

Aufgabe 1

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 festlos-gelagert.

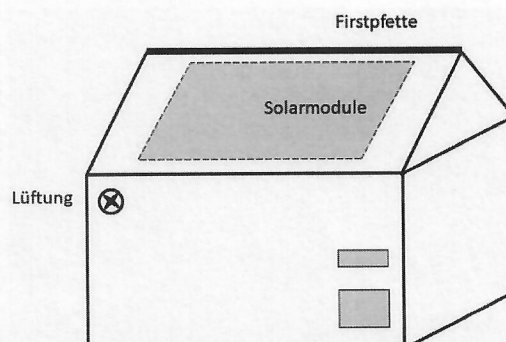


Abbildung 1: Tiny-Haus

- a) Zeichnen Sie einen bemaßten Freischnitt dieses Systems. 1 VP
- 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

Das Dach soll bei einem Sicherheitsfaktor von $\nu = 2$ so gestaltet werden, dass es sich bei einer maximalen Belastung nicht mehr als $w_{\text{max}} = 1 \text{ cm}$ 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
- d) Berechnen Sie die Höhe der Firstpfette unter Annahme eines Flächenträgheitsmoments von $I = 0,0007 \text{ m}^4$ (siehe M2, M3, M4). 2 VP
- e) Bewerten Sie den Einsatz eines Stahlträgers gegenüber einem Holzbalken. 2 VP

11 VP

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

- 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.

- c) Beschreiben Sie den Aufbau dieser Inselanlage mit ihren Komponenten. 3 VP
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

14 VP

Aufgabe 3

Die Regelung der Luftfeuchtigkeit erfolgt mit Hilfe eines feuchtigkeitsabhängigen Widerstandes (siehe M7 „Kennlinie Feuchtigkeitssensor“). Für die Lüftung soll eine Feuchtigkeitssensor-Schaltung (Spannungsteiler-Schaltung) realisiert werden, welche für die relativen Feuchtigkeitswerte von 20 % bis 90 % Spannungswerte bis 5 V 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. 3 VP

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. 4 VP

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 ± 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. 5 VP

12 VP

Aufgabe 4

Damit die Vorrichtung eine Luftwechselrate von $30 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$ 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.

- Skizzieren Sie in das Schaubild Motorkennlinie (siehe markiertes Blatt Abb.3) den Verlauf der Kennlinie der mechanischen Leistung $P_{\text{mech}}(M)$ und bestimmen Sie ihren Maximalwert P_{max} . 4 VP
- Berechnen Sie den Wirkungsgrad für diesen Lastfall. 3 VP
- Begründen Sie die Vorgabe, dass ein Motor im Dauerbetrieb nicht mit einem Drehmoment belastet werden sollte, das größer als bei P_{max} ist. 2 VP

