

Aufgabe 1

Die Organisatoren einer Umweltschutzorganisation möchten an einem abgelegenen Ort eine Infoveranstaltung durchführen. Leider gibt es dort keinen Stromanschluss. Es wird überlegt, für den Betrieb von Bühnen- und Tontechnik Muskelkraft einzusetzen. Mit einem Fahrrad soll ein Generator angetrieben werden. Die Fahrrad-Halte-Vorrichtung besteht aus zwei Komponenten (siehe Abb. 1). Durch zwei seitliche Bügel an einem vorderen Podest wird verhindert, dass sich der Lenker dreht. Das Hinterrad wird mit der Nabe so eingehängt, dass es sich frei in der Luft drehen kann. Die hintere Komponente besitzt auf der Unterseite eine Gummimatte, die ein Verrutschen verhindert.

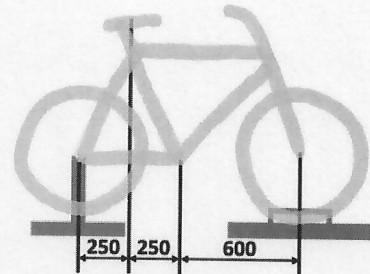


Abbildung 1: Skizze des Fahrrads samt Aufhängevorrichtung
(der Schwerpunkt des Fahrers befindet sich vereinfacht über dem Sattel)

- a) Zeichnen Sie einen bemaßten Freischnitt dieses Systems.

3 VP

Im Betrieb soll das Fahrrad von Nutzern bis 90 kg bedient werden können. Um einen gefahrlosen Betrieb zu gewährleisten, ist für die maximale Belastung ein Sicherheitsfaktor von 2 vorgesehen. Das Fahrrad wiegt 15 kg, wobei der Schwerpunkt nicht genau in der Mitte liegt, sondern beim Tretlager (siehe Abb. 1).

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

6 VP

Der Ständer für das Hinterrad soll aus Stahl gefertigt werden. Hierzu werden zwei Leisten auf eine Grundplatte geschweißt. Die genauen Maße sind in der technischen Skizze angegeben (siehe M1). Gehen Sie von einer senkrechten Kraft in Höhe von 1500 N aus, die auf den Ständer wirkt.

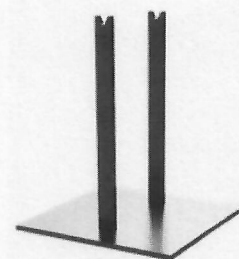


Abbildung 2: Darstellung der Aufnahme des Hinterrads

- c) Bewerten Sie, ob die geplante Konstruktion den technischen Anforderungen zur Sicherheit gegen Versagen des Bauteils entspricht (siehe M2, M3).

6 VP

15 VP

Aufgabe 2

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.

- a) Erklären Sie den Verlauf der Kennlinien in Material M4 im für den Generatorbetrieb relevanten Bereich. 5 VP
- b) 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
- c) 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

Aus Kostengründen wird als Zwischenspeicher ein Blei-Akkumulator gewählt, der ohne Aufladen ca. 1,5 Stunden halten würde. Da die Veranstaltung von 10:00 bis 16:00 Uhr gehen soll, käme man alternativ bei Einsatz vier solcher Akkus auch ganz ohne Fahrrad-Vorrichtung aus.

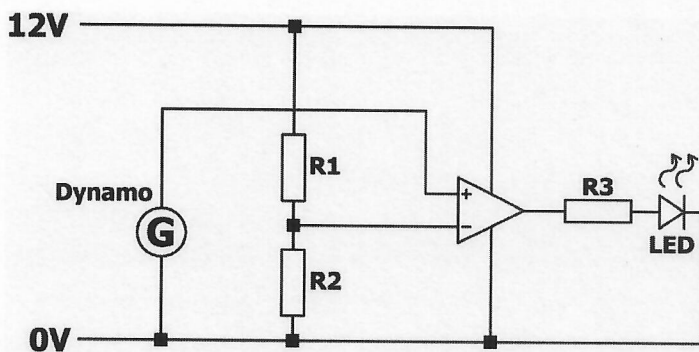
- d) Beurteilen Sie auf Grundlage einer technischen Sachanalyse ausgehend von Material M5, M6, M7, ob die Verwendung der Fahrrad-Vorrichtung mit Blei-Akkumulator gegenüber der oben beschriebenen Alternative ökologisch gerechtfertigt ist. 5 VP

17 VP

Aufgabe 3

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.



Daten LED:

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

Abbildung 3: Testaufbau

- 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

15 VP

Aufgabe 4

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.

