

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Der Praktikumauftrag	Seite 2
2.	Einleitung	3
3.	Projekterörterung	4
4.	Die Geschichte der Roboter	6
5.	Der Roboter RV – M1	7
5.1.	Knickarmroboter	7
5.2.	Kenngrößen des Roboters RV – M1	8
5.3.	On –Line - Programmierung mit Teaching – Box	9
5.4.	Funktionen der Teaching – Box	10
6.	Elektrische Verkabelung	11
7.	Positionsliste mit Bildbeschreibung	12
8.	Verwendete Programmierbefehle	15
9.	Das Programm	16
10.	Programmablaufplan (PAP)	26
11.	Dokumentation in Bildern	38
12.	Quellenverzeichnis	43
13.	Eidesstattliche Erklärung	43

1. DER PRAKTIKUMAUFTRAG

Thema: Erarbeiten und Umsetzen einer funktionalen
Robotersteuerung mit Sortier- und Bestückungsaufgaben

- Ziele:**
- Erfassen der Komplexität der Aufgabe (Erarbeiten von Teilzielen)
 - Teachin nötiger Roboter – Positionen
 - Erstellen eines Roboterprogramms
 - Erarbeiten eines umfassenden PAP's für das Programm
 - Test der Anlage mit beschalteten Ein- und Ausgängen
 - Vollständige Dokumentation des Versuchs

Zeitraum: praktischer Teil: vom 02.02.2004 bis 27.02.2004
 Theoretischer Teil: bis 03.05.2004

2. EINLEITUNG

Dieses Jahrhundert wird das Jahrhundert der Roboter.

Sie werden in alle Bereiche unseres Lebens eindringen, in die Industrie genau wie in den privaten Bereich.

Der industrielle Einsatz von Robotern ist hierbei nur ein Teilgebiet.

Auch heute schon werden Roboter in der Industrie vielseitig eingesetzt. Sie erledigen Arbeiten wie zum Beispiel: transportieren, montieren, verpacken, schweißen, lackieren, messen, testen und sortieren.

Sie forschen und bedienen uns, machen aber auch sauber. Sie sehen, hören und reden mit uns. Sie laufen, fliegen, klettern, schwimmen, tauchen und am Operationstisch kann man sie auch sehen.

Sogar in unserer Freizeit und Sport sind sie zu sehen. Sie spielen Tischtennis, Volleyball, Fußball oder Schach.

Roboter sind für mich die faszinierendsten Erfindungen der Industriellen Revolution des 20. Jahrhunderts.

Deshalb habe ich diese Robotersteuerung als Projektarbeit ausgewählt.

Sicherlich war es nicht immer einfach und hat viele Nerven gekostet, aber ich kann mit Stolz sagen, dass ich eine funktionierende Steuerung in Verbindung mit SPS Anlagen auf die Beine gestellt habe.

Und das Beste an diesem Projekt ist, dass ich viel gelernt habe, was mir auf meinen weiteren Berufsweg sicherlich sehr von Nutzen sein kann und außerdem hat es mir viel Freude bereitet was auch der Grund dafür ist, dass ich mit vollem Elan und Tatendrang bei der Sache war und mich auch nicht durch Rückschläge entmutigen lies.

Auf den folgenden Seiten finden Sie eine umfangreiche Dokumentation dieses Versuchs, inklusive eines kurzen Ausritts in die Vergangenheit.

Ich hoffe diese Seiten können einen reellen Eindruck des Umfangs und der Komplexität vermitteln.

3. PROJEKTERÖRTERUNG

Da dieses Projekt abhängig von SPS gesteuerten Anlagen ist, war eine ausgiebige Planung, Organisation und Absprache mit Jens Voigt und Patrick Klingstein, die zuständig für die Funktionalität der SPS Anlagen waren, unbedingt von Nöten.

Wir waren uns einig, dass das Zusammenspiel von Roboter und SPS Anlagen das Hauptproblem während unseres Projektes darstellen würde.

Aber bevor ich mich diesem Problem stellen sollte, musste ich natürlich erst einmal das Einwandfreie selbstständige Funktionieren des Roboters realisieren.

Als erstes musste jede nötige Position (insgesamt 42) im Schwenkradius des Roboters mittels Teachingverfahrens genau eingestellt und gespeichert werden.

Da der Schwenkradius relativ klein ist und die SPS Anlagen nur begrenzt an das Gestell des Roboters heran gerückt werden konnten, schien es mir zuerst unmöglich das Projekt nach der Vorgabe zu realisieren.

Doch nach einem gewaltigen Zeitaufwand und einige Positionen mehr als geplant, sollte der Roboter mittels Teaching - Box die gewünschten Positionen anfahren.

Da nun die erste Hürde genommen war, sollte das eigenständige Ausführen der gewünschten Fahrwege das nächste Ziel darstellen.

Dies ging nur mit einem funktionierenden Programm, welches auf Unterprogrammtechnik basiert.

Ich war der Meinung, dass dies am besten zu machen ist, indem jeder Prozess der ausgeführt werden soll ein kleines Programm erhält.

Im Anschluss fügte ich diese Einzelprogramme zusammen und stellte ein Masterprogramm her, welches das Zusammenspiel ermöglichen sollte.

Nachdem dies erfolgt war musste noch eine Zähleinheit (Counter) eingefügt werden, damit der Roboter den fließenden Ablauf des Fahrprozesses immer recht industriegetreu realisieren konnte.

Der Roboter funktionierte nun selbstständig einwandfrei, aber auch Jens und Patrick hatten nicht geschlafen, denn die SPS Anlagen erfüllten mittlerweile auch ihren Soll.

Somit war es an der Zeit, sich dem Hauptproblem zu widmen.

Vorher mussten wir aber erst mal klären, welche Signale die Anlagen erhalten und welche beim Roboter eingehen sollten.

Da die Schaltrelais nur auf engen Raum angeordnet werden konnten und somit die Kabelverlegung immer Verwirrender wurde (später im Bild zu sehen), war es unabdingbar so konzentriert wie möglich zu arbeiten, denn die Fehlersuche wäre in einem Chaos geendet und wahrscheinlich nur durch einen Neuanfang zu beheben gewesen.

Trotz aller Probleme hatten wir nach vier Wochen den praktischen Teil zu unserer vollsten Zufriedenheit erledigt.

4. DIE GESCHICHTE DER ROBOTER

Menschen haben schon immer davon geträumt, automatische Helfer zu haben, die ihnen die Arbeit abnehmen. Im Mittelalter bis hin zum Anfang des 20. Jahrhunderts gab es immer wieder Versuche, solche Maschinen zu bauen. Diese Maschinen, die teilweise Wunderwerke der Mechanik waren, hatten aber nie eine praktische Bedeutung.

Der Begriff "Roboter" wurde im Jahre 1920 von dem tschechischen Schriftsteller K. Capek In seinem Schauspiel "RUR" geprägt.

Er bezeichnete hiermit Maschinenmenschen, die anstelle des Menschen an den Werkbänken stehen.

Abgeleitet hat er den Begriff vom slawischen Wort "rabota" = Arbeit.

Als Geburtsjahr für den praktischen Einsatz von Robotern, d.h. die Erfindung des Industrieroboters, gilt das Jahr 1956.

George C. Devor beantragte in diesem Jahr ein US-Patent für die "Programmierte Übergabe von Artikeln", welches ihm im Jahre 1961 erteilt wurde.

Der erste Prototyp wurde 1958 von der "Devol Consolidated Control Corporation" gebaut.

Die ersten serienmäßigen Industrieroboter, stellte Anfang der 60-er Jahre die Firma Unimation her.

Allerdings war die industrielle Reaktion in den Vereinigten Staaten und anderen Ländern die von dieser Entwicklung profitieren könnten sehr gering.

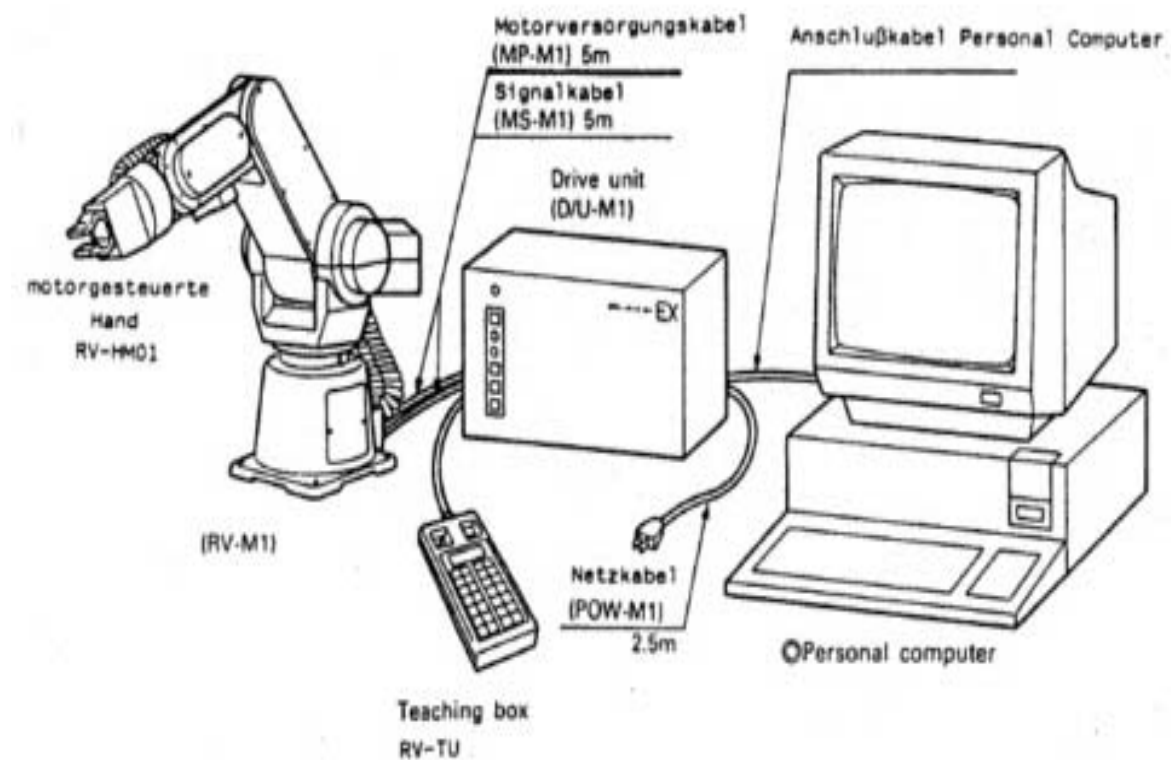
Den entscheidenden Anstoß in das Roboterzeitalter gab Japan, indem sie 1968 massiv in das Robotergeschäft einstiegen.

Seitdem ist in der Industrie ein Arbeiten ohne Roboter unvorstellbar.

Zur Zeit sind auf der gesamten Welt ca. 700000 Roboter im Einsatz, um uns das Leben zu erleichtern. Diese verteilen sich auf die führenden Industrienationen wie folgt:

JAPAN	ca.	420000
USA	ca.	90000
DEUTSCHLAND	ca.	80000
ITALIEN	ca.	30000
FRANKREICH	ca.	17000
ENGLAND	ca.	10000
SCHWEDEN	ca.	5000

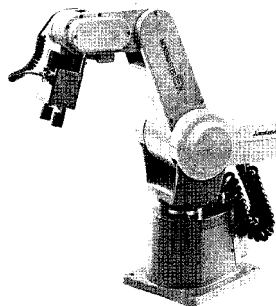
5. DER ROBOTER RV – M1



Das Robotersystem besteht aus dem 5-achsigen Knickarmroboter RV – M1 von Mitsubishi Electric Europe mit dem Greifer, der Drive – Unit, der Teaching – Box, der Simulations – Box und der den Roboter umgebenden Peripherie.

Die Zwischenplatte verbindet den Sockel des Roboters mit der Profilplatte und sichert ihn gegen Umfallen und Verrücken.

Der NOT – AUS Schalter auf der Vorderseite der Profilplatte ist leicht zugänglich.



Der Mitsubishi RV – M1

5.1. KNICKARMROBOTER

Knickarmroboter bestehen aus mehreren Rotationsachsen.

Durch diese Anordnung der Roboterachsen ergibt sich ein kugelförmiger Arbeitsraum.

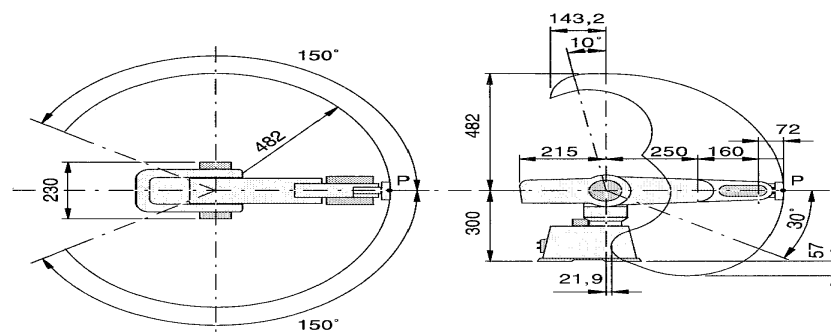
Diese Roboter besitzen auf Grund ihrer Drehachsen eine ungewöhnlich hohe Beweglichkeit.

Sie eignen sich daher für Montageaufgaben, bei denen komplexe Fügebewegungen abgefahren werden müssen.

Knickarmroboter findet man häufig in der Automobilindustrie.

Sie automatisieren dort vor allem Schweißaufgaben sowie komplexe Montage- und Messaufgaben.

Knickarmroboter werden auch Vertikal – Knickarmroboter genannt.

