

Abitur 2021 Haupttermin

Aufgabe II

Teilaufgabe 1

Aufgabenstellung

Tiny-Häuser gelten als alternative Form des modernen Wohnens. Es handelt sich dabei um sehr kleine Häuser. Da sie oft über Straßen transportiert werden, dürfen sie die Maße von 2,55 m (Breite) x 4 m (Höhe) x 7 m (Länge) und die Masse von 3,5 t nicht überschreiten.

Für einen Kunden soll ein Tiny-Haus (siehe Abb.1) mit einer Dach-Solaranlage zur elektrischen Selbstversorgung ausgestattet werden. Die Firstpfette (oberster waagerechter Balken, technische Zeichnung siehe M1) mit einer Breite von 20 cm soll einen Teil der Eigenlast des Daches, der Photovoltaik-Anlage und eine mögliche Schneelast tragen. Es kann angenommen werden, dass sich im Extremfall eine Last von 1200 kg gleichmäßig auf die Gesamtlänge der Firstpfette verteilt. Durch die gesamte Hausstatik ist die Firstpfette fest-los-gelagert.

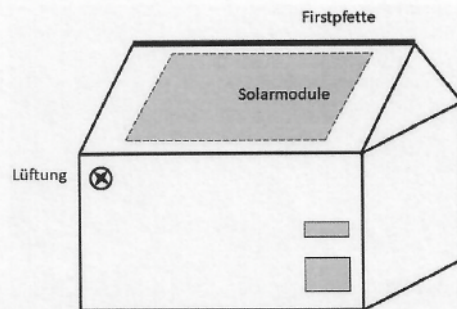
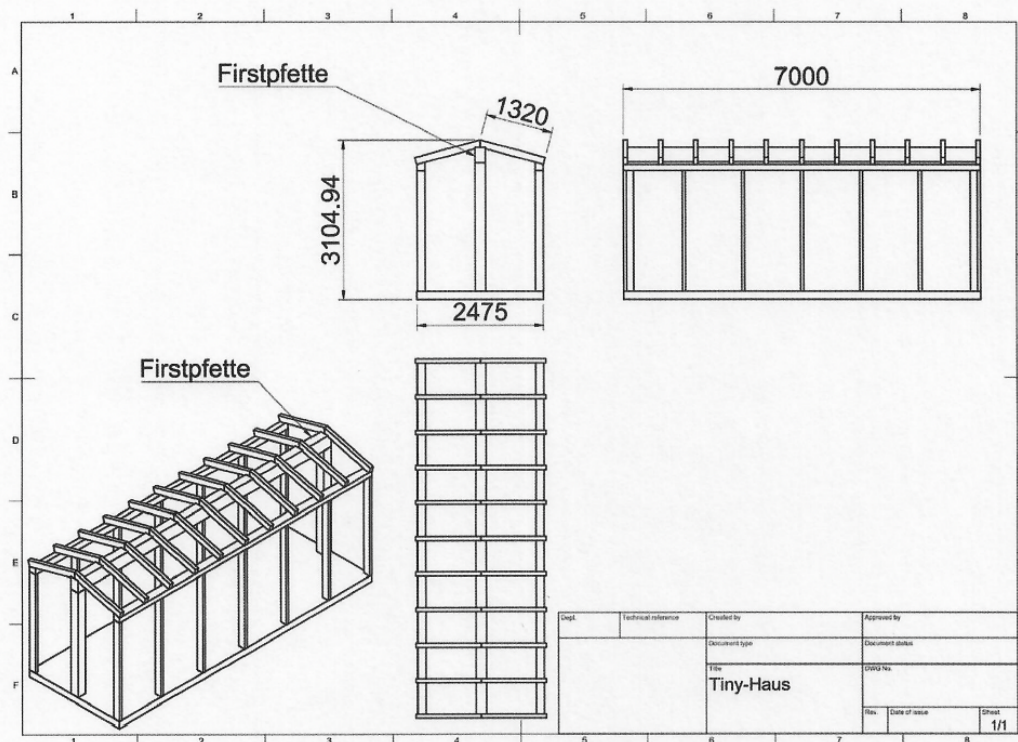


Abbildung 1: Tiny-Haus

Material M1: Technische Zeichnung Tiny-Haus



a) Zeichnen Sie einen bemaßten Freischnitt dieses Systems.

1 VP

Bezug zum Bildungsplan:

3.4.3.1 Technische Mechanik

(1) ebene statische Systeme analysieren (unter anderem Wertigkeit von Lagern und Gelenken, eingeprägte Kräfte und Momente, statische Bestimmtheit)

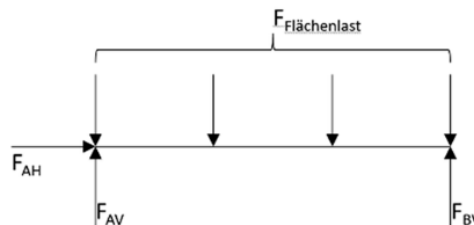
F NWT 3.2.3.2 Statische Prinzipien in Natur und Technik

L MB Information und Wissen

Vorüberlegungen:

Aus dem einführenden Text lässt sich entnehmen, dass die Firstpfette fest-los-gelagert ist. Sprich an einem Ende befindet sich ein einwertiges Lager und am anderen ein zweiwertiges Lager. Auf die Firstpfette wirkt von oben eine Flächenlast, welche gleichmäßig über die gesamte Firstpfette verteilt ist.

Daraus ergibt sich folgende **Lösung**:



Aufgabenstellung

(Fortsetzung)

b) Berechnen Sie alle Lagerreaktionen. Sie dürfen dabei von statischer Bestimmtheit und einem Ortsfaktor von $9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ ausgehen.

