

Grundlagen des Positionierens für Schrittmotorsteuerungen

ORIGINAL MANUAL

Positionieren

Version	Änderung
7	Referenzfahrt Startposition P10

© 2020

Alle Rechte bei:

Phytron GmbH

Industriestraße 12

82194 Gröbenzell, Germany

Tel.: +49(0)8142/503-0

Fax: +49(0)8142/503-190

Im vorliegenden Manual finden Sie Funktionsbeschreibungen und Programmierung einer Steuerung zur Positionierung eines Schrittmotors.

Dieses Handbuch ist ein ergänzender Band zur Betriebsanleitung „**phyLOGIC™** – Befehlsreferenzhandbuch für die **phyMOTION™** Steuerung“ und „**ProfiNet/ProfiBus Schnittstellen**“.

In der Betriebsanleitung **phyMOTION™** *Modulare Viel-Achsen-Steuerung für Schrittmotoren* (<http://www.phytron.de/phyMOTION>) finden Sie ausführliche Informationen zu Hardware-Konfiguration, Aufbau, Verdrahtung, Inbetriebnahme, Diagnose und den technischen Daten der modularen Schrittmotor-Steuerung.

Alle Angaben in diesem Handbuch erfolgen nach bestem Wissen, aber ohne Gewähr. Wir behalten uns im Interesse unserer Kunden vor, Verbesserungen und Berichtigungen an Hardware, Software und Dokumentation jeder Zeit ohne Ankündigung vorzunehmen. Für Anregungen und Kritik sind wir dankbar. E-Mail-Adresse: doku@phytron.de

Bei Fragen zur Nutzung des im Handbuch beschriebenen Produkts, die Sie hier nicht beantwortet finden, wenden Sie sich bitte an Ihren phytron-Ansprechpartner (<http://www.phytron.de/>) in den für Sie zuständigen Vertretungen.

1 Rechtliche Hinweise



Dieses Manual:

Lesen Sie vor Einbau, Inbetriebnahme und Betrieb des Gerätes dieses Manual, und ggf. mit diesem Manual in Zusammenhang stehende weiterführende Manuals gründlich durch.

- Beachten Sie während des Lesens insbesondere Hinweise, die wie folgt gekennzeichnet sind:

	GEFAHR – Schwere Verletzung!	Weist auf die Gefahr von sehr wahrscheinlich eintretenden Personenschäden hin, die zu schweren Verletzungen bis hin zum Tod führen kann!
	GEFAHR – Schwere Verletzung durch elektrischen Schlag!	Weist auf die Gefahr von sehr wahrscheinlich eintretenden Personenschäden durch elektrischen Schlag hin, die zu schweren Verletzungen oder bis hin zum Tod führen kann!
	WARNUNG – Schwere Verletzung möglich!	Weist auf die Gefahr von möglichen Personenschäden hin, die zu schweren Verletzungen oder bis hin zum Tod führen kann!
	WARNUNG – Schwere Verletzung durch elektrischen Schlag!	Weist auf die Gefahr von sehr wahrscheinlich eintretenden Personenschäden durch elektrischen Schlag hin, die zu schweren Verletzungen oder bis hin zum Tod führen kann!
	VORSICHT – Verletzung möglich!	Weist auf die Gefahr von möglichen Personenschäden hin.
	ACHTUNG – Mögliche Schäden!	Weist auf die Gefahr einer möglichen Sachbeschädigung hin.
	ACHTUNG – Mögliche Schäden durch ESD!	Weist auf die Gefahr einer möglichen Sachbeschädigung durch elektrostatische Ableitströme hin.
	„beliebige Überschrift“	Weist auf eine wichtige Passage des Manuals hin.

Beachten Sie folgende Sicherheitshinweise!

Sicherheitshinweise



ACHTUNG – Mögliche Schäden!

Beim Programmieren des Ablaufprogramms kann es zu Fehlfunktionen – z.B. Loslaufen/Abbremsen angeschlossener Motor etc. kommen.

- Testen Sie den Programmablauf daher schrittweise.



ACHTUNG – Mögliche Schäden!

Bei jeder Anwendung kann die Funktionszuverlässigkeit von Software-Produkten durch externe Faktoren wie z.B. Spannungsunterschiede oder Hardwarefehler etc. beeinträchtigt werden.

- Um Schäden durch Systemfehler vorzubeugen, sollte der Nutzer angemessene Sicherheitsmaßnahmen ergreifen. Hierzu gehören unter anderem Sicherungs- und Abschaltmechanismen.



ACHTUNG – Mögliche Schäden!

Da jedes Endnutzersystem den Kundenbedürfnissen angepasst ist und sich vom Testumfeld unterscheidet, ist der Nutzer oder Anwendungs-Entwickler für die Eignung für diese Anwendung verantwortlich.

- Die Eignung des Einsatzes dieses Gerätes ist konkret zu prüfen und zu validieren.



ACHTUNG – Mögliche Schäden!

Bei Auslieferung sind einzelne Module auf einen definierten Wert voreingestellt. So muss z.B. der Motorstrom auf den entsprechenden Wert angepasst werden (siehe hierzu die Motordaten des Motorherstellers). Durch falsch eingestellte Werte, z.B. Ströme, können angeschlossene Komponenten wie Motoren zerstört werden.

- Vor Inbetriebnahme muss überprüft werden, ob die Parameter zutreffend sind.

2 Inhaltsverzeichnis

1	Rechtliche Hinweise.....	3
2	Inhaltsverzeichnis	5
3	Einführung	6
4	Schrittmotor-Parameter setzen	7
4.1	Verfahrkurve einer Schrittmotorsteuerung	7
4.2	Phasenströme (Lauf-, Stopp-, Booststrom).....	10
4.3	Schrittauflösung.....	12
4.4	Laufstromüberhöhungszeit	16
5	Fahrfunktionen der Steuerung	17
5.1	Relativ Positionieren	17
5.2	Absolut Positionieren.....	18
5.3	Drehzahlbetrieb	19
5.4	Referenzsuche	20
5.5	Linearinterpolation	27
5.6	Zirkular-Interpolation.....	28
6	Parameterliste.....	30
7	Stichwortverzeichnis.....	42

Jede unserer programmierbaren Steuerungen wird mit voreingestellten Parametern (Standardwerte) geliefert, die automatisch in den temporären Speicher jeder Achse während der Inbetriebnahme des Gerätes geladen werden. Diese Parameter können während der Programmausführung geändert werden, um Ihre Fahraufträge jederzeit zu optimieren.

Wenn Sie Ihre Steuerung mit einem neuen Satz von Parametern versehen wollen, müssen Sie ihn explizit im nichtflüchtigen Speicher der Haupt-CPU-Einheit mit einem bestimmten Befehl speichern.

4 Schrittmotor-Parameter setzen

Für den Betrieb einer phytron Schrittmotorsteuerung sind mehrere einstellbaren Variablen wie Geschwindigkeit, Beschleunigungsrampen oder aktuelle Werte erforderlich. Diese einstellbaren Variablen werden **Parameter** genannt, z.B. Lauffrequenz Parameter (P14).

Eine vollständige Auflistung aller Parameter befindet sich in Kapitel 6 dieses Manuals.

4.1 Verfahrkurve einer Schrittmotorsteuerung

Umdrehungsfrequenz des Schrittmotors

Die Umdrehungsfrequenz eines Schrittmotors wird üblicherweise in U/min angegeben. Aus Sicht des Schrittmotormoduls wird jedoch an den Ausgangsklemmen eine Frequenz ausgegeben (Lauffrequenz P14). Der Zusammenhang zwischen der Umdrehungsgeschwindigkeit des Schrittmotors (Drehzahl n) und der ausgegebenen Frequenz (P14) des Schrittmotormoduls ist wie folgt:

$$P14 = (n \times s) / (60 \text{ s/min})$$

$$P14 = \text{Lauffrequenz in [Hz]}$$

$$n = \text{Drehzahl in [U/min]}$$

s = Physikalische Schrittauflösung des Schrittmotors (typisch: 200 Schritte/U).
Diese Information ist den technischen Daten des Schrittmotors zu entnehmen.

Allgemeine Verfahrkurve der Steuerung

Generell wird bei der Schrittmotorfahrt immer nach derselben Verfahrkurve verfahren.

Der Schrittmotor beschleunigt zunächst ohne Rampe auf die sogenannte Start-Stopp-Frequenz P04. Anschließend über eine parametrierbare Rampe auf die gewünschte Ausgangsfrequenz P14. Bereich 2 ist durch eine Fahrt mit konstanter Geschwindigkeit gekennzeichnet. Im Bereich 3 wird der Schrittmotor ebenfalls wieder auf einer Rampe abgebremst. Eine systembedingte Frequenz F_{\max} limitiert die maximal mögliche Geschwindigkeit des Antriebssystems.

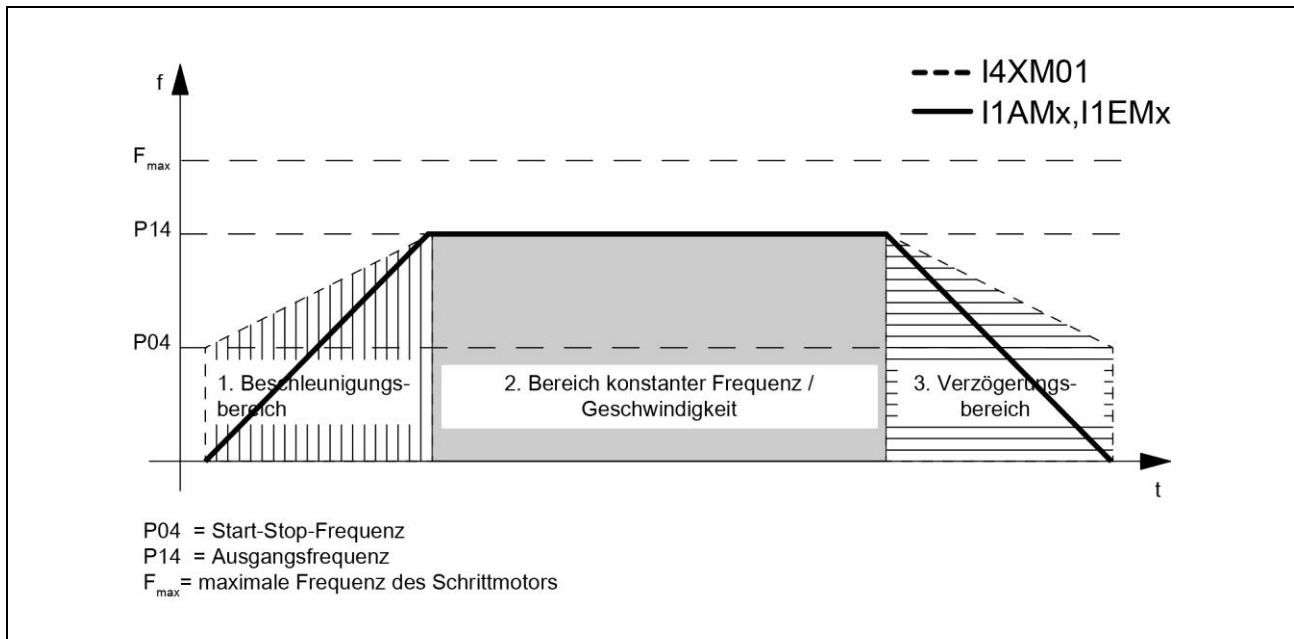


Abb. 2: Verfahrkurve der Schrittmotor Steuerung

$P04$ = Start-Stopp Frequenz
(für $P14 > P04$ $I1AMx$ bzw. $I1EMx$ braucht $P04$ nicht zum Beschleunigen)

$P14$ = Lauffrequenz

F_{max} = systembedingte, maximale Frequenz des Schrittmotors mit einer Last

Lauffrequenz / Geschwindigkeit P14

- Die Lauffrequenz kann für jede Fahrt gewählt werden.
- $P14$ ist immer niedriger als F_{max} und es sollte eine sichere Bandbreite zwischen $P14$ und F_{max} sein. Phytron empfiehlt einen sicheren Faktor von 1.4 bis 2.

