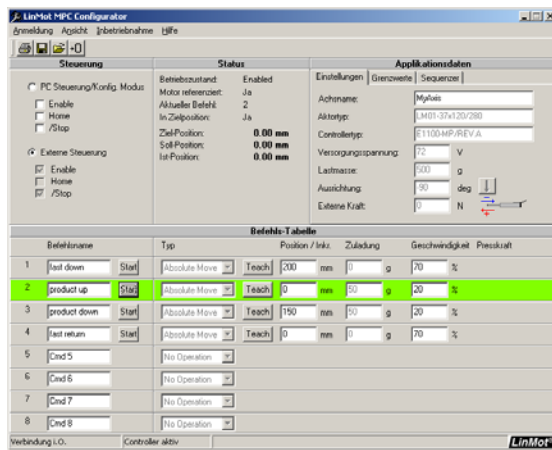
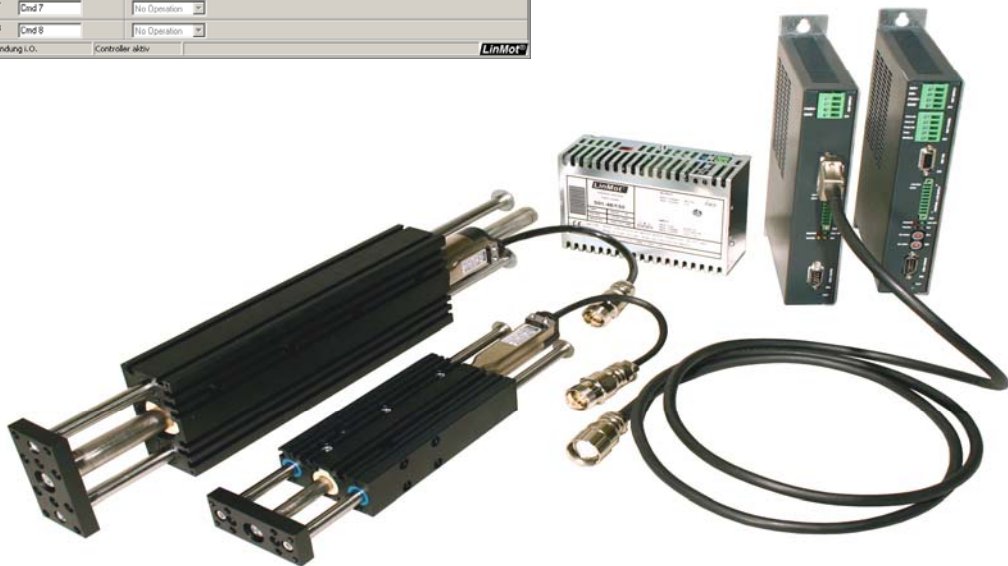

LinMot®



Multi
Position
Cylinder



MPC Version 3.2

Benutzerhandbuch

© 2007 NTI AG

This work is protected by copyright.

Under the copyright laws, this publication may not be reproduced or transmitted in any form, electronic or mechanical, including photocopying,

recording, microfilm, storing in an information retrieval system, not even for didactical use, or translating, in whole or in part, without the prior written consent of NTI AG.

LinMot® is a registered trademark of NTI AG.

Note

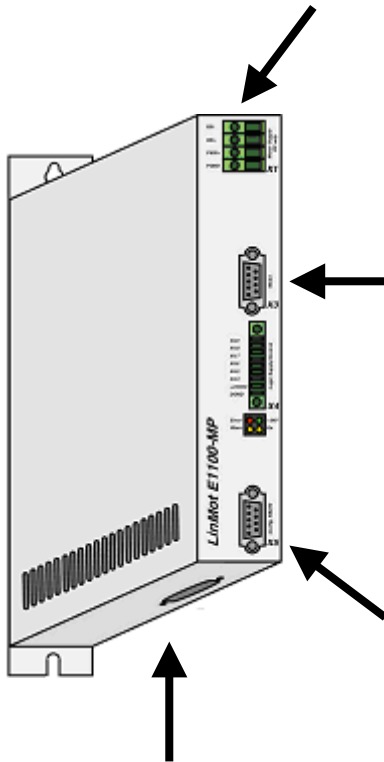
The information in this documentation reflects the stage of development at the time of press and is therefore without obligation. NTI AG reserves itself the right to make changes at any time and without notice to reflect further technical advance or product improvement. Please refer to the latest edition of our "General business terms"

Document version 1.2/ as, May 2006

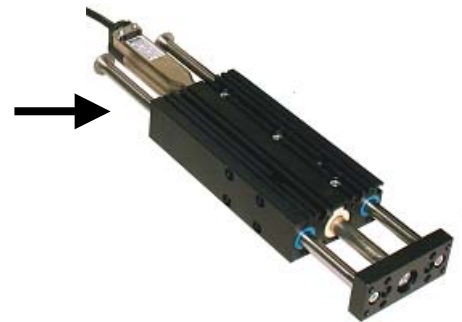
1	Systemübersicht	4
2	Inbetriebnahme-Beispiel in 10 Schritten	5
2.1	1. Schritt: MPC Configurator Software auf dem PC installieren.....	5
2.2	2. Schritt: MPC Firmware auf dem Controller installieren.....	6
2.3	3. Schritt: Anmeldung beim Controller	7
2.4	4. Schritt: Auswahl des Aktors.....	8
2.5	5. Schritt: Applikations-Einstellungen vornehmen.....	9
2.6	6. Schritt: Positionierbefehle definieren	10
2.7	7. Schritt: Motor freigeben und referenzieren	11
2.8	8. Schritt: Einzelbefehle und Befehlssequenzen testen.....	13
2.9	9. Schritt: Konfiguration sichern	14
2.10	10. Schritt: Ansteuerung durch überlagerte SPS oder IPC.....	15
3	MPC Configurator - Einstellungen	17
3.1	Aktor-Einstellungen	17
	Aktor-Einstellungen für Module und Motoren.....	18
	Erweiterte Aktor-Einstellungen nur für Motoren.....	18
3.2	EA-Schnittstelle.....	21
	Betriebszustands-Steuerung	22
	Befehlsaufruf-Modus	22
	Digitale Eingangs-Filter.....	25
	Befehl-Ausgeführt-Rückmeldung	26
3.3	Bremswiderstand.....	28
3.4	Positionsregelung	29
3.5	Applikationseinstellungen.....	31
4	MPC Befehle	33
4.1	Absolute / Relative Move.....	33
4.2	Press.....	35
4.3	Teach-Funktion	36
5	Ansteuerung des MPC Controllers	37
5.1	Ablaufplan des Betriebszustand-Steuerwerkes.....	37
5.2	Steuersignale des Betriebszustand-Steuerwerks	38
5.3	Betriebszustandsabhängige Ausgangssignale.....	39
5.4	Steuersignal-Sequenz zum Freigeben und Referenzieren des Motors.....	40
5.5	Befehlsaufruf und –Rückmeldung mit E1100-MP Controller.....	41
5.6	Befehlsaufruf und –Rückmeldung mit E1100-MT Controller	42
5.7	Quittierung des Error-Zustandes.....	43
5.8	Not-Aus-Verhalten	43
A.	MPC Controller-Typen	44
B.	Klemmen und Stecker des MPC Controllers.....	45

1 Systemübersicht

MPC Controller: Für den Betrieb des Multi Position Cylinders wird ein Controller des Typs E1100-MP (max. 8 Positionen programmierbar) oder E1100-MT (bis 256 Positionen) benötigt.



Der **MPC Aktor** (typischerweise Linearmodul) wird vom MPC Controller mit Leistung versorgt. Die Position des Aktors wird vom Controller vorgegeben und mit Hilfe des Positionssensorsignals aus dem Aktor aktiv geregelt.



Für die Inbetriebnahme des Systems wird das PC Programm **MPC Configurator** verwendet. Der PC kommuniziert dabei über eine RS232-Verbindung mit dem Controller.

Im Betrieb steuert die **überlagerte Maschinensteuerung** (SPS oder IPC) den MPC Controller über digitale EA-Signale.



The screenshot shows the 'LinMot MPC Configurator' software interface. It includes sections for 'Steuerung' (Control) with checkboxes for 'PC Steuerung/Konfig. Modus', 'Enable', 'Home', and '/Stop', and 'Externe Steuerung' (External Control) with checkboxes for 'Enable', 'Home', and '/Stop'. The 'Status' section shows 'Betriebszustand: Enabled', 'Motor referenziert: Ja', 'Aktueller Befehl: 2', 'In Zielposition: Ja', 'Ziel Position: 0.00 mm', 'Soll Position: 0.00 mm', and 'Ist Position: 0.00 mm'. The 'Anwendungsdaten' (Application Data) section includes 'Achsenname: Mplves', 'Aktortyp: LM01-37x120/280', 'Controltyp: E1100-MP/REV.A', 'Versorgungsspannung: 72 V', 'Lastmasse: 500 g', 'Ausrichtung: 30 deg', and 'Externe Kraft: 0 N'. Below this is a 'Befehls-Tabelle' (Command Table) with columns for 'Befehlsname', 'Typ', 'Position / Ink.', 'Zuladung', 'Geschwindigkeit', and 'Presskraft'. The table contains 8 rows of commands, with the second row highlighted in green.

Befehlsname	Typ	Position / Ink.	Zuladung	Geschwindigkeit	Presskraft
1 fast down	Start	Absolute Move	Teach	200 mm	0 g 70 %
2 product up	Start	Absolute Move	Teach	0 mm	50 g 20 %
3 product down	Start	Absolute Move	Teach	150 mm	50 g 20 %
4 fast return	Start	Absolute Move	Teach	0 mm	0 g 70 %
5 Cmd 5		No Operation			
6 Cmd 6		No Operation			
7 Cmd 7		No Operation			
8 Cmd 8		No Operation			

2 Inbetriebnahme-Beispiel in 10 Schritten

Im Folgenden wird anhand eines Beispiels gezeigt, wie schnell und einfach sich die Konfiguration eines Multi Position Cylinder Systems gestaltet. Das Beispiel zeigt den typischen Ablauf einer Inbetriebnahme einer MPC Achse und einen groben Überblick über die dazu notwendigen Einstellungen.

Beispielaufgabe: Mit einem vertikal montierten Linearmodul LM01-37x120/280 soll ein 50g schweres Produkt umplatziert werden. Am Linearmodul sei zu diesem Zweck ein 500g schwerer Greifer montiert.

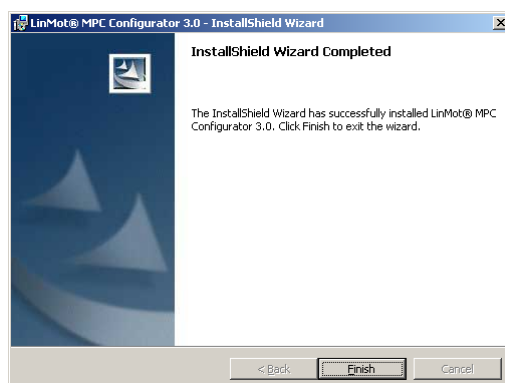
2.1 1. Schritt: MPC Configurator Software auf dem PC installieren

Der MPC Configurator läuft auf Computern, auf welchen eines der folgenden Microsoft Windows Betriebssysteme installiert ist:

- Windows NT 4.0
- Windows 2000
- Windows XP

Der Computer muss über einen freien COM-Port für die Kommunikation mit dem Controller verfügen. Sollte der Rechner keinen COM-Port haben, dann kann die Kommunikation alternativ auch über USB und einen entsprechenden Umsetzer von USB auf RS232 erfolgen.

Die neueste Version der MPC Configurator Software kann von der **LinMot®**-Homepage www.LinMot.com heruntergeladen werden. Die Installation auf dem PC erfolgt durch das Starten des Programms *MPC3R1setup.exe*.



Nach der Installation kann der MPC Configurator vom Start-Menü aus gestartet werden:

Start -> Programs -> LinMot -> MPC Configurator 3.1

2.2 2. Schritt: MPC Firmware auf dem Controller installieren

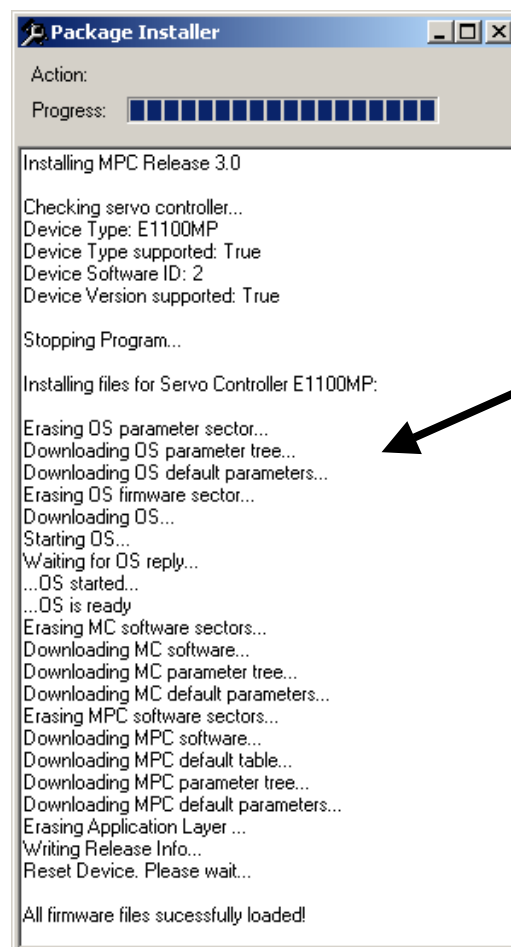
Vor der Erstinbetriebnahme eines Controllers muss die Firmware (Software welche auf dem Controller läuft) auf den aktuellen Stand gebracht werden. Die aktuelle Firmwareversion ist Bestandteil der MPC Configurator-Installation und kann mit dem MPC Configurator auf den Controller geladen werden (siehe 1. Schritt).

Dazu muss der Controller mit Spannung versorgt werden (grüne LED leuchtet) und das RS232 Kabel (1:1 Kabel, kein 0-Modem!) am PC-COM-Port und an der Konfigurations-Schnittstelle X5 des Controllers eingesteckt sein.

