

KAR-MA 4000

Karussellmagazin

Signum Konstruktionsübung

Modul 1 – Aufgabe 1-2

Benjamin BOGNER Sandro SCHWEISS Sebastian STEINER	Kat. Nr. 2 Kat. Nr. 23 Kat. Nr. 24
4AHME – 2017/18	BRA/KEM

Abgabedatum: 13.10.2017	Korrektur / Note:
Bemerkungen:	

Inhaltsverzeichnis

Lastenheft.....	3
Beschreibung	3
Mechanisch	4
Elektrisch	4
Pflichtenheft.....	5
Technologieschema.....	8
Legende	8
Funktionsbeschreibung	9
Programmablauf.....	9
Blockschaltbild.....	10
Dynamische Auslegung	11
Getriebebaureihe	14
Motorauswahl	15
Tätigkeitsnachweis	17

Lastenheft

Auftraggeber	Auftragnehmer
HTBLA Eisenstadt	Harambe and Friends ©
Bad-Kissingen-Platz 3	Neusiedler Str. 50
7000 Eisenstadt	7000 Eisenstadt
AUT	AUT

Beschreibung

Die Maschine soll kleinere Zylinderförmige Werkstücke/Bauteile in einem Magazin ablegen können. Das Karussellmagazin soll mehrere Etagen zur Platzierung beinhalten, um möglichst viele Zylinder lagern zu können. Die Trommel soll mit einer Hochachse gedreht werden. Die Zylinder werden mechanisch z.B. mit einem Greifer gelagert und herausgenommen. Der Greifer soll die Zylinder über einen Linearschlitten positionieren um die verschiedenen Etagen wechseln zu können. Abgelegt oder Entnommen werden die Werkstücke von einem Förderband. Die Zylinder sollen stehend in der Rohrhalterung eingelagert werden.

Von einem Bedienpult aus werden die Befehle eingegeben. Die Position des Objekts soll durch eine Zahleneingabe geregelt werden, sowie andere Standardfunktionen wie Start/Stopp oder Not-Aus sollen auch am Bedienpult vorhanden sein. Das Bedienpult soll auch eine Übersicht der einzelnen Fächer durch einen Bildschirm beinhalten. Sensoren sollen den Zustand eines Faches überprüfen (Leer oder Voll) und sollen nur die Lagerung **eines** Zylinders zulassen, es sollen 10 Zylinder in eine Reihe passen. Zur Überprüfung des Vorgangs soll eine Fläche aus Plexiglas bestehen.

Mechanisch

Die mechanischen Auslegungen und Maße sollen an die Umgebung angepasst werden. Die Arbeitsumgebung befindet sich in Österreich in einer Lagerhalle, es werden keine besonderen Anforderungen an die Kühlung gestellt, da Österreich eine Temperaturspanne von -10°C bis 35°C hat. Diese spielt auch keine Rolle da die Lagerhalle bereits gekühlt wird. Die Bauweise soll kompakt sein, da wir eine Serienfertigung durchführen und möglichst viele Teile lagern wollen. Die Maße sollen ungefähr $1 \times 0,7 \text{ m}$ und eine Höhe von 2 m für das Trommelmagazin allein haben. Die Zylinder haben eine durchschnittliche Größe von $d=100 \text{ mm}$ und $h=150 \text{ mm}$, deshalb sollten die Regale jeweils 100 mm größer sein. Es müssen keine hohen Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden, da die Umgebung ziemlich sicher ist und sich keine anderen Maschinen in der Nähe befinden.

Elektrisch

Alle Befehle sollen vom Bedienpult ausgehen um Komplikationen und Zeit zu sparen. Das Bedienpult soll so einfach gestaltet sein wie möglich, mit einem Ein/Ausschalter und einem Not-Aus falls ein Fehler auftritt. Einer Zahleneingabe um so schnell wie möglich das gewünschte Regal auszuwählen und auch einen Schalter zum Bestätigen der Eingabe und einen Schalter um die Eingabe wieder zu löschen. Falls besagtes Regal bereits belegt ist, soll die Anzeige auf der die Zahlen zu sehen sind "Voll" ausgeben. Ein großes Display zur Übersicht aller Regale und ihrer Zustände soll auch auf dem Bedienpult zu sehen sein. Das Trommelmagazin soll auch in beide Richtungen drehbar sein um Zeit und Energie zu sparen. Das Förderband soll die Drehrichtung anpassen, ob ein Werkstück eingelagert oder entnommen wird.