Einstellen der Lauffrequenz / Geschwindigkeit P14

Die Lauffrequenz ist mit Parameter $P14$ einzustellen. Dieser Parameter wird in Hz eingestellt. Wenn Sie die obige Formel auf Ihre Frequenz aus der erforderlichen Motorgeschwindigkeit berechnen – erhalten Sie eine Frequenz in Hz bei Vollschritt. Haben Sie eine andere Schrittauflösung als Vollschritt ($P45$) gewählt, müssen Sie Ihre Lauffrequenz um den Faktor der Schrittauflösung erhöhen.

Beispiel: Wenn Sie Halbschritt als Auflösung gewählt haben, müssen Sie Ihre Lauffrequenz verdoppeln, um die gleiche Geschwindigkeit wie bei Vollschritt zu erreichen. Wenn Sie 1/8 Schritt Auflösung gewählt haben, müssen Sie Ihre Vollschritt Frequenz um 8 multiplizieren, etc.

Start-Stopp-Frequenz P04

Die Start-Stopp-Frequenz ist diejenige Frequenz, auf die der Motor unter Belastung aus dem Stillstand beschleunigt werden kann, ohne die Synchronisierung zum elektrischen Feld zu verlieren, und somit ohne Schritte zu verlieren.

Die maximal mögliche Start-Stopp-Frequenz P04 hängt im Wesentlichen vom Trägheitsmoment, sowie von der Reibung des Systems ab.

Sollte der Schrittmotor in der Beschleunigungsphase durch einen Resonanzbereich fahren müssen, so sollte entweder die Rampe möglichst steil parametrisiert werden, um den Resonanzbereich schnell zu durchfahren, die Start-Stopp-Frequenz oberhalb der Resonanzfrequenz gesetzt werden, oder das mechanische System mittels Dämpfer gedämpft werden.

- *Der Parameter P04 muss auch in Hz eingestellt werden.*
- *Ist Ihre gewählte Geschwindigkeit (P14) kleiner als die Start-Stopp-Frequenz (P04), wird der Motor sofort (ohne Rampe) auf die gewählte Geschwindigkeit beschleunigt (P14).*
- *Ist Ihre gewählte Geschwindigkeit (P14) größer als die Start-Stopp-Frequenz (P04)*
 - *wird Ihr Motor, der an das I1AMx bzw. I1EMx Modul angeschlossen ist, auf einer definierten Rampe auf die Endgeschwindigkeit beschleunigen (P14)*
 - *wird Ihr Motor, der an das High-End Indexermodul I4XM01 angeschlossen ist, sofort zur Start-Stopp-Frequenz (P04) beschleunigen und von dort mit einer Rampe zur Endgeschwindigkeit (P14). Das erhöht die mögliche Drehgeschwindigkeit.*

Maximale Frequenz / Geschwindigkeit der Achse F_{\max}

Bei der Auswahl Ihres Schrittmotors müssen Sie Folgendes beachten:

Die maximale Frequenz bzw. Geschwindigkeit ist durch Ihre Anwendung bestimmt. Bei dieser Frequenz muss der Motor noch ein genügend großes Drehmoment aufbringen, um seine Last zu bewegen.

Mit der entsprechenden Kennlinie können Sie die maximale Frequenz F_{\max} ermitteln. Beachten Sie auch hier, einen genügend großen Sicherheitsabstand einzukalkulieren.

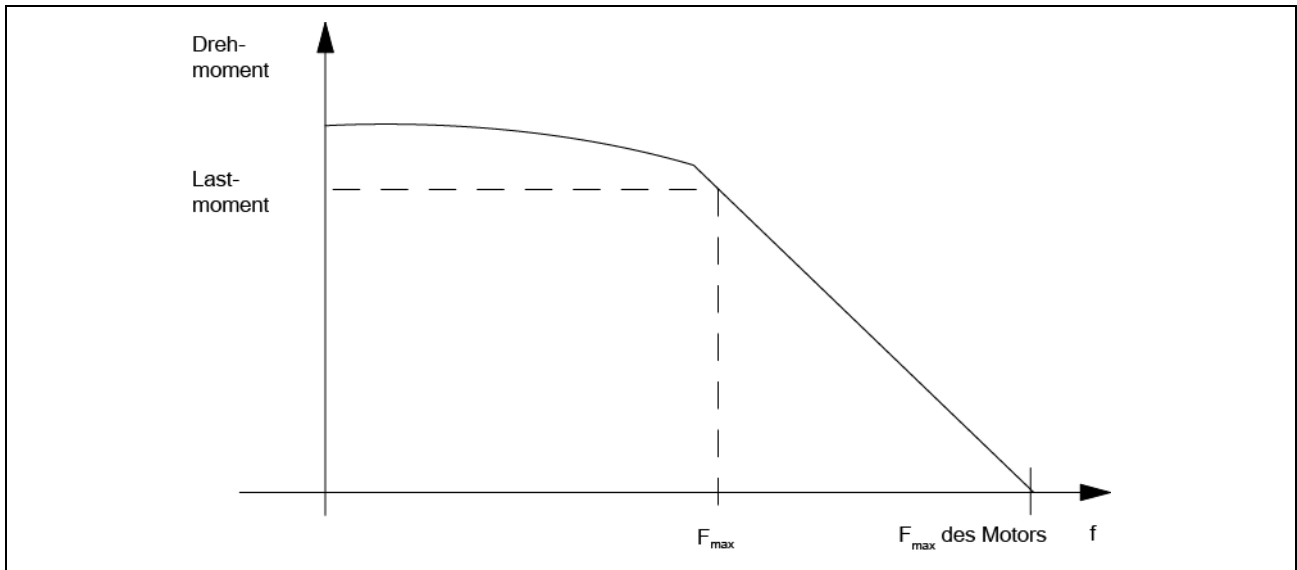


Abb. 3: Drehmomenten-Kennlinie eines Schrittmotors

Beschleunigung / Verzögerung a (P15)

Die maximal zulässige Beschleunigung / Verzögerung hängt von der zu bewegenden Last ab.

Der Motor muss ein genügend großes Drehmoment aufbringen, um die Last ohne Schrittverlust zu beschleunigen oder zu verzögern.

Weitere Kriterien zur Festlegung der Beschleunigung bzw. der Verzögerung, wie z. B. sanftes Anfahren und Abbremsen, müssen Sie je nach Anwendung ebenfalls beachten.

- Der Parameter P15 wird auch in Hz eingestellt.
- Gilt für das I1AMx bzw. I1EMx Modul: die Rampe während der Beschleunigung kann in 4 kHz Schritten gesetzt werden.

4.2 Phasenströme (Lauf-, Stopp-, Booststrom)

Drei verschiedene Phasenströme lassen sich für die Steuerung vorgeben: Laufstrom, Stoppstrom und Booststrom.

i Der ausgewählte Strom ist proportional zum erzeugten Drehmoment des Schrittmotors. Bevor Sie Ihr System testen, müssen Sie überprüfen, dass Ihre aktuellen Parameter richtig eingestellt sind, um den angeschlossenen Motor oder das System nicht zu zerstören. Starten Sie immer mit niedrigen Stromeinstellungen.

Der Laufstrom ist hierbei derjenige Strom, der während des Laufs in Betriebszuständen mit konstanter Geschwindigkeit (P14) in den Motor eingepreßt wird. Nach dem Anhalten des Motors empfiehlt es sich nach einer ebenfalls parametrierbaren „Laufstromüberhöhungszeit“ ($t_{\text{DELAY}}=P43$) auf einen reduzierten Stoppstrom umzuschalten. Hierdurch werden die thermischen Verluste des Motors im Stillstand reduziert und Energie gespart.

Während ein Schrittmotor beschleunigt bzw. abgebremst wird, benötigt er bezogen auf den reinen Lauf mit konstanter Geschwindigkeit (P14) mehr Drehmoment und damit mehr Strom. Somit kann in den Phasen der Beschleunigung und des Abbremsens mittels Booststrom das Drehmoment erhöht werden (P17, P42).

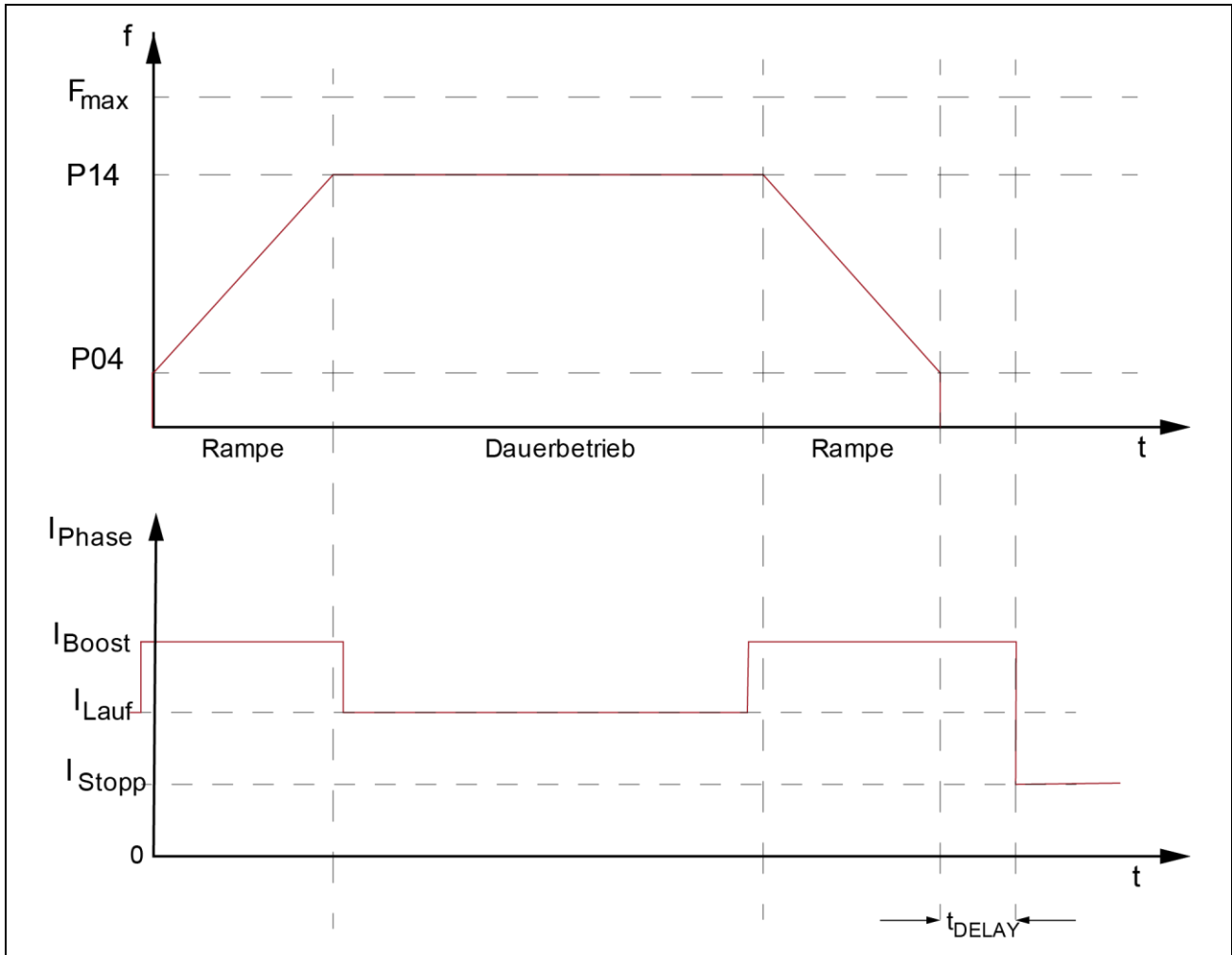


Abb. 4: Verfahrkurve versus Stromeinstellungen an der Leistungsendstufe

Nach einer im Parameter „Laufstromüberhöhungszeit“ t_{DELAY} (P43) festgelegten Zeit wird nach Beenden der Fahrt auf Stoppstrom I_{STOPP} (P40) umgeschaltet.

Weitere Informationen, warum eine Stromüberhöhungszeit notwendig sein kann, lesen Sie bitte weiter in Kapitel 4.4 Laufstromüberhöhungszeit.

4.3 Schrittauflösung

Vollschritt

Die Betriebsart, in der z.B. ein 200-schrittiger Motor so angesteuert wird, dass er 200 Schritte pro Umdrehung zurücklegt, nennt man Vollschritt. Im Vollschrittbetrieb wird die physikalische Auflösung des Motors erzielt. Jede weitere Erhöhung der Schrittauflösung (z.B. Halbschritt, Viertelschritt, etc.) geschieht elektronisch. Im Vollschrittbetrieb sind immer beide Motorphasen bestromt.

