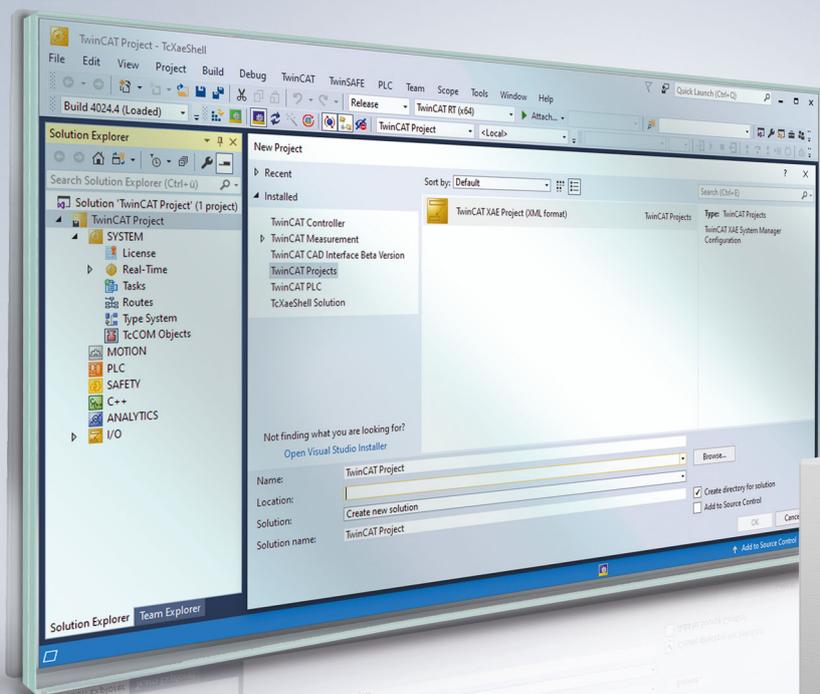


Funktionsbeschreibung | DE

TF5200 | TwinCAT 3 CNC

Spindel



Hinweise zur Dokumentation

Diese Beschreibung wendet sich ausschließlich an ausgebildetes Fachpersonal der Steuerungs- und Automatisierungstechnik, das mit den geltenden nationalen Normen vertraut ist.

Zur Installation und Inbetriebnahme der Komponenten ist die Beachtung der Dokumentation und der nachfolgenden Hinweise und Erklärungen unbedingt notwendig.

Das Fachpersonal ist verpflichtet, für jede Installation und Inbetriebnahme die zu dem betreffenden Zeitpunkt veröffentlichte Dokumentation zu verwenden.

Das Fachpersonal hat sicherzustellen, dass die Anwendung bzw. der Einsatz der beschriebenen Produkte alle Sicherheitsanforderungen, einschließlich sämtlicher anwendbaren Gesetze, Vorschriften, Bestimmungen und Normen erfüllt.

Disclaimer

Diese Dokumentation wurde sorgfältig erstellt. Die beschriebenen Produkte werden jedoch ständig weiter entwickelt.

Wir behalten uns das Recht vor, die Dokumentation jederzeit und ohne Ankündigung zu überarbeiten und zu ändern.

Aus den Angaben, Abbildungen und Beschreibungen in dieser Dokumentation können keine Ansprüche auf Änderung bereits gelieferter Produkte geltend gemacht werden.

Marken

Beckhoff®, TwinCAT®, TwinCAT/BSD®, TC/BSD®, EtherCAT®, EtherCAT G®, EtherCAT G10®, EtherCAT P®, Safety over EtherCAT®, TwinSAFE®, XFC®, XTS® und XPlanar® sind eingetragene und lizenzierte Marken der Beckhoff Automation GmbH.

Die Verwendung anderer in dieser Dokumentation enthaltenen Marken oder Kennzeichen durch Dritte kann zu einer Verletzung von Rechten der Inhaber der entsprechenden Bezeichnungen führen.

Patente

Die EtherCAT-Technologie ist patentrechtlich geschützt, insbesondere durch folgende Anmeldungen und Patente:

EP1590927, EP1789857, EP1456722, EP2137893, DE102015105702

mit den entsprechenden Anmeldungen und Eintragungen in verschiedenen anderen Ländern.

EtherCAT 

EtherCAT® ist eine eingetragene Marke und patentierte Technologie lizenziert durch die Beckhoff Automation GmbH, Deutschland

Copyright

© Beckhoff Automation GmbH & Co. KG, Deutschland.

Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet.

Zuwerhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmustereintragung vorbehalten.

Allgemeine- und Sicherheitshinweise

Verwendete Symbole und ihre Bedeutung

In der vorliegenden Dokumentation werden die folgenden Symbole mit nebenstehendem Sicherheitshinweis und Text verwendet. Die (Sicherheits-) Hinweise sind aufmerksam zu lesen und unbedingt zu befolgen!

Symbole im Erklärtext

1. Gibt eine Aktion an.
⇒ Gibt eine Handlungsanweisung an.

GEFAHR

Akute Verletzungsgefahr!

Wenn der Sicherheitshinweis neben diesem Symbol nicht beachtet wird, besteht unmittelbare Gefahr für Leben und Gesundheit von Personen!

VORSICHT

Schädigung von Personen und Maschinen!

Wenn der Sicherheitshinweis neben diesem Symbol nicht beachtet wird, können Personen und Maschinen geschädigt werden!

HINWEIS

Einschränkung oder Fehler

Dieses Symbol beschreibt Einschränkungen oder warnt vor Fehlern.

Tipps und weitere Hinweise

i Dieses Symbol kennzeichnet Informationen, die zum grundsätzlichen Verständnis beitragen oder zusätzliche Hinweise geben.

Allgemeines Beispiel

Beispiel zu einem erklärten Sachverhalt.

NC-Programmierbeispiel

Programmierbeispiel (komplettes NC-Programm oder Programmsequenz) der beschriebenen Funktionalität bzw. des entsprechenden NC-Befehls.

Spezifischer Versionshinweis

i Optionale, ggf. auch eingeschränkte Funktionalität. Die Verfügbarkeit dieser Funktionalität ist von der Konfiguration und dem Versionsumfang abhängig.

Inhaltsverzeichnis

Hinweise zur Dokumentation	3
Allgemeine- und Sicherheitshinweise.....	5
1 Übersicht.....	8
2 Beschreibung	9
2.1 Steuerungstopologie	9
2.2 Spindelarten	10
2.2.1 NC-Spindel.....	10
2.2.2 PLC-Spindel	12
2.2.3 Hauptspindel	15
2.2.4 Gesteuerte Spindel	16
2.2.5 Weitere Konfigurationsbeispiele	19
2.3 Spindelbetriebsarten	23
2.3.1 Endlosdrehen	25
2.3.2 Positionieren	25
2.3.3 Spindel als Kanalachse.....	25
2.4 Verhalten der Spindel.....	26
2.4.1 Spindel „Override“	26
2.4.2 Regelung durch CNC	26
2.4.3 Verhalten bei NC-Programmende bzw. CNC-Reset	26
2.5 Synchronisation.....	27
2.5.1 M-Funktionen	28
2.5.2 Spindeldrehzahl – Bahnbewegung	28
2.6 Spindelüberwachungen.....	31
2.7 Referenzpunktfahrt für NC-Spindeln	32
2.8 Spindelfunktionen.....	32
2.8.1 Vorsteuerung.....	32
2.8.2 Getriebebeschalten	35
2.8.3 Synchronbetrieb	39
2.8.4 Kennliniengeführte Beschleunigung.....	41
2.8.5 Werkzeugbezogene Dynamikbegrenzung für Spindeln	50
2.8.6 Gewindebohren ohne Ausgleichfutter (G63).....	51
2.8.7 Gewindeschneiden mit endlos drehender Spindel (G33).....	53
2.8.8 C-Achsbearbeitung (Stirn- und Mantelflächenbearbeitung).....	58
2.8.9 Drehfunktionen.....	58
2.9 HLI Schnittstellenobjekte (NCK-PLC Schnittstelle).....	60
3 Parameter.....	61
3.1 Übersicht Kanal-, Achs- und Werkzeugparameter	61
3.2 Beschreibung	63
3.2.1 Kanalparameter.....	63
3.2.2 Achsparameter.....	71
3.2.3 Werkzeugparameter.....	83
4 Support und Service	85
Stichwortverzeichnis	86

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Einbindung der Spindeln in die NC-Steuerungstopologie	9
Abb. 2	Jeder NC-Kanal kann für den Zugriff auf alle vorhandenen Spindeln konfiguriert werden.	9
Abb. 3	Betrieb NC-Spindel	10
Abb. 4	NC-Spindel mit externer Beauftragung	11
Abb. 5	PLC-Spindel	12
Abb. 6	Kanalspezifische Beauftragung einer PLC-Spindel	14
Abb. 7	Anbindung der 3 Spindeln an Kanal 1.....	20
Abb. 8	Anbindung der 3 Spindeln an Kanal 1 und Kanal 2	22
Abb. 9	Zustandsgraph der Spindelbetriebsarten für analoge Antriebe.....	23
Abb. 10	Zustandsgraph der Spindelbetriebsarten für digitale Antriebe (z.B. SERCOS)	24
Abb. 11	Spindel mit Bahnbewegung nicht synchronisiert.....	29
Abb. 12	Spindel zur Bahnbewegung synchronisiert	30
Abb. 13	Definition der Drehzahlbereiche gemäß Beispiel	37
Abb. 14	Beispielhafte Maschinenstruktur für Synchronbetrieb mit Spindeln	39
Abb. 15	Beschleunigungskennlinie in Abhängigkeit der Drehzahl	41
Abb. 16	Verlauf der Beschleunigung gemäß Polynom oder Hyperbel	42
Abb. 17	Beschleunigungsverlauf gemäß Polynom oder Hyperbel mit Stützpunkten	43
Abb. 18	Kennlinienverlauf Nenndrehzahl n _{grenz} bei Polynomen	45
Abb. 19	Kennlinienverlauf Nenndrehzahl n _{grenz} bei Hyperbel	46
Abb. 20	Verlauf der Beschleunigung bei asynchroner Antriebscharakteristik	48
Abb. 21	Kennlinienverlauf ab Nenndrehzahl	49
Abb. 22	Angabe der Gewindesteigung bei Längsgewinde	54
Abb. 23	Angabe der Gewindesteigung bei Kegelgewinde	54
Abb. 24	Darstellung der Beispielgeometrie	55
Abb. 25	Stirn- und Mantelflächenbearbeitung	58

1 Übersicht

Aufgabe

Spindeln sind Maschinenelemente mit einem elektrischen Antrieb, die dazu dienen, ein Werkzeug (Fräser, Bohrer, Senker, Gewindebohrer usw.) oder ein Werkstück aufzunehmen, um es für die Bearbeitung in Rotation zu versetzen. Zum Einsatz kommen Spindeln bei der spanenden Bearbeitung aller Arten von Werkstoffen wie z.B. Metall, Holz, Kunststoff. Insbesondere sind Spindeln ein zentrales Bauelement in CNC-gesteuerten Werkzeugmaschinen. Hierzu zählen z.B. Dreh- und Fräsmaschinen, Bearbeitungszentren und Schleifmaschinen.

Eigenschaften

Grundsätzlich unterscheiden sich Spindeln durch die Art ihrer Ansteuerung. Die Art der Spindel kann aber auch durch die Bearbeitungsaufgabe festgelegt sein. In der vorliegenden Dokumentation werden 4 Arten von Spindeln unterschieden:

1. NC-Spindel
2. PLC-Spindel
3. Hauptspindel
4. Gesteuerte Spindel

Nur Spindeln, die dem Kanal durch die Konfiguration bekannt sind, können im NC-Programm auch verwendet werden. Das bedeutet, dass eine Spindel bei entsprechender Konfiguration auch von mehreren Kanälen aus angesprochen werden kann.

Parametrierung

Abhängig von der Einbindung in die Steuerungstopologie, der Art der eingesetzten Spindeln und der Bearbeitungsaufgabe müssen in unterschiedlichen Konfigurationsdaten Parameter gesetzt werden:

- [Kanalparameter \[► 61\]](#)
- [Achspanparameter \[► 61\]](#)
- [Werkzeugparameter \[► 62\]](#)

Obligatorischer Hinweis zu Verweisen auf andere Dokumente

Zwecks Übersichtlichkeit wird eine verkürzte Darstellung der Verweise (Links) auf andere Dokumente bzw. Parameter gewählt, z.B. [PROG] für Programmieranleitung oder P-AXIS-00001 für einen Achspanparameter.

Technisch bedingt funktionieren diese Verweise nur in der Online-Hilfe (HTML5, CHM), allerdings nicht in PDF-Dateien, da PDF keine dokumentenübergreifenden Verlinkungen unterstützt.

2 Beschreibung

2.1 Steuerungstopologie

Über die Kanalparameterliste [CHAN] werden aus den vorhandenen Spindeln die für den NC-Kanal benötigten Spindeln ausgewählt und parametrieren.

Spindeln können über die Benutzerschnittstelle (NC-Programm, HMI) oder über die Schnittstelle zur SPS (HLI) beauftragt werden. Im NC-Programm können pro Kanal versionsabhängig 6-16 Spindeln beauftragt werden.

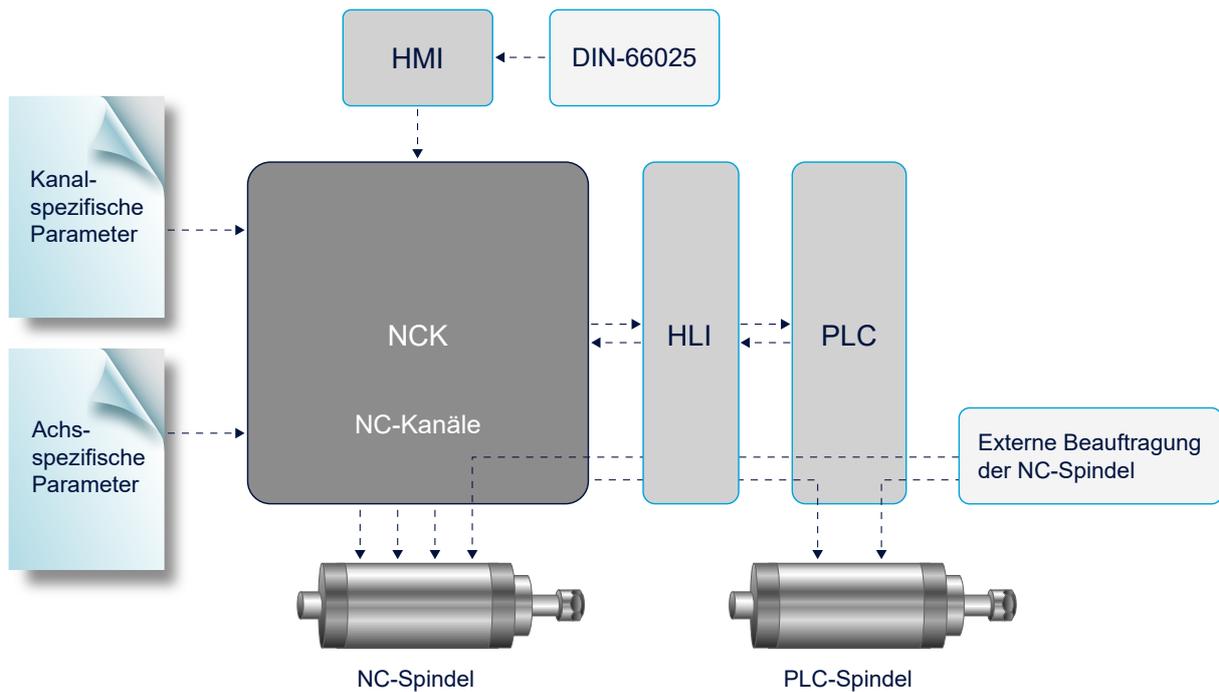


Abb. 1: Einbindung der Spindeln in die NC-Steuerungstopologie



Ab CNC-Version V3.1.3100 können pro Kanal 16 Spindeln beauftragt werden.
In CNC-Versionen bis V3.1.30xx können pro Kanal 6 Spindeln beauftragt werden

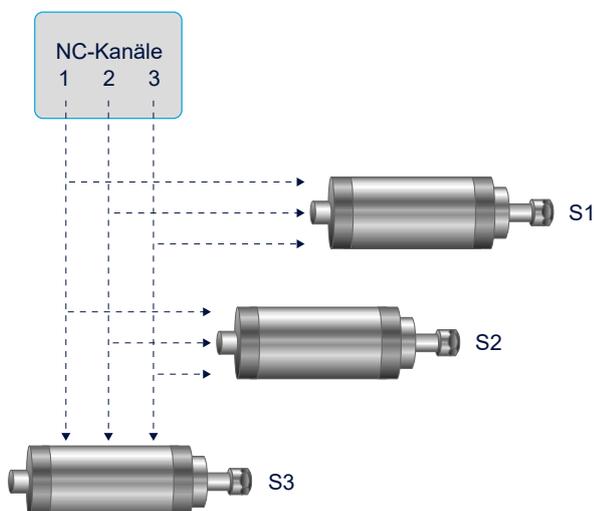


Abb. 2: Jeder NC-Kanal kann für den Zugriff auf alle vorhandenen Spindeln konfiguriert werden.

2.2 Spindelarten

2.2.1 NC-Spindel

Die NC-Spindel wird durch einen Einzelachsinterpolator der Steuerung lagegeregelt betrieben.

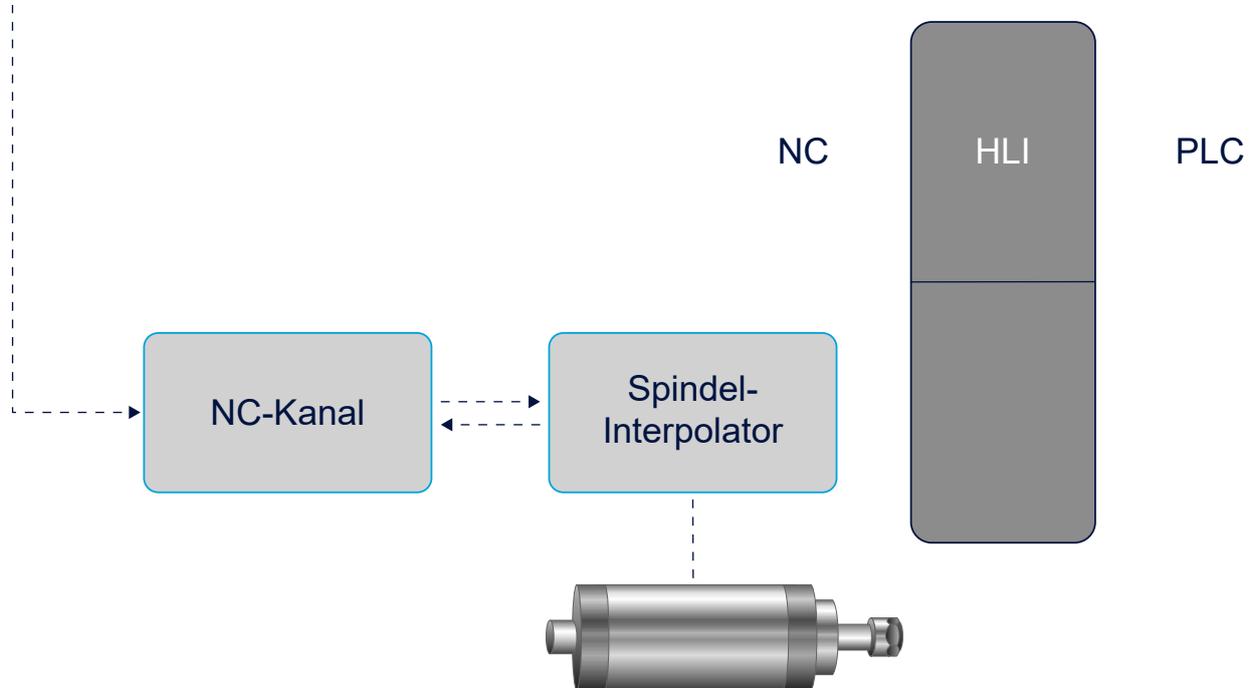


Abb. 3: Betrieb NC-Spindel



Bei digitalen Antrieben (z.B. SERCOS) erfolgt die Regelung antriebsseitig. Hier können auch die Betriebsarten Drehzahl- oder Momenten-Regelung aktiviert werden.

Parameter für die NC-Spindel

P-AXIS-00015	Betriebsmodus der Achse
P-AXIS-00016	Logische Nummer der Achse
P-AXIS-00018	Typ der Achse
P-AXIS-00020	Antriebstyp der Achse
P-CHAN-00007	Bezeichnung der Spindel
P-CHAN-00036	Logische Achsnummer der Spindel
P-CHAN-00051	Logische Achsnummer der Hauptspindel
P-CHAN-00053	Bezeichnung der Hauptspindel
P-CHAN-00082	Spindelanzahl

2.2.1.1 Beispiel: Konfigurierung und Programmierung einer NC-Spindel

Initialisierung in der Achsparameterliste

```
kopf.achs_nr      1
achs_typ          0x0004 Spindel
```

Initialisierung in der Kanalparameterliste (Kanal 1)

```
spd1_anzahl      1
main_spindle_ax_nr 1
main_spindle_name S
spindel[0].bezeichnung S1
spindel[0].log_achs_nr 1
```

Konfigurierung und Programmierung einer NC-Spindel

DIN Syntax:

```
N10 M03 S1000
N20 Z0
N30 M04 S1000
N40 Z100
N50 M05
N60 M19 S200 S.POS100
M30
```

Achsspezifische Syntax:

```
N10 S[M03 REV1000]
N20 Z0
N30 S[M04 REV1000]
N40 Z100
N50 S[M05]
N60 S[M19 REV200 POS100]
M30
```

Externe Beauftragung einer NC-Spindel

Über eine Zusatzschnittstelle im HLI kann die NC-Spindel aus dem PLC-Prozess beauftragt werden.

- Die Aufträge werden dabei von der Spindel in der Reihenfolge ihres Eingangs sequentiell bearbeitet.
- Der PLC-Prozess erhält die Quittierungen, z.B. über die erreichte Drehzahl.

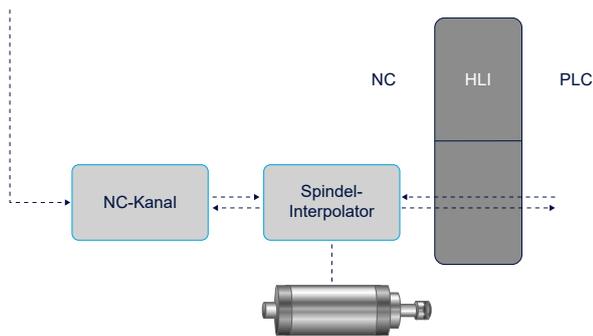


Abb. 4: NC-Spindel mit externer Beauftragung

2.2.2 PLC-Spindel

Die PLC-Spindel wird durch die PLC angesteuert.

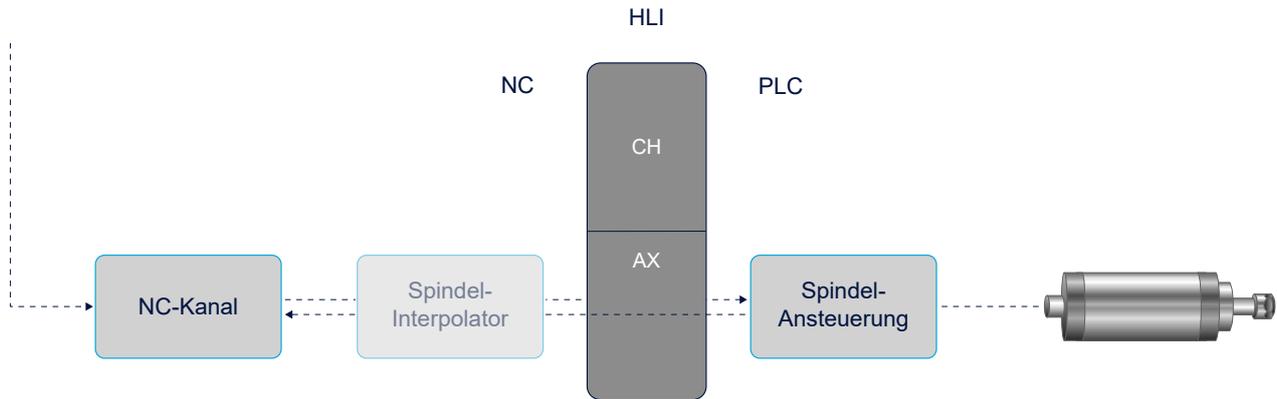


Abb. 5: PLC-Spindel

Die Spindelachse wird wie eine NC-Spindel konfiguriert und parametrierd. Da kein realer Antrieb durch die NC zu versorgen ist, muss der Antriebstyp „Simulation“ oder „virtuell“ gewählt werden.

PLC-Spindeln werden von der CNC über die PLC-Schnittstelle (HIL) mit Drehzahl- bzw. Positionskommandos beauftragt. Die Ansteuerung findet durch die PLC statt. Die CNC erhält lediglich eine Quittierung für an die Spindel ausgegebene M-Funktionen.

Parameter für die PLC-Spindel

P-AXIS-00015	Betriebsmodus der Achse
P-AXIS-00016	Logische Nummer der Achse
P-AXIS-00018	Typ der Achse
P-AXIS-00020	Antriebstyp der Achse
P-CHAN-00007	Bezeichnung der Spindel
P-CHAN-00036	Logische Achsnummer der Spindel
P-CHAN-00051	Logische Achsnummer der Hauptspindel
P-CHAN-00053	Bezeichnung der Hauptspindel
P-CHAN-00082	Spindelanzahl

2.2.2.1 Beispiel: Konfigurierung und Programmierung einer PLC-Spindel

Initialisierung in der Achsparameterliste

```
achs_typ          0x00004   Spindel
achs_mode         0x40000   Extern kontrollierte
                   Spindel
antr_typ          0x00004   Simulation
```

Initialisierung in der Kanalparameterliste

```
spdl_anzahl      1
main_spindle_ax_nr 1
main_spindle_name S

spindel[0].bezeichnung S1
spindel[0].log_achs_nr 1
```



Die Programmierung von NC- und PLC-Spindeln unterscheidet sich nicht.

Konfigurierung und Programmierung einer PLC-Spindel

DIN Syntax:

```
N10 M03 S1000
N20 Z0
N30 M04 S1000
N40 Z100
N50 M05
N60 M19 S200 S.POS100
M30
```

Achsspezifische Syntax:

```
N10 S[M03 REV1000]
N20 Z0
N30 S[M04 REV1000]
N40 Z100
N50 S[M05]
N60 S[M19 REV200 POS100]
M30
```

2.2.2.2 Sonderapplikation

Datenaustausch für PLC-Spindeln über den kanalspezifischen HLI-Bereich

Der Einzelachsinterpolator der Steuerung ist bei dieser Konfiguration nicht vorhanden. Es besteht die Möglichkeit PLC-Spindeln direkt durch den NC-Kanal zu beauftragen.