2 VP

Bezug zum Bildungsplan:

3.4.3.1 Technische Mechanik

(2) Lagerreaktionen in ebenen statischen Systemen unter der Verwendung des Schnittprinzips und der Gleichgewichtsbedingungen bestimmen

F M 3.4.1 Leitidee Zahl – Variable – Operation (11), (12)

F PH 3.2.7 Mechanik: Dynamik (3), (4), (7)

Vorüberlegungen:

Die Bestimmung der Lagerreaktionen erfolgt über die drei Gleichgewichtsbedingungen für das statische Gleichgewicht: Die Summe aller horizontalen Kräfte, aller vertikalen Kräfte und aller Drehmomente muss jeweils Null ergeben. Ohne horizontale Kräfte treten in diesem Fall also nur jeweils eine vertikale Kraft je Lager auf. Für die Berechnung der Drehmomente ist es damit gleichgültig, ob der Drehpunkt in A oder B gesetzt wird. Mit Drehpunkt in A ergibt sich folgende

Lösung:

F_{AH} ist die Einzige horizontale Kraft und muss daher Null sein:

$$\sum H = F_{AH} = 0N$$

Auch die Summe der vertikalen Kräfte muss in der Summe Null ergeben. Kräfte nach oben sind positiv, Kräfte nach unten negativ angegeben.

Hinweis: Durch die gleichmäßige Verteilung der Last und die ausschließliche Betrachtung der Auflager, kann für die Berechnung angenommen werden, dass die resultierende Last in der Mitte zwischen den beiden Auflagern liegt. Zu diesem Ergebnis kommt man auch nach der Betrachtung unter Einbezug des Flächenmomentes, was hier nicht gefordert ist.

$$\begin{aligned}\sum V &= F_{AV} + F_{BV} - F_L = 0N \\ \Rightarrow F_{AV} + F_{BV} &= 1200 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{N}{kg} \\ \Rightarrow F_{AV} + F_{BV} &= 11\,772 \text{ N}\end{aligned}$$

Zuletzt muss auch die Summe der Drehmomente Null ergeben. Drehmomente im Gegenuhrzeigersinn sind hier positiv, Drehmomente im Uhrzeigersinn negativ angegeben. Der Drehpunkt wird in Lager A gelegt.

$$\begin{aligned}\sum M &= F_{BV} \cdot 7 \text{ m} - F_L \cdot 3,5 \text{ m} = 0Nm \\ \Rightarrow F_{BV} &= \frac{1200 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{N}{kg} \cdot 3,5 \text{ m}}{7 \text{ m}} = \underline{\underline{5\,886 \text{ N}}}\end{aligned}$$

Setzt man dieses Ergebnis in die Formel für die Summe der vertikalen Kräfte ein, ergibt sich:

$$F_{AV} = 11772 \text{ N} - 5886 \text{ N} = \underline{\underline{5\,886 \text{ N}}}$$

Aufgabenstellung (Fortsetzung)

Das Dach soll bei einem Sicherheitsfaktor von $\nu = 2$ so gestaltet werden, dass es sich bei einer maximalen Belastung nicht mehr als $w_{\max} = 1\text{cm}$ durchbiegt.

- c) Berechnen Sie mit Hilfe der maximalen Durchbiegung ($w_{\max}$) das 2. Flächenmoment (Flächenträgheitsmoment I) des Holzbalkens ($E = 15000\text{MPa}$) in der maximalen Belastungssituation (ν). (siehe M2, M3, M4; Hinweis: $q_z = \frac{F_z}{\ell}$) 4 VP

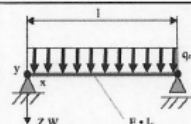
Material M3: Gleichungen der elastischen Biegelinie

Gleichung der elastischen Biegelinie

Für die Gleichungen $w(x)$ der elastischen Biegelinie für einfache, belastete Träger gilt:

$$w''(x) = -\frac{M_{By}(x)}{E \cdot I_y(x)}$$

und: $I_y(x) = \text{const.}$

	$w = -\frac{q_z \cdot l^4}{24 E \cdot I_y} \left(\frac{x}{l} - 2 \frac{x^3}{l^3} + \frac{x^4}{l^4} \right)$	$w_{\max} = \frac{5 q_z \cdot l^4}{384 E \cdot I_y}$
---	--	--

Bezug zum Bildungsplan:

3.4.3.1 Technische Mechanik

- (4) den Zusammenhang zwischen *Last*, *Geometrie*, *Elastizitätsmodul* und maximaler Durchbiegung von Balken experimentell erfassen und zusammen mit der Theorie der Euler'schen Knickstäbe zur Dimensionierung von *Trägern* in verschiedenen Last- und Lagerfällen nutzen

P 2.1 Erkenntnisgewinnung und Forschen 2, 8, 9, 10, 14

P 2.2 Entwicklung und Konstruktion 3

P 2.4 Bedeutung und Bewertung 6, 7

Vorüberlegungen:

Im Aufgabentext ist vorgegeben, dass die Formel für $w_{\max}$ für die Berechnung von I_y verwendet werden soll. Hierfür muss die Gleichung aus M3 umgestellt werden, so dass I_y berechnet werden kann. Für q_z wird der Quotient $\frac{F_z}{l}$ eingesetzt.

Lösung:

$$w_{\max} = \frac{5 q_z \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I_y} = \frac{5 \frac{F_z}{l} \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I_y}$$

Die Gleichung wird umgestellt:

$$I_y = \frac{5 \frac{F_z}{l} \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot w_{\max}} = \frac{5 \frac{11772 \text{ N}}{7 \text{ m}} \cdot (7 \text{ m})^4}{384 \cdot (15 \cdot 10^9 \text{ Pa}) \cdot 0,01 \text{ m}} = 0,00035 \text{ m}^4$$

Jetzt muss noch der Sicherheitsfaktor $v = 2$ einberechnet werden:

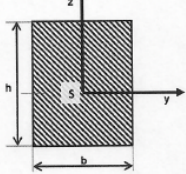
$$I_y \cdot v = 0,00035 \text{ m}^4 \cdot 2 = \underline{0,0007 \text{ m}^4}$$

Hinweis: Der Sicherheitsfaktor $v = 2$ bezieht sich auf die Last und kann somit beim Einsetzen der Last in die Formel oder nach der Berechnung von I_y durch die Multiplikation des Ergebnisses mit $v = 2$ angewendet werden.