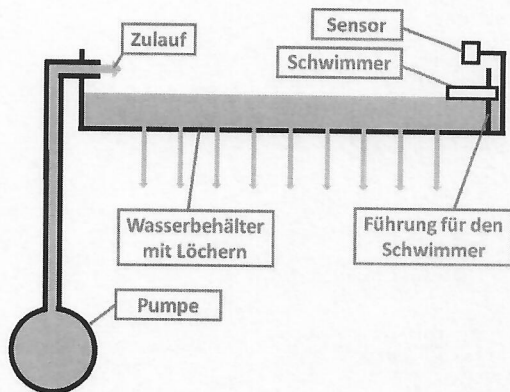


Abbildung 4: Skizze Beregner

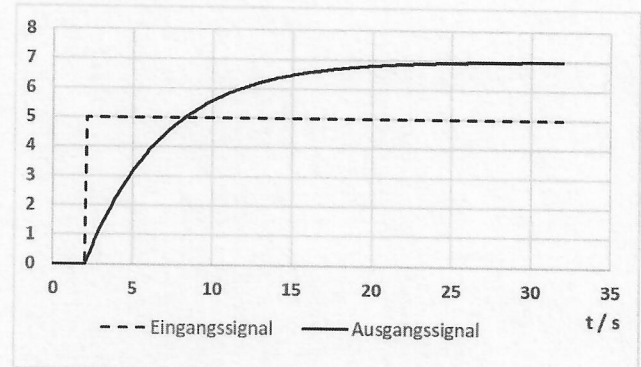


Abbildung 5: Sprungantwort

- 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

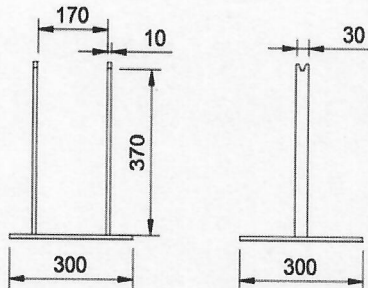
Die Regelung soll unter Verwendung eines Mikrocontrollers die Pumpe steuern.

- c) Skizzieren Sie den Prozess in Form eines Programmablaufplans. Der Algorithmus, der den Stellwert berechnet, muss hierbei nicht modelliert werden.

4 VP

13 VP

Material M1: Details der Aufnahme des Hinterrades, mit Materialkonstanten



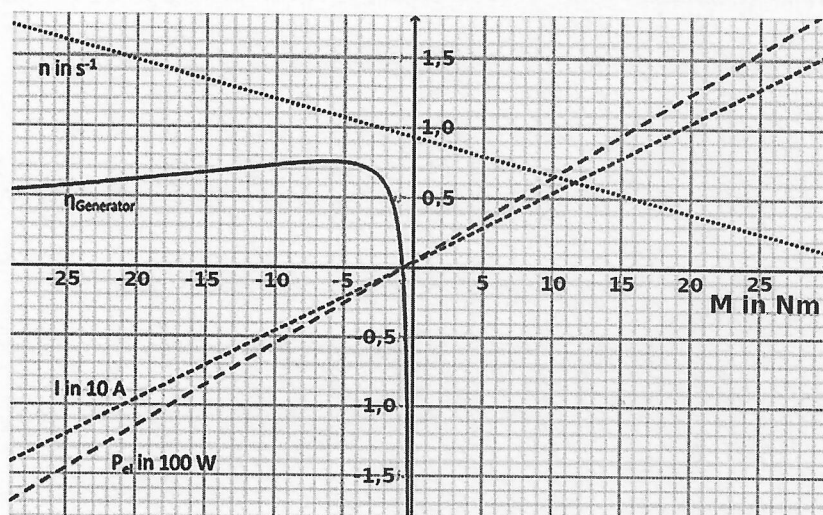
Materialkonstanten Baustahl:
 Spez. Wärmekapazität: $0,45 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}$
 Dichte: $7,85 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$
 E-Modul: $210.000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
 G-Modul: $81.000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Material M2: Eulersche Knickfälle

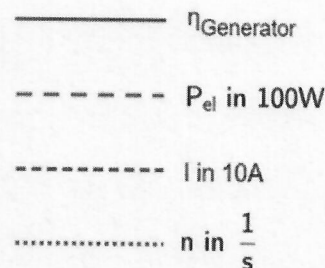
Fall 1: $F_{\text{krit}} = \frac{\pi^2}{4\ell^2} \cdot E \cdot I$ Fall 2: $F_{\text{krit}} = \frac{\pi^2}{\ell^2} \cdot E \cdot I$ Fall 3: $F_{\text{krit}} = \frac{2\pi^2}{\ell^2} \cdot E \cdot I$ Fall 4: $F_{\text{krit}} = \frac{4\pi^2}{\ell^2} \cdot E \cdot I$				
	Fall 1	Fall 2	Fall 3	Fall 4

