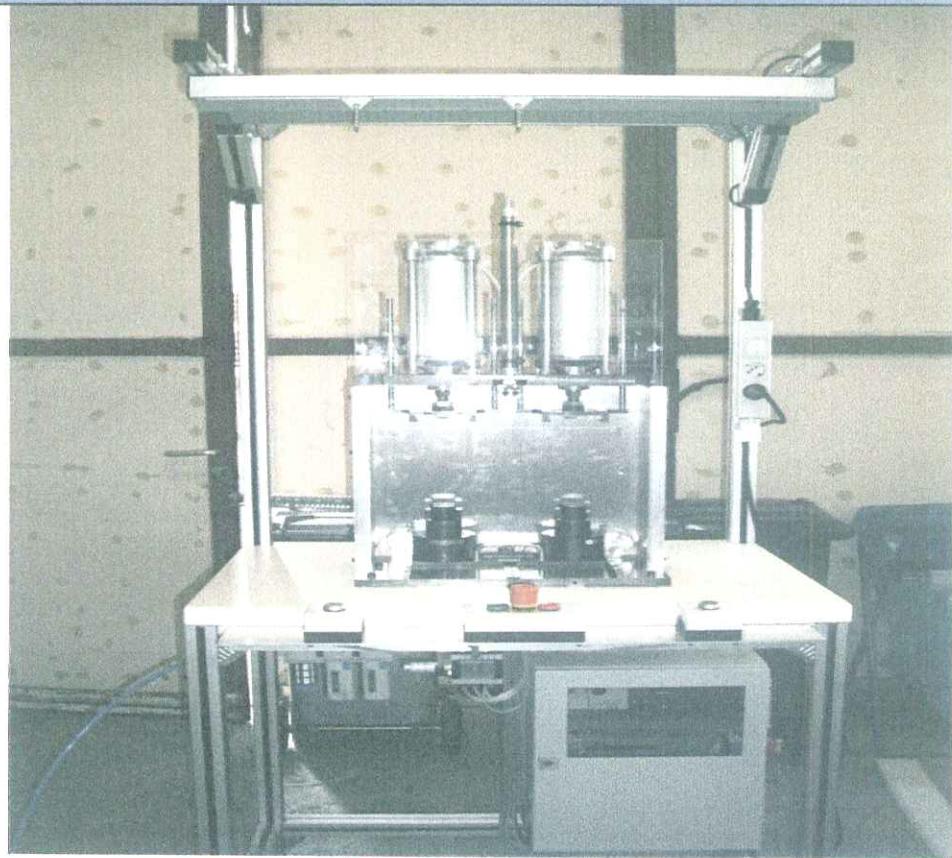


Projektdokumentation: Gehäusepresse M63 zum Einpressen von Magnetschalen und Spannfedern in ein Motorgehäuse



Ausbildungsbetrieb:

Kählig Antriebstechnik GmbH
Pappelweg 4
30179 Hannover

Marco Adam, Projektbetreuer

160
Schulenburger Landstraße 160
30419 Hannover



Industrie- und Handelskammer
Hannover

Prüfungsteil A

Antragsteller /-in:

Thomas Pflug

Prüf.-Nr.

1403

Datum:

12.05.2003

Bestätigung über durchgeführte Projektarbeit

diese Bestätigung ist mit der Projektdokumentation einzureichen
Abschlussprüfung Winter / Sommer 03

Projektbezeichnung:

Umbau der Gehäusepresse M63

Projektbeginn: 01.03 Projekt fertigstellung: 08.05 Zeitaufwand in Std.: 30

Bestätigung der Ausbildungsfirma:

Wir bestätigen, dass der/die Auszubildende das oben bezeichnete Projekt einschließlich der Dokumentation im Zeitraum

vom: 01.03. bis: 08.05 selbstständig und betriebsüblich ausgeführt hat.

Projektbetreuer/-in in der Firma:

Marcus	Adam	0511/6749348	
Vorname	Name	Telefon	Unterschrift

Ausbildungsverantwortliche(r) in der Firma:

Marcus	Adam	0511/6749348	
Vorname	Name	Telefon	Unterschrift

Prüfungsteilnehmer/-in


Unterschrift

Inhaltsverzeichnis

Inhaltverzeichnis	1
Anlagenverzeichnis	2
1. Allgemeine Beschreibung	3
1.1 Aufbau	3
1.2 Grundlagen	4
2. Auftragsbeschreibung	5
2.1 Allgemeines	5
2.2 Ausgangszustand	5
2.3 Zeitplanung.....	6
3. Auftragsbearbeitung	7
3.1 Mechanik und Metalltechnik.....	7
3.2 Elektrotechnik	8
3.3 Pneumatik.....	9
3.4 VDE – Messung	9
3.5 Steuerungsablauf	10
4. Veränderungen zum Prüfungsantrag	11
5. Resümee.....	11
6. Ehrenwörtliche Erklärung	11

Anlagenverzeichnis

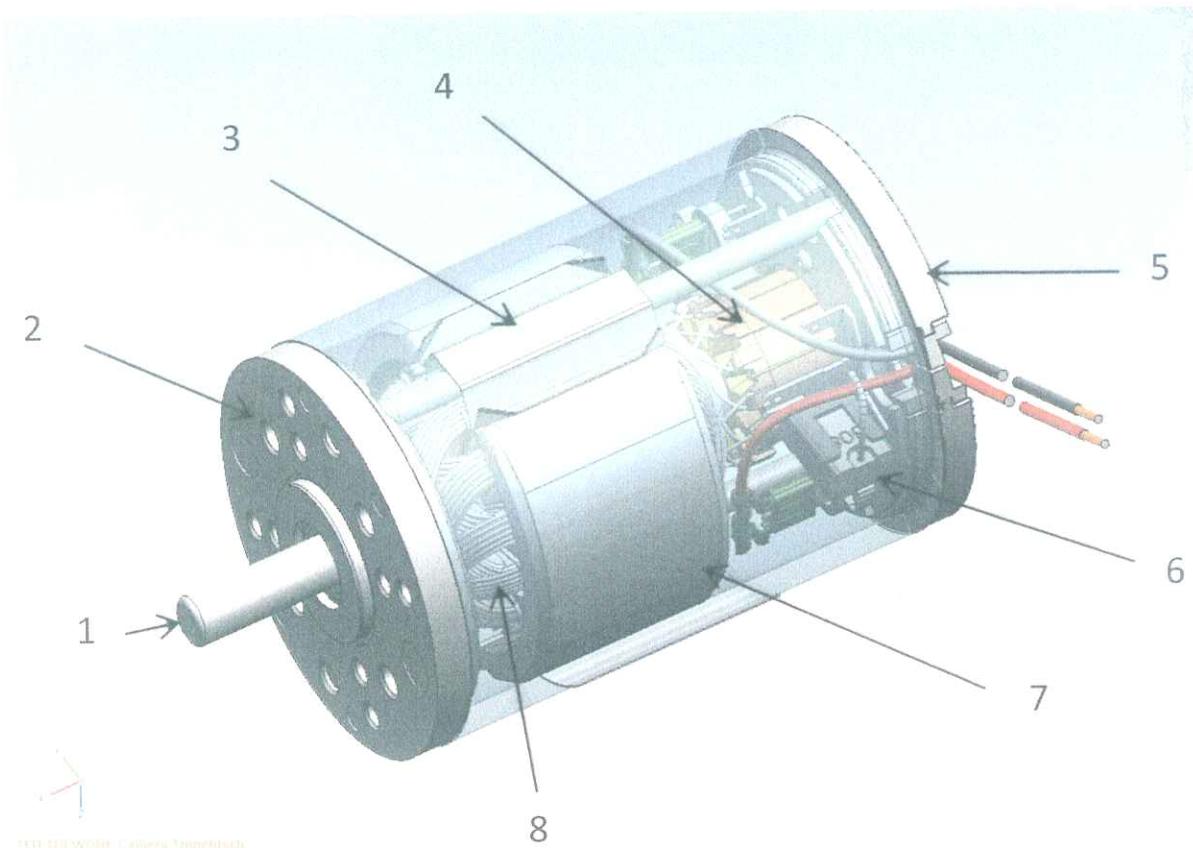
Anlagen	12
1. Bildgalerie	13
2. Stückliste	21
3. Pneumatikplan	23
4. Stromlaufpläne	25
5. Programmausdruck	33
6. Inbetriebnahmeprotokoll	40
7. Datenblätter	43
8. Technische Zeichnung	50
9. Quellenverzeichnis	54

1. Allgemeine Beschreibung

Zum besseren Verständnis beziehe ich mich in meiner einleitenden Beschreibung auf den allgemeinen Aufbau und den Grundlagen unserer Gleichstrommotoren.

1.1 Aufbau

Um die Zusammenhänge der gegenseitigen Einflüsse besser zu verstehen dient die nachfolgende Schnittzeichnung. Diese stellt einen M63 Motor der Kählig Antriebstechnik dar.

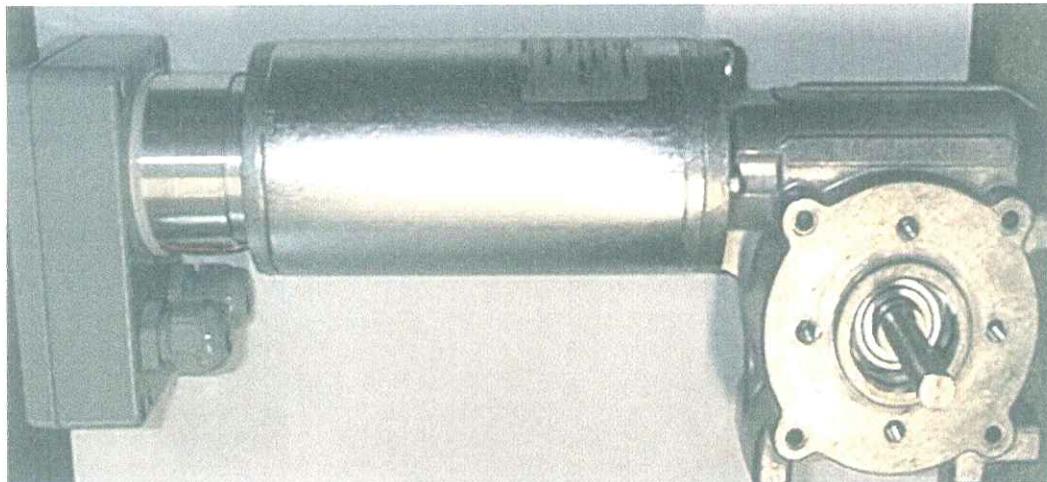


- | | | | | | |
|---|----------------|---|----------------|---|---------------|
| 1 | Motorwelle | 4 | Kollektor | 7 | Dauermagnet |
| 2 | AS-Lagerschild | 5 | BS-Lagerschild | 8 | Ankerwicklung |
| 3 | Spannfeder | 6 | Kohlebürsten | | |

1.2 Grundlagen

Jeder Elektromotor bezieht seine Kraft aus zwei aufeinander einwirkenden Magnetsystemen. Eines davon steht fest, daher wird es als Stator bezeichnet. Das andere Magnetsystem rotiert im Feld des ersten und heißt Rotor. Aus der Wechselbeziehung der beiden Magnetfelder wird elektrische Energie in mechanische Energie, in diesem Fall Rotationsenergie, umgewandelt. Dies geschieht durch das ständig wechselnde Anziehen und Abstoßen der Pole.

Das benötigte Drehmoment an der Motorwelle wird entweder durch die Wicklung im Anker oder durch ein angebautes Getriebe erzeugt. Entsprechende Getriebe werden bei der Kählig Antriebstechnik GmbH vormontiert. (**siehe Bild unten**)



KAG Motor mit Getriebe

2. Auftragsbeschreibung

2.1 Allgemeines

In meinem Ausbildungsbetrieb **Kählig Antriebstechnik GmbH** werden Gehäusepressen dazu verwendet, Magnetschalen, unter Zuhilfenahme von Spannfedern, in ein Gehäuse einzupressen und zu fixieren. Da wir verschiedene Motortypen in der M63-Reihe haben, müssen die Magnetschalen auf das jeweilige Setzmaß der Motortypen eingepresst werden. Dieses Setzmaß wurde mit verschiedenen Größen von Oberwerkzeugen und Unterwerkzeugen erreicht.

Das Einpressen fand bisher rein pneumatisch mit Druckluftzylindern und die Endabfrage (Setzmaß) mit Rollenhebeln statt. Da diese Abfrage sehr manipulationsanfällig ist, bestand mein Auftrag darin, diese Pneumatikpresse in eine SPS-gesteuerte Presse umzubauen. Die Endabfrage findet nun durch induktive Sensoren statt. Außerdem ist der Umbau der Ober- und Unterwerkzeuge nicht mehr nötig, da Sensoren auf verschiedenen Höhen, die den jeweiligen Setzmaßen entsprechen, angebracht sind.

Da der Umfang aller Arbeiten im Laufe des Umbaus den Zeitrahmen überzog, konnte ich nicht alle Arbeiten allein durchführen. Im Gesamten wurde jedoch die ganze Breite der Themen von mir bearbeitet.

2.2 Ausgangszustand

Für den Umbau der Gehäusepresse wurde mir ein Standardarbeitsplatz und ein von einem Arbeitskollegen und mir vormontierten und bestückten Schaltschrank zur Verfügung gestellt. Andere Teile wie z.B. induktive Sensoren, Ventilinsel, Wartungseinheit, SPS, Druckluftzylinder und Material für die Bearbeitung der Rückwand, den Seitenwände und den Zylinderhalterungen habe ich nach Absprache mit meinen Projektbetreuer herausgesucht und bestellt. Befestigungsmaterial, Verschraubungen, Schläuche, Aderendhülsen und Kabel (4mm^2 ; $2,5\text{mm}^2$; $1,5\text{mm}^2$; $0,75\text{mm}^2$; $0,5\text{mm}^2$) entnahm ich nach Bedarf aus dem Lager oder bekam es weiterhin zur Verfügung gestellt.