Nach dem Starten des MPC Configurators kann der Download über den Menüpunkt *Inbetriebnahme* -> *Firmware Download* und der anschließenden Auswahl des Script-Files *MPC3R1.sct* gestartet werden.

Sobald der verwendete PC-COM Port gewählt wurde, beginnt der MPC Configurator mit dem Firmware-Download.

Nachdem alle Firmware-Bestandteile installiert sind, kann das *Package Installer*-Fenster geschlossen werden.



Im Fenster *Package Installer* werden Sie über den Fortgang des Ladevorgangs informiert.

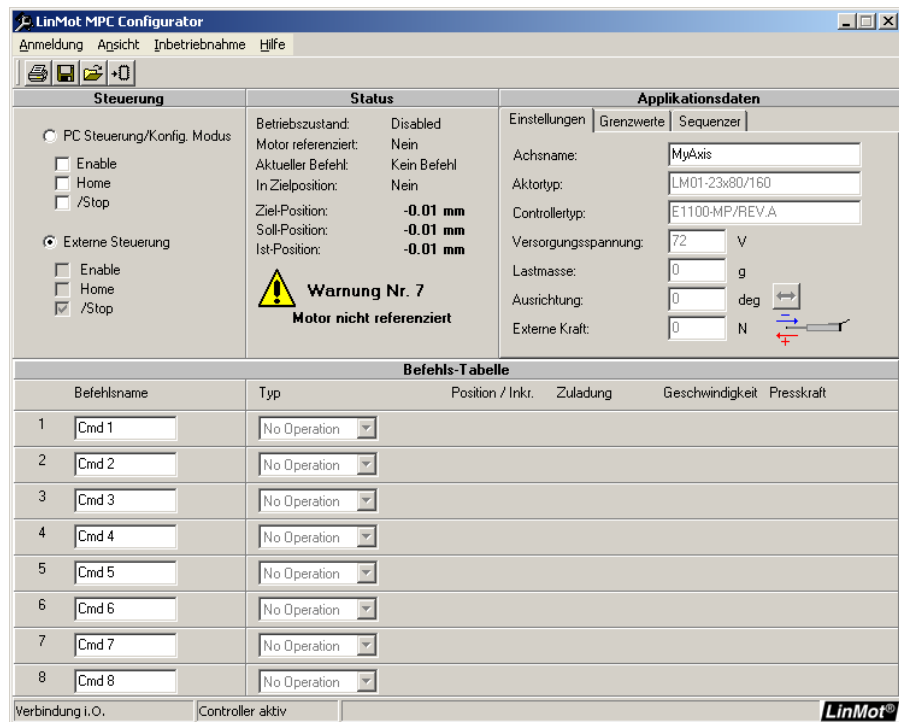
2.3 3. Schritt: Anmeldung beim Controller

Um den Controller zu konfigurieren, muss man sich zuerst anmelden:



Nachdem der für die Kommunikation vorgesehene COM-Port selektiert wurde, beginnt der MPC Configurator damit, die momentan auf dem Controller gespeicherte Konfiguration hochzuladen. Dieser Vorgang kann einige Zeit dauern (bis zu 30s).

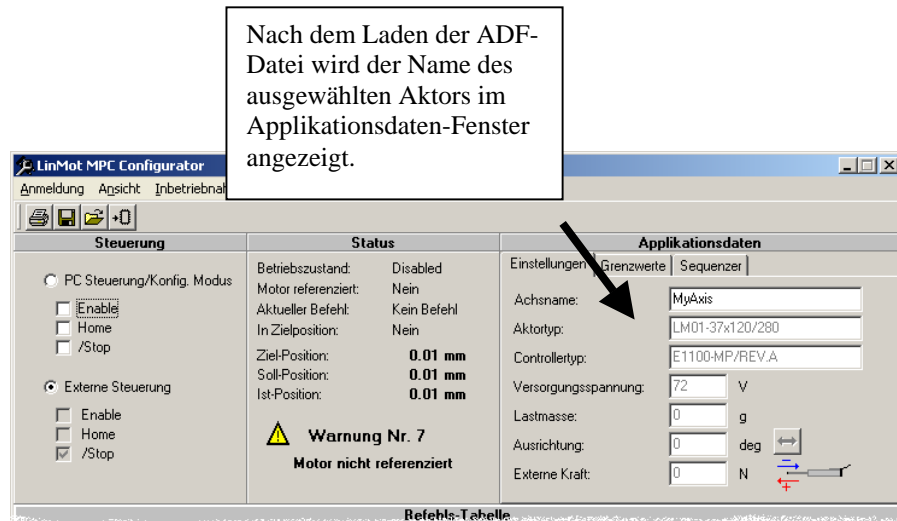
Wenn die Anmeldung erfolgreich war, erscheint sogleich die MPC Configurator Bedienoberfläche:



2.4 4. Schritt: Auswahl des Aktors

Zu Beginn der eigentlichen Konfiguration müssen die technischen Daten des verwendeten MPC Aktors geladen werden. Diese Daten sind in sogenannten *Actuator Definition Files* (*.adf) gespeichert.

Über den Menüpunkt *Inbetriebnahme -> Aktor-Wechsel* gelangt man zur Auswahl einer ADF-Datei. Für unser Beispiel müssen wir das File *LM01-37x120-280.adf* selektieren.



Hinweis: Das MPC Software -Konzept wurde insbesondere für die Ansteuerung von kompletten Linearmodulen entwickelt (von Herstellern definierte Kombination aus Motor und Führungseinheit). Das *Actuator Definition File* (*.adf) eines Linearmoduls enthält neben den technischen Daten des eingesetzten Motors auch Informationen über den Aufbau der Führungseinheit (Masse, Verfahrenweg, Anschlagpositionen). Wir gehen in diesem Beispiel davon aus, dass ein solch vordefiniertes Linearmodul verwendet wird. Ansonsten müssten an dieser Stelle weitere Aktor-Einstellungen getätigt werden (siehe Kapitel „MPC Configurator-Einstellungen: Aktor-Einstellungen“).

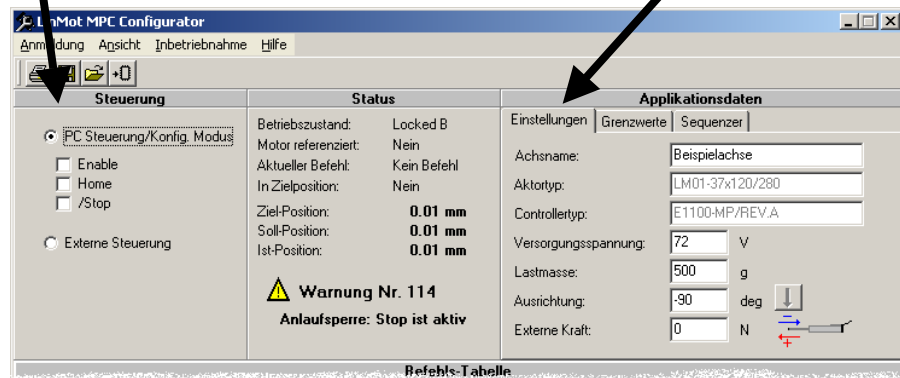
2.5 5. Schritt: Applikations-Einstellungen vornehmen

Um ein optimales Betriebsverhalten zu erreichen, muss die Last, welche der Aktor zu erwarten hat, möglichst genau spezifiziert werden.

Aufgrund der applikationsspezifischen Daten, werden die Bewegungsprofile (Beschleunigungsrampen, Maximalgeschwindigkeit) und das Regelverhalten (Last-Vorsteuerung) optimiert.

Damit die Applikationsdaten verändert werden können, muss *PC Steuerung/Konfig. Modus* selektiert werden.

Versorgungsspannung, Lastmasse, Modulausrichtung (horizontal, vertikal) und allfällige externe Kräfte müssen im Einstellungsfenster für die Applikationsdaten definiert werden.



Für unser Beispiel setzen wir die Lastmasse auf 500g (=Greifermasse). Die bewegte Masse des Motors und der H-Führung muss nicht angegeben werden. Sie ist Teil der ADF-Datei und wird automatisch dazugerechnet. Die Masse des zu bewegenden Produktes (50g) gehört nicht zu den globalen Applikationsdaten. Sie wirkt nur bei einzelnen Teilbewegungen auf den Aktor und wird deshalb später befehlspezifisch berücksichtigt (siehe nächster Schritt).

Bei vertikalen Anwendungen ist insbesondere auf das Vorzeichen des Montagewinkels (Ausrichtung) zu achten. In unserem Beispiel soll das Modul so montiert sein, dass der Läufer des Linearmotors nach unten ausfährt. Dies entspricht einem Winkel von -90° .

2.6 6. Schritt: Positionierbefehle definieren

In der Befehlstabelle können bis zu 8 Positionierbefehle definiert werden (bei E1100-MT Controllern bis zu 256).

Für unser Beispiel brauchen wir nur vier Befehle:

Befehl Nr. 1: Schnell zur Position fahren, wo das Produkt aufgenommen wird.

Befehl Nr. 2: Nachdem das Produkt gegriffen wurde, langsam hochfahren.

Befehl Nr. 3: Produkt langsam absetzen.

Befehl Nr. 4: Schnell zur Ausgangsposition zurückfahren.

Für einfache Positionieraufgaben wird der Befehlstyp *Absolute Move* verwendet.

Beschreibender Text zum Befehl

Zielposition des Befehls

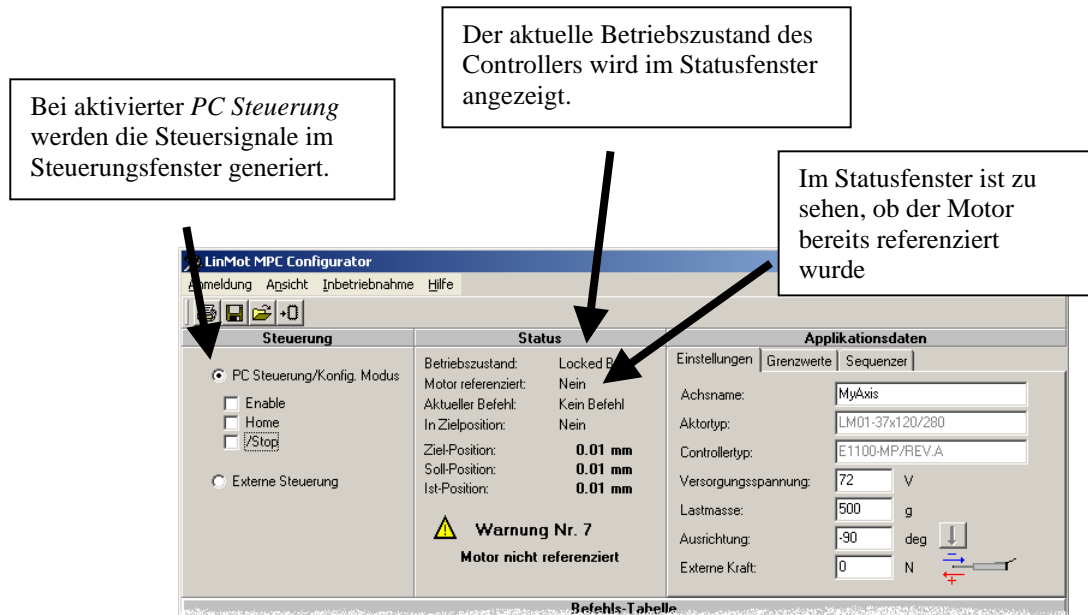
Befehls-Tabelle										
Befehlsname	Typ	Position	Wkt.	Zuladung	Geschwindigkeit	Presskraft				
1	Schnell runter	Start	Absolute Move	Teach	200 mm	0 g	70 %			
2	Mit Prod. hoch	Start	Absolute Move	Teach	0 mm	50 g	20 %			
3	Prod. absetzen	Start	Absolute Move	Teach	150 mm	50 g	20 %			
4	Schnell zurück	Start	Absolute Move	Teach	0 mm	0 g	70 %			
5	Cmd 5		No Operation							
6	Cmd 6		No Operation							
7	Cmd 7		No Operation							
8	Cmd 8		No Operation							

Wenn für einzelne Positionierbefehle eine zusätzliche Lastmasse zu erwarten ist (z.B. Masse des zu bewegendes Produktes), muss diese bei den entsprechenden Befehlen als Zuladung definiert werden.

Die Verfahrensgeschwindigkeit wird als %-Wert vorgegeben. 100% entsprechen der, aufgrund der Lastangaben berechneten, Maximalgeschwindigkeit (=Leistungsgrenze des Systems).

2.7 7. Schritt: Motor freigeben und referenzieren

Mit den drei Steuersignalen *Enable* (Freigabe), *Home* (Referenzfahrt) und */Stop* (invertiertes Not-Aus-Signal) wird der Betriebszustand des Controllers gesteuert. Nur wenn sich der Controller im Betriebszustand *Enabled* befindet und der Motor bereits referenziert ist, können Befehle ausgeführt werden.



Erst im Betriebszustand *Enabled* ist der Motor bestromt und seine Position wird aktiv geregelt. Da der Motor über ein inkrementelles Positions-Messsystem verfügt, muss nach jedem Neustart (Power Off) des Controllers eine Referenzfahrt durchgeführt werden. Während der Referenzfahrt sucht der Motor einen mechanischen Anschlag und richtet dann sein Koordinatensystem bezüglich diesem Anschlag aus.

Um den Controller in den Betriebszustand *Enabled* zu bringen, sind folgende Schritte nötig:

1. *PC Steuerung/Konfig Modus* aktivieren (falls nicht bereits geschehen)
2. *Enable*-Signal löschen
3. */Stop*-Signal setzen (da es sich um ein invertiertes Not-Aus-Signal handelt, muss es im Normalbetrieb gesetzt sein)
4. *Enable*-Signal setzen

Der Controller befindet sich nun im Betriebszustand *Enabled* und der Motor ist bestromt.

Um die Referenzfahrt frei zu geben, kann jetzt das *Home*-Signal gesetzt werden. Der Motor beginnt sich zu bewegen und der Betriebszustand wechselt auf *Homing*.