Aufgabenstellung (Fortsetzung)

- d) Berechne die Höhe der Firstpfette unter Annahme eines Flächenträgheitsmoments von $I = 0,0007 \text{ m}^4$ (siehe M2, M3, M4)

Material M2: Axiale Flächen- und Widerstandsmomente

Axiale Flächen- und Widerstandsmomente	Axiale Flächenmomente 2. Grades und Widerstandsmomente werden berechnet mit:	
Rechteck 	$I_y = \frac{b h^3}{12} = A \frac{h^2}{12}$ $I_z = \frac{h b^3}{12} = A \frac{b^2}{12}$	$W_y = \frac{b h^2}{6} = A \frac{h}{6}$ $W_z = \frac{h b^2}{6} = A \frac{b}{6}$

Bezug zum Bildungsplan:

3.4.3.1 Technische Mechanik

- (4) den Zusammenhang zwischen *Last*, Geometrie, *Elastizitätsmodul* und maximaler Durchbiegung von Balken experimentell erfassen und zusammen mit der Theorie der Euler'schen Knickstäbe zur Dimensionierung von *Trägern* in verschiedenen Last- und Lagerfällen nutzen

P 2.1 Erkenntnisgewinnung und Forschen 2, 8, 9, 10, 14

P 2.2 Entwicklung und Konstruktion 3

P 2.4 Bedeutung und Bewertung 6, 7

Vorüberlegungen:

Für die Berechnung der Höhe der Firstpfette wird die Gleichung für das Axiale Flächenmoment 2. Grade aus M2 für Rechtecke verwendet. Diese Gleichung muss nach h umgestellt werden.

Lösung:

$$I_y = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

$$h = \sqrt[3]{\frac{I_y \cdot 12}{b}} = \sqrt[3]{\frac{0,0007 \text{ m}^4 \cdot 12}{0,20 \text{ m}}} = \underline{0,35 \text{ m}}$$

e) Bewerten Sie den Einsatz eines Stahlträgers gegenüber einem Holzbalken

2 VP

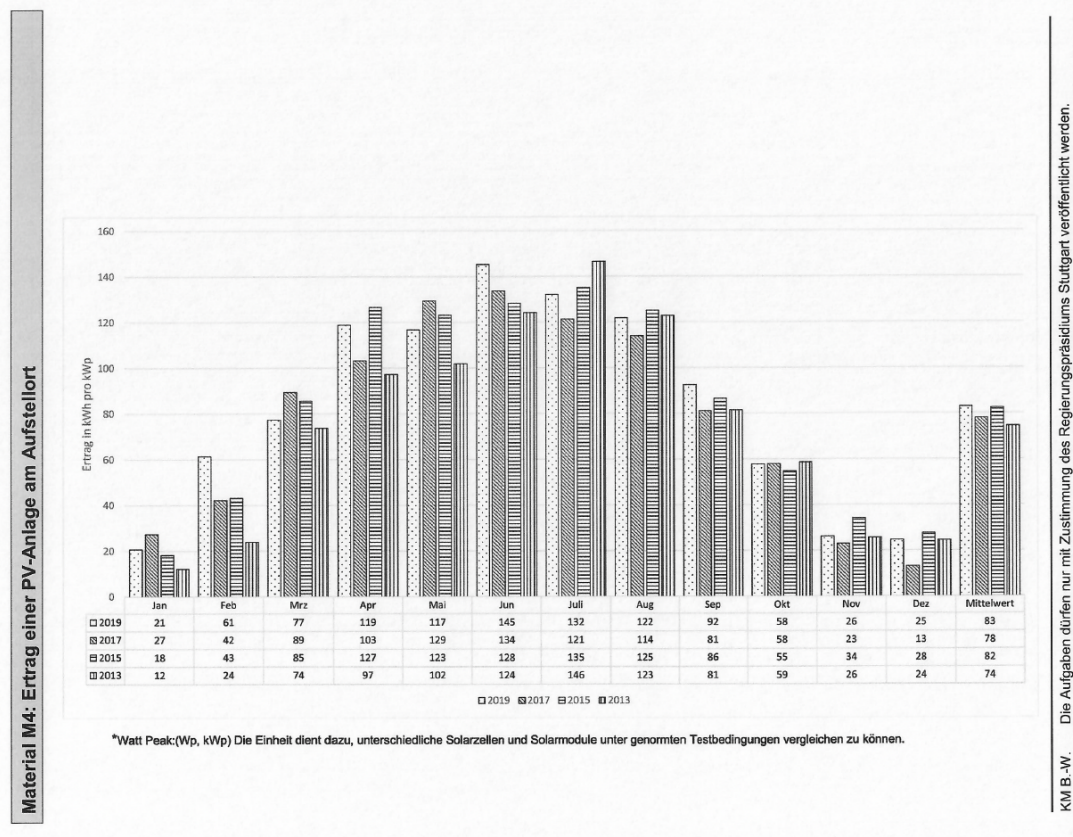
Erwartet werden Plausibilität und eine abschließende Bewertung. Folgende Punkte könnten angebracht werden; Vollständigkeit wird nicht erwartet: E-Modul, Nachhaltigkeit, Profilierung, Bearbeitung, Verhalten gegenüber Temperatur oder Feuchtigkeit.

Teilaufgabe 2

Aufgabe 2

Der Gedanke der Unabhängigkeit steht bei den Käufern eines Tiny-Hauses oft stark im Vordergrund. Daher decken viele dieser Häuser ihren Energiebedarf mit Hilfe einer Inselanlage.