2.3 Zeitplanung

Schwerpunkt		Soll (in Std.)	Ist (in Std.)
Planung	Informationsbeschaffung	2,5	2
	Arbeits- und Ablaufplanung	2	3
	Materialdisposition	1,5	2
Durchführung/ Kontrolle	Montieren/Demontieren/ Verdrahten/ Verbinden/Einstellen/ Abgleichen	10	12
	Programmieren/ Konfigurieren	3,5	5
Dokumentation	Inbetriebnehmen/ Fehlersuche/ Störungsbeseitigung	4	2
	Ändern/Erstellen	5	7
Summe:		28,5	33

3. Auftragsbearbeitung

3.1 Mechanik und Metalltechnik

Bevor ich mit den Umbaumaßnahmen beginnen konnte, musste zunächst die bestehende Gehäusepresse komplett demontiert werden. (**siehe Bild 1**) Hierzu entfernte ich als erstes die Pneumatikschläuche zwischen den Ventilen und den Zylindern. (**siehe Bild 2**) Danach habe ich die Ventile von der Rückwand und die Zylinder vom Deckel abgeschraubt. Nachdem die Komponenten entfernt waren konnte das Grundgestell bestehend aus Grundplatte, Führungsschienen, Seitenwände, Rückwand und Deckel demontiert werden. Die Komponenten wurden je nach Wiederverwertbarkeit von mir ordnungsgemäß entsorgt oder aufbereitet.

Für den Umbau war es notwendig neue Seitenwände und eine neue Rückwand zu fertigen. Für die Seitenwand prüfte ich als erstes die Rohmaße und spannte sie dann in den Schraubstock der Fräse um die Stirnflächen plan zu fräsen. Zur Kontrolle überprüfte ich nochmal die Länge der Seitenwand. Im Anschluss tastete ich die Kanten der Seitenwand mit einem Kantentaster an um von den Kanten die genauen Maße für die Bohrungen an der rückseitigen Fläche zu setzen. Danach spannte ich die Seitenwand im Schraubstock um, tastete die Kanten wieder mit dem Kantentaster an und setzte die Bohrungen auf der Seitenfläche. Das Gleiche tat ich auch mit der anderen Seitenwand. Anschließend entgratete ich alle Kanten mit einer Schlichtfeile und schnitt das M5-Gewinde. (**siehe Bild 3**) Als beide soweit fertig waren, mussten nur noch die Bohrungen an den Stirnflächen gesetzt werden. Mit Hilfe eines Höhenanreißers ermittelte ich die Bohrpunkte an den Stirnflächen. Danach körnte ich die Punkte mit einem Körner und einem Hammer. Darauf folgend bohrte ich mit einem Bohrer (\varnothing 6,8mm) und einer Ständerbohrmaschine die Bohrungen für das M8 Gewinde an den Stirnseiten. Nachdem ich das M8 Gewinde geschnitten habe, verschraubte ich die Seitenwände mit dem Deckel und der Grundplatte und richtete die Flächen zueinander bündig aus. Als nächstes bohrte ich die \varnothing 8H7 Bohrungen mit einem Bohrer(\varnothing 7,8mm) vor und rieb anschließend die Bohrungen mit einer Reibahle zusammen mit den Deckel und der Grundplatte auf \varnothing 8H7 auf. Währenddessen kühlte ich die Reibahle und auch vorher die Bohrer ständig mit Kühlwasser.

Die Rückwand wurde aufgrund der Größenverhältnisse von einem Arbeitskollegen auf dem Bearbeitungszentrum auf Länge und Breite gefräst. Danach bohrte er die Bohrungen mit einem Bohrer(\varnothing 6,8mm) auf ihr jeweiliges Maß vor, so dass ich nur noch mit Hilfe des Windeisens und einem Gewindeschneider der Größe M8x1 das

Gewinde unter Zuhilfenahme von Schneidöl schneiden musste. War dies beendet musste ich nur noch alle Kanten mit Hilfe einer Polierscheibe sauber entgraten.

Für die Zylinderhalterung hatte ich zuerst das Rohmaterial auf 60mm x 70mm zugeschnitten und die Kanten entgratet. Danach spannte ich das Werkstück in den Schraubstock der Fräse ein und fräste mit einem Messerkopffräser auf die vorgegebenen Maße plan. Anschließend entgratete ich die Kanten und kontrollierte nochmals die Maße. Als nächstes spannte ich einen 12mm-Fräser ein und fräste den ersten Absatz (16mm x 35mm). Zwischendurch kontrollierte ich immer wieder die Maße. Für die 13mm-Bohrung musste ich den Kantentaster einspannen um das genaue Maß der Bohrung zu ermitteln. Nachdem ich das tat spannte ich das Bohrfutter in die Fräse ein und bohrte zuerst mit einem 10mm-Bohrer durch das gesamte Werkstück und danach mit einem 13mm-Bohrer 30mm tief. Die Durchgangsbohrung für eine M5 Zylinderkopfschraube bohrte ich mit einem 5,5mm-Bohrer und setzte zum Schluss die Senkung für den Kopf der Schraube 6mm tief. Im Anschluss spannte ich das Werkstück wieder um, um auf der anderen Seite die Absätze zu fräsen. Dies tat ich auch mit einem 12mm-Fräser. Für die 4H7-Bohrungen musste ich wiederum das Bohrfutter einspannen. Mit dem Kantentaster bestimmte ich anschließend die Kanten und von da aus setzte ich die Bohrungen mit einem 3,8mm-Bohrer an die angegebenen Maße durch das gesamte Werkstück. Als letztes musste ich nur noch mit einer 4H7-Reibahle die Bohrungen für die Zylinderstifte aufreiben. Die ganze Bearbeitung fand unter ständiger Zufuhr von Kühlmittel statt. Alle Arbeitsschritte wiederholte ich auch bei der zweiten Zylinderhalterung. Abschließend entgratete ich nochmal alle Kanten der Zylinderhalterung. (**siehe Bild 4**)

3.2 Elektrotechnik (siehe Bild 5)

Da der Schaltschrank bereits von mir und einem Kollegen vormontiert und zum Teil verdrahtet wurde, musste ich noch die Verdrahtung zwischen der SPS, der Klemmleiste X1 und X2, den Sensoren zur Klemmleiste X1 und der Klemmleiste X2 zur Ventilinsel übernehmen. (**siehe Bild 13**) Für die Verdrahtung der Klemmleiste X1 zur SPS verwendete ich 0,5 mm². Da auf dieser Klemmleiste nur die Eingänge bzw. die Sensorsignale liegen genügt dieser Leitungsquerschnitt. Für die Verdrahtung isolierte ich die Enden mit einem Seitenschneider ab, verlegte die Leitung durch die Kabelbahn und längte sie entsprechend der Klemmbelegung ab. Die Klemmbelegung konnte ich aus dem Stromlaufplan ablesen. An der Klemmleiste genügte es die abisolierten Kupferdrähte zu verdrehen und anzuschließen. Für den Anschluss an die SPS musste ich Aderendhülsen der Größe 0,5mm² auf das abisierte Ende mit einer Crimpzange quetschen und an den jeweiligen Eingang

festschrauben. Dies tat ich mit jedem einzelnen Eingang. Für die Ausgänge der SPS zur Klemmleiste X2 musste ich eine Leitung der Größe $0,75\text{mm}^2$ verwenden. Auch hier musste ich die Leitung verlegen, ablängen, abisolieren und laut Stromlaufplan anschließen. Das tat ich auch mit den, nach Stromlaufplan, nicht belegten Klemmen der Klemmleiste und Anschlüsse an der SPS, da die Anlage später noch nachgerüstet und dort angeschlossen werden kann. Die Sensorleitungen sind vorkonfektioniert und mussten daher nur von der Rückwand der Presse durch den Kabelkanal zum Schaltschrank geführt und dort gekürzt werden. (**siehe Bild 6**) Im Schaltschrank hab ich die Leitung dann an der Klemmleiste X1 angeschlossen. Das gleiche tat ich auch mit den Leitungen von der Ventilinsel zum Schaltschrank.

3.3 Pneumatik

Für die Arbeits-, Schutztür- und Verriegelungszylinder suchte ich aus dem Festolager die entsprechenden Verschraubanschlüsse heraus und montierte sie an den Zylindern. An den Arbeits- und Schutztürzylindern verwendete ich $\varnothing 6\text{mm}$ Verschraubanschlüsse (Außendurchmesser des Druckluftschlauches) bei denen schon ein Drosselrückschlagventil integriert war. (**siehe Bild 11**) Die Zylinder verbindete ich mit der Ventilinsel durch $\varnothing 6\text{mm}$ Druckluftschlauch. Dafür musste ich den Schlauch nur entsprechend ablängen. Für die Verriegelungszylinder verwendete ich 4er Schlauch, da für diese Zylinder nicht soviel Druck notwendig ist. Für die Verschlauchung von der Wartungseinheit zur Ventilinsel verwendete ich 8er Schlauch. (**siehe Bild 12**)

3.4 VDE - Messung

Da die von mir eingebauten Sensoren an der Rückwand und am Sensorhalter mit einer 24V Gleichspannung von der Klemmleiste X1 betrieben werden, fallen sie somit unter die Bezeichnung der „Schutzkleinspannung“. Darum werden die Sensoren nur auf ihre Funktion geprüft. Dies tat ich, indem ich einen metallischen Gegenstand an den Sensor hielt und nachschautete ob das Steuersignal kam. Natürlich musste ich dafür die Sensoren an die Klemmleiste X1 anschließen und die SPS anschalten. Dabei stellte ich fest, dass alle Sensoren in Ordnung waren.

3.5 Steuerungsablauf

Beim Einschalten des Hauptschalters befindet sich die Gehäusepresse im Vorbereitungszustand. Im Vorbereitungszustand sind alle Zylinder in der hinteren Endlage, die Sensoren "LS Grundstellung" und "RS Grundstellung", der Endlagensor des Schutztürzylinders sind aktiviert und das Unterwerkzeug befindet sich nicht am hinteren Anschlag.

In dieser Position kann das Unterwerkzeug mit den Magnetschalen und dem Gehäuse bestückt werden. Am Oberwerkzeug werden die Spannfedern durch kleine eingebrachte Magnete in Position gehalten. Ist dies geschehen kann das Unterwerkzeug bis zum Anschlag geschoben werden, wo der Sensor im Sensorhalter aktiviert wird. (**siehe Bild 7**)

!! In dieser Position befindet sich die Gehäusepresse in Grundstellung !!

Erst nach der Aktivierung all dieser Sensoren kann die Presse durch drücken der Starttaster links und rechts gestartet werden. Die beiden Taster müssen allerdings in einem Zeitraum von 0,5 Sekunden gedrückt werden. Das ist eine Sicherheitsmaßnahme damit man nicht mehr während des Startens in die Anlage hineingreifen kann. Nach Betätigung der Taster fahren als erstes die Verriegelungszylinder des Unterwerkzeugs und der Schutztürzylinder bis zum Auslösen des unteren Endlagensors aus. Nachdem der Sensor aktiviert wurde fahren die beiden Arbeitszylinder bis zur Betätigung der Sensoren "LS Arbeitsstellung" und "RS Arbeitsstellung" aus. In dieser Position wurde das Setzmaß der Magnetschalen erreicht, welche durch die grüne Meldeleuchte angezeigt wird. (**siehe Bild 8**) Ist dies geschehen, fahren die beiden Arbeitszylinder wieder in ihre Ausgangsstellung, wo die Sensoren "LS Grundstellung" und "RS Grundstellung" ausgelöst werden. Nach Auslösen der beiden Sensoren fahren auch der Schutztürzylinder und die Verriegelungszylinder des Unterwerkzeugs wieder in ihre Ausgangsstellung.

Nun befindet sich die Gehäusepresse wieder in ihrer Grundstellung, wo das Unterwerkzeug wieder herausgezogen werden kann und die Gehäuse mit den eingepressten Magnetschalen und Spannfedern entnommen wird.

Dieser Zyklus kann beliebig oft wiederholt werden.

Zwischen den beiden Starttastern befindet sich das Bedienfeld mit dem Not-Aus-Taster und zwei Leuchtmeldern. Der Not-Aus-Taster kann jederzeit ausgelöst werden und schaltet die Anlage Spannungs- und Druckfrei. Dies wird durch die Meldeleuchte im Not-Aus-Taster angezeigt. Falls Störungen auftreten, welche durch die rote

Meldeleuchte angezeigt werden, kann durch Lösen des Not-Aus Tasters die Anlage wieder in Grundstellung gefahren werden.

Wichtig:

!!! Veränderungen an den Schutzeinrichtungen sind unzulässig !!!

4. Veränderung zum Prüfungsantrag

Meiner Meinung nach, habe ich keine Veränderungen zum Prüfungsantrag vorgenommen.

5. Resümee

Das Projekt war anspruchsvoll. Neben einen großen Mechanikteil und verschiedenen Elektroarbeiten und verschiedenen Steuerungsabläufen war es notwendig das Projekt mit zu entwickeln. Zwar gibt es bei uns schon Gehäusepressen, diese sind jedoch rein pneumatisch gesteuert und benötigen verschiedene Ober- und Unterwerkzeuge. Also musste ich mit Arbeitskollegen die verschiedenen Setzmaße ermitteln, diese auf die Sensorenlage übertragen und für den Hub auch die entsprechenden Zylinder ermitteln. Das Umsetzen der pneumatischen in elektropneumatische Abläufe mit den entsprechenden Komponenten und die Änderungen an der Konstruktion hat mir die Möglichkeit gegeben einen tieferen Einblick in den Tätigkeitsbereich des Mechatronikers zu gewinnen. Der Umbau und die Mitkonstruktion haben mir großen Spaß gemacht.