Nachdem der Motor den Anschlag gefunden hat, bewegt sich der Motor noch 5mm vom Anschlag weg. An dieser Stelle liegt der 0-Punkt des MPC Bezugssystems.

Wenn der Motor seine Referenzfahrt erfolgreich abgeschlossen hat, wird dies im Statusfenster angezeigt (Motor referenziert: Ja). Durch das Löschen des *Home*-Signals kann jetzt in den Betriebszustand *Enabled* zurückgekehrt werden. Das System ist jetzt bereit, Positionierbefehle auszuführen.

2.8 8. Schritt: Einzelbefehle und Befehlssequenzen testen

Wenn sich der Controller im Betriebszustand *Enabled* befindet und der Motor referenziert ist, dann können (bei aktivierter *PC Steuerung*) Einzelbefehle durch einen Klick auf den Befehlsstart-Knopf ausgelöst werden.

Im Statusfenster wird die Zielposition des aufgerufenen Befehls, die aktuelle Sollposition (Interpolation zwischen Start- und Zielpostion) und die gegenwärtige Istposition angezeigt

Der farbige Balken zeigt an, welcher Befehl aktiv ist (grau) bzw. fertig ausgeführt wurde (grün).

Mit dem *Sequencer* können ganze Befehlssequenzen getestet werden. Er ist ein sehr nützliches Inbetriebnahme-Hilfsmittel. Er ermöglicht das Testen ganzer Abläufe (auch Dauertests etc.), ohne dass dafür eine überlagerte Steuerung eingesetzt werden muss.

Die Befehlsnummern einer Testsequenz werden durch Kommata getrennt. Pausen zwischen zwei Befehlen können durch ein „P“ gefolgt von der Stillstandszeit in Millisekunden definiert werden (z.B. Zeit die benötigt wird, um den Greifer zu schliessen).

Die Zykluszeit der ganzen Sequenz wird auf dem Controller gemessen und im Sequencer-Fenster dargestellt.

2.9 9. Schritt: Konfiguration sichern

Am Ende der Konfigurationsphase, sollte die erstellte Konfiguration (Einstellungen und Befehlstabelle) gesichert werden.



Zwingend ist die **Speicherung der Konfiguration im nichtflüchtigen Speicher des Controllers**. Wenn die Konfiguration nicht in den Flash-Speicher kopiert wird, dann gehen die Einstellungen mit dem nächsten Ausschalten des Controllers verloren.

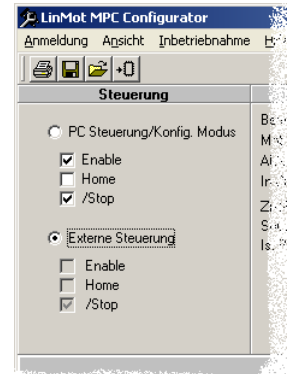
Eine Kopie der Konfiguration kann auch in eine Datei gespeichert werden. Sollte später der Controller einmal ersetzt werden, bzw. weitere Achsen mit den selben oder ähnlichen Einstellungen in Betrieb genommen werden, dann kann die Konfiguration einfach wieder importiert werden.

Empfehlenswert ist auch das Ausdrucken der Konfiguration auf Papier. Dieser Ausdruck gehört zu den Dokumentationsunterlagen der Anlage bzw. in den Schaltschrank, wo der Controller installiert ist.

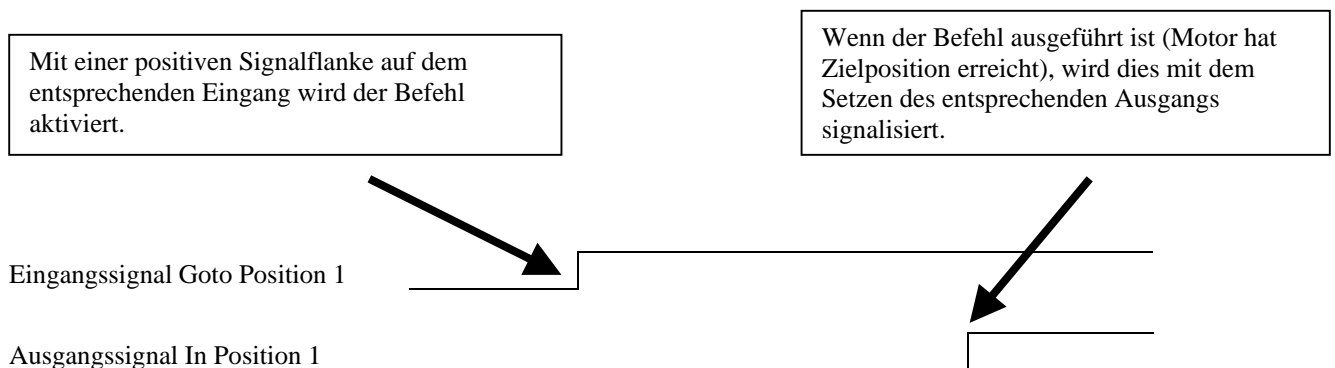
2.10 10. Schritt: Ansteuerung durch überlagerte SPS oder IPC

Durch Aktivierung des Punktes *Externe Steuerung* wird die Systemansteuerung auf die digitalen Eingänge übertragen.

Die drei Steuersignale *Enable*, *Home* und */Stop* werden nun direkt von den entsprechenden digitalen Eingängen übernommen. Um den Motor in den Betriebszustand *Enabled* zu bringen und zu referenzieren, muss die übergeordnete Steuerung dieselbe Signalabfolge generieren, wie sie bei Schritt 7 manuell erzeugt wurde.



Auch der Befehlsaufruf wird jetzt über digitale Eingänge realisiert (*Goto Position 1 .. Goto Position 8*). Wenn nicht mehr als acht Positionier-Befehle definiert wurden, dann steht für jeden Befehl ein separater Eingang zur Verfügung. Eine positive Signalfanke auf einem dieser Befehlsauslöser-Eingängen startet den entsprechenden Befehl. Wenn der Befehl abgearbeitet wurde (Motor hat Zielposition erreicht), wird der zugehörige digitale Ausgang (*In Position 1 .. In Position 8*) gesetzt.



Wenn mehr als acht Positionierbefehle definiert wurden (nur mit MT – Controllern möglich), dann stehen verschiedene Adressierungsarten zur Auswahl (siehe Kapitel „MPC Configurator Einstellungen: EA-Schnittstelle“).

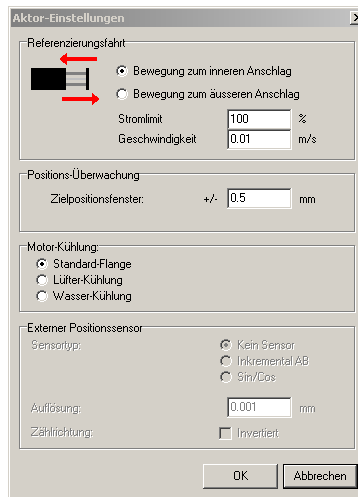
Damit ist unser kurzes Inbetriebnahme-Beispiel abgeschlossen. Durch ein Fein-Tuning kann das Verhalten des Systems weiter optimiert werden. Sei dies durch nachträgliche Veränderung von Positions- und/oder Geschwindigkeitswerten, oder durch Optimierung der Positionsregler-Einstellungen (siehe Kapitel „MPC Configurator Einstellungen: Positionsregelung“). Sowohl die Befehlsparameter Position und Geschwindigkeit, als auch Reglereinstellungen können am laufenden System noch angepasst werden!

3 MPC Configurator - Einstellungen

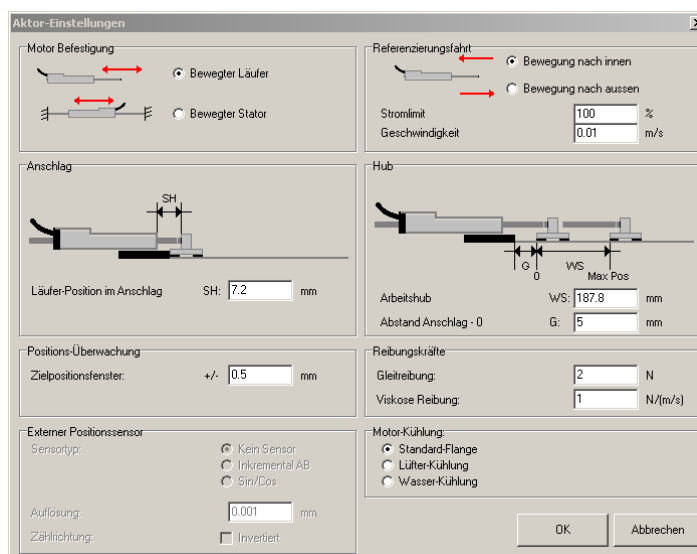
3.1 Aktor-Einstellungen

Die technischen Daten der MPC Aktoren sind in *Actuator Definition Files* (*.adf) abgelegt. Neben den ADF-Dateien für komplette Linearmodule, gibt es ADF-Dateien, welche nur die Daten der Linearmotoren enthalten. ADF-Dateien von kompletten Linearmodulen enthalten zusätzlich auch die technischen Daten der Führungseinheit (Massen, Verfahrswege, Anschlagpositionen).

Demzufolge müssen/können bei der Verwendung eines definierten Linearmoduls vom Anwender weniger Daten zum Aktor eingestellt werden. Je nach verwendetem Aktortyp erscheint deshalb über den Menüeintrag *Inbetriebnahme* -> *Aktor-Einstellungen* ein anderes Einstellungsfenster.



Aktor-Einstellungsfenster für Linearmodule



Erweitertes Aktor-Einstellungsfenster bei Verwendung einer Motor-ADF-Datei

Aktor-Einstellungen für Module und Motoren

Referenzierungsfahrt: Bevor Positionierbefehle ausgeführt werden können, muss der Motor referenziert werden (Nullpunkts-Bestimmung). Dabei sucht der Motor einen definierten mechanischen Anschlag. Dieser wird über den Stromanstieg detektiert. Sie können bestimmen in welche Richtung gesucht wird, wie schnell die Fahrt erfolgt und wie hoch der Strom maximal steigen darf.

Zielpositionsfenster: Ein Befehl gilt als abgeschlossen, wenn die Sollwert-Generierung abgeschlossen ist (*Soll-Position = Ziel-Position*) und sich die *Ist-Position* im *Zielpositionsfenster* um die *Ziel-Position* befindet. Erst dann wird der *In Position*-Ausgang gesetzt. Wenn der Motor durch äussere Krafteinwirkung aus dem *Zielpositionsfenster* gedrückt wird, dann wird das Signal wieder gelöscht.

Motor-Kühlung: Die Motortemperatur wird vom Controller aufgrund der Stromaufnahme des Motors geschätzt. Wird der Motor forciert gekühlt, muss das Berechnungsmodell entsprechend gewählt werden.

Externer Positionssensor: Diese Option steht bei Controllern des Typs E1100-MT/E1100-MT-HC zur Verfügung. Unter Verwendung eines externen Positionssensors kann die Positioniergenauigkeit fast beliebig erhöht werden. Sie ist dann im wesentlichen von der Genauigkeit des Messsystems abhängig. Verwendet werden können sowohl inkrementelle AB Sensoren (RS422 Pegel), als auch analoge Sinus/Cosinus Sensoren (1Vpp) beliebiger Auflösung. Wenn ein externer Positionssensor konfiguriert wurde, dann sollte vor der Freigabe des Motors unbedingt die Richtigkeit der Einstellungen getestet werden. Dazu wird der Motor manuell bewegt und dabei die *Ist-Position* im Statusfenster beobachtet. Insbesondere ist auf die richtige Zählrichtung zu achten!

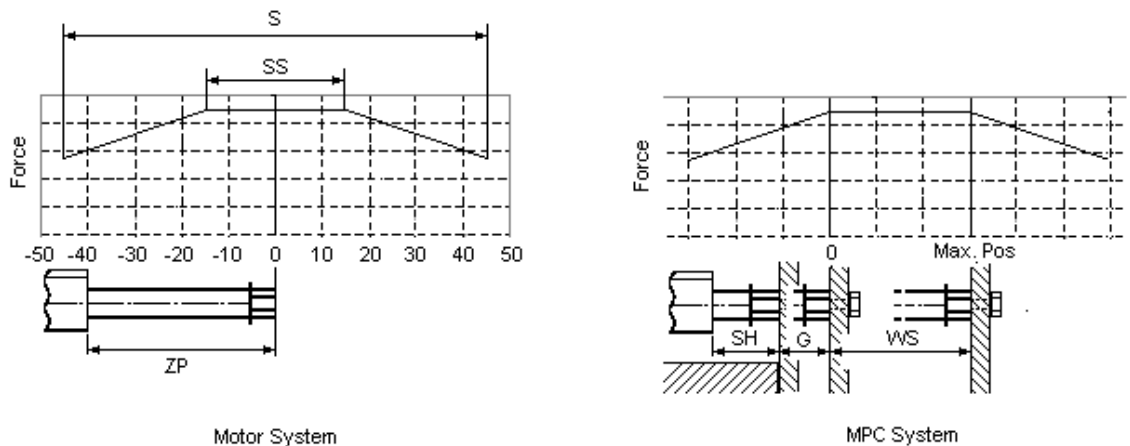
Erweiterte Aktor-Einstellungen nur für Motoren

Motor-Befestigung: *LinMot®* – Linearmotoren lassen sich grundsätzlich auf zwei verschiedene Arten montieren. Entweder bewegt sich der Läufer (passive Magnetstange) oder der Stator (aktiver Teil des Motors). Die Massen von Stator und Läufer unterscheiden sich. Um ein gutes Regelverhalten zu erhalten, muss deshalb der Parameter *Motor-Befestigung* korrekt gesetzt werden.

Läuferposition im Anschlag (SH): Mit diesem Parameter wird die Position des Referenzanschlags definiert. Um den Parameter richtig zu setzen, wird der Motor manuell zum Referenzanschlag geschoben und dann die Distanz zwischen vorderem Statorende und vorderem Läuferende gemessen. Falls das Läuferende sich an dieser Position im Stator befindet, dann muss der Wert mit einem negativen Vorzeichen versehen werden.