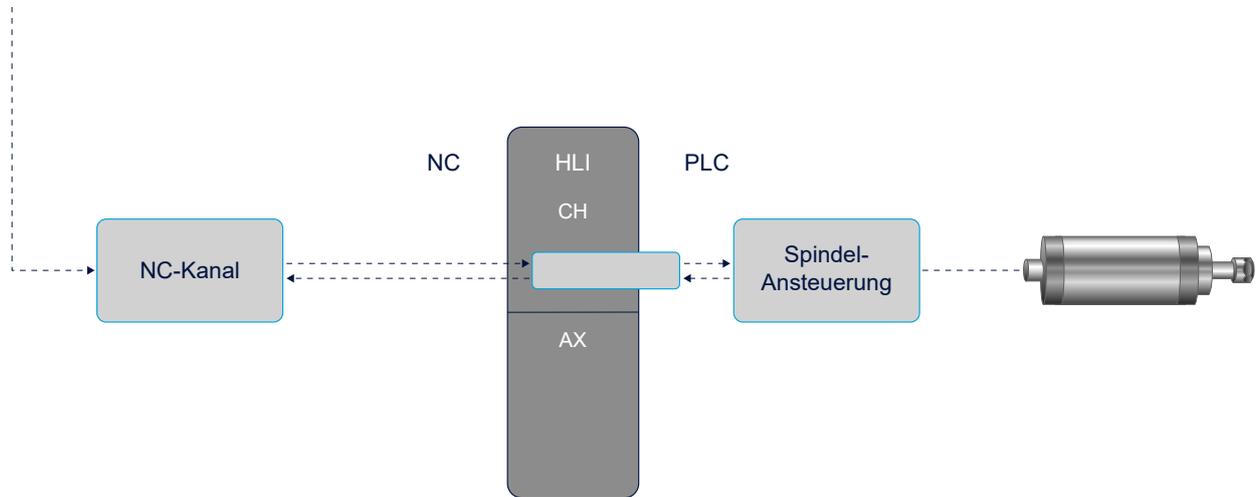


Abb. 6: Kanalspezifische Beauftragung einer PLC-Spindel

Parameter

P-CHAN-00069	PLC-gesteuerte Spindel
--------------	------------------------

Sonderapplikation

Spindel S1 wird als PLC-Spindel definiert

Initialisierung in der Kanalparameterliste

```

:
spindel[0].plc_control      1
spindel[0].bezeichnung    S1
spindel[0].log_achs_nr    1
:

```

Die logische Achsnummer ist beliebig, sie muss jedoch ungleich 0 sein und sie darf keiner anderen Achse bereits zugeordnet sein.

Für diese Art von PLC-Spindel ist keine Achsparameterliste erforderlich.

2.2.3 Hauptspindel

Die Hauptspindel kann zusammen mit bestimmten Standardfunktionalitäten (z.B. Gewindebohren, Getriebeschalten etc.) in der herkömmlichen DIN-Syntax programmiert werden.

Die Definition der Hauptspindel erfolgt über die Belegung des Parameters P-CHAN-00051. Hier wird die logische Achsnummer einer der Spindeln eingetragen, die in der Kanalparameterliste konfiguriert sind. Diese Spindel ist nach dem Hochlauf der Steuerung die Hauptspindel.

Durch den NC-Befehl #MAIN SPINDLE, siehe [PROG], kann jede andere Spindel im System zur Hauptspindel definiert werden.

Der Hauptspindel wird über den Parameter P-CHAN-00053 (main_spindle_name) eine Achsbezeichnung zugeordnet, mit der sie im Teileprogramm angesprochen werden kann. Die Hauptspindel heißt immer S. Die Achsbezeichnungen der übrigen Spindeln müssen ebenfalls mit S beginnen, sind aber ansonsten frei wählbar.



Auch wenn nur eine Spindel im System vorhanden ist, muss diese als Hauptspindel konfiguriert werden.

Parameter

P-CHAN-00051	Logische Achsnummer der Hauptspindel
P-CHAN-00053	Bezeichnung der Hauptspindel

Beispieldatensatz

Beispiel: Spindel S1 wird als Hauptspindel definiert.

Initialisierung in der Kanalparameterliste

```
main_spindle_ax_nr      10
main_spindle_name      S

spindel[0].bezeichnung S1
spindel[0].log_achs_nr 10

spindel[1].bezeichnung S2
spindel[1].log_achs_nr 11

spindel[2].bezeichnung S3
spindel[2].log_achs_nr 12
```

2.2.4 Gesteuerte Spindel

Funktionalität

Für bestimmte Anwendungen kann es ausreichend sein, eine Spindel nicht lagegeregelt zu betreiben, sondern die Spindel im rein gesteuerten Betrieb durch Ausgabe eines Drehzahlsollwertes zu bewegen.

Antriebstypen

Die Konfiguration einer gesteuerten Spindel ist für die Antriebstypen Terminal, Lightbus, und EtherCAT/Canopen möglich.

Wirkungsweise

Bei einer gesteuerten Spindel wird der Geschwindigkeitssollwert des Interpolators direkt an die Achse ausgegeben und nicht der Geschwindigkeitssollwert des Lagereglers.

Die Quittierung von Drehzahlkommandos an die Spindel wird dabei abhängig vom konfigurierten Istwerttelegramm aus den folgenden Istwerten abgeleitet:

1. Falls ein Lageistwert konfiguriert ist, wird die Istdrehzahl aus den Lageistwerten berechnet. Hierzu muss die Auflösung des Gebers in der Achsparameterliste angegeben werden.
2. Falls ein Drehzahlistwert und kein Lageistwert konfiguriert ist, wird der Drehzahlistwert zur Drehzahlquittierung verwendet.
3. Falls weder ein Lage- noch ein Drehzahlistwert konfiguriert ist (geberlose Spindel), wird die Drehzahlquittierung aus dem internen Drehzahlsollwert berechnet. Die Drehzahl wird dabei als erreicht betrachtet, wenn der interne, taktweise berechnete Drehzahlsollwert innerhalb der in der Achsparameterliste angegebenen Drehzahltoleranz liegt.

Eine geberlose Spindel kann nicht positioniert werden. Wird dies trotzdem versucht, wird die Fehlermeldung 70252 ausgegeben.

Damit die tatsächliche Spindeldrehzahl mit der programmierten Spindeldrehzahl übereinstimmt, muss der Skalierungsfaktor für den Geschwindigkeitssollwert korrekt eingestellt sein.

Die Konfiguration einer gesteuerten Spindel ist für die Antriebstypen Terminal, Lightbus, und EtherCAT/Canopen möglich.



Bei Terminalantrieben kann es bedingt durch Offsetspannungen im Analogeingangsteil des Antriebsreglers auch bei einer programmierten Spindeldrehzahl von 0 zu einer langsamen Drehbewegung der Spindel kommen.

Dies kann verhindert werden durch:

- Offsetabgleich des Antriebsverstärkers.
- Sperren des Antriebsverstärkers bei Drehzahl 0 seitens der SPS.

2.2.4.1 Beispiel: Konfigurierung einer geberlosen Spindel

Für einen Terminalantrieb soll eine geberlose Spindel parametrierung werden. Die DA-Wandlerklemme liefert bei einem digitalen Eingangswert von 32767 Digits eine Ausgangsspannung von 10 V. Bei einer Eingangsspannung von 10V dreht sich der Motor mit einer Geschwindigkeit von 3000 Umdrehungen/Minute.

Hierzu sind die folgenden Schritte nötig:

1. Konfiguration einer Spindel ohne Geber, aber mit DA-Ausgabe-kanal.
2. Einstellen der Betriebsart auf gesteuerten Betrieb.
3. Parametrierung der Geschwindigkeitsskalierung.

1. Schritt

Konfiguration einer Spindel ohne Geber

Die Konfiguration erfolgt üblicherweise mit einem Konfigurationswerkzeug. Die Grundkonfiguration erfolgt wie bei einer NC-Spindel (siehe Kap. [NC-Spindel \[► 10\]](#)).

2. Schritt

Drehzahlgesteuerten Betrieb für die Achse konfigurieren

Hierzu ist in der Achsparameterliste P-AXIS-00320 auf den Wert „OPEN_POSITION_LOOP_MODE“ zu setzen.

```
antr.operation_mode          OPEN_POSITION_LOOP_MODE
```

3. Schritt

Parametrierung der Geschwindigkeitsskalierung

Hierzu sind in der Achsparameterliste P-AXIS-00207, P-AXIS-00206 und P-AXIS-00205 zu belegen:

Die Vorgabe der Sollgeschwindigkeit an den Antrieb erfolgt in Umdrehungen / Minute:

```
antr.v_time_base            0
```

Bei Ausgabe von 32767 Inkrementen dreht sich der Motor mit 3000 U/min. Dies entspricht einer Geschwindigkeit von $3000 * 360^\circ/\text{min} = 1080000^\circ/\text{min}$.

Umgerechnet in das interne Format ergibt dies:

$$1080000^\circ * 1000 = 1080000000.$$

```
antr.v_reso_num             32767
antr.v_reso_denom           1080000000
```

Parameter für die geberlose Spindel

P-AXIS-00320	Achsbetriebsart
P-AXIS-00207	Zeitbasis Geschwindigkeitsskalierung
P-AXIS-00206	Geschwindigkeitsskalierung Zähler
P-AXIS-00205	Geschwindigkeitsskalierung Nenner

2.2.4.2 Beispiel: Konfiguration einer gesteuerten Spindel mit Drehzahlrückmeldung

Es soll eine gesteuerte Spindel konfiguriert werden, bei der die Drehzahlquittierung über den Drehzahlwert erfolgt. Die Spindelachse dreht sich bei Ausgabe des Wertes 1 als Sollgeschwindigkeit mit einer Drehzahl von 1 U/min.

Hierzu sind die folgenden Schritte nötig:

1. Konfiguration einer Spindel mit Ausgabe eines Drehzahlwertes und Rückgabe eines Drehzahlwertes.
2. Einstellen der Betriebsart auf gesteuerten Betrieb.
3. Parametrierung der Geschwindigkeitsskalierung.

1. Schritt

Konfiguration einer Spindel

Die Konfiguration erfolgt üblicherweise mit einem Konfigurationswerkzeug. Die Grundkonfiguration erfolgt wie bei einer NC-Spindel (siehe Kap. [NC-Spindel \[► 10\]](#))

2. Schritt

Drehzahlgesteuerten Betrieb für die Achse konfigurieren

Hierzu ist in der Achsparameterliste P-AXIS-00320 auf den Wert „OPEN_POSITION_LOOP_MODE“ zu setzen.

```
antr.operation_mode          OPEN_POSITION_LOOP_MODE
```

3. Schritt

Parametrierung der Geschwindigkeitsskalierung

Hierzu sind in der Achsparameterliste P-AXIS-00207, P-AXIS-00206 und P-AXIS-00205 zu belegen:

Die Vorgabe der Sollgeschwindigkeit an den Antrieb erfolgt in U/min:

```
antr.v_time_base            0
```

Bei Ausgabe von 1 Inkrement dreht sich der Motor mit 1 U/min. Dies entspricht einer Geschwindigkeit von $1 \cdot 360^\circ/\text{min} = 360^\circ/\text{min}$.

Umgerechnet in das interne Format ergibt dies:

$$360^\circ \cdot 1000 = 360000.$$

```
antr.v_reso_num             1
antr.v_reso_denom           360000
```

Parameter für die geberlose Spindel

P-AXIS-00320	Achsbetriebsart
P-AXIS-00207	Zeitbasis Geschwindigkeitsskalierung
P-AXIS-00206	Geschwindigkeitsskalierung Zähler
P-AXIS-00205	Geschwindigkeitsskalierung Nenner

2.2.5 Weitere Konfigurationsbeispiele

2.2.5.1 Beispiel: Konfigurierung und Programmierung mehrerer Spindeln

3 Spindeln

Initialisierung in der Achsparameterliste

```
achs_typ      0x00004 Spindel
achs_mode     0x40000 Extern kontrollierte Spindel
antr_typ      0x00004 Simulation
```

Initialisierung in der Kanalparameterliste

```
spdl_anzahl      3
main_spindle_ax_nr 6
main_spindle_name S

spindel[0].bezeichnung S1
spindel[0].log_achs_nr 6

spindel[1].bezeichnung S2
spindel[1].log_achs_nr 11
...

spindel[2].bezeichnung S3
spindel[2].log_achs_nr 30
...
```

Die Spindel „S1“ mit der logischen Achsnummer 6 wird als Hauptspindel definiert. Sie wird über den Spindelnamen „S“ angesprochen. Die Spindeln mit den logischen Achsnummern 11 und 30 werden über ihre Bezeichnungen „S2“ und „S3“ programmiert.

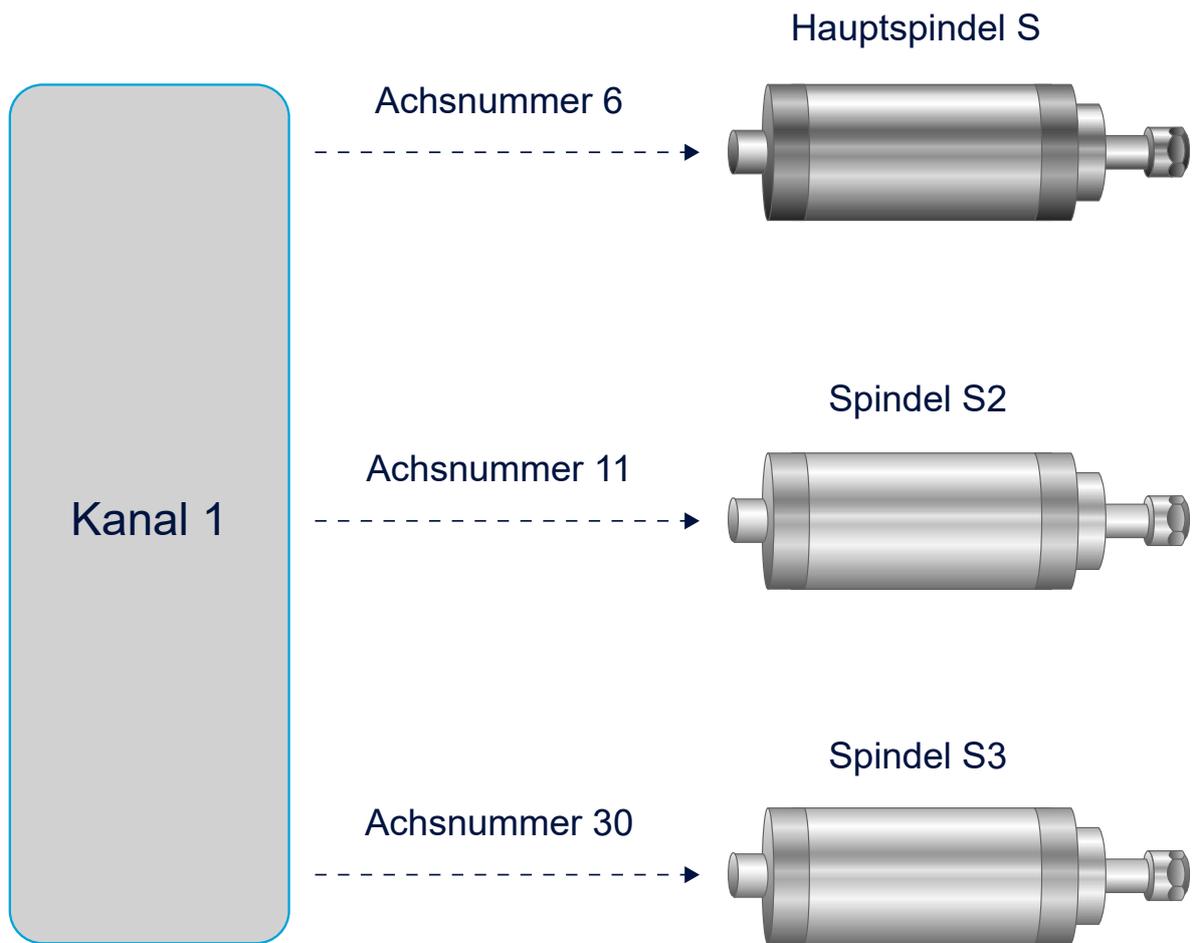


Abb. 7: Anbindung der 3 Spindeln an Kanal 1

2.2.5.2 Beispiel: Konfiguration eines 2-kanaligen Systems mit 3 Spindeln

Kanal 1

Initialisierung in der Kanalparameterliste Kanal 1:

3 Spindeln, Spindel mit der Achsnummer 11 (S2) soll Hauptspindel sein.

```
spdl_anzahl          3
main_spindle_ax_nr   11
main_spindle_name    S
main_spindle_gear_change 0
#
spindel[0].bezeichnung  S1
spindel[0].log_achs_nr  6
spindel[1].bezeichnung  S2
spindel[1].log_achs_nr  11
spindel[2].bezeichnung  S3
spindel[2].log_achs_nr  30
:
```

Kanal 2

```
spdl_anzahl          3
main_spindle_ax_nr   11
main_spindle_name    S
main_spindle_gear_change 0
#
spindel[0].bezeichnung  S1
spindel[0].log_achs_nr  6
spindel[1].bezeichnung  S2
spindel[1].log_achs_nr  11
spindel[2].bezeichnung  S3
spindel[2].log_achs_nr  30
```

Initialisierung in der Kanalparameterliste Kanal 2:

2 Spindeln, Spindel mit der Achsnummer 11 (S2) soll Hauptspindel sein.

```
spdl_anzahl          2
main_spindle_ax_nr   11
main_spindle_name    S
main_spindle_gear_change 0
#
spindel[0].bezeichnung  S1
spindel[0].log_achs_nr  6
spindel[1].bezeichnung  S2
spindel[1].log_achs_nr  11
```

Beide Kanäle können die Spindel mit der logischen Achsnummer 11 als Hauptspindel über den Spindelnamen „S“ ansprechen. Sie kann in herkömmlicher DIN-Syntax oder in spindelspezifischer Syntax programmiert werden.

Die Spindel „S1“ kann ebenfalls von beiden Kanälen aus in spindelspezifischer Syntax programmiert werden.

Spindel „S3“ ist ausschließlich in Kanal 1 verfügbar, in Kanal 2 ist diese Spindel unbekannt.

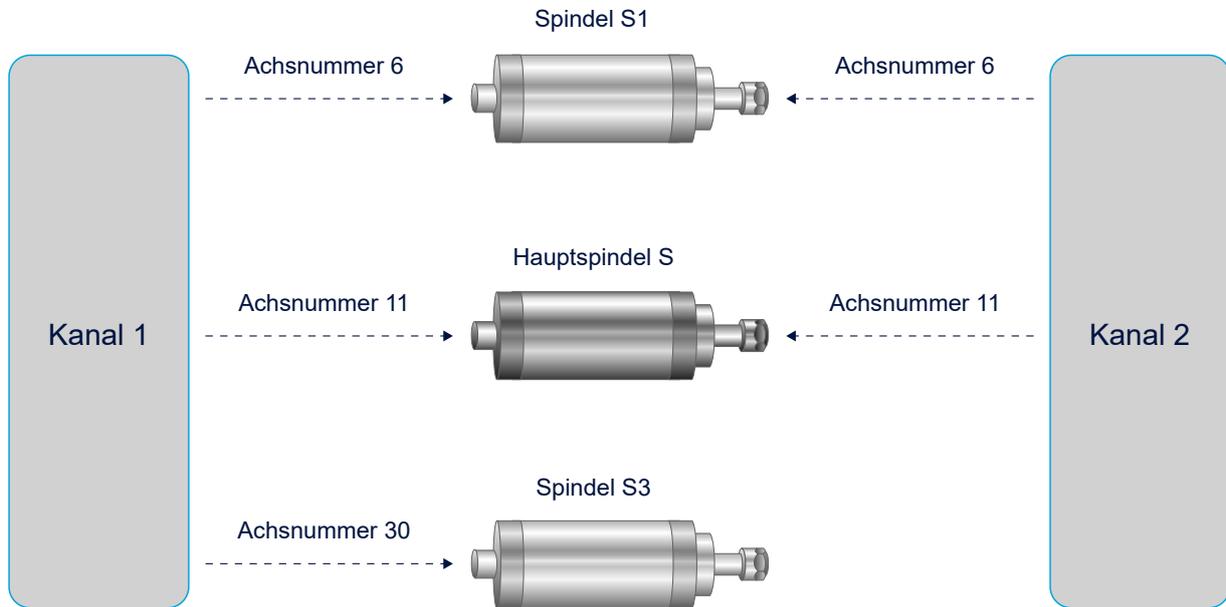


Abb. 8: Anbindung der 3 Spindeln an Kanal 1 und Kanal 2

2.3 Spindelbetriebsarten

Analoge Spindeln

Im Allgemeinen werden beim Einsatz analoger Spindeln folgende Maschinendaten belegt:

- In P-AXIS-00015 (achs_mode) darf die Betriebsart ACHSMODE_KEINE_AUTO_RPF **nicht** gesetzt sein.
- P-AXIS-00156 (ref_ohne_nocken) == TRUE
- P-AXIS-00157 (ref_ohne_rev) == TRUE

Basierend auf diesen Einstellungen gilt folgender Zustandsgraph:

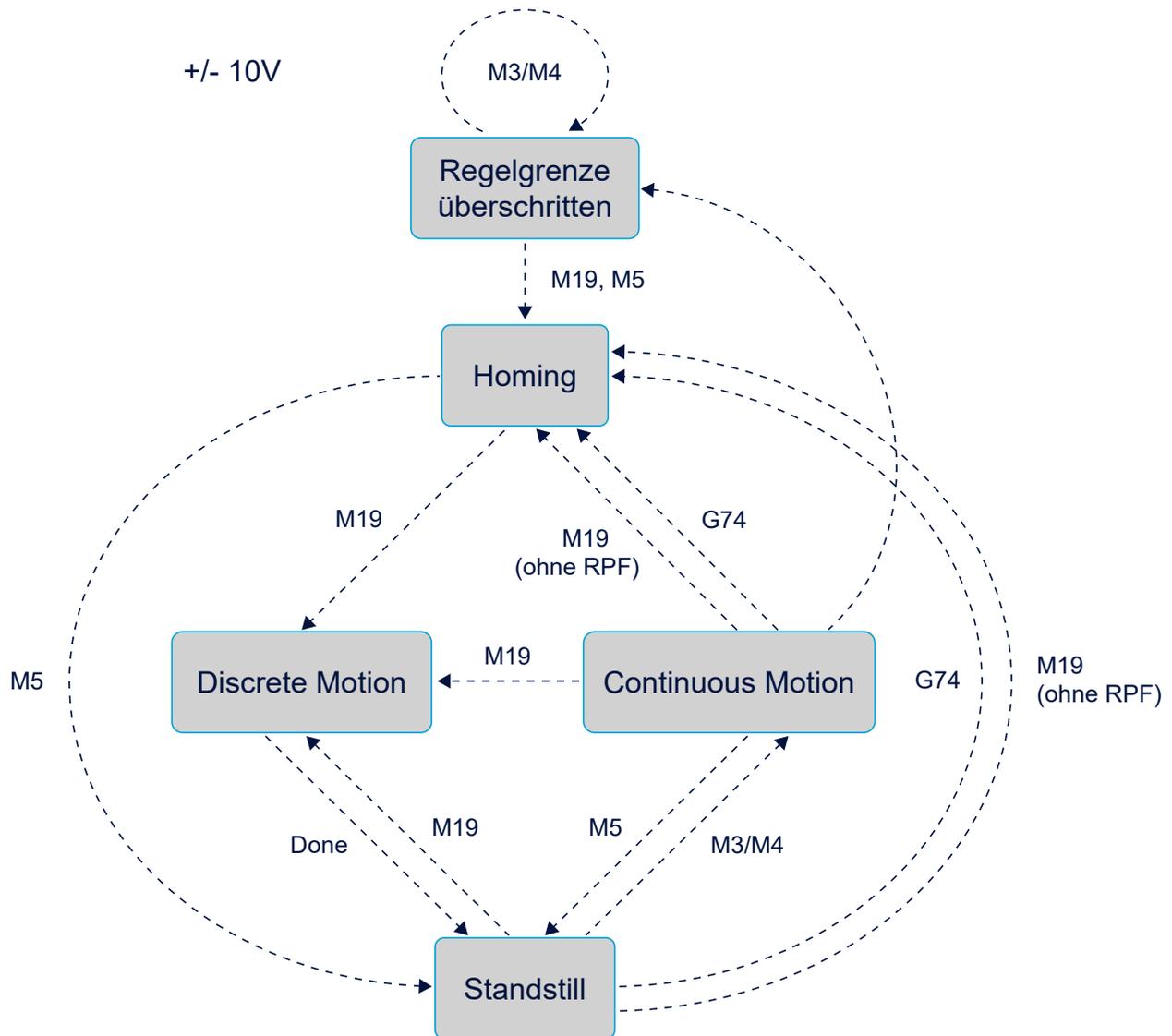


Abb. 9: Zustandsgraph der Spindelbetriebsarten für analoge Antriebe

Digitale Spindeln

Beim Einsatz digitaler Spindeln (SERCOS) ist bei der Einstellung der Maschinendaten folgendes zu beachten:

- In P-AXIS-00015 (achs_mode) **muss** die Betriebsart ACHSMODE_KEINE_AUTO_RPF gesetzt sein.
- Die Einstellung von P-AXIS-00156 (ref_ohne_nocken) und P-AXIS-00157 (ref_ohne_rev) ist im Gegensatz zu analogen Spindeln ohne Bedeutung.

Basierend auf diesen Einstellungen gilt folgender Zustandsgraph:

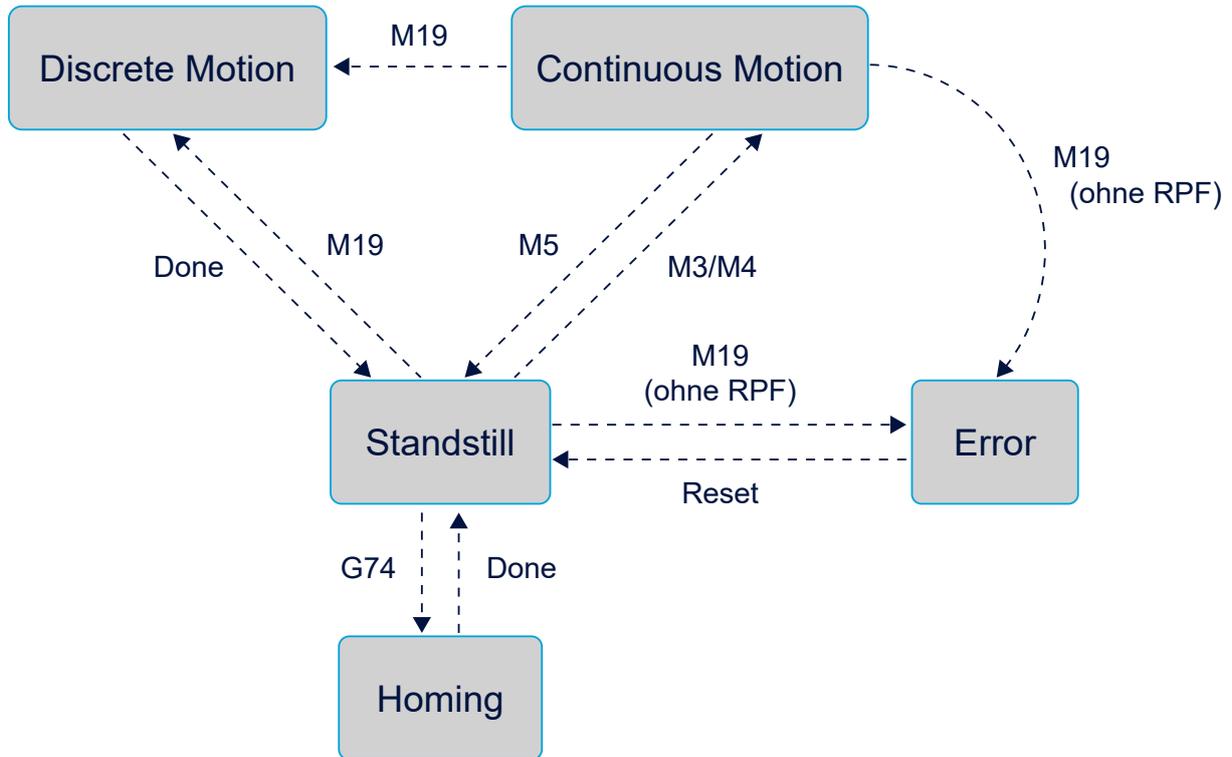


Abb. 10: Zustandsgraph der Spindelbetriebsarten für digitale Antriebe (z.B. SERCOS)

2.3.1 Endlosdrehen

Beim Endlosdrehen (M03/M04) wird die Drehzahl und Drehrichtung beauftragt. Es erfolgt eine konstante Beschleunigung (P-AXIS-00001, bzw. P-AXIS-00002 beim Bremsvorgang) der Spindel oder eine Beschleunigung gemäß einer Kennlinie. Das Endlosdrehen wird durch Spindelstopp (M05), eine Referenzpunktfahrt (G74) oder einen Richtsatz (M19) verlassen.