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Beteiligten für ihre Hilfe und Ratschläge bedanken.

6. Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich den Betrieblichen Auftrag **Umbau der Gehäusepresse M63** und die dazugehörige Dokumentation im Rahmen der Abschlussprüfung selbstständig durchgeführt, sowie in der vorgegebenen Zeit zusammengestellt und erarbeitet habe.

Anlagen

1. Bildergalerie

Bild 1:	Ausgangszustand	S. 14
Bild 2:	Presse demontiert	S. 14
Bild 3:	Seitenwand – Gewinde geschnitten	S. 15
Bild 4:	Zylinderhalterung	S. 15
Bild 5:	Schalschrank – Aufbau	S. 16
Bild 6:	Sensoren + Kabel	S. 16
Bild 7:	Presse – Grundstellung (animiert)	S. 17
Bild 8:	Presse – Arbeitsstellung (animiert)	S. 17
Bild 9:	Arbeitsstellung – Setzmaß (animiert)	S. 18
Bild 10:	Gehäuse nach dem Pressvorgang	S. 18
Bild 11:	Druckluftanschlüsse Zylinder	S. 19
Bild 12:	Druckluftanschlüsse Ventilinsel	S. 19
Bild 13:	Schalschrankaufbau	S. 20

Abschlussprüfung Mechatroniker
Sommer 2009
Gehäusepresse M63



Ausgangszustand

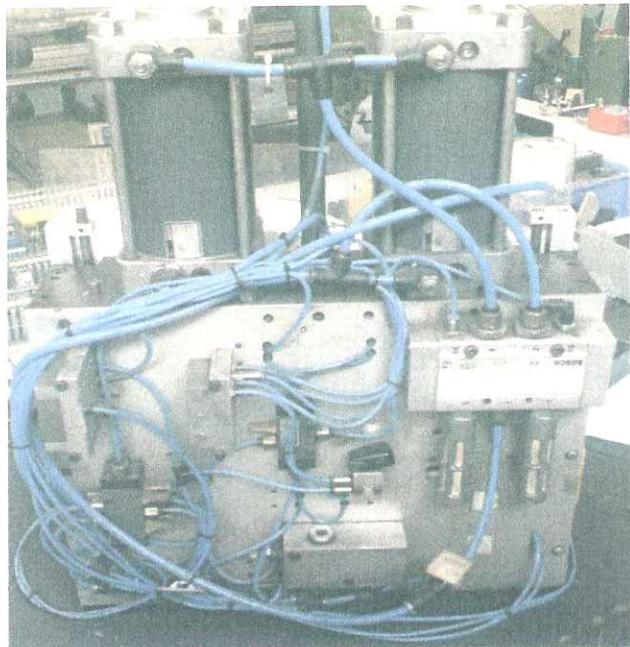


Bild 1

Presse (demontiert)



Bild 2

Seitenwand (Gewinde geschnitten)



Bild 3

Zylinderhalterung (Endzustand)



Bild 4

Schalschrank (Aufbau)

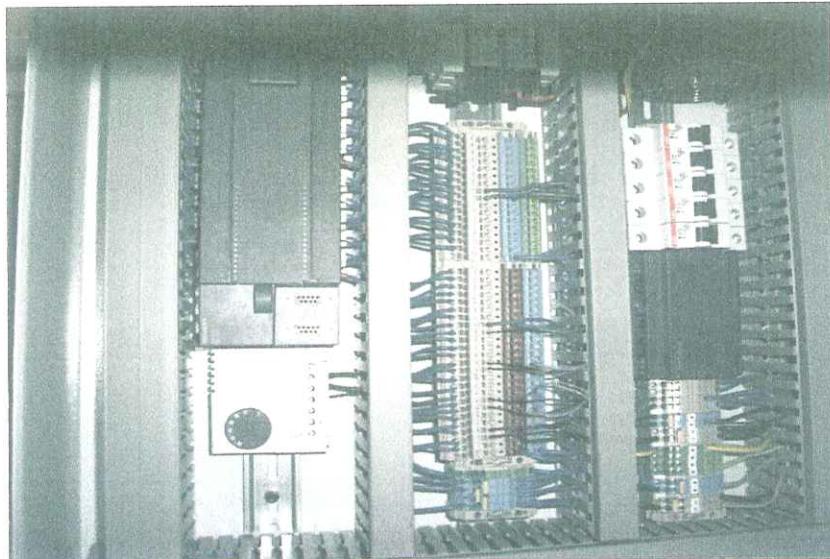


Bild 5

Sensoren

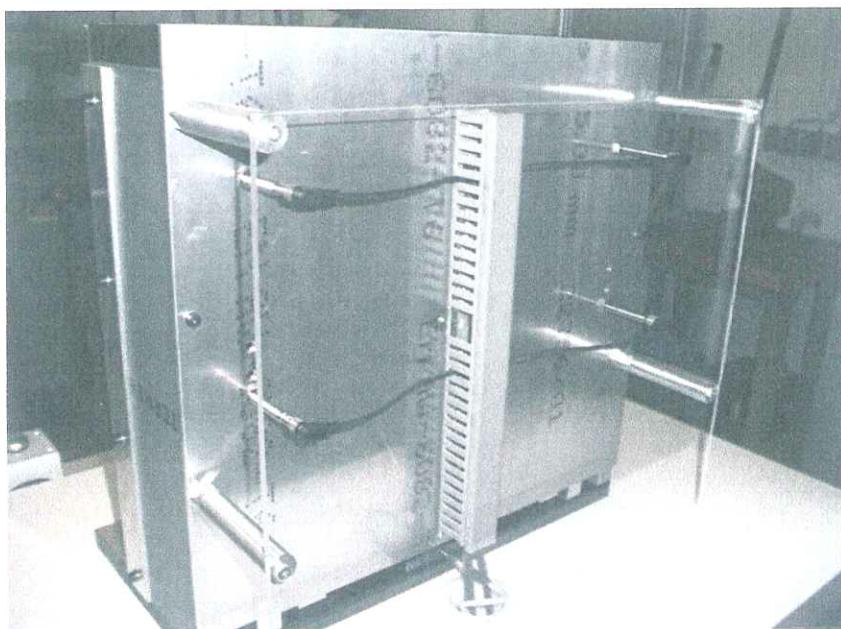


Bild 6

Grundstellung Gehäusepresse (animiert)



Bild 7

Arbeitsstellung Gehäusepresse (animiert)

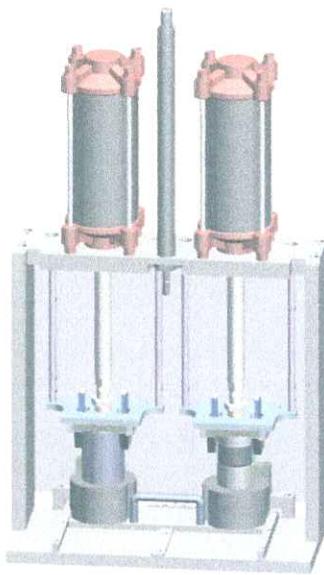
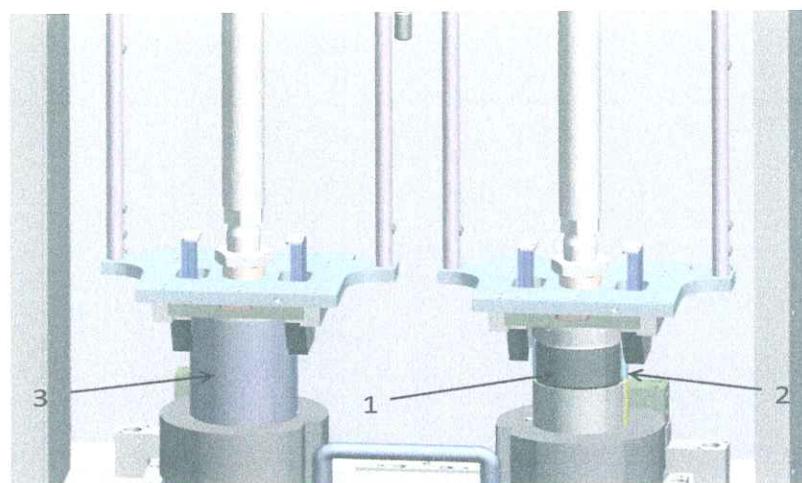


Bild 8

Arbeitsstellung-Setzmaß (animiert)

Diese Darstellung verdeutlicht den Ablauf beim Erreichen des Setzmaßes. Dabei werden die Magnetschalen (1) und Spannfedern (2) durch das Oberwerkzeug nach unten gepresst bis das Maß erreicht wird. Der Ablauf findet natürlich innerhalb des Gehäuses (3) statt.



Links: mit Gehäuse

Rechts: ohne Gehäuse

Bild 9

Gehäuse nach dem Pressvorgang

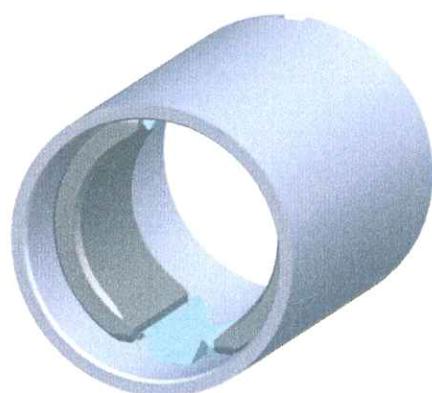


Bild 10

Druckluftanschlüsse Zylinder



Bild 11

Druckluftanschlüsse Ventilinsel und Wartungseinheit



Bild 12

Schalschrankaufbau

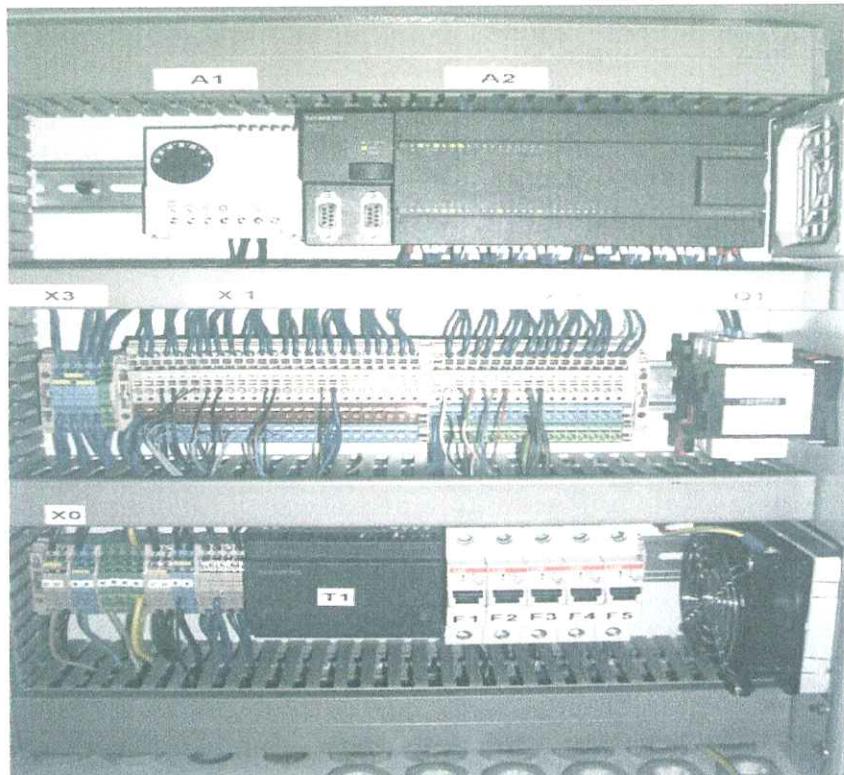


Bild13

- | | |
|---------------------------------|----------------------------------|
| A1 → Temperaturregler | X0 → Klemmleiste 230V-Versorgung |
| A2 → SPS | X1 → Klemmleiste Eingänge |
| Q1 → Hauptschalter | X2 → Klemmleiste Ausgänge |
| T1 → Transformator | X3 → Klemmleiste 24V-Versorgung |
| F1-5 → Sicherungen (2x10A;3x2A) | |

