

**2010**

**Projektarbeit zum staatlich  
geprüften Elektrotechniker**



Oktay Yurt

12.02.2010 – 12.05.2010



# 1 Inhaltsverzeichnis

<b>2</b>	<b>Vorwort .....</b>	<b>7</b>
2.1	<i>Einleitung.....</i>	7
2.2	<i>Team.....</i>	7
2.3	<i>Unternehmen Waskönig+Walter .....</i>	8
2.4	<i>Aufgabenstellung.....</i>	9
<b>3</b>	<b>Beschreibung des Projektes .....</b>	<b>10</b>
3.1	<i>Ist-Zustand Analyse.....</i>	10
3.2	<i>Funktion der Maschine .....</i>	11
3.3	<i>Start-Bedienung.....</i>	13
3.4	<i>Hand Bedienung .....</i>	13
3.5	<i>Abwickler .....</i>	14
<b>4</b>	<b>Projektplanungen .....</b>	<b>15</b>
4.1	<i>Machbarkeit .....</i>	15
4.2	<i>Zielsetzung.....</i>	15
4.3	<i>Zeit Planung.....</i>	16
4.4	<i>Projektdurchführung.....</i>	16
4.5	<i>Materialbestellung .....</i>	18
<b>5</b>	<b>Stromlaufplan .....</b>	<b>18</b>
5.1	<i>Schaltschrankverdrahtung.....</i>	20
5.2	<i>Programmieren mit Step7 Simatic Manager .....</i>	21
5.3	<i>Start/Stopp .....</i>	21
5.4	<i>Handbetrieb.....</i>	22
5.5	<i>Aufwickler .....</i>	22
5.6	<i>Verlegung .....</i>	23
5.7	<i>Simulation.....</i>	24
<b>6</b>	<b>Beschreibung der verwendeten Hardware .....</b>	<b>24</b>
6.1	<i>Verwendete Hardware.....</i>	24



6.2	Zentralbaugruppe CPU 314-2 DP .....	25
6.3	Stromversorgungsbaugruppe PS 307 .....	25
6.4	Digitale Eingabebaugruppe SM 321 .....	26
6.5	Digitale Ausgabebaugruppe SM 322 .....	27
<b>7</b>	<b>Beschreibung der Software .....</b>	<b>27</b>
7.1	Step7 Simatic Manager.....	28
7.2	Simatic S7-300 .....	28
7.3	Das Step 7 Programm .....	29
7.4	SIMATIC- Manager starten und neues Projekt erstellen.....	29
7.5	SIMATIC 300-Station einfügen und Hardwarekonfiguration öffnen.....	29
7.6	Einfügen der Hardwarekonfiguration der S7-300.....	30
7.7	Symboltabelle anlegen .....	31
7.8	Bausteine anlegen .....	32
7.9	Baustein „Funktion“ erstellen .....	33
7.10	Netzwerk im FC erstellen .....	34
7.11	Programmelemente.....	34
7.12	Ansicht eines FC im FUP.....	36
7.13	Ansicht eines FC in AWL.....	37
7.14	Baustein „Variablentabelle“ erstellen.....	38
7.15	Ansicht der Systemdaten .....	39
7.16	Simatic Manager – Hauptfenster.....	39
7.17	Das Step7 Programm in die SPS übertragen.....	40
7.18	Das Step7 Programm beobachten .....	41
<b>8</b>	<b>CADdy++electrical Programm .....</b>	<b>42</b>
8.1	STARTEN DES PROGRAMMS .....	43
8.2	Die Bedienoberfläche von CADdy Elektrotechnik.....	45
8.3	Auswählen und Platzieren von Symbolen/ Bauteilen .....	46
8.4	Verdrahten von Bauteilen (Symbolen).....	47



8.5	Ändern der Verdrahtung.....	48
8.6	Bearbeiten von Bauteileigenschaften.....	49
8.7	Einfügen von Klemmen.....	50
8.8	Erstellen des Klemmenplanes.....	51
<b>9</b>	<b>Erstellen des Stromlaufplans: .....</b>	<b>53</b>
9.1	Beschreibung Stromlaufplan.....	53
9.2	Elektrischer Gesamtwert der Anlage.....	54
9.3	Hauptschalter/ Zuleitung 400V.....	54
9.4	230V AC.....	55
9.5	Zuleitung 24V DC.....	56
9.6	Not aus Schalter.....	57
9.7	Schalrscharank Lampe/Steckdose.....	58
9.8	Steuerspannung CPU.....	58
9.9	Digitale - Eingans Baugruppen.....	59
9.10	Digitale - Ausgangs Baugruppen.....	61
9.11	Analoge Karte.....	63
9.12	Frequenzumrichter Verlegung.....	63
9.13	Frequenzumrichter Aufwickler.....	64
9.14	Ständerverstellung Aufwickler.....	64
9.15	Hubvorrichtung Aufwickler.....	65
9.16	Längenmesser.....	65
9.17	Bremse-Abwickler.....	66
9.18	Signal Lampen.....	66
9.19	Ableitungen.....	67
<b>10</b>	<b>Simatic S7 Programm.....</b>	<b>68</b>
<b>11</b>	<b>Wochenbericht.....</b>	<b>85</b>
	Wochenbericht 1 (KW 6).....	85
	Wochenbericht 2 ( KW 7).....	85



<i>Wochenbericht 3 ( KW 8)</i> .....	86
<i>Wochenbericht 4 ( KW 9)</i> .....	86
<i>Wochenbericht 5 ( KW 10)</i> .....	86
<i>Osterferien</i> .....	86
<i>Wochenbericht 6 ( KW 14)</i> .....	86
<i>Wochenbericht 7 ( KW 15)</i> .....	86
<i>Wochenbericht 8 ( KW 16)</i> .....	87
<i>Wochenbericht 9 ( KW 17 )</i> .....	87
<b>12   Komplikationen</b> .....	<b>87</b>
12.1 <i>CADdy++</i> .....	87
12.2 <i>Simatic Step7</i> .....	87
12.3 <i>Schaltschrankverdrahten</i> .....	89
12.4 <i>Simulieren</i> .....	90
12.5 <i>Umbau der Maschine</i> .....	90
<b>13   Resümee</b> .....	<b>92</b>
13.1 <i>Erweiterungsmöglichkeiten</i> .....	92
13.2 <i>Reflexion</i> .....	92
13.3 <i>Ergebnis des Umbau</i> .....	93
13.4 <i>Schlusswort</i> .....	93
13.5 <i>Quellen</i> .....	94



## **Persönliche Erklärung**

Ich versichere, dass ich diese Arbeit selbständig und nur unter Verwendung der angegebenen Hilfsmittel angefertigt und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Die Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegen

Datum, 11.05.2010

Oktay Yurt



## **2 Vorwort**

### **2.1 Einleitung**

Im Rahmen der 2-jährigen Technikerschule zum staatlich geprüften Elektrotechniker der Fachrichtung Informations- und Kommunikationstechniker, an der Berufsbildenden Schule Friedenstraße in Wilhelmshaven, wird von jedem Schüler eine Projektarbeit durchgeführt. Diese schriftliche Dokumentation soll den Lesern einen Einblick im Umgang mit diversen Automatisierungsgerätschaften und der dazugehörigen Anwendersoftware geben. Auf leichte Verständlichkeit, durch Einfügen von Bildern, legte ich hierbei viel Wert. Natürlich sollte ein gewisses Grundwissen in diesem Themenbereich vorhanden sein, da sonst die Gefahr bestehen kann, dass einige Bestandteile der Dokumentation missverstanden werden. Einen großen Vorteil hat das zehnwöchige Projekt für uns Schüler sehr wohl: Große Abwechslung zum alltäglichen Lerngeschehen!

### **2.2 Team**

Das Projekt für das Automatisieren einer Aufwickler-Anlage für die Firma Waskönig+Walter im Saterland wird von mir -Oktay Yurt- geführt. Der Projektzeitraum war vom 10. Februar 2010 bis zum 07. Mai 2010 angesetzt. Es standen zwei Tage der Woche als unterrichtsfreie Zeit für das Projekt zur Verfügung. Des Weiteren nutzte ich die Osterferien für die Projektarbeit. Die Projektbetreuung erfolgte durch Herrn Tröck seitens der Schule, Herrn Schmidt, Herrn Buss und Herrn Boy seitens der Firma Waskönig+Walter. Die für die Projektarbeit benötigten Materialkosten wurden von der Firma Waskönig+Walter getragen.



## 2.3 Unternehmen Waskönig+Walter

Die Firma Waskönig+Walter blickt auf eine über 130-jährige Firmengeschichte zurück und wird heute in der fünften Generation als Familienunternehmen geführt. Fast 100 Jahre war Wuppertal der Sitz des Unternehmens. 1964 wurde in Ramsloh zunächst eine Niederlassung eingerichtet, in der Zuleitungen für Bügeleisen, Toaster und ähnliches gefertigt wurden. 1965 eröffnete die Firma Waskönig+Walter in Ramsloh das neue Werk für konfektionierte Leitungen. Mit großem Engagement wurden seinerzeit die Mitarbeiter für diese Arbeit qualifiziert. Über zwei Jahre wurden Woche für Woche 150 Saterländer mit Bussen nach Wuppertal gefahren, um sie dort für die Kabelfertigung anzulernen. Die Qualifizierung eigener Mitarbeiter, insbesondere die Ausbildung des Nachwuchses, ist der Firma bis heute ein wichtiges Anliegen.

Hauptwerk und Betriebssitz wurden 1970 schließlich nach Ramsloh verlegt. Dies war ein wichtiger Meilenstein für die Industrialisierung in der Gemeinde Saterland und im Nordkreis Cloppenburg. Schon nach kurzer Zeit wuchs die Mitarbeiterzahl auf 300 und beträgt heute rund 500. Im Laufe der 40jährigen Tätigkeit in Ramsloh bzw. Saterland hat die Firma in mehreren Schritten erhebliche Erweiterungsinvestitionen vollzogen und produziert heute in Hallen zur Größe von insgesamt ca. 5 ha auf einem Firmenareal von ca. 15 ha. Der Jahresumsatz wurde kontinuierlich von 50 Mio. DM (rd 25 Mio. €) auf jetzt 200 Mio. € gesteigert. Zur Waskönig+Walter-Gruppe gehören Betriebssitze bzw. Tochterfirmen in Dänemark und in der Schweiz.



Abb. 1





## 2.4 Aufgabenstellung

Ich hatte die Aufgabe von Firma Waskönig+Walter, eine schutzgesteuerte Aufwickler-Maschine mit Simatic Manager S7 zu automatisieren. Da der Aufbau einer SPS-Steuerung nicht identisch ist mit einer Schutzschaltung, musste ein neuer Schaltplan erstellt werden nachdem der Schaltschrank verdrahtet werden sollte. Hierfür musste ich auch die benötigte Hardware ermitteln und bestellen, welche dann in den Schaltschrank eingebaut und verdrahtet wurde. Der erstellte Schaltschrank wurde gegen den alten Schaltschrank ersetzt. Der Ablauf der Funktion sollte nicht verändert werden. Damit man das SPS Programm und den Schaltplan immer verfügbar hat, sollten diese auf eine CD dokumentiert werden.

- Schaltplan erstellen.
- Schaltschrank verdrahten
- SPS Programm schreiben
- Umbau der Maschine



Abb 2.: Neuer Schaltschrank



### 3 Beschreibung des Projektes

#### 3.1 Ist-Zustand Analyse

Auf den nachfolgenden Bildern ist der Zustand des alten Schaltschranks zusehen. Die Maschine wurde von zwei nebeneinander stehenden Schaltschränken gesteuert. In dem einen Schaltschrank waren Hardware-Elemente für den Handbetrieb, wie Motorschutzschalter, Versicherungen und Schutze. In dem anderen Schaltschrank waren zwei Frequenzumrichter, Schutze und Versicherungen, die den Verlegungsantrieb und den Aufwicklerantrieb ansteuern. Es ist zu erkennen, dass der Aufbau der Maschine nicht übersichtlich ist, da sie von zwei Schaltschränken gesteuert wird. Des Weiteren ist erkennbar, dass die Maschine nicht die heutigen Sicherheitsaspekte erfüllt. So hängen beispielsweise die unter Spannung stehenden Schutz und Motorschütze lose im Schrank. Des Weiteren sind die Anschlussklemmen defekt, Teile der Hardware-Bauteile waren nicht beschriftet, die Verdrahtung war nicht im Kabelkanal geführt sondern quer durch.



Abb. 3: Alter Schaltschrank mit Frequenzumrichter für die Aufwickler, Verlegungs-Station



Abb. 4: Alter Schaltschrank



### 3.2 Funktion der Maschine

In der Fertigung produzierte Kabel werden auf eine Eisentrommel gewickelt.



Abb. 5: Fertigung



Abb. 6: Zum Abwickeln bereite Kabel

Je nach der vom Kunden gewünschten Menge wickelt die Maschine das Kabel von der großen Eisentrommel auf die jeweilige passende Trommel auf, die dann zum Kunden geliefert wird.

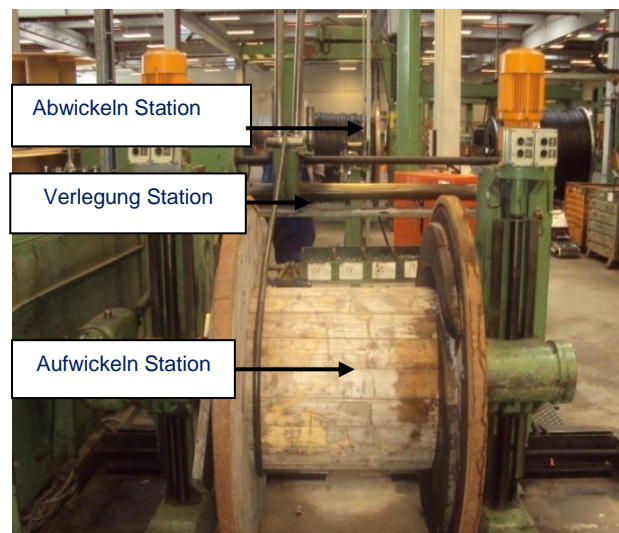


Abb. 7: Aufbau der Maschine



Beim Aufwickeln der Kabel wird mit Hilfe von Längenmessern die aufgewickelte Menge gemessen.



**Abb. 8: Längenmesser**

Für eine saubere Verlegung des Kabels auf die Kabeltrommel ist die Verlegungsstation zuständig. Diese verlegt die Kabel im Automatikbetrieb je nach Richtung nach links oder rechts.



**Abb. 9: Verlegungsstation**



Die Maschineführer haben jederzeit die Möglichkeit, die Geschwindigkeit und die Richtung der Verlegung zu korrigieren. Die Geschwindigkeit der Verlegung und Aufwickler wird von je einem Frequenzumrichter gesteuert, dem über jeweils fällige Potentiometer die Geschwindigkeit vorgegeben wird. Bei Erreichen der vorgegeben Länge Stoppt die Anlage. Kurz davor soll sie die Geschwindigkeit reduzieren.



Abb. 10: Bedien-Pult

### 3.3 Start-Bedienung

Die Maschine soll mit nur einer kleinen Geschwindigkeit starten können, da dies für eine saubere Verlegung am Anfang sehr wichtig ist.

### 3.4 Hand Bedienung

Es kommt nur zur Handbedienung, wenn der Automatikbetrieb ausgeschaltet ist.

Bei der Handbedienung muss man die Aufwicklertrommeln spannen, lösen, heben senken, sowie vorwärts und rückwärts fahren können.



Abb. 12: Hand Bedienung

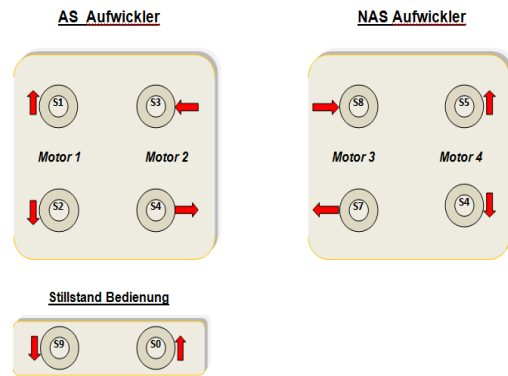


Abb. 13: Aufwickler Bedient Pult



Abb.14: Holz trommel im Aufwickler eingespannt

### 3.5 Abwickler

Die Abwickler-Maschine haben wir aufgrund der nur beschränkt vorhandenen Zeit außen vor gehalten. Hierbei war zu berücksichtigen, dass die Hand-Funktion des Abwicklers nur funktionieren soll, wenn der Automatikbetrieb des Aufwicklers aus ist.



## 4 Projektplanungen

### 4.1 Machbarkeit

Die Vielseitigkeit und Komplexität war gleich zu erkennen. Da das Projekt zeitlich begrenzt war, traf ich mich mit den Projektleitern Herr Buss und Herr Boy, um den Umfang des Projektes zu definieren. Wir einigten uns auf folgende Punkte:

- Da es mehrere Möglichkeiten gibt, eine Maschine zu automatisieren (Mikro, SPS Programmierung), besprachen wir, welche Programmiersprache angewendet werden soll.
- Umfang der Automatisierung, Voll- oder Teilautomatisierung der Anlage, eventuelle Vollautomatisierung der Aufwicklerstation.
- Heutige Sicherheits-Maßnahmen und deren Einhaltung.
- Benötigte Hardware-Elemente und deren Bestellung.
- Software für die Erstellung eines Schaltplans.

Durch das Gespräch wurden die Gründe für eine Erneuerung deutlich. Die heutigen Sicherheitsanforderungen sollten erreicht werden und die Maschine sollte derzeitigen Standards angepasst werden.

### 4.2 Zielsetzung

Die Steuerung der Maschine soll über ein SPS Simatic S7 Programm gesteuert werden, ohne Funktionserweiterung und –Veränderung der Maschine. Für die Erfüllung der Sicherheitsanforderungen soll der alte Schaltschrank gegen einen neuen ersetzt werden. Dieser sollte von mir entworfen und verdrahtet werden.



### 4.3 Zeit Planung

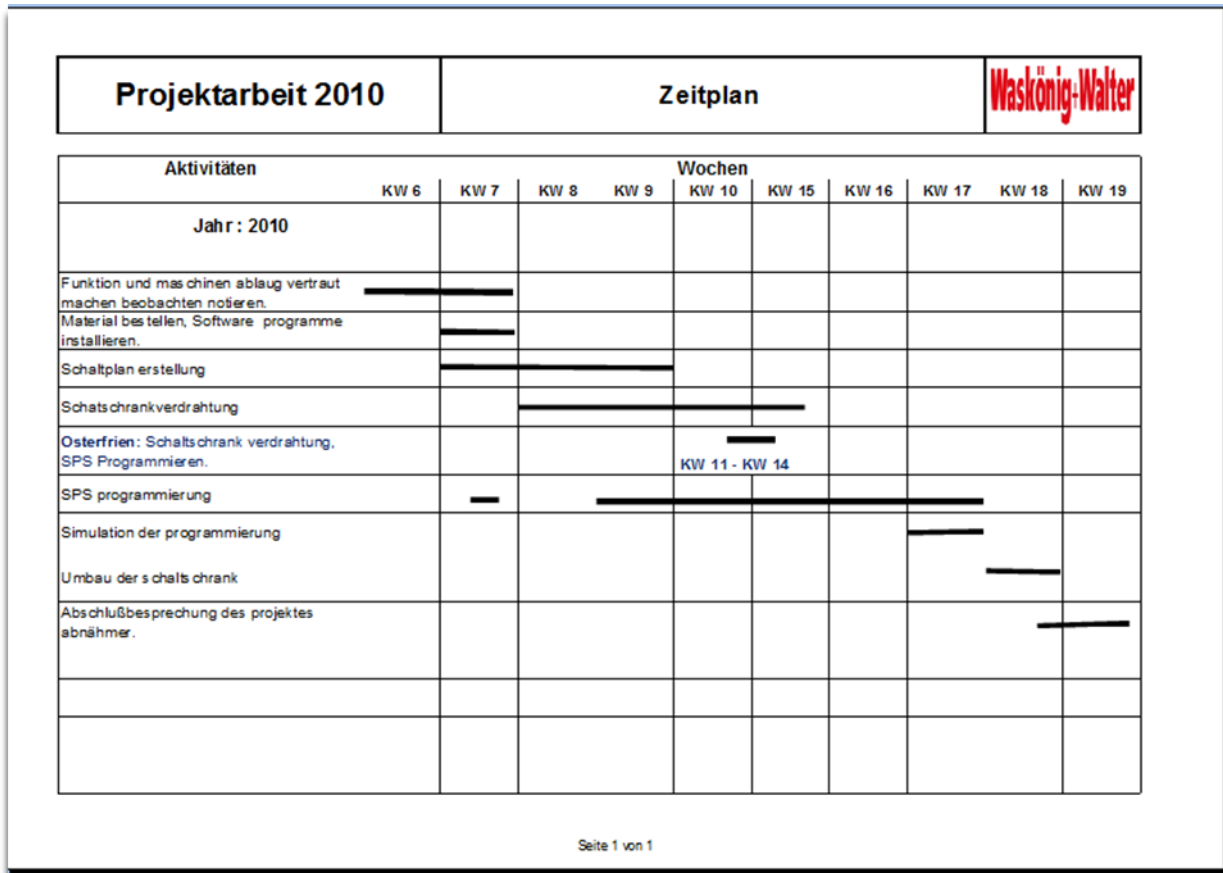


Abb. 15: Zeitplan für die Projektarbeit

### 4.4 Projektdurchführung

Zu Beginn des Projektes stand die Überlegung, welche Schritte eingeleitet werden müssen, um eine funktionstüchtige laufende Anlage zu erhalten. Ich beschloss, die Dokumentation und die Durchführung des Projekts parallel laufen zu lassen. Nach kurzer Zeit musste ich jedoch feststellen, dass die Dokumentation immer mehr in den Hintergrund geriet, sodass ich beschloss, nach jedem Projekttag kleine Notizen zu machen, die ich dann in der Dokumentationsphase mit einfließen lassen konnte. Kleinere Programme, sowie Teile des Gesamtprogramms, wurden immer wieder einzeln abgespeichert, um darauf bei Bedarf zurückgreifen zu können.





Am Anfang der Projektdurchführung versuchte ich, von den mir zur Verfügung gestellten Schaltplänen der Maschine, Funktion und Ablauf zu entnehmen. Schnell wurde mir klar, dass die Schaltpläne aufgrund von vielen Veränderungen, die teilweise mit Hand gezeichnet wurden, nicht mehr aktuell waren. Somit war das Risiko sehr groß, das Programm nach den alten Schaltplänen zu programmieren. Ich versuchte mich dann, mit der Maschine vertraut zu machen. Ich kontrollierte die Funktion und die vorhandenen Sensoren, machte mir dabei Notizen und entschied mein Programm danach zu schreiben.

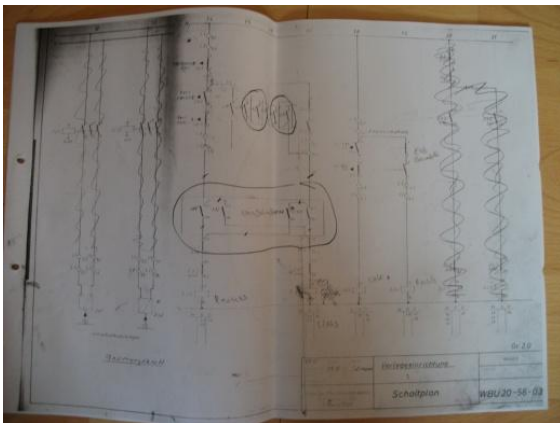


Abb. 16: alter Schaltplan

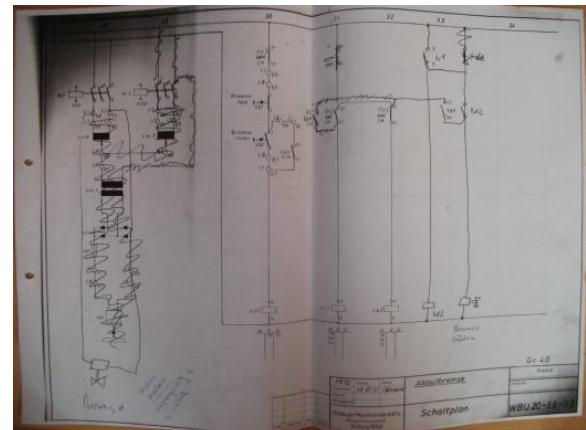


Abb. 17: alter Schaltplan

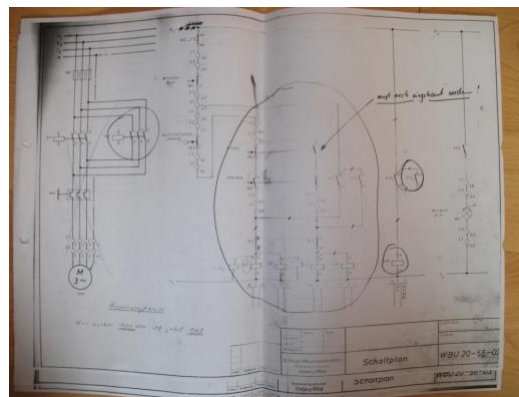


Abb. 18: alter Schaltplan



## 4.5 Materialbestellung

Nachdem ich mich mit dem Ablauf der Maschine vertraut gemacht hatte, konnte ich einschätzen, welches Hardware-Material ich brauchte und dementsprechend auch bestellen.

• CPU 24 DI 16 DA 4 AE 2 AA	6ES7 314 – 6CG03 – 0AB0	1.454 €
• Digitale Eingangs Karte	6ES7 321 – 1BL00 – 0AA0	288 €
• Digitale Ausgangs Karte	6ES7 322 – 1BL00 – 0AA0	399 €
• Schaltschrank 1200*2000*600	8206 – 500	535 €
• 12 * DC Schütze	3RT1015 – 1BB41	300 €
• 6* Motorschütz Schalter		332 €
• 24 V Trafo für SPS		114 €
• Not-Aus-Relais		220 €
• Not-Aus-Taster		40 €
• Sicherung Sockel + Schienensystem		450 €
• 5 * Sicherung Automaten + FI		100 €
• Kabelkanal		aus dem Lager
• 10* Relais		aus dem Lager
• Trennverstärker		aus dem Lager
• 3* Signal Leuchte		76 €
• Klemmen Phönix		200 €
• Verbindungskabel		aus dem Lager

---

Gesamt Kosten                    ca. 5.000 €

## 5 Stromlaufplan

Eines der großen Probleme, welches auch sehr viel Zeit in Anspruch genommen hat, war das Erstellen des Stromlaufplans. Allein die Software- CADdy++ Elektronik, auf die ich später noch mal detaillierter eingehen werde, die ich für die Erstellung des Schaltplans brauchte, benötigte für die Installation auf dem Laptop eine Projektwoche, da beim Installieren auf das Vista Betriebssystem eine Datei nicht erkannt werden konnte. Diese konnte ich letztendlich hinzufügen, um den weiteren Prozess zu ermöglichen.

Da ich weder im Beruf, noch in der Schule mit CADdy++ gearbeitet habe, war die Orientierung aufgrund der Komplexität äußerst schwierig. Allein die passende Symbolbibliothek bei mehreren Tausend verschiedenen Symbolen zu finden, war sehr schwierig, da die Symbole nur manuell gesucht werden konnten. Daher war es für mich am



Anfang extrem schwer mit dem Programm zu arbeiten. Mit der Zeit kam ich jedoch sehr gut damit zu recht.

Da die Software nicht lizenziert war, hatte sie nur eine 20 Seiten Version pro angelegter Datei. Da ich aber mehr Seiten brauchte, legte ich ein zweites Projekt an. Die Problematik bestand darin, dass der Strompfad zwischen den beiden Dateien nicht automatisch erkannt werden konnte und ich ihn dann manuell eingeben musste.

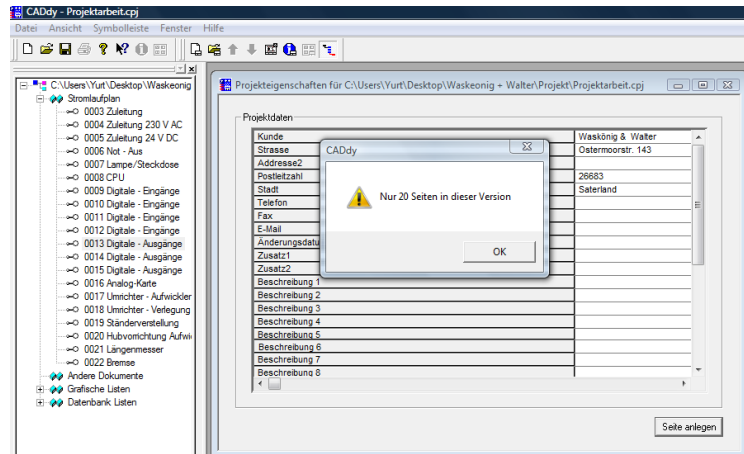


Abb. 20: Meldung - nur 20 Seiten möglich

Da ich bis dahin mit dem Erstellen eines Schaltplans nichts zu tun gehabt habe, beschäftigte ich mich zunächst damit, wie generell so ein Schaltplan aufgebaut ist und gelesen wird.

Ich beschäftigte mich auch vor der Erstellung des Schaltplans mit der Funktion und Beschaltung der zu benutzenden Hardware, wie zum Beispiel analoge CPU, Frequenzumrichter. Insbesondere das Beschalten und Parametrieren der analogen CPU Karte war eine große Herausforderung.

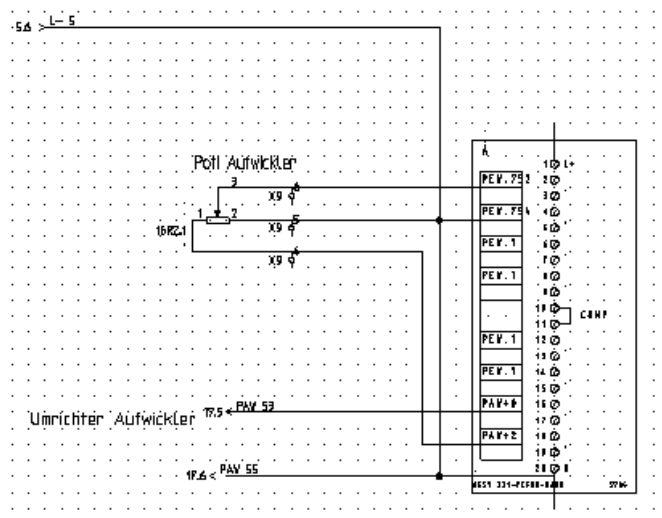


Abb. 23: Schaltplan für die analoge CPU Karte



Ohne Vorgabe finge ich mit der Erstellung der Stromlaufplan an. Nachdem ich mit der Erstellung fertig war, stellten wir fest, dass die Erstellung nicht identisch mit den anderen Stromlaufplänen des Unternehmens aufgebaut war. Da alle Stromlaufpläne gleich aufgebaut sein sollten, passte ich diesen daher an.

## 5.1 Schaltschrankverdrahtung

Als ich einen Werkzeugwagen zur Verfügung gestellt bekommen habe, finge ich mit der Schaltschrankplanung an. Hier konnte ich die Hardware nach meiner Vorstellung platzieren. Ich schraubte die Rückwandplatte, wo die Hardware drauf geschraubt wird, aus dem Schrank.



Abb. 24: leerer Schaltkasten

Ich verteilte die Hardwareelemente auf die Platte, so wie es vom Logischen und Optischen her passte. Beim Aufteilen der Hardware musste ich noch den Frequenzumrichter berücksichtigen, der noch in dem alten Schaltschrank eingebaut war. Dazu nahm ich die Masse der Frequenzumrichter auf und machte mir aus Pappe ein Muster. Nachdem ich die Hardwarematerial an der Platte befestigt hatte, fing ich mit der Verdrahtung an. Die Verdrahtung des Schaltschrens verlief insgesamt problemlos.



Abb. 25: Aufteilung der Hardwareelemente im Schaltschrank



## 5.2 Programmieren mit Step7 Simatic Manager

Nachdem ich Step7 Simatic Manager ohne Probleme installiert hatte, beschäftigte ich mich intensiv mit der Einarbeitung in die Programmierung. Nach anfänglichen Schwierigkeiten konnte ich das Projekt sowie die Hardware anlegen und konfigurieren. Auf die Funktion des Anlegens des neuen Projektes und die Konfiguration gehe ich später genauer ein. Bei der Konfiguration musste ich insbesondere beachten, dass ich den analogen Eingang und Ausgang nach der Verdrahtung, die ich gemacht habe, sowie nach dem Messbereich/ nach der Messart der Eingänge und Ausgänge konfiguriere.

