



**KULTUSMINISTER
KONFERENZ**

Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung

Technik

Ergänzung der Aufgabenbeispiele im Schwerpunkt
Ingenieurwissenschaften

(Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2021)

Sekretariat der Kultusministerkonferenz
Referat Berufliche Bildung, Weiterbildung und Sport
Taubenstraße 10
10117 Berlin
Tel. 030 25418-499
berufsbildung@kmk.org
<http://www.kmk.org>

1.11 Ingenieurwissenschaften

Übersicht über die unterrichtlichen Voraussetzungen

Bezeichnung des Schwerpunktes:

Fach mit erhöhtem Anforderungsniveau **Ingenieurwissenschaften**

Inhaltsbereich dieser Aufgabe: Bautechnik, Maschinenbautechnik, Elektrotechnik

Unterrichtsumfang des Unterrichtsfaches: 5 Wochenstunden über 4 Schulhalbjahre

Fachspezifischer Bildungsauftrag

Die Kompetenzentwicklung im Fach Technik zielt darauf ab, künstliche Gegenstände bzw. Konstruktionen anhand vorgegebener und selbst entwickelter Kriterien anforderungs- und normgerecht unter Anwendung mathematischer, naturwissenschaftlicher und technischer Erkenntnisse zu analysieren, zu planen, zu entwerfen, in Betrieb zu nehmen und zu überprüfen. Das ingenieurwissenschaftliche Handeln zeichnet sich dadurch aus, dass das Zusammenwirken von technischen Sachsystemen und nachhaltigem menschlichem Handeln anhand des Modells des soziotechnischen Systems kritisch betrachtet und beurteilt wird.

Zur Lösung der Aufgabenstellungen kommen die folgenden Kompetenzen zur Anwendung.

Die Schülerinnen und Schüler ...

- setzen die Anforderungen des Wärmeschutzes nach GEG beim Entwurf von Bauteilen der Gebäudehülle um
- führen bauphysikalische Nachweise nach DIN 4108 und Tauwasseruntersuchungen nach dem Glaser-Verfahren durch
- berechnen relevante Werte zur Tauwasseruntersuchung und stellen diese mit Hilfe eines Tabellenkalkulationsprogramms als Diagramm dar
- weisen nach, dass die Biegezugbewehrung eines Stahlbetonbalkens ausreichend dimensioniert ist
- prüfen rechnerisch, ob die Bewehrungsrichtlinien nach DIN 1045 eingehalten wurden
- ermitteln die physikalisch-technischen Größen Arbeit und Leistung
- überprüfen und dimensionieren Komponenten von Antriebssystemen
- bestimmen die Auflagerkräfte
- fügen Bauteile und Normteile zu einer Baugruppe mit Hilfe eines CAD-Programmes zusammen und verknüpfen diese
- dimensionieren und wählen unter Verwendung von Datenblättern elektrische Betriebsmittel zum Leitungsschutz aus
- untersuchen elektrische Anlagen und überprüfen deren Abschaltcharakteristik
- analysieren und entwickeln verbindungs- sowie speicherprogrammierte Steuerungen und nehmen diese in Betrieb

Bearbeitungszeit: 300 Minuten
inkl. Arbeitszeit für digitale Anwendungen

Bewertungseinheiten: 120 BE

Hilfsmittel: Tabellenbuch, Zeichenutensilien, Taschenrechner,
PC mit entsprechender Software
(Tabellenkalkulationsprogramm, CAD-Programm,
Entwicklungsumgebung für speicherprogrammierbare
Steuerung, ggf. Anlagensimulation)

Ausgangsszenario

An einem See im Umland plant der dortige Ruderclub den Bau einer sogenannten Slipanlage für seine Ruderboote. Mit dieser Anlage können die Boote komfortabel vom Ufer aus zu Wasser gelassen und wieder eingeholt werden. Gleichzeitig soll die in der Nähe befindliche ehemalige Lagerhalle zu einem Vereinsheim umgebaut werden, wie Abbildung 1 zeigt.

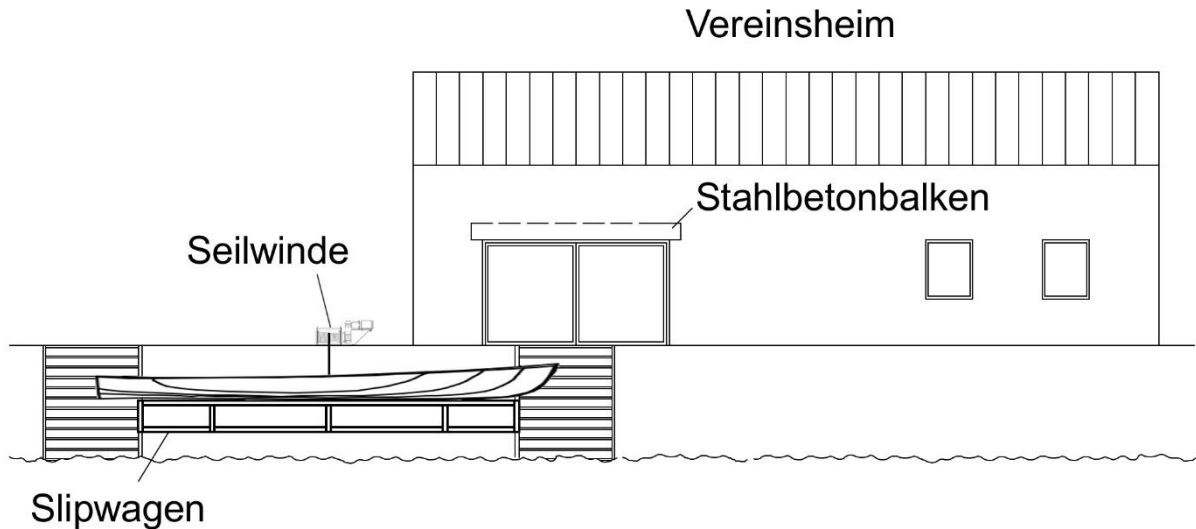


Abbildung 1: Geplantes Vereinsheim mit Slipanlage

Folgende Aufgaben sind zu bearbeiten:

Aufgabe	Inhalt	BE	Seite
1	Bautechnische Untersuchungen	40	3
2	Maschinenbautechnische Dimensionierung und Konstruktion	40	9
3	Elektrotechnische Dimensionierung und Steuerung	40	14

Aufgabe 1 - Bautechnische Untersuchungen

(insgesamt zu erreichen 40 BE)

Es ist geplant, die Außenwand der ehemaligen Lagerhalle zu sanieren. Dabei soll der Wärmeschutz nach Gebäudeenergiegesetz (GEG 2020) gewährleistet und durch die bauliche Maßnahme das äußere Erscheinungsbild (verputzte Fassade) nicht verändert werden.

Der Aufbau der bestehenden Außenwand des künftigen Vereinsheimes wurde durch eine Probeentnahme mittels Kernbohrung bestimmt und ergab folgende Werte:

Innenputz:	d= 1,5 cm, Kalkgipsmörtel, $\rho = 1400 \text{ kg/m}^3$
Mauerwerk:	d= 36,5 cm, Kalksandlochstein, $\rho = 1600 \text{ kg/m}^3$
Außenputz:	d= 2,0 cm, Kalkzementmörtel, $\rho = 1800 \text{ kg/m}^3$

Bearbeitungshinweis:

Nutzen Sie für die folgenden Berechnungen die bereitgestellte Tabellenkalkulationsvorlage. Ergänzen Sie die vorhandenen Werte durch die entsprechenden Berechnungswerte der jeweiligen Aufgabe.

1.1 Wärmeschutz **8 BE**

1.1.1 Entwerfen Sie einen möglichen Außenwandaufbau für die sanierte Außenwand, indem Sie Ihren Lösungsvorschlag als fachgerechte Skizze im ungefähren Maßstab 1:10 darstellen. (3 BE)

1.1.2 Prüfen Sie rechnerisch, ob Ihr Entwurf die Vorgaben der Energieeinsparverordnung erfüllt und den maximalen U-Wert von $0,24 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ nicht überschreitet. Passen Sie gegebenenfalls Ihren Entwurf an. (5 BE)

1.2 Tauwasseruntersuchung **20 BE**

Von einem ortsansässigen Unternehmen, der Firma Putz-Meister, dessen Leistungsspektrum u. a. die Herstellung von Wärmedämmverbundsystemen (WDVS) umfasst, geht ein Angebot für die Anbringung eines WDVS-Systems (auf die bestehende Außenwand) mit folgendem Wandaufbau ein:

Dämmung (WDVS): $d = 14 \text{ cm}$, Mineralwolle, WLG 040, $\rho \leq 30 \text{ kg/m}^3$
Unter- und Oberputz (inkl. Glasgewebearmierung): $d = 0,6 \text{ cm}$, Kunstharzputz, $\rho = 1100 \text{ kg/m}^3$

1.2.1 Untersuchen Sie rechnerisch, ob für die sanierte Außenwand, nach dem Angebot der Firma Putz-Meister, die Gefahr von Tauwasserbildung besteht. (14 BE)

Für die Berechnung sind die Randbedingungen der DIN 4108 zugrunde zu legen:

$$\vartheta_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}, \vartheta_e = -10 \text{ }^\circ\text{C}, \phi_i = 50 \text{ } \%, \phi_e = 80 \text{ } \%$$

1.2.2. Erstellen Sie, basierend auf dem Angebot der Firma Putz-Meister, ein Wasserdampf-Diffusionsdiagramm und interpretieren Sie dieses. Diskutieren Sie auch mögliche Folgen für die sanierte Außenwand. (6 BE)

Bearbeitungshinweis:

Nutzen Sie für die Erstellung des Wasserdampf-Diffusionsdiagramms die bereitgestellte Berechnungstabelle und die Diagrammfunktion des verwendeten Tabellenkalkulationsprogrammes.

1.3 Überprüfung des Stahlbetonbalkens

12 BE

Als Stahlbetonbalken soll für das Vereinsheim ein Fertigsturz verwendet werden. Der Querschnitt des ausgewählten Fertigsturzes ist in Abbildung 3 vereinfacht dargestellt. Die Eignung des gewählten Stahlbetonbalkens ist zu überprüfen. Nutzen Sie dazu die Tabellen in der Anlage zu Aufgabe 1.3.

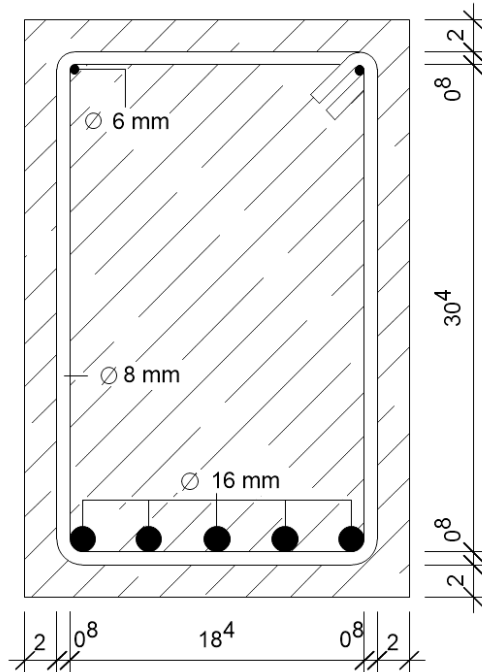


Abbildung 3: Ausgewählter Fertigsturz – vereinfachte Darstellung

Folgende Angaben über den Stahlbetonbalken liegen außerdem vor:

Expositionsklasse XC 1

Betondruckfestigkeitsklasse C 20/25

Ständige charakteristische Einwirkungen

aus der Eigenlast des Daches

$$g_{k1} = 12,0 \text{ kN/m}$$

aus der Eigenlast des aufgehenden Mauerwerks

$$g_{k2} = 7,8 \text{ kN/m}$$

aus der Eigenlast des Stahlbetonbalkens

$$g_{k3} = 1,8 \text{ kN/m}$$

Summe der veränderlichen charakteristischen Einwirkungen

$$q_{k1} = 10,0 \text{ kN/m}$$

Stützweite

$$l_{\text{eff}} = 4,21 \text{ m}$$

- 1.3.1 Überprüfen Sie, ob die Betondeckung unter Berücksichtigung der Angaben ausreichend ist. (1 BE)
- 1.3.2 Weisen Sie rechnerisch nach, dass die vorhandene Querschnittsfläche der Biegezugbewehrung (vorh. A_s) ausreichend ist. (7 BE)
- 1.3.3 Beurteilen Sie die Anordnung der Biegezugbewehrung in dem dargestellten (vereinfachten) Balkenquerschnitt. Berücksichtigen Sie dabei den erforderlichen Biege-
rollendurchmesser d_{br1} (siehe Tabelle in Anlage zu Aufgabe 1.3). (4 BE)

Hinweis:

Die Sicherung des Verbundes der Betonstahlbewehrung soll bei der Betondeckung vernachlässigt werden.