Arbeitshub (WS): Dieser Wert definiert die Grösse des MPC-Arbeitshubbereichs, welcher bei 0mm beginnt und bis *Max. Pos = WS* reicht. Nur Positionen innerhalb des Arbeitshubbereichs *WS* können über Positionierbefehle angefahren werden.

Abstand Anschlag – 0 bzw. Abstand Max. Pos – Anschlag (G): Der Wert von *G* definiert den Anfang des Arbeitshubbereichs relativ zum Referenzanschlag. Bei der Referenzfahrt fährt der Motor zum Anschlag und danach um die Distanz *G* vom Anschlag weg.



Die Werte von *SH*, *WS* und *G* müssen unter Berücksichtigung des Weg-/Kraftdiagramms des Motors (Werte *ZP*, *SS* und *S* aus dem Motor-Datenblatt) definiert werden. Im weiteren müssen auch die mechanischen Gegebenheiten der jeweiligen Anwendung berücksichtigt werden.

Mit dem Setzen der Werte *SH*, *WS* und *G* wird die Beziehung zwischen dem Motor-Koordinatensystem (0mm bei *Statorende+ZP*, siehe Weg-/Kraftdiagramm) und dem MPC-Bezugssystem (0mm = Beginn des Arbeitshubbereichs) hergestellt.

Dabei sind folgende Regeln zu beachten:

- Da sich der Referenzanschlag innerhalb des Hubbereichs *S* befinden soll, muss auch folgende Bedingung erfüllt sein:

$$ZP - S/2 > SH > ZP + S/2$$

Bei einigen Motortypen ist *S/2* grösser als *ZP*. Der Wert *SH* darf in diesen Fällen also negativ sein. Ein negativer Wert für *SH* bedeutet, dass der Läufer für die Referenzfahrt in den Stator hineinfährt.

- Der Motor kann im Bereich von *G* (während Referenzfahrt) und *WS* (Arbeitsbereich) bewegt werden (Software-Beschränkung).

Da diese Bereiche aber innerhalb von S liegen müssen (elektromagnetische Begrenzung), gilt folgendes:

Referenzierung nach innen: $SH + G + WS < ZP + S/2$

Referenzierung nach aussen: $SH - G - WS > ZP - S/2$

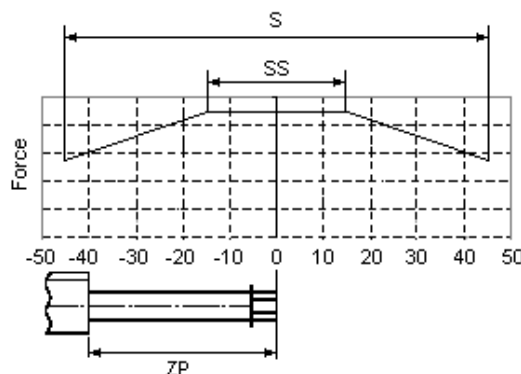
- Im Bereich von SS kann der Motor die grösste Kraft aufbringen. Im Allgemeinen wird deshalb empfohlen, dass man den Hubbereich WS mit SS kongruent setzt. Dies sollte schon während der Konstruktion einer Achse berücksichtigt werden. Durch die geeignete Wahl des Wertes G kann der Beginn des Hubbereichs WS entsprechend geschoben werden.

Beispiel: Ein Linearmotor P01-23x80/30x90 wird referenziert, indem der Läufer in Richtung Stator fährt. Als Anschlag dient der Segering (welcher sich in der Nut beim vorderen Läuferende befindet) wenn er beim Statorende auftritt. Der MPC Arbeitshub WS soll den SS-Bereich abdecken.

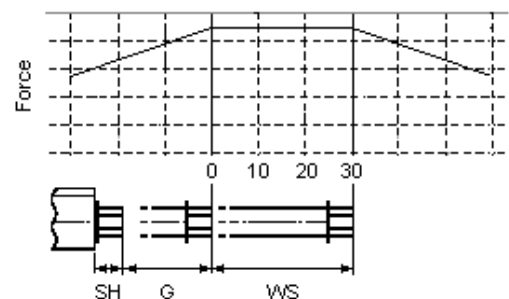
Einstellungen:

- Der *Referenzierungsmodus* muss auf *Bewegung nach innen* gesetzt werden.
- $SH = 7.2$ mm: Gemäss Läufer-Konstruktionszeichnung ist das der Abstand von der Segering-Innenseite bis zum vorderen Läuferende.
- $WS = 30$ mm: Grösse des SS-Bereichs gemäss Motor-Datenblatt
- $G = 17.8$ mm : Mit Blick auf die Weg-/Kraftdiagramme muss G gemäss folgender Formel bestimmt werden, damit der Beginn des Arbeitshubs mit dem Beginn des SS-Bereichs übereinstimmt:

$$G = ZP - SH - SS/2 = 40\text{mm} - 7.2\text{mm} - 30\text{mm}/2 = 17.8\text{ mm}$$



Motor System

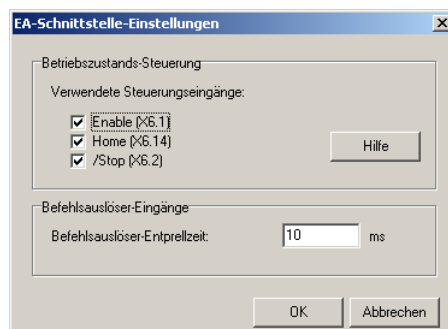


MPC System

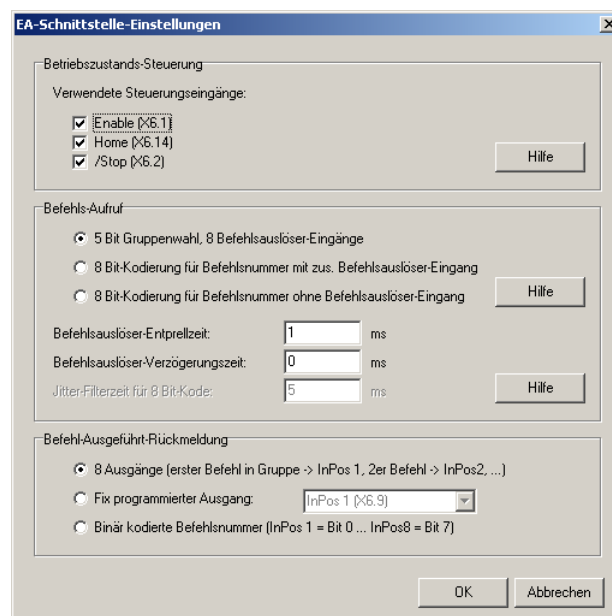
3.2 EA-Schnittstelle

Die beiden MPC Controller-Varianten MP und MT unterscheiden sich bezüglich ihres Betriebszustand-Steuerwerks nicht. Für die Beeinflussung des Betriebszustands stehen auf beiden Controllern die drei digitalen Eingänge *Enable*, *Home* und */Stop* zur Verfügung.

Bezüglich Befehlsaufruf und Befehlsrückmeldung gibt es aber Unterschiede zwischen den beiden Controller-Typen. Für die acht Positionierbefehle eines MP-Controllers steht je ein digitaler Eingang für den Befehlsaufruf (*Goto Position 1 .. Goto Position 8*) und ein digitaler Ausgang für die Rückmeldung „Befehl ausgeführt“ (*In Position 1 .. In Position 8*) zur Verfügung. Mit einem MT-Controller können bis zu 256 verschiedene Positionierbefehle definiert werden. Für deren Aufruf über die EA-Schnittstelle sind jedoch nicht 256 digitale Eingänge vorhanden. Der MPC Configurator stellt für MT Controller verschiedene Modi für den Befehlsaufruf und die Befehl-Ausgeführt-Rückmeldung zur Auswahl. Das Konfigurationsfenster für die EA-Schnittstelle unterscheidet sich deshalb je nach verwendetem Controller-Typ.



EA-Schnittstelle-Einstellungen bei Verwendung eines Controllers vom Typ MP



Erweitertes Einstellungsfenster für MT-Controller

Betriebszustands-Steuerung

Für die Ansteuerung des Betriebszustand-Steuerwerks sind drei digitale Steuerungs-Eingänge auf dem Stecker X6 vorgesehen:

Pin	Bezeichnung	Funktion
X6.1	Enable	Freigabe des Motors
X6.14	Home	Freigabe für Referenzfahrt
X6.2	/Stop	Invertiertes Not-Aus-Signal

Die Verwendung dieser Eingänge ist empfohlen, aber nicht zwingend. Sie können softwaremässig abgeschaltet werden. Für die nicht verwendeten Eingänge setzt die Controller-Software die notwendigen Zustands-Transitions-Anforderungen automatisch (automatisches *Enable* beim Einschalten, automatisches Auslösen der Referenzfahrt nach der Freigabe, kein Not-Aus).



Achtung: Aus Sicherheitsgründen wird dringend empfohlen, alle drei Steuerungseingänge zu verwenden. Nur so lassen sich alle Bewegungen des Motors jederzeit kontrollieren.

Befehlsaufruf-Modus

Der Befehlsaufruf-Modus lässt sich nur bei der Verwendung eines MT-Controllers ändern. **Wenn ein MP-Controller verwendet wird, dann ist der Modus fix gesetzt.** Er entspricht dem MT-Modus *5Bit Gruppenwahl, 8 Befehlsauslöser-Eingänge* (siehe unten) mit der Einschränkung, dass keine Gruppe ausgewählt werden kann. Die Gruppennummer ist in diesem Fall immer Null, d.h., es können maximal 8 verschiedene Befehle genutzt werden.

Wenn auf einem MT-Controller nur die ersten 8 Befehle genutzt werden, dann verhält er sich mit den Standard-Einstellungen exakt wie ein MP-Controller.

Für MT-Controller stehen folgende Befehls-Aufruf-Modi zur Auswahl:

- 5 Bit Gruppenwahl, 8 Befehlsauslöser-Eingänge (Standard)
- 8 Bit-Kodierung für Befehlsnummer mit zus. Befehlsauslöser-Eingang
- 8 Bit-Kodierung für Befehlsnummer ohne Befehlsauslöser-Eingang

A) 5 Bit Gruppenwahl, 8 Befehlsauslöser-Eingänge:

Die 256 Befehle sind in 32 Gruppen (Gruppe 0 bis Gruppe 31) mit jeweils 8 Befehlen eingeteilt.

Für die Auswahl der Gruppennummer stehen auf dem Stecker X6 fünf digitale Eingänge zur Verfügung (*Grp0* . . . *Grp4*). Vor dem Befehlsstart legt die übergeordnete Steuerung die Gruppennummer binär kodiert an diese fünf Eingänge:

Pin	Bezeichnung	Funktion
X6.15	Grp0/Trig	Bit 0 der Gruppennummer
X6.3	Grp1	Bit 1 der Gruppennummer
X6.16	Grp2	Bit 2 der Gruppennummer
X6.4	Grp3	Bit 3 der Gruppennummer
X6.17	Grp4	Bit 4 der Gruppennummer

Durch eine positive Signalflanke auf einem der acht Befehlsauslöser-Eingänge wird der entsprechende Befehl ausgelöst:

Pin	Bezeichnung	Funktion
X6.5	Goto Position 1	Start 1. Befehl der selektierten Gruppe
X6.18	Goto Position 2	Start 2. Befehl der selektierten Gruppe
X6.6	Goto Position 3	Start 3. Befehl der selektierten Gruppe
X6.19	Goto Position 4	Start 4. Befehl der selektierten Gruppe
X6.7	Goto Position 5	Start 5. Befehl der selektierten Gruppe
X6.20	Goto Position 6	Start 6. Befehl der selektierten Gruppe
X6.8	Goto Position 7	Start 7. Befehl der selektierten Gruppe
X6.21	Goto Position 8	Start 8. Befehl der selektierten Gruppe

B) 8 Bit-Kodierung für Befehlsnummer mit zus. Befehlsauslöser-Eingang:

Der auszuführende Befehl wird durch seine Befehlsnummer selektiert (binär kodiert) und über einen zusätzlichen Befehlsauslöser-Eingang gestartet.

Die Befehlsnummer wird an die folgenden acht Eingänge gelegt:

Pin	Bezeichnung	Funktion
X6.5	Goto Position 1	Bit 0 der Befehlsnummer
X6.18	Goto Position 2	Bit 1 der Befehlsnummer
X6.6	Goto Position 3	Bit 2 der Befehlsnummer
X6.19	Goto Position 4	Bit 3 der Befehlsnummer
X6.7	Goto Position 5	Bit 4 der Befehlsnummer
X6.20	Goto Position 6	Bit 5 der Befehlsnummer
X6.8	Goto Position 7	Bit 6 der Befehlsnummer
X6.21	Goto Position 8	Bit 7 der Befehlsnummer

Der eigentliche Befehlsstart erfolgt durch eine positive Signal-Flanke auf dem Befehlsauslöser-Eingang:

Pin	Bezeichnung	Funktion
X6.15	Grp0/Trig	Start des selektierten Befehls

C) 8 Bit-Kodierung für Befehlsnummer ohne Befehlsauslöser-Eingang:

Der auszuführende Befehl wird durch seine Befehlsnummer selektiert (Binärkode):

Pin	Bezeichnung	Funktion
X6.5	Goto Position 1	Bit 0 der Befehlsnummer
X6.18	Goto Position 2	Bit 1 der Befehlsnummer
X6.6	Goto Position 3	Bit 2 der Befehlsnummer
X6.19	Goto Position 4	Bit 3 der Befehlsnummer
X6.7	Goto Position 5	Bit 4 der Befehlsnummer
X6.20	Goto Position 6	Bit 5 der Befehlsnummer
X6.8	Goto Position 7	Bit 6 der Befehlsnummer
X6.21	Goto Position 8	Bit 7 der Befehlsnummer

Der Befehlsstart erfolgt automatisch: Wenn ein Eingangsmuster (=Befehlsnummer) für die Zeitdauer der Jitter-Filter-Zeitkonstante stabil anliegt, wird der entsprechende Befehl gestartet (ohne zusätzliches Trigger-Signal).