- a) Erläutern Sie anhand von Material M4 „Ertrag einer PV-Anlage am Aufstellungsort“ die Eignung des Jahresmittels zur Dimensionierung einer Photovoltaik-Anlage. 3 VP



Bezug zum Bildungsplan:

3.4.2.1 Energieversorgung

(4) ein *Solarmodul* für die Versorgung einer *Inselanlage* mit *Energiespeicher* dimensionieren

- BO Fachspezifische und handlungsorientierte Zugänge zur Arbeits- und Berufswelt
- VB Bedürfnisse und Wünsche; Qualität der Konsumgüter

Vorüberlegungen:

Zunächst sollte das Jahresmittel mit dem Ertrag über die Jahre verglichen werden und danach eine Einschätzung getroffen werden, ob das Jahresmittel für die Dimensionierung der PV-Anlage herangezogen werden kann. Dies ist nicht der Fall, da der ertragsschwächste Monat für die Dimensionierung herangezogen werden sollte, welcher weit unter dem Jahresmittel liegt.

Lösung:

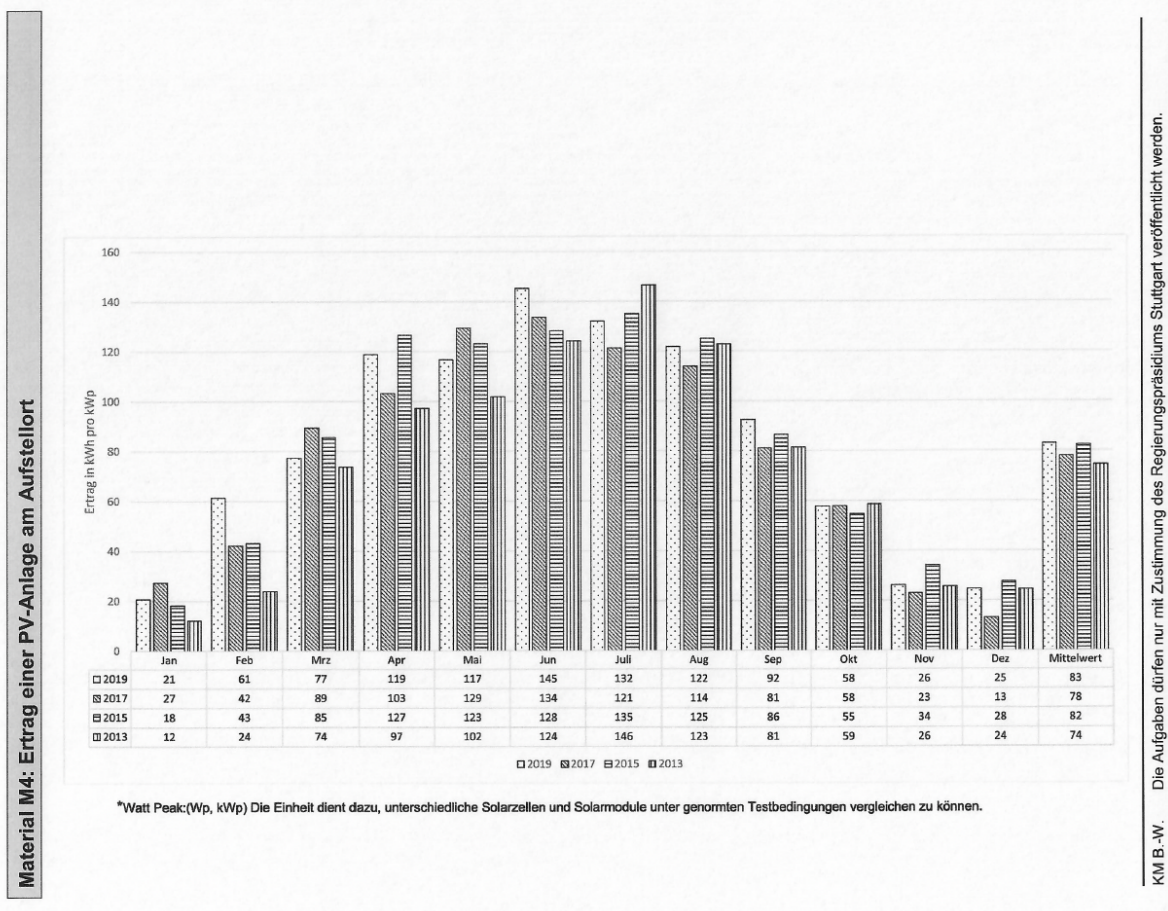
Folgende Punkte können aufgeführt werden:

- Schwankungen im Monatsmittel zwischen den Jahren
- Periodizität im Jahresverlauf des Monatsmittels
- 6 Monate liegen unterhalb des Mittelwerts pro Jahr
- Speicher muss so dimensioniert werden, dass die Schwankungen ausgeglichen werden können
- PV-Anlage muss auf den ertragsschwächsten Monat dimensioniert werden
- Bei einer ganzjährigen Nutzung der PV-Anlage ist die Nutzung des Jahresmittels nicht sinnvoll.

Aufgabenstellung (Fortsetzung)

- b) Dimensionieren Sie anhand der Materialien M4, M5, M6 die Modulfläche einer Photovoltaikanlage für dieses Tiny-Haus. 6 VP

Die Inselanlage, mit einem 12 V-Batteriespeicher, soll über Anschlüsse für die Lüftung (12 V Gleichspannung), das direkte Laden mit einem 5 V-USB-Kabel und den Betrieb von elektrischen 230 V-Wechselspannungsgeräten verfügen.



Material M5: Eingesetzte Photovoltaikmodule

	PV Premium 200	PV Premium 400
Nennleistung ($P_{\max}$)	200 Wp	400 Wp
Nennspannung	21,55 V	41 V
Nennstrom	9,28 A	9,74 A
Kurzschlussstrom	9,38 A	10,46 A
Temperatur Bereich	-40 bis +85 °C	-40 bis +85 °C
Maße	1651x671x40 mm	2000x1000x40 mm
Gewicht	11,5 kg	23 kg

Material M6: Aufstellung der Verbraucher und ihre Nutzung

Verbraucher	Dauer am Tag in h	Leistung in W
Lüftung	12	5
Wasserkocher	0,05	1000
Licht	5	30
IT, Entertainment	3	200
E-Herd	0,4	1200
Waschmaschine	0,1	1500
Sonst.	0,1	300

Bezug zum Bildungsplan:

3.4.2.1 Energieversorgung

(4) ein *Solarmodul* für die Versorgung einer *Inselanlage* mit *Energiespeicher* dimensionieren

L BO Fachspezifische und handlungsorientierte Zugänge zur Arbeits- und Berufswelt

L VB Bedürfnisse und Wünsche; Qualität der Konsumgüter

Vorüberlegungen:

Im ersten Schritt wird der Energiebedarf der einzelnen elektrischen Geräte mit der Gleichung $E = P \cdot t$ berechnet und die Summe darüber gebildet. Anschließend wird im Diagramm der geringste Wert für den Ertrag ermittelt. Das war im Januar 2013 ein Ertrag von 12 kWh pro kWp, denn ausgehend von dem geringsten Wert sollte die Dimensionierung der PV-Anlage vorgenommen werden. Dieser Wert wird durch die Anzahl der Tage im Januar (31) geteilt. Mit Hilfe des minimalen Ertrages pro Tag und dem Energiebedarf pro Tag wird die Anlageleistung berechnet und darüber die Anzahl der PV Module ermittelt.

Lösung:

b) Dimensionierung der Modulfläche:

Berechnung des maximalen Tagesverbrauchs. $E = P \cdot t$

Verbraucher	Dauer am Tag in h	Leistung in W	Energie in Wh
Lüftung	12	5	60
Wasserkocher	0,05	1000	50
Licht	5	30	150
IT, Entertainment	3	200	600
E-Herd	0,4	1200	480
Waschmaschine	0,1	1500	150
Sonst.	0,1	300	30
		Summe	1520

Berechnung des minimalen Ertrags: Januar 2013: 12 kWh pro kWp → pro Tag: 387 Wh pro kWp

Anlagenleistung in kWp: $P_{PV} = \frac{1520 \text{ Wh}}{387 \frac{\text{Wh}}{\text{kWp}}} = 3,93 \text{ kWp}$ (4 kWp)

Anzahl der PV-Module (400): $N_{Module} = \frac{4000 \text{ Wp}}{400 \text{ W}} = 10$

Anzahl der PV-Module (200): $N_{Module} = \frac{4000 \text{ Wp}}{200 \text{ W}} = 20$

Unter Einbezug der Modulflächen wird eine Dachfläche von 20 m² (400W) bzw. ca. 22 m² (200W) benötigt.

Aufgabenstellung (Fortsetzung)

c) Beschreiben Sie den Aufbau dieser Inselanlage mit ihren Komponenten.

3 VP

Bezug zum Bildungsplan:

3.4.2.1 Energieversorgung

(1) die Komponenten elektrischer Energieversorgung (*Generator, Solarmodul, Brennstoffzelle, Stromrichter, Speicher, Arten von Netzen*) beschreiben

 NWT 3.2.2.2 Energieversorgungssysteme (*) (2)

 PH 3.2.5 Grundgrößen der Elektrizitätslehre (8)

 PH 3.3.2 Elektromagnetismus (6), (7)

Lösung:

Folgende Komponenten werden benötigt und sollen in einen sinnvollen Zusammenhang gebracht werden:

- Erzeugung el. Energie: Solarzellen/Solarmodule
- Laderegler: PWM, MPP
- Speicherung: Batterie
- Transformation: Wechselrichter (12 VDC → 230 VAC), Tiefsetzsteller (12 VDC → 5 VDC)

Aufgabenstellung (Fortsetzung)

- d) Beschreiben Sie eine technische Möglichkeit, wie die Nennspannung (41 V) der Photovoltaik-Anlage an die Ladespannung der Batterie (15 V) angepasst werden kann.

2 VP

Bezug zum Bildungsplan:

3.4.2.1 Energieversorgung

- (3) ein Funktionsmodell der Energieversorgung durch ein Gleichstromnetz mit Energiequellen, Energieentnahme (*elektrische Last*) und intelligenter Steuerung realisieren und damit Charakteristika elektrischer Energienetze beschreiben (Energieflussrichtung, Problem der *Überspannung*)

 2.1 Erkenntnisgewinnung und Forschen 8, 9, 10

 3.4.1.2 Technische und wissenschaftliche Handlungskompetenzen (4)

 NWT 3.2.2.2 Energieversorgungssysteme (*) (4)

- (1) die Komponenten elektrischer Energieversorgung (*Generator, Solarmodul, Brennstoffzelle, Stromrichter, Speicher, Arten von Netzen*) beschreiben

 NWT 3.2.2.2 Energieversorgungssysteme (*) (2)

 PH 3.2.5 Grundgrößen der Elektrizitätslehre (8)

 PH 3.3.2 Elektromagnetismus (6), (7)

Lösung:

Für die Anpassung der Nennspannung der Photovoltaik-Anlage an die Ladespannung der Batterie eignet sich eine Pulsweitenmodulation:

Durch periodisches Ein- und Ausschalten kann die Leistung bzw. bei konstantem Strom die Spannung gesteuert werden. Das Einstellen eines Tastgrads von $\frac{15}{41}$ ergibt eine Spannung von 15 Volt.

Teilaufgabe 3

Die Regelung der Luftfeuchtigkeit erfolgt mit Hilfe eines feuchtigkeitsabhängigen Widerstandes (siehe M7 „Kennlinie Feuchtigkeitssensor“). Für die Lüftung soll eine Feuchtigkeitssensorschaltung (Spannungsteiler-Schaltung) realisiert werden, welche für die relativen Feuchtigkeitswerte von 20% bis 90% Spannungswerte bis 5V ausgibt. Die Steuerung wird, wie auch der Lüftungsmotor mit 12 V Gleichspannung betrieben.