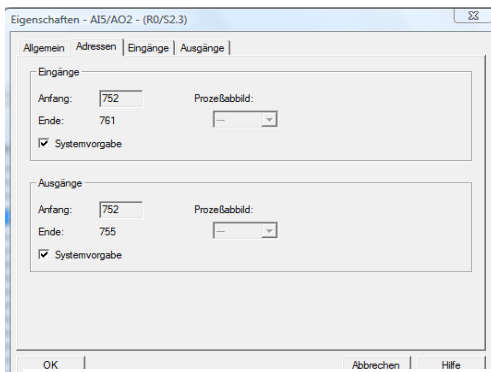


Abb. 27: Konfiguration der analoge CPU, Anfang und Ende der Adressen

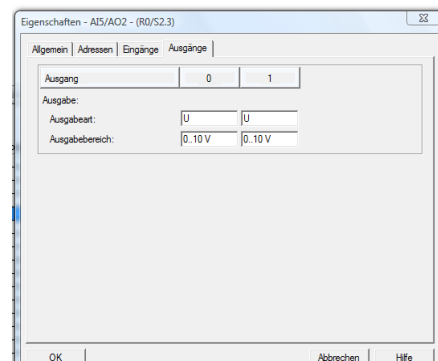


Abb. 28: Konfiguration der analoge CPU, Ausgabeart und Ausgabebereich

## 5.3 Start/Stop

Ich fing als erstes damit an, die Start-/Stop-Funktion zu programmieren, die ich in einem extra FC Baustein anlegte. Hierbei musste ich beachten, dass die Start-Funktion nur angehen soll, wenn der Potentiometer kleiner als 30 % der Geschwindigkeit eingestellt ist, damit der Aufwickler nicht anfängt mit hoher Geschwindigkeit zu wickeln. Daher musste ich beim Starten nach dem eingestellten Wert des Potentiometers fragen. Ich habe daher die Untergrenze als 0V = 0% und die Obergrenze als 10V = 100% definiert und beim Starten mit einem Vergleichen immer abgefragt.

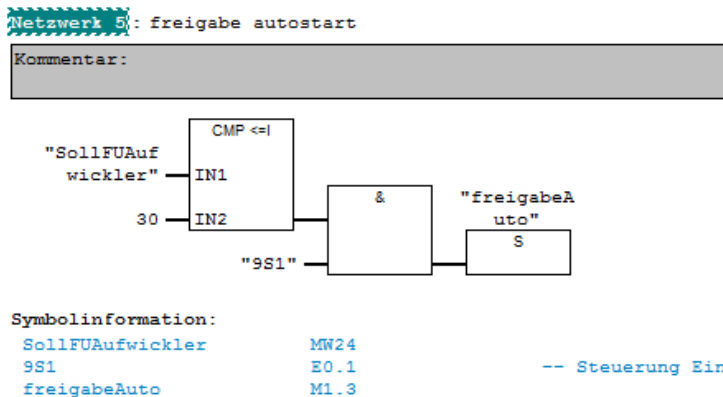


Abb. 29: Freigabeautomatik



```
CALL "AI"  
AI_Wert := "16R2 +" Potentimeter  
Obergrenze := 100 10V = 100%  
Untergrenze := 0 0V = 0%  
Norm := "SollFUAufwickler" MW24
```

Abb. 30: Normieren des Analogwert

Die Herausforderung bestand hier bei dem Einlesen und Normieren des Analogwertes.

#### 5.4 Handbetrieb

Den Handbetrieb hatte ich in mehreren FC geteilt. Einen FC fürs Heben/Senken, einen FC fürs Lösen/Spannen und einen FC für den Aufwickler (tippen, vorwärts, rückwärts). Da diese ohne besondere Funktion waren, hatte ich kein Problem sie zu programmieren.

#### 5.5 Aufwickler

Da der Antriebsmotor der Aufwickler über Frequenzumrichter (Danfoss VTL 500) gesteuert wurde, habe ich vorerst die Funktionsbeschreibung der Frequenzumrichter sowie angeschlossene Klemmen und deren Parameter studiert. Anschließend erstellte ich das SPS-Programm. Bei diesem Programm gab es keine Probleme, die einzige Herausforderung war, dass die Maschine kurz bevor sie die eingegebene Meterlänge erreicht hat mit einem Vorkontakt die Geschwindigkeit auf 50% reduzieren soll und mit einem Endkontakt bei Erreichen der Länge die Maschine Stoppen soll.

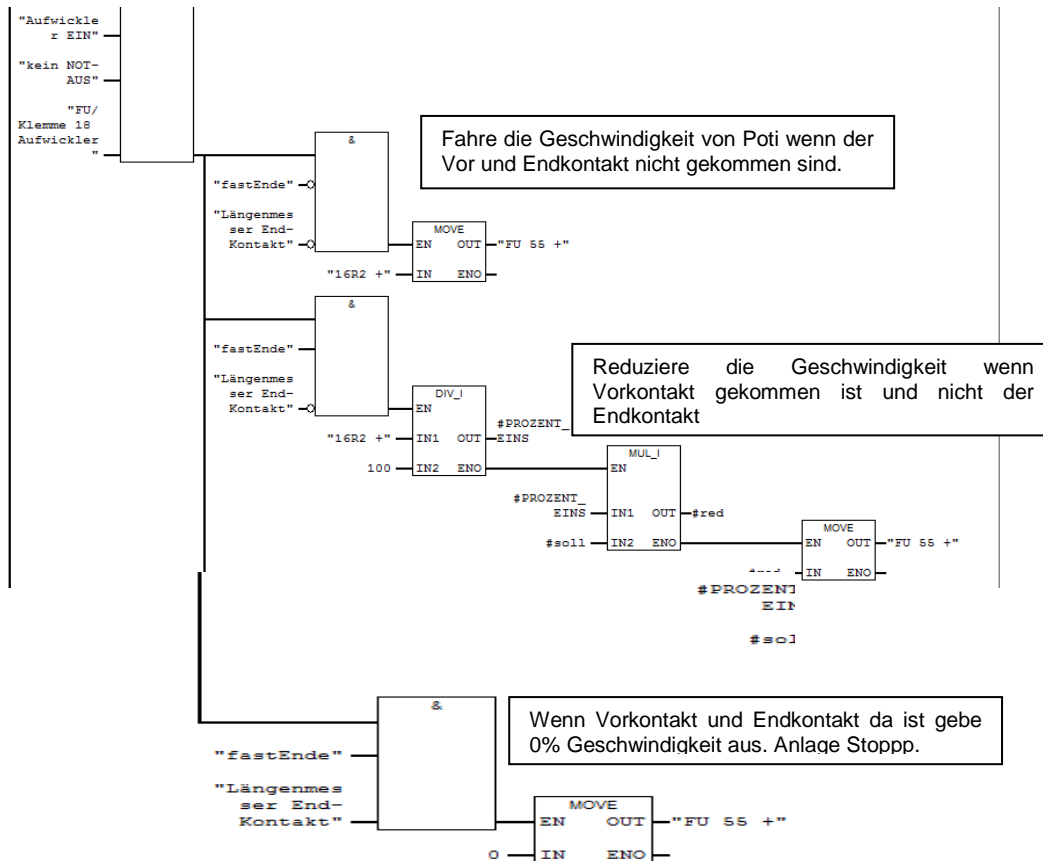


Abb. 31: Stoppaufwickler

### 5.6 Verlegung

Beim Programmieren musste ich berücksichtigen, dass auch die Verlegungsstation über einen Frequenzumrichter gesteuert wird. Die Funktion hier bei wahr dass die Verlegung nur laufen sollte wenn der Aufwicklerantrieb läuft.



## 5.7 Simulation

Als ich das Programm fertig programmiert hatte, machte ich mir für die Simulation ein Tasterpult und ein Potentiometer. Danach besorgte ich vier Elektromotoren, die ich dann an dem Schaltkasten angeschlossen habe, für die Simulation. Da ich kein MPI Schnittstelle an meinem PC habe, kriegte ich ein PG Für die Simulation von der Firma zur Verfügung.



Abb. 32: Tasterpult für die Simulation



Abb. 33: Simulation

## 6 Beschreibung der verwendeten Hardware

Wie man aus der Materialbestellungsliste entnehmen kann, habe ich mich während meiner Projektarbeit mit viel Hardwarematerial beschäftigt. Da die meiste Hardware selbsterklärend ist, gehe ich nur auf bestimmte Hardware ein, die für die SPS Programmierung wichtig sind.

### 6.1 Verwendete Hardware

- Die S7 300 Hardwarekomponenten sind auf eine Profilplatte montiert.

Auf einer Hutprofilschiene sind die Hardwarekomponenten der einzelnen Steuerungsgruppen in Modulbauweise montiert. Dieses vereinfacht die Behebung von Störungen.



Abb. 34:





## 6.2 Zentralbaugruppe CPU 314-2 DP

### **Beschreibung**

Die von den Signalen kommende Spannung wird auf die Anschlussleiste der Eingabebaugruppe geschaltet. In der CPU (Zentralbaugruppe) bearbeitet der Prozessor das im Speicher stehende Programm und fragt dabei ab, ob die einzelnen Eingänge des Gerätes Spannung führen oder nicht. Abhängig von diesem Zustand an den Eingängen und von dem im Speicher stehenden Programm, weist der Prozessor die Ausgabebaugruppe an, auf die entsprechenden Anschlüsse der Anschlussleiste Spannung zu schalten. Wiederum abhängig vom Spannungszustand an den Anschlüssen der Ausgabebaugruppen werden die angeschlossenen Stellgeräte bzw. Leuchtmelder ein – oder ausgeschaltet

### **Eigenschaften**

- Versorgungsspannung 24 V DC
- zulässiger Bereich 20,4 bis 28,8 V DC
- Arbeitsspeicher 96 KByte,
- 24 DE/16 DA, 4AE, 2AA,
- 1 PT100,
- 4 schnelle Zähler (60 kHz),
- Anzahl Bausteine gesamt 1024
- Anzahl Zähler 256
- Anzahl Timer 256
- Echtzeituhr gepuffert und synchronisierbar
- integrierte RS 485 Schnittstelle
- Frontstecker (2x40-polig) erforderlich
- MICRO Memory Card erforderlich



Abb. 35: CPU 314-2 DP 1

## 6.3 Stromversorgungsbaugruppe PS 307

### **Beschreibung**

Die Stromversorgungsbaugruppe erzeugt aus der Netzspannung die Spannung für die elektronischen Baugruppen des Automatisierungsgerätes. Die Höhe dieser Spannung beträgt 24 V Gleichspannung. Spannungen für Signalgeber, Stellgeräte und Leuchtmelder, die über 24 V liegen ( 24...220 V ), liefern zusätzlich dafür vorgesehene Netzgeräte bzw. Steuertransformatoren.



### **Eigenschaften**

- Ausgangsstrom 2 A
- Ausgangsnennspannung DC 24 V, geregelt, Kurzschluss und leer lauftest
- Anschluss an einphasiges Wechselspannungsnetz
- sichere elektrische Trennung
- kann als Laststromversorgung verwendet werden



Abb. 36: Stromversorgungsbaugruppe PS 307

## **6.4 Digitale Eingabebaugruppe SM 321**

### **Beschreibung**

Die Digitaleingänge formen die externen binären Signale aus dem Prozess in den internen Signalpegel des Automatisierungsgerätes um. Den Signalzustand der Eingänge zeigen grüne LED an. Die Eingänge der Baugruppen sind auch für den Anschluss von 2-Draht Näherungsschaltern geeignet.

### **Eigenschaften**

- 16 Eingänge Potential getrennt in Gruppen zu 16
- Eingangsspannung DC 24 V
- geeignet für Schalter und 2-/3-/4-Draht – Näherungsschalter (Beros)

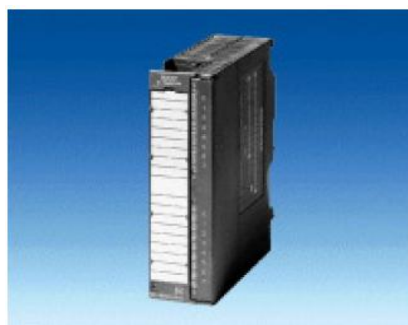


Abb. 37: Digitale Eingabegruppe SM 321



## 6.5 Digitale Ausgabebaugruppe SM 322

### Beschreibung

Die Digitalausgänge formen den internen Signalpegel in die externen, für den Prozess benötigten Signalpegel um. Den Signalzustand der Ausgänge zeigen grüne LED an. Die Ausgänge der Baugruppen sind für den Anschluss von z.B. Magnetventilen, Schützen und Kleinmotoren innerhalb der zulässigen Daten geeignet.

### Eigenschaften

- 16 Ausgänge potentialgetrennt in Gruppen zu 8.
- Ausgangsstrom 0,5 A
- Lastnennspannung DC 24 V
- Geeignet für Magnetventil, Gleichstromschütze und Meldeleuchten

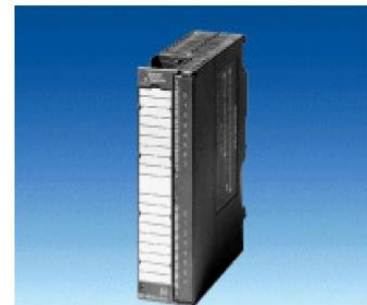


Abb. 38: Digitale Ausgabebaugruppe SM 322

## 7 Beschreibung der Software

Während meiner Projektphase hatte ich die Möglichkeit und Aufgabe, mich mit einer Vielzahl von Programmen und Anwendungssoftware zu beschäftigen. Dazu zählten unter anderem die Programme:

- Step7 Simatic Manager
- CADdy++ Elektronik



CADdy++ electrical ist die intuitiv bedienbare Software für die Elektroplanung:

- Stromlaufplanerstellung
- Konstruktion des Schaltschrankaufbaus
- Elektroinstallation
- Microsoft Office 2007, Excel 2007 und Powerpoint 2007

Da sie Hauptbestandteil meines Projekts waren, möchte ich die beiden Programme S7 Simatic Manager und CADdy++ Elektronik in den nachfolgenden Punkten etwas näher erläutern.



## 7.1 Step7 Simatic Manager

Die Simatic-Baureihe ist eine elektronische speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) der Firma Siemens. Die Steuerungsfunktionen werden als Programm im Speicher einer CPU-Baugruppe gespeichert. Programmiert wird der Simatic mittels der Programmiersoftware Step 5/STEP 7 und Software von Fremdherstellern. Das Automatisierungssystem ist modular und kann neben der CPU mit unterschiedlichen digitalen und analogen Peripheriebaugruppen sowie vorverarbeitenden, intelligenten Baugruppen bestückt werden. Die Baugruppen können zentral (in der Nähe der CPU) oder dezentral vor Ort in der Anlage aufgebaut sein. Vom kleinen Kompaktgerät bis zur Hochleistungs-SPS gibt es SIMATIC-Steuerungen für fast jeden Einsatzbereich in der industriellen Steuerungs- und Regelungstechnik. Allen Simatic-S7-Steuerungen gemeinsam ist ihre Robustheit gegenüber elektromagnetischen Störungen (entsprechend den Anforderungen des EMV-Gesetzes) und klimatischer Beanspruchung (z. B. von 0 bis +60°C Umgebungstemperatur im Betrieb) sowie die hohe Geschwindigkeit und die Ausbaufähigkeit (siehe Daten unten). Inzwischen übernehmen die Simatic-Module auch Funktionen, für die bisher völlig andere Technologien eingesetzt werden mussten. Dadurch wurden komplexe Steuerungen zusammengefasst, damit konnten sowohl Platz als auch Kosten eingespart werden. Die Simatic-Steuerungen und deren Programmiersoftware STEP 5 und STEP 7 sind in Deutschland die am weitesten verbreitete ihrer Art.

## 7.2 Simatic S7-300

Die am häufigsten verkaufte Siemens-SPS hat eine Größe von 125x130 mm (HxT). Diese hat bis zu 2 MByte Arbeits-, 8 MByte Programmspeicher und eine Bitoperationszeit von min. 0,01  $\mu$ s. Über eine integrierte RS 485-, Profibus- und Ethernet-Schnittstellen ist die Kommunikation zu anderen Geräten möglich. Durch ein Firmware-Update im August 2009 konnte eine schnellere Bitoperationszeit von 0,004  $\mu$ s erreicht werden.



### 7.3 Das Step 7 Programm

Im Folgenden sollen die erforderlichen ersten Schritte vorgestellt werden.

### 7.4 SIMATIC- Manager starten und neues Projekt erstellen

1. Auf das Symbol **Neu** klicken
2. Projektnamen eingeben
3. Auf **OK** klicken

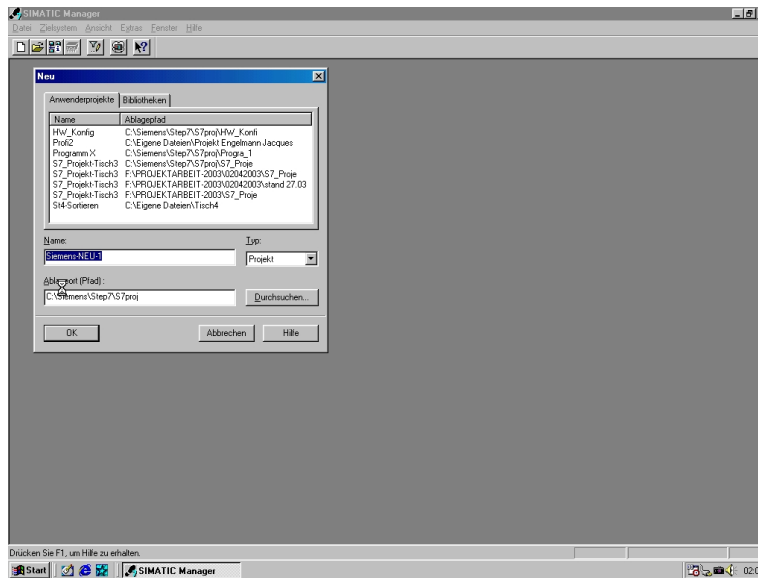


Abb. 39: Neue Projekt erstellen

### 7.5 SIMATIC 300-Station einfügen und Hardwarekonfiguration öffnen

Projektnamen markieren.

2. Auf Einfügen klicken
3. **Station** anwählen
4. Auf **SIMATIC 300-Station** klicken
5. **SIMATIC 300(1)** anwählen
6. Auf **Hardware** doppelklicken
- 3.) Einfügen der Hardwarekonfiguration der S7-300



## 1. Hardwarekomponenten

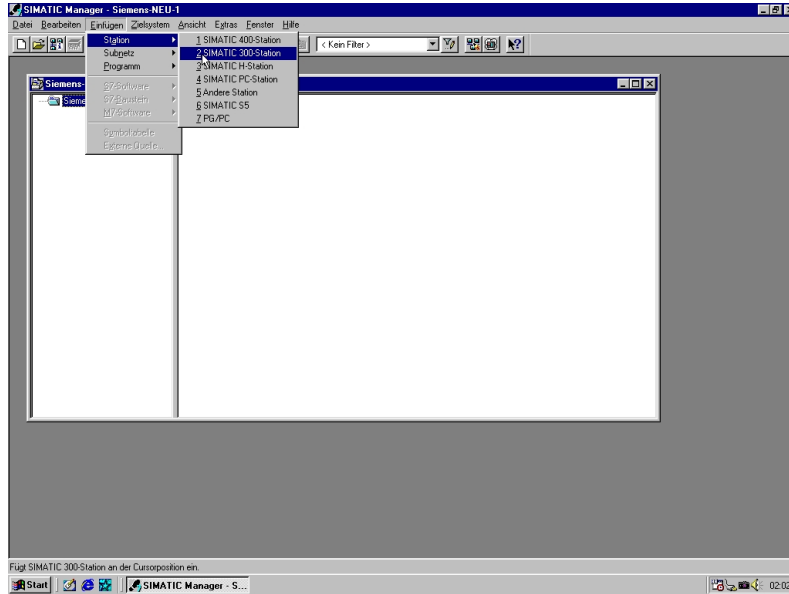


Abb. 40: Konfiguration der Hardware

## 7.6 Einfügen der Hardwarekonfiguration der S7-300

Hardwarekomponenten eingeben

2. Speichern und Übersetzen

3. Hardware in Baugruppe laden

4. Fenster schließen

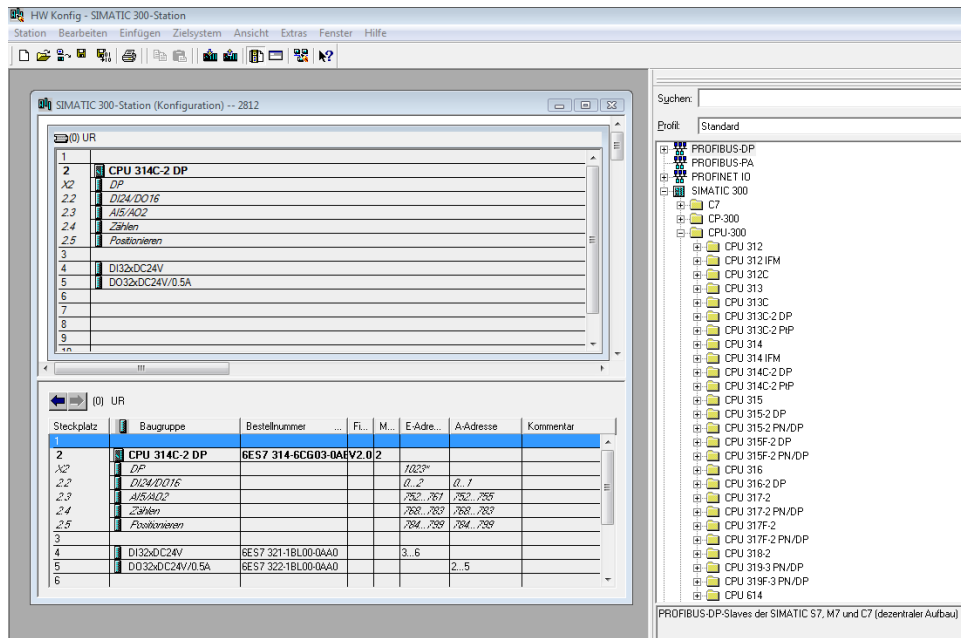


Abb.41: Einfügen und konfigurieren der Hardwareelemente



## 7.7 Symboltabelle anlegen

Um im Programm mit Funktionen, Bausteinen, Merkern oder analogen Sensoren zu arbeiten, muss eine Symboltabelle angelegt werden. Mit einem Doppelklick auf das Icon „Symbole“ öffnet sich die dann zu bearbeitende Symboltabelle.

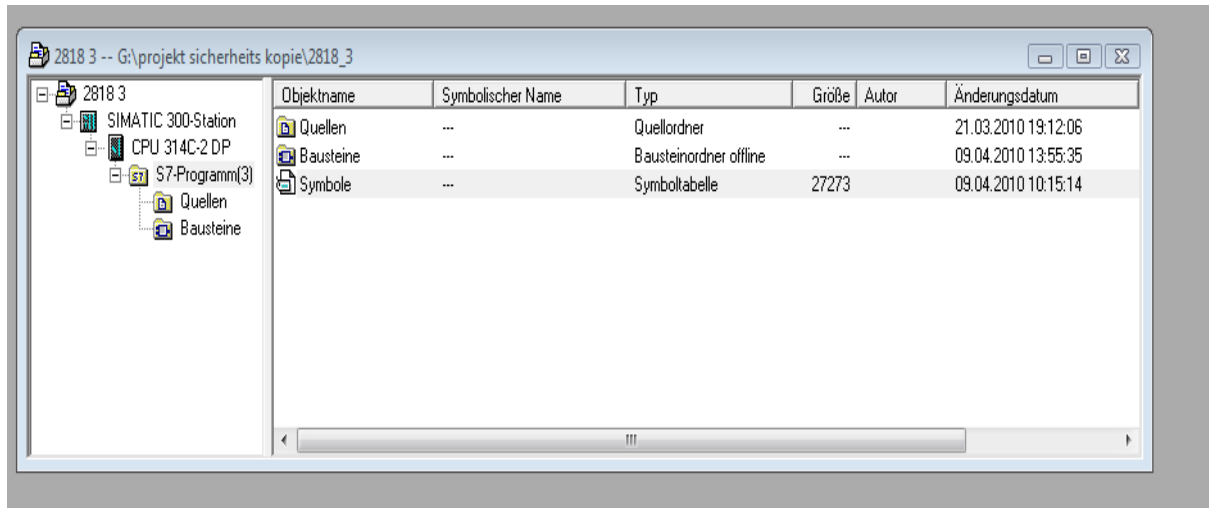


Abb. 42: Symbolleiste

Hier werden nun jedem Glied des Programms ein Name, eine Adresse, ein Datentyp und ein Kommentar zugeordnet, wobei Kommentare nicht zwingend notwendig sind, sondern nur der Übersicht dienen. Unterlässt man diese Eintragungen, wird eine Fehlermeldung erscheinen, wenn man zum Beispiel einem Merker einen Namen geben will. Wie wir herausgefunden haben, brauchen z.B. Timer jedoch keinerlei Angaben einer Adresse.

Die für mein Programm fast vollständig ausgefüllte Tabelle sieht folgendermaßen aus. Die Schreibweise muss in jedem Fall bei der Beschriftung der jeweiligen Einheiten eingehalten werden.



S7-Programm(3) (Symbole) -- 2818 3\SIMATIC 300-Station\CPU 314C-2 DP

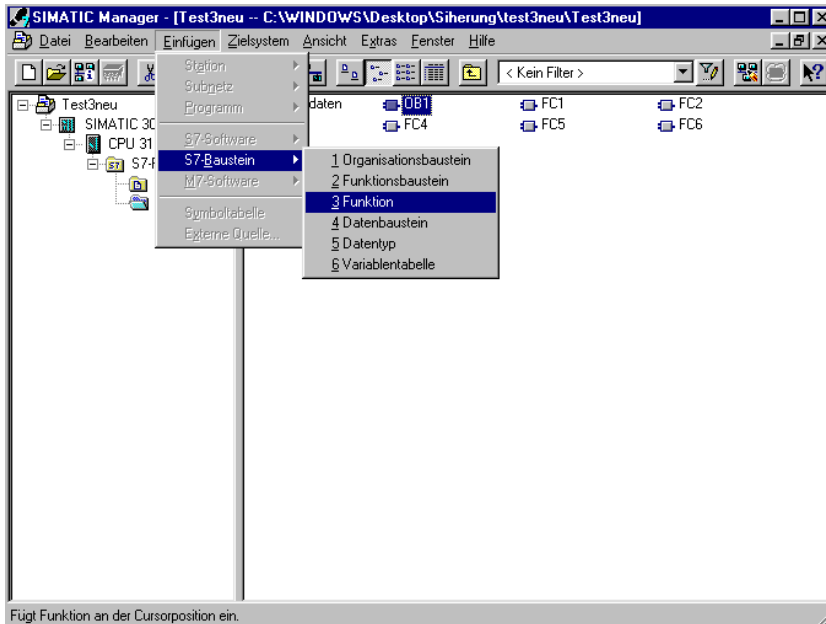
	Status	Symbol /	Adresse	Datentyp	Kommentar
4		10S3	E 1.2	BOOL	Motor 21M2 ( AS ) Lösen
5		10S4	E 1.3	BOOL	Motor 21M2 ( AS ) Spannen
6		10S5	E 1.4	BOOL	Motor 20M6 ( NAS ) Heben
7		10S6	E 1.5	BOOL	Motor 20M6 ( NAS ) Senken
8		10S7	E 1.6	BOOL	Motor 21M6 ( NAS ) Lösen
9		10S8	E 1.7	BOOL	Motor 21M6 ( NAS ) Spannen
10		10VDC	PAW 754	INT	10VDC Quelle ;-)
11		11S3	E 2.2	BOOL	Aufwickler Vorwärts Tippen
12		11S4	E 2.3	BOOL	Aufwickler Rückwärts Tippen
13		11S5	E 2.4	BOOL	Endlage Pinole Oben ( AS )
14		11S6	E 2.5	BOOL	Endlage Pinole Unten ( AS )
15		11S7	E 2.6	BOOL	Endlage Pinole Oben ( NAS )
16		11S8	E 2.7	BOOL	Endlage Pinole Unten ( NAS )
17		12S7	E 3.6	BOOL	Verlegung Endlage Links
18		12S8	E 3.7	BOOL	Verlegung Endlage Rechts
19		14Q1	A 0.0	BOOL	Motor 20M2 ( AS ) Heben
20		14Q2	A 0.1	BOOL	Motor 20M2 ( AS ) Senken
21		14Q3	A 0.2	BOOL	Motor 21M2 ( AS ) Spannen
22		14Q4	A 0.3	BOOL	Motor 21M2 ( AS ) Lösen
23		14Q5	A 0.4	BOOL	Motor 20M6 ( NAS ) Heben
24		14Q6	A 0.5	BOOL	Motor 20M6 ( NAS ) Senken
25		14Q7	A 0.6	BOOL	Motor 21M6 ( NAS ) Spannen
26		14Q8	A 0.7	BOOL	Motor 21M6 ( NAS ) Lösen
27		15K1	A 1.0	BOOL	Festdrehzahl FU Aufwickler Tippen Klemme 29
28		15K2	A 1.1	BOOL	Umrichter Aufwickler Start Klemme 18
29		15K3	A 1.2	BOOL	Umrichter Aufwickler Schnell / Stop Klemme 27
30		15K4	A 1.3	BOOL	Umrichter Aufwickler Drehrichtung / Rückwärts Klemme 19
31		15K5	A 1.4	BOOL	Freigabe Umrichter Verlegung Klemme 27
32		15K6	A 1.5	BOOL	Umrichter Verlegung Start Klemme 18
33		15K7	A 1.6	BOOL	Umrichter Verlegung Schnell verlegung festwert Klemme 29
34		15K8	A 1.7	BOOL	Umrichter Verlegung Reservierung (Links) Klemme 19
35		16R2 -	PEW 754	INT	Solldrehzahl FU Aufwickler
36		16R2 +	PEW 752	INT	Solldrehzahl FU Aufwickler
37		17F1.2	E 3.0	BOOL	Hilfskontakt Motorschutz Aufwickler
38		18F8.2	E 3.1	BOOL	Hilfskontakt Motorschutz Verlegung
39		19F2.1	E 3.2	BOOL	Hilfskontakt Motorschutz ( AS )
40		19F6.2	E 3.3	BOOL	Hilfskontakt Motorschutz ( NAS )
41		20F2.2	E 3.4	BOOL	Hilfskontakt Motorschutz ( AS )
42		20F6.2	E 3.5	BOOL	Hilfskontakt Motorschutz ( NAS )
43		21S5.1	E 2.0	BOOL	Längenmesser Vor-kontakt

Abb.43: Symboltabelle

## 7.8 Bausteine anlegen

Um ein Programm schreiben zu können, muss eine Funktion ( FC ) angelegt werden.



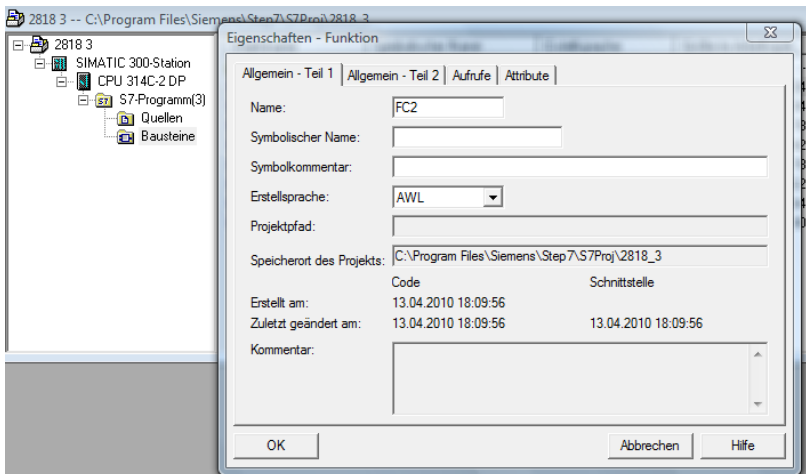


**Abb.44: Bausteine anlegen**

Durch Anklicken von “Einfügen” und der anschließenden Auswahl “Funktion” , öffnet sich ein weiteres Fenster.

### 7.9 Baustein „Funktion“ erstellen

In diesem Fenster bekommt die Funktion einen eigenen Namen und die Einstellsprache (AWL = Anweisungsliste, FUP = Funktionsplan, KOP = Kontaktplan) kann gewählt werden.



**Abb. 45: Baustein erstellen**

Zusätzlich wird der Speicherort, das Erstellungs- und Änderungsdatum angegeben. Zur besseren Übersicht könnte man noch einen Kommentar einfügen. Jeder neue FC bekommt automatisch die logisch folgende Anzahl vorgeschrieben.



## 7.10 Netzwerk im FC erstellen

Hat man sich für „Funktion“ entschieden, wird dieses Fenster geöffnet. Hier wird im Folgenden das Programm in verschiedene Netzwerke hineingeschrieben. Dem FC sollte ein Name gegeben werden, um ihn später von anderen zu unterscheiden. Dieser Name ist zuvor natürlich in der Symboltabelle anzulegen. Jedes Netzwerk kann individuell kommentiert werden.