Stückliste

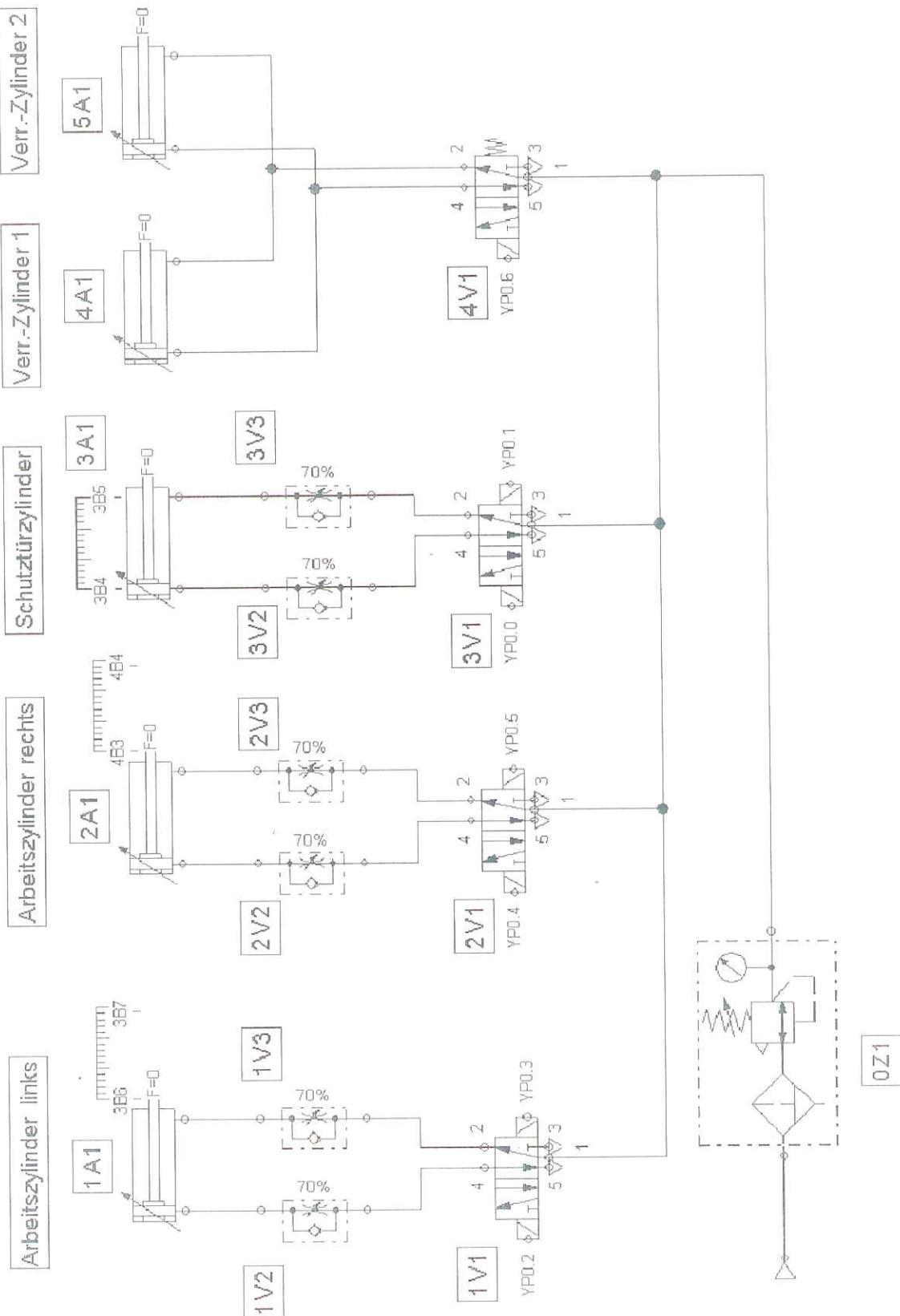
Pos.	Stück	Bezeichnung	Norm / ID-Nr.	Bemerkung/Hersteller
1	10	M5 x 20	DIN EN ISO 4762	Zylinderkopfschrauben
2	8	M8 x 25	DIN EN ISO 4762	Zylinderkopfschrauben
3	8	8m6	DIN EN ISO 8734	Zylinderstifte
4	4	induktiver Sensor	IE 5390	ifm electronic GmbH
5	1	induktiver Sensor	IY 5036	ifm electronic GmbH
6	1	Wartungseinheit	542284	Festo
7	1	Ventilinsel	182000	Festo/siehe Konfigurationsliste
8	6	Drosselrückschlagventil	162969	Festo
9	2	Näherungsschalter	173211	Festo

Konfigurationsliste Ventilinsel

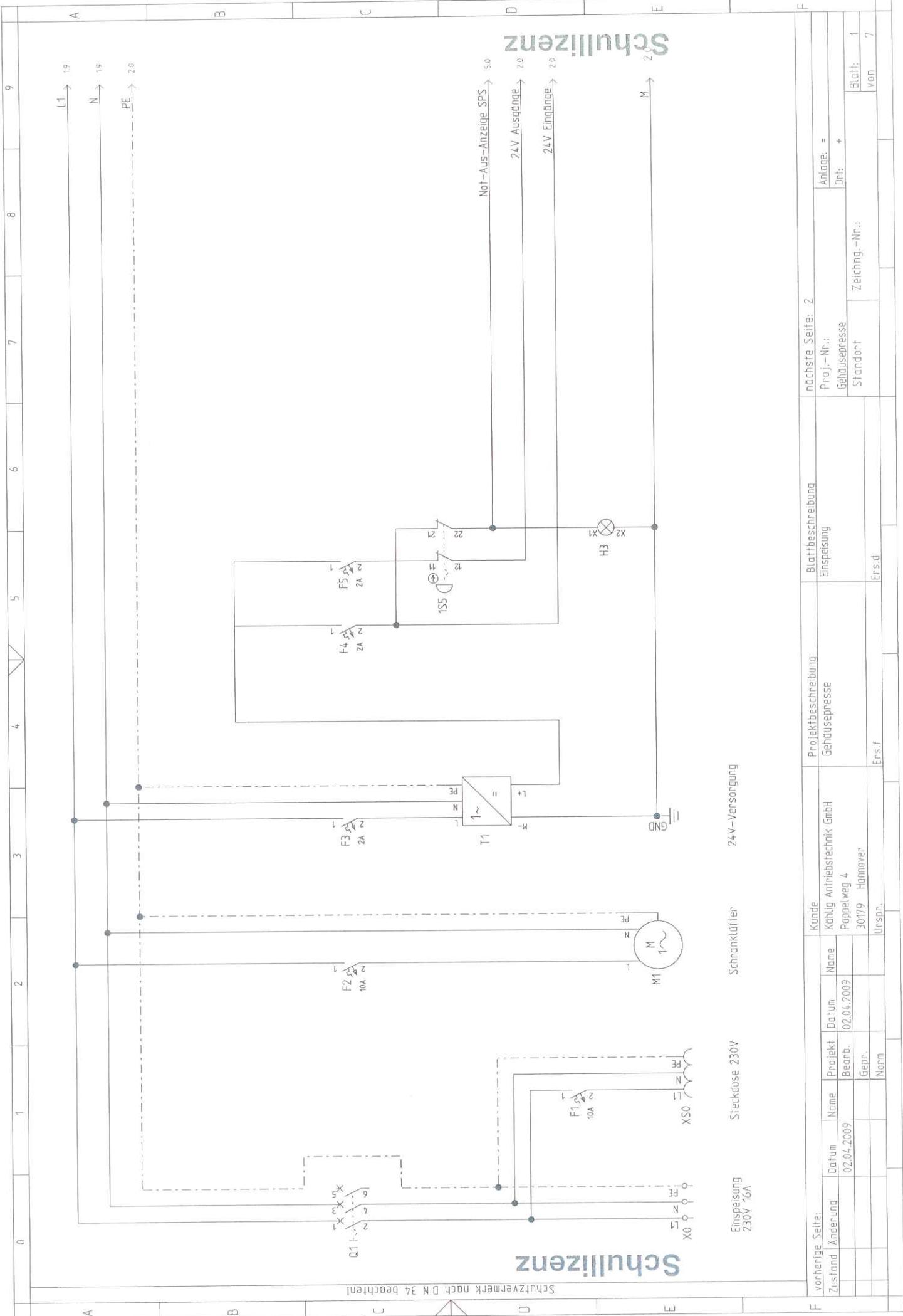
Code	Funktion	Beschreibung / Kenngröße
10P	Ventilinsel Typ 10, CPV, pneumatischer Teil	Ventilinsel Typ 10, CPV
10	Baugröße	Baugröße 10
6	Anzahl der Ventilplätze	6 Ventilplätze
C	Arbeitsanschlüsse	Gewinde am Arbeitsanschluss M7
MP	Elektrischer Anschluss	Elektrischer Multipol
N	Handhilfsbetätigung	Handhilfsbetätigung tastend
V	Pneumatische Versorgung	Interne Steuerzuluft, Zuluft links, gefasste Abluft
J	Bestückung Ventilplatz 0	5/2-Wege-Impulsventil
J	Bestückung Ventilplatz 1	5/2-Wege-Impulsventil
J	Bestückung Ventilplatz 2	5/2-Wege-Impulsventil
J	Bestückung Ventilplatz 3	5/2-Wegeventil, monostabil
M	Bestückung Ventilplatz 4	Abdeckplatte für Ventilplatz
L	Bestückung Ventilplatz 5	Abdeckplatte für Ventilplatz
GQD	Pneumatischer Multipol	Pneumatischer Multipol, mit Dichtring, ohne Versorgungsanschlüssen
T	Schildträger	Schildträger transparent
S	Elektrischer Anschluss	Konfektioniertes Multipolkabel 10,0m
A	Verschraubungsset Endplatten	Verschraubung und Schalldämpfer
D	Anwenderdokumentation	Handbücher, deutsch