Digitale Eingangs-Filter

Je nach gewähltem Befehlsaufruf-Modus sind andere digitale Eingangs-Filter (Software-Filter) wirksam:

A) 5 Bit Gruppenwahl, 8 Befehlsauslöser-Eingänge:

Die 8 Befehlsauslöser-Eingänge sind je mit einem digitalen Entprell-Filter ausgestattet. Sobald eine Flanke an einem dieser Eingänge detektiert wird, bleibt der entsprechende Eingang für die Zeitdauer der Entprell-Filterzeit gesperrt. Damit kann vermieden werden, dass trotz prellenden Eingangssignalen, Befehle mehrfach ausgelöst werden (wichtig bei *Relative Move*-Befehlen).

Wenn die Gruppenwahl und die Befehlsauslösung im selben SPS Zyklus erfolgen sollen, so können die Befehlsauslöser-Signale zusätzlich intern verzögert werden. Damit ist sichergestellt, dass die Gruppenwahl abgeschlossen ist, wenn der Befehl aufgerufen wird, ohne dass dazu ein ganzer SPS-Zyklus abgewartet werden muss.

B) 8 Bit-Kodierung für Befehlsnummer mit zus. Befehlsauslöser-Eingang:

Der Befehlsauslöser-Eingang (Trigger, X6.15) ist mit einem digitalen Entprell-Filter ausgestattet. Sobald eine Flanke an diesem Eingang detektiert wird, bleibt der Eingang für die Zeitdauer der Entprell-Filterzeit gesperrt. Damit kann vermieden werden, dass trotz prellendem Eingangssignal, Befehle mehrfach ausgelöst werden.

Wenn Befehlsauswahl (8 Bit Kode für Befehlsnummer) und Befehlsauslösung im selben SPS Zyklus erfolgen sollen, so kann das Befehlsauslöser-Signal zusätzlich intern verzögert werden. Damit ist sichergestellt, dass die Befehlswahl abgeschlossen ist, wenn der Befehl aufgerufen wird.

C) 8 Bit-Kodierung für Befehlsnummer ohne Befehlsauslöser-Eingang:

In diesem Modus wird ein Befehl gewählt und automatisch ausgelöst, wenn die entsprechende Befehlsnummer binär kodiert an den 8 Befehlswahl-Eingängen anliegt. Ein Jitter-Filter verhindert, dass durch allfällige Laufzeitstreuungen zwischen den einzelnen Signalen unerwünschte Zwischenbefehle ausgelöst werden. Erst wenn eine Eingangskombination für die Dauer der Jitter-Filterzeit stabil anliegt, wird der Befehl ausgelöst.

Hinweis: Die Entprell-Filter auf den Befehlsauslöser-Eingängen bewirken keine Verzögerung beim Befehlsaufruf. Der Befehl wird unmittelbar nach der ersten positiven Flanke auf dem Eingang ausgelöst. Danach wird der Eingang jedoch für die definierte Entprell-Filterzeit von der Software nicht mehr abgetastet. Im Gegensatz dazu bewirkt ein Jitter-Filter immer eine Verzögerung beim Befehlsaufruf. Wenn mit einem Jitter-Filter gearbeitet wird (keine direkten Befehlsauslöser-Eingänge), dann wird der Befehl erst nach Ablauf der Jitter-Filter-Zeitkonstante ausgelöst.

Befehl-Ausgeföhrt-Rückmeldung

Auf dem Stecker X6 stehen acht Ausgänge zur Verfügung, welche anzeigen, ob und welcher Befehl erfolgreich ausgeführt wurde (*In Position 1 .. In Position 8*).

Bei der Verwendung eines MP-Controllers ist die Zuordnung fest gegeben. Für jeden Befehl steht ein separater Ausgang zur Verfügung. Der Ausgang wird aktiviert, wenn der Befehl ausgeführt wurde. Sobald ein neuer Befehl gestartet wird, werden alle Ausgänge auf dem Stecker X6 gelöscht.

Im Einstellungsfenster für die EA-Schnittstelle eines MT Controllers kann zwischen verschiedenen Rückmeldungs-Modi ausgewählt werden:

A) 8 Ausgänge (Standard):

In diesem Modus werden alle Ausgänge von X6 genutzt. Die Ausgänge zeigen an, welcher Befehl innerhalb einer Gruppe ausgeführt wurde (analog zum MP-Controller wo es nur die Gruppe 0 gibt).

Pin	Bezeichnung	Funktion
X6.9	In Position 1	1. Befehl der sel. Gruppe ausgeführt
X6.22	In Position 2	2. Befehl der sel. Gruppe ausgeführt
X6.10	In Position 3	3. Befehl der sel. Gruppe ausgeführt
X6.23	In Position 4	4. Befehl der sel. Gruppe ausgeführt
X6.11	In Position 5	5. Befehl der sel. Gruppe ausgeführt
X6.24	In Position 6	6. Befehl der sel. Gruppe ausgeführt
X6.12	In Position 7	7. Befehl der sel. Gruppe ausgeführt
X6.25	In Position 8	8. Befehl der sel. Gruppe ausgeführt

Wenn z.B. Befehl Nummer 39 ausgeführt wurde, dann wird Ausgang *In Position 7* aktiviert (Befehl Nr. 39 ist der 7. Befehl in der Gruppe 4).

B) Fix programmierter Ausgang:

In diesem Modus wird für alle Befehle derselbe Ausgang für die Rückmeldung verwendet. Welcher Ausgang genutzt werden soll, lässt sich im Einstellungsfenster definieren.

C) Binär kodierte Befehlsnummer:

Die Nummer des ausgeführten Befehls wird binär kodiert auf die acht Ausgänge gelegt:

Pin	Bezeichnung	Funktion
X6.9	In Position 1	Bit 0 des ausgeführten Befehls
X6.22	In Position 2	Bit 1 des ausgeführten Befehls
X6.10	In Position 3	Bit 2 des ausgeführten Befehls
X6.23	In Position 4	Bit 3 des ausgeführten Befehls
X6.11	In Position 5	Bit 4 des ausgeführten Befehls
X6.24	In Position 6	Bit 5 des ausgeführten Befehls
X6.12	In Position 7	Bit 6 des ausgeführten Befehls
X6.25	In Position 8	Bit 7 des ausgeführten Befehls

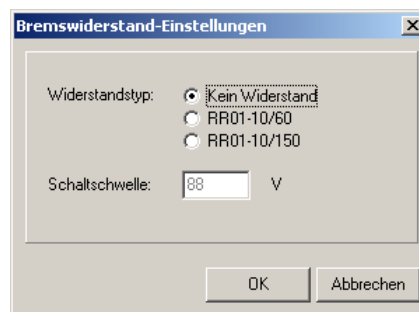
Hinweis: Neben den Ausgängen *In Position 1 .. In Position 8* auf dem Stecker X6, gibt es auch auf dem frontseitigen Stecker X4 einen *In Position* –Ausgang (X4.4). Dieser wird ebenfalls aktiviert, wenn ein Befehl ausgeführt wurde, und gelöscht, wenn ein neuer Befehl gestartet wird (siehe Kapitel „Betriebszustand abhängige Ausgangssignale“). Unterschiede gibt es lediglich bei der Rückmeldung auf *Press*-Befehle (siehe Kapitel „MPC Befehle“). Meistens wird nur das Ausgangssignal vom Stecker X4 mit der übergeordneten Steuerung verbunden und vom Ablaufsteuerungsprogramm genutzt. Die Ausgangssignale auf dem Stecker X6 werden vor allem für Visualisierungsaufgaben verwendet.

3.3 Bremswiderstand

Wenn grosse Lastmassen vom Linearmotor abgebremst werden, dann wird dabei kinetische Energie in elektrische Energie rückgewandelt (Generatorwirkung). Diese zurückgespeiste Energie kann dazu führen, dass die Zwischenkreisspannung über 90V ansteigt und damit ein Fehler ausgelöst wird („Motor-Versorgungsspannung zu hoch“).

In einigen Applikationen, ist es deshalb nötig, dass die zurückgespeiste Energie in einem Bremswiderstand verheizt wird. Der Bremswiderstand wird an die Klemmen X1.3 (RR+) und X1.4 (RR-) angeschlossen.

Wenn ein Bremswiderstand verwendet wird, dann muss dieser über den Menüpunkt *Inbetriebnahme->Bremswiderstand* konfiguriert werden.



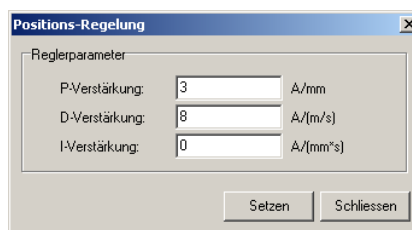
Im Einstellungsfenster muss der *Widerstandstyp* und die *Schaltschwelle* eingestellt werden. Wenn die Zwischenkreisspannung über das Niveau der Schaltschwelle steigt, beginnt der Controller Energie in den Bremswiderstand abzuleiten.

3.4 Positionsregelung

Die Position des Motors wird über einen digitalen PID-Regler kontrolliert. Um auch unter schwierigen Verhältnissen ein optimales Regelverhalten zu erzielen, kann der geübte Anwender die Reglerparameter applikationsspezifisch optimieren. Es wird dringend davon abgeraten die Reglerparameter willkürlich zu verstellen. Mit einer ungünstigen Reglereinstellung, kann das System in Schwingung geraten und dadurch zu Schäden an der Anlage führen!

Über den Aufbau und die Funktionsweise von PID-Reglern gibt es ausreichend Fachliteratur auf die an dieser Stelle verwiesen werden muss.

Über den Menüeintrag *Inbetriebnahme* -> *Positions-Regelung* erhält man Zugriff auf die Verstärkungsfaktoren des PID-Reglers.



Einige Faustregeln für die Einstellung der Verstärkungsfaktoren:

P-Verstärkung: Je grösser die *P-Verstärkung* gewählt wird, desto kleiner wird der Regelfehler. Bei zu grossen Werten tendiert das System jedoch zu Schwingungen.

D-Verstärkung: Der Zahlenwert sollte auf das 1.5 bis 4-fache des P-Verstärkungsfaktors gesetzt werden. Grundsätzlich gilt: Je grösser der Wert, desto eher werden Schwingung gedämpft, aber desto eher wird vorhandenes Sensor-Rauschen verstärkt.

I-Verstärkung: Mit dem I-Anteil, kann der stationäre Regelfehler auf Null gebracht werden. Für hochdynamische Anwendungen wirkt sich der I-Anteil im allgemeinen aber negativ auf das Regelverhalten aus. In dynamischen Anwendungen sollte die *I-Verstärkung* deshalb auf Null gesetzt werden. Wird jedoch ein I-Anteil benötigt, so sollte die *I-Verstärkung* mindestens 30 A/(mm*s) betragen.

Die Verstärkungsfaktoren können nicht unabhängig voneinander optimiert werden. Sie müssen immer gemeinsam betrachtet werden.

Es gibt keine allgemeingültige, optimale Regler-Einstellungen. Das anwendungsspezifische Optimum hängt im wesentlichen von der Gewichtung einzelner Faktoren ab, welche über die PID-Reglereinstellung beeinflusst werden, z.B. Steifigkeit,

Überschwingen, Ausregelzeit, Schleppabstand, stationärer Regelfehler, Geräusch-Emission etc. .

Die Daten in den beiden folgenden Tabellen sollen deshalb als Richtgrößen verstanden werden:

Typische Einstellungen für dynamische Applikationen:

Regler	weich	mittel	hart
P-Verstärkung	1	2	4
D-Verstärkung	2	4	10
I-Verstärkung	0	0	0

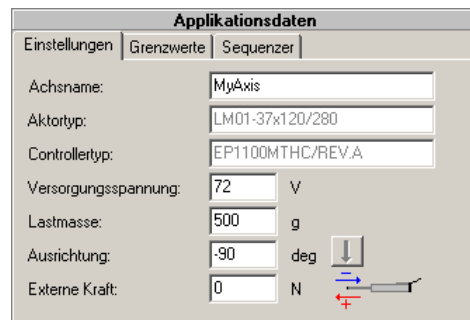
Für langsame Applikationen, dafür mit besserem Ausregelverhalten:

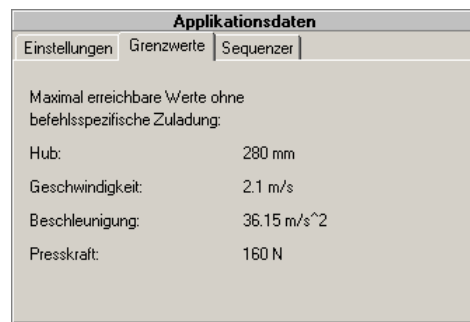
Regler	weich	mittel	hart
P-Verstärkung	1	2	4
D-Verstärkung	2	4	10
I-Verstärkung	50	50	100

Hinweis: Der Sollwert des Motorstroms setzt sich zusammen aus dem Positionsregler-Ausgangswert und Anteilen, welche der Controller aufgrund der Motor- und Applikationsdaten selbst errechnet (Führungsgrössenaufschaltung, Vorsteuerwerte, siehe Fachliteratur). Das Regelverhalten kann deshalb durch möglichst realitätsgetreue Applikationseinstellungen (Aktortyp, Versorgungsspannung, Ausrichtung und Lastmasse) wesentlich verbessert werden!

3.5 Applikationseinstellungen

Aufgrund der Applikationsdaten-Einstellungen errechnet die MPC Software die maximal erreichbaren Werte für Hub, Geschwindigkeit, Beschleunigung und Presskraft. Sie haben damit direkten Einfluss auf die Bewegungsprofile und das Regelverhalten des Motors. Je genauer die Applikationseinstellungen der Wirklichkeit entsprechen, desto besser ist das resultierende Regelverhalten.