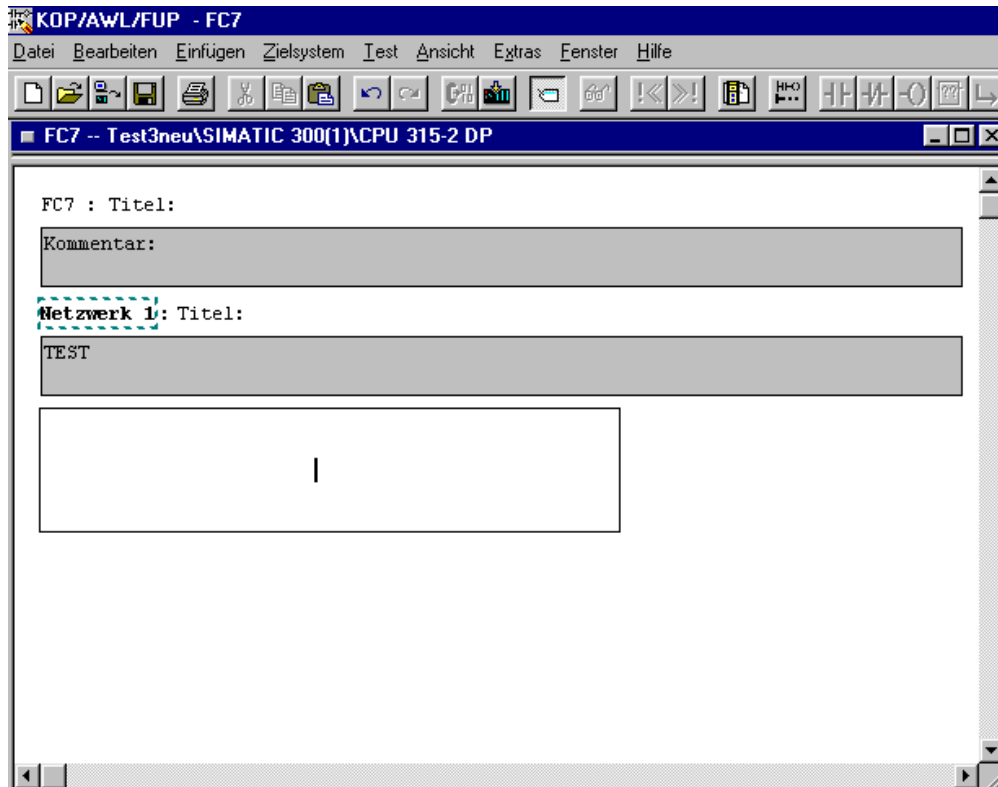


Abb. 46: Netzwerk

## 7.11 Programmelemente

Ist eine Funktion mit der richtigen Einstellsprache geöffnet, klickt man das Symbol „Programmelemente“ in der Statusleiste an und folgendes Fenster öffnet sich je nach Sprache. Der KOP wurde außer Acht gelassen, da er von uns nicht verwendet worden ist.



**FUP**

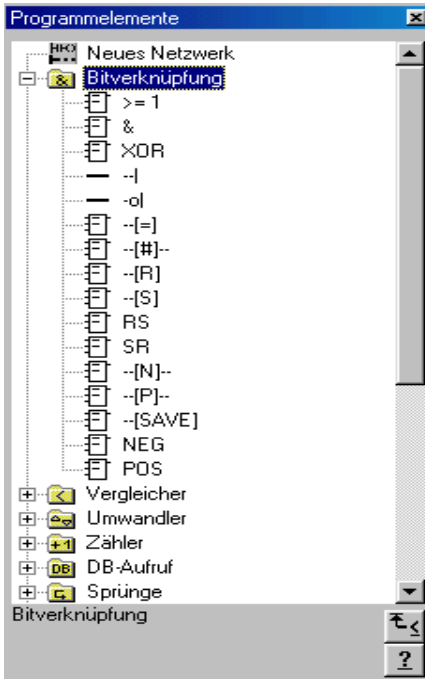


Abb.49: Programmelemente

**FUP**

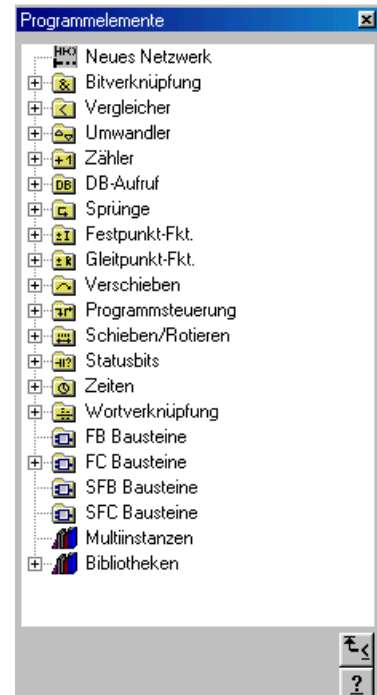


Abb. 48: Fup Programmelemente

Um zum Beispiel eine Auswahl an Bitverknüpfungen oder Vergleichen (Komparatoren) aufzurufen, klickt man den dazugehörigen Gruppen auf das Plus.

Nach dem Öffnen der Gruppen stehen die verschiedenen Funktionseinheiten zur Verfügung und können je nach Bedarf gewählt werden.

**AWL**

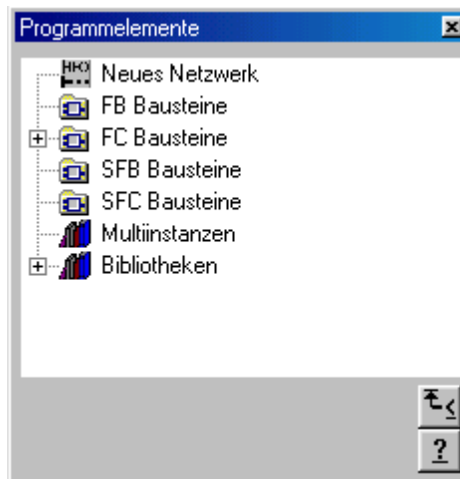


Abb. 47: AWL Programmelemente

Durch Doppelklick auf die ausgewählte Funktionseinheit wird diese automatisch in das aktivierte Netzwerk der Funktion eingefügt.



## 7.12 Ansicht eines FC im FUP

Sind die Netzwerke komplett und gemäß ihrer Funktion bestückt, sieht der FC wie folgt aus. Wenn alle Netzwerke eines Ablaufteils angelegt sind, muss der FC gespeichert werden.

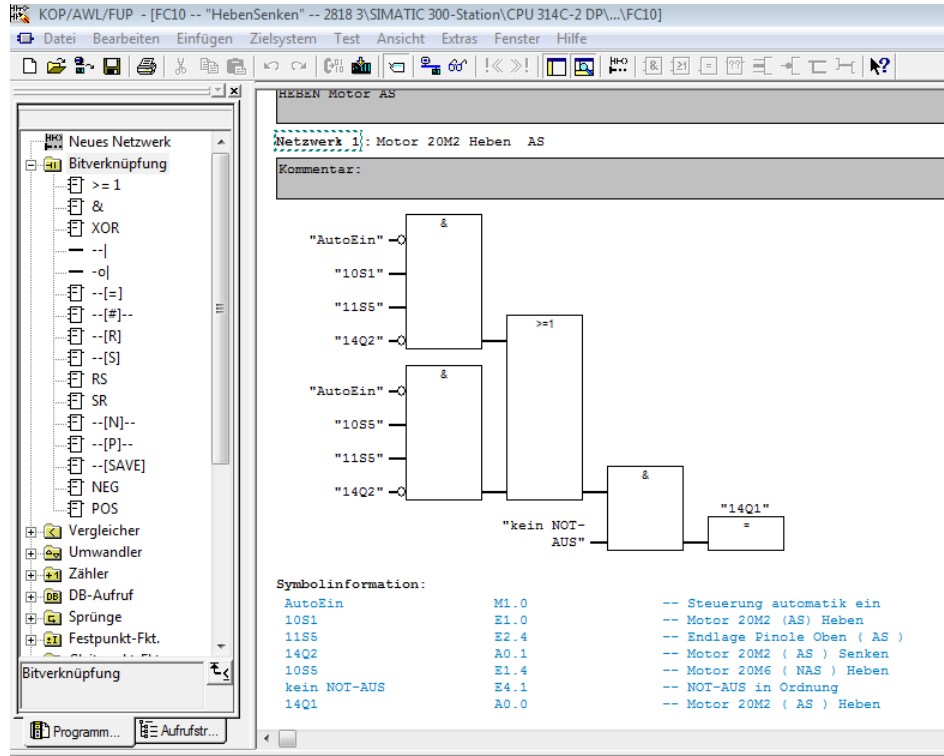


Abb. 51: AS Heben, Senken



### 7.13 Ansicht eines FC in AWL

Durch das Wechseln der Ansicht kann der FC natürlich auch in der AWL dargestellt werden  
 In beiden Ansichten kann die Beschriftung wieder erst eingesetzt werden, nachdem die Zuweisung in eine Symboltabelle erfolgt ist.

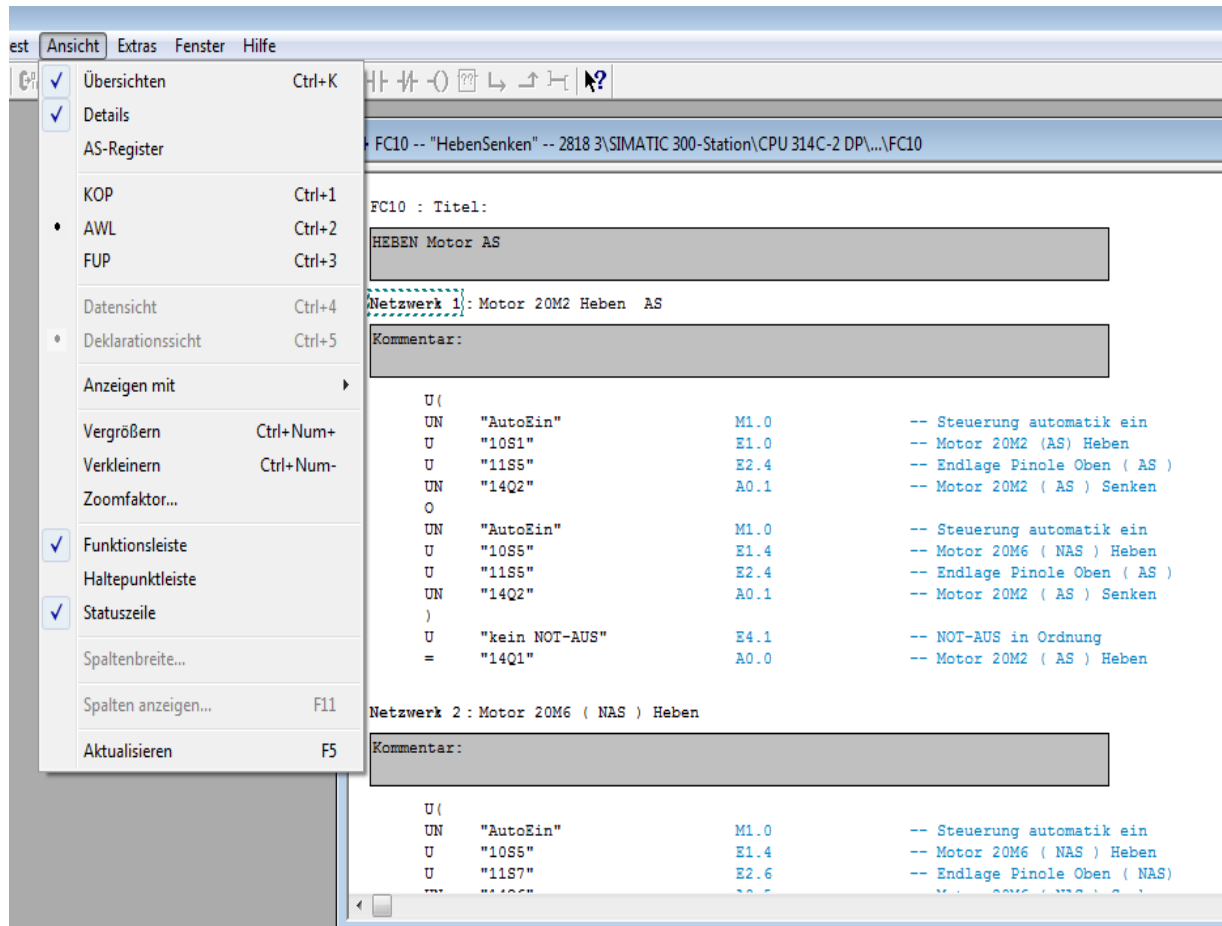


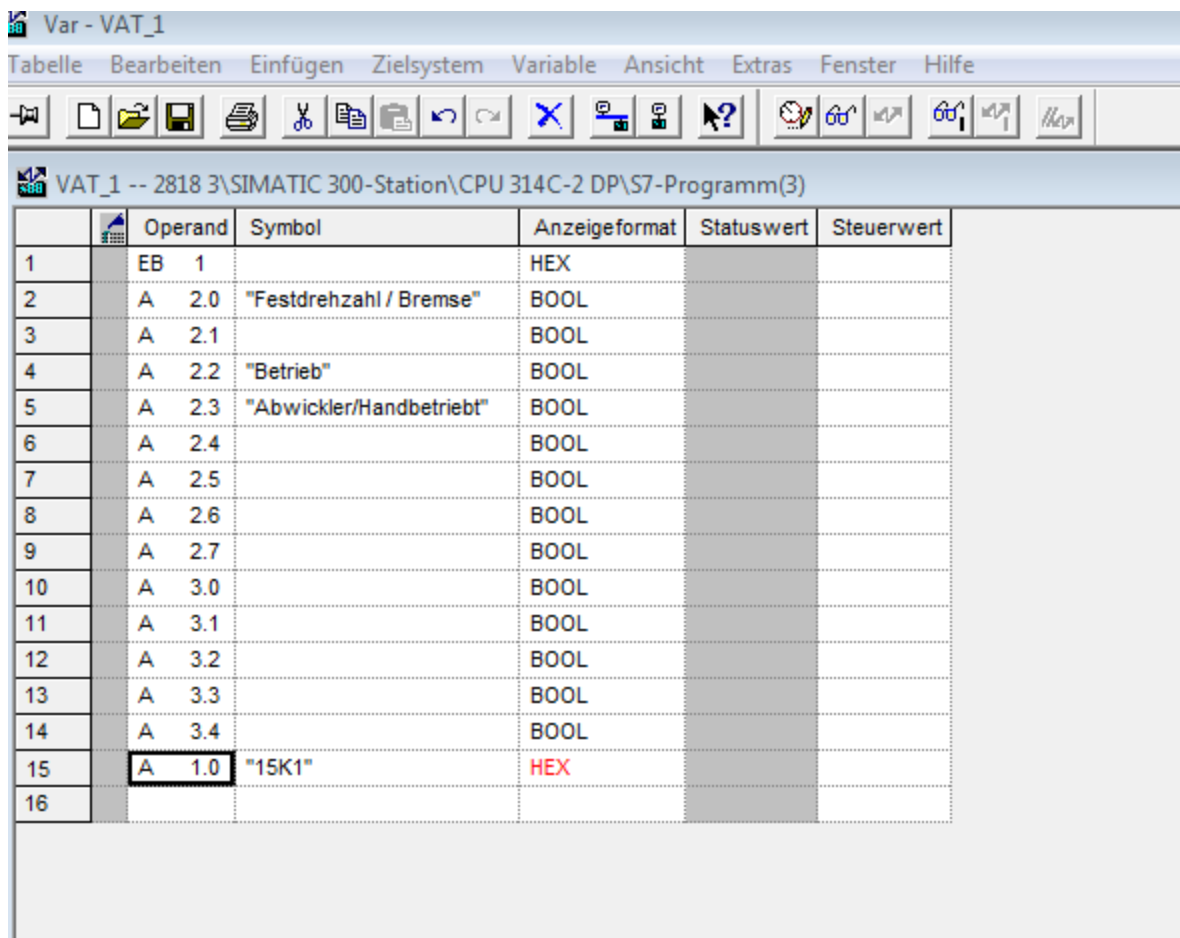
Abb.52: AWL Ansicht



## 7.14 Baustein „Variablen-tabelle“ erstellen

Eine Variablen-tabelle ( VAT ) wird genauso angelegt wie eine Funktion. In dieser Tabelle werden alle analogen Sensoren, deren Werte eben variabel sind, mit dem dazugehörigen Operanden, dem Symbol und dem Anzeigeformat eingetragen.

Mithilfe dieser Tabelle können im laufenden Betrieb des Programms die Veränderung der Statuswerte in dezimalem oder hexadezimalen Format abgelesen werden. Hierzu wird das Brillensymbol in der Statusleiste angeklickt.



The screenshot shows a software window titled 'Var - VAT\_1' with a menu bar (Tabelle, Bearbeiten, Einfügen, Zielsystem, Variable, Ansicht, Extras, Fenster, Hilfe) and a toolbar. Below the toolbar, the window title is 'VAT\_1 -- 2818 3\SIMATIC 300-Station\CPU 314C-2 DP\S7-Programm(3)'. The main area contains a table with the following data:

	Operand	Symbol	Anzeigeformat	Statuswert	Steuerwert
1	EB 1		HEX		
2	A 2.0	"Festdrehzahl / Bremse"	BOOL		
3	A 2.1		BOOL		
4	A 2.2	"Betrieb"	BOOL		
5	A 2.3	"Abwickler/Handbetrieb"	BOOL		
6	A 2.4		BOOL		
7	A 2.5		BOOL		
8	A 2.6		BOOL		
9	A 2.7		BOOL		
10	A 3.0		BOOL		
11	A 3.1		BOOL		
12	A 3.2		BOOL		
13	A 3.3		BOOL		
14	A 3.4		BOOL		
15	A 1.0	"15K1"	HEX		
16					

Abb.53: Variablen-tabelle



## 7.15 Ansicht der Systemdaten

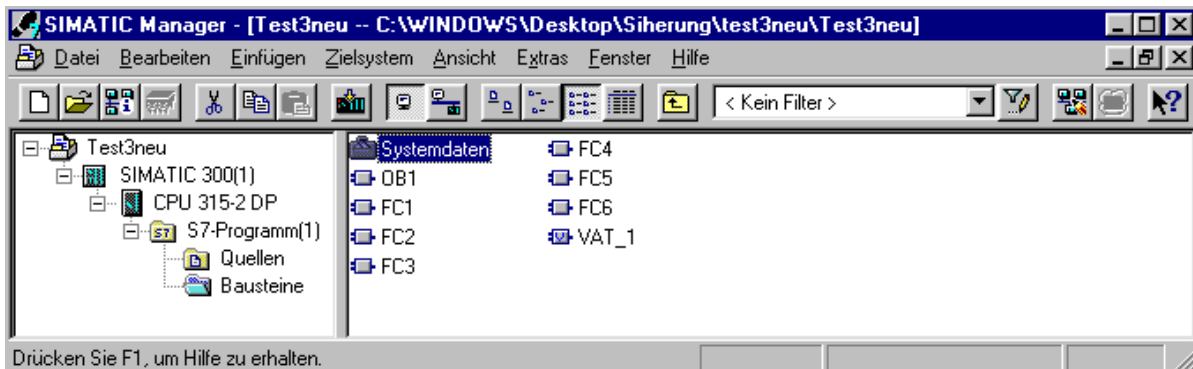


Abb. 54: Bausteine

Durch Doppelklick auf das Icon „Systemdaten“ erscheint das Fenster, in dem die Daten selbstständig vom Programm angelegt werden.

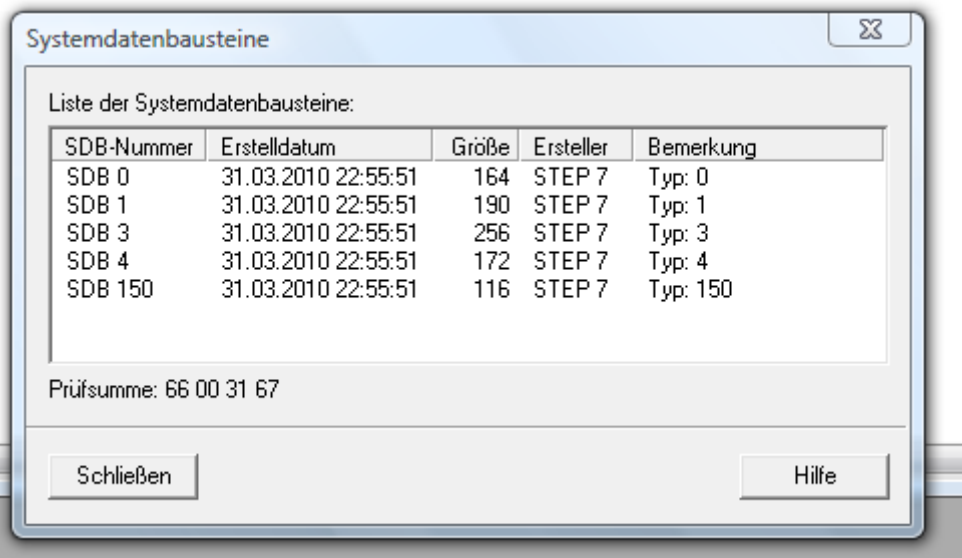
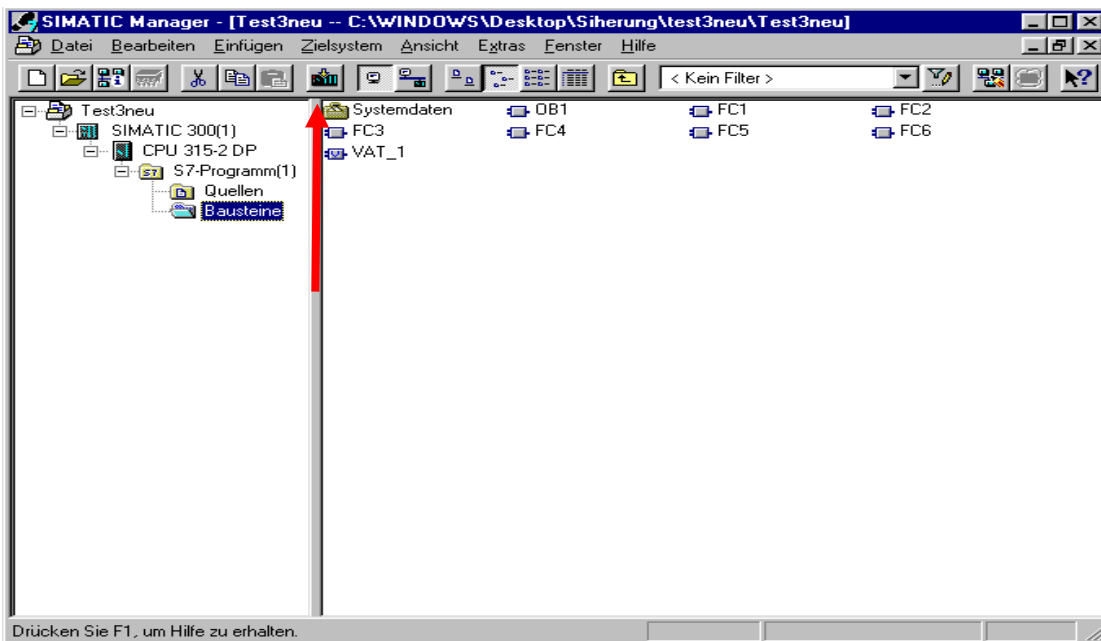


Abb.55: Systemdatenbaustein

## 7.16 Simatic Manager – Hauptfenster

Alle angelegten Funktionen, die Variablen-tabelle, der Operationsbaustein, die Variablen-tabelle und die Systemdaten werden im Simantic Manager –Hauptfenster angezeigt.



**Abb. 56: Laden Symbol**

Alle für das Programm benötigten Bausteine können nun abgespeichert, markiert und durch Anklicken des Icons „Laden“ in die SPS übermittelt werden.

### 7.17 Das Step7 Programm in die SPS übertragen

Wurden alle Einstellungen vorgenommen und alle Programme geschrieben, dann kann nun mit dem Übertragen der Daten in die CPU der SPS begonnen werden. (Hinweis: Zum Übertragen der Daten sollte sich die SPS entweder im „STOPP“ oder „RUN-P“-Modus befinden.) (siehe Schlüsselschalter SPS, S. 17).

Für die Übertragung gibt es verschiedene Möglichkeiten. Man kann entweder nur einzelne Bausteine oder aber z.B. sämtliche Bausteine und Systemdaten (diese enthalten u. a. die Hardwarekonfiguration) auf einmal in die SPS übertragen. Dazu markiert man lediglich im Simatic-Manager-Hauptfenster den Ordner „Bausteine“ und wählt diesen mit der rechten Maustaste aus:



**Abb. 57: Programm übertragen**





Danach betätigt man „→ Zielsystem → Laden“. Die Daten werden nun in die SPS übertragen. Sollten sich in der CPU z.B. noch ältere Bausteine oder Konfigurationen befinden, so wird man darauf hingewiesen. Man muss dann entscheiden, ob man diese Daten überschreiben oder beibehalten möchte. Falls man die Systemdaten ebenfalls übertragen möchte, dann erfolgt vor dem Überschreiben der alten Konfiguration diese Meldung:



Abb. 58: Abfrage bei Übertragung

Falls die Übertragung erfolgreich war, kann man im Prinzip bereits Simatic Step7 beenden. Gegebenenfalls sollte man jedoch vorher die Funktion des erstellten Programms mit der „Beobachten“-Funktion (siehe folgende Seite) überprüfen.

### 7.18 Das Step7 Programm beobachten

Step7 bietet die Möglichkeit ein laufendes SPS-Programm zu „beobachten“. Dazu muss das fertige SPS-Programm in die SPS bzw. den Simulator „PLC Sim“ übertragen worden sein. Nun kann im Simatic-Manager-Hauptfenster im Ordner Bausteine z.B. ein bestimmter Baustein ausgewählt werden, dessen Funktion beobachtet werden soll. Dazu öffnet man diesen durch einen Doppelklick. Die Funktion „Beobachten“ kann durch einen Klick auf den Button, der aussieht wie eine Brille (□ - siehe Abbildung unten -), aktiviert werden. Sollte allerdings keine Verbindung zur SPS möglich sein, erscheint folgende Meldung:

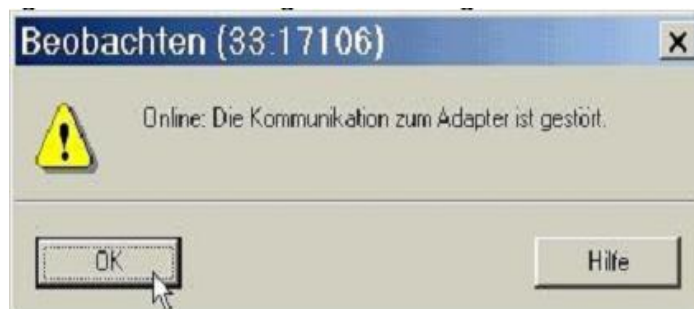


Abb. 59: Kein SPS Verbindung



Man sollte dann z.B. die Einstellungen für den MPI-Adapter überprüfen. Besteht eine Verbindung zwischen SPS und PC, dann kann man nun alle Vorgänge im SPS-Programm beobachten:

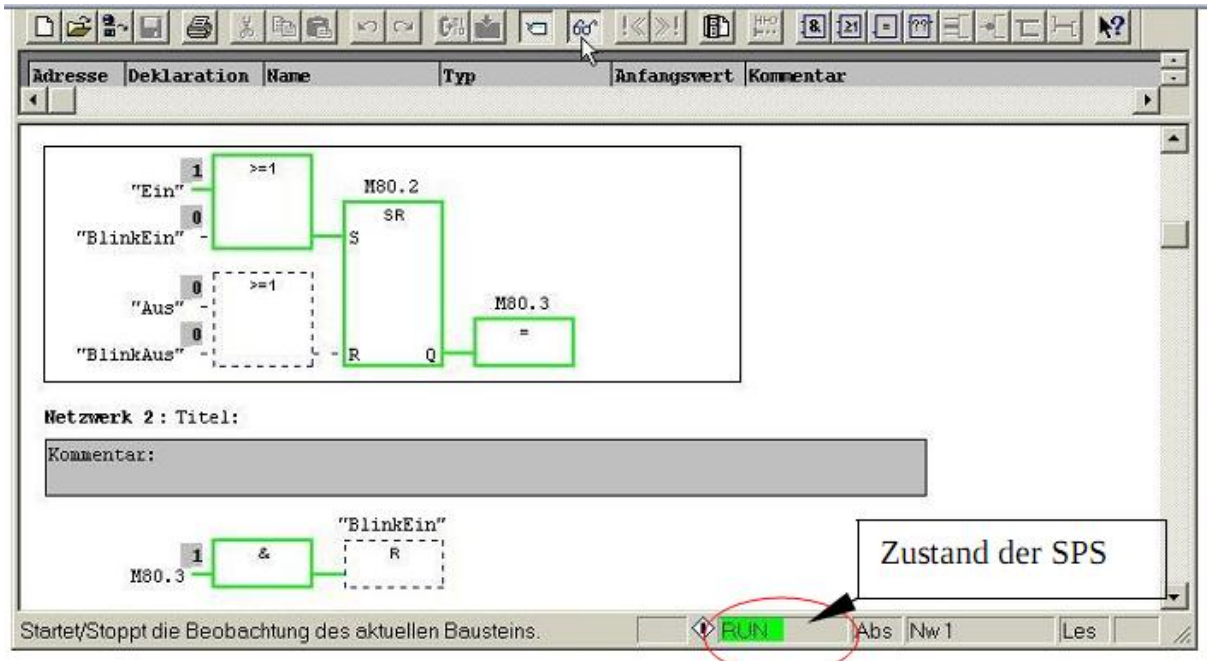


Abb. 60: Online Beobachten

Werden z.B. Eingänge gesetzt, dann erscheint am entsprechenden Eingang eine „1“. Ist eine Bedingung erfüllt, wird dieses Element grün dargestellt. Ist man sicher, dass alle Funktionen des SPS-Programms richtig funktionieren, dann kann man nun auch den Simatic Manager beenden.

## 8 CADdy++electrical Programm

CADdy++electrical ist ein Programm zur kompletten Elektroprojektierung. Aus einem in CADdy Elektrotechnik selbsterstellten Stromlaufplan können unter anderem folgende weitere Dokumente, welche für die Elektroprojektierung benötigt werden, automatisch erstellt werden:

Klemmenpläne, Kabelpläne, Bauteillisten, Kabelpläne, Kabeladerlisten uvm.

Die aus dem Stromlaufplan erstellten Listen sind natürlich nur so gut und richtig wie der Stromlaufplan.

Für jemanden, der bisher noch nicht mit diesem Programm gearbeitet hat, ist die Orientierung in diesem Programm aufgrund seiner Komplexität allerdings äußerst schwierig. So gibt es z.B. in der Symbolbibliothek mehrere Tausend verschiedene Symbole. Daher war



es für mich am Anfang extrem schwer mit dem Programm zu arbeiten aber mit der Zeit kam ich sehr gut damit zu recht.

## 8.1 STARTEN DES PROGRAMMS

Nachdem ich das Programm gestartet habe, erschien zunächst folgender Bildschirm:



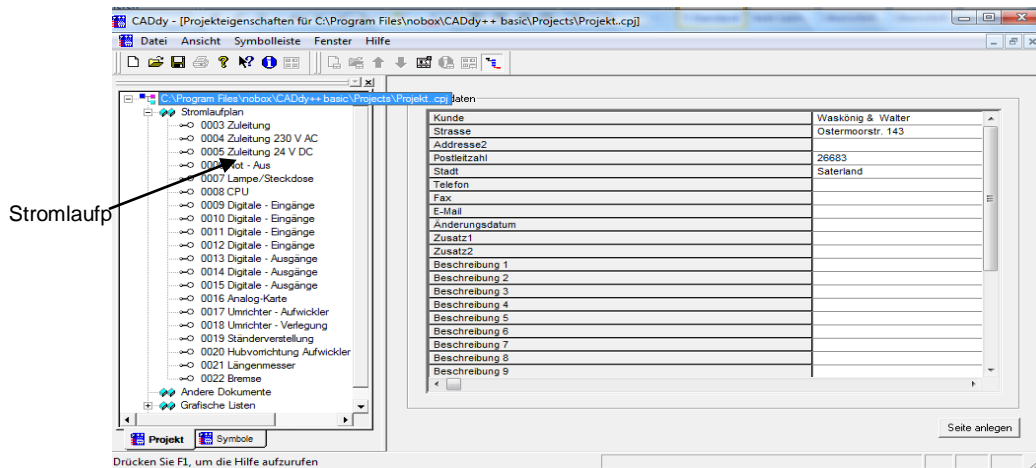
Abb. 61: Lizenz Abfrage

Da ich die Software nicht registrieren möchte, betätige ich die Schaltfläche Software später lizenzieren und drücke den „Beenden“ Button. Nun öffnet sich das Programm und es erscheint der Tipp des Tages. Auch dieses Dialogfeld schließen wir.