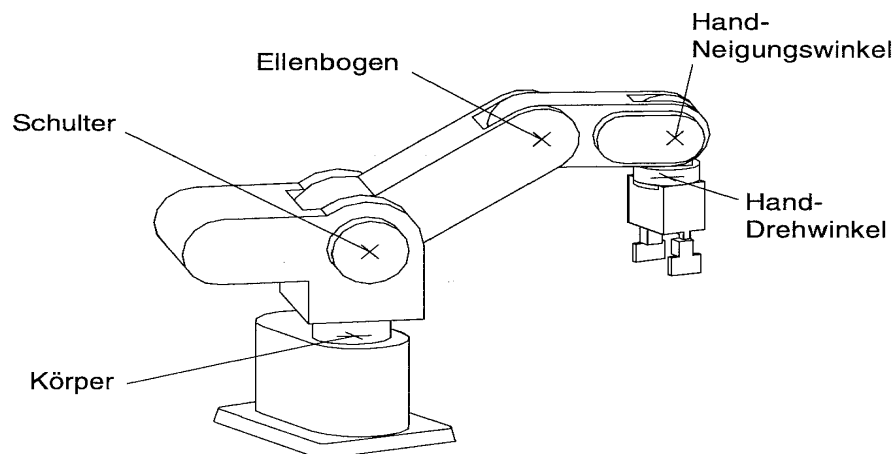


Der Arbeitsraum

Der Arbeitsraum des Roboters ist torusförmig.

Das Bild zeigt den Roboter mit seinem Arbeitsraum in der Seiten- sowie in der Draufsicht.

Die Hauptmaße erleichtern die Planung von Anwendungen mit diesem Roboter.



Die Teile des Knickarmroboters

5.2 KENNGRÖßEN DES ROBOTERS RV – M1

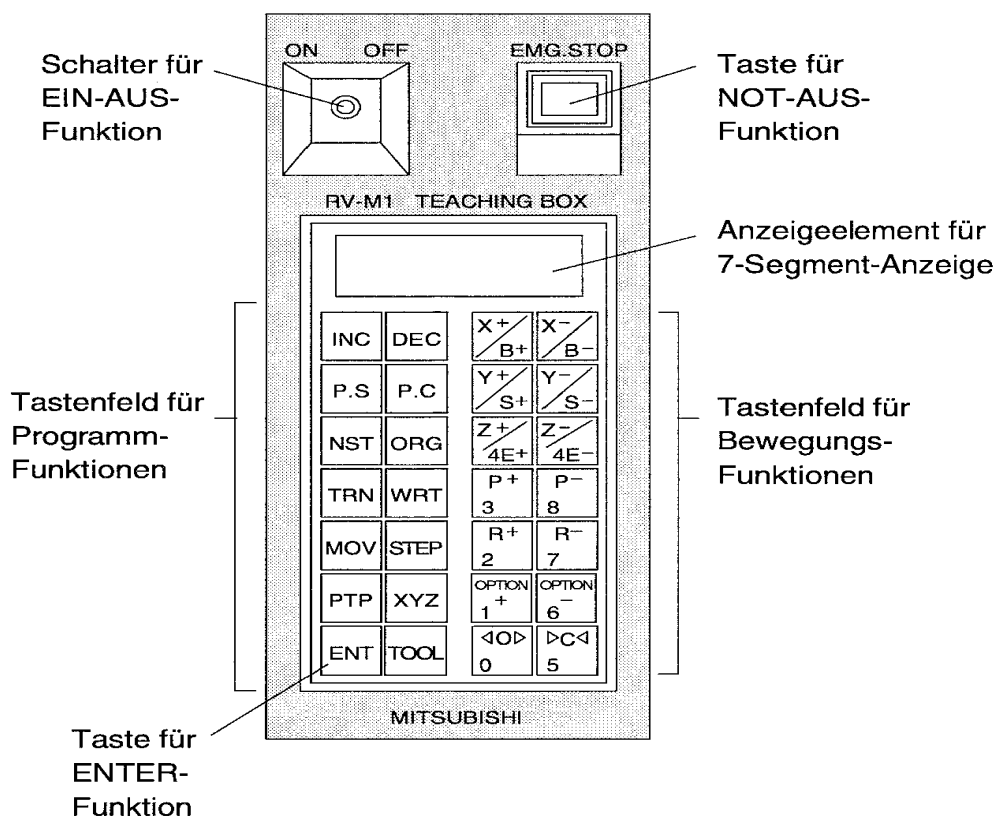
Freiheitsgrade	5 rotatorische Freiheitsgrade
Geschwindigkeit	1.000 mm/s bezogen auf den Werkzeugflansch
Nennlast	1,2 kg
Nutzlast	0,6 kg
Wiederholgenauigkeit	0,3 mm

5.3. ON – LINE – PROGRAMMIERUNG MIT TEACHING – BOX

Unter der On – line – Programmierung versteht man die Programmierung des Roboters unmittelbar an seinem Einsatzort.

Die Programmierung erfolgt dabei direkt an der Steuerung oder mit einem Handbediengerät, das mit der Steuerung über ein Kabel verbunden ist.

Ein Handbediengerät wird auch mit Teaching – Box bezeichnet.



Teaching – Box des Roboters RV – M1

5.3 FUNKTIONEN DER TEACHING – BOX

Ein/Aus Schalter:

Steht der Schalter auf **On** so ist das Gerät einsatzbereit und kann zur Bedienung genutzt werden.

Wenn ein Programm läuft und die Bedienung durch den Computer erfolgt, dann muss der Schalter auf **Off** stehen sonst erfolgt eine Fehlermeldung.

Durch Ein und wieder Ausschalten der Box, können fehlerhafte Eingaben gelöscht werden.

Not- Aus- Schalter:

Wird dieser Taster betätigt, dann stoppt der Roboter sofort und die Fehler-LED sowie die Anzeige an Drive Unit blinken.

Tasten und Tastenkombinationen:

<i>EINGABE</i>	<i>FUNKTION</i>
INC + ENT	Anwahl der um 1 höheren Positionsnummer
DEC + ENT	Anwahl der um 1 niedrigeren Positionsnummer
P.S + Number + ENT	Abspeichern einer aktuellen Position
P.C + Number + ENT	Löschen einer Position
NST + ENT	Synchronisation von Elektronik und Mechanik
ORG + ENT	Anfahren der Software, Grundposition
TRN + ENT	Datentransfer eines EPROM- Inhalts in das RAM
WRT + ENT	Schreiben eines EPROM's
Step + Number + ENT	Anfahren einer programmierten Position
PTP	Schrittweises Starten des Programms
XYZ	Wahl der Operation: Punkt zu Punkt
TOOL	Wahl der Operation: Kartesisches Koordinatensystem
ENT	Wahl der Werkzeug - Operation
X+/B+	Ausführung einer Anweisung
X-/B-	Bewegung der X-Achse nach links (Körper)
Y+/S+	Bewegung der X-Achse nach rechts (Körper)
Y-/S-	Bewegung der Y-Achse nach vorn (Schulter)
Z+/E+	Bewegung der Y-Achse nach hinten (Schulter)
Z-/E-	Bewegung der Z-Achse nach oben (Ellenbogen)
P +	Bewegung der Z-Achse nach unten (Ellenbogen)
P -	Bewegung des Handgelenks aufwärts
R +	Bewegung des Handgelenks aufwärts
R -	Bewegung des Handgelenks gegen den Uhrzeigersinn
Option +	nicht belegt
Option -	nicht belegt
0	Öffnen des Greifers
C	Schließen des Greifers

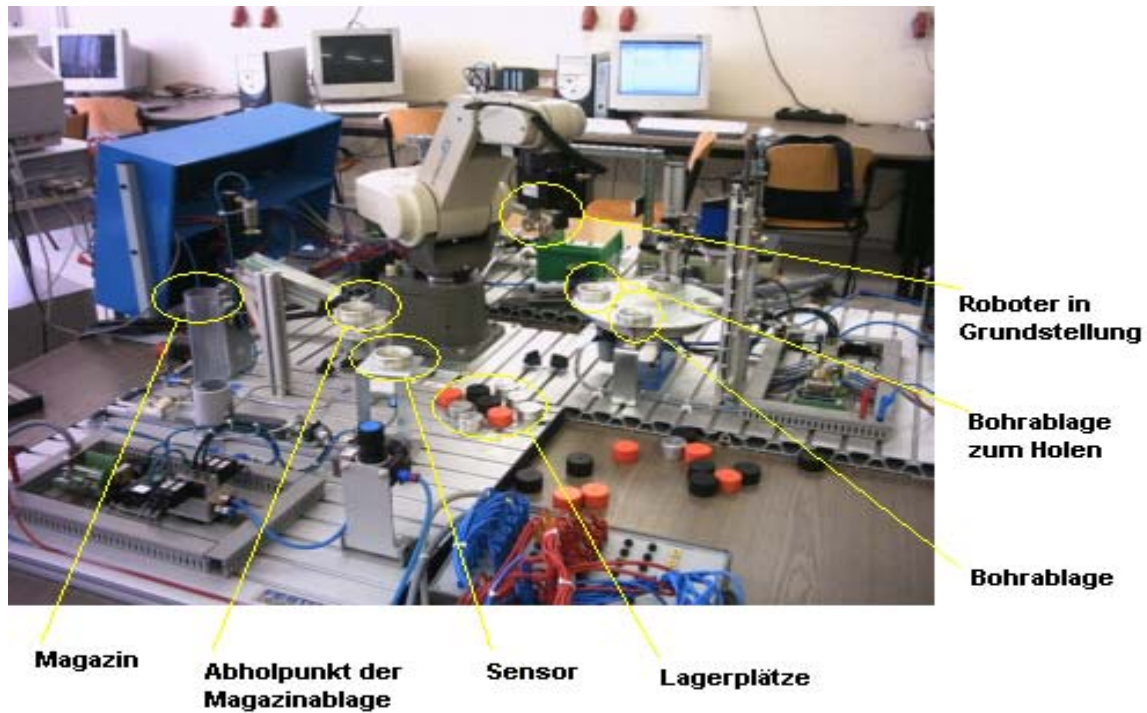
6. ELEKTRISCHE VERKABELUNG

<u>EINGÄNGE</u>	<u>EINGANGSBEZEICHNUNG</u>
0	Starttaster
1	Sensor
2	Aus- Taster
3	Werkstück an Messeinrichtung liefern
4	Werkstück von Messeinrichtung abholen
5	Werkstück an Bohrmaschine liefern
6	Gutteil von Bohrmaschine abholen
7	Schlechtteil von Bohrmaschine abholen
<u>AUSGÄNGE</u>	<u>AUSGANGSBEZEICHNUNG</u>
0	Prozessleuchte
1	Werkstück an Messeinrichtung geliefert
2	Werkstück von Messeinrichtung abgeholt
3	Werkstück an Bohrmaschine geliefert
4	Gutteil / Schlechtteil von Bohrmaschine abgeholt
5	Sicherheitsleuchte für Bohrmaschine
6	Werkstück an Magazin geliefert
<u>RELAIS</u>	<u>RELAISBEZEICHNUNG</u>
1	Prozessleuchte
2	Sensor
3	Werkstück an Messeinrichtung liefern
4	Werkstück von Messeinrichtung abholen
5	Werkstück an Bohrmaschine liefern
6	Gutteil von Bohrmaschine abholen
7	Schlechtteil von Bohrmaschine abholen
8	Sicherheitsleuchte für Bohrmaschine
9	Not – Aus
10	Werkstück an Messeinrichtung geliefert
11	Werkstück von Messeinrichtung abgeholt
12	Werkstück an Bohrmaschine geliefert
13	Gutteil / Schlechtteil von Bohrmaschine abgeholt
14	Werkstück an Magazin geliefert

7. POSITIONSLISTE MIT BILDBESCHREIBUNG

<i>Teachingpositionen</i>	<i>Teachingbezeichnung</i>
550	Grundposition
551	über Lagerplatz 1
552	auf Lagerplatz 1
553	über Lagerplatz 2
554	auf Lagerplatz 2
555	über Lagerplatz 3
556	auf Lagerplatz 3
557	über Lagerplatz 4
558	auf Lagerplatz 4
559	über Lagerplatz 5
560	auf Lagerplatz 5
561	über Lagerplatz 6
562	auf Lagerplatz 6
563	über Lagerplatz 7
564	auf Lagerplatz 7
565	über Lagerplatz 8
566	auf Lagerplatz 8
567	über Lagerplatz 9
568	auf Lagerplatz 9
569	über Sensor
570	auf Sensor
571	über Sensor zum Abholen (umgreifen)
572	auf Sensor zum Abholen (umgreifen)
573	Position 1 für Messeinrichtung (Grundstellung)
574	Position 2 für Messeinrichtung
575	Position 3 für Messeinrichtung
576	Position 4 für Messeinrichtung
577	Position 5 für Messeinrichtung
578	Position 6 für Messeinrichtung (Endstellung)
579	auf Abholposition der Messeinrichtung
580	Abwurf über Magazin

581	über Abholpunkt der Magazinablage
582	auf Abholpunkt der Magazinablage
583	über Bohrablage
584	auf Bohrablage
585	über Bohrablage zum holen
586	auf Bohrablage zum holen
587	Gutteilager
588	Schlechtteilager
589	über Abholpunkt der Messeinrichtung
590	Zwischenposition für Magazinabwurf
591	Zwischenposition für Lagerkisten



