Abschlussprojekt Hallenkran

Schule	**:** BBS Zweibrücken
Klasse	**:** HBFAM10
Schuljahr	**:** 2011/12
Projektleiter	**:** Fabian Konrad
Projektteam	**:** Fabian Konrad, Jan Oswald, Daniel Kannan
Abgabetermin	**:** 17.02.2012

Inhaltsverzeichnis **Seite**

1. Allgemein ..... **1 - 5**
- **1.1.** Inhaltsverzeichnis ..... 2 - 3
- **1.2.** Projektidee 4
- **1.3.** Sollzustand 4
- **1.4.** Technologieschema 5

2. Planung ..... **6 - 20**
- **2.1.** Auftragsbeschreibung ..... 6 - 7
  - **2.1.1.** Funktionsbeschreibung 6
  - **2.1.2.** Ziele 7
- **2.2.** Projektinformation 8
  - **2.2.1.** Persönliche Schutzausrüstung 8
  - **2.2.2.** Sicherheitsaspekte 8
  - **2.2.3.** Elektrische Kenndaten 8
  - **2.2.4.** Informationsquellen 8
- **2.3.** Ablaufplanung ..... 9 - 10
  - **2.3.1.** Meilensteinplan 9
  - **2.3.2.** Balkenplan 10
- **2.4.** Berechnungen ..... 11 - 14
  - **2.4.1.** Gewindestangendrehzahl ..... 11 - 12
  - **2.4.2.** Windendrehzahl ..... 13 - 14
- **2.5.** Versuche 15
- **2.6.** Materialdisposition ..... 16 - 20
  - **2.6.1.** Materialliste Elektrik ..... 16 - 17
  - **2.6.2.** Materialliste Mechanik 18
  - **2.6.3.** Materialliste Sonstiges 19
  - **2.6.4.** Prüf- und Messmittel 19
  - **2.6.5.** Werkzeugliste Elektrik 20
  - **2.6.6.** Werkzeugliste Metallwerkstatt 20

3. Durchführung ..... **21 - 49**
- **3.1.** Fertigstellen des Unterkastens ..... 21 - 24
  - **3.1.1.** Bau des Unterkastens 21
  - **3.1.2.** Integrieren das Sicherungskastens 22
  - **3.1.3.** Fertigstellen der Steuerkonsole ..... 23 - 24
- **3.2.** Fertigstellen der Hauptkonstruktion ..... 25 - 26
  - **3.2.1.** Bau der Grundkonstruktion 25
  - **3.2.2.** Bau des beweglichen Trägers 25
  - **3.2.3.** Bau der Laufkatze 26
  - **3.2.4.** Anbringen der Endlagentaster 26

Seite

3.3. Fertigstellen der Windenkonstruktion ..... 27 - 31
3.3.1. Aufbau des Windenkörpers 27
3.3.2. Fertigen des Seilwindengetriebes 28
3.3.3. Windensensorik 29
3.3.4. Bau des Elektromagneten 30
3.3.5. Zusammenbau der Konstruktion 31
3.4. Fertigstellen der Antriebsvorrichtung ..... 32 - 37
3.4.1. Bau der Trägermotorhalterungen ..... 32 - 33
3.4.2. Bau der Laufkatzenmotorhalterungen 34
3.4.3. Die Gewindestangen 35
3.4.4. Drehen der Gewindestangenadapter 36
3.4.5. Zusammenbau der Getriebe 37
3.5. Verkabeln der Anlage ..... 38 - 44
3.5.1. Anschließen der Steuerkonsole 38
3.5.2. Anschließen der LOGO! ..... 39 - 40
3.5.3. Verdrahten der Relais ..... 41 - 42
3.5.4. Der Not-Aus ..... 43 - 44
3.5.5. Verkabeln der Hauptkonstruktion 44
3.6. Programmieren der LOGO! ..... 45 - 48
3.6.1. Schreiben des Testprogramms 45
3.6.2. Schreiben des finalen Programms ..... 45 - 48
4. Inbetriebnahme ..... 49 - 50
4.1. Sichtprüfung 49
4.2. Kontrolle des Schutzleiters 49
4.3. Überprüfen der Betriebsspannung 49
4.4. Funktion der Anlage testen 50
4.5. Überprüfen der Ziele 50
5. Anhang ..... 51 - 77
5.1. Wochenberichte ..... 51 - 59
5.2. Beschlüsse ..... 60 - 63
5.3. Technische Zeichnungen ..... 64 - 70
5.4. Anschlussbelegungsplan ..... 71 - 72
5.5. Schaltpläne ..... 73 - 75
5.6. LOGO! – Plan 76
5.7. Erklärung 77

1. Allgemein

1.2. Projektidee

Am Anfang hatten wir nur vage Ideen von dem, was wir bauen könnten. Dann wurde vorgeschlagen, ein Modell eines Krans zu bauen, wobei noch nicht klar war, welche Art Kran es sein sollte. Es standen mehrere Varianten wie z.B. Gittermast-, Teleskop-, Portal- oder Derrickkran zur Auswahl. Eines unserer weiteren Anliegen war möglichst viel des in den letzten beiden Jahren Gelernten mit einzubringen. Schlussendlich fiel unsere Wahl auf einen Hallenkran. Er war, aufgrund der Möglichkeit, eine große Anzahl unserer eigenen Ideen zu verwirklichen, die beste Option.

1.3. Soll-Zustand

Der Hallenkran soll eine Last auf allen drei Achsen (X, Y, Z) bewegen. Die Bewegung auf X- und Y-Achse soll durch die Laufkatze und den beweglichen Träger ermöglicht werden. Außerdem soll die Last mit Hilfe der Seilwinde angehoben bzw. abgesetzt werden können.

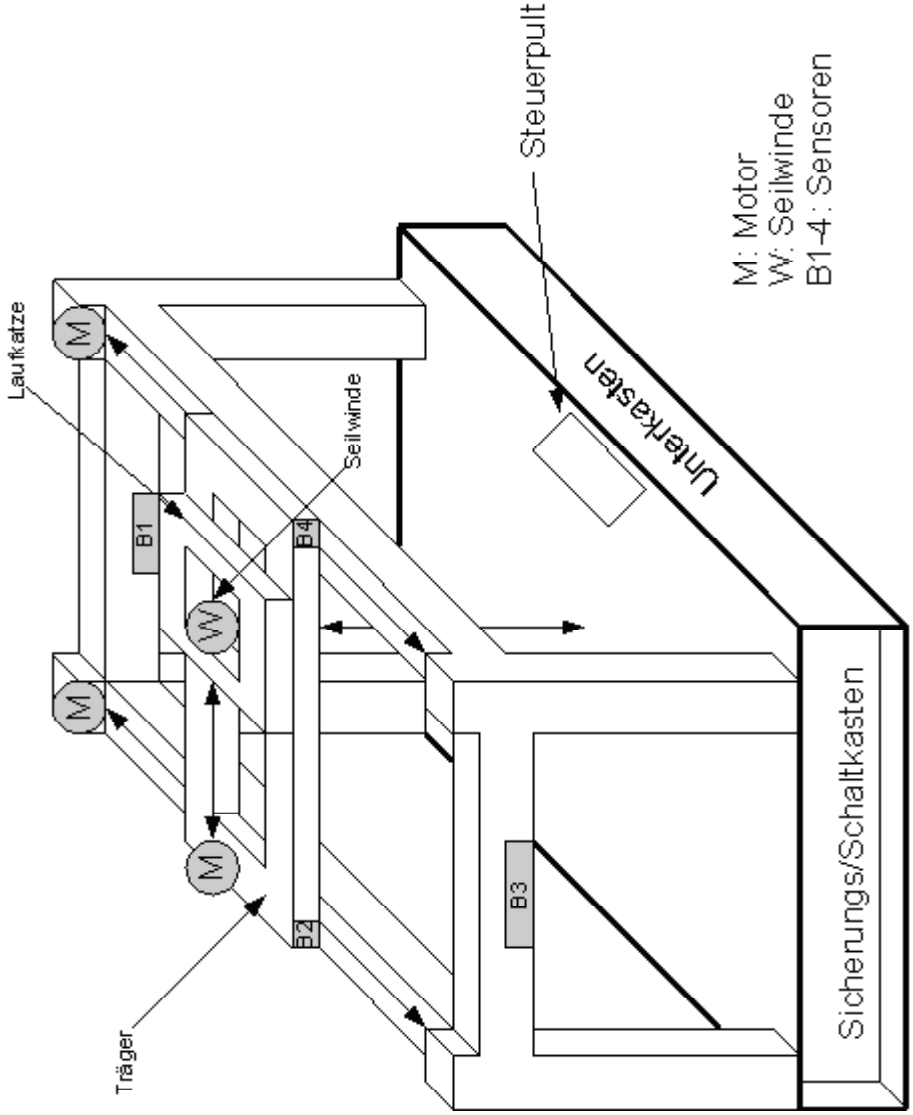
All diese Bewegungen sollen mechanisch erfolgen. Die Lastaufnahme übernimmt ein Elektromagnet. Die Verbindung von Steuer- und Laststromkreis, sowie Sicherung und Steuerung sind in einem Unterkasten vorgesehen.

Ein im Unterkasten eingelassenes Steuerpult ermöglicht die Bedienung per Hand. Außerdem soll der Kran über einen Automatik-Modus verfügen, in dem er Teile von einer vorher festgelegten Position zur anderen befördert. Über mehrere Sensoren soll das Annähern der beweglichen Glieder an die Randbereiche erfasst und gestoppt werden, um ein Anstoßen zu verhindern.

Die anfallenden Aufgaben in Steuerung und Regelung sollen von einer *LOGO! übernommen werden.

***LOGO!:** Erläuterung auf Seite 40

1.4. Technologieschema



2. Planung

2.1. Auftragsbeschreibung

2.1.1. Funktionsbeschreibung

Die gesamte Konstruktion besteht aus der Hauptkonstruktion und dem Unterkasten.

Im Unterkasten sind der Sicherungs- bzw. Schaltkasten und das Steuerpult integriert sowie die gesamte Verkabelung und die Stromversorgung untergebracht. Die Stromversorgung besteht aus insgesamt drei Netzteilen.

Ein LOGO!-Netzteil ist für die Energieversorgung der LOGO! und des Steuerstromkreises zuständig und zwei parallel geschaltete Schaltnetzteile sind für den Laststromkreis verantwortlich.

Die Hauptkonstruktion steht auf dem Unterkasten und besteht aus der Grundkonstruktion, der Laufkatze, dem beweglichen Träger und der Seilwinde. Die Bewegungen von Laufkatze und Träger erfolgen über Gewindestangen, die von Motoren angetrieben werden.

Die Motoren wurden untersetzt um die Drehzahl anzupassen.

Die Seilwinde wird mit einem Motor gleicher Bauart betrieben, der allerdings deutlich stärker untersetzt ist. Um ein Durchrutschen der Last zu verhindern, wird ein Schneckenradgetriebe verwendet. Um die Drehrichtung der Motoren umkehren zu können, werden Relais verwendet, welche beim Anziehen die Polung ändern.

Im manuellen Betrieb wird der Kran über die im Steuerpult vorhandenen Bedienelemente gesteuert, welche bei Betätigung ein entsprechendes Signal am jeweiligen LOGO!-Eingang schalten. Wenn dies geschieht, wertet die LOGO! entsprechend des zugrundeliegenden Programms alle damit in Verbindung stehenden Signale aus und reagiert dem entsprechend.

Im automatischen Betrieb sind die meisten Bedienelemente funktionslos. Die LOGO! führt die vorher durch das Programm festgelegten Aktionen durch.

Bei Betätigung des Not-Aus Schalters stoppen sofort alle gerade ausgeführten Aktionen, mit Ausnahme des Magneten, der mit dem Not-Aus nicht ausgeschaltet werden darf, da dies ein sofortiges Herabfallen der Last zur Folge hätte.

2.1.2. Ziele

- Der Kran soll eine Last auf allen drei Achsen bewegen
- Der Träger soll in einem Zeitraum von 15sek die gesamte Strecke zurücklegen
- Die Laufkatze soll in einem Zeitraum von 10sek die gesamte Strecke zurücklegen
- Die Seilwinde soll eine Last innerhalb von 20sek vom Boden aus bis auf die maximal mögliche Höhe anheben können
- Der Elektromagnet soll in der Lage sein, ein Gewicht von bis zu 100g anzuheben
- Der Kran soll über eine Automatikfunktion verfügen
- Das Projektbudget soll eine Höhe von 1000€ nicht übersteigen
- Alle anfallenden Arbeiten sollen bis zum 15.02.2012 abgeschlossen sein

2.2. Projektinformation

2.2.1. Persönliche Schutzausrüstung

Während der Arbeiten in der Metallwerkstatt wird folgende Schutzausrüstung angelegt:

- Sicherheitsschuhe
- Schutzbrille

2.2.2. Sicherheitsaspekte

Es dürfen keine Arbeiten an der laufenden Anlage durchgeführt werden und die Anlage muss spannungsfrei geschaltet sein.

2.2.3. Elektrische Kenndaten

Anschlussspannung	:	230V / 50Hz
Steuerspannung	:	12V DC
Arbeitsspannung	:	12V DC
Absicherung	:	1x10A
Schutzklasse **III**	:	Schutzkleinspannung

2.2.4. Informationsquellen

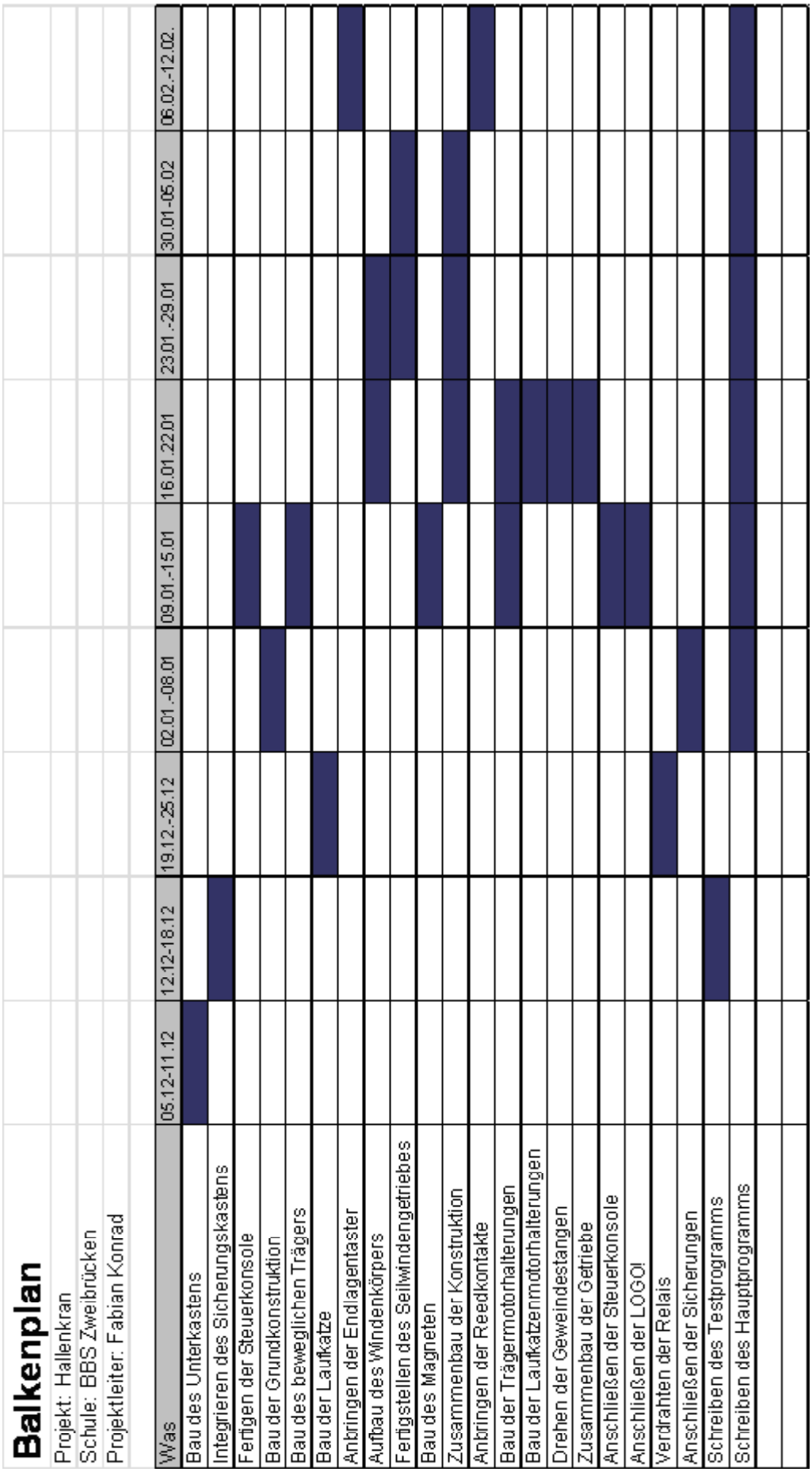
- www.wikipieda.de
- www.elektronik-kompendium.de
- *Elektrotechnische Schaltungen und ihre Funktion*
  Bildungsverlag EINS, 16.Auflage
- *Mechanik der festen Körper Technische Physik 1*
  Europa-Lehrmittel 2. Auflage
- *Mechatronik Tabellenbuch*
  Europa Lehrmittel, 5.neu bearbeitete und erweiterte Auflage
- *Mechatronik Fachkundebuch*
  Europa Lehrmittel, 3.Auflage
- *Elektronik Tabellen Geräte- und Systemtechnik*
  Westermann Verlag, 4.Auflage

2.3. Ablaufplanung

2.3.1. Meilensteinplan

Meilensteine	Arbeitspakete	Pläne auf Seite	Geplante Zeit	Meilenstein Termin
Fertigstellen des Unterkastens	- Bau des Unterkastens - Integrieren des Sicherungskastens - Fertigstellen der Steuerkonsole	64 65	2 h 1,5 h 3 h	10.01.12
Fertigstellen der Hauptkonstruktion	- Bau der Grundkonstruktion - Bau des beweglichen Trägers - Bau der Laufkatze - Anbringen der Endlagentaster		0,5 h 2 h 2,5 h 1 h	01.02.12
Fertigstellen der Windenkonstruktion	- Aufbau des Windenkörpers - Fertigen des Seilwindengetriebes - Windensensorik - Bau des Elektromagneten - Zusammenbau der Windenkonstruktion	70 68, 69	2 h 3,5 h 2 h 2 h 1 h	03.02.12
Fertigstellen der Antriebsvorrichtungen	- Bau der Trägermotor-halterungen - Bau der Laufkatzenmotor-halterungen - Die Gewindestangen - Drehen der Gewindestangenadapter - Zusammenbau der Getriebe	67 67 66 66	2,5 h 1,5 h 1,5h 2 h 1 h	20.01.12
Verkabeln der Anlage	- Anschließen der Steuerkonsole - Anschließen der LOGO! - Verdrahten der Relais - Der Not-Aus - Verkabeln der Hauptkonstruktion	71, 72 76 75	1 h 1 h 1,5 h 0,5 h 1,5 h	28.01.12
Programmieren der LOGO!	- Schreiben des Testprogramms - Schreiben des Hauptprogramms	 76	0,5 h 15 h	10.02.12

2.3.2. Balkenplan



2.4. Berechnungen

Während der Planungsphase wurden von uns einige Berechnungen durchgeführt, um Versuche besser einschätzen zu können und bei der Planung eine Hilfestellung zu haben. Bei allen Berechnungen wurden Reibungsverluste vernachlässigt und von denen im Motordatenblatt angegebenen Nenndrehzahlen und Nennmomenten ausgegangen.

