

# SML4

## INTERPOLATION FÜR SCHRITTMOTOR-ENDSTUFEN

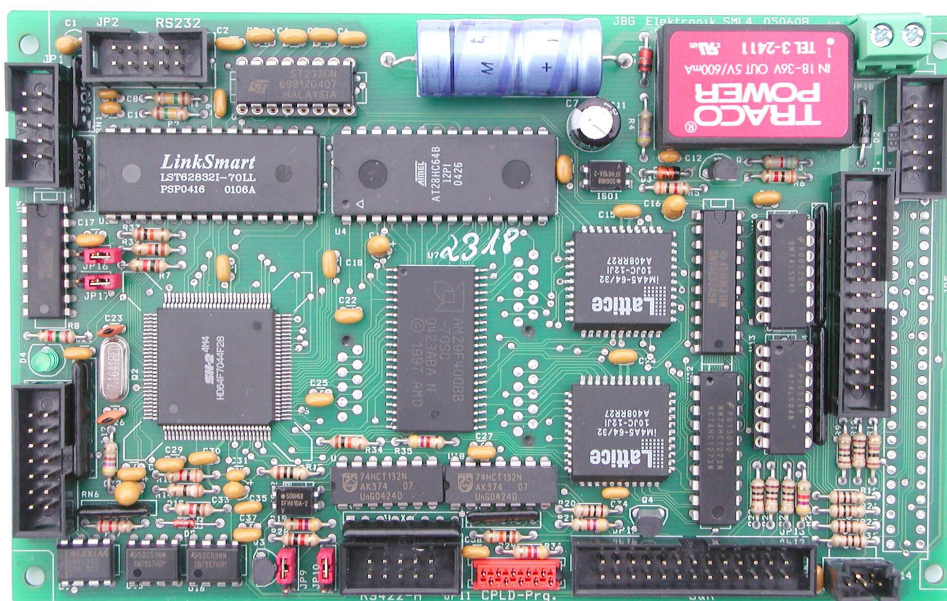
Stand: Dokumentation 29.11.2019

Firmware v4.25

PLD V2.00

Dokumentenname: SML4

- Interpolation für bis zu 6 Schrittmotor-Endstufen mit Schritt- und Richtungs-Eingängen
- Konstante Werkzeug-Geschwindigkeit
- SPS/PLC Steuerlogik, verwaltet max. 6 Eingabekarten und 6 Ausgabekarten
- Kommunikation über serielle Schnittstellen RS232 (RS422 Hilfsschnittstelle)
- Versorgung durch 24V-Spannung
- 3HE-Baugruppe: Europakarte mit DIN 41612 Stecker. Maße 160x100, kompatibel zu SML33



Inhalt:

<b>1</b>	<b>ALLGEMEINE BESCHREIBUNG</b>	<b>3</b>
1.1	<i>Sinn und Zweck der Leitachse</i>	3
1.2	<i>Das Interpolationsverfahren</i>	3
1.3	<i>Konstante Werkzeuggeschwindigkeit</i>	4
1.4	<i>Serielle Kommunikation</i>	4
<b>2</b>	<b>LISTE UND ERLÄUTERUNG DER KOMMANDOS</b>	<b>4</b>
2.1	<i>Kommandos im Langsatz</i>	4
2.1.1	<i>NORMALE KOMMANDOS</i>	4
2.1.2	<i>SOFORT-KOMMANDOS</i>	8
2.2	<i>Kommandos im Kurzsatz</i>	10
2.3	<i>Buffer-Voll-Meldung</i>	11
<b>3</b>	<b>CNC-ABLAUFPROGRAMM</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>BEREICH UND GENAUIGKEIT VON GESCHWINDIGKEITEN</b>	<b>11</b>
4.1	<i>Sinn und Funktion der Teiler</i>	11
<b>5</b>	<b>DIE PROGRAMMIERBARE LOGIK KONTROLLE (PLC)</b>	<b>11</b>
5.1	<i>Kopplung von CNC zu PLC</i>	12
5.1.1	<i>SPEZIELLE MERKER</i>	12
5.1.2	<i>DIREKTE E/A-BEFEHLE</i>	13
5.1.3	<i>ERWEITERTE FUNKTIONEN DER PLC (FB 254)</i>	14
<b>6</b>	<b>EIGENSCHAFTEN DER HARDWARE</b>	<b>14</b>
6.1	<i>Spannungsversorgung</i>	14
6.2	<i>Schritt- und Richtungs-Signale</i>	14
6.3	<i>Steckerbelegung (64-poliger Stecker JP1)</i>	15
6.4	<i>EA-Wannenstecker JP4</i>	15
6.5	<i>Richtungs- und Schrittssignale Wannenstecker JP13</i>	16
6.6	<i>RS232 (10-poliger Wannenstecker JP2)</i>	16
6.7	<i>PLC-Schnittstelle JP11</i>	16
6.8	<i>Handrad-Anschluss JP1</i>	16
6.9	<i>Override-Anschluss JP14, JP19</i>	17
<b>7</b>	<b>INBETRIEBNAHME</b>	<b>18</b>
<b>8</b>	<b>KURZDATEN</b>	<b>19</b>
<b>9</b>	<b>ÄNDERUNGEN IN DIESEM DOKUMENT</b>	<b>21</b>

## 1 Allgemeine Beschreibung

Die SML4 kann bis zu 6 Achsen linear interpolieren (Standardausführung 3 Achsen). Einzelne Fahrtstücke werden dabei fliegend zusammengesetzt, d.h. es kann mit kurzen, aneinandergehängten Geraden beliebig (im Raum) gefahren werden. Geschwindigkeiten und Beschleunigungen sind programmierbar und werden über die Auflösungsverhältnisse der Achsen kontrolliert.

Kommandos und Parameter werden über die Host-RS232 <sup>1)</sup> Schnittstelle gegeben. Die Endstufen sind jeweils über die Signale Rx, Sx und IPA (Richtung, Schritt und Stromabsenkung) mit der SML4 verbunden. Diese Schnittstellen werden in der weiteren Beschreibung **Slots** genannt und von 0 bis 5 durchnummeriert.

Die SML4 besitzt 8 5V Ausgänge und 8 5V-Eingänge, die Eingänge werden gleichzeitig als Referenz-Eingänge benutzt.

Eine erweiterbare E/A-Einheit, bestehend aus SPE/SPA-Karten, kann an einem RS422-Port (Hilfs-Schnittstelle) angeschlossen werden. Zur PLC-Programmierung steht ein STEP5-Assembler bereit.

Die SML4 kann CNC-Befehle (= Fahrkommandos...) aufzeichnen und als Programme zusammenfassen. Diese Download-Programme können dann von der PLC aus gestartet werden.

Die Hohe Versionsnummer der SML4 (ab v4.00) rührt aus der Verwandtschaft zu den Servo-Interpolationskarten GMS-I und GMI99, zu denen ein Bezug für J-CAM hergestellt werden musste.

<sup>1)</sup> Die Haupt-Schnittstelle kann mit einem Zusatz-Modul auch als RS422 (statt RS232) ausgerüstet werden. Siehe auch 1.4.

### 1.1 Sinn und Zweck der Leitachse

Mit Hilfe der Leitachse und der Auflösungsverhältnisse der Achsen kontrolliert die SML4 die momentanen Geschwindigkeiten so, dass die Programmierung eines einzelnen Geschwindigkeits- und Beschleunigungswert genügt, um alle Achsen korrekt zu betreiben (auch, und vor allem, bei unterschiedlichen Auflösungen der Achsen). Dazu muss die Achse mit der niedrigsten Auflösung (kleinste Zahl Inkremente pro Wegeinheit) gefunden werden, welche als Leitachse bezeichnet wird. Auf diese Leitachse beziehen sich alle Geschwindigkeits- und Beschleunigungsangaben aus den unten beschriebenen Kommandos.

*Zur weiteren Erläuterung hier ein kleines Beispiel:*

Achse A ist die Leitachse und Achse B hat die doppelte Auflösung wie die Leitachse, das Auflösungsverhältnis für Achse A ist 1, für B 0.5 (Eingabe per W-Kommando). Wird nun eine Geschwindigkeit von 1000 Hz programmiert und jeweils nur eine Achse bewegt, so läuft Achse A exakt mit dem programmierten Wert (1000 Hz), Achse B läuft mit dem doppelten Wert (2000 Hz), um die höhere Auflösung zu kompensieren. Von außen betrachtet (effektive Geschwindigkeit) laufen beide Achsen nun wieder gleich schnell.

### 1.2 Das Interpolationsverfahren

Die SML4 generiert bei der linearen Interpolation Richtungs- und Schrittsignale für die angeschlossenen Achsen. Die Polarität der Richtungssignale ist fix – wenn die Richtung einer Achse (**Achsrichtung**) nicht stimmt, muss die Korrektur in der Leistungsendstufe oder durch Umpolen des Motors erfolgen. Die Funktion **Koordinaten-Spiegelung** in J-CAM sollte für neue Anlagen nicht mehr benutzt werden, um eine falsche Achsrichtung zu kompensieren.

Die Kreisinterpolation wird durch die Aufteilung des Kreisbogens in gerade Linienstücke erreicht. Die Länge dieser Linienstücke wird so berechnet, dass die Abweichung der Sollpositionen von der idealen Kreisbahn +/- 1 Inkrement beträgt. Dieses Verfahren harmonisiert gut mit den Eigenschaften des Indexers (Fahrten-Generator), es hat jedoch auch einen Nachteil: die Geschwindigkeit der Kreisinterpolation ist begrenzt - ein Linienstück kann nicht in weniger als 5 ms (Millisekunden) verarbeitet werden. Hierdurch entsteht folgende Begrenzung:

$$V_{\text{Kreis}} [\text{Hz}] < \frac{\sqrt{4 * R [\text{Inc}]}}{0.005 [\text{s}]}$$

Im Zahlenbeispiel: Achsen mit 0.001 mm Auflösung und einem Kreisradius von 100 mm (R = 100000 Inc) → V = 52700 Hz = 3,1 m/min. Bei schwingungsempfindlichen Mechaniken, muss dieser Wert weiter reduziert werden.