8. VERWENDETE PROGRAMMIERBEFEHLE (alphabetisch geordnet)

<i>Befehl</i>	<i>Funktion</i>
CP	Lädt den Wert eines Zählers in das Vergleichsregister
EQ	Vergleicht zwei Werte auf ihre Gleichheit. Sind die beiden Werte gleich, verzweigt das Programm in die angegebene Programmzeile
ED	Beendet das Programm
GC	Schließt den Robotergreifer
GO	Öffnet den Robotergreifer
GT	Bewirkt einen Sprung zu der festgelegten Programmzeile
IC	Erhöht den aktuellen Wert in einem Zähler um den Wert 1 (1 – 99)
ID	Stellt den Zustand aller Eingangssignale fest
MC	Bewegt den Roboter kontinuierlich zwischen zwei festgelegten Positionen über vordefinierte Zwischenpositionen (Linear-Interpolation)
MO	Verfährt den Roboter zu einer definierten Positionsnummer
NT	Verfährt den Roboterarm in seine vom Hersteller festgelegte Nestposition
OB	Schaltet einen Ausgang ein oder aus. Es können die Ausgänge 0-15 beeinflusst werden
SC	Gibt einem Zähler den Startwert vor
SP	Mit diesem Befehl wird Roboterverfahrgeschwindigkeit in neun Stufen eingestellt. Diese Geschwindigkeit ist für alle darauffolgenden Roboterbewegungen gültig, bis ein neuer SP Befehl eine andere Geschwindigkeit vorgibt.
TB	Abfrage des internen Registers auf ein gesetztes Bit. Ist das Bit gesetzt springt das Programm in die angegebene Programmzeile
TI	Verzögert die weitere Programmabarbeitung um den vorgegebenen Zeitwert

9. DAS PROGRAMM

***** Einschalten**

2 ob-0 *Signal an Lampe ausgeschaltet "Prozessleuchte aus"(A0)
3 ob+5 *Sicherheitsleuchte für Bohrmaschine eingeschaltet (A5)
4 sc 1,0 *Werkstückcounter auf 0 setzen
5 id *Input Direkt
6 tb+0,10 *wenn auf "E0" ein Signal springe in Zeile 10
7 gt 2 *Sprung in Zeile 2

***** Masterprogramm**

10 sp 9,h
11 mo 550,o *Grundposition
12 id
13 tb+2,434 *Prozess abbrechen (Nestposition)
14 tb+3,21 *Messeinrichtung "ruft" zum bringen
15 tb+4,293 *Messeinrichtung "ruft" zum abholen
16 tb+6,367 *Bohrmaschine "ruft" zum abholen von Gutteil
17 tb+7,400 *Bohrmaschine "ruft" zum abholen von Schlechtteil
18 tb+5,339 *Bohrmaschine "ruft" zum bringen
19 gt 10 *Sprung in Zeile 10

***** Wie steht der Werkstück-Counter?**

21 ic 1 *Counter um 1 erhöhen
22 cp 1 *Counter vergleichen
23 eq 1,34 *Sprung zum ersten Werkstück
24 eq 2,59 *Sprung zum zweiten Werkstück
25 eq 3,84 *Sprung zum dritten Werkstück
26 eq 4,109 *Sprung zum vierten Werkstück
27 eq 5,134 *Sprung zum fünften Werkstück
28 eq 6,159 *Sprung zum sechsten Werkstück
29 eq 7,184 *Sprung zum siebten Werkstück
30 eq 8,209 *Sprung zum achten Werkstück
31 eq 9,235 *Sprung zum neunten Werkstück
32 ed

***** Erstes Werkstück holen**

34 ob+0 *Signal an Lampe eingeschaltet "Prozessleuchte ein"(A0)
35 mo 550,o *Grundposition
36 mo 551,o *über Lagerplatz 1
37 sp 3
38 mo 552,o *auf Lagerplatz 1
39 ti 10
40 gc
41 ti 10
42 mo 551,c *über Lagerplatz 1

43 sp 7
44 mo 550,c *Grundposition
45 mo 569,c *über Sensor
46 sp 3
47 mo 570,c *auf Sensor
48 ti 10
49 go
50 ti 10
51 mo 569,o *über Sensor
52 id
53 tb+1,262 *wenn auf E1 (Werkstück an Messeinrichtung liefern) ein Signal springe in Zeile 262
54 sc 1,1 *wenn erstes Werkstück nicht vorhanden, Counter auf 2.Werkstück stellen
55 sp 7
56 mo 550,o *Grundposition
57 gt 21 *Sprung in Zeile 21

*** **Zweites Werkstück holen**

59 ob+0 *Signal an Lampe eingeschaltet "Prozessleuchte ein"(A0)
60 mo 550,o *Grundposition
61 mo 553,o *über Lagerplatz 2
62 sp 3
63 mo 554,o *auf Lagerplatz 2
64 ti 10
65 gc
66 ti 10
67 mo 553,c *über Lagerplatz 2
68 sp 7
69 mo 550,c *Grundposition
70 mo 569,c *über Sensor
71 sp 3
72 mo 570,c *auf Sensor
73 ti 10
74 go
75 ti 10
76 mo 569,o *über Sensor
77 id
78 tb+1,262 *wenn auf E1 (Werkstück an Messeinrichtung liefern) ein Signal springe in Zeile 262
79 sc 1,2 *Wenn zweites Werkstück nicht vorhanden, Counter auf 3.Werkstück stellen
80 sp 7
81 mo 550,o *Grundposition
82 gt 21 *Sprung in Zeile 21

*** **Drittes Werkstück holen**

84 ob+0 *Signal an Lampe eingeschaltet "Prozessleuchte ein"(A0)
85 mo 550,o *Grundposition
86 mo 555,o *über Lagerplatz 3
87 sp 3
88 mo 556,o *auf Lagerplatz 3

89 ti 10
90 gc
91 ti 10
92 mo 555,c *über Lagerplatz 3
93 sp 7
94 mo 550,c *Grundposition
95 mo 569,c *über Sensor
96 sp 3
97 mo 570,c *auf Sensor
98 ti 10
99 go
100 ti 10
101 mo 569,o *über Sensor
102 id
103 tb+1,262 *wenn auf E1 (Werkstück an Messeinrichtung liefern) ein Signal springe in Zeile 262
104 sc 1,3 *wenn drittes Werkstück nicht vorhanden, Counter auf 4.Werkstück stellen
105 sp 7
106 mo 550,o *Grundposition
107 gt 21 *Sprung in Zeile 21

***** Viertes Werkstück holen**

109 ob+0 *Signal an Lampe eingeschaltet "Prozessleuchte ein"(A0)
110 mo 550,o *Grundposition
111 mo 557,o *über Lagerplatz 4
112 sp 3
113 mo 558,o *auf Lagerplatz 4
114 ti 10
115 gc
116 ti 10
117 mo 557,c *über Lagerplatz 4
118 sp 7
119 mo 550,c *Grundposition
120 mo 569,c *über Sensor
121 sp 3
122 mo 570,c *auf Sensor
123 ti 10
124 go
125 ti 10
126 mo 569,o *über Sensor
127 id
128 tb+1,262 *wenn auf E1 (Werkstück an Messeinrichtung liefern) ein Signal springe in Zeile 262
129 sc 1,4 *Wenn viertes Werkstück nicht vorhanden, Counter auf 5.Werkstück stellen
130 sp 7
131 mo 550,o *Grundposition
132 gt 21 *Sprung in Zeile 21

***** Fünftes Werkstück holen**

134 ob+0 *Signal an Lampe eingeschaltet "Prozessleuchte ein"(A0)
135 mo 550,o *Grundposition
136 mo 559,o *über Lagerplatz 5
137 sp 3
138 mo 560,o *auf Lagerplatz 5
139 ti 10
140 gc
141 ti 10
142 mo 559,c *über Lagerplatz 5
143 sp 7
144 mo 550,c *Grundposition
145 mo 569,c *über Sensor
146 sp 3
147 mo 570,c *auf Sensor
148 ti 10
149 go
150 ti 10
151 mo 569,o *über Sensor
152 id
153 tb+1,262 *wenn auf E1 (Werkstück an Messeinrichtung liefern) ein Signal springe in Zeile 262
154 sc 1,5 *Wenn fünftes Werkstück nicht vorhanden, Counter auf 6.Werkstück stellen
155 sp 7
156 mo 550,o *Grundposition
157 gt 21 *Sprung in Zeile 21

***** Sechstes Werkstück holen**

159 ob+0 *Signal an Lampe eingeschaltet "Prozessleuchte ein"(A0)
160 mo 550,o *Grundposition
161 mo 561,o *über Lagerplatz 6
162 sp 3
163 mo 562,o *auf Lagerplatz 6
164 ti 10
165 gc
166 ti 10
167 mo 561,c *über Lagerplatz 6
168 sp 7
169 mo 550,c *Grundposition
170 mo 569,c *über Sensor
171 sp 3
172 mo 570,c *auf Sensor
173 ti 10
174 go
175 ti 10
176 mo 569,o *über Sensor
177 id
178 tb+1,262 *wenn auf E1 (Werkstück an Messeinrichtung liefern) ein Signal springe in Zeile 262
179 sc 1,6 *Wenn sechstes Werkstück nicht vorhanden, Counter auf 7.Werkstück stellen

180 sp 7
181 mo 550,o *Grundposition
182 gt 21 *Sprung in Zeile 21

***** Siebentes Werkstück holen**

184 ob+0 *Signal an Lampe eingeschaltet "Prozessleuchte ein"(A0)
185 mo 550,o *Grundposition
186 mo 563,o *über Lagerplatz 7
187 sp 3
188 mo 564,o *auf Lagerplatz 7
189 ti 10
190 gc
191 ti 10
192 mo 563,c *über Lagerplatz 7
193 sp 7
194 mo 550,c *Grundposition
195 mo 569,c *über Sensor
196 sp 3
197 mo 570,c *auf Sensor
198 ti 10
199 go
200 ti 10
201 mo 569,o *über Sensor
202 id
203 tb+1,262 *wenn auf E1 (Werkstück an Messeinrichtung liefern) ein Signal springe in Zeile 262
204 sc 1,7 *Wenn siebtes Werkstück nicht vorhanden, Counter auf 8.Werkstück stellen
205 sp 7
206 mo 550,o *Grundposition
207 gt 21 *Sprung in Zeile 21

***** Achtes Werkstück holen**

209 ob+0 *Signal an Lampe eingeschaltet "Prozessleuchte ein"(A0)
210 mo 550,o *Grundposition
211 mo 565,o *über Lagerplatz 8
212 sp 3
213 mo 566,o *auf Lagerplatz 8
214 ti 10
215 gc
216 ti 10
217 mo 565,c *über Lagerplatz 8
218 sp 7
219 mo 550,c *Grundposition
220 mo 569,c *über Sensor
221 sp 3
222 mo 570,c *auf Sensor
223 ti 10
224 go
225 ti 10

226 mo 569,o *über Sensor
227 id
228 tb+1,262 *wenn auf E1 (Werkstück an Messeinrichtung liefern) ein Signal springe in Zeile 262
229 sc 1,8 *Wenn achtes Werkstück nicht vorhanden, Counter auf 9.Werkstück stellen
230 sp 7
231 mo 550,o *Grundposition
232 gt 21 *Sprung in Zeile 21

***** Neuntes Werkstück holen**

235 ob+0 *Signal an Lampe eingeschaltet "Prozessleuchte ein"(A0)
236 mo 550,o *Grundposition
237 mo 567,o *über Lagerplatz 9
238 sp 3
239 mo 568,o *auf Lagerplatz 9
240 ti 10
241 gc
242 sc 1,0 *Werkstückcounter auf 0 setzen
243 ti 10
244 mo 567,c *über Lagerplatz 9
245 sp 7
246 mo 550,c *Grundposition
247 mo 569,c *über Sensor
248 sp 3
249 mo 570,c *auf Sensor
250 ti 10
251 go
252 ti 10
253 mo 569,o *über Sensor
254 id
255 tb+1,262 *wenn auf E1 (Werkstück an Messeinrichtung liefern) ein Signal springe in Zeile 262
256 sc 1,0 *Wenn neuntes Teil nicht vorhanden, Counter auf 1.Werkstück stellen
257 sp 7
258 mo 550,o *Grundposition
259 gt 21 *Sprung in Zeile 21

***** Werkstück an Messeinrichtung liefern**

262 sp 7
263 mo 550,o *Grundposition
264 mo 571,o *über Sensor zum Abholen
265 sp 3
266 mo 572,o *auf Sensor zum Abholen
267 ti 10
268 gc
269 ti 10
270 mo 571,c *über Sensor zum Abholen
271 sp 9,h
272 mo 550,c *Grundposition
273 mo 573,c *auf Pos.1 für Messeinrichtung

274 mc 573,578 *von Pos.1 bis Pos.6 für Messeinrichtung
275 ti 10
276 go
277 mo 577,o *auf Pos.5 für Messeinrichtung
278 ob+1 *Signal an Messeinrichtung eingeschaltet "Werkstück geliefert"(A1)
279 ti 10
280 ob-1 *Signal an Messeinrichtung ausgeschaltet "Werkstück geliefert"(A1)
281 mo 576,o *auf Pos.4 für Messeinrichtung
282 mo 575,o *auf Pos.3 für Messeinrichtung
283 ti 90 *9 Sekunden warten, ob Signal zum Abholen kommt
284 id
285 tb+4,298 *wenn auf E4 (Werkstück von Messeinrichtung abholen) ein Signal springe in Zeile
298
286 mo 574,o *auf Pos.2 für Messeinrichtung
287 mo 573,o *auf Pos.1 für Messeinrichtung
288 mo 550,o *Grundposition
289 ob-0 *Signal an Lampe ausgeschaltet "Prozessleuchte aus"(A0)
290 gt 10 *Sprung in Zeile 10