- a) Zeichnen Sie einen passend dimensionierten Sensor (Spannungsteiler-Schaltung) in den vorgegebenen Schaltplan in Abbildung 2 (siehe markiertes Blatt) ein. 3VP

Bezug zum Bildungsplan:

3.4.1.2 Technische und wissenschaftliche Handlungskompetenzen

- (4) zu einer Produktentwicklung einen *Plansatz* (unter anderem *technische Skizzen, elektrische Schaltpläne, Programmablaufpläne, Blockdiagramme*) entwerfen

P 2.2 Entwicklung und Konstruktion 1, 2, 3

P 2.3 Kommunikation und Organisation 3, 4, 5, 7

I 3.4.4.1 Grundlagen der Elektronik (1)

I 3.4.4.2 Aufnahme und Verarbeitung von Signalen in der Messtechnik (5)

I 3.4.4.3 Regelungstechnik (1)

F NWT 3.2.3.3 Produktentwicklung

F NWT 3.2.4.3 Informationsverarbeitung (5), (6), (7)

3.4.4.1 Grundlagen der Elektronik

- (1) einen Schaltplan entwickeln, daraus ein *Layout* entwerfen und auf einer Leiterplatte realisieren

P 2.1 Erkenntnisgewinnung und Forschen 15

P 2.2 Entwicklung und Konstruktion 3, 5, 6

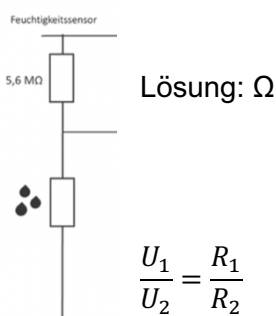
P 2.4 Bedeutung und Bewertung 6, 8

I 3.4.1.2 Technische und wissenschaftliche Handlungskompetenzen (4)

Vorüberlegung:

In Abb. 2 sieht man, dass für diese Teilaufgabe nur der Spannungsteiler gezeichnet und der dazugehörige Widerstand dimensioniert werden muss.

Da in der Aufgabenstellung steht, dass Spannungswerte bis 5V ausgegeben werden, stellt dies die maximal zu erreichende Spannungsgröße dar. Aus der Kennlinie können wir den Maximalwiderstandswert des Sensors von 4000 kOhm ablesen. Durch die Widerstandskennlinie ergibt sich der Aufbau, so dass der Sensor an die Position des 2. Widerstandes rückt und R1 berechnet werden muss.



$$R_1 = U_1 \frac{R_2}{U_2} = 7 \text{ V} \frac{4 \text{ M}\Omega}{5 \text{ V}} = 5,6 \text{ M}\Omega$$

Um zuverlässige Spannungswerte zu gewährleisten, wird in die Schaltung aus Abbildung 2 ein Spannungsfolger zwischen die Sensorschaltung und den Mikrocontroller geschaltet.

- b) Beschreiben Sie die Auswirkung des Spannungsfolgers auf die Sensorschaltung und zeichnen Sie ihn in den Schaltplan in Abbildung 2 ein.

Bezug zum Bildungsplan:

3.4.4.2. Aufnahme und Verarbeitung von Signalen in der Messtechnik

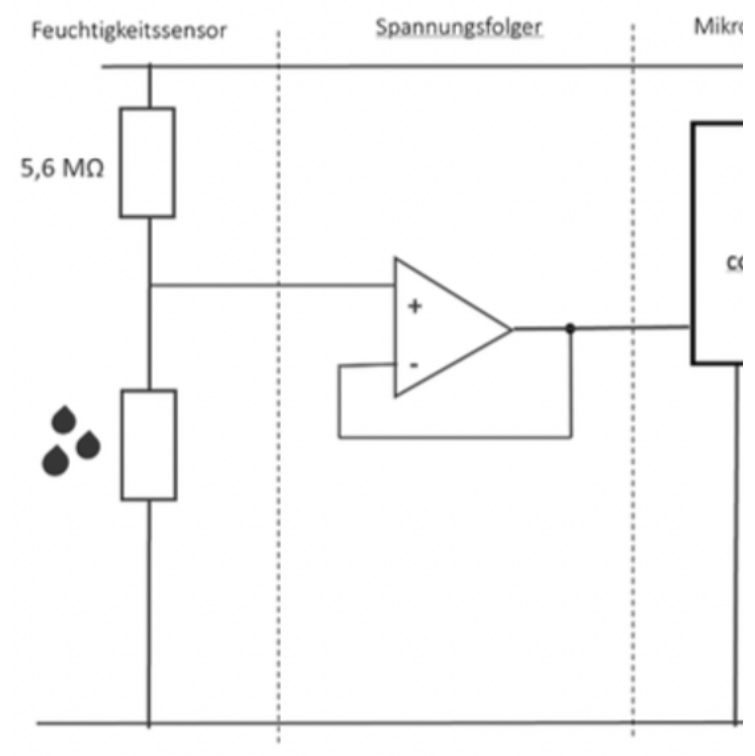
- (4) Operationsverstärkerschaltungen dimensionieren und zur analogen Signalverarbeitung nutzen (*nicht invertierender Verstärker, Spannungsfolger und Instrumentenverstärker*)

Vorüberlegungen: keine

Lösung:

Zeichnung siehe Schaltplan links.

Der Spannungsfolger besitzt eine Rückkopplung, die die Verstärkung auf 1 setzt. So beträgt die Spannung am Ausgang denselben Wert wie am invertierenden Eingang. Durch den hochohmigen Eingang und den niederohmigen Ausgang wird die Messbrücke nicht belastet und es passieren keine Messfehler.



Wohnraumlüftungen können mit unterschiedlichen Sensoren gesteuert werden. In diesem Fall soll nur die Luftfeuchtigkeit des Tiny-Hauses als Bezugsgröße dienen. Die Luftfeuchtigkeit soll durch Ein- bzw. Ausschalten eines Lüfters bei $50 \pm 10 \%$ gehalten werden. Es darf angenommen werden, dass die angesaugte Außenluft die Luftfeuchtigkeit im Tiny-Haus senkt. Außerdem soll die Möglichkeit bestehen, die Lüftung mit Hilfe eines Schalters manuell einzuschalten. Die Betriebszustände sollen durch zwei LEDs, grün für Automatik- bzw. gelb für manuellen Betrieb, angezeigt werden.

c) Skizzieren Sie einen möglichen Programmablaufplan für diesen Anwendungsfall.