9 VP

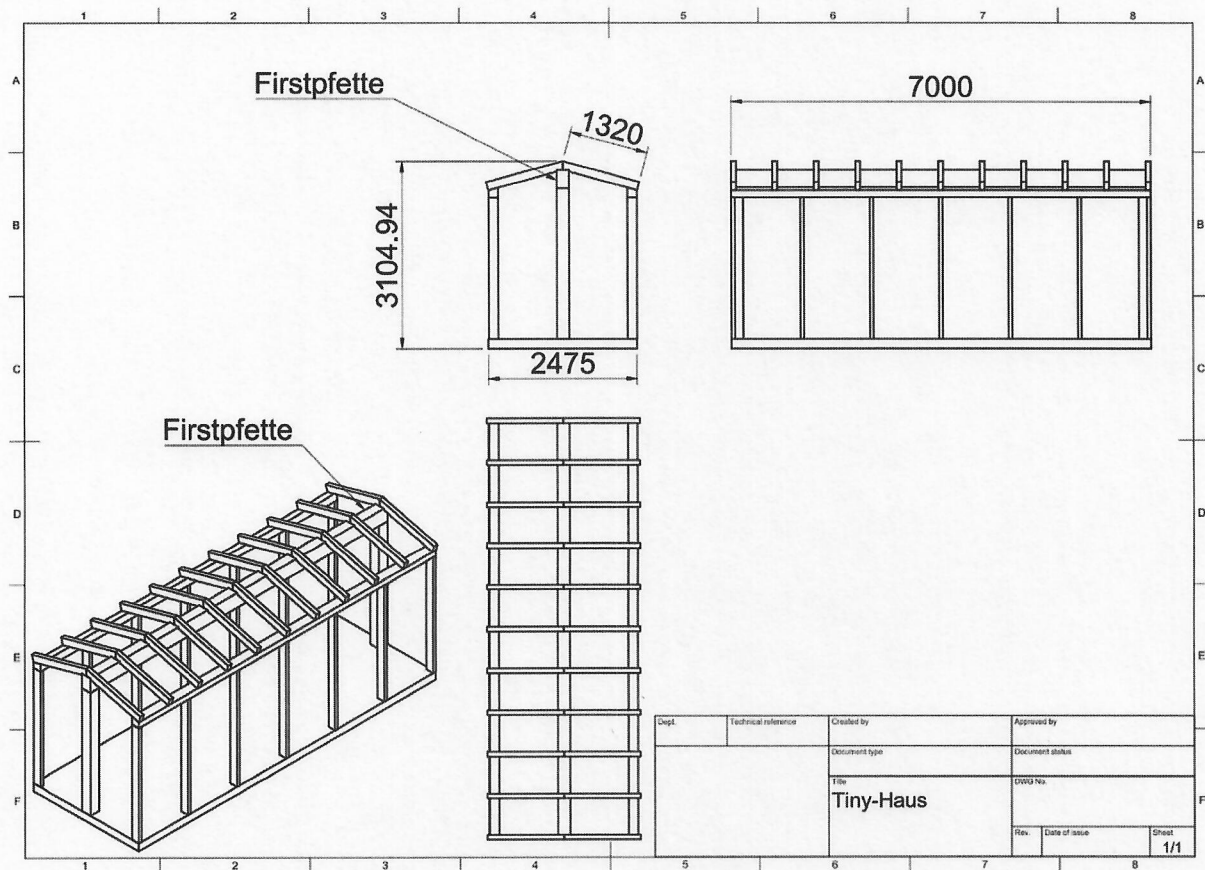
Aufgabe 5

„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 Energy (CIRE) der TH Köln und der Kölner Energieversorger RheinEnergie in einer aktuellen Forschungsstudie.“ (siehe M8)

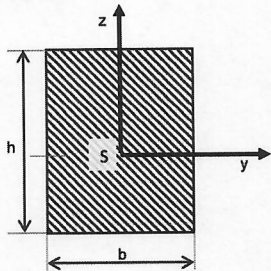
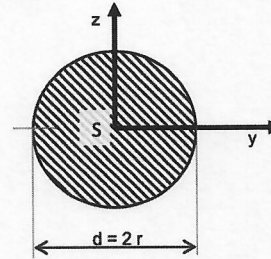
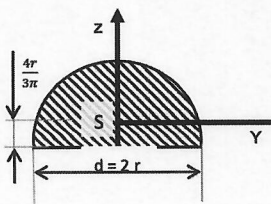
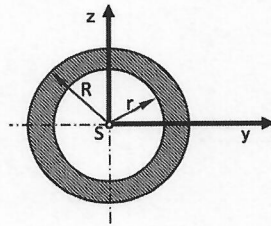
- Bewerten Sie die Studie auf Grundlage der Pressemitteilung (siehe M8) anhand der allgemeinen Gütekriterien für wissenschaftliche Studien: Objektivität, Validität und Reliabilität. 5 VP
- Beurteilen Sie die Ergebnisse der Studie im Hinblick auf das mögliche Nutzungsverhalten vor bzw. nach der Installation des Smart Home-Systems. 3 VP
- Entwerfen Sie skizzenhaft eine Studie, die sich mit dem Thema elektrischer Energieverbrauch (allgemeiner Sprachgebrauch; eigentlich Energiewandlung) beschäftigt. Gehen Sie dabei auf die drei Gütekriterien sowie ein mögliches Versuchsdesign ein. 6 VP