***** Werkstück aus Messeinrichtung abholen**

293 ob+0 *Signal an Lampe eingeschaltet "Prozessleuchte ein"(A0)
294 mo 550,o *Grundposition
295 sp 9,h
296 mo 573,o *Position 1 für Messeinrichtung
297 mc 573,575 *von Pos.1 bis Pos.3 für Messeinrichtung
298 mo 589,o *über Messeinrichtung "Abholpunkt"
299 sp 3
300 mo 579,o *auf Messeinrichtung "Abholpunkt"
301 ti 10
302 gc
303 ti 10
304 mo 589,c *über Messeinrichtung "Abholpunkt"
305 sp 9,h
306 mo 575,c *auf Pos.3 für Messeinrichtung
307 ob+2 *Signal an Messeinrichtung eingeschaltet "Werkstück abgeholt"(A2)
308 ti 10
309 ob-2 *Signal an Messeinrichtung ausgeschaltet "Werkstück abgeholt"(A2)
310 mc 575,573 *von Pos.3 bis Pos.1 für Messeinrichtung
311 mo 569,c *über Sensor
312 sp 3
313 mo 570,c *auf Sensor
314 ti 10
315 go
316 ti 10
317 mo 569,o *über Sensor
318 sp 7
319 mo 550,o *Grundposition
320 mo 571,o *über Sensor zum Abholen
321 sp 3

322 mo 572,o *auf Sensor zum Abholen
323 ti 10
324 gc
325 ti 10
326 mo 571,c *über Sensor zum Abholen
327 sp 7
328 mo 590,c *auf Zwischenposition für Magazinabwurf
329 mo 580,c *Abwurfpunkt Magazin
330 ti 10
331 go
332 ob+6 *Signal an Magazin eingeschaltet "Werkstück geliefert"(A6)
333 ti 10
334 ob-6 *Signal an Magazin ausgeschaltet "Werkstück geliefert"(A6)
335 mo 550,o *Grundposition
336 ob-0 *Signal an Lampe ausgeschaltet "Prozessleuchte aus"(A0)
337 gt 10 *Sprung in Zeile 10

*****Werkstück an Bohrmaschine liefern**

339 ob+0 *Signal an Lampe eingeschaltet "Prozessleuchte ein"(A0)
340 mo 550,o *Grundposition
341 sp 7
342 mo 581,o *über Magazinablage
343 sp 3
344 mo 582,o *auf Magazinablage
345 ti 10
346 gc
347 ti 10
348 mo 581,c *über Magazinablage
349 sp 7
350 ob-5 *Sicherheitsleuchte für Bohrmaschine ausgeschaltet (A5)
351 mo 583,c *über Bohrablage
352 sp 3
353 mo 584,c *auf Bohrablage
354 ti 10
355 go
356 ti 10
357 mo 583,o *über Bohrablage
358 sp 7
359 mo 550,o *Grundposition
360 ob+5 *Sicherheitsleuchte für Bohrmaschine eingeschaltet (A5)
361 ob+3 *Signal an Bohrmaschine eingeschaltet "Werkstück geliefert"(A3)
362 ti 10
363 ob-3 *Signal an Bohrmaschine ausgeschaltet "Werkstück geliefert"(A3)
364 ob-0 *Signal an Lampe ausgeschaltet "Prozessleuchte aus"(A0)
365 gt 10 *Sprung in Zeile 10

*****Gutteil aus Bohrmaschine abholen**

367 ob+0 *Signal an Lampe eingeschaltet "Prozessleuchte ein"(A0)
368 mo 550,o *Grundposition
369 ti 20
370 ob-5 *Sicherheitsleuchte für Bohrmaschine ausgeschaltet (A5)
371 mo 585,o *über Bohrablage zum Holen
372 sp 3
373 mo 586,o *auf Bohrablage zum Holen
374 ti 10
375 gc
376 ti 10
377 mo 585,c *über Bohrablage zum Holen
378 sp 7
379 mo 591,c *Zwischenposition für Lagerkisten
380 ob+5 *Sicherheitsleuchte für Bohrmaschine eingeschaltet (A5)
381 ob+4 *Signal an Bohrmaschine eingeschaltet "Gutteil abgeholt"(A4)
382 ti 10
383 ob-4 *Signal an Bohrmaschine ausgeschaltet "Gutteil abgeholt"(A4)
384 sp 7
385 mo 587,c *Gutteilager
386 ti 10
387 go
388 ti 10
389 mo 591,o *Zwischenposition für Lagerkisten
390 ob-5 *Sicherheitsleuchte für Bohrmaschine ausgeschaltet (A5)
391 mo 585,o *über Bohrablage zum Holen
392 id
393 tb+6,372 *wenn auf E6 (Gutteil abholen) ein Signal springe in Zeile 372
394 tb+7,405 *wenn auf E7 (Schlechtteil abholen) ein Signal springe in Zeile 405
395 mo 550,o *Grundposition
396 ob+5 *Sicherheitsleuchte für Bohrmaschine eingeschaltet (A5)
397 ob-0 *Signal an Lampe ausgeschaltet "Prozessleuchte aus"(A0)
398 gt 10 *Sprung in Zeile 10

*****Schlechtteil aus Bohrmaschine abholen**

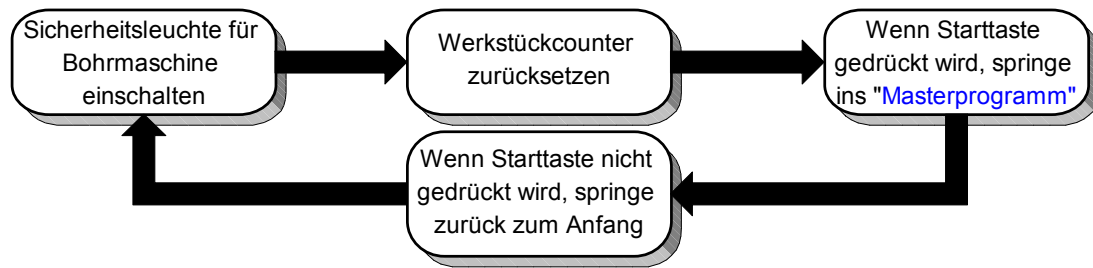
400 ob+0 *Signal an Lampe eingeschaltet "Prozessleuchte ein"(A0)
401 mo 550,o *Grundposition
402 ti 20
403 ob-5 *Sicherheitsleuchte für Bohrmaschine ausgeschaltet (A5)
404 mo 585,o *über Bohrablage zum Holen
405 sp 3
406 mo 586,o *auf Bohrablage zum Holen
407 ti 10
408 gc
409 ti 10
410 mo 585,c *über Bohrablage zum Holen
411 sp 7

412 mo 591,c *Zwischenposition für Lagerkisten
413 ob+5 *Sicherheitsleuchte für Bohrmaschine eingeschaltet (A5)
414 ob+4 *Signal an Bohrmaschine eingeschaltet "Schlechtteil abgeholt"(A4)
415 ti 10
416 ob-4 *Signal an Bohrmaschine ausgeschaltet "Schlechtteil abgeholt"(A4)
417 mo 588,c *Schlechtteillager
418 ti 10
419 go
420 ti 10
421 sp 9
422 mo 591,o *Zwischenposition für Lagerkisten
423 ob-5 *Sicherheitsleuchte für Bohrmaschine ausgeschaltet (A5)
424 mo 585,o *über Bohrablage zum Holen
425 id
426 tb+6,372 *wenn auf E6 (Gutteil abholen) ein Signal springe in Zeile 372
427 tb+7,405 *wenn auf E7 (Schlechtteil abholen) ein Signal springe in Zeile 405
428 mo 550,o *Grundposition
429 ob+5 *Sicherheitsleuchte für Bohrmaschine eingeschaltet (A5)
430 ob-0 *Signal an Lampe ausgeschaltet "Prozessleuchte aus"(A0)
431 gt 10 *Sprung in Zeile 10

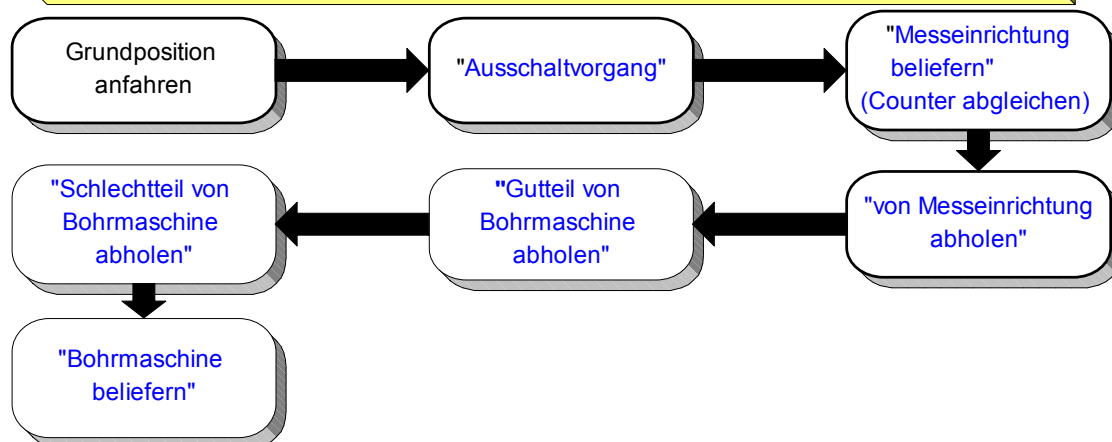
*** **Ausschalten**

434 nt *Ausschalten und auf Nestposition fahren
435 ob-5 *Sicherheitsleuchte für Bohrmaschine ausgeschaltet (A5)
436 ob-0 *Signal an Lampe ausgeschaltet "Prozessleuchte aus"(A0)
437 ed