Material M3: Berechnung des Flächen- und Widerstandsmoments

Rechteck	$I_y = \frac{b \cdot h^3}{12} = A \frac{h^2}{12}$ $I_z = \frac{h \cdot b^3}{12} = A \frac{b^2}{12}$	$w_y = \frac{b \cdot h^2}{6} = A \frac{h}{6}$ $w_z = \frac{h \cdot b^2}{6} = A \frac{b}{6}$
------------------------	---	---

Material M4: Kennlinie Motor


Skalierung y-Achse:


Material M5: Hinweise zum ökologischen Rucksack verschiedener Werkstoffe

Werkstoff	Ökologischer Rucksack in kg bezogen auf 1kg Werkstoff
Aluminium	565
Blei	45
Gold	540 000
Kupfer	417
Stahl	72

Hinweis: Der ökologische Rucksack drückt aus, wie stark die Herstellung, Nutzung und Entsorgung eines Produkts (oder einer Dienstleistung) die Umwelt belasten. Um ihn zu ermitteln, zählt man die umgesetzten Ressourcen im Lebenszyklus eines Produkts zusammen. Dieser Wert wird als Gewicht des ökologischen Rucksacks vergleichbar dargestellt.

Material M6: Hinweise zu Gefahrstoffen

Stoff (jeweils als Pulver)	Hinweise aus der Gefahrstoffdatenbank
Aluminium	keine
Blei	- sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung - kann Säuglinge über die Muttermilch schädigen - kann die Organe schädigen bei längerer oder wiederholender Exposition - kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen - gesundheitsschädlich bei Verschlucken oder Einatmen
Gold	keine
Kupfer	- sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung
Stahl	keine

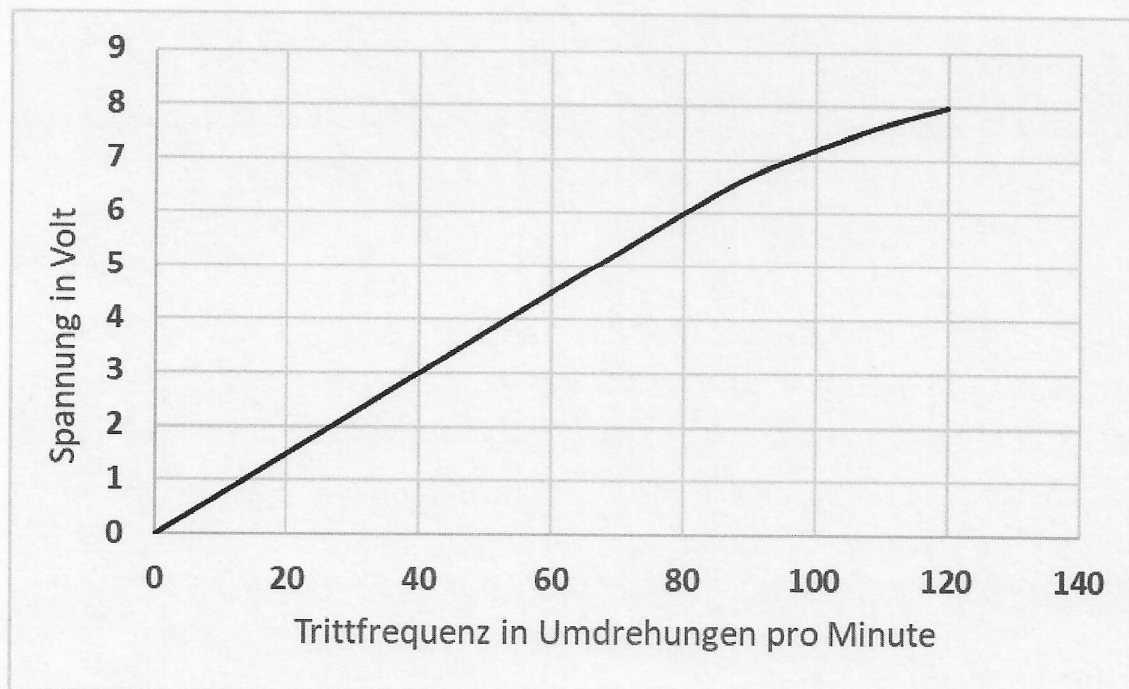
Quelle: <https://degintu.dguv.de/chemicals> (01.07.2020)

Material M7: Hinweise zum Recycling verschiedener Werkstoffe

Werkstoff	aktuelle Gesamt- / Recyclingmenge in Deutschland pro Jahr	Aussagen zur Recycling-Effizienz	Recycling-Qualität
Aluminium	1,2 Mio t / 700 000 t	Recycling-Aluminium erfordert nur 5% der Energie im Vergleich zur Primärerzeugung	bei Verbundstoffen mit Qualitätsverlust
Blei	410 000 t / 250 000 t	Das Pfandsystem sorgt für eine gut funktionierende Kreislaufwirtschaft bei Blei-Akkumulatoren, Problem durch Alt-Autoexporte z. B. nach Afrika	ohne Qualitätsverlust
Stahl	40 Mio. t / 20 Mio. t	1 t Recycling-Stahl erspart den Abbau von 1,5 t Eisenerz, Problem durch Alt-Autoexporte z. B. nach Afrika	ohne Qualitätsverlust

