



Abitur 2021

NwT

Ziel des Stammtisches

- Einblick in die Abiaufgaben
- Diskussion
 - Passen die Aufgaben zum Unterricht? Bzw.: Wird der Unterricht abgebildet?
 - Stimmt der Schwierigkeitsgrad?
 - Spiegeln die Aufgaben Fachwissen aus dem Studium wider?
 - Rückmeldung an Abikommission?

Themenfelder Kursstufe

Handlungs-
kompetenzen

Technikfolgen-
abschätzung

Energie-
versorgung

Regelungs-
technik

Elektrische
Antriebstechnik

Messtechnik

Grundlagen
Elektronik

Technische
Mechanik

Produkt-
entwicklung

Datenkom-
munikation

Prüfungsrelevant

Handlungs-
kompetenzen

Technikfolgen-
abschätzung

Produkt-
entwicklung

Energie-
versorgung

Technische
Mechanik

Regelungs-
technik

Grundlagen
Elektronik

Elektrische
Antriebstechnik

Messtechnik

Allgemein

- Fachlehrerin, Fachlehrer erhält drei Aufgaben
- Schülerin, Schüler erhält zwei Aufgaben und wählt eine aus
- Bearbeitungszeit: 270 Minuten inklusive 30 Minuten Auswahlzeit
- Operatorenkatalog: EPA Technik
- Hilfsmittel: Duden, WTR, math. Merkhilfe, in den Aufgaben Auszüge aus Scheffler
- Richtwert: 60 VP → 240 Minuten → 1 VP → 4 Minuten
- Schulen können HT und Lösungen downloaden und Lehrkräften z.B. über Moodle zur Verfügung stellen

Prüfungsrelevant

Handlungs-
kompetenzen

Technikfolgen-
abschätzung

Produkt-
entwicklung

Energie-
versorgung

Technische
Mechanik

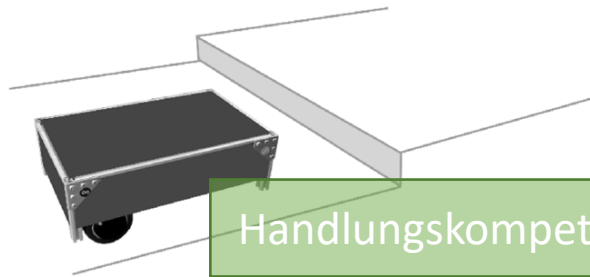
Regelungs-
technik

Grundlagen
Elektronik

Elektrische
Antriebstechnik

Messtechnik

Produkt- entwicklung



Kreativität und Problemlösung

Nach zweimonatiger Entwicklungsdauer hat das Team erfolgreich einen funktionierenden Saugroboter fertiggestellt (siehe Abb. 1). Jetzt soll er um eine entscheidende Funktion erweitert werden, damit es ein innovatives Produkt wird: er muss Treppen steigen lernen. Dabei beginnt das Team erst einmal möglichst einfach: er muss zunächst nur eine Stufe nach oben steigen können. Bei der Entwicklung geht das Team nach dem Produktentstehungsprozess vor.

- c) Nennen Sie mindestens vier Anforderungen an den Roboter für diese neue Funktion, die eine Priorisierung in muss-, darf nicht-, soll- oder kann-Anforderungen erkennen lassen. 2 VP
- d) Entwickeln Sie einen plausiblen Lösungsansatz mit einer Freihandskizze und einer funktionalen Beschreibung. 6 VP

Nachdem auch die Funktion Treppensaugen erfolgreich umgesetzt wurde, soll der Roboter in seiner Gesamtfunktion dargestellt werden. Das Treppensteigen kann als Black Box angenommen werden.

- e) Skizzieren Sie einen allgemeinen Programmablaufplan zur Funktionsweise des fertigen Treppensaugroboters. 3 VP

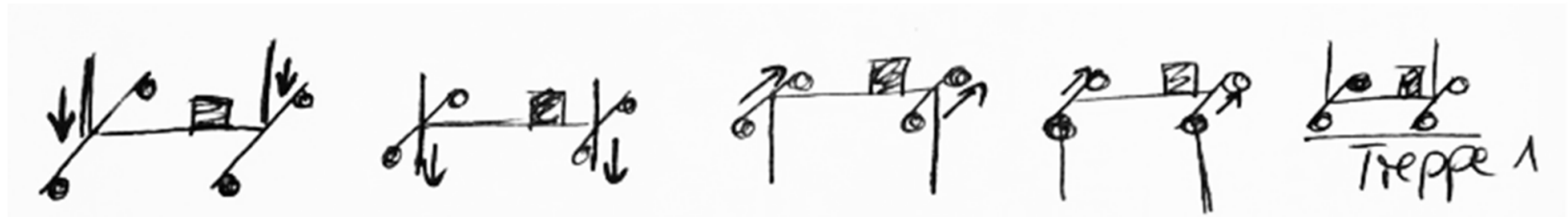
Produkt- entwicklung

c) Nennung der Anforderungen:

- Der Roboter muss eine Stufe erkennen.
- Der Roboter muss eine Stufe hochsteigen.
- Der Roboter darf nicht von der Stufe herunterfallen.
- Der Roboter soll zügig die Stufe steigen.

d) Entwicklung eines Lösungsansatzes:

- Sensor erkennt Stufe.
- Roboter positioniert sich vor Stufe.
- Roboter fährt Hebevorrichtung (Schienen) nach unten.
- Roboter schiebt Saugvorrichtung nach vorne.
- Schienen hochfahren.
- Schienen in die Mitte fahren.

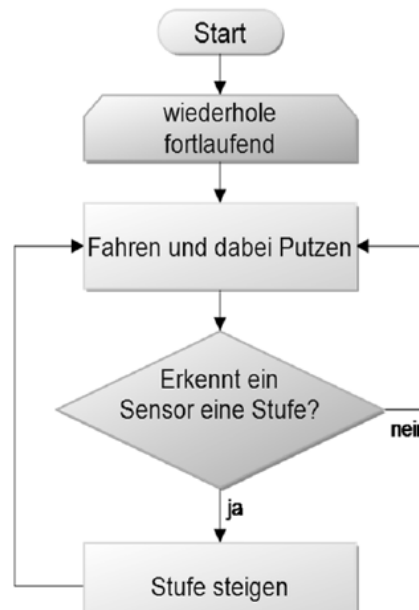


Beschreibung:

Sensor-gesteuert erkennt der Roboter den Beginn einer Treppenstufe. Er positioniert sich mit den Vorderrädern direkt an der Treppenstufe. Die mit Pfeilen markierten Schienen fahren nach unten und drücken das Fahrgestell damit nach oben (siehe Bild 1 und 2). Der Sensor vorne erkennt auch, wann die richtige Höhe erreicht wurde. Daraufhin wird die Saugvorrichtung über eine horizontale Schiene mit den Vorderrädern auf die erklommene Treppenstufe geschoben. Sobald der Schwerpunkt über der Treppenstufe liegt, können die Schienen der Hebevorrichtung wieder eingefahren werden.

Produkt- entwicklung

e) Skizze des PAP:



Prüfungsrelevant

Handlungs-
kompetenzen

Technikfolgen-
abschätzung

Produkt-
entwicklung

Energie-
versorgung

Technische
Mechanik

Regelungs-
technik

Grundlagen
Elektronik

Elektrische
Antriebstechnik

Messtechnik

Technische
Mechanik

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 fest-

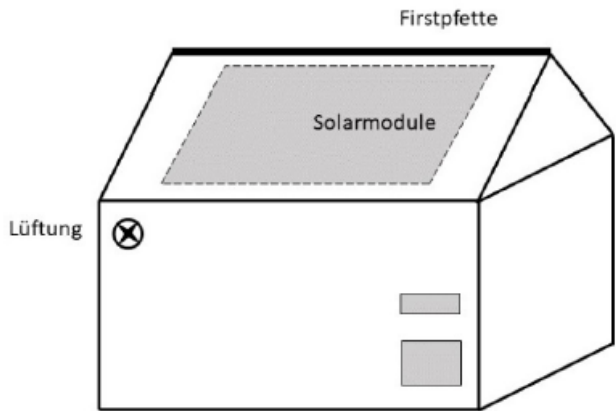
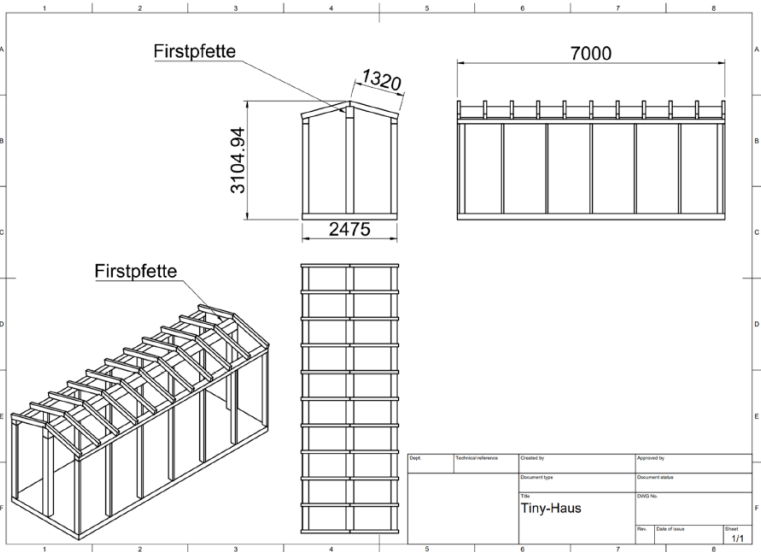


Abbildung 1: Tiny-Haus

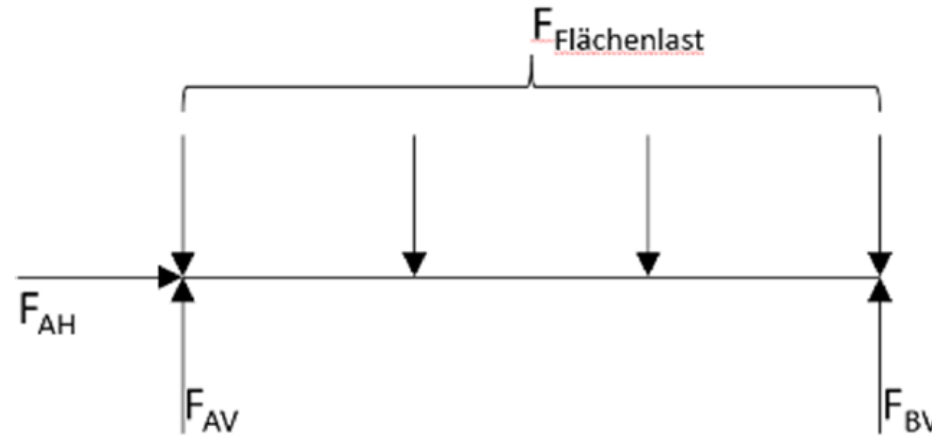
Reduzierung auf
Linienlast 1 VP

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



System	Gleichung der elastischen Linie w(x)	Wmax
	$w_1 = \frac{Pb^2}{6EI} \left(6 \frac{x^2}{l} - 2 \frac{x^3}{l^2} - 3 \frac{x^2}{l^2} - \frac{x^3}{l^3} \right)$ $w_2 = \frac{Pa^2}{6EI} \left(-3 \frac{x^2}{l} + 2 \frac{x^3}{l^2} + 3 \frac{x^2}{l^2} - 2 \frac{x^3}{l^3} + \frac{x^4}{l^4} \right)$	$w_{1,max} = \frac{Pb^3}{24EI} \left(-\frac{1}{2} + \frac{3b}{l} - \frac{b^2}{l^2} \right)$ $w_{2,max} = \frac{Pa^3}{24EI} \left(\frac{1}{2} - \frac{a^2}{l^2} \right)$
	$w_1 = \frac{qbx^2}{6EI} \left(\frac{x^2}{l} - \frac{x^3}{l^2} \right)$ $w_2 = \frac{qa^2}{24EI} \left(\frac{x^4}{l^3} - 4 \frac{x^3}{l^2} + 3 \frac{x^2}{l} \right)$	$w_{1,max} = \frac{\sqrt{3}}{24} \cdot \frac{q \cdot b^2}{EI \cdot l}$ $w_{2,max} = \frac{M_2 \cdot a^2}{24EI}$
	$w = -\frac{Px^3}{6EI}$	$w_{max} = \frac{M_2}{24EI}$
	$w = -\frac{qx^4}{24EI} \left(\frac{x}{l} - 2 \frac{x^2}{l^2} + \frac{x^3}{l^3} \right)$	$w_{max} = \frac{5 \cdot q \cdot l^4}{384EI}$
	$w_1 = \frac{Pb^2}{24EI} \left(-2 \frac{x^2}{l} + 4 \frac{x^3}{l^2} - \frac{a^2}{l^2} + \frac{2 \cdot a^3}{l^3} - 4 \frac{x^4}{l^3} + \frac{x^5}{l^4} \right)$ $w_2 = \frac{Pa^2}{24EI} \left(\frac{x^5}{l^4} - 4 \frac{x^4}{l^3} + 6 \frac{x^3}{l^2} - 4 \frac{x^2}{l} + \frac{x^5}{l^4} \right)$	$w_{1,max} = \frac{Pb^3}{24EI} \left(\frac{1}{2} - \frac{a^2}{l^2} \right)$ $\left(3 - 8 \frac{a}{l} + \frac{a^2}{l^2} \right)$
	$w = \frac{qx^4}{24EI} \left(\frac{x^4}{l^4} - 4 \frac{x^3}{l^3} + \frac{x^2}{l^2} \right)$	$w_{max} = \frac{q \cdot l^4}{96EI}$

a) Zeichnung des Freischnitts:b) Berechnung aller Lagerreaktionen:

Man erhält mit $F_{AH} = 0 \text{ N}$: $F_{\text{ges}} = F_{AV} + F_{BV} = g \cdot m = 11\,772 \text{ N}$; $F_{AV} = 5\,886 \text{ N}$.

Betrachtung als Punktlast hier zulässig. Daraus folgt: $F_{AV} = F_{BV}$ und damit $F_{BV} = 5\,886 \text{ N}$.

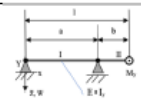
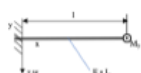
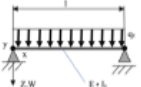
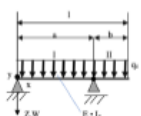
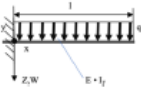
Hinweis: Durch die gleichmäßige Verteilung der Last und die ausschließliche Betrachtung der Auflager, kann für die Berechnung angenommen werden, dass die resultierende Last in der Mitte zwischen den beiden Auflagern liegt. Zu diesem Ergebnis kommt man auch nach einer Betrachtung unter Einbezug des Flächenmoments,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

Technische Mechanik

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
- 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

Arbeit mit
Tabellenwerk

System	Gleichung der elastischen Linie $w(x)$	$w_{\max}$
	$w_I = \frac{M_0 \cdot l^2}{6 E \cdot I_y} \left(6 \frac{a \cdot x}{l^2} - 2 \frac{x}{l} - 3 \frac{a^2 \cdot x}{l^3} - \frac{x^3}{l^2} \right)$ $w_{II} = \frac{M_0 \cdot l^2}{6 E \cdot I_y} \left(-3 \frac{a^2}{l^2} + 2 \frac{x}{l} + 3 \frac{a^2 \cdot x}{l^3} - 3 \frac{x^2}{l^2} + \frac{x^3}{l^3} \right)$	$w_{I,\max} = \frac{M_0 \cdot l^2}{3 E \cdot I_y} \left(-\frac{2}{3} + \frac{2a}{l} - \frac{a^2}{l^2} \right)$ $w_{II,\max} = \frac{M_0 \cdot l^2}{3 E \cdot I_y} \left(\frac{1}{3} - \frac{a^2}{l^2} \right)^{\frac{2}{3}}$
	$w_I = \frac{M_0 \cdot l^2}{6 E \cdot I_y} \left(\frac{a \cdot x}{l^2} - \frac{x^3}{a \cdot l^2} \right)$ $w_{II} = \frac{M_0 \cdot l^2}{6 E \cdot I_y} \left(\frac{a^2}{l^2} - 4 \frac{a \cdot x}{l^2} + 3 \frac{x^2}{l^2} \right)$	$w_{I,\max} = \frac{\sqrt{3} \cdot M_0 \cdot a^2}{27 E \cdot I_y}$ $w_{II,\max} = \frac{M_0 \cdot l^2}{3 E \cdot I_y} \left(3 - \frac{4a}{l} + \frac{a^2}{l^2} \right)$
	$w = -\frac{M_0}{2 E \cdot I_y} \cdot x^2$	$w_{\max} = \frac{M_0 \cdot l^2}{2 E \cdot I_y}$
	$w = -\frac{q_z \cdot l^4}{24 E \cdot I_y} \left(\frac{x}{l} - 2 \frac{x^3}{l^3} + \frac{x^4}{l^4} \right)$	$w_{\max} = \frac{5 q_z \cdot l^4}{384 E \cdot I_y}$
	$w_I = \frac{q_z \cdot l^4}{24 E \cdot I_y} \left(-2 \frac{a \cdot x}{l^2} + 4 \frac{a^2 \cdot x}{l^3} - \frac{a^3 \cdot x}{l^4} + 2 \frac{x^3}{a \cdot l^2} - 4 \frac{x^3}{l^3} + \frac{x^4}{l^4} \right)$ $w_{II} = \frac{q_z \cdot l^4}{24 E \cdot I_y} \left(2 \frac{a^2}{l^2} - 8 \frac{a \cdot x}{l^2} + 4 \frac{a^2 \cdot x}{l^3} - \frac{a^3 \cdot x}{l^4} + 6 \frac{x^2}{l^2} - 4 \frac{x^3}{l^3} + \frac{x^4}{l^4} \right)$	$w_{II,\max} = \frac{q_z \cdot l^4}{24 E \cdot I_y} \cdot \left(3 - 8 \frac{a}{l} + 6 \frac{a^2}{l^2} - \frac{a^3}{l^3} \right)$
	$w = \frac{q_z \cdot l^4}{24 E \cdot I_y} \left(6 \frac{x^2}{l^2} - 4 \frac{x^3}{l^3} + \frac{x^4}{l^4} \right)$	$w_{\max} = \frac{q_z \cdot l^4}{8 E \cdot I_y}$

c) Berechnung des 2. Flächenmoments:

$$\text{Mit } I_y = \frac{5 q_z l^4}{384 E w_{max}} \text{ erhält man } I_y = \frac{5 \cdot \frac{2 \cdot 11\,772 \text{ N}}{7 \text{ m}} \cdot (7 \text{ m})^4}{384 \cdot 15 \cdot 10^9 \text{ Pa} \cdot 0,01 \text{ m}} = 0,0007 \text{ m}^4$$

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

d) Berechnung der Höhe der Firstpfette:

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

e) Bewertung des Einsatzes eines Stahlträgers gegenüber einem Holzträger:

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

Prüfungsrelevant

Handlungs-
kompetenzen

Technikfolgen-
abschätzung

Produkt-
entwicklung

Energie-
versorgung

Technische
Mechanik

Regelungs-
technik

Grundlagen
Elektronik

Elektrische
Antriebstechnik

Messtechnik

Grundlagen Elektronik

Messtechnik

Der ideale Ladestrom des Akkus wird bei einer Trittfrequenz von 80 Umdrehungen pro Minute erreicht. Die Trittfrequenz kann mithilfe der Spannungsmessung eines Dynamos, der zusätzlich zum Generator aus Teilaufgabe 2 am Hinterrad befestigt wird, ermittelt werden. Der Zusammenhang ist im Diagramm in Material M8 dargestellt.

Die optimale Frequenz soll mithilfe von drei LEDs (rot, gelb, grün) angezeigt werden. Dabei gilt Folgendes: Ist die Trittfrequenz unter 60 Umdrehungen pro Minute, soll nur die gelbe LED leuchten, bei einer Trittfrequenz zwischen 60 und 80 Umdrehungen pro Minute zusätzlich die grüne LED. Überschreitet die Trittfrequenz 80 Umdrehungen, soll zusätzlich die rote LED angehen. Um auszuprobieren, wie dies mit Operationsverstärkern zu realisieren ist, wird der Schaltplan wie in Abbildung 3 zu Testzwecken aufgebaut.



Schaltplan lesen

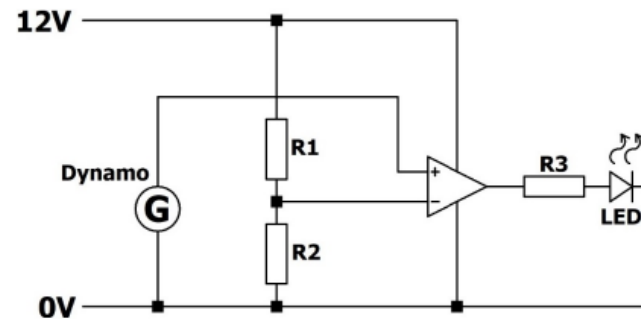


Abbildung 3: Testaufbau

Daten LED:

Stromstärke	20 mA
Vorwärtsspannung	2,13 V
Lichtstärke	4289 mcd
Lichtstrom	2,8 lm
Größe	5 mm

Arbeiten mit Datenblatt und Kennlinie

- Nennen Sie die in Abbildung 3 dargestellte Art der Schaltung und erklären Sie deren Funktionsweise. 5 VP
- Dimensionieren Sie R1, R2 und R3 derart, dass die LED bei einer Trittfrequenz von 60 Umdrehungen pro Minute zu leuchten beginnt. (siehe Abb. 3) 5 VP
- Entwerfen Sie den Schaltplan einer Schaltung, welche die oben beschriebene Funktion erfüllt. Eine Dimensionierung der Widerstände wird nicht erwartet. 5 VP

a) Nennung und Erklärung der Funktionsweise:

Bei der Schaltung handelt es sich um eine Komparatorschaltung.

Der Operationsverstärker vergleicht die Potentiale an den beiden Eingängen und schaltet je nach Ergebnis des Vergleichs den Ausgang hier auf 12 V oder 0 V. Das Referenzpotential liegt am invertierenden Eingang an und lässt sich über den Spannungsteiler definieren. Liegt das Potential am nichtinvertierenden Eingang über diesem Referenzpotential, liegt am Ausgang ein Potential von 12 V an, andernfalls liegt am Ausgang ein Potential von 0 V an.

b) Dimensionierung der Widerstände:

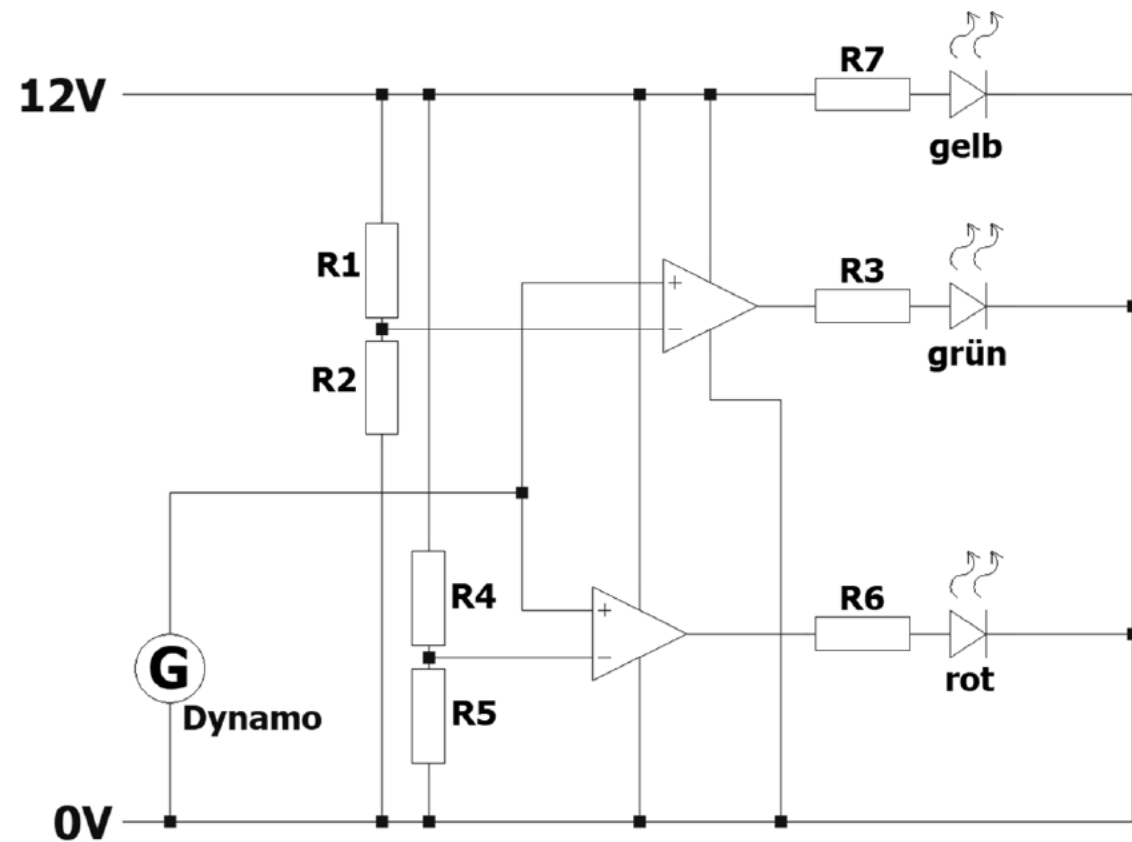
Bei 60 Umdrehungen pro Minute ergibt sich ein Referenzpotential von 4,5 V. Daraus ergibt sich zwischen R_1 und R_2 ein Verhältnis von $\frac{R_1}{R_2} = \frac{7,5V}{4,5V}$. $R_1 = 7,5k\Omega$ und $R_2 = 4,5k\Omega$ ist eine mögliche Lösung.

Damit ergibt sich: $R_3 = \frac{U_0 - U_V}{I} = \frac{12V - 2,13V}{0,02A} = 494\Omega$.

c) Entwurf der Schaltung:

Der Gesamtschaltplan enthält zwei Komparatorschaltungen für die grüne und rote LED, eine Dimensionierung wird nicht erwartet. Die gelbe LED ist direkt über einen Vorwiderstand an die Versorgungsspannung angeschlossen.

Hinweis: Auf die Versorgungsspannung der OPV darf verzichtet werden.



Prüfungsrelevant

Handlungs-
kompetenzen

Technikfolgen-
abschätzung

Produkt-
entwicklung

Energie-
versorgung

Technische
Mechanik

Regelungs-
technik

Grundlagen
Elektronik

Elektrische
Antriebstechnik

Messtechnik

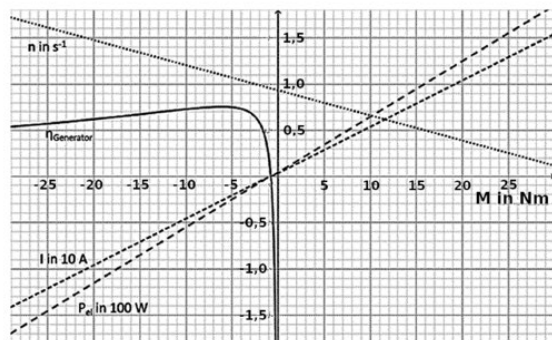
Antriebs- technik

Nun wird die Welle eines 12 V-Gleichstrommotors direkt mit der Nabe des Hinterrads verbunden. Der Motor soll als Generator dienen. Dieser Generator lädt einen Blei-Akku als Zwischenspeicher. Der Blei-Akku hat eine Kapazität von 70 Ah und einen maximalen Ladestrom von 7 A. Da der Generator an einem Akku hängt, wird eine elektronische Schaltung eingesetzt, um das Drehen des Hinterrades im Leerlauf zu verhindern.

Interpretation Kennlinie

- Erklären Sie den Verlauf der Kennlinien in Material M4 im für den Generatorbetrieb relevanten Bereich. 5 VP
- Bestimmen Sie anhand dieser Kennlinien (siehe M4) den Wert des Drehmoments, mit dem der Generator angetrieben werden muss, um den Akku mit seinem maximalen Ladestrom zu laden. 2 VP
- Berechnen Sie die mechanische Leistung, die aufgebracht werden muss, um den Akku mit seinem maximalen Ladestrom zu laden. Gehen Sie von einem mechanischen Wirkungsgrad von 80% aus. Der Wirkungsgrad des Generators kann bei Bedarf Material M4 entnommen werden. 5 VP

Material M4: Kennlinie Motor



Skalierung y-Achse:

- $\eta_{\text{Generator}}$
- - - P_{el} in 100W
- I in 10A
- · - · n in $\frac{1}{s}$

a) Erklärung des Verlaufs der Kennlinie:

Relevant für den Generatorbetrieb ist lediglich die linke Seite des Diagramms. Bei direktem Anschluss des Motors an den Akku würde sich dieser im Leerlauf drehen. Erst wenn der Fahrer zusätzlich in die Pedale tritt, wird der Motor zum Generator und speist Energie in den Akku ein. Daher startet die Kurve für die Drehzahl n im Generatorbetrieb bereits bei ca. $n=0,9$ 1/s.

Tritt der Fahrer nur wenig in die Pedale, müssen zunächst Verluste ausgeglichen werden, so dass der Einspeisevorgang erst bei einem aufgewandten Drehmoment von ca. 1 Nm beginnt. Bis dahin liegt der Wirkungsgrad folglich im negativen Bereich. Die Kurven für I und P_{el} schneiden die M-Achse aus demselben Grund auch erst bei -1Nm und steigen vom Betrag her dann linear an.

Der Verlauf der Kurve für den Wirkungsgrad ergibt sich aus dem Verhältnis von P_{el} zu P_{mech} . Hier kann die Erklärung zum negativen Wirkungsgrad erwartet werden, der absinkende Ast des Wirkungsgrades bei zunehmendem Drehmoment wird nicht erwartet.

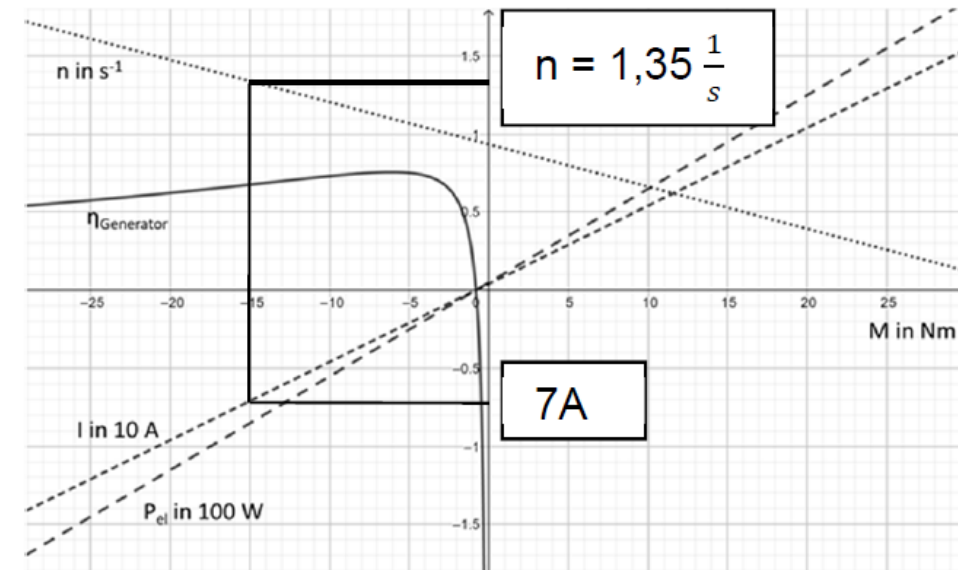
b) Bestimmung des Drehmoments:

Dem Schaubild lässt sich entnehmen, dass für den Ladestrom von 7A ein Drehmoment von 15 Nm benötigt wird.

c) Berechnung der mechanischen Leistung:

Dem Schaubild lässt sich entnehmen, dass einem Strom von 7A eine Drehzahl von $1,35 \frac{1}{s}$ zugeordnet werden kann. Es wird daher unter Berücksichtigung des mechanischen Wirkungsgrades von 80% eine Leistung von

$$P = \frac{2 \cdot \pi \cdot n \cdot M}{0,8} = 159 \text{ W benötigt.}$$



Prüfungsrelevant

Handlungs-
kompetenzen

Technikfolgen-
abschätzung

Produkt-
entwicklung

Energie-
versorgung

Technische
Mechanik

Regelungs-
technik

Grundlagen
Elektronik

Elektrische
Antriebstechnik

Messtechnik

Regelungs- technik

Wegen der zu erwartenden großen Hitze wird eine Berieselungsanlage gebaut. Ein flaches Becken mit Löchern auf der Unterseite wird mit Wasser von einer Pumpe in einem großen Wasserbehälter versorgt (siehe Abb. 4). Für eine konstante Berieselung soll eine Regelung den Füllstand des Wasserbehälters konstant halten. Der aktuelle Füllstand kann über einen Sensor bestimmt werden.

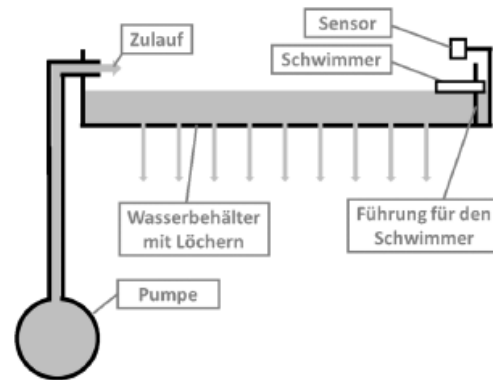


Abbildung 4: Skizze Beregner

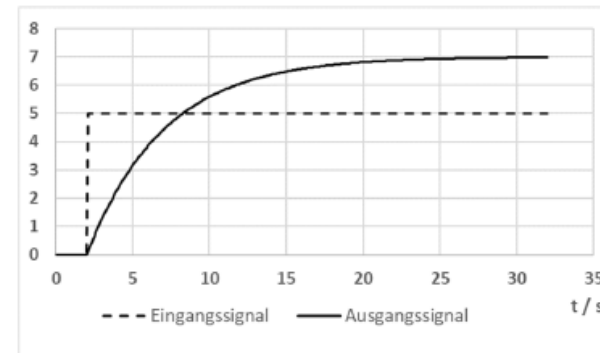


Abbildung 5: Sprungantwort

- a) Bestimmen Sie mithilfe der Sprungantwort in Abbildung 5 (siehe markiertes Blatt) die Kenngrößen dieser Regelstrecke. 4 VP

Für diese Regelung wird ein PI-Regler gewählt

- b) Bewerten Sie diese Entscheidung aus technischer Sicht. 5 VP

Regelungs- technik

a) Bestimmung der Kenngrößen:

Aus dem Diagramm erhält man für den Proportionalitätsfaktor $K = \frac{7}{5} = 1,4$ und die Zeitkonstante $T = 5\text{s}$.

Hinweis: Da die Tangente nicht eindeutig bestimmbar ist, sollte hier mit Augenmaß korrigiert werden. Abweichungen in der Größenordnung +/- 1s sind tolerabel.

b) Bewertung für die Wahl des PI-Reglers:

Bei der Bewertung wird eine kritische Auseinandersetzung mit den Vorzügen und Nachteilen des eingesetzten Reglers erwartet. Dabei könnten folgende Überlegungen zielführend sein:

PI-Regler kombiniert Vorteile von P- und I-Regler, nämlich die relativ schnelle Reaktion, außerdem das Erreichen des Sollwerts und schließlich die hohe Genauigkeit beim Halten des Sollwerts. Somit ist er die beste Wahl in diesem Fall.

Da bei der hier geregelten Wasserhöhe der genaue Stand auf einer bestimmten Höhe von untergeordneter Bedeutung ist, hätte man, der geringeren Komplexität wegen, auch einen 2-Punkt-Regler verwenden können. Hier gilt zu beachten, dass dieser nur dann sinnvoll eingesetzt werden kann, wenn er eine sinnvolle Hysterese aufweist. Diese sorgt zwar für größere Abweichungen vom Sollwert, verhindert aber zu häufige Schaltvorgänge. Somit wäre der Einsatz des PI-Reglers in diesem Fall nicht erforderlich.

Beide Rückschlüsse sind – entsprechend begründet – zulässig. Die Auseinandersetzung mit dem 2-Punkt-Regler wird aber nicht erwartet.

Prüfungsrelevant

Handlungs-
kompetenzen

Technikfolgen-
abschätzung

Produkt-
entwicklung

Energie-
versorgung

Technische
Mechanik

Regelungs-
technik

Grundlagen
Elektronik

Elektrische
Antriebstechnik

Messtechnik

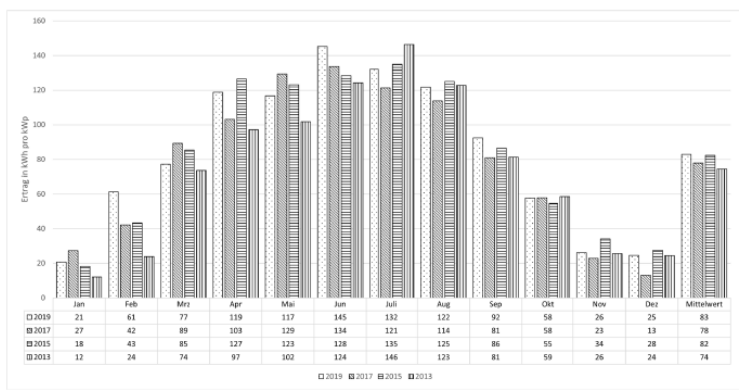
Energieversorgung

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



*Watt Peak (Wp, kWp) Die Einheit dient dazu, unterschiedliche Solarzellen und Solarmodule unter genormten Testbedingungen vergleichen zu können.

	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

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

Energie- versorgung

a) Erläuterung der Eignung des Jahresmittels:

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.

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

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.

Energie- versorgung

c) Beschreibung des Aufbaus:

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)

d) Beschreibung einer technischen 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.

Prüfungsrelevant

Handlungs-
kompetenzen

Technikfolgen-
abschätzung

Produkt-
entwicklung

Energie-
versorgung

Technische
Mechanik

Regelungs-
technik

Grundlagen
Elektronik

Elektrische
Antriebstechnik

Messtechnik

Technikfolgen- abschätzung

Handlungs- kompetenzen

Zwei Entwicklerteams haben zwei unterschiedliche Prototypen eines Treppensaugroboters fertiggestellt, die systematisch getestet werden sollen.

- a) Erläutern Sie ausgehend von allgemeinen Gütekriterien, wie eine Studie zur Putzqualität der zwei Prototypen aussehen könnte. 5 VP

Das Produkt steht stellvertretend für den Megatrend der Automatisierung. Manche Akteure bewerten diesen Trend als positiv, andere sehen ihn sehr kritisch. Auf die Frage „Sollte der Staat die steigende Automatisierung reglementieren?“ antworten diese folgendermaßen:

Unternehmer:

Automatisierung bedeutet für unser innovatives Unternehmen eine echte Chance. Sie führt zur Kostensenkung, damit zu geringeren Lohnstückkosten. Auch durch die Automatisierung konnten wir unseren Umsatz in den letzten Jahren erheblich steigern. Das ist auch ganz im Sinne der Arbeitnehmer, deren Arbeitsplatz langfristig nur so erhalten werden kann. Allgemein müssen Unternehmen in Hochlohnländern wie Deutschland immer mehr automatisieren, um global wettbewerbsfähig zu bleiben. Gleichzeitig bietet die Automatisierung auch die Chance, die Produkte zu individualisieren und an Kundenwünsche anzupassen. Wir investieren viel Geld in eine zunehmende Automatisierung und bilden unsere Mitarbeiter ständig fort. Eine Reglementierung ist nicht nötig, denn Unternehmen automatisieren nur dort, wo es wirtschaftlich und damit gesellschaftlich Sinn macht.

Klimaaktivist:

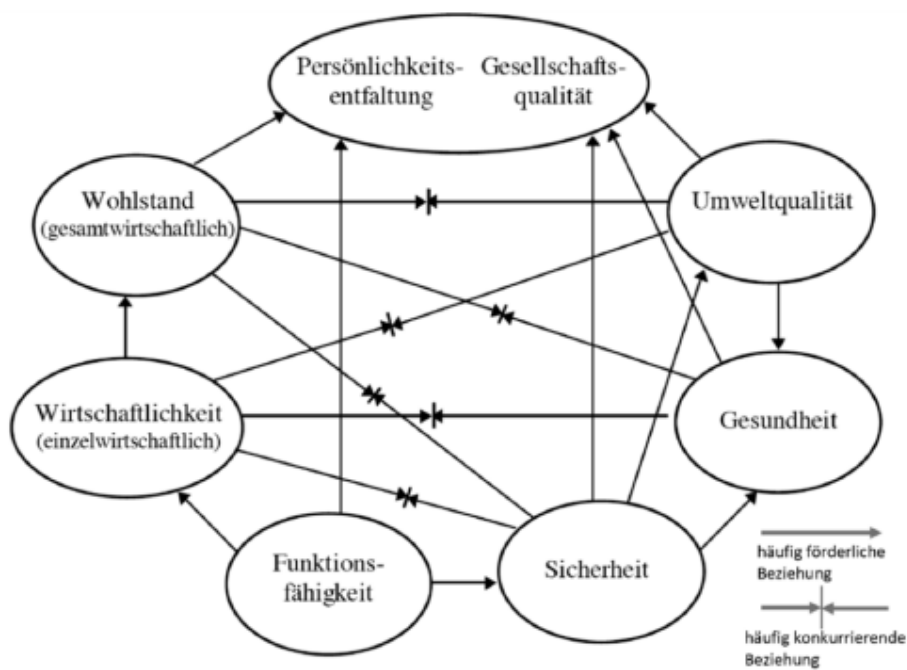
Durch die steigende Automatisierung werden zahlreiche Produkte auf den Markt gebracht, die viel Energie verbrauchen ohne einen nachhaltigen Zusatznutzen zu bringen. Mindestens solange der elektrische Strom nicht zu einem überwiegenden Teil CO₂-neutral gewonnen wird, fördert das den Klimawandel. Automatisierung sollte nur dort stattfinden, wo sie wesentliche Aspekte wie Sicherheit oder Umweltschutz fördert. Produkte, die lediglich dem Komfort dienen, sollten so stark mit einer Umweltauflage oder Steuern versehen werden, dass man mit diesen Einnahmen wirkungsvolle Maßnahmen gegen den Klimawandel finanzieren kann. Als Verbraucher sollte man jeden Kauf auf seinen echten Mehrwert überprüfen. Eine Reglementierung wäre wichtig, um negative ökologische und soziale Auswirkungen zu minimieren.

- b) Benennen Sie die Ziele, Interessen, Mittel und Werte in den Aussagen der beiden Akteure (siehe Tab.2, M5). 5 VP
- c) Erläutern Sie den daraus resultierenden maßgeblichen Wertekonflikt (siehe M6). 2 VP
- d) Begründen Sie anhand grundlegender Prinzipien, welcher Wert als vorrangig eingestuft werden sollte. 4 VP

Tabelle 2: Stellungnahme der zwei Akteure

Technikfolgen-
abschätzung

Handlungs-
kompetenzen



Quelle: verändert nach VDI-Norm 3780

Funktionsfähigkeit

Brauchbarkeit, Machbarkeit

Wirksamkeit

Perfektion

- Einfachheit
- Robustheit
- Genauigkeit
- Zuverlässigkeit
- Lebensdauer

Technische Effizienz

- Wirkungsgrad
- Stoffausnutzung
- Produktivität

Wirtschaftlichkeit

Kostenminimierung

Gewinnmaximierung

Unternehmenssicherung

Unternehmenswachstum

Wohlstand

Bedarfsdeckung

quant. / qual. Wachstum

Internationale

Konkurrenzfähigkeit

Vollbeschäftigung

Verteilungsgerechtigkeit

Gesundheit

Körperliches Wohlbefinden

Psychisches Wohlbefinden

Steigerung der Lebenserwartung

Minimierung von unmittelbaren

und mittelbaren

gesundheitlichen Belastungen

- in der Berufsarbeit

- in der privaten Lebensführung

- durch umweltbelastende

Produkte und

Produktionsprozesse

Umweltqualität

Landschaftsschutz

Artenschutz

Ressourcenschonung

Minimierung von

Emissionen,

Immissionen und

Deponaten

Persönlichkeitsentfaltung und

Gesellschaftsqualität

Handlungsfreiheit

Informations- und Meinungsfreiheit

Kreativität

Privatheit und informationelle

Selbstbestimmung

Beteiligungschancen

Soziale Kontakte und soziale Anerkennung

Solidarität und Kooperation

Kulturelle Identität

Minimalkonsens

Ordnung, Stabilität und Regelmäßigkeit

Transparenz und Öffentlichkeit

Gerechtigkeit

Sicherheit

Körperliche Unversehrtheit

Lebenserhaltung des Einzelnen / der

Menschheit

Minimierung des Risikos

(Schadensumfang und

Eintrittswahrscheinlichkeit)

- des Betriebsrisikos
- des Versagensrisikos
- des Missbrauchsrisikos

Quelle: verändert nach VDI-Norm 3780

Technikfolgen-
abschätzung

Handlungs-
kompetenzen

a) Erläuterung des Aufbaus einer Studie:

Objektivität:

Ergebnisse sind unabhängig von der einzelnen Person oder dem durchführenden Wissenschaftler

Reliabilität:

Zuverlässigkeit der Ergebnisse (z. B. durch Mehrfachmessungen, Messreihe)

Validität:

Studie misst das, was sie soll, Ergebnisse sind aussagekräftig

- z. B. nicht das Entwicklerteam des Roboters führt die Studien durch
- die Roboter steigen die Stufen mehrfach / aus unterschiedlichen Startpositionen
- es werden passende Messparameter gesucht (z. B. Zeitdauer, Zuverlässigkeit)

b) Benennung der Ziele, Interessen, Mittel und Werte:

	Unternehmer	Klimaaktivist
Ziele	mehr Automatisierung	begrenzte Automatisierung
Interessen	geringe Lohnstückkosten, individuelle Produkte	kein steigender Energiebedarf, Umweltschutz
Mittel	Investitionen in Automatisierung, Fortbildung der Mitarbeiter	Einsatz für Umweltabgaben und für ein bewusstes Konsumverhalten
Werte	Wirtschaftlichkeit (z. B. Kostenminimierung, Unternehmenssicherung), Wohlstand (internationale Wettbewerbsfähigkeit sowie Funktionsfähigkeit (z. B. Brauchbarkeit durch individuelle Produkte)	Umweltqualität (z. B. Ressourcenschonung)

Technikfolgen-
abschätzung

Handlungs-
kompetenzen

c) Erläuterung des Wertekonflikts:

Die Werte im Bereich der Wirtschaftlichkeit (und des Wohlstands) stehen hier den Werten im Bereich der Umweltqualität entgegen. Der Unternehmer sieht die Automatisierung positiv, weil sie Kosten minimierte, die internationale Wettbewerbsfähigkeit seines Unternehmens und die Brauchbarkeit der Produkte durch eine höhere Individualisierbarkeit erhöhte. Eine Reglementierung sei nicht nötig. Der Klimaaktivist argumentiert aus einer anderen Sichtweise heraus: Insgesamt würde durch die Automatisierung der Energieverbrauch erhöht und damit der Klimawandel beschleunigt. Eine Reglementierung müsse hier lenkend eingreifen und zum Beispiel Produkte mit geringem gesellschaftlichem Nutzen erheblich verteuern.

d) Begründung der Werte:

Beschreibung von Vorrangregeln:

- Vorrangregeln richten sich nach allgemeinen Prinzipien wie Verantwortung, Gerechtigkeit
- hier z. B.: Verantwortung gegenüber zukünftigen Generationen, gegenüber Arbeitnehmern; Gerechtigkeit in der Umsetzung

Schlüssige Begründung:

Mit technischen Entwicklungen, die ein hohes Potenzial haben, stark in das Leben zukünftiger Generationen einzugreifen, muss verantwortungsvoll umgegangen und gerecht für die betroffenen Akteure umgesetzt werden. Die Automatisierung besitzt ein solches Potenzial. Bei Entwicklungen mit geringem wirtschaftlichem Nutzen bei gleichzeitig hohen ökologischen Kosten sind die Werte aus dem Bereich der Umweltqualität vorrangig. Hier sollte der Staat reglementierend eingreifen.

Gut geeignet und damit häufig vorkommend

- Freischneiden, Lagerreaktionen
- Arbeit mit Kennlinien und/oder Datenblättern
- Spannungsteiler, Dimensionierung, OPV-Schaltung
- Technikethik