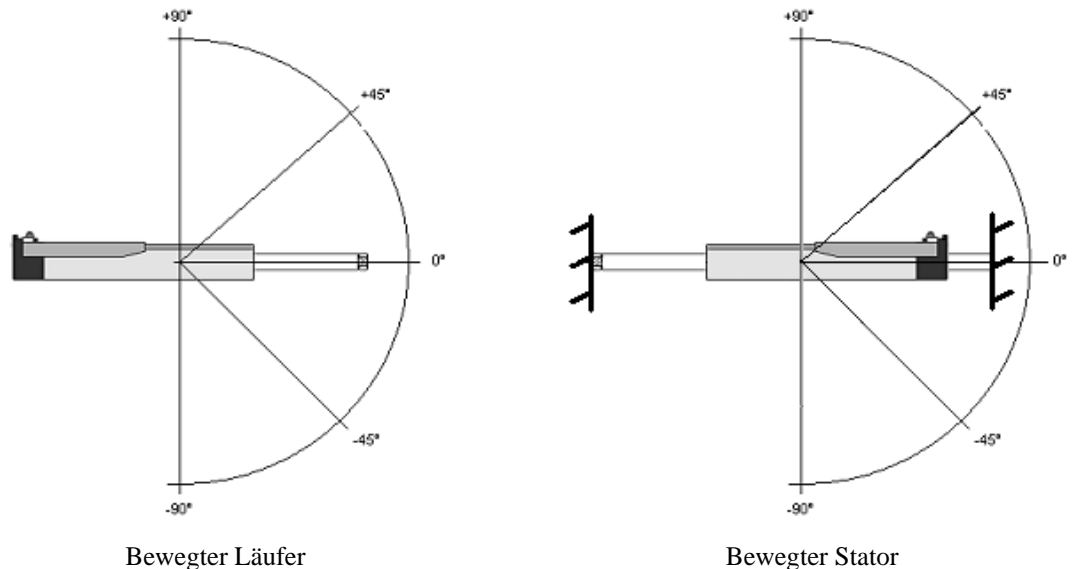
Aktortyp: Name des verwendeten Aktors. Er kann nicht editiert werden. Soll ein anderer Aktor für die Achse verwendet werden, muss dieser über den Menüpunkt *Inbetriebnahme>Aktor-Wechsel* gesetzt werden. Der für die Applikation geeignete Aktor kann mit Hilfe des Simulationstools *LinMot-Designer* bestimmt werden.

Controllertyp: Diese Angabe wird aus dem Controller gelesen und kann nicht verändert werden. Mit den HC-Varianten (High Current) von MP und MT-Controllern können höhere Kräfte und dadurch kürzere Positionierzeiten erreicht werden.

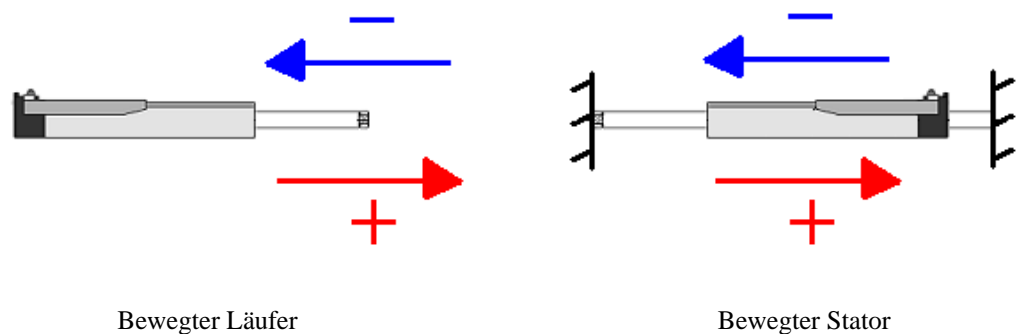
Versorgungsspannung: Spannung für die Motorspeisung. Controller und Motoren sind auf 72V ausgelegt. Mit tieferen Spannungswerten reduzieren sich erreichbare Geschwindigkeit, Beschleunigung und Presskraft.

Lastmasse: Beschreibt die bewegte Masse, die an den Aktor angebaut wird. Wenn als Aktor ein vordefiniertes Linearmodul (z.B. LM01-...) dient, dann muss die Masse der Führungseinheit **nicht** eingerechnet werden (sie ist Teil der Aktor-Definition). Wenn es sich beim Aktor um einen Motor handelt (P01-...), dann muss hier die gesamte bewegte Masse (also auch Flanschmasse, etc.), aber exklusive Motormasse (Läufer oder Stator), eingegeben werden.

Ausrichtung: Der Anbauwinkel ist folgendermassen definiert:



Externe Kraft: Konstant wirkende Kräfte werden häufig durch externe passive Elemente kompensiert (z.B. Gravitationskräfte mit MagSprings, siehe www.MagSpring.com). Die mit solchen Elementen erzeugte Kraft muss vorzeichenrichtig (bezogen auf das Motor-Koordinatensystem) definiert werden:



4 MPC Befehle

Die Positionierbefehle werden in der Befehlstabelle des MPC Configurators definiert. Dabei stehen drei Befehlstypen zur Auswahl.

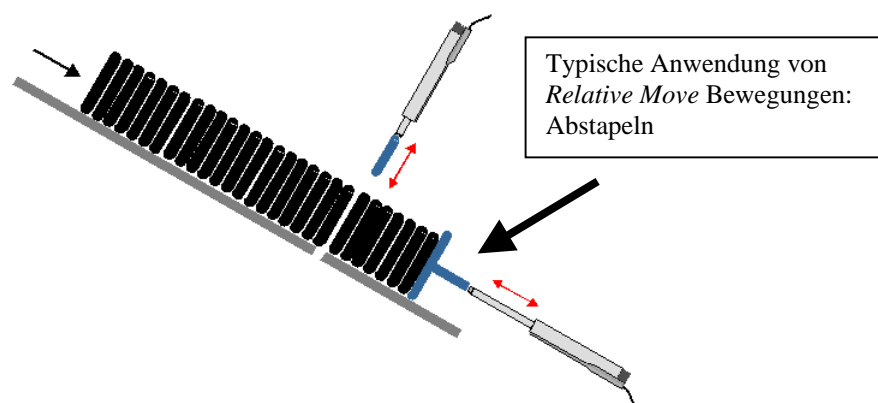
Befehlstyp	Aktion
Absolute Move	Bewegung zu absolut definierter Zielposition
Relative Move	Bewegung um inkrementelle Distanz
Press	Bewegung mit limitierter Kraft

Um neue Befehle definieren zu können, muss die Steuerung auf *PC Control/Konfig. Modus* gestellt und das *Enable-* Signal gelöscht werden.

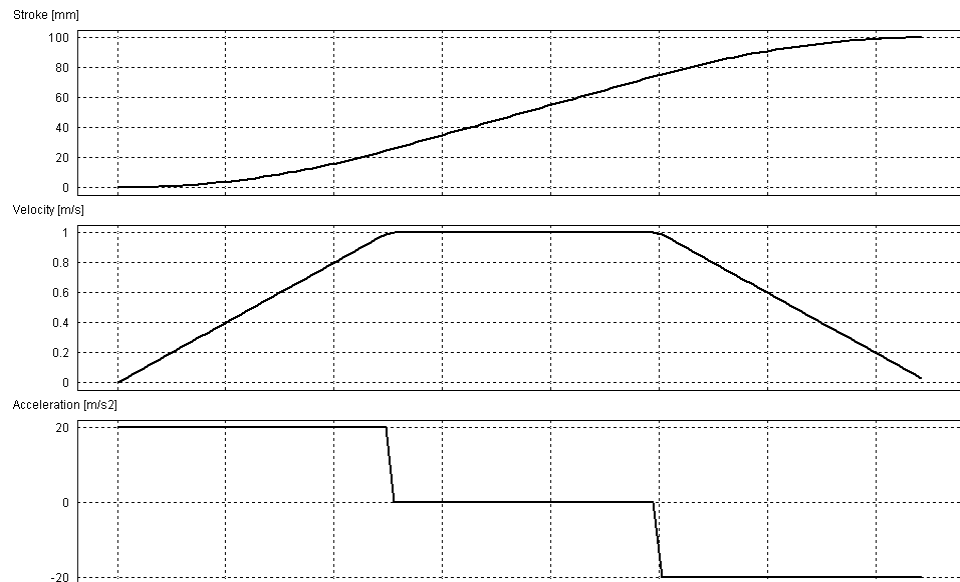
Die Befehlsparameter *Position/Inkrement*, *Geschwindigkeit* und *Presskraft* können hingegen im Betrieb noch verstellt werden (die Werte werden allerdings erst beim nächsten Aufruf des Befehls aktiv).

4.1 Absolute / Relative Move

Positionieraufgaben werden mit den Befehlen *Absolute Move* und *Relative Move* gelöst. Der Unterschied zwischen *Absolute*- und *Relative Move* liegt darin, dass die Zielposition bei *Absolute Move* – Befehlen direkt vorgegeben wird, wohingegen bei *Relative Move* – Befehlen ein Positionsincrement definiert wird. Beim Start eines *Relative Move* Befehls wird die Ziel-Position durch Addition des Positionsincrements zur aktuellen Ziel-Position gebildet.



Beim Start eines Positionierbefehls springt die Soll-Position nicht einfach auf die neue Ziel-Position. Der Controller errechnet sich aufgrund der Lastdaten und der Geschwindigkeitsvorgabe ein Soll-Positions-Profil zwischen der alten und der neuen Zielposition (Punkt-zu-Punkt-Interpolation mit Beschleunigungs-, Geschwindigkeits- und Verzögerungslimitierung).



Die Bewegungsgeschwindigkeit wird in Prozent definiert. Dabei entsprechen 100% der schnellstmöglichen Positionierung (wird aufgrund von Motor- und Applikationsdaten automatisch errechnet!). Wird ein bestimmter Hub mit Geschwindigkeit 20% abgefahren, so bedeutet dies, dass dafür 5x soviel Zeit beansprucht wird, als wenn mit Maximalgeschwindigkeit gefahren wird.

Für die Definition der Bewegungsgeschwindigkeit sollte man sich vom folgenden Grundsatz leiten lassen: **Bewegungen sollen so schnell wie nötig, aber so langsam wie möglich definiert werden.** Bei schnellen Bewegungen wird überproportional viel Verlustleistung in Form von Wärme produziert. Diese anfallende Wärmeenergie muss an die Umgebung abgegeben werden. Auch ist das Regelverhalten bei langsamen Bewegungen tendenziell besser (keine Überschwinger).

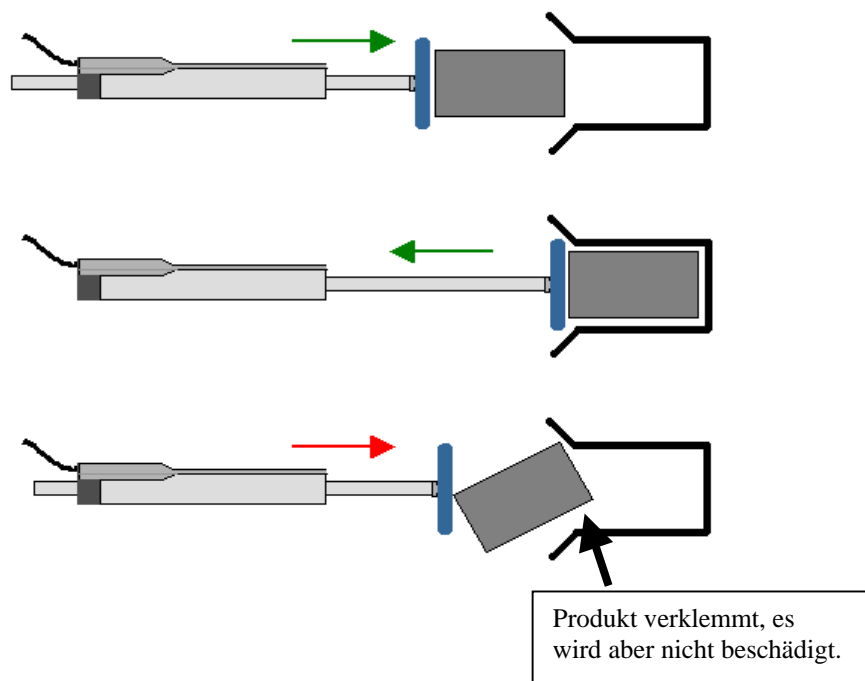
Die Ausführung von *Relative Move* – Befehlen, welche aus dem MPC Arbeitshubbereich hinausführen würden, wird schon beim Befehlsaufruf verweigert. Dies wird durch Generierung einer Warnung angezeigt.

4.2 Press

Beim *Press*-Befehl wird, wie beim *Absolute Move* – Befehl, die Zielposition vorgegeben. Zusätzlich wird ein **Kraftlimit** definiert. Beim Aufruf des Befehls bewegt sich der Motor in Richtung Zielposition, wobei er nicht mehr als die definierte *Presskraft* aufbringt (Motorstromlimitierung).

Wenn der Motor die Zielposition erreicht hat, dann wird der *In Position* Ausgang auf dem frontseitigen Stecker X4 gesetzt (Pin X4.4). Wenn die Motorkraft die Kraftbegrenzung erreicht, dann wird der befehlspezifische *In Position* – Ausgang auf dem Stecker X6 gesetzt. Dieser Ausgang bleibt solange aktiv, wie die Presskraft aufgebracht wird (er wird also wieder gelöscht, wenn die Kraft nicht mehr aufgebracht wird).

Typischerweise wird der *Press*-Befehl für Fügeprozesse verwendet (siehe folgendes Applikationsbeispiel).

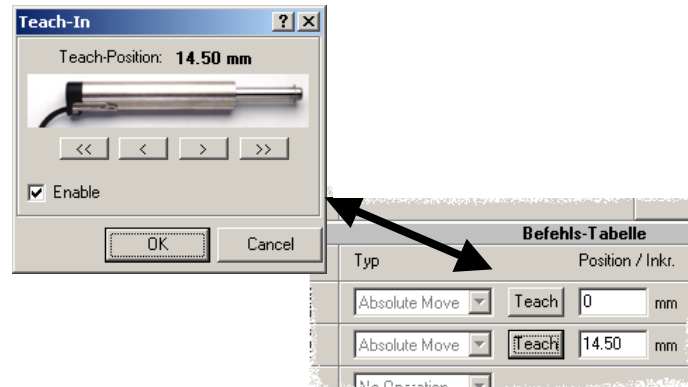


Press-Applikationsbeispiel: Ein Produkt soll in die passende Verpackungseinheit eingesetzt werden. Für die Einschub-Bewegung wird der *Press*-Befehl verwendet. Wenn das Produkt vollständig in die Verpackung eingeschoben werden kann, dann wird dies am Ende der Bewegung mit dem Setzen des Ausgangs X4.4 angezeigt. Da die Motorkraft limitiert ist, kann das Fehlschlagen des Fügeprozesses detektiert werden. Wenn der Motor an die Kraftlimite stößt (Produkt hat sich z.B. verkeilt), dann wird der entsprechende *In Position* auf dem Stecker X6 gesetzt. Die überlagerte Prozesssteuerung kann auf dieses Signal reagieren (z.B. Produkt und Verpackung auswerfen).