Programmierung DIN66025

M3/M4 S..

Erweiterte Syntax

S[M3/M4 REV..]

2.3.2 Positionieren

Die Spindel wird auf einen vorgegebenen Zielpunkt mit vorgegebener Drehzahl positioniert.

Programmierung DIN66025

M19 S.. S.POS.. M3/M4

Erweiterte Syntax

S[M19 REV.. POS.. M3/M4]

Bei der Drehrichtung ist folgendes zu beachten:

Wenn zusammen mit M19 eine Drehrichtung programmiert ist, wird in diese Richtung gerichtet.

Ohne Angabe einer Drehrichtung bei M19 wird

- aus dem Stillstand wegoptimiert und
- aus dem Endlosdrehen in der aktuellen Drehrichtung gerichtet.

Vorzugsdrehrichtung

Bei Angabe einer Vorzugsrichtung P-AXIS-00224 (vorz_richtung) und einer Drehrichtung P-AXIS-00031 (beweg_richt) werden alle beauftragten Drehrichtungen auf Übereinstimmung mit der Vorzugsrichtung kontrolliert. Stimmen diese nicht, wird die Fehlermeldung 60254 ausgegeben und in den Fehlerzustand übergegangen.

2.3.3 Spindel als Kanalachse

Für Bearbeitungsvorgänge wie Gewindebohren ohne Ausgleichsfutter, Stirn- und Mantelflächenbearbeitung, etc. wird die Spindel über den NC-Kanal wie eine normale Achse angesprochen.

Programmierung

Der Übergang in diesen Betriebsmodus erfolgt über die Programmierung im Teileprogramm [PROG]:

#CAX, G63..

2.4 Verhalten der Spindel

2.4.1 Spindel „Override“

Die Drehzahl bzw. Geschwindigkeit einer Spindel beim Endlosdrehen bzw. Positionieren kann über die „Override“-Schnittstelle auf dem HLI prozentual skaliert werden.

Für diesen achsspezifischen Override werden 2 Control Units benutzt:

Für CNC-Versionen > V2.11.2800

1. gpAx[axis_idx]^.ipo_mc_control.override
2. gpAx[axis_idx]^.ipo_mc_control.override_valid

Für CNC-Versionen < V2.11.2800

1. pAC[axis_idx]^.addr^.McControlIpo_Data.MCControlUNS16Unit_Override
2. pAC[axis_idx]^.addr^.McControlIpo_Data.MCControlBoolUnit_OverrideValid

Durch den NC-Befehl G167 [PROG] kann die Beeinflussung durch die „Override“-Schnittstelle unterdrückt werden.

Spindel „Override“

```
N10 S2[M3 REV1000] (Bei Override 50% ist Drehzahl
                    (500 U/min.)
N20 S2[G167]      (Overridebeeinflussung aus,)
                    (Spindel dreht mit 1000 U/min.)
N30 S2[REV3000]  (Overridebeeinflussung wieder aktiv,)
                    (Drehzahl 1500 U/min.)
N40 M30          (Programmende)
```

2.4.2 Regelung durch CNC

Bei Spindeln kann bei höherer Drehzahl die Grenze, ab welcher das Messsystem keine gültigen Signale mehr liefert, überschritten werden. Der Parameter P-AXIS-00220 (vb_regelgrenze) gibt an, ab welcher Geschwindigkeit der Lageregelkreis geöffnet und in den gesteuerten Betrieb übergegangen wird. Dabei erfolgt automatisch eine Simulation der Istwerte, die über den Schleppabstand in Abhängigkeit von der vorgegebenen Drehzahl bestimmt werden.

Die Regelung wird aus dem Endlosdrehen bei der Unterschreitung der Regelgrenze automatisch wieder aufgenommen. Der Referenzpunkt ist dann jedoch verloren. Deshalb muss vor einer Positionierbewegung neu referenziert werden.



Bei digitalen Antriebssystemen (z.B. SERCOS) erfolgt die Regelung und Überwachung der Regelgrenze im Antrieb.

2.4.3 Verhalten bei NC-Programmende bzw. CNC-Reset

Programmende

Die endlos drehende Spindel wird am NC-Programmende nur gestoppt, wenn in der Schnittstelle HLI das entsprechende Flag (Spindelstopp am Programmende [HLI]) gesetzt wird.

Reset

Bei CNC-Reset erfolgt in der Grundeinstellung immer ein Spindelstopp. Dieses Verhalten kann durch den Parameter P-AXIS-00455 geändert werden.

2.5 Synchronisation

Synchronisationsarten

Die Synchronisationsarten der Spindel-M-Funktionen M3, M4, M5, M19 sowie der Spindelfunktion S werden spindelspezifisch definiert. Folgende Synchronisationsarten sind verfügbar:

Konstante	Wert	Bedeutung
NO_SYNCH	0x00000000	Keine Ausgabe der S/M-Funktion an SPS
MOS	0x00000001	Ausgabe S/M-Funktion an SPS ohne Synchronisation.
MVS_SVS	0x00000002	Ausgabe S/M-Funktion an SPS vor Bewegungssatz, Synchronisation vor Bewegungssatz
MVS_SNS	0x00000004	Ausgabe S/M-Funktion an SPS vor Bewegungssatz, Synchronisation nach Bewegungssatz
MNS_SNS	0x00000008	Ausgabe S/M-Funktion an SPS nach Bewegungssatz, Synchronisation nach Bewegungssatz
MNE_SNS	0x00000020	Ausgabe S/M-Funktion an SPS nach (Mess)Ereignis, Synchronisation nach Bewegungssatz (Nur für Option Kantenstoßen)
MVS_SLM	0x00004000	Späte Synchronisation, Ausgabe S/M-Funktion an SPS im Satz, Synchronisation bei Übergang zu G01/G02/G03 (Implizite Synchronisation)
MVS_SLP	0x00008000	Späte Synchronisation, Ausgabe S/M-Funktion an SPS im Satz, Synchronisation bei NC-Befehl #EXPL SYN (Explizite Synchronisation)
PLC_INFO	0x00020000	Ausgabe an PLC, Quittierung durch PLC erforderlich, additives Bit

PLC_INFO

Sinnvoll ist die Verwendung des PLC_INFO-Bits bei NC-Spindeln (geregelt Spindeln). Hier kann für jede Spindel-M-Funktion zusätzlich zur Synchronisationsart das Bit PLC_INFO gesetzt werden. Es bestimmt, ob die Spindel-M-Funktion auch an die SPS ausgegeben und durch die SPS quittiert werden muss.

Ist das Bit PLC_INFO nicht gesetzt, erfolgt keine Ausgabe an die PLC und die interne Synchronisation erfolgt nur aufgrund der Fensterüberwachung für die Position oder Drehzahl.

Bei PLC-Spindeln ist folgendes zu beachten:

Es erfolgt generell bei jeder Spindel M-Funktion automatisch auch die Ausgabe der M-Funktion an die PLC. Es ist somit nicht erforderlich, das PLC_INFO-Bit zusätzlich zu setzen.



Die Synchronisationsart der S-Funktion ist wirkungslos, wenn im NC-Satz eine Spindel M-Funktion programmiert wurde. Eine Synchronisation findet dann nur entsprechend der Einstellungen für die Spindel M-Funktion statt. Es gilt folgende Prioritätsreihenfolge:

M19 > M3/M4/M5 > S

2.5.1 M-Funktionen

Zur Steuerung von Spindeln sind in DIN66025 die M-Funktionen M3, M4, M5, M19 und M40 - M45 reserviert worden). Diese M-Funktionen können mit einer auszuführenden Bahnbewegung synchronisiert werden. Die Synchronisation erfolgt bei M3, M4, M5 immer intern (Drehzahl erreicht) und optional additiv durch die PLC.

Darüber hinaus können alle frei verfügbaren M-Funktionen achsspezifisch an eine Spindel ausgegeben werden.

Weitere Einzelheiten zu M-Funktionen und PLC-Synchronisationen sind der Dokumentation [FCT-C1] zu entnehmen.

M-Funktion	Bedeutung	Kanalparameter
M03	Spindel endlos drehen im Uhrzeigersinn	P-CHAN-00045
M04	Spindel endlos drehen gegen den Uhrzeigersinn	P-CHAN-00047
M05	Spindel stoppen	P-CHAN-00049
M19	Spindel positionieren	P-CHAN-00043
M40–45	Getriebestufenauswahl für die Hauptspindel	Siehe [CHAN // Kapitel: Spindelgetriebebeschalten]

2.5.2 Spindeldrehzahl – Bahnbewegung

Für den Beginn der Bearbeitungsbewegung ist es notwendig, dass die Spindel die programmierte Drehzahl erreicht hat. Über den Parameter P-CHAN-00081 (s_synch) kann für jede Spindel eine Synchronisationsart für die Drehzahl festgelegt werden.



Die Synchronisationsart der S-Funktion ist wirkungslos, wenn im gleichen NC-Satz eine Spindel M-Funktion programmiert wurde. Eine Synchronisation findet dann nur entsprechend der Einstellungen für die Spindel M-Funktion statt. Es gilt folgende Prioritätsreihenfolge:

M19 > M3/M4/M5 > S

1: Spindel asynchron zur Bahnbewegung

```
spindel[i].s_synch 0x00000002 Ausgabe vor, Synch. vor Satz
spindel[i].m3_synch 0x00000001 Ohne Synchronisation

N10 X0 Y0 G0
N20 X40 Y40 G1 F1500 M3 S500 ;Wegen M3 keine Synchronisation
                          ;Bewegung startet sofort
N30 M3 S100 X0 Y0          ;Bahn führt die Bewegung aus, ohne zu warten,
                          ;bis Spindeldrehzahl erreicht ist
```

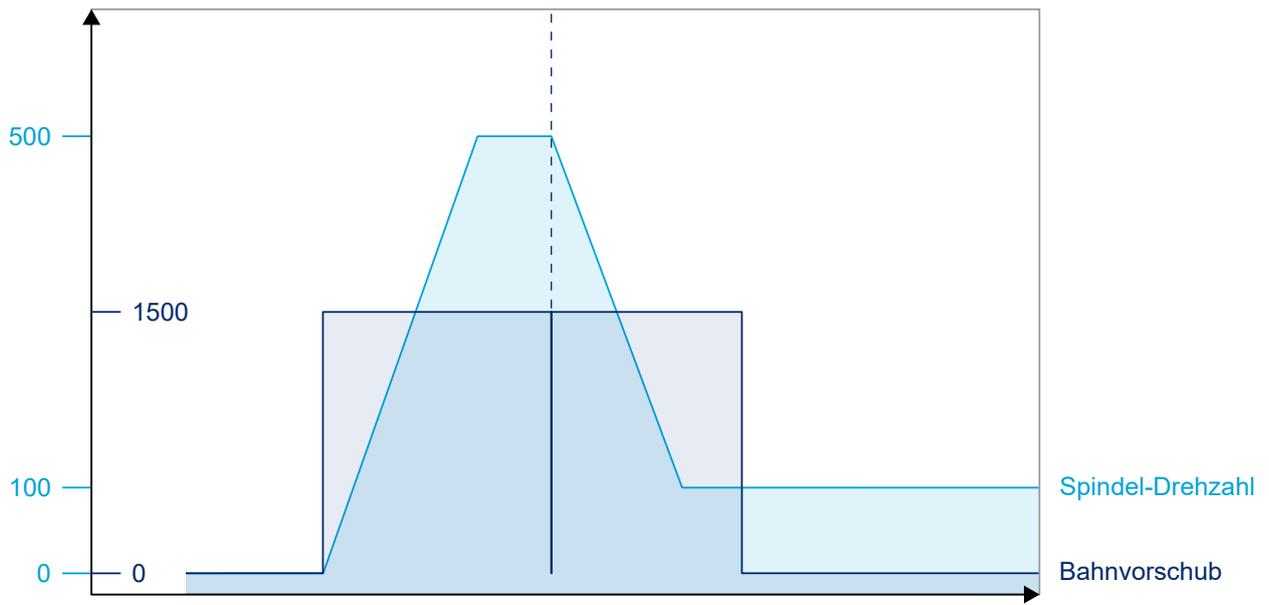


Abb. 11: Spindel mit Bahnbewegung nicht synchronisiert

2: Spindel synchronisiert zur Bahnbewegung

```
spindel[i].s_synch 0x00000002 Ausgabe vor, Synch. vor Satz  
spindel[i].m3_synch 0x00000001 Ohne Synch.
```

```
N10 M3 X0 Y0 G0  
N20 X40 Y40 G1 F1500 S500 ;Bahnbewegung startet erst, wenn  
                           ;Spindeldrehzahl erreicht wurde  
N30 S100 X0 Y0           ;Bahn wartet mit Ausführung der Bewegung,  
                           ;bis Spindeldrehzahl erreicht ist
```

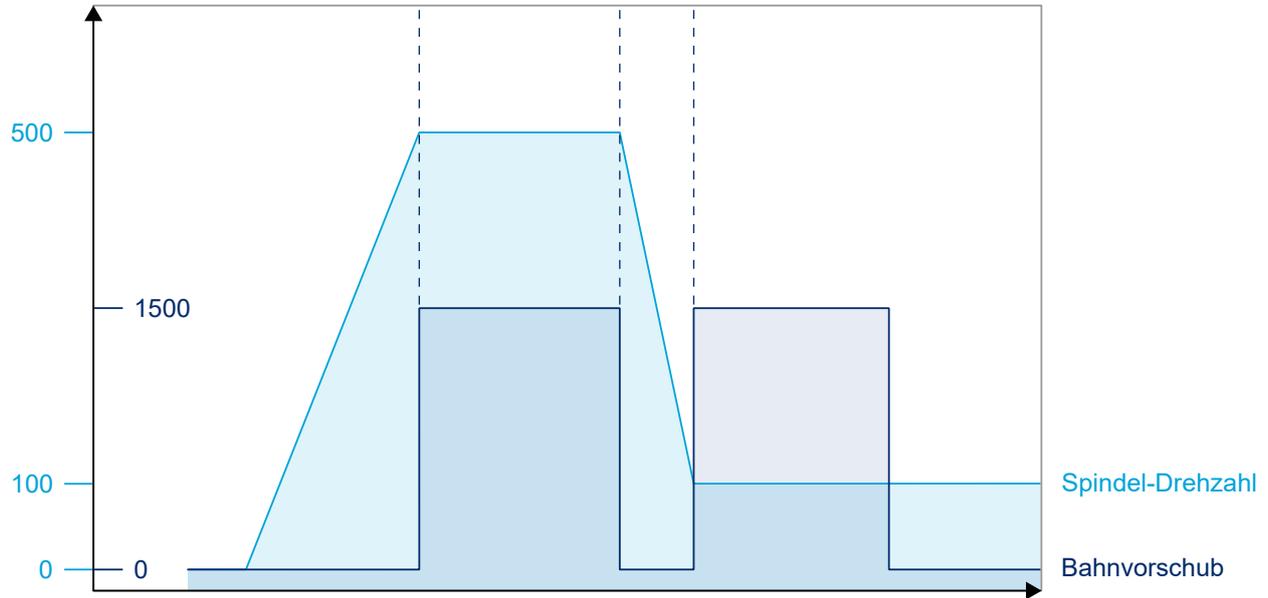


Abb. 12: Spindel zur Bahnbewegung synchronisiert

2.6 Spindelüberwachungen

Übersicht über die Überwachungsmechanismen für eine NC-Spindel

- Dynamiküberwachung (Geschwindigkeit, Beschleunigung) [FCT-D1]
- Drehzahlüberwachung
- Positionsüberwachung [FCT-A3]
- Schleppabstandsüberwachung [FCT-A1]
- Zeitüberwachung [FCT-A3]
- Überwachung der Drehrichtung

Drehzahl

Über den Parameter P-AXIS-00217 wird definiert, ab welcher Ist-Drehzahl die Soll-Drehzahl als erreicht gilt.

Der Parameter P-AXIS-00216 legt die Drehzahlgrenze fest, unterhalb derer die Drehzahl Null angenommen wird.

Drehrichtung

Bei Angabe einer Vorzugsrichtung P-AXIS-00224 und einer Drehrichtung P-AXIS-00031 werden alle beauftragten Drehrichtungen auf Übereinstimmung mit der Vorzugsrichtung kontrolliert.

Stimmen diese nicht, wird die Fehlermeldung P-ERR-60254 ausgegeben und in den Fehlerzustand übergegangen.

2.7 Referenzpunktfahrt für NC-Spindeln

Um ein Positionieren der Spindel zu ermöglichen ist es notwendig, über eine Referenzmarke den Koordinatennullpunkt mit den Signalen des Istwertmesssystems zu synchronisieren. Bei Spindeln kann dies während des Endlosdrehens ohne Stillstand erfolgen. Hierzu wird beispielsweise der Nulldurchgang des Istwertgebers verwendet.

Automatische Referenzpunktfahrt

Ist keine Referenzpunktfahrt für die Spindel durchgeführt worden, so erfolgt dies automatisch, bevor mit M19 positioniert wird oder wenn ein Positionieren oder das Stoppen der Spindel mit M05 nach einer Überschreitung der Regelungsgrenzdrehzahl erfolgen soll (siehe Abbildung im Kapitel [Spindelbetriebsarten](#) [▶ 23]).



Bei digitalen Antriebssystemen (z.B. SERCOS) wird auf Kommando (G74) eine antriebsgeführte Referenzpunktfahrt durchgeführt. Es ist nicht möglich, eine automatische Referenzpunktfahrt durchzuführen. Diese muss über den Achsparameter P-AXIS-00015 deaktiviert werden.

Programmierung

Referenzpunktfahrt für NC-Spindeln

G74 S1 oder S[G74]

Die Referenzpunktfahrt von Spindeln und anderen Achsen kann zeitgleich gestartet werden, ist aber sonst nicht synchronisiert.

1. Die Referenzpunktfahrt der Spindel beginnt zeitgleich mit der der Y-Achse:

```
N10 G74 X2 Y1 S1
```

2. Wie 1. Ohne abzuwarten, bis die Spindel referenziert ist, wird mit dem nächsten NC-Satz fortgefahren, so dass die X-Achse quasi-gleichzeitig referenziert wird:

```
N10 G74 S1
N15 G74 X1 Y2
```

3. Zuerst werden die Achsen X und Y referenziert. Danach beginnt die Spindel-Referenzierung:

```
N10 G74 X1 Y2
N15 G74 S1
```

Eine ausführliche Beschreibung der Referenzpunktfahrt für Achsen und Spindeln ist in der Dokumentation [FCT-M1] zu finden.

2.8 Spindelfunktionen

2.8.1 Vorsteuerung

Durch den Einsatz einer Geschwindigkeits- und Beschleunigungsvorsteuerung kann der Schleppabstand der Spindel minimiert werden.

Eine Vorsteuerung der Spindel ist v.a. beim Gewindeschneiden mit endlos drehender Spindel erforderlich, da hier für das Erzielen eines guten Bearbeitungsergebnisses sowohl die Bahnachsen als auch die Spindel den Sollwertvorgaben möglichst schleppabstandsfrei folgen müssen.

Konventionelle Vorsteuerung

Diese Art der Vorsteuerung ist nur für konventionelle Antriebe und für die Antriebsimulation möglich.

Hier wird der sich theoretisch einstellende Schleppfehler aufgrund der aktuellen Geschwindigkeit und Beschleunigung berechnet und auf den vom Interpolator vorgegebenen Sollwert aufaddiert. Die zu erwartenden Schleppabstände lassen sich nach der Beziehung

$$\delta_{s,v} = \frac{v}{k_v}$$

für konstante Geschwindigkeit und

$$\delta_{s,a} = \frac{a * T_a}{k_v}$$

für konstante Beschleunigung berechnen. Hierbei ist T_a die Antriebszeitkonstante, die in der Achsparameterliste P-AXIS-00225/ P-AXIS-00226 eingestellt werden kann.

Bei der Addition der Vorsteuergröße zum vorgegebenen Sollwert wird die Einhaltung der zulässigen Achsbeschleunigungen berücksichtigt.

Voraussetzung für die beschriebenen Gleichungen ist die Verwendung eines P-Lagereglers, dessen Geschwindigkeitsverstärkung für Linearachsen

$$k_v = \frac{v}{\delta_s}$$

bzw. für Rotationsachsen

$$k_v = \frac{v}{\delta_\Phi}$$

im Wesentlichen von der Antriebsdynamik bestimmt wird.

Bahntreue

Wenn alle Achsen eines Systems den gleichen k_v -Faktor besitzen, ergeben sich im eingeschwungenen Zustand weder bei einer Geradeaus- noch bei einer Kreisfahrt Abweichungen zur vorgegebenen Bahn. Hier stellt sich lediglich ein Schleppabstand gemäß den oben beschriebenen Gleichungen ein.

Abtastzeit und Vorfilterung

Bei der Ableitung der Geschwindigkeit v und der Beschleunigung a über die Differentiation des Weges ist auf ausreichend hohe Abtastzeiten zu achten, um das störende Quantisierungsrauschen in Maßen zu halten. Ein besseres Verhalten wird auch über eine Vorfilterung von v und a erreicht. Hierzu wird eine lineare Mittelung über mehrere Werte von v und a durchgeführt.

Einstellungen

Die Vorsteuerung führt zu einer Erhöhung der dynamischen Beschleunigungsbeanspruchung und der Vergrößerung der Aussteuerbereiche. Die Verbesserung der Bahntreue durch die Vorsteuerung ist nur mit Lagereglereinstellungen möglich, deren Geschwindigkeitsverstärkung unter den für das Führungsverhalten optimalen Werten liegt, da sonst eine starke Neigung zum Überschwingen auftritt.

Einkoppeln der Vorsteuerung

Das Ein- bzw. Ausschalten der Vorsteuerung während der Bewegung kann zu Schwingungen führen. Deshalb ist ein "weiches" Einkoppeln der Vorsteuerung unter Beachtung der maximal zulässigen Achsbeschleunigungen bzw. des maximalen Rucks (z.B. bei nichtlinearer „Slope“-Funktion) erforderlich. Dies ermöglicht ein beliebiges Ein- und Ausschalten der Vorsteuerung an Satzgrenzen ohne Unterbrechung der Bewegung. Der Antrieb, wie auch die Mechanik einer Werkzeugmaschine kann geschont werden, indem nur bei exakt zu bearbeitenden Konturen während der Bearbeitung die Vorsteuerung aktiviert wird.



Weitere Informationen zum Thema Vorsteuerung und Parametrierung können der Funktionsbeschreibung [FCT-D2] entnommen werden.

Programmierung

S[G135] Spindelvorsteuerung ein

S[G136] Angabe der Gewichtung

S[G137] Spindelvorsteuerung aus



Bei digitalen Antriebssystemen (z.B. SERCOS) kann die Vorsteuerung im Antrieb aktiviert und parametrisiert werden.

Nach Referenzpunktfahrt und Positionieren mit M19 wird die Spindel immer mit Genauhalt gestoppt.

2.8.2 Getriebeschalten

Aktivierung

Die Freigabe des Getriebeschaltens sowie die damit verbundene reservierte Verwendung der M-Funktionen M40-45 erfolgt durch den Kanalparameter P-CHAN-00052 (main_spindle_gear_change).



Das Getriebeschalten kann nur für die Hauptspindel in DIN-Syntax programmiert werden [PROG//Getriebschalten].

Es stehen 6 Getriebestufen bzw. -datensätze zur Verfügung, die im Zusammenhang mit dem S-Wort und M40 - M45 programmiert werden können. Nach Hochlauf der NC-Steuerung ist die im Achsmaschinen datensatz angegebene Standard-Getriebestufe P-AXIS-00079 (getriebe_stufe) gültig.

Anfahren der Schaltposition

Mit der im Achsmaschinen datensatz angegebenen Eilgangdrehzahl P-AXIS-00209 (vb_eilgang) wird auf die Schaltposition des aktuellen Getriebes P-AXIS-00078 (getr_schalt_pos) gefahren. Besitzt das Getriebe keine Vorzugsrichtung, so wird die Drehrichtung unter Optimierung des Fahrweges gewählt.

Der Vorgang des Einwechselns wird normalerweise durch die PLC übernommen. Auf Seite der NC-Steuerung werden Anpassungen an die neuen Kenngrößen des Getriebes erforderlich. Hierfür sind zwei Fälle zu unterscheiden:

1. Das Messsystem ist mit der Motorwelle gekoppelt. In Abhängigkeit der Getriebestufe ist eine Anpassung der Messsystemauflösung (Faktoren im Achsmaschinen datensatz: P-AXIS-00233 (wegaufz), P-AXIS-00234 (wegaufn) vorzunehmen.
2. Das Messsystem ist mit der Getriebewelle gekoppelt. Die Auflösung des Messsystems ist beizubehalten, dafür muss die Regeldynamik an die Getriebestufe angepasst werden. Faktoren im Achsmaschinen datensatz: P-AXIS-00128 (multi_gain_n), P-AXIS-00129 (multi_gain_z), P-AXIS-00099 (kv).

Parametrierung der Drehzahlbereiche

Jede der 6 Getriebestufen deckt einen bestimmten Drehzahlbereich ab, der durch eine minimale P-CHAN-00058 (min_speed) und eine maximale P-CHAN-00055 (max_speed) Drehzahl (Einheit: U/min) definiert wird. Überlappungen der Drehzahlbereiche sind hierbei erlaubt. Die minimalen und maximalen Drehzahlen nicht benutzter Drehzahlbereiche müssen mit 0 belegt werden.

Automatische Getriebestufenwahl

Bei Verwendung der automatischen Getriebestufenwahl P-CHAN-00004 (autom_range=1) wird die Getriebestufe aus der programmierten Drehzahl S anhand der Drehzahl tabelle bestimmt. Die M-Funktionen M40 - M45 werden hierbei nicht programmiert.

Der Parameter P-CHAN-00074 (range_way) gibt an, in welcher Richtung die Tabelle bei der automatischen Getriebestufenwahl nach dem passenden Drehzahlbereich durchsucht wird (von Stufe 1 nach 6 („Bottom up“) oder von Stufe 6 nach 1 („Top down“)).