### 1.3 Konstante Werkzeuggeschwindigkeit

Zur Konstanthaltung der programmierbaren Geschwindigkeit im Bahnsteuerbetrieb ist die Werkzeug-Geschwindigkeits-Kontrolle (WGK) integriert. Die WGK geht davon aus, dass die Achsen rechtwinklig aufeinander stehen. Dabei wird die Geschwindigkeit der Achsen so gewählt, dass die resultierende Geschwindigkeit mit dem programmierten Wert übereinstimmt. Für Drehachsen oder andere Achsen, auf die diese Eigenschaft nicht zutrifft, sollte der WGK-Einfluss abgeschaltet werden (siehe W-Kommando).

### 1.4 Serielle Kommunikation

Die Methode der seriellen Kommunikation ist identisch zu unseren Servo-Produkten; allerdings ist über die RS232 nur die Adresse 224 verfügbar (Jumper JP17 offen). Bei geschlossenem JP17 wechselt die Haupt-Schnittstelle in den RS422-Modus, siehe nächster Abschnitt.

Für den Betrieb an einer RS422-Schnittstelle (bus-fähig = mehrere Slave-Geräte an einer Schnittstelle) kann die Haupt-Schnittstelle<sup>1)</sup> der SML4 mit einem Zusatz-Modul (Hardware) für RS422 ausgestattet werden. In diesem Fall sollte JP17 geschlossen werden, was die Sender-Steuerung der Schnittstelle aktiviert. Außerdem wird so die **Variable Serielle-Adresse** genutzt, die mit J-CAM eingerichtet wird (Vorgabewert 225).

JP17 offen	JP17 geschlossen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Serielle-Adresse = 224.</li> <li>• Modus = RS232 → Sender immer aktiv, nicht bus-fähig.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Serielle-Adresse = programmierbar (Vorgabe 225).</li> <li>• Modus = RS422 → Sender nur beim Antworten aktiv, bus-fähig.</li> </ul>

<sup>1)</sup> Wenn die Hilfs-Schnittstelle (RS422) nicht benötigt wird (keine E/A-Erweiterung) so kann sie auch zur Verbindung zu einem Host (Master) genutzt werden.

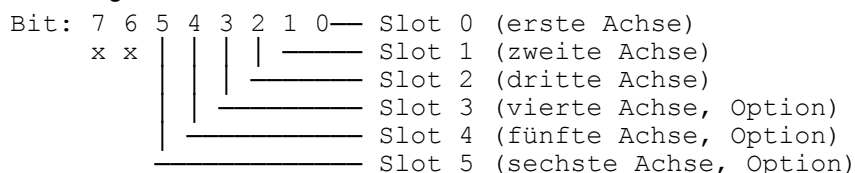
## 2 Liste und Erläuterung der Kommandos

Kommandos bestehen aus einem Adresszeichen einem Kommandozeichen (Befehl) und einer Anzahl Parameter, die von der Art des Befehls abhängt. Diese Kommandos werden mit dem Langsatz (DIN 19244) übertragen und haben folgende Form:

<Adresszeichen><Befehlszeichen>[ <P1>[ <P2>[ <P3>]]]

Das Adresszeichen (1 Byte), mit dem mehrere Karten in einem System voneinander unterschieden werden, wird in der folgenden Liste nicht explizit angegeben. Die Befehlsparameter P1, P2 und P3 sind 24-Bit-Werte (3 Byte: Low = PxL, Mid = PxM, High = PxH) und in ihrer Bedeutung vom Befehlszeichen (1 Byte) abhängig. Im Protokoll wird jeweils das Low-Byte zuerst übertragen. In dieser Beschreibung sind die Parameterwerte normalerweise in dezimaler Darstellung angegeben; wenn die hexadezimale Darstellung verwendet wird, so ist der Zahl ein '0x' vorangestellt (Bsp.: 1234 = 0x4D2).

In manchen Kommandos werden einzelne Parameter (jeweils das Low-Byte) oder das Befehlszeichen binär gebildet, um die gewünschten Achsen zu selektieren. Diese Parameter werden **Binärauswahl** genannt:



### 2.1 Kommandos im Langsatz

#### 2.1.1 Normale Kommandos

Normale Kommandos werden in der Reihenfolge ihrer Eingabe (über eine serielle Schnittstelle) bearbeitet. Die meisten der hier beschriebenen Kommandos warten mit ihrer Ausführung, bis keine Fahrt mehr im Gange ist. Für einige Kommandos gilt das jedoch nicht, um das Zusammensetzen von Fahrten möglichst variabel zu gestalten; solche Kommandos werden Synchron-Kommandos genannt und sind mit <sup>(F)</sup> gekennzeichnet. Alle normalen Kommandos werden, bei erfolgreichem Empfang, von der Karte mit einem Einzelzeichen 5h beantwortet.

#### B Beschleunigung [P1, [P2]]

Der Wert der Beschleunigung in Hz/ms wird in P1 übertragen. Die Geschwindigkeit wird beim Beschleunigen pro Millisekunde maximal um diesen Wert erhöht. Sinusquadrat-Rampen benötigen (Faktor  $\pi / 2$ ) mehr Zeit zum Erreichen der Endgeschwindigkeit als lineare Rampen bei gleichem Beschleunigungswert. P1: [1..7500] (50). Ist P2 = 0, so wird in P1 die Beschleunigung der Leitachse übertragen (alle *Achs-Beschleunigungswerte* werden dabei auf diesen Wert gesetzt). Für Achsen mit unterschiedlicher Mechanik bzw. Auflösung können die einzelnen *Achs-Beschleunigungswerte* anschließend übertragen werden, wobei hier P2 die Slotnummer + 1 (= 1..6) enthält.

#### d Eingabe/Verändern des Datenbereichs der PLC [P1, P2]

Die Wort-Information in P1 (MSB=0) wird im *Datenbereich der PLC* am Offset P2 abgelegt. Der (Byte-) Offset muss dabei in einem Bereich [0..254]. Die ersten 80 Datenworte DW0 bis DW79 (Byte-Offset 0..158) sind dabei statisch, d.h. sie werden bei jedem Einschalten (aus einem nichtflüchtigen Speicher) wiederhergestellt. Auslesen der Daten mit T1;6-Befehl. Die ersten 40 Datenworte belegen den selben Speicher wie die CNC-Register R00..19. Für die Verwaltung des gesamten Datenbereichs ist in den PC-Anwendungen die Funktion „Daten und Randbedingungen“ zuständig. Durch Merker-Bit M 3.7 können bei Power-Fail (Ausschaltung) die ersten 40 Datenworte in den nichtflüchtigen Speicher gerettet werden (= CNC-Register-Rettung).

#### f aktuelle Fahrgeschwindigkeit [P1] <sup>(F)</sup>

P1 = Wert der gewünschten Geschwindigkeit der nachfolgenden Fahrt(en). Der f-Wert muss unterhalb des M-Wertes liegen (siehe M-Kommando), anderenfalls wird der M-Wert gesetzt. Bei Betrieb mit Override kann die so eingestellte Geschwindigkeit um 25%, jedoch nicht über den M-Wert erhöht werden. Während des Umdrehungs-Vorschubs G95 wird die hier die Geschwindigkeit in Inc. pro Umdrehung programmiert. Der f-Befehl kann zwischen zwei Fahrten eingebaut werden, ohne das Zusammensetzen der Fahrten zu stören. P1: [1..M-Wert], siehe auch 4 und 4.1

#### G G-Funktionen in Anlehnung an ISO-Code [P1, [P2, P3]]

- P1 = 0 Eilgang (Geschwindigkeit aus M-Kommando) setzen.
- P1 = 2 / 3 <sup>(F)</sup> Einleiten der Kreisinterpolation im oder gegen den Uhrzeigersinn. Das nachfolgende Fahren-Kommando (siehe unten) wird dazu benutzt, den Kreismittelpunkt relativ von der aktuellen Position anzugeben. Das nächste Fahren-Kommando definiert den Endpunkt (relativ oder absolut bzgl. G90/91).
- P1 = 36 Weg-Optimierung für Rundachsen bei nachfolgendem Fahrkommando. Die Start-Position wird beim nachfolgenden Fahrkommando so optimiert, dass die gewünschte Zielposition auf kürzestem Weg angefahren wird. Die Endposition kann dabei in einem Kreissegment außerhalb 0..360° liegen (Korrektur mit H12 möglich).
- P1L = 53 Abwahl der Nullpunktkorrektur (P2=P3=0) <sup>(F)</sup>, Abwahl der Nullpunkt- und Werkzeug-Korrektur (P2=1, P3=0) <sup>(F)</sup>.
- P1L = 54..57 Anwahl der Nullpunktkorrektur G54 bis G57 bzw. G54.15 (P2=P3=0) <sup>(F)</sup>; P1M = Zusatz-Nummer 0..15 (bei P1L = 54) → 16 Nullpunkte.
- \* Soll zusätzlich eine der 16 Feinkorrekturen aktiviert werden ist P1H mit 0x8K zu setzen, wobei K = 0..F (0..15 dezimal) enthält; P1H = 0xFF wählt die Feinkorrektur, welche die PLC vorselektiert hat (Vx-Nummer).
  - \* P2 = 1: Aktivieren des zuletzt (vor G53) wirksamen Nullpunkts <sup>(F)</sup>
  - \* P2 = Wert, P3 = Achse 1..6: Eingabe der Nullpunktwerte. Eingabe der Feinkorrekturen mit P1H = 0x80..0x8F.
- P1 = 58, 59 Werteingabe/Anwahl der temp. Nullpunktkorrektur G58 bzw. G59 (nur für CNCDownload). Nullpunktwert in P2, Slotnummer+1 in P3. Der übertragene Nullpunkt wird sofort aktiv, eine Deaktivierung ist nur mit Nullpunktwert = 0 möglich.
- P1 = 90 <sup>(F)</sup> Koordinaten-Eingabe folgender Fahrkommandos im Absolutmaß.
- P1 = 91 <sup>(F)</sup> Relativmaß (hebt G90 auf).
- P1 = 94 programmierte Geschwindigkeit in Einheit Inc/Sekunde = Hz (Grundeinstellung).
- P1 = 95 programmierte Geschw. in Inc/Umdrehung. Dazu muss die Istdrehzahl mit Hilfe des Kurzsatzbefehls #8 (siehe 2.1.2) übertragen werden. Die SML4 reagiert auf Veränderungen der Drehzahl während der Fahrt.