Die Schrittauflösung wird mit dem Parameter P45 definiert.

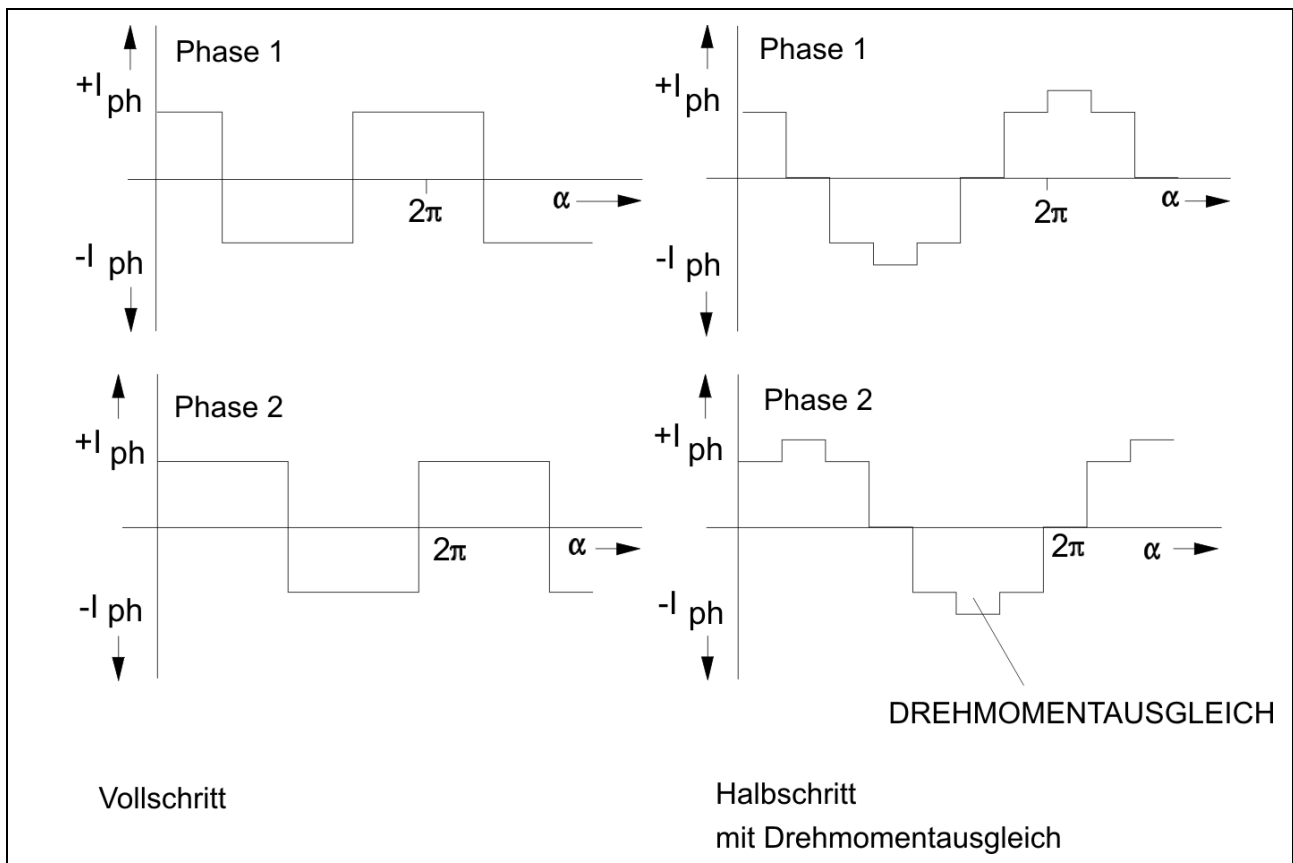


Abb. 5: Phasenstromverlauf

Halbschritt

Die Schrittauflösung des Motors kann elektronisch verdoppelt werden: Die Phasen 1, 1+2, 2 usw. werden abwechselnd erregt. Das ist die Betriebsart „Halbschritt“. Jedoch ist das Drehmoment, verglichen mit dem Vollschrittbetrieb, im Halbschrittbetrieb reduziert.

Um das zu kompensieren, wurde eine Betriebsart „Halbschritt mit Drehmomentausgleich“ entwickelt: der Strom wird in der aktiven Phase um den Faktor $\sqrt{2}$ angehoben. Hier bleibt das Drehmoment im Vergleich zum Vollschrittbetrieb fast identisch. Resonanzen werden weitgehend unterdrückt.

Das folgende Diagramm zeigt Größe und Richtung der Haltemomente eines 4-schrittigen Motors während einer Umdrehung ohne und mit Drehmomentausgleich. In der Vollschritt-Position sind zwei Phasen, in der Halbschrittposition nur eine Phase bestromt. Das Gesamtmoment resultiert aus der Überlagerung der Momente beider Phasen.

Das Moment im Vollschritt M_{VS} bezogen auf das Moment im Halbschritt M_{HS} ist damit:

$$|M_{VS}| = |M_{HS}| \times \sqrt{2}$$

Das bedeutet, bei Bestromung nur einer Phase muss der Strom um den Faktor $\sqrt{2}$ erhöht werden, damit das Drehmoment gleich bleibt.

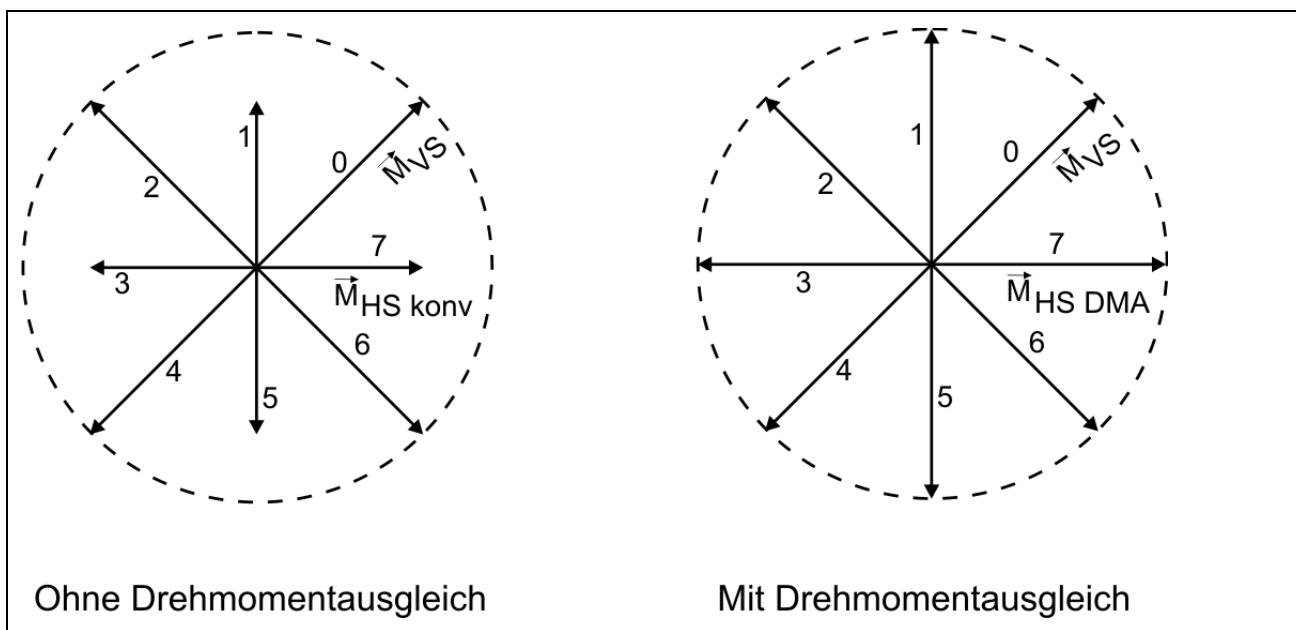


Abb. 6: Haltemomente ohne/mit DMA

- Alle neueren phytron Leistungsendstufen führen automatisch den Drehmomentausgleich aus.

Mikroschritt

Bei der Steuerung kann die Schrittauflösung elektronisch bis 1/512 eines Vollschritts erhöht werden. Somit kann ein 200-schrittiger Motor bis zu 102 400 Positionen (entsprechend 0,0035°) pro Umdrehung ansteuern.

Der Mikroschrittbetrieb bringt folgende Vorteile:

- Die Welligkeit des Drehmoments wird mit steigender Anzahl von Feinschritten immer geringer.
- Das erzielbare Drehmoment vergrößert sich tendenziell bis zum 1/8-Schritt. Eine weitere Erhöhung der Auflösung bringt kaum mehr Drehmoment-Steigerung.
- Resonanzen und Ausschwingerscheinungen werden deutlich reduziert; der Motor läuft praktisch resonanzfrei.
- Die Motorgeräusche nehmen mit zunehmender Schrittauflösung ebenfalls ab.

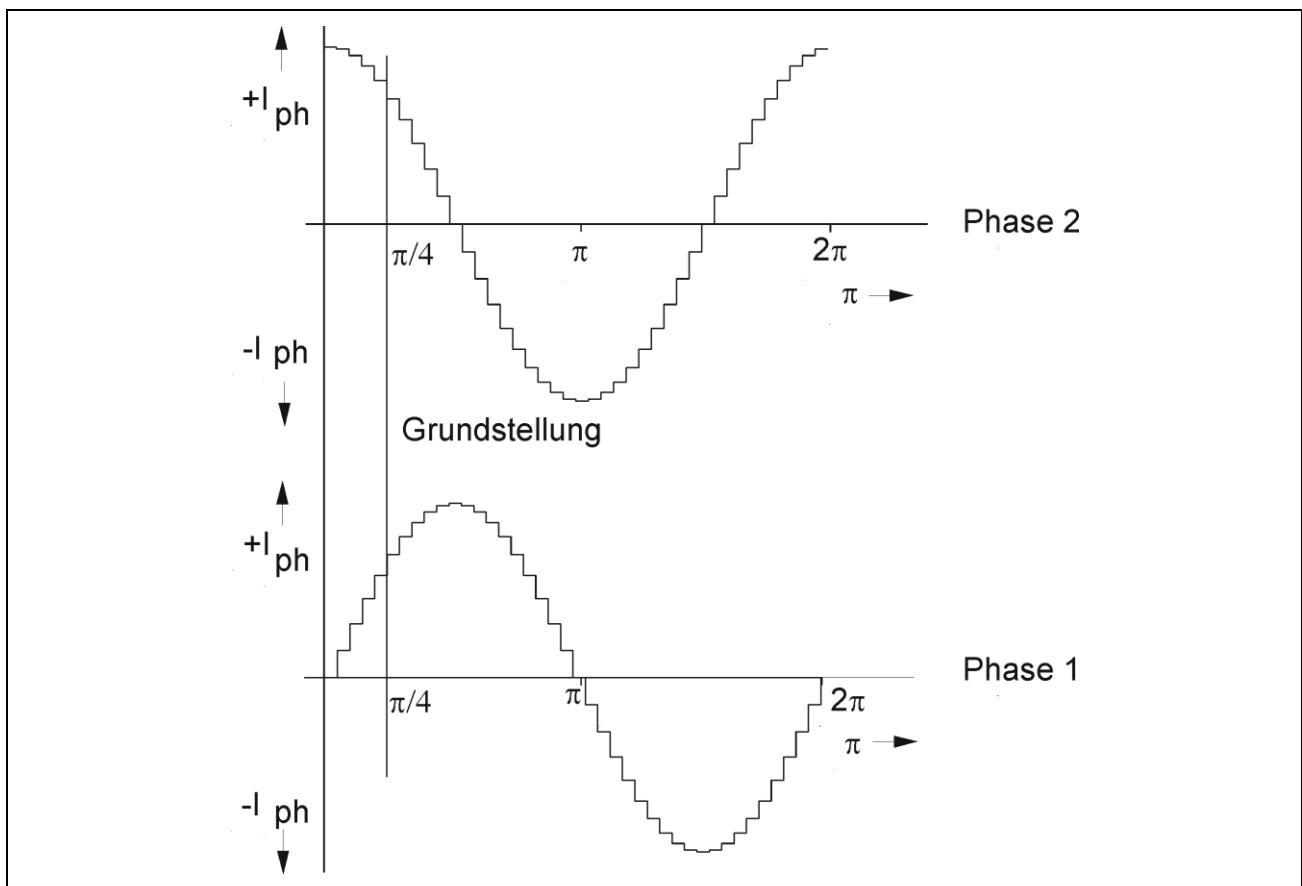


Abb. 7: Schematischer Verlauf der Phasenströme Mikroschritt 1/10 (eines Vollschritts)

i Wenn Sie die höchsten Mikroschritteinstellungen nutzen wollen, um absolut genaue Feinstpositionierungen durchzuführen, dann sollten Sie zusätzlich ein Zählmodul mit angeschlossenem Encoder verwenden, um das Erreichen der Zielposition sicher zu stellen oder ggf. nachzuregeln. Denn bereits kleinste mechanische Fehler im Schrittmotor können dazu führen, dass ein Mikroschritt nicht korrekt ausgeführt wird.

