



# DOKUMENTATION ISG-kernel

## Funktionsbeschreibung Abstandsregelung

Kurzbezeichnung:  
FCT-M3

© Copyright  
ISG Industrielle Steuerungstechnik GmbH  
STEP, Gropiusplatz 10  
D-70563 Stuttgart  
Alle Rechte vorbehalten  
[www.isg-stuttgart.de](http://www.isg-stuttgart.de)  
[support@isg-stuttgart.de](mailto:support@isg-stuttgart.de)

Dokumentation Version: 1.45  
12.11.2024

# Vorwort

## Rechtliche Hinweise

---

Diese Dokumentation wurde sorgfältig erstellt. Die beschriebenen Produkte und der Funktionsumfang werden jedoch ständig weiterentwickelt. 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.

## Qualifikation des Personals

---

Diese Beschreibung wendet sich ausschließlich an ausgebildetes Fachpersonal der Steuerungs-, Automatisierungs- und Antriebstechnik, das mit den geltenden Normen, der zugehörigen Dokumentation und der Aufgabenstellung vertraut ist.

Zur Installation und Inbetriebnahme ist die Beachtung der Dokumentation, der nachfolgenden Hinweise und Erklärungen unbedingt notwendig. Das Fachpersonal ist verpflichtet, für jede Installation und Inbetriebnahme die zum betreffenden Zeitpunkt veröffentlichte Dokumentation zu verwenden.

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

## Weiterführende Informationen

---

Unter den Links (DE)

<https://www.isg-stuttgart.de/produkte/softwareprodukte/isg-kernel/dokumente-und-downloads>

bzw. (EN)

<https://www.isg-stuttgart.de/en/products/softwareproducts/isg-kernel/documents-and-downloads>

finden Sie neben der aktuellen Dokumentation weiterführende Informationen zu Meldungen aus dem NC-Kern, Onlinehilfen, SPS-Bibliotheken, Tools usw.

## Haftungsausschluss

---

Änderungen der Software-Konfiguration, die über die dokumentierten Möglichkeiten hinausgehen, sind unzulässig.

## Marken und Patente

---

Der Name ISG®, ISG kernel®, ISG virtuos®, ISG dirigent® und entsprechende Logos sind eingetragene und lizenzierte Marken der ISG Industrielle Steuerungstechnik GmbH.

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

## Copyright

---

© ISG Industrielle Steuerungstechnik GmbH, Stuttgart, Deutschland.

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

- 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!



### **Achtung**

#### **Einschränkung oder Fehler**

Dieses Symbol beschreibt Einschränkungen oder warnt vor Fehlern.



### **Hinweis**

#### **Tipps und weitere Hinweise**

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



### **Beispiel**

#### **Allgemeines Beispiel**

Beispiel zu einem erklärten Sachverhalt.



### **Programmierbeispiel**

#### **NC-Programmierbeispiel**

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



### **Versionshinweis**

#### **Spezifischer Versionshinweis**

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

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	<b>2</b>
<b>Allgemeine- und Sicherheitshinweise</b> .....	<b>3</b>
<b>1 Übersicht</b> .....	<b>8</b>
<b>2 Beschreibung</b> .....	<b>9</b>
<b>3 Regelung</b> .....	<b>16</b>
<b>4 Glättung der Sensorwerte</b> .....	<b>17</b>
4.1 Gleitender Mittelwertfilter .....	19
4.2 Exponentiell gewichteter Mittelwertfilter .....	20
4.2.1 Einfluss der Parameter .....	20
4.3 Tiefpassfilter .....	21
4.4 Kalman-Filter mit Mittelwertfilter-Modell .....	22
4.4.1 Einfluss der Parameter: .....	22
4.5 Kalman-Filter mit exponentiellem Modell .....	24
4.5.1 Einfluss der Parameter: .....	24
<b>5 Funktionsweise der Abstandsregelung</b> .....	<b>27</b>
5.1 Vorgabe der Werkstückoberfläche (SET_POS, surface).....	28
5.2 Vorgabe des Abstands (SET_DIST, distance).....	34
<b>6 Programmierung</b> .....	<b>37</b>
<b>7 Verschiedene Optionen der Abstandsregelung</b> .....	<b>41</b>
7.1 Option: Verwendung des Abstandssensors und Motorgebers .....	41
7.2 Option: Gewichtung der Beschleunigung in Abhängigkeit des Abstandsfehlers.....	43
7.3 Option: Totzeitreduktion .....	44
7.4 Option: Dynamikgewichtung der Senkbewegung .....	45
7.5 Anzeige der Parameter .....	47
7.6 Ändern der Parameter.....	47
<b>8 SPS-Schnittstelle</b> .....	<b>49</b>
8.1 Zustände und Transitionen der Abstandsregelung .....	49
8.2 Steuerkommandos für die Abstandsregelung .....	52
<b>9 Parameter</b> .....	<b>56</b>
9.1 Übersicht .....	56
9.2 Beschreibung .....	57
9.3 Beispiel Abstandsachse .....	73
9.4 CNC-Objekte der achsspezifischen Abstandsregelung .....	73
<b>10 Testbeispiel mit Antriebssimulation</b> .....	<b>82</b>
<b>11 Fehlermeldungen</b> .....	<b>88</b>
<b>12 3D-Abstandsregelung</b> .....	<b>89</b>
12.1 Übersicht Funktionalität.....	90
12.1.1 Mindestabstand.....	90

12.1.2	Konstanter Werkzeugeingriff.....	91
12.1.3	Ausgleich bei realer Werkstückoberfläche.....	92
12.2	Programmierung .....	95
12.3	Aufgaben CNC und SPS.....	99
12.4	Eigenschaften, Funktion.....	100
12.4.1	Werkzeugeingriffspunkt und Ausgleichsbewegung .....	100
12.4.2	Überwachung des Mindestabstands mit Kinematik ID 98.....	101
12.4.2.1	Beispiel: Neigung des Werkzeugs über CA-Kinematik.....	103
12.4.2.2	Beispiel: Überwachung des Minimalabstand bei verschiedenen Ausrichtungen in der Ebene	104
12.4.3	Ausgleich reale Werkstückoberfläche.....	105
12.4.3.1	Beispiel: Ausgleich in Werkzeugrichtung .....	107
12.4.3.2	Beispiel: Ausgleich orthogonal zur Oberfläche .....	108
12.4.3.3	Beispiel: Roboter .....	109
12.4.4	Ein-/Ausschalten, Verhalten bei Reset, Programmende.....	110
12.4.5	Einschränkungen- Kompatibilität mit anderen Funktionen.....	111
12.5	SPS-Schnittstelle (Statusinformationen eines Kanals) .....	112
12.6	CNC-Objekte für 3D-Abstandsregelung.....	114
12.7	Fehlermeldungen .....	122
12.8	Parameter .....	123
12.8.1	Übersicht.....	123
12.8.2	Beschreibung .....	126
12.8.3	Parametrierbeispiel .....	137
12.8.4	Beispielkonfiguration der Sensorvariablen.....	138
12.9	Anwendungsbeispiele .....	139
12.10	Diagnose .....	141
<b>13</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>143</b>
13.1	Anregungen, Korrekturen und neueste Dokumentation.....	143
	<b>Stichwortverzeichnis.....</b>	<b>144</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Vorgabe der idealen Werkstückoberfläche bei der Höhenregelung .....	9
Abb. 2:	Vorgabe des Abstands zum Werkstück bei der Höhenregelung .....	10
Abb. 3:	Struktur der Abstandsregelung in Verbindung mit sonstigen Kompensationen .....	12
Abb. 4:	Ertasten der Werkstückoberfläche .....	13
Abb. 5:	Konfigurationsbeispiel TwinCAT für SERCOS (Ident S-0-0053) .....	14
Abb. 6:	Konfigurationsbeispiel TwinCAT für CANopen DS402 (PDO 0x60E4, Subindex 1) .....	14
Abb. 7:	Konfigurationsbeispiel TwinCAT für ProfiDrive (G1_XIST2) .....	15
Abb. 8:	Versuchsaufbau für die Bestimmung der Filterwirkung .....	17
Abb. 9:	Ungefilterte Sensordaten beim Überfahren eines Hindernisses .....	18
Abb. 10:	Unterschiedliche Filterwirkung bei Variierung von n_cycles .....	19
Abb. 11:	Unterschiedliche Filterwirkung durch Glättungsfaktor .....	20
Abb. 12:	Unterschiedliche Filterwirkung bei Variierung von n_cycles .....	21
Abb. 13:	Unterschiedliche Filterwirkung bei Variierung von n_cycles .....	22
Abb. 14:	Unterschiedliche Filterwirkung bei Variierung von sigma .....	23
Abb. 15:	Unterschiedliche Filterwirkung bei Variierung von n_cycles .....	24
Abb. 16:	Unterschiedliche Filterwirkung bei Variierung des Glättungsfaktors .....	25
Abb. 17:	Unterschiedliche Filterwirkung bei Variierung von sigma .....	26
Abb. 18:	Ertasten der Werkstückoberfläche .....	27
Abb. 19:	Vorgabe der idealen Werkstückoberfläche bei Höhenregelung .....	28
Abb. 20:	Blockschaltbild der Abstandsregelung .....	28
Abb. 21:	Ideales Werkstück .....	30
Abb. 22:	Reales Werkstück ohne Abstandsregelung .....	31
Abb. 23:	Reales Werkstück mit Abstandsregelung .....	32
Abb. 24:	Konstante Werkstückoberfläche mit geändertem Werkzeugabstand .....	33
Abb. 25:	Vorgabe des Abstands zum Werkstück bei der Höhenregelung .....	34
Abb. 26:	Profilierte Werkstückoberfläche mit konstantem Werkzeugabstand .....	35
Abb. 27:	Vorgabe des Abstands: distance .....	36
Abb. 28:	Blockschaltbild der Abstandsregelung mit Vorgabe des Abstands .....	36
Abb. 29:	Blockschaltbild der Abstandsregelung mit Abstandssensor .....	41
Abb. 30:	Blockschaltbild mit Abstandssensor und Motorgeber .....	42
Abb. 31:	Distanzabhängige Gewichtung der Beschleunigung .....	43
Abb. 32:	Reduktion der Geschwindigkeit durch Dynamikgewichtung der Senkbewegung .....	45
Abb. 33:	Reduktion der Beschleunigung durch Dynamikgewichtung der Senkbewegung .....	45
Abb. 34:	Achsspezifische CNC-Objekte im Lageregelkreis .....	47
Abb. 35:	Zustandsgraph und Transitionen der Abstandsregelung .....	49
Abb. 36:	Ansicht Option Adaptive Beschleunigungsgewichtung .....	64
Abb. 37:	Mindestabstand des Werkzeugs .....	90
Abb. 38:	Konstanter Werkzeugeingriffspunkt .....	91
Abb. 39:	Reale Werkstückoberfläche .....	92
Abb. 40:	Ausgleich der Abweichung in Werkzeugrichtung .....	93
Abb. 41:	Ausgleich der Abweichung orthogonal zur Oberfläche .....	94
Abb. 42:	Aufgaben- CNC und SPS .....	99
Abb. 43:	Abstand zur Werkstückoberfläche .....	100

Abb. 44:	Überwachung des Mindestabstands .....	101
Abb. 45:	Neigung des Werkzeugs über CA-Kinematik .....	103
Abb. 46:	Überwachung Minimalabstand .....	104
Abb. 47:	Ausgleich bei idealer Werkstückoberfläche .....	105
Abb. 48:	Ausgleich in Werkzeugrichtung .....	107
Abb. 49:	Ausgleich orthogonal zur Oberfläche .....	108
Abb. 50:	Roboterbeispiel.....	109
Abb. 51:	Unterschiedliche Optionen beim Ausschalten .....	110
Abb. 52:	Anbindung an SPS .....	112
Abb. 53:	CNC-Objekte im Lageregelkreis bei 3D-Abstandsregelung .....	114
Abb. 54:	Übersicht Diagnose .....	141
Abb. 55:	Diagnosedaten- Verifizierung der Aktivierung .....	141
Abb. 56:	Diagnosedaten- Daten der 3D-Abstandsregelung.....	142

# 1 Übersicht

## Aufgabe

---

Die Abstandsregelung hat die Aufgabe, den Abstand von Werkzeugen zu Werkstücken zu regeln. Diese erfolgt über zusätzliche elektronische Tastsysteme oder Sensoren, die den tatsächlichen Abstand erfassen und diese der Steuerung bereitstellen.

Die Abstandsregelung soll beispielsweise Dickentoleranzen von Werkstücken ausgleichen oder Berührungen des Werkzeugs bei Oberflächenwelligkeit mit dem Werkstück verhindern.

## Eigenschaften

---

Es gibt zwei Arten der Abstandsregelung:

1. Achsspezifische Variante, auch Höhenregelung, die für eine Achse konfiguriert wird
2. Kanalspezifische Variante, auch 3D Abstandsregelung [▶ 89]

## Parametrierung

---

Die Parametrierung der jeweiligen Variante erfolgt entweder

- In den Parametern der jeweiligen Achsliste [▶ 56] bei der achsspezifischen Variante
- oder in den Parametern im Kanal [▶ 123] für die 3D Abstandsregelung

## Programmierung

---

Die Programmierung der jeweiligen Variante erfolgt entweder:

- für die achsspezifische Variante über den NC-Befehl <Achname> [ DIST\_CTRL ...] [▶ 37] oder die SPS
- für die kanalspezifische Variante über den NC-Befehl #DIST CRL[...] [▶ 95]

## ***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 Achsparameter.

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

### Aufgabe

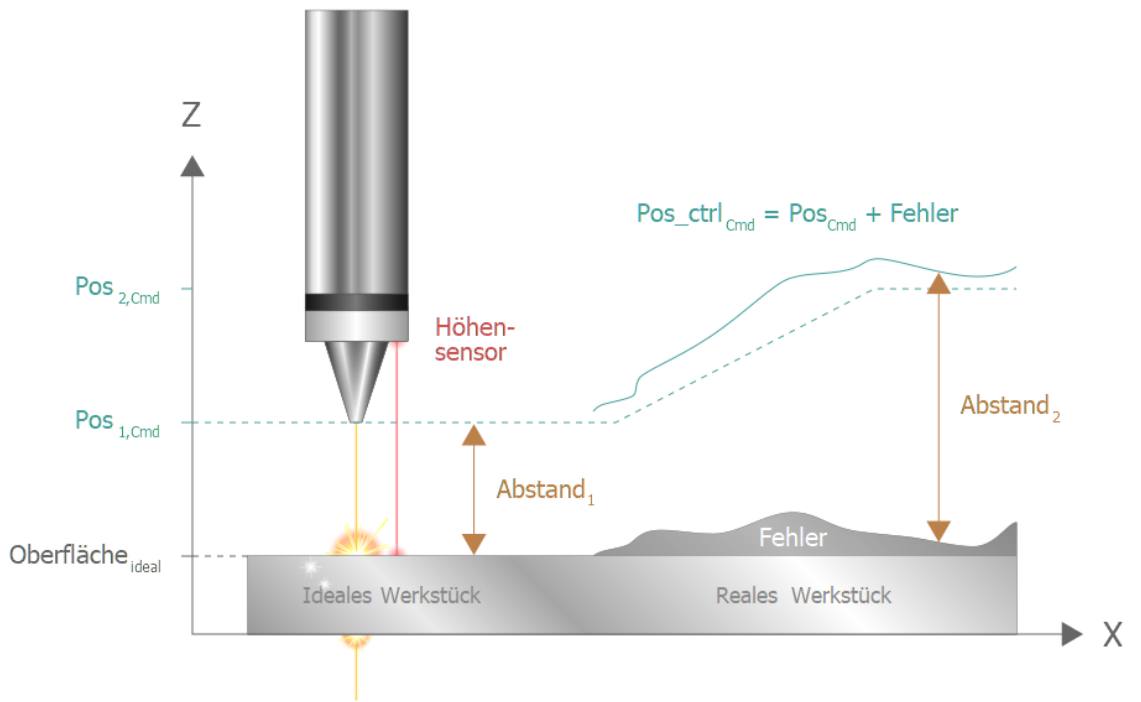
---

Durch elektronische Tastsysteme oder Sensoren werden Bewegungen erzeugt, die die programmierten Positionen der Achsen während der Interpolation eines NC-Programms überlagern sollen.

Dadurch ist es mit der Steuerung möglich,

- eine Abstandsregelung (z.B. Berühren einer gekrümmten Oberfläche einer Platte) oder
- Höhenregelung (z.B. Ausgleich von Dickentoleranzen des Werkstückes) zu implementieren.

**Abb. 1: Vorgabe der idealen Werkstückoberfläche bei der Höhenregelung**



**Abb. 2: Vorgabe des Abstands zum Werkstück bei der Höhenregelung**

## Eigenschaften

---

Über eine parametrierbare Sensorquelle wird ein zweites Messsystem an die Steuerung angeschlossen. Über dieses Messsystem können achsspezifische Korrekturwerte zusätzlich zum interpolierten Sollwert auf eine Achse ausgegeben und damit die tatsächliche Position der Achse korrigiert werden.

Die Abstandsregelung wird im

- NC-Programm oder
- über die SPS ein- bzw. ausgeschaltet.

Über die Achsmaschinendaten können die für die Abstandsregelung relevanten Größen parametrierbar werden.

Die Abstandsregelung arbeitet im Interpolationstakt der Steuerung (Task GEO).



### Hinweis

Die Abstandsregelung steht nur für SERCOS-, PROFIdrive- oder CANopen-Antriebe zur Verfügung.

## Übersicht über die Parametrierung

---

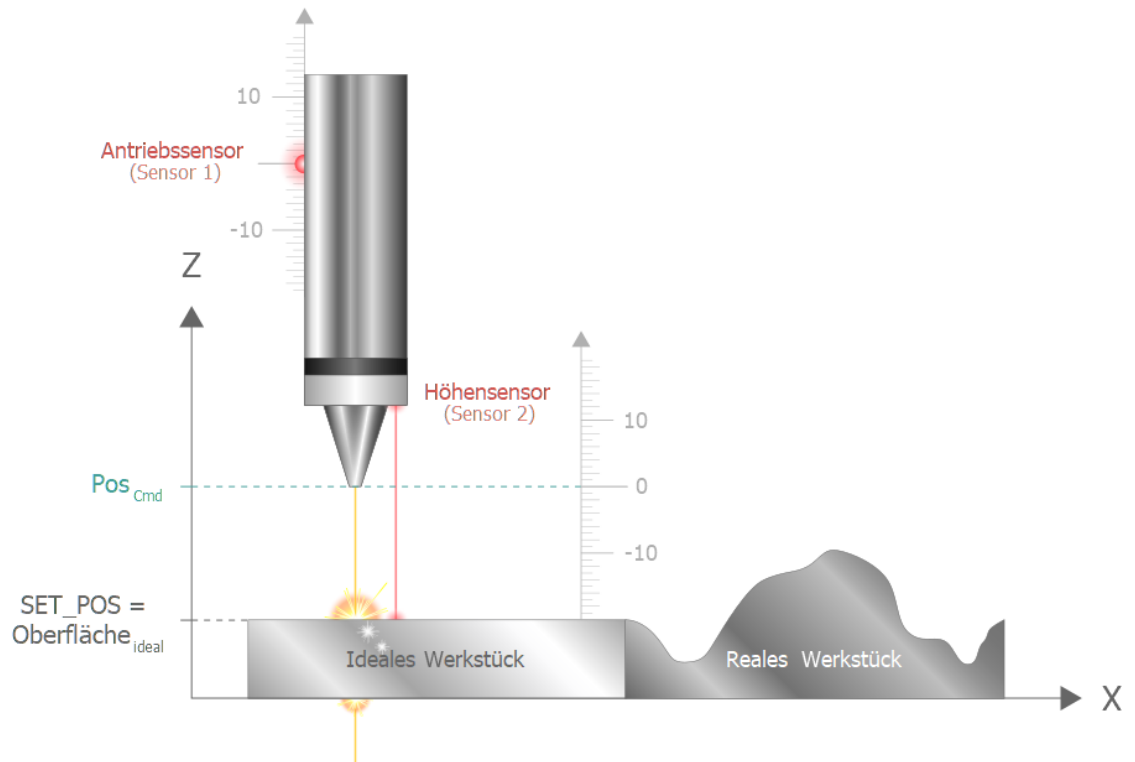
Die über die Abstandsregelung erzeugte Bewegung kann über Maschinendaten beeinflusst werden.

- Aktivierung eines glättenden Filters
- Maximal zulässiger Korrekturwert
- Maximale additive Geschwindigkeit der Achse
- Maximal zulässiger Istwertsprung des Tastsystems
- Maximale obere Achsposition
- Minimale untere Achsposition
- Toleranzwert
- Dynamikgewichtung in Abhängigkeit des Abstands  
(ab CNC-Version V2.11.2804.02)
- Dynamikgewichtung der Senkbewegung  
(ab CNC-Version V2.11.2807.13)

Die Aktivierung bzw. Deaktivierung erfolgt wahlweise über das NC-Programm oder die SPS.