#### H Hilfsfunktionen

- P1 = 12 Position einer oder mehrerer Rundachsen in bestimmtes Kreissegment setzen. P2M gibt dabei den Slot der die Zielachse (0..5) an, P2L (-127..+127) das gewünschte Kreissegment (0=0..360°, 1=360..720°...). Ist P2M.7 gesetzt, so werden die Rundachsen die durch die Bit-Maske P2M.0-.5 gewählt werden, in das untere

Kreissegment 0..360° gesetzt. Für diese Funktion muss die Zahl der Inkremente pro Umdrehung bekannt sein, welche mit Nx;40 eingegeben wird.

#### **M Maximale Fahrgeschwindigkeit = Eilgang [P1, [P2]]**

P1 = Wert der gewünschten maximalen Geschwindigkeit in Hz [5..13000 bzw. 26000] (2000). Beim Einsatz des M-Kommandos ist das Zusammensetzen von Fahrten nicht möglich. Zum Einstellen einer momentanen Arbeitsgeschwindigkeit unterhalb, bzw. gleich des M-Werts sollte der f- oder G0-Befehl verwendet werden.

- Der max. Eingabewert hängt vom höchsten programmierten Teiler (= DivM) ab, DivM = 1 → max. Eingabewert 52000, DivM = 2 → max. Eingabewert 26000, DivM = 4 → max. Eingabewert 13000 (siehe auch 4.1).
- Ist P2 = 0, so wird in P1 der Eilgang der Leitachse übertragen (alle *Achs-Eilgangwerte* werden dabei auf diesen Wert gesetzt). Für Achsen mit unterschiedlicher Mechanik können die einzelnen *Achs-Eilgangwerte* anschließend übertragen werden, wobei hier P2 die Slotnummer + 1 (= 1..6) enthält. Der max. Eingabewert hängt dabei vom Teiler der jeweiligen Achse ab.

#### **m Setzen einer M-Funktionsanforderung [P1, P2, P3]**

P1 im Bereich [50..89]. Es wird ein entsprechendes Bit im Merkerbereich der PLC gesetzt (M6.0 bis M10.7) und anschließend gewartet bis dieses Bit wieder zurückgesetzt wird (vom PLC-Programm nach Bearbeitung der M-Funktion). P2 stellt die Erweiterung der M-Funktion dar und wird in MB11 übertragen (8-Bit).

\* **Sonderfälle:**

- P1=100 bewirkt die Spindel-Drehzahl-Funktion (S-Funktion im CNC-Programm). Dabei ist P2 die Spindelnummer, die in MB15 übertragen wird. In Merkerwort MW16 wird P3 (16-Bit) eingetragen = Solldrehzahl. M15.7 wird gesetzt. Nachfolgend wird gewartet bis M15.7 (vom PLC-Programm) wieder zurückgesetzt wurde.
- P1=101 bewirkt die Werkzeug-Wechsel-Funktion (T-Funktion im CNC-Programm). Dabei ist P2 die Werkzeugnummer, die in MB18 übertragen wird. M18.7 wird gesetzt und auf das Rücksetzen gewartet.

#### **O Setzen des Positionszählers [P1, P2]**

Der Sollpositionswert in Achse P2 [0..5] wird zahlenmäßig auf P1 gesetzt. Es findet keine Positionierung statt. P1: [-8388352..8388607]. Wenn zum Zeitpunkt des O-Kommandos Koordinatenverschiebungen (Nullpunkt oder Werkzeugkorrektur) aktiv sind, so werden diese eingerechnet.

#### **o (kleines o) Ein-/Ausschalten der Override-Funktion [P1]**

- P1=0 Funktion des Override ausgeschaltet (z.B. falls nicht vorh.)  
 P1=1 Funktion des Override aktiv.  
 P1=2 Override extern aktiv. Siehe Sofort-Kommandos...

#### **p (kleines p) Programmier-Kommando [P1, P2, P3]**

Das Programmier-Kommando dient der Eingabe von PLC- und CNC-Programmen und deren Bedienung.

- P1=1 PLC-Programm-Steuerung. P3 ist in allen Fällen 0. Zur Erläuterung der Funktion und Bedeutung des PLC-Programms siehe Abschnitt 5
- P2=1 Start des PLC-Programms.  
 P2=2 Stoppen der PLC.  
 P2=100 Beginn des Download. Die Programmdateien werden mit Hilfe des a-Kommandos übertragen (ein bis dorthin vorhandenes CNC-Programm wird ungültig); anschließend...  
 P2=101 Ende des PLC-Download.
- P1=3 Steuerung der CNC Programmverwaltung (siehe 3.). P3 ist bei den hier aufgeführten Befehlen die Programmnummer 0..31.
- P2=1 Start des CNC-Programms = Ablaufprogramm (von vorne), in MB 2 wird die Programmnummer eingetragen.  
 P2=2 Stoppen des Programms. Kann sinnvoller Weise nur innerhalb eines Ablaufprogramms vorkommen.  
 P2=100 Beginn des Downloads, danach normale Kommandos bis...  
 P2=101 Ende des CNC-Downloads. Beim Download des (ersten) Hauptprogramms (P3=0) wird die interne Speicherstruktur neu

aufgebaut und somit alle zuvor vorhandenen Programme gelöscht.  
Laden Sie also die Programme der Reihe nach, beginnend mit 0.

P1=10            Ausführen eines PLC-Direktbefehls. P2=OpCode, P3=Operand. Siehe 5.1.2  
P1=11            siehe Sofort-Kommandos

#### Q Referenz- bzw. Initialisierungs-Kommando [P1, P2]

P1 ist die *Binärauswahl* der Achsen, die den Q-Befehl ausführen sollen; dies dient auch zum Herstellen einer Referenz-Priorität (mehrere Q-Befehle mit jeweils unterschiedlichen Achsen). P2 = 0 bewirkt nur das Aktivieren und Null-Setzen der Achse(n); mit P2 = 1 wird für die gewählten Achsen eine Referenzfahrt ausgeführt. Dabei werden zunächst die Referenzschalter rückwärts mit 3-facher Start-/Stop-Frequenz gesucht und anschließend mit 1-facher Start-/Stop-Frequenz freigefahren. Nach jedem Q-Befehl wird getestet, ob die Achsen initialisiert wurden; falls alle Achsen initialisiert sind, wird das IDXOFF-Bit (M 0.7) gelöscht und der SML4-Indexer ist verfügbar.

##### Suchfahrten

Um Suchfahrten wird ebenfalls das Q-Kommando verwendet, aber es darf in P1 nur eine einzelne Achse gewählt werden und es muss der konstante Wert 256 addiert werden. P2 beeinflusst die Art der Suchfahrt in der durch P1 gewählten Achse:

P2.0            Signaltyp 1 = Schließer auf +24V (Aktivpegel = 24V), 0 = Öffner von +24V  
                  (Aktivpegel = 0V)  
P2.1            Richtung der Referenzfahrt 0 = positive *Achsrichtung* 1 = neg. *Achsrichtung*.  
P2.2            Positionszähler-Nullen: 0 = wird genullt, 1 = Position läuft mit + bleibt erhalten.

#### R Reduzierte Geschwindigkeit [P1, [P2]]

P1 = Wert der gewünschten *Reduzierten Geschwindigkeit* in Hz [5..1000000] (0). Intern wird die reduzierte Geschwindigkeit vom jeweils programmierten M-Wert begrenzt. Bei jeder Eingabe eines M-Wertes wird die reduzierte Geschwindigkeit auf 0 gesetzt und muss, sofern benötigt, mit einem R-Befehl neu gesetzt werden. Der Geschwindigkeitswert kommt zum Einsatz, wenn über die PLC *Reduzierte Geschwindigkeit* (FB 254.33 bzw. M 3.6) gewählt wird. Für Achsen mit unterschiedlicher Mechanik bzw. Auflösung können die einzelnen *Achswerte* anschließend übertragen werden, wobei hier P2 die Slotnummer + 1 (= 1..6) enthält.

#### r Software-Reset [P3]

Dieses Kommando setzt die Standardwerte (Defaults) für den Indexer. P3=1 bewirkt das Löschen der Daten und Programme in allen remanenten Speichern (E<sup>2</sup>PROM und Flash). Anschließendes Aus- und Wiedereinschalten ist erforderlich.

#### s (kleines s) Sicherung der Initialisierungsdaten [P1, P2]

Die Parameter P1 und P2 dienen der Sicherung des Befehls (P1=85, P2=170). Die Initialisierungsdaten werden in einem speziellen Bereich des E<sup>2</sup>PROM aufbewahrt. Daten aus diesem Bereich werden beim Start der Karte aktiviert. Um die (während des Betriebs eingegebenen) Daten im E<sup>2</sup>PROM fest zu merken, ist der s-Befehl notwendig. Folgende Daten werden gespeichert: Fahrgeschwindigkeiten (M-Werte), Beschleunigungen (B-Werte), ein Teil der N-Parameter (N-Befehl) und die Aktivität des Override-Potentiometers (o-Befehl).