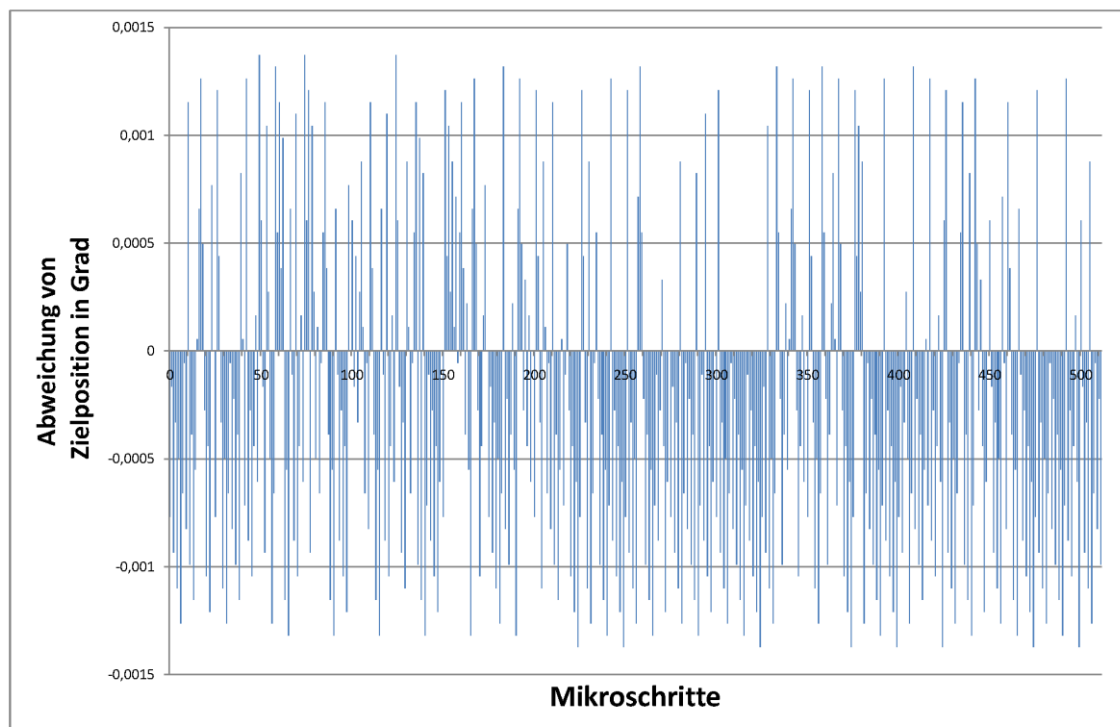


Abb. 8: Abweichung von der Zielposition in Grad (für das APS01 Endstufenmodul)

4.4 Laufstromüberhöhungszeit

Nach dem letzten ausgeführten Schritt eines Fahrbefehls wird nach einer Wartezeit automatisch auf Stoppstrom geschaltet, um den Energieverbrauch und die Motorerwärmung zu minimieren. Die Wartezeit nach dem letzten eintreffenden Taktimpuls bis zur Umschaltung auf Stoppstrom wird „Laufstromüberhöhungszeit“ t_{DELAY} genannt (P43).

Phytron empfiehlt, die Laufstromüberhöhungszeit so zu wählen, dass der Schrittmotor nach Ausführen eines Schrittes in seiner neuen Position mechanisch ausschlagen kann. Der höhere Strom reduziert hierbei die Ausschwingzeit und Fehlpositionierungen werden vermieden.

Selbständiges Umschalten auf Stoppstrom:

Nach Umschalten auf Stoppstrom bleibt das Verhältnis der beiden Phasenströme im jeweiligen Bestromungsmuster zueinander gleich. Die Umschaltung von Lauf- auf Stoppstrom erfolgt in beiden Phasen synchron.

In der folgenden Abbildung wird nach jeder **steigenden** Taktflanke der nächste Motorschritt ausgeführt:

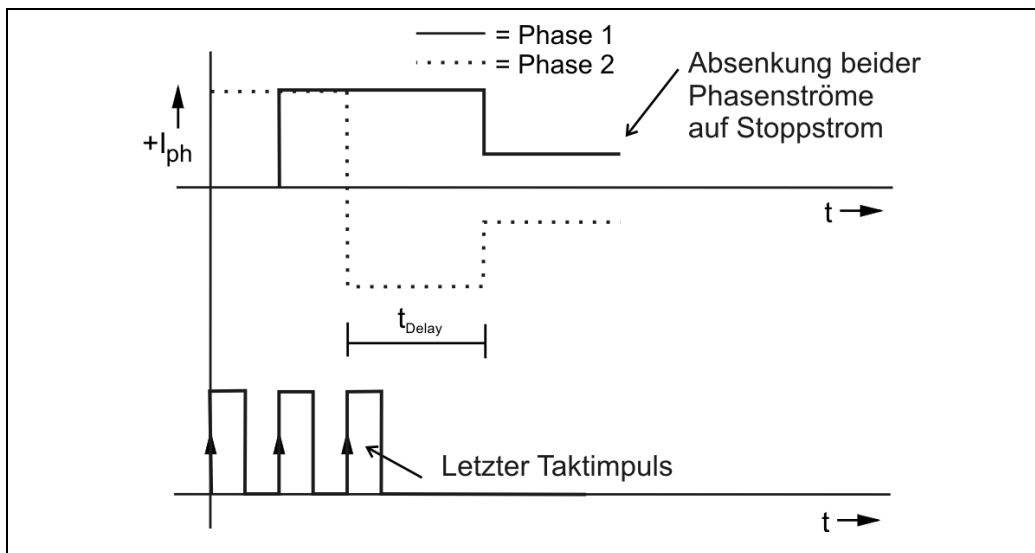


Abb. 9: Umschalten auf Stoppstrom nach dem letzten Taktimpuls (Vollschritt)

Das Umschalten auf Stoppstrom bringt folgende Vorteile:

- Erwärmung und Energieverbrauch des Motors und der Leistungsendstufe werden reduziert
- Das EMV-Verhalten wird aufgrund kleinerer Stromwerte im Stillstand weiter verbessert

Die „Laufstromüberhöhungszeit“ t_{DELAY} nach dem letzten Schritt eines Fahrbefehls bringt folgende Vorteile:

- Ausschwingzeit des Schrittmotors in seiner Zielposition wird beschleunigt. Somit kann ein Anschlussfahrauftrag schneller abgesetzt werden.
- Schrittverlust und damit Fehlpositionierungen durch Ausschwingeffekte des Schrittmotors werden minimiert

5 Fahrfunktionen der Steuerung

Die Aufgabe der Steuerung ist es, einen Schrittmotor (Referenzbetrieb) oder mit bestimmten Frequenzen zu fahren (Drehzahlbetrieb).

Darüber hinaus kann eine Menge von Technologie-Parametern wie oben beschrieben hinzugefügt werden, so dass die Leistung des Schrittmotors und das Kunden-Antriebssystem optimiert wird.

5.1 Relativ Positionieren

Mit der relativen Schrittmaßfahrt können Sie den Schrittmotor um eine vorgegebene Strecke weiterbewegen und somit eine bestimmte Position anfahren.

Befehl: z.B. 1.2+1000

1.2 ist der Fahrbefehl in phyLOGIC™, um Achse 2 auf der Modulkarte 1 zu bewegen.

+1000 bedeutet: Fahre 1000 Schritte mit der gewählten Schrittauflösung in + Richtung

5.2 Absolut Positionieren

Mit der absoluten Schrittmaßfahrt können Sie den Schrittmotor an eine vorgegebene Position bewegen und somit eine bestimmte Position anfahren.

Befehl: z.B. 1.2A1000

Wieder ist die zweite Achse auf Modul 1 gewählt. Diese Zeit "A" steht für absolutes Positionieren. In diesem Fall steht 1000 für die absolute Position 1000.

5.3 Drehzahlbetrieb

In dieser Betriebsart geben Sie die Frequenz vor, mit der die Ausgabe der Impulse (Schritte) erfolgen soll. Wenn Sie die Frequenz ändern, werden die Impulse nach einer Beschleunigungs- oder Verzögerungsphase mit der neuen Frequenz ausgegeben. Die Ausgabe erfolgt solange endlos, bis Sie den Fahrauftrag anhalten oder bei einer Linearachse eine Verfahrbereichsgrenze erreicht wird.

Befehl: z.B. 1.2L+

Wieder ist die zweite Achse auf Modul 1 gewählt. Diese Zeit L+ steht für 'Fahre in + Richtung mit parametrisierter Geschwindigkeit'.

5.4 Referenzsuche

Der Referenzpunkt markiert den Bezugspunkt Ihres Antriebssystems (Referenznocke) für die folgenden Fahraufträge. Sie können den Referenzpunkt ermitteln, wenn Sie z. B. einen Initiator am Referenznocken montieren und an einen der Endschalterstecker auf der Achskarte anschließen. Alternativ ist auch ein Schließer möglich.

Zum Starten von der aktuellen Position \textcircled{P} gibt es verschiedene Wege, um zum Referenzpunkt zu fahren REF C \oplus (+ optionaler Offset $\textcircled{\odot}$).

Diese Suche wird von mehreren Parametern definiert.

Parameter Nr.	Bedeutung
P04	Start-/Stoppfrequenz Die Start-/Stoppfrequenz ist die maximale Frequenz, bei der der Schrittmotor noch ohne Rampe starten oder stoppen kann, ohne dass Schrittwverluste auftreten. Die Start-/Stoppfrequenz ist abhängig von verschiedenen Größen wie Motortyp, Last, Mechanik, Endstufe. Eingabe der Frequenz in Hz
P08	f_{\max} MØP (Mechanischer Nullpunkt) Fahrfrequenz beim Initialisieren (Referenzieren) Eingabe in Hz (ganzzahliger Wert)
P09	Rampe MØP für Initialisierung, zugehörig zu Parameter P08 Eingabe in 4000-Hz/s-Schritten
P10	f_{\min} MØP, Fahrfrequenz beim Verlassen der Endschalter/Center Schalter Eingabe in Hz Diese Frequenz muss niedriger als oder gleich sein der Start-/Stoppfrequenz, um ein genaues Positionieren zu gewährleisten.
P11 / P12	Wenn die Parameter P11 / P12 nicht 0 nach Fahrt zu REF C \oplus sind, wird die Steuerung den parametrisierten Offset zu einem definiertem Punkt $\textcircled{\odot}$ fahren. Setze den Offset-Parameter P11 (weg vom + Endschalter in Richtung – Endschalter) oder P12 (weg vom – Endschalter in Richtung + Endschalter).
P14	f_{\max} Lauffrequenz bei Positionierbefehlen Eingabe in Hz (ganzzahlige Werte) (max. 40 000)
P15	Rampe für Lauffrequenz (P14) Eingabe in 4000-Hz/s-Schritten (4000 bis 500 000 Hz/s)

Befehlserklärung für Referenzfahrt

R+	Referenzfahrt in Richtung „LIMIT+“ Schalter, optional Offset*
R+C	Referenzfahrt in Richtung „LIMIT+“ Schalter, dann Richtung Center Schalter, dann optional Offset* (weg vom „LIMIT+“ Schalter in Richtung „LIMIT–“ Schalter) P11
RC+	Referenzfahrt in Richtung Center Schalter (die Richtung ist abhängig vom Zustand des Center Schalters) dann + Offset* (weg vom „LIMIT–“ Schalter in Richtung „LIMIT+“ Schalter) P12
R+C^I	Referenzfahrt in Richtung „LIMIT+“ Schalter, Center Schalter und dann Encoder Index, dann optional Offset*
R-	Referenzfahrt in Richtung „LIMIT–“ Schalter, optional Offset*
R-C	Referenzfahrt in Richtung „LIMIT–“ Schalter, dann Richtung Center Schalter, dann optional Offset* (weg vom „LIMIT–“ Schalter in Richtung „LIMIT+“ Schalter) P12
RC-	Referenzfahrt in Richtung Center Schalter (die Richtung ist abhängig vom Zustand des Center Schalters) dann – Offset* (weg vom „LIMIT+“ Schalter in Richtung „LIMIT–“ Schalter) P11
R-C^I	Referenzfahrt in Richtung „LIMIT–“ Schalter, Center Schalter und dann Encoder Index, dann optional Offset*

*) Offset nur dann, wenn P11/P12 \neq 0

i Die folgenden Diagramme sind für das I4XM01 Modul gezeichnet.
Für das I1AMx bzw. I1EMx startet die Rampe immer bei 0.