4.3 Teach-Funktion

Die Ziel-Positionen für die Befehle *Absolute Move* und *Press* können einerseits als Zahlenwert über die MPC Oberfläche vorgegeben werden, andererseits können sie aber auch direkt gelernt werden (Neudeutsch: teachen).

Die Teach-Funktion steht zur Verfügung, wenn die Steuerung auf *PC Steuerung/Konfig. Modus* gesetzt und der Motor referenziert ist.

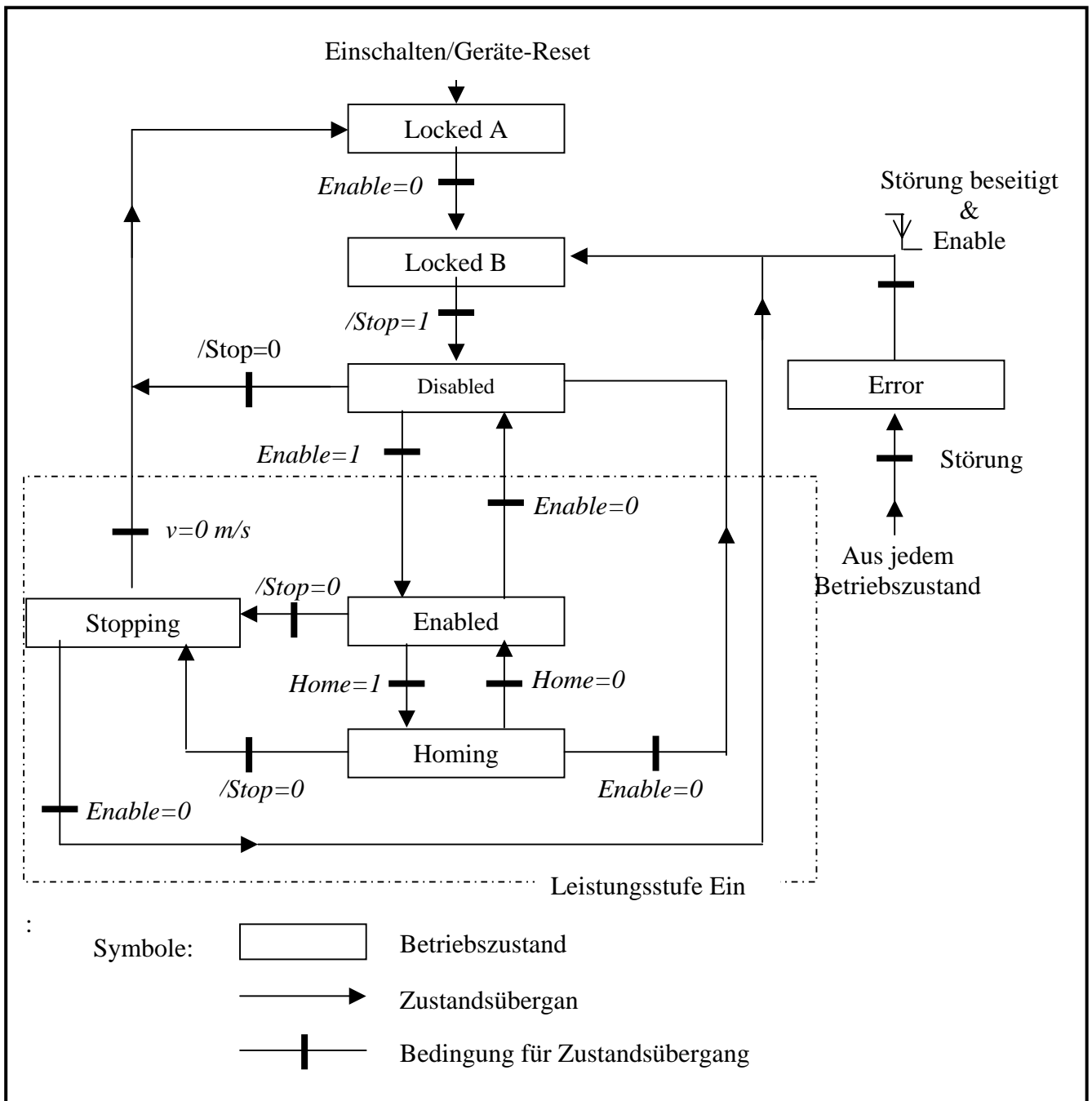


Wenn das *Enable*-Signal gesetzt ist, kann der Motor über die Pfeil-Tasten im Teach-Fenster bewegt werden. Im *Disabled*-Zustand lässt sich der Motor manuell auf die gewünschte Zielposition bringen. Mit der OK-Taste wird die Teach-Position als Ziel-Position in die Befehlstabelle übertragen.

5 Ansteuerung des MPC Controllers

5.1 Ablaufplan des Betriebszustand-Steuerwerkes

Vom Einschalten des Gerätes bis zum Ausführen von Positionierbefehlen durchläuft der Controller verschiedene Betriebszustände. Die Zustandsübergänge werden durch Steuersignale oder Störungen (z.B. „Versorgungsspannung zu tief“) herbeigeführt.



Der aktuelle Betriebszustand wird im Statusfenster des MPC Configurators angezeigt:

Status		
Betriebszustand:	Enabled	En-
Motor referenziert:	Ja	/-
Aktueller Befehl:	2	Ä-
In Zielposition:	Ja	Ä-
Ziel-Position:	0.00 mm	C-
Soll-Position:	0.00 mm	V-
Ist-Position:	0.00 mm	

5.2 Steuersignale des Betriebszustand-Steuerwerks

Die drei Steuersignale *Enable*, *Home* und */Stop* können von verschiedenen Instanzen erzeugt werden. Während der Inbetriebnahme (Steuerung auf *PC Steuerung* gesetzt) werden die Steuersignale vom Anwender über die Bedienoberfläche softwaremässig erzeugt. Im Normalbetrieb (Steuerung auf *Externe Steuerung* gesetzt) werden die Steuersignale über digitale Eingänge auf dem Stecker X6 zum Controller geführt. Wenn die entsprechenden Eingänge während der Konfigurationsphase abgeschaltet wurden (siehe Kapitel „MPC Configurator-Einstellungen: EA Schnittstelle“), werden die Steuersignale von der Controller-Software automatisch gesetzt.

Die Steuersignale haben folgende Funktion:

Enable (Eingang X6.1): Mit diesem Signal wird der Controller vom Zustand *Disabled* in den Zustand *Enabled* geführt (gegebenenfalls auch wieder zurück), d.h. der Motor wird freigegeben. Aus Sicherheitsgründen muss das Signal nach dem Gerätestart mindestens einmal auf logisch 0 gesetzt werden, damit der Motor freigegeben werden kann (Anlaufsperrung *Locked A*). Das *Enable*-Signal wird auch zur Quittierung des Error-Zustandes verwendet (siehe Kapitel „Quittierung des Error-Zustandes“).

Home (X6.14): Dieses Signal gibt die Referenzfahrt-Prozedur frei. Das Signal muss solange gesetzt bleiben, bis die Referenzfahrt erfolgreich abgeschlossen wurde (*InPos*-Ausgang wird gesetzt, siehe unten). Danach kann das *Home*-Signal zurückgesetzt werden. Wieder im Zustand *Enabled* ist der Controller nun bereit, Positionierbefehle auszuführen.

/Stop (X6.2): Mittels des */Stop* – Signals kann ein Not-Aus ausgelöst werden (siehe Kapitel „Not-Aus-Verhalten“). Da es sich um ein invertiertes Signal handelt („/“ bedeutet „nicht“), muss es im Normalbetrieb auf logisch 1 gesetzt werden. Nach dem Gerätestart verbleibt der Controller in der Anlaufsperrung *Locked B*, bis das Steuersignal */Stop* gesetzt wird.

5.3 Betriebszustandsabhängige Ausgangssignale

Auf dem frontseitigen Stecker X4 stellt der Controller vier Ausgangssignale zur Verfügung, welche abhängig vom Betriebszustand gesetzt werden:

/Brake (Ausgang X4.3): Dieser Ausgang ist für den direkten Anschluss einer Haltebremse vorgesehen. Der Ausgang ist auf logisch 1 gesetzt (Bremsen gelöst), wenn der Motor aktiv bestromt wird. Dies ist der Fall, wenn sich der Controller im Betriebszustand *Enabled*, *Homing* oder *Stopping* befindet.

In Position (X4.4): Der *In Position*-Ausgang wird nur in den Betriebszuständen *Enabled* und *Homing* angesteuert. Er wird gesetzt, wenn die Referenzfahrt oder ein Positionierbefehl erfolgreich abgeschlossen wurde (*Ist-Position* im *Zielbereichsfenster*). Der Ausgang wird zurückgesetzt, wenn ein neuer Positionierbefehl gestartet oder der Motor durch äussere Krafteinwirkung aus seinem *Zielbereichsfenster* gedrückt wird.

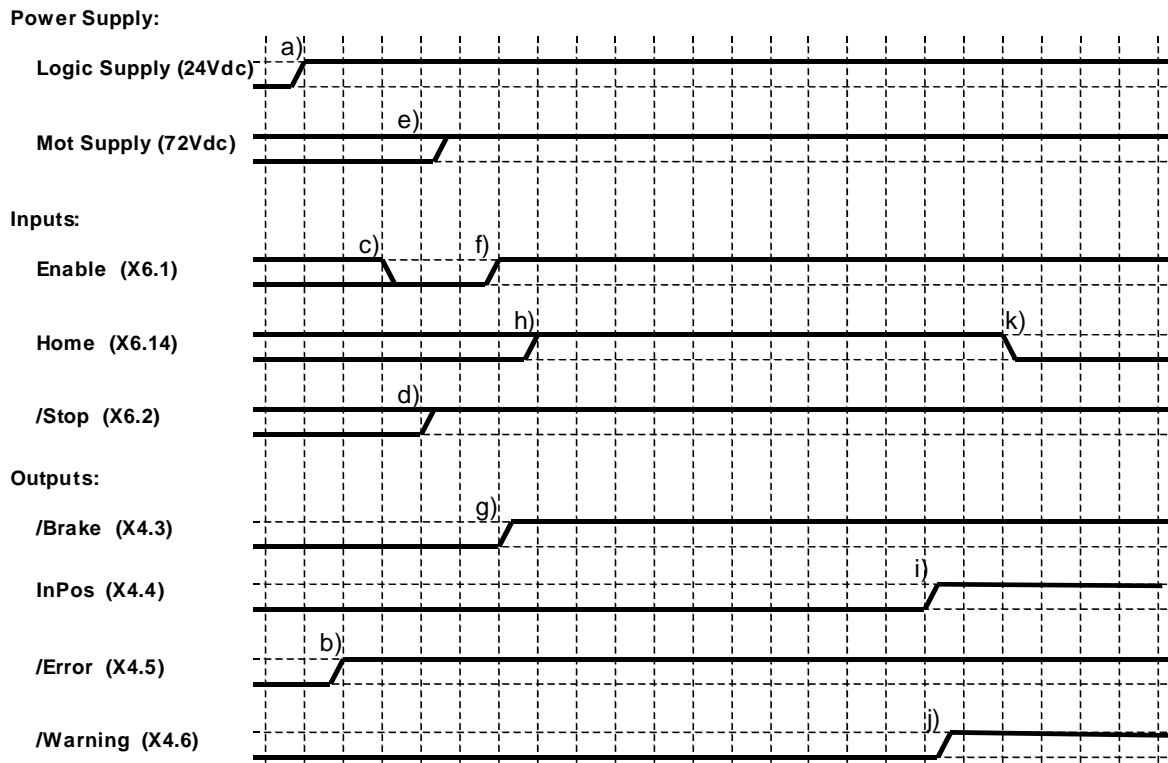
/Error (X4.5): Mit diesem Ausgang wird angezeigt, dass sich der Controller im Betriebszustand *Error* befindet. Da es sich um einen invertierten Ausgang handelt, ist der Ausgang immer dann auf logisch 1 gesetzt, wenn sich der Controller **nicht** im Fehler-Zustand befindet.

/Warning (X4.6): Der Controller überwacht ständig einige betriebsrelevante Parameter (z.B. Motor- und Controllertemperatur, Zwischenkreisspannung, Schleppabstand etc.). Wenn mindestens einer dieser Parameter eine kritische Grösse erreicht, wird dies über den Ausgang */Warning* der überlagerten Steuerung mitgeteilt. Da es sich wiederum um einen invertierten Ausgang handelt, ist er immer dann gesetzt, wenn **keine** Warnung anliegt. Sobald alle Parameter im unkritischen Bereich sind, wird das Signal wieder gesetzt. Warnungen müssen also nicht quittiert werden.

Hinweis: Da auch der Umstand „*Motor nicht referenziert*“ als Warnung gehandhabt ist, wird der */Warning*-Ausgang frühestens nach erfolgreichem Abschluss der Referenzfahrt auf logisch 1 gesetzt.

