

Aufgabe II

1. Regelung

Ein Gartenhäuschen soll aufgewertet werden. In einem ersten Schritt soll das Häuschen mit einer einfachen, geregelten Heizungsanlage ausgestattet werden, um das Einfrieren von Wasserleitungen oder Ähnliches zu verhindern.

Die Regelung soll analog über einen Operationsverstärker (OPV) in Komparatorschaltung realisiert werden (**M1**). Als Stellglied dient eine Elektroheizung, die über die Ausgangsspannung des OPV gesteuert werden kann (die konkrete Ansteuerung ist hier nicht von Bedeutung).

- a) Beschreiben Sie die Eigenschaften der vorliegenden Regelstrecke. (2 VP)
- b) Material **M2** zeigt ein allgemeines, technisches Regelkreisschema. Ordnen Sie den allgemeinen Parametern die sich aus dem Text und **M1** ergebenden konkreten Bauteile und Größen zu. (6 VP)

Die Raumtemperatur soll mithilfe eines temperaturabhängigen Widerstands mit negativem Koeffizienten (NTC) erfasst werden (**M3**).

- c) (8 VP)
- Berechnen Sie das minimale und maximale Potential, das am nicht invertierenden Eingang des OPV über die Einstellung des Potentiometers angelegt werden kann.
 - Bestimmen Sie die höchste mögliche Temperatur, ab der nicht mehr geheizt wird.
- d) Bewerten Sie den Einsatz der Komparatorschaltung für die geforderte Regelung. (4 VP)

Aufgabe II

2. Technische Mechanik und Produktentwicklung

Als weitere Option die Raumtemperatur zu beeinflussen, sind im Gartenhäuschen Dachfenster eingelassen. Um bei einem zu hohen Temperaturanstieg die Raumtemperatur zu senken, sollen diese bei Bedarf automatisch geöffnet sowie geschlossen werden.

In Abb. **M4** wird ein solches Dachfenster vereinfacht dargestellt. Das Dachfenster mit der Masse $m = 7 \text{ kg}$ wird durch einen automatischen Öffner, der in 15 cm Entfernung vom Rand ansetzt, geöffnet.

- a) Grenzen Sie das System Dachfenster ab und erstellen Sie einen Freischnitt. **(4 VP)**
- b) Bestimmen Sie die Lagerkräfte. **(4 VP)**

Durch zusätzliche Lasten wie Schnee und Wind muss die 30 cm lange Stütze für eine vertikale Druckkraft von mindestens 100 N ausgelegt sein. Beim Öffnen darf diese nicht einknicken.

- c) Dimensionieren Sie die Stütze mit Hilfe von **M5, M6, M7** als Rundstab aus Stahl (E-Modul Stahl: $210 \cdot 10^3 \text{ N/mm}^2$). **(6 VP)**
- d) Beschreiben Sie die Funktion und die Anforderungen des automatischen Fensteröffners. **(2 VP)**
- e) Entwickeln Sie ein weiteres Lösungsprinzip zur Realisierung. Stellen Sie dieses mit einer Skizze graphisch dar. **(4 VP)**

Aufgabe II

3. Steuern und Regeln, Energie und Technikethik

Das zur Regelung der Raumtemperatur eingesetzte Dachfenster (vgl. **M4**) soll automatisiert werden. Dafür wird eine Inselanlage geplant. Der Elektromotor soll seine Energie von einem Akku beziehen, der mit einer Solarzelle geladen wird. Es soll gewährleistet sein, dass das Dachfenster im Verlauf von 24 Stunden mindestens 10 Mal geöffnet und geschlossen werden kann, außerdem soll ein Puffer von 50% berücksichtigt werden.

- a) Berechnen Sie die benötigte Ladekapazität und wählen Sie die zum Betrieb des Motors geeigneten Akkus aus (**M4, M8, M9**). **(4 VP)**

Das Dachfenster darf sich nur unter bestimmten Umständen öffnen. So soll es bei Regen oder zu starkem Wind geschlossen bleiben. Es darf auch nur dann öffnen, wenn die Temperatur im Raum deutlich höher als außen ist. Zur Steuerung soll ein Mikrocontroller eingesetzt werden.