#### S (großes S) Start-/Stop-Frequenzen [P1, P2]

Der Wert der Start-/Stop-Frequenz in Hz wird in P1 übertragen. Start-Stop-Frequenzen werden für den Start und den Auslauf von Fahrten sowie für Referenzfahrten genutzt, P1: [1..10000] (200). Ist P2 = 0, so wird in P1 die Start-/Stop-Frequenz der Leitachse übertragen (alle *Achs-Beschleunigungswerte* werden dabei auf diesen Wert gesetzt). Für die Referenzfahrten der einzelnen Achsen können die einzelnen *Achs-Start-/Stopwerte* anschließend übertragen werden, wobei hier P2 die Slotnummer + 1 (= 1..6) enthält.

#### V Fahrkommando für die ersten drei Achsen [P1, [P2, [P3]]]

Mit dem V-Kommando wird eine (interpolierende) Fahrt ausgelöst, wobei P1, P2 und P3 die Koordinaten\* (relativ oder absolut siehe G90/G91) für die Achsen 0, 1 und 2 darstellen. Soll eine Achse nicht fahren, so ist im Relativ-Modus 0 bzw. im Absolut-Modus die aktuelle Sollposition anzugeben. Normalerweise sollten Fahrten jedoch mit dem *Fahr*-Kommando (siehe unten) ausgelöst werden, bei dem auch die Übertragung unnötiger Koordinaten entfällt.

#### **Fahr** allgemeines Fahrkommando (Interpolationskommando) [P1..P3 bzw. ..P6]

Beim *Fahren*-Kommando ist im Befehlszeichen die **Binärauswahl** der zu bewegenden Achsen vorhanden, wobei das MSB (Bit7 = 80h) immer gesetzt ist. Jede Achse, für die im nachfolgenden Parametersatz Koordinaten\* vorhanden sind muss mit einer 1 für den entsprechenden Slot gekennzeichnet werden. Die nachfolgenden (bis zu 3 bzw. 6) Koordinaten gehören der Reihe nach zu den jeweils aktivierten Achsen. Durch diese Methode müssen nur Koordinaten für fahrende Achsen übertragen werden, was sehr viel Zeit sparen kann, wenn nur eine Achse fahren soll. Hier einige Beispiele (die Befehlszeichen sind hexadezimal angegeben, nachfolgend die Koordinaten dezimal):

1. Achse0 auf Position 238:                   81h 238
2. Achse0 auf 30, Achse3 auf 500:       89h 30 500
3. 1 auf 70, 2 auf 15, 4 auf 100:       96h 70 15 100

\*) Die Koordinaten-Parameter für das V- und *Fahren*-Kommando müssen im Bereich -8388352 bis 8388607 liegen.

## W Werkzeuggeschwindigkeits-Kontrolle (WGK) / Auflösungseingabe [P1, P2, P3]

- P1=0       Ausschalten der WGK. Achse mit dem längsten Weg in Inkrementen fährt mit programmierter Geschwindigkeit.
- P1=1       Einschalten der WGK. Die resultierende Geschwindigkeit aller relevanten Achsen wird konstant gehalten (= programmierten f-Wert).
- P3=1..6    Parallel zum Ein-/Ausschalten der WGK mit P1, können mit P2/P3 die Auflösungsverhältnisse der Achsen, bezogen auf die Auflösung der Leitachse (siehe 1.1), eingegeben werden. Die Leitachse ist die Achse mit der geringsten Auflösung. Das Verhältnis wird als Zahl kleiner oder gleich 1 ausgedrückt, mit 65535 multipliziert und in P2 übertragen. P2 liegt somit im Bereich 1..65535 (P2 wird um 65536 erhöht, wenn die Achse keinen Einfluss auf die WGK nehmen soll; z.B. Drehachsen); P3 = 'Slotnummer + 1'. Auf Grund dieser Zahlen kontrolliert die SML4 die Bahngeschwindigkeit auf beliebigen Fahrten (bei eingeschalteter WGK).

## # Achsduplizierung [P1,P2]

Mit der Achsduplizierung können parallel laufende Achsen erzeugt werden. Dazu ist die Angabe einer Zielachse (Nummer des Slots in P1) und einer Quellachse (P2) nötig. Wenn eingeschaltet, P2 = 0..(P1-1), so wird die Zielachse alle Bewegungen mit der Quellachse synchron ausführen. P2 = -1 schaltet die Achsduplizierung für P1 aus. Achten Sie darauf, dass nur Achsen unterhalb der Zielachse als Quellachse benutzt werden können.

## 2.1.2 Sofort-Kommandos

Diese Gruppe von Befehlen hat die besondere Eigenschaft, dass sie nicht in der eingegebenen Reihenfolge, sondern unmittelbar ausgeführt werden. Dies ist z.B. bei Befehlen, die Informationen liefern erforderlich, da sonst gerade laufende Befehle die erwartete Antwort verzögern würden...

## c Registereingabe [P1, P2]

In P1 wird der neue Inhalt für Register R(P2) übermittelt. P1 ist ein 24-Bit-Wert mit Vorzeichen im Zweierkomplement, P2 = 0..19. Antwort: Einzelzeichen  $\mathbb{E}5h$ . Wichtig: Registerwerte werden im statischen Datenbereich der Karte hinterlegt, wobei ein Register jeweils 2 DWs belegt.

## N Eingabe der Standardparameter [P1, P2, [P3]]

Hierbei wird die eigentliche N-Parameter-Information in P1 übertragen; P2 gibt den Index des N-Parameters an. Geantwortet wird jeweils mit dem Einzelzeichen  $\mathbb{E}5h$ . In den Beschreibungen steht der Wertebereich in eckigen Klammern und die Grundstellung (zu setzen mit dem r-Befehl) in runden Klammern...

- P2=8       Definition der Grundstellungsfenster für alle Achsen. P2.0 = 0/1 → von/bis, P2.8-11 = Slotnummer Achse (0..5). Abfrage Grundstellung in PLC mit FB254.12.
- P2=9       Setzen der **Variablen Seriell-Adresse** (wirksam wenn JP17 geschlossen).
- P2=10      Achskonfiguration = **Achsen-Maske** setzen. Durch die Bits in P1 werden die einzelnen *Slots* der SML4 aktiviert. P1 ist die Summe aus 1 (wenn *Slot0* aktiv sein soll), 2 (für Slot1), 4 (für Slot2), 8 (für Slot3), 16 (für Slot4) und 32 (für Slot5). Bsp.: sollen die Slots0 und 2 aktiv sein, so ist P1 = 1 + 4 = 5.
- P2=11      P1 = Maximal zulässiger Frequenzsprung *FS0* beim Ansetzen zweier aufeinanderfolgender Fahrten. Mit sinkendem Wert wird ein höheres Maß an Brems- und Beschleunigungsarbeit beim Ansetzen nötig, jedoch werden die Lastwinkel der Schrittmotoren weniger beansprucht (kleinere Bahnabweichung nach dem Ansetz-

- punkt). Erfahrungsgemäß liegt dieser Wert im Bereich der Beschleunigung (B-Wert).
- P2=12 Zahl der Ausgabekarten (SPA) in P1, auch mit e-Befehl [0..6].
- P2=13 Zahl der Eingabekarten (SPE) in P1, auch mit e-Befehl [0..6].
- P2=14 Kreis-V-Modus. P1=1: Es werden keine Trenngeschwindigkeiten im Kreis berechnet, die Kreisinterpolation wird schneller; P1=0: Geschwindigkeitsberechnung auch in Kreisen.
- P2=16 Max. Frequenzsprung für starke Richtungsänderungen *FS90* (Zusatz zu Nx;11 = FS0); Dieser Wert wird ab einer Richtungsänderung von 90° benutzt, zwischen 0° und 90° wird der max. Frequenzsprung (linear) von FS0 auf FS90 reduziert. Der Frequenzwert *FS90* wird durch *FS0* nach oben hin begrenzt.
- P2=17 P1 = Indexer-Fahrfunktion 1=ausser Kraft (= Fahrten laufen zeitmäßig normal ab, bewegen die Achse jedoch nicht), 0=normal (0).
- P2=19 Eingabe der Schrittfrequenz-Teiler: P1 = Teilerwert einzelne Achse (2 oder 4) wenn P3 = Achsindex 0..5. Alternativ: P1L = Teilerwert für X (x.low), P1M für Y und P1H für Z sowie P3L für A, P3M für B und P3H für C (jeweils 2 oder 4). Der maximal mit diesem Kommando programmierte Teilerwert bestimmt die Größe DivM, die Einfluss auf die Generierung der Ausgabefrequenz hat (siehe 4).
- P2=20 Eingabe der Referenzschaltertypen als *Binärauswahl*. Jede 1 in P1 bestimmt, dass die korrespondierende Achse einen *Schließer* als Referenzschalter hat. Z.B. Slot0 und 2 = Schließer, Slot1 = Öffner → P1 = 101b = 5.
- P2=21 Eingabe der Referenzrichtungen als *Binärauswahl*. Jede 1 in P1 bestimmt, dass die korrespondierende Achse die Referenzfahrt in umgekehrter Richtung durchführt.
- P2=24 P1=1: Sin<sup>2</sup>-Rampen anwählen, P1=0: Lineare Rampen anwählen.
- P2=40 Eingabe der Zahl der *Inkremente pro Umdrehung* für Rundachsen. Slot-Index der Achse (0..5) in P3.
- P2=51 *wird derzeit noch nicht unterstützt. Geplant:* P1=1: Der Eingang E 0.0 erhält eine Freigabefunktion für den Indexer - ist der Eingang auf 0V, so werden alle Fahrten blockiert. P1=0: E 0.0 hat keine Freigabefunktion.
- P2=1000 Speicherung der SGX-Kennung zur späteren Ausgabe an die PLC (FB 254.4). Die SGX-Kennung wird in entsprechenden Steuerungen verwendet, um verschiedene eigenständige Geräte zu unterscheiden (z.B. W-Master-Steuerung unter J-CAM).
- o Override-Inaktiv-Wert setzen [P1, P2]**
- P1=2 P2 = Override-Inaktiv-Wert in Prozent, Bereich P2 [0..100]. Beim Eintreffen dieses Kommando wird die Overridefunktion per Poti ausgeschaltet. Dafür wird der Wert aus P2 als Overridewert akzeptiert.
- p (kleines p) Spezialfall des Programmier-Kommandos [P1, P2, P3]**
- P1=11 Setzen der 8 Bit-Information in P3 in den Merkerbereich der PLC an Offset P2; z.B.: p11;13,1 → setzen des Wertes 1 in MB13. Wird dieses Kommando im Rahmen eines CNC-Downloads empfangen, so wird es in den CNC-Programmbuffer eingetragen.
- q Meldungsabfrage**
- Dieses Kommando bewirkt ein Setzen des Merkerbits M 3.1, was die PLC veranlassen soll (noch) anstehende Fehler neu zu melden. Außerdem werden intern vorhandene Fehlerzustände (z.B. PLC-Laufzeitüberschreitung) neu gemeldet. Nachdem die Meldungen neu generiert wurden, sollte die PLC das Bit M 3.1 wieder zurücksetzen, um eine wiederholte Meldungsabfrage erkennen zu können.
- T Rückinformationskommando [P1, P2, [P3]]**
- Die Antwort aus der Karte erfolgt in einem einheitlichen Format (Anwenderdaten):
- <Adresszeichen><Kennungszeichen><Wertangabe>.
- Das Adresszeichen ist die Adresse der Karte, das Kennungszeichen identifiziert die Art der Wertangabe, die Wertangabe kann 1..3 Byte lang sein. Im weiteren wird das Kennungszeichen mit / und die Wertangabe mit val abgekürzt...
- P1=0 Ausgabe momentane Sollposition der Achse P2 [0..5] in val (3 Byte), I = @.
- P1=1 P2=0 I = V, val = Versionsnummer der Software (mal 100).
- P2=1 I = I, val = 16 Bit Prozessabbild Eingänge PAE ab P3 (P3=Byte-Adresse: z.B.: P3=4 gibt EB4 und 5 aus)
- P2=2 16 Bit PAA ab P3
- P2=3 16 Bit Merker ab P3