Quellen: (alle am 01.07.2020) <http://www.aluinfo.de/recycling-kreislauf.html>
https://www.stahl-online.de/wp-content/uploads/2013/08/Recycling_V2.pdf
<https://www.umweltbundesamt.de/blei#hinweise-zum-recycling>

Material M8: Diagramm Spannung über Trittfrequenz



Zu- und Vorname: _____

Chiffre der Schule

Chiffre des Schülers

Chiffre der Schule

Chiffre des Schülers

Prüfungsfach: NwT (Haupttermin 2021 Aufgabe I)

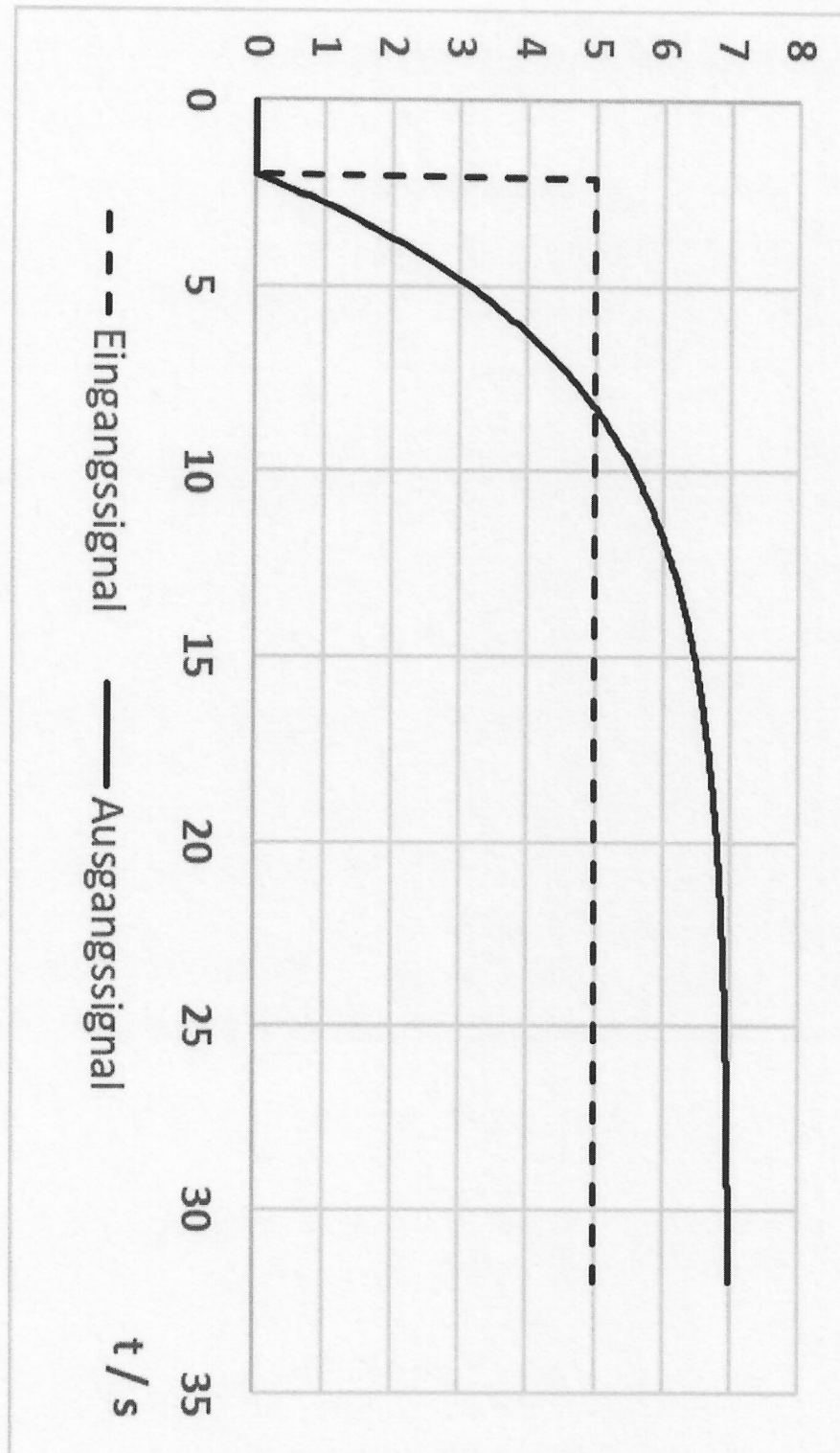


Abbildung 5: Sprungantwort