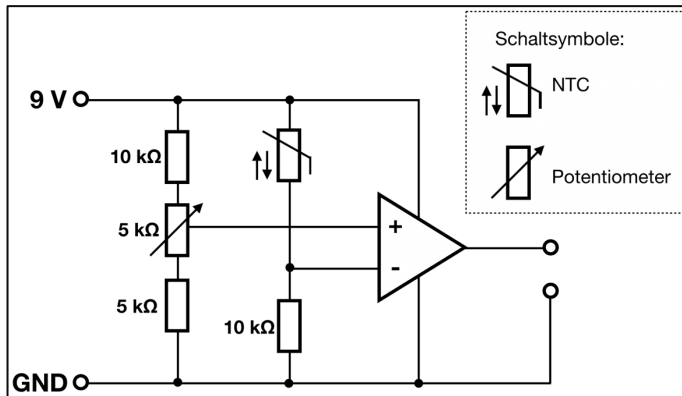
- b) Entwickeln Sie den dazugehörigen Programmablaufplan. **(8 VP)**

Die Entscheidung fällt auf einen Lithium-Ionen-Akku als Batteriespeicher für das Gartenhäuschen.

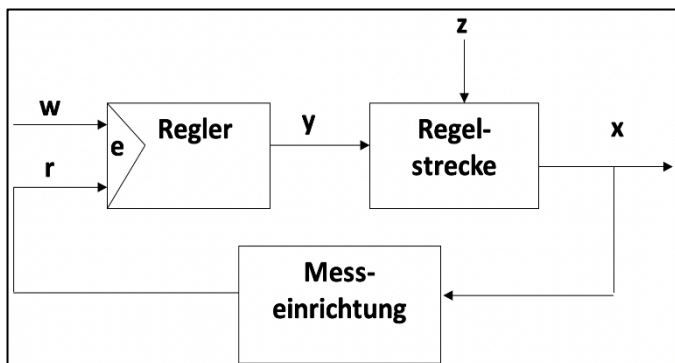
- c) Bewerten Sie diese Entscheidung unter ökologischen Gesichtspunkten auf Grundlage einer technischen Sachanalyse ausgehend von **M10**. **(8 VP)**