	P2=6	16 Bit aus dem Datenbereich ab P3 (Vorsicht: P3 ist Byte-Adresse)
	P2=12	Rückgabe Feinkorrektur-Nummer (Vx-Nummer, siehe G54-Kommando)
P1=3		Rückgabe Kurzinformation: <i>val</i> wird nicht übertragen, die komplette Information steckt im Kennungszeichen <i>I...</i>
	P2=0	Standard-Statusausgabe (normalerweise durch Statusabfrage im Kurzsatz siehe 2.2 #1). Antwort im Kurzsatz, siehe 2.2. #1
	P2=4	Memory-Status-Ausgabe
	I.0	Speicherungsfehler beim PLC-Programm (z.B. zu lang).
	I.1	PLC läuft nicht (Fehler in Programm oder Speicher)
	I.2	Programmier-/Löschfehler des Flash-Speichers (z.B. nach Download)
	I.4	Speicherungsfehler beim CNC-Programm
	I.5	Fehler NV-Speicher (Fahr-Parameter).
	I.6	Parameterspeicher (E <sup>2</sup> PROM) defekt
	P2=8	Sicherheitsinformation
	I.0	Reduzierte Geschwindigkeit.
	I.1	Impulssperre aktiv
	I.2	<i>Stopflag (M 0.0) gesetzt</i>
	I.3	Freigabe von E 0.0 fehlt
P1=5		Lesen der gespeicherten Information aus den N-Parametern (N-Befehl). P2 bezeichnet dabei die gewünschte Nummer des N-Parameters; I = N; z.B.: Auslesen der Zahl der Ausgabekarten mit T5;12. Sonderfälle:
	P2=0	Auslesen der Eilgänge, P3=Achswahl wie P2 bei M-Kommando
	P2=1	Auslesen der Start-/Stop-Frequenz der Leitachse
	P2=2	Auslesen der Beschleunigung der Leitachse
P1=8		Lesen von Werkzeug und Nullpunktkorrekturen (Achswahl per P3 = 0..5)...
	P2L=53	Wert des Maschinen-Nullpunkts (bei PSB-Steuerung für UNI-BT), P2H = 8xH → Wert der Feinkorrektur x
	P2L=54	Wert der 16 Standard-Nullpunkte (P2M = 0..15)
	P2=100	Wert des PLC-Nullpunkts

## 2.2 Kommandos im Kurzsatz

Bei den Kommandos im Kurzsatz handelt es sich ausschließlich um Sofort-Kommandos, die auf Grund ihres häufigen Auftretens und der geringen Datenmenge in dem speziellen Kurzsatz-Format übertragen werden. Hier wiederum die Beschreibung der einzelnen Befehle, diesmal jedoch in hexadezimaler Schreibweise...

### #0 Abbruch

Dieser Befehl bewirkt den Abbruch der gerade laufenden Operation (Fahrt, Ablauf des CNC-Programms, Eingabe des CNC-Programms, m-Kommando...). Dabei werden alle, bis dorthin anstehenden Kommandos, nicht mehr ausgeführt. Antwort: Einzelzeichen E5h.

### #1 Kurzsatz-Status-Ausgabe

Die Karte wird aufgefordert ihren Status (ebenfalls in einem Kurzsatz) auszugeben. Dabei wird im Befehlszeichen I der Antwort folgende Information angeboten...

- I.1 Wenn dieses Bit 1 ist, so wird ein zweites Zeichen in der Adressfelderweiterung übertragen, welches die Meldung aus MB4 (PLC) enthält. Dieses Zeichen wird nur übertragen, wenn MB4 ungleich Null ist. MB4 wird bei der Übertragung auf Null gesetzt.
  - I.3 Notaus-Status (1=Notaus aktiv, 0=inaktiv)
  - I.4 1=Fahrt läuft (Indexer- oder Referenzfahrt)
  - I.5 immer 0
  - I.6 IDXOFF: 1=Indexer nicht bereit (min. eine Achse ist noch nicht initialisiert), 0=Indexer ok. (Fahrbefehle ausführbar).
  - I.7 BUSY: 1=CNC-Kommando/Programm in Ausführung 0=bereit.
- Nicht beschriebene Bits können 1 oder 0 sein.

### #8 Eingabe aktuelle Istdrehzahl für G95-Funktion

Dabei wird der Drehzahlwert in 2 zusätzlichen AE-Bytes hinter dem Befehlszeichen übertragen. Der Befehl wird mit einem Einzelzeichen E5h quittiert.

## #9 Eingabe Override-Extern

In einem zusätzlichen AE-Byte hinter dem Befehlszeichen wird ein Override-Wert im Bereich [0..125] übertragen. Ab dem ersten Erhalt eines solchen Befehls bleibt die Wirkung des Override-Potis abgeschaltet. Es wird dann erwartet, dass Werte von außen angeliefert werden. Die Override-Aktivität bleibt mit dem o-Befehl (P1=0/1) steuerbar.

## 2.3 Buffer-Voll-Meldung

Wenn der Fahrtenbuffer der SML4 soweit angefüllt ist (100 Fahrbefehle), dass keine weiteren Kommandos angenommen werden können und versucht wird einen weiteren Fahrbefehl (V- oder *Fahren*-Kommando) einzugeben, so antwortet die SML4 nicht (wie gewöhnlich) mit einem Einzelzeichen  $\text{E5h}$ , sondern mit einem Kurzsatz, in dessen Kommandozeichen eine  $08h$  übertragen wird (entspricht Notaus ohne *IDXOFF*, was anderweitig ausgeschlossen ist). Das eingegebene Kommando muss dann solange wiederholt werden, bis es die SML4 annehmen kann und mit einem Einzelzeichen quittiert.

## 3 CNC-Ablaufprogramm

CNC Programme bestehen aus einer Reihe unterschiedlicher Befehle. Außerdem kann über den m-Befehl eine Anforderungen an das PLC-Programm gestellt werden. 32 verschiedene CNC-Programme können in den Speicher der SML4 geladen und zur Ausführung gebracht werden. Laden Sie die Kommandos (in der gewünschten Reihenfolge) nach einem 'p3;100;pnr'-Befehl. Die einzelnen Kommandos werden dabei nicht ausgeführt sondern nur aufgezeichnet. Schließen Sie die Folge mit 'p3;101' ab. Sie können nun dieses Ablaufprogramm mit 'p3;1;pnr' oder dem Startbefehl der PLC starten. Innerhalb eines Programms können weitere Programmstarts auftreten (Unterprogrammaufrufe, Schachtelung bis 8 möglich). T- und N-Kommandos sind im Programm nicht zulässig. Das Abbrechen des laufenden CNC-Programms ist mit dem Abbruch-Kommando #1 möglich.

## 4 Bereich und Genauigkeit von Geschwindigkeiten

Der max. Eingabewert des Eilgang (M-Kommando) hängt vom höchsten programmierten Teiler (= DivM) ab, DivM = 1 → max. Eingabewert 52000, DivM = 2 → max. Eingabewert 26000, DivM = 4 → max. Eingabewert 13000. Dies wird durch die Art der internen Frequenzerzeugung verursacht – siehe 4.1

### 4.1 Sinn und Funktion der Teiler

Die maximale interne Schrittfrequenz der SML4 beträgt 52 kHz. Die Ausgabe solch hoher Frequenzen hat aber den (hardwarebedingten) Nachteil, dass eine relativ große Schwankung der zeitlichen Abstände zwischen den einzelnen Schritten existiert. Durch die programmierbaren Teiler wird die Ausgabefrequenz halbiert bzw. geviertelt, was die Gleichmäßigkeit der Schrittsignale verbessert.

Der höchste programmierte Teiler (siehe auch N;19-Kommando) wird kartenintern als DivM bezeichnet und bestimmt die max. programmierbare Eilgang-Frequenz (52, 26 oder 13 kHz). Kartenintern werden die programmierten Fahr-Geschwindigkeiten mit DivM multipliziert und nach der Interpolationsrechnung wieder durch den jeweiligen Achs-Teiler geteilt, was den oben beschriebenen Effekt ergibt.