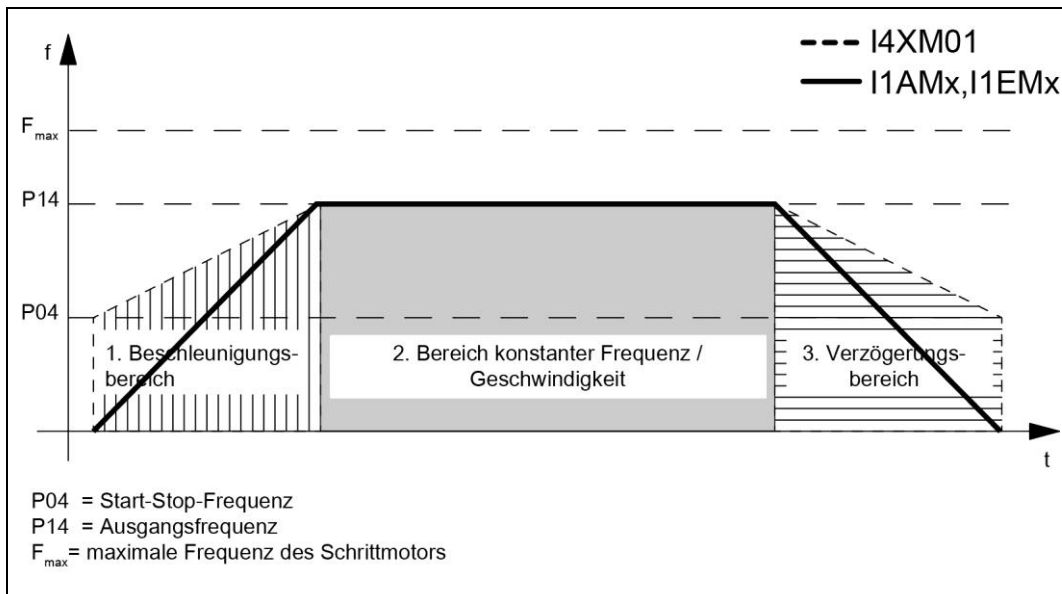


Abb. 10: Verfahrkurve der Schrittmotor Steuerung

Fahren auf einem Referenzsignal zum “Center” (& Offset) beziehend auf Befehl: „RC+“

Center Schalter 50% bedämpft

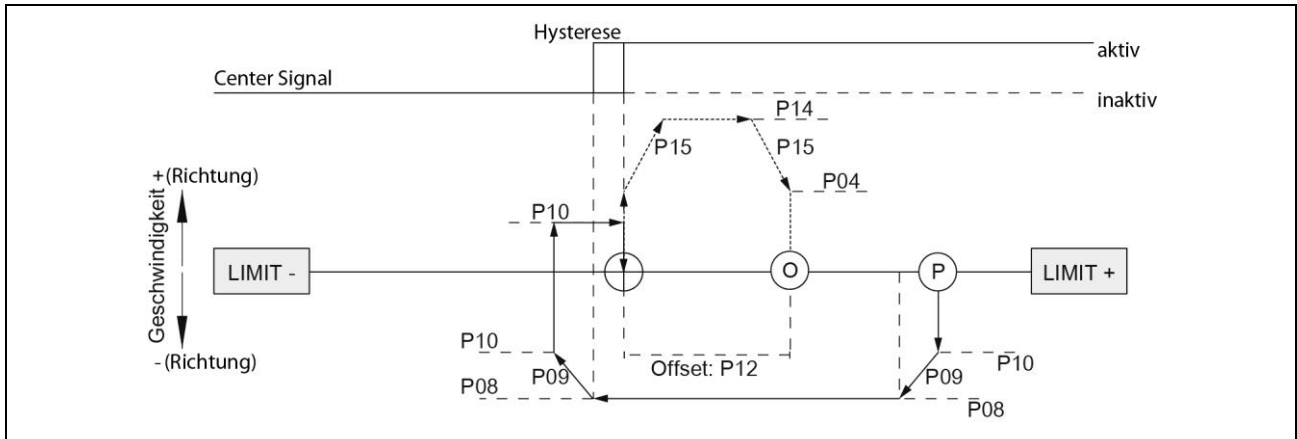


Abb. 11: Fahren auf ein Referenzsignal **Starten von “Signal aktiv”** (“+ Offset”: P12)

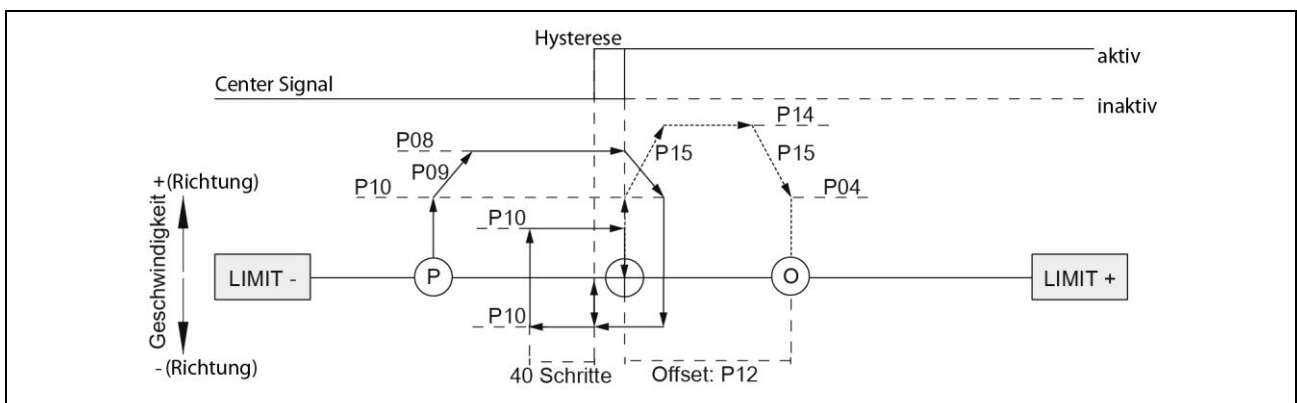


Abb. 12: Fahren auf ein Referenzsignal **Starten von “Signal inaktiv”** (“+ Offset”: P12)

Positionieren

Fahren auf einem Referenzsignal zum “Center” (& Offset) bezugnehmend auf Befehl: „RC-“

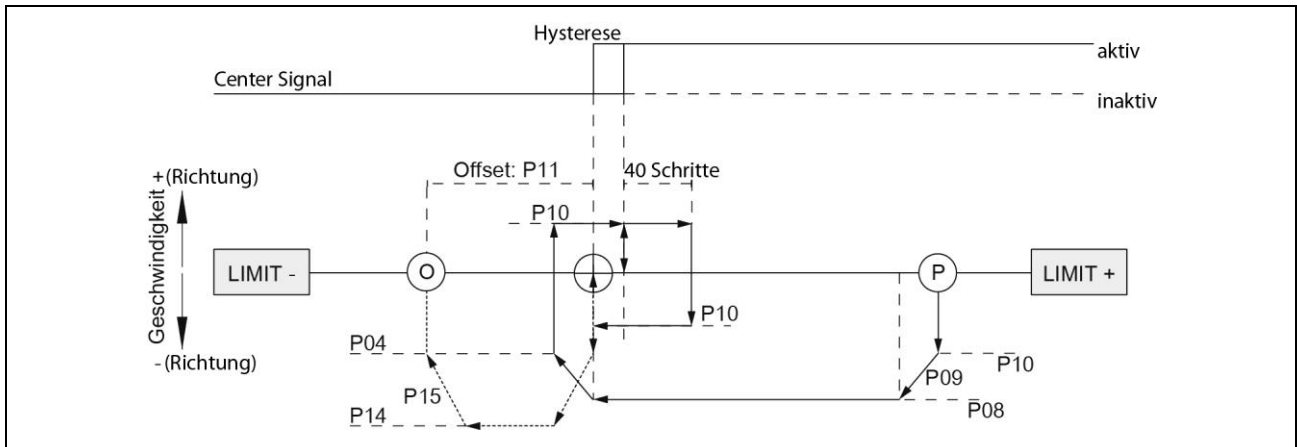


Abb. 13: Fahren auf ein Referenzsignal **Starten von “Signal aktiv”** (“- Offset”: P11)

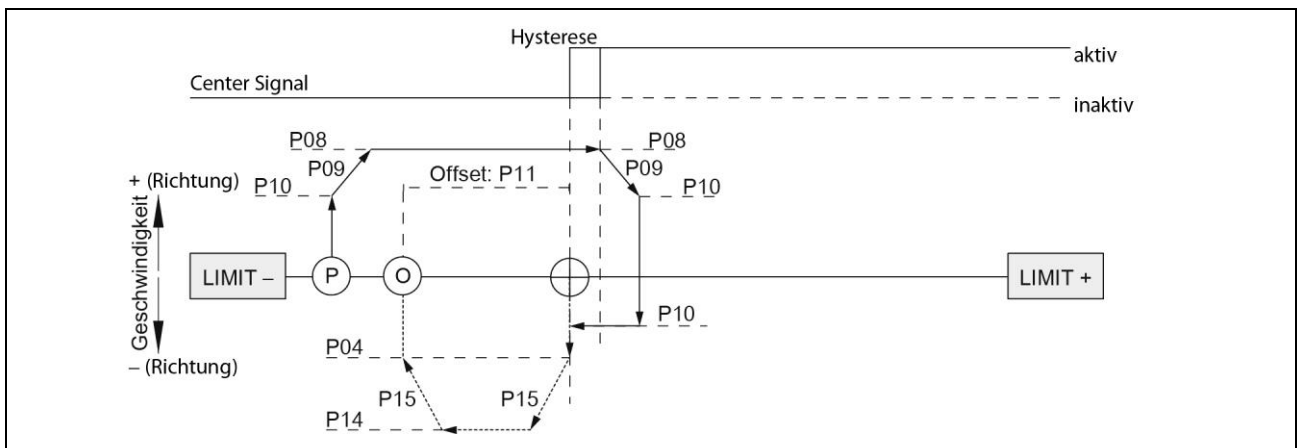


Abb. 14: Fahren auf ein Referenzsignal **Starten von “Signal inaktiv”** (“- Offset”: P11)

Fahren auf **Center Schalter (& Offset)** beziehnehmend auf Befehl “R+C”