Manuelle Getriebestufenwahl

Die manuelle Getriebestufenwahl P-CHAN-00004 (autom_range=0) erfordert die Programmierung der M-Funktionen M40 - M45 zusammen mit der Drehzahl S. Wenn die Drehzahl S nicht im programmierten Drehzahlbereich liegt, erfolgt die Ausgabe einer Meldung.

Minimierung von Schaltvorgängen

Generell versucht die Steuerung, Schaltvorgänge zu minimieren. Kann eine neue Drehzahl bereits mit der aktuellen Getriebestufe gefahren werden, so wird die Getriebestufenwahl nicht ausgeführt.

Konfigurationsbeispiel

Definition von M40 - M45 und Festlegung der Synchronisationsarten.

```
m_synch[1]      0x00000001    MOS
m_synch[2]      0x00000002    MVS_SVS
:
m_synch[40]    0x00000002    MVS_SVS
m_synch[41]    0x00000002    MVS_SVS
m_synch[42]    0x00000002    MVS_SVS
m_synch[43]    0x00000002    MVS_SVS
m_synch[44]    0x00000002    MVS_SVS
m_synch[45]    0x00000002    MVS_SVS
m_synch[48]     0x00000008    MNS_SNS
m_synch[49]    0x00000002    MVS_SVS
```

Freischalten der M-Funktionen M40-45 und des Getriebeschaltens:

```
:
main_spindle_gear_change    1    0: OFF    1: ON
:
```

Parametrierung des Spindelgetriebes (Suchrichtung, Drehzahlbereiche):

```
spindel[0].range_way    0    0:bottom up 1:top down
#
spindel[0].range_table[0].min_speed    50    (M40)
spindel[0].range_table[0].max_speed    560    (M40)
spindel[0].range_table[1].min_speed    400    (M41)
spindel[0].range_table[1].max_speed    800    (M41)
spindel[0].range_table[2].min_speed    700    (M42)
spindel[0].range_table[2].max_speed    3500    (M42)
spindel[0].range_table[3].min_speed    3501    (M43)
spindel[0].range_table[3].max_speed    4000    (M43)
spindel[0].range_table[4].min_speed    3800    (M44)
spindel[0].range_table[4].max_speed    5500    (M44)
spindel[0].range_table[5].min_speed    5400    (M45)
spindel[0].range_table[5].max_speed    7000    (M45)
#
```

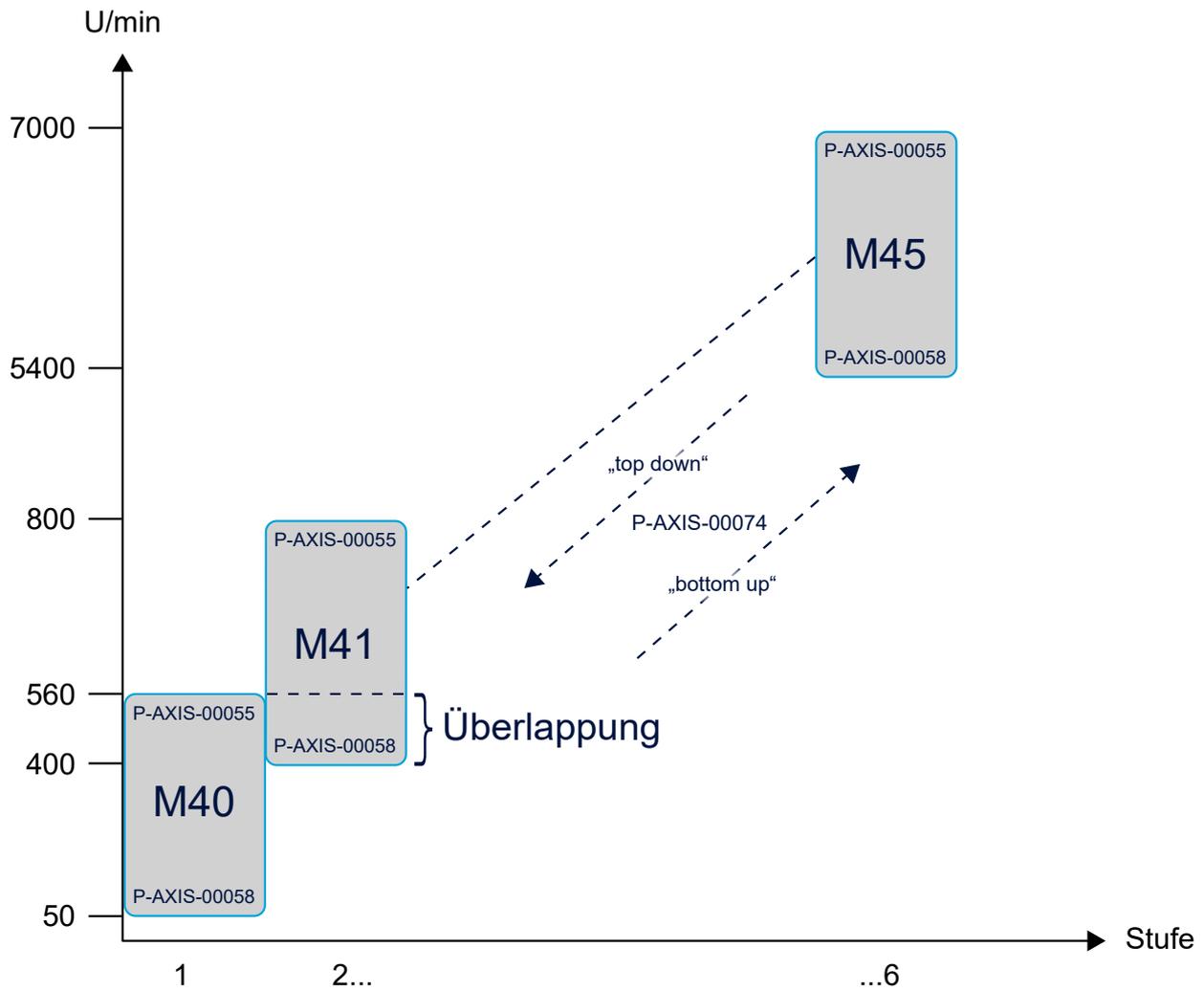


Abb. 13: Definition der Drehzahlbereiche gemäß Beispiel

Automatische Getriebestufenbestimmung: EIN

```

:
spindel[0].autom_range      1
:

NC-Programm:
S650 M03      OK, M41→ SPS
S750         OK, kein Schalten, M41 bereits angewählt
S950         OK, automatisches Schalten, M42 → SPS
S1050        OK, kein Schalten, M42 bereits angewählt
S750         OK, automatisches Schalten, M41 → SPS
S500         OK, kein Schalten, M41 bereits angewählt
S350         OK, kein Schalten, M41 bereits angewählt
S8000        Fehler, zu große Drehzahl
Eine programmierte Getriebestufe wird immer geprüft:
M41 S750     OK, "automatisches" Schalten, M41 → SPS
..aber
M40 S750     Fehler, falsche Getriebestufe
    
```

Automatische Getriebestufenbestimmung: AUS

```
:
spindel[0].autom_range      0
:
NC-Programm:
M41 S650 M03 OK, M41 → SPS
M41 S750 OK, kein Schalten, M41 bereits angewählt
M42 S950 OK, Schalten, M42 → SPS
M42 S1050 OK, kein Schalten, M42 bereits angewählt
M41 S750 OK, Schalten, M41 → SPS
M41 S500 OK, kein Schalten, M41 bereits angewählt
M41 S350 OK, kein Schalten, M41 bereits angewählt

M41 S200 Fehler, andere Getriebestufe (M40) programmieren
S950 Fehler, keine Getriebestufe (M42) programmiert
```

2.8.3 Synchronbetrieb

Bei aktivem Synchronbetrieb wird für gekoppelte Spindelachsen die Spindelbeauftragung von der Masterspindel auf die Slavespindeln abgebildet, d.h. es erfolgt eine implizite parallele Beauftragung der Slaveachsen.

Die Definition von Kopplungsvorschriften von Spindelachsen erfolgt analog zu der von Bahnachsen [PROG//Synchronbetrieb].

Die gekoppelten Spindeln werden parallel beauftragt. Es erfolgt keine takt-synchrone Kopplung von Sollwerten.

Es entfällt die sonst erforderliche gesonderte Beauftragung der Slavespindel bzgl. Drehzahl oder Positionierbefehlen im NC-Programm sowie bzgl. der Technologiefunktionen und deren Quittierungen.

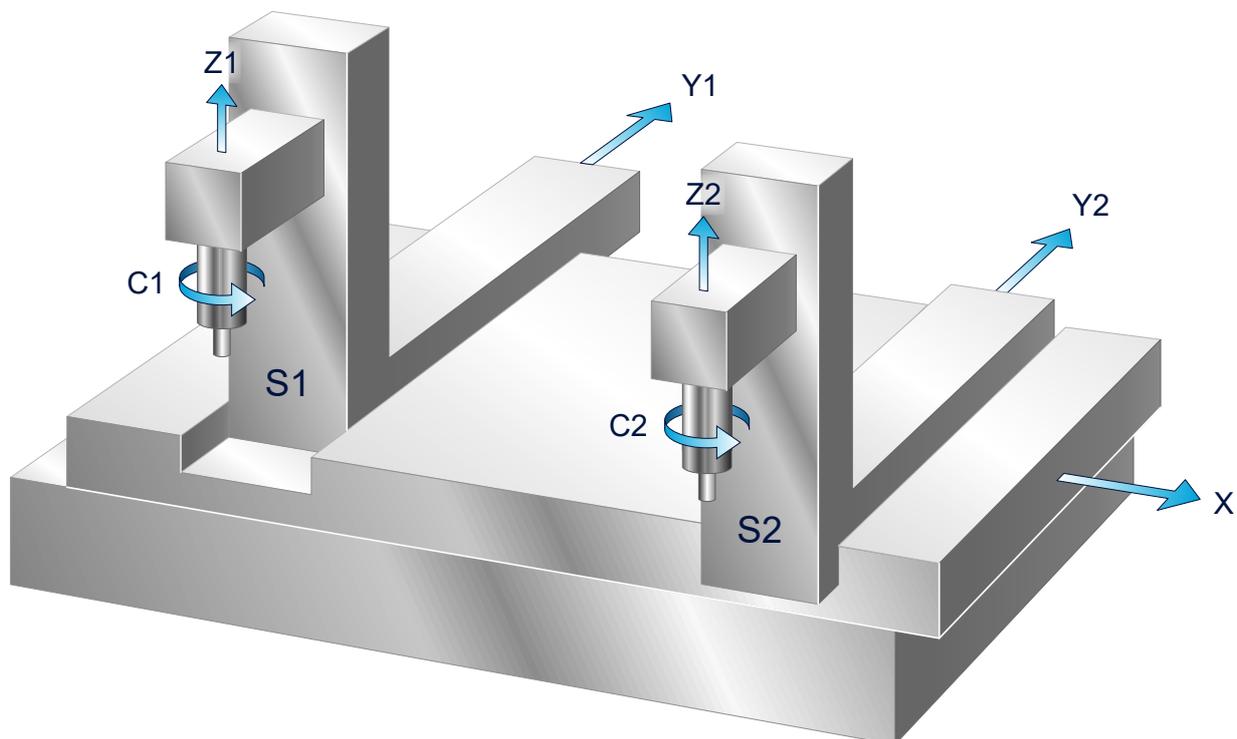


Abb. 14: Beispielhafte Maschinenstruktur für Synchronbetrieb mit Spindeln

Eigenschaften:

2 Achssysteme mit gemeinsamer X Achse

Master System: X, Y1, Z1, C1, S1

Slave System: Y2, Z2, C2, S2

Standardbelegung in den Kanalparametern

In den Kanalparametern [CHAN//Einstellungen für den Synchronbetrieb] können in der Kopplungsgruppe 0 Spindeln für einen Synchronbetrieb als Kopplungspaare vorbelegt werden:

Parameter

P-CHAN-00037	logische Nr. Masterachse
P-CHAN-00038	logische Nr. Slaveachse
P-CHAN-00061	Betriebsart (für Spindelachse: 1)

Vorbelegung von Achskopplungen:

```
koppelgruppe[0].paar[i].log_achs_nr_slave  log. Nr. Slaveachse
koppelgruppe[0].paar[i].log_achs_nr_master log. Nr. Masterachse
koppelgruppe[0].paar[i].mode              Spindelachse (1)
i: Kopplungspaar
```

```
koppelgruppe[0].paar[0].log_achs_nr_slave  6
koppelgruppe[0].paar[0].log_achs_nr_master 1
koppelgruppe[0].paar[0].mode              1
```

Programmierung

Im NC-Programm wird der Synchronbetrieb von Spindeln über folgende NC-Befehle [PROG//An- und Abwahl von Achskopplungen] programmiert:

Definition einer Kopplungsvorschrift:

```
#SET AX LINK[...]
```

Anwahl Synchronbetrieb:

```
#ENABLE AX LINK[...]
```

Abwahl Synchronbetrieb:

```
#DISABLE AX LINK
```

Die Standardbelegung in den Kanalparametern kann im NC-Programm mit

```
#ENABLE AX LINK[0]
```

angewählt werden.



Synchronbetrieb für Spindeln ist nicht in Verbindung mit Drehfunktionen verwendbar

2.8.4 Kennliniengeführte Beschleunigung

Servo- und Hauptspindelmotoren können mit digitaler Antriebstechnik besser ausgenutzt werden, als dies in der analogen Antriebstechnik möglich ist, d.h. die Motoren können näher an ihrer Leistungsgrenze betrieben werden.

Um einen Motor beim Beschleunigen voll ausnutzen zu können, besteht die Möglichkeit, diesen an seiner Kommutierungsgrenzkennlinie zu betreiben. Diese Kennlinie legt das maximal zur Verfügung stehende Moment über der Drehzahl fest. Dabei kann festgestellt werden, dass die Motoren bis zur halben Nenndrehzahl ein teilweise 1,5 bis 2-fach höheres Moment gegenüber der Nenndrehzahl abgeben können.

Für eine endlosdrehende Spindel besteht die Möglichkeit, die Sollwerterzeugung entsprechend einer solchen drehzahlabhängigen Beschleunigungskennlinie einzustellen.

Der Verlauf der Beschleunigung ist typischerweise im unteren Drehzahlbereich konstant und fällt ab einer Drehzahlgrenze n_{grenz} gemäß einer vorzugebenden Kennlinie ab:

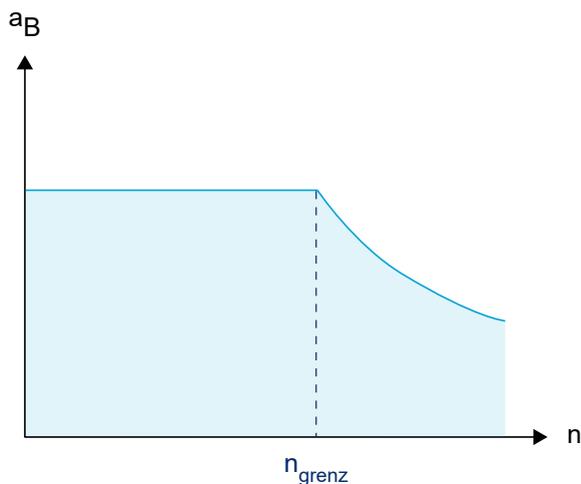


Abb. 15: Beschleunigungskennlinie in Abhängigkeit der Drehzahl

Da diese Beschleunigungskennlinie für die einzelnen Getriebestufen einer Spindel variiert, muss für jede Getriebestufe ein entsprechender Datensatz bereitgestellt werden.

Für die Festlegung der Beschleunigungskennlinie stehen 2 Methoden zur Verfügung, die über den Maschinenparameter P-AXIS-00202 angewählt werden können.

2.8.4.1 Methode 1: Kennlinie $a(n)$ in Polynom- oder Hyperbelform

Im Bereich oberhalb der Grenzdrehzahl wird die aktuelle Beschleunigung wahlweise über ein Polynom 3. Ordnung oder über eine Hyperbelfunktion vorgegeben. Bei beiden Kennlinien wird im Bereich unterhalb von n_{grenz} eine konstante Beschleunigung a_{konst} eingesetzt. Diese entspricht der Beschleunigung bei Nenndrehzahl. Die Kennlinien gelten sowohl für die Aufbau- als auch für die Abbauphase der Geschwindigkeit.

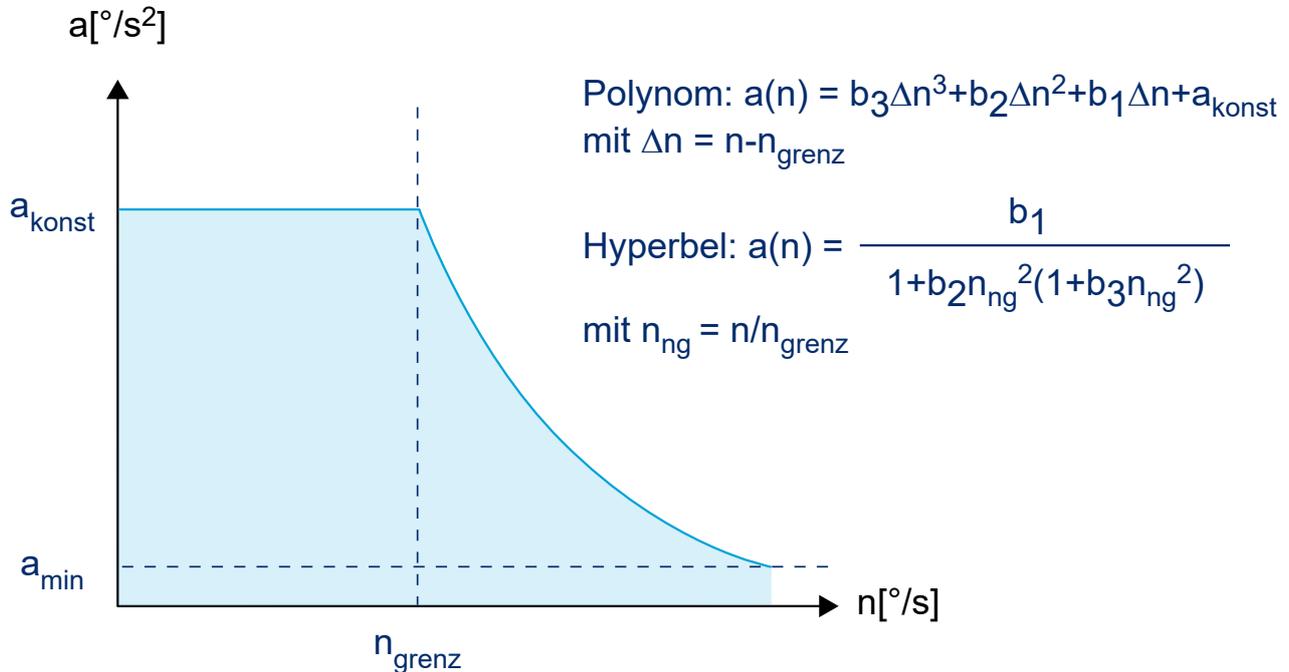


Abb. 16: Verlauf der Beschleunigung gemäß Polynom oder Hyperbel

Zur Bestimmung der Koeffizienten der Kennlinien werden Stützpunkte auf der Antriebskennlinie $a(n)$ verwendet. 4 bzw. 3 Stützpunkte sind für die Bestimmung erforderlich.

Ein Stützpunkt $P_1 = (n_1, (a(n_1)))$ liegt durch den Parameter für die konstante Beschleunigung a_{konst} und die Grenzdrehzahl n_{grenz} bereits fest, die restlichen 3 bzw. 2 können vom Anwender beliebig auf der Antriebskennlinie $a(n)$ festgelegt werden. Sinnvollerweise lässt man die Abszissenwerte in konstantem Abstand laufen. Die Bestimmungsgleichungen für die Koeffizienten sind im Folgenden aufgeführt.

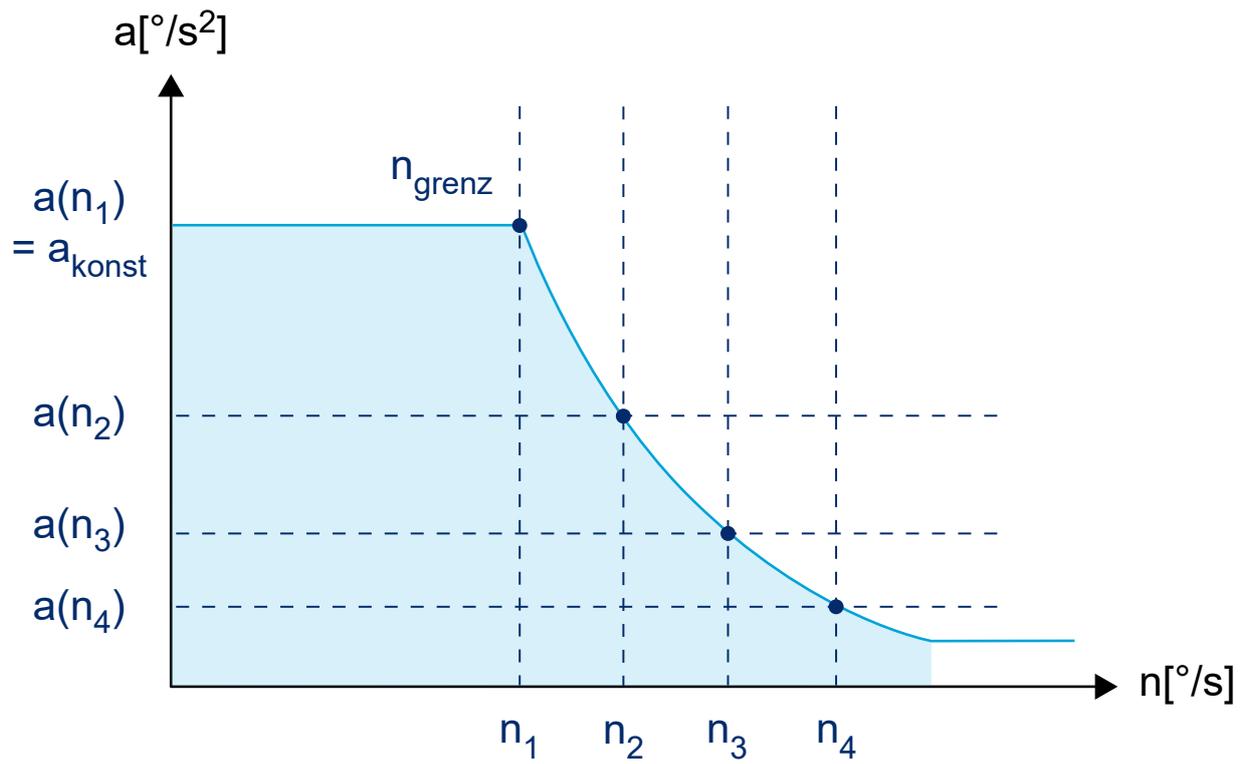


Abb. 17: Beschleunigungsverlauf gemäß Polynom oder Hyperbel mit Stützpunkten

Polynom

$$a(n) = b_3 \Delta n^3 + b_2 \Delta n^2 + b_1 \Delta n + b_0$$

$$\Delta n = n_{\text{grenz}} - n$$

, relative Drehzahl

$$n = n_{\text{grenz}} \Rightarrow b_0 = a_{\text{konst}}$$

$$b_3 = \frac{\Delta n_4 (a_{\text{konst}} - a(\Delta n_2)) - \Delta n_2 (a_{\text{konst}} - a(\Delta n_4))}{\Delta n_4 \Delta n_2 (\Delta n_4 - \Delta n_2) (\Delta n_4 - \Delta n_2) - \frac{\Delta n_3 (a_{\text{konst}} - a(\Delta n_2)) - \Delta n_2 (a_{\text{konst}} - a(\Delta n_3))}{\Delta n_3 \Delta n_2 (\Delta n_3 - \Delta n_2) (\Delta n_4 - \Delta n_2)}}$$

$$b_2 = \frac{\frac{\Delta n_2}{\Delta n_2} (a_{\text{konst}} - a(\Delta n_2)) - b_3 \Delta n_3 (\Delta n_3^2 - \Delta n_2^2) - (a_{\text{konst}} - a(\Delta n_2))}{\Delta n_3 (\Delta n_3 - \Delta n_2)}$$

$$b_1 = - \frac{(a_{\text{konst}} - a(\Delta n_2))}{\Delta n_2} - b_3 \Delta n_2^2 - b_2 \Delta n_2$$

Beispiel Kennlinienbestimmung

Stützpkt.	Beschleunigung a [°/s ²]	Drehzahl n [°/s]
1	16000	12000
2	8000	24000
3	4000	36000
4	2000	48000

$$a_{\text{konst}} = 16000 \text{ [°/s}^2\text{]} \text{ bis } n_{\text{grenz}} = 12000 \text{ [°/s]}$$

Man erhält für die Koeffizienten:

$$\begin{aligned} b_3 &= -1.92901234\text{E-}10 \text{ [s/°}^2\text{]} \\ b_2 &= 2.08333333\text{E-}5 \text{ [1/°]} \\ b_1 &= -0.88888888 \text{ [1/s]} \\ b_0 &= a_{\text{konst}} = 16000 \text{ [°/s}^2\text{]} \end{aligned}$$

Ab Nenndrehzahl (n_{grenz}) ergibt sich damit folgender Kennlinienverlauf:

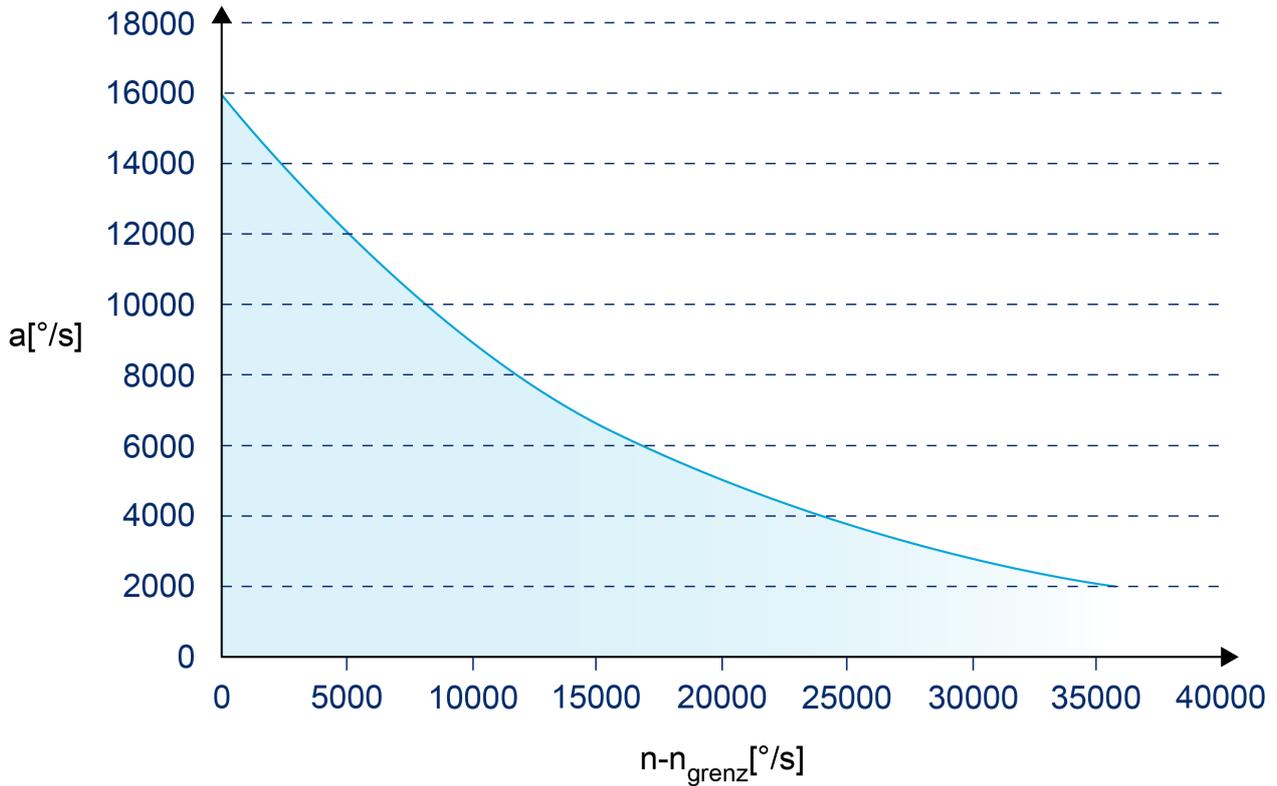


Abb. 18: Kennlinienverlauf Nenndrehzahl n_{grenz} bei Polynomen

Hyperbel

$$a(n) = \frac{b_1}{1 + b_2 n_{\text{norm}}^2 * (1 + b_3 n_{\text{norm}}^2)}$$

$$n_n = \frac{n}{n_{\text{grenz}}}, \text{ normierte Drehzahl, } a(n = n_{\text{grenz}}) = a_{\text{konst}}$$

$$b_{2z} = (a_{\text{konst}} - a(n_{n2}) * n_{n2}^4) * (a_{\text{konst}} - a(n_{n3}) * n_{n3}^4) - (a_{\text{konst}} - a(n_{n3})) * (a_{\text{konst}} - a(n_{n2}) * n_{n2}^4)$$

$$b_{2N} = (a_{\text{konst}} - a(n_{n3}) * n_{n3}^2) * (a_{\text{konst}} - a(n_{n2}) * n_{n2}^4) - (a_{\text{konst}} - a(n_{n2}) * n_{n2}^2) * (a_{\text{konst}} - a(n_{n3}) * n_{n3}^4)$$

$$b_2 = \frac{b_{2z}}{b_{2N}}$$

$$b_3 = \frac{\frac{a(n_{n2}) - a_{\text{konst}}}{b_2} - (a_{\text{konst}} - a(n_{n2}) * n_{n2}^2)}{a_{\text{konst}} - a(n_{n2}) * n_{n2}^4}$$

$$b_1 = a_{\text{konst}} * (1 + b_2 * (1 + b_3))$$

Beispiel Kennlinienbestimmung

Stützpkt.	Beschleunigung a [°/s ²]	Drehzahl n [°/s]
1	16000	12000
2	8000	24000
3	4000	36000
4	2000	48000

$a_{\text{konst}} = 16000[\text{Grad}/\text{s}^2]$ bis $n_{\text{grenz}} = 12000 [\text{Grad}/\text{s}]$

Man erhält für die Koeffizienten:

b2 = 4.166666E-1 []
 b3 = 2.857142E-2 []
 b1 = 2.285714E4 [°/s²]

Ab Nenndrehzahl (n_{grenz}) ergibt sich damit folgender Kennlinienverlauf:

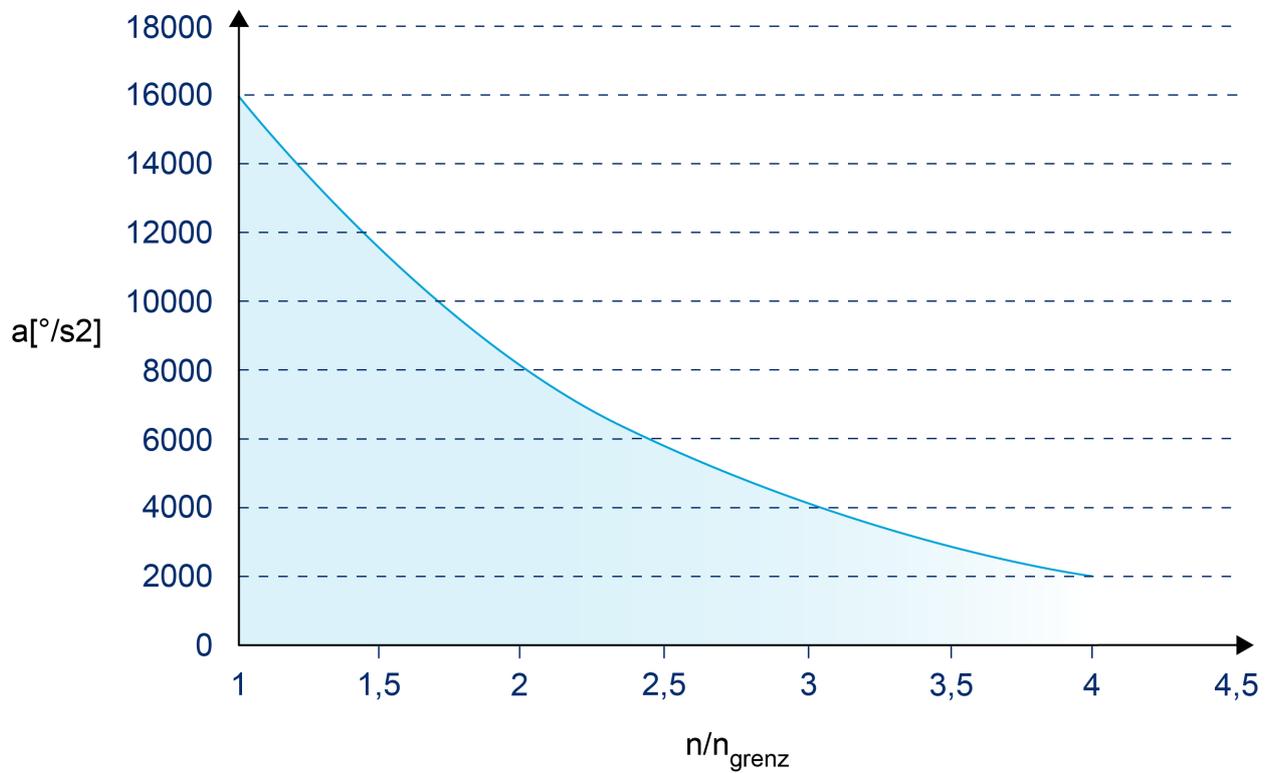


Abb. 19: Kennlinienverlauf Nenndrehzahl n_{grenz} bei Hyperbel

Parameter

P-AXIS-00202	Kennlinientyp: 1 (Hyperbel) oder 2 (Polynom)
P-AXIS-00130	Grenzdrehzahl n_{grenz}
P-AXIS-00007	Konstante Beschleunigung a_{konst} für $n < n_{\text{grenz}}$
P-AXIS-00010	Minimale Beschleunigung a_{min}
P-AXIS-00026	Koeffizient b1
P-AXIS-00027 [► 78]	Koeffizient b2
P-AXIS-00028 [► 78]	Koeffizient b3

Parametrierungsbeispiele

```
#
beschl_kennlinie.typ      1          Hyperbelform
beschl_kennlinie.a_min   1400       [°/s*s]
beschl_kennlinie.n_grenz 12000000   [10-3 °/s]
beschl_kennlinie.a_konst 16000     [°/s*s]
beschl_kennlinie.b1      2.285714E4 [°/s*s]
beschl_kennlinie.b2      4.166666E-1 []
beschl_kennlinie.b3      -2.857142E-2 []
#
#
beschl_kennlinie.typ      2          Polynomform
beschl_kennlinie.a_min   2000       [°/s*s]
beschl_kennlinie.n_grenz 12000000   [10-3 °/s]
beschl_kennlinie.a_konst 16000     [°/s*s]
beschl_kennlinie.b1      -0.88888888 [1/s]
beschl_kennlinie.b2      2.08333333E-5 [1/°]
beschl_kennlinie.b3      -1.92901234E-10 [s/°²]
#
```

2.8.4.2 Methode 2: Kennlinie für asynchrone Antriebscharakteristik

Für Spindeltriebe werden häufig Asynchronmotoren verwendet. Über die im folgenden Bild dargestellte drehzahlabhängige Spindelbeschleunigung $a = f(n)$ kann der Anwender eine optimalere Anpassung an die typische Charakteristik des Spindelmotors erreichen.

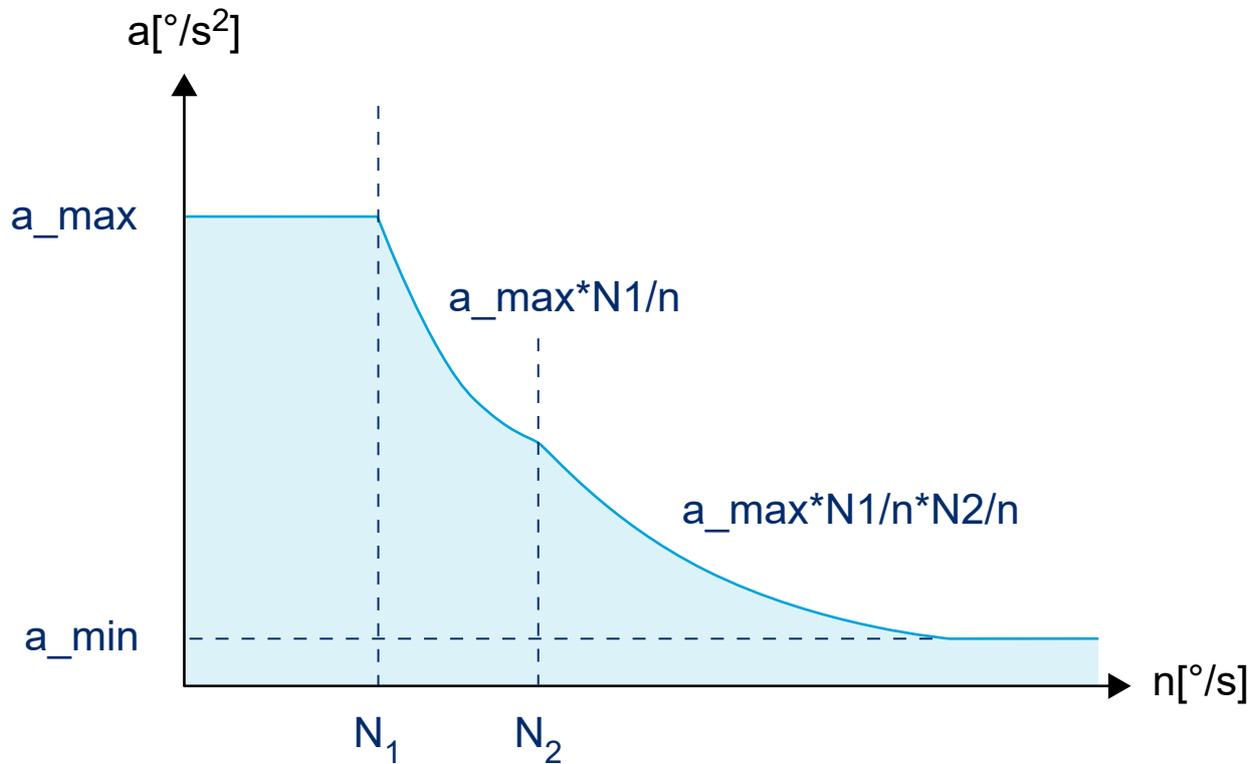


Abb. 20: Verlauf der Beschleunigung bei asynchroner Antriebscharakteristik

Neben der maximal zulässigen Beschleunigung a_{\max} , Drehzahl N_1 für den konstanten Beschleunigungsbereich ist lediglich eine weitere Drehzahl N_2 und die obere Minimalbeschleunigung a_{\min} zu parametrieren. Der Beschleunigungsverlauf ist bis zur Drehzahl N_1 konstant. Oberhalb von N_1 ist der Beschleunigungsverlauf proportional zu $1/n$, oberhalb von N_2 proportional zu $1/n^2$.

$N_1 = 10000 \text{ } ^{\circ}/s$	$N_2 = 20000 \text{ } ^{\circ}/s,$	$a_{\max} = 16000 \text{ } ^{\circ}/s^2$
-----------------------------------	------------------------------------	--

Ab Nenndrehzahl (n_{grenz}) ergibt sich damit folgender Kennlinienverlauf

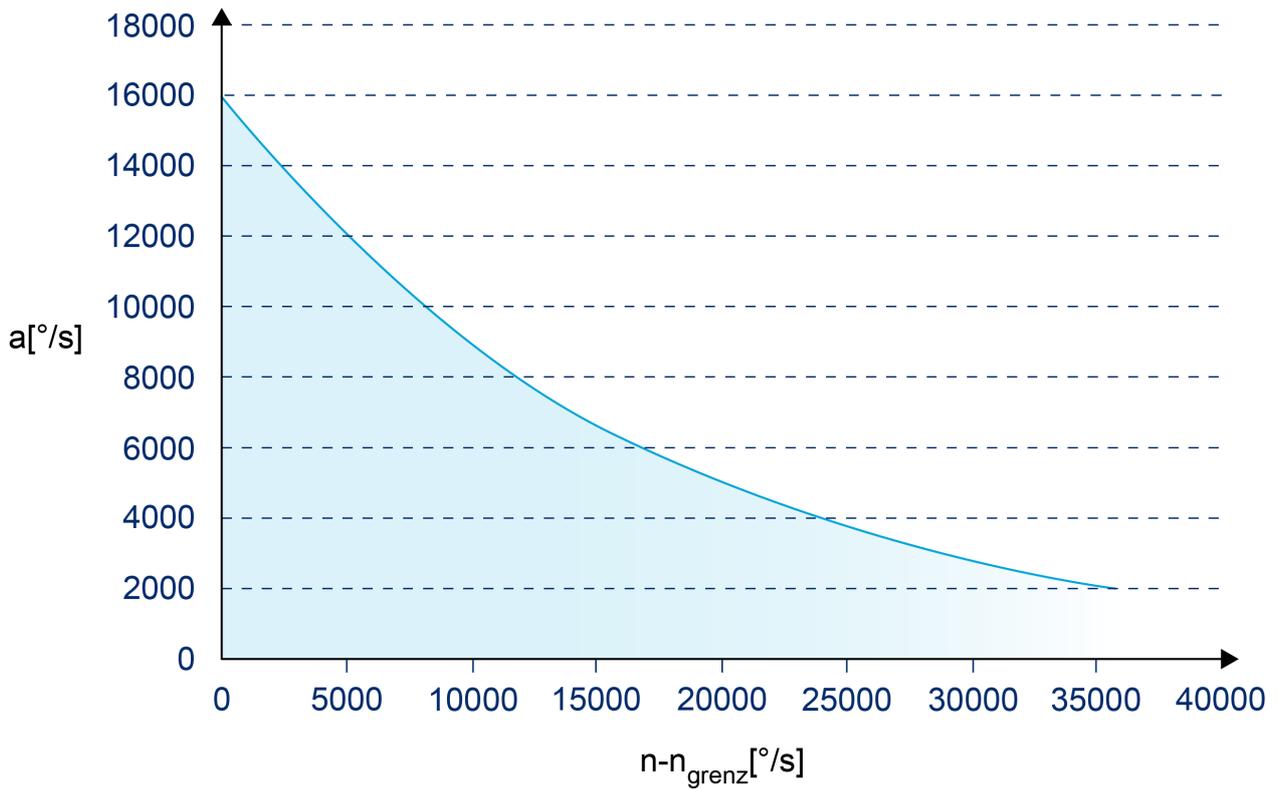


Abb. 21: Kennlinienverlauf ab Nenndrehzahl

Parameter

P-AXIS-00202	Kennlinientyp 3: Asynchronantrieb
P-AXIS-00010	Minimale Beschleunigung a_{min}
P-AXIS-00240	Maximale Beschleunigung a_{max} für $n < N_1$
P-AXIS-00241	Drehzahlgrenze N_1 für maximales Moment
P-AXIS-00242	Drehzahlgrenze N_2 für maximale Leistung

Parametrierungsbeispiel

```

getriebe[0].beschl_kennlinie.typ      3  Asynchronantrieb
getriebe[0].beschl_kennlinie.a_max  16000  [°/s²]
getriebe[0].beschl_kennlinie.a_min  4000   [°/s*s]
getriebe[0].beschl_kennlinie.n1     10000000 [10-3 °/s]
getriebe[0].beschl_kennlinie.n2     20000000 [10-3 °/s]
    
```

2.8.5 Werkzeugbezogene Dynamikbegrenzung für Spindeln

Das dynamische Verhalten der Spindel kann abhängig vom Eintrag in den Werkzeugdaten durch Werkzeugwechsel verändert werden. Dadurch kann das Verhalten der Spindel auf die zulässigen dynamischen Belastungen des Werkzeugs angepasst werden.

Das Werkzeug wird in den Werkzeugdaten [TOOL] über die logische Achsnummer einer Spindel zugeordnet.

Die Werkzeugdynamikdaten werden nach der Programmierung eines neuen Werkzeuges (D-Wort, #TOOL DATA) automatisch beim Übergang der Spindel vom Stillstand in die Interpolation wirksam.

Nach Abwahl des Werkzeugs bleiben die dynamischen Kenngrößen des zuletzt angewählten Werkzeugs gültig.

Parameter

P-TOOL-00012	logische Achsnummer Spindelachse
P-TOOL-00013	minimale Drehzahl
P-TOOL-00014	maximale Drehzahl
P-TOOL-00015	maximale Beschleunigung

Werkzeugbezogene Dynamikbegrenzung

```
wz[i].log_ax_nr_spdl      6
wz[i].vb_min             60000    [10-3 °/s]
wz[i].vb_max             3000000  [10-3 °/s]
wz[i].a_max              3000     [°/s2]
```

Programmierung

D-Wort oder #TOOL DATA



Die Übernahme neuer dynamischer Kenngrößen kann durch Eintragen der logischen Achsnummer 0 deaktiviert werden.

2.8.6 Gewindebohren ohne Ausgleichfutter (G63)

Syntaxbeispiel Gewindebohrung in Z-Richtung:

G63 Z.. F.. <Spindelname>..

modal

G63	Gewindebohren
Z..	Gewindetiefe (Zielposition) in der Bohrachse in [mm, inch]
F..	Vorschub in [mm/min, m/min, inch/min]
<Spindelname>..	Spindeldrehzahl bestehend aus Spindelbezeichnung gemäß P-CHAN-00053 und Drehzahlwert in [U/min]

Diese Art des Gewindebohrens (G63) erfordert eine lagegeregelte Spindel, die durch die CNC synchron zur Bahnbewegung mitgeführt wird. Hierbei erfolgt eine genaue dynamische Abstimmung von Spindel und den an der Zustellbewegung beteiligten Achsen. Ein Ausgleichfutter ist nicht erforderlich. Der programmierte Vorschub muss zur gewählten Spindeldrehzahl und zur Gewindesteigung des Bohrers passen und wird wie folgt berechnet:

Vorschub F [mm/min] = Drehzahl S [U/min] * Gewindesteigung [mm/U]

G63 wird durch die Anwahl einer anderen modalen Satzart (z.B. Linearbewegung G01) abgewählt. Eine nicht-haltende Satzart (z.B. Verweilzeit mit G04) bewirkt keine Deaktivierung von G63.

Der Bahnvorschub (F-Wort) und die Spindeldrehzahl (S-Wort) müssen nicht zwingend im selben NC-Satz wie G63 angegeben werden. Die Berechnung des Vorschubes muss immer auf den zuletzt programmierten Werten basieren.

Eine Fehlermeldung wird ausgegeben, wenn Bahnvorschub oder Spindeldrehzahl bei der G63 - Anwahl gleich Null sind.

In Kombination mit G331/G332 können M03, M04, M05, M19 nicht programmiert werden.

HINWEIS

Die Spindel (bzw. der Gewindebohrer) muss beim Aufruf von G63 stehen. Dies kann durch die vorhergehende Programmierung von M05 (Spindel stoppen) oder M19 mit S.POS (Spindel positionieren) erreicht werden.

Das Schneiden eines Linksgewindes oder das Herausfahren aus der Gewindebohrung wird mit **negativem S-Wert** programmiert.

Bei C-Achsbetrieb kann über den Parameter P-AXIS-00052 die Getriebestufe festgelegt werden.

Gewindebohren (G63)

Bohren eines Rechtsgewindes mit Steigung 1.25 mm, Gewindetiefe 50 mm. Bei einer Spindeldrehzahl S von 200 U/min ergibt sich somit ein Vorschub von:

$$F = 200 \cdot 1.25 = 250 \text{ mm/min}$$

```

;...
G01 F2000 G90 X0 Y0 Z0 ; Achsen positionieren
M19 S.POS=0 M3 S100 ; Spindel anhalten und positionieren
;...
G63 Z-50 F250 S200 ; Gewindebohren
Z0 S-200 ; Herausfahren aus Gewindebohrung
G01 F1000 X100 ; Neupositionieren, Abwahl Gewindebohren
:

```

Gewindebohren (G63)

```

%Gewindebohren_G63
N05 X0 Y0 Z0
N10 G91 Z100
N20 M19 S.POS180 M3 S100 ; Spindel positionieren
N30 G63 Z-50 F300 S200 ; Gewindebohren
N40 Z100 S-200 ; Herausfahren aus Gewindebohrung
N50 G01 X200 F3000 ; Neupositionieren, Abwahl Gewindebohren
N60 G63 Z-70 F300 S200 ; Gewindebohren
N70 Z100 S-200 ; Herausfahren aus Gewindebohrung
N80 M05 G01 X300 F1000
N90 M30

```

Mit G63 bzw. G331/G332 kann auch ein Gewinde in ein rotierendes Werkstück gefertigt werden. Der Vorschub des Gewindebohrers ergibt sich dabei aus der Differenzdrehzahl zwischen der Werkstückspindel und des angetriebenen Gewindebohrers. Vor dem Start des eigentlichen Gewindebohrens muss die Spindel mit dem Gewindebohrer geschwindigkeitssynchron an die Werkstückspindel gekoppelt werden. Für den Start des Gewindebohrens bzw. für das Herstellen der Geschwindigkeitskopplung ist kein Spindelstopp notwendig. Sowohl für die Werkzeug- als auch die Werkstückspindel kann der Prozess fliegend gestartet werden.

2.8.7 Gewindeschneiden mit endlos drehender Spindel (G33)

Ein-/mehrgängige Gewinde

Beim Gewindeschneiden mit endlos drehender Spindel (G33) wird die Bahnbewegung auf den Nulldurchgang der Spindeldrehung synchronisiert. Der Gewindeschnitt kann deshalb auch in mehreren, aufeinanderfolgenden Durchgängen erfolgen. Durch optionale Angabe eines Versatzwinkels können auch mehrgängige Gewinde gefertigt werden.

Für das Erzielen eines guten Bearbeitungsergebnisses und zur Minimierung von Konturfehlern kann für die Spindel sowie für die Bahnachsen eine Vorsteuerung angewählt werden.

Programmierung

Syntaxbeispiel für ZX-Ebene (Z Längsachse, X Zustellachse):

G33 Z.. K.. [<Spindelname>.OFFSET=..] modal

G33	Gewindeschneiden mit endlos drehender Spindel. Die G33-Funktion ist haltend wirksam. Der nächste Bewegungssatz mit einer haltenden Satzart (G00, G01, G02, G03, Spline, Polynom) wählt das Gewindeschneiden ab.
Z..	Zielposition ("Gewindelänge") in [mm, inch]
K..	Die Gewindesteigung wird bei aktivem Gewindeschneiden in der Einheit [mm/U, inch/U] ohne Vorzeichen über die Adressbuchstaben I, J und K programmiert. Diese sind gemäß DIN 66025 der X-, Y-, und Z-Achse zugeordnet. Die Gewindesteigung ist bis zum Programmende haltend wirksam und darf bei Anwahl von G33 nicht Null sein. Der Vorschub wird nicht über das F-Wort programmiert, sondern ergibt sich aus der Spindeldrehzahl und der Gewindesteigung. Die Steigung von Längsgewinden bzw. Kegeltengewinden mit einem Neigungswinkel kleiner als 45° wird über den Adressbuchstaben K angegeben, wenn die Z-Achse Längsdrehachse ist. Bei Plangewinden bzw. Kegeltengewinden mit einer Steigung größer oder gleich 45° erfolgt die Angabe der Steigung über I, wenn als Plandrehachse die X-Achse verwendet wird und über J, wenn die Y-Achse verwendet wird. In der nachfolgenden Abbildung sind Beispiele für die Angabe der Gewindesteigung über die Adressbuchstaben in der Z-X-Ebene dargestellt.
<Spindelname>.OFFS ET=..	Gewindeversatzwinkel in [°] im Modulbereich der Spindel. Optional, ist nur bei mehrgängigen Gewinden erforderlich. Der Versatzwinkel ist bis Programmende haltend wirksam. Spindelbezeichnung gemäß P-CHAN-00053. Das "="-Zeichen ist optional.