Pflichtenheft

1. Haupteigenschaften

- Volumen: 2,4m³
 - Breite: 0,8m
 - Länge: 1m
 - Höhe: 3m
- Gewicht:
- Material:
 - Gehäuse: Blech
 - Magazin: Blech
- Farbe: grau

2. Medienversorgung

- Elektrisch
- Pneumatisch

3. Aufstellungsort der Maschine

- Lagerhalle

4. Umgebungsbedingungen

- Aufbewahrung der Maschine: Kiste aus Spanplatten, zusätzlich Luftpolsterfolie
- Transport: LKW
- Maschine in Produktion:
 - Temperaturgrenzen: -10°C - bis +40°C
 - Luftfeuchtigkeitsgrenzen: 70%

5. Transport der Maschine

- Hilfsmittel: Gabelstapler, Paletten

6. Leistungsgrenzen

- $P_{\max} = 120 \text{ W}$ (Motor)

7. Interaktionen

- Keine Interaktionen mit anderen Maschinen vorgesehen

8. Wiederverwertbare Stoffe

- Kunststoff
- Plastik
- Blech
- Kupfer

9. Eingelagerte Werkstücke

- Ein Zylinder pro Regal
- Zylinder, stehend eingelagert
 - Durchmesser: 100mm
 - Höhe: 150mm
 - Gewicht: 1,5kg

10. Definition der Bedienstellen

- Start: Die Maschine in Betrieb nehmen
- Stopp: Die Maschine ausschalten
- Not-Aus: Die Maschine im Falle eines Notfalls sofort ausschalten
- Zahleneingabe: Eingabe der Regalnummer
- Bestätigen: Das eingegeben Regal auswählen
- Löschen: Die Eingabe widerrufen

11. Erforderliche Personen

- Lieferung: 1 Person
- Aufstellung: 1 Person Auftragnehmer 2 Personen vom Kunden zur Verfügung gestellt
- Inbetriebnahme: 1 Person Auftragnehmer, 2 Personen vom Kunden
- Normalbetrieb: 1 Person
- Wartung: 1 Person Auftragnehmer
- Störung: 1 Person Auftragnehmer
- Reparatur: 1 Person Auftragnehmer
- Demontage: 1 Person Auftragnehmer, 2 Personen Auftraggeber
- Lagerung: 2 Personen Auftraggeber
- Wiederverwertung: 2 Personen Auftraggeber

12. Inbetriebnahme

- Eine Person wird von der Firma zur Verfügung gestellt die die 2 Personen des Auftragnehmers unterweist

13. Normalbetrieb

- Nach der Unterweisung wird 1 Person des Auftragnehmers benötigt um die Maschine nutzen zu können

14. Wartung

- 1 Person des Auftragnehmers wird jährlich geschickt um die Maschine zu warten

15.Störung

- Bei einer Störung wird 1 Person des Auftragnehmers geschickt um die Maschine zu untersuchen und um die Probleme der Maschine zu beheben

16.Demontage & Recycling

- Schulung über Demontage & Recycling für den Auftraggeber

17.Definition der PSA am Arbeitsplatz

- Man benötigt nur Fuß- und Beinschutz um die Maschine gefahrenfrei nutzen zu können