Center Schalter punktuell bedämpft

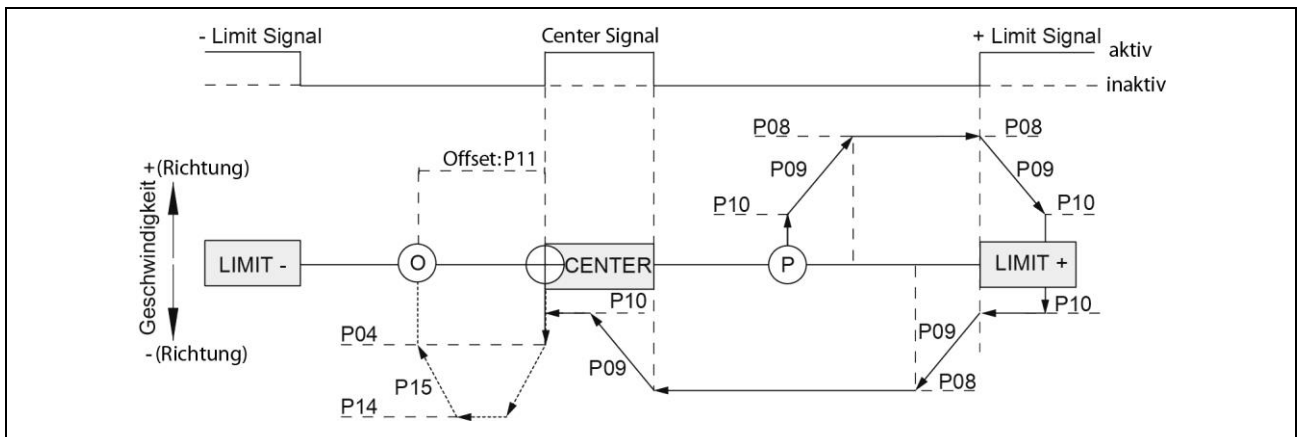


Abb. 15: Fahren auf Center Schalter **starten von rechts auf “Center”** über “LIMIT+” Schalter (“- Offset”: P11)

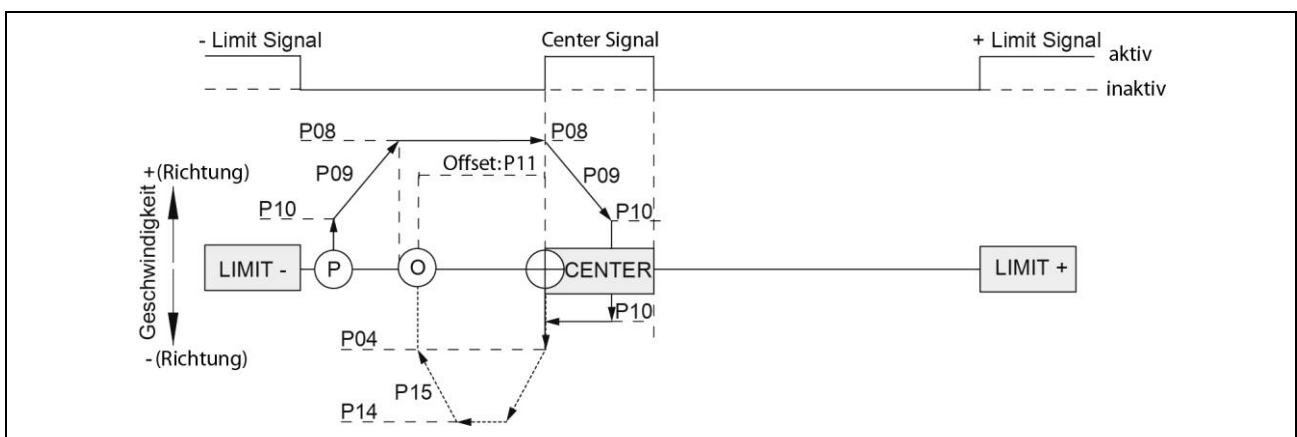


Abb. 16: Fahren auf Center Schalter **starten von links auf “Center”** (“- Offset”: P11)

Positionieren

Fahren auf Center Schalter (& Offset) beziehend zu Befehl "R-C"

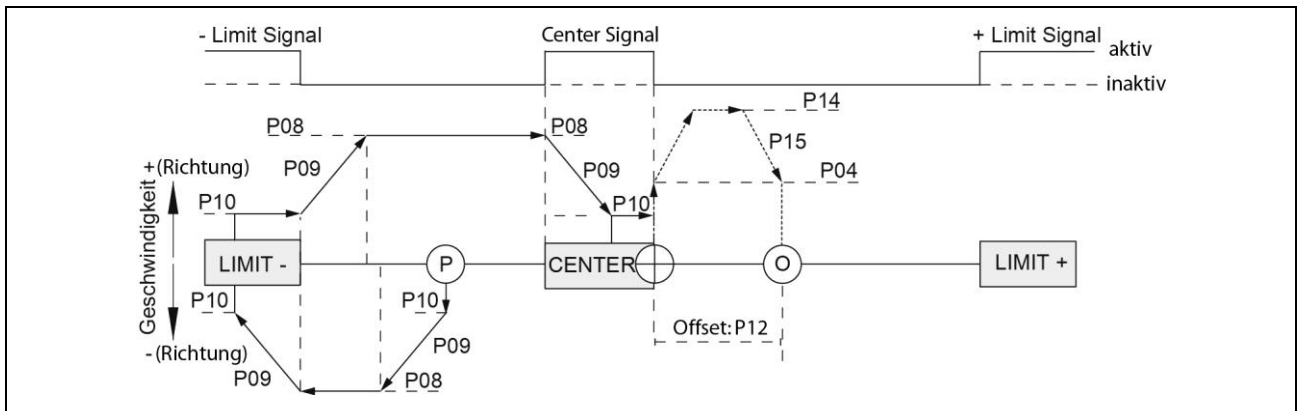


Abb. 17: Fahren auf Center Schalter **starten von links auf "Center"** über "LIMIT-" Schalter ("+" Offset": P12)

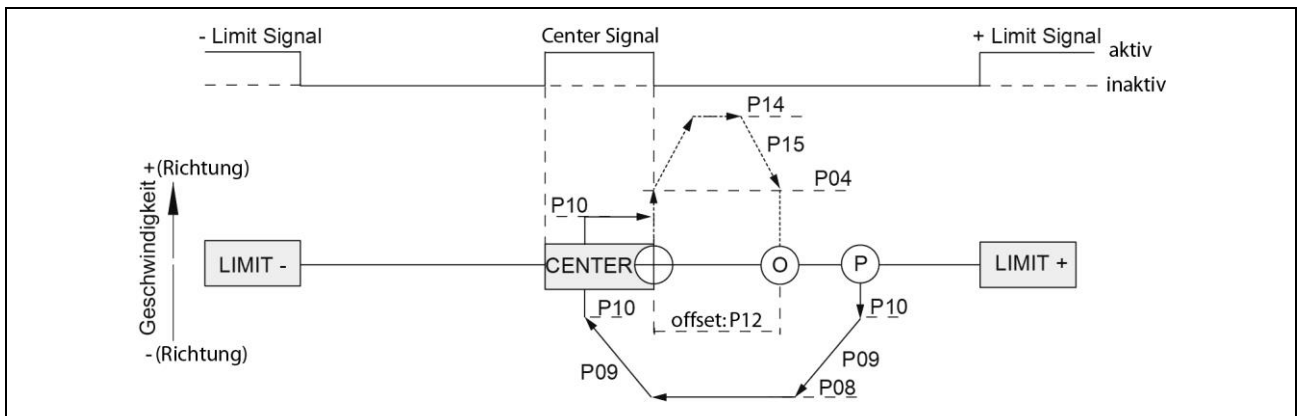
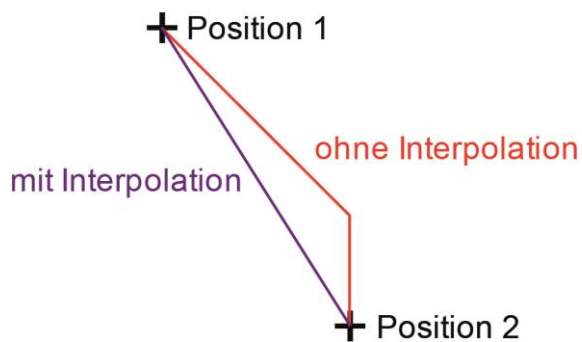


Abb. 18: Fahren auf Center Schalter **starten von rechts auf "Center"** ("+" Offset": P12)

5.5 Linearinterpolation

Nur bei I4XM01- bzw. I2XM01-Modulen

Um mit mehr als einer Achse Bahnen abzubilden, ist die Interpolationsfunktion notwendig. Hier wird automatisch die neue Position, durch Abstimmung der Geschwindigkeit aller beteiligter Achsen auf einer geraden Strecke angefahren. Die Linearinterpolation kann alle 4 Achsen bedienen.



Ohne Interpolation müssen die Parameter für die Geschwindigkeit der beiden Achsen manuell eingestellt werden, dass beide Achsen die Fahrt gleichzeitig starten und beenden. Die lineare Interpolation stellt dies automatisch sicher, so dass stets Position 2 auf direktem Wege (lineare Verbindung) angefahren wird.

Zur Programmierung der Linearinterpolation ist folgende *phyLOGIC*TM Befehl zu verwenden:

Linearinterpolation

Strecke oder Position in P18 der Achse eintragen (z.B. 1.1P18S5000
1.2P18S1000)

mlaw;bw;cw;dw Start der Interpolation (NUR für I4XM01)

m → Modulnummer

a,b,c,d → Nummer der Achse

w=A → absolut fahren

w=R → relativ fahren

Beispiel: 111A;2R → Modul 1, Achse 1 absolut, Achse 2 relativ

Antwort: <STX><ACK>:CS <ETX>(NUR PC)

5.6 Zirkular-Interpolation

Nur bei I4XM01- bzw. I2XM01-Modulen

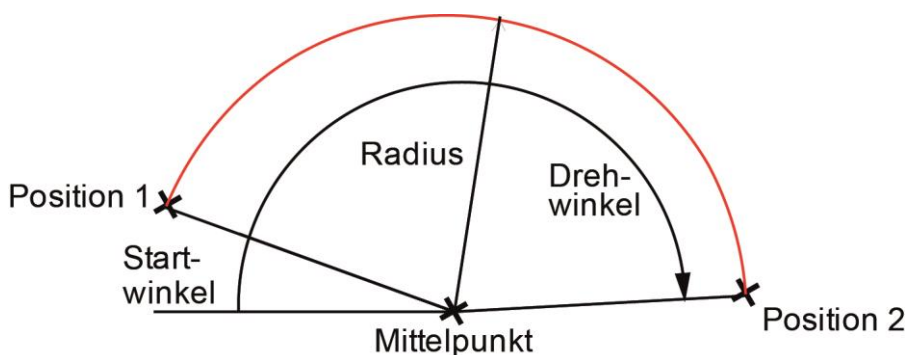
Um ähnlich wie bei der Linearinterpolation mehrere Achsen eine abgestimmte Bewegung, hier jedoch auf Kreis- oder Ellipsenbahnen, durchführen zu lassen, ist die Zirkular-Interpolation notwendig. Hier wird ab der aktuellen Position um den aus Radius und Startwinkel berechneten Mittelpunkt mit dem Radius eine Kreisbewegung ausgeführt. Die Kreisbewegung endet bei anzugebendem Drehwinkel.

Das Vorzeichen des Drehwinkels definiert die Drehrichtung:

Drehwinkel > 0 → Drehrichtung gegen den Uhrzeigersinn

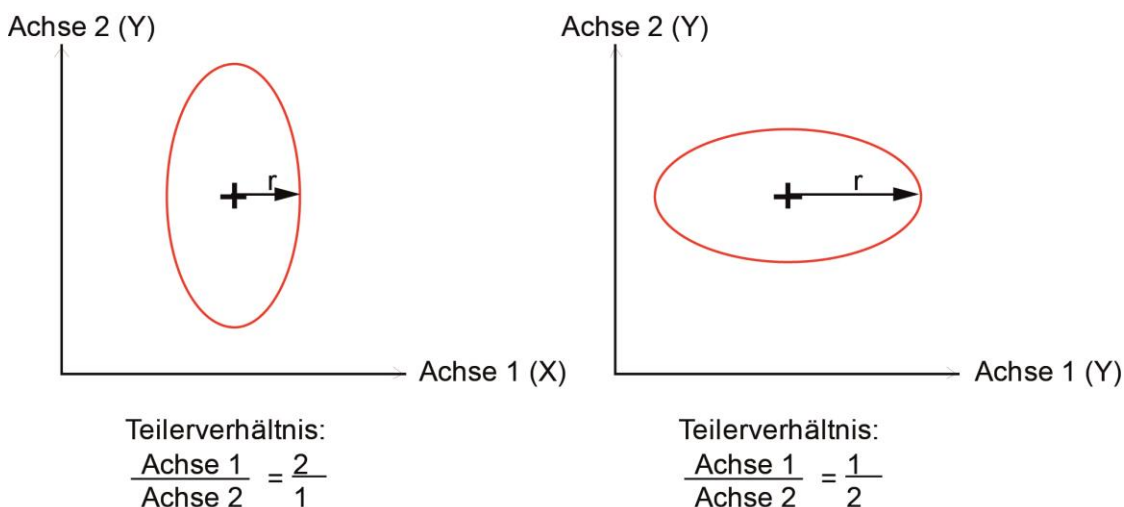
Drehwinkel < 0 → Drehrichtung im Uhrzeigersinn

Die Zirkular-Interpolation kann 2 aus 4 Achsen bedienen.