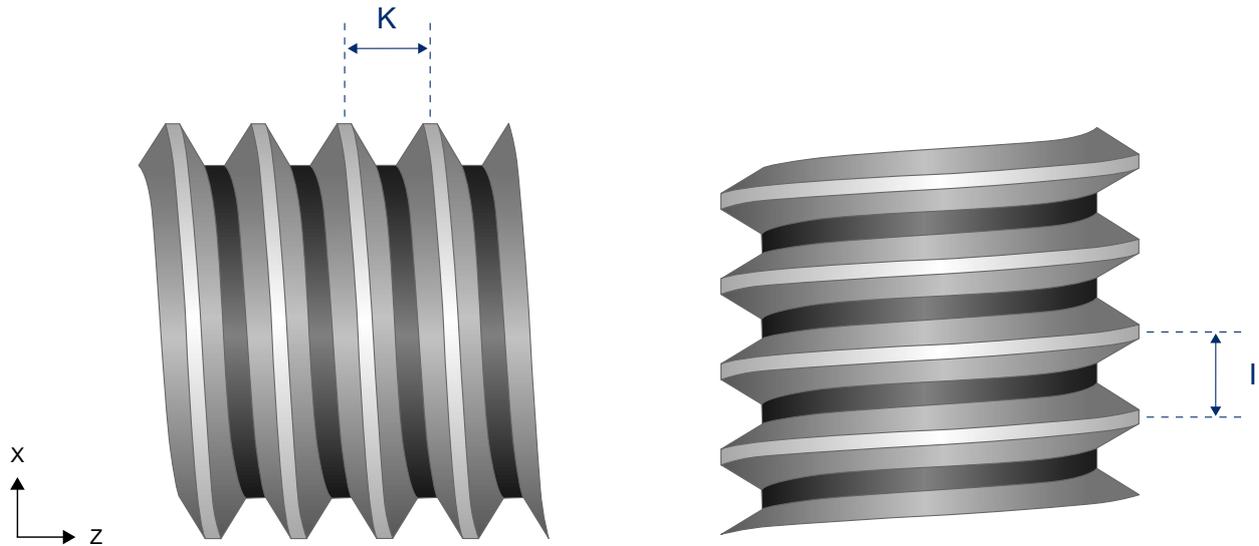
Steigungsangaben I, K bei Längsgewinde

Abb. 22: Angabe der Gewindesteigung bei Längsgewinde

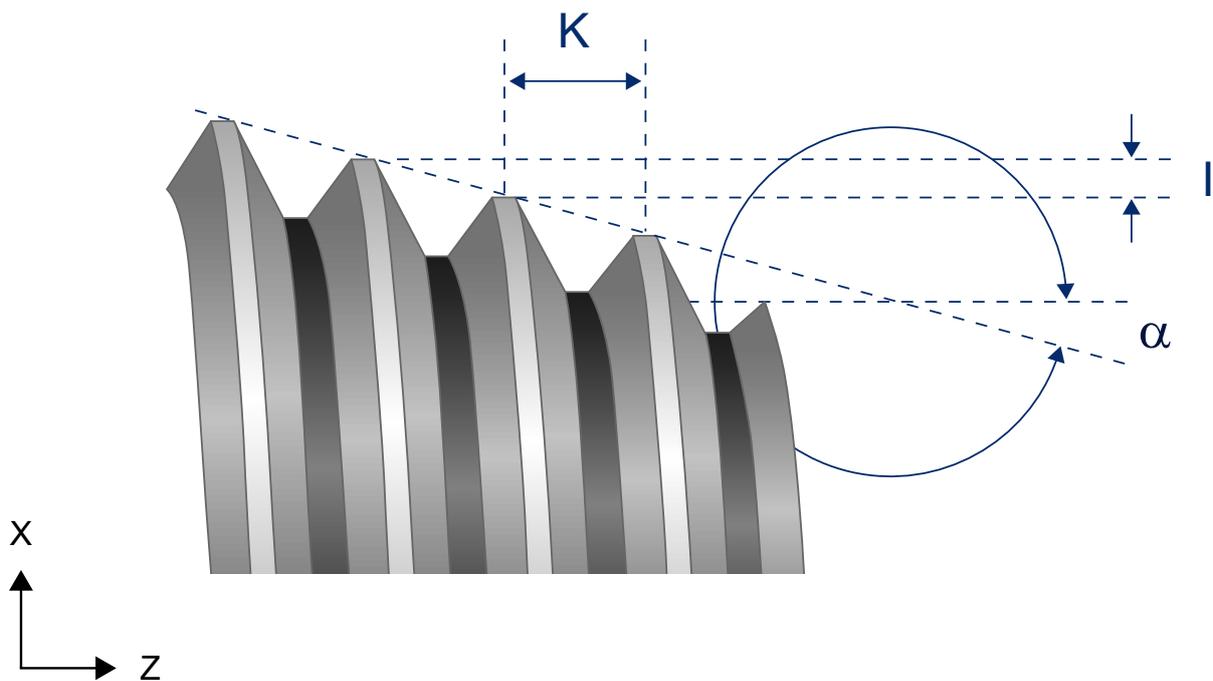
Steigungsangaben I, K bei Kegeltgewinde

Abb. 23: Angabe der Gewindesteigung bei Kegeltgewinde

Gewindeschneiden mit endlos drehender Spindel (G33)

G33 Z.. K.. [S.OFFSET=..]

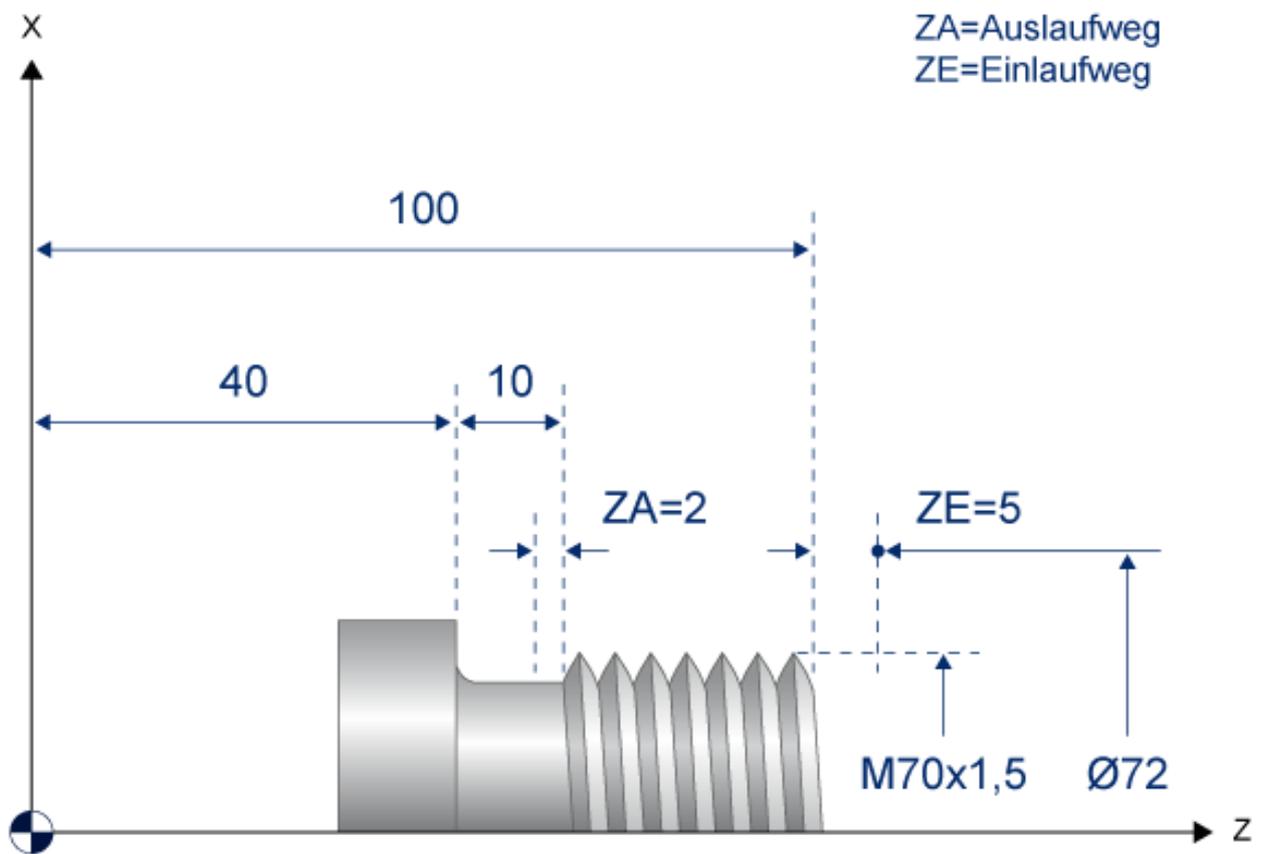


Abb. 24: Darstellung der Beispielgeometrie

Schneiden eines Längsgewindes (M70x1.5) in mehreren Schnitten:

```

%L Laengsgewinde

N100 G33 Z48 K1.5           ;Gewindegang schneiden
N110 G00 X72                ;Rückzug und Fahren
N120 Z105                   ;auf Startposition
N130 M29                     ;Unterprogrammende

%G33 (Gewindetiefe 0.92 mm)
N10 G51                      ;Anwahl Durchmesserprogrammierung
N15 T1 D1 M03 S400          ;Werkzeuganwahl, Spindel starten
N20 G00 X72 Z105            ;Anfahren

N25 G01 X69.54 F1000        ;Auf 1. Schnitttiefe positionieren
N30 LL Längsgewinde         ;1. Gewindegang schneiden

N35 G01 X69.08              ;Auf 2. Schnitttiefe positionieren
N30 LL Längsgewinde         ;2. Gewindegang schneiden

N35 G01 X68.62              ;Auf 3. Schnitttiefe positionieren
N30 LL Längsgewinde         ;3. Gewindegang schneiden

N35 G01 X68.16              ;Auf Endtiefe positionieren
N30 LL Längsgewinde         ;4. Gewindegang schneiden

N35 G01 X68.16              ;Erneut auf Endtiefe positionieren
N30 LL Längsgewinde         ;Leerschnitt

N60 M05 X150 Z200           ;Fahren auf Endposition
N65 M30                      ;Programmende

```

Schneiden eines 2-gängigen Längsgewindes (M70x1.5)

```

%G33_2 (2 Gewindegänge, Gewindetiefe 0.92 mm)
N10 G51                      ;Anwahl Durchmesserprogrammierung
N15 T1 D1 M03 S400          ;Werkzeuganwahl, Spindel starten
N20 G00 X72 Z105            ;Anfahren
N25 G01 X68.16 F1000        ;Auf Gewindetiefe positionieren
N30 G33 Z48 K1.5           ;1. Gewindegang schneiden
N35 G00 X72                 ;Rückzug und Fahren
N40 Z105                     ;auf nächste
N45 G01 X68.16              ;Startposition
N50 G33 Z48 K1.5 S.OFFSET=180 ;2. Gewindegang schneiden bei 180°
N55 G00 X72                 ;Rückzug und Fahren
N60 M05 X150 Z200           ;auf Endposition
N65 M30                      ;Programmende

```

Schneiden eines Kegelgewindes

```
%L Kegelgewinde
N010 G33 Z90 X1 I5.0           ;Gewindegang schneiden (Bezug I)
; N010 G33 Z90 X1 K5.0       ;Gewindegang schneiden (Bezug K)
N020 G00 X72                 ;Rückzug und Fahren
N030 Z105                   ;auf Startposition
N040 M29                     ;Unterprogrammende

%G33
N050 G00 X0 Y0 Z0
N060 G18
N070 G51                     ;Anwahl Durchmesserprogrammierung
N080 D1 M03 S1              ;Werkzeuganwahl, Spindel starten
N090 G00 X105 Z105          ;Anfahren
N100 G01 X100 F1000         ;Auf 1. Schnitttiefe positionieren
N110 LL Kegelgewinde        ;1. Gewindeschnitt
N120 M05 X150 Z200         ;Fahren auf Endposition
N130 M30                     ;Programmende
```

2.8.8 C-Achsbearbeitung (Stirn- und Mantelflächenbearbeitung)

Diese Funktionalität ermöglicht die Stirn- und Mantelflächenbearbeitung von zylindrischen Werkstücken an Maschinen mit einer rotatorischen Achse für die Werkstückaufnahme (z.B. Drehmaschinen oder Fräsmaschinen mit Drehteller). Dabei wird das Werkstück von der rotatorischen Achse oder Spindel (C-Achse) und das angetriebene Werkzeug (z.B. ein Fräser) von den beiden translatorischen Achsen X (oder Y) und Z bewegt.

Die Art der für die Stirnflächenbearbeitung verwendeten Maschine wird über den Maschinenparameter P-CHAN-00008 bestimmt. Die Achse muss über den Achsparameter P-AXIS-00015 als Achse für die kinematische C-Achs-Transformation markiert sein.

Die Stirnflächenbearbeitung und die Mantelflächenbearbeitung werden in kartesischen Koordinaten beschrieben.

Spindel als Kanalachse

Die Hauptspindel wird in eine rotatorische Bahnachse (z.B. "C") überführt.

Programmierung

```
#CAX [...]
```

```
#CAX OFF
```

Stirnflächenbearbeitung

```
#FACE[...]
```

```
#FACE OFF
```

Mantelflächenbearbeitung

```
#CYL
```

```
#CYL OFF
```

Parameter

P-CHAN-00008	Die Art der für die Stirnflächenbearbeitung verwendeten Maschine
P-AXIS-00015	Achsmodus für kinematische C-Achs-Transformation

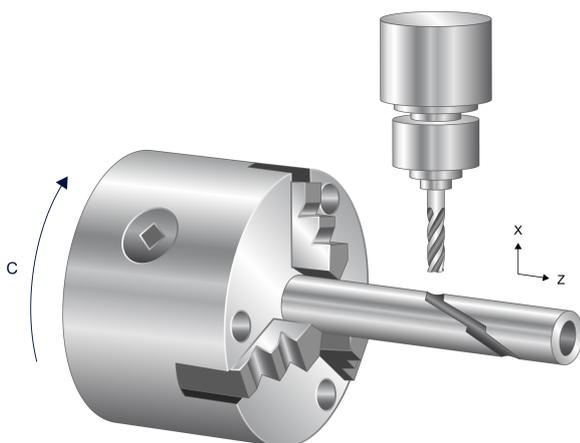


Abb. 25: Stirn- und Mantelflächenbearbeitung

2.8.9 Drehfunktionen

Eine nähere Beschreibung der Drehfunktionen ist der Programmieranleitung [PROG] zu entnehmen

Schneidenradiuskorrektur

Die Schneidenradiuskorrektur wirkt in der mit G17, G18, G19 angewählten Bearbeitungsebene. In dieser Ebene muss eine der Achsen im Modus "Plandrehen", die andere im Modus "Längsdrehen" betrieben werden (P-AXIS-00015 (achs_mode)).

Programmierung

G40/G41/G42

Umdrehungsvorschub

Beim Drehen mit Umdrehungsvorschub lässt sich über das F-Wort in mm/U unabhängig von der Spindeldrehzahl eine konstante Spandicke festlegen. Der Vorschub der Bahnachsen wird dabei an die Drehzahl der NC-Spindel gekoppelt.

Programmierung

G95

Konstante Schnittgeschwindigkeit

Um bei der Drehbearbeitung eine konstante Relativgeschwindigkeit zwischen Werkstück und Drehwerkzeug bei allen Bearbeitungsdurchmessern zu erreichen, wird die Spindeldrehzahl an den Abstand der Zustellachse zur Drehmitte gekoppelt.

Programmierung

G96, G97, G196

2.9 HLI Schnittstellenobjekte (NCK-PLC Schnittstelle)

Die Beschreibung der an der PLC Schnittstelle verfügbaren spindelspezifischen Daten ist der separaten Dokumentation „HLI-Schnittstelle“ [HLI] zu entnehmen.

Übersicht

Drehzahlen

- Solldrehzahl
- Ist-Drehzahl
- Drehzahl programmiert

Positionen

- Zielposition
- Ist-Position

Statusinformationen

- Betriebszustand
- Drehzahlüberwachung aktiv
- Solldrehzahl erreicht
- Spindel steht
- Drehzahlüberwachung ungültig
- Restfahrweg
- Auftragsfehler

Steuerkommandos

- Spindelstopp bei Programmende
- Spindel-Reset

Externe Spindelbeauftragung

Über die externe Schnittstelle kann alles beauftragt werden, was auch über den Kanal beauftragt werden kann.

3 Parameter

3.1 Übersicht Kanal-, Achs- und Werkzeugparameter

ID	Parameter	Beschreibung
P-CHAN-00004	autom_range	Automatischer Getriebestufenwechsel
P-CHAN-00007	bezeichnung	Spindelbezeichnung
P-CHAN-00008	cax_face_id	Variante der Stirnflächenbearbeitung (Drehen/Fräsen)
P-CHAN-00010	default_ax_name_of_s pindle	Name der Spindel als Kanalachse
P-CHAN-00036	log_achs_nr	Spindel-Achsnummer
P-CHAN-00037	log_achs_nr_master	Masterachse
P-CHAN-00038	log_achs_nr_slave	Slaveachse
P-CHAN-00043	m19_synch	Synchronisationsart der M19-Funktion
P-CHAN-00045	m3_synch	Synchronisationsart der M03-Funktion
P-CHAN-00047	m4_synch	Synchronisationsart der M04-Funktion
P-CHAN-00049	m5_synch	Synchronisationsart der M05-Funktion
P-CHAN-00051	main_spindle_ax_nr	Definition der Hauptspindel
P-CHAN-00052	main_spindle_gear_ch ange	Freigabe für Getriebehalten
P-CHAN-00053	main_spindle_name	Hauptspindelbezeichnung
P-CHAN-00055	max_speed	Drehzahlbereichsgrenzen
P-CHAN-00058	min_speed	Drehzahlbereichsgrenzen
P-CHAN-00061	mode	Koppelmodus
P-CHAN-00069	plc_control	PLC-gesteuerte Spindel über Kanalschnittstelle
P-CHAN-00074	range_way	Suchrichtung in der Drehzahlbereichstabelle
P-CHAN-00081	s_synch	Synchronisationsart der S-Funktion
P-CHAN-00082	spdl_anzahl	Spindelanzahl im Kanal

ID	Parameter	Beschreibung
P-AXIS-00007	a_konst	konstante Beschleunigung
P-AXIS-00010	a_min	Beschleunigung Minimum
P-AXIS-00015	achs_mode	Achsmode
P-AXIS-00016	achs_nr	Achsnummer
P-AXIS-00018	achs_typ	Achstyp
P-AXIS-00020	antr_typ	Antriebstyp
P-AXIS-00026	b1	Koeffizient
P-AXIS-00027	b2	Koeffizient
P-AXIS-00028	b3	Koeffizient
P-AXIS-00031	beweg_richt	Drehrichtung für rotatorische Achsen
P-AXIS-00041	n1	Drehzahlgrenze 1 für maximales Moment
P-AXIS-00078	getr_schalt_pos	Getriebestufenwechselposition
P-AXIS-00079	getriebe_stufe	Nummer der Standardgetriebestufe
P-AXIS-00099	kv	Proportionalfaktor kv für P-Lageregelung
P-AXIS-00120	mod_komp	Aktivierung der Modulokompensation
P-AXIS-00124	modulo_fehler	Modulofehler-Kompensation
P-AXIS-00125	modulo_umdreh	Anzahl Umdrehungen
P-AXIS-00126	moduloo	Obergrenze Modulobereich
P-AXIS-00127	modulou	Untergrenze Modulobereich

P-AXIS-00128	multi_gain_n	Anpassung der Antriebsstellgröße an den D/A-Konverter
P-AXIS-00129	multi_gain_z	Anpassung der Antriebsstellgröße an den D/A-Konverter
P-AXIS-00130	n_grenz	Grenzdrehzahl
P-AXIS-00156	ref_ohne_nocken	Referenzieren ohne Nocken
P-AXIS-00157	ref_ohne_rev	Referenzieren ohne Revertieren
P-AXIS-00159	reverse	Vorzeichenumkehr Soll/Ist im Lageregler bei +/- 10 V
P-AXIS-00202	typ	Kennlinientyp
P-AXIS-00205	v_reso_denom	Geschwindigkeitsskalierung Nenner
P-AXIS-00206	v_reso_num	Geschwindigkeitsskalierung Zähler
P-AXIS-00207	v_time_base	Zeitbasis Geschwindigkeitsskalierung
P-AXIS-00209	vb_eilgang	Eilganggeschwindigkeit
P-AXIS-00216	vb_min_null	Grenze für Drehzahl == 0 bei Drehzahlüberwachung
P-AXIS-00217	vb_prozent	Faktor für Spindeldrehzahl erreicht
P-AXIS-00220	vb_regelgrenze	Geschw. für Regelgrenze
P-AXIS-00224	vorz_richtung	Einschränkung der Drehrichtung für rotatorische Achsen
P-AXIS-00233	wegaufn	Wegauflösung des Messsystems
P-AXIS-00234	wegaufz	Wegauflösung des Messsystems
P-AXIS-00240	a_max	Maximale Spindelbeschleunigung
P-AXIS-00242	n2	Drehzahlgrenze 2 für maximale Leistung
P-AXIS-00265	velocity_position_control_on	Umschaltgeschwindigkeit
P-AXIS-00266	velocity_position_control_off	Rückschaltgeschwindigkeit

ID	Parameter	Beschreibung
P-TOOL-00012	log_ax_nr_spdl	Logische Achsnummer der Spindel
P-TOOL-00013	vb_min	Minimale Drehzahl
P-TOOL-00014	vb_max	Maximale Drehzahl
P-TOOL-00015	a_max	Maximale Beschleunigung

3.2 Beschreibung

3.2.1 Kanalparameter

Übersicht

In diesem Kapitel werden die kanalspezifischen Parameter zur Konfiguration von Spindeln beschrieben. Es ist zu beachten, dass nur die Spindeln, die in der Kanalparameterliste eingetragen sind, im Teileprogramm auch angesprochen werden können. Dies gilt sowohl für NC- als auch für PLC-Spindeln.

Die im Kanalparametersatz definierte Spindelkonfiguration ist die Standardbelegung, die nach dem Hochlauf der Steuerung zur Verfügung steht.

P-CHAN-00082	Anzahl konfigurierter Spindeln im NC-Kanal
Beschreibung	Mit diesem Element wird die Gesamtzahl der vorhandenen lagegeregelten und gesteuerten Spindeln vorgegeben. Die Spindelanzahl muß mit den eingetragenen Spindeln (spindel[i].*) übereinstimmen.
Parameter	spdl_anzahl
Datentyp	UNS16
Datenbereich	0 ≤ spdl_anzahl ≤ 6 (applikationsspezifisch)
Dimension	----
Standardwert	0
Anmerkungen	Parametrierbeispiel: Es werden zwei Spindeln (eine lagegeregelte und eine gesteuerte) konfiguriert. <i>spdl_anzahl 2</i>

P-CHAN-00010	Name einer Spindel im Bahnverbund
Beschreibung	Wird eine Spindelachse bei bestimmten Bearbeitungsmodis (z.B. C-Achsbetrieb) in den Bahnverbund eingetauscht, so kann sie über diese Standardbezeichnung (z.B. C1) im NC-Programm angesprochen werden.
Parameter	default_ax_name_of_spindle
Datentyp	STRING
Datenbereich	Maximal 16 Zeichen (Länge Spindelbezeichnung, applikationsspezifisch)
Dimension	----
Standardwert	*
Anmerkungen	Die Bezeichnung der Spindel im Bahnverbund muss mit dem Buchstaben A, B, C, U, V, W, X, Y, Z oder Q beginnen. Danach sind alle Buchstaben und Ziffern möglich. Die Achsbezeichnung muss eindeutig sein. Sie darf nicht mit einem konfigurierten Namen einer Kanalachse (P-CHAN-00006) übereinstimmen! Parametrierbeispiel: Die C-Achse erhält die Bezeichnung C1. <i>default_ax_name_of_spindle C1</i> * Hinweis: Der Standardwert der Variablen ist ein Leerstring.

P-CHAN-00051	Logische Achsnummer der Hauptspindel im NC-Kanal
Beschreibung	Die Definition der Hauptspindel erfolgt über die Belegung des Parameters. Hier wird die logische Achsnummer einer der Spindeln eingetragen, die in der Kanalparameterliste konfiguriert sind. Diese Spindel ist nach dem Hochlauf der Steuerung die Hauptspindel. Durch einen Befehl im Teileprogramm (#MAIN SPINDLE, [PROG]) kann jedoch jede andere Spindel im System zur Hauptspindel gemacht werden.
Parameter	main_spindle_ax_nr
Datentyp	UNS16
Datenbereich	1 ... MAX(UNS16)
Dimension	----

Standardwert	0
Anmerkungen	Parametrierbeispiel: Die Spindel mit der logischen Achsnummer 6 ist die Hauptspindel. <i>main_spindle_ax_nr 6</i>

P-CHAN-00053	Name der Hauptspindel im NC-Kanal
Beschreibung	Neben der logischen Achsnummer muss der Hauptspindel ein Name zugeordnet werden, mit dem sie im Teileprogramm angesprochen werden kann. Dazu wird der Hauptspindel über den Parameter eine Achsbezeichnung zugeordnet. Diese Achsbezeichnung ist frei wählbar, sie muss jedoch immer mit dem Buchstaben 'S' beginnen.
Parameter	main_spindle_name
Datentyp	STRING
Datenbereich	Maximal 16 Zeichen (Länge Spindelbezeichnung, applikationsspezifisch)
Dimension	----
Standardwert	*
Anmerkungen	Die Bezeichnung der Hauptspindel kann im Teileprogramm nicht geändert werden. Jedoch wird dieser Name bei Anwahl mit #MAIN SPINDLE (siehe [PROG]) der neuen Hauptspindel zugewiesen. Parametrierbeispiel: Die Hauptspindel (logische Achsnummer 6) wird im Teileprogramm mit dem Namen 'S' programmiert. <i>main_spindle_ax_nr 6</i> <i>main_spindle_name S</i> * Hinweis: Der Standardwert der Variablen ist ein Leerstring.

P-CHAN-00008	Maschinen-ID bei C-Achs-Stirnflächenbearbeitung
Beschreibung	Dieser Parameter bestimmt die Art der für die Stirnflächenbearbeitung verwendeten Maschine.
Parameter	cax_face_id
Datentyp	UNS16
Datenbereich	1: Drehmaschine (automatische Ausrichtung der Drehachse in der Drehmitte) 2: Fräsmaschinen (keine Ausrichtung)
Dimension	----
Standardwert	0
Anmerkungen	Parametrierbeispiel: Die Stirnflächenbearbeitung erfolgt auf einer Fräsmaschine. <i>cax_face_id 2</i>

P-CHAN-00036	Logische Achsnummer einer Spindel im NC-Kanal
Beschreibung	In diesem Parameter wird die logische Achsnummer der Spindel eingetragen. Die logische Achsnummer ist im gesamten System eindeutig. Über die logische Achsnummer erfolgt die Zuordnung der Spindelbezeichnung im NC-Programm zu den Achsdaten (Achsparameterlisten, siehe [AXIS]). Es sind deshalb nur solche logischen Achsnummern sinnvoll, die auch in der NC bekannt sind. Die logische Achsnummer '0' ist nicht erlaubt.
Parameter	spindel[i].log_achs_nr
Datentyp	UNS16
Datenbereich	1... MAX(UNS16)
Dimension	----
Standardwert	-
Anmerkungen	Eine logische Achsnummer darf nicht mehrfach zugeordnet werden. Eine logische Achsnummer darf nicht gleichzeitig als Bahnachse und Spindel konfiguriert werden. Ist dies der Fall, erfolgt eine Fehlermeldung bei der Plausibilitätsprüfung der Kanalparameter im Hochlauf.