Bezug zum Bildungsplan:

3.4.1.2 Technische und wissenschaftliche Handlungskompetenzen

(4) zu einer Produktentwicklung einen *Plansatz* (unter anderem *technische Skizzen, elektrische Schaltpläne, Programmablaufpläne, Blockdiagramme*) entwerfen

P 2.2 Entwicklung und Konstruktion 1, 2, 3

P 2.3 Kommunikation und Organisation 3, 4, 5, 7

I 3.4.4.1 Grundlagen der Elektronik (1)

I 3.4.4.2 Aufnahme und Verarbeitung von Signalen in der Messtechnik (5)

I 3.4.4.3 Regelungstechnik (1)

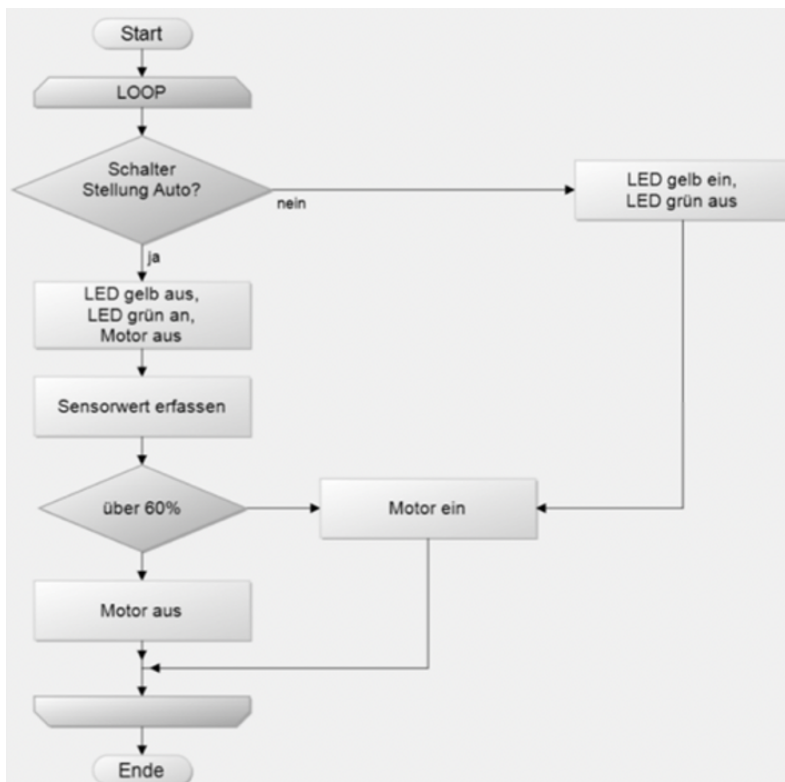
F NWT 3.2.3.3 Produktentwicklung

F NWT 3.2.4.3 Informationsverarbeitung (5), (6), (7)

Vorüberlegungen:

Zusätzlich zu der Symbolik ist zunächst zu klären, welche Zustände der Schalter einnehmen kann. Ist dieser im Automatikmodus soll die Lüftung (Motor) bei einem Feuchtigkeitswert von 55% Luftfeuchtigkeit starten. Anderweitig ist die Lüftung an. Zusätzliche Anzeigen mit LEDs muss den Zuständen zugeordnet werden.

Lösung:



Aufgabe 4:

Damit die Vorrichtung eine Luftwechselrate von 30 m³ / h erzielen kann, muss ein entsprechender Lüftermotor ausgewählt werden. Im Schaubild Motorkennlinie (siehe markiertes Blatt Abb.3) sind die Kennlinien für die Ankerstromstärke I(M) und die Drehzahl n(M) eines gängigen Lüftermotors in Abhängigkeit des Drehmoments M abgebildet.

- a) Skizzieren Sie in das Schaubild der Motorkennlinie (siehe markiertes Blatt Abb.3) den Verlauf der Kennlinie der mechanischen Leistung $P_{\text{mech}}(M)$ und bestimmen Sie ihren Maximalwert P_{max} . 4VP

Bezug zum Bildungsplan:

3.4.2.2 Elektrische Antriebstechnik

- (2) *Kennlinien* von Gleichstrommaschinen (unter anderem Drehzahl-Drehmoment, Leistung, $P = 2 \cdot \pi \cdot n \cdot M$) sowie den Zusammenhang zwischen Strom und Drehmoment im Motor experimentell ermitteln und erläutern

Vorüberlegungen:

Der Graph der Leistung eines Motors stellt eine umgekehrte Parabel dar. Nullstellen sind am Ursprung sowie am Anhaltmoment. Das Maximum liegt daher bei 11 mNm.

Die mechanische Leistung wird nun über die Formel: $P = 2 \cdot \pi \cdot M_{\text{max}} \cdot N(M_{\text{max}})$ berechnet. Die Drehzahl N ist für diesen Punkt abzulesen. $N(M_{\text{max}}) = 3600$.

Lösung:

$$P_{\text{max}} = 2 \cdot \pi \cdot 11 \text{ mNm} \cdot \frac{3600}{60\text{s}} = 4147 \text{ mW}$$

- b) Berechnen Sie den Wirkungsgrad für diesen Lastfall. 3VP

Bezug zum Bildungsplan:

- (2) *Kennlinien* von Gleichstrommaschinen (unter anderem Drehzahl-Drehmoment, Leistung, $P = 2 \cdot \pi \cdot n \cdot M$) sowie den Zusammenhang zwischen Strom und Drehmoment im Motor experimentell ermitteln und erläutern

Vorüberlegung:

Der Wirkungsgrad setzt sich aus dem Quotient von Ausgegebener Leistung und aufgenommene Leistung zusammen. Da wir im Motorbetrieb sind, ist die ausgegebene Leistung mechanisch und die aufgenommene Leistung elektrisch.