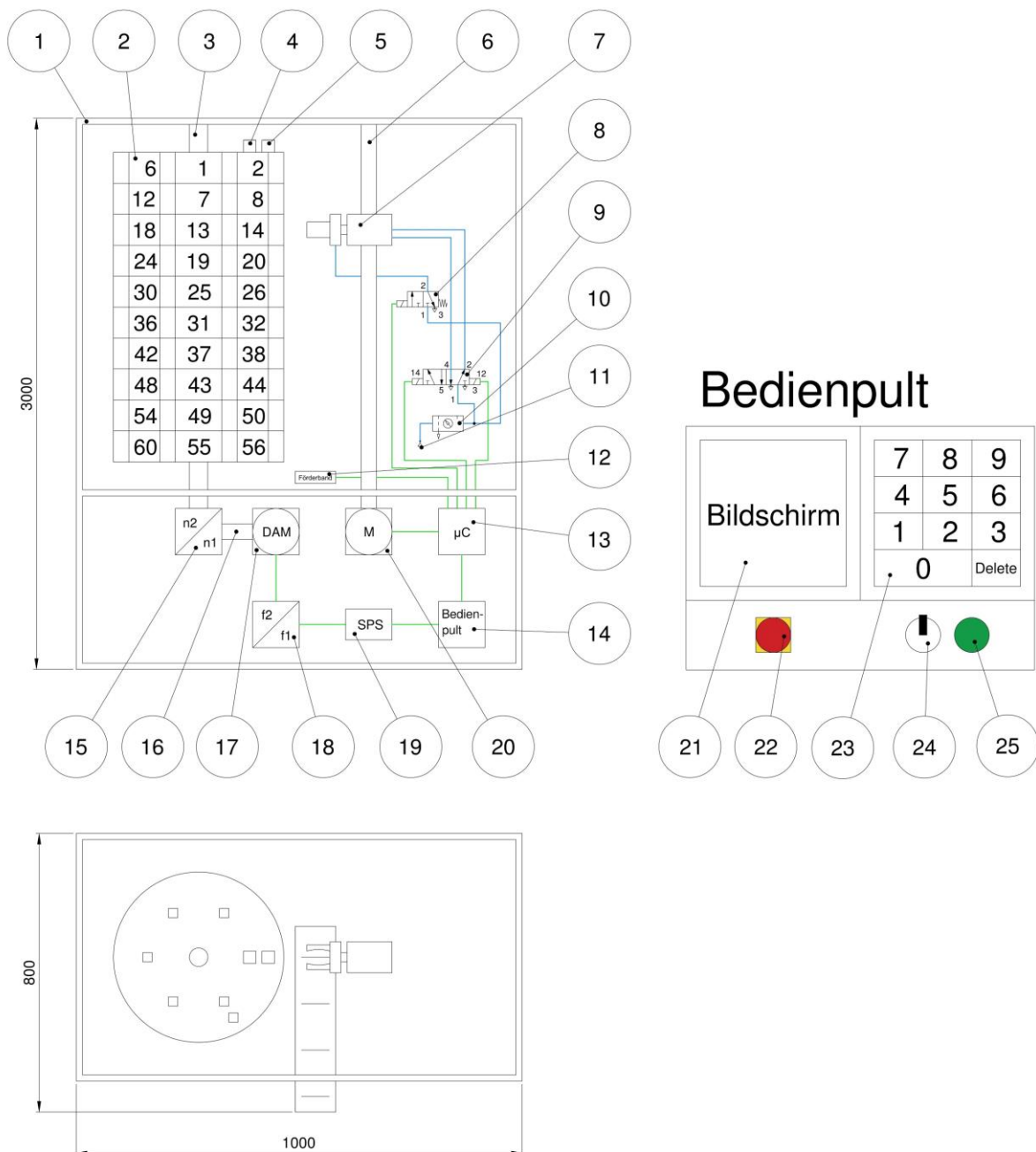
18.Definition der Schutzmaßnahmen

- Die elektrischen Komponenten werden mit einem Basisschutz versehen
 - Basisisolierung

19.eingehaltene / berücksichtigte Regelwerke und Normen

- Basisschutz: DIN VDE 0100-410
- Sicherheit von Maschinen: ÖNORM EN 60204-1

Technologieschema



Legende

- | | | |
|----------------------|------------------------------|------------------------------|
| 1. Gehäuse | 10. Wartungseinheit | 19. Speicherprogr. Steuerung |
| 2. Trommelmagazin | 11. Druckluftquelle | 20. Schrittmotor |
| 3. Hochachse | 12. Förderband | 21. Bildschirm |
| 4. Inkrementalgeber | 13. Mikrocontroller | 22. Not-Aus |
| 5. Inkrementalgeber | 14. Bedienpult | 23. Ziffernblock |
| 6. Linearschlitten | 15. Getriebe | 24. Hauptschalter |
| 7. Pneumatik-Greifer | 16. Antriebswelle | 25. Start-Taste |
| 8. 3/2 Wegeventil | 17. Drehstrom-Asynchronmotor | |
| 9. 5/2 Wegeventil | 18. Frequenzumwandler | |