Um Ellipsen abzubilden, ist eine unterschiedliche Einstellung der Teiler der beiden beteiligten Achsen notwendig. Der anzugebende Radius definiert immer die Ausdehnung auf Achse 1 (X).

Beispiel:



Zur Programmierung der Zirkularinterpolation sind folgende *phyLOGIC*™ Befehle zu verwenden:

- xKRn** Den Radius n des Kreisbogens für Indexermodul x setzen,
Einheit und Faktor von n sind in P2 und P3 definiert
- xKSn** Den Startpunkt n auf der Kreisbahn für Indexermodul x in Grad (°) setzen
n =0 bis 360°
- xKWn** Den Weg (Ausschnitt) n in Grad (°) vom Startpunkt für Indexermodul x setzen
n =0 bis 360° (CCW)
n =0 bis -360° (CW)
- Wichtig:** Die 3 Befehle in 1 Programmzeile schreiben!
Beispiel: 1KR100 1KS90 1KW180
- xKGa;b** Achsenzuordnung der Indexerkarte x setzen,
a= Masterachse (1,2 oder 3)
b=Slaveachse (1,2,3 oder 4)
- xKTa:b** Die Teiler von Achse a und Achse b des Indexermoduls x setzen (für Ellipsenlauf)
a: Teiler für Achse 1
b: Teiler für Achse 2

6 Parameterliste

Zum Betrieb der Steuerung werden verschiedene Voreinstellungen wie Frequenzen, Beschleunigungsrampen oder Wartezeiten benötigt, die als **Parameter** bezeichnet werden.

Bei Auslieferung sind Grundparameter hinterlegt, mit denen die Steuerung in vielen Anwendungsfällen betrieben werden kann. Diese Parameter können in *phyLOGIC*™ ToolBox ausgelesen und editiert werden.

Zu den Parametern gehören auch Zähler, die vom Programm fortlaufend aktualisiert werden. Es ist möglich, die Zähler auszulesen und z.T. auch zu editieren.

- Die Parameter gibt man für jede Achse separat ein. Zur Kennzeichnung der Achse muss vor der Parameternummer Modul- und Achsen-Nummer eingefügt werden.
Beispiel: m.aP15 ist die Beschleunigungsrampe für die Achse a des Moduls m.
- Auch innerhalb des Programms ist es möglich, Parameter (z.B. Geschwindigkeit) zu ändern.
- Parameter können entweder beschrieben oder ausgelesen werden.
- P49 kann nur ausgelesen werden.
- P20 bis P22 sind Zähler, die vom Programm bei Verfahren der Achsen laufend aktualisiert werden.
- P27 bis P54 sind spezielle Parameter für die *phyMOTION*™.

Nr.	Bedeutung	Auslieferungszustand
P01	<p>Art der Bewegung (freier Lauf, relativ / absolut, Referenzfahrt)</p> <p>0 = rotatorisch (Endschalter werden ignoriert)</p> <p>1 = Hardware Endschalter werden überwacht für XY Tische oder andere lineare Systeme, zwei Endschalter: Mechanischer Nullpunkt und Begrenzung in -Richtung, Begrenzung in +Richtung</p> <p>2 = Software Endschalter werden überwacht</p> <p>3 = Hardware und Software Endschalter werden überwacht</p>	0
P02	<p>Maßeinheit der Bewegung: nur für die Anzeige</p> <p>1 = Schritt</p> <p>2 = mm</p> <p>3 = Zoll</p> <p>4 = Grad</p>	1
P03	<p>Umrechnungsfaktor Spindelsteigung (Skalierung)</p> <p>1 Schritt entspricht ...</p> <p>Bei P03 = 1 (Schritte) ist der Umrechnungsfaktor 1</p> <p>Berechnung des Umrechnungsfaktors:</p> $\text{Umrechnungsfaktor} = \frac{\text{Spindelsteigung}}{\text{Motorschrittzahl pro Umdrehung}}$ <p>Beispiel: 4 mm Spindelsteigung 200-schrittiger Motor = 400 Schritte/U im Halbschrittbetrieb</p> $\text{Umrechnungsfaktor} = \frac{4}{400} = 0,01$	1
P04	<p>Start-/Stoppfrequenz</p> <p>Die Start-/Stoppfrequenz ist die maximale Frequenz, bei der der Schrittmotor noch ohne Rampe starten oder stoppen kann, ohne dass Schrittverluste auftreten. Die Start-/Stoppfrequenz ist abhängig von verschiedenen Größen wie Motortyp, Last, Mechanik, Endstufe.</p> <p>Eingabe der Frequenz in Hz</p>	400

Positionieren

Nr.	Bedeutung	Auslieferungszustand
P05 P06	nicht belegt	
P07	Achsenrampe für Nothalt Eingabe bei I1AM0x / I1EM0x: in 4000 Hz/s-Schritten I4XM01: in 1 Hz/s-Schritten	100 000
P08	f_{\max} MØP (Mechanischer Nullpunkt) Fahrfrequenz beim Initialisieren (Referenzieren) Eingabe in Hz (ganzzahliger Wert) I1AM0x / I1EM0x: max. 40 000 I4XM01: max. 4 000 000	4000
P09	Rampe MØP für Initialisierung, zugehörig zu Parameter P08 Eingabe bei I1AM0x / I1EM0x: in 4000 Hz/s-Schritten I4XM01: in 1 Hz/s-Schritten	4000
P10	f_{\min} MØP, Fahrfrequenz beim Verlassen der Endschalter Eingabe in Hz	400
P11	MØP Offset für Endschalter Plusrichtung (weg von „LIMIT+“ Schalter in Richtung „LIMIT-“ Schalter) Abstand des mechanischen Nullpunkts MØP (Referenzpunkt) vom Schaltpunkt des Endschalters. Einheit: wie in Parameter P02 festgelegt $P11 \geq 0$	0
P12	MØP Offset für Endschalter Minusrichtung (weg von „LIMIT-“ Schalter in Richtung „LIMIT+“ Schalter) Abstand des mechanischen Nullpunkts MØP vom Schaltpunkt des Endschalters. Einheit: wie in Parameter P02 festgelegt $P12 \geq 0$	0

Nr.	Bedeutung	Auslieferungszustand
P13	Beruhigungszeit MØP Wartezeit bei Initialisierung Eingabe in ms	20
P14	f_{\max} Lauffrequenz bei Positionier Befehlen Eingabe in Hz (ganzzahliger Wert) I1AM0x / I1EM0x: max. 40 000 I4XM0x: max. 4 000 000	4000
P15	Rampe für Lauffrequenz (P14) Eingabe bei I1AM0x / I1EM0x: in 4000 Hz/s-Schritten I4XM0x: in 1 Hz/s-Schritten	4000
P16	Beruhigungszeit Position Wartezeit nach Ausführung eines Fahrbefehls Eingabe in ms	20
P17	Boost (Strom definiert in P42) 0 = aus 1 = ein während der Motor fährt 2 = ein bei Hochlauf und Absenkung der Fahrfrequenz (Rampe) <u>Anmerkungen:</u> Der Booststrom wird in Parameter P42 programmiert für interne Endstufen. Mit dem Parameter P17 wird festgelegt, wann die Steuerung auf Booststrom umschaltet. P17 = 1 bedeutet, dass bei fahrendem Motor immer der Booststrom fließt. Bei Stillstand des Motors wird auf Stoppstrom umgeschaltet.	0
P18	Intern belegt für Positionsvorgabe	
P19	Abweichung zwischen P21 und P20	

Positionieren

Nr.	Bedeutung	Auslieferungszustand
P20	<p>Streckenzähler</p> <p>Dieser zählt die Impulse, die an die Endstufe gegeben werden. Er wird mit Referenzfahrt im Referenzpunkt automatisch auf 0 gesetzt.</p>	0
P21	<p>Absolutwertzähler</p> <p>Auf P21 wird der Wert von P22 per Software verlängert. Die Encoder-Zähler haben eine feste Auflösung, z.B. 10 Bit (bei Single-Turn-Encodern die Auflösung Bit per Turn), danach wiederholt sich der gelesene Wert. Bei kontinuierlichem Motorlauf entsteht ein Sägezahn-Verlauf der Zahlenwerte. Per Software wird dieser Verlauf „begradigt“. Mittels P3 und P39 können dann P20 und P21 auf gleiche Werte pro Umdrehung skaliert werden und sind somit direkt vergleichbar, siehe P36.</p>	0
P22	<p>Encoderzähler</p> <p>Gibt die aktuelle Encoderposition an.</p> <p>Wird nur bei A/B-Encodern Null gesetzt (nach Reset), die Absolut-Encoder behalten ihren Wert. Kann bei A/B Encodern mit Befehl m.NP20=wert beschrieben werden.</p>	0
P23	<p>Software Endschalter (Achsenbegrenzung pos. Richtung +)</p> <p>Bei Erreichen dieser Strecke wird der Lauf in +Richtung abgebrochen.</p> <p>0 = keine Begrenzung</p>	0
P24	<p>Software Endschalter (Achsenbegrenzung neg. Richtung -)</p> <p>Bei Erreichen dieser Strecke wird der Lauf in -Richtung abgebrochen.</p> <p>0 = keine Begrenzung</p>	0
P25	<p>Spielausgleich</p> <p>Gibt die Strecke an, um die die Sollposition in der gewählten Richtung überfahren und anschließend in umgekehrter Richtung angefahren wird.</p> <p>0 = kein Spielausgleich</p>	0

Nr.	Bedeutung	Auslieferungszustand																																				
P26	<p>Mittels P26 wird die Daten-Transfer-Rate festgelegt (NUR für SSI Encoder), mit der der Encoder ausgelesen wird. Die Transfer-Rate ist abhängig von der Länge der Leitung mit der der Encoder am Gerät angeschlossen ist, je kürzer die Leitung desto schneller kann der Encoder ausgelesen werden</p> <p>Daten-Transfer-Rate 1 bis 10 (= 100 bis 1000 kHz)</p> <p>1 = 100 kHz 2 = 200 kHz 3 = 300 kHz 4 = 400 kHz 5 = 500 kHz 6 = 600 kHz 7 = 700 kHz 8 = 800 kHz 9 = 900 kHz 10 = 1000 kHz</p>	1																																				
P27	<p>Endschaltertyp PNP-Öffner oder PNP-Schließer</p> <table><tr><td></td><td>- Begrenzung</td><td>Mitte/Ref</td><td>+ Begrenzung</td></tr><tr><td>0</td><td>Öffner</td><td>Öffner</td><td>Öffner</td></tr><tr><td>1</td><td>Öffner</td><td>Öffner</td><td>Schließer</td></tr><tr><td>2</td><td>Schließer</td><td>Öffner</td><td>Öffner</td></tr><tr><td>3</td><td>Schließer</td><td>Öffner</td><td>Schließer</td></tr><tr><td>4</td><td>Öffner</td><td>Schließer</td><td>Öffner</td></tr><tr><td>5</td><td>Öffner</td><td>Schließer</td><td>Schließer</td></tr><tr><td>6</td><td>Schließer</td><td>Schließer</td><td>Öffner</td></tr><tr><td>7</td><td>Schließer</td><td>Schließer</td><td>Schließer</td></tr></table>		- Begrenzung	Mitte/Ref	+ Begrenzung	0	Öffner	Öffner	Öffner	1	Öffner	Öffner	Schließer	2	Schließer	Öffner	Öffner	3	Schließer	Öffner	Schließer	4	Öffner	Schließer	Öffner	5	Öffner	Schließer	Schließer	6	Schließer	Schließer	Öffner	7	Schließer	Schließer	Schließer	0
	- Begrenzung	Mitte/Ref	+ Begrenzung																																			
0	Öffner	Öffner	Öffner																																			
1	Öffner	Öffner	Schließer																																			
2	Schließer	Öffner	Öffner																																			
3	Schließer	Öffner	Schließer																																			
4	Öffner	Schließer	Öffner																																			
5	Öffner	Schließer	Schließer																																			
6	Schließer	Schließer	Öffner																																			
7	Schließer	Schließer	Schließer																																			
P28	<p>Achsen Optionen</p> <p>0 = Endstufe nach dem Einschalten deaktiviert</p> <p>1 = Endstufe nach dem Einschalten aktiviert</p>	0																																				
P29 nicht belegt																																						