Bauvorhaben: Sanierung der Außenwand							Kurs:		
Nachweis von Tauwasseranfall - Glaser - Verfahren nach DIN 4108							Bearbeiter:		
Schichtenfolge von Innen nach Außen	Rohdichte e [kg/m ³]	Schichtdicke d [m]	Diffusions-Widerstandszahl μ	diff.äquival. Luftschichtdicke s_d [m] <small>$s_d = \mu \cdot d$</small>	Wärmeleit-zahl λ_R [W/(m · K)]	Wärmeleit-widerstand $R = d / \lambda_R$ [(m ² · K)/W]	Temperaturen an den Schichtgrenzen ϑ [°C]	Dampf-sättigungs-druck P_s [Pa]	Partial-dampfdruck P [Pa]
Wärmeüber-gang Innen							20		
Innenputz Kalkgipsmörtel	1400	0,015							
KSL- Mauerwerk (alter) Außenputz Kalkzementmörtel	1600	0,365							
Wärmeüber-gang Außen							-10,0		
Summen									
							$R_T =$	[m ² x K)/ W]	
							$U =$	[W/ (m ² x K)]	

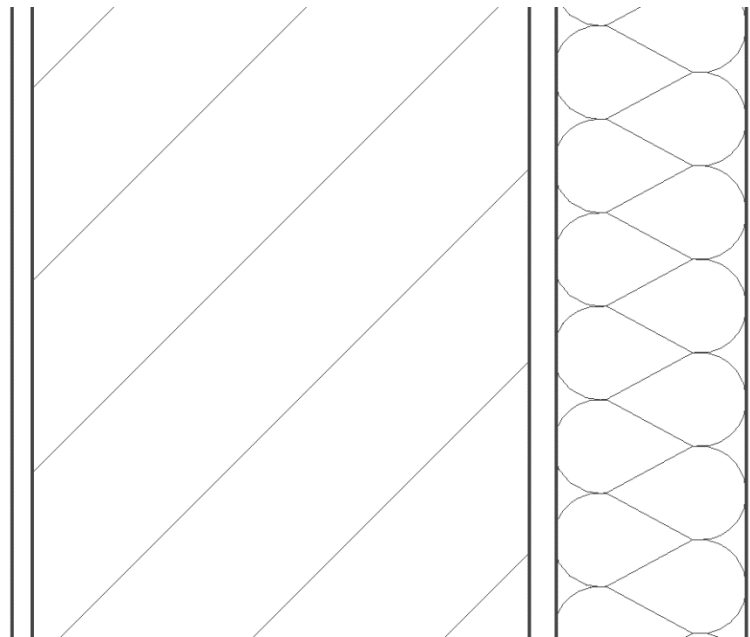


Abbildung 2: Wandquerschnitt der ehemaligen Lagerhalle

Betondeckung

Betondeckung			
Expositionsklasse	Mindestbetondeckung C_{min} [mm]	Vorhaltemaß ΔC_{dev}	Nennmaß der Betondeckung $C_{nom} = C_{min} + \Delta C_{dev}$
XC1	10	10	20
XC2 / X C3	20	15	35
XC4	25		40
XD1 / XD2 / XD3	40		55
XS1 / XS2 / XS3	40		55

Kennwerte Biegebemessung

k_d für Betonfestigkeitsklasse C ...									k_s
12/15	16/20	20/25	25/30	30/37	35/45	40/50	45/55	50/60	
14,34	12,41	11,10	9,93	9,07	8,39	7,85	7,40	7,02	2,32
7,90	6,84	6,12	5,47	5,00	4,63	4,33	4,08	3,87	2,34
5,87	5,08	4,54	4,06	3,71	3,44	3,21	3,03	2,87	2,36
4,94	4,27	3,82	3,42	3,12	2,89	2,70	2,55	2,42	2,38
4,39	3,80	3,40	3,04	2,77	2,57	2,40	2,27	2,15	2,40
4,01	3,47	3,10	2,78	2,53	2,35	2,20	2,07	1,96	2,42
3,63	3,14	2,81	2,51	2,29	2,12	1,99	1,87	1,78	2,45
3,35	2,90	2,60	2,32	2,12	1,96	1,84	1,73	1,64	2,48
3,14	2,72	2,43	2,18	1,99	1,84	1,72	1,62	1,54	2,51
2,97	2,57	2,30	2,06	1,88	1,74	1,63	1,53	1,46	2,54
2,85	2,47	2,21	1,97	1,80	1,67	1,56	1,47	1,40	2,57
2,72	2,36	2,11	1,89	1,72	1,59	1,49	1,41	1,33	2,60
2,62	2,27	2,03	1,82	1,66	1,54	1,44	1,36	1,29	2,63
2,54	2,20	1,97	1,76	1,61	1,49	1,39	1,31	1,24	2,66
2,47	2,14	1,91	1,71	1,56	1,44	1,35	1,27	1,21	2,69
2,41	2,08	1,86	1,67	1,52	1,41	1,32	1,24	1,18	2,72
2,35	2,03	1,82	1,63	1,49	1,38	1,29	1,21	1,15	2,75
2,28	1,98	1,77	1,58	1,44	1,34	1,25	1,18	1,12	2,79
2,23	1,93	1,73	1,54	1,41	1,30	1,22	1,15	1,09	2,83
2,18	1,89	1,69	1,51	1,38	1,28	1,19	1,13	1,07	2,87
2,14	1,85	1,65	1,48	1,35	1,25	1,17	1,10	1,05	2,91
2,10	1,82	1,62	1,45	1,33	1,23	1,15	1,08	1,03	2,95
2,06	1,79	1,60	1,43	1,30	1,21	1,13	1,07	1,01	2,99
2,03	1,75	1,57	1,40	1,28	1,19	1,11	1,05	0,99	3,04
1,99	1,72	1,54	1,38	1,26	1,17	1,09	1,03	0,98	3,09

© Westermann Gruppe

Joseph Wessig et al.: Bautechnik Tabellen. 15. Auflage. Braunschweig 2015. Westermann Verlag, S. 238

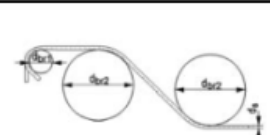
Gesamter Nennquerschnitt von Stabstahl A_s

Betonstabstahl			gesamter Nennquerschnitt A_s in cm^2											
d_s mm	Gewicht kg/m	Umfang cm	bei Stückzahl											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6	0,222	1,89	0,283	0,566	0,85	1,13	1,41	1,70	1,98	2,26	2,54	2,83	3,11	3,40
8	0,395	2,51	0,503	1,01	1,51	2,01	2,51	3,02	3,52	4,02	4,52	5,03	5,53	6,04
10	0,617	3,14	0,785	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07	7,85	8,64	9,42
12	0,888	3,77	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	7,92	9,05	10,2	11,3	12,4	13,6
14	1,21	4,40	1,54	3,08	4,62	6,16	7,70	9,24	10,8	12,3	13,9	15,4	16,9	18,5
16	1,58	5,03	2,01	4,02	6,03	8,04	10,1	12,1	14,1	16,1	18,1	20,1	22,1	24,1
20	2,47	6,28	3,14	6,28	9,42	12,6	15,7	18,8	22,0	25,1	28,3	31,4	34,5	37,7
25	4,83	7,85	4,91	9,82	14,7	19,6	24,6	29,5	34,4	39,3	44,2	49,1	54,0	58,9
28	4,83	8,80	6,16	12,3	18,5	24,6	30,8	36,9	43,1	49,3	55,4	61,6	67,8	73,9

© Westermann Gruppe

Joseph Wessig et al.: Bautechnik Tabellen. 15. Auflage. Braunschweig 2015. Westermann Verlag, S. 231

Biegerollendurchmesser nach DIN 1045

Mindestwerte der Biegerollendurchmesser bei einmaligem Biegen (DIN 1045-1, Tabelle 23)					
	Haken, Winkelhaken, Schlaufen, Bügel [d_{br1}]		Schrägstäbe oder andere gebogene Stäbe [d_{br2}]		
	Stabdurchmesser d_s		Mindestwerte der Betondeckung rechtwinklig zur Biegeebene		
	< 20 mm	≥ 20 mm	> 100 mm > 7 d_s	> 50 mm > 3 d_s	≤ 50 mm $\leq 3 d_s$
Normalbeton	4 d_s	7 d_s	10 d_s	15 d_s	20 d_s
Leichtbeton	5 d_s	9 d_s	13 d_s	20 d_s	26 d_s



© Dr. N. Brauer et al. Institut für Stahlbetonbewehrung e. V. (ISB): Bewehren von Stahlbetontragwerken nach DIN 1045-1: 2008-08. Bewehrungs- und Konstruktionsregeln. Arbeitsblatt 8. Ausgabe 2010-12, S. 80

Aufgabe 2 - Maschinenbautechnische Dimensionierung und Konstruktion

(insgesamt zu erreichen 40 BE)

Der Motor DRE90L2 zur Bewegung eines Slipwagens ist mit einem Stirnradgetriebe gekoppelt. Dadurch wird eine Seilwinde angetrieben, an der die Boote auf dem Slipwagen für die Auf- und Abwärtsbewegung befestigt werden (Abbildung 4). Der Slipwagen bewegt sich auf einer schiefen Ebene mit einer Geschwindigkeit von $v_{Wg} = 8,5 \text{ m/min}$ nach oben.

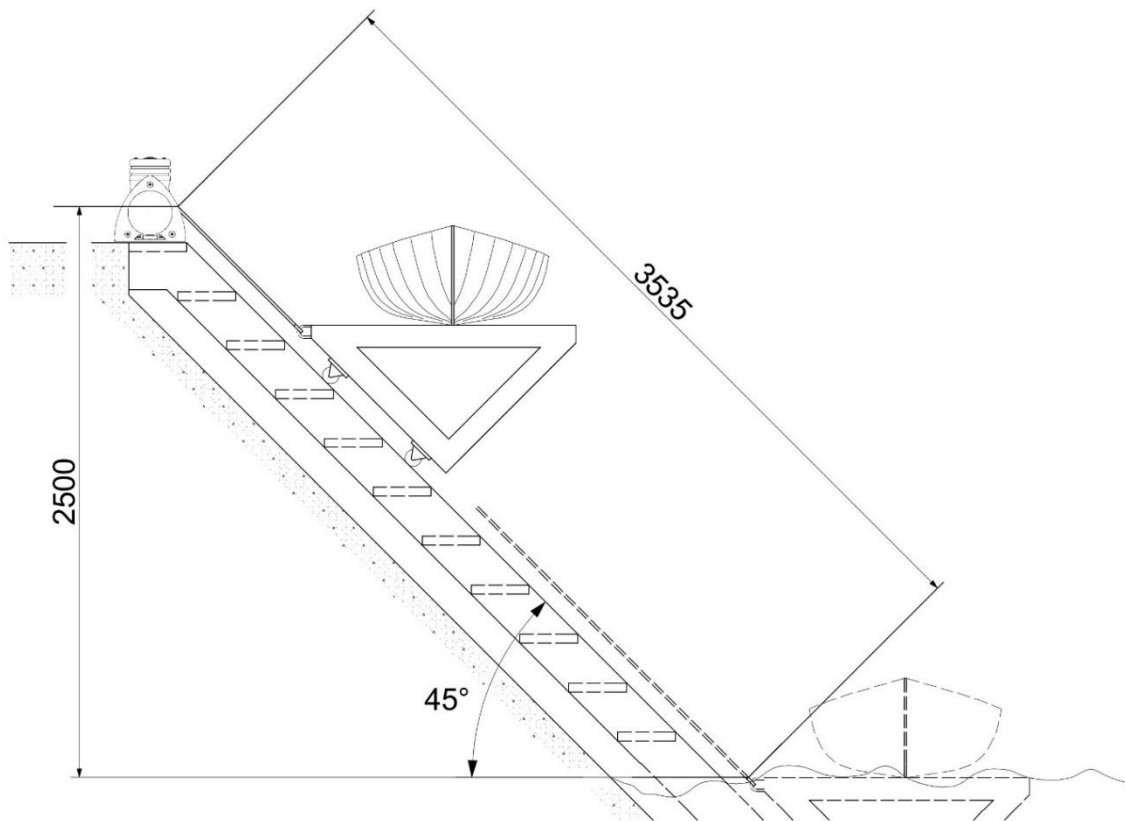


Abbildung 4: Slipwagen

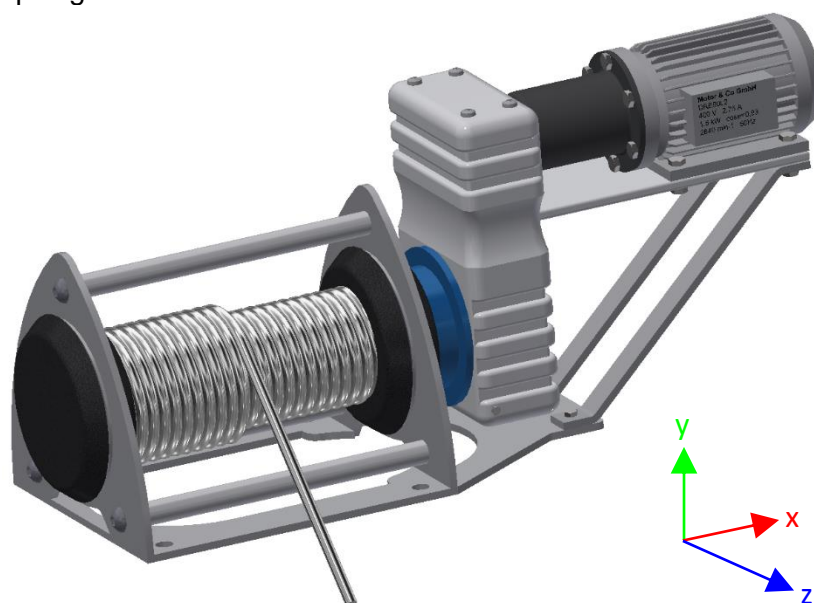


Abbildung 5: Antriebseinheit mit Seiltrommel

2.1 Hubarbeit des Slipwagens

2 BE

Das schwerste zu transportierende Boot ist ein Ruderboot mit einer Masse von $m_{Bt} = 95$ kg. Der Slipwagen hat eine Masse von $m_{Wg} = 150$ kg.

Berechnen Sie die zum Bewegen des beladenen Slipwagens maximal erforderliche Hubarbeit.

2.2 Erforderliche Hubleistung

2 BE

Zum Transport des schwersten Bootes ist eine Hubarbeit von $W_H = 6$ kJ erforderlich.

Berücksichtigen Sie bei der Berechnung der maximal erforderlichen Hubleistung eine Sicherheit von $\nu = 5$.

Berechnen Sie die zum Bewegen des beladenen Slipwagens maximal erforderliche Hubleistung.

2.3 Nennleistung des Motors

3 BE

Die Motordaten des verwendeten DRE90L2 können Sie dem nachfolgend abgebildeten Typenschild (Abbildung 6) entnehmen.

Das Typenschild zeigt die technischen Daten des Motors DRE90L2. Es ist ein dreiphasiger Drehstromasynchronmotor. Die Daten sind wie folgt angeordnet:

Motor & Co GmbH	
3~ Drehstromasynchronmotor DRE90L2	
400 V	2,75 A
1,5 kW	cos ϕ = 0,93
2840 min ⁻¹	50 Hz
Isolationsklasse F	IP 54
Nr. 12345-67	IEC34-1/VDE 0530

Abbildung 6: Typenschild DRE90L2

Der gesamte Antrieb hat einen Wirkungsgrad $\eta = 0,84$. Gehen Sie bei der erforderlichen Hubleistung von $P_H = 1,2$ kW aus.

Überprüfen Sie, ob der Motor über eine für den geplanten Einsatz ausreichende Nennleistung an der Abtriebswelle verfügt.

2.4 Komponenten der Seilkraft

3 BE

Die Seilkraft beträgt unter Berücksichtigung der Gewichtskraft- und Reibungskräfte $F_s = 3$ kN und wirkt in die in Abbildung 4 angegebene Richtung. Die Seilkraft kann in zwei Komponenten zerlegt werden.

Ermitteln Sie rechnerisch die Komponenten F_{S_z} und F_{S_y} der Seilkraft.

2.5 Auflagerkräfte

10 BE

Die gesamte Antriebseinheit aus Motor, Kupplung und Getriebe mit Befestigungsmitteln hat eine Masse von $m_{An} = 50$ kg, die vereinfacht angenommen als mittig ansetzende Punktlast im Antriebssegment betrachtet werden kann (Abbildung 7). Trommel, Seil und die beiden Lagerböcke haben mit Befestigungsmitteln eine Masse von $m_{TS} = 65$ kg, die ebenfalls vereinfacht als in der Trommelmitte ansetzende Punktlast betrachtet werden kann. Die y-Komponente der Seilkraft beträgt $F_{Sy} = 2,1$ kN und wirkt vereinfacht angenommen als mittig ansetzende Punktlast in der Trommelmitte.

Der Hersteller empfiehlt, die Lager A und B in radialer Richtung mit nicht mehr als $F_{r\ zul} = 2,5$ kN zu belasten.

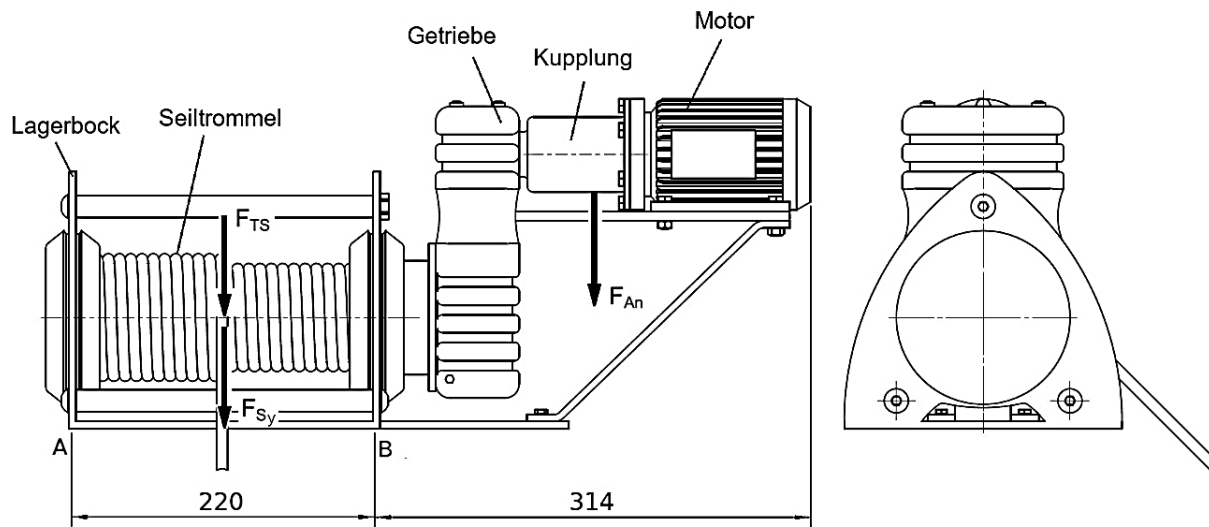


Abbildung 7: Seilwinde mit Antriebseinheit

Weisen Sie nach, dass die Auflagerkräfte der Lager A und B die Herstellerempfehlung nicht überschreiten.

2.6 Lebensdauer der Lager

5 BE

Zur Lagerung der Seilwindenwelle werden Rillenkugellager mit dem Basiszeichen 6206 (Anlage zu Aufgabe 2.6) verwendet. Auf die Rillenkugellager wirken ausschließlich radiale Kräfte von maximal $F_r = 2,5$ kN. Die Drehzahl der Seilwinde beträgt $n = 20$ min⁻¹.

Ermitteln Sie die Lebensdauer der Lager in Stunden.

2.7 Kompletieren und Montieren einer Baugruppe

15 BE

An den Elektromotor (Abbildung 8) ist eine Kreuzscheibenkupplung (Abbildung 9) montiert. Zwischen den baugleichen Kupplungsnapen befindet sich eine Kreuzscheibe (Pos. 4) aus Kunststoff. Neben dem Ausgleich von Belastungsstößen dient diese als Sollbruchstelle bei einer Blockierung der Seiltrommel.

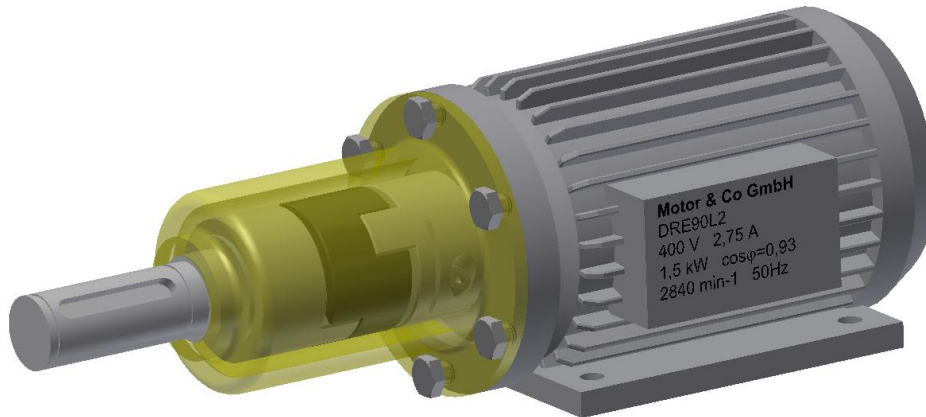


Abbildung 8: Antriebseinheit

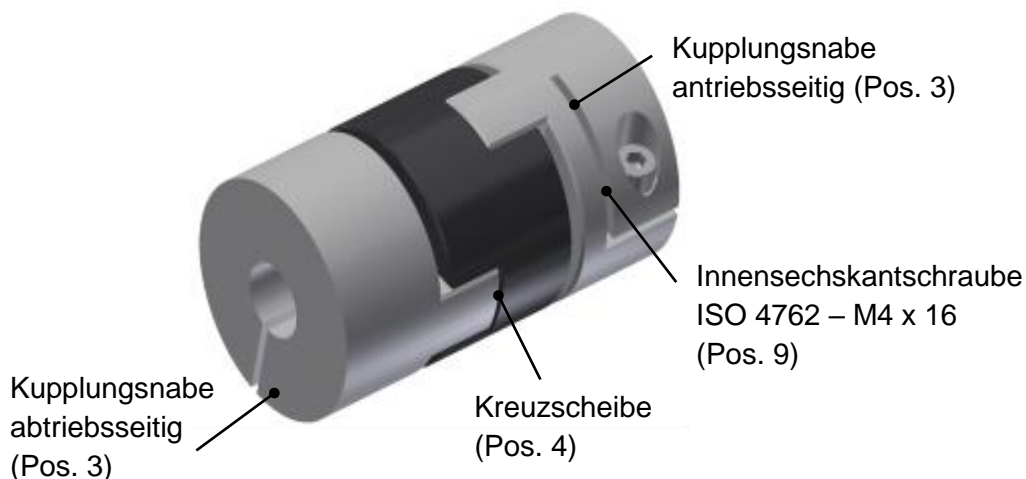


Abbildung 9: Kreuzscheibenkupplung

Für eine Bewegungssimulation soll die Baugruppe Elektromotor mit Kupplung in einem CAD-System zusammengesetzt werden. Die Gesamtzeichnung der Antriebseinheit mit Seiltrommel (Abbildung 5) sowie die modellierten Einzelteile (digitale Anhänge) liegen vor.

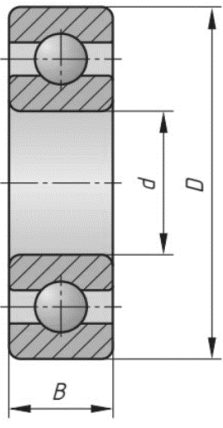
Vervollständigen Sie die Baugruppe mit den fehlenden Normteilen (Pos. 8 und 9 der Baugruppenzeichnung).

Setzen Sie dabei sinnvolle Abhängigkeiten bzw. Verknüpfungen. Legen Sie diese so, dass die vom Motor über die Mitnehmerwelle und die Kreuzscheibenkupplung auf die Abtriebswelle weitergeleitete Drehbewegung möglich ist.

Speichern Sie Ihre Ergebnisse unter der Bezeichnung „Antriebseinheit“ ab.

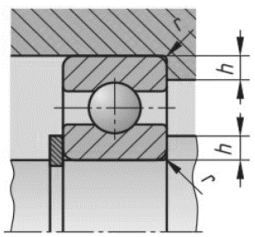
Erstellen Sie auf Grundlage der Baugruppenzeichnung eine von Ihnen gewählte Baugruppe unter Verwendung eines CAD-Programms.

Rillenkugellager (Auswahl) vgl. DIN 625-1 (2011-04)



d von 3 ... 1500 mm

Einbaumaße nach DIN 5418:



<i>d</i>	Lagerreihe 60					Lagerreihe 62					Lagerreihe 63				
	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i> max	<i>h</i> min	Basis- zeichen	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i> max	<i>h</i> min	Basis- zeichen	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>r</i> max	<i>h</i> min	Basis- zeichen
10	26	8	0,3	1	6000	30	9	0,6	2,1	6200	35	11	0,6	2,1	6300
12	28	8	0,3	1	6001	32	10	0,6	2,1	6201	37	12	1	2,8	6301
15	32	9	0,3	1	6002	35	11	0,6	2,1	6202	42	13	1	2,8	6302
17	35	10	0,3	1	6003	40	12	0,6	2,1	6203	47	14	1	2,8	6303
20	42	12	0,6	1,6	6004	47	14	1	2,8	6204	52	15	1	3,5	6304
25	47	12	0,6	1,6	6005	52	15	1	2,8	6205	62	17	1	3,5	6305
30	55	13	1	2,3	6006	62	16	1	2,8	6206	72	19	1	3,5	6306
35	62	14	1	2,3	6007	72	17	1	2,8	6207	80	21	1,5	4,5	6307
40	68	15	1	2,3	6008	80	18	1	3,5	6208	90	23	1,5	4,5	6308
45	75	16	1	2,3	6009	85	19	1	3,5	6209	100	25	1,5	4,5	6309
50	80	16	1	2,3	6010	90	20	1	3,5	6210	110	27	2	5,5	6310
55	90	18	1	3	6011	100	21	1,5	4,5	6211	120	29	2	5,5	6311
60	95	18	1	3	6012	110	22	1,5	4,5	6212	130	31	2,1	6	6312
65	100	18	1	3	6013	120	23	1,5	4,5	6213	140	33	2,1	6	6313
70	110	20	1	3	6014	125	24	1,5	4,5	6214	150	35	2,1	6	6314
75	115	20	1	3	6015	130	25	2	5,5	6215	160	37	2,1	6	6315
80	125	22	1	3	6016	140	26	2	5,5	6216	170	39	2,5	7	6316
85	130	22	1,5	3,5	6017	150	28	2,1	6	6217	180	41	2,5	7	6317
90	140	24	1,5	3,5	6018	160	30	2,1	6	6218	190	43	2,5	7	6318
95	145	24	1,5	3,5	6019	170	32	2,1	6	6219	200	45	2,5	7	6319
100	150	24	1,5	3,5	6020	180	34	2,1	6	6220	215	47	2,5	7	6320

⇒ **Rillenkugellager DIN 625 – 6208 – ZZ – P2:** Rillenkugellager (Lagerart 6), Breitenreihe 0¹⁾, Durchmesserreihe 2, Bohrungskennzahl 08 (*d* = 8 · 5 mm = 40 mm), Ausführung mit 2 Deckscheiben, Lager mit höchster Maß-, Form- und Laufgenauigkeit (ISO-Toleranzklasse 2)



© Silvia Ferdinand et al.: Tabellenbuch Ingenieurwissenschaften. 1. Auflage. Haan-Gruiten 2019: Europa-Lehrmittel, S. 385

Richtwerte für Tragzahlen von Rillenkugellagern (Auswahl)

<i>d</i>	Rillenkugellager Lagerreihe 60			Rillenkugellager Lagerreihe 62			Rillenkugellager Lagerreihe 63		
	Tragzahl in kN dynamisch <i>C</i>	Tragzahl in kN statisch <i>C</i> ₀	Basis-zeichen	Tragzahl in kN dynamisch <i>C</i>	Tragzahl in kN statisch <i>C</i> ₀	Basis-zeichen	Tragzahl in kN dynamisch <i>C</i>	Tragzahl in kN statisch <i>C</i> ₀	Basis-zeichen
20	9,3	5	6004	12,7	6,55	6204	17,3	8,5	6304
30	12,7	8	6006	19,3	11,2	6206	29	16,3	6306
40	17	11,8	6008	29	18	6208	42,5	25	6308
50	20,8	15,6	6010	36,5	24	6210	62	38	6310
60	29	23,2	6012	52	36	6212	81,5	52	6312
70	39	31,5	6014	62	44	6214	104	68	6314
80	47,5	40	6016	72	53	6216	122	86,5	6316
100	60	54	6020	122	93	6220	163	134	6320



© Silvia Ferdinand et al.: Tabellenbuch Ingenieurwissenschaften. 1. Auflage. Haan-Gruiten 2019: Europa-Lehrmittel, S. 384

Aufgabe 3 - Elektrotechnische Dimensionierung und Steuerung

(insgesamt zu erreichen 40 BE)

Die Slipanlage zum Transportieren der Boote wird mit einer elektrisch betriebenen Seilwinde realisiert. Für die Seilwinde kann eine vorhandene Leitung genutzt werden. Als Steuerung für den Motor ist eine speicherprogrammierte Steuerung (SPS) vorgesehen.

3.1 Leitungsschutzschalter des Motors 10 BE

Zum Anschluss des Motors DRE90L2 wird die bereits vorhandene Leitung ($l = 70 \text{ m}$, $4 \times 1,5 \text{ mm}^2$ Kupferleitung) genutzt. Diese ist in der ehemaligen Lagerhalle an der Unterverteilung angeschlossen und wurde in einem Installationsrohr mit zwei weiteren mehradrigen Leitungen verlegt. Die maximale Umgebungstemperatur kann mit $\nu = 25 \text{ °C}$ angenommen werden.

Bestimmen Sie für die Leitung einen geeigneten Leitungsschutzschalter unter Berücksichtigung des zulässigen Betriebsstroms und des maximal zulässigen Spannungsfalls von 3 %. Nutzen Sie die Tabellen in der Anlage zu Aufgabe 3.1.

3.2 Abschaltcharakteristik des vorgelagerten Leitungsschutzschalters 4 BE

Aufgrund der geplanten Veränderungen ist das Abschaltverhalten der elektrischen Anlage zu überprüfen.

Der Leitungsschutzschalter der Zuleitung von der Hauptverteilung zur Unterverteilung im Bootshaus hat den Bemessungsstrom $I_N = 32 \text{ A}$ und löst mit einer C-Charakteristik im Kurzschlussfall aus. Eine Messung in der Anlage ergab eine Schleifenimpedanz von $Z_S = 2 \Omega$ für die Stromkreise der Unterverteilung.

Überprüfen Sie, ob der erforderliche Abschaltstrom im Fehlerfall erreicht wird. Nutzen Sie dafür die Anlage zu Aufgabe 3.1.

3.3 Steuerstromkreis „Verbindungsprogrammierte Steuerung (VPS)“ 8 BE

Für die Slipanlage soll eine kostengünstige Steuerung eingesetzt werden. Aus einem früheren Projekt stehen Ihnen Schaltungsunterlagen zur Verfügung, die prinzipiell für die Realisierung der Steuerung geeignet wären.

Beschreiben Sie die Funktion der nachfolgend in Abbildung 10 dargestellten Schaltung für die Slipwagensteuerung.

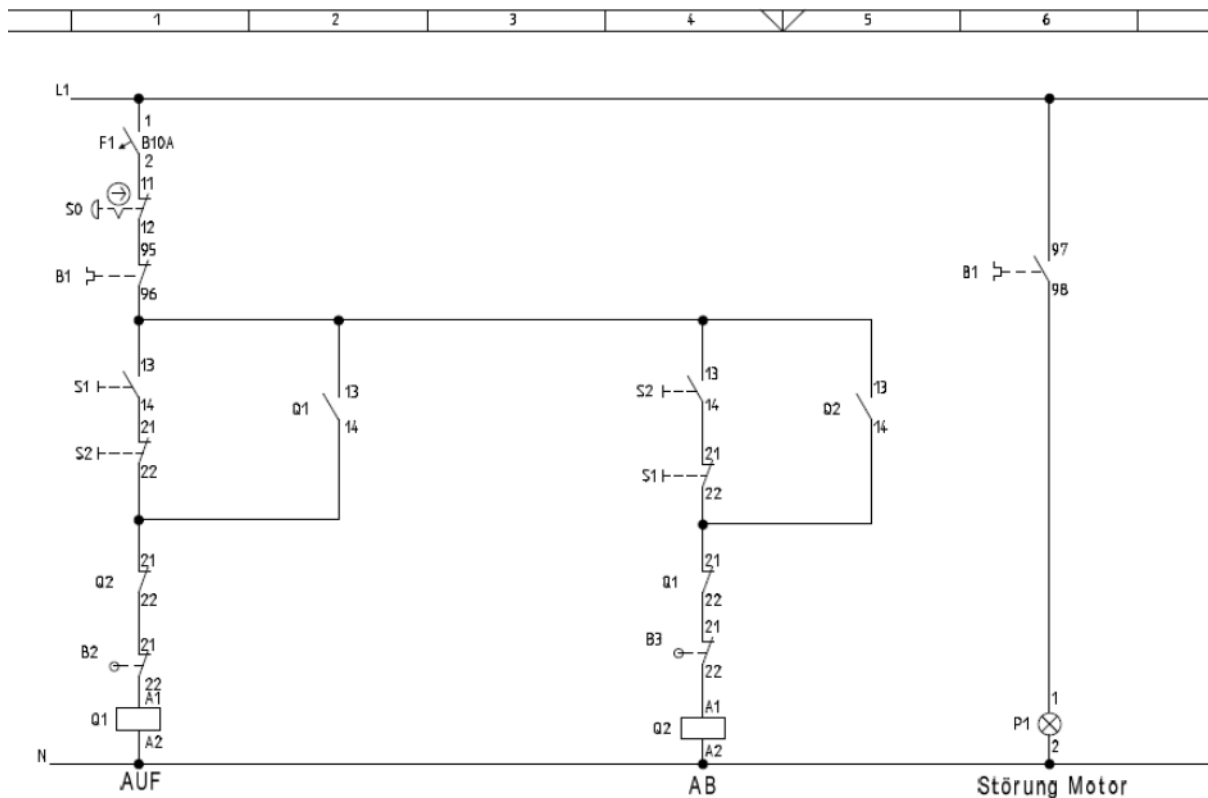


Abbildung 10: Stromlaufplan des Steuerstromkreises der Slipwagensteuerung

3.4 Programmierung der speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS)

8 BE

Die für den Einsatz vorgesehene SPS muss programmiert werden.

Entwickeln Sie ein Programm im Funktionsplan (FUP) für die Steuerung. Nutzen Sie dafür die nachfolgend abgebildete Variablen-tabelle für die Slipwagensteuerung (Tabelle 1).

Name	Adresse	Kommentar	Kontakt
S0	I0.0	Not-Aus-Taster	NC
S1	I0.1	Ein-Taster: Anforderung Slipanlage nach oben	NO
S2	I0.2	Ein-Taster: Anforderung Slipanlage nach unten	NO
B1	I0.3	Motorschutzrelais	NC
B2	I0.4	Rollenendschalter: Slipanlage oben	NC
B3	I0.5	Rollenendschalter: Slipanlage unten	NC
Q1	Q0.0	Schütz: Slipanlage fährt nach oben	
Q2	Q0.1	Schütz: Slipanlage fährt nach unten	
P1	Q0.2	Meldeleuchte Motorschutz hat ausgelöst	


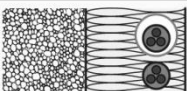
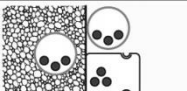
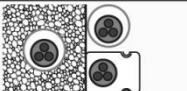

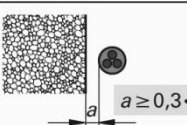
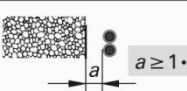
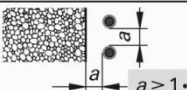
Tabelle 1: Variablen-tabelle für die Slipwagensteuerung

3.5 Inbetriebnahmeprotokoll der SPS

10 BE


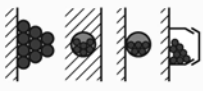

Nach der Entwicklung des SPS-Programms soll die Funktion der Anlage getestet werden.

Entwickeln Sie ein Inbetriebnahmeprotokoll für die SPS. Nutzen Sie dafür die Vorlage in der Anlage zu Aufgabe 3.5.

 Verlegearten von Kabeln und isolierten Leitungen, Mindestquerschnitte elektrischer Leiter		DIN VDE 0298, Teil 4 DIN VDE 0100, Teil 520
Tabelle 1: Verlegearten von Kabeln und isolierten Leitungen		DIN VDE 0298, Teil 4
Verlegeart	Verlegebedingungen (wichtige Beispiele)	
A1		Verlegung in wärmegeämmten Wänden <ul style="list-style-type: none"> • Aderleitungen im Elektroinstallationsrohr, • Aderleitungen in Formleisten oder in Formteilen. 
A2		<ul style="list-style-type: none"> • Mehradrige Kabel oder mehradrige Mantelleitungen im Elektroinstallationsrohr, • mehradrige Kabel oder mehradrige Mantelleitungen in einer wärmegeämmten Wand.
B1		Verlegung in Elektroinstallationsrohren und -kanälen <ul style="list-style-type: none"> • Aderleitungen im Elektroinstallationsrohr auf oder in der Wand, • Aderleitungen, einadrige Kabel oder Mantelleitungen im Elektroinstallationskanal.
B2		<ul style="list-style-type: none"> • Mehradrige Kabel oder Mantelleitungen im Elektroinstallationsrohr auf und in der Wand, • mehradrige Kabel oder Mantelleitungen im Elektroinstallationskanal, • mehradrige Kabel oder Mantelleitungen im Sockelleisten- oder im Unterflurkanal.
C		Verlegung direkt auf oder in den Untergrund (Wand) <ul style="list-style-type: none"> • Ein- oder mehradrige Kabel oder Mantelleitungen auf oder in der Wand oder unter der Decke, • Stegleitungen im oder unter Putz.
D		Verlegung im Erdboden <ul style="list-style-type: none"> • Mehradriges Kabel oder mehradrige ummantelte Installationsleitung im Elektroinstallationsrohr oder im Kabelschacht in der Erde.
E		Verlegung frei in der Luft <ul style="list-style-type: none"> • Mehradrige Kabel oder mehradrige Mantelleitungen frei in der Luft verlegt mit einem Mindestabstand $a \geq 0,3 \cdot d$ zur Wand ($d =$ Leitungsdurchmesser), • Kabel oder Leitungen auf gelochten Kabelrinnen oder auf Kabelkonsolen.
F		<ul style="list-style-type: none"> • Einadrige Kabel oder einadrige Mantelleitungen mit gegenseitiger Berührung verlegt und mit einem Mindestabstand $a \geq 1 \cdot d$ zur Wand.
G		<ul style="list-style-type: none"> • Einadrige Kabel oder einadrige Mantelleitungen mit einem gegenseitigen Abstand $a \geq 1 \cdot d$ verlegt und einem Mindestabstand $a \geq 1 \cdot d$ zur Wand, • blanke Leiter oder Aderleitungen auf Isolatoren.
Wird eine einzelne Leitung z. B. auf einer Länge von < 50 mm vollständig gedämmt, ist ein Reduktionsfaktor von 0,89 bezogen auf die Strombelastbarkeit der Verlegeart C anzuwenden. Weitere Reduktionsfaktoren sind in der DIN VDE 0100-520 Beiblatt 1 zu finden.		



© Walter Eichler et. al.: Rechenbuch Elektrotechnik: Ein Lehr- und Übungsbuch zur Grund- und Fachstufe, 21. Auflage, Hahn-Gruiten 2017, Verlag Europa-Lehrmittel, Europa Nr. 30766

 Strombelastbarkeit, Umrechnungsfaktoren von Kabeln und isolierten Leitungen													DIN VDE 0298 Teil 4 (Auszug)	
Tabelle 1: <ul style="list-style-type: none"> • Bemessungswert I_r der Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen (PVC-isoliert) für feste Verlegung in den Verlegearten A1, A2, B1, B2, C und E. • Bemessungsstrom I_N der Überstrom-Schutzeinrichtung in A (Leitungsschutzsicherungen gG und LS-Schaltern Typ B, C und D mit einem Abschaltstrom $I_a \leq 1,45 \cdot I_N$). • Betriebstemperatur: 70 °C, Umgebungstemperatur: 30 °C. 														
Verlegeart	A1		A2		B1		B2		C		E			
belastete Adern	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3		
Nennquerschnitt in mm ² Cu	Bemessungswert I_r der Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen in A													
	Bemessungsstrom I_N der zugehörigen Überstrom-Schutzeinrichtungen in A													
1,5	I_r	15,5	13,5	15,5	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18,5	
	I_N	13	13	13	13	16	13	16	13	16	16	20	16	
2,5	I_r	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	30	25	
	I_N	16	16	16	16	20	20	20	20	25	20	25	25	
4	I_r	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	40	34	
	I_N	25	20	25	20	32	25	25	25	35	32	40	32	
6	I_r	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	51	43	
	I_N	32	25	32	25	40	35	35	32	40	40	50	40	
10	I_r	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	70	60	
	I_N	40	40	40	35	50	50	50	40	63	50	63	50	
16	I_r	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	94	80	
	I_N	50	50	50	50	63	63	63	50	80	63	80	80	
25	I_r	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	119	101	
	I_N	80	63	63	63	100	80	80	80	100	80	100	100	
Bemessungswerte I_r für die Verlegearten F und G siehe DIN VDE 0298, Teil 4 oder Tabellenbuch Elektrotechnik.														
Tabelle 2: Umrechnungsfaktoren f_1 für abweichende Umgebungstemperaturen														
Umgebungstemperatur in °C	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	
PVC-Isolierung	1,22	1,17	1,12	1,06	1,0	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61	0,5	0,35	-	
Gummi-Isolierung	1,29	1,22	1,15	1,08	1,0	0,91	0,82	0,71	0,58	0,41	-	-	-	
Tabelle 3: Umrechnungsfaktoren f_2 bei Häufung von Kabeln oder Leitungen auf der Wand, im Rohr oder im Kanal verlegt														
Anordnung der Leitungen	Anzahl der mehradrigen Leitungen oder Anzahl der Wechsel- oder Drehstromkreise													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
Gebündelt direkt auf der Wand, auf dem Fußboden, im Elektroinstallationskanal oder -rohr, auf oder in der Wand		1,0	0,8	0,7	0,65	0,6	0,57	0,54	0,52	0,5	0,48			
Einlagig ohne Zwischenraum auf der Wand oder auf dem Fußboden ohne Zwischenraum		1,0	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,7	0,7			
Umrechnungsfaktoren für weitere Leitungsanordnungen: Tabellenbuch Elektrotechnik oder DIN VDE 0298, Teil 4														
Tabelle 4: Umrechnungsfaktoren f_3 für mehradrig belastete Kabel und Leitungen¹														
Anzahl der belasteten Adern	2	3	5	7	10	14	19	24	40	61				
Umrechnungsfaktor f_3	1	1	0,75	0,65	0,55	0,5	0,45	0,4	0,35	0,3				
Bei 2 und 3 belasteten Adern sind die Bemessungswerte I_r der Tabelle 1 zu entnehmen, ¹ Verlegung in Luft														



Funktion	Vorbedingungen/Testfolge	Ergebnis
Slipanlage absenken	<p><u>Vorbedingungen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • S0 (Not-Aus) Signal = 1 • B1 (Motorschutz) Signal = 1 • B2 (Endtaster oben) Signal = 0 • B3 (Endtaster unten) Signal = 1 <p><u>Testfolge:</u></p> <p>1. Anforderung: Slipanlage abwärts Taster S2 betätigen Signal = 1</p> <p style="padding-left: 20px;">→ Q2 (Schütz nach unten) Signal = 1</p> <p>2. Slipanlage bewegt sich abwärts B2 (Endtaster oben) Signal = 0</p> <p>3. Slipanlage unten angekommen B3 (Endtaster unten) Signal = 0</p> <p style="padding-left: 20px;">→ Q2 (Schütz nach unten) Signal = 0</p>	<p style="text-align: center;">✓</p> <p style="text-align: center;">✓</p>
Slipanlage heben		
Notaus/ Motorschutz		

Erwartete Prüfungsleistung

Kompetenzbeschreibung zu Aufgabe 1

Die Schülerinnen und Schüler setzen die Anforderungen des Wärmeschutzes nach GEG beim Entwurf von Bauteilen der Gebäudehülle um.

Die Schülerinnen und Schüler führen bauphysikalische Nachweise nach DIN 4108 und Tauwasseruntersuchungen nach dem Glaser-Verfahren durch.

Die Schülerinnen und Schüler berechnen relevante Werte zur Tauwasseruntersuchung und stellen diese mit Hilfe eines Tabellenkalkulationsprogramms als Diagramm dar.

Die Schülerinnen und Schüler weisen nach, dass die Biegezugbewehrung eines Stahlbetonbalkens ausreichend dimensioniert ist.

Die Schülerinnen und Schüler prüfen rechnerisch, ob die Bewehrungsrichtlinien nach DIN 1045 eingehalten wurden.