## 5 Die Programmierbare Logik Kontrolle (PLC)

Die PLC erlaubt eine komfortable Bedienung der E/A-Einheit und die Kontrolle über die CNC-Programme. Die PLC arbeitet ein vom Benutzer erstelltes Programm zyklisch ab und unterstützt einen großen Teil der Befehle der Siemens Step5 Sprache. Die Programmstruktur ist ebenso identisch zur Step5. Die erforderlichen PLC-Befehle werden durch einen Assembler aus einer entsprechenden Klartext-Datei erzeugt und werden downloadfähig bereitgestellt. Dieser Assembler ist auf MSDOS- bzw. Windows-PC's lauffähig. Ein Fehlersuchprogramm (Debugger) erlaubt komfortabel das Verknüpfungsergebnis (VKE), Eingänge, Ausgänge und Merker während des Programmlaufes zu beobachten. Solch ein Debugger ist z.B. in J-CAM integriert.

Mit den Befehlen des PLC-Programms können folgende Funktionen erreicht werden:

- Bedienung der internen Eingänge und Ausgänge, sowie zusätzlich maximal 6 SPE und 6 SPA-Karten.
- Logische Verknüpfung von Merkern, Ein- und Ausgängen, Zähler und Timer
- Ausführen einfacher Arithmetik

## Prozessabbilder

Die Prozessabbilder der SML4 umfassen jeweils 2 Byte für interne E/A und 24 Byte für die erweiterte E/A. Es gilt folgende Aufteilung:

- *EB 0 und EB 1* → interne Eingänge E 0.0 bis E 0.7 (EB 1 ungenutzt).
- *SPE-Karten angeschlossen* → EB 2..13 digitale Eingänge, je 16 pro SPE-Karte, EB 14..25 analoge Eingänge.
- *AB 0 und AB 1* → interne Ausgänge A 0.0 bis A 0.7 (AB 1 ungenutzt).
- *SPA-Karten angeschlossen* → AB 2..13 digitale Ausgänge, je 16 pro SPA-Karte, AB 14..25 analoge Ausgänge

### Aufteilung innerhalb der SPE- und SPA-Bereiche:

In jedem Bereich sind die ersten 12 Bytes für digitale Signale und die zweiten 12 Bytes für analoge Signale reserviert. SPA-Karten können 2 analoge Ein- und/oder 2 analoge Ausgänge (pro Karte) besitzen. Das Übertragen der Analog-Ausgangswerte an SPA sowie das Lesen der Analog-Eingangswerte von SPE muss explizit durch einen Aufruf von FB 254.8 freigeschaltet werden (siehe 5.1.3).

Zur Bedienung der Ein-, Ausgänge, Merker, Timer, Zähler und Daten stehen Befehle zur Verfügung, die hier nicht im einzelnen aufgeführt werden; lesen Sie dazu die spezielle PLC-Beschreibung STEP5. Der Ablauf des PLC-Programms kann, nach erfolgreichem Download (=Laden des Programms in die Karte), gestartet und gestoppt werden. Liegt beim Einschalten der SML4 ein PLC-Programm im Speicher, dann wird es automatisch gestartet. Die aktivierten Programmteile werden dauernd zyklisch durchlaufen. Am Ende eines Durchgangs werden die intern aufbereiteten Daten des Prozessabbildes Ausgänge (PAA) an die Ausgänge, und die Eingänge in das PAE übertragen.

## 5.1 Kopplung von CNC zu PLC

Das CNC-Programm (bzw. der Hostrechner) kann durch Ausführen von m-Kommandos festgelegte Merkerbits der PLC setzen, das CNC-Programm wartet dann solange, bis das PLC-Programm dieses Bit wieder zurücksetzt. Im Sonderfall können im CNC-Programm auch direkte E/A-Befehle eingesetzt werden, z.B.: Schnelles Setzen eines Ausganges: Das Prozessabbild wird unmittelbar geändert und sofort an die Ausgänge übertragen. Das Übertragen des PAA geschieht sonst nur am Ende eines PLC-Zyklus.

### 5.1.1 Spezielle Merker

Im Bereich der Merker ist der Bereich unter MB30 mit speziellen Funktionen und Daten belegt, um die PLC von System-Zuständen zu informieren und Abläufe zu steuern (Koppelmerker)...

In eckigen Klammern steht die Zugriffsberechtigung [rw] (r=Lesen, w=Schreiben); ein Punkt bedeutet Lesen bzw. Schreiben verboten; Großbuchstaben bedeuten, dass diese Zugriffsart normalerweise benutzt wird...

- ```
* MB00  intern, bitorientiert, spezieller Bereich
        .0: [rw] Stop-Zustand im CNC-Programm
        .1: [.w] Fahr-Funktion (bzw. CNC-Programm) abbrechen
        .2: [rw] Status 'CNC-Programmausgabe läuft'
        .3: [r.] Indexer läuft (alle Fahrten in SML4)
        .4: [r.] Status Notaus (0=Notaus-Situation, Normal=1)
        .5: [...]
        .6: [...]
        .7: [r.] 0=Indexer aktiv (1 nach Einschalten/Notaus,
              0 nach erfolgreichem Q-Kommando).
* MB01  intern, bitorientiert, spezieller Bereich
        .0: [r.] CNC-Programm erfolgreich beendet
        .1: [...]
        .2: [r.] Ready-Status (wenn kein CNC-Kommando ausgeführt wird)
        .3: [rw] Synchronisations-Stop
        .4: [...] (reserviert)
        .5: [rW] Block-Markierung (zusammengehörende Befehle)
        .6: [rW] extended Bit 0 (GSC-Zugriff in Status-Register)
        .7: [rW] extended Bit 1 ( " )
* MB02  [rW] zu startende CNC-Programmnummer (wenn M0.2 gesetzt wird)
```

- \* MB03 bitorientiert.
  - .1: [R0] Meldungs-Abfrage (Taste "Abfrage" in J-CAM Meldungsf.)
  - .2: [..] (reserviert)
  - .3: [Rw] Stop-Funktion unterdrückt
  - .4: [r.] Fahrfunktion abgeschaltet (Sollposition eingefroren)
  - .5: [..]
  - .6: [rW] Geschwindigkeitsreduzierung (von PLC zu bedienen)
  - .7: [rw] Updaten der ersten 40 Datenworte der statischen PLC-Daten bei Power-Fail (bei Versorgung über DC/DC-Wandler)
- \* MB04 [rW] Meldungs-Code-Byte (wird an PC geschleift) 0=keine Meldg.
- \* MB05 [rW] Fehler-Code an Host [1..127], bzw. 8 Koppelmerker an Host, bzw. reserv. (je nach Anwendg.)
- \* MB06 [Rw] M-Funktions-Bits M50..M89 bzgl. m-Kommando (M-Funktionen des ..10 CNC-Programms) z.B.: M50=M6.0, M58=M7.0...
- \* MB11 [Rw] erweitertes M-Datum (zweiter Parm aus m-Kommando)
- \* MB12 [Rw] Betriebsart bei Fernsteuerung (siehe fernsteuernde Software)
- \* MB13 [r.] Taste vom Host-Gerät (0=keine)
- \* MB14 [rw] Statische Befehle bzw. Koppelmerker Ausgänge von Haupt-PLC.
- \* MB15 [Rw] erweiterte S-Adresse (Spindelnummer) (Bit0 bis Bit6)
  - .7: S-Funktions-Bit (rücksetzen nach Bearbeitung)
- \* MB16 [Rw] S-Datum Low-Byte (Spindel-Drehzahlwert) MW16 = 0..65535
- \* MB17 [Rw] S-Datum High-Byte
- \* MB18 [Rw] Werkzeug-Nummer aus CNC-T-Kommando (m101) Bit0..6 [1..99]
  - .7: T-Funktions-Bit (rücksetzen nach Bearbeitung)
- \* MB19 [r.] aktueller Werkzeug-Speicher (D-Nr.)
- \* MB20..29 (reserviert)
- \* ... ab MB30 bis MB255 frei verfügbar

Eingabebereich: 26 Byte (EB 0..25, Aufteilung siehe 5)  
 Ausgabebereich: 26 Byte (AB 0..25, Aufteilung siehe 5)  
 Merker: 256 Byte, MB0..19 mit spez. Funktion, MB30..255 frei  
 Zeiten: 32 Zeiten T0..T31  
 Zähler: 32 Zähler Z0..Z31  
 Datenbereich: 128 Worte, DW0-DW127 jew. 16 Bit (DW0..DW79 statisch)  
 Stackspeicher: 16 Unterprogrammebenen möglich

### 5.1.2 Direkte E/A-Befehle

Falls eine PLC (als Step5-Programm) nicht erwünscht bzw. nicht nötig ist oder Sonderfälle eintreten (z.B. Setzen eines Ausganges zwischen zwei Fahrten) stehen Befehle zur Verfügung, die das direkte Beeinflussen der E/A ermöglichen:

| OpCode | Operand | Name | Erläuterung                                |
|--------|---------|------|--------------------------------------------|
| • 2    | 0..95   | WOSI | warte bis Eingang Operand gesetzt          |
| • 3    | 0..95   | WORI | warte bis " " rückgesetzt                  |
| • 6    | 0..95   | WOSO | warte bis Ausgang " gesetzt                |
| • 7    | 0..95   | WORO | warte bis " " rückgesetzt                  |
| • 10   | 0..255  | WOSF | warte bis Merker " gesetzt                 |
| • 11   | 0..255  | WORF | warte bis " " rückgesetzt                  |
| • 14   | 0..255  | WAIT | warte Operand Zehntelsekunden lang         |
| • 16   | 0..95   | SETO | Ausgang Operand einschalten <sup>(F)</sup> |
| • 17   | 0..95   | RESO | " " ausschalten <sup>(F)</sup>             |
| • 24   | 0..95   | INVO | Ausgang Operand invertieren                |
| • 26   | 0       | CLAO | Alle Ausgänge zurücksetzen                 |

Übertragen werden die genannten Befehle mit dem Kommando p10;OpCode;Operand.

(F) Die Befehle SETO und RESO sind sogenannte Synchronkommandos. Wenn sie in einer Reihe von Fahrweisungen mit übertragen werden, so stören sie das Zusammensetzen der Fahrten nicht. Mit den Synchronkommandos ist es somit möglich Ausgänge fliegend zu bedienen oder Meldungen/Fehler zu senden.

### 5.1.3 Erweiterte Funktionen der PLC (FB 254)

Der Funktionsbaustein 254 bietet verschiedene Funktionen, die gerätespezifisch sind, und anderweitig nicht oder nur mit großem Aufwand realisiert werden können. Die Auswahl der Funktionen erfolgt durch den Parameter in Accu1, Accu2 kann zusätzliche Informationen enthalten; eine Unterfunktion von FB 254 wird in der Dokumentation auch FB254.A.B genannt, wobei A den Wert in Accu1 und B den Wert in Accu2 darstellt.

Die allgemeinen Funktionen von FB 254 (jene, die nicht in der folgenden Tabelle dokumentiert sind) werden in der Beschreibung *STEP5 - PLC-Programmierung* dokumentiert.

Enthaltene Unterfunktionen (in Accu1): 2, 4, 5, 6.3, 8, 12, 14, 23, 24, 26, 27.

| Accu1       | Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| KF 2        | Inverter für Eingänge deklarieren: Accu2 = 0 → keine Invertierung (kompatibel zur P3-steuerung), Accu2 = 2 → Eingänge E0.0 bis 0.5 werden invertiert (SMP5). Wird in Accu2 = 4 angegeben, so kann die aktuelle Einstellung des Inverters ausgelesen werden (Accu1 = 1 → Inverter aktiv). Die Einstellung der Inverter bleibt bis zum nächsten Setzen durch FB 254 erhalten, auch beim Abschalten der Versorgungsspannung. Nur für FB 21/22. |
| KF 4        | Lesen der Geräte- und der SGX-Kennung. Rückgabe in Accu1 = C4H, Accu2 = SGX (siehe auch N-Kommando mit P2=1000).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| KF 5        | Lesen bzw. Setzen der Feinkorrektur-Nummer = Vx-Nummer (siehe 2.1.1, G54-Kommando). Lesen → Accu2 = -1, Setzen → Accu2 = [0..15], Auswahl der Wertegruppe → 16/17 = Seite1/Seite2.                                                                                                                                                                                                                                                          |
| KF 6        | Accu2 = 3 Sollposition der Achse, bei GMI Achs-Index im High-Byte von Accu2 (Ergebnis Accu1=Low-Word, Accu2=High-Byte).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|             | Accu2 = 4 CNC-Abbruchursache                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|             | Accu2 = 15 letzte CNC-Satznummer (Download-Programm)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| KF 33       | Reduzierte Geschwindigkeit (J-CAM ab v1.45): Immer volle Geschwindigkeit → Accu2 = 0, Umschaltung bzgl. M 3.6 → Accu2 = 1, dauerhaft reduzierte Geschwindigkeit → Accu2 = 2.                                                                                                                                                                                                                                                                |
| KH 110..115 | PLC-Nullpunkte setzen bzw. lesen.<br>Achse → Accu1 – KH 110, Accu2 = Wert [-1000..+1000], Accu2 = KH 8000 → Lesen, aktueller Wert des PLC-Nullpunkts wird in Accu1 zurückgegeben.                                                                                                                                                                                                                                                           |

## 6 Eigenschaften der Hardware

### 6.1 Spannungsversorgung

Die SML4 besitzt einen DC/DC-Wandler, der die intern benötigte 5V-Spannung erzeugt. Somit muss sie nur mit +24V versorgt werden. Der Strombedarf liegt unter 150 mA. Optional ist auch die Versorgung direkt mit 5V möglich (Stromaufnahme ca. 450 mA). Die Spannungsüberwachung der 24V-Versorgung muss dann hardware-seitig abgeschaltet werden - bitte bei Bestellung angeben!. ISO1 Pin3+4 kurzschließen.

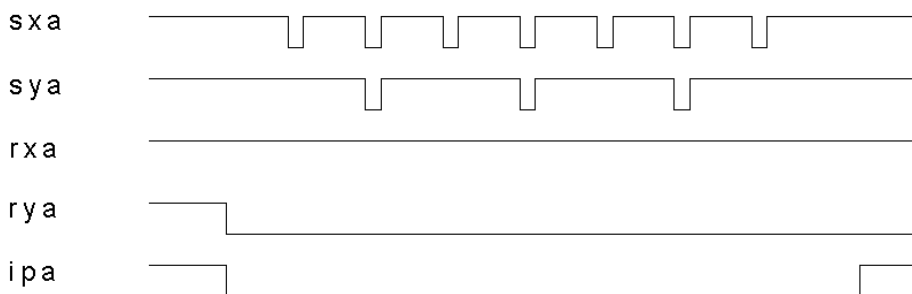
### 6.2 Schritt- und Richtungs-Signale

sxa, sya, sza, saa, sba, sca:      Schrittpulse (low aktiv) X-, Y-, Z-, A-, B-, C-Achse  
 rxa, rya, rza, raa, rba, rca:      Richtungssignale X, Y, Z, A, B, C (high = vorwärts)  
 ipa:                                    Ausgang Interpolationsmodus = low während Ausgabe, Offen-Kollektor-Ausgang

Für die Richtungs- und Schrittssignale können auf der Karte wahlweise TTL-Treiber 74LS04 oder Offen-Kollektor-Treiber 74LS05 bestückt werden (Siehe Bestückungsplan, U10,U13).

Beim Einsatz einer SML4 in einer (älteren) P3-Steuerung, müssen die Hardware-teler auf der P3-Rückwand entfernt werden, siehe Zusatzdokument „SML4 in P3“.

**Beispiel für zwei Achsen X und Y:**



Dauer der Schrittpulse  $t_{sna}$  10  $\mu$ s  
 Richtungssignal gültig bis erster Schrittpuls  $t_{rs}$  min. 10  $\mu$ s  
 Achsen die bei einer Fahrt nicht bewegt werden, behalten ihr Richtungssignal bei (bleiben unbeeinflusst).

**6.3 Steckerbelegung (64-poliger Stecker JP1)**

| Nr. | a-Leiste | c-Leiste | Nr. | a-Leiste | c-Leiste |
|-----|----------|----------|-----|----------|----------|
| 1   | +24V     | GND24    | 17  | IPA      | RX       |
| 2   | +24V     | GND24    | 18  | SXA      | RY       |
| 3   | AVSS     | AVSS     | 19  | SYA      | -        |
| 4   | OVR      | AVREF    | 20  | -        | -        |
| 5   | Stop     | Start    | 21  | SAA      | RA       |
| 6   | K20      | K10      | 22  | SBA      | RB       |
| 7   | K20\     | K10\     | 23  | SCA      | RC       |
| 8   | K00      | K00      | 24  | -        | -        |
| 9   | REF0     | REF1     | 25  | -        | -        |
| 10  | O1       | O2       | 26  | -        | -        |
| 11  | RES\     | REF2     | 27  | RZ       | RZ       |
| 12  | +5V      | +5V      | 28  | -        | -        |
| 13  | GND      | GND      | 29  | SZA      | SZA      |
| 14  | -        | -        | 30  | VX       | VX       |
| 15  | -        | -        | 31  | -        | -        |
| 16  | -        | REFT     | 32  | -        | -        |

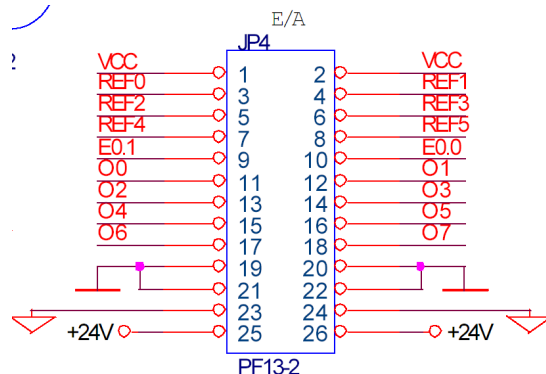
Mit '-' bezeichnete Anschlüsse können belegt oder intern verbunden sein. Daher müssen diese Pins frei bleiben.

**Erläuterung der Anschlussbezeichnungen:**

- +24V.....Versorgung +24V Gleichspannung, 100 mA
- GND24.....Masse der 24V-Versorgung
- OVR .....Override-Eingang
- AVSS.....Bezugsmasse Override-Eingang
- AVREF .....+5V für Override-Poti 100 kOhm
- Sx .....Schrittausgang
- Rx.....Richtungsausgang
- HRXD.....serielle Sendeleitung nicht invertiert
- HRXD\.....serielle " invertiert
- +5V .....Spannungsversorgung 5V +/- 5%, 350mA (nicht belegen, wenn 24-Versorgung)
- GND .....5V Masse

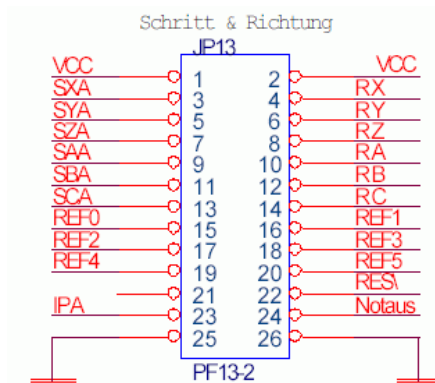
**6.4 EA-Wannenstecker JP4**

Die Referenz-Eingänge, zwei weitere freie Eingänge und acht freie Ausgänge stehen an diesem 20-poligen Wannenstecker zur Verfügung. Alle Signale sind 5V TTL kompatibel. Die 24V Versorgung kann über die Pins 23,24 (Masse) und Pins 25,26 (+24V) erfolgen.