14 VP

Material M1: Technische Zeichnung Tiny-Haus



Material M2: Axiale Flächen- und Widerstandsmomente

Axiale Flächen- und Widerstandsmomente	Axiale Flächenmomente 2. Grades und Widerstandsmomente werden berechnet mit:	
Rechteck 	$I_y = \frac{b h^3}{12} = A \frac{h^2}{12}$ $I_z = \frac{h b^3}{12} = A \frac{b^2}{12}$	$W_y = \frac{b h^2}{6} = A \frac{h}{6}$ $W_z = \frac{h b^2}{6} = A \frac{b}{6}$
Kreis 	$I_y = I_z = \frac{\pi d^4}{64} = \frac{\pi r^4}{4} = \frac{A r^2}{4}$	$W_y = W_z = \frac{\pi d^3}{32} = \frac{\pi r^3}{4} = \frac{A r}{4}$
Halbkreis 	$I_y = \left(\frac{\pi}{8} - \frac{8}{9\pi} \right) r^4$ $I_z = \frac{\pi r^4}{8} = \frac{A r^2}{4}$	$W_y = 0,1902 r^3$ $W_z = \frac{\pi r^3}{8} = \frac{A r}{4}$
Kreisring 	$I_y = I_z = \frac{\pi}{4} (R^4 - r^4)$	$W_y = W_z = \frac{\pi}{4} \frac{(R^4 - r^4)}{R}$

Material M3: Gleichungen der elastischen Biegelinie

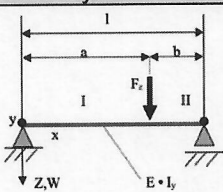
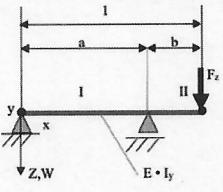
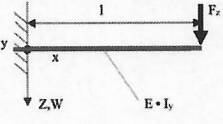
Gleichung der elastischen Biegelinie

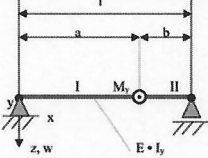
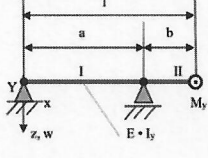
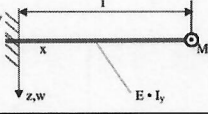
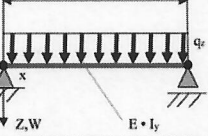
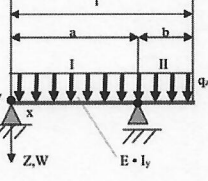
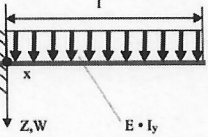
Für die Gleichungen $w(x)$ der elastischen Biegelinie für einfache, belastete Träger gilt:

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

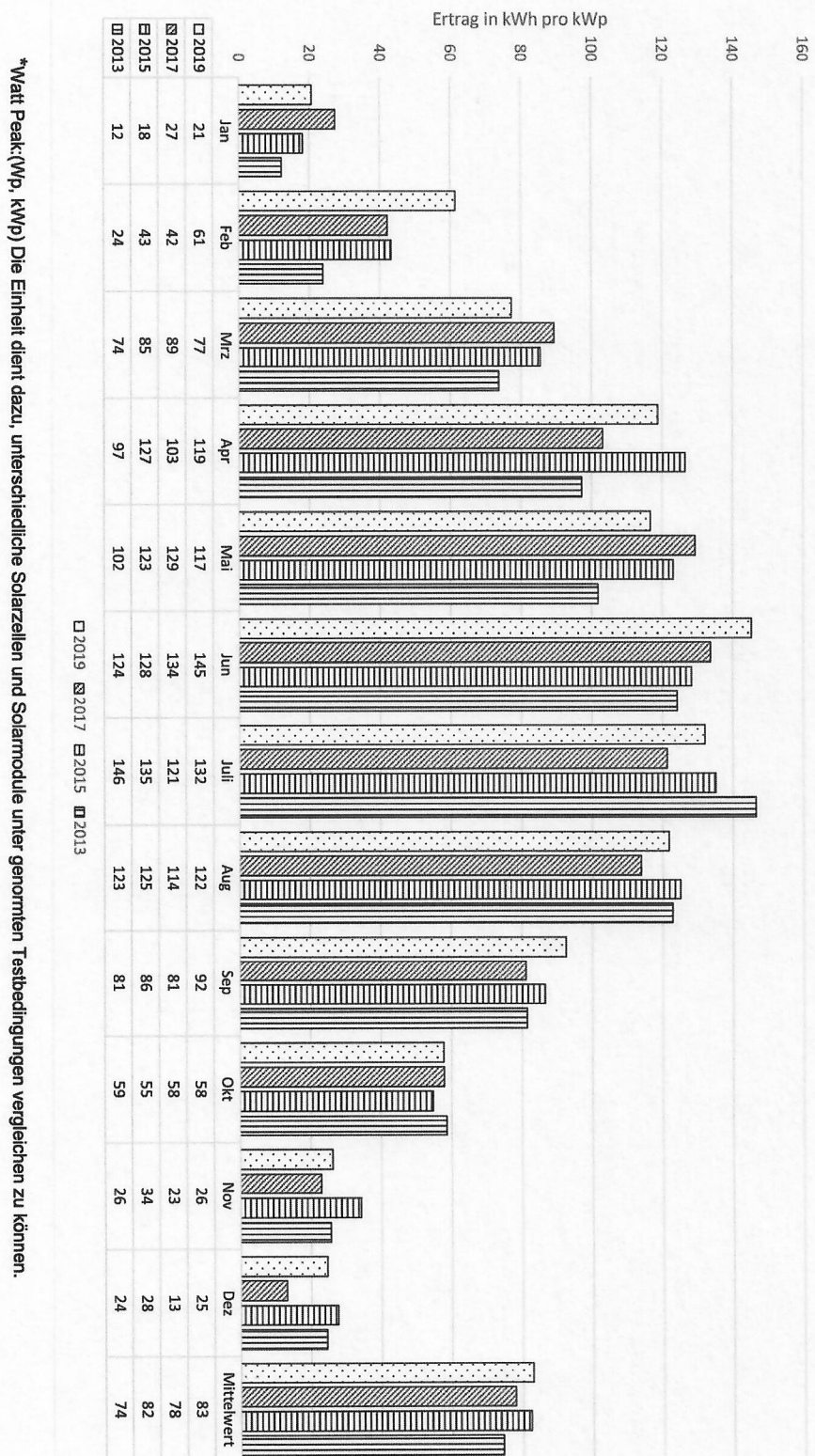
und: $I_y(x) = \text{const.}$

Hiermit erhält man:

System	Gleichung der elastischen Linie $w(x)$	$w_{\max}$
	$w_I = \frac{F_z \cdot l^3}{6 E \cdot I_y} \left(2 \frac{a \cdot x}{l^2} - 3 \frac{a^2 \cdot x}{l^3} + \frac{a^3 \cdot x}{l^4} + \frac{a \cdot x^3}{l^4} - \frac{x^3}{l^3} \right)$ $w_{II} = \frac{F_z \cdot l^3}{6 E \cdot I_y} \left(-\frac{a^3}{l^3} + 2 \frac{a \cdot x}{l^2} + \frac{a^3 \cdot x}{l^4} - \frac{a \cdot x^2}{l^3} + \frac{a \cdot x^3}{l^4} \right)$	$w(a) = \frac{F_z \cdot a^2 \cdot b^2}{3 E \cdot I_y \cdot l}$ $a > b$ $w_{I,\max}$ bei $x = \sqrt{\frac{2a}{3l} - \frac{a^2}{3l^2}}$ $a < b$ $w_{II,\max}$ bei $x = l - \sqrt{\frac{l}{3} - \frac{a^2}{3l^2}}$
	$w_I = \frac{F_z \cdot l^3}{6 E \cdot I_y} \left(\frac{a \cdot x}{l^2} - \frac{a^2 \cdot x}{l^3} - \frac{x^3}{a \cdot l^2} + \frac{x^3}{l^3} \right)$ $w_{II} = \frac{F_z \cdot l^3}{6 E \cdot I_y} \left(\frac{a^2}{l^2} - 4 \frac{a \cdot x}{l^2} + \frac{a^2 \cdot x}{l^3} + 3 \frac{x^2}{l^2} - \frac{x^3}{l^3} \right)$	$w_{I,\max} = \frac{\sqrt{3} \cdot F_z \cdot a^2 \cdot b}{27 E \cdot I_y}$ $w_{II,\max} = \frac{F_z \cdot l \cdot b^2}{3 E \cdot I_y}$
	$w = \frac{F_z \cdot l^3}{6 E \cdot I_y} \left(3 \frac{x^2}{l^2} - \frac{x^3}{l^3} \right)$	$w_{\max} = \frac{F_z \cdot l^3}{3 E \cdot I_y}$

System	Gleichung der elastischen Linie $w(x)$	$w_{\max}$
	$w_I = \frac{M_y \cdot l^2}{6 E \cdot I_y} \left(6 \frac{a \cdot x}{l^2} - 2 \frac{x}{l} - 3 \frac{a^2 \cdot x}{l^3} - \frac{x^3}{l^2} \right)$ $w_{II} = \frac{M_y \cdot l^2}{6 E \cdot I_y} \left(-3 \frac{a^2}{l^2} + 2 \frac{x}{l} + 3 \frac{a^2 \cdot x}{l^3} - 3 \frac{x^2}{l^2} + \frac{x^3}{l^3} \right)$	$w_{I, \max} = \frac{M_y \cdot l^2}{3 E \cdot I_y} \left(-\frac{2}{3} + \frac{2a}{l} - \frac{a^2}{l^2} \right)$ $w_{II, \max} = \frac{M_y \cdot l^2}{3 E \cdot I_y} \left(\frac{1}{3} - \frac{a^2}{l^2} \right)^{\frac{2}{3}}$
	$w_I = \frac{M_y \cdot l^2}{6 E \cdot I_y} \left(\frac{a \cdot x}{l^2} - \frac{x^3}{a \cdot l^2} \right)$ $w_{II} = \frac{M_y \cdot l^2}{6 E \cdot I_y} \left(\frac{a^2}{l^2} - 4 \frac{a \cdot x}{l^2} + 3 \frac{x^2}{l^2} \right)$	$w_{I, \max} = \frac{\sqrt{3} \cdot M_y \cdot a^2}{27 E \cdot I_y}$ $w_{II, \max} = \frac{M_y \cdot l^2}{3 E \cdot I_y} \left(3 - \frac{4a}{l} + \frac{a^2}{l^2} \right)$
	$w = -\frac{M_y}{2 E \cdot I_y} x^2$	$w_{\max} = \frac{M_y \cdot l^2}{2 E \cdot I_y}$
	$w = -\frac{q_z \cdot l^4}{24 E \cdot I_y} \left(\frac{x}{l} - 2 \frac{x^3}{l^3} + \frac{x^4}{l^4} \right)$	$w_{\max} = \frac{5 q_z \cdot l^4}{384 E \cdot I_y}$
	$w_I = \frac{q_z \cdot l^4}{24 E \cdot I_y} \left(-2 \frac{a \cdot x}{l^2} + 4 \frac{a^2 \cdot x}{l^3} - \frac{a^3 \cdot x}{l^4} + 2 \frac{x^3}{a \cdot l^2} - 4 \frac{x^3}{l^3} + \frac{x^4}{l^4} \right)$ $w_{II} = \frac{q_z \cdot l^4}{24 E \cdot I_y} \left(2 \frac{a^2}{l^2} - 8 \frac{a \cdot x}{l^2} + 4 \frac{a^2 \cdot x}{l^3} - \frac{a^3 \cdot x}{l^4} + 6 \frac{x^2}{l^2} - 4 \frac{x^3}{l^3} + \frac{x^4}{l^4} \right)$	$w_{II, \max} = \frac{q_z \cdot l^4}{24 E \cdot I_y} \cdot \left(3 - 8 \frac{a}{l} + 6 \frac{a^2}{l^2} - \frac{a^3}{l^3} \right)$
	$w = \frac{q_z \cdot l^4}{24 E \cdot I_y} \left(6 \frac{x^2}{l^2} - 4 \frac{x^3}{l^3} + \frac{x^4}{l^4} \right)$	$w_{\max} = \frac{q_z \cdot l^4}{8 E \cdot I_y}$