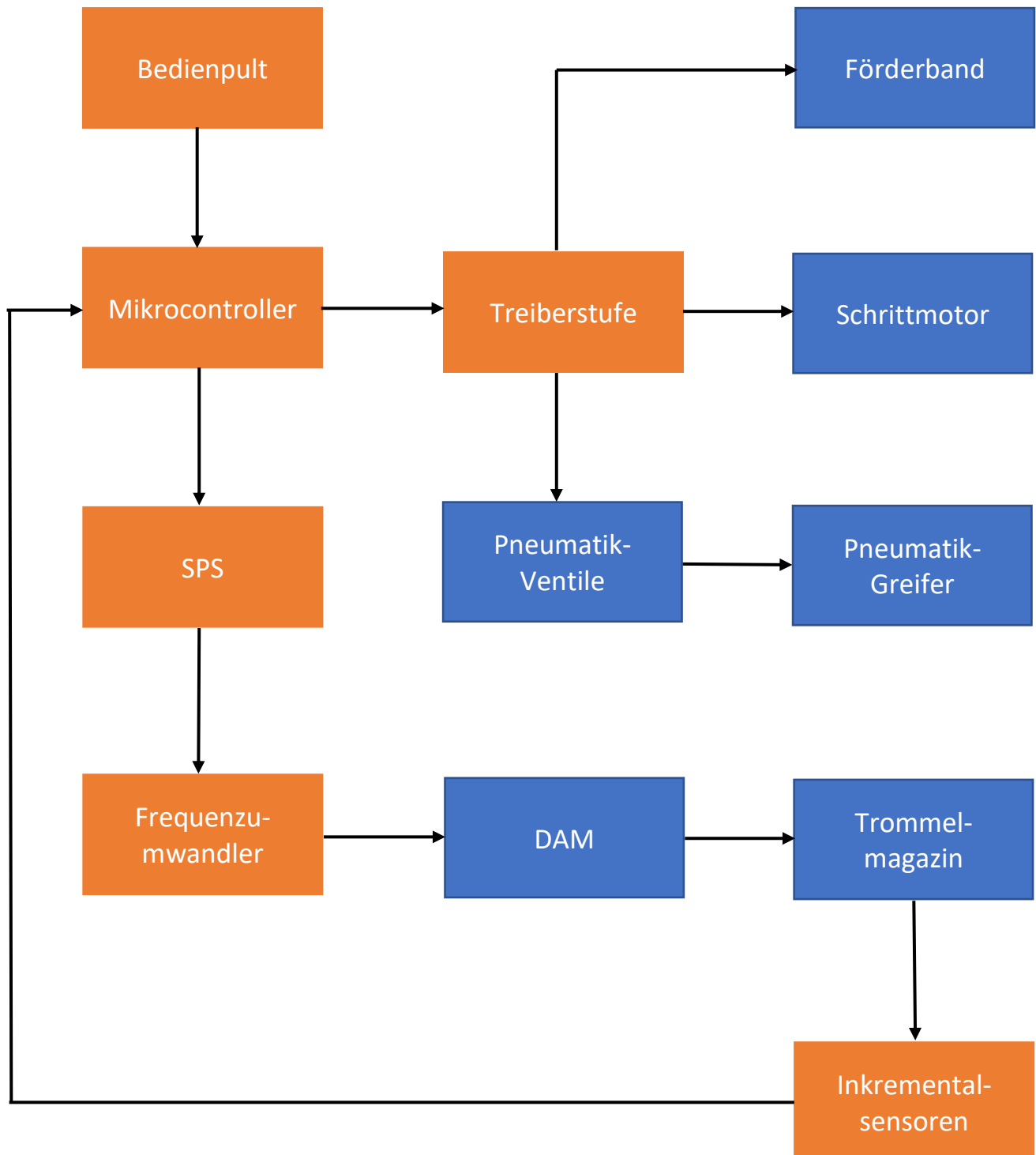
Funktionsbeschreibung

Das Karussellmagazin dient zur Speicherung von zylindrischen Werkstücken. Ein Gehäuse (1) dient zum Schutz von äußeren Einflüssen. Die Werkstücke werden in einem Trommelmagazin (2), welche drehbar um die Hochachse (3) ist, gelagert. Die einzelnen Fächer sind numeriert und am Umfang des Trommelmagazins verteilt. Um das Trommelmagazin an die gewünschte Position zu bringen wird ein Drehstrom-Asynchronmotor (17) verwendet. Das Getriebe (15) dient zur Übersetzung des Drehmoments von der Antriebswelle (16) auf die Hochachse. Eine SPS (19) verwaltet die für den Drehstrom-Asynchronmotor notwendigen Informationen und ein Frequenzumrichter (18) versorgt diesen mit der notwendigen Spannung. Ein Inkrementalgeber (4) dient zur Bestimmung der genauen Position der Trommel, ein zweiter Inkrementalgeber (5) dient als Referenzpunkt. Dadurch wird ein Orientierungsverlust des Systems verhindert. Ein Pneumatik-Greifer (7) dient zur Ein- und Auslagerung der Werkstücke. Ein Förderband (12) zum Transport der Werkstücke von außen zum Pneumatik-Greifer. Ein 5/2 Wegeventil (9) steuert einen Zylinder, dieser positioniert den Pneumatik-Greifer an die gewünschte Stelle in der Trommel. Die Greiffunktion wird durch ein 3/2 Wegeventil (8) durchgeführt. Die pneumatischen Komponenten werden mithilfe einer Druckluftquelle (11) und einer Wartungseinheit (10) mit Druckluft versorgt. Der Pneumatik-Greifer ist auf einem Linearschlitten (6) befestigt. Ein Schrittmotor (20) befördert den Pneumatik-Greifer dabei an die gewünschte Stelle. Ein Bedienpult (14) ermöglicht eine einfache Steuerung der Maschine. Ein Hauptschalter (24) dient zur Inbetriebnahme der Maschine, diese kann durch ihn allpolig von der elektrischen Versorgung getrennt werden. Das gewünschte Fach kann auf dem Ziffernblock (23) eingegeben werden. Der eingegebene Wert kann zur Sicherheit am Bildschirm (21) überprüft werden. Durch Drücken der Start-Taste (25) führt die Maschine