P-CHAN-00007	Name einer Spindel im NC-Kanal
---------------------	---------------------------------------

Beschreibung	Über dieses Element wird die Standardbezeichnung definiert, mit der die Spindel im NC-Programm angesprochen werden kann. Hierbei ist zu beachten, dass eine Spindel, solange sie Hauptspindel ist, nur über den Hauptspindelnamen programmiert werden kann. Bei der Spindelbezeichnung handelt es sich um einen String.
Parameter	spindel[i].bezeichnung
Datentyp	STRING
Datenbereich	Maximal 16 Zeichen (Länge Spindelbezeichnung, applikationsspezifisch)
Dimension	----
Standardwert	*
Anmerkungen	<p>Die Spindelbezeichnungen müssen mit den Buchstaben 'S' beginnen. Danach sind alle Buchstaben und Ziffern möglich. Die Spindelbezeichnungen müssen eindeutig sein.</p> <p>Parametrierbeispiel: Konfiguration eines 1-kanaligen Systems mit 3 Spindeln. Nach dem Hochlauf ist die Spindel 'S1' mit der logischen Achsnummer 6 die Hauptspindel. Sie wird über den Spindelnamen 'S' angesprochen. Die Spindeln mit den logischen Achsnummern 11 und 30 werden über ihre Standardbezeichnungen 'S2' und 'S3' programmiert.</p> <pre> spdl_anzahl 3 : main_spindle_ax_nr 6-> -> ->- main_spindle_name S ->- / # / / spindel[0].bezeichnung S1-<- / spindel[0].log_achs_nr 6-< -< -<- : spindel[1].bezeichnung S2 spindel[1].log_achs_nr 11 : spindel[2].bezeichnung S3 spindel[2].log_achs_nr 30 * Hinweis: Der Standardwert der Variablen ist ein Leerstring. </pre>

P-CHAN-00069	Spindelansteuerung durch SPS über kanalspezifische Schnittstelle
Beschreibung	Soll eine Spindel nicht durch einen Spindelinterpolator im NC-Kanal, sondern direkt durch die SPS angesteuert werden, so wird dieser Parameter auf TRUE gesetzt. Hierbei ist zu beachten, dass dann sämtliche Synchronisationen nicht mehr (Spindel-) achsspezifisch sondern über den kanalspezifischen HLI-Bereich ausgegeben und behandelt werden. Die achsspezifische Syntax zur Programmierung der Spindelbefehle ist weiterhin erlaubt, jedoch ist diese dann auf die Angabe der Drehzahl und der M-Funktionen M3/M4/M5/M19 beschränkt.
Parameter	spindel[i].plc_control
Datentyp	BOOLEAN
Datenbereich	0/1
Dimension	----
Standardwert	0
Anmerkungen	

Synchronisationsfestlegungen

P-CHAN-00081	Synchronisationsart der Spindel-S-Funktion
Beschreibung	Mit diesem Parameter wird die Synchronisationsart der Spindel-S-Funktion definiert. Die Synchronisationsart wird als Stringkonstante oder alternativ als hexadezimaler Wert angegeben.
Parameter	spindel[i].s_synch
Datentyp	STRING
Datenbereich	Siehe Spindelspezifische Synchronisationsarten
Dimension	----
Standardwert	NO_SYNCH

Anmerkungen	<p>Parametrierbeispiel: Für eine (lagegeregelte) Spindel 'S1' wird die Spindel-Funktion ohne Synchronisation ausgeführt. Die SPS wird nicht informiert.</p> <pre> spindel[0].bezeichnung S1 spindel[0].log_achs_nr 6 spindel[0].s_synch MOS 0x00000001 spindel[0].m3_synch PLC_INFO MVS_SVS 0x00020002 spindel[0].m4_synch PLC_INFO MVS_SNS 0x00020004 spindel[0].m5_synch PLC_INFO MVS_SVS 0x00020002 spindel[0].m19_synch MNS_SNS 0x00000008 </pre> <p>Hinweis: Aus Gründen der Abwärtskompatibilität ist auch die Programmierung einer UNS32 Variablen zulässig. Bsp.: spindel[0].s_synch 0x00000001</p>
-------------	---

P-CHAN-00045	Synchronisationsart für M03
Beschreibung	Bei Verwendung der Funktion M03 muss die Synchronisationsart für die verwendeten Spindeln festgelegt werden. Die Synchronisationsart wird als Stringkonstante oder alternativ als hexadezimaler Wert angegeben.
Parameter	spindel[i].m3_synch
Datentyp	STRING
Datenbereich	Siehe Spindelspezifische Synchronisationsarten
Dimension	----
Standardwert	NO_SYNCH
Anmerkungen	<p>Parametrierbeispiel: Für eine (lagegeregelte) Spindel 'S1' wird die spindelspezifische M-Funktion M03 mit der Synchronisationsart MVS_SVS belegt. Zusätzlich wird auch die SPS informiert.</p> <pre> spindel[0].bezeichnung S1 spindel[0].log_achs_nr 6 spindel[0].s_synch MOS 0x00000001 spindel[0].m3_synch PLC_INFO MVS_SVS 0x00020002 spindel[0].m4_synch PLC_INFO MVS_SNS 0x00020004 spindel[0].m5_synch PLC_INFO MVS_SVS 0x00020002 spindel[0].m19_synch MNS_SNS 0x00000008 </pre> <p>Hinweis: Aus Gründen der Abwärtskompatibilität ist auch die Programmierung einer UNS32 Variablen zulässig. Bsp.: spindel[0].m3_synch 0x00020002</p>

P-CHAN-00047	Synchronisationsart für M04
Beschreibung	Bei Verwendung der Funktion M04 muss die Synchronisationsart für die verwendeten Spindeln festgelegt werden. Die Synchronisationsart wird als Stringkonstante oder alternativ als hexadezimaler Wert angegeben.
Parameter	spindel[i].m4_synch
Datentyp	STRING
Datenbereich	Siehe Spindelspezifische Synchronisationsarten
Dimension	----
Standardwert	NO_SYNCH
Anmerkungen	<p>Parametrierbeispiel: Für eine (lagegeregelte) Spindel 'S1' wird die spindelspezifische M-Funktion M04 mit der Synchronisationsart MVS_SNS belegt. Zusätzlich wird auch die SPS informiert.</p> <pre> spindel[0].bezeichnung S1 spindel[0].log_achs_nr 6 spindel[0].s_synch MOS 0x00000001 spindel[0].m3_synch PLC_INFO MVS_SVS 0x00020002 spindel[0].m4_synch PLC_INFO MVS_SNS 0x00020004 spindel[0].m5_synch PLC_INFO MVS_SVS 0x00020002 spindel[0].m19_synch MNS_SNS 0x00000008 </pre> <p>Hinweis: Aus Gründen der Abwärtskompatibilität ist auch die Programmierung einer UNS32 Variablen zulässig. Bsp.: spindel[0].m4_synch 0x00020004</p>

P-CHAN-00049	Synchronisationsart für M05
---------------------	------------------------------------

Beschreibung	Bei Verwendung der Funktion M05 muss die Synchronisationsart für die verwendeten Spindeln festgelegt werden. Die Synchronisationsart wird als Stringkonstante oder alternativ als hexadezimaler Wert angegeben.
Parameter	spindel[i].m5_synch
Datentyp	STRING
Datenbereich	Siehe Spindelspezifische Synchronisationsarten
Dimension	----
Standardwert	NO_SYNCH
Anmerkungen	<p>Parametrierbeispiel: Für eine (lagegeregelt) Spindel 'S1' wird die spindelspezifische M-Funktion M05 mit der Synchronisationsart MVS_SVS belegt. Zusätzlich wird auch die SPS informiert.</p> <pre> spindel[0].bezeichnung S1 spindel[0].log_achs_nr 6 spindel[0].s_synch MOS spindel[0].m3_synch PLC_INFO MVS_SVS 0x00020002 spindel[0].m4_synch PLC_INFO MVS_SNS 0x00020004 spindel[0].m5_synch PLC_INFO MVS_SVS 0x00020002 spindel[0].m19_synch MNS_SNS 0x00000008 </pre> <p>Hinweis: Aus Gründen der Abwärtskompatibilität ist auch die Programmierung einer UNS32 Variablen zulässig.</p> <p>Bsp.: spindel[0].m5_synch 0x00020002</p>

P-CHAN-00043	Synchronisationsart für M19
Beschreibung	Bei Verwendung der Funktion M19 muss die Synchronisationsart für die verwendeten Spindeln festgelegt werden. Die Synchronisationsart wird als Stringkonstante oder alternativ als hexadezimaler Wert angegeben.
Parameter	spindel[i].m19_synch
Datentyp	STRING
Datenbereich	Siehe Spindelspezifische Synchronisationsarten
Dimension	----
Standardwert	NO_SYNCH
Anmerkungen	<p>Parametrierbeispiel: Für eine (lagegeregelt) Spindel 'S1' wird die spindelspezifische M-Funktion M19 mit der Synchronisationsart MNS_SNS belegt. Zusätzlich wird auch die SPS informiert.</p> <pre> spindel[0].bezeichnung S1 spindel[0].log_achs_nr 6 spindel[0].s_synch MOS spindel[0].m3_synch PLC_INFO MVS_SVS 0x00020002 spindel[0].m4_synch PLC_INFO MVS_SNS 0x00020004 spindel[0].m5_synch PLC_INFO MVS_SVS 0x00020002 spindel[0].m19_synch MNS_SNS 0x00000008 </pre> <p>Hinweis: Aus Gründen der Abwärtskompatibilität ist auch die Programmierung einer UNS32 Variablen zulässig.</p> <p>Bsp.: spindel[0].m19_synch 0x00000008</p>

Getriebebeschalten

Getriebebeschalten ist nur für die Hauptspindel zulässig.

P-CHAN-00052	Freischalten mechanisches Getriebebeschalten der Hauptspindel
Beschreibung	Mit diesem Parameter wird für die Hauptspindel das Getriebebeschalten freigeschaltet oder gesperrt.
Parameter	main_spindle_gear_change
Datentyp	BOOLEAN
Datenbereich	0: Spindelgetriebebeschalten für die Hauptspindel deaktiviert 1: Spindelgetriebebeschalten für die Hauptspindel aktiviert
Dimension	----
Standardwert	0

Anmerkungen	Die M-Funktionen zur Auswahl der Getriebestufen der Hauptspindel M40–45 werden durch den Parameter P-CHAN-00052 in der Kanalparameterliste aktiviert. Bei deaktiviertem Getriebebeschalten können die M-Funktionen M40–45 frei verwendet werden.
-------------	--

P-CHAN-00074	Suchrichtung bei der Stufenanwahl beim Spindelgetriebebeschalten
Beschreibung	Dieser Parameter bestimmt, ob bei sich überlappenden Drehzahlstufen die niedrigere oder die höhere Getriebestufe angewählt wird. Wenn 'range_way = 0' gesetzt ist, startet die Suche von der niedrigsten Drehzahlstufe aus; wenn 'range_way' > 0 von der obersten. Die richtige Drehzahl-(Getriebe)stufe ist diejenige, in der die programmierte Drehzahl zuerst gefunden wird.
Parameter	spindel[i].range_way
Datentyp	UNS16
Datenbereich	$0 \leq \text{range_way} < \text{MAX}(\text{UNS16})$
Dimension	----
Standardwert	0
Anmerkungen	Parametrierbeispiel: Die Suche startet im niedrigsten Drehzahlbereich <i>spindel[0].range_way 0 (von unten nach oben)</i>

P-CHAN-00004	Automatische Stufenanwahl beim Spindelgetriebebeschalten
Beschreibung	Wenn die Spindelgetriebestufe vom NC-Kern automatisch bestimmt werden soll, muss der Parameter mit 1 belegt sein. In diesem Fall müssen die M-Funktionen M40 bis M45 nicht programmiert werden. Das bedeutet, dass die richtige Getriebestufe allein implizit durch die Programmierung der Drehzahl ('S'-Wort) bestimmt wird.
Parameter	spindel[i].autom_range
Datentyp	BOOLEAN
Datenbereich	0/1
Dimension	----
Standardwert	0
Anmerkungen	Parametrierbeispiel: Die automatische Stufenanwahl wird freigeschaltet. <i>spindel[0].autom_range 1</i>

P-CHAN-00058	Minimale Spindeldrehzahl einer Drehzahlstufe (Spindelgetriebebeschalten)
Beschreibung	Die Drehzahlstufen einer Spindel können mit oder ohne Überlappung definiert werden. Wird eine Stufe nicht genutzt, sind die entsprechenden Werte in der Tabelle mit Null zu belegen.
Parameter	spindel[i].range_table[j].min_speed
Datentyp	UNS16
Datenbereich	$0 \leq \text{min_speed} \leq \text{MAX}(\text{UNS16})$
Dimension	U/min
Standardwert	0
Anmerkungen	Parametrierbeispiel: Definition einer Drehzahlstufentabelle für 6 Gänge. Nur die ersten vier Gänge werden genutzt <i>spindel[0].range_table[0].min_speed 50 spindel[0].range_table[0].max_speed 560 spindel[0].range_table[1].min_speed 400 spindel[0].range_table[1].max_speed 800 spindel[0].range_table[2].min_speed 700 spindel[0].range_table[2].max_speed 3360 spindel[0].range_table[3].min_speed 3361 spindel[0].range_table[3].max_speed 4000 spindel[0].range_table[4].min_speed 0 spindel[0].range_table[4].max_speed 0 spindel[0].range_table[5].min_speed 0 spindel[0].range_table[5].max_speed 0</i>

P-CHAN-00055	Maximale Spindeldrehzahl einer Drehzahlstufe (Spindelgetriebebeschalten)
---------------------	---

Beschreibung	Die Drehzahlstufen einer Spindel können mit oder ohne Überlappung definiert werden. Wird eine Stufe nicht genutzt, sind die entsprechenden Werte in der Tabelle mit Null zu belegen.
Parameter	spindel[i].range_table[j].max_speed
Datentyp	UNS16
Datenbereich	0 ≤ max_speed ≤ MAX(UNS16)
Dimension	U/min
Standardwert	0
Anmerkungen	<p>Parametrierbeispiel: Definition einer Drehzahlstufentabelle für 6 Gänge. Nur die ersten vier Gänge werden genutzt</p> <pre> spindel[0].range_table[0].min_speed 50 spindel[0].range_table[0].max_speed 560 spindel[0].range_table[1].min_speed 400 spindel[0].range_table[1].max_speed 800 spindel[0].range_table[2].min_speed 700 spindel[0].range_table[2].max_speed 3360 spindel[0].range_table[3].min_speed 3361 spindel[0].range_table[3].max_speed 4000 spindel[0].range_table[4].min_speed 0 spindel[0].range_table[4].max_speed 0 spindel[0].range_table[5].min_speed 0 spindel[0].range_table[5].max_speed 0 </pre>

Synchronbetrieb

P-CHAN-00038	Logische Achsnummer der Slaveachse (Synchronbetrieb)
Beschreibung	Mit diesem Parameter wird eine Achse als Slaveachse definiert. Dazu muss die logische Nummer der Achse P-CHAN-00035 angegeben werden.
Parameter	synchro_data.koppel_gruppe[i].paar[j].log_achs_nr_slave
Datentyp	UNS16
Datenbereich	1 ... MAX(UNS16)
Dimension	----
Standardwert	0
Anmerkungen	<p>Parametrierbeispiel: Die Achse mit der logischen Nummer 3 wird im Achskoppelpaar[1] innerhalb der Achskoppelgruppe[0] als Slaveachse definiert.</p> <pre> synchro_data.koppel_gruppe[0].paar[1].log_achs_nr_slave 3 </pre>

P-CHAN-00037	Logische Achsnummer der Masterachse (Synchronbetrieb)
Beschreibung	Mit diesem Parameter wird eine Achse als Masterachse definiert. Dazu muss die logische Nummer der Achse P-CHAN-00035 angegeben werden.
Parameter	synchro_data.koppel_gruppe[i].paar[j].log_achs_nr_master
Datentyp	UNS16
Datenbereich	1 ... MAX(UNS16)
Dimension	----
Standardwert	0
Anmerkungen	<p>Parametrierbeispiel: Die Achse mit der logischen Nummer 1 wird im Achskoppelpaar[1] innerhalb der Achskoppelgruppe[0] als Masterachse definiert.</p> <pre> synchro_data.koppel_gruppe[0].paar[1].log_achs_nr_master 1 </pre>

P-CHAN-00061	Modus des Koppelpaares (Synchronbetrieb)
Beschreibung	Da neben dem Synchronbetrieb von Bahnachsen auch Spindelachsen gekoppelt werden können, muss für jedes Paar die Art der Kopplung angegeben werden. Zu diesem Zweck wird in diesem Parameter der Koppeltyp eingetragen.
Parameter	synchro_data.koppel_gruppe[i].paar[j].mode
Datentyp	UNS16

Datenbereich	0: Koppelpaar besteht aus Bahnachsen 1: Koppelpaar besteht aus Spindelachsen
Dimension	----
Standardwert	0
Anmerkungen	<p>Parametrierbeispiel:</p> <p>Das Achskoppelpaar[0] innerhalb der Achskoppelgruppe[0] besteht aus Bahnachsen (mode 0).</p> <p>Das Achskoppelpaar[1] innerhalb der Achskoppelgruppe[0] besteht aus Spindelachsen (mode 1).</p> <pre>#synchro_data.koppel_gruppe[0].paar[0].log_achs_nr_slave 4 #synchro_data.koppel_gruppe[0].paar[0].log_achs_nr_master 1 #synchro_data.koppel_gruppe[0].paar[0].mode 0 #synchro_data.koppel_gruppe[0].paar[1].log_achs_nr_slave 11 #synchro_data.koppel_gruppe[0].paar[1].log_achs_nr_master 6 #synchro_data.koppel_gruppe[0].paar[1].mode 1</pre>

3.2.2 Achsparameter

Übersicht

Es werden hier nur die spezifischen Parameter für Spindelachsen beschrieben. Weitere zur Einstellung von Achsen verfügbare Parameter sind der Dokumentation [AXIS] zu entnehmen.

P-AXIS-00015	Betriebsart einer Achse	
Beschreibung	Achsen können in unterschiedlichen Betriebsarten gefahren werden.	
Parameter	kenngr.achs_mode	
Datentyp	UNS32	
Datenbereich	0x00000001 - 0x10000000	
Achstypen	T, R, S	
Dimension	T: ----	R,S: ----
Standardwert	0x00000001	
Antriebstypen	----	
Anmerkungen		

P-AXIS-00016	Logische Achsnummer	
Beschreibung	Die logische Achsnummer ist eine systemweit eindeutige Identifikationskennung für jede Achse. Über die logische Achsnummer erfolgt die komplette Verwaltung der Achsdaten im NC-Kern.	
Parameter	kopf.achs_nr	
Datentyp	UNS16	
Datenbereich	0 < achs_nr < MAX(UNS16)	
Achstypen	T, R, S	
Dimension	T: ----	R,S: ----
Standardwert	1	
Antriebstypen	----	
Anmerkungen	<p>Eine logische Achsnummer darf nicht mehrfach verwendet werden. Die logische Achsnummer '0' ist nicht erlaubt.</p> <p>Die Zuordnung der Achsbezeichnung im NC-Programm zu einer logischen Achse (logischen Achsnummer) erfolgt in den Kanalparametern [CHAN].</p> <p>Dieser Eintrag wird beim Aktualisieren der Achsparameterliste nicht übernommen, zur Aktualisierung ist ein Neustart der Steuerung notwendig.</p>	

P-AXIS-00018	Achstyp (Linearachse, Rundachse, Spindel)	
Beschreibung	Mit dem Parameter wird der Achstyp einer Achse spezifiziert.	
Parameter	kenngr.achs_typ	
Datentyp	STRING	
Datenbereich	Linearachse (ACHSTYP_TRANSLATOR) : 0x0001 Rundachse (ACHSTYP_ROTATOR) : 0x0002 Spindel (ACHSTYP_SPINDEL): : 0x0004	
Achstypen	T, R, S	
Dimension	T: ----	R,S: ----
Standardwert	ACHSTYP_TRANSLATOR	
Antriebstypen	----	
Anmerkungen	<p>Abhängig vom eingestellten Achstyp werden im NC-Kern spezielle Funktionalitäten angesprochen.</p> <p>Beispiele:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modulrechnung für Rundachsen, 	

- Drehzahlüberwachung bei Spindeln

P-AXIS-00020	Antriebstyp	
Beschreibung	Über den Parameter wird der Antriebstyp der jeweiligen Achse festgelegt. Für jede Achse kann zwischen den folgenden Antriebstypen gewählt werden.	
Parameter	kenngr.antr_typ	
Datentyp	UNS16	
Datenbereich	1 : Konventionelle Antriebsschnittstelle 2 : Antriebsschnittstelle SERCOS 3 : Antriebsschnittstelle PROFIDRIVE MC 4 : Antriebssimulation 5 : Antriebsschnittstelle Beckhoff Lightbus 6 : Antriebsschnittstelle +-10V über Feldbus (Terminal) 7 : Antriebsschnittstelle RT-Ethernet 8 : Antriebsschnittstelle CANopen 16 : Virtuelle Achse 32 : CAN-Bus	
Achstypen	T, R, S	
Dimension	T: ----	R,S: ----
Standardwert	0x0004	
Antriebstypen	----	
Anmerkungen	Dieser Eintrag wird beim Aktualisieren der Achsparameterliste nicht übernommen, zur Aktualisierung ist ein Neustart der Steuerung notwendig. Die Daten des Achsparametersatzes können in antriebstypabhängige und antriebstypunabhängige Parameter gegliedert werden.	

P-AXIS-00159	Vorzeichenumkehr für Stellgröße und Istwert	
Beschreibung	Die Drehrichtung einer Spindel wird in diesem Parameter definiert. Falls reverse TRUE ist, werden die Vorzeichen der Ein- und Ausgangsdaten umgedreht. Hierbei handelt es sich um eine Option, um die Vorzeichen von Stellgröße und Istwerten beibehalten zu können.	
Parameter	getriebe[i].reverse	
Datentyp	BOOLEAN	
Datenbereich	0/1	
Achstypen	S	
Dimension		S: ----
Standardwert	0	
Antriebstypen	Simulation, Konventionell, Terminal, Lightbus, Profidrive	
Anmerkungen		

P-AXIS-00234	Wegauflösung des Messsystems (Zähler)	
Beschreibung	Die Wegauflösung des Messsystems wird in der Dimension [Inkrement/0.1µm] für translatorische Achsen bzw. [Inkrement/0.0001°] für rotatorische Achsen eingegeben. Die Anzahl der Inkremente ist in 'getriebe[i].wegaufz' (Zähler), die Größe des Fahrwegs in [0.1µm] für translatorische Achsen bzw. in [0.0001°] für rotatorische Achsen in 'getriebe[i].wegaufn' (Nenner) einzutragen.	
Parameter	getriebe[i].wegaufz	
Datentyp	UNS32	
Datenbereich	1 ≤ wegaufz ≤ MAX(UNS32)	
Achstypen	T, R, S	
Dimension	T: Inkremente	R,S: Inkremente

Standardwert	1
Antriebstypen	----
Anmerkungen	<p>Diese Einträge werden beim Aktualisieren der Achsparameterliste nicht übernommen, zur Aktualisierung ist ein Neustart der Steuerung notwendig.</p> <p>Zu beachten ist, dass bei einer Wegauflösung grösser als 1 der Verfahrbereich kleiner als $(-MAX(UNS32) \dots +MAX(UNS32)) [\mu m/10^{-3}^\circ]$ wird.</p> <p>Falls wegauzfz mit 0 angegeben ist, gibt die CNC die Warnung 110386 aus und korrigiert den Parameter auf den Wert 1.</p> <p>Bei Verwendung von P-AXIS-00234/ P-AXIS-00233 müssen die Parameter P-AXIS-00362 und P-AXIS-00363 auf 1 gestellt werden.</p> <p>Empfehlung Es wird empfohlen die Wegauflösung mit den Parametern P-AXIS-00362 und P-AXIS-00363 einzustellen.</p> <p>Anwendungsmöglichkeiten siehe Einstellungen der Positionsskalierung</p>

P-AXIS-00233	Wegauflösung des Messsystems (Nenner)	
Beschreibung	Die Wegauflösung des Messsystems wird in der Dimension [Inkrement/0.1 μm] für translatorische Achsen bzw. [Inkrement/0.0001 $^\circ$] für rotatorische Achsen eingegeben. Die Anzahl der Inkremente ist in 'getriebe[i].wegauzfz' (Zähler), die Größe des Fahrwegs in [0.1 μm] für translatorische Achsen bzw. in [0.0001 $^\circ$] für rotatorische Achsen in 'getriebe[i].wegaufn' (Nenner) einzutragen.	
Parameter	getriebe[i].wegaufn	
Datentyp	UNS32	
Datenbereich	$1 \leq \text{wegaufn} \leq MAX(UNS32)$	
Achstypen	T, R, S	
Dimension	T: 0.1 μm	R,S: 0.0001 $^\circ$
Standardwert	1	
Antriebstypen	----	
Anmerkungen	<p>Diese Einträge werden beim Aktualisieren der Achsparameterliste nicht übernommen, zur Aktualisierung ist ein Neustart der Steuerung notwendig.</p> <p>Zu beachten ist, dass bei einer Wegauflösung grösser als 1 der Verfahrbereich kleiner als $(-MAX(UNS32) \dots +MAX(UNS32)) [\mu m/10^{-3}^\circ]$ wird.</p> <p>Falls wegaufn mit 0 angegeben ist, gibt die CNC die Warnung 110086 aus und korrigiert den Parameter auf den Wert 1.</p> <p>Bei Verwendung von P-AXIS-00234/ P-AXIS-00233 müssen die Parameter P-AXIS-00362 und P-AXIS-00363 auf 1 gestellt werden.</p> <p>Empfehlung Es wird empfohlen die Wegauflösung mit den Parametern P-AXIS-00362 und P-AXIS-00363 einzustellen.</p> <p>Anwendungsmöglichkeiten siehe Einstellungen der Positionsskalierung</p>	

P-AXIS-00129	Anpassung der Antriebsstellgröße an das Antriebsformat (Zähler)	
Beschreibung	Der im Lageregler berechnete Geschwindigkeitssollwert muss an das D/A-Format des D/A-Konverters angepasst werden. Es ist der Digitalwert am D/A-Konvertereingang (getriebe[i].multi_gain_z/getriebe[i].multi_gain_n) anzugeben, bei welchem die Achse mit der Geschwindigkeit von [1m/min] bzw. [1000 $^\circ$ /min] verfährt. Nenner : P-AXIS-00128	
Parameter	getriebe[i].multi_gain_z	
Datentyp	UNS32	
Datenbereich	$1 \leq \text{multi_gain_z} \leq MAX(UNS32)$	
Achstypen	T, R, S	
Dimension	T: Bit	R,S: Bit
Standardwert	2000	
Antriebstypen	Simulation, Konventionell, Terminal, Lightbus, Profidrive	

Anmerkungen	
P-AXIS-00128	Anpassung der Antriebsstellgröße an das Antriebsformat (Nenner)
Beschreibung	Der im Lageregler berechnete Geschwindigkeitssollwert muss an das D/A-Format des D/A-Konverters angepasst werden. Es ist der Digitalwert am D/A-Konvertereingang (getriebe[i].multi_gain_z/getriebe[i].multi_gain_n) anzugeben, bei welchem die Achse mit der Geschwindigkeit von [1m/min] bzw. [1000°/min] verfährt. Zähler : P-AXIS-00129
Parameter	getriebe[i].multi_gain_n
Datentyp	UNS32
Datenbereich	$1 \leq \text{multi_gain_n} \leq \text{MAX}(\text{UNS32})$
Achstypen	T, R, S
Dimension	T: ---- R,S: ----
Standardwert	1
Antriebstypen	Simulation, Konventionell, Terminal, Lightbus, Profidrive
Anmerkungen	

P-AXIS-00099	Proportionalfaktor kv für P-Lageregelung
Beschreibung	Der P-Lageregler besitzt den Verstärkungsfaktor k_v . Der Parameter wirkt nur bei Verwendung der CNC-internen Lageregelung. Bei Antriebsverstärkern mit eigener Lageregelung ist die Lagereglerversärkung im Antrieb einzustellen. Über P-AXIS-00320 kann die Positionierbetriebsart einer Achse festgelegt werden.
Parameter	getriebe[i].kv
Datentyp	UNS32
Datenbereich	$0 < kv \leq \text{MAX}(\text{UNS32})$
Achstypen	T, R, S
Dimension	T: 0.01/s R,S: 0.01/s
Standardwert	1000
Antriebstypen	----
Anmerkungen	

Einstellungen für die Modulo-Rechnung

P-AXIS-00126	Obere Modulogrenze
Beschreibung	Für die Modulo-Rechnung bei rotatorischen Achsen ist eine obere Modulogrenze (z.B. 360°) einzugeben.
Parameter	getriebe[i].moduloo
Datentyp	SGN32
Datenbereich	$\text{modulou} < \text{moduloo} \leq \text{MAX}(\text{SGN32})$
Achstypen	R, S
Dimension	R,S: 0.0001°
Standardwert	3600000
Antriebstypen	----
Anmerkungen	Die Modulo-Rechnung wird im Lageregler automatisch für Rundachsen und Spindeln (Achstypen 0x2 und 0x4) aktiviert.