5.4 Steuersignal-Sequenz zum Freigeben und Referenzieren des Motors

Die folgende Abbildung zeigt eine Beispielsequenz für das Freigeben und Referenzieren des Motors:



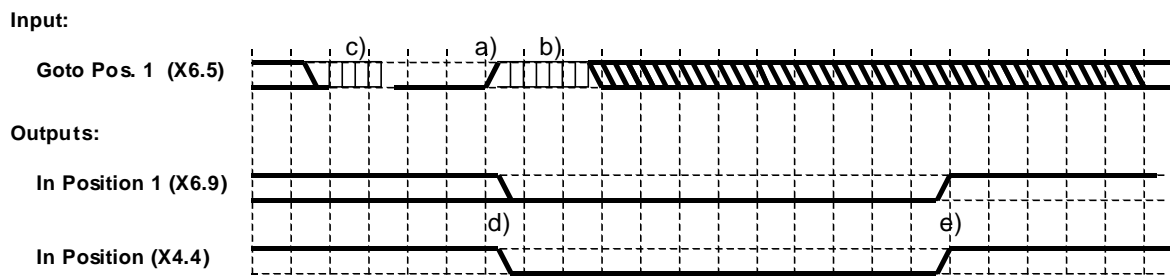
Durch das gezielte Setzen der Steuerungseingänge werden Zustandsübergänge im Betriebszustand-Steuerwerk ausgelöst:

- a) Mit dem Anlegen der 24VDC auf dem *Logic Supply* -Eingang wird der Controller gestartet.
- b) Wenn die Controller-Firmware gestartet ist, und keine Störung vorliegt, wird der Ausgang */Error* gesetzt.
- c) Mit dem Löschen des Signals *Enable* wird die Anlaufsperrre *Locked A* überwunden. Das *Enable*-Signal kann bereits beim Gerätestart gelöscht sein.
- d) Mit dem Setzen des Signals */Stop* (invertiertes Not-Aus-Signal) wird die Anlaufsperrre *Locked B* überwunden und in des *Disabled*-Zustand gewechselt. Das */Stop*-Signal kann schon beim Gerätestart gesetzt sein.
- e) Spätestens bevor in den Zustand *Enabled* gewechselt wird, muss die Motor-Versorgungsspannung angelegt werden. Die Motor-Versorgungsspannung (meistens 72VDC) kann jedoch schon vor bzw. gleichzeitig mit der Logik-Versorgungsspannung zugeschaltet werden.
- f) Mit dem Setzen des *Enable*-Signals wird in den Zustand *Enabled* gewechselt. Der Motor ist nun bestromt.

- g) Sobald sich der Controller im Zustand *Enabled* befindet, wird der */Brake*-Ausgang auf logisch 1 gesetzt und damit die Haltebremse gelöst (falls vorhanden).
- h) Wenn im Zustand *Enabled* der *Home*-Eingang gesetzt wird (oder schon gesetzt war), dann wird in den Zustand *Homing* gewechselt. Der Motor führt die Referenzfahrt durch.
- i) Am Ende der Referenzfahrt wird der Ausgang *In Position* gesetzt.
- j) Sofern keine anderen Warnungen mehr aktiv sind, dann wird am Ende der Referenzfahrt auch der Ausgang */Warning* auf logisch 1 gesetzt. Die Warnung „Motor nicht referenziert“ ist jetzt nicht mehr aktiv.
- k) Nach dem erfolgreichen Abschluss der Referenzfahrt kann das *Home*-Signal gelöscht werden. Der Controller befindet sich wieder im Zustand *Enabled* und ist bereit, Befehle auszuführen.

5.5 Befehlsaufruf und –Rückmeldung mit E1100-MP Controller

Den acht möglichen Befehlen in der Befehlstabelle sind beim E1100-MP Controller acht Eingänge (*Goto Position 1 .. Goto Position 8*) und acht Ausgänge zugeordnet (*In Position 1 .. In Position 8*). Die Befehle werden durch positive Signal-Flanken auf den entsprechenden Eingänge gestartet. Wenn ein Befehl vollständig abgearbeitet wurde, dann wird der jeweilige Ausgang gesetzt (der *Press*-Befehl bildet hier eine Ausnahme, siehe Befehlsbeschreibung). Damit Befehle abgesetzt werden können, muss der Motor freigegeben und referenziert sein.



- a) Die positive Signalflanke auf dem *Goto Position 1* –Eingang startet Befehl Nr. 1.
- b) Nach der Detektion der Flanke wird der Befehlsauslöser-Eingang für die Zeitdauer der Entprell-Filterzeit nicht mehr abgetastet.
- c) Nach einer detektierten negativen Flanke bleibt der Eingang für die Zeitdauer der Entprell-Filterzeit gesperrt. Die nächste positive Flanke kann frühestens nach Ablauf dieser Sperrzeit detektiert werden.
- d) Sobald ein neuer Befehl gestartet wurde, werden alle *In Position* –Ausgänge gelöscht.
- e) Wenn die Zielposition erreicht ist, wird der *In Position*-Ausgang X4.4 gesetzt. Falls es sich beim Befehl um einen *Absolute*- oder *Relative Move* handelt, wird gleichzeitig auch der befehlspezifische *In Position*-Ausgang auf dem Stecker X6

gesetzt. Bei einem *Press*-Befehl wird der befehlspezifische *In Position*-Ausgang gesetzt, wenn der Motor die definierte Presskraft aufbringt.

Die Befehle werden mit positiven Flanken gestartet. Ein Signalpuls reicht also aus, um einen Befehl auszulösen. Damit der Puls sicher detektiert werden kann, muss die Pulslänge mindestens 0.5ms betragen.

Ein neuer Befehl kann ausgelöst werden, bevor der letzte Befehl fertig abgearbeitet wurde. In diesem Fall wird der neue Befehl augenblicklich gestartet (kein Queuing).

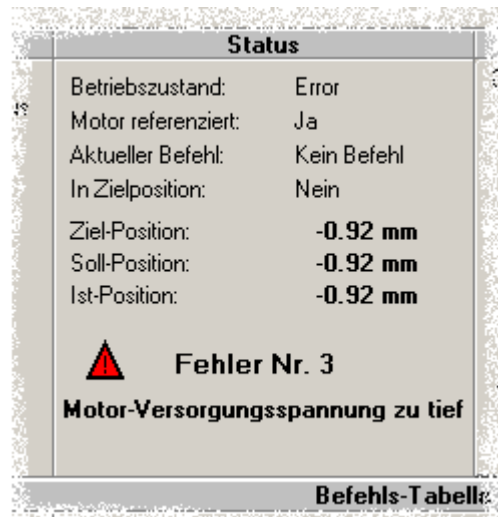
Bei *Relative Move* Befehlen muss derselbe Befehl häufig mehrfach hintereinander aufgerufen werden (Beispiel Abstapel-Prozess). Aufgrund des Entprell-Filters muss dabei zwischen zwei Aufrufen mindestens die doppelte Entprell-Filterzeit verstreichen, damit garantiert werden kann, dass alle Befehle (verzögerungsfrei) ausgeführt werden. Da bei *Relative Move*-Befehlen die aktuelle *Ziel-Position* inkrementiert wird (nicht die *Ist-Position*), können unbeschränkt viele *Relative Move*-Befehl hintereinander abgesetzt werden, ohne dass irgendwelche Drift-Phänomene auftreten.

5.6 Befehlsaufruf und –Rückmeldung mit E1100-MT Controller

Bei der Verwendung eines MT-Controllers hängt die Art und Weise wie Befehle aufgerufen und bestätigt werden vom konfigurierten Modus ab. Die notwendigen Erklärungen sind im Kapitel „MPC Configurator Einstellungen: EA Schnittstelle“ zu finden. Mit den Standard-Einstellungen verhält sich der MT-Controller wie ein MP Gerät.

5.7 Quittierung des Error-Zustandes

Wenn sich der Controller im *Error*-Zustand befindet, wird dies der überlagerten Steuerung durch den gelöschten */Error* – Ausgang signalisiert. Das Fehlerereignis, welches den Übertritt in den *Error*-Zustand ausgelöst hat, wird im Statusfenster des MPC Configurators als Klartext-Meldung angezeigt.



Mit einer **fallenden Flanke auf dem *Enable-Signal*** kann versucht werden, den Fehler zu quittieren. Wenn keine Fehler-Ursachen mehr vorhanden sind, dann wird der *Error*-Zustand verlassen. Wenn die auslösende Fehlerursache noch nicht behoben, oder neue Störungen aktiv sind, dann kann der *Error*-Zustand nicht verlassen werden. Erst wenn alle Störungen beseitigt sind und erneut ein fallende Flanke auf dem *Enable-Signal* detektiert wird, kann der Fehlerzustand verlassen werden. Der MPC Controller signalisiert die erfolgreiche Quittierung des *Error*-Zustandes mit dem Setzen des */Error*-Ausgangs.

5.8 Not-Aus-Verhalten

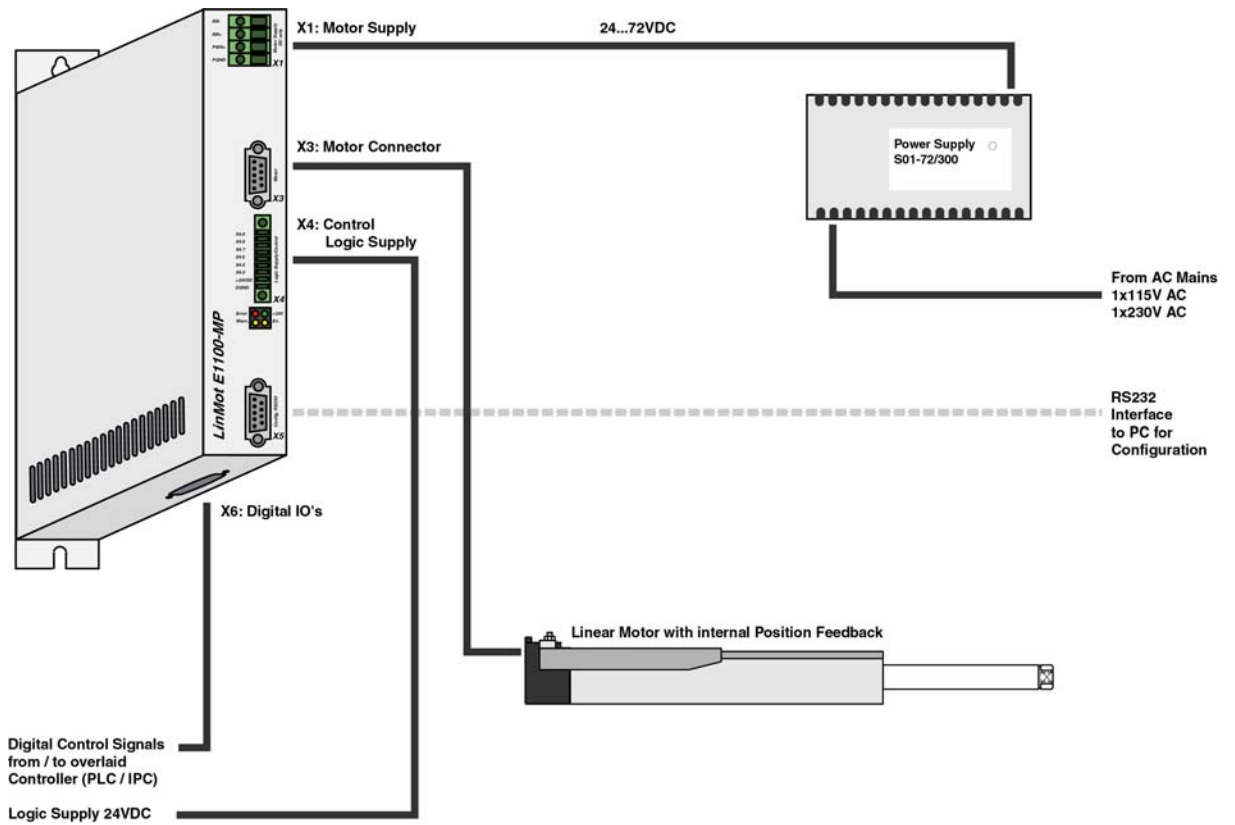
Durch das Löschen des Signals */Stop* wird das Not-Aus-Verhalten initiiert. Falls zum Not-Aus-Zeitpunkt der Motor freigegeben war (Betriebszustände *Enabled* oder *Homing*), wird der Motor abgebremst bis die Ist-Geschwindigkeit Null ist (Betriebszustand *Stopping*). Danach wird die Leistungsstufe abgeschaltet und in den Zustand *Locked A* gewechselt. Vom Zustand *Locked A* geht es erst wieder weiter, wenn das *Enable-Signal* gelöscht und damit das Not-Aus quittiert wird. Auch im Not-Aus-Fall hat das *Enable-Signal* die Kontrolle über die Leistungsstufe. Wenn das *Enable-Signal* gelöscht wird, wird die Leistungsstufe des Controllers augenblicklich abgeschaltet. D.h., wenn der Motor im Not-Aus-Fall aktiv abgebremst werden soll, muss das *Enable-Signal* gesetzt bleiben (siehe Ablaufplan des Betriebszustand-Steuerwerks).

A. MPC Controller-Typen

Für den Aufbau eines MPC Systems wird ein MPC Controller benötigt. Die einzelnen Controller-Typen unterscheiden sich bezüglich Leistung (maximaler Motorstrom) als auch bezüglich Funktionalität:

Controller	E1100-MP	E1100-MP-HC	E1100-MT	E1100-MT-HC
Anzahl Befehle	8	8	256	256
Max. Motorstrom	4 A	15 A	4 A	15 A
Motor-Versorgungsspannung	72 V	72 V	72 V	72V
Ext. Positionssensor	nein	nein	ja	ja
Befehlstyp <i>Absolute Move</i>	ja	ja	ja	ja
Befehlstyp <i>Relative Move</i>	ja	ja	ja	ja
Befehlstyp <i>Press</i>	ja	ja	ja	ja

B. Klemmen und Stecker des MPC Controllers



Detaillierte Informationen zu den einzelnen Anschlüssen sind im Installationshandbuch zu finden, welches dem MPC Controller beiliegt und von www.LinMot.com heruntergeladen werden kann.

Notizen:

Smart solutions are...



NTI AG
LinMot
Haerdlistrasse 15
CH-8957 Spreitenbach
Switzerland

Tel.: +41 (0)56 419 91 91
Fax: +41 (0)56 419 91 92
office@LinMot.com
www.LinMot.com

LinMot Inc.
N2444 Broad Street
Delavan
WI 53115
USA

Phone: +1-877-546-3270
+1-262-728-22699
Fax: +1-800-463-8708
officeUS@LinMot.com
www.LinMot.com

LinMot® products are available from more than 80 Distributors worldwide.
For the distribution nearest you, visit <http://www.LinMot.com>