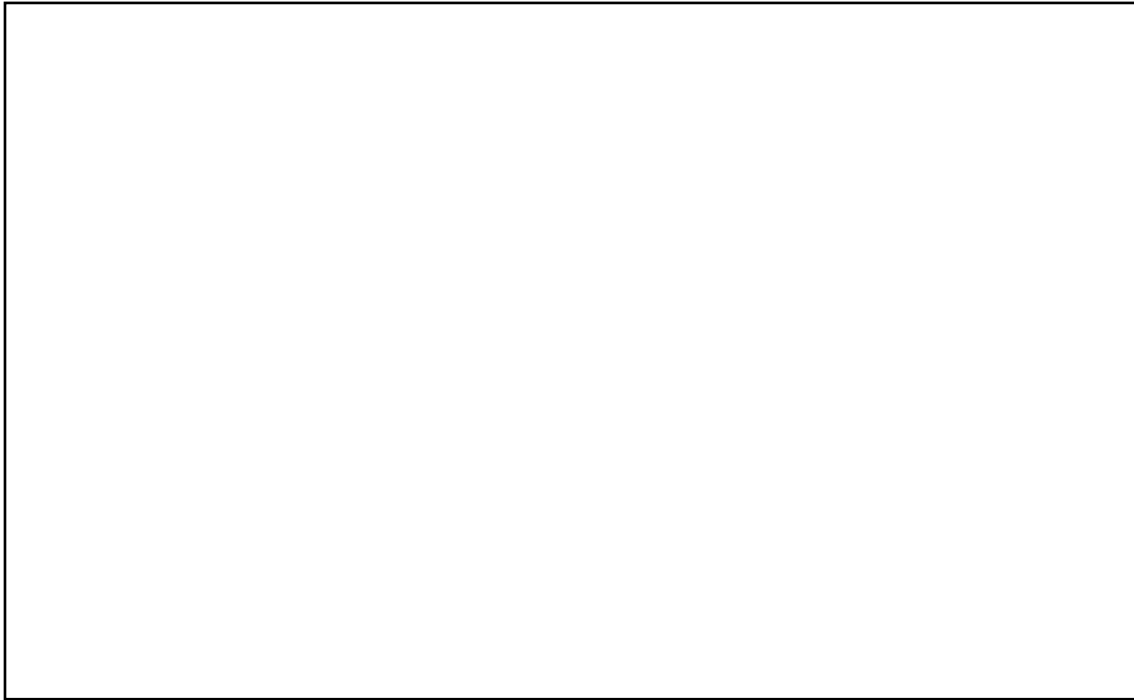
Temperaturwerte	
Strom-Temperaturkoeffizient (α)	+0.045% / °C
Spannungs-Temperaturkoeffizient (β)	-0.250% / °C
Leistungs-Temperaturkoeffizient (δ)	-0.300% / °C
Nominale Betriebstemperatur des Moduls	46 °C

Mechanische Daten	
Abmessungen (LxBxH) (mm)	1729x1140x7,1 mm
Gewicht (kg)	32
Vorderseitenglas (mm)	3,2 mit AR-Beschichtung
Rückseitenglas (mm)	3,2, transparent
Zellgröße (mm)	182x91,875
Stromschienen	10
Zellenkonfiguration	4x18
Rahmen	Rahmenlos
Nennbetriebshöhe	Bis zu 2000 m
Betriebstemperatur (°C)	-40 ÷ +85
Maximale Prüflast (Wind/Schnee) (Pa)	5400/10500
Anschlussdose/ IP Klasse	Geteilte Anschlussdose / IP68
Kabelquerschnitt (mm²)	4
Kabellänge	1,2 m
Bypass-Dioden	3
Anschluss	MC4-EVO2

Verpackungsinformationen	
Module pro Palette	25 Stk
Abmessungen einer Palette (LxBxH)	1815x1205x1070 mm
Gewicht einer Palette (ungefähr)	868 kg
Paletten pro 13,6 m LKW	28 Stk
Module pro 13,6 m LKW	700 Stk

Zertifizierungen	
IEC 61215:2021; IEC 61730:2016	
Cradle to Cradle (C2C)	Gold-Level
abZ/aBG	Überkopfverglasung
IEC 62716:2013	Ammoniak-Korrosionsprüfung
IEC 61701:2020	Salznebel-Korrosionsprüfung
IEC 61215-2:2021	39mm Hagelkorn - Hagelwiderstandsklasse 4 (HW4)
ISO 9001:2015	Qualitätsmanagement-Systeme
ISO 14001:2015	Umweltmanagement-System
ISO 45001:2018	Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz
SundaHus	A-Level-Einstufung
Produziert mit 100% erneuerbarer Energie	
Svensk Solenergi Mitgliedschaft	

Anlage 3: Datenblatt Wechselrichter



Quelle: https://www.kostal-solar-electric.com/fileadmin/downloadcenter/kse/DB/PLENTICORE-G3/DB_PLENTICORE-G3_de.pdf (bearbeitet)

Anlage 4: Wärmebehandlung