Material M4: Ertrag einer PV-Anlage am Aufstellort



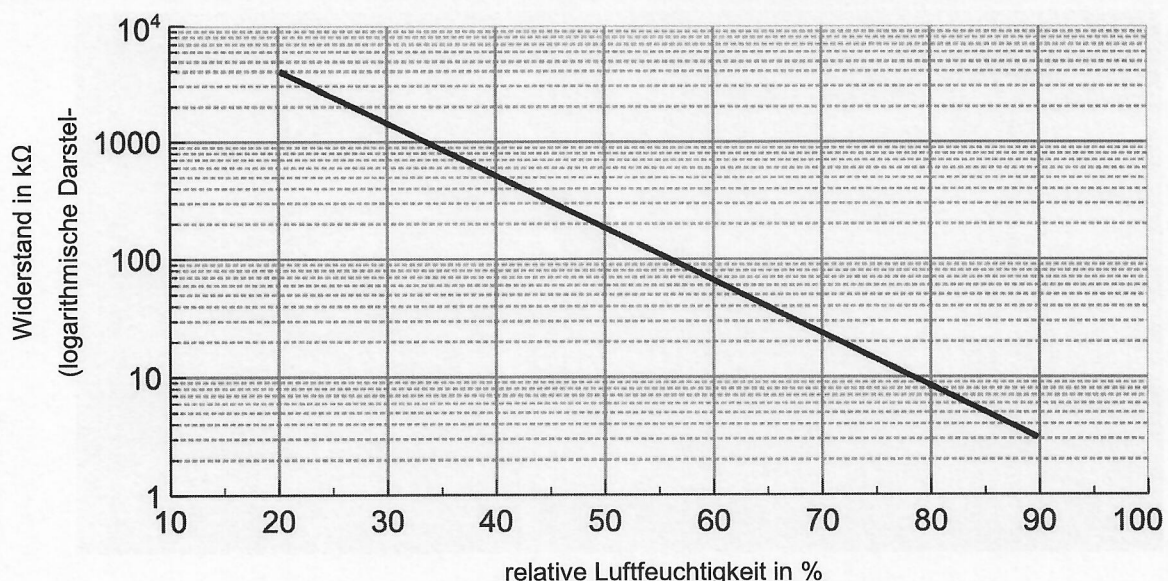
Material M5: Eingesetzte Photovoltaikmodule

	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

Material M7: Kennlinie Feuchtigkeitssensor



Material M8: Forschungsprojekt: Energieersparnis durch Smart Home-Systeme

[...]

Für die Studie wurden in der Stadt Rösrath 120 Haushalte mit einer zentralen Gasheizung ausgewählt. Mitarbeiter der RheinEnergie installierten dort im Frühjahr 2016 ein marktübliches Smart Home-System. „Die von uns in die Studie aufgenommenen Einfamilienhäuser ähneln vom Alter und vom energetischen Standard her dem Gebäudebestand in vielen deutschen Städten. Daher lassen sich unsere Ergebnisse sehr gut auf den deutschen Smart Home-Markt übertragen“, sagt Projektleiterin Gülten Aydin-Multari von der RheinEnergie.