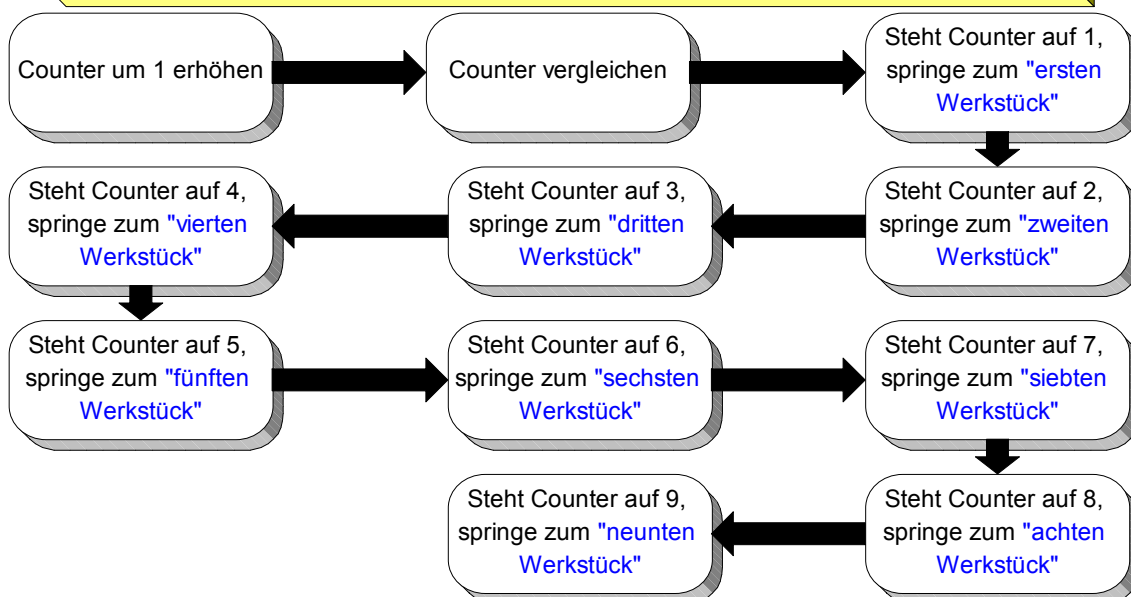
10. PROGRAMMABLAUFPLAN



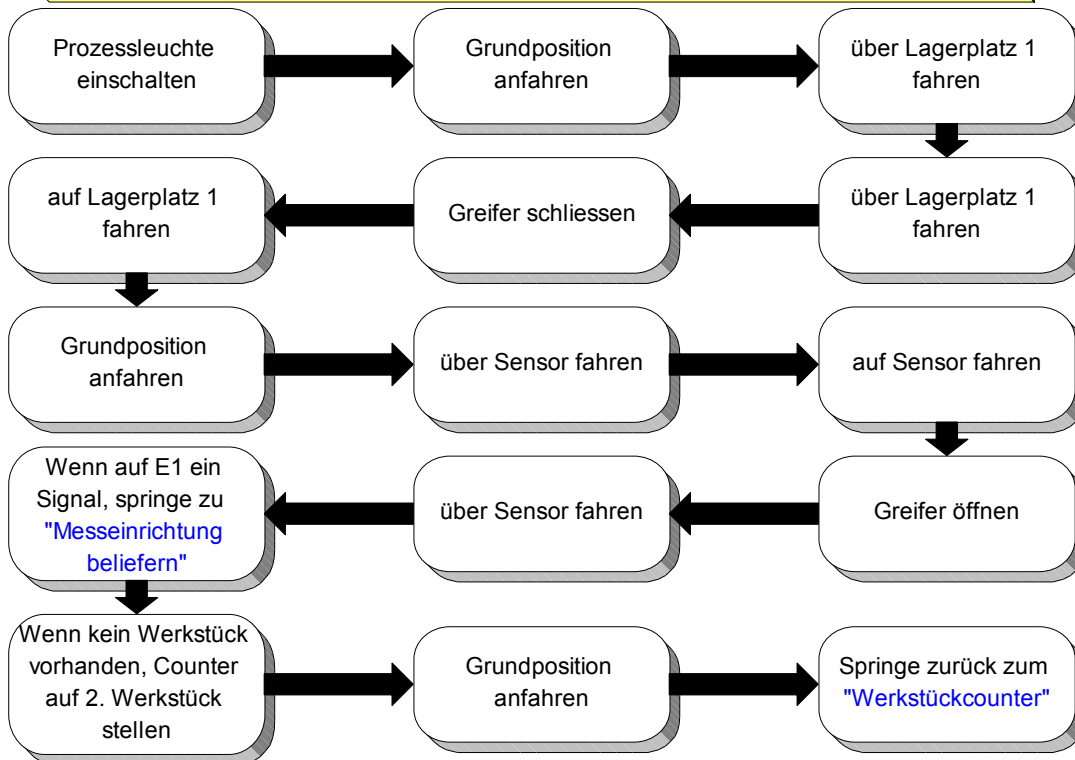
MASTERPROGRAMM



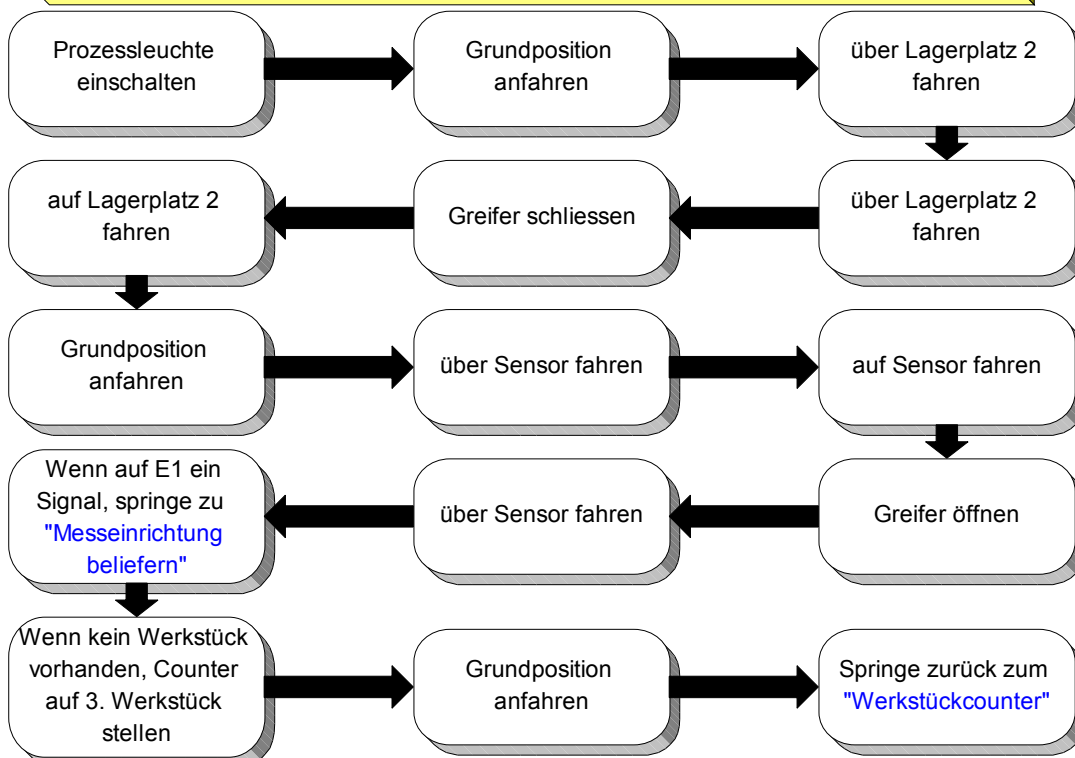
WERKSTÜCKCOUNTER



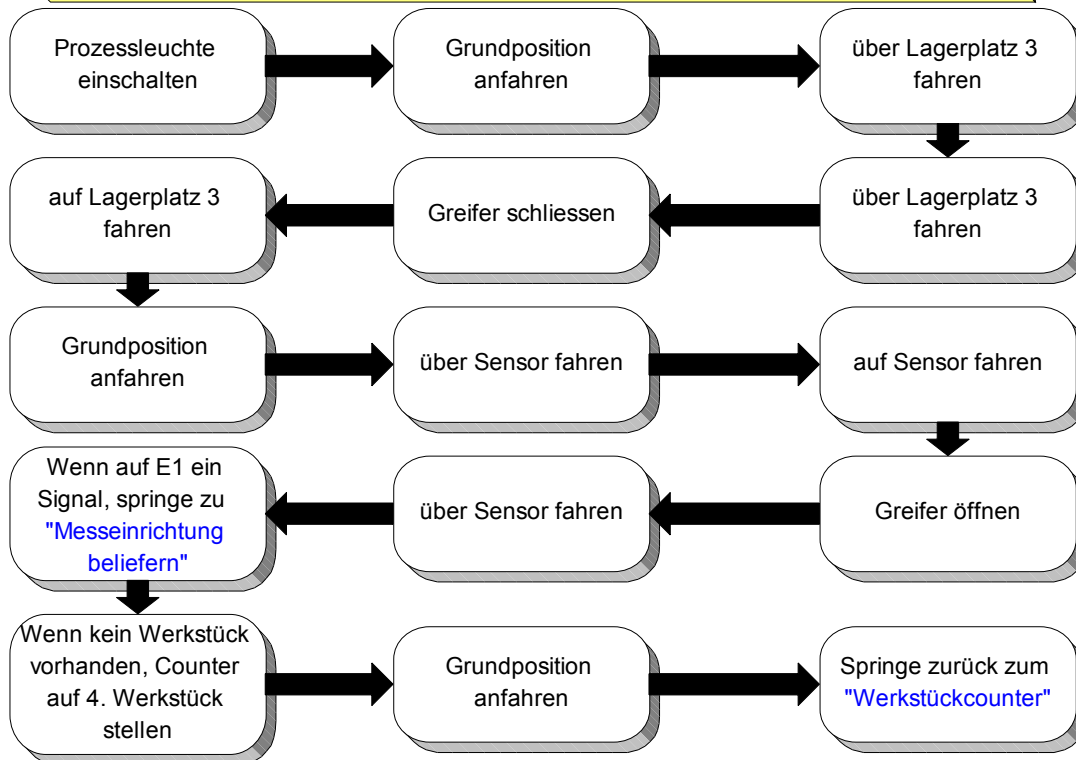
ERSTES WERKSTÜCK



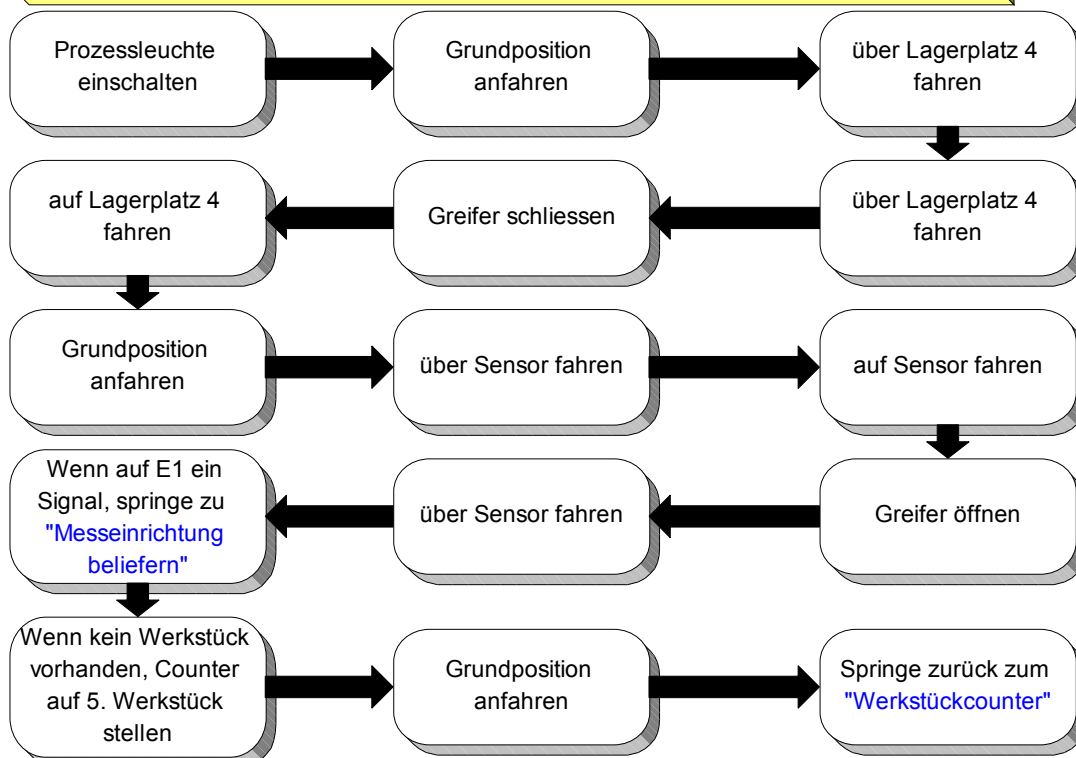
ZWEITES WERKSTÜCK



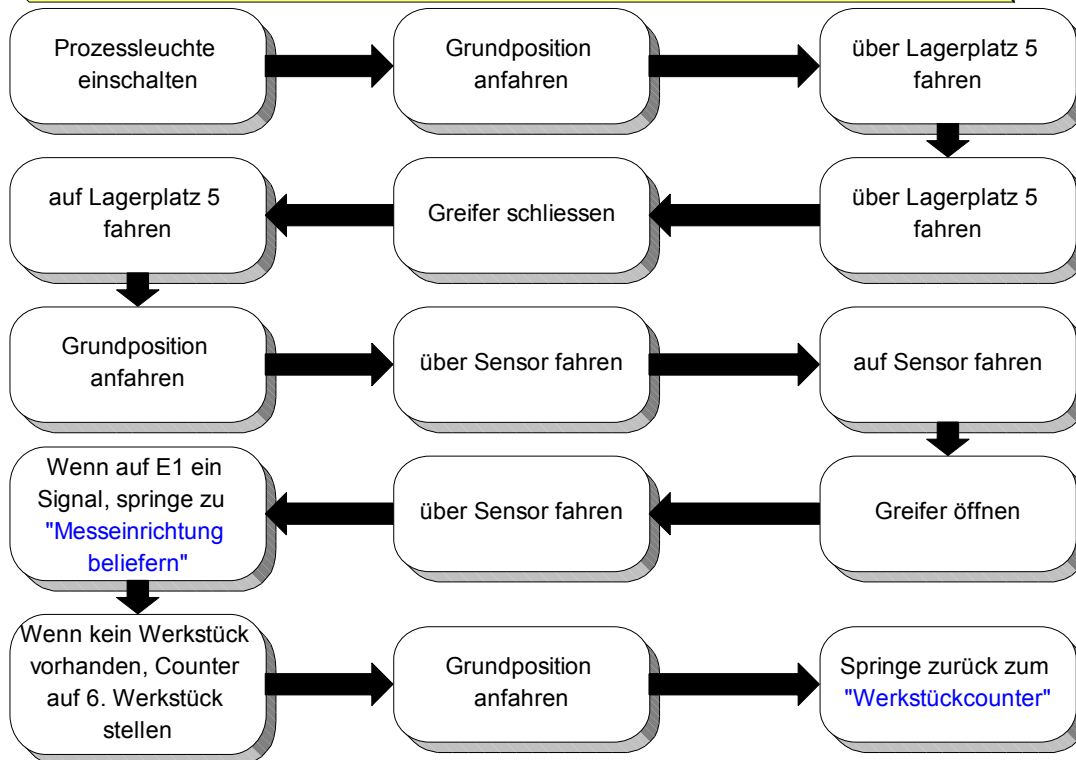
DRITTES WERKSTÜCK



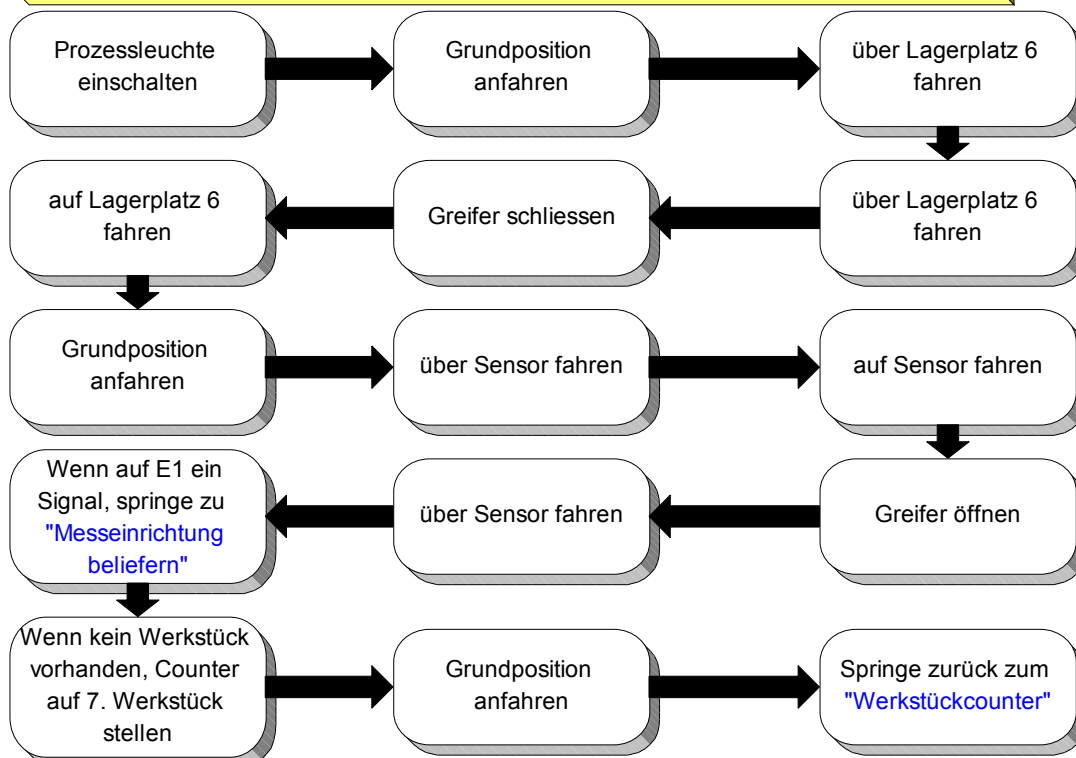
VIERTES WERKSTÜCK



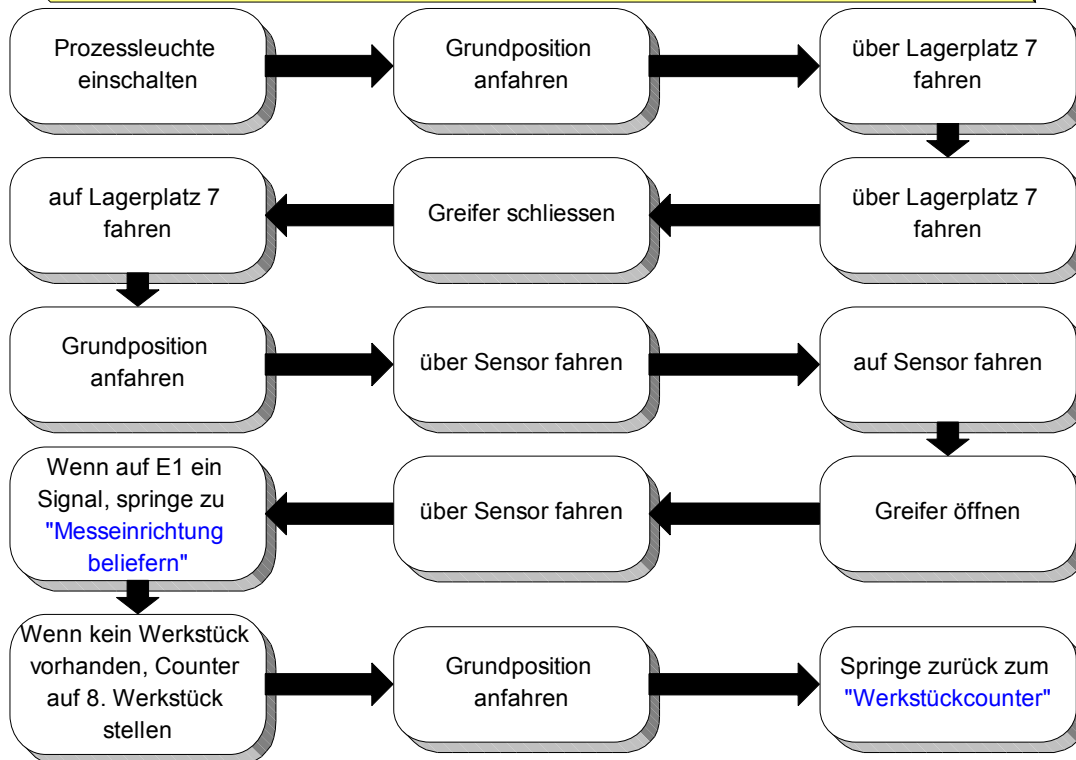
FÜNFTES WERKSTÜCK



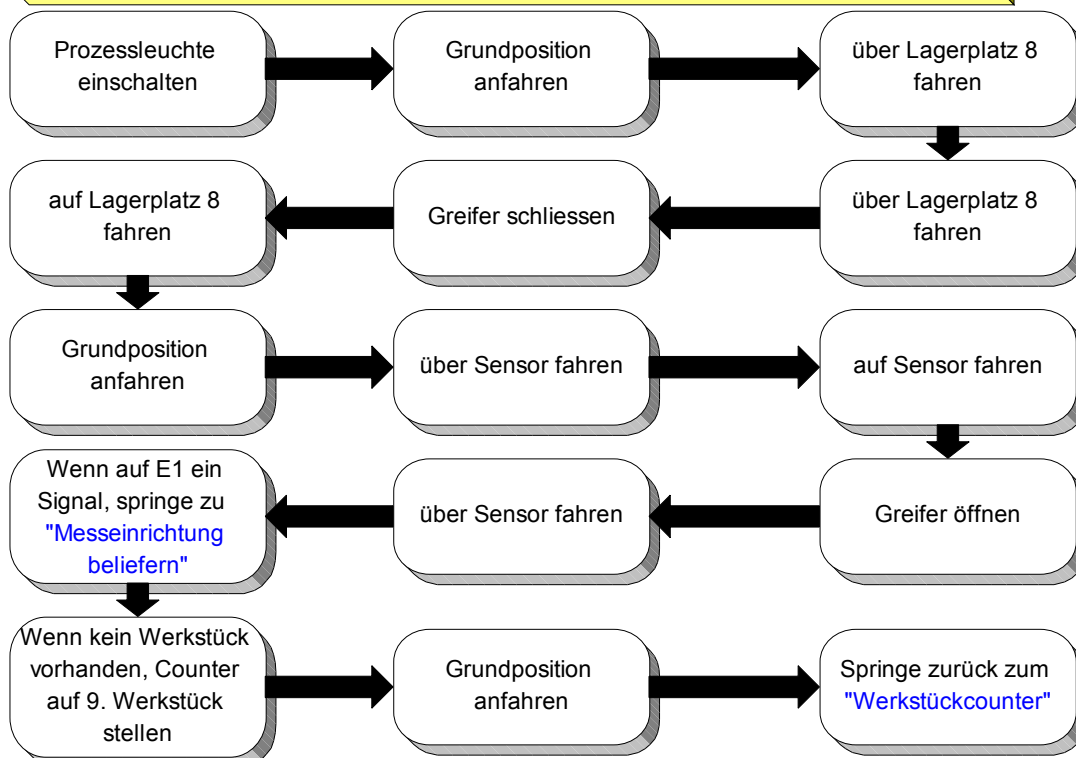