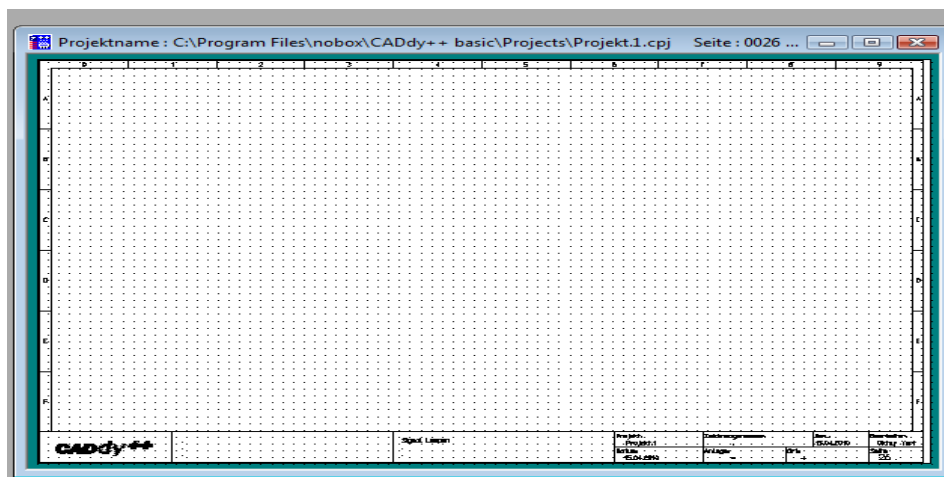
Abb. 62: Öffnen des Projektes

Nun gehe ich mit der Maus auf den Menüpunkt „Datei“ und dort auf das Feld „Projekt öffnen“. Jetzt wähle ich das zu öffnende Projekt. In meinem Fall heißt dieses: Projektarbeit.cpj. Mit einem Doppelklick öffne ich nun das Projekt und es erscheint ein Kontextmenü. Hier werden die Projektdaten (Firma, Adresse, Projektbeschreibung) eingegeben. Diese Daten werden dann für das gesamte Projekt genutzt.



**Abb.63 Angelegte Stromlaufplan**

Jetzt klicken wir im linken Dialogfeld unten auf den Karteikartenreiter „Projekt“. In der weißen Fläche darüber erscheinen nun die Ordner Stromlaufplan, Hausinstallation, Schaltschrank, grafische Listen usw. Nun klicken wir auf das „+“ Zeichen neben dem Ordner Stromlaufplan und es erscheint eine Datei 001, welche wir anklicken. Wenn alles richtig gemacht wurde, müsste das dann in etwa so aussehen wie der Screenshot-Bild.



**Abb. 64: Screenshot-Bild**

Wir befinden uns jetzt in dem von mir zu bearbeiteten Stromlaufplan.



## 8.2 Die Bedienoberfläche von CADdy Elektrotechnik

Alle hier nicht erwähnten Schaltflächen sind selbsterklärend oder für mein Projekt unerheblich

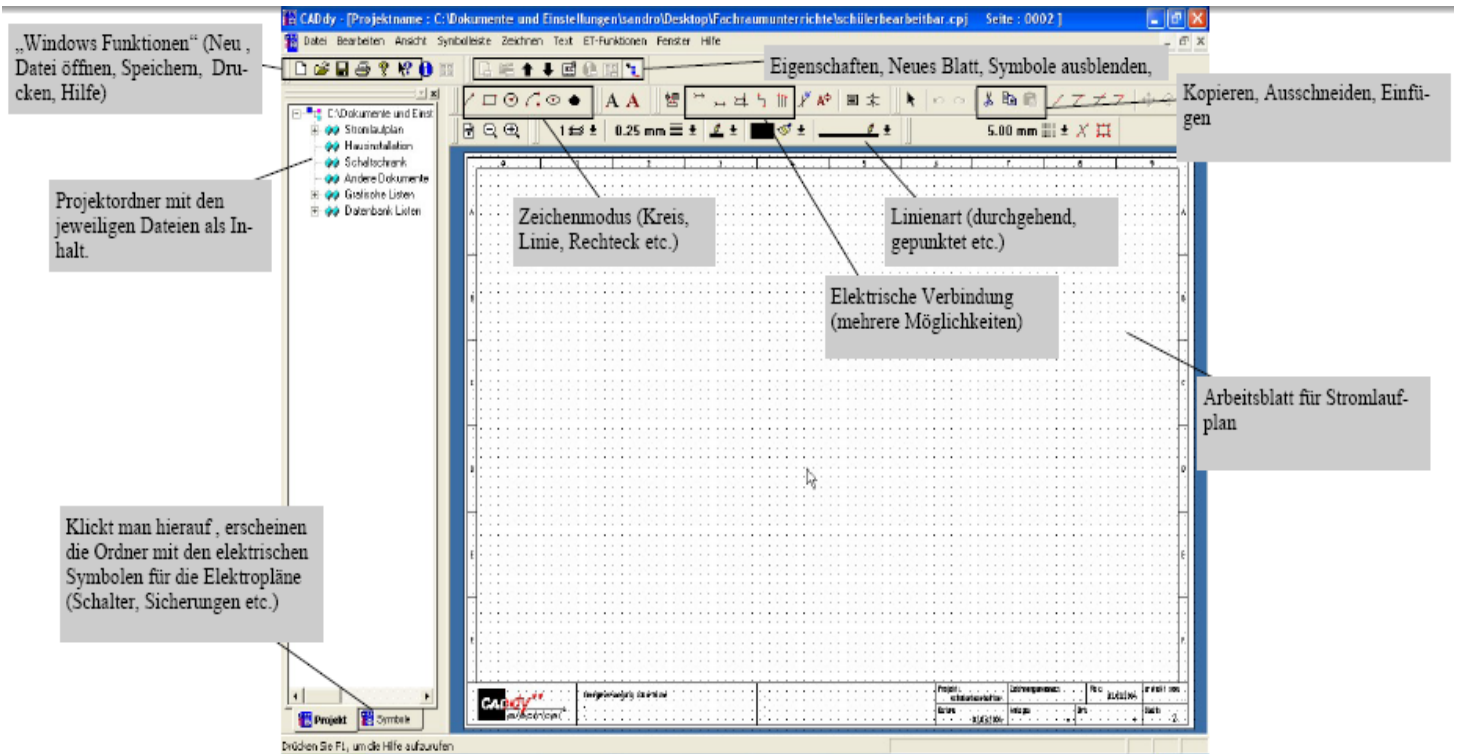


Abb. 65: Bedienoberfläche

Das Normblatt für Stromlaufpläne mit der vorgegebenen Verdrahtung.

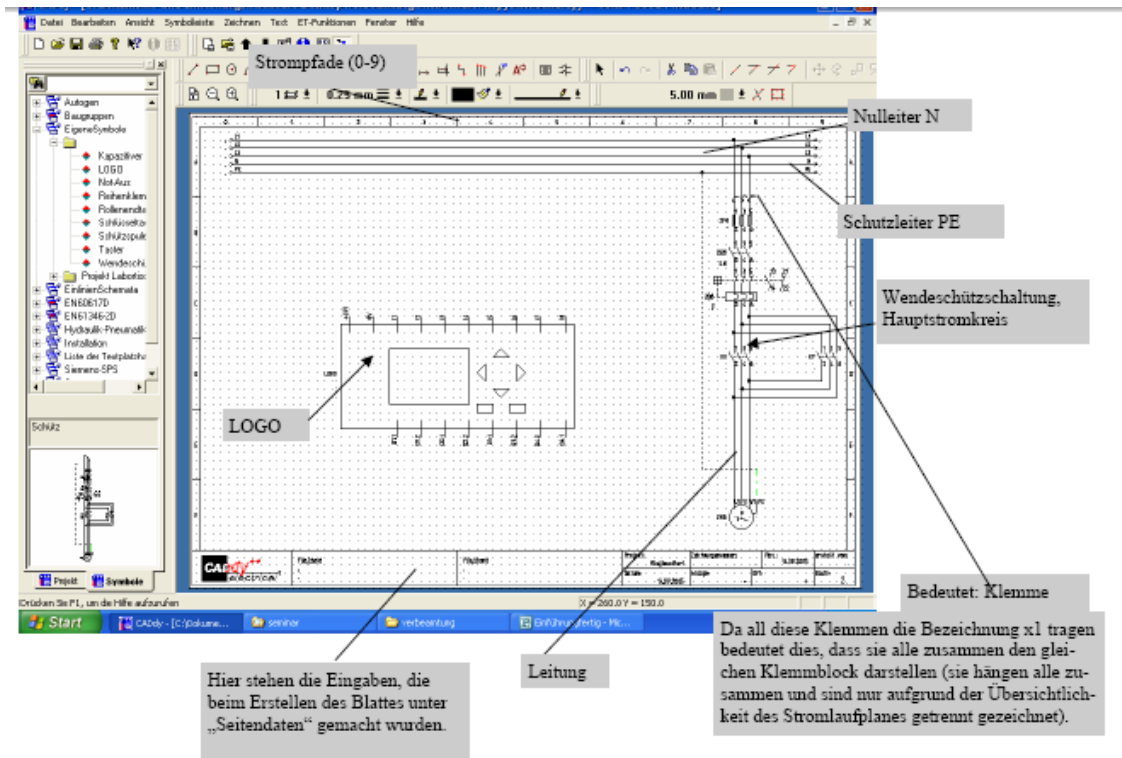
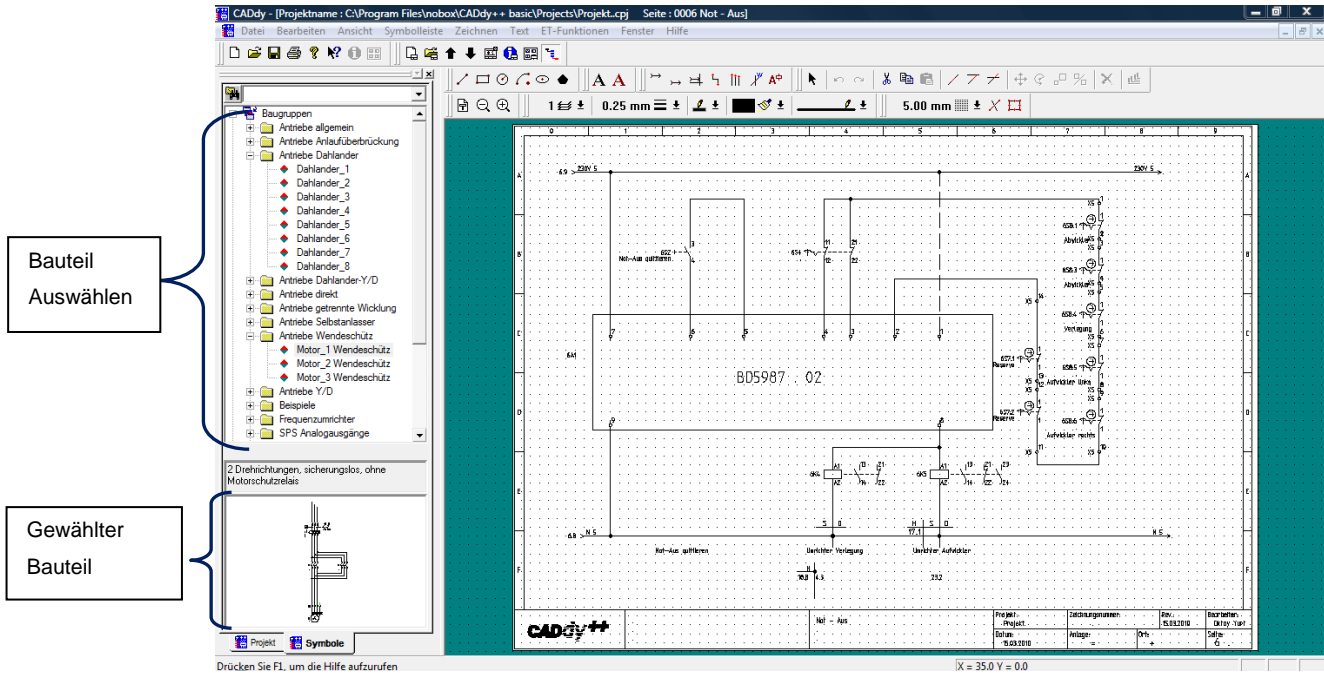


Abb. 66: Symbole anlegen



### 8.3 Auswählen und Platzieren von Symbolen/ Bauteilen

Zunächst habe ich die Bauteile ausgewählt, die ich benötigte. Hierzu wechselt man in die Projekt/Symboleiste (linkes Dialogfeld) und betätigt (falls noch nicht aktiv) den Kartenreiter Symbole. Dort klicken man dann auf das „+“ Zeichen neben „Eigene Symbole“. Dort sieht man dann einen namenlosen Ordner. Auch hier klicken wir auf das „+“ Zeichen. Nun sieht man die für diese Projekte benötigten Symbole.



**Abb. 67: Bauteile**

durch einfachen Linksklick ein Symbol aus (im unteren Bereich ist der Name des Symbols sowie das Symbol zu sehen). Dieses Symbol positioniert man nun auf das Arbeitsblatt. Mit einem Linksklick legt man das Symbol auf dem Arbeitsblatt ab. Wenn mehrere gleiche Symbole platziert werden sollen, geht man an die nächste Stelle, an der das gleiche Symbol platziert werden soll, und führe wiederum einen Linksklick durch. Wenn keine weiteren gleichen Symbole mehr benötigt werden, verlässt man die Symbole mit einem Rechtsklick.

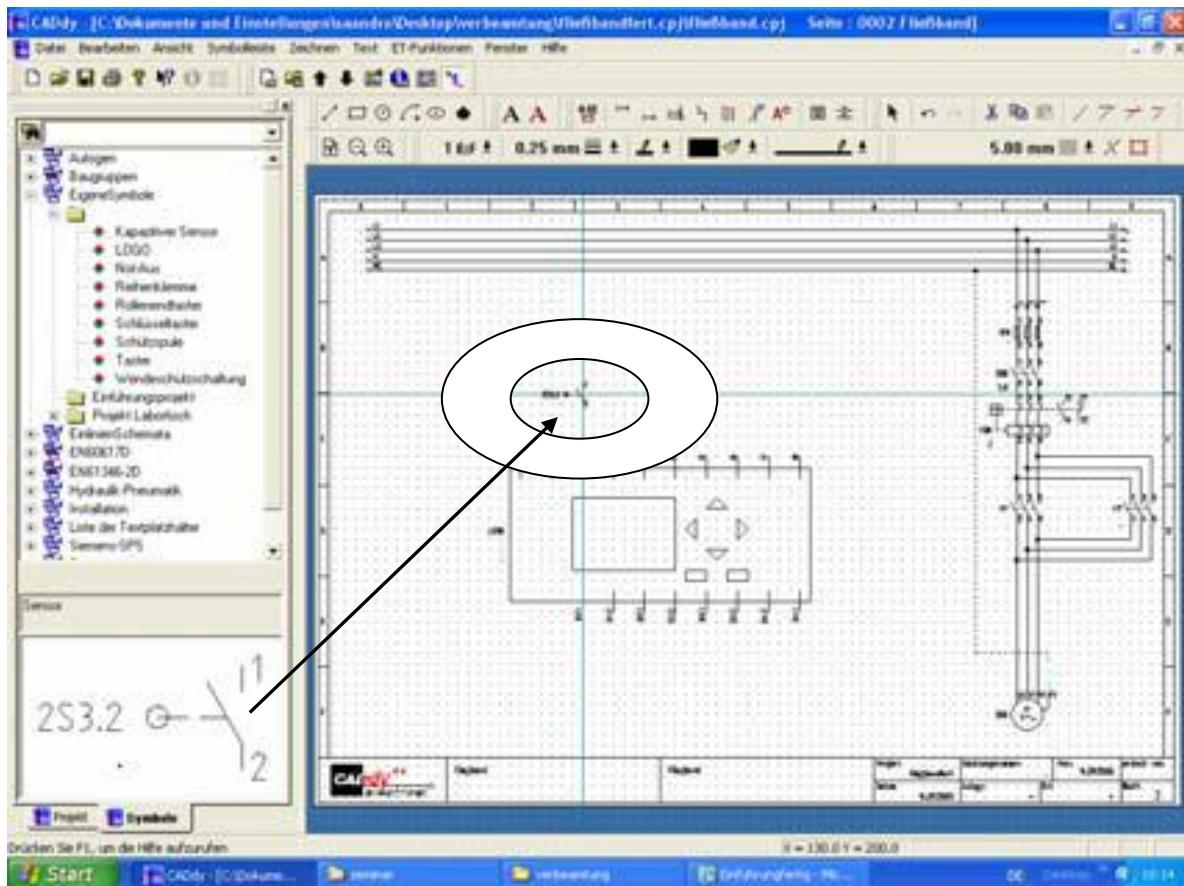


Abb.68: Platzieren der Symbole

Soll ein Symbol nachträglich verschoben oder verändert werden, genügt ein Linksklick darauf. Es wird dann rot markiert und kann verschoben, gelöscht oder bearbeitet werden. Klickt man, nachdem das Symbol selektiert wurde, die rechte Maustaste, so öffnet sich ein Menü, in dem man unter verschiedenen Optionen der Bearbeitung auswählen kann.

#### 8.4 Verdrahten von Bauteilen (Symbolen)

Nachdem man nun ein oder mehrere Symbole platziert hat, könnte man mit dem Verdrahten der Bauteile beginnen. Zunächst klickt man auf die Schaltfläche *Verbindung, dynamisch, einpolig* wie in untenstehendem Bild zu sehen. Nun kann mit dem Verbinden der Bauteile begonnen werden. Hierzu geht man, nachdem man die Verbindungsschaltfläche betätigt hat (Mauszeiger wird auf dem Arbeitsblatt zu einem Kreuz), zu dem jeweiligen Anschluss einer Baugruppe, den man verdrahtet will. Mit einem Linksklick beginnt man das Verdrahten. Will man eine gerade Verbindung (horizontal oder vertikal) erzeugen, muss man die Maus bis zu dem Anschluss führen, an dem die Verbindung enden soll. Mit einem Rechtsklick wird der Befehl beendet. Nun kann man zum nächsten Anschluss gehen und diesen ebenfalls



verdrahten. Will man nichts mehr verdrahten, muss man zwei Rechtsklicks ausführen und verlässt somit den Verdrahtmodus.

Wenn die Leitung einen „Bogen“ machen soll, reicht ein Linksklick und es geht in der anderen Richtung weiter. Beendet wird das Verdrahten auch hier mit einem bzw. zwei Rechtsklicks.

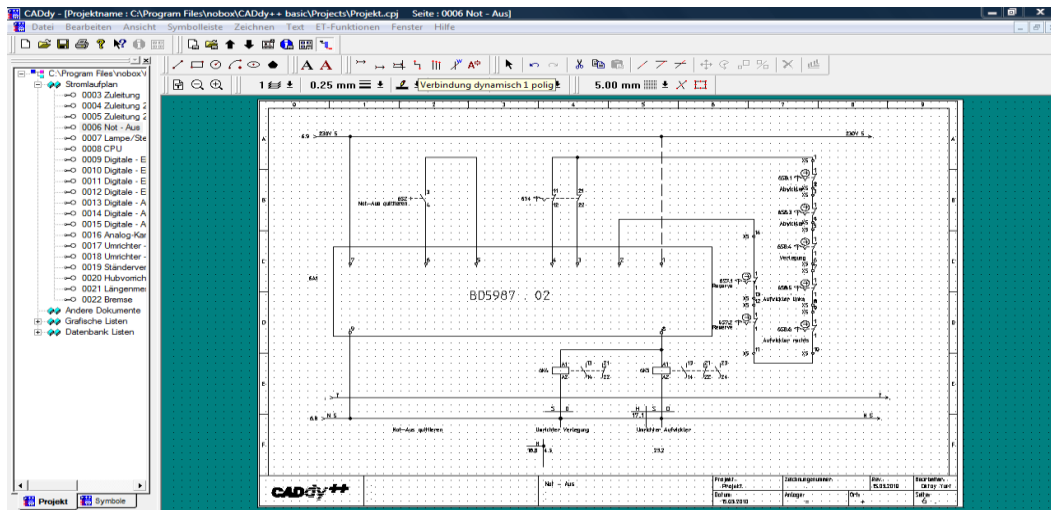


Abb. 69: Verdrahtung Modus

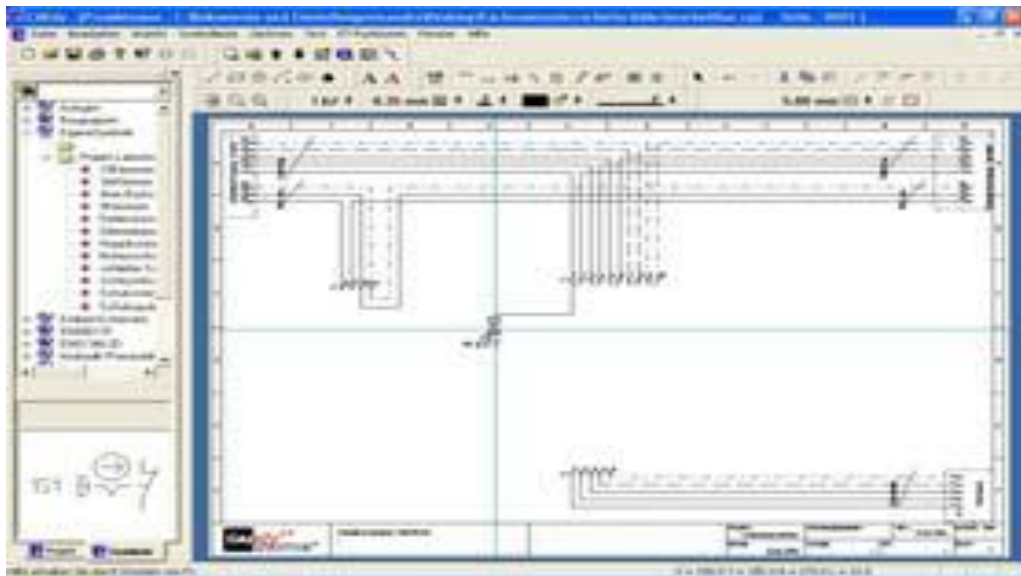


Abb. 70: Bearbeitung der Verdrahtung Modus

## 8.5 Ändern der Verdrahtung

Möchte man eine Verbindung löschen, muss man nur die jeweilige Leitung markieren. Nachdem diese dann rot markiert ist, betätigt man die *Entferntaste* der Tastatur und die Leitung wird gelöscht.





Möchte man die Linienart der Verbindung ändern, muss man einfach auf den Pfeil neben dem Drop-Down-Menü „Linienart“ gehen. Dort wählt man dann die gewünschte Linienart.

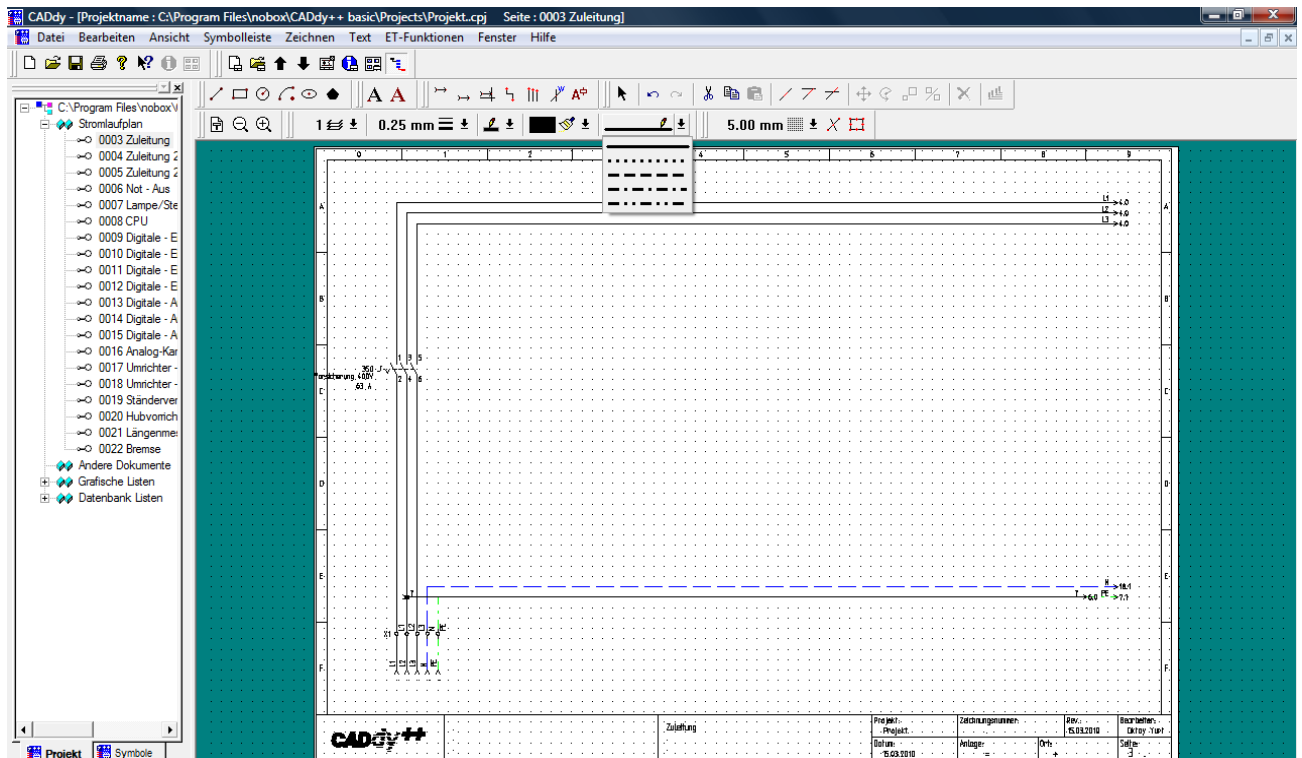


Abb. 71: Linienart

### 8.6 Bearbeiten von Bauteileigenschaften

Fügt man eine Baugruppe ein, bei der es notwendig ist, Eigenschaften anzugeben, z.B. Hauptkontakte eines Schützes, so öffnet sich das Dialogfeld Bauteileigenschaften. Hier gibt man dann den Namen der Baugruppe an [In diesem Fall den Namen des gesamten Schützes (Man sollte darauf achten das die Spule, Hilfskontakte usw. den gleichen Namen bekommen)]. Außerdem kann man hier die Namen der Kontakte ändern. Die Spalte *Anzeige* gibt an, ob der jeweilige Text im Stromlaufplan sichtbar oder unsichtbar ist.

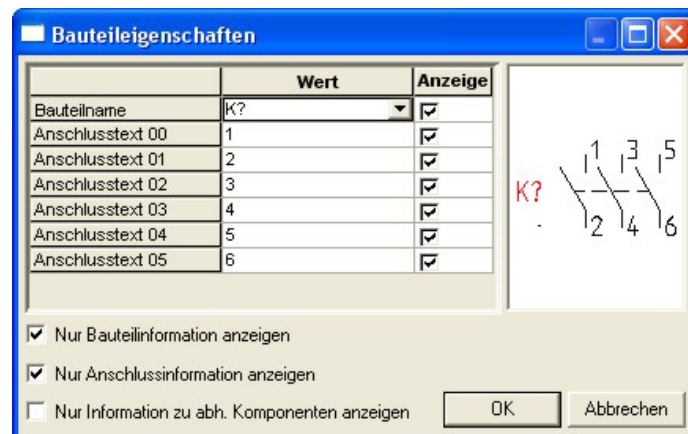


Abb. 72: Bauteileigenschaften



Im untenstehenden Screenshot sieht man einen kompletten Schutz mit Spule, Hilfskontakt und Hauptkontakten. Beim Platzieren der einzelnen Schützelemente wurde also allen Elementen im Dialogfeld Bauteileigenschaften der gleiche Name gegeben. Die beiden Ziffern hinter dem Bauteilnamen der Kontakte geben an, wo sich die Spule der Kontakte befindet. In diesem Fall auf Blatt 1 im Strompfad 2. Mithilfe der Tabelle unter der Schutzspule kann man erkennen, wo sich die Kontakte des Schützes befinden und welcher Art die Kontakte sind. „H“ steht hier für Hauptkontakte, welche sich in diesem Beispiel auf Blatt 1 im Strompfad 3 befinden. „S“ steht für Schließer. In diesem Beispiel gibt es einen Schließer des Schützes auf Blatt 1 in Strompfad 2. „O“ steht für Öffner. In diesem Beispiel besitzt der Schütz aber keinen Öffner und die Spalte ist deshalb leer.

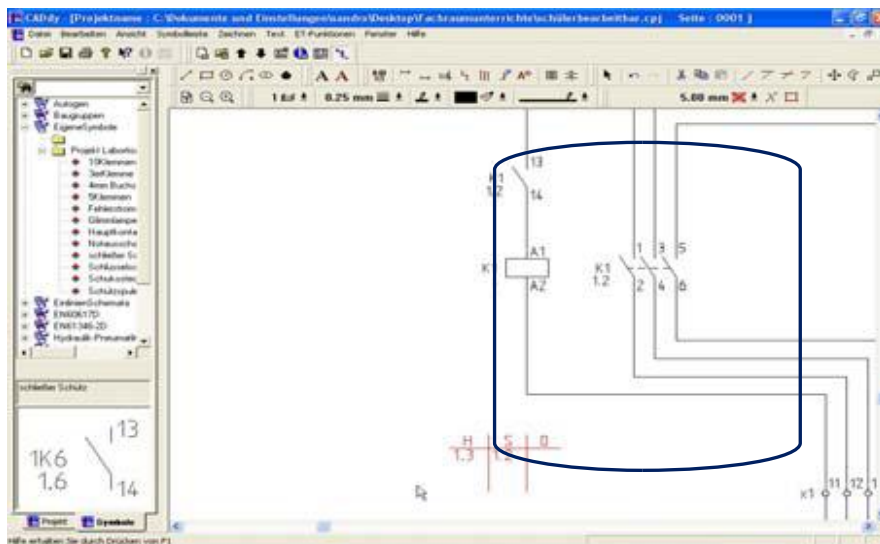


Abb. 73: Platzieren

## 8.7 Einfügen von Klemmen

Möchte man Klemmen einfügen, kann man diese nachträglich an die Stelle ziehen, wo man sie eingefügt haben möchte. Klemmen findet man ebenfalls im Bereich „Symbole“. Hat man die Klemme platziert, erscheint ein Dialogfeld mit den Eingabefeldern:

- Bauteilname
- Klemmentyp
- Klemmennummer
- Klemmenindex

sowie Kästchen, ob der Text angezeigt werden soll oder nicht. In meinem Fall: Setze ich zuerst eine Klemme und gebe dieser folgende Eigenschaften: Bauteilname X1 (Alle



Klemmen mit dieser Bezeichnung hängen im gleichen Klemmenblock.) Klemmennummer und Klemmenindex setzte ich auf 1. Anzeigen lasse ich nur die Klemmennummer.

Diese Klemme kopiert man nun und fügt sie an allen Stellen ein, an denen man Klemmen haben möchte. Die Nummerierung der Klemmen wird hierbei automatisch vom Programm übernommen.

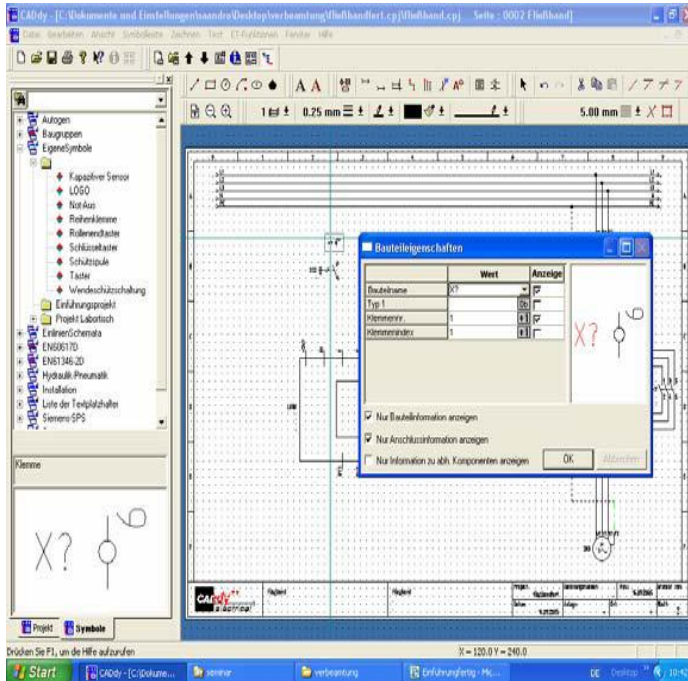


Abb. 74: Dialogfeld

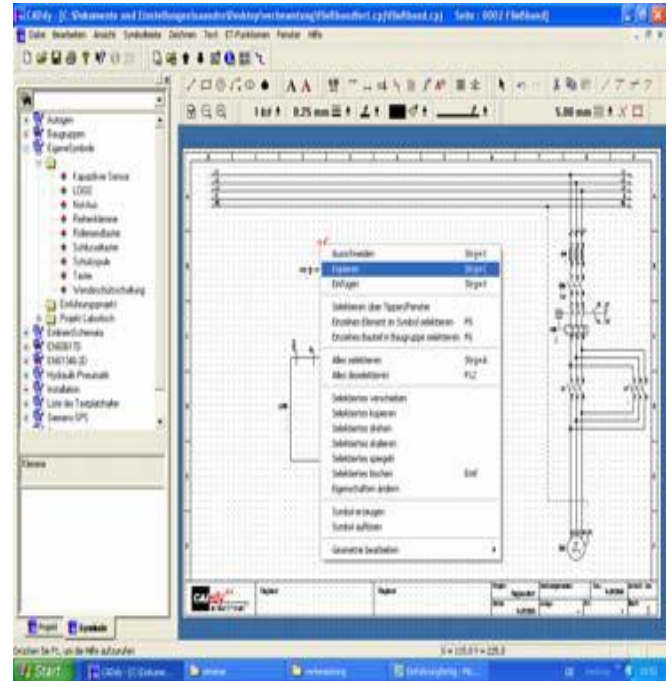


Abb. 75: Beschriftung der Symbol

## 8.8 Erstellen des Klemmenplanes

Nachdem man nun alle Klemmen eingefügt hat und ihren gesamten Stromlaufplan noch einmal überprüft hat (alle Bauteile vorhanden und richtig beschriftet; alle Klemmen vorhanden und richtig beschriftet), könnte man sich den Klemmenplan erstellen lassen.