Um die Benutzerfreundlichkeit der Systeme zu testen, wurden den Teilnehmerinnen und Teilnehmern zunächst nur die standardmäßigen Anleitungen als Hilfen an die Hand gegeben. Auch die individuelle Anpassung der Systeme sollten sie selbst durchführen. „In unseren monatlichen Befragungen zeigte sich sehr schnell, dass nur technisch versierte Nutzer mit einer hohen Eigenmotivation mit den Systemen gut zurechtkamen. Viele andere waren mit der Komplexität schnell überfordert“, erläutert Projektleiter Tobias Rehm vom CIRE der TH Köln. Daher entschied sich das Projektteam nach einem halben Jahr, die Teilnehmer durch Workshops und eigens erstellte Anleitungen bei der Nutzung der Systeme zu unterstützen.

Fast zwei Jahre nutzten die 120 Haushalte ihre Smart Home-Systeme. Rund 14 Prozent von ihnen erzielten hohe Einsparungen von mehr als 20 bis hin zu über 30 Prozent beim Gasverbrauch für Warmwasser und Heizung. Insgesamt verbrauchten 57 Prozent im Testzeitraum weniger Energie als zuvor. Bei 43 Prozent hingegen stieg der Energiebedarf. „Die Detailanalyse hat gezeigt: Die Top-Sparer hatten sich intensiv mit dem System beschäftigt und viele Automatisierungen programmiert. In den Haushalten, die mehr Energie verbrauchten, hatten sich häufig die Zahl der Bewohnerinnen und Bewohner bzw. die Anwesenheitsdauer erhöht“, sagt Rehm. Die im Projekt gewonnen Erkenntnisse werden in Folgeprojekte einfließen, die sich mit der Nutzung smarter Technologien in Privathaushalten, aber auch in mittelständischen Unternehmen befassen. Diese Projekte sind angesiedelt im von der TH Köln und der Universität Münster gegründeten Virtuellen Institut Smart Energy (VISE), dessen technischer Leiter Prof. Schneiders ist.

Quelle: <http://idw-online.de/de/news692587> (idw - Informationsdienst Wissenschaft) (01.07.20)

Zu- und Vorname: _____

Chiffre der Schule

Chiffre des Schülers

Chiffre der Schule

Chiffre des Schülers

Prüfungsfach: NwT (Haupttermin 2021 Aufgabe II)