SECHSTES WERKSTÜCK

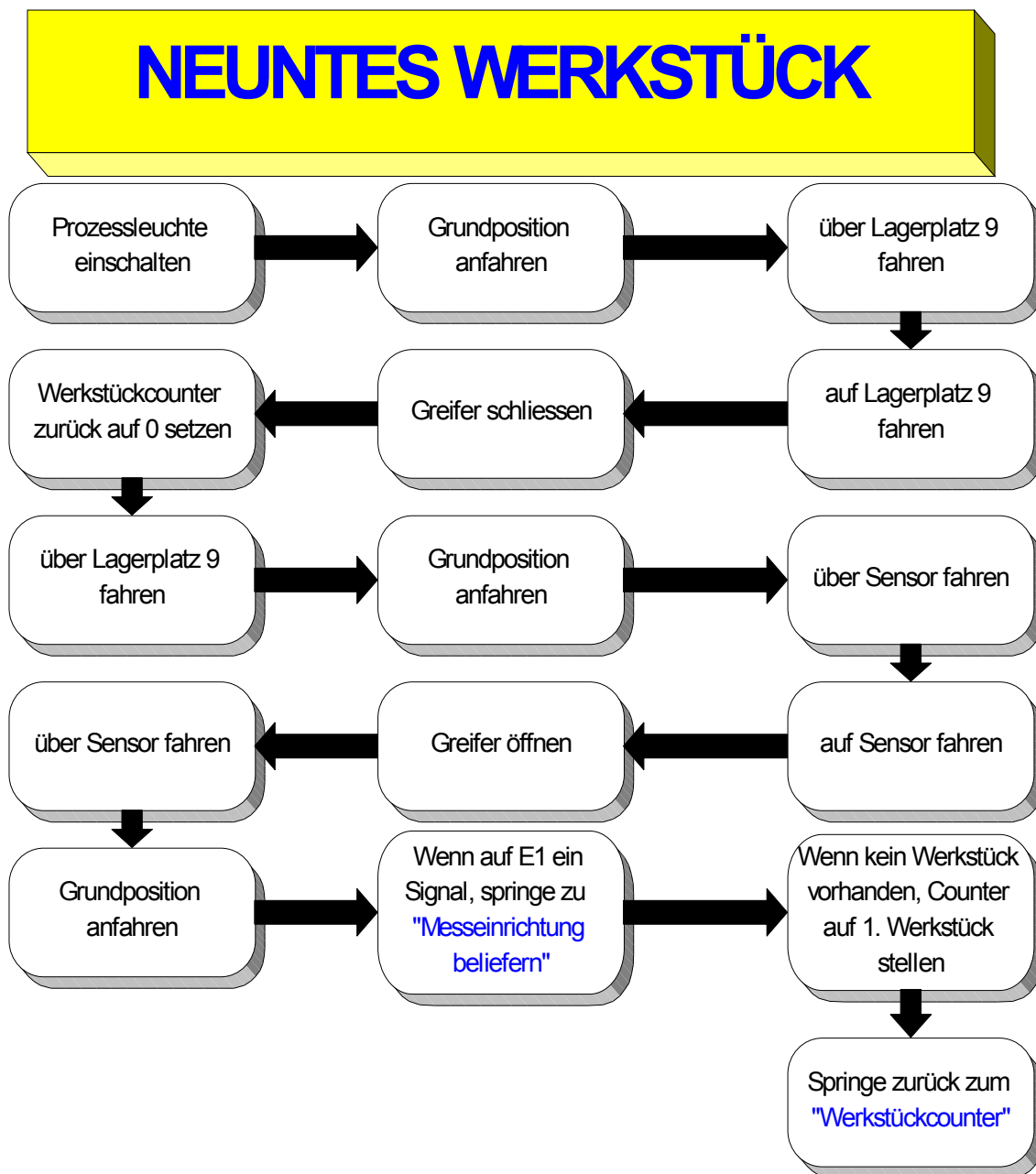


SIEBENTES WERKSTÜCK

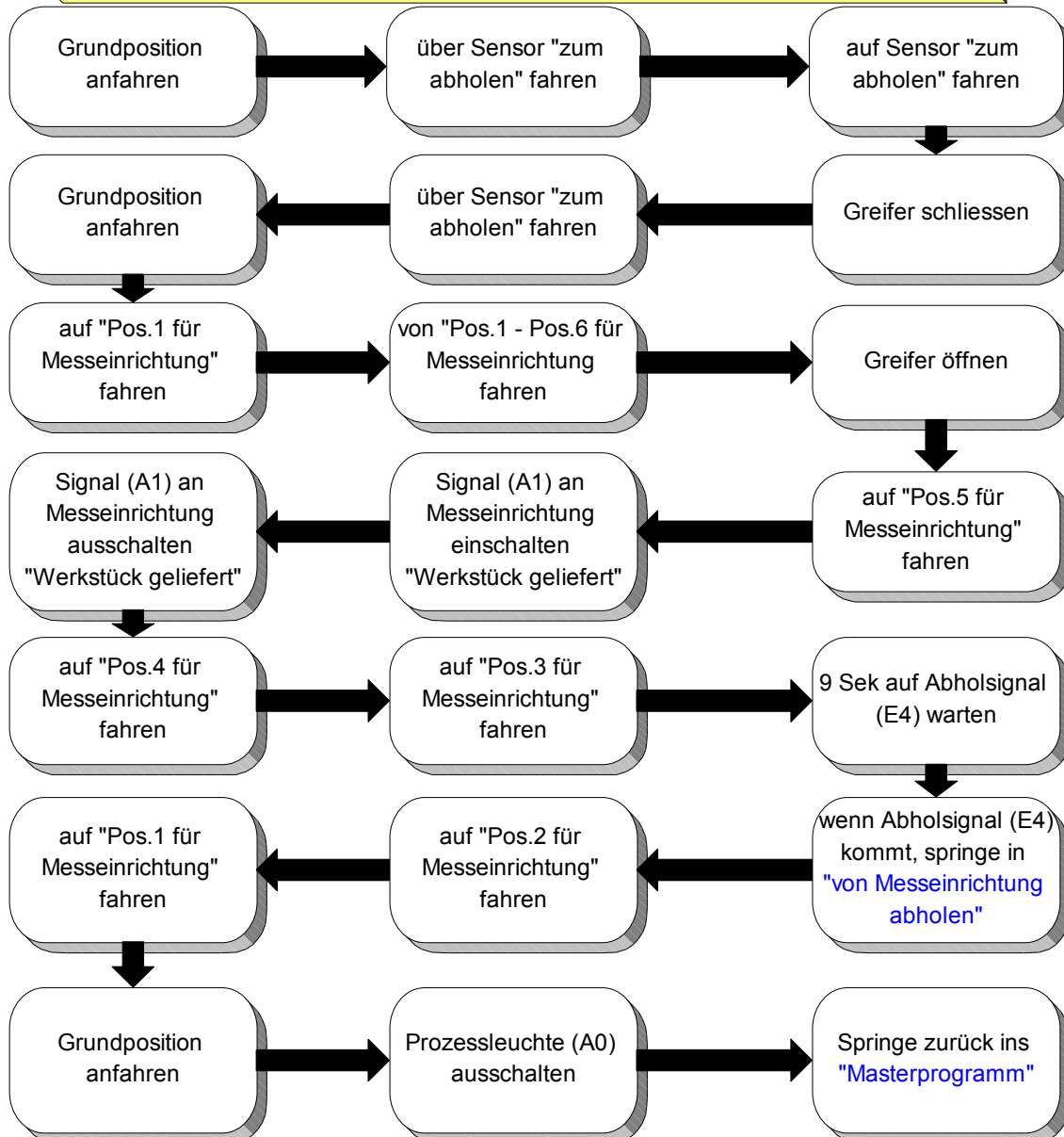


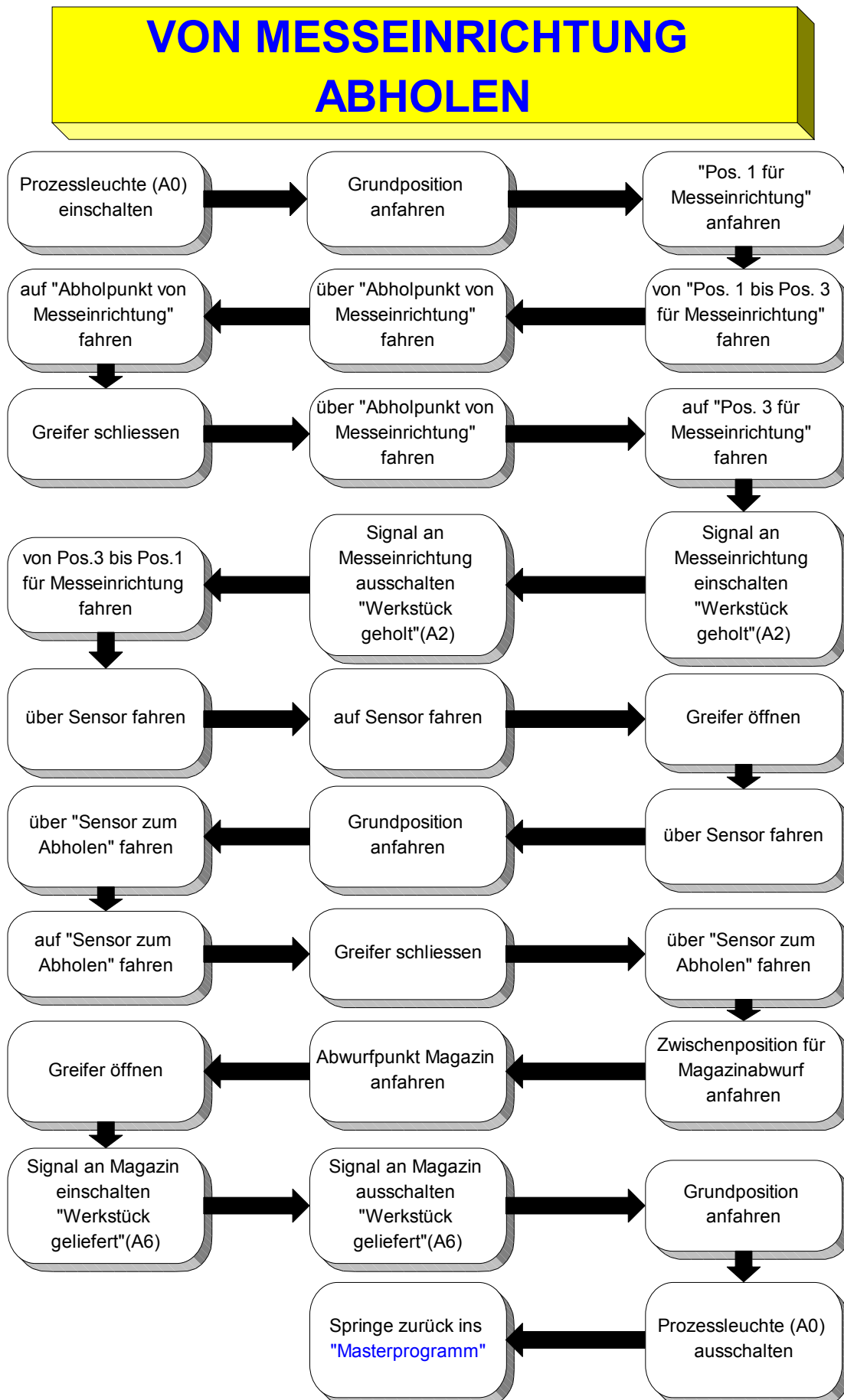
ACHTES WERKSTÜCK

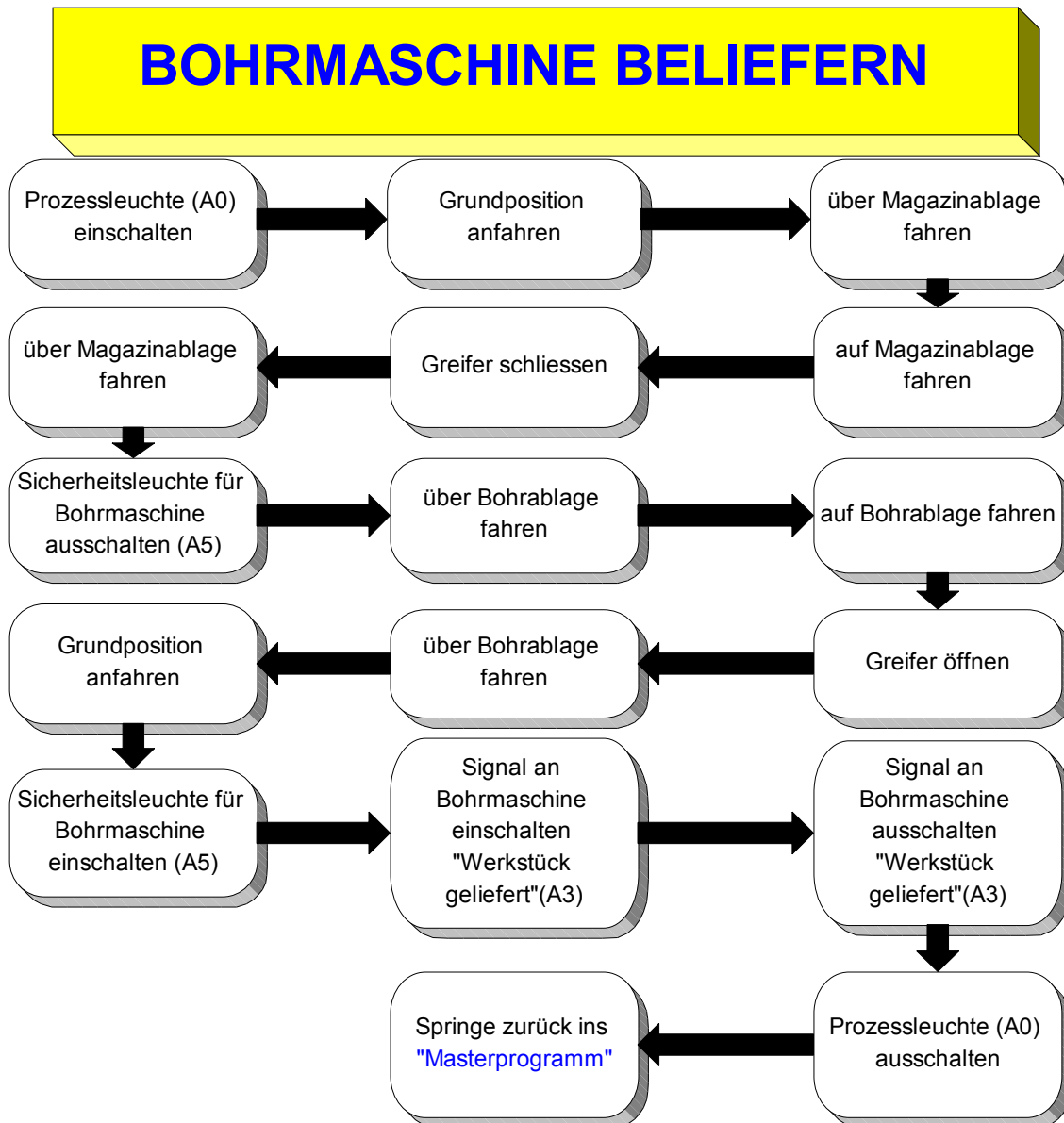


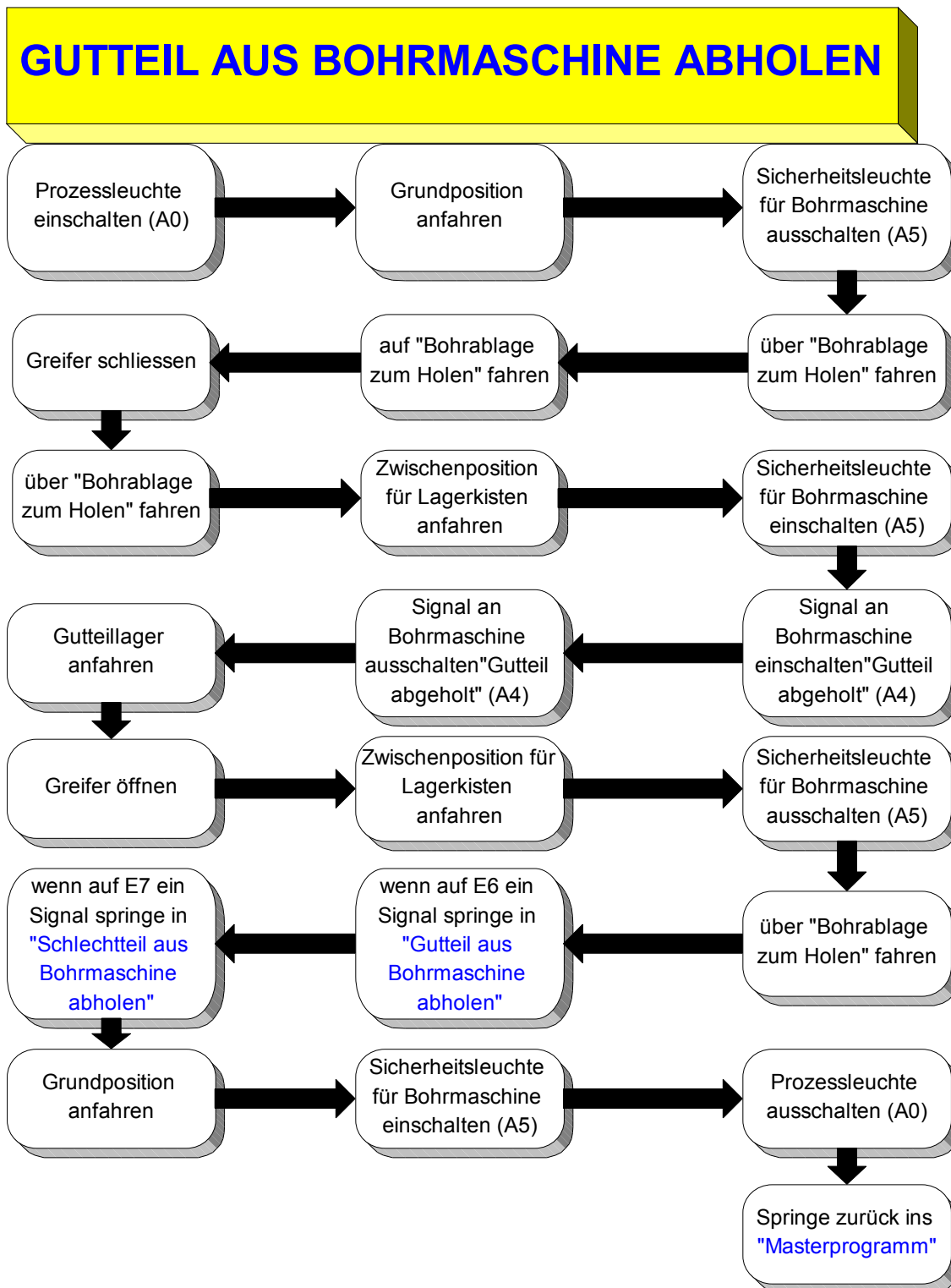


MESSEINRICHTUNG BELIEFERN

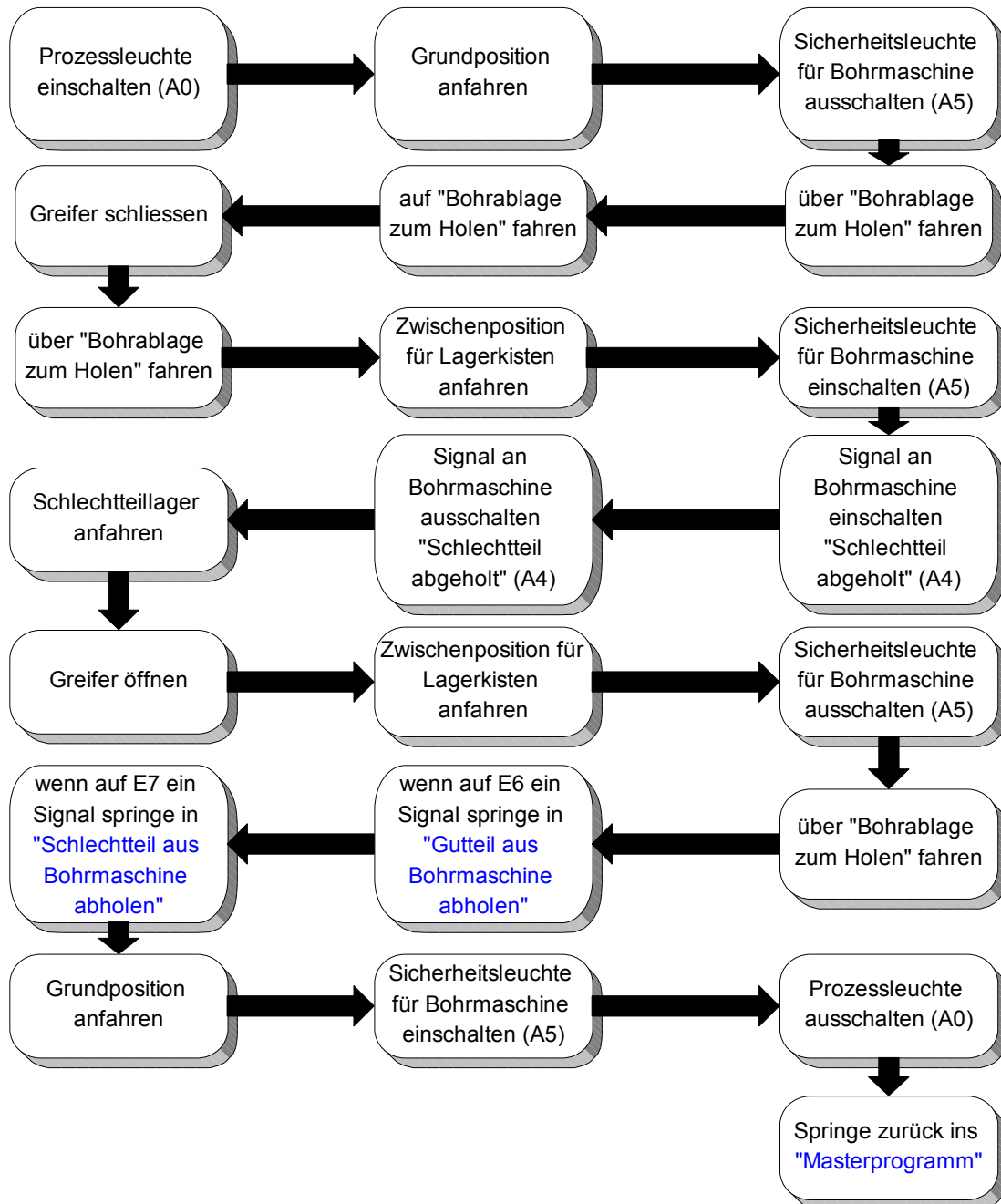


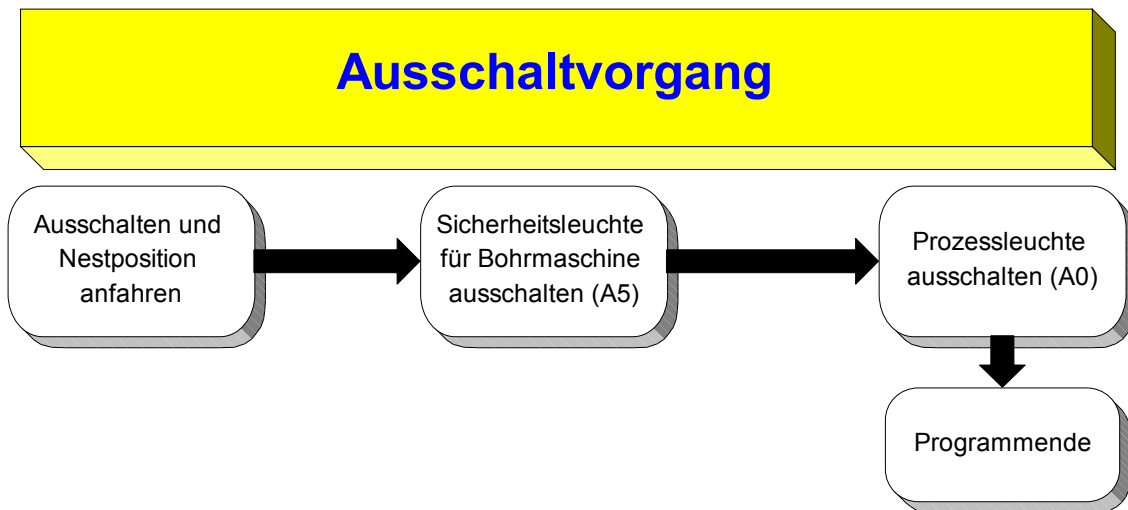




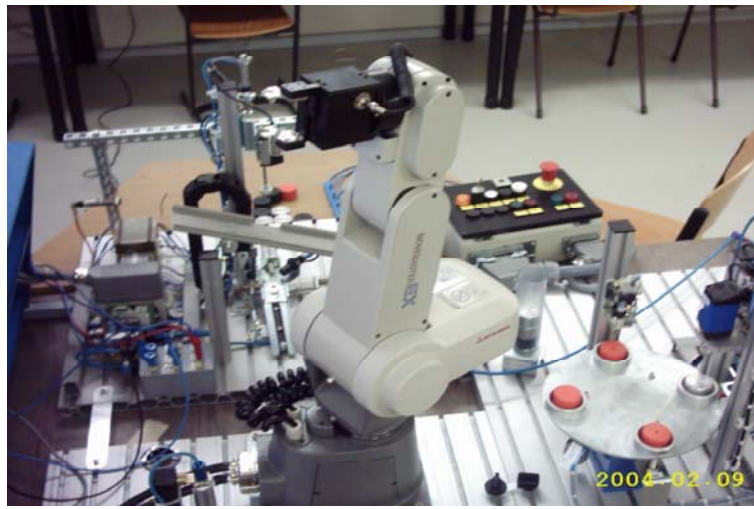


SCHLECHTTEIL AUS BOHRMASCHINE ABHOLEN





11. DOKUMENTATION IN BILDERN



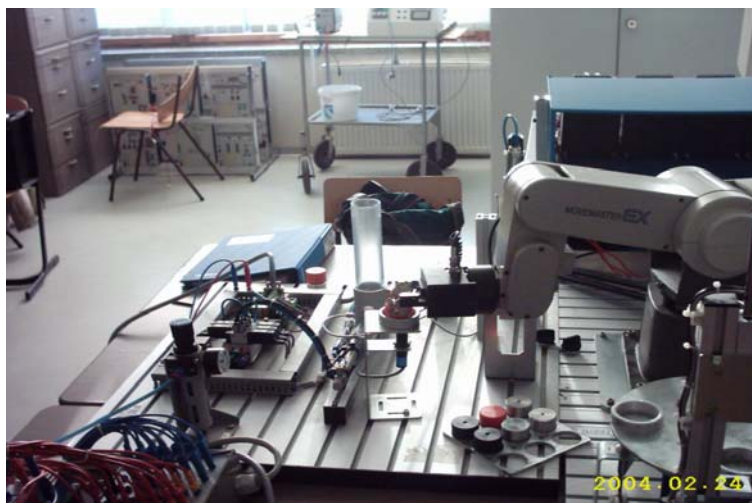