2.4.1. Gewindestangendrehzahl

Die Gewindestangendrehzahl und Untersetzung des Motors sind ausschlaggebend für die Geschwindigkeit, die Last und somit die Genauigkeit mit der der bewegliche Träger und die Laufkatze bewegt werden können. Außerdem beginnt mit steigender Drehzahl die Konstruktion immer stärker zu Schwingen.

Motordrehzahl	: 4800 Upm
Steigung der M10 Gewindestange	: 1,5mm
Motorritzel	: 12 Zähne
Abtriebszahnrad 1	: 20 Zähne
Abtriebszahnrad 2	: 40 Zähne

a) Direkte Befestigung des Motors ohne Untersetzung auf der Gewindestange.

i = 1

4800 Upm × 1,5 mm = <u>7200 mm/min</u>

7200 mm/min ÷ 60 s = <u>120 mm/s</u>

» Die Schwingungen, die bei dieser Umdrehungszahl hervorgerufen würden, sind zu groß.

» 120 mm/s sind zu schnell, um den Träger und die Laufkatze genau steuern zu können.

b) Untersetzung des Motors mit 12 Zähne- Motorritzel und 20 Zähne- Abtriebszahnrad 1.

20 z ÷ 12 z = 1 2/3

i = 1 2/3

4800 Upm ÷ 1 2/3 = 2879,9 ≈ 2880 Upm

2880 Upm × 1,5 mm = 4320 mm/min

4320 mm/min ÷ 60 s = 72 mm/s

» Bei dieser Umdrehungszahl sind die Schwingungen zwar geringer, aber immer noch recht groß.

» 72 mm/s sind zwar besser, aber immer noch zu schnell, um den Träger und die Laufkatze präzise steuern zu können.

c) Untersetzung des Motors mit 12 Zähne- Motorritzel und 40 Zähne- Abtriebszahnrad 2.

40 z ÷ 12 z = 3 1/3

i = 3 1/3

4800 Upm ÷ 3 1/3 = 1441,4 Upm

1441,4 Upm × 1,5 mm = 2162,16 mm/min

2162,16 mm/min ÷ 60 s ≈ 36 mm/s

» Bei dieser Umdrehungszahl wird die Konstruktion zwar immer noch schwingen, aber in einem hinnehmbaren Rahmen.

» 36 mm/s sind gut geeignet um den Träger und die Laufkatze präzise zu steuern.

2.4.2. Windendrehzahl

Da sich die Winde nur sehr langsam drehen darf, dafür aber eine große Kraft erforderlich ist um auch schwere Dinge heben zu können, wurde auch hier der Motor über ein Zahnradgetriebe untersetzt. Hier muss das Übersetzungsverhältnis nur wesentlich größer sein. Es wurden verschiedene Kombinationen von Zahnrädern und Schneckenrädern getestet.

Motordrehzahl	: 4800 Upm
Motordrehmoment	: 26 Nmm
Motorritzel	: 12 Zähne
Zahnrad 1	: 15 Zähne
Zahnriemenscheibe 1	: 10 z
Zahnriemenscheibe 2	: 40 z
Übersetzungsverhältnis Schneckengetriebe	: 40/1

a) Untersetzung des Motors nur über das Schneckengetriebe

i = 40

4800 Upm ÷ 40 = <u>120 Upm</u>

26 N/mm × 40 = 1040 Nmm = 1,04 Nm

» Die Winde würde sich zu schnell drehen

» Der Motor hätte wahrscheinlich nicht genug Kraft, um auch größere Lasten heben zu können.

b) Der Motor wird über das Ritzel mit Zahnrad1 gepaart. Zahnrad1ist über eine Welle mit Zahnriemenscheibe 1 verbunden. Diese ist über einen Zahnriemen mit Zahnriemenscheibe 2 gepaart, welche mit dem Schneckengetriebe verbunden wird.

i_1 = 15 z ÷ 12 z = <u>1,25</u>

i_2 = 40 z ÷ 10 z = <u>4</u>

i_3 = <u>40</u>

$i_{ges} = i_1 \times i_2 \times i_3$ = <u>200</u>

4800 Upm ÷ 200 = <u>24 Upm</u>

26 N/mm × 200 = 5200 Nmm = <u>5,2 Nm</u>

» Die Drehzahl der Winde passt

» In dieser Untersetzung hat der Motor wahrscheinlich genug Kraft, um auch größere Lasten zu heben.

2.5. Versuche

Im fortschreitenden Projektablauf wurden von uns mehrere Versuche durchgeführt.

Diese dienten dazu, wichtige Informationen über die Realisierbarkeit unserer Vorstellungen zu gewinnen und gegebenenfalls Veränderungen vorzunehmen.

Zum Beispiel haben wir zu Beginn des Projekts getestet, wie sich die Motoren verhalten, wenn sie parallel angesteuert werden. Dies haben wir getan, um sie von vornherein als potentielle Fehlerquelle ausschließen zu können, falls der bewegliche Träger sich später verkanten sollte.

Bei einem weiteren Versuch im Elektrolabor haben wir festgestellt, dass ein einzelnes verwendetes 12V Netzteil den Magneten nicht ausreichend mit Strom versorgt, um ein für unsere Zwecke ausreichendes Magnetfeld aufzubauen. Nach zahlreichen Versuchen mit höherer Spannung, einem Eisenkern und mehreren Netzteilen kamen wir zu dem Schluss, dass ein zweites 12V Netzteil die beste Option ist, um die Magnetwirkung zu verbessern. Dieses zweite Netzteil dient primär dazu, einen Zusammenfall der Spannung zu verhindern, da die Spule aufgrund des geringen Widerstandes einen großen Strom benötigt.

Außerdem wurden während der Fertigung immer wieder die Getriebe getestet. Es war sicher zu stellen, dass die Zahnräder nicht zu weit ineinander stehen und sich verkanten, oder zu weit voneinander entfernt sind. Eine sichere Kraftübertragung ist in beiden Fällen nicht mehr gewährleistet.

2.6. Materialdisposition

2.6.1. Materialliste Elektronik

Artikelbezeichnung	Menge	Einzelpreis in €	Bezugsquelle
Schutzkappe für Kippschalter	1	2,94	Reichelt
100er Pack Aderendhülsen-isoliert 1,5 mm²	2	1,14	Reichelt
10m Schalt-/Steuerlitze, ST1-0,75mm², blau	1	1,64	Reichelt
Schaltnetzteil, geschlossen, 12V / 8,5A / 100W	1	15,92	Reichelt
Fahrzeugleitung, 1x 1,5mm², rot, 25m-Ring	1	6,60	Reichelt
100g Kupferlackdraht auf Spule,Ø 1,00mm	1	4,50	Reichelt
Kammbrücke für 3-fach für WAGO 2002-xxxx	4	1,92	Reichelt
Kammbrücke für 2-fach für WAGO 2002-xxxx	4	0,94	Reichelt
Abschlussplatte WAGO 2001/2-14..., orange	2	0,71	Reichelt
4-Leiter-Durchgangsklemme 24A 0,25-2,5mm² gr	10	8,24	Reichelt
Schnappschalter, 10A-400V~Wechsler	4	8,74	Reichelt
Leitungsschalter, Safemat 10A, 1-polig, 230/400V	1	3,24	Reichelt
Schaltnetzteil ,geschlossen, 12V /12,5A / 150W	1	25,84	Reichelt
Streifenrasterplatine, Hartpapier, 150x100mm	2	2,44	Reichelt
Feinsicherung 5x20mm, träge 2,0A	10	0,65	Reichelt
Hutschienen Leergehäuse, BxTxH 105x71x90	1	5,59	Reichelt
Feinsicherung 5x20mm, mittelträge 1,8A	10	0,65	Reichelt
Vandalismustaster, 2A-48V flacher Knopf	1	5,84	Reichelt
Industrierelais, 4x UM, 250V/5A, 24V	7	24,71	Reichelt
500g Kupferlackdraht auf Spule, Ø 1,00mm	1	13,66	Reichelt
100er Pack Twin-Aderendhülsen 1,5 mm²	2	2,35	Reichelt
Relaisfassung ,blau	1	2,23	Reichelt
Kontaktgeber	1	4,50	Reichelt
Not-Aus-Taste	1	7,52	Reichelt

Artikelbezeichnung	Menge	Einzelpreis in €	Bezugsquelle
Sortimentsbox mit 300 Kabelschuhen	1	12,60	Reichelt
Steckrelais, 1x UM, 250V/16A, 12V, RM 5,0mm	1	1,51	Reichelt
100er Pack Aderendhülsen-isoliert 1,5 mm²	2	1,14	Reichelt
Sicherungshalter, 5x20mm, max. 10A-250V	5	1,73	Reichelt
Relaissockel, schwarz	7	13,53	Reichelt
10m Schalt-/Steuerlitze, ST1-0,75mm², blau	2	3,45	Reichelt
Hebelschalter bis 10A, 1x EIN – AUS	2	4,87	Reichelt
Fahrzeugleitung, 1x 1,5mm², rot, 25m-Ring	1	4,33	Reichelt
Blink-LED, 5mm, rot	5	1,26	Reichelt
LED, 5mm, ultrahell, farblos, klar, warm-weiß	2	0,69	Reichelt
Grüne 5mm-LED mit Vorwiderstand, 12V	2	0,30	Reichelt
Rote 5mm-LED mit Vorwiderstand, 12V	1	0,15	Reichelt
Arctic F8 Lüfter, 80mm Gehäuselüfter	2	6,05	Reichelt
Schutzkappe für Kippschalter	1	2,94	Reichelt
Einbaufassung, 5mm, Innenreflektor, chrom	5	2,56	Reichelt
Fahrzeugleitung, 1x 1,5mm², rot, 25m-Ring	1	6,60	Reichelt
Koordinatenschalter X-Y Achse, 4-polig	1	8,36	Reichelt
Reed-Kontakt, 1 Schließer	8	2,62	Reichelt
Lüsterklemme, 12-teilig, 2,5 mm²	3	1,01	Reichelt
Fahrzeugleitung,1x 1,5mm²,schwarz,25m-Ring	1	4,37	Reichelt
IGARASHI SP3657-50 12V E-Motor	4	10,95	Conrad
Flachsteckhülse Volli. 2.8X0.5 0.75-1.5	20	0,27	Conrad
Fahrzeugleitung, 1x 1,5mm², schwarz, 25m-Ring	1	6,60	Reichelt

2.6.2. Materialliste Mechanisch

Artikelbezeichnung	Menge	Einzelpreis in €	Bezugsquelle
Einschraubmuttern, M4, 5 Stk.	3	4,29	Reichelt
Einschraubmuttern, M6, 4 Stk.	2	2,86	Reichelt
Mehrzweckfett, 400gr Patrone	1	3,70	Reichelt
Kabelbinder 200x2,5mm 100er-Pack	1	0,80	Reichelt
Kabelbinder 200x4,5mm 100er-Pack	1	1,18	Reichelt
Magnet, Ø=3,0mm Länge=12mm	7	1,35	Reichelt
Distanzhülsen, Metall, 6-Kant,M3,10mm 20er pack	2	2,10	Reichelt
Fahrzeugleitung, 1x 1,5mm², schwarz, 25m-Ring	1	5,97	Reichelt
Einschraubmuttern, M5, 5 Stk.	2	2,86	Reichelt
KriTec Rollenelemente 8 80, anschraubbar	8	19,20	KriTec
KriTec Befestigungssatz 8 f. Rollenelement 8 80 mit und ohne Bordkante	8	6,24	KriTec
10er Abstandsbolzen ,M3, 10x6x6	3	7,05	Conrad
20er Stiftschraube ,M3, x 5 DIN 914 45 H	2	5,86	Conrad
ZYKO Schr. DIN 912 – A2 M 3 x 10	60	2,40	Conrad
ZYKO Schr. DIN 912 – A2 M 3 x 30	30	2,10	Conrad
Zahnriemenscheibe 10 Z	1	7,95	Conrad
Zahnriemenscheibe 40 Z	1	15,95	Conrad
Zahnflachriemen 85 Z	1	3,75	Conrad
Schraubklemme grau 2POL	10	2,30	Conrad
Stahl-Zahnrad 12 Z Modul 1	4	15,80	Conrad
Schneckenradsatz 40 Z 1:40 Modul 0.75	1	9,95	Conrad
Stahl-Zahnrad 15 Z Modul 1	1	4,45	Conrad
Stahl-Zahnrad 40 Z Modul 1	3	22,35	Conrad
100er Sicherungsmutter STAHL M 3	1	3,33	Conrad
Bundbuchse 6	10	11,50	Conrad
100er Beilagscheiben DIN 125 ZN A 3,2	1	1,17	Conrad
Magnetschnapper	2	5,98	Baumarkt

2.6.3. Materialliste Sonstiges

Artikelbezeichnung	Menge	Einzelpreis in €	Bezugsquelle
Modulgehäuse MG 23-0SW schwarz	8	4,96	Conrad
MDF Zuschnittplatten	1	33,37	Baumarkt
POM Ø 80 x 195 mm schwarz	1	18,75	AS-GR-Shop
POM Ø 10 x 300 mm schwarz	1	1,56	AS-GR-Shop
POM Ø 20 x 300 mm schwarz	1	3,02	AS-GR-Shop
POM, natur, 510 x 40 x 30 mm	1	5,88	ALT Industrie-bedarf
Alu Profile		95,00	AMS GmbH

Gesamt

Elektrik		454,36 €
Mechanik	+	302,90 €
Sonstiges	+	162,54 €
Gesamtpreis		**919,80 €**

2.6.4. Prüf- und Messmittel

Im Laufe des Projekts wurden verschiedenste Mess- und Prüfmittel verwendet um z.B. Maße zu überprüfen oder Spannungen zu messen. Dazu gehören unter anderem:

- Messschieber
- Multimeter
- Stahlmaßstab
- Winkellehre
- Waage

2.6.5. Werkzeugliste Elektrik

- Crimpzange für Aderendhülsen
- Abisolierzange
- Seitenschneider
- Flachzange
- Verschiedene Kreuz- und Schlitzschraubendreher
- Inbusschlüssel
- Crimpzange für Kabelschuhe

2.6.6. Werkzeug- und Maschinenliste Metallwerkstatt

- Drehbank
- Fräsmaschine
- Standbohrmaschine
- Blechschere
- Schwenkbiegemaschine
- Bandsäge
- Handbohrmaschine
- Innen- und Außengewindeschneider
- Schlosserhammer
- Schonhammer
- Körner
- Amboss
- Handentgrater
- Klemmzange
- Nietenzange
- Höhenanreißer
- Metermaß

3. Durchführung

3.1. Fertigstellen des Unterkastens

3.1.1. Bau des Unterkastens

Der Unterkasten besteht aus 16mm dicken MDF*- Platten, die von uns zuerst mit Hilfe einer Tischkreissäge je zwei Mal auf die Maße 100x75cm, 100x30cm und 71,8x30cm zugeschnitten wurden. Zur Verbindung von Boden- und Deckenplatten sind in allen Ecken 30cm hohe Holzpfeiler eingefügt. Die Befestigung erfolgte mit 5x80 SPAX**-Schrauben, jeweils von oben und unten. Der Abstand der Pfeiler wurde so gewählt, dass die Seitenplatten später von außen bündig angebracht werden konnten. Vom Steuerpult gesehen, wurden die hintere und rechte Platte, ähnlich den beiden großen Platten, mit 5x50 SPAX**- Schrauben an den Eckpfeilern befestigt. Um die vordere und die linke Platte abnehmen zu können, sind hier jeweils 4 Magnetschnapper an den Innenseiten der Eckpfeiler und an den entsprechenden Stellen der Platten befestigt (Bild 1). Da die Platte schwer zu greifen war, haben wir an der vorderen Platte mit einem 35mm Kronenbohrer in 50cm Abstand zwei Grifflöcher gebohrt (Bild 2). Die durch die Bearbeitung mit der Tischkreissäge noch sehr rauen Schnittkanten der Platten wurden abgeschliffen und gebrochen.

Bild 1

Bild 2

Technische Zeichnung des Unterkastens auf Seite 64

***MDF**: MDF steht für **m**ittel**d**ichte **F**aserplatte. MDF zählt zu den Holzfaserwerkstoffen und wurde in den 1960er Jahren entwickelt um die Abfälle bei der Holzverarbeitung zu reduzieren. Sie zeichnet sich durch ihre hervorragende Verarbeitungsqualität aus.

****SPAX**: SPAX ist der Markenname einer selbst schneidenden Holzschraube

3.1.2. Integrieren des Sicherungskastens

Aus Gründen der Platz- und Kostenersparnis haben wir den Sicherungs-/Schaltkasten im Unterkasten integriert.

Als Basis kam wiederum eine, aus dem Bau des Unterkastens bereits bekannte, 16mm MDF-Platte zur Anwendung. Die Platte wurde von uns mit einer Tischkreissäge auf die Maße 71,8x30cm zugeschnitten.

Sie wurde vom Steuerpult aus gesehen parallel zur linken Platte mit einer Tiefe von 20cm im Unterkasten senkrecht verleimt. Zur besseren Kabelführung wurde die Platte mit zwei 60mm großen Löchern versehen (Bild 3). Wegen des großen Durchmessers erfolgte die Bohrung mit einem Kronenbohrer. Um alle Sicherungs- und Steuerelemente befestigen zu können, waren zwei Reihen 35mm Hutschienen erforderlich. Abstandshalter unter den Schienen sorgen für einen Luftspalt von 1,5cm zur Platte, die später erforderliche Verkabelung wird dadurch sehr erleichtert.

Viele Kabel lassen sich nun hinter den Sicherungs- und Steuerelementen hindurchführen (Bild 4).

Das Hauptanschlusskabel wird durch ein Loch in der hinteren Platte von links eingeführt (Bild 4). Auf der oberen Reihe befindet sich die Hauptsicherung, die Schmelzsicherungen für die Motoren und das LOGO!-Netzteil samt LOGO! und den zugehörigen Erweiterungen. Auf der unteren Reihe sind die Relais und Verteilerklemmen befestigt. Sie dienen der Verteilung von Steuer- und Laststromkreis (Bild 4).

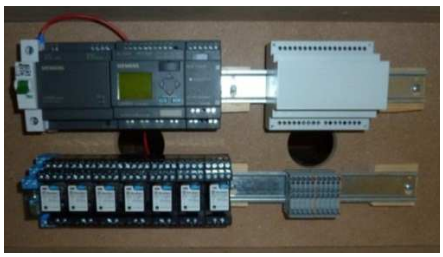


Bild 3

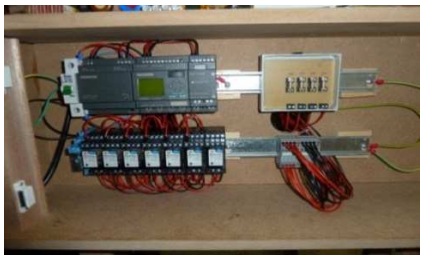


Bild 4

3.1.3. Fertigstellen der Steuerkonsole

Die Steuerkonsole ist ein zentrales Steuerelement unserer Konstruktion.

Auf ihr befinden sich Steuerelemente zum Ein- und Ausschalten der Hauptstromversorgung, zum Steuern des Krans auf der X-, Y- und Z-Achse, zum Ein- und Ausschalten des „Autoruns“ und zum Steuern des Magneten (Bild 5).

Die einzelnen Elemente der Konsole wurden in einem 2 mm starken Aluminium-Blech verbaut. Das Blech selbst haben wir in der Metallwerkstatt mit einer Blechschere auf die Maße 110 x 330 mm zurechtgeschert. Alle späteren Bohrlöcher sind mit dem Höhenanreißer angerissen und mit Schlosserhammer und Körner gekörnt. Nachdem das Blech in einem Maschinenschraubstock eingespannt und alle Löcher mit einem 6 mm Bohrer vorgebohrt waren, erfolgte das endgültige Aufbohren mit einem 4 - 30 mm Stufenbohrer, jeweils auf das erforderliche endgültige Maß.

Am Unterkasten musste dann ein Ausschnitt geschaffen werden, um das Aluminiumblech einzubauen. Die erforderliche Öffnung von ungefähr der Größe 100 x 300 mm sollte mit einer Stichsäge durchgeführt werden. Dazu haben wir zuerst in passender Größe und Position ein Rechteck auf den Unterkasten aufgemalt und an allen vier Ecken mit einem 10 mm Bohrer ein Einstichloch für die Stichsäge gebohrt. Entlang der Linien ließ sich die Stichsäge leicht von Ecke zu Ecke führen, um so den gewünschten Ausschnitt zu erhalten.

Um die Steuerkonsole am Unterkasten zu befestigen, wurde das fertig gebohrte Blech in passender Position auf den Unterkasten aufgelegt und die vier Befestigungslöcher vorsichtig durchgebohrt. Durch diese Löcher ließen sich später vier M5 Gewindeschrauben einführen und an der Innenseite des Unterkastens mit passenden Muttern und Unterlegscheiben verschrauben. Als letztes wurde das fertig gebohrte Blech noch entgratet, mit grobem Schleifpapier und schließlich mit feinerer Schleifwolle abgeschmirgelt um eine bessere Oberfläche zu erhalten.

Die zu verbauenden Schalter und Taster mussten schließlich nur noch durch die zugehörigen Öffnungen gesteckt und mit den mitgelieferten Muttern gekontert werden.

Bild 5

Technische Zeichnung zur Steuerkonsole auf Seite 65

3.2. Fertigstellen der Hauptkonstruktion

3.2.1. Bau der Grundkonstruktion

Die Grundkonstruktion bildet die Basis des Krans und besteht aus vier (von 400mm, 2 x 1000mm und 2 x 560mm Länge) Aluminiumprofilen, die alle eine Materialstärke von 45mm haben. Die gesamte Grundkonstruktion ist 445mm hoch, 1000mm breit und 650mm lang.

Die Profile sind mit speziellen Bindestücken fest miteinander verbunden. In die Schnittkanten der beiden langen Profile wurde mittig je ein M8 Gewinde geschnitten um später die Motorhalterungen verbinden zu können. Wir haben je eines der beiden 560mm langen Profile kantenbündig an der Innenseite der 1000mm langen Profile befestigt, indem wir sie mit dafür vorgesehenen Eckverbindern fest verbunden haben. Auf die gleiche Art und Weise wurden auch die 400mm langen Stützpfeiler an den entsprechenden Ecken angebracht.

3.2.2. Bau des beweglichen Trägers

Der Träger besteht aus zwei 650mm langen und zwei 250mm langen Aluminiumprofilen, vier Rolllagern und vier POM-Blöcken mit den Maßen 30x40x30. Die 250mm langen Profile wurden mit Hilfe der Rolllager zwischen den 650mm langen Profilen angebracht. In den Rolllagern befinden sich je zwei Löcher, durch die sie mit Hilfe von M5 Schrauben mit den Profilen verbunden werden können, ohne die Profile bearbeiten zu müssen. An den Ecken des Trägers wurde je ein POM-Block angebracht, durch den ein M10 Gewinde für die Gewindestange gedreht wurde. Zwei der POM-Blöcke wurden mit vier M3 Schrauben an den Profilen befestigt. Die beiden anderen Blöcke liegen locker auf dem Träger auf, um ein Schräglaufen zu verhindern.

3.2.3. Die Laufkatze

Die Laufkatze besteht aus zwei 250mm langen Aluminiumprofilen, einem 30x30x30mm POM-Block, in den ein M10 Gewinde gedreht wurde und zwei 2mm dicken Aluminiumblechen mit den Maßen 340x45mm. In die Bleche wurde pro Seite je ein 8,5mm großes Loch mit je 22,5mm Abstand zur Seitenkante gebohrt, durch welche die Bleche mit einer M8 Schraube mit dem Gewinde in der Profilmitte verbunden wurden. Zuvor wurde in die Mitte beider Bleche ein 14mm großes Loch gebohrt. An der Innenseite von einem der beiden Löcher wurde mit vier M3 Schrauben der POM-Block mit dem M10 Gewinde befestigt (Bild 6).

Bild 6

3.2.4. Anbringen der Endlagentaster

Die Endlagentaster sind Sensoren, die erkennen wenn ein bestimmter Gegenstand eine bestimmte Position erreicht hat.

In unserem Fall erkennen die Endlagentaster wenn sich die Laufkatze oder der bewegliche Träger an die Randbereiche annähern. Wenn dies der Fall ist, wird am entsprechenden LOGO! – Eingang die Spannungsversorgung unterbrochen und die LOGO! reagiert entsprechend des Programms. Die Endlagentaster werden bei unserer Konstruktion als Öffner eingesetzt und arbeiten nach dem Ruhestromprinzip*. Sie wurden mit Sekundenkleber einfach in entsprechender Position an den Aluprofilen befestigt.

***Ruhestromprinzip:** Das Ruhestromprinzip beschreibt die Arbeitsweise einer elektrisch betriebenen Anlage oder Anlagenteile, bei der in Ruhestellung ständig ein kleiner sog. Ruhestrom fließt. Erst durch Unterbrechen dieses Ruhestroms wird eine Aktion veranlasst. Das Ruhestromprinzip hat den Vorteil, dass die Funktion der Anlage vor Drahtbruch und Ausfall der „Hilfsenergie“ geschützt ist.

3.3. Fertigstellen der Windenkonstruktion

3.3.1. Aufbau des Windenkörpers

Der Windenkörper ist ein zentrales und wichtiges Element in der Windenkonstruktion und dem gesamten Kran.

Auf dem Windenkörper wird das Seil, an dem der Elektromagnet hängt, auf- und abgewickelt. Er besteht aus schwarzem, rundem POM-Vollmaterial, aus dem er mit Hilfe einer Drehbank herausgedreht wurde. Beim Drehen trat das Problem auf, dass das Rohmaterial aufgrund seiner Länge von 195mm zu schwingen begann und sich nicht mehr richtig Drehen ließ. Dieses Problem wurde behoben, indem im Mittelpunkt mit einem Zentrierbohrer* ein Zentrierpunkt gesetzt wurde, in dem sich dann ein Reitstock** mit einem Rollkörner ansetzen ließ. Der Rollkörner bildet ein zusätzliches Lager für das Werkstück. Es ist besser abgestützt, Schwingungen und unrundes Laufen werden damit verhindert. Nachdem das Drehen der Grundform beendet war, wurde mit einem 9,8mm Bohrer, der durch ein Spannfutter im Reitstock befestigt wurde, ein Kernloch vorgebohrt und auf 10H7 aufgerieben. Es dient später zur Befestigung des Windenkörpers auf der Windenwelle. Zum Schluss wurde noch von außen zum Mittelpunkt hin ein 2,5mm Loch gebohrt, in das ein M3 Gewinde geschnitten wurde. Durch dieses Loch wurde später eine Madenschraube gedreht, die den Windenkörper fest mit der Welle verbindet.

Technische Zeichnung Windenkörper auf Seite 70

***Zentrierbohrer:** Ein Zentrierbohrer ist ein meist dünner, kurzer Bohrer mit dickem Schaft. Er wird oft verwendet, um an Drehteilen einen Zentrierpunkt zu setzen, der dann zum Befestigen eines Rollkörners oder zum Aufbohren mit einem Spiralbohrer genutzt werden kann. Durch die Kürze des Bohrers wird ein Verlaufen beim Anbohren verhindert.

****Reitstock:** Der Reitstock dient zum Abstützen zu langer Werkstücke in einer Drehbank. Konventionelle Reitstöcke verfügen meist noch über eine Aufnahme für MK (Morsekegel)-Hülsen für Bohrfutter oder große Bohrer zum Herstellen zentrischer Bohrungen an einem Werkstück.

3.3.2. Fertigen des Seilwindengertriebes

Das Seilwindengetriebe dient dazu, die Motordrehzahl von den angegebenen 5000 Upm auf die von uns berechnete Windendrehzahl von 24 Upm zu untersetzen und so das Drehmoment zu erhöhen.

Dazu haben wir den Motor an der unteren Seite der Konstruktion befestigt, so dass das Motorritzel oberhalb des Blechs herausschaut und dort in das nächste Zahnrad greift. Dieses ist über eine Welle, welche durch das darüber liegende Gleitlager verläuft, mit der kleineren Zahnriemenscheibe verbunden (Bild 7). Diese wiederum treibt über einen Zahnriemen die größere Zahnriemenscheibe an. Ausgehend von der größeren Zahnriemenscheibe verläuft eine zweite Welle nach unten. Am unteren Ende der Welle befindet sich die Schnecke, welche über das Schneckenrad die Verbindung zur Windenwelle (Abtriebswelle) herstellt. Auf der Windenwelle ist der Windenkörper befestigt. Je nach Drehrichtung des Motors wird die Last entweder angehoben oder abgelassen.

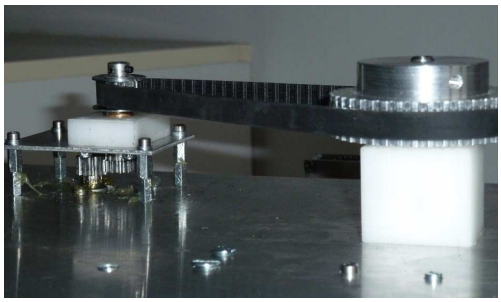


Bild 7

3.3.3. Windensensorik

Die Windensensorik erkennt, auf welcher Höhe sich der Magnet bewegt.

Sie besteht aus vier kleinen Magneten und einem Reedkontakt*. Die Magnete sind, jeweils um 90° Grad versetzt, an der Stirnseite des Windenkörpers angebracht. Der Reedkontakt wurde so nah wie möglich an der Stirnseite des Windenkörpers verbaut.

Ein zu großer Abstand zur Stirnseite des Windenkörpers verringert die Schaltfähigkeit des Reedkontaktes erheblich, denn er reagiert auf die schwachen magnetischen Kraftfelder der eingelassenen Magnete.

Jede viertel Umdrehung kommt einer der vier Magnete in Reichweite des Reedkontakts, wobei dieser anzieht. Dabei wird jedes Mal ein Signal am entsprechenden Eingang der LOGO! geschaltet und ausgewertet. Dadurch kann die LOGO! die Position des Magneten bestimmen.

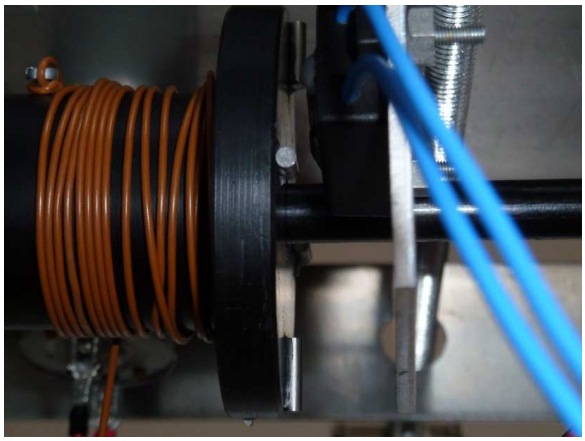


Bild 8

***Reedkontakt:** Ein Reedkontakt besteht aus zwei in einem evakuierten Glasröhrchen untergebrachte Schaltzungen. Sie bestehen meist aus einer Eisenlegierung. Der Abstand zwischen ihnen ist im nicht geschlossenen Zustand sehr klein. Wird dem Reedkontakt ein Magnetfeld angenähert, werden ab einem bestimmten Abstand die Schaltzungen selbst magnetisch und ziehen sich selbst gegenseitig an. Der Reedkontakt hat angezogen. Wenn das Magnetfeld wieder entfernt wird, lösen sich die Schaltzungen voneinander und der Reedkontakt hat sich wieder geöffnet.

3.3.4. Bau des Magneten

Der Elektromagnet dient zur Lastaufnahme und kann vom Steuerpult aus bedient werden.

Er besteht im Wesentlichen aus einer 500g schweren Kupferlackdraht-Spule und einem Stahlanker, der die Magnetwirkung auf der Unterseite des Magneten konzentriert.

Zur Befestigung am Seil dient ein von uns gedrehter POM-Zylinder, an dem eine Umlenkrolle befestigt ist. Durch diese Umlenkrolle wird das Seil der Winde wieder nach oben geführt, wo es an der Windenkonstruktion befestigt ist. So wirkt die gesamte Konstruktion als einfacher Flaschenzug und die Winde benötigt weniger Kraft um eine Last zu heben.

Beim Testen des Magneten fiel auf, dass jedes Mal, wenn der Magnet ausgeschaltet wurde, ein Lichtbogen in der Schaltkammer des Magnetrelais übersprang (Bild 9).

Da die Schaltelemente durch den Lichtbogen so hohen Belastungen ausgesetzt waren, die ihre Lebensdauer merklich verkürzt hätten, musste eine Lösung gefunden werden.

Die Ursache konnte auf den Selbstinduktionsstrom des Elektromagneten zurückgeführt werden. Das Problem wurde anschließend gelöst, nachdem hinter den Kontakten eine Freilaufdiode antiparallel zur Spule des Elektromagneten geschaltet war.

Die Freilaufdiode leitet nach dem Ausschalten des Magneten den Stromstoß so oft wieder zurück auf den Magneten, bis durch den Leiterwiderstand so viel Spannung abgefallen ist, dass die Freilaufdiode wieder sperrt.

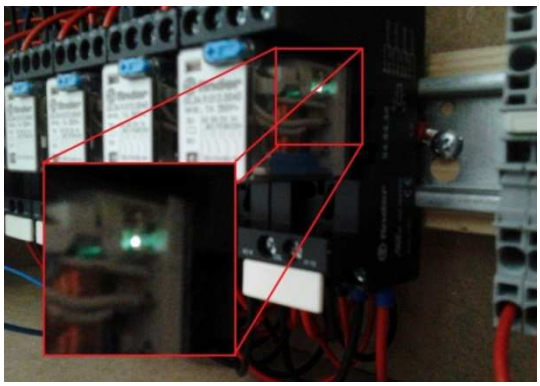


Bild 9

3.3.5. Zusammenbau der Windenkonstruktion

Da die gesamte Windenkonstruktion auf der Laufkatze aufliegt und die Windenwelle und die Gewindestange der Laufkatze sich kreuzen, musste die Windenkonstruktion schrittweise auf der Laufkatze montiert werden.

Zuerst wurde die Grundplatte mit Motor und den Teilen des Getriebes auf die Laufkatze aufgelegt. Dann mussten von unten der Windenkörper samt Welle, Sicherungsring und Lagerböcken angehalten und verschraubt werden. Der Reedkontakt wurde an einem Winkel befestigt und ausgerichtet. Nachdem alle Kabel durch eine Öffnung in die Grundplatte geführt waren, ließen sie sich anschließen.

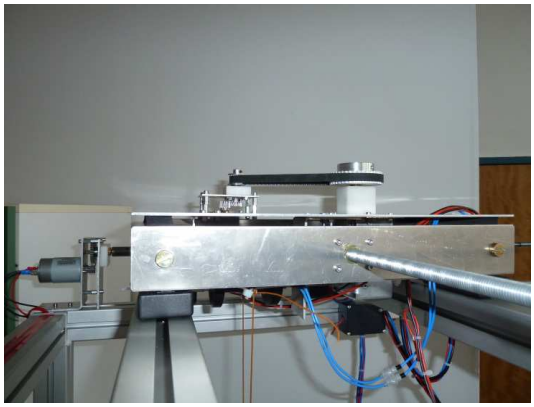


Bild 10

Technische Zeichnung Winde Seite auf 68, 69

3.4. Fertigstellen der Antriebsvorrichtung

3.4.1. Die Trägermotorhalterungen

Die Motorhalterungen bestehen aus zwei je 3 mm dicken Aluminiumblechen: Zum einen die eigentliche Motorhalterung und zum anderen das entsprechende Gegenstück für die gegenüberliegende Seite.

Die Halterung besteht wiederum aus zwei Teilen, die von uns auf die Maße 45 x 160 mm und 45 x100 mm zurechtgeschert wurden. Bei beiden Blechen haben wir in den oberen Ecken mit 5 mm Abstand zu Ober- und Seitenkante ein 3,3 mm großes Loch gebohrt und ein weiteres 70 mm von der Oberkante und 2,25 mm von beiden Seitenkanten entfernt, in welchen später die Abstandshalter (2x 10 mm lang) befestigt wurden. Das größere Blech musste drei weitere Öffnungen erhalten:

- Zum einen ein 14 mm großes Loch, durch das später die Motorantriebswelle geführt wird, mit 42 mm Abstand zur Oberkante entfernt und 22,5 mm zu beiden Seitenkanten.
- Die beiden anderen Löcher haben einen Durchmesser von 3 mm und dienen zur Motorbefestigung. Sie liegen parallel zur Oberkante und 12,5 mm von der Mitte der großen Öffnung entfernt.

Später wurde dieses Blech, 60 mm von der Unterkante entfernt, um 90° gebogen. Zwei weitere Löcher mit 22,5 mm Seiten abstand und 3 mm Durchmesser mussten in den umgebogenen Teil gebohrt werden, um dort am Ende die eigens dafür gebauten Befestigungshalterungen anzubringen.

Das zweite Teil der Halterung ist 60 mm kleiner, es dient der Lagerung der Gewindestange. Bei diesem Teil haben wir neben den drei Löchern für die Abstandshalter nur ein weiteres Loch gebohrt, mit einem Durchmesser von 10 mm und einem Abstand von 20 mm zur Oberkante und 22,5 mm zu den Seitenkanten.

Vor dieser Öffnung wurde ein POM*-Block mit den Maßen 30 x 40 x 10 mm angebracht, welcher zuvor aus einem größeren Stück heraus gefräst wurde. Damit alle Löcher exakt übereinstimmen, wurde der POM-Block an das Blech geklemmt, die Löcher durchgebohrt und das Loch für das Gleitlager gerieben. Danach wurde der Block verschraubt und das Gleitlager eingedrückt. Dieses hat passend zur Öffnung in dem Blech einen Außendurchmesser von 10 mm. Anschließend wurden die beiden Bleche über die Abstandshalter miteinander verbunden.

Als letztes wurde das gegenüber liegende Blech in den Maßen 145 x 45 mm geschnitten. In dieses Blech wurden ebenfalls zwei Löcher gebohrt. Das erste hat einen Durchmesser von 8,5 mm und befindet sich 22,5 mm zur Unterkante und den Seitenkanten entfernt und dient der Befestigung an der Grundkonstruktion. Das zweite hat einen Durchmesser von 10 mm und befindet sich wie bei der Motorhalterung 20 mm von der Oberkante und 22,5 mm von der Seitenkante entfernt. Dann wurde genau wie zuvor bei der Halterung der POM-Block mit dem Gleitlager angebracht.

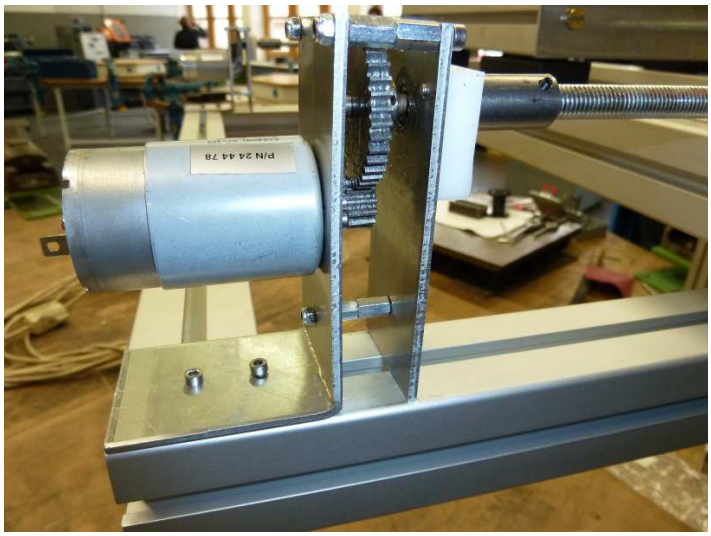


Bild 11

Technische Zeichnung der Trägermotorhalterung auf Seite 67

***POM:** POM steht für **P**oly**o**xy**m**ethylen und ist ein Technischer Kunststoff der sich durch hohe Steifigkeit, niedrige Reibwerte und hervorragende Zerspanbarkeit auszeichnet und deshalb oft für Präzisionsteile eingesetzt wird.

3.4.2. Die Laufkatzenmotorhalterung

Die Laufkatzenmotorhalterung besteht wie die Trägermotorhalterung in den Hauptbestandteilen aus 3 mm dickem Aluminiumblech.

Diese beiden Teile haben von der Oberkante aus betrachtet die gleichen Öffnungsabmessungen, allerdings gibt es doch entscheidende Unterschiede. Zum Beispiel musste der untere Abstandshalter nach oben versetzt und durch eine M4 Schraube ersetzt werden, da die überstehende Schraube des Abstandshalters zu lang war und gegen den Motor gedrückt hätte. Leichte Unebenheiten können nun durch Anziehen oder Lockern der Schraube ausgeglichen werden. Weiterhin war die Länge der zur Halterung dienenden Bleche anzupassen. Die beiden zur Befestigung am Träger vorgesehenen Löcher befinden sich bei beiden Teilen 22,5 mm von der Unterkante und 12,5 mm von der jeweiligen Seitenkante entfernt. Wir stießen auf das Problem, dass die Motorhalterung den Weg einer der Gewindestangen schneiden würde. Um das zu verhindern mussten wir einen Abstandshalter in Form eines POM-Blocks in den Maßen 40 x 30x 10 mm anfertigen (Bild 12).

Die Lochabmessungen sind mit denen der Motorhalterung identisch.

Bild 12

Technische Zeichnung Laufkatzenmotorhalterungen auf Seite 67

3.4.3. Die Gewindestangen

Die Gewindestangen sind eine der wichtigsten Komponenten am gesamten Hallenkran. Sie dienen dazu, den Träger und die Laufkatze zu bewegen.

Sie sind auf beiden Seiten in den Motorhalterungen und den dazugehörigen Gegenstücken gelagert. Beim Träger verlaufen die Gewindestangen auf beiden Seiten. Bei der Laufkatze war aufgrund der kleineren Abmessungen eine einzelne Führung in der Mitte möglich. Ursprünglich war vorgesehen, die Gewindestangen auf beiden Seiten ein Stück herunter zu drehen. Dies erwies sich allerdings als nicht möglich, da die Gewindestangen für die Drehbank zu lang waren und zu schwingen begannen, sobald man die Drehbank einschaltete. So konnte kein ausreichend genaues Ergebnis erzielt werden. Zur Lösung des Problems befestigten wir an beiden Enden Gewindestangenadapter, die in einem eigenen Kapitel genauer beschrieben werden. Die Gewindestangen verlaufen beim Träger und auch bei der Laufkatze durch einen bzw. zwei Blöcke aus POM. Sie sind am Träger bzw. der Laufkatze befestigt und sie besitzen ein M10-Gewinde. Wenn sich die Gewindestangen drehen, nehmen sie bei dieser Bewegung den Träger bzw. die Laufkatze mit und bewegen sie so in die jeweilige Richtung.

Beim Träger werden die Gewindestangen auf beiden Seiten jeweils zusätzlich durch einen POM-Block geführt, der aber kein Gewinde besitzt und nur zur Abstützung und Schwingungsreduktion dient.

Technische Zeichnung POM-Block auf Seite 66

3.4.4. Drehen der Gewindestangenadapter

Wie unter 3.4.3. schon beschrieben, hatten wir geplant, die Gewindestangen auf die entsprechenden Maße zu kürzen und die Enden mit der Drehbank so zu bearbeiten, dass sie in die entsprechenden Gleitlager eingeführt werden können. Allerdings kam es durch die Länge der Gewindestangen zu Schwierigkeiten beim Bearbeiten der Enden, da immer ein Ende so weit aus der Spannvorrichtung ragte, dass es zu schwingen begann und die Stange nicht mehr rund lief. Daher entschlossen wir Gewindestangenadapter anzufertigen, welche mit einem Ende an der Gewindestange und dem anderen mit dem Getriebe in der Motorhalterung verbunden werden sollten. Diese Bindestücke bestehen aus 15 mm dickem Rundstahl mit einer Länge von 60 mm pro Teil. Wir haben die erste Hälfte der Bindestücke an der Drehmaschine auf einen Durchmesser von 6 mm (Innendurchmesser der Gleitlager) herunter gedreht. In die zweite Hälfte wurde ein Loch mit einem Durchmesser von 8,5 mm und einer Tiefe von 20 mm gebohrt, in welches anschließend ein M10 Gewinde zu drehen war (entsprechend dem M10 Außengewinde der Gewindestange). Um zu verhindern, dass die Gewindestange sich bei einem Drehrichtungswechsel aus dem Gewindeadapter herausdreht, wurde mit 10mm Abstand zum Ende der Gewindeseite ein Loch mit dem Durchmesser 2,5 mm gebohrt, in welches ein M3 Gewinde gedreht wurde. In dieses M3 Gewinde wurde von uns eine Madenschraube zur Fixierung gedreht.

Technische Zeichnung Gewindeadapter auf Seite 66

3.4.5. Zusammenbau der Getriebe

Die Getriebe reduzieren die Drehzahl der Gewindestangen, erhöhen aber auch das Drehmoment des Motors - beides erwünschte und notwendige Faktoren, die einen sicheren und leistungsfähigen Betrieb unserer Anlage gewährleisten.

Unser Getriebe besteht aus zwei Zahnrädern, die sich im Inneren der Motorhalterungen befinden. Ein kleineres, sogenanntes Motorritzel* und ein größeres Abtriebszahnrad, mit dem das Motorritzel gepaart ist. Konstruktionsbedingt wird bei der beschriebenen Anordnung der Zahnräder die Drehrichtung des Motors immer umgekehrt. Diesen Umstand hatten wir schon bei der ersten Konzeption und der Bestellung elektrischer Komponenten zu berücksichtigen.

Beim Zusammenbau selbst wurde zuerst das Abtriebszahnrad in der Motorhalterung mit dem Motorritzel gepaart und dann erst der Gewindestangenadapter darin befestigt.

***Motorritzel:** Ein Ritzel ist laut DIN eine Bezeichnung für das kleinere Zahnrad in einer Zahnradpaarung.

3.5. Verkabeln der Anlage

3.5.1. Anschließen der Steuerkonsole

Die Steuerkonsole wurde von uns nach der Montage verkabelt.

Sie wurde zuerst an einer Schraube geerdet, die einen direkten Kontakt zur Konsole besitzt. Danach verkabelten wir den Kippschalter, der als Hauptschalter dient. Hier liegen 230V an, dementsprechend haben wir seine Anschlusskontakte zusätzlich mit Schrumpfschlauch isoliert. Die Steuerelemente, die im Steuerstromkreis liegen, wurden alle mit 0,75 mm² Kabel in der Farbe Blau angeschlossen. Sie werden alle über ein Hauptkabel, an dem sämtliche Steuerelemente parallel anliegen, mit Spannung versorgt. Die Gegenseite wurde angeschlossen und durch den Unterkasten hindurch in den Sicherungs-/Schaltkasten geführt und dort an die jeweiligen Eingänge der LOGO! angeschlossen. Alle Kabelenden wurden mit Aderhülsen oder passenden Kabelschuhen vercrimpt*, um einen möglichst geringen Übergangswiderstand und ein übersichtliches Kabelmanagement zu ermöglichen. Dazu wurde entweder eine Vierkantcrimpzange oder eine Kabelschuhpresszange verwendet. Am Schluss wurden noch alle Kabel mit Kabelbindern gebündelt und in den bereits bestehenden Kabelbaum eingegliedert.

Anschlussbelegungsplan auf Seite 71, 72

***Crimpen:** Crimpen bezeichnet das kraftschlüssige Verbinden von Kabelenden mit einem Verbindungselement. Es entstehen meist nicht lösbare Verbindungen, die zerstört werden müssen um sie zu öffnen. Ist eine Crimpung korrekt ausgeführt entsteht zwischen Kabel und Verbindungsstück eine gasdichte Verbindung, die Korrosion im Inneren verhindert und den Übergangswiderstand reduziert.

3.5.2. Anschließen der LOGO!

Die LOGO! ist eine Kleinsteuerung, die in unserem Projekt eine zentrale Rolle in der Steuerung und Regelung übernimmt.

Sie wird in unserer Version mit 12V Schutzkleinspannung betrieben. Die LOGO! selbst verfügt über 8 Eingänge, von denen zwei analog betrieben werden können, und 4 digitalen Ausgängen in Form von Relais. Es gibt auch Versionen mit Transistorausgängen. Von uns wurde die LOGO! noch mit zwei Erweiterungen ausgestattet, um die Zahl der Eingänge auf 16 und die der Ausgänge auf 12 aufzustocken.

Die Programmierung kann auf zwei Arten vorgenommen werden. Entweder über die Tastatur und das Display an der LOGO! selbst oder am Computer mit dem Programm LOGO!soft Comfort. Das fertig geschriebene Programm lässt sich anschließend über ein Verbindungskabel auf die LOGO! überspielen. Das Schreiben des Programmes kann entweder über Funktionsplan (FUP) oder Kontaktplan (KOP) erfolgen. Wir haben uns angesichts der einfacheren Handhabung und der Komplexität unseres Programms dafür entschieden, die Programmierung mit LOGO!soft Comfort durchzuführen. Aufgrund mangelnder Kenntnisse mit KOP haben wir FUP diesem vorgezogen.

Auf der oberen Seite wurden die Steuerelemente, die vom Steuerpult kommen und die Sensoren, die vom Modell kommen angeschlossen.

An der unteren Seite wurden die Relais zur Steuerung von Motoren und Magneten angeschlossen.

Die ersten sechs Ausgänge steuern die Motorrelais, sie sind an den Not-Aus Schalter angeschlossen. Sie werden spannungslos geschaltet, sobald der Not-Aus betätigt wird. So wird ein geregeltes Stillsetzen der Anlage möglich.

Der siebte Ausgang wird nicht über den Not-Aus stillgesetzt, da er das Elektromagnetrelais ansteuert und dieser im Falle einer Betätigung des Not-Aus seine Last fallen lassen würde.

Die LOGO! wurde uns freundlicherweise von dem Abteilungsleiter Herrn Schwarm zur Verfügung gestellt.

Schaltplan Steuerstromkreis auf Seite 76

***LOGO!:** Die LOGO! ist eine von der Firma Siemens herausgegebene Kleinsteuerung. Sie ist eine kleinere nicht so leistungsstarke Version einer SPS, die über weniger Ein- und Ausgänge verfügt. LOGO! Steuerungen werden oft in der Hausinstallationstechnik eingesetzt.

3.5.3. Verdrahten der Relais 3

Die Relais* sind das „Verbindungsstück“ zwischen Steuer- und Laststromkreis. Sie steuern die Motoren und den Elektromagneten.

Die in unserem Projekt verwendeten Relais stammen von der Firma Finder, sie werden mit 12V betrieben. Die Relais haben jeweils vier Wechsler und können einfach auf eine handelsübliche 35 mm Hutschiene aufgesteckt werden. Der maximal schaltbare Strom beträgt 7A.

Die Relais K2 bis K7 steuern jeweils die Motoren

- die den Träger und die Laufkatze hin und her schieben
- und den Motor, der die Seilwinde antreibt

Träger und Laufkatze bewegen sich auf ihren Bahnen in beiden Richtungen (Hin – Zurück / seitlich Rechts – Links). Auch die Seilwinde hebt ihre Last nicht nur hoch, sondern setzt sie auch ab. Dazu müssen sich die Motoren in beide Richtungen drehen können. Jeder Motor wurde mit zwei Relais geschaltet, von denen je eines für eine Drehrichtung zuständig ist. Über eine Umkehr der Polung lässt sich die gewünschte Änderung der Drehrichtung herbeiführen. Ein gleichzeitiges Auslösen beider Relais führt allerdings zu einem Kurzschluss. Deshalb mussten sie auf Relaisseite und im LOGO! Programm gegenseitig verriegelt werden.

Da als Steuerelement auf Tasterseite Koordinatenschalter verwendet wurden und diese nicht in zwei entgegengesetzte Richtungen gleichzeitig betätigt werden können, konnte hier auf eine Verriegelung verzichtet werden.

Das letzte Relais K8 ist für das Schalten des Elektromagneten zuständig. Am Magneten ist äußerlich nicht zu erkennen, ob er an- oder ausgeschaltet ist. Aus diesem Grund steuert das Relais zusätzlich die Ringbeleuchtung des Tasters an.

An dem Leuchtsignal ist nun leicht zu erkennen, ob der Magnet an- oder ausgeschaltet ist.

Das Relais K1 dient dazu, dass das System nicht von selbst weiterläuft wenn der Not-Aus nach Betätigung wieder herausgezogen wird. Auf seine Funktion wird im nächsten Kapitel weiter eingegangen.

Schaltplan Laststromkreis auf Seite 75

***Relais:** Ein Relais ist ein elektromagnetisch betätigter Schalter zum Schalten kleinerer Leistungen.

3.5.4. Der Not-Aus

Der Not-Aus-Taster oder -Schalter ist eines der wichtigsten Bestandteile einer Sicherungseinrichtung.

Er dient dazu, im Gefahrenfall eine Maschine oder Anlage in einen sicheren Zustand zu versetzen und so die Gefahr abzuwenden.

Die am meisten verwendete Form ist der rote Pilztaster mit hellgelber Umrandung, der entweder mit Hand, Fuß oder beidem betätigt werden kann.

Es gibt drei „Stoppkategorien“, die durch Betätigen des Not-Aus herbeigeführt werden:

Stoppkategorie 0:	Durch Betätigen des Not-Aus wird die Energiezufuhr des Antriebselements getrennt.
Stoppkategorie 1:	Die Maschine wird zuerst in einen sicheren Zustand versetzt und erst dann die Energiezufuhr unterbrochen.
Stoppkategorie 2:	Die Maschine wird in einen sicheren Zustand versetzt, die Energiezufuhr aber nicht unterbrochen (wird nur gewählt, wenn nicht anders möglich).

Beim Hallenkran wurde der Not-Aus-Taster von uns ins Steuerpult integriert. Er ist hier im Gefahrenfall leicht zu erreichen und ohne Gefahr zu betätigen. Der Not-Aus-Taster ist mit einem Öffner-Kontakt in den Steuerstromkreis eingebunden.

Hier trennt er nur die Energieversorgung der Relaisspulen der Relais K2-K7 (Motorrelais).

Beim Relais K8 könnte ein Trennen der Energieversorgung fatale Folgen haben, da es für die Energieversorgung des Elektromagneten zuständig ist und dieser ohne Strom seine Last einfach fallen lassen würde.

Dies würde wahrscheinlich gefährlichere Situationen erzeugen, als es zu verhindern gilt. Mit einem zusätzlichen Schließer-Kontakt des Not-Aus wird noch ein Signaleingang der LOGO! angesteuert. So kann das Betätigen des Not-Aus in das LOGO!-Programm eingebunden werden. Zusätzlich wird bei betätigtem Not-Aus auf dem LOGO!-Display noch die Meldung „Not-Aus gedrückt“ angezeigt. Dadurch kann die Fehlersuche vereinfacht werden.

3.5.5. Verkabeln der Hauptkonstruktion

Die Verkabelung der Hauptkonstruktion wird durch ein 30 mm großes Loch auf der rechten Seite des Unterkastens, das von uns mit Hilfe einer Handbohrmaschine und einer 30 mm Lochsäge gebohrt wurde, nach außen geführt. Die Verkabelung der Hauptkonstruktion besteht hauptsächlich aus der Verkabelung der Grundkonstruktion, der Verkabelung des beweglichen Trägers und der Verkabelung der Laufkatze bzw. den am jeweiligen Bauteil angebrachten Sensoren und /oder Aktoren. Zum Schutz der Kabel vor äußeren Einwirkungen wurden sie in der Nut der Aluprofile verlegt und dann mit Isolierband verklebt. Da die Verkabelung des beweglichen Trägers und der Laufkatze aufgrund der Bewegung, die diese ausführen, flexibel sein muss, wurde sie in der Mitte des Bauteils, auf dem sie sich bewegen in einen kleinen schwarzen Kasten und von dort weiter zum Bauteil geführt (Bild 13).

Die zum Bauteil führenden Kabel sind etwas länger als die Hälfte der Strecke, die das Bauteil zurücklegen kann.

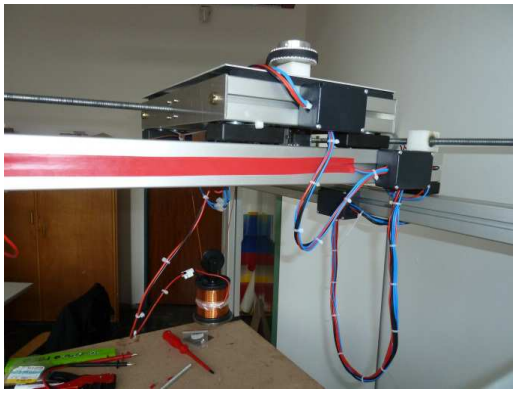


Bild 13

3.6. Programmieren der LOGO!

3.6.1. Schreiben des Testprogramms

Das Testprogramm ist lediglich eine einfache Version des vollständigen Programms.

Es enthält nur die wichtigsten Funktionen für eine Überprüfung aller Komponenten. Wichtige Informationen (z.B. Weg-Zeit- Messungen) zur Fertigstellung des Endprogrammes können in diesem Stadium gesammelt werden.

Der Hauptunterschied zwischen den beiden Programmen besteht darin, dass im Testprogramm keine Bestandteile des Autoruns enthalten sind, da dieser die zuvor erwähnten Zeiten benötigt.

Außerdem behandelt das Testprogramm sämtliche Sensoren als Schließer. Dies ist wichtig, weil sich das Testprogramm bereits in Betrieb nehmen lässt, bevor die Sensoren angeschlossen sind.

3.6.2. Schreiben des finalen Programms

Das Programm ist der wichtigste Bestandteil unseres Steuerkreises.

Es ermöglicht uns zwischen manuellem und automatischem Betrieb zu wählen.

Im manuellen Betrieb reagiert das Programm auf die Betätigung der Bedienelemente auf dem Steuerpult. Das bedeutet in diesem Fall, dass beispielsweise am ersten Eingang ein 1-Signal anliegt, welches intern den ersten Ausgang schaltet, wenn alle entsprechenden Bedingungen erfüllt sind.

Solche Bedingungen sind z.B., dass der manuelle Betrieb eingestellt ist, die gegenseitige Verriegelung der entsprechenden Ausgänge ein Durchschalten zulässt, keine Fehlermeldung vorliegt und sich die entsprechenden Endlagentaster im Ruhezustand befinden.

Die Bewegungen der Winde, welche durch den Reedkontakt der jede Viertel Umdrehung anzieht erkannt werden, werden durch Zählerbausteine ausgewertet und im Endbereich automatisch gestoppt.

Im automatischen Betrieb sind alle Bedienelemente bis auf den NOT-Aus- Schalter und den Manuell- Automatik- Schalter funktionslos.

Statt den Bedienelementen bestimmen nun die Endlagentaster in welche Richtung sich Laufkatze und Träger bewegen. An zwei vorher festgelegten Punkten senkt sich der Magnet ab, nimmt eine Last auf bzw. setzt sie ab, wird wieder nach oben gezogen und fährt weiter.

Dieser Vorgang wiederholt sich immer wieder bis wieder auf den manuellen Betrieb umgeschaltet wird, der NOT-Aus-Schalter gedrückt wird oder eine Fehlermeldung vorliegt.

Fehler können entstehen, indem beispielsweise zwei sich gegenüberliegende Endlagentaster gleichzeitig ausgelöst werden. Wenn dies geschieht, werden alle Aktionen gestoppt, es erscheint eine Fehlermeldung auf dem LOGO!-Display und der Fehler muss über den Menütaster und den XY-Koordinatenschalter quittiert werden. Das Programm unterscheidet zwischen Sensor-Fehler 1 und Sensor-Fehler 2. Die Nummern geben Auskunft darüber, bei welchen beiden Endlagentastern der Fehler aufgetreten ist.

Außerdem kann der Endlagenzähler der Seilwinde über den Menütaster und den Hebel für die Winde zurückgesetzt werden.

Der Menütaster ist funktionslos, solange der NOT- Aus- Schalter nicht betätigt ist um sicher zu stellen, dass nicht versehentlich etwas verstellt wird.

Ein Ausgang (Q8) liegt an einem durchgehenden 1-Signal an um außerhalb über eine LED zu signalisieren, wenn die LOGO! nach dem Einschalten hochgefahren ist.

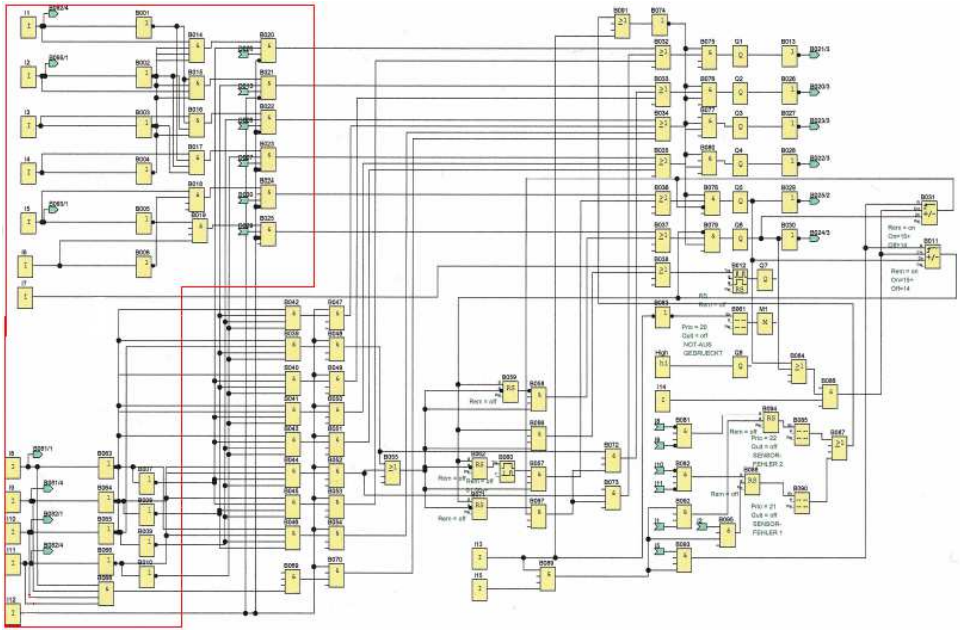


Bild 14: Der rot umrahmte Bereich kennzeichnet den Teil des Programms, der für Verarbeitung der Eingangssignale durch Bedienelemente und Sensoren im manuellen Betrieb zuständig ist. Der obere Bereich ist bei Betätigung des Automatik-Schalters funktionslos.

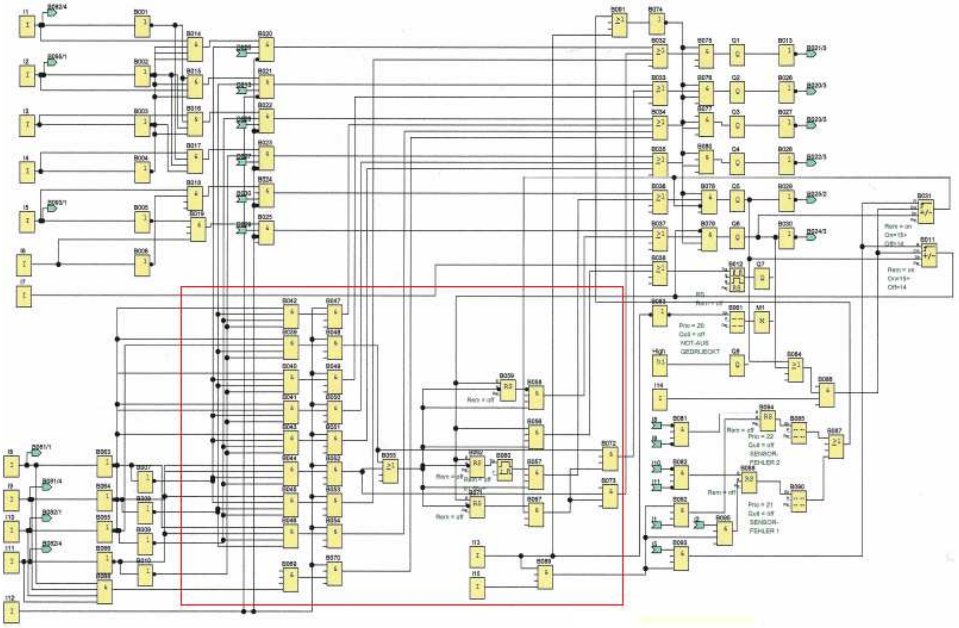


Bild 15: Der gekennzeichnete Bereich ist zuständig für den Ablauf und die Steuerung im Automatischen Betrieb und wird erst bei Betätigung des Automatik-Schalters aktiv.

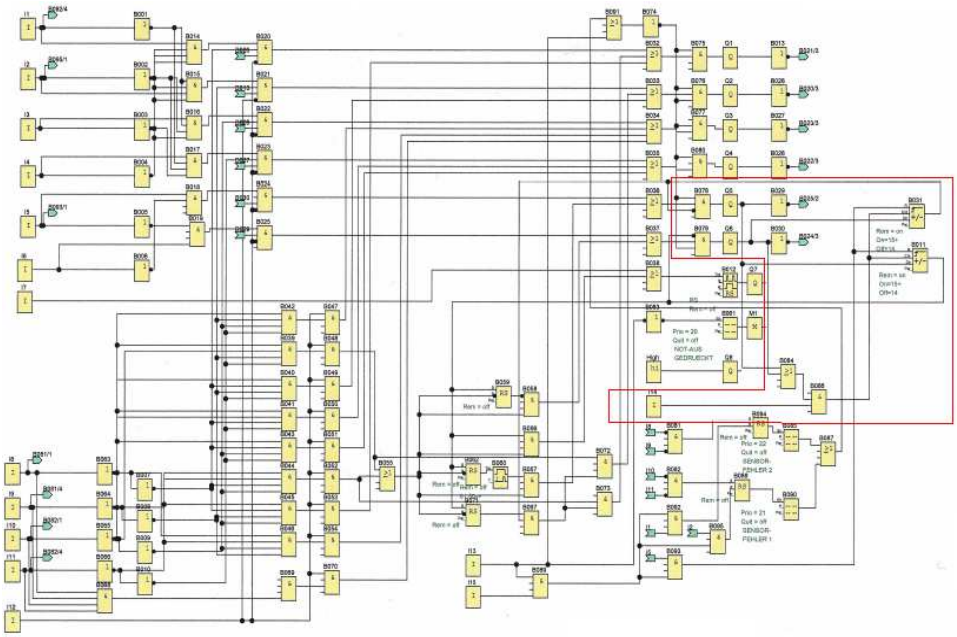


Bild 16: Der Bereich im Inneren der Umrahmung ist zuständig für die Endlagenfunktion der Seilwinde und basiert auf Zählerbausteinen, die je nach Drehrichtung der Seilwinde auf- bzw. abwärts zählen.

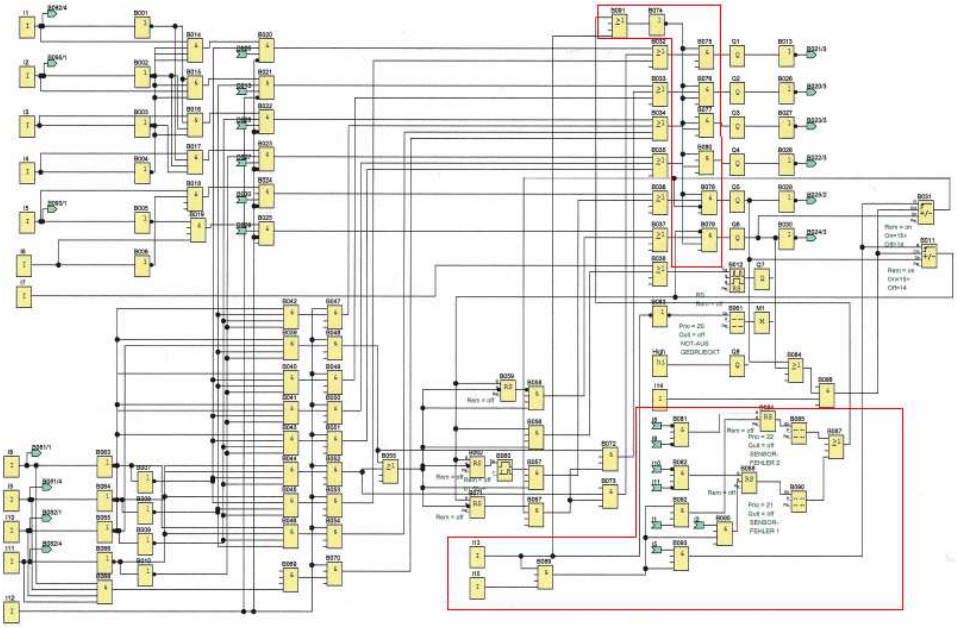


Bild 17: Die beiden Umrahmungen kennzeichnen den Bereich, der zuständig für Erkennung, Meldung und Behebung von Sensorfehlern ist. Außerdem sorgt er dafür dass die Anlage bis zur Fehlerbehebung still steht.

LOGO!-Plan auf Seite 76

4. Inbetriebnahme

4.1. Sichtprüfung

Nach dem Fertigstellen des Produkts wurden mehrere Dinge überprüft, um die Funktion der Anlage sicherstellen zu können.

Folgende Dinge wurden überprüft:

- Kontrolle auf Verkanten der beweglichen Teile
- Kontrolle auf äußere Schäden
- Kontrolle Verfangen der Außenverkabelung
- Funktionskontrolle aller Sensoren
- Funktionskontrolle aller Bedienelemente

4.2. Kontrolle des Schutzleiters

Wir haben überprüft, ob der Schutzleiter (oder auch PE) den Anforderungen der VDE 0100 genügt, indem wir von verschiedenen Stellen aus den Schutzleiterwiderstand gemessen haben.

Ausgangspunkt	**Widerstand in Ω**	
Primärnetzteil	0,4 – 0,3	**OK**
Sekundärnetzteil	0,5 – 0,4	**OK**
Hutschiene	0,4 – 0,2	**OK**
Steuerkonsole	0,5 – 0,3	**OK**

4.3. Überprüfen der Betriebsspannung

Die Versorgungsspannung von 230V / 50Hz wird von verschiedenen Netzteilen in 12V DC umgewandelt.

Um sicher zu stellen, dass die Spannung von 12V nicht wesentlich über- oder unterschritten wird, wurden alle diese Netzteile noch einmal mit Hilfe eines Multimeters auf die Nennspannung von 12V DC überprüft.

Netzteil	**Spannung in V**	
LOGO!- Netzteil	12,14V	**OK**
Primärnetzteil	12,13V	**OK**
Sekundärnetzteil	12,12V	**OK**

4.4. Funktion der Anlage testen

Vor Beendigung der praktischen Arbeiten wurden noch einmal alle Funktionen der Anlage umfassend überprüft, um alle noch verbleibenden Fehler bzw. potentielle Fehlerquellen zu entfernen und um die letzten Feineinstellungen vornehmen zu können.

Dabei fiel uns auf, dass sich der automatische Anhaltepunkt der Endlagenerkennung der Seilwinde leicht verschiebt, da die Winde je nach Belastung bis zu einer 1/16 Umdrehung nachläuft, bzw. mit einem Magneten im Wirkungsbereich des Reedkontaktes anhält, was nach mehrmaligem Auf- und Abfahren zu Fehlern führen kann.

Daher musste das Steuerungsprogramm leicht abgeändert werden, um sicher zu stellen, dass ein anhaltendes Signal des Reedkontaktes bei einem Richtungswechsel noch einmal gezählt wird, da sich die Endlage sonst um eine 1/4 Drehung verschieben würde (genauere Erläuterung in der Beschreibung des LOGO!- Programms).

4.5. Überprüfung der Ziele

Zielsetzung	**Ergebnis**	
Der Kran soll sich auf 3 Achsen bewegen	3 Achsen	**OK**
Träger soll sich in 15 s über die gesamte Strecke bewegen	12,0 Sek	**OK**
Laufkatze soll die Strecke in 10 s überqueren	7,3 Sek	**OK**
Die Winde soll die Last in 20 s auf max. Höhe anheben	9,2 ,Sek	**OK**
Der Elektromagnet soll eine Last von 100g heben können	150-200g	**OK**
Der Kran soll über eine Automatikfunktion verfügen	erfüllt	**OK**
Das Benötigte Budget soll 1000 Euro nicht überschreiten	919,80 €	**OK**
Bis zum 15.02.2012 sollen alle Arbeiten abgeschlossen sein	15.02.2012	**OK**

5. Anhang

5.1. Wochenberichte

Wochenbericht

Projekt: Hallenkran Projektleiter: Fabian Konrad

Für die Woche vom 5.12.11 bis 11.12.11

Was wurde erreicht:

- Verfassen der Definition
- Bau des Unterkastens
- Bestellen einiger Bauteile
- Test der Motorfunktion

Welche Entscheidungen wurden getroffen:

- das Modell des Krans bekommt drei über Motoren bewegliche Achsen (X, Y, Z)
- Bewegung der Träger soll mit Motoren über eine Gewindestange erfolgen
- Verwendung von Aluminiumprofilen als Material für den Kran
- Verwendung von Koordinatenhebeln an Stelle von Richtungstastern
- Verwendung einer LOGO!
- Verwendung eines fertigen Schaltnetzteils
- Verwendung von Vandalismustastern als Bedienelemente

Erreichte Meilensteine:

- Abschließen der Definitionsphase

Wochenbericht

Projekt: Hallenkran Projektleiter: Fabian Konrad

Für die Woche vom 12.12.11 bis 18.12.11

Was wurde erreicht:

- Unterkasten gebaut
- Schaltschrank in den Unterkasten integriert

Welche Entscheidungen wurden getroffen:

- Lastaufnahme über einen Elektromagneten
- verwenden eines selbst gewickelten Magneten
- Verwendung einer selbst gebauten Unterkonstruktion
- Teile des Unterkastens dienen als Schaltkasten

Erreichte Meilensteine:

- /

Abgeschlossene Arbeitspakete:

- Bau des Unterkastens
- Integrieren des Sicherungskastens

Wochenbericht

Projekt: Hallenkran Projektleiter: Fabian Konrad

Für die Woche vom 19.12.11 bis 25.12.11

Was wurde erreicht:

- Termin bei Firma „AMS“, zwecks Kauf von Aluminium
- Zusammenbau der Reedkontakte
- Löten der Sicherungsplatine
- Einbau der Sicherungsplatine in den Sicherungskasten

Welche Entscheidungen wurden getroffen:

- Verwendung von Reed-Kontakten als Endlagensensor
- Verwendung einer Blink-LED
- Verwendung von Beleuchtungs-LEDs
- Untersetzung der Antriebsmotoren

Erreichte Meilensteine:

- /

Abgeschlossene Arbeitspakete:

- /

Wochenbericht

Projekt: Hallenkran Projektleiter: Fabian Konrad

Für die Woche vom 02.01.12 bis 08.01.12

Was wurde erreicht:

- Abholen der Aluminiumprofile
- Tech. Zeichnung Steuerpult
- Tech. Zeichnung Windenkörper

Welche Entscheidungen wurden getroffen:

- Verwendung von Gleitlagern

Erreichte Meilensteine:

- /

Abgeschlossene Arbeitspakete:

- Bau der Grundkonstruktion

Wochenbericht

Projekt: Hallenkran Projektleiter: Fabian Konrad

Für die Woche vom 09.01.12 bis 15.01.12

Was wurde erreicht:

- Bau einer Motorhalterung
- Bau der Steuerkonsole
- weitere Relais angeschlossen

Welche Entscheidungen wurden getroffen:

- Verwendung von Endlagentastern

Erreichte Meilensteine:

- Fertigstellen des Unterkastens

Abgeschlossene Arbeitspakete:

- Fertigstellen der Steuerkonsole
- Bau der Trägermotorhalterungen
- Bau des beweglichen Trägers
- Anschließen der Steuerkonsole

Wochenbericht

Projekt: Hallenkran Projektleiter: Fabian Konrad

Für die Woche vom 16.01.12 bis 22.01.12

Was wurde erreicht:

- Motorhalterrungen fertig gestellt
- Tests Elektromagnet begonnen
- Konfiguration Elektromagnet abgeschlossen
- Gewindeadapter gedreht
- Netzteil bestellt

Welche Entscheidungen wurden getroffen:

- Zweites Netzteil wird benötigt

Erreichte Meilensteine:

- Fertigstellen der Hauptkonstruktion

Abgeschlossene Arbeitspakete:

- Drehen der Gewindestangenadapter

Wochenbericht

Projekt: Hallenkran Projektleiter: Fabian Konrad

Für die Woche vom 23.01.12 bis 29.01.12

Was wurde erreicht:

- Test der Antriebsvorrichtungen
- Antriebe justiert und eingestellt
- Planen der Winde begonnen
- zweites Netzteil angeschlossen
- Halterung für den Elektromagnet gedreht
- Verkabelung begonnen

Welche Entscheidungen wurden getroffen:

- /

Erreichte Meilensteine:

- Fertigstellen der Antriebsvorrichtungen

Abgeschlossene Arbeitspakete:

- Zusammenbau der Getriebe
- anschließen der LOGO!
- verdrahten der Relais

Wochenbericht

Projekt: Hallenkran Projektleiter: Fabian Konrad

Für die Woche vom 30.01.12 bis 05.02.12

Was wurde erreicht:

- Arbeiten an der Windenkonstruktion begonnen
- Arbeiten an dem Windengetriebe begonnen
- Verkabelung fertiggestellt

Welche Entscheidungen wurden getroffen:

- /

Erreichte Meilensteine:

- Verkabeln der Anlage

Abgeschlossene Arbeitspakete:

- schreiben des Testprogramms
- verdrahten der Relais
- Not-Aus-Schalter
- verkabeln der restlichen Anlage
- verkabeln der Hauptkonstruktion

Wochenbericht

Projekt: Hallenkran Projektleiter: Fabian Konrad

Für die Woche vom 06.02.12 bis 12.02.12

Was wurde Erreicht:

- Letzte Feineinstellungen vorgenommen

Welche Entscheidungen wurden getroffen:

- /

Erreichte Meilensteine:

- Programmieren der LOGO!

Abgeschlossene Arbeitspakete:

- Schreiben des finalen Programms

5.2. Beschlüsse

Datum: 4.12.2011

Beschluss: Das Modell des Krans bekommt drei über Motoren bewegliche Achsen (X, Y, Z)

Grund: Bessere Beweglichkeit, größerer Bewegungsradius, freie Bewegung ohne Einsatz

Datum: 4.12.2011

Beschluss: Bewegung der Träger mit soll mit Motoren über eine Gewindestange erfolgen

Grund:
- präziser steuerbar als pneumatische Kolben
- geringer Nachlauf
- durch die Führung entlang der Gewindestangen wird ein Verkanten weitgehend verhindert
- gute Kraftübertragung der Motoren auf den Träger
- bessere Resistenz gegen Erschütterungen als bei einer Bewegung über oder entlang einer Kette

Datum: 4.12.2011

Beschluss: Verwendung von Aluminiumprofilen als Material für den Kran

Grund:
- modularer Aufbau
- viele Zubehörteile
- geringerer Preis
- Gewicht
- leicht zu bearbeiten
- gute Stabilität

Datum: 4.12.11

Beschluss: Verwendung von Koordinatenhebeln an Stelle von Richtungstastern

Grund:
- bessere Übersicht
- Platzersparnis
- Einsparung der gegenseitigen Verriegelung auf Tasterseite
- Bedienerfreundlichkeit

Datum: 4.12.11

Beschluss: Verwendung einer LOGO!

Grund:
- mehr Flexibilität als bei einer Schutzschaltung
- keine Kosten, da die LOGO! Zur Verfügung gestellt wird
- Vielfalt der Möglichkeiten

Datum: 4.12.11

Beschluss: Verwendung eines fertigen Schaltnetzteils

Grund:
- Kostenfaktor
- Qualität
- Sicherheit

Datum: 11.12.11

Beschluss: Verwendung von Vandalismustastern als Bedienelemente

Grund:
- beständiger als herkömmliche Taster
- größere Anzahl von Schaltzyklen

Datum: 11.12.11

Beschluss: Lastaufnahme über einen Elektromagneten

Grund:
- Lastaufnahme kann automatisch vorgenommen werden

Datum: 11.12.11

Beschluss: Verwendung einer selbst gebauten Unterkonstruktion

Grund:
- selbstbestimmte Maße
- viel Platz im Innenraum
- günstigerer Preis

Datum: 12.12.11

Beschluss: Teile des Unterkastens dienen als Schaltkasten

Grund:
- großer Platzbedarf der Schaltung
- Einsparen eines herkömmlichen Schaltkastens

Datum: 17.12.11

Beschluss: Verwendung von Reed-Kontakten als Windensensor

Grund:
- geringer Platzbedarf
- geringer Preis
- einfach zu installieren

Datum: 22.12.11

Beschluss: Untersetzung der Antriebsmotoren

Grund:
- Drehzahl wird gesenkt
- Drehmoment wird erhöht
- Träger ist leichter zu steuern

Datum: 22.12.11

Beschluss: Verwendung von Gleitlagern zur Lagerung der Gewindestangen

Grund:
- günstiger als Kugellager
- einfach zu verbauen
- geringe Reibung
- geringer Wartungsaufwand

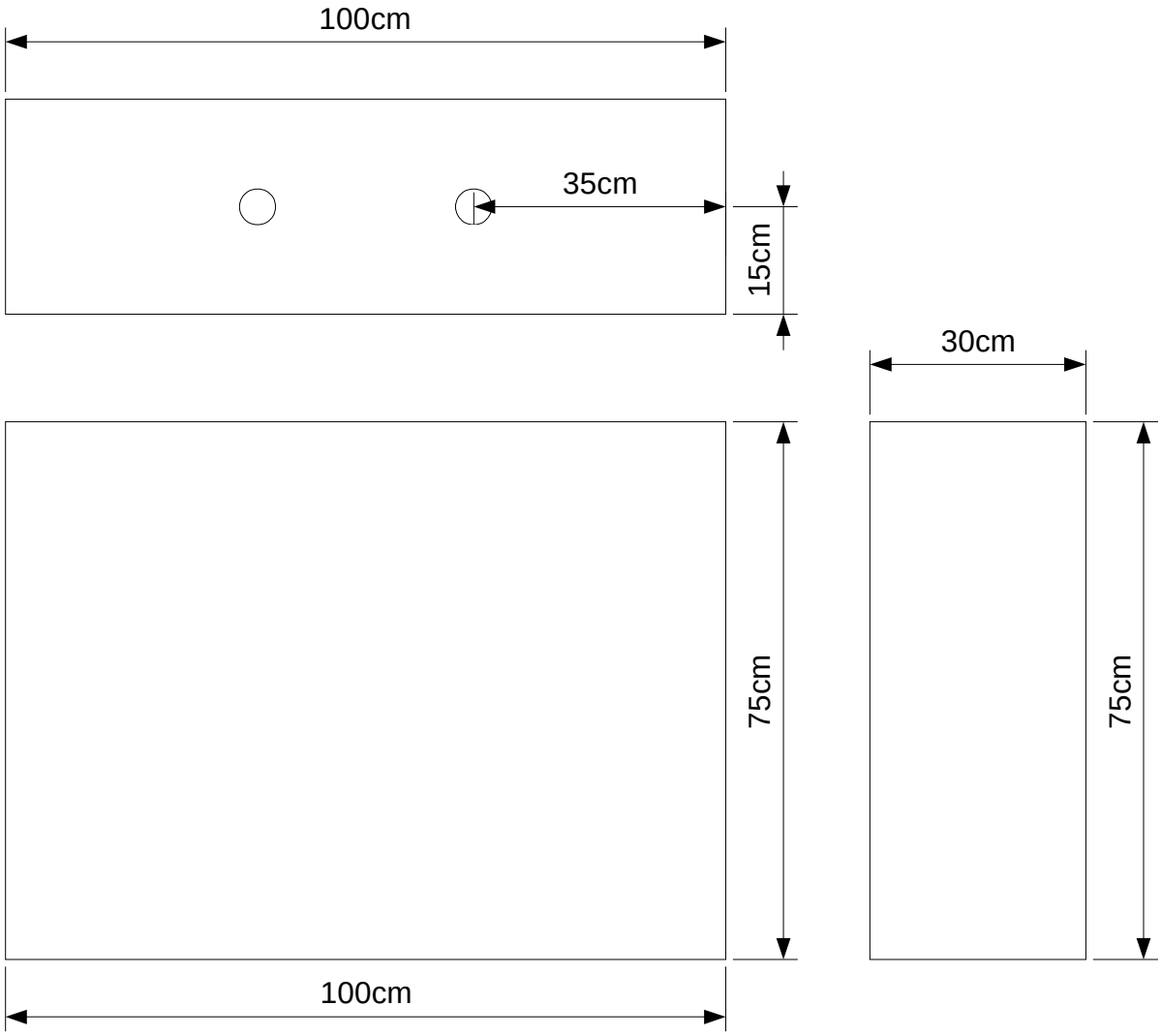
Datum: 09.01.12

Beschluss: Verwendung von Endlagentastern

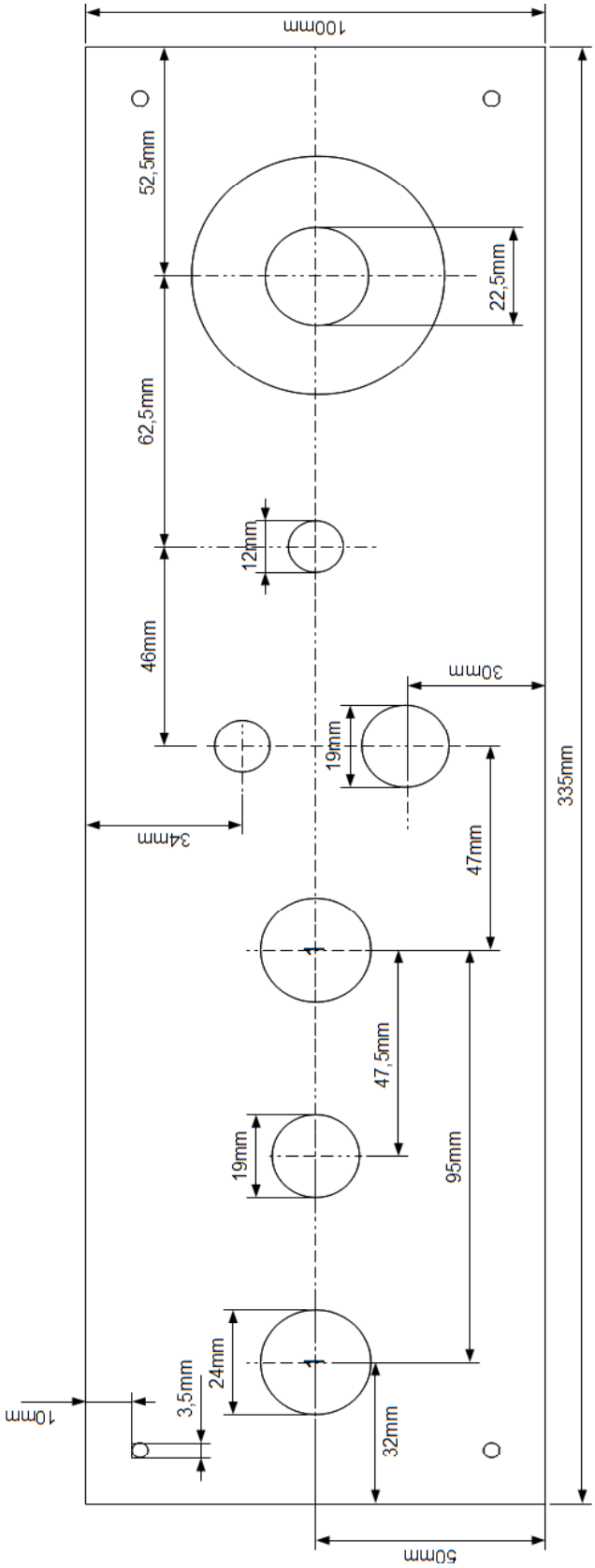
Grund:
- Schaltabstand von Reedkontakten ist zu klein

5.3. Technische Zeichnungen

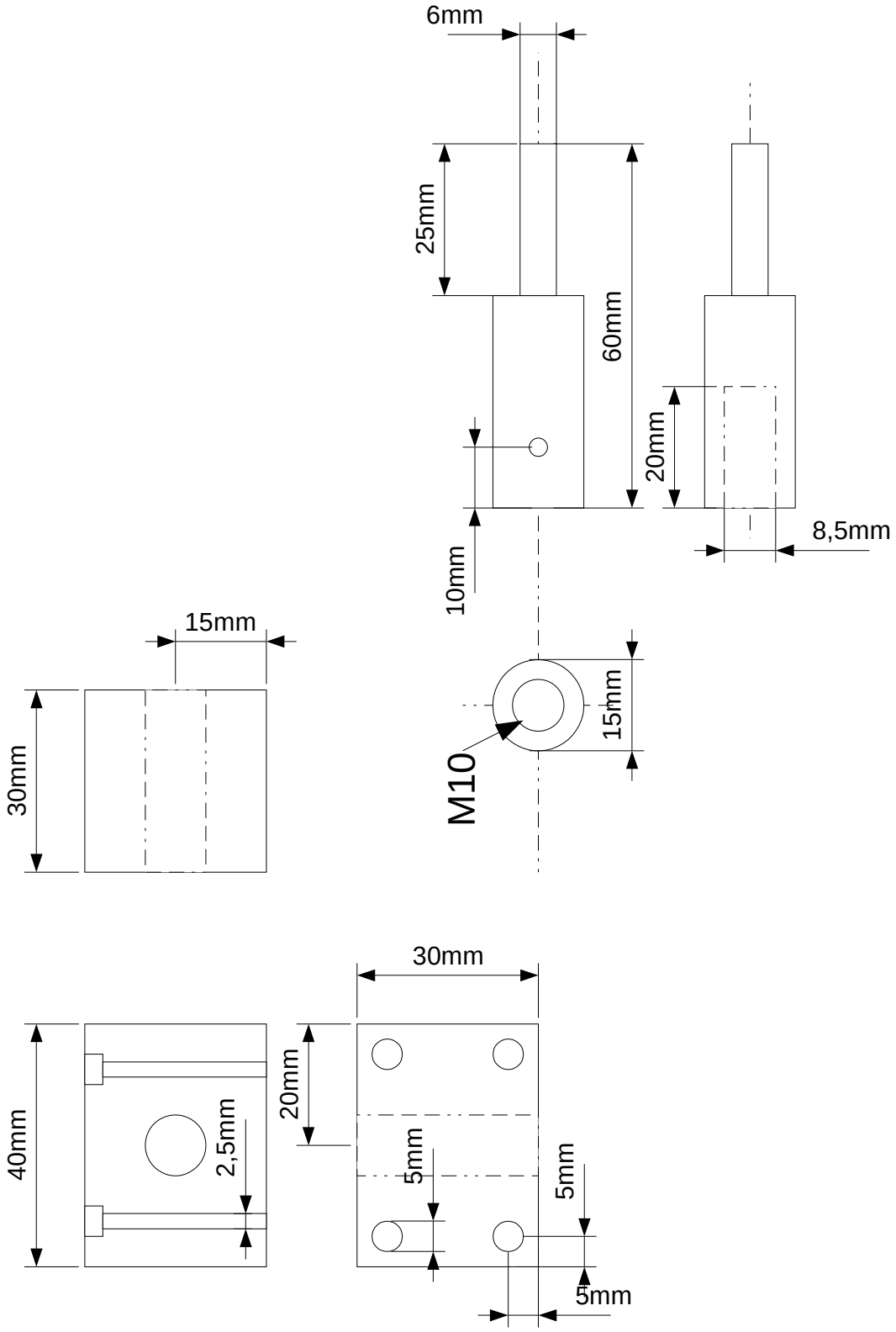
Technische Zeichnung: Unterkasten



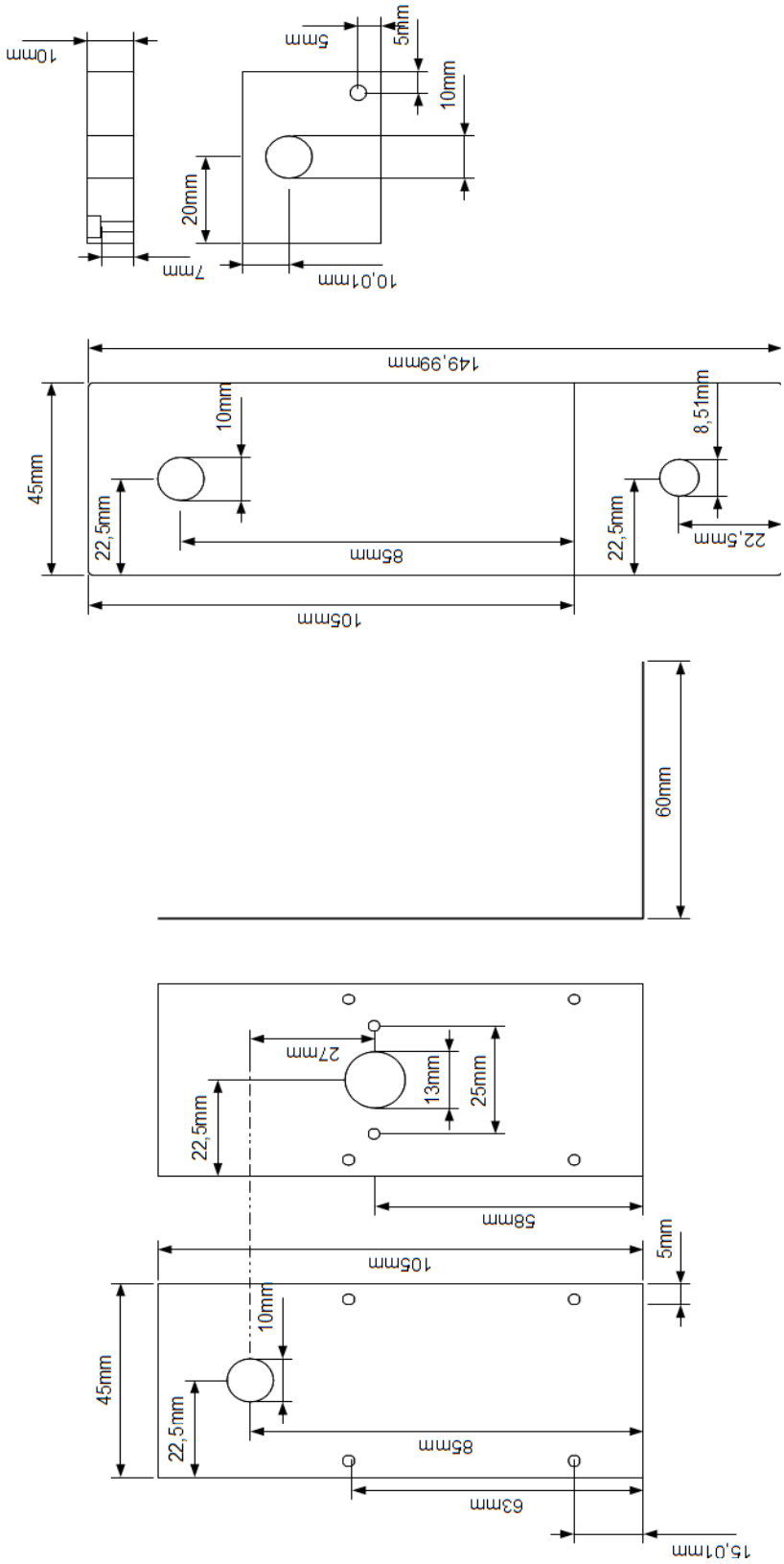
Technische Zeichnung: Steuerkonsole



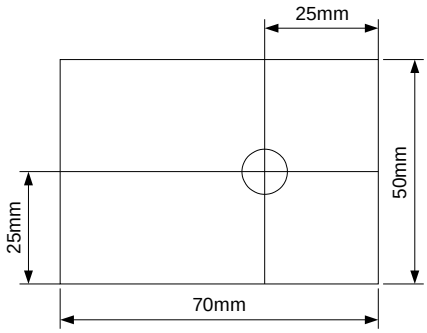
Technische Zeichnung: Gewindestangenadapter, POM-Block 30x40x30

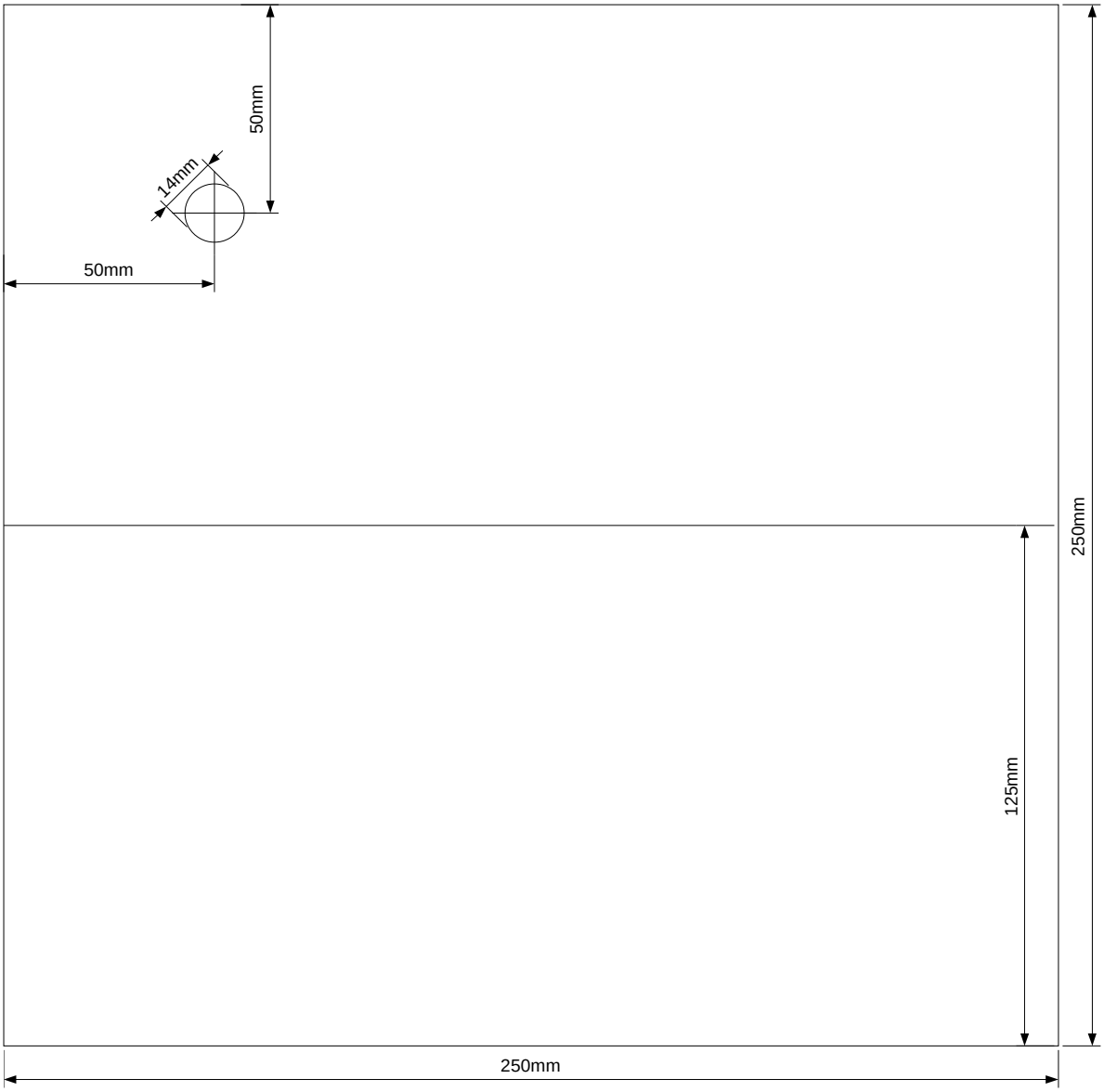


Technische Zeichnung:
Motorträger, POM-Block 30x40x10

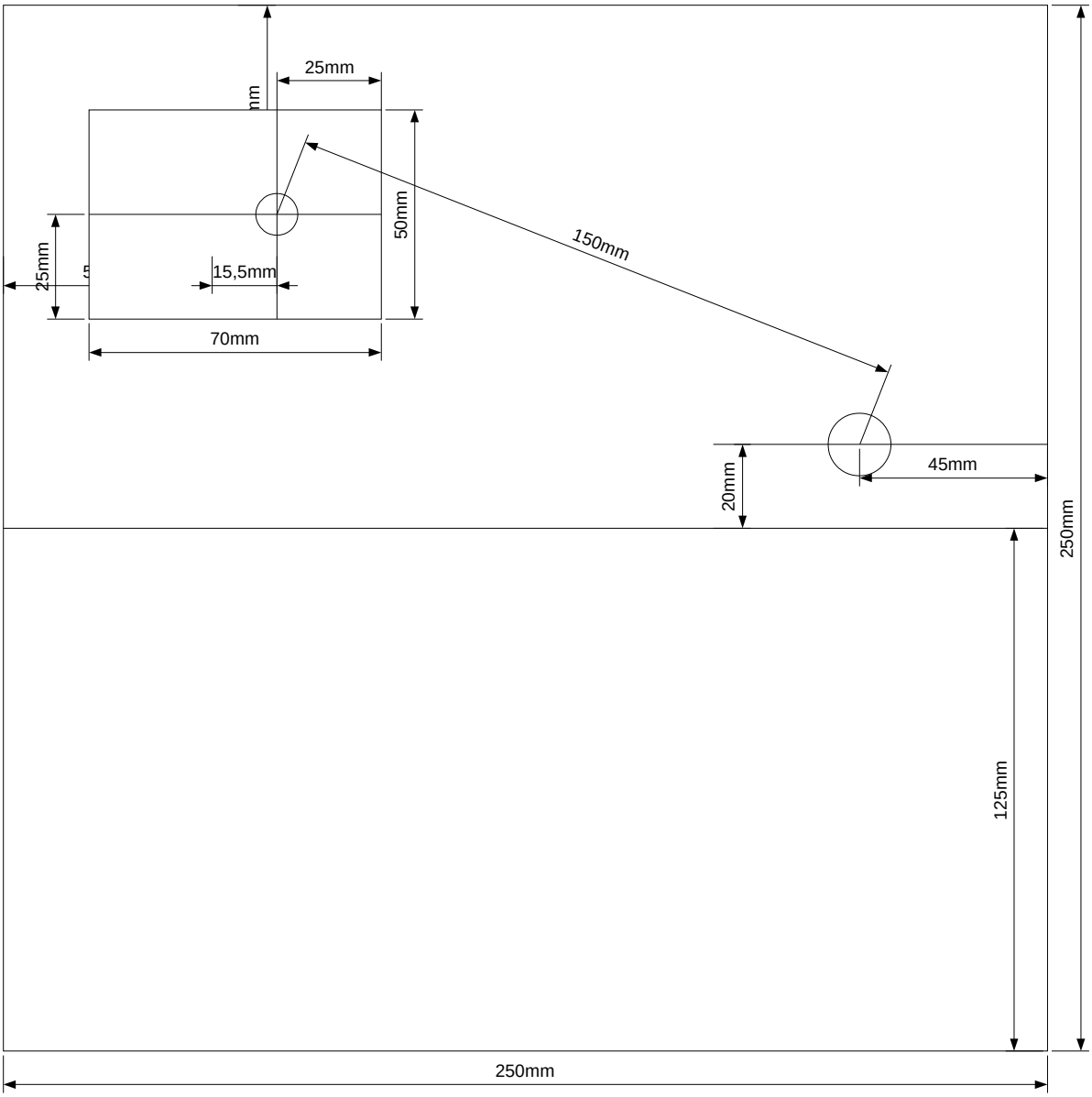


Technische Zeichnung:
Winde 1

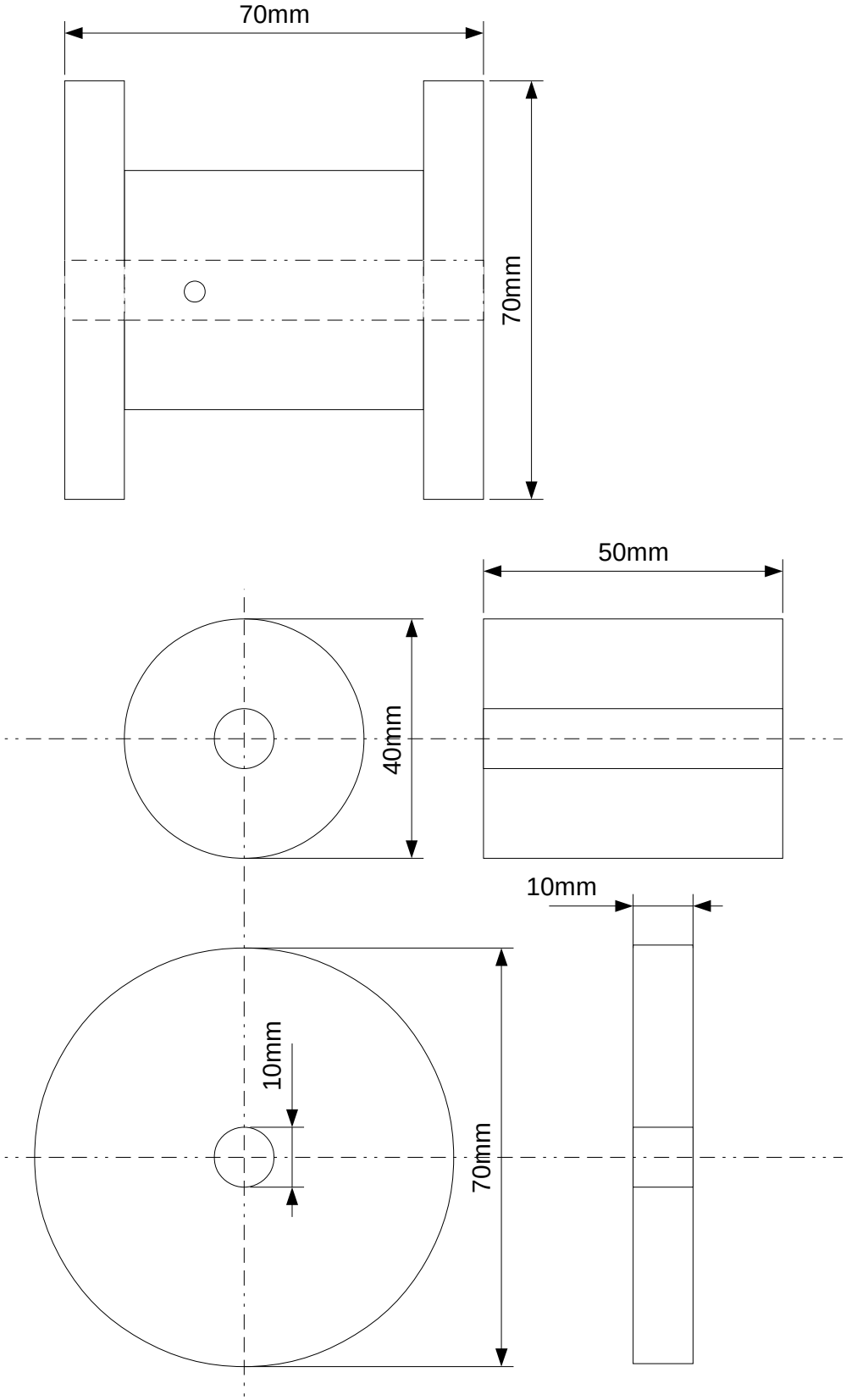




Technische Zeichnung:
Winde 2



Technische Zeichnung: Windenkörper



5.4. Anschlussbelegungsplan

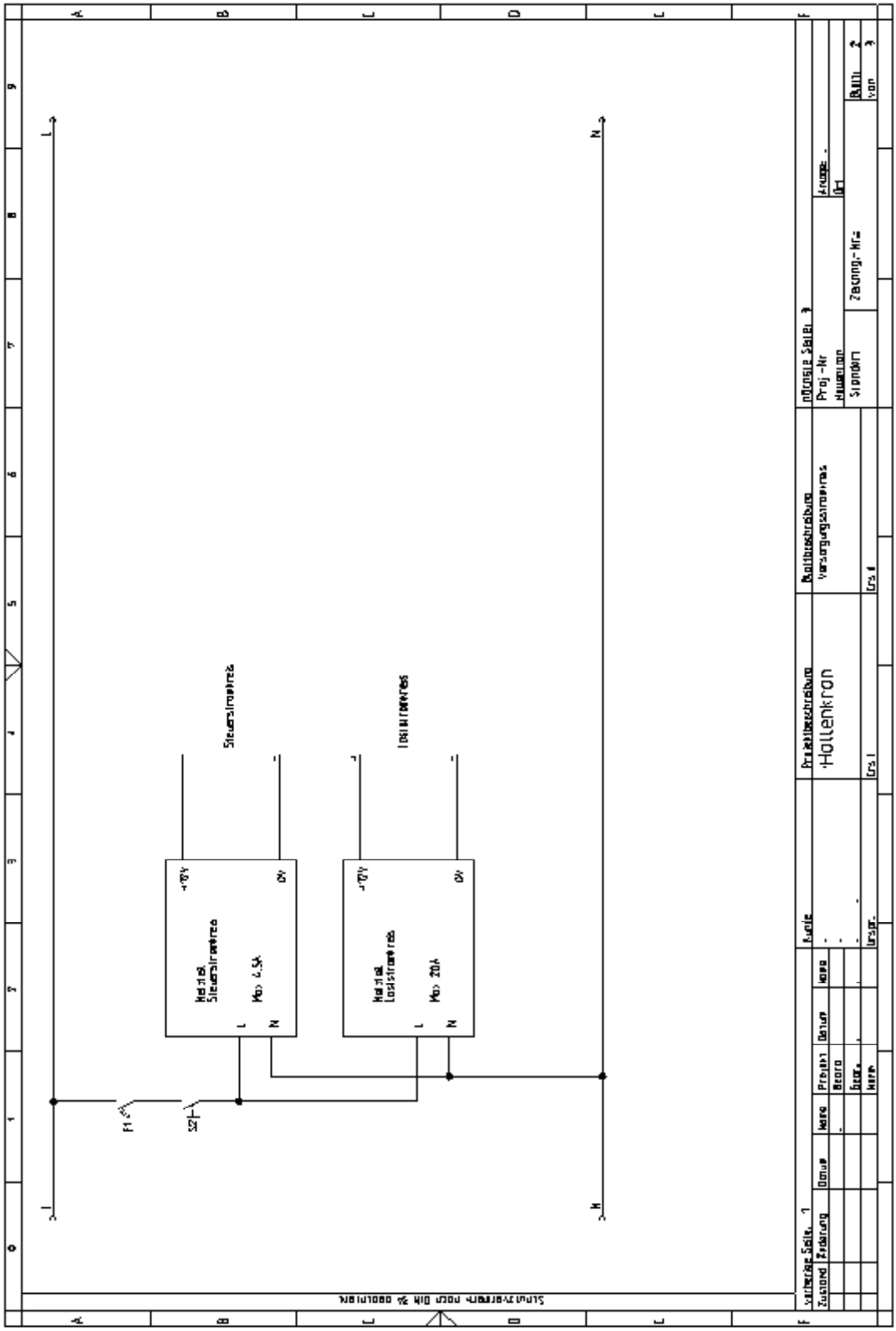
Aus dem Anschlussbelegungsplan sind grundsätzliche Informationen zu dem entsprechenden Schaltglied zu ersehen und welche Funktion es hat.

Bez.	Funktion	Anmerkung
S0	Not-Aus Kontakt	Schalter, Öffner
S1	Hauptschalter	Schalter, Schließer
S2	Start/Wiederanlauf	Taster, Schließer
S3	Koordinatenschalter Laufkatze vor	Taster, Schließer
S4	Koordinatenschalter Laufkatze zurück	Taster, Schließer
S5	Koordinatenschalter Träger links	Taster, Schließer
S6	Koordinatenschalter Träger rechts	Taster, Schließer
S7	Koordinatenschalter Winde hoch	Taster, Schließer
S8	Koordinatenschalter Winde runter	Taster, Schließer
S9	Magnet An/Aus	Taster, Schließer
S10	Endlagentaster Vor	Taster, Öffner
S11	Endlagentaster Zurück	Taster, Öffner
S12	Endlagentaster Links	Taster, Öffner
S13	Endlagentaster Rechts	Taster, Öffner
S14	Autorun An/Aus	Schalter, Schließer
S15	Not-Aus Kontakt	Schalter, Schließer
S16	Menütaster	Taster, Öffner
P1	Ringbeleuchtung Magnet-Taster	
P2	Status LED	
K1	Relais Wiederanlauf	
K2	Relais Laufkatze vor	

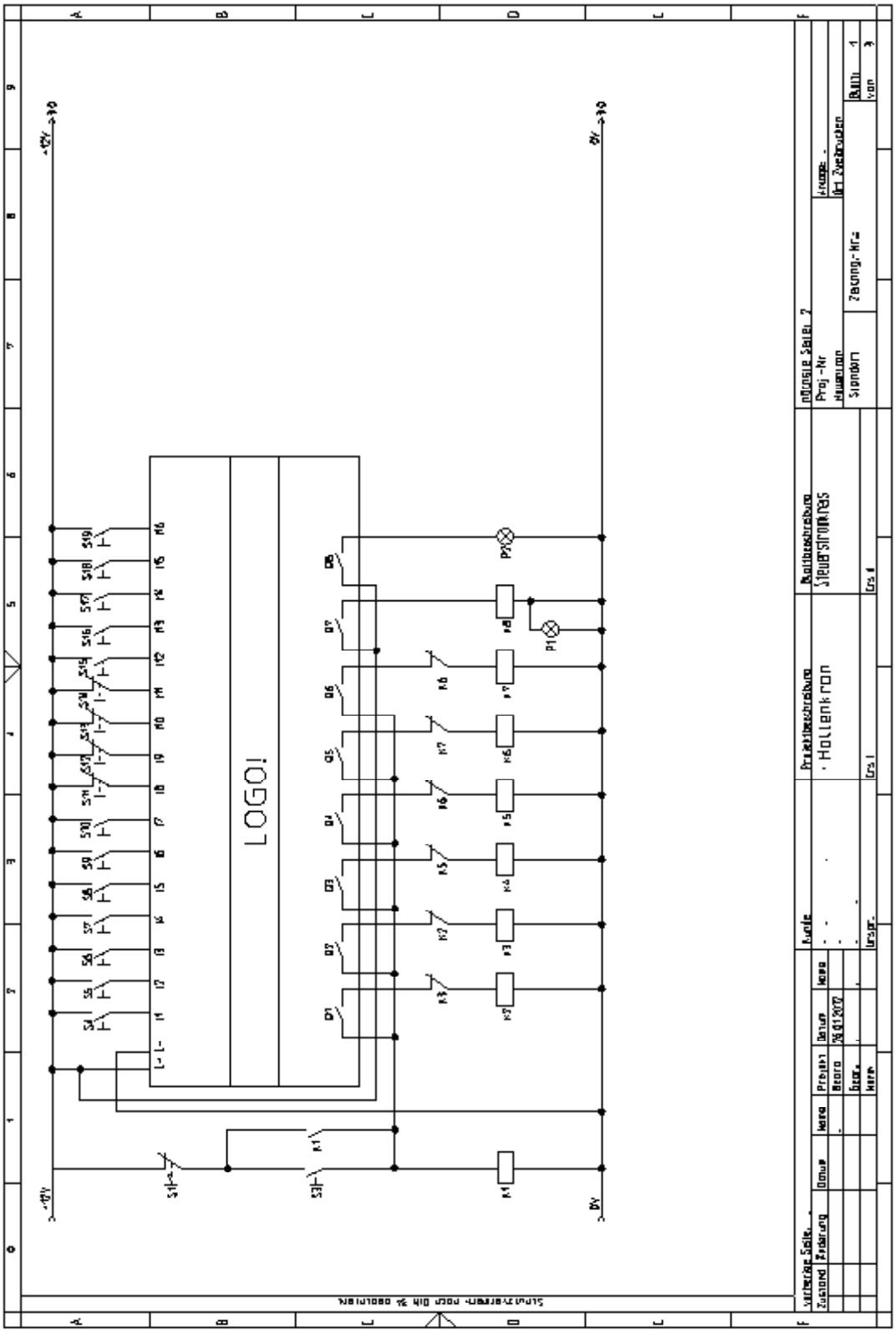
Bez.	Funktion	Anmerkung
K3	Relais Laufkatze zurück	
K4	Relais Träger links	
K5	Relais Träger rechts	
K6	Relais Winde hoch	
K7	Relais Winde runter	
K8	Relais Magnet	
F1	Hauptsicherung	Leitungsschutzschalter, 10A
F2	Sicherung Trägermotor 1	Schmelzsicherung 2A
F3	Sicherung Trägermotor 2	Schmelzsicherung 2A
F4	Sicherung Laufkatzenmotor	Schmelzsicherung 2A
F5	Sicherung Windenmotor	Schmelzsicherung 2,5A
M1	Laufkatzenmotor	
M2	Trägermotor 1	
M3	Trägermotor 2	
M4	Windenmotor	
D1	Freilaufdiode Elektromagnet	

5.5. Schaltpläne

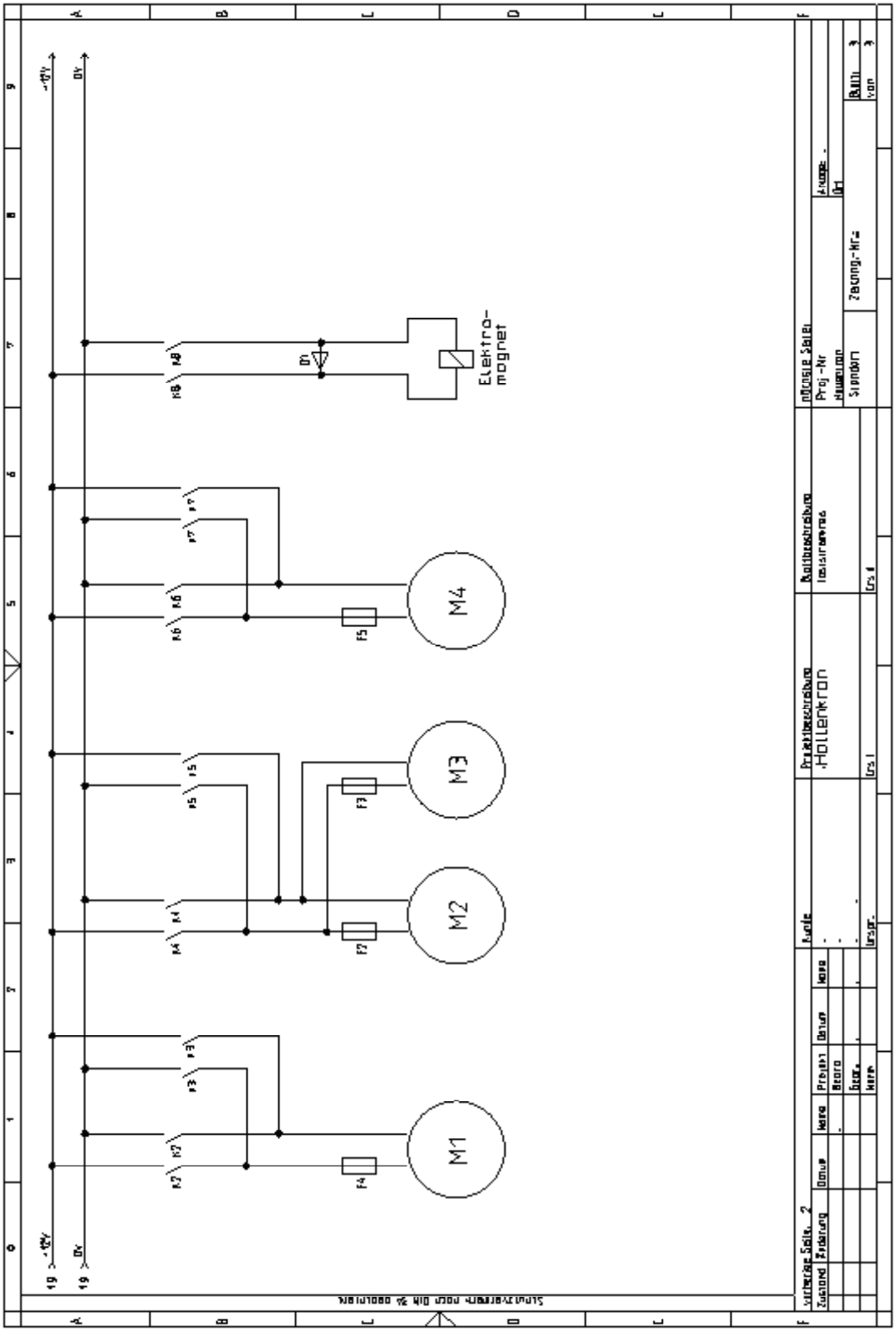
Schaltplan Versorgungsstromkreis



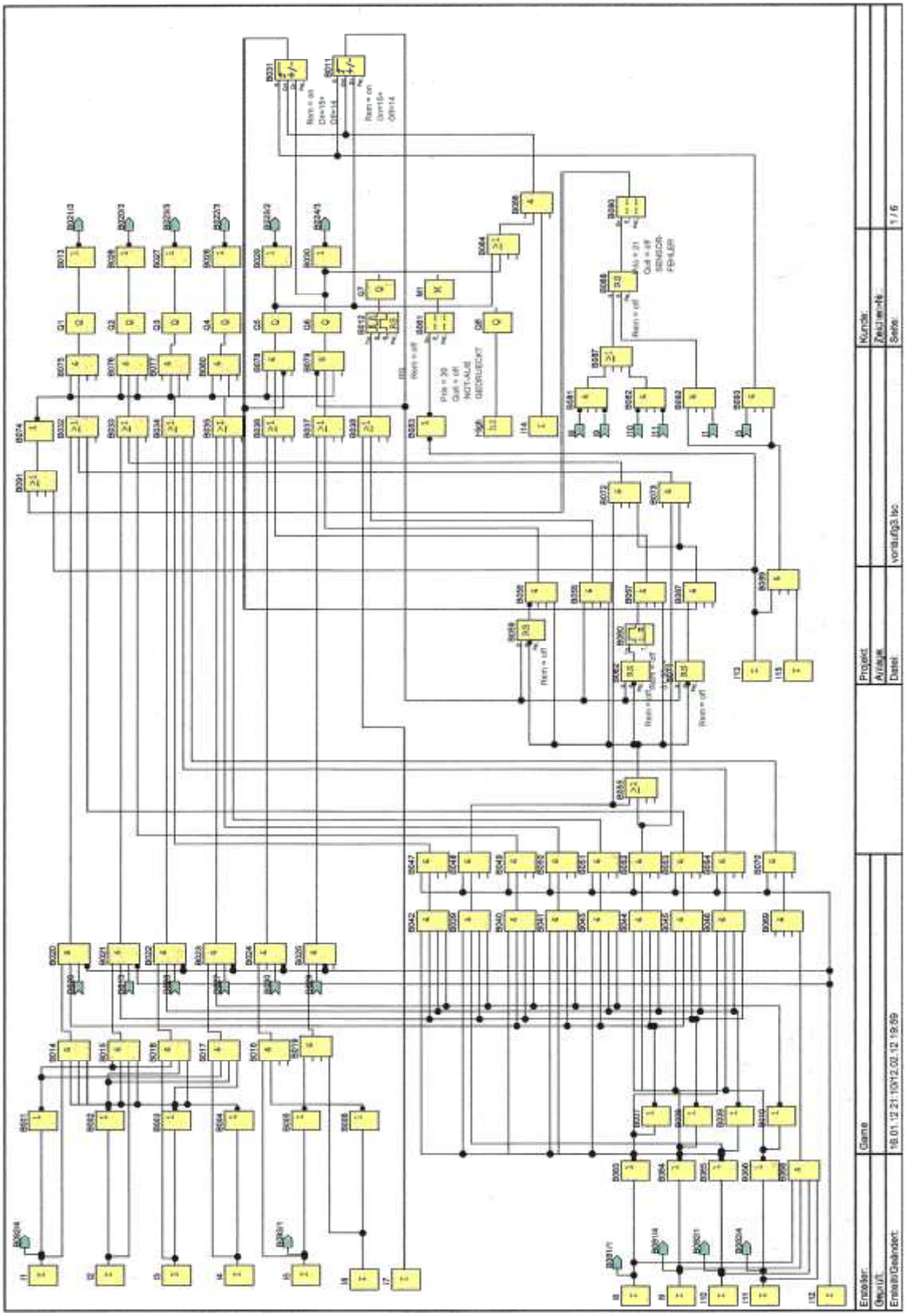
Schaltplan Steuerstromkreis



Schaltplan Laststromkreis



5.6. LOGO! – Plan



5.7. Erklärung