die gewünschte Operation durch. Der Notausschalter (22) dient dazu, die Maschine im Gefahrenfall oder zur Abwendung einer Gefahr schnell in einen sicheren Zustand zu versetzen. Ein Mikrocontroller (13) verarbeitet die Eingabe des Bedienpults und steuert das Förderband, die beiden Wegeventile und den Schrittmotor elektrisch an. Er regelt den Großteil des Programmablaufes.

Programmablauf

Zur Inbetriebnahme der Maschine wird der Hauptschalter in die Ein-Stellung versetzt. Nach einem kurzen Augenblick ist die Maschine bereit für ihren Einsatz. Der Status der einzelnen Fächer kann auf dem Bildschirm entnommen werden. Auf dem Ziffernblock wird das gewünschte Fach eingegeben und mit der Start-Taste bestätigt. Die Eingabe wird daraufhin von der SPS verarbeitet. Sie berechnet, basierend auf dem aktuellen Standort der Trommel, den kürzesten Weg zum gewünschten Fach. Danach leitet sie die Informationen an den Frequenzumwandler weiter. Der Drehstrom-Asynchronmotor befördert die Trommel nun an die gewünschte Position. Auch der Mikrocontroller verarbeitet die Eingabe des Bedienpults und steuert die restlichen Komponenten. Ist das gewünschte Fach leer befördert er das Werkstück mithilfe des Förderbands von außen zum Pneumatik-Greifer. Angetrieben mithilfe des Schrittmotors holt dieser das Werkstück vom Förderband ab. Das 3/2 Wegeventil sorgt für die nötige Spannkraft des Greifers. Nun wird der Pneumatik-Greifer auf der gewünschten Etage positioniert. Das 5/2 Wegeventil lässt den Zylinder ausfahren. Im Fach angekommen sperrt das 3/2 Wegeventil und die eingebaute mechanische Feder zieht die Backen des Greifers wieder auseinander. Der Zylinder fährt wieder ein und die Maschine ist nun bereit für den nächsten Befehl. Ist das gewünschte Fach voll wird das Programm umgekehrt durchgeführt. Die Maschine merkt sich in welchen Fächern sich Werkstücke befinden und entscheidet auf Basis dessen welcher Programmablauf notwendig ist. Dieses Verhalten ist vom Benutzer zu berücksichtigen.