Positionieren

Nr.	Bedeutung	Auslieferungszustand																																												
P30	<p>Nur für I4XM01!</p> <p>Einstellung Frequenzband</p> <p>0 = manuell 1 = automatisch</p> <p><u>Anmerkung:</u> Es wird empfohlen, mit der automatischen Frequenzbandeinstellung zu arbeiten. Der Controller wählt für die vorgegebene Frequenz und Rampe das richtige Frequenzband aus.</p>	0																																												
P31	<p>Nur für I4XM01!</p> <p>Manuelle Auswahl des Frequenzbandes (nur wenn P30 auf manuell eingestellt ist)</p> <p>Der Parameter verändert den Vorteiler der die Frequenz erzeugende Hardware mit einem von 20 MHz abgeleiteten Takt versorgt.</p> <table><tr><th>P31</th><th>Lauffrequenz</th><th>Auflösung</th><th>Vorteiler</th></tr><tr><td>0</td><td>1 Hz ... 8 kHz</td><td>1/8 Hz</td><td>2440</td></tr><tr><td>1</td><td>1 Hz ... 16 kHz</td><td>1/4 Hz</td><td>1220</td></tr><tr><td>2</td><td>1 Hz ... 32 kHz</td><td>1/2 Hz</td><td>609</td></tr><tr><td>3</td><td>1 Hz ... 65 kHz</td><td>1 Hz</td><td>304</td></tr><tr><td>4</td><td>2 Hz ... 130 kHz</td><td>2 Hz</td><td>152</td></tr><tr><td>5</td><td>4 Hz ... 260 kHz</td><td>4 Hz</td><td>75</td></tr><tr><td>6</td><td>8 Hz ... 520 kHz</td><td>8 Hz</td><td>37</td></tr><tr><td>7</td><td>16 Hz ... 1 MHz</td><td>16 Hz</td><td>18</td></tr><tr><td>8</td><td>32 Hz ... 2 MHz</td><td>32 Hz</td><td>9</td></tr><tr><td>9</td><td>64 Hz ... 4 MHz</td><td>64 Hz</td><td>4</td></tr></table> <p>Der Parameter kann für individuelle Einstellungen verwendet werden, wenn die automatische Frequenzbandeinstellung für den speziellen Anwendungsfall nicht geeignet ist.</p>	P31	Lauffrequenz	Auflösung	Vorteiler	0	1 Hz ... 8 kHz	1/8 Hz	2440	1	1 Hz ... 16 kHz	1/4 Hz	1220	2	1 Hz ... 32 kHz	1/2 Hz	609	3	1 Hz ... 65 kHz	1 Hz	304	4	2 Hz ... 130 kHz	2 Hz	152	5	4 Hz ... 260 kHz	4 Hz	75	6	8 Hz ... 520 kHz	8 Hz	37	7	16 Hz ... 1 MHz	16 Hz	18	8	32 Hz ... 2 MHz	32 Hz	9	9	64 Hz ... 4 MHz	64 Hz	4	3
P31	Lauffrequenz	Auflösung	Vorteiler																																											
0	1 Hz ... 8 kHz	1/8 Hz	2440																																											
1	1 Hz ... 16 kHz	1/4 Hz	1220																																											
2	1 Hz ... 32 kHz	1/2 Hz	609																																											
3	1 Hz ... 65 kHz	1 Hz	304																																											
4	2 Hz ... 130 kHz	2 Hz	152																																											
5	4 Hz ... 260 kHz	4 Hz	75																																											
6	8 Hz ... 520 kHz	8 Hz	37																																											
7	16 Hz ... 1 MHz	16 Hz	18																																											
8	32 Hz ... 2 MHz	32 Hz	9																																											
9	64 Hz ... 4 MHz	64 Hz	4																																											

Nr.	Bedeutung	Auslieferungszustand
P32	Rampenform bei Positionierungen 0 = s-förmig 1 = linear <u>Anmerkung:</u> Die s-förmige Rampe kann mit P33 geändert werden.	1
P33	Bogenwertvorgabe für s-förmige Rampe Werte: 1 bis 32767 P33: niedriger Wert → steile S-Rampe P33: hoher Wert → flache S-Rampe	1
P34	Encodertyp 0 = kein Encoder 1 = inkrementell 5,0 V 2 = inkrementell 5,5 V 3 = serielle Schnittstelle SSI Binär Code 5,0 V 4 = serielle Schnittstelle SSI Binär Code 5,5 V 5 = serielle Schnittstelle SSI Gray Code 5,0 V 6 = serielle Schnittstelle SSI Gray Code 5,5 V 7 = EnDat 5,0 V 8 = EnDat 5,5 V 9 = Resolver 10 = 4-Draht-LVDT 11 = 5/6-Draht-LVDT 12 = BiSS 5 V 13 = BiSS 24 V	0
P35	Auflösung bei SSI Encoder und EnDat Eingabe: maximale Auflösung in Bit (max. 48 Bit) Besonderheit bei EnDat: wenn der Parameter Null gesetzt wird verwendet die Steuerung die Auflösung die aus dem angeschlossenen Messgerät ausgelesen wird.	10

Positionieren

Nr.	Bedeutung	Auslieferungszustand
P36	<p>Encoderfunktion</p> <p>Der Parameter legt fest ob P21 als reiner Zähler verwendet wird oder ob dessen Wert kontinuierlich mit dem Wert des Zählers P20 verglichen wird. Bei SFI gilt: Ist die Abweichung P20 zu P21 größer als die Toleranz P37, dann Stoppen der Achsen und Fehlermeldung.</p> <p>0 = Zähler 1 = Zähler und Schrittfehlererkennung SFI</p>	0
P37	<p>Toleranz für Schrittfehlererkennung</p> <p>Eingabe: Toleranzwert für SFI-Auswertung in der eingestellten Auflösung ($P3 * P20$). Wird P21 zur Schrittfehlererkennung verwendet muss die Skalierung des Zählers $P20 * P3$ gleich sein der Skalierung des Zählers $P21 * P39$ und P21 muss nach Initialisierung der Skalierung genullt werden (bzw. auf den gleichen Wert wie P20 gesetzt werden).</p> <p>Z.B. Skalierung auf $360^\circ / U$: Motor 200 Schritte pro Umdrehung, 1/20-Schritt, $\rightarrow P3 = 360 / 200 / 20 = 0.09$, Encoder 10 Bit / U $\rightarrow P39 = 360 / 2^{10} = 0.3515625$</p>	0
P38	<p>Encoder Zählrichtung</p> <p>0 = + (positiv) 1 = - (negativ)</p>	0
P39	<p>Encoder Umrechnungsfaktor (Skalierung)</p> <p>1 Inkrement entspricht ...</p> <p>Berechnung des Umrechnungsfaktors:</p> $\text{Umrechnungsfaktor} = \frac{\text{Spindelsteigung}}{\text{Encoder} - \text{Schrittzahl pro Umdrehung}}$	1
P40	<p>Stoppstrom in 0,01 A_{eff} oder 0,1 A_{eff} Stufen abhängig von der Endstufe einstellbar</p> <p>siehe Manual der Endstufe</p>	2
P41	<p>Laufstrom in 0,01 A_{eff} oder 0,1 A_{eff} Stufen abhängig von der Endstufe einstellbar</p> <p>siehe Manual der Endstufe</p>	6

Nr.	Bedeutung	Auslieferungszustand
P42	Booststrom in 0,01 A _{eff} oder 0,1 A _{eff} Stufen abhängig von der Endstufe einstellbar siehe Manual der Endstufe	10
P43	Stoppstromüberhöhungszeit in ms	20
P44	Nur für I4XM01! Taktquelle für die Achse 0 = 1:1 (Eingang=Ausgang) 1 = von X 2 = von Y 3 = von Z 4 = von U 5 = von extern	0
P45	Schrittauflösung und Vorzugsdrehrichtung Die Schrittauflösung ist abhängig vom Endstufentyp: siehe Manual der Endstufe P45 gilt nur für INTERNE Endstufen oder Endstufen, die über einen Bus verbunden sind. Vorzugsdrehrichtung: bei APS05 und APS09 bzw. LPS gilt: Bit7=1: negative Vorzugsdrehrichtung Bit7=0: positive Vorzugsdrehrichtung Beispiel bei APS05 Endstufe: P45=3 _{dez} (11 _{bin}): ¼ Schrittauflösung und positive Vorzugsdrehrichtung P45=131 _{dez} (10000011 _{bin}): ¼ Schrittauflösung und negative Vorzugsdrehrichtung	3
P46	nicht belegt	
P47	nicht belegt	
P48	nicht belegt	
P49	Endstufentemperatur in 1/10 °C	(nur lesen)

Positionieren

Nr.	Bedeutung	Auslieferungszustand
P50	Teiler für Takt (nur für I4XM01) $\text{Takt}_{\text{Ausgang}} = 1/(n+1) * \text{Takt}_{\text{Eingang}}$ 0: $1 / (0+1) = 1$ 1: $1 / (1+1) = 1/2$ 2: $1 / (2+1) = 1/3$ 3: $1 / (3+1) = 1/4$ 4: $1 / (4+1) = 1/5$ 5: $1 / (5+1) = 1/6$ etcpp.	n = 0
P51	Taktbreite: $(n+1) * 100 \text{ ns}$ (nur für I4XM01) n: 0...255 z.B. n=19: $(19+1)*100 \text{ ns}=2000 \text{ ns}= 2\mu\text{s}$ $\rightarrow F_{\text{max}}=1/(2*2 \mu\text{s})=250 \text{ kHz}$	n = 19
P52	Intern belegt für Trigger-Position	
P53	Endstufenüberwachung 0 = off 1 = on	1
P54	Motortemperatur in $1/10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ -999999: Temperaturmodul nicht vorhanden -9999: Überlauf negativ oder Temperatur kleiner $-220 \text{ }^{\circ}\text{C}$ bei PT100 9999: Überlauf positiv oder Temperatur größer $+390 \text{ }^{\circ}\text{C}$ bei PT100	-999999 (nur lesen)
P55	Motortemperatur Warnung in $1/10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ Hat sich der Motor auf den definierten Temperaturwert erwärmt, erfolgt eine Warnung. Es wird empfohlen, den Motor erst nach Abkühlung wieder in Betrieb zu nehmen.	0
P56	Motortemperatur Abschaltung in $1/10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ Hat der sich der Motor auf den definierten Temperaturwert erwärmt, schaltet die Steuerung ab und die Endstufe muss rückgesetzt werden.	0
P57	Resolver Spannung n=3...10 (Volt)	3

Nr.	Bedeutung	Auslieferungszustand
P58	Resolver Ratio (Verhältnis Primär zu Sekundär-Spule) 0=1/8 1=1/4 2=1/2 3=1 4=2	2
P59	Modulo Schrittweite Vorgabe der Schritte für 1 Motorumdrehung	0
P60	Modulo Encoder Vorgabe für Encoder für 1 Motorumdrehung	0
P61	Modulo Umdrehungen (Schritte) Zähler für Anzahl der Umdrehungen Kann nur auf 0 gesetzt werden.	0

7 Stichwortverzeichnis

B

Beschleunigung / Verzögerung a 10

E

Encoder 37

Endschalter 32

F

Feinschritt 14

H

Halbschritt 13

L

Lauffrequenz / Geschwindigkeit P14 8

Laufstromüberhöhungszeit 16

Linearinterpolation 27

M

Maximale Frequenz / Geschwindigkeit
der Achse F_{\max} 9

P

Parameter 30

Parameterliste 31

PNP-Öffner 35

PNP-Schließer 35

R

Resonanzen 13, 14

S

Schnittstelle 30

s-förmig 37

Sicherheitshinweise 4

Spielausgleich 34

Start-/Stoppfrequenz 20, 31

V

Vollschritt 12

Z

Zähler 34

Zirkularinterpolation 29