Teilaufgabe	Lösungsskizze/Hinweise	I	II	III
1.1.1	<p>Erwartet wird eine fachgerechte Darstellung des Wandquerschnittes inkl. Beschriftung, Bemaßung und Schraffuren als Freihandskizze. Eine Lösungsmöglichkeit wäre das Anbringen eines WDVS:</p> <p>BAUTEILSCHICHTEN</p> <ul style="list-style-type: none"> ① INNENPUTZ (KALKGIPS MÖRTEL) $d = 1,5\text{cm}$ ② KS - MAUERWERK $d = 36,5\text{cm}$ ③ AUSSENPUTZ (KALKZEMENTMÖRTEL) $d = 2\text{cm}$ ④ WDVS - DÄMMSCHICHT MINERALISCH $d = 14\text{cm}$ ⑤ WDVS - AUSSENPUTZ (INCL. GLASGEWEBEARMIERUNG) $d = 1\text{cm}$ 			
	1.1.1 Summe BE	2	1	

Teilaufgabe	Lösungsskizze/Hinweise	I	II	III																																														
1.1.2	<p>Die bereitgestellte Berechnungstabelle wird dem Entwurf entsprechend erweitert. Die einzelnen Zellen werden mit den erforderlichen Berechnungsformeln versehen.</p> <p><u>Anmerkung:</u> Hier wird nur der für diese Teilaufgabe notwendige Teil der ausgefüllten Berechnungstabelle wiedergegeben.</p> <table border="1" data-bbox="520 488 1118 887"> <thead> <tr> <th>Schichtenfolge von Innen nach Außen</th> <th>Rohdichte e [kg/m³]</th> <th>Schichtdicke d [m]</th> <th>Wärmeleit-zahl λ_R [W/(m · K)]</th> <th>Wärmeleit-widerstand $R = d / \lambda_R$ [(m² · K)/W]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Wärmeüber-gang Innen</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0,13</td> </tr> <tr> <td>Innenputz Kalkgipsmörtel</td> <td>1400</td> <td>0,015</td> <td>0,70</td> <td>0,021</td> </tr> <tr> <td>KSL-Mauerwerk</td> <td>1600</td> <td>0,365</td> <td>0,79</td> <td>0,462</td> </tr> <tr> <td>(alter) Außenputz Kalkzementmörtel</td> <td>1800</td> <td>0,02</td> <td>1,00</td> <td>0,020</td> </tr> <tr> <td>Wärmedämmung Steinwolle, WLG 040</td> <td></td> <td>0,14</td> <td>0,04</td> <td>3,500</td> </tr> <tr> <td>Ober- und Unterputz Kalkzementmörtel</td> <td>1800</td> <td>0,01</td> <td>1,00</td> <td>0,010</td> </tr> <tr> <td>Wärmeüber-gang Außen</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0,04</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="799 904 1118 969"> <tbody> <tr> <td>$R_T =$</td> <td>4,183</td> <td>[(m² x K)/W]</td> </tr> <tr> <td>$U =$</td> <td>0,24</td> <td>[W/(m² x K)]</td> </tr> </tbody> </table> <p>Der maximale U-Wert nach GEG wird nicht überschritten.</p>	Schichtenfolge von Innen nach Außen	Rohdichte e [kg/m ³]	Schichtdicke d [m]	Wärmeleit-zahl λ_R [W/(m · K)]	Wärmeleit-widerstand $R = d / \lambda_R$ [(m ² · K)/W]	Wärmeüber-gang Innen				0,13	Innenputz Kalkgipsmörtel	1400	0,015	0,70	0,021	KSL-Mauerwerk	1600	0,365	0,79	0,462	(alter) Außenputz Kalkzementmörtel	1800	0,02	1,00	0,020	Wärmedämmung Steinwolle, WLG 040		0,14	0,04	3,500	Ober- und Unterputz Kalkzementmörtel	1800	0,01	1,00	0,010	Wärmeüber-gang Außen				0,04	$R_T =$	4,183	[(m ² x K)/W]	$U =$	0,24	[W/(m ² x K)]			
Schichtenfolge von Innen nach Außen	Rohdichte e [kg/m ³]	Schichtdicke d [m]	Wärmeleit-zahl λ_R [W/(m · K)]	Wärmeleit-widerstand $R = d / \lambda_R$ [(m ² · K)/W]																																														
Wärmeüber-gang Innen				0,13																																														
Innenputz Kalkgipsmörtel	1400	0,015	0,70	0,021																																														
KSL-Mauerwerk	1600	0,365	0,79	0,462																																														
(alter) Außenputz Kalkzementmörtel	1800	0,02	1,00	0,020																																														
Wärmedämmung Steinwolle, WLG 040		0,14	0,04	3,500																																														
Ober- und Unterputz Kalkzementmörtel	1800	0,01	1,00	0,010																																														
Wärmeüber-gang Außen				0,04																																														
$R_T =$	4,183	[(m ² x K)/W]																																																
$U =$	0,24	[W/(m ² x K)]																																																
	1.1.2 Summe BE	3	2																																															

1.2.1

Teilaufgabe		Lösungsskizze/Hinweise										I	II	III
<p>Die Berechnung erfolgt wiederum unter Zuhilfenahme der Berechnungstabelle. Werte müssen aus dem Tabellenbuch entnommen und in die Tabelle eingepflegt werden. Alle Berechnungen sind in den entsprechenden Zellen mittels zu ergänzenden Berechnungsformeln durchzuführen.</p>														
<p>Bauvorhaben: Sanierung der Außenwand (Entwurf der Firma Putz-Meister)</p>														
<p>Nachweis von Tauwasseranfall - Glaser - Verfahren nach DIN 4108</p>														
Schichtenfolge von Innen nach Außen	Rohdichte ρ [kg/m^3]	Schichtdicke d [m]	Diffusions-Widerstandszahl μ	diff.äquival. Luftschichtdicke s_d [m] $s_d = \mu \cdot d$	Wärmeleit-zahl λ_R [$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$]	Wärmeleit-widerstand $R = d / \lambda_R$ [$(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$]	Temperaturen an den Schichtgrenzen ϑ [$^{\circ}\text{C}$]	Dampf-sättigungs-druck P_s [Pa]	Parti-aldampf-druck P [Pa]	Bearbeiter:				
Wärmeüber-gang Innen						0,13	20	2340	1170					
Innenputz Kalkgipsmörtel	1400	0,015	70	1,05	0,70	0,021	19,1	2227	1170					
KSL-Mauerwerk (alter) Außenputz Kalkzementmörtel	1600	0,365	15	5,48	0,79	0,462	18,9	2197	1059					
Wärmedämmung Steinwolle, WLG 040	1800	0,02	60	1,20	1,00	0,020	15,6	1830	478					
Ober- und Unterputz Kunstharzputz	1100	0,006	1	0,14	0,04	3,500	15,5	1479	350					
			200	1,20	0,7	0,009	-9,7	267	208					
Wärmeüber-gang Außen						0,04	-9,7	267	208					
Summen		0,546		9,065			-10,0	260	208					
						$R_T =$								
						4,182								
						$U =$								
						0,24								

Teilaufgabe	Lösungsskizze/Hinweise	I	II	III
	<p>Interpretation der Ergebnisse:</p> <p>Der geforderte maximale U-Wert wird bei diesem Wandaufbau nicht überschritten. Zwischen der Dämmschicht des WDVS und des Unter- bzw. Oberputzes übersteigt der Wasserdampf-Partialdruck mit 335 Pa den Wert des Wasserdampfsättigungsdruckes (267 Pa). Es kommt zur Kondensatbildung. Der relativ geringe Dampfdruckunterschied lässt vermuten, dass wenig Tauwasser anfällt und die Konstruktion während der Verdunstungsperiode (Sommer) wieder austrocknen wird. (Diese Vermutung wäre durch weitere Berechnungen zu überprüfen.)</p>			
	1.2.1 Summe BE	3	6	5
1.2.2	<p>Erstellung des Wasserdampfdiffusions-Diagrammes für den Außenwandaufbau durch Firma Putz-Meister mittels Tabellenkalkulationsprogramm:</p> <div style="text-align: center;"> <p>Wasserdampfdiffusions-Diagramm</p> <p>Wasserdampfdruck [Pa]</p> <p>Dicke [cm]</p> <p>—●— Wasserdampf-Sättigungsdruck [Pa] —■— Partialdruckverlauf [Pa]</p> </div> <p>Es wird deutlich, dass sich die Kurven für den Wasserdampf-Partialdruck und den Wasserdampf-Sättigungsdruck schneiden. Damit ist die Lage der Tauwasserebene am äußeren Rand der Dämmschicht definiert.</p> <p>Das Austrocknen der Außenwand in der Verdunstungsperiode (Sommer) wird zudem aufgrund des hohen μ-wertes (200) des Kunstharzputzes stark behindert.</p> <p>Der Entwurf der Firma Putz-Meister ist ungünstig, weil die Gefahr der Tauwasserbildung in der Wandkonstruktion nachgewiesen wurde.</p>			
	1.2.2 Summe BE		3	3

Teilaufgabe	Lösungsskizze/Hinweise	I	II	III
1.3.1	<p>Überprüfung der geforderten Betondeckung, indem die Betondeckung aus der Zeichnung mit der geforderten Betondeckung aus der Tabelle verglichen wird.</p> <p>vorhanden $c_{nom} = 2 \text{ cm} =$ gefordert c_{nom}</p> <p>Die Betondeckung des Fertigsturzes entspricht der geforderten Betondeckung der Expositionsklasse XC1.</p>		1	
	1.3.1 Summe BE		1	
1.3.2	<p>Nachweis, dass der Querschnitt der vorhandenen Biegezugbewehrung ausreicht.</p> <p>Berechnung der statischen Höhe d:</p> $d = h - c_{nom} - d_{S,Bü} - 0,5 d_{S,l}$ $d = 36,0 \text{ cm} - 2,0 \text{ cm} - 0,8 \text{ cm} - 0,8 \text{ cm}$ $d = 32,4 \text{ cm}$ <p>Berechnung des maximalen Biegemomentes:</p> $E_d = \sum_j \gamma_{G,j} \cdot E_{Gk,j} + 1,50 \cdot E_{Qk,unf}$ $E_d = 1,35 \cdot (12 \text{ kN/m} + 7,8 \text{ kN/m} + 1,8 \text{ kN/m}) + 1,5 \cdot 10 \text{ kN/m}$ $E_d = 44,16 \text{ kN/m}$ $M_{max} = \frac{E_d \cdot l_{eff}^2}{8} = \frac{44,16 \text{ kN/m} \cdot (4,21\text{m})^2}{8} = 97,84 \text{ kNm}$ <p>Bestimmung des Wertes k_s:</p> $k_d = \frac{d [\text{cm}]}{\sqrt{\frac{M [\text{kNm}]}{b [\text{m}]}}} = \frac{32,4 \text{ cm}}{\sqrt{\frac{97,84 \text{ kNm}}{0,24 \text{ m}}}} = 1,604 \rightarrow k_d = 1,60$ <p>Ablesen aus Tabelle (Anlage zu Aufgabe 1.3) ergibt $k_s = 2,99$.</p> <p>Überprüfung des Querschnittes der vorhandenen Biegezugbewehrung:</p> $\text{erf. } A_s [\text{cm}^2] = k_s \cdot \frac{M_{Ed} [\text{kNm}]}{d [\text{cm}]} = 2,99 \cdot \frac{97,84 \text{ kNm}}{32,4 \text{ cm}} = 9,03 \text{ cm}^2$ <p>Die Querschnittsfläche der vorhandenen Biegezugbewehrung 5 Ø 16 mit $A = 10,1 \text{ cm}^2$ ist größer als die erforderliche Querschnittsfläche mit $A = 9,03 \text{ cm}^2$.</p> <p>Die vorhandene Biegezugbewehrung ist ausreichend dimensioniert.</p>	1	2	1
	1.3.2 Summe BE	4	3	

Teilaufgabe	Lösungsskizze/Hinweise	I	II	III
1.3.3	<p>Vergleich des vorhandenen Stababstandes <i>vorh. a</i> mit dem erforderlichen Stababstand <i>erf. a</i>:</p> $vorh. a = \frac{(24 \text{ cm} - 2 \cdot c_{nom} - 2 \cdot d_{S,Bü} - 5 \cdot d_{S,l})}{4}$ $vorh. a = \frac{(24 \text{ cm} - 4 \text{ cm} - 1,6 \text{ cm} - 8 \text{ cm})}{4}$ $vorh. a = \frac{10,4 \text{ cm}}{4} = 2,6 \text{ cm} > erf. a = 2 \text{ cm}$ <p>Der Stababstand ist ausreichend (ohne Berücksichtigung des erforderlichen Biegerollendurchmessers für die Bügel).</p> <p>Unter Berücksichtigung des erforderlichen Biegerollendurchmessers ergeben sich folgende Werte:</p> $d_{br1} = 4 \cdot d_s = 4 \cdot 8 \text{ mm} = 32 \text{ mm} = 3,2 \text{ cm}$ $\Delta x = \Delta y = \frac{(16 \text{ mm} \cdot \sqrt{2} - 16 \text{ mm}) - (8 \text{ mm} \cdot \sqrt{2} - 8 \text{ mm})}{\sqrt{2}}$ $= 2,34 \text{ mm}$ <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> </div> <p>Aus $\Delta x = 2,34 \text{ mm}$ ergibt sich ein veränderter Abstand für <i>a</i>:</p> $vorh. a = \frac{(24 \text{ cm} - 4 \text{ cm} - 1,6 \text{ cm} - 8 \text{ cm} - 2 \cdot 0,234 \text{ cm})}{4}$ $vorh. a = 2,48 \text{ cm} > erf. a = 2 \text{ cm}$ <p>Demnach können, auch bei Berücksichtigung des Biegerollendurchmessers für die Bügel, fünf Bewehrungsstäbe in einer Lage verlegt werden.</p> <p>Da sich nach dieser Rechnung die beiden Bewehrungsstäbe in den unteren Ecken um jeweils 2,34 mm horizontal und vertikal verschieben, ändert sich auch die statische Höhe. Die Abweichung ist jedoch so gering, dass sie hier keine Berücksichtigung findet.</p>		1	1
	1.3.3 Summe BE		1	3
	Aufgabe 1 (40 BE)	12	17	11

Kompetenzbeschreibung zu Aufgabe 2

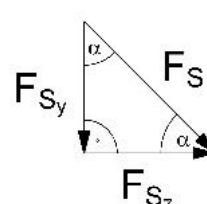
Die Schülerinnen und Schüler ermitteln die physikalisch-technischen Größen Arbeit und Leistung.

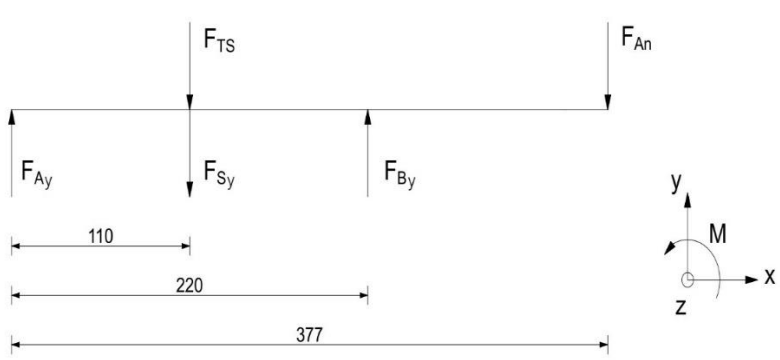
Die Schülerinnen und Schüler überprüfen und dimensionieren Komponenten von Antriebssystemen.

Die Schülerinnen und Schüler bestimmen die Auflagerkräfte.

Die Schülerinnen und Schüler fügen Bauteile und Normteile zu einer Baugruppe mit Hilfe eines CAD-Programmes zusammen und verknüpfen diese.

Teilaufgabe	Lösungsskizze/Hinweise	I	II	III
2.1	<p>Berechnung der Gesamtmasse:</p> $m_{Bt} = 95 \text{ kg}$ $m_{Wg} = 150 \text{ kg}$ $m_{Ges} = m_{Bt} + m_{Wg}$ $m_{Ges} = 245 \text{ kg}$	1		
	<p>Berechnung der maximal erforderlichen Hubarbeit:</p> $W_H = F_G \cdot v = m_{Ges} \cdot g \cdot h$ $W_H = m_{Ges} \cdot g \cdot h$ $W_H = 245 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2,5 \text{ m}$ $W_H = 6008,63 \text{ J}$	1		
	2.1 Summe BE	2		
2.2	<p>Berechnung der zurückgelegten Wegstrecke:</p> $v = \frac{s}{t}$ $t = \frac{s}{v}$ $t = \frac{3,535 \text{ m}}{0,14 \text{ m/s}}$ $t = 24,95 \text{ s}$	1		
	<p>Berechnung der zum Bewegen des beladenen Slipwagens maximal erforderlichen Hubleistung:</p> $P_H = \frac{W_H}{t} \cdot v$ $P_H = \frac{6000 \text{ W}}{24,95 \text{ s}} \cdot 5$ $P_H = 1202,26 \text{ W}$	1		
	2.2 Summe BE	2		

Teilaufgabe	Lösungsskizze/Hinweise	I	II	III
2.3	<p>Berechnung der notwendigen Leistung an der Abtriebswelle:</p> $\eta = \frac{P_H}{P_A}$ $P_A = \frac{P_H}{\eta}$ $P_A = \frac{1200 \text{ W}}{0,84} = 1428,57 \text{ W}$ <p>Überprüfung, ob die Nennleistung des Motors für die erforderliche Leistung an der Ausgangswelle ausreichend ist:</p> $P_N = 1,5 \text{ kW} > P_A = 1,43 \text{ kW}$ <p>Der Motor DRE90L2 verfügt für den geplanten Einsatz über eine ausreichende Nennleistung.</p>	2	1	
2.3 Summe BE		2	1	
2.4	<p>Ermittlung der Kraftkomponente F_{S_y} der Seilkraft:</p>  $\cos \alpha = \frac{F_{S_y}}{F_S}$ $F_{S_y} = \cos \alpha \cdot F_S$ $F_{S_y} = \cos 45^\circ \cdot 3000 \text{ N}$ $F_{S_y} = 2121,32 \text{ N}$ <p>Ermittlung der Kraftkomponente F_{S_z} der Seilkraft.</p> $F_{S_z} = F_{S_y} = 2121,32 \text{ N}$		2	1
2.4 Summe BE			3	

Teilaufgabe	Lösungsskizze/Hinweise	I	II	III
2.5	<p>Ermittlung der Gewichtskräfte:</p> $F_{TS} = m_{TS} \cdot g$ $F_{TS} = 65 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ $F_{TS} = 637,65 \text{ N}$ $F_{An} = m_{An} \cdot g$ $F_{An} = 50 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ $F_{An} = 490,50 \text{ N}$ <p>Erstellung des mechanischen Ersatzbildes:</p>  <p>Bestimmung der Auflagerkräfte:</p> $\sum M_{(A)} = 0 = F_{By} \cdot 220 \text{ mm} - F_{TS} \cdot 110 \text{ mm} - F_{Sy} \cdot 110 \text{ mm} - F_{An} \cdot 377 \text{ mm}$ $F_{By} = \frac{F_{TS} \cdot 110 \text{ mm} + F_{Sy} \cdot 110 \text{ mm} + F_{An} \cdot 377 \text{ mm}}{220 \text{ mm}}$ $F_{By} = \frac{(637,65 \cdot 110 + 2100 \cdot 110 + 490,50 \cdot 377) \text{ Nmm}}{220 \text{ mm}}$ $F_{By} = 2209,36 \text{ N}$ $\sum F_y = 0 = F_{Ay} - F_{TS} - F_{Sy} + F_{By} - F_{An}$ $F_{Ay} = F_{TS} + F_{Sy} - F_{By} + F_{An}$ $F_{Ay} = 637,65 \text{ N} + 2100 \text{ N} - 2209,36 \text{ N} + 490,50 \text{ N}$ $F_{Ay} = 1018,79 \text{ N}$ <p>Vergleich der Ergebnisse mit der Herstellerempfehlung:</p> $F_{Ay} = 1018,79 \text{ N} \leq F_{zul} = 2500 \text{ N}$ $F_{By} = 2209,36 \text{ N} \leq F_{zul} = 2500 \text{ N}$ <p>Die maximalen Auflagerkräfte für A und B in radialer Richtung liegen unter der Herstellerempfehlung.</p>		2 3	2 2
	2.5 Summe BE		6	4

Teilaufgabe	Lösungsskizze/Hinweise	I	II	III
2.6	<p>Ermittlung der äquivalenten Lagerbelastung:</p> $P = X \cdot F_r + Y \cdot F_a$ $P = 1 \cdot 2,5 \text{ kN} + 0 \cdot 0 \text{ kN}$ $P = 2,5 \text{ kN}$ <p>Ermittlung der nominellen Lebensdauer in Umdrehungen:</p> <p>$C = 19,3 \text{ kN}$ für Lagerreihe 62 mit $d = 30 \text{ mm}$</p> $L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^3 \cdot 10^6$ $L_{10} = \left(\frac{19,3 \text{ kN}}{2,5 \text{ kN}}\right)^3 \cdot 10^6$ $L_{10} = 460,10 \cdot 10^6$ <p>Nominelle Lebensdauer in Betriebsstunden:</p> $L_{10h} = \frac{L_{10}}{60 \cdot n}$ $L_{10h} = \frac{460,10 \cdot 10^6}{60 \cdot 20 \text{ min}^{-1}}$ $L_{10h} = 383416 \text{ h}$		1	
	2.6 Summe BE		5	
2.7	<p>Erstellung der Baugruppenzeichnung einer Baugruppe mittels CAD (Hinweise unter https://youtu.be/w7jG_sg_d64):</p> <p>Fixierung des Motors</p> <p>Entzug der Freiheitsgrade von den Bauteilen 02, 05, 06 und 07 über Abhängigkeiten bzw. Verknüpfungen</p> <p>Verknüpfung der Bauteile 03 (zweimal) und 04 unter Einbeziehung von Ebenen</p> <p>Ergänzung der Baugruppe mit den vorgegebenen Normteilen und Vergabe von Abhängigkeiten bzw. Verknüpfungen</p> <p>Realisierung der Drehbewegung von Bauteil 02 zu Bauteil 07</p>		1	4
	2.7 Summe BE		7	8
	Aufgabe 2 (40 BE)	6	22	12

Kompetenzbeschreibung zu Aufgabe 3


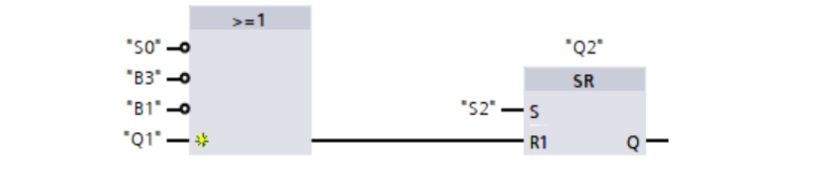

Die Schülerinnen und Schüler dimensionieren und wählen unter Verwendung von Datenblättern elektrische Betriebsmittel zum Leitungsschutz aus.

Die Schülerinnen und Schüler untersuchen elektrische Anlagen und überprüfen deren Abschaltcharakteristik.

Die Schülerinnen und Schüler analysieren und entwickeln verbindungs- sowie speicherprogrammierte Steuerungen und nehmen diese in Betrieb.

Teilaufgabe	Lösungsskizze/Hinweise	I	II	III
3.1	<p>Bestimmung der maximal zulässigen Strombelastbarkeit I_z:</p> $I_z = f_1 \cdot f_2 \cdot I_r$ $I_z = 1,06 \cdot 0,7 \cdot 15 \text{ A}$ $I_z = 11,13 \text{ A}$ <p>Rechnerische Überprüfung, ob der Spannungsfall eingehalten wird:</p> $\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot l \cdot I \cdot \cos \varphi}{\kappa \cdot q}$ $\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot 70 \text{ m} \cdot 2,75 \text{ A} \cdot 0,93}{56 \frac{\text{A} \cdot \text{m}}{\text{V} \cdot \text{mm}^2} \cdot 1,5 \text{ mm}^2}$ $\Delta U = 3,69 \text{ V}$ $\Delta U_{\%} = \frac{\Delta U}{U_b} \cdot 100\%$ $\Delta U_{\%} = \frac{3,69 \text{ V}}{400 \text{ V}} \cdot 100\%$ $\Delta U_{\%} = 0,92 \%$ <p>Der Spannungsfall auf der Leitung beträgt $\Delta U_{\%} = 0,92 \%$ und ist somit kleiner als die maximal zulässigen 3 %.</p> <p>Auswahl eines geeigneten Leistungsschutzschalters:</p> $I_b \leq I_N \leq I_z$ $2,75 \text{ A} \leq 10 \text{ A} \leq 11,13 \text{ A} \rightarrow \text{Bedingung ist erfüllt}$ <p>Die maximal zulässige Strombelastbarkeit der Leitung beträgt $I_z = 11,13 \text{ A}$</p> <p>\rightarrow Der nächstmögliche Leitungsschutzschalter hat einen Bemessungsstrom von $I_N = 10 \text{ A}$.</p>	3	5	2
	3.1 Summe BE	3	7	