Roboter in Nestposition



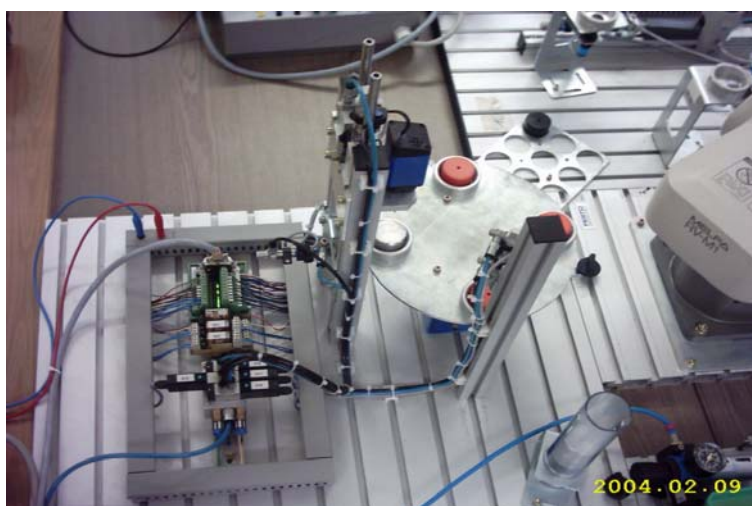
Roboter in Grundposition



Roboter über Lagerplätzen



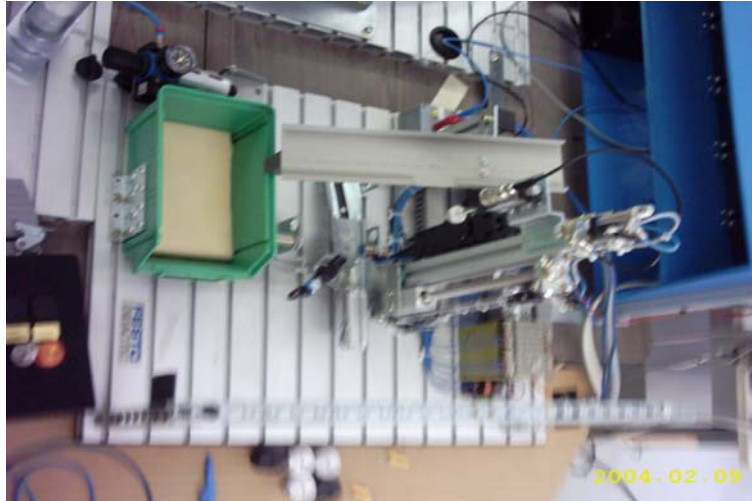
Roboter über Sensor



Das Bohrwerk mit Bohrlochprüfung



Roboter über Bohrwerk



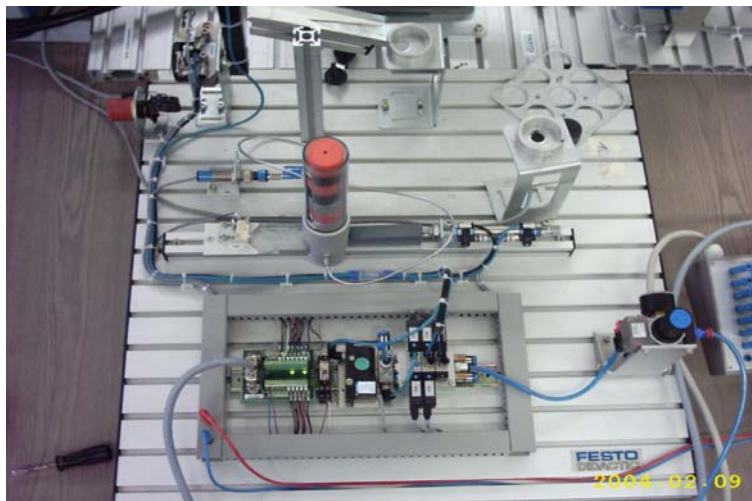
Messeinrichtung



Roboter auf dem Weg zur Messeinrichtung



Roboter über Messeinrichtung



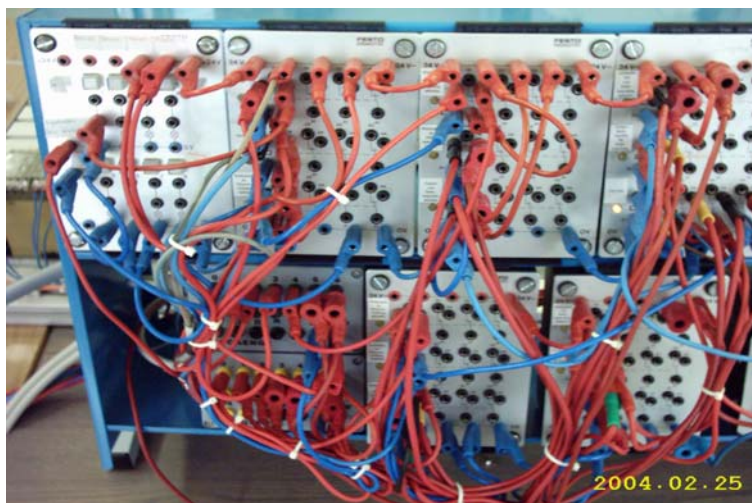
Magazin mit Zählwerk



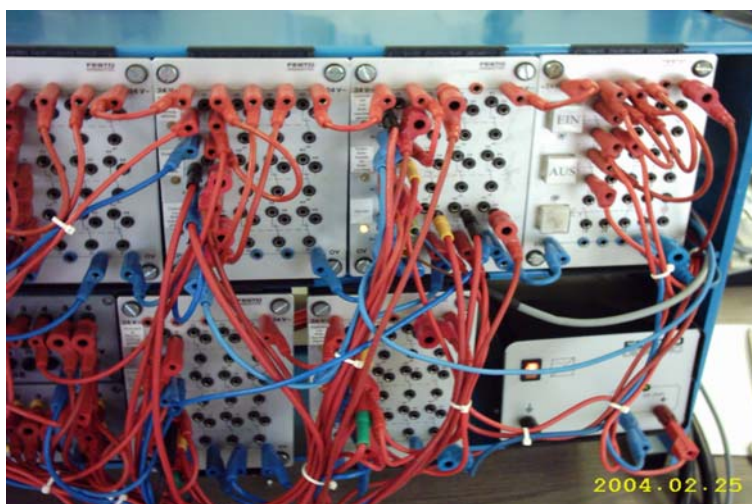
Roboter über Magazin