**Abb. 3: Struktur der Abstandsregelung in Verbindung mit sonstigen Kompensationen**



**Abb. 4: Ertasten der Werkstückoberfläche**

### Korrektur der Sollposition

Die tatsächliche Werkstückoberfläche ergibt einen Höhenoffset:

$$\text{Offset} = \text{Surface}_{\text{real}} - \text{Surface}_{\text{ideal}}$$

mit

$$\text{Surface}_{\text{real}} = \text{Drivesensor} + \text{Heightsensor}$$

$$\text{Surface}_{\text{ideal}} = \text{Set}_{\text{pos}}$$

Hieraus ergibt sich eine Korrektur der programmierten Sollposition  $\text{Pos}_{\text{cmd}}$  des Werkzeugs wie folgt:

$$\text{Pos}'_{\text{cmd}} = \text{Pos}_{\text{cmd}} + \text{Offset}$$

$$\text{Pos}'_{\text{cmd}} = \text{Pos}_{\text{cmd}} + \text{Drivesensor} + \text{Heightsensor} - \text{Set}_{\text{pos}}$$

## Übersicht über die Konfigurierung

Der Geber des elektronischen Tastsystems wird als Istwertgeber 2 an die zu regelnde Achse angeschlossen. Es ist zu beachten, dass der 1. konfigurierte Geber für die Lageregelung der Achse verwendet wird, der 2. Geber für die Abstandsregelung.

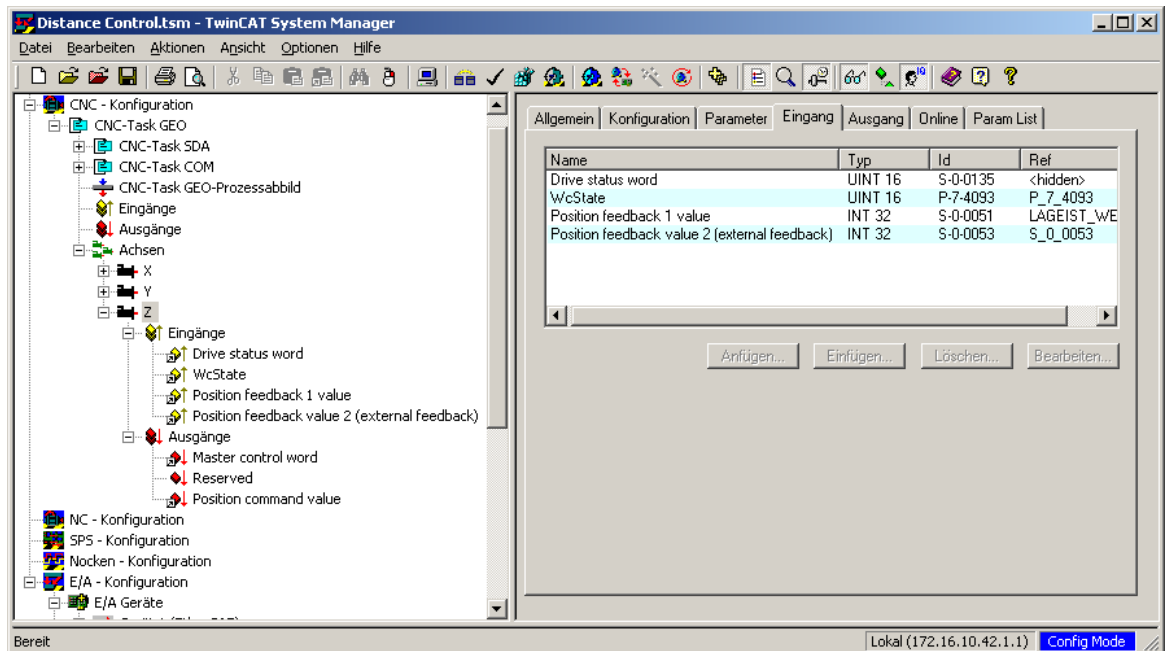


Abb. 5: Konfigurationsbeispiel TwinCAT für SERCOS (Ident S-0-0053)