Blockschaltbild



Dynamische Auslegung

Gegeben:

Blech: $\rho = 2800 \text{ kg/m}^3$

Durchmesser(d) = 60cm

Regale(m) = 60

Werkstückabstand(r_w) = 25cm

Massenträgheitsmoment Getriebemotor(I_G) = $0,25 \text{ kgm}^2$

Masse des Wersktücks(m_w) = 1,5kg

Winkelgeschwindigkeit(ω) = $1,3 \text{ s}^{-1}$

Beschleunigungszeit(t_B) = 1s

$K_s = 1,2$

$\eta = 0,7$

$h_B = 2 \text{ mm}$

$h_R = 1 \text{ mm}$

Gesucht:

Erforderliche Leistung(P_{erf})

Erforderliches Drehmoment(M_{erf})

Winkelbeschleunigung α berechnet man indem man die Winkelgeschwindigkeit ω durch die Beschleunigungszeit t_B

$$\alpha = \omega / t_B$$

$$\alpha = 1,3 \text{ s}^{-1} / 1 \text{ s}$$

$$\underline{\alpha = 1,3 \text{ s}^{-2}}$$

Masse der Scheiben m_r, m_b berechnen

$$V_B = \pi \cdot r^2 \cdot h_B$$

$$V_R = \pi \cdot r^2 \cdot h_R$$

$$V_B = \pi \cdot (0,3 \text{ m})^2 \cdot 0,02 \text{ m}$$

$$V_R = \pi \cdot (0,3 \text{ m})^2 \cdot 0,01 \text{ m}$$

$$\underline{V_B = 0,565 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}$$

$$\underline{V_R = 0,283 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}$$

$$m_B = V_B \cdot \rho$$

$$m_B = 0,565 \cdot 10^{-3} \text{m}^3 \cdot 2800 \text{kg/m}^3$$

$$\underline{m_B = 1,58 \text{kg}}$$

$$m_R = V_R \cdot \rho$$

$$m_R = 0,283 \cdot 10^{-3} \text{m}^3 \cdot 2800 \text{kg/m}^3$$

$$\underline{m_R = 0,79 \text{kg}}$$

Danach wird das Massenträgheitsmoment I_{Rges} ergibt sich aus der Masse der Scheiben m_R multipliziert mit der Hälfte des Quadrats des Radius der Scheiben r

$$I_R = m_R \cdot r^2 / 2$$

$$I_{Rges} = I_R \cdot 9$$

$$I_R = 0,79 \text{kg} \cdot (0,3 \text{m})^2 / 2$$

$$I_{Rges} = 0,0356 \text{kgm}^2 \cdot 9$$

$$\underline{I_R = 0,0356 \text{kgm}^2}$$

$$\underline{I_{Rges} = 0,3204 \text{kgm}^2}$$

Berechnung des Massenträgheitsmoment der zu speichernden Werkstück I_{wges}

$$I_{wges} = m_w \cdot r_w^2 \cdot m$$

$$I_{wges} = 1,5 \text{kg} \cdot (0,25 \text{m})^2 \cdot 60$$

$$\underline{I_{wges} = 5,625 \text{kgm}^2}$$

Das Massenträgheitsmoment der Trennbleche I_F wird mit 20% der Scheiben angenommen

$$I_F = I_R \cdot 20\%$$

$$I_F = 0,0356 \text{kgm}^2 \cdot 0,2$$

$$\underline{I_F = 0,00712 \text{kgm}^2}$$

Massenträgheitsmoment des Antriebs I_G

$$I_G = 0,25 \text{kgm}^2$$

Das gesamte Massenträgheitsmoment I_{ges}

$$I_M = I_{Bges} + I_{Rges} + I_{Fges}$$

$$I_M = 0,142 \text{kgm}^2 + 0,3204 \text{kgm}^2 + 0,0712 \text{kgm}^2$$

$$\underline{I_M = 0,5336 \text{kgm}^2}$$

$$I_{wges} = m_w \cdot r_w^2 \cdot m$$

$$I_{wges} = 1,5 \text{kg} \cdot (0,25 \text{m})^2 \cdot 60$$

$$\underline{I_{wges} = 5,625 \text{kgm}^2}$$

$$I_{ges} = I_M + I_{wges} + I_G$$

$$I_{ges} = 0,5336 \text{kgm}^2 + 5,625 \text{kgm}^2 + 0,25 \text{kgm}^2$$

$$\underline{I_{ges} = 6,41 \text{kgm}^2}$$

Nenndrehmoment vom Antrieb M_{nenn} berechnet mit I_{ges} multipliziert mit der Winkelbeschleunigung α