Lösung:

$$\text{Mit } \eta = \frac{P_{\text{Nutzen}}}{P_{\text{Aufwand}}} \text{ erhält man } \eta = \frac{4147 \text{ mW}}{12\text{V} \cdot 900 \text{ mA}} = 0,38$$

- c) Begründen Sie die Vorgabe, dass ein Motor im Dauerbetrieb nicht mit einem Drehmoment belastet werden sollte, dass größer als bei $P_{\max}$ ist. 2VP

Bezug zum Bildungsplan:

- (2) *Kennlinien* von Gleichstrommaschinen (unter anderem Drehzahl-Drehmoment, Leistung, $P = 2 \cdot \pi \cdot n \cdot M$) sowie den Zusammenhang zwischen Strom und Drehmoment im Motor experimentell ermitteln und erläutern

Vorüberlegung: -

Lösung:

- Wirkungsgrad sinkt
- Aufgrund der höheren Fahrweise ist der Ankerstrom größer. Es kommt zu Überhitzung und höherem Verschleiß, dadurch verringert sich die Laufzeit.

Aufgabe 5:

„Mit modernen Smart Home-Systemen lässt sich der Gasverbrauch um bis zu 30 Prozent reduzieren- unabhängig von der Größe des Hauses und dem Alter der Heizanlage. Zu diesem Ergebnis kommen das Cologne Institute for Renewable (CIRe) der TH Köln und der Kölner Energieversorger RheinEnergie in einer aktuellen Forschungsstudie.“ (siehe M8)

- a) Bewerten Sie die Studie auf Grundlage der Pressemitteilung (siehe M8) anhand der allgemeinen Gütekriterien für die wissenschaftliche Studien: Objektivität, Validität, und Reliabilität. 5VP

Bezug zum Bildungsplan:

3.4.1.2 Technische und wissenschaftliche Handlungskompetenzen

- (2) *Studien* mithilfe der Gütekriterien *Objektivität*, *Reliabilität* und *Validität* bewerten

Vorüberlegung:

Durch einzelne Fragmente des Textes, die zu den 3 Gütekriterien Objektivität, Validität und Reliabilität zugeordnet werden, kann eine Einschätzung über die Wertigkeit der Studie getroffen werden.

Lösung:

- Objektivität:
Verständnis der Workshops überprüft, Testumgebung nicht standardisiert, regelmäßige Befragung
- Validität:
Workshops und zusätzliche Anleitungen nehmen Einfluss auf Ergebnis, Gasverbrauch wird erfasst.
- Reliabilität:
Anzahl der Haushalte sehr gering, nur 120 Versuchshaushalte, repräsentativer Gebäudebestand

- b) Beurteilen Sie die Ergebnisse der Studie im Hinblick auf das mögliche Nutzungsverhalten vor bzw. nach der Installation des Smart-Home-Systems. 3VP



Bezug zum Bildungsplan:

3.4.1.2 Technische und wissenschaftliche Handlungskompetenzen

- | |
|--|
| (1) eine Fragestellung mittels einer eigenen <i>wissenschaftlichen Studie</i> untersuchen
(<i>Hypothesenbildung, Versuchsdesign, Datenerfassung, -beschreibung und -auswertung</i>) |
|--|

Vorüberlegung:

Um die Frage zu beantworten, muss ein Urteil formuliert werden, welches die Ergebnisse in Bezug zur Methode, den Probanden und den Startbedingungen setzt. Hierzu sind Argumente zu finden, die das Urteil stützen.

Lösung:

Folgende Aspekte können genannt werden:

- Waren Probanden schon vor der Nutzung sensibilisiert bezüglich ihres Energieverbrauches, so wird die Umstellung wahrscheinlich einen geringen Einfluss haben.
- Probanden, die sich vorher keine Gedanken bzgl. Ihres Energieverbrauches gemacht haben, sich aber im Zuge dieser Studie damit beschäftigen, werden mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Ersparnis haben. Die Frage ist, ob das Smart Home oder die Aufklärung die Ersparnis zur Folge haben.
- Probanden, die auch durch Workshops keinen Zugang zum Thema finden.
- Änderung der familiären oder beruflichen Verhältnisse: Nachwuchs, Nachtarbeit, Homeoffice, ...

- c) Entwerfen Sie skizzenhaft eine Studie, die sich mit dem Thema elektrischer Energieverbrauch (allgemeiner Sprachgebrauch; eigentlich Energieumwandlung) beschäftigt. Gehen Sie dabei auf die drei Gütekriterien sowie ein mögliches Versuchsdesign ein. 6VP

Bezug zum Bildungsplan:

3.4.1.2 Technische und wissenschaftliche Handlungskompetenzen

- | |
|--|
| (1) eine Fragestellung mittels einer eigenen <i>wissenschaftlichen Studie</i> untersuchen
(<i>Hypothesenbildung, Versuchsdesign, Datenerfassung, -beschreibung und -auswertung</i>) |
| (2) Studien mithilfe der Gütekriterien <i>Objektivität, Reliabilität</i> und <i>Validität</i> bewerten |

Vorüberlegung:

Ein Konzept einer Studie braucht eine Hypothese oder Fragestellung und eine Methode. Die Gütekriterien Objektivität, Validität und Reliabilität müssen gewährleistet sein. Wie dies umgesetzt wird, muss zur Beantwortung der Aufgabe ebenfalls beschrieben werden.

Lösung:

Thema:

Einfluss von automatischer Belichtungssteuerung auf dem Gesamtenergieverbrauch eines Haushaltes.

Umsetzung:

- Erfassung der Daten
- Vergleichsgruppe

Mögliches Versuchsdesign:

In einer Mustersiedlung oder Stadt wird der Energieverbrauch eines Jahres aufgezeichnet⁷ dokumentiert. Alle Verbrauchseinheiten bzw. Haushalte werden nun mit Präsenzmeldern in den Fluren ausgestattet. Es gibt keine Möglichkeit das Licht manuell ein- bzw. auszuschalten. Die Präsenzmelder werden nur bei Unterschreitung der Mindesthelligkeit aktiv.

Objektivität:

Flurlicht technisch gesteuert, nicht beeinflussbar

Alle Werte werden erfasst.

Validität:

Vergleichsgruppe ohne Präsenzmelder

Reliabilität:

Hohe Anzahl von Versuchshaushalten