## 6.5 Richtungs- und Schrittssignale Wannenstecker JP13

Die Signale der 64-poligen VG-Leiste stehen an diesem Wannenstecker für alle sechs Achsen zur Verfügung:



## 6.6 RS232 (10-poliger Wannenstecker JP2)

### Kanal 0 RS232 vom/zum Hostrechner

| Nr.  | Name | Funktion            |
|------|------|---------------------|
| 2    | HDSR | verbunden mit Pin 7 |
| 3    | HRXD | Sendeleitung        |
| 4    | HRTS |                     |
| 5    | HTXD | Empfangsleitung     |
| 6    | HCTS |                     |
| 7    | HDSR | verbunden mit Pin 2 |
| 9    | GND  | Masse               |
| Rest | NC   | nicht belegt        |

Die serielle Schnittstelle arbeitet als RS232. Die Signalbezeichnung HRXD bedeutet: Empfangsleitung der Host-Seite, ist also geräteseitig eine Sendeleitung. Falls die Signale HRTS und HCTS vom Host-Gerät nicht bedient oder nicht angeschlossen werden, müssen HRTS und HCTS im Anschluss-Stecker (SML4-seitig) der RS232 gebrückt werden! Eine über Flachband 1:1 angeschlagene 9-polige Sub-D-Buchse erhält standard RS232 Slave-Belegung. Die Verbindung zu einem PC kann dann über ein 1:1 Kabel hergestellt werden.

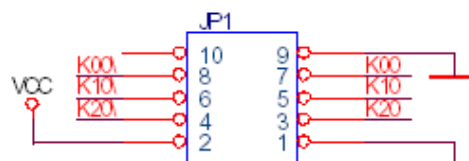
## 6.7 PLC-Schnittstelle JP11

| PIN | FUNKTION | PIN | FUNKTION |
|-----|----------|-----|----------|
| 1   | HTXD1    | 2   | HTXD1\   |
| 3   | HRXD1    | 4   | HRXD1\   |
| 5   | R+       | 6   | RIN      |
| 7   | R-       | 8   | ---      |
| 9   | GND      | 10  | ---      |

Es können hier SPS-Eingangs- und SPS-Ausgangsarten SPE/SPA angeschlossen werden. Da JP11 als Slave-Schnittstelle ausgelegt ist, müssen in der Verbindung zu den EA-Karten die Leitungen 1,2 und 3,4 gekreuzt werden.

## 6.8 Handrad-Anschluss JP1

| Nr. | Name | Funktion                                 |
|-----|------|------------------------------------------|
| 1   | GND  | Masse der 5V Versorgungsspannung         |
| 2   | +5V  | Versorgungsspannung für Inkrementalgeber |
| 3   | K20  |                                          |
| 4   | K20\ |                                          |
| 5   | K10  |                                          |
| 6   | K10\ |                                          |
| 7   | K00  |                                          |
| 8   | K00\ |                                          |
| 9   | GND  | Masse 5V                                 |
| 10  | NC   | nicht belegt                             |

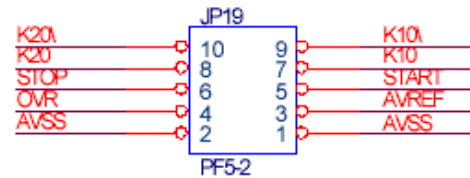


Diese Belegung ergibt bei Verwendung eines 9-pol. Sub-D-Steckers 1:1 über Flachband angeschlagen die Standard JBG-Encoder-Belegung

### 6.9 Override-Anschluss JP14, JP19

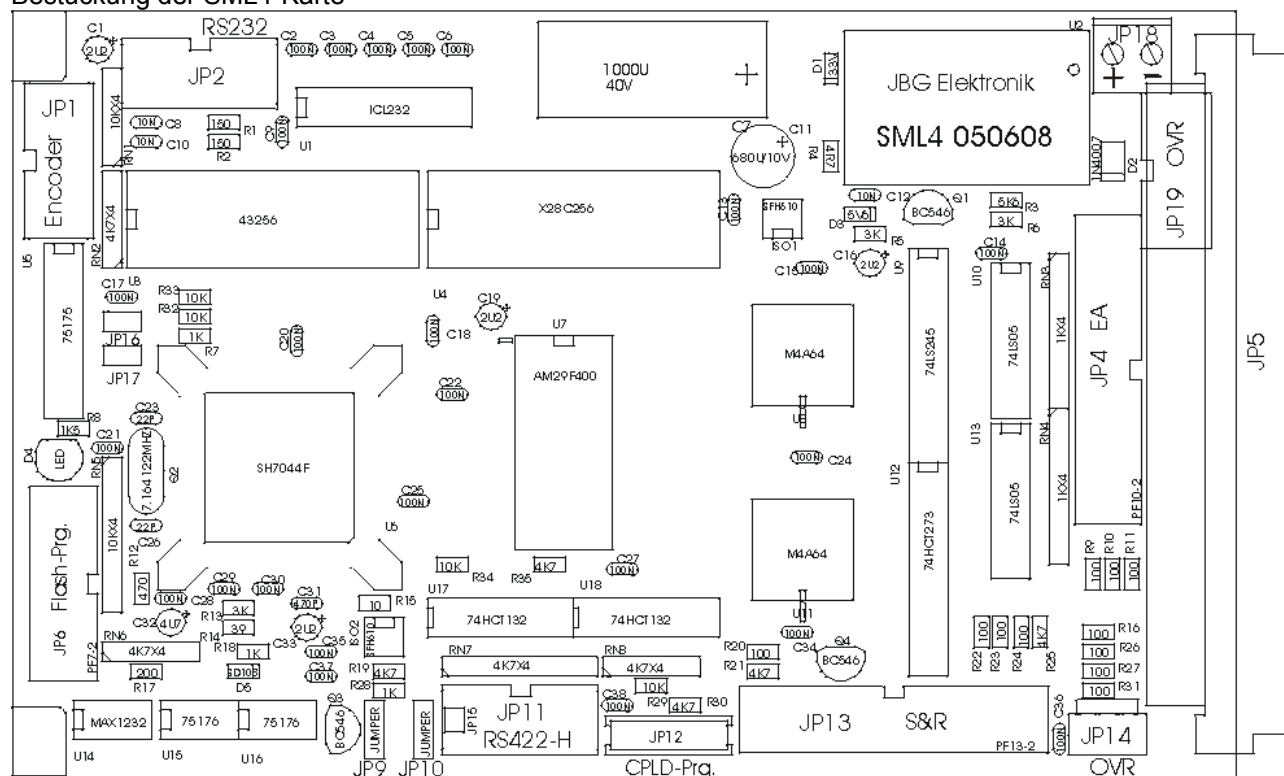
JP14: Dieser Stecker (3-polig MTE) dient dem Anschluss eines Override-Potentiometers (Vorschlag 100KOhm)

| Nr. | Name  | Funktion                     |
|-----|-------|------------------------------|
| 1   | AVREF | 5V-Referenzspannung          |
| 2   | OVR   | Override Eingang (0...Varef) |
| 3   | AVSS  | Masse                        |



JP19: Dieser 10-polige Wannenstecker stellt unter anderem ebenfalls die Anschlüsse des Overrides zur Verfügung:

**Bestückung der SML4-Karte**



## 7 Inbetriebnahme

Bei der Inbetriebnahme ist darauf zu achten, dass die interpolierenden Achsen korrekt über die jeweiligen Richtungs- und Schritt-Signale mit der SML4 verbunden sind.

Das Ausführen des Boot-Laders wird durch schließen des Jumper JP16 erzwungen.

## 8 Kurzdaten

### Schnittstellen:

1. eine Host-RS232 (optional RS422) = Haupt-Schnittstelle
2. eine RS422 PLC-Bus (zu E/A-Karten) = Hilfs-Schnittstelle
3. drei (oder als Option sechs) Paare Richtungs- und Schrittsignale für Schrittmotorendstufen
4. Handrad-Anschluss
5. Override-Anschluss

### Versorgungsspannung:

wahlweise +24V DC -15%/+10%, max. 27,5V, 150 mA oder +5V +/-5%, 450mA

### Zykluszeit PLC:

ca. 10 ms für 1000 Befehle, je nach Schrittausgabe-Frequenz

### Timing Richtungs- und Schrittsignale:

Schrittfrequenzen:

Intern max. 52kHz, programmierbare Teiler /1, /2 oder /4 (siehe 4.1)

Max. Ausgabefrequenz 52kHz, 26kHz oder 13kHz (siehe 4.1)

Dauer der Schrittpulse  $t_{\text{na}} = 10\mu\text{s}$ , Impulse sind low-aktiv.

Richtungssignal gültig bis erster Schrittpuls  $t_{\text{rs min.}} = 10\mu\text{s}$ .

Bei Teiler /1 und Ausgabefrequenz  $>45\text{kHz}$  wird die Pausenzeit zwischen den Schrittpuls kleiner als  $10\mu\text{s}$ , bleibt aber größer als  $5\mu\text{s}$ .



## 9 Änderungen in diesem Dokument

| <i>Datum – Pers</i> | <i>Vers.</i> | <i>Änderung(en)</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 02.02.09 – JB       | 4.10         | Stromaufnahme 5V korrigiert auf 450mA                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 10.08.10 – CD       | 4.23         | Umsetzung auf OpenOffice. Neue Kommandos G58/59, R (2.1.1). <i>Reduzierte Geschwindigkeit</i> (2.1.1, 2.1.2, 5.1.3). Neue Grenze für N16 (2.1.2). Erläuterung <i>Binärauswahl</i> (2). N21 = Referenzrichtung (2.1.2). Lesen „letzte CNC-Satznummer“ für PLC = FB254.6.15 (5.1.3). Suche Referenz-Schalter mit 3-facher Geschw. (2.1.1). |
| 13.02.12 – CD       | 4.25         | RS422-Modus für Haupt-Schnittstelle (1, 1.4), N9-Kommando (2.1.2)                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 29.11.19 – CD       |              | Hinweis auf Hardware-Teiler in P3 (6.2), Hinweis auf <i>Achsrichtung</i> (1.2)                                                                                                                                                                                                                                                           |