Hierzu wechselt man in den Ordner „Projekte“ und wählt dort den Eintrag „Grafische Liste“ und darin den Punkt „grafischer Klemmenplan“. Nun führt man einen Rechtsklick aus und lässt den Klemmenplan erzeugen. Sollten mehrere Klemmleisten zur Auswahl stehen, wurde irgendwo ein Fehler beim Benennen der Klemmen gemacht.

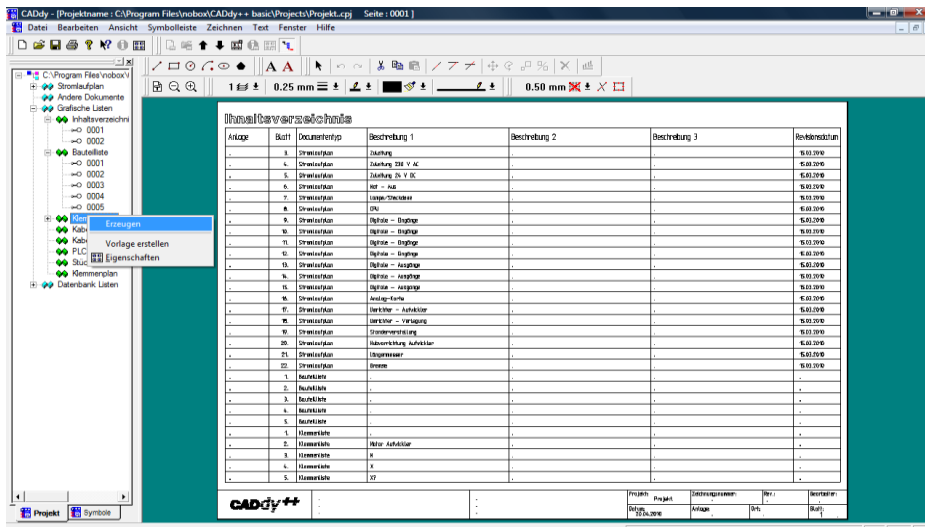


Abb. 76: Erstellen des Klemmenplanes

Aus einem Stromlaufplan lassen sich automatisch unter anderem folgende Dokumente generieren:

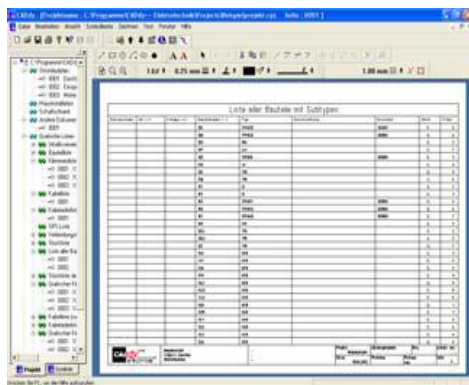


Abb. 77: Bauzeichnungsliste

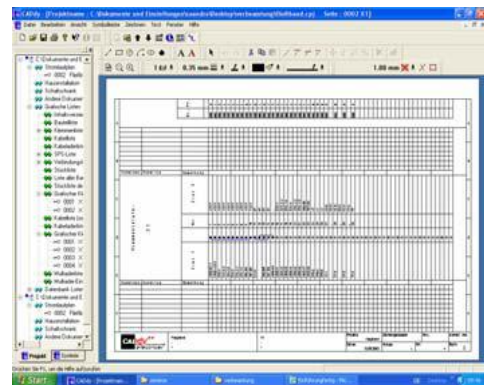


Abb. 78: Grafischer Klemmplan

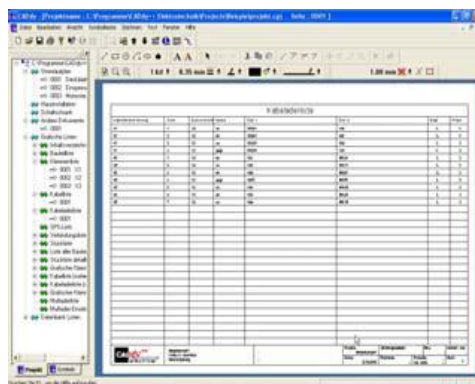


Abb. 79: Kabeladerliste



## 9 Erstellen des Stromlaufplans:

### 9.1 Beschreibung Stromlaufplan

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
A	<p style="text-align: center;">Waskönig &amp; Walter Kabel - Werk GmbH &amp; Co. KG                  Postfach 11 30                  26683 Saterland                  Anlagenbezeichnung: KST 2812                  Umpollanlage</p>										A
B											B
C											C
D											D
E											E
F											F
		Anlagenbezeichnung: <b>KST 2812</b> Umpollanlage				Projekt: Projektarbeit Datum: 08.03.2010		Zeichnungsnummer: Anlage:		Rev.: 18.03.2010 Bearbeiter: Oktay Yurt Seite: 1	

Abb. 80: Erste Seite

An erster Seite ist es wichtig, den Firmennamen, Anschrift sowie die Anlagebezeichnung einzugeben, damit man auch erkennen kann, um welche Anlage es sich dabei handelt



## 9.2 Elektrischer Gesamtwert der Anlage

<p><b>Elektrischer Gesamtwert:</b></p> <p><b>Spannung:</b></p> <p>Betriebsspannung: 230/400 V/50 Hz Steuerungsspannung: 24V DC</p> <p><b>Strom:</b></p> <p>Hauptschalter max. Schaltstrom: 63 A Gesamtstrom in der Zuleitung: ca. 13 A</p> <p><b>Kabel -- Installation:</b></p> <p>Zuleitung von: Unten Abgehende Leitung nach: Unten</p> <p>Verdrahtungsfarben im Schaltschrank:</p> <p>Hauptstrom: L1, L2, L3 schwarz N: hellblau 230 AC: rot 24 DC: dunkelblau Potentialfrei: orange</p>		<p><b>Schaltschrank:</b></p> <p>Abmessungen B x H x T (mm): 1200 x 2000 x 600</p>	
<p><b>CAD</b></p>		<p>Elektrische Gesamtwerte</p>	
<p>Projekt: Projekt Achse 2 Datum: 18.03.2010</p>		<p>Zeichnungsnummer: Anlage: = Ort: +</p>	
<p>Rev.: 01.03.2010</p>		<p>Bearbeiter: Oktay Yurt Seite: 2</p>	

Abb. 81: Elektrischer Gesamtwert

## 9.3 Hauptschalter/ Zuleitung 400V

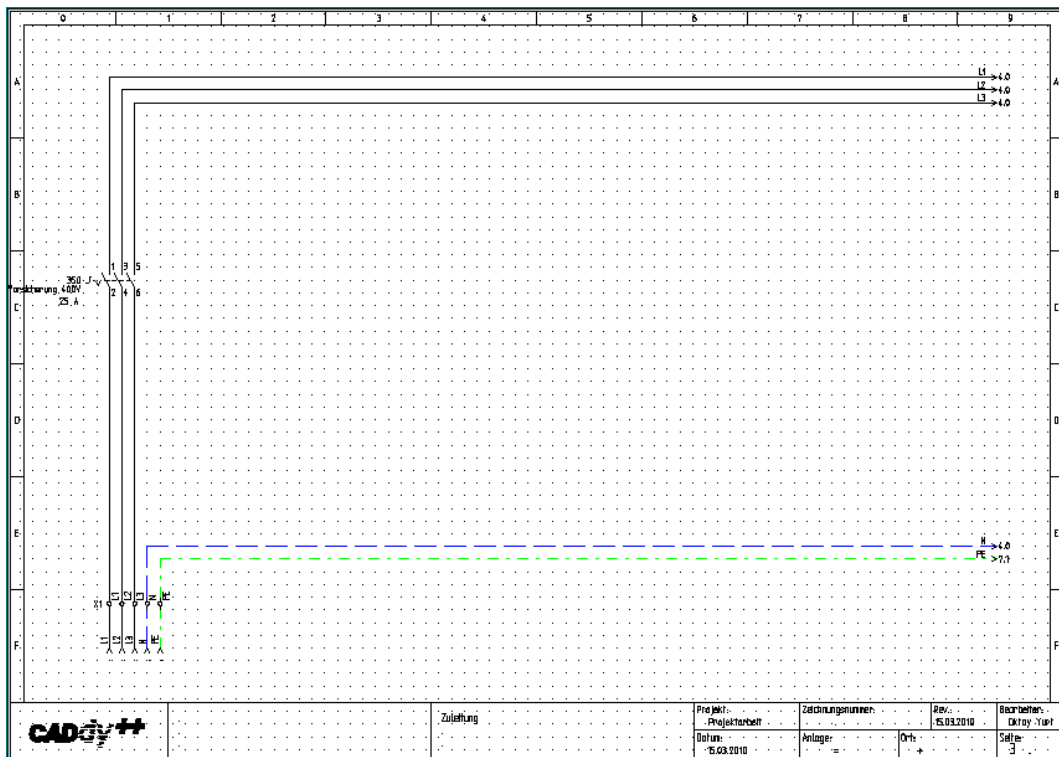


Abb. 82: Hauptschalter 400V



**9.4 230V AC**

Hier habe ich auf Wunsch der Firma Motorschutzschalter, einen Trafo 400V/230V, wegen der Potentialtrennung eingebracht. Es ist auch zu beachten, dass ein Stromkreis mit Not-Aus und einer ohne Not-Aus vorhanden ist, da die Zuleitung für den 24V Trafo abgeschaltet werden soll.

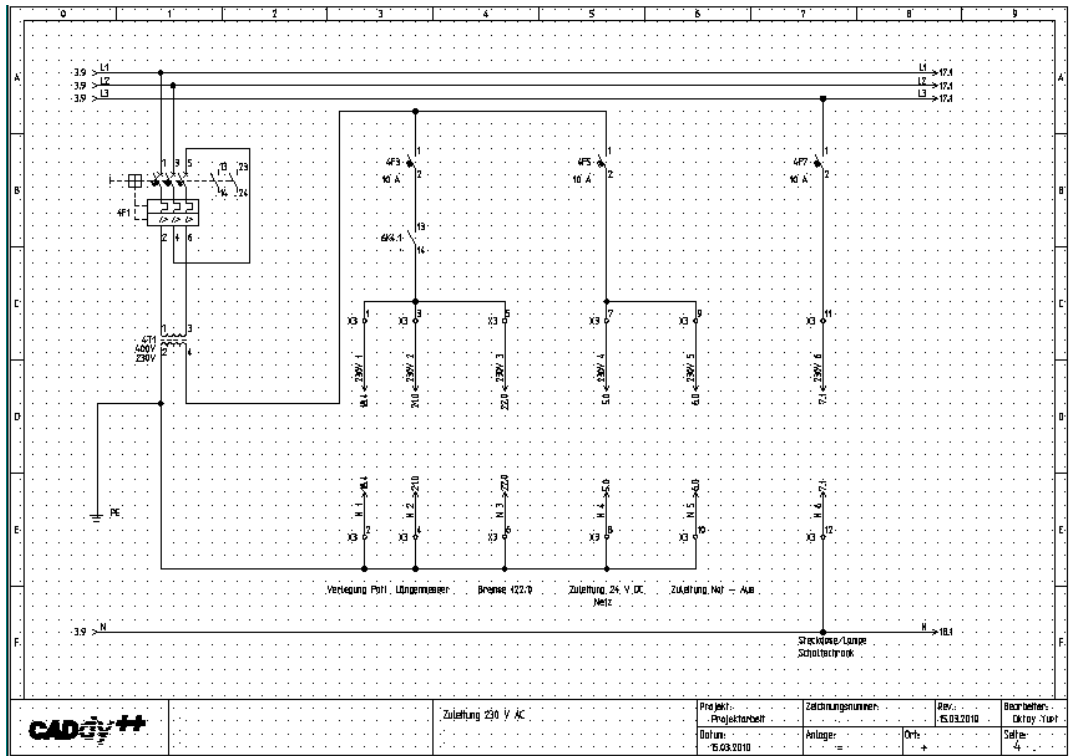


Abb. 83: Abgänge 230V



9.5 Zuleitung 24V DC

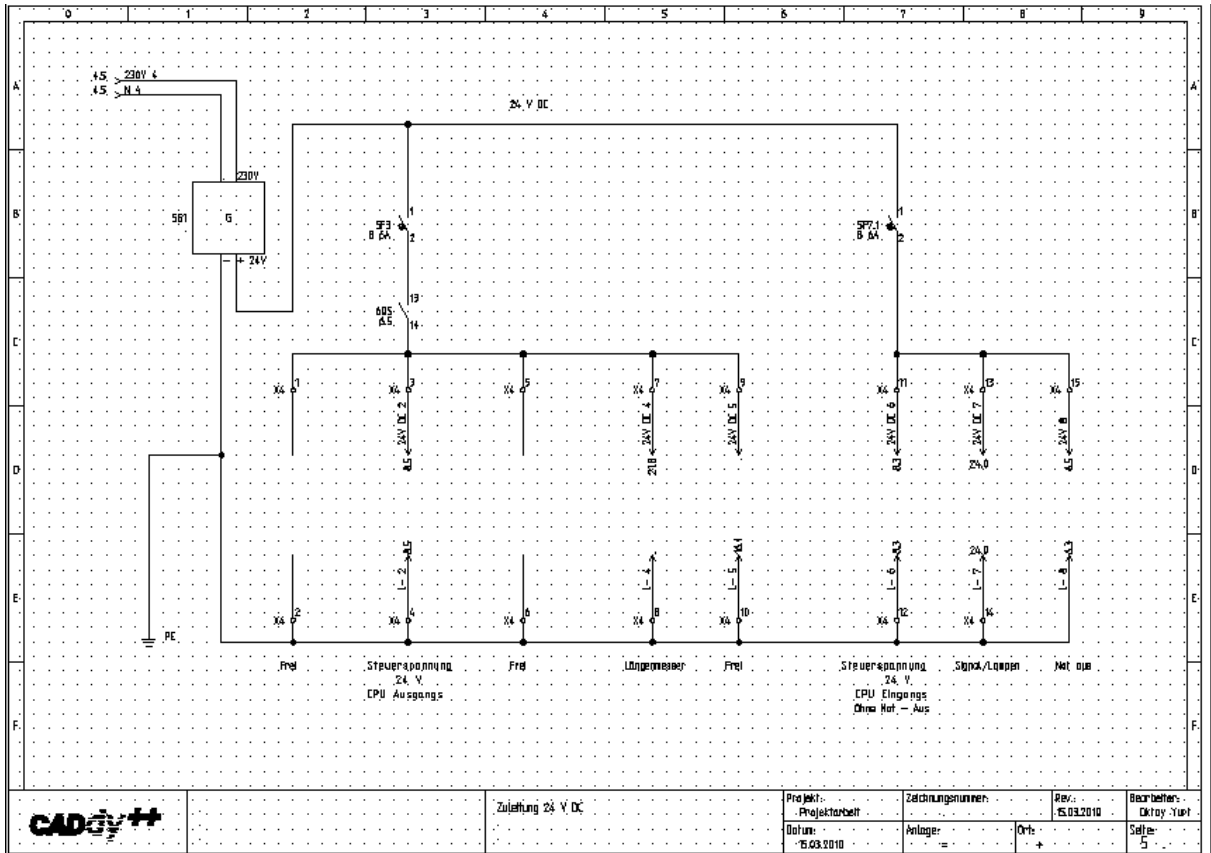


Abb. 84: Abgänge 24V DC

Hier wird auch ein Stromkreis mit Not-Aus abgeschaltet und einer ohne Not-Aus.





**9.6 Not aus Schalter**

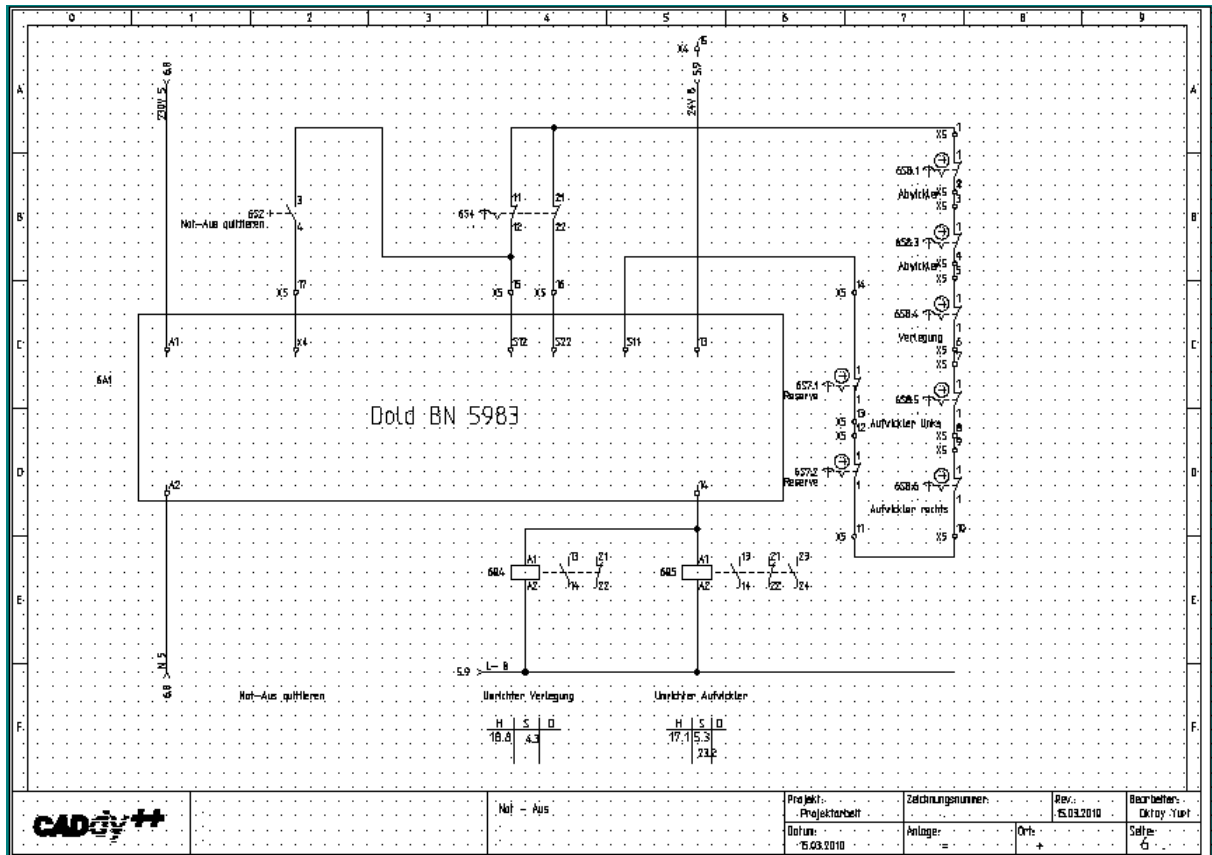


Abb. 85: Not-Aus-Schalter

Stromlaufplan der Not-Aus-Schalter steuert den Frequenzumrichter Verlegung und auch den Frequenzumrichter Aufwickler.



### 9.7 Schaltscharank Lampe/Steckdose

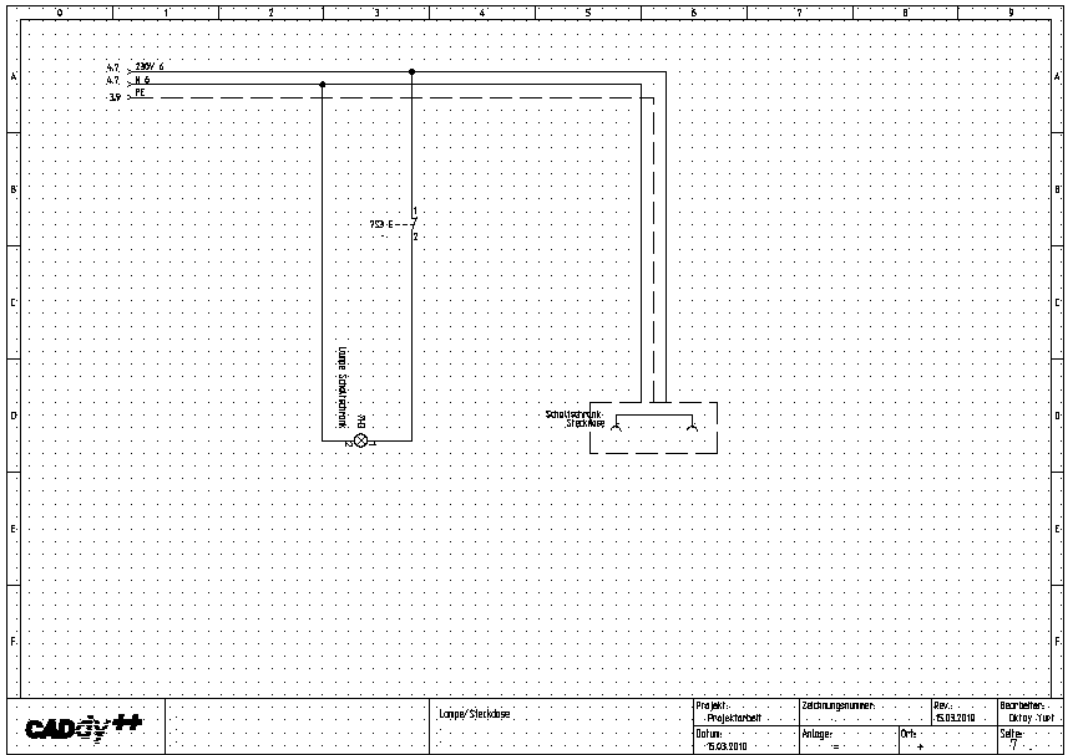


Abb. 86: Lampe / Steckdose

### 9.8 Steuerspannung CPU

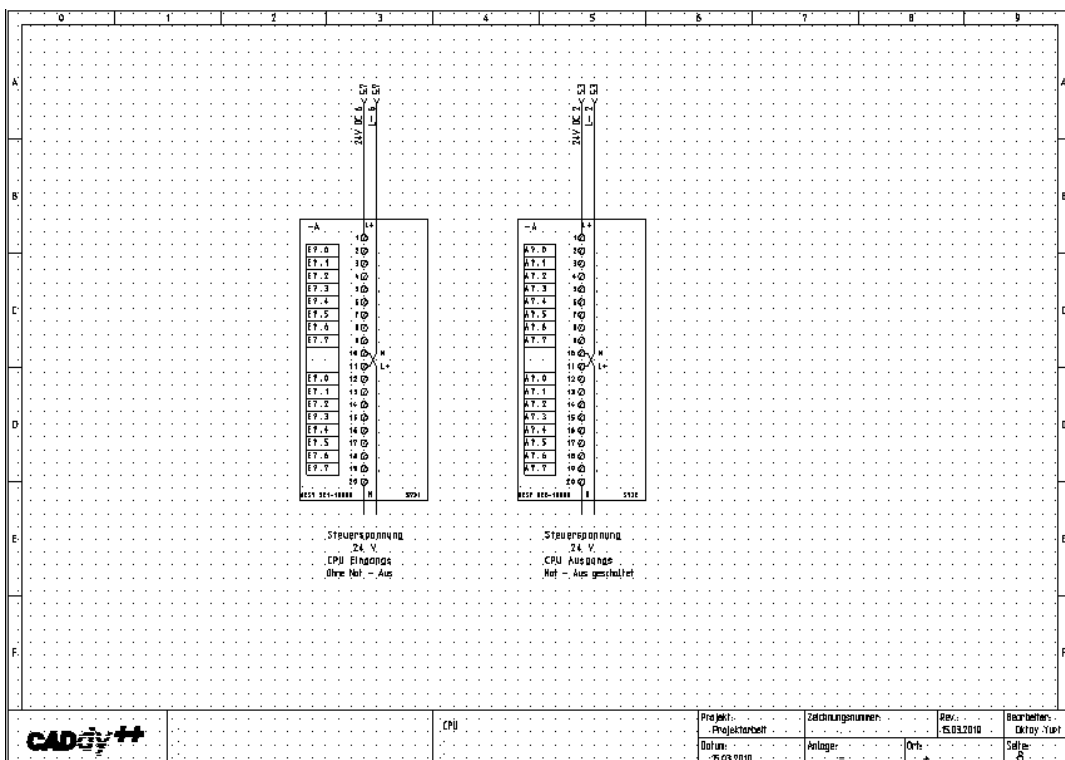


Abb. 87: CPU



### 9.9 Digitale - Eingangs Baugruppen

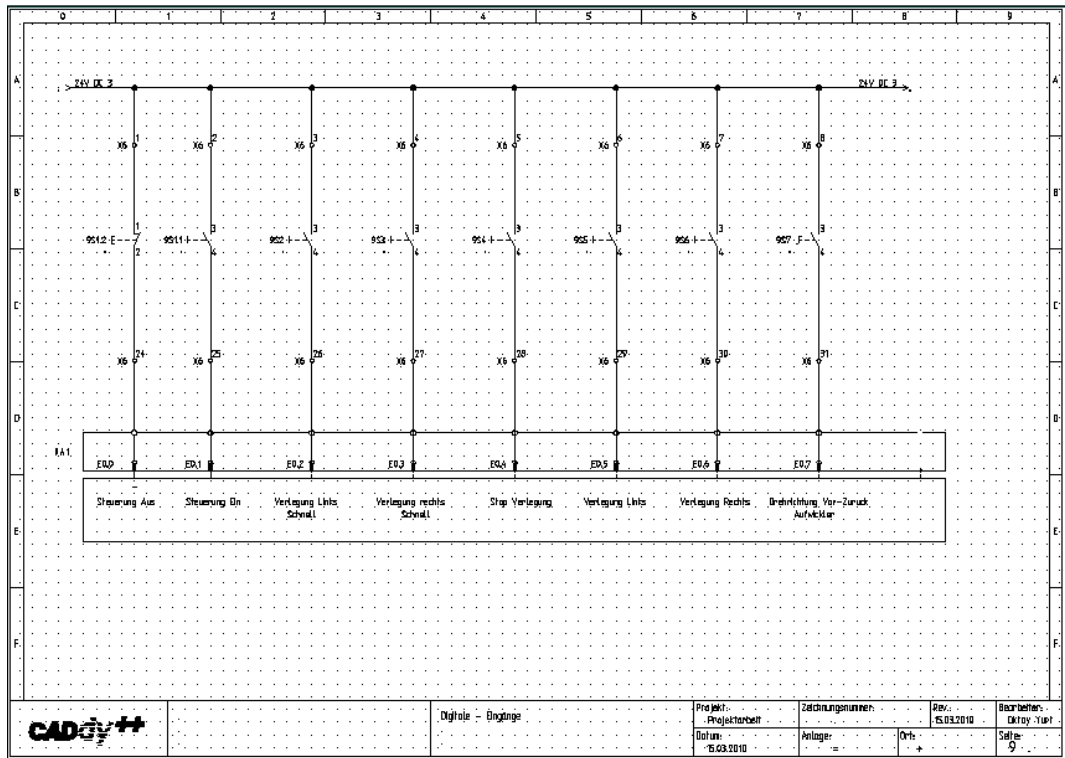


Abb. 88: Digitale – Eingangs Baugruppen

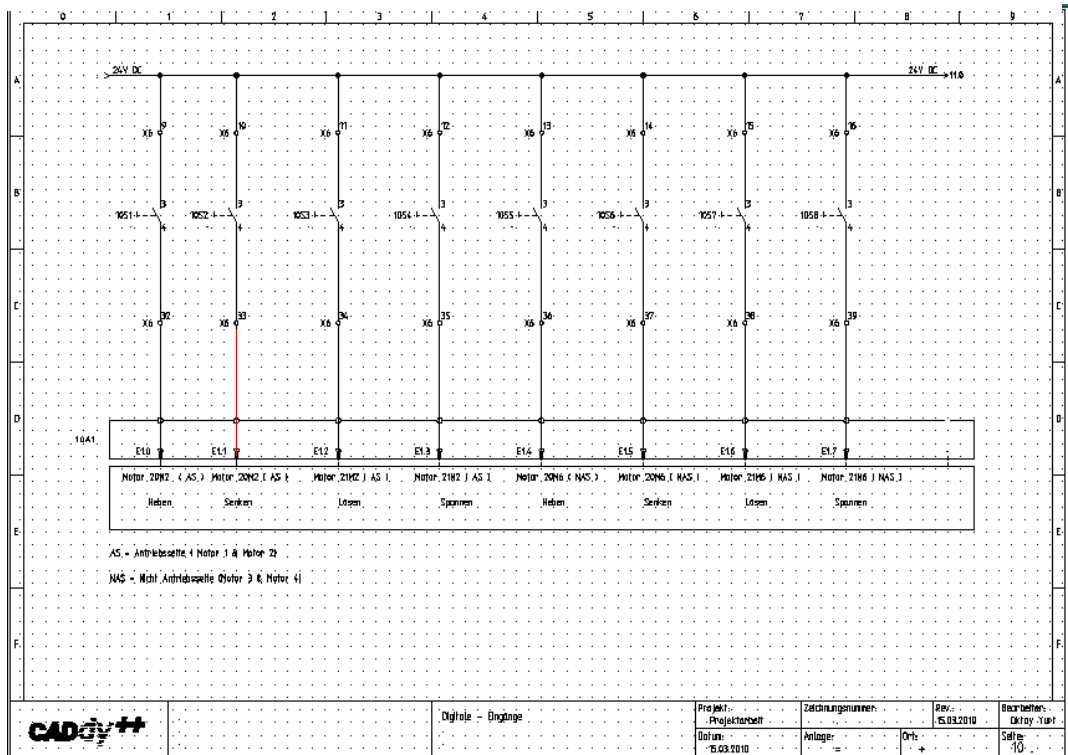


Abb.89: Digitale – Eingangs Baugruppen

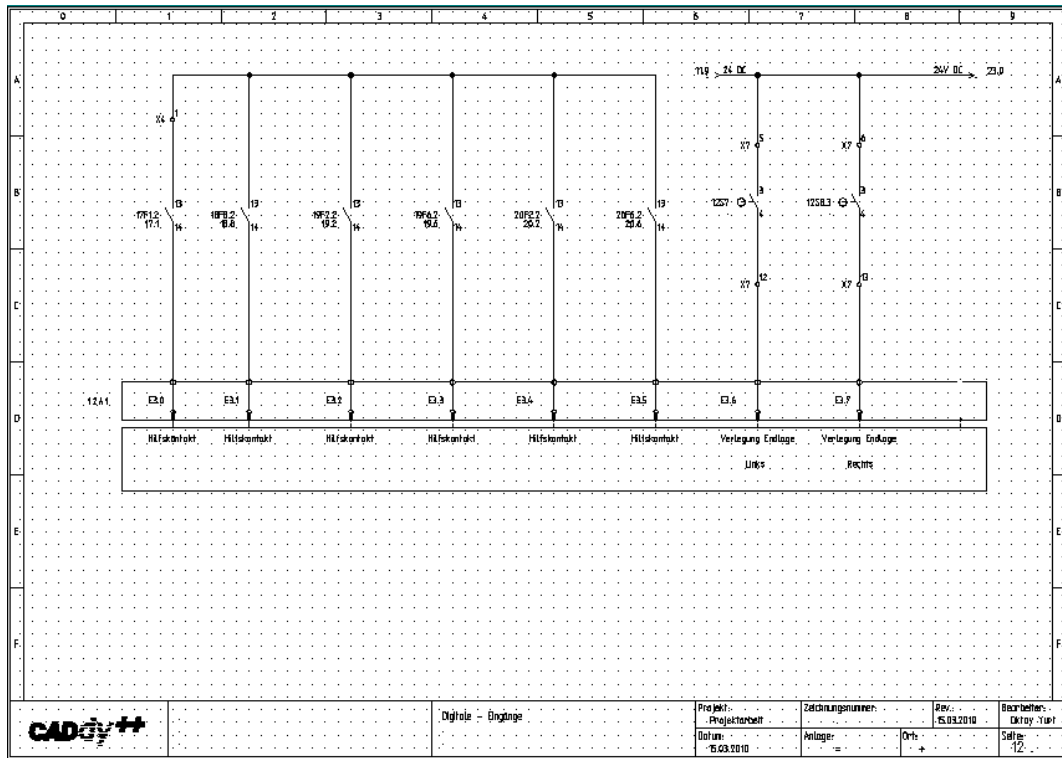


Abb. 90: Digitale – Eingangs Baugruppen

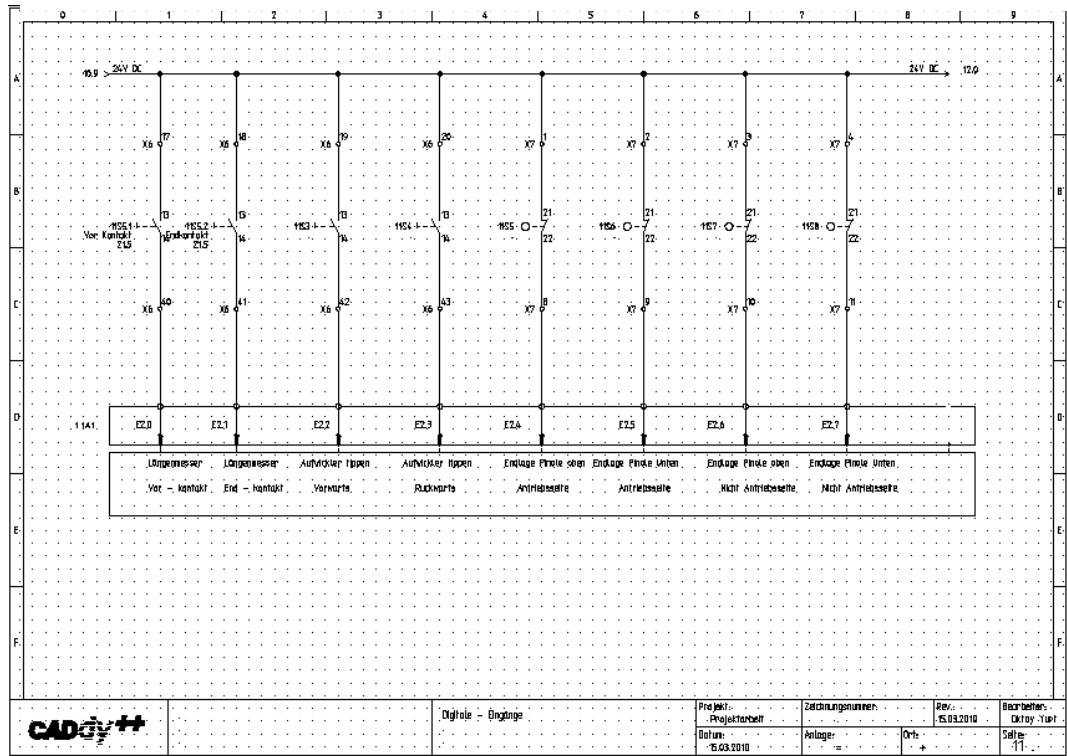


Abb. 91: Digitale – Eingangs Baugruppen

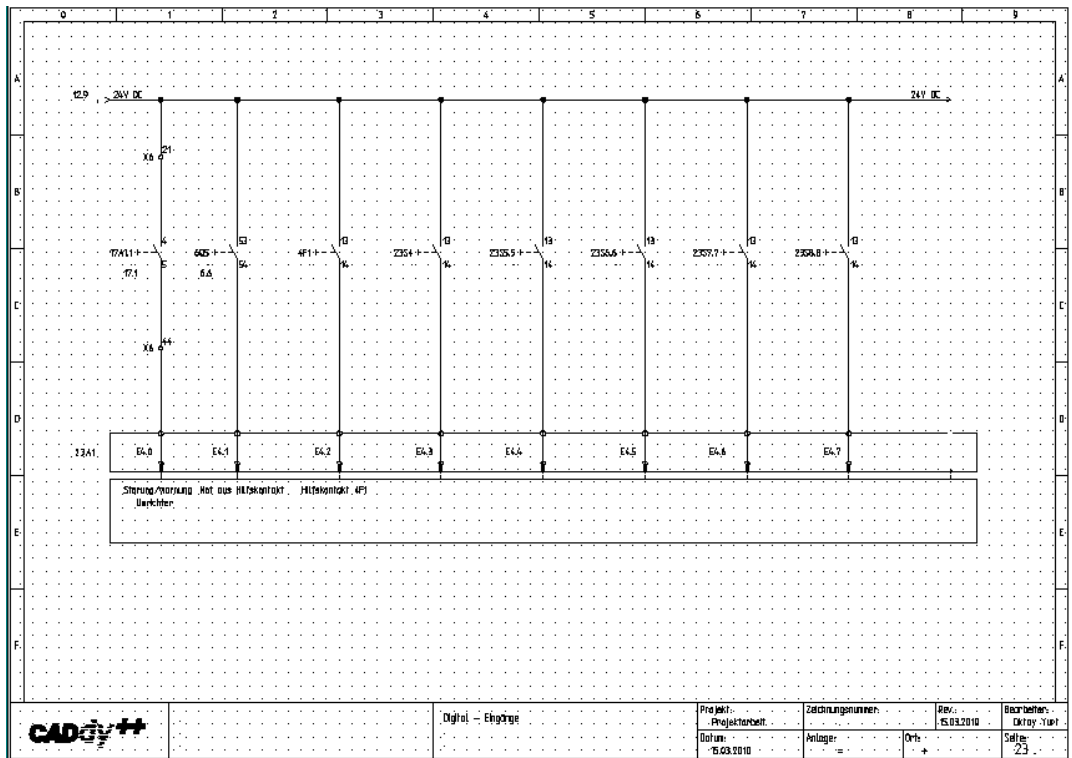


Abb. 92: Digitale – Eingangs Baugruppen

Abb. 91

### 9.10 Digitale - Ausgangs Baugruppen

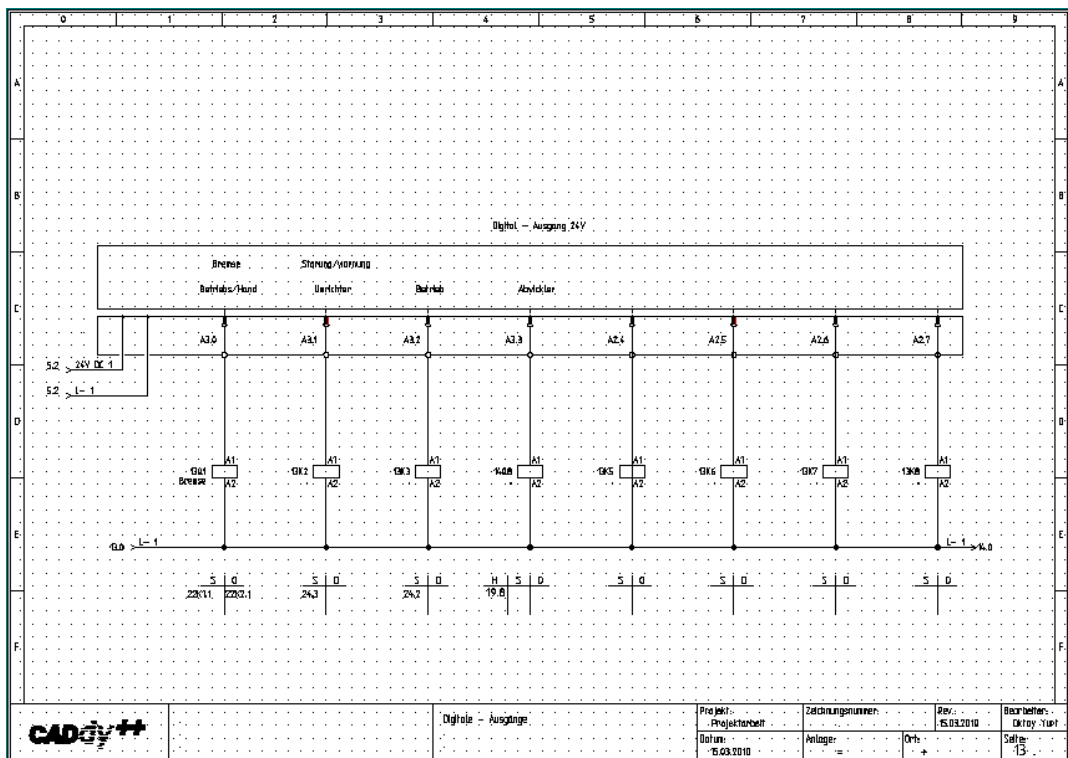


Abb.93: Digitale – Ausgangs Baugruppen

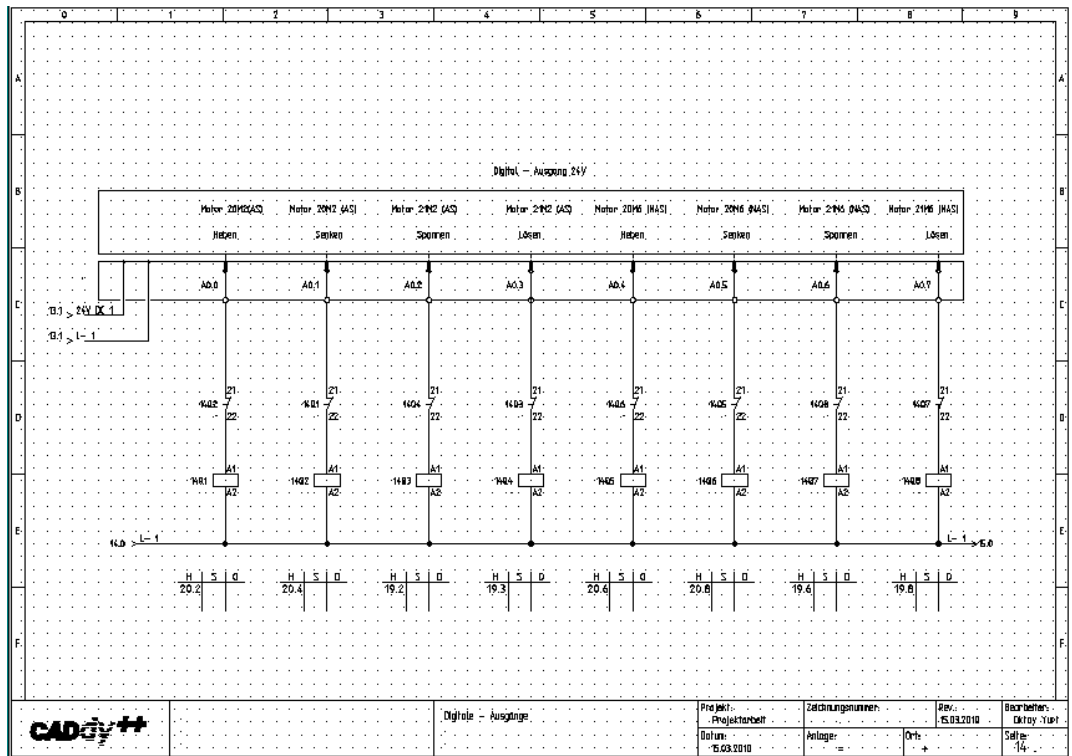


Abb. 94: Digitale – Ausgangs Baugruppen

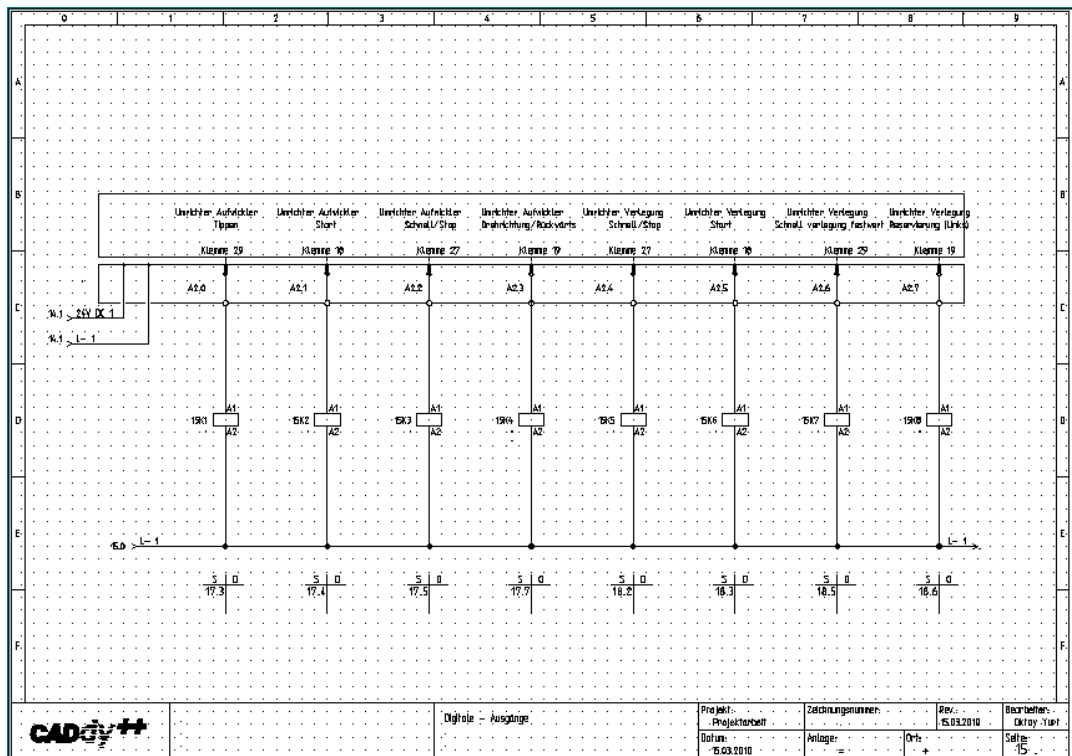


Abb. 95: Digitale – Ausgangs Baugruppen



### 9.11 Analoge Karte

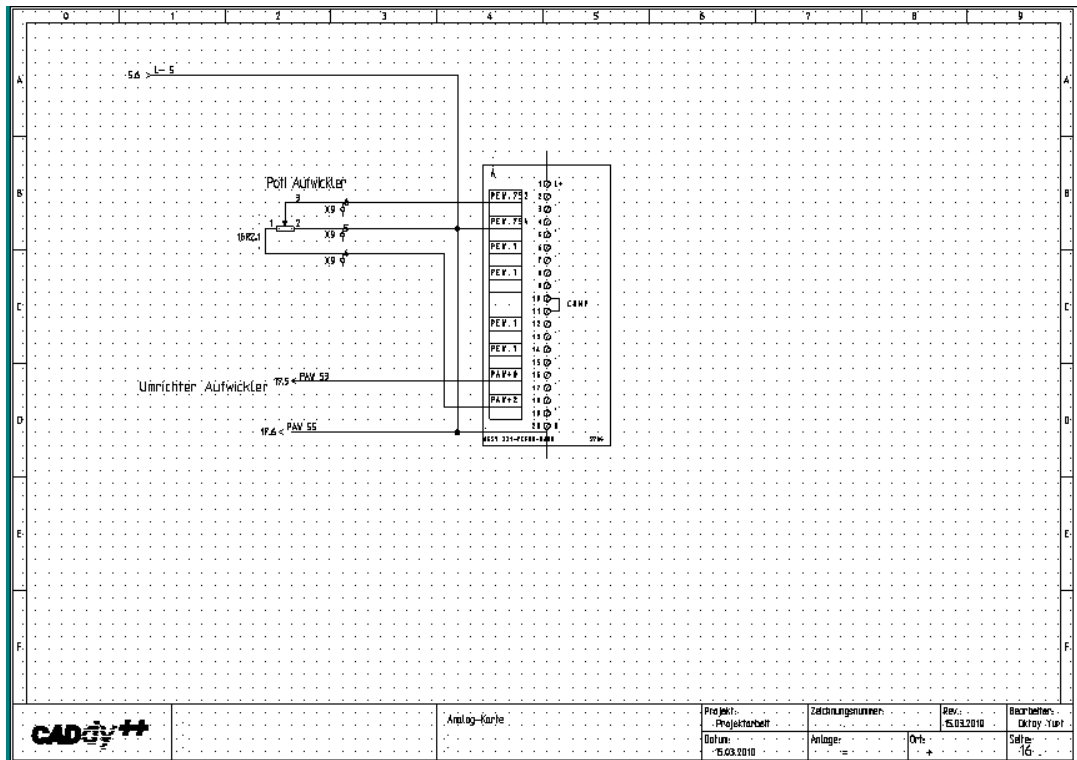


Abb. 96: analoge Karte

### 9.12 Frequenzumrichter Verlegung

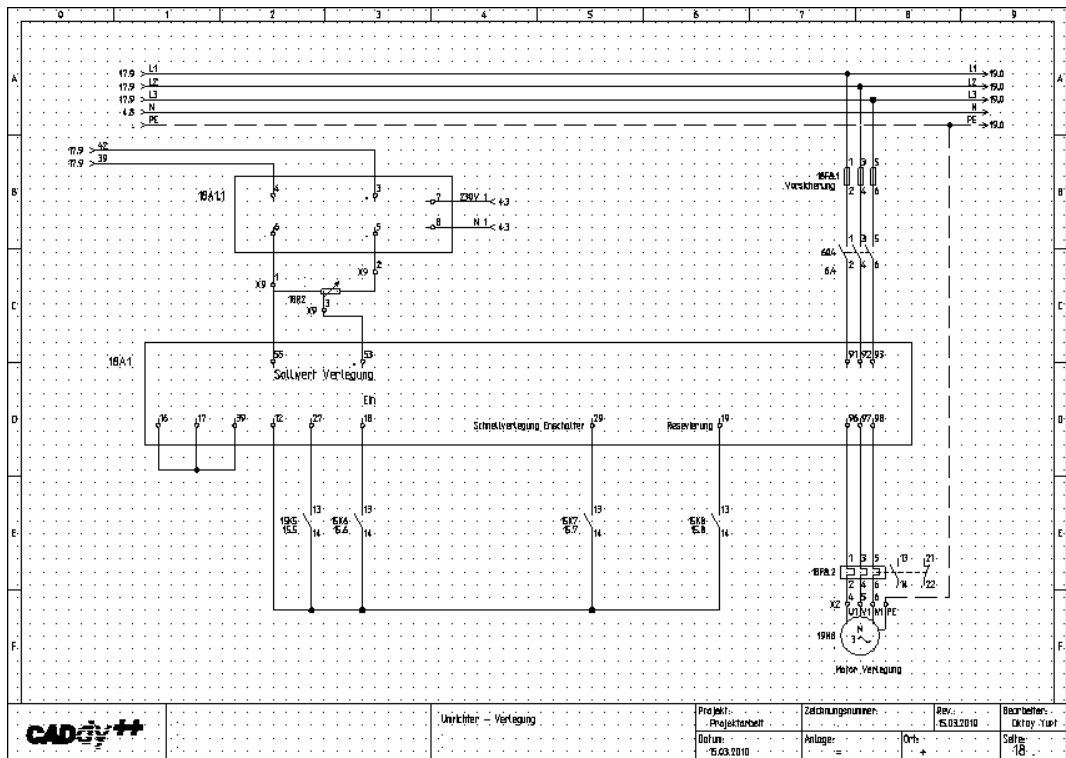
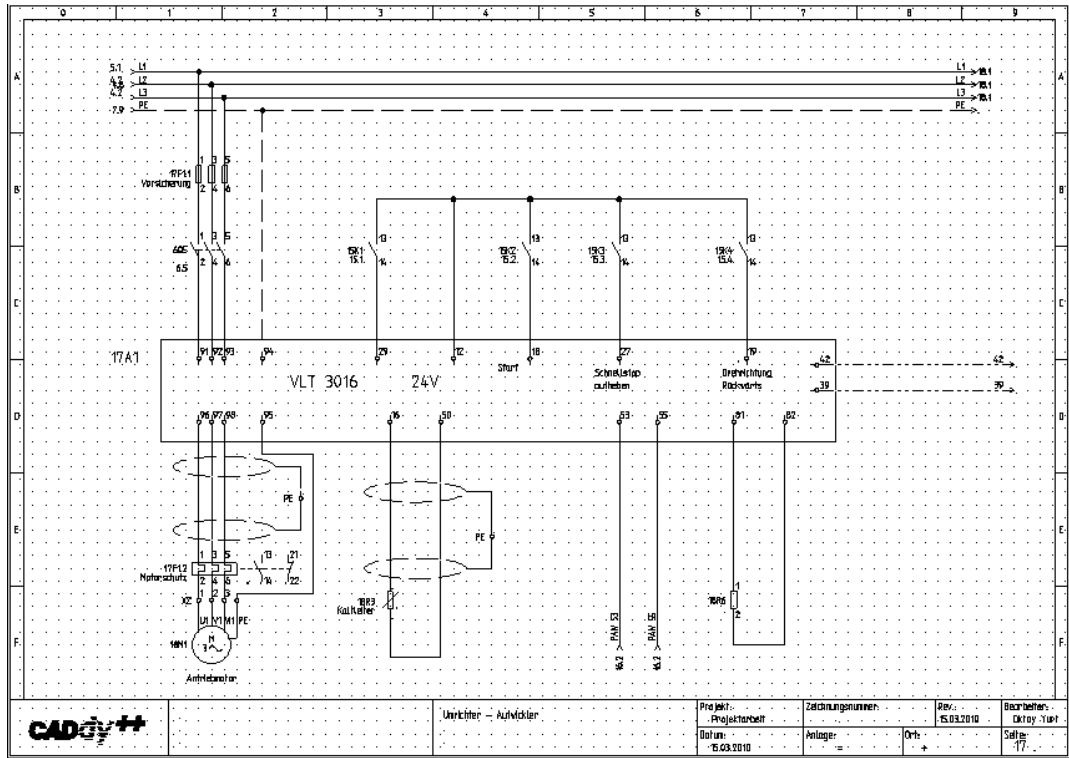


Abb. 97: Frequenzumrichter Verlegung



### 9.13 Frequenzumrichter Aufwickler



### 9.14 Ständerverstellung Aufwickler

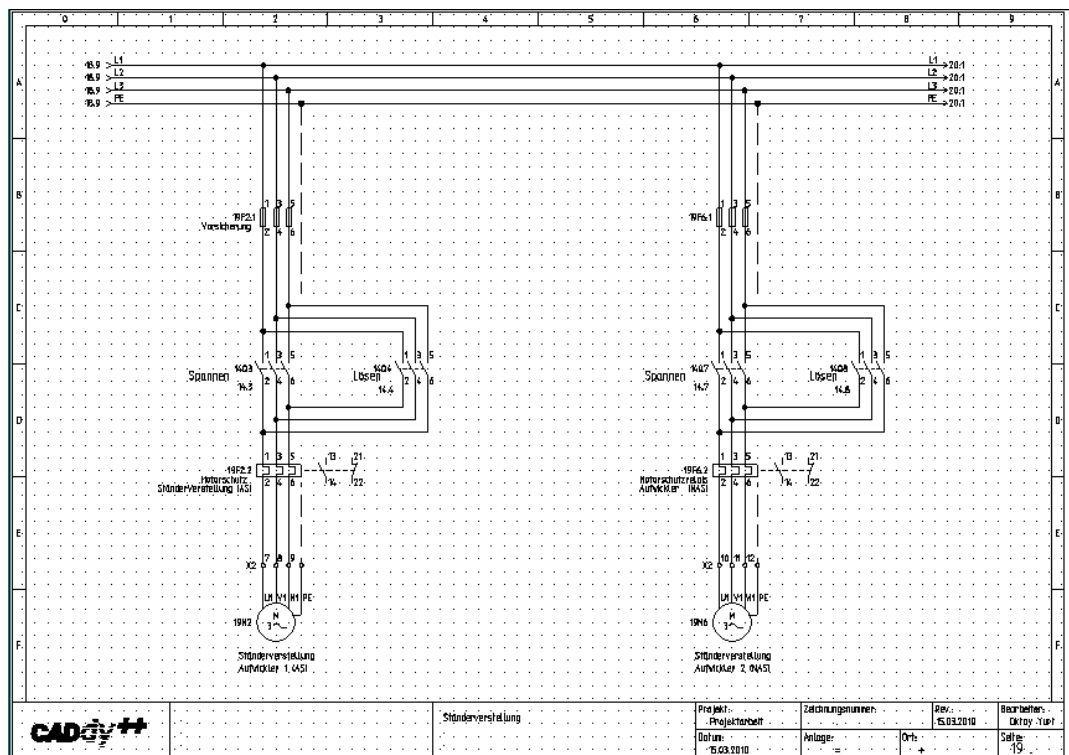


Abb. 99: Ständerverstellung Aufwickler





### 9.15 Hubvorrichtung Aufwickler

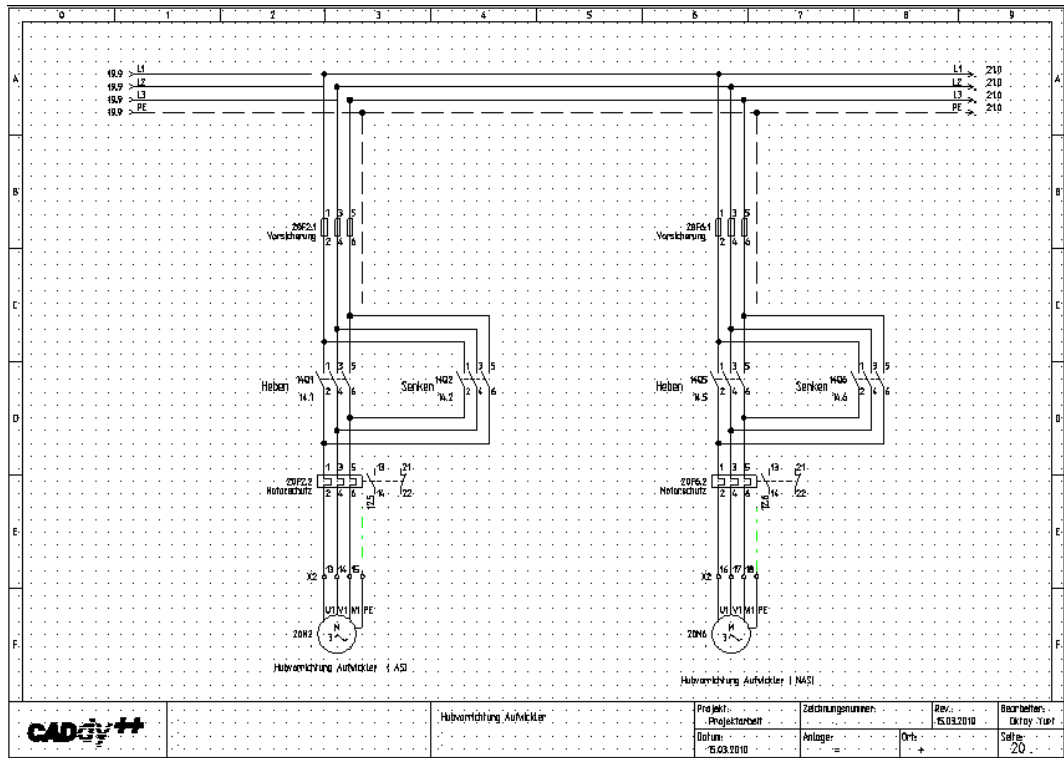


Abb. 100: Hubvorrichtung Aufwickler

### 9.16 Längenmesser

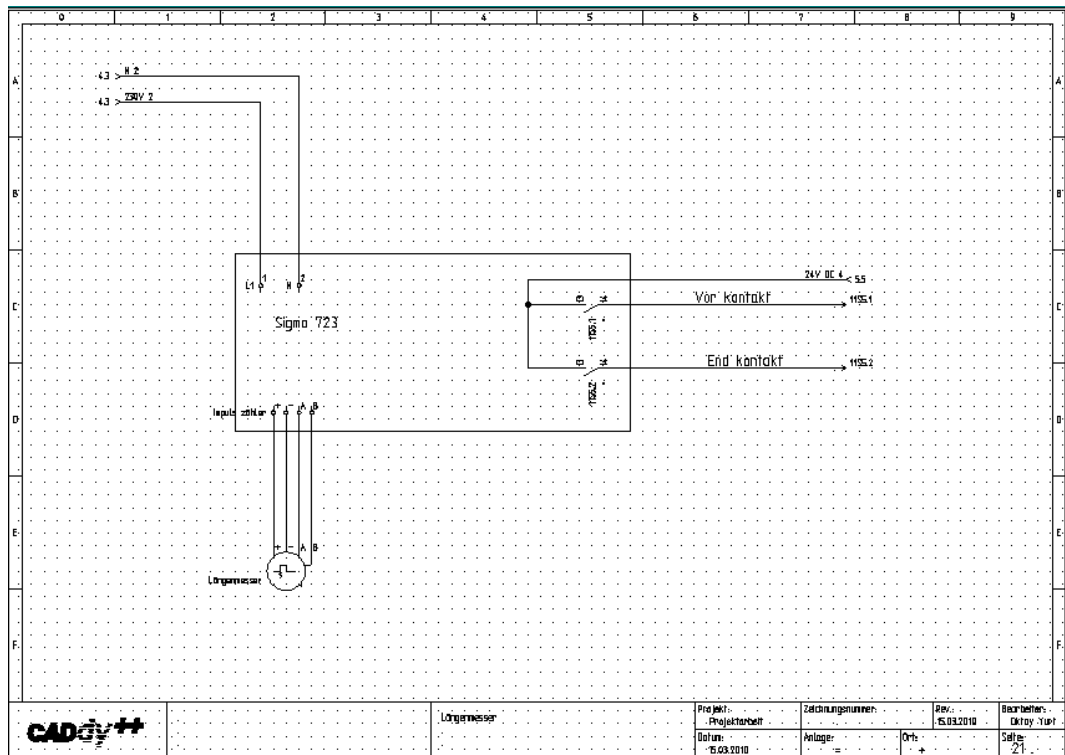


Abb. 101: Längenmesser



### 9.17 Bremse-Abwickler

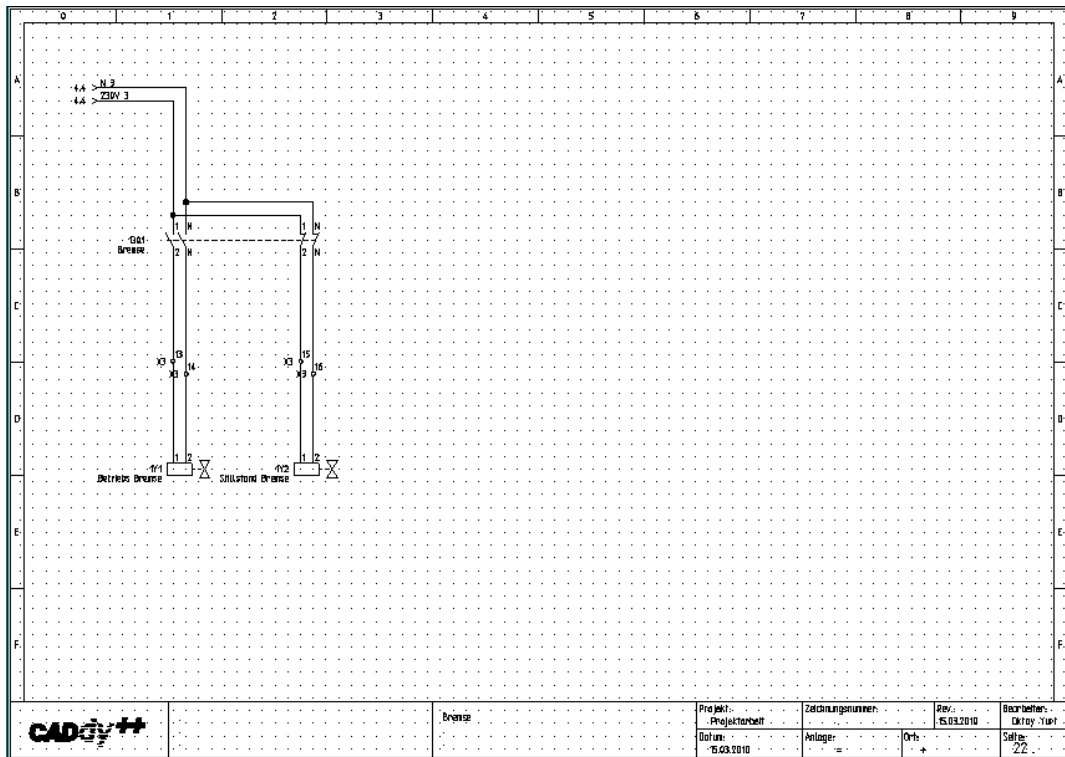


Abb. 102: Bremse - Abwickler

### 9.18 Signal Lampen

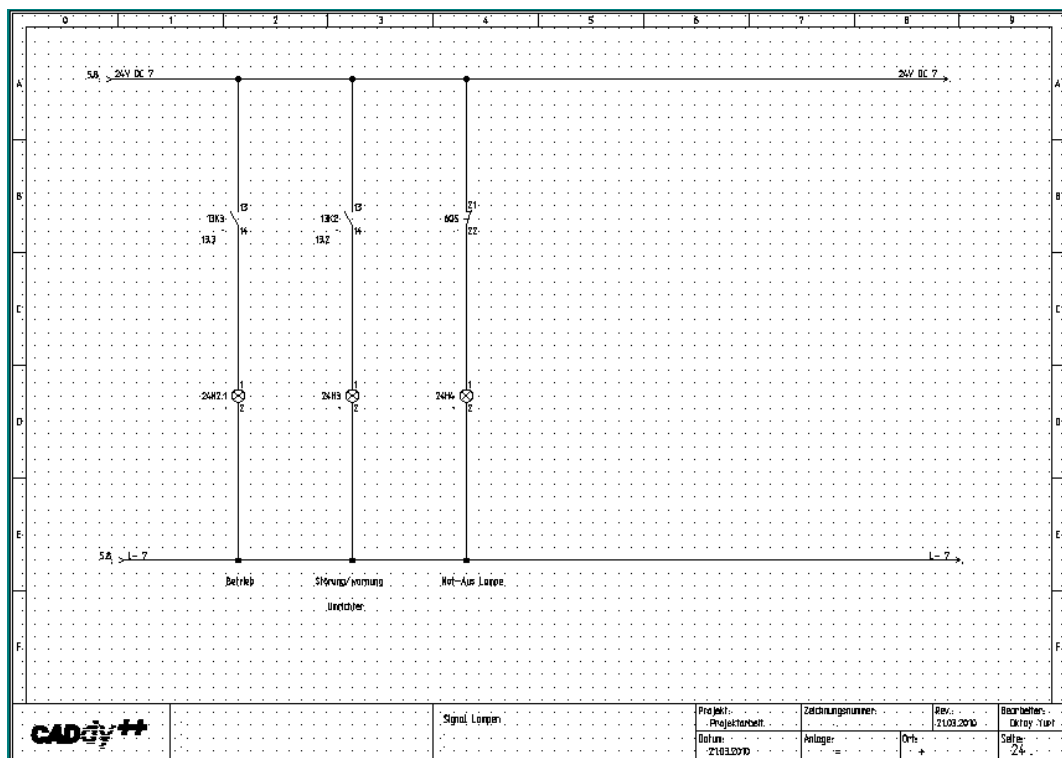


Abb. 103: Signal Lampe



**9.19 Ableitungen**

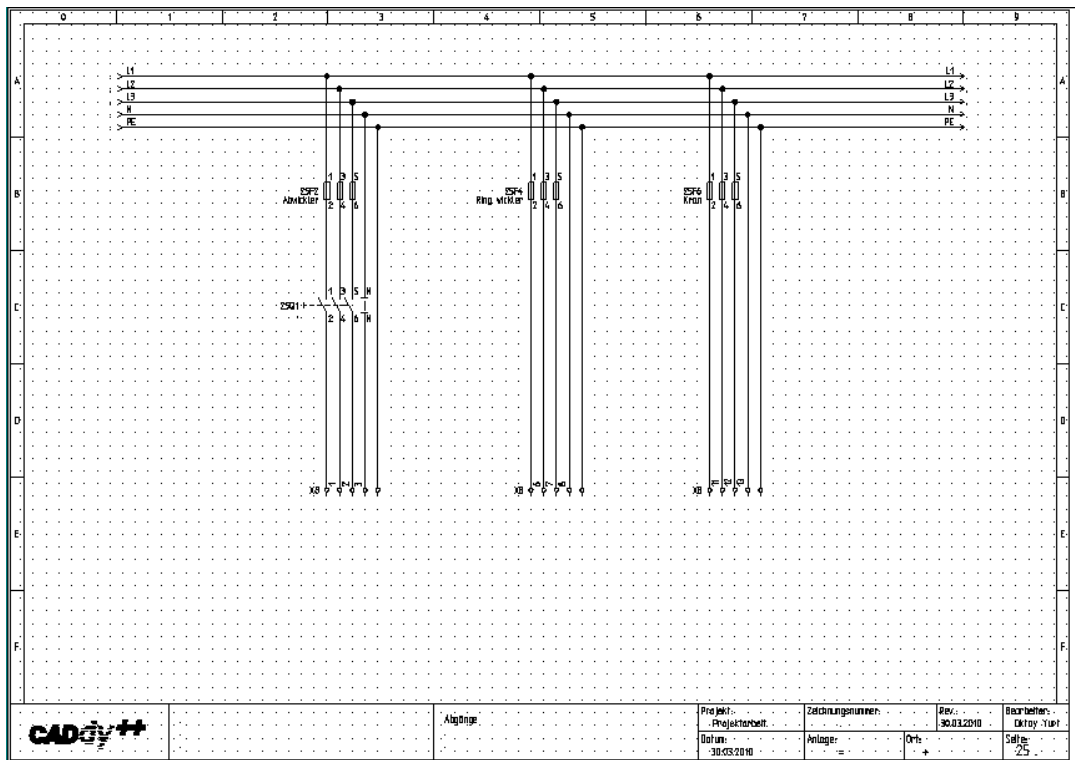


Abb. 104: Ableitung



## 10 Simatic S7 Programm

	Status	Symbol /	Adresse	Datentyp	Kommentar
1	✗		M 0.2	BOOL	
2		10VDC	PAW 754	INT	10VDC Quelle ;-)
3		12S7	E 3.6	BOOL	Verlegung Endlage Links
4		12S8	E 3.7	BOOL	Verlegung Endlage Rechts
5		15K1	A 1.0	BOOL	Festdrehzahl FU Aufwickler Tippen Klemme 29
6		15K2	A 1.1	BOOL	Umrichter Aufwickler Start Klemme 18
7		15K3	A 1.2	BOOL	Umrichter Aufwickler Schnell / Stop Klemme 27
8		15K4	A 1.3	BOOL	Umrichter Aufwickler Drehrichtung / Rückwärts Klemme 19
9		15K5	A 1.4	BOOL	Freigabe Umrichter Verlegung Klemme 27
10		15K6	A 1.5	BOOL	Umrichter Verlegung Start Klemme 18
11		15K7	A 1.6	BOOL	Umrichter Verlegung Schnell verlegung festwert Klemme 29
12		15K8	A 1.7	BOOL	Umrichter Verlegung Reservierung (Links) Klemme 19
13		16R2 -	PEW 754	INT	Solldrehzahl FU Aufwickler
14		16R2 +	PEW 752	INT	Solldrehzahl FU Aufwickler
15		17F1.2	E 3.0	BOOL	Hilfskontakt Motorschutz Aufwickler
16		18F8.2	E 3.1	BOOL	Hilfskontakt Motorschutz Verlegung
17		19F2.1	E 3.2	BOOL	Hilfskontakt Motorschutz ( AS )
18		19F6.2	E 3.3	BOOL	Hilfskontakt Motorschutz ( NAS )
19		20F2.2	E 3.4	BOOL	Hilfskontakt Motorschutz ( AS )
20		20F6.2	E 3.5	BOOL	Hilfskontakt Motorschutz ( NAS )
21		21S5.1	E 2.0	BOOL	Längenmesser Vor-kontakt
22		21S5.2	E 2.1	BOOL	Längenmesser End-kontakt
23		9S0	E 0.0	BOOL	Steuerung Aus
24		9S1	E 0.1	BOOL	Steuerung Ein
25		9S2	E 0.2	BOOL	Verlegung Links Schnell
26		9S3	E 0.3	BOOL	Verlegung Rechts Schnell
27		9S4	E 0.4	BOOL	Stop Verlegung
28		9S5	E 0.5	BOOL	Verlegung Links
29		9S6	E 0.6	BOOL	Verlegung Rechts
30		9S7	E 0.7	BOOL	Drehrichtung Aufwickler
31		Abwickler	FC 14	FC 14	
32		Abwickler/Handbetri...	A 2.3	BOOL	Abwickler/Handbetrieb
33		AI	FC 100	FC 100	normieren eines S7 analogwertes
34		analogwerte	FC 1	FC 1	
35		AS Spannen	A 0.2	BOOL	Motor 21M2 ( AS ) Spannen
36		AS Heben	E 1.0	BOOL	Motor 20M2 (AS) Heben
37		AS Motor Heben	A 0.0	BOOL	Motor 20M2 ( AS ) Heben
38		AS Motor Lösen	A 0.3	BOOL	Motor 21M2 ( AS ) Lösen
39		AS Motor Senken	E 1.1	BOOL	Motor 20M2 (AS) Senken
40		AS Motor Spannen	E 1.3	BOOL	Motor 21M2 ( AS) Spannen
41		AS Pinole Oben	E 2.4	BOOL	Endlage Pinole Oben ( AS )
42		AS Pinole Unten	E 2.5	BOOL	Endlage Pinole Unten ( AS )

Abb. 104: Einfügen der Symboltabelle



	Status	Symbol /	Adresse	Datentyp	Kommentar
43		AS Senken	A 0.1	BOOL	Motor 20M2 ( AS ) Senken
44		Aufwickler EIN	M 1.0	BOOL	Aufwickler Ein
45		Aufwickler/Tippen	FC 12	FC 12	
46		Betrieb	A 2.2	BOOL	Lampe ein
47		DrehrichtungLinks	M 1.5	BOOL	FU Drehrichtung Verlegung
48		Falsch	M 0.0	BOOL	
49		fastEnde	M 1.4	BOOL	vorkontakt
50		Festdrehzahl / Bremse	A 2.0	BOOL	Festdrehzahl FU Aufwickler Tippen Klemme 29 / und Bremse
51		FlankeRich	M 1.6	BOOL	flankenmerker drehrichtung
52		freigabeAuto	M 1.3	BOOL	
53		FU 55 +	PAW 752	INT	Solldrehzahl FU Aufwickler Klemme 55
54		General	FC 9	FC 9	
55		HebenSenken	FC 10	FC 10	
56		kein NOT-AUS	E 4.1	BOOL	NOT-AUS in Ordnung
57		main	OB 1	OB 1	
58		Motor AS Lösen	E 1.2	BOOL	Motor 21M2 ( AS ) Lösen
59		Motor NAS Lösen	A 0.7	BOOL	Motor 21M6 ( NAS ) Lösen
60		Motor NAS Span	A 0.6	BOOL	Motor 21M6 ( NAS ) Spannen
61		NAS Heben	E 1.4	BOOL	Motor 20M6 ( NAS ) Heben
62		NAS Lösen	E 1.6	BOOL	Motor 21M6 ( NAS ) Lösen
63		NAS Motor Heben	A 0.4	BOOL	Motor 20M6 ( NAS ) Heben
64		NAS Motor Senken	E 1.5	BOOL	Motor 20M6 ( NAS ) Senken
65		NAS Pinole Oben	E 2.6	BOOL	Endlage Pinole Oben ( NAS )
66		NAS Pinole Unten	E 2.7	BOOL	Endlage Pinole Unten ( NAS )
67		NAS Senken	A 0.5	BOOL	Motor 20M6 ( NAS ) Senken
68		NAS Spannen	E 1.7	BOOL	Motor 21M6 ( NAS ) Spannen
69		Read Analog Value 4...	FC 101	FC 101	Read Analog Value 460-2
70		Read Analog Value 4...	FC 102	FC 102	Read Analog Value 463-1
71		Read Analog Value 4...	FC 103	FC 103	Read Analog Value 463-2
72		Read Analog Value 4...	FC 104	FC 104	Read Analog Value 464-1
73		Read Analog Value 4...	FC 105	FC 105	Read Analog Value 464-2
74		Read Analog Value 4...	FC 106	FC 106	Read Analog Value 466-1
75		Read Analog Value 4...	FC 107	FC 107	Read Analog Value 466-2
76		richtungsw	M 1.7	BOOL	richtungswechsel
77		Ruckwärts	M 1.2	BOOL	Ruckwärts Tippen
78		Rückwärts Tipp	E 2.3	BOOL	Aufwickler Rückwärts Tippen
79		SollFUAufwickler	MW 24	INT	
80		Spannen	FC 11	FC 11	
81		StopVerl	M 3.0	BOOL	verlegung stoppen
82		VAT_1	VAT 1		
83		Verlegung	FC 13	FC 13	
84		Verlegung Start	M 2.0	BOOL	verlegung soll laufen
85		Vorwärts	M 1.1	BOOL	Vorwärts Tippen

Abb. 105: Einfügen der Symboltabelle

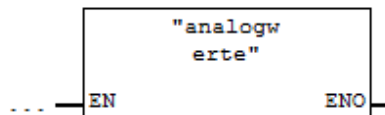


OB1 : "Main Program Sweep (Cycle)"

Kommentar:

Netzwerk 1: Titel:

Kommentar:

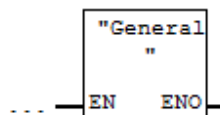


Symbolinformation:

analogwerte FC1

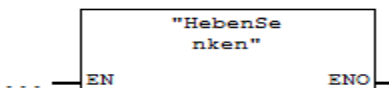
Netzwerk 2 : Titel:

Kommentar:



Netzwerk 3 : FC 10 Heben Senken

Kommentar:

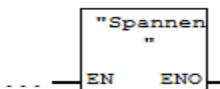


Symbolinformation:

HebenSenken FC10

Netzwerk 4 : FC 11

Kommentar:

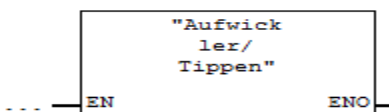


Symbolinformation:

Spannen FC11

Netzwerk 5 : Titel:

Kommentar:



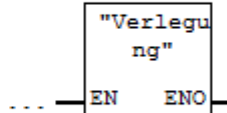
Symbolinformation:

Aufwickler/Tippen FC12



Netzwerk 6 : Titel:

Kommentar:



Symbolinformation:

Verlegung FC13

### FC1

FC1 : Titel:

Kommentar:

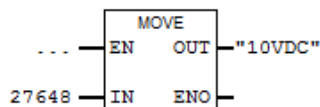
Netzwerk 1 : Titel:

Kommentar:

```
CALL "AI"                FC100      -- normieren eines S7 analogwertes
AI_Wert := "16R2 +"      PEW752    -- Sollzahl FU Aufwickler
Obergrenze := 100
Untergrenze := 0
Norm       := "SollFUAufwickler"  MW24
```

Netzwerk 2 : Immer 10V ausgeben

Kommentar:



Symbolinformation:

10VDC PAW754 -- 10VDC Quelle ;-)

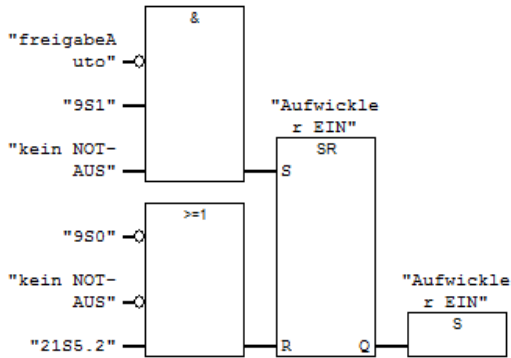


FC9 : general

Kommentar:

Netzwerk 1 : Steuerung ein

Kommentar:

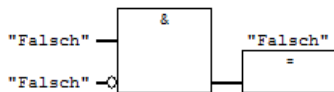


Symbolinformation:

freigabeAuto	M1.3	
9S1	E0.1	-- Steuerung Ein
kein NOT-AUS	E4.1	-- NOT-AUS in Ordnung
9S0	E0.0	-- Steuerung Aus
21SS.2	E2.1	-- Längenmesser End-kontakt
Aufwickler EIN	M1.0	-- Aufwickler Ein

Netzwerk 2 : Titel:

Kommentar:

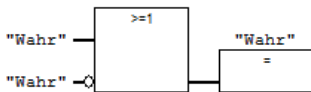


Symbolinformation:

Falsch	M0.0
--------	------

Netzwerk 3 : Titel:

Kommentar:

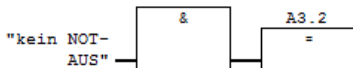


Symbolinformation:

Wahr	M0.1
------	------

Netzwerk 4 : Lampe ein

Kommentar:



Symbolinformation:

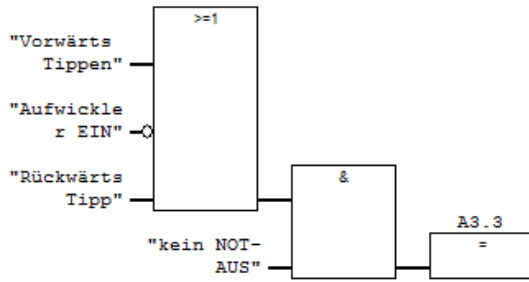
kein NOT-AUS	E4.1	-- NOT-AUS in Ordnung
--------------	------	-----------------------





Netzwerk 5 : Abwickler/Handbetrieb

Kommentar:

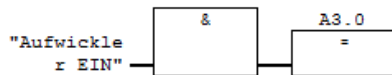


Symbolinformation:

Vorwärts Tippen	E2.2	-- Aufwickler Vorwärts Tippen
Aufwickler EIN	M1.0	-- Aufwickler Ein
Rückwärts Tipp	E2.3	-- Aufwickler Rückwärts Tippen
kein NOT-AUS	E4.1	-- NOT-AUS in Ordnung

Netzwerk 6 : Betriebs / Hand

Kommentar:



Symbolinformation:

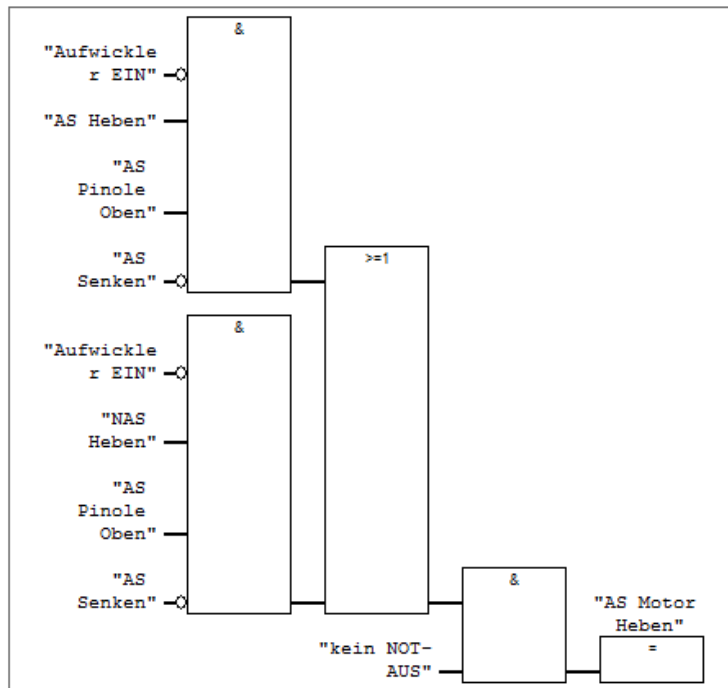
Aufwickler EIN	M1.0	-- Aufwickler Ein
----------------	------	-------------------

FC10 : Titel:

HEBEN Motor AS

Netzwerk 1 : Motor 20M2 Heben AS

Kommentar:



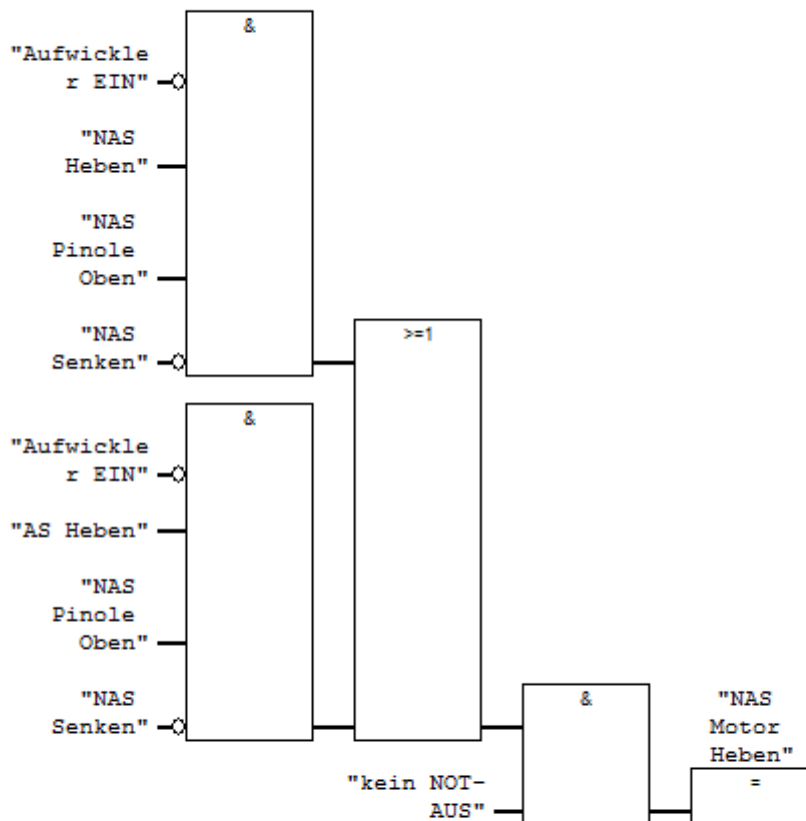


**Symbolinformation:**

Aufwickler EIN	M1.0	-- Aufwickler Ein
AS Heben	E1.0	-- Motor 20M2 (AS) Heben
AS Pinole Oben	E2.4	-- Endlage Pinole Oben ( AS )
AS Senken	A0.1	-- Motor 20M2 ( AS ) Senken
NAS Heben	E1.4	-- Motor 20M6 ( NAS ) Heben
kein NOT-AUS	E4.1	-- NOT-AUS in Ordnung
AS Motor Heben	A0.0	-- Motor 20M2 ( AS ) Heben

**Netzwerk 2 : Motor 20M6 ( NAS ) Heben**

Kommentar:



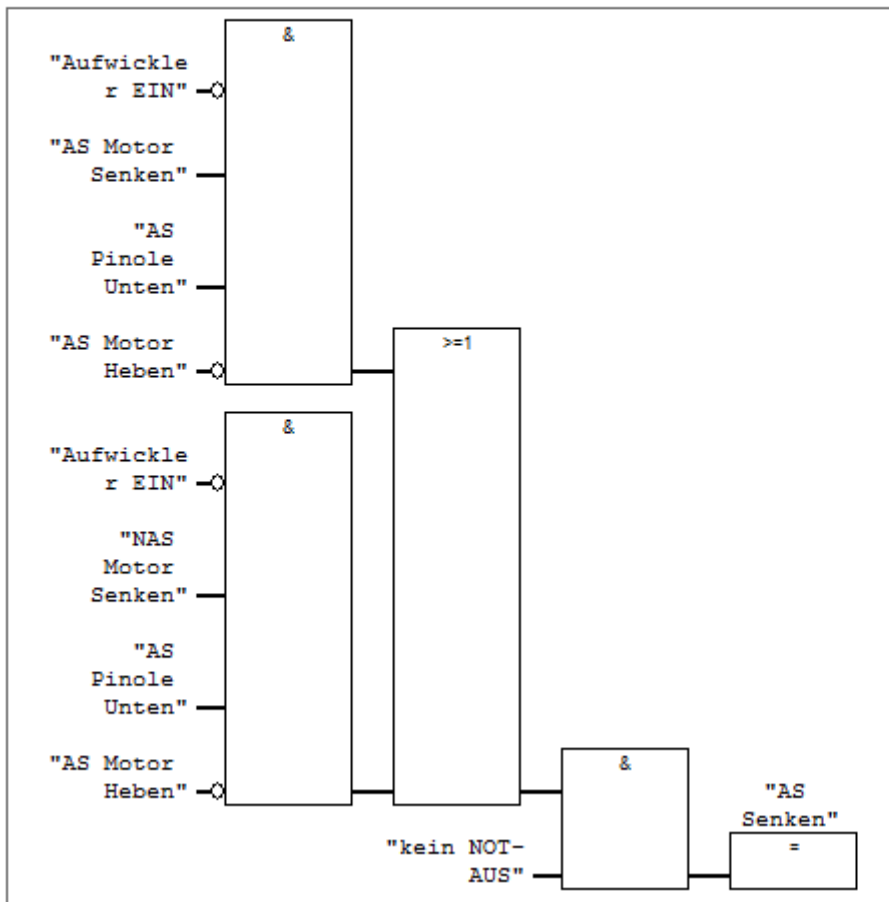
**Symbolinformation:**

Aufwickler EIN	M1.0	-- Aufwickler Ein
NAS Heben	E1.4	-- Motor 20M6 ( NAS ) Heben
NAS Pinole Oben	E2.6	-- Endlage Pinole Oben ( NAS )
NAS Senken	A0.5	-- Motor 20M6 ( NAS ) Senken
AS Heben	E1.0	-- Motor 20M2 (AS) Heben
kein NOT-AUS	E4.1	-- NOT-AUS in Ordnung
NAS Motor Heben	A0.4	-- Motor 20M6 ( NAS ) Heben



**Netzwerk 3:** Motor 20M2 ( AS ) Senken

Kommentar:



**Symbolinformation:**

Aufwickler EIN	M1.0	-- Aufwickler Ein
AS Motor Senken	E1.1	-- Motor 20M2 (AS) Senken
AS Pinole Unten	E2.5	-- Endlage Pinole Unten ( AS )
AS Motor Heben	A0.0	-- Motor 20M2 ( AS ) Heben
NAS Motor Senken	E1.5	-- Motor 20M6 ( NAS ) Senken
kein NOT-AUS	E4.1	-- NOT-AUS in Ordnung
AS Senken	A0.1	-- Motor 20M2 ( AS ) Senken



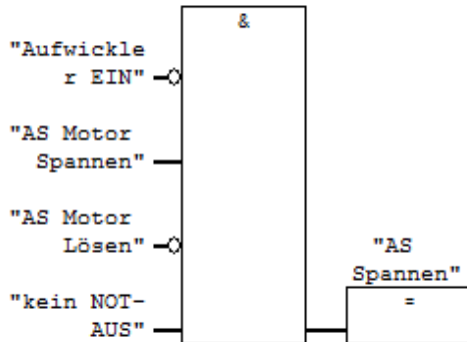


FC11 : Titel:

Kommentar:

Netzwerk 1 : Motor 21M2 ( AS ) Spannen

Kommentar:

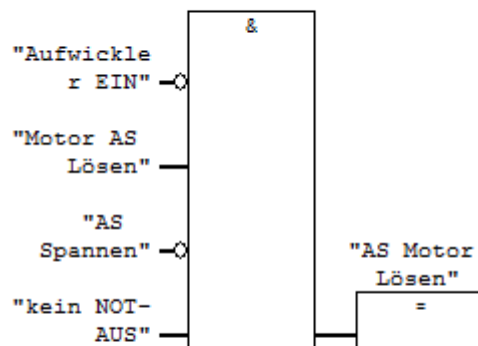


Symbolinformation:

Aufwickler EIN	M1.0	-- Aufwickler Ein
AS Motor Spannen	E1.3	-- Motor 21M2 ( AS) Spannen
AS Motor Lösen	A0.3	-- Motor 21M2 ( AS ) Lösen
kein NOT-AUS	E4.1	-- NOT-AUS in Ordnung
AS Spannen	A0.2	-- Motor 21M2 ( AS ) Spannen

Netzwerk 2 : Motor 21M2 ( AS ) Lösen

Kommentar:



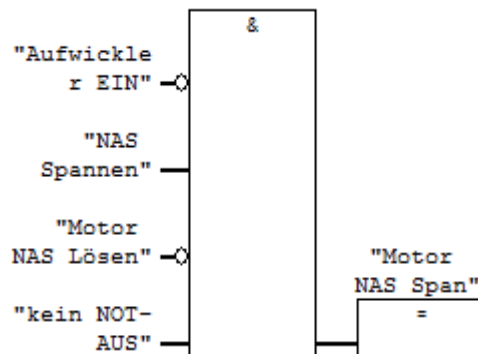
Symbolinformation:

Aufwickler EIN	M1.0	-- Aufwickler Ein
Motor AS Lösen	E1.2	-- Motor 21M2 ( AS ) Lösen
AS Spannen	A0.2	-- Motor 21M2 ( AS ) Spannen
kein NOT-AUS	E4.1	-- NOT-AUS in Ordnung
AS Motor Lösen	A0.3	-- Motor 21M2 ( AS ) Lösen



Netzwerk 3 : Motor 21M2 ( AS ) Spannen

Kommentar:

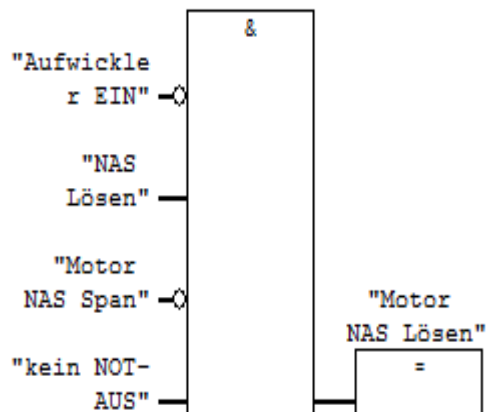


Symbolinformation:

Aufwickler EIN	M1.0	-- Aufwickler Ein
NAS Spannen	E1.7	-- Motor 21M6 ( NAS ) Spannen
Motor NAS Lösen	A0.7	-- Motor 21M6 ( NAS ) Lösen
kein NOT-AUS	E4.1	-- NOT-AUS in Ordnung
Motor NAS Span	A0.6	-- Motor 21M6 ( NAS ) Spannen

Netzwerk 4 : Motor 21M6 ( NAS ) Lösen

Kommentar:



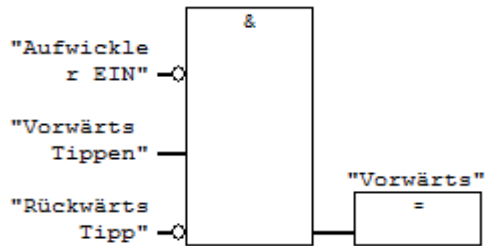
Symbolinformation:

Aufwickler EIN	M1.0	-- Aufwickler Ein
NAS Lösen	E1.6	-- Motor 21M6 ( NAS ) Lösen
Motor NAS Span	A0.6	-- Motor 21M6 ( NAS ) Spannen
kein NOT-AUS	E4.1	-- NOT-AUS in Ordnung
Motor NAS Lösen	A0.7	-- Motor 21M6 ( NAS ) Lösen



Netzwerk 2 : Vorwärts Tippen

Kommentar:

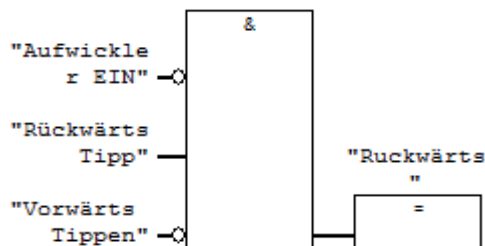


Symbolinformation:

Aufwickler EIN	M1.0	-- Aufwickler Ein
Vorwärts Tippen	E2.2	-- Aufwickler Vorwärts Tippen
Rückwärts Tipp	E2.3	-- Aufwickler Rückwärts Tippen
Vorwärts	M1.1	-- Vorwärts Tippen

Netzwerk 3 : Vorwärts Tippen

Kommentar:



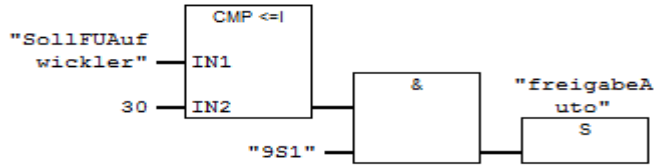
Symbolinformation:

Aufwickler EIN	M1.0	-- Aufwickler Ein
Rückwärts Tipp	E2.3	-- Aufwickler Rückwärts Tippen
Vorwärts Tippen	E2.2	-- Aufwickler Vorwärts Tippen
Rückwärts	M1.2	-- Rückwärts Tippen



Netzwerk 5 : freigabe autostart

Kommentar:

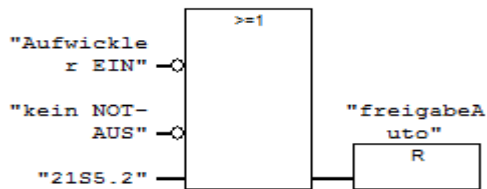


Symbolinformation:

SollFUAufwickler	MW24	
9S1	E0.1	-- Steuerung Ein
freigabeAuto	M1.3	

Netzwerk 6 : Titel:

Kommentar:

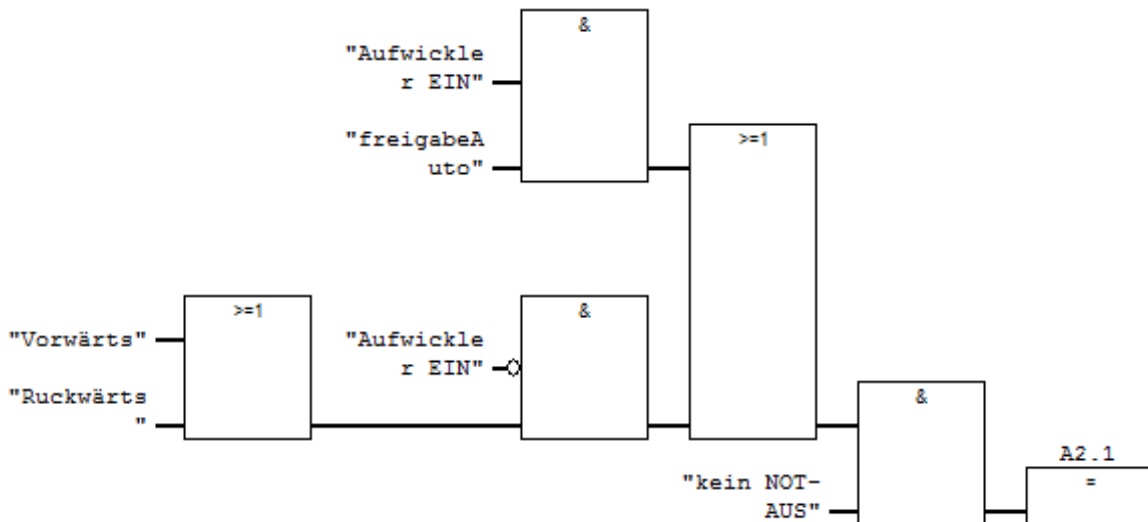


Symbolinformation:

Aufwickler EIN	M1.0	-- Aufwickler Ein
kein NOT-AUS	E4.1	-- NOT-AUS in Ordnung
21S5.2	E2.1	-- Längenmesser Endkontakt
freigabeAuto	M1.3	

Netzwerk 7 : Umrichter Aufwickler Start Klemme 18

Kommentar:



Symbolinformation:

Aufwickler EIN	M1.0	-- Aufwickler Ein
freigabeAuto	M1.3	
Vorwärts	M1.1	-- Vorwärts Tippen
Rückwärts	M1.2	-- Rückwärts Tippen
kein NOT-AUS	E4.1	-- NOT-AUS in Ordnung





Netzwerk 8 : vorkontakt

Kommentar:

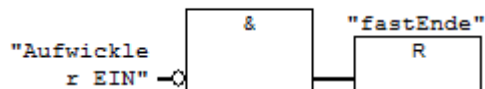


Symbolinformation:

21SS.1	E2.0	-- Längenmesser Vor-kontakt
fastEnde	M1.4	-- vorkontakt

Netzwerk 9 : vorkontakt

Kommentar:

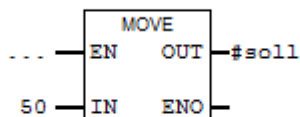


Symbolinformation:

Aufwickler EIN	M1.0	-- Aufwickler Ein
fastEnde	M1.4	-- vorkontakt

Netzwerk 10 : Geschwindigkeit nach Vorkontakt

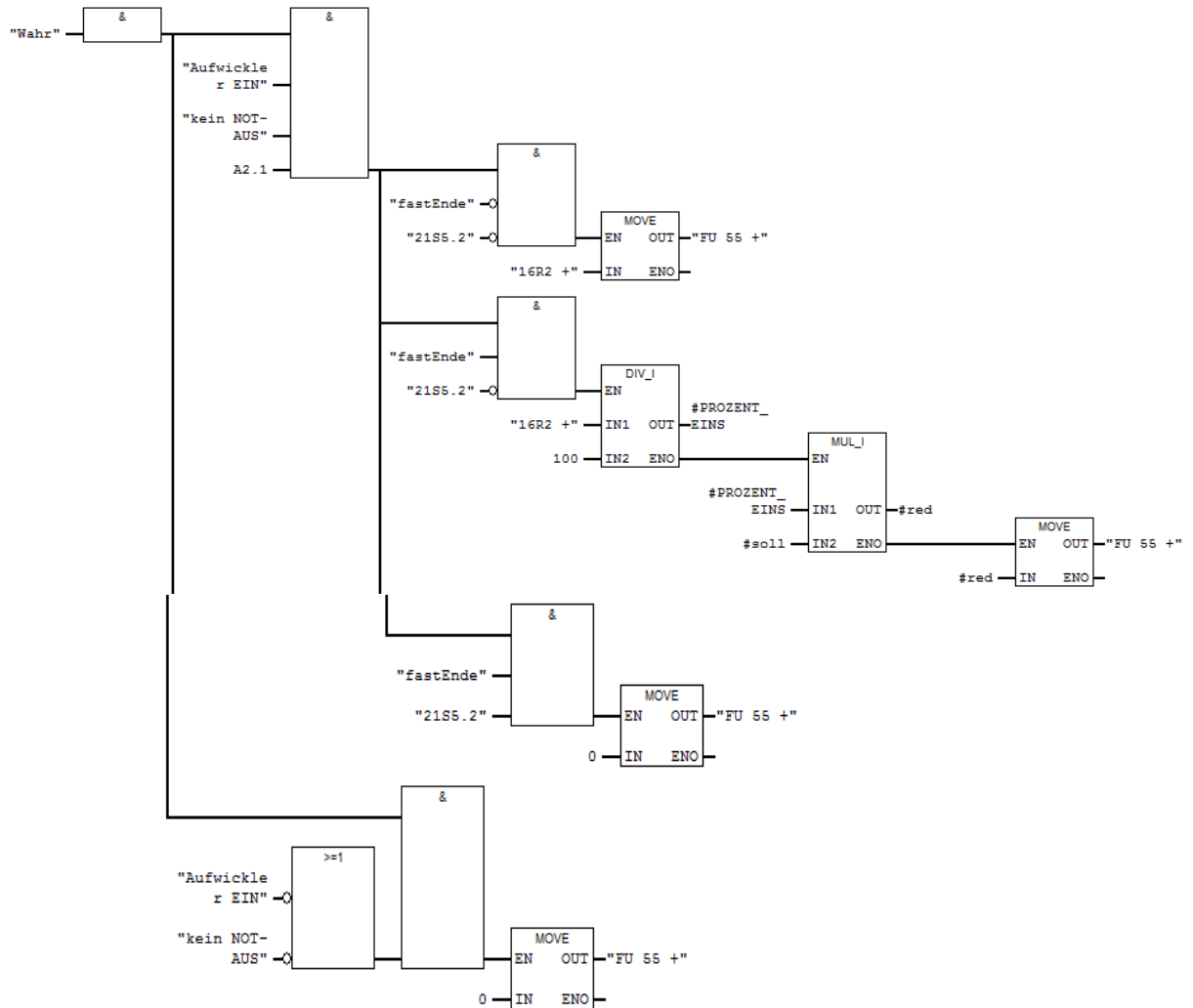
Kommentar:





Netzwerk 11 : Vor/End Kontakt

Kommentar:

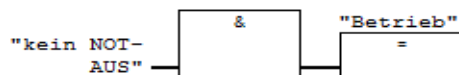


Symbolinformation:

Wahr	M0.1	
Aufwickler EIN	M1.0	-- Aufwickler Ein
kein NOT-AUS	E4.1	-- NOT-AUS in Ordnung
fastEnde	M1.4	-- vorkontakt
21S5.2	E2.1	-- Längenmesser End-kontakt
16R2 +	PEW752	-- Solldrehzahl FU Aufwickler
FU 55 +	PAW752	-- Solldrehzahl FU Aufwickler Klemme 55

Netzwerk 12 : Umrichter Aufwickler Schnell / Stop Klemme 27

Kommentar:



Symbolinformation:

kein NOT-AUS	E4.1	-- NOT-AUS in Ordnung
Betrieb	A2.2	-- Lampe ein

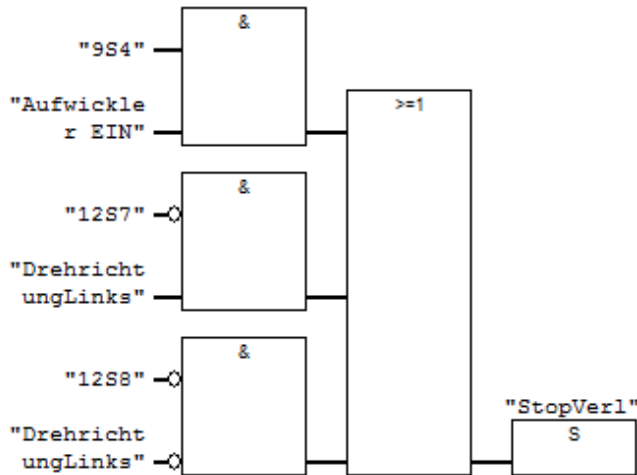


FC13 : Verlegung

Kommentar:

**Netzwerk 1**: verlegung stoppen

Kommentar:

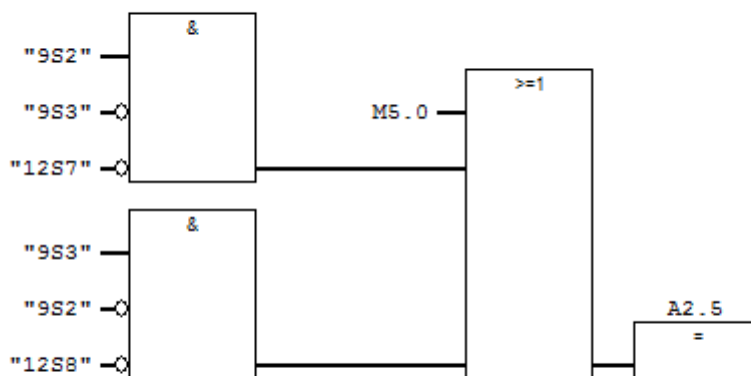


Symbolinformation:

9S4	E0.4	-- Stop Verlegung
Aufwickler EIN	M1.0	-- Aufwickler Ein
12S7	E3.6	-- Verlegung Endlage Links
DrehrichtungLinks	M1.5	-- FU Drehrichtung Verlegung
12S8	E3.7	-- Verlegung Endlage Rechts
StopVerl	M3.0	-- verlegung stoppen

**Netzwerk 2** : verlegung soll laufen

Kommentar:



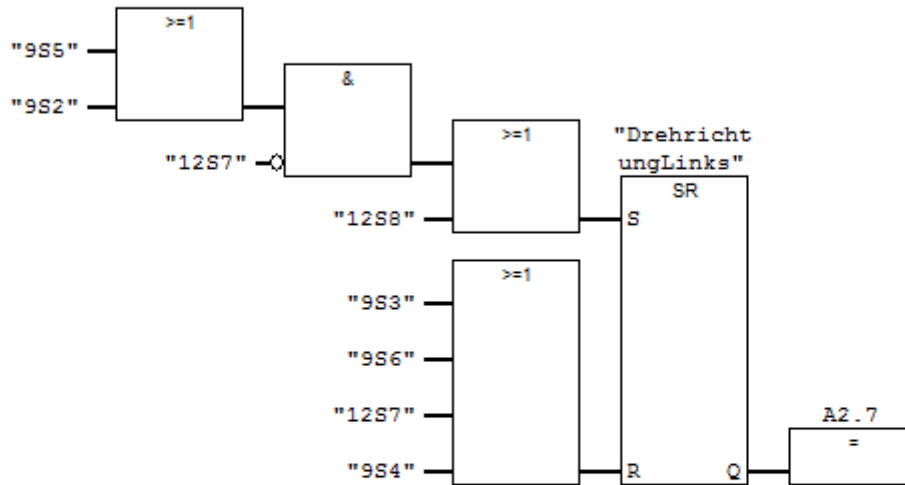
Symbolinformation:

9S2	E0.2	-- Verlegung Links Schnell
9S3	E0.3	-- Verlegung Rechts Schnell
12S7	E3.6	-- Verlegung Endlage Links
12S8	E3.7	-- Verlegung Endlage Rechts



**Netzwerk 3 : Drehrichtung Verlegung links**

Kommentar:

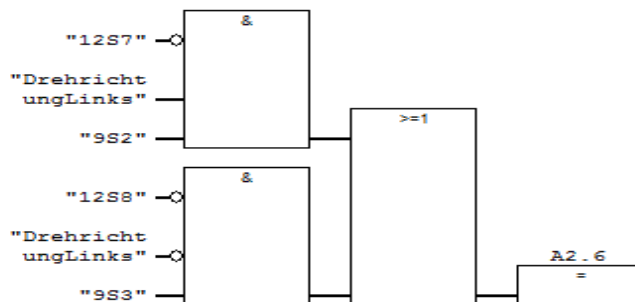


**Symbolinformation:**

9S5	E0.5	-- Verlegung Links
9S2	E0.2	-- Verlegung Links Schnell
12S7	E3.6	-- Verlegung Endlage Links
12S8	E3.7	-- Verlegung Endlage Rechts
9S3	E0.3	-- Verlegung Rechts Schnell
9S6	E0.6	-- Verlegung Rechts
9S4	E0.4	-- Stop Verlegung
DrehrichtungLinks	M1.5	-- FU Drehrichtung Verlegung

**Netzwerk 4 : Umrichter Verlegung Schnell verlegung festwert Klemme 29**

Kommentar:

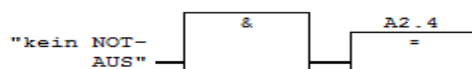


**Symbolinformation:**

12S7	E3.6	-- Verlegung Endlage Links
DrehrichtungLinks	M1.5	-- FU Drehrichtung Verlegung
9S2	E0.2	-- Verlegung Links Schnell
12S8	E3.7	-- Verlegung Endlage Rechts
9S3	E0.3	-- Verlegung Rechts Schnell

**Netzwerk 5 : Umrichter Verlegung Schnell / Stop Klemme 27**

Kommentar:



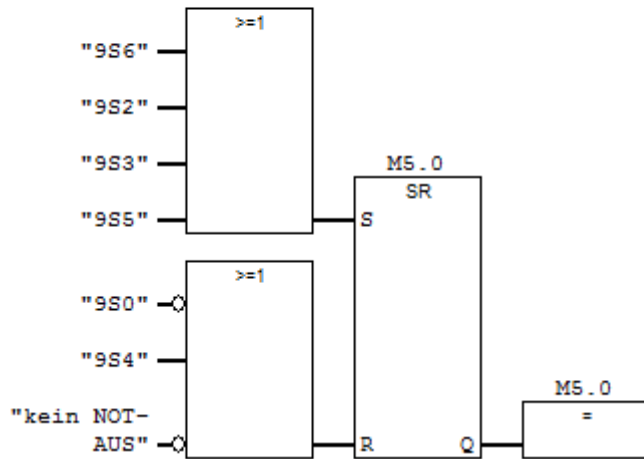
**Symbolinformation:**

kein NOT-AUS	E4.1	-- NOT-AUS in Ordnung
--------------	------	-----------------------



Netzwerk 6 : Umrichter Verlegung Start Klemme 18

Kommentar:



Symbolinformation:

9S6	E0.6	-- Verlegung Rechts
9S2	E0.2	-- Verlegung Links Schnell
9S3	E0.3	-- Verlegung Rechts Schnell
9S5	E0.5	-- Verlegung Links
9S0	E0.0	-- Steuerung Aus
9S4	E0.4	-- Stop Verlegung
kein NOT-AUS	E4.1	-- NOT-AUS in Ordnung

## 11 Wochenbericht

### Wochenbericht 1 (KW 6)

In der ersten Woche führte ich ein Gespräch mit dem Leiter der Instandhaltung Herr Pak über das Projekt. Herwig Buss führte mich anschließend durch die Firma und zeigte mir die Maschine, die automatisiert werden sollte. Mit den gewonnenen Informationen erstellte ich das Konzept und den Zeitplan für das Projekt. Anschließend besorgte ich mir die Software CADdy++ Programm zur Erstellung von Schaltplänen. Dieses installierte ich auf meinem Rechner.

### Wochenbericht 2 (KW 7)

In der zweiten Woche versuchte ich, die Funktion und den Ablauf der Maschine zu beobachten und mir einzuprägen. Anschließend habe ich mich in die Programme Simatic Manager S7 und CADdy++ Flexibel eingearbeitet. Dazu gehörte das Recherchieren im Internet über Informationen zur Arbeitsweise der Programme. Danach bestellte ich das für das Projekt benötigte Material. Dazu musste ich für jede Hardware die Bestell Nr. herausfinden und aufschreiben.



### **Wochenbericht 3 ( KW 8)**

Nach der Einarbeitungsphase konnte ich die ersten Erfolge bei der Erstellung des Stromlaufplans feststellen. Ich habe das Projekt angelegt und hatte den ersten Teil fertig. Des Weiteren musste ich lange über Aufbau und Funktion der Not-Aus-Schalter recherchieren.

### **Wochenbericht 4 ( KW 9)**

Ich machte mit der Schaltplanerstellung für die digitale Baugruppe Eingänge und Ausgänge weiter. Hier musste ich das Bauelement selber zeichnen, da es diese in CADdy ++ nicht gab.

### **Wochenbericht 5 ( KW 10)**

Anfang der fünften Woche setzte ich mich mit dem Projektleitern Herrn Boy und Herrn Buss zusammen, um über die Funktion des Frequenzumrichters zu beraten. Mit Hilfe der Betriebsanleitung und der guten Ratschläge der Projektleiter konnte ich erste gute Erfolge sehen.

### **Osterferien**

Aufgrund der anfänglichen Schwierigkeiten nutzte ich die gesamten Osterferien für mein Projekt. Nachdem ich die Hardware-Aufteilung für den Schrank festgelegt habe, fing ich mit der Befestigung der Hardwareelemente und dem Kabelkanal an dem Schaltschrank an. Dann verdrahtete ich den Schaltschrank nach dem erstellten Schaltplan. Die Verdrahtung hatte ich ohne Schwierigkeiten nach vier Tagen fertig. Anschließend fing ich an, SPS Programm zu schreiben. Dafür legte ich als erstes die Projektdatei an und konfigurierte die verdrahtete Hardware. Da Schulferien waren konnte ich mich intensiv um die Programmierung kümmern. Ich kam sehr gut und schnell mit der Programmierung zu Recht.

### **Wochenbericht 6 ( KW 14)**

Ich habe das Schreiben des Programms beendet. Da ich dann sehr gut in meinem Zeitplan lag, entschieden wir, vorerst das Programm auf CPU zu testen. Dafür machte ich/wir ein Bedienpult und vier Elektromotoren für die Simulation fertig.

### **Wochenbericht 7 ( KW 15)**

Ich simulierte das Programm auf die CPU und änderte ein paar Feinheiten. Da wir entschieden haben die Maschine in der (KW 17) umzubauen, fing ich dann mit meiner Projektdokumentation an.



### **Wochenbericht 8 ( KW 16)**

Ich habe die Außensteckdose für 230V/400V an den Schaltschrank angebracht und machte dann mit der Projektdokumentation weiter.

### **Wochenbericht 9 ( KW 17 )**

Da die Maschine immer in Produktion war, haben wir entschieden, den Umbau über das Wochenende des 1. Mai zu machen. Zuerst habe ich die alten Schaltschränke abgeklemmt und abgebaut. Danach stellte ich durch Messung die benötigten Kabel fest und schloss diese an. Dann habe ich den Ablauf der Maschine kontrolliert und die Veränderungen vor Ort korrigiert.

## **12 Komplikationen**

Bei einem Projekt in dieser Größenordnung treten natürlich auch während der Realisierungsphase einige Probleme auf. Am Beginn meiner Projektphase gab es viele Hard- und Softwarekomplikaionen.

### **12.1 CADdy++**

Beim Installieren und Einarbeiten des CADdy++ Programms, gab es anfangs Probleme, Da sich das Programm nicht auf Windows Vista installieren ließ. Daher habe ich den angezeigten Fehler im Internet recherchiert und konnte auf diese doch noch das Programm auf meinem Rechner installieren. Außerdem benötigte ich anfangs viel Zeit, um mich in das mir völlig neue Programm CADdy++ einzuarbeiten. So nahm es viel Zeit in Anspruch, die benötigten Symbole zu finden und so platzieren, dass der Strompfad diese automatisch erkennen konnte. Nach der intensiven Einarbeitung in das Programm, bin ich jedoch sehr gut mit diesem zurechtgekommen.

### **12.2 Simatic Step7**

Zunächst musste ich herausfinden, wie die Konfiguration der Hardwarekomponenten funktioniert. Die Analog Eingangs/Ausgangs Baugruppe machte mir dabei am meisten Probleme. Ich brauchte 10V für das Potentiometer, um die Geschwindigkeit des Aufwicklers und die Verlegung über den Frequenzumrichter mit dem Potentiometer steuern zu können. Ich habe herausgefunden, das CPU bei eingestelltem Wert von 27648 10V hat. Somit habe ich den Wert 27648 immer auf den analogen Ausgang PAW754 gelegt und den Potentiometer auf PAW754.

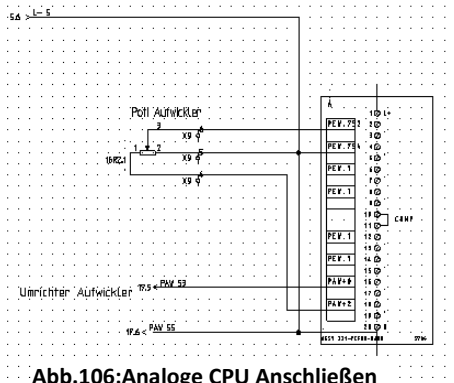
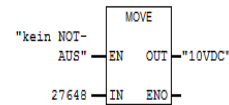


Abb.106:Analoge CPU Anschließen

Netzwerk 2 : Immer 10V ausgeben

Kommentar:



Symbolinformation:

kein NOT-AUS E4.1 -- NOT-AUS in Ordnung  
10VDC PAW754 -- 10VDC Quelle ;-)

Abb.107: Ausgeben 10V Auf PAW 754

Auch das Programmieren der Frequenzumrichter machte mir Probleme. Ich hatte am Anfang keine Ahnung, wie ich die schutzgesteuerten Frequenzumrichter über SPS steuern soll. Als erstes habe ich versucht herauszufinden, wie der FU angeschlossen ist, sowie Funktion und Parametrierung der vorhandenen Klemmen. Mit Hilfe des Danfoss-Handbuchs, das ich von der Firma bekommen habe, konnte ich mich gut einarbeiten und mein SPS Programm auch für Frequenzumrichter erstellen.

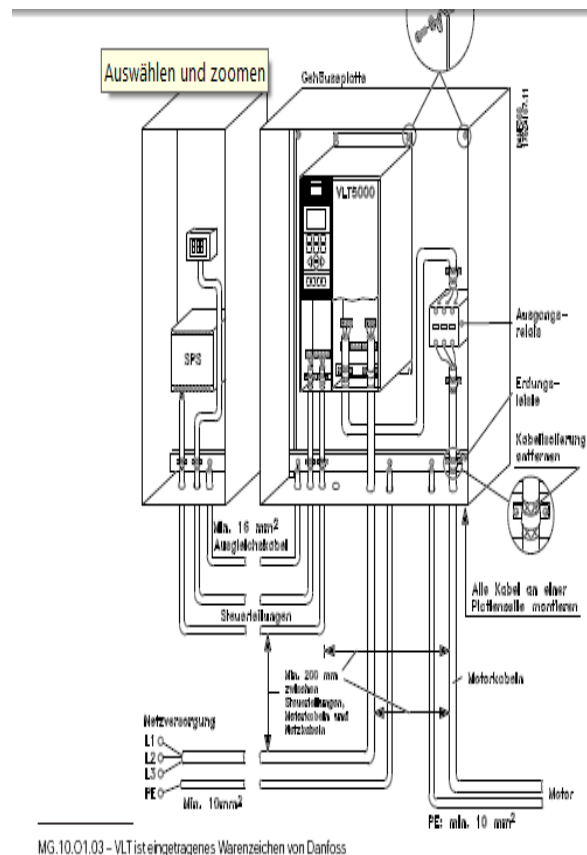


Abb.108: Anschließen der Frequenzumrichter





### 12.3 Schaltschrankverdrahten

Da ich die Schaltpläne selber entwickelt hatte, war es kein Problem den Schaltschrank zu verdrahten. Lediglich bei der Aufteilung der Hardware-Elemente im Schaltschrank war ich mir unsicher. Nachdem ich mir den Aufbau ein paar anderer Schaltschränke in der Fertigung angeschaut habe, konnte mir ein guter Einblick über den Aufbau eines Schaltschranks machen.



Abb.109: Platzieren aufteilt die Hardware

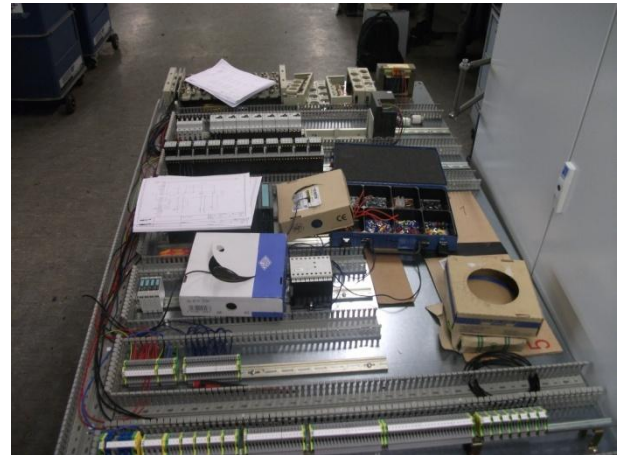


Abb.110: Verdrahtet der Schaltschrank nach erstellten stromlaufplan

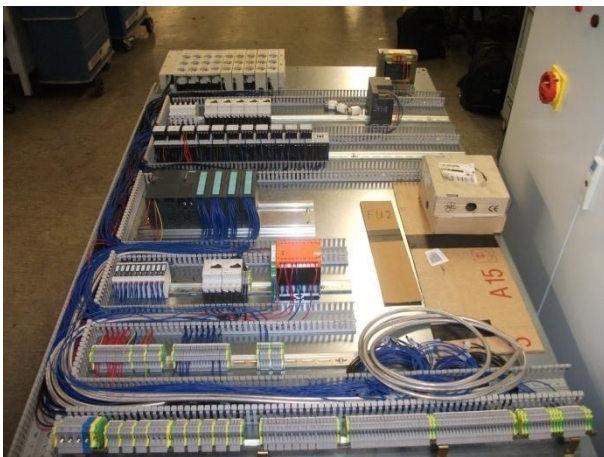


Abb.111: Fertig Verdrahtet



Abb.112: Befestigung wand im Schaltschrank angebracht



## 12.4 Simulieren

Bevor ich den Schaltschrank an die Maschine klemmen wollte, simulierte ich das Programm an dem Schaltschrank. Da mein Laptop keine PG Schnittstelle hat, für die Übertragung des Programms an CPU, habe ich mir für die Simulation eines ausgeliehen. Da ich den Byte 0 und Byte 1 bei den Klemmen vertauscht hatte, lief nur ein Teil des Programms richtig. Nachdem ich die Byte 0 Byte 1 richtig abgeklemmt habe konnte ich dann den größten Teil des Programms auch auf Richtigkeit überprüfen. Beim Frequenzumrichter überprüfte ich den Schaltzustand der Eingänge und Ausgänge des CPU und der Relais auf ihre Richtigkeit.

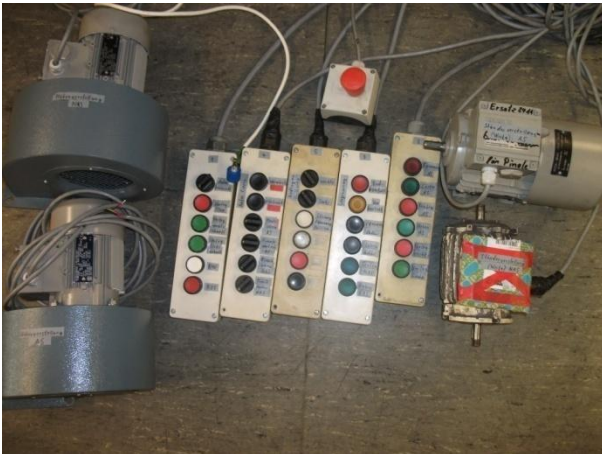


Abb.113: Extra gefertigte Bedient Pult und Motoren für die Simulation



Abb,114: Online Beobachten

## 12.5 Umbau der Maschine

Ich war sehr gut in der Zeit und war frühzeitig mit dem Schaltschrank fertig. Da die Maschine in der Fertigung gebraucht wurde und auch am Wochenende in Gebrauch war, war es sehr schwierig ein Termin zu finden, an dem die Maschinen umgebaut werden konnten. Daher nutzte ich Samstag den 1. Mai (Feiertag) um die Maschine umzubauen. Am Freitag fing ich mit dem Abklemmen der alten Maschine an. Da die Beschriftung der angeschlossene Kabel undeutlich war, musste ich alle benötigten Kabel durch messen herausfinden.



Abb,115:Alte Schaltschrank

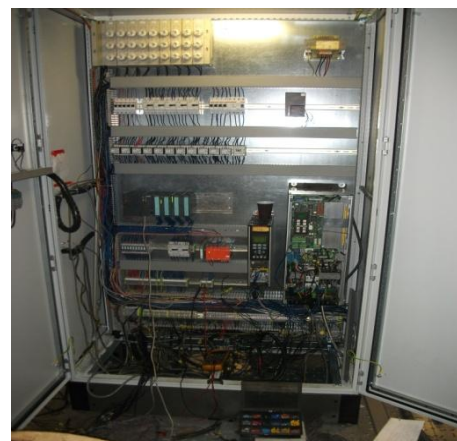


Abb116: Herausfinden der benötigte Kabel,



Abb,117: Bedient Pult beim umbau Messung



Abb,118: Bedienpult Aufwickler

Nachdem ich die benötigten Kabel herausgefunden und auch angeschlossen habe, überprüfte ich die Einzelschritte der Maschine vor erst im Handbetrieb, danach im Automatikbetrieb. Lediglich bei der Verlegung hatte ich paar Ablaufprobleme.

1. Die Verlegung konnte man nur links drehen.
2. Wenn die Verlegung auf die Endtaster links oder rechts Kam schaltete diese nicht um.
3. Schnell-Verlegung rechts ging nicht.
4. Verlegung ging nicht auf Stopp.

Alle diese Probleme Habe ich vor Ort an SPS Programm korrigiert. Nachdem ich die Maschine so zu laufen bekommen habe, wies ich die Arbeiter an der Maschine ein. Vor der Abnahme der Maschine überprüften der Automatisierung-Techniker Herr Boy, der Leiter der Elektrik, Herr Schmidt und Herr Buss die Anlage auf SPS Programm sowie die Schaltschrankverdrahtung und den Schaltplan auf die Richtigkeit und Einhaltung der Sicherheitsvorschriften. Nach ihrem Zustimmung übergab ich die Maschine.



## 13 Resümee

### 13.1 Erweiterungsmöglichkeiten

Natürlich ist diese zeitlich begrenzte Projektaufgabe noch nicht am Ende der technischen Möglichkeiten angelangt. In den nachfolgenden Punkten möchte ich noch mal einige Erweiterungsmöglichkeiten ansprechen, die für Zukunft vielleicht noch recht sinnvoll sein könnten.

Ich denke es wäre z.B. ein Vorteil, das Bedienpult durch ein bewegliches Panel Bedien-Pult zu ersetzen. So hätte man alle Bedien-Elemente zusammen. Man kann auch die Funktion noch mehr erweitern, z.B. Vollautomatisierung der Aufwickler-Station. So dass die Station automatisch die Größe der aufzuwickelnden Trommel erkennt. Außerdem ist wichtig, dass man den Abwickler auch in dem Schaltschrank verdrahten sollt und einheitlich automatisiert,

### 13.2 Reflexion

Nach erfolgreichem Abschluss der Projektphase bin ich in erster Linie erleichtert, meinem persönlichen Erwartungen und dem zehnwöchigen Zeitplan gerecht geworden zu sein. Mit dem Projekt habe ich mich einer aufwendigen und anspruchsvollen Aufgabe gestellt und diese in intensiver Eigenarbeit gelöst. Dabei konnte ich mein Fachwissen erweitern und bestehende Kenntnisse festigen. Rückblickend war es eine gute Entscheidung, die gesamten Osterferien an dem Projekt gearbeitet zu habe, um so zu vermeiden, in Zeitdruck zu kommen, da ich nicht nur programmierte, sondern auch einen neuen Schaltschrank entworfen habe und verdrahten musste. Die Zusammenarbeit mit den Mitarbeitern, sowie deren Unterstützung, war vorbildlich.



### 13.3 Ergebnis des Umbau

- Schaltschrank entspricht jetzt den Sicherheitsvorschriften und –Anforderungen.
- Der Schaltschrank wurde modernisiert und den aktuellen Standards angepasst.
- Der Schaltschrank wurde automatisiert.
- Der Umbau führt zu einer Arbeitserleichterung.
- Der Umbau führt zu einer schnelleren Produktionszeit.
- Erleichterung der Fehlerbehebung an den Schaltschränken durch neue Schaltpläne.
- Die äußere Erscheinung der Maschine wurde modernisiert.
- Arbeitserleichterung für die Mitarbeiter.



Abb,129: Alte Zustand



Abb,120: Neue Zustand

### 13.4 Schlusswort

Abschließend ist zu sagen, dass dies ein sehr komplexes und noch stark ausbaufähiges Projekt ist. Ich möchte noch einmal einen großen Dank an die Firma Waskönig+Walter GmbH richten, die mir überhaupt erst diese Arbeit für meinen Techniker-Abschluss ermöglicht hat. Ein besonderes Dankeschön gilt auch den Leitern der Instandhaltung, Herrn Pak und Herrn Schmidt, für ihr Vertrauen sowie Herrn Buss und Herrn Boy, die mich immer mit guten Tipps und Denkanstößen unterstützt haben.



### 13.5 Quellen

In dieser Dokumentation und zur Erstellung der Software wurden folgende Unterlagen dieser Firma verwendet:

- Unterlagen der Schule
- PDF Dateien auf der STEP7 Software
- Internetseite <http://de.wikipedia.org/wiki/Hauptseite>
- Internetseite <http://w1.siemens.com/entry/de/de/>
- Lehrbücher
- Danfoss VTL 500 Handbuch
- <http://www.digitable.de/pdf-dateien/VLT5000%20Bremswiderstaende%20Flachbau.pdf>
- Internet
- "Automatisierungssystem S7-300, Aufbauen, CPU-Daten" Handbuch,
- <http://www.ei-ti.de/pruefung/TippsProjektdokumentation.pdf>