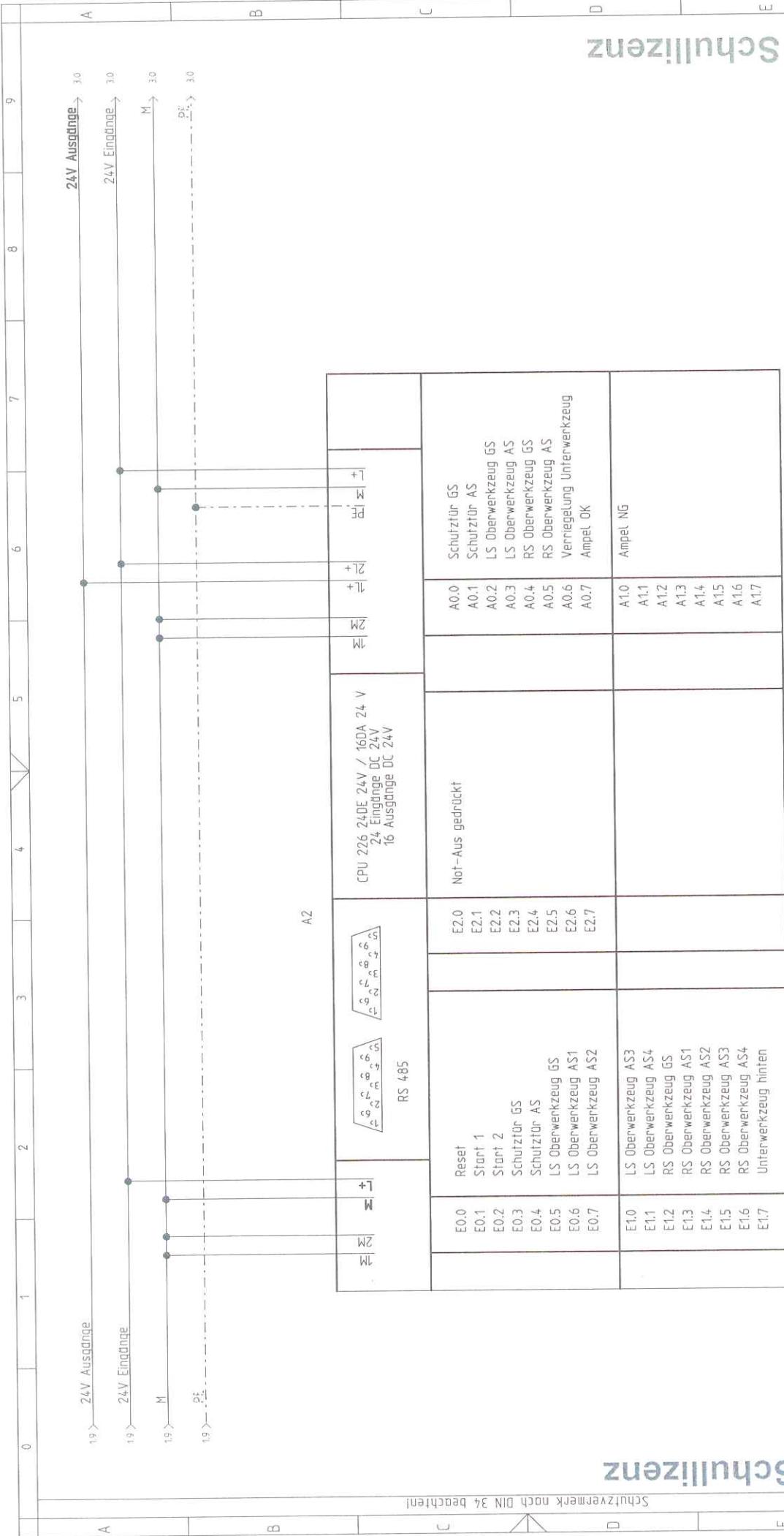
Pneumatikplan

Pneumatikplan



Stromlaufplan

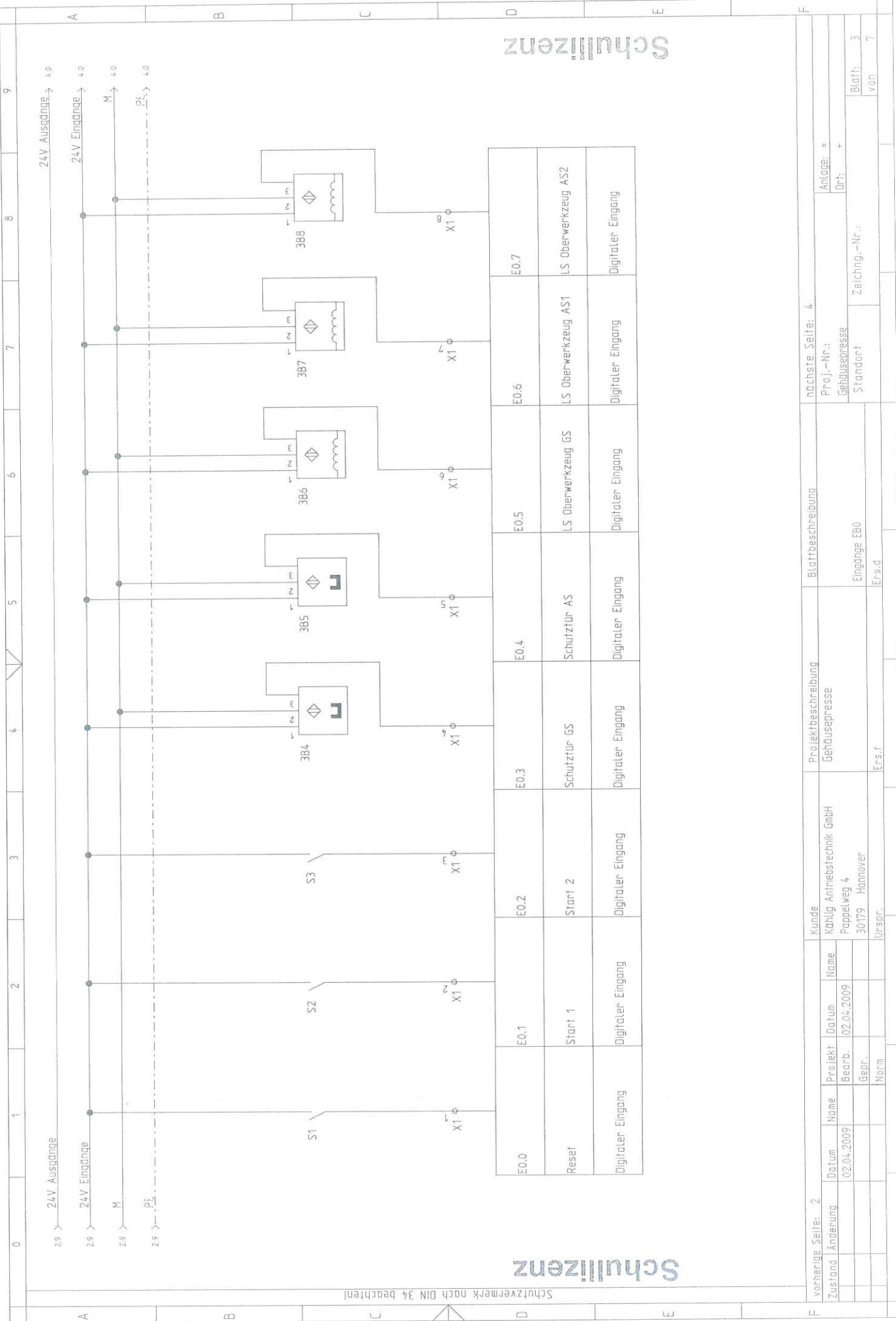


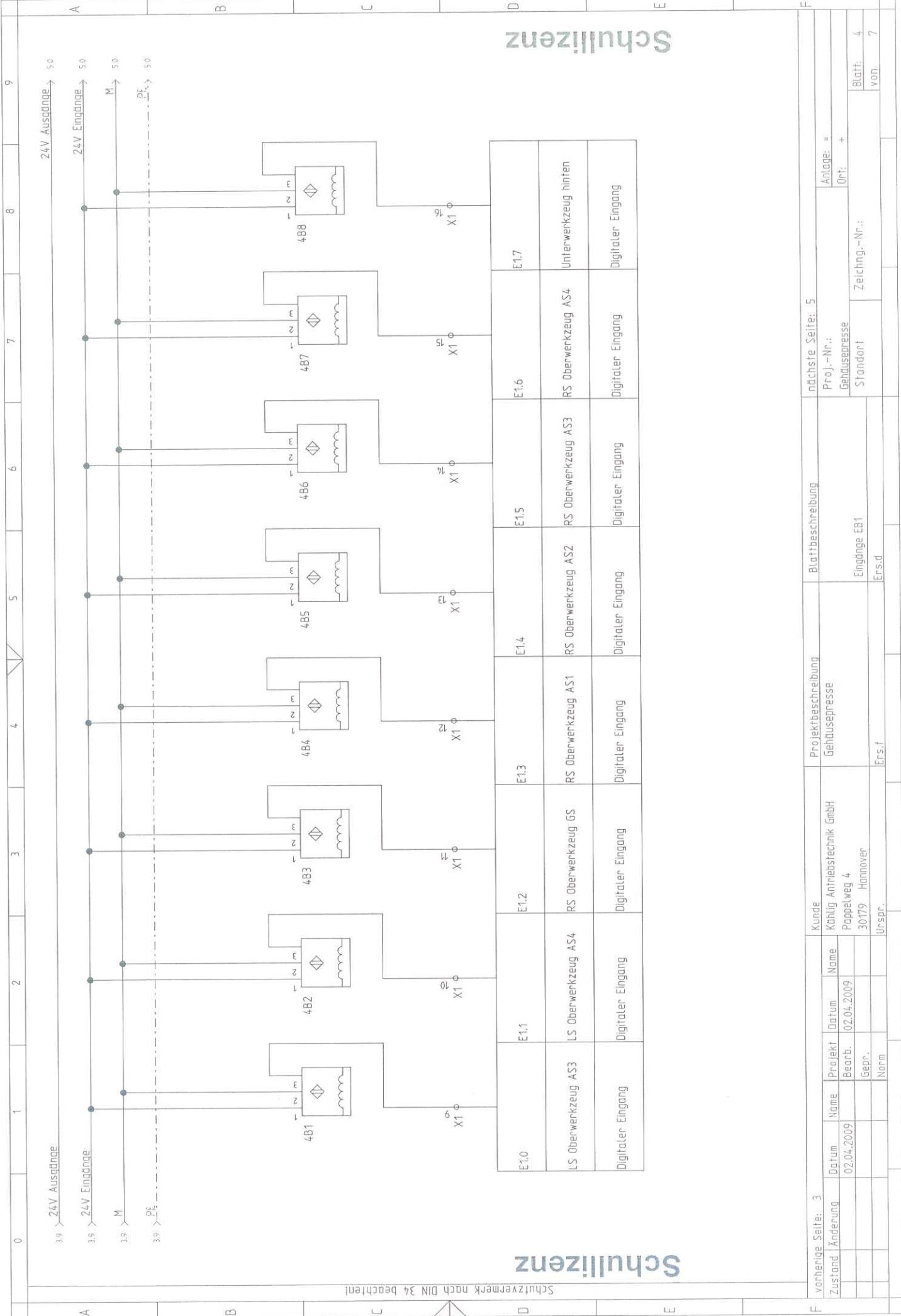


Schullißen

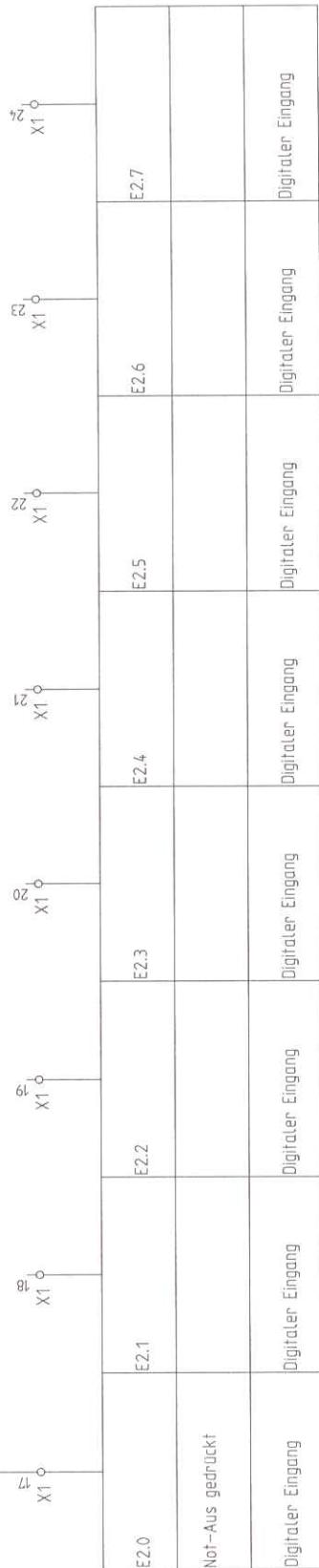
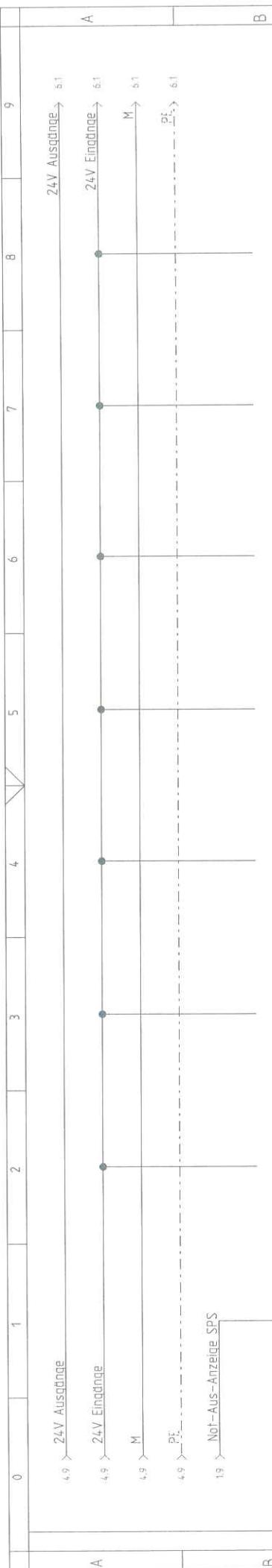
Schulliizen