Aufgabe II

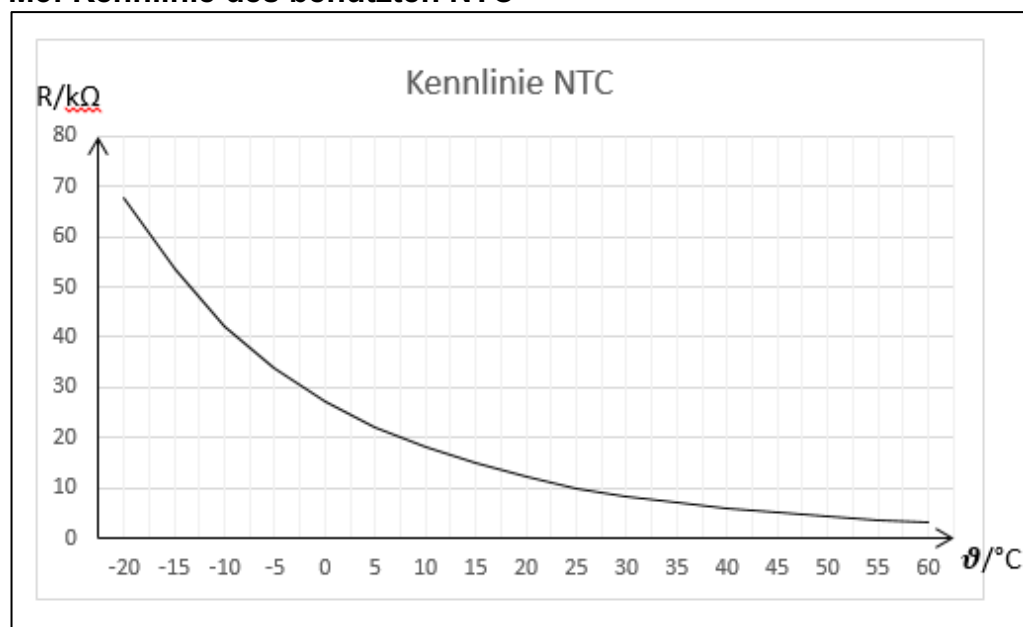
M1: Schaltbild



M2: Allgemeines, technisches Regelkreisschema

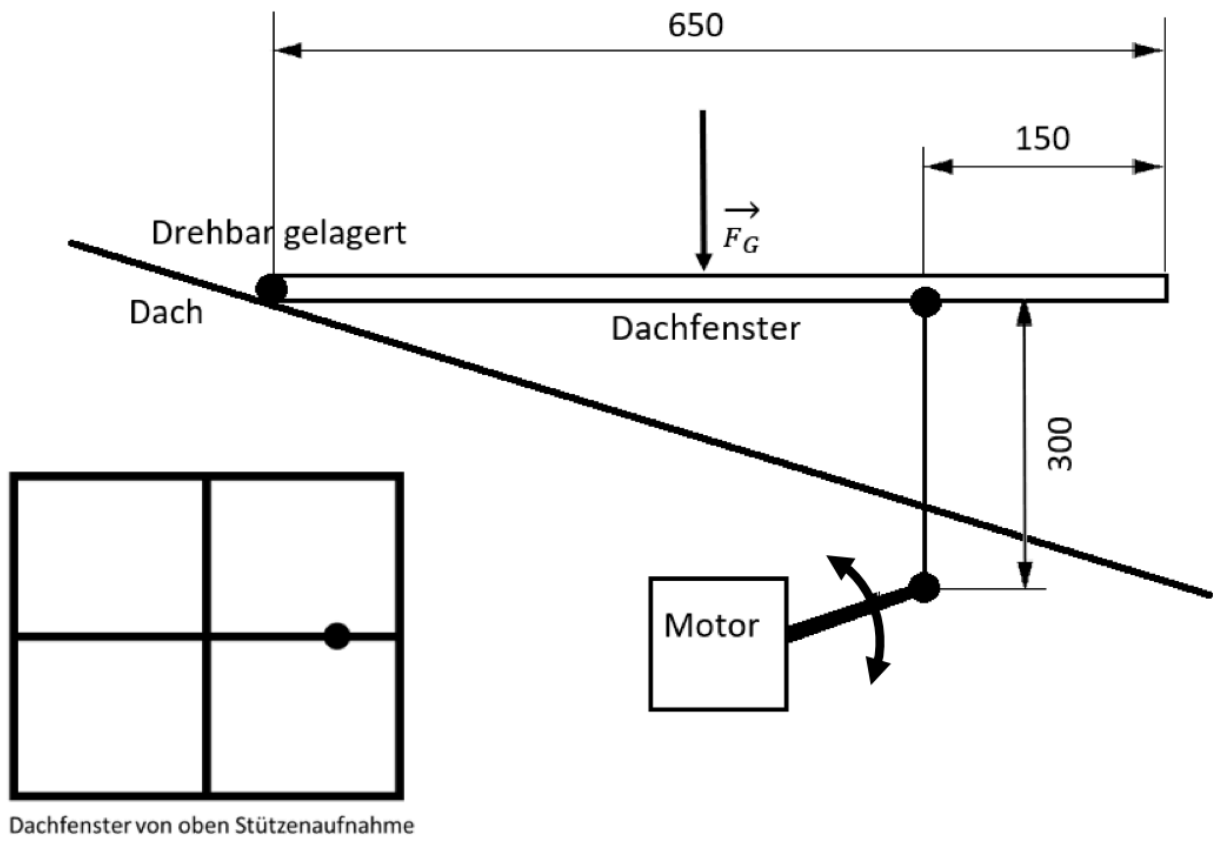


M3: Kennlinie des benutzten NTC



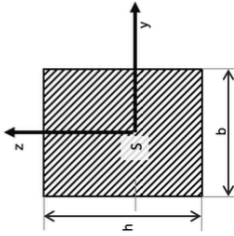
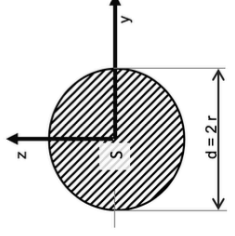
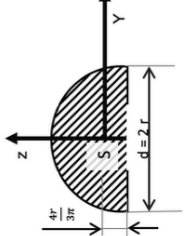
Aufgabe II