Schaltplan des Lüfters

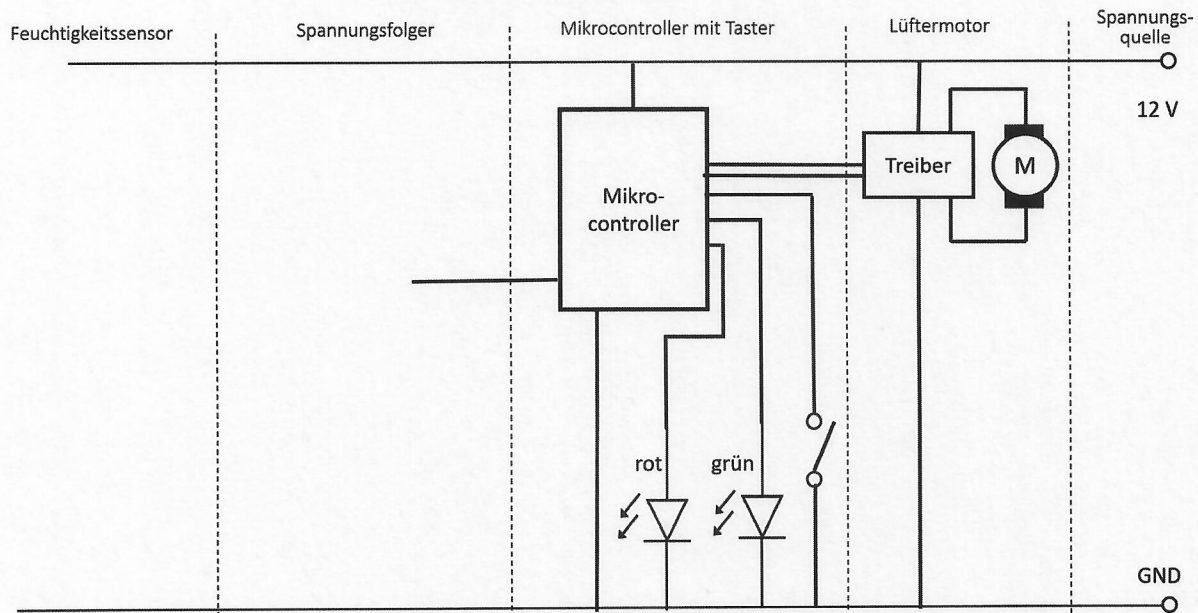


Abbildung 2: Schaltplan des Lüfters

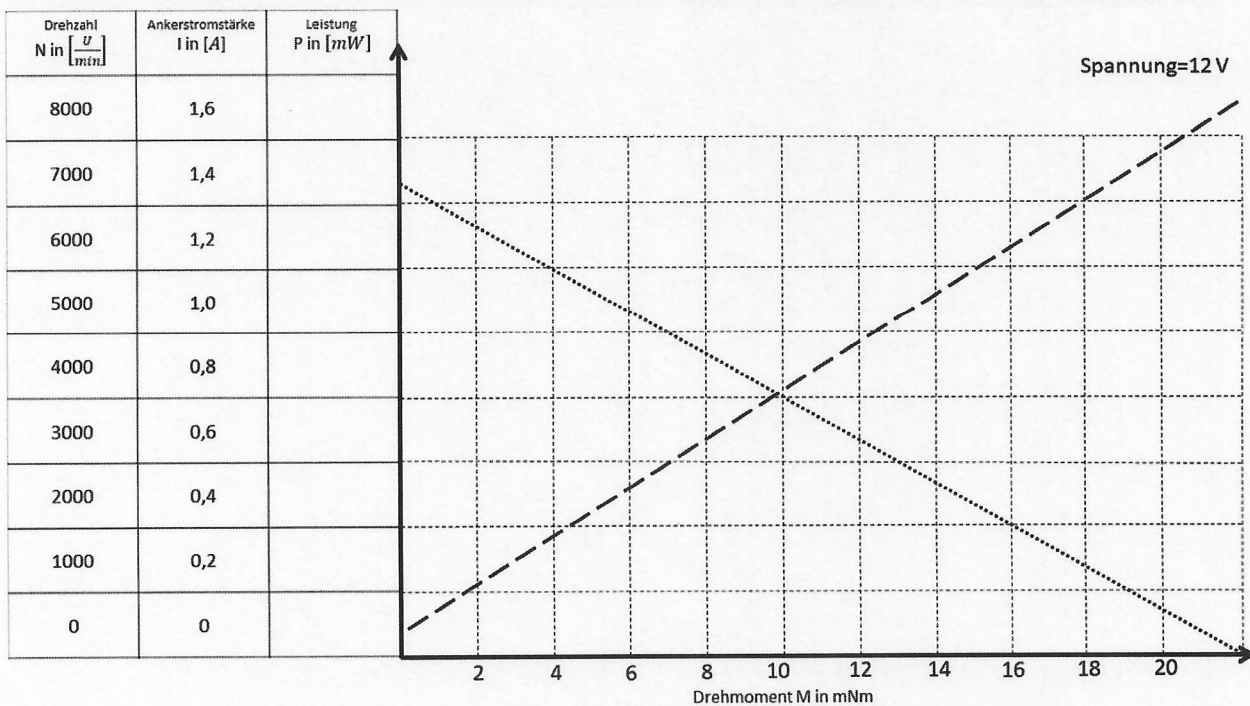


Abbildung 3: Motorkennlinie