$$M_{\text{nenn}} = I_{\text{ges}} \cdot \alpha$$

$$M_{\text{nenn}} = 6,41 \text{kgm}^2 \cdot 1,3 \text{s}^{-2}$$

$$\underline{M_{\text{nenn}} = 8,33 \text{Nm}}$$

Nennleistung P_{nenn} berechnet man mit M_{nenn} und der Winkelgeschwindigkeit ω

$$P_{\text{nenn}} = M_{\text{nenn}} \cdot \omega$$

$$P_{\text{nenn}} = 8,33 \text{Nm} \cdot 1,3 \text{s}^{-1}$$

$$\underline{P_{\text{nenn}} = 10,83 \text{W}}$$

Das erforderliche Antriebsmoment M_{erf} ergibt sich indem man das Nenndrehmoment des Antriebs M_{nenn} mit dem Stoßfaktor für ruckhaften Anlauf K_s multipliziert und danach durch den Wirkungsgrad η dividiert

$$M_{\text{erf}} = M_{\text{nenn}} \cdot K_s / \eta$$

$$M_{\text{erf}} = 8,33 \text{Nm} \cdot 1,2 / 0,7$$

$$\underline{M_{\text{erf}} = 14,28 \text{Nm}}$$

Das erforderliche Antriebsleistung P_{erf} berechnet man mit dem erforderlichen Antriebsmoment M_{erf} und der Winkelgeschwindigkeit ω

$$P_{\text{erf}} = M_{\text{erf}} \cdot \omega$$

$$P_{\text{erf}} = 14,28 \text{Nm} \cdot 1,3 \text{s}^{-1}$$

$$\underline{P_{\text{erf}} = 18,56 \text{W}}$$

Getriebebaureihe

Getriebebaureihe : Typenbezeichnung :

Stirnradgetriebemotoren CG012-11N-63-04E-TH-TF

Betriebsdaten :

Umgebungstemperatur :	+20	°C
Betriebsart :	S3..S6 ED 10min	

Motordaten :

Serie :	WEG Modularer Systemmotor (EUSAS)	
Gehäusematerial :	Aluminium	
Wirkungsgradklasse η :	IE1-57.0%	
Bezeichnung :	11N	
Motorleistung :	0.12	[kW]
Nennndrehzahl :	1375	[1/min]
Nennndrehmoment :	0.83	[Nm]
Spannung :	230/400	[V]
Frequenz :	50	[Hz]
Schaltung :	D/Y	
Nennstrom :	0.73 / 0.42	[A]
Anlauf zu Nennstrom :	3.5	
$\cos \varphi$:	0.72	
Schutzart :	IP 55	
Anschlusskastenlage :	Seite 1 Kabeleinführung I	
Isoklasse :	F	
Trägheitsmoment :	0.34×10^{-3}	[kgm ²]

Sonstige Ausführungen Motor :

Lüfter :	eigenbelüftet
Thermische Überwachung :	Bimetallschalter Öffner (TH) und Kaltleitertemperaturfühler PTC (TF) für Abschaltung
Kugellager :	Standard

Getriebedaten :

Max. zul. th. Grenzleistung bei +20 °C und S3..S6 ED 10min-Betrieb :	5	[kW]
Abtriebsdrehzahl :	33	[1/min]
Abtriebsdrehmoment :	35	[Nm]
Betriebsfaktor :	2.45	
Stufenanzahl :	2	
Untersetzung :	42.00	
Verdrehflankenspiel (min-max) :	9' - 25'	
Zul. Eintriebsdrehmoment bei fB1 :	2	[Nm]
Max. zul. Eintriebsdrehzahl :	3000	[1/min]
Bauform :	M1	
Abtriebswelle :	Ø 20 k6 x 40	[mm]
Nut :	DIN6885.1	
Lackierung :	LC1 - Innenaufstellung, neutrale Atmosphäre NDFT 60 µm (C1 - DIN EN ISO 12944-5)	
Farbe :	RAL 7011 (EISENGRAU)	
Gesamtgewicht :	7.9	[kg]

Antriebsseite :

Typ :	IEC Direktanbau
Antriebswelle :	Ø 16 j6 x 18,5 mm
Antriebsflansch :	FC120

Sonstige Ausführungen Getriebe :

Schmierstoff :	Mineralöl - CLP ISO VG 220
----------------	----------------------------