M4: vereinfachte Darstellung des Dachfensters

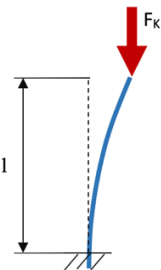
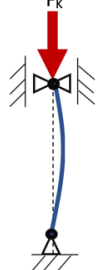
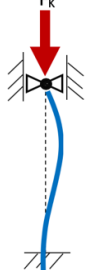
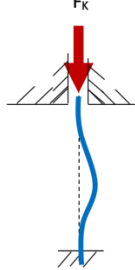


Aufgabe II

M5: Flächen und Widerstandsmomente

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

M6 Darstellung der Euler-Knickfälle

Euler-Knickfälle: a. Fall 1: $I_K = 2$ b. Fall 2: $I_K = 1$ c. Fall 3: $I_K = 0,7$ d. Fall 4: $I_K = 0,5$				
				
	a	b	c	d

M7 Formel zur Berechnung der kleinsten kritischen Last

$$F_K = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{l^2}$$

$$n = 1$$

Aufgabe II

M8 Technische Daten Spindelantrieb

Datenblatt Motor 900N mit Spindelantrieb

Hub	300 mm
Öffnungsgeschwindigkeit	12,5 mm/s (volle Last)
Nominalspannung	24V DC (max. 10% Restwelligkeit)
Betriebsspannung	19 - 22 V
Leerlaufspannung	Max. 32V DC
Stromaufnahme	1,8A
Leistungsaufnahme	Max. 44W

M9 Kenndaten der Akkus

	Akku 1	Akku 2	Akku 3	Akku 4	Akku 5
Spannung	24 V	12 V	24 V	12 V	24 V
Ladekapazität	5 Ah	20 Ah	10 Ah	20 Ah	10 Ah
Maximale Stromstärke	1,5 A	180 A	10 A	30 A	90 A
Technologie	Li-Ionen	Blei	Li-Ionen	Li-Ionen	Blei

Aufgabe II

M10 Daten zu Blei- und Lithium-Ionen-Akkus

Die Energiedaten beziehen sich auf einen Speicher mit 7,5 kWh

	Blei-Akku	Lithium-Ionen-Akku
Herkunft der Rohstoffe (Haupterzeuger)	China (Blei)	Bolivien, Argentinien & Chile (Lithium)
Energieverbrauch für Transport aus Fernost	993 kWh	406 kWh
Primärenergieeinsatz bei der Produktion	136,1 kWh	406,1 kWh
Endpreise	17-20 €/kWh	200-300 €/kWh
Nutzdauer (in Ladezyklen?)	2000 (50%-Restkapazität)	10000 (80%-Restkapazität)
Lebensdauer	8 Jahre	15 Jahre
Energiedichte	55 Wh/kg	90–250 Wh/kg
Einschränkungen/Risiken beim Einsatz	Austreten von Schwermetallen bei unsachgemäßem Gebrauch	Gefahr von Explosion und Entzündung bei unsachgemäßem Gebrauch
Entsorgung	hochgiftiger Schadstoff	Gefahr der Entzündung
Recycling	Deutschland: 100%-ige Möglichkeit zum Recycling aller Komponenten	Schwieriges, extrem aufwändiges Recycling; noch kein Einsatz von recyceltem Lithium in Batterien möglich
Einsatzgebiete (Auszug)	Starterbatterie, E-Mobilität, Notstromversorgung, elektrische Rollstühle	Laptops, Werkzeuge, Mobiltelefone, E-Mobilität