Schutzzvermerk nach DIN 34 Beuthitem





Schullizenzen

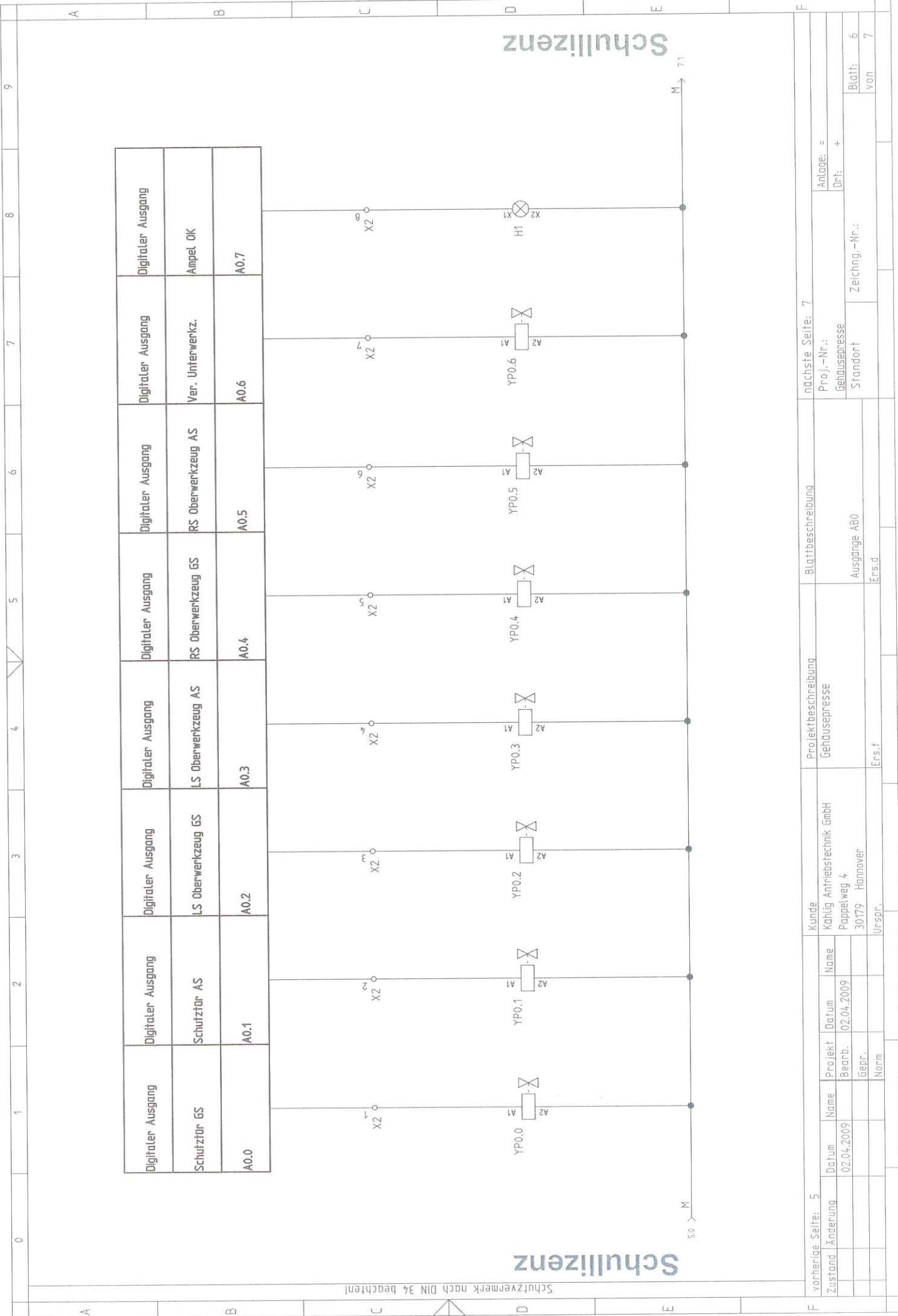


Schullizenzen

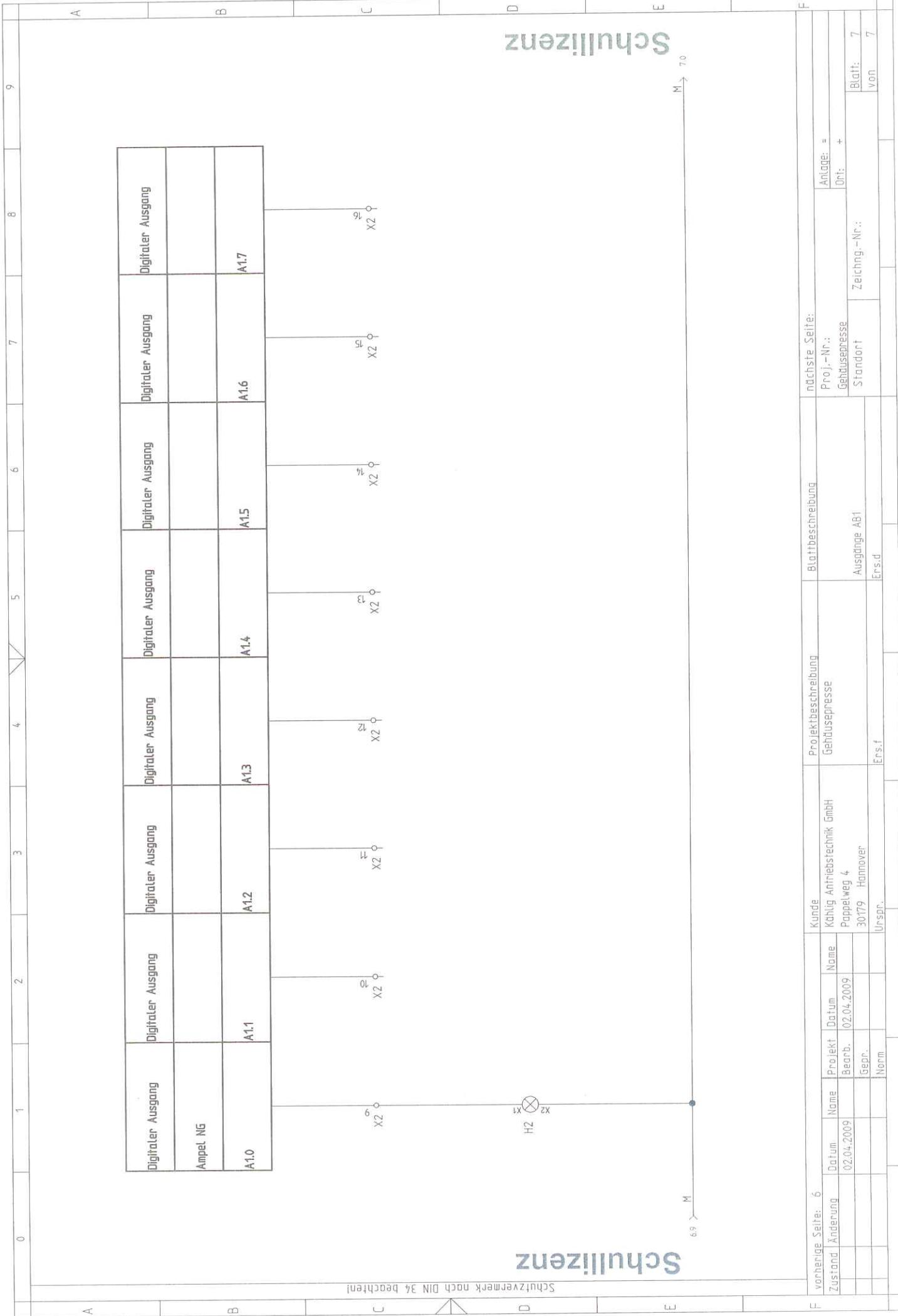
Schutzzvermerk nach DIN 34 bedachtet!

F	vorherige Seite: 4 Zustand Änderung Ersatzteil	Datum 02.04.2009	Name Kühlig Antriebstechnik GmbH Poppelweg 4 30179 Hannover	Projekt Bearb. 02.04.2009	Datum Name	Kunde Name	Projektbeschreibung Gehäusepresso	Blattbeschreibung	nächste Seite: 6 Anlage: = Proj.-Nr.: Gedrucktesse Standort
							Eingänge EB2 Ers.f	Eingänge EB2 Ers.f	Zeichnung-Nr.: Blatt: 5 von 7

Schullizenzen



Schullizenzen

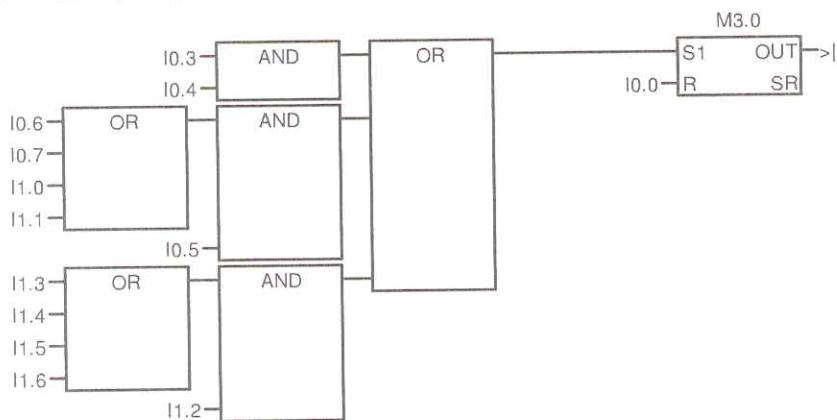


Programmausdruck

Baustein: Programmsteine
 Autor:
 Erstelltdatum: 08.05.2009 7:53:11
 Zuletzt geändert: 13.05.2009 6:49:48

Symbol	Variablenly	Datentyp	Kommentar
p			
TEMP			

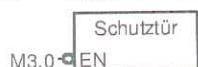
Netzwerk 1 Störung Anlage



Netzwerk 2 Teil Fertig OK/NG Auswertung



Netzwerk 3 Schutztür und Verriegelung



Netzwerk 4 Pressvorgang



Baustein: Arbeitszyklus_beendet

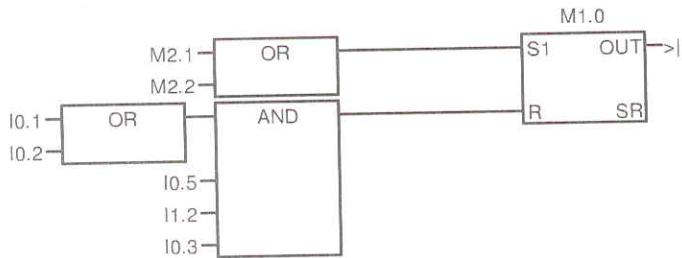
Auto:

Erstelltdatum: 08.05.2009 7:53:11

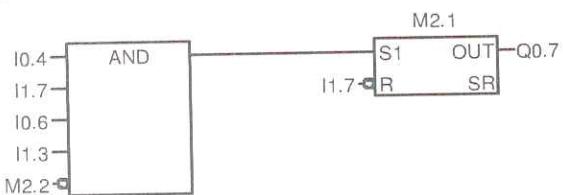
Zuletzt geändert: 12.05.2009 13:28:18

Symbol	Variablenly	Datentyp	Kommentar
EN	p	BOOL	
	IN	IN	
	IN_OUT		
	OUT		
	TEMP		

Netzwerk 1 Arbeitszyklus beendet



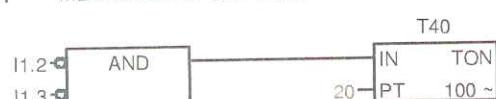
Netzwerk 2 Teil OK



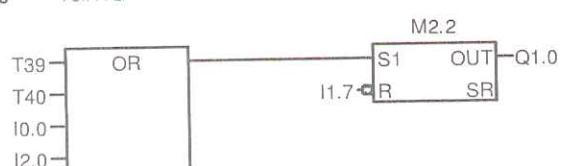
Netzwerk 3 Maximale Zeit für OK Links



Netzwerk 4 Maximalezeit für OK Rechts



Netzwerk 5 Teil NG



Baustein: Schutztür
 Autor:
 Erstelltdatum: 08.05.2009 8:24:18
 Zuletzt geändert: 12.05.2009 13:44:13

Symbol	Variablenly	Datentyp	Kommentar
	p		
EN	IN	BOOL	
	IN		
	IN_OUT		
	OUT		
	TEMP		

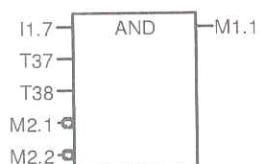
Netzwerk 1 Start Taster1



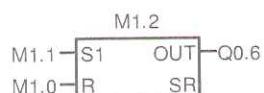
Netzwerk 2 Start Taster 2



Netzwerk 3 Start Arbeitszyklus



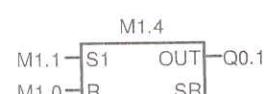
Netzwerk 4 Verriegelung Unterwerkzeug



Netzwerk 5 Schutztür auf



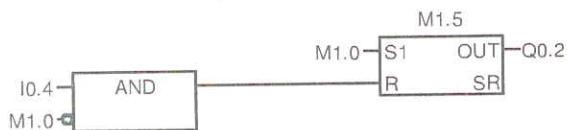
Netzwerk 6 Schutztür zu



Baustein: Oberwerkzeug
 Autor:
 Erstelltdatum: 08.05.2009 8:32:33
 Zuletzt geändert: 11.05.2009 9:29:26

Symbol	Variablenly	Datentyp	Kommentar
	p		
EN	IN	BOOL	
	IN		
	IN_OUT		
	OUT		
	TEMP		

Netzwerk 1 LS Oberwerkzeug GS



Netzwerk 2 LS Oberwerkzeug AS



Netzwerk 3 RS Oberwerkzeug GS



Netzwerk 4 RS Oberwerkzeug AS



Prüfung / Symboltabelle

Symbol	Adresse	Kommentar
	I0.0	Reset Tasler
	I0.1	Start 1
	I0.2	Start 2
	I0.3	Schutztür GS
	I0.4	Schutztür AS
	I0.5	LS Oberwerkzeug GS
	I0.6	LS Oberwerkzeug AS 1
	I0.7	LS Oberwerkzeug AS 2
	I1.0	LS Oberwerkzeug AS 3
	I1.1	LS oberwerkzeug AS 4
	I1.2	RS Oberwerkzeug GS
	I1.3	RS Oberwerkzeug AS 1
	I1.4	RS Oberwerkzeug AS 2
	I1.5	RS Oberwerkzeug AS 3
	I1.6	RS Oberwerkzeug AS 4
	I1.7	Unterwerkzeug Verriegelung
	I2.0	Not-Aus Gedrückt
	M1.0	Teil Fertig
	M1.1	Merker Start anlauf
	M1.2	Merker Verriegelung Unterwerkzeug
	M1.3	Merker Schutztür auf
	M1.4	Merker Schutztür zu
	M1.5	Merker LS Oberwerkzeug GS
	M1.6	Merker LS Oberwerkzeug AS
	M1.7	Merker RS Oberwerkzeug GS
	M2.0	Merker RS Oberwerkzeug AS
	M2.1	Merker Teil OK
	M2.2	Merker Teil NG
	Q0.0	Schutztür GS
	Q0.1	Schutztür AS
	Q0.2	LS Oberwerkzeug GS
	Q0.3	LS Oberwerkzeug AS
	Q0.4	RS Oberwerkzeug GS
	Q0.5	RS Oberwerkzeug AS
	Q0.6	Verriegelung Unterwerkzeug
	Q0.7	Teil OK
	Q1.0	Teil NG

Symbol	Adresse	Kommentar
Arbeitszyklus_beendet	SBR0	UNTERPROGRAMM-KOMMENTARE
Schutztür	SBR1	UNTERPROGRAMM-KOMMENTARE
Oberwerkzeug	SBR2	UNTERPROGRAMM-KOMMENTARE
Programmbaustein	OB1	PROGRAMMKOMMENTARE

Inbetriebnahme- protokoll

Inbetriebnahmeprotokoll

Projekt:		Umbau Gehäusepresse	Prüfer:	Thomas Pflug	
Anlage:		Presse	Ort:	KAG Hannover	
Standort:		KAG	Datum:	12.05.2009	
Nr.:	Benennung / Betriebs-parameter	Aufgaben / Betriebsparameter /Betriebsmittel	Vorgabe / Funktion		Bemerkung i.O./nicht i.O.
1	Druckluft-kreislauf	Sicht-kontrolle Pe = 0 bar	Arbeitssicherheit		i.O.
			Kennzeichnung		i.O.
			fachgerechte Montage		i.O.
			Knickstellen vermeiden		i.O.
			fester Sitz		i.O.
			Dichtigkeit		i.O.
2	Schaltschrank + Verdrahtung	Sicht-kontrolle Ub = 0V	Arbeitssicherheit		i.O.
			Kennzeichnung		i.O.
			fachgerechte Montage		i.O.
			Knickstellen vermeiden		i.O.
			fester Sitz		i.O.
			Leitungsquer-schnitte		i.O.
3	Bedienpult + Verdrahtung	Sicht-kontrolle Ub = 0V	Arbeitssicherheit		i.O.
			Kennzeichnung		i.O.
			fachgerechte Montage		i.O.
			Knickstellen vermeiden		i.O.
			fester Sitz		i.O.
			Leitungsquer-schnitte		i.O.
4	Aufbau der Presse	Sicht-kontrolle	Arbeitssicherheit		i.O.
			Kennzeichnung		i.O.
			fachgerechte Montage		i.O.
			fester Sitz der Schrauben		i.O.
			Datum / Unterschrift		

Inbetriebnahmeprotokoll

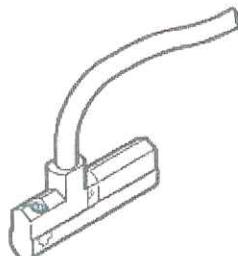
Projekt:		Umbau Gehäusepresse	Prüfer:	Thomas Pflug		
Anlage:		Presse	Ort:	KAG Hannover		
Standort:		KAG	Datum:	12.05.2009		
Nr.:	Benennung / Betriebs-parameter	Aufgaben / Betriebsparameter /Betriebsmittel	Vorgabe / Funktion		Bemerkung i.O./nicht i.O.	
5	Funktion der Presse	Anlage anschalten (ohne Sicherung)	Hauptschalter ein	230V prüfen		
				24V prüfen		i.O.
		Anlage anschalten (mit Sicherung)	Hauptschalter ein	SPS	LED's leuchten	i.O.
				Ventilinsel	LED's leuchten	i.O.
		Druckluft anschalten	Wartungseinheit anschalten ($P_e = 6$ bar)	Zylinder fahren in Grundstellung		i.O.
		Programm starten	S1 und S2 gleichzeitig drücken	Schutztür nach unten		i.O.
				Arbeitszylinder nach unten		i.O.
				Arbeitszylinder nach oben		i.O.
				Schutztür nach oben		i.O.
		Pressen erfolgreich	H1	leuchtet	i.O.	
		Pressen nicht erfolgreich	H2	leuchtet	i.O.	
		Not-Aus	Presse	außer Betrieb / H3 leuchtet	i.O.	
		Not-Aus lösen	Presse	Grundstellung / H3 leuchtet nicht	i.O.	
		Datum / Unterschrift				