P-AXIS-00127	Untere Modulogrenze
Beschreibung	Für die Modulo-Rechnung bei rotatorischen Achsen ist eine untere Modulogrenze (z.B. 0°) einzugeben.
Parameter	getriebe[i].modulou
Datentyp	SGN32
Datenbereich	$\text{MIN}(\text{SGN32}) \leq \text{modulou} < \text{moduloo}$

Achstypen	R, S
Dimension	R,S: 0.0001°
Standardwert	0
Antriebstypen	----
Anmerkungen	Die Modulorechnung wird im Lageregler automatisch für Rundachsen und Spindeln (Achstypen 0x2 und 0x4) aktiviert.

P-AXIS-00125	Anzahl von Umdrehungen bei Kompensation von Modulofehlern
Beschreibung	Beim Betrieb einer rotatorischen Achse kann unter Umständen der Modulokreis der Führungsgrößen nicht fehlerfrei in den Modulokreis der Inkremente umgerechnet werden. Der Modulokreis der Inkremente ist um den Rundungsfehler kleiner. Dies wird mit der Modulokompensation im Lageregler so ausgeglichen, dass im Maschinendatum P-AXIS-00124 die fehlenden Inkremente pro Moduloumdrehung ganzzahlig vorgegeben werden können.
Parameter	getriebe[i].modulo_umdreh
Datentyp	SGN16
Datenbereich	0 ≤ modulo_umdreh ≤ MAX(SGN16)
Achstypen	R, S
Dimension	R,S: ----
Standardwert	0
Antriebstypen	Simulation, Konventionell, Terminal, Lightbus, Profidrive
Anmerkungen	Die Aktivierung dieser Funktion erfolgt über den Parameter P-AXIS-00120.

P-AXIS-00124	Fehler im Modulokreis
Beschreibung	Siehe auch P-AXIS-00125
Parameter	getriebe[i].modulo_fehler
Datentyp	SGN16
Datenbereich	MIN(SGN16) ... MAX(SGN16)
Achstypen	R, S
Dimension	R,S: Inkremente
Standardwert	0
Antriebstypen	Simulation, Konventionell, Terminal, Lightbus, Profidrive
Anmerkungen	

P-AXIS-00120	Aktivierung der Modulokompensation
Beschreibung	Dieser Parameter aktiviert die Modulokompensation im Lageregler.
Parameter	lr_param.mod_komp
Datentyp	BOOLEAN
Datenbereich	0/1
Achstypen	R, S
Dimension	R,S: ----
Standardwert	0
Antriebstypen	----
Anmerkungen	

Drehzahlen und Geschwindigkeiten

P-AXIS-00220	Grenzgeschwindigkeit für das Messsystem
Beschreibung	Insbesondere bei Spindeln kann bei höherer Drehzahl die Grenze, ab welcher das Messsystem fehlerhafte Signale liefert, überschritten werden. Der Parameter gibt an, ab welcher Geschwindigkeit der Lageregler in den gesteuerten Betrieb umschalten muß.
Parameter	getriebe[i].vb_regelgrenze

Datentyp	UNS32
Datenbereich	$0 \leq vb_regelgrenze \leq \text{MAX}(\text{UNS32})$
Achstypen	S
Dimension	S: 0.001°/s
Standardwert	200000
Antriebstypen	Simulation, Konventionell, Terminal, Lightbus, Profidrive
Anmerkungen	

P-AXIS-00216	Grenzwert für Spindeldrehzahl - Null
Beschreibung	Speziell bei Spindeln ist die Schranke anzugeben, unterhalb derer die Drehzahlüberwachung im Lageregler die Kennung 'Drehzahl null' liefert.
Parameter	getriebe[i].vb_min_null
Datentyp	UNS32
Datenbereich	$0 \leq vb_min_null \leq \text{MAX}(\text{UNS32})$
Achstypen	S
Dimension	S: 0.001°/s
Standardwert	100
Antriebstypen	----
Anmerkungen	

P-AXIS-00217	Spindeldrehzahl erreicht - Toleranzband
Beschreibung	Über diesen Parameter wird definiert, ab welcher Ist-drehzahl der Zustand 'Drehzahl erreicht' gemeldet wird.
Parameter	kenngv.vb_prozent
Datentyp	UNS16
Datenbereich	0 ... 1000
Achstypen	S
Dimension	S: 0.1%
Standardwert	100
Antriebstypen	----
Anmerkungen	Parametrierbeispiel: Bei 'kenngv.vb_prozent = 100' erfolgt die Meldung 'Drehzahl erreicht' dann, wenn ' $1,1 * \text{Solldrehzahl} \geq \text{Istdrehzahl} \geq 0,9 * \text{Solldrehzahl}$ '.

P-AXIS-00209	Eilganggeschwindigkeit
Beschreibung	Für die Positionierung im Eilgang (G00) wird die Eilgang-Geschwindigkeit vorgegeben.
Parameter	getriebe[i].vb_eilgang
Datentyp	UNS32
Datenbereich	$1 \leq vb_eilgang \leq \text{P-AXIS-00212}$
Achstypen	T, R, S
Dimension	T: $\mu\text{m/s}$ R,S: 0.001°/s
Standardwert	166666
Antriebstypen	----
Anmerkungen	

Kennliniengeführte Beschleunigung von Spindeln

Mit Hilfe der folgenden Parameter wird eine getriebestufenspezifische Beschleunigungskennlinie definiert. Die Funktionalität ist nur für Achsen vom Typ Spindel beim Endlosdrehen möglich.

P-AXIS-00202	Typ der Beschleunigungskennlinie
---------------------	---

Beschreibung	Der Parameter legt den Typ der Beschleunigungskennlinie fest.	
Parameter	getriebe[i].beschl_kennlinie.typ	
Datentyp	UNS32	
Datenbereich	0: Keine Kennlinienbeschleunigung aktiv, Beschleunigungsprofil gemäß P-AXIS-00270 1: Hyperbel 2: Polynom 3: Asynchronantrieb	
Achstypen	S	
Dimension		S: ----
Standardwert	0	
Antriebstypen	----	
Anmerkungen		

P-AXIS-00130	Grenzdrehzahl der Beschleunigungskennlinie	
Beschreibung	Der Parameter definiert die Grenzdrehzahl, ab der die Beschleunigung in Polynom- oder Hyperbelform (siehe P-AXIS-00202) angegeben wird.	
Parameter	getriebe[i].beschl_kennlinie.n_grenz	
Datentyp	UNS32	
Datenbereich	$0 < n_grenz \leq \text{MAX}(\text{UNS32})$	
Achstypen	S	
Dimension		S: $10^{-3} \text{ } ^\circ/\text{s}$
Standardwert	0	
Antriebstypen	----	
Anmerkungen		

P-AXIS-00007	Konstante Beschleunigung im Bereich $n < n_{\text{grenz}}$	
Beschreibung	Der Parameter definiert die konstante Beschleunigung im Bereich $n < n_{\text{grenz}}$	
Parameter	getriebe[i].beschl_kennlinie.a_konst	
Datentyp	UNS32	
Datenbereich	$0 \leq a_konst \leq \text{MAX}(\text{UNS32})$	
Achstypen	S	
Dimension		S: $^\circ/\text{s}^2$
Standardwert	0	
Antriebstypen	----	
Anmerkungen		

P-AXIS-00010	Minimale Beschleunigung, die nicht unterschritten werden darf	
Beschreibung	Der Parameter definiert die minimale Beschleunigung, die nicht unterschritten werden darf.	
Parameter	getriebe[i].beschl_kennlinie.a_min	
Datentyp	UNS32	
Datenbereich	$0 \leq a_min \leq \text{MAX}(\text{UNS32})$	
Achstypen	S	
Dimension		S: $^\circ/\text{s}^2$
Standardwert	0	
Antriebstypen	----	
Anmerkungen		

P-AXIS-00026	Parameter des a(n) Polynoms (B1)	
---------------------	---	--

Beschreibung	B1-Parameter des a(n) Polynoms	
Parameter	getriebe[i].beschl_kennlinie.b1	
Datentyp	REAL64	
Datenbereich	REAL64 Bereich	
Achstypen	S	
Dimension		S: 1/s
Standardwert	0	
Antriebstypen	----	

P-AXIS-00027	Parameter des a(n) Polynoms (B2)	
Beschreibung	B2-Parameter des a(n) Polynoms	
Parameter	getriebe[i].beschl_kennlinie.b2	
Datentyp	REAL64	
Datenbereich	REAL64 Bereich	
Achstypen	S	
Dimension		S: 1/°
Standardwert	0	
Antriebstypen	----	

P-AXIS-00028	Parameter des a(n) Polynoms (B3)	
Beschreibung	B3-Parameter des a(n) Polynoms	
Parameter	getriebe[i].beschl_kennlinie.b3	
Datentyp	REAL64	
Datenbereich	REAL64 Bereich	
Achstypen	S	
Dimension		S: s/°²
Standardwert	0	
Antriebstypen	----	

P-AXIS-00240	Maximale Beschleunigung für Beschleunigungskennlinie Typ 3 (P-AXIS-00202)	
Beschreibung	Diese Beschleunigungsgröße wird im konstanten Bereich $n < N1$ verwendet.	
Parameter	getriebe[i].beschl_kennlinie.a_max	
Datentyp	REAL64	
Datenbereich	$0 \leq a_max \leq P\text{-}AXIS\text{-}00008$	
Achstypen	S	
Dimension		S: °/s²
Standardwert	0	
Antriebstypen	----	
Anmerkungen		

P-AXIS-00241	Drehzahlgrenze 1 für Beschleunigungskennlinie Typ 3 (P-AXIS-00202)	
Beschreibung	Ab dieser Drehzahl erfolgt der Übergang in die zu 1/n proportionale Kennliniencharakteristik.	
Parameter	getriebe[i].beschl_kennlinie.n1	
Datentyp	REAL64	
Datenbereich	$0 \leq n1 \leq P\text{-}AXIS\text{-}00242$	
Achstypen	S	
Dimension		S: 10 ⁻³ °/s
Standardwert	0	
Antriebstypen	----	

Anmerkungen	
P-AXIS-00242	Drehzahlgrenze 2 für Beschleunigungskennlinie Typ 3 (P-AXIS-00202)
Beschreibung	Ab dieser Drehzahl erfolgt der Übergang in die zu $1/n^2$ proportionale Kennliniencharakteristik.
Parameter	getriebe[i].beschl_kennlinie.n2
Datentyp	REAL64
Datenbereich	$0 \leq n2 \leq P-AXIS-00212$
Achstypen	S
Dimension	S: $10^{-3} \text{ } ^\circ/s$
Standardwert	0
Antriebstypen	----
Anmerkungen	

Referenzieren

P-AXIS-00156	Referenzpunktfahrt ohne Nocken
Beschreibung	Es kann eine Umschaltung der Referenzpunktfahrtstrategie erfolgen, so dass ohne Nocken (z.B. nur mit Nullimpuls), d.h. ohne Revertieren, referenziert wird. In diesem Fall ist P-AXIS-00156 auf TRUE zu setzen.
Parameter	kenngr.ref_ohne_nocken
Datentyp	BOOLEAN
Datenbereich	0/1
Achstypen	T, R, S
Dimension	T: ---- R,S: ----
Standardwert	0
Antriebstypen	Konventionell, Terminal, Lightbus, Profidrive
Anmerkungen	Nur für analoge Spindeln zu belegen. Wenn P-AXIS-00156 mit 1 (TRUE) belegt ist, dann muss P-AXIS-00157 mit 1 (TRUE) belegt sein.

P-AXIS-00157	Referenzpunktfahrt ohne Revertieren
Beschreibung	Mit P-AXIS-00157 kann eine Einschränkung bei der Referenzpunktfahrt erfolgen, die ein Revertieren verbietet.
Parameter	kenngr.ref_ohne_rev
Datentyp	BOOLEAN
Datenbereich	0/1
Achstypen	T, R, S
Dimension	T: ---- R,S: ----
Standardwert	0
Antriebstypen	Konventionell, Terminal, Lightbus, Profidrive
Anmerkungen	Die Geschwindigkeit beim Reversieren wird mit dem Parameter P-AXIS-00064 (fast_from_cam) eingestellt. Mit dem Reversieren kann wiederholt mit langsamer Geschwindigkeit auf den Referenznocken gefahren werden. Nur für analoge Spindeln zu belegen. P-AXIS-00157 muss mit 1 (TRUE) belegt sein, wenn P-AXIS-00156 mit 1 (TRUE) belegt ist.

Getriebebeschalten

P-AXIS-00078	Getriebebeschaltposition
Beschreibung	In diesem Parameter wird für jede Getriebestufe die Getriebebeschaltposition angegeben.
Parameter	getriebe[i].getr_schalt_pos

Datentyp	SGN32	
Datenbereich	P-AXIS-00177 < getr_schalt_pos < P-AXIS-00178	
Achstypen	T, R, S	
Dimension	T: 0.1µm	R,S: 0.0001°
Standardwert	0	
Antriebstypen	----	
Anmerkungen	Die Definition dieses Parameters ist dann wesentlich, wenn mehrere Getriebestufen vorhanden sind.	

P-AXIS-00079	Nummer der Default-Getriebestufe	
Beschreibung	Im Parameter wird die Getriebestufennummer definiert, die nach Hochlauf der Steuerung aktiv sein soll.	
Parameter	kenngr.getriebe_stufe	
Datentyp	UNS16	
Datenbereich	1 ≤ getriebe_stufe < MAX(UNS16)	
Achstypen	T, R, S	
Dimension	T: ----	R,S: ----
Standardwert	1	
Antriebstypen	----	
Anmerkungen		

Drehrichtung rotatorischer Achsen

P-AXIS-00224	Einschränkung der Spindeldrehrichtung	
Beschreibung	Darf eine Spindel nur in einer Richtung betrieben werden, so ist der Parameter auf 1 zu setzen.	
Parameter	kenngr.vorz_richtung	
Datentyp	BOOLEAN	
Datenbereich	0/1	
Achstypen	R, S	
Dimension		R,S: ----
Standardwert	0	
Antriebstypen	----	
Anmerkungen		

P-AXIS-00031	Festlegung der Spindeldrehrichtung	
Beschreibung	Ist bei Spindeln nur eine Drehrichtung erlaubt (P-AXIS-00224), so wird mit diesem Parameter die Drehrichtung definiert.	
Parameter	kenngr.beweg_richt	
Datentyp	BOOLEAN	
Datenbereich	0: Negative Drehrichtung 1: Positive Drehrichtung	
Achstypen	R, S	
Dimension		R,S: ----
Standardwert	0	
Antriebstypen	----	
Anmerkungen	Positive Drehrichtung bedeutet, dass die Koordinatenwerte zunehmen. Negative Drehrichtung bedeutet, dass die Koordinatenwerte abnehmen. Dieser Parameter wird nur verwendet, wenn der Parameter P-AXIS-00224 mit 1 belegt ist.	

Geberlose Spindeln

P-AXIS-00206		Normierung der Sollgeschwindigkeit (Zähler)	
Beschreibung	Die Definition des Umrechnungsfaktors der Sollgeschwindigkeit ins Antriebsformat erfolgt durch Angabe des an den Antrieb ausgegebenen Wertes sowie der zugehörigen Wegstrecke, die in der in P-AXIS-00207 angegebenen Zeit zurückgelegt wird. Mit diesem Parameter wird der Zähler des Umrechnungsfaktors angegeben. (P-AXIS-00205 ist der Nenner) Der Faktor gibt die Anzahl der ausgegebenen Geschwindigkeitsinkremente an.		
Parameter	antr.v_reso_num		
Datentyp	UNS32		
Datenbereich	0 ≤ v_reso_num ≤ MAX(UNS32)		
Achstypen	T, R, S		
Dimension	T: Inkremente	R,S: Inkremente	
Standardwert	1		
Antriebstypen	Alle Antriebstypen		
Anmerkungen			

P-AXIS-00205		Normierung der Geschwindigkeit (Nenner)	
Beschreibung	Die Definition des Umrechnungsfaktors der Sollgeschwindigkeit ins Antriebsformat erfolgt durch Angabe des an den Antrieb ausgegebenen Wertes sowie der zugehörigen Wegstrecke, die in der in P-AXIS-00207 angegebenen Zeit zurückgelegt wird. Mit diesem Parameter wird der Nenner des Umrechnungsfaktors angegeben. (P-AXIS-00206 ist der Zähler) Der Faktor gibt den Weg an, der in der in P-AXIS-00207 angegebenen Zeit zurückgelegt wird, wenn der Wert in P-AXIS-00206 an den Antrieb ausgegeben wird. Der Weg ist in 1 µm oder 0.001° angegeben.		
Parameter	antr.v_reso_denom		
Datentyp	UNS32		
Datenbereich	1 ≤ v_reso_denom ≤ MAX(UNS32)		
Achstypen	T, R, S		
Dimension	T: 1µm	R,S: 0.001°	
Standardwert	36		
Antriebstypen	Alle Antriebstypen		
Anmerkungen			

P-AXIS-00207		Zeitbasis für Normierung der Geschwindigkeit	
Beschreibung	Die Zeitbasis für die Anpassung der Geschwindigkeitsschnittstelle auf die Einheit im Antrieb kann pro Minute, Sekunde oder Abtastintervall angegeben werden. Wird z.B. die Normierung pro Abtastintervall gewählt, so ändert sich die ausgegebene Größe bei gleicher Geschwindigkeit proportional zur eingestellten NC-Zykluszeit. Dies kann je nach Antrieb erforderlich sein.		
Parameter	antr.v_time_base		
Datentyp	UNS16		
Datenbereich	0: pro Minute 1: pro Sekunde 2: pro Abtastintervall		
Achstypen	T, R, S		
Dimension	T: ----	R,S: ----	
Standardwert	0		
Antriebstypen	SERCOS		

Anmerkungen	
-------------	--

P-AXIS-00265	Grenzgeschwindigkeit zum Umschalten auf Drehzahlregelung
Beschreibung	Wird eine Drehzahl vorgegeben, welche höher als die Umschaltgeschwindigkeit ist, so wird auf Drehzahlregelung umgeschaltet.
Parameter	antr.velocity_position_control_on
Datentyp	SGN32
Datenbereich	$0 \leq \text{velocity_position_control_on} \leq \text{MAX}(\text{SGN32})$
Achstypen	S
Dimension	S: 0.001°/s
Standardwert	2000000000
Antriebstypen	SERCOS
Anmerkungen	Bei einer geberlosen Spindel ist nur eine Geschwindigkeit von 0 sinnvoll! Hierdurch wird stets der Drehzahlsollwert des Interpolators ausgegeben und nicht der vom Lageregler berechnete Geschwindigkeitssollwert.

P-AXIS-00266	Grenzgeschwindigkeit zum Rückschalten auf Lageregelung
Beschreibung	Falls die aktuelle Drehzahl bei einem Positioniervorgang mit M19 höher als die Rückschaltgeschwindigkeit ist, so wird zunächst auf diese abgebremst, bevor die Positionsregelung eingeschaltet wird
Parameter	antr.velocity_position_control_off
Datentyp	SGN32
Datenbereich	$0 \leq \text{velocity_position_control_off} \leq \text{MAX}(\text{SGN32})$
Achstypen	S
Dimension	S: 0.001°/s
Standardwert	0
Antriebstypen	SERCOS
Anmerkungen	Bei einer geberlosen Spindel ist nur eine Geschwindigkeit von 0 sinnvoll! Hierdurch wird stets der Drehzahlsollwert des Interpolators ausgegeben und nicht der vom Lageregler berechnete Geschwindigkeitssollwert.

3.2.3 Werkzeugparameter

Dynamikdaten

Je nach Applikation kann es erforderlich sein, für bestimmte Werkzeuge spezifische Dynamikdaten festzulegen. Diese werden in der Spindel während der Bearbeitung zur Begrenzung von Drehzahl und Beschleunigung verwendet. Damit die Dynamikdaten an die Spindel mit dem zugehörigen Werkzeug weitergeleitet werden können, ist die zusätzliche Angabe der logischen Achsnummer der Spindel erforderlich.

P-TOOL-00012	Logische Spindelachsnummer
Beschreibung	Die Dynamikdaten des Werkzeuges werden über die logische Achsnummer von der Spindel übernommen, die das Werkzeug nach dem Einwechseln tragen soll. Wird die logische Achsnummer mit Null belegt, so werden beim Werkzeugwechsel keine Dynamikdaten an die Spindel weitergeleitet. Die Dynamikdaten sind in der Spindel haltend wirksam. Sie können entweder <ul style="list-style-type: none"> • durch Dynamikdaten eines neuen Werkzeuges überschrieben oder • durch S[DEFAULT_DYNAMIK_DATA] auf die konfigurierten Standardwerte zurückgestellt werden.
Parameter	wz[i].log_ax_nr_spdl
Datentyp	UNS16
Datenbereich	$0 \leq \text{log_ax_nr_spdl} \leq \text{MAX(UNS16)}$
Dimension	----
Standardwert	0
Anmerkungen	Parametrierbeispiel: Belegung der Dynamikdaten von Werkzeug 5 <i>wz[5].log_ax_nr_spdl 6 #Logische Achsnummer der Spindel</i>

P-TOOL-00013	Minimale Drehgeschwindigkeit
Beschreibung	Minimale Drehgeschwindigkeit des Werkzeuges.
Parameter	wz[i].vb_min
Datentyp	REAL64
Datenbereich	$0 \leq \text{vb_min} \leq \text{P-TOOL-00014}$
Dimension	0.001°/s
Standardwert	0
Anmerkungen	Die Begrenzung auf die minimale Drehgeschwindigkeit erfolgt nur beim Endlosdrehen. Parametrierbeispiel: Belegung der Dynamikdaten von Werkzeug 5 <i>wz[5].vb_min 60000 #Minimale Drehgeschwindigkeit</i>

P-TOOL-00014	Maximale Drehgeschwindigkeit
Beschreibung	Maximale Drehgeschwindigkeit des Werkzeuges.
Parameter	wz[i].vb_max
Datentyp	REAL64
Datenbereich	$1 \leq \text{vb_max} \leq 2000000000$
Dimension	0.001°/s
Standardwert	1
Anmerkungen	Parametrierbeispiel: Belegung der Dynamikdaten von Werkzeug 5 <i>wz[5].vb_max 3000000 #Maximale Drehgeschwindigkeit</i>

P-TOOL-00015	Maximale Beschleunigung
Beschreibung	Maximale Beschleunigung des Werkzeuges.
Parameter	wz[i].a_max

Datentyp	REAL64
Datenbereich	$1 \leq a_max \leq 100000000$
Dimension	$^{\circ}/s^2$
Standardwert	1
Anmerkungen	Parametrierbeispiel: Belegung der Dynamikdaten von Werkzeug 5 <i>wz[5].a_max 3000 #Maximale Beschleunigung</i>

4 Support und Service

Beckhoff und seine weltweiten Partnerfirmen bieten einen umfassenden Support und Service, der eine schnelle und kompetente Unterstützung bei allen Fragen zu Beckhoff Produkten und Systemlösungen zur Verfügung stellt.

Downloadfinder

Unser [Downloadfinder](#) beinhaltet alle Dateien, die wir Ihnen zum Herunterladen anbieten. Sie finden dort Applikationsberichte, technische Dokumentationen, technische Zeichnungen, Konfigurationsdateien und vieles mehr.

Die Downloads sind in verschiedenen Formaten erhältlich.

Beckhoff Niederlassungen und Vertretungen

Wenden Sie sich bitte an Ihre Beckhoff Niederlassung oder Ihre Vertretung für den [lokalen Support und Service](#) zu Beckhoff Produkten!

Die Adressen der weltweiten Beckhoff Niederlassungen und Vertretungen entnehmen Sie bitte unserer Internetseite: www.beckhoff.com

Dort finden Sie auch weitere Dokumentationen zu Beckhoff Komponenten.

Beckhoff Support

Der Support bietet Ihnen einen umfangreichen technischen Support, der Sie nicht nur bei dem Einsatz einzelner Beckhoff Produkte, sondern auch bei weiteren umfassenden Dienstleistungen unterstützt:

- Support
- Planung, Programmierung und Inbetriebnahme komplexer Automatisierungssysteme
- umfangreiches Schulungsprogramm für Beckhoff Systemkomponenten

Hotline: +49 5246 963-157
E-Mail: support@beckhoff.com

Beckhoff Service

Das Beckhoff Service-Center unterstützt Sie rund um den After-Sales-Service:

- Vor-Ort-Service
- Reparaturservice
- Ersatzteilservice
- Hotline-Service

Hotline: +49 5246 963-460
E-Mail: service@beckhoff.com

Beckhoff Unternehmenszentrale

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG

Hülshorstweg 20
33415 Verl
Deutschland

Telefon: +49 5246 963-0
E-Mail: info@beckhoff.com
Internet: www.beckhoff.com

Stichwortverzeichnis

P

P-AXIS-00007	77	P-CHAN-00074	68
P-AXIS-00010	77	P-CHAN-00081	65
P-AXIS-00015	71	P-CHAN-00082	63
P-AXIS-00016	71	P-TOOL-00012	83
P-AXIS-00018	71	P-TOOL-00013	83
P-AXIS-00020	72	P-TOOL-00014	83
P-AXIS-00026	77	P-TOOL-00015	83
P-AXIS-00027	78		
P-AXIS-00028	78		
P-AXIS-00031	80		
P-AXIS-00078	79		
P-AXIS-00079	80		
P-AXIS-00099	74		
P-AXIS-00120	75		
P-AXIS-00124	75		
P-AXIS-00125	75		
P-AXIS-00126	74		
P-AXIS-00127	74		
P-AXIS-00128	74		
P-AXIS-00129	73		
P-AXIS-00130	77		
P-AXIS-00156	79		
P-AXIS-00157	79		
P-AXIS-00159	72		
P-AXIS-00202	76		
P-AXIS-00205	81		
P-AXIS-00206	81		
P-AXIS-00207	81		
P-AXIS-00209	76		
P-AXIS-00216	76		
P-AXIS-00217	76		
P-AXIS-00220	75		
P-AXIS-00224	80		
P-AXIS-00233	73		
P-AXIS-00234	72		
P-AXIS-00240	78		
P-AXIS-00241	78		
P-AXIS-00242	79		
P-AXIS-00265	82		
P-AXIS-00266	82		
P-CHAN-00004	68		
P-CHAN-00007	64		
P-CHAN-00008	64		
P-CHAN-00010	63		
P-CHAN-00036	64		
P-CHAN-00037	69		
P-CHAN-00038	69		
P-CHAN-00043	67		
P-CHAN-00045	66		
P-CHAN-00047	66		
P-CHAN-00049	66		
P-CHAN-00051	63		
P-CHAN-00052	67		
P-CHAN-00053	64		
P-CHAN-00055	68		
P-CHAN-00058	68		
P-CHAN-00061	69		
P-CHAN-00069	65		

Mehr Informationen:
www.beckhoff.de/TF5200

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG
Hülshorstweg 20
33415 Verl
Deutschland
Telefon: +49 5246 9630
info@beckhoff.com
www.beckhoff.com