Teilaufgabe	Lösungsskizze/Hinweise	I	II	III
3.2	<p>Ermittlung des Kurzschlussstromes I_K in der Fehlerschleife:</p> $I_K = \frac{U_0}{Z_S}$ $I_K = \frac{230 \text{ V}}{2 \Omega}$ $I_K = 115 \text{ A}$ <p>Ermittlung des erforderlichen Abschaltstromes I_A für den Leitungsschutzschalter:</p> $I_A = 10 \cdot 32 \text{ A} = 320 \text{ A}$ <p>Überprüfung der Einhaltung des Abschaltstromes:</p> $I_k \geq 1,5 \cdot I_A$ $I_K = 115 \text{ A} < 1,5 \cdot I_A = 480 \text{ A} \rightarrow \text{Bedingung nicht eingehalten}$ <p>Der Leitungsschutzschalter ist nicht geeignet, da er im Kurzschlussfall nicht sicher abschaltet.</p> $\rightarrow I_K = 115 \text{ A} < 1,5 \cdot I_A = 480 \text{ A}$		2	1
	3.2 Summe BE		2	2
3.3	<p>Beschreibung der Funktion der Schaltung:</p> <p>Die Betriebsart Slipwagen-AUF startet durch Betätigen des Tasters S1.</p> <p>Der Hilfskontakt von Q1 im Pfad 2 überbrückt als Selbsthaltung den Taster S1 in Pfad 1.</p> <p>Wenn die Slipanlage die obere Endposition erreicht hat, schaltet der Endschalter B2 die Betriebsart ab.</p> <p>Die Betriebsart Slipwagen-AB startet durch Betätigen des Tasters S2.</p> <p>Der Hilfskontakt von Q2 im Pfad 5 überbrückt als Selbsthaltung den Taster S2 in Pfad 4.</p> <p>Wenn die Slipanlage die untere Endposition erreicht hat, schaltet der Endschalter B3 die Betriebsart ab.</p> <p>Die Anlage kann durch den Not-Aus-Schalter jederzeit abgeschaltet werden.</p> <p>Der Öffnerkontakt des Motorschutzrelais B1 schaltet die Slipwagensteuerung bei Überlastung des Motors ab.</p> <p>Durch den Schließerkontakt von B1 erfolgt bei Motorstörung eine optische Warnung über die Meldeleuchte P1.</p>	8		
	3.3 Summe BE	8		

Teilaufgabe	Lösungsskizze/Hinweise	I	II	III																																										
3.4	<p style="text-align: center;">Entwicklung eines Funktionsplanes (FUP)</p> <p>Netzwerk 1: Slipanlage aufwärts</p> <p>Kommentar</p>  <table border="1" data-bbox="400 629 1225 792"> <tr><td>*B1*</td><td>%I0.3</td><td>Motorschutzrelais</td></tr> <tr><td>*B2*</td><td>%I0.4</td><td>Rollenendschalter: Slipanlage oben</td></tr> <tr><td>*Q1*</td><td>%Q0.0</td><td>Schütz: Slipanlage fährt nach oben</td></tr> <tr><td>*Q2*</td><td>%Q0.1</td><td>Schütz: Slipanlage fährt nach unten</td></tr> <tr><td>*S0*</td><td>%I0.0</td><td>Not-Aus-Taster</td></tr> <tr><td>*S1*</td><td>%I0.1</td><td>Ein-Taster: Anforderung Slipanlage nach o</td></tr> </table> <p>Netzwerk 2: Slipanlage abwärts</p> <p>Kommentar</p>  <table border="1" data-bbox="400 1122 1225 1285"> <tr><td>*B1*</td><td>%I0.3</td><td>Motorschutzrelais</td></tr> <tr><td>*B3*</td><td>%I0.5</td><td>Rollenendschalter: Slipanlage unten</td></tr> <tr><td>*Q1*</td><td>%Q0.0</td><td>Schütz: Slipanlage fährt nach oben</td></tr> <tr><td>*Q2*</td><td>%Q0.1</td><td>Schütz: Slipanlage fährt nach unten</td></tr> <tr><td>*S0*</td><td>%I0.0</td><td>Not-Aus-Taster</td></tr> <tr><td>*S2*</td><td>%I0.2</td><td>Ein-Taster: Anforderung Slipanlage nach</td></tr> </table> <p>Netzwerk 3: Meldeleuchte Motorschutz hat ausgelöst</p> <p>Kommentar</p>  <table border="1" data-bbox="400 1585 1225 1644"> <tr><td>*B1*</td><td>%I0.3</td><td>Motorschutzrelais</td></tr> <tr><td>*P1*</td><td>%Q0.2</td><td>Meldeleuchte Motorschutz hat ausgelöst</td></tr> </table>	*B1*	%I0.3	Motorschutzrelais	*B2*	%I0.4	Rollenendschalter: Slipanlage oben	*Q1*	%Q0.0	Schütz: Slipanlage fährt nach oben	*Q2*	%Q0.1	Schütz: Slipanlage fährt nach unten	*S0*	%I0.0	Not-Aus-Taster	*S1*	%I0.1	Ein-Taster: Anforderung Slipanlage nach o	*B1*	%I0.3	Motorschutzrelais	*B3*	%I0.5	Rollenendschalter: Slipanlage unten	*Q1*	%Q0.0	Schütz: Slipanlage fährt nach oben	*Q2*	%Q0.1	Schütz: Slipanlage fährt nach unten	*S0*	%I0.0	Not-Aus-Taster	*S2*	%I0.2	Ein-Taster: Anforderung Slipanlage nach	*B1*	%I0.3	Motorschutzrelais	*P1*	%Q0.2	Meldeleuchte Motorschutz hat ausgelöst	8		
B1	%I0.3	Motorschutzrelais																																												
B2	%I0.4	Rollenendschalter: Slipanlage oben																																												
Q1	%Q0.0	Schütz: Slipanlage fährt nach oben																																												
Q2	%Q0.1	Schütz: Slipanlage fährt nach unten																																												
S0	%I0.0	Not-Aus-Taster																																												
S1	%I0.1	Ein-Taster: Anforderung Slipanlage nach o																																												
B1	%I0.3	Motorschutzrelais																																												
B3	%I0.5	Rollenendschalter: Slipanlage unten																																												
Q1	%Q0.0	Schütz: Slipanlage fährt nach oben																																												
Q2	%Q0.1	Schütz: Slipanlage fährt nach unten																																												
S0	%I0.0	Not-Aus-Taster																																												
S2	%I0.2	Ein-Taster: Anforderung Slipanlage nach																																												
B1	%I0.3	Motorschutzrelais																																												
P1	%Q0.2	Meldeleuchte Motorschutz hat ausgelöst																																												
	3.4 Summe BE		8																																											

Teilaufgabe	Lösungsskizze/Hinweise	I	II	III												
3.5	Entwicklung eines Inbetriebnahmeprotokoll:															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Funktion</th> <th>Vorbedingungen/ Testfolge</th> <th>Ergebnis</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Slipanlage absenken</td> <td> <u>Vorbedingungen:</u> <ul style="list-style-type: none"> • S0 (Not-Aus) Signal = 1 • B1 (Motorschutz) Signal = 1 • B2 (Endtaster oben) Signal = 0 • B3 (Endtaster unten) Signal = 1 <u>Testfolge:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Anforderung: Slipanlage abwärts Taster S2 betätigen Signal = 1 <p>→ Q2 (Schütz nach unten) Signal = 1 ✓</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Slipanlage bewegt sich abwärts B2 (Endtaster oben) Signal = 1 3. Slipanlage unten angekommen B3 (Endtaster unten) Signal = 0 <p>→ Q2 (Schütz nach unten) Signal = 0 ✓</p> </td> <td></td> </tr> <tr> <td>Slipanlage heben</td> <td> <u>Vorbedingungen:</u> <ul style="list-style-type: none"> • S0 (Not-Aus) Signal = 1 • B1 (Motorschutz) Signal = 1 • B2 (Endtaster oben) Signal = 1 • B3 (Endtaster unten) Signal = 0 <u>Testfolge:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Anforderung: Slipanlage abwärts Taster S1 betätigen Signal = 1 <p>→ Q1 (Schütz nach unten) Signal = 1 ✓</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Slipanlage bewegt sich aufwärts B3 (Endtaster unten) Signal = 1 3. Slipanlage unten angekommen B2 (Endtaster oben) Signal = 0 <p>→ Q1 (Schütz nach unten) Signal = 0 ✓</p> </td> <td></td> </tr> <tr> <td>Notaus/ Motor- schutz</td> <td> <u>Vorbedingungen:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Ein Schütz ist eingeschaltet <u>Testfolge:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Betätigung von B1 oder S0 <p>→ Q1 bzw. Q2 Signal = 0 ✓</p> </td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Funktion	Vorbedingungen/ Testfolge	Ergebnis	Slipanlage absenken	<u>Vorbedingungen:</u> <ul style="list-style-type: none"> • S0 (Not-Aus) Signal = 1 • B1 (Motorschutz) Signal = 1 • B2 (Endtaster oben) Signal = 0 • B3 (Endtaster unten) Signal = 1 <u>Testfolge:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Anforderung: Slipanlage abwärts Taster S2 betätigen Signal = 1 <p>→ Q2 (Schütz nach unten) Signal = 1 ✓</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Slipanlage bewegt sich abwärts B2 (Endtaster oben) Signal = 1 3. Slipanlage unten angekommen B3 (Endtaster unten) Signal = 0 <p>→ Q2 (Schütz nach unten) Signal = 0 ✓</p>		Slipanlage heben	<u>Vorbedingungen:</u> <ul style="list-style-type: none"> • S0 (Not-Aus) Signal = 1 • B1 (Motorschutz) Signal = 1 • B2 (Endtaster oben) Signal = 1 • B3 (Endtaster unten) Signal = 0 <u>Testfolge:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Anforderung: Slipanlage abwärts Taster S1 betätigen Signal = 1 <p>→ Q1 (Schütz nach unten) Signal = 1 ✓</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Slipanlage bewegt sich aufwärts B3 (Endtaster unten) Signal = 1 3. Slipanlage unten angekommen B2 (Endtaster oben) Signal = 0 <p>→ Q1 (Schütz nach unten) Signal = 0 ✓</p>		Notaus/ Motor- schutz	<u>Vorbedingungen:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Ein Schütz ist eingeschaltet <u>Testfolge:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Betätigung von B1 oder S0 <p>→ Q1 bzw. Q2 Signal = 0 ✓</p>				10
	Funktion	Vorbedingungen/ Testfolge	Ergebnis													
	Slipanlage absenken	<u>Vorbedingungen:</u> <ul style="list-style-type: none"> • S0 (Not-Aus) Signal = 1 • B1 (Motorschutz) Signal = 1 • B2 (Endtaster oben) Signal = 0 • B3 (Endtaster unten) Signal = 1 <u>Testfolge:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Anforderung: Slipanlage abwärts Taster S2 betätigen Signal = 1 <p>→ Q2 (Schütz nach unten) Signal = 1 ✓</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Slipanlage bewegt sich abwärts B2 (Endtaster oben) Signal = 1 3. Slipanlage unten angekommen B3 (Endtaster unten) Signal = 0 <p>→ Q2 (Schütz nach unten) Signal = 0 ✓</p>														
Slipanlage heben	<u>Vorbedingungen:</u> <ul style="list-style-type: none"> • S0 (Not-Aus) Signal = 1 • B1 (Motorschutz) Signal = 1 • B2 (Endtaster oben) Signal = 1 • B3 (Endtaster unten) Signal = 0 <u>Testfolge:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Anforderung: Slipanlage abwärts Taster S1 betätigen Signal = 1 <p>→ Q1 (Schütz nach unten) Signal = 1 ✓</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Slipanlage bewegt sich aufwärts B3 (Endtaster unten) Signal = 1 3. Slipanlage unten angekommen B2 (Endtaster oben) Signal = 0 <p>→ Q1 (Schütz nach unten) Signal = 0 ✓</p>															
Notaus/ Motor- schutz	<u>Vorbedingungen:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Ein Schütz ist eingeschaltet <u>Testfolge:</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Betätigung von B1 oder S0 <p>→ Q1 bzw. Q2 Signal = 0 ✓</p>															
	3.5 Summe BE			10												
	Aufgabe 3 (40 BE)	11	17	12												
	Aufgabe IW gesamt (120 BE)	29	56	35												