Datenblätter

Datenblatt - Näherungsschalter SME-10-KQ-LED-24 - 173211

FESTO

Funktion



Merkmal	Werte
Betriebsspannungsbereich DC	12 - 27 V
Betriebsspannungsbereich AC	12 - 27 V
Schaltausgang	kontaktbehaftet bipolar
Schaltelementfunktion	Schließer
Max. Ausgangsstrom	100 mA
Kabellänge	2,5 m
Elektrischer Anschluss	Kabel 3-adrig
Korrosionsbeständigkeitsklasse KBK	4
Bauform	für Rundnut
Entspricht Norm	DIN EN 60947-5-2
Kurzschlussfestigkeit	nein
Messprinzip	magnetisch Reed
Verpolungsschutz	nein
Schaltzustandsanzeige	LED gelb
Ausschaltzeit	<= 0,05 ms
Einschaltzeit	<= 0,6 ms
Max. Schaltfrequenz	500 Hz
Isolationsspannung	50 V
Max. Schaltleistung DC	1 W
Spannungsfall	0 V
Stoßspannungsfestigkeit	0,8 kV
Überlastfestigkeit	nicht vorhanden
Verschmutzungsgrad	3
CE-Zeichen (siehe Konformitätserklärung)	nach EU-EMV-Richtlinie
Schutzart	IP65 IP67
Umgebungstemperatur bei beweglicher Kabelverlegung	-5 - 70 °C
Umgebungstemperatur	-20 - 70 °C
Anziehdrehmoment	0,18 Nm

Merkmal	Werte
Produktgewicht	20 g
Reproduzierbarkeit des Schaltwertes	+/- 0,1 mm
Abgangsrichtung Anschluss	quer
Befestigungsart	geklemmt in T-Nut längs in Nut einschiebbar
Werkstoffhinweis	Kupfer- und PTFE-frei
Werkstoffinformation Gehäuse	PPS hochlegierter Stahl rostfrei
Werkstoffinformation Kabelmantel	PUR

efector100

ifm electronic



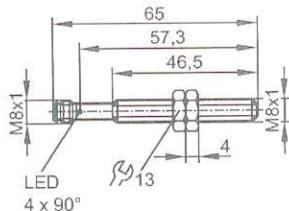
Induktive Sensoren

IE5390

IEK31,5-BPKG/K1/AS
Induktiver Sensor
Metallgewinde M8 x 1
Steckverbindung

Korrekturfaktor = 1
Kontakte vergoldet

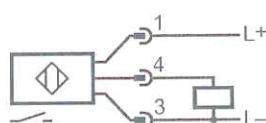
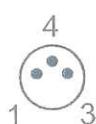
Schaltabstand 1,5 mm [b]
bündig einbaubar



CE

Elektrische Ausführung	DC PNP
Ausgangsfunktion	Schließer
Betriebsspannung [V]	10...30 DC
Strombelastbarkeit [mA]	200
Kurzschlusschutz	getaktet
Verpolungsschutz	ja
Überlastfest	ja
Spannungsabfall [V]	< 2,5
Stromaufnahme [mA]	< 20
Realschaltabstand [mm]	1,5 ± 10 %
Arbeitsabstand [mm]	0...1,2
Schaltpunkt drift [% von Sr]	-10...10
Hysterese [% von Sr]	1...20
Schaltfrequenz [Hz]	2000
Korrekturfaktoren	Stahl (St37) = 1 / V2A ca. 1 / Ms ca. 1 / Al ca. 1 / Cu ca. 1
Umgebungstemperatur [°C]	-25...70
Schutzart, Schutzklasse	IP 67, III
EMV	EN 61000-4-2 ESD: 4 kV CD / 8 kV AD EN 61000-4-3 HF gestrahlt: 10 V/m (80...1000 MHz) EN 61000-4-4 Burst: 2 kV EN 61000-4-5 Surge: 0,5 kV (line to line, Ri: 2 Ohm) EN 61000-4-6 HF leitungsgebunden: 10 V (0,15...80 MHz) EN 55011: Klasse B
Gehäusewerkstoffe	Gehäuse: V4A (316L); aktive Fläche: LCP
Funktionsanzeige	gelb (4 x 90°)
Schaltzustand LED	
Anschluss	M8-Steckverbindung; (Schnapp-Schraubverbindung), Kontakte vergoldet
Zubehör (mitgeliefert)	2 Befestigungsmuttern

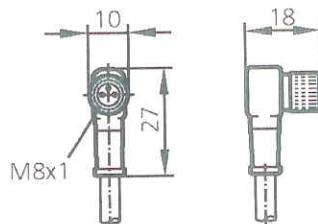
Anschlussbelegung



ecomat 400



Verbindungstechnik

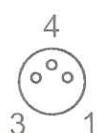
E11490ifm electronic
KabeldoseFür Sensoren mit
M8-Steckverbindungsilikonfrei
Halogenfrei
Kontakte vergoldet

Elektrische Ausführung
Betriebsspannung [V]
Strombelastbarkeit [A]
Ausführung
Umgebungstemperatur [°C]
Schutzart, Schutzklasse
Werkstoff Griffkörper
Werkstoff Überwurfmutter
Anzugsdrehmoment Überwurfmutter [Nm]
Anschluss
Mantelfarbe

AC/DC
60 AC / 75 DC
3
abgewinkelt
-25...85
IP 68, III
PUR
Messing; vernickelt
0,6...0,7
PUR-Kabel / 5 m; 3 x 0,25 mm ² (32 x Ø 0,1 mm); Ø 4,1 mm; halogenfrei
schwarz

Anschlussbelegung

Adernfarben
 BK schwarz
 BN braun
 BU blau



1	BN
3	BU
4	BK

efector100



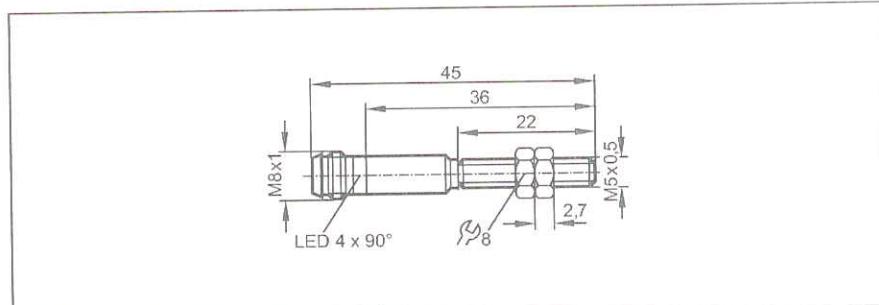
ifm electronic

Induktive Sensoren

IY5036

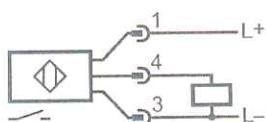
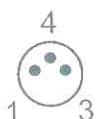
IYB30,8-BPKG/2A/AS
 Induktiver Sensor
 Metallgewinde M5 x 0,5
 Steckverbindung

Schaltabstand 0,8 mm [b]
 bündig einbaubar



Elektrische Ausführung	DC PNP
Ausgangsfunktion	Schließer
Betriebsspannung [V]	10...36 DC
Strombelastbarkeit [mA]	100
Kurzschlusschutz	getaktet
Verpolungsschutz	ja
Überlastfest	ja
Spannungsabfall [V]	< 2,5
Stromaufnahme [mA]	< 15 (24 V)
Realschaltabstand [mm]	0,8 ± 10 %
Arbeitsabstand [mm]	0...0,65
Schaltpunkttdrift [% von Sr]	-10...10
Hysterese [% von Sr]	1...15
Schaltfrequenz [Hz]	2000
Korrekturfaktoren	Stahl (St37) = 1 / V2A ca. 0,7 / Ms ca. 0,5 / Al ca. 0,4 / Cu ca. 0,3
Umgebungstemperatur [°C]	-25...70
Schutzart, Schutzklasse	IP 65, III
EMV	EN 60947-5-2 EN 55011: Klasse B
Gehäusewerkstoffe	V2A (1.4305); aktive Fläche: POM (Polyoxymethylen)
Funktionsanzeige	rot (4 x 90°)
Schaltzustand LED	M8-Steckverbindung
Anschluss	
Bemerkungen	Betriebsspannung "supply class 2" gemäß cULus
Zubehör (mitgeliefert)	2 Befestigungsmuttern

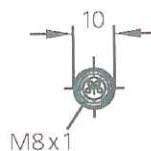
Anschlussbelegung



ecomot 400



Verbindungstechnik

E11487ifm electronic
KabeldoseFür Sensoren mit
M8-Steckverbindungsilikonfrei
Halogenfrei
Kontakte vergoldet**Elektrische Ausführung**

Betriebsspannung [V]

AC/DC

Strombelastbarkeit [A]

60 AC / 75 DC

3

Ausführung

gerade

Umgebungstemperatur [°C]

-25...85

Schutzart, Schutzklasse

IP 68, III

Werkstoff Griffkörper

PUR

Werkstoff Überwurfmutter

Messing; vernickelt

Anzugsdrehmoment Überwurfmutter [Nm]

0,6...0,7

Anschluss

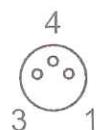
PUR-Kabel / 5 m;
3 x 0,25 mm² (32 x Ø 0,1 mm); Ø 4,1 mm; halogenfrei

Mantelfarbe

schwarz

Anschlussbelegung

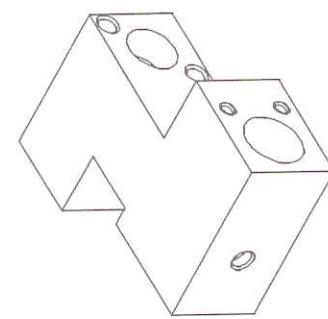
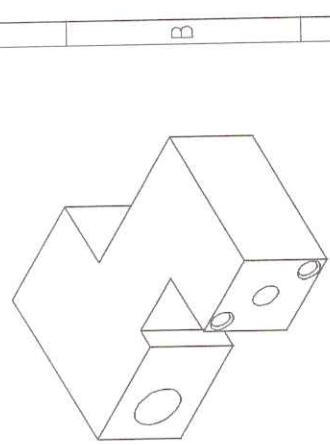
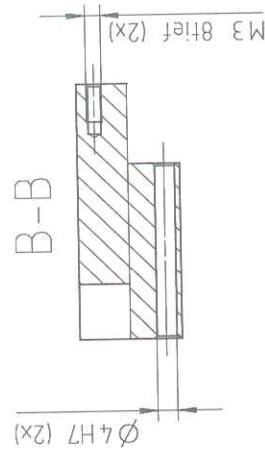
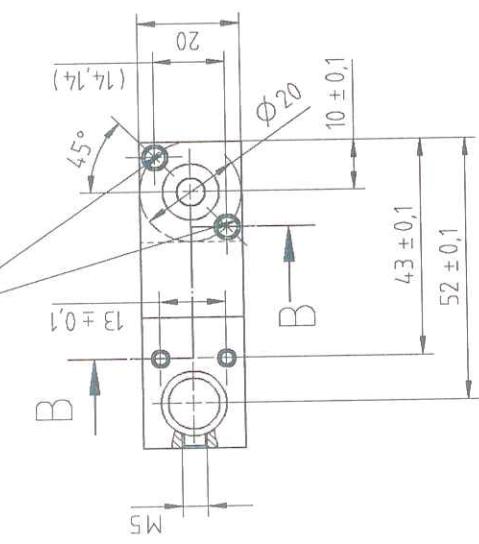
Adernfarben
BK schwarz
BN braun
BU blau



1	BN
3	BU
4	BK

Technische Zeichnungen

Stiftlöcher gebohrt und
gerieben mit Teil 100200



NB/

alle nichtbemaßten Fasen 0,5x45°

Werkstückkanten		Allgemeine Toleranzen/GENERAL TOLERANCES		Nominalgröße/RANGE OF NOMINAL SIZE		Abmausfehler/DEVIATIONS	
PART EDGES	L-0,3	Länge und Winkel DIN ISO 1375 ohne Angabe NOT SPECIFIED:	+0,3	überOVER	0,5	3	6
		Form und Lage DIN ISO 2768-1 mittel		POSITION DIN ISO 2768-2 mittel	6	30	120
				DISP/TOL	±0,1	±0,2	±0,5
						±12	±20

Werkstückkanten		Allgemeine Toleranzen/GENERAL TOLERANCES		Nominalgröße/RANGE OF NOMINAL SIZE		Abmausfehler/DEVIATIONS	
PART EDGES	L-0,3	Länge und Winkel DIN ISO 1375 ohne Angabe NOT SPECIFIED:	+0,3	überOVER	0,5	3	6
		Form und Lage DIN ISO 2768-1 mittel		POSITION DIN ISO 2768-2 mittel	6	30	120
				DISP/TOL	±0,1	±0,2	±0,5
						±12	±20

Allgemeines Maßstab: 1:1
Variantezeichnung:
AlMgSi1
6082



Zylinderhalter
Gehäusepresse M63

KV-Nr.:
Zeichnungsstatus/STATUS
Muster / sample

Zeichnungsnr./Drawing number
100201

Index
Blatt
1

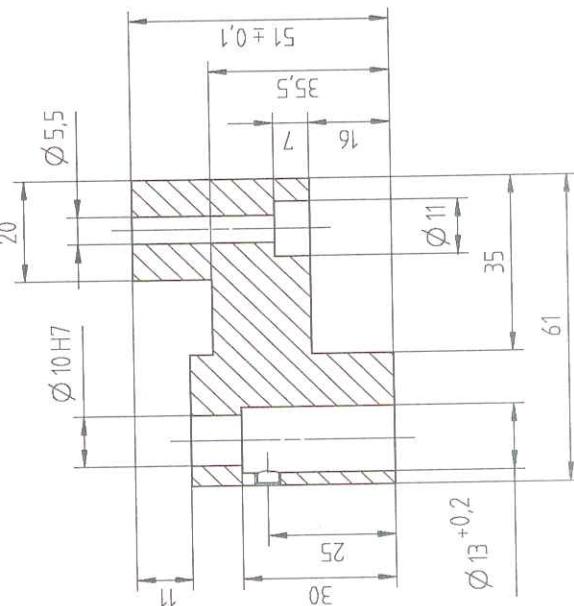
DIN A3

3

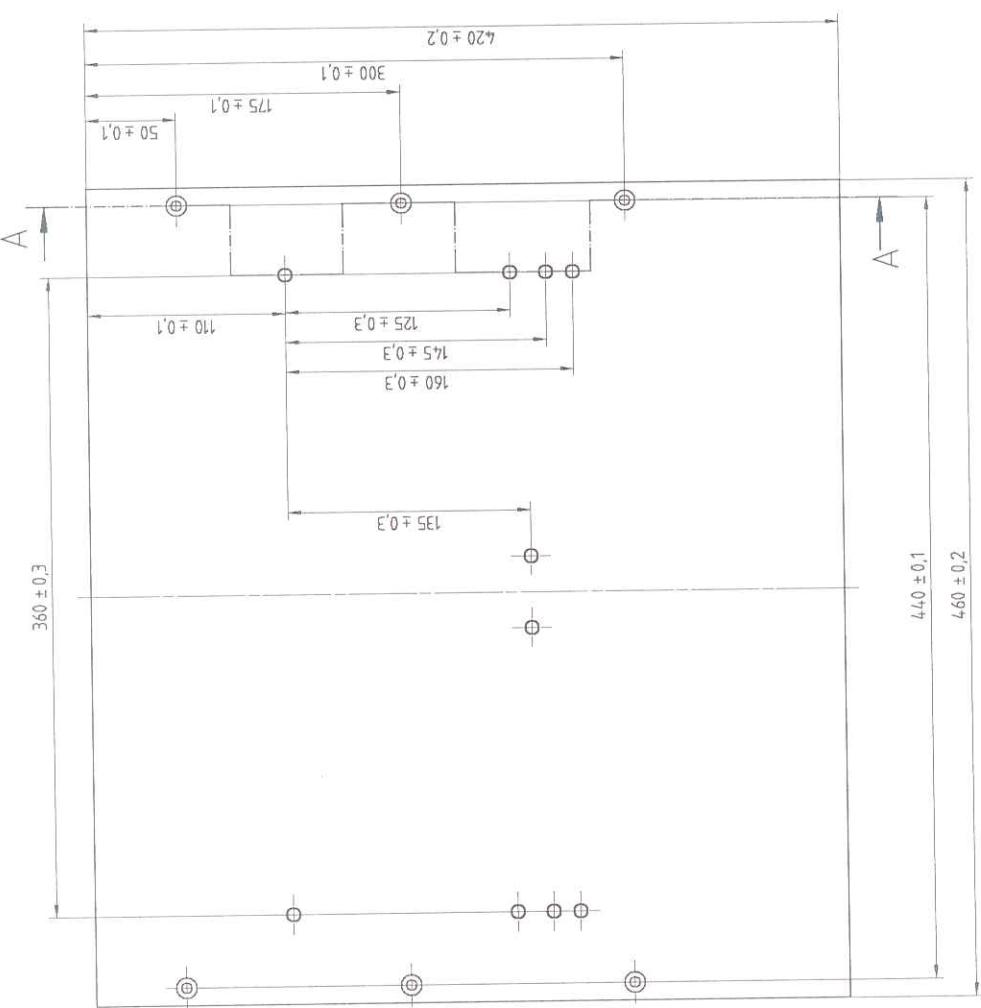
2

1

4



A	B	C	D	E
1	2	3	4	5
5	6	7	8	9
9	10	11	12	13
13	14	15	16	17
17	18	19	20	21
21	22	23	24	25
25	26	27	28	29
29	30	31	32	33
33	34	35	36	37
37	38	39	40	41
41	42	43	44	45
45	46	47	48	49
49	50	51	52	53
53	54	55	56	57
57	58	59	60	61
61	62	63	64	65
65	66	67	68	69
69	70	71	72	73
73	74	75	76	77
77	78	79	80	81
81	82	83	84	85
85	86	87	88	89
89	90	91	92	93
93	94	95	96	97
97	98	99	100	101
101	102	103	104	105
105	106	107	108	109
109	110	111	112	113
113	114	115	116	117
117	118	119	120	121
121	122	123	124	125
125	126	127	128	129
129	130	131	132	133
133	134	135	136	137
137	138	139	140	141
141	142	143	144	145
145	146	147	148	149
149	150	151	152	153
153	154	155	156	157
157	158	159	160	161
161	162	163	164	165
165	166	167	168	169
169	170	171	172	173
173	174	175	176	177
177	178	179	180	181
181	182	183	184	185
185	186	187	188	189
189	190	191	192	193
193	194	195	196	197
197	198	199	200	201
201	202	203	204	205
205	206	207	208	209
209	210	211	212	213
213	214	215	216	217
217	218	219	220	221
221	222	223	224	225
225	226	227	228	229
229	230	231	232	233
233	234	235	236	237
237	238	239	240	241
241	242	243	244	245
245	246	247	248	249
249	250	251	252	253
253	254	255	256	257
257	258	259	260	261
261	262	263	264	265
265	266	267	268	269
269	270	271	272	273
273	274	275	276	277
277	278	279	280	281
281	282	283	284	285
285	286	287	288	289
289	290	291	292	293
293	294	295	296	297
297	298	299	300	301
301	302	303	304	305
305	306	307	308	309
309	310	311	312	313
313	314	315	316	317
317	318	319	320	321
321	322	323	324	325
325	326	327	328	329
329	330	331	332	333
333	334	335	336	337
337	338	339	340	341
341	342	343	344	345
345	346	347	348	349
349	350	351	352	353
353	354	355	356	357
357	358	359	360	361
361	362	363	364	365
365	366	367	368	369
369	370	371	372	373
373	374	375	376	377
377	378	379	380	381
381	382	383	384	385
385	386	387	388	389
389	390	391	392	393
393	394	395	396	397
397	398	399	400	401
401	402	403	404	405
405	406	407	408	409
409	410	411	412	413
413	414	415	416	417
417	418	419	420	421
421	422	423	424	425
425	426	427	428	429
429	430	431	432	433
433	434	435	436	437
437	438	439	440	441
441	442	443	444	445
445	446	447	448	449
449	450	451	452	453
453	454	455	456	457
457	458	459	460	461
461	462	463	464	465
465	466	467	468	469
469	470	471	472	473
473	474	475	476	477
477	478	479	480	481
481	482	483	484	485
485	486	487	488	489
489	490	491	492	493
493	494	495	496	497
497	498	499	500	501
501	502	503	504	505
505	506	507	508	509
509	510	511	512	513
513	514	515	516	517
517	518	519	520	521
521	522	523	524	525
525	526	527	528	529
529	530	531	532	533
533	534	535	536	537
537	538	539	540	541
541	542	543	544	545
545	546	547	548	549
549	550	551	552	553
553	554	555	556	557
557	558	559	560	561
561	562	563	564	565
565	566	567	568	569
569	570	571	572	573
573	574	575	576	577
577	578	579	580	581
581	582	583	584	585
585	586	587	588	589
589	590	591	592	593
593	594	595	596	597
597	598	599	600	601
601	602	603	604	605
605	606	607	608	609
609	610	611	612	613
613	614	615	616	617
617	618	619	620	621
621	622	623	624	625
625	626	627	628	629
629	630	631	632	633
633	634	635	636	637
637	638	639	640	641
641	642	643	644	645
645	646	647	648	649
649	650	651	652	653
653	654	655	656	657
657	658	659	660	661
661	662	663	664	665
665	666	667	668	669
669	670	671	672	673
673	674	675	676	677
677	678	679	680	681
681	682	683	684	685
685	686	687	688	689
689	690	691	692	693
693	694	695	696	697
697	698	699	700	701
701	702	703	704	705
705	706	707	708	709
709	710	711	712	713
713	714	715	716	717
717	718	719	720	721
721	722	723	724	725
725	726	727	728	729
729	730	731	732	733
733	734	735	736	737
737	738	739	740	741
741	742	743	744	745
745	746	747	748	749
749	750	751	752	753
753	754	755	756	757
757	758	759	760	761
761	762	763	764	765
765	766	767	768	769
769</td				



alle nicht bemalten Fasen 0,5x45°

GIM A2

L4

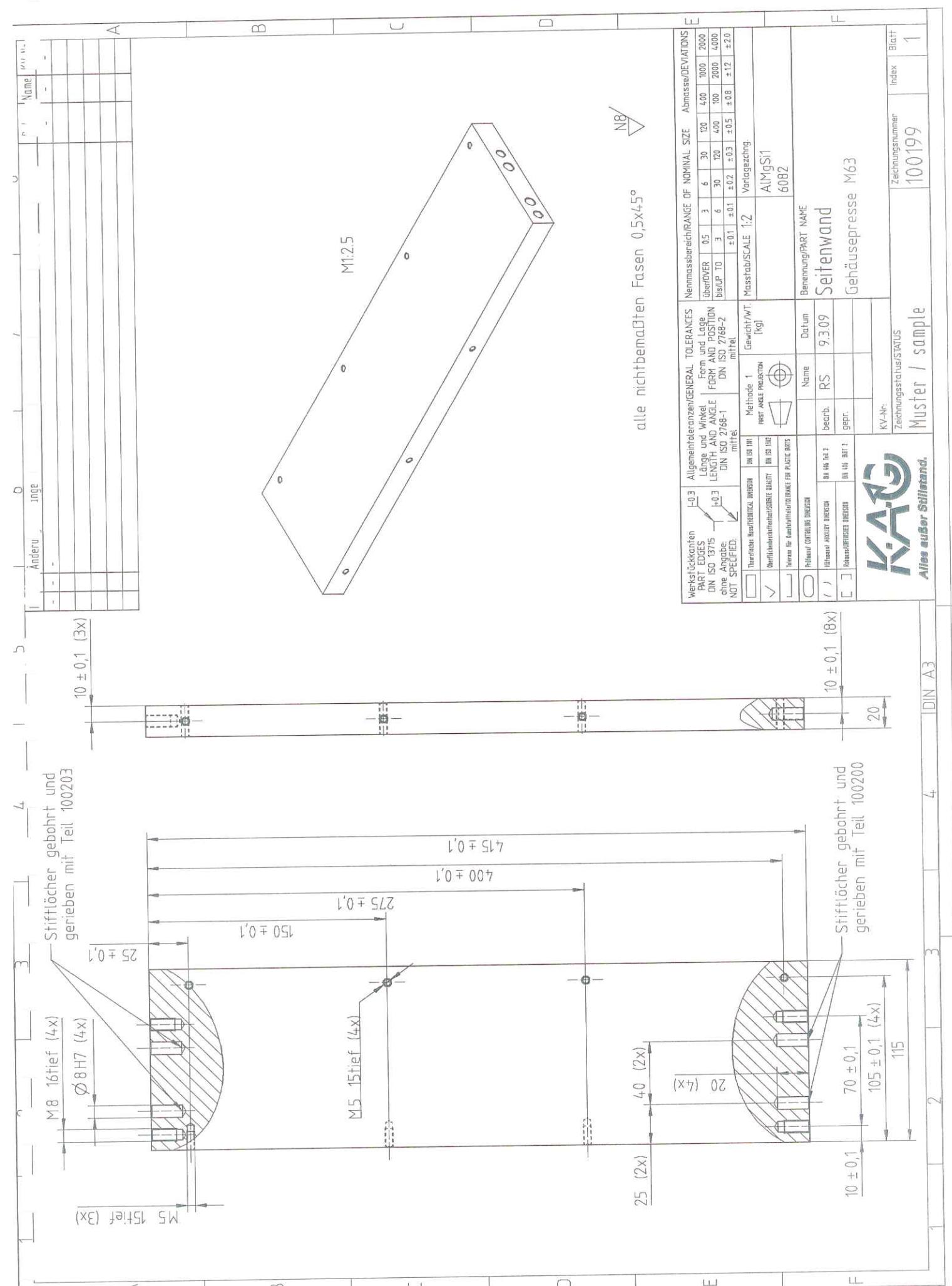
2

104

1820
1049

Deutsche Dokumentation, sowie die in ihr eingegangenen internationale Verträge, sind ebenfalls bestrebt, die Strukturtheorie zu verwirklichen. Einige der KAG-Büros in Bezug auf Erneuerungen vor.

This document and the information given in connection with said document, so far as it is based on KAG's understanding, is true and accurate to the best of KAG's knowledge. This document and all information contained therein is the property of KAG. All rights, especially with regard to inventions or reserved by KAG.



Quellenverzeichnis

- [1] Internet: Wikipedia → Gleichstrommotoren
- [2] Internet: www.ifm.com → Datenblätter Sensoren
- [3] Festo: Produktkatalog → Datenblätter Sensor
- [4] Tabellenbuch Elektrotechnik Europa Lehrmittel
 ISBN 3-14-235035-7
- Mechatronik Europa Lehrmittel
 ISBN 978-3-8085-4505-8
- Metall Europa Lehrmittel
 ISBN 3-8085-1673-9