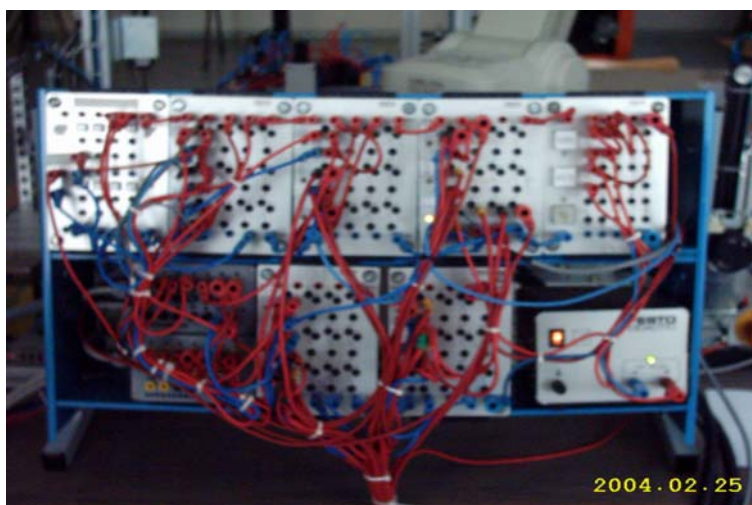
Mühselige Kabelverlegung unter der Arbeitsplattform



Verkabelung (links)



Verkabelung (rechts)



Verkabelung (komplett)

12. QUELLENVERZEICHNIS

Meine Quellen basieren ausschließlich auf den Unterrichtsstoff im Fach Robotertechnik oder sind im Rahmen des Projekts entstanden.

13. EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

„Hiermit erkläre ich an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur mit den angegebenen Hilfsmitteln angefertigt habe.

Mühlhausen, den 03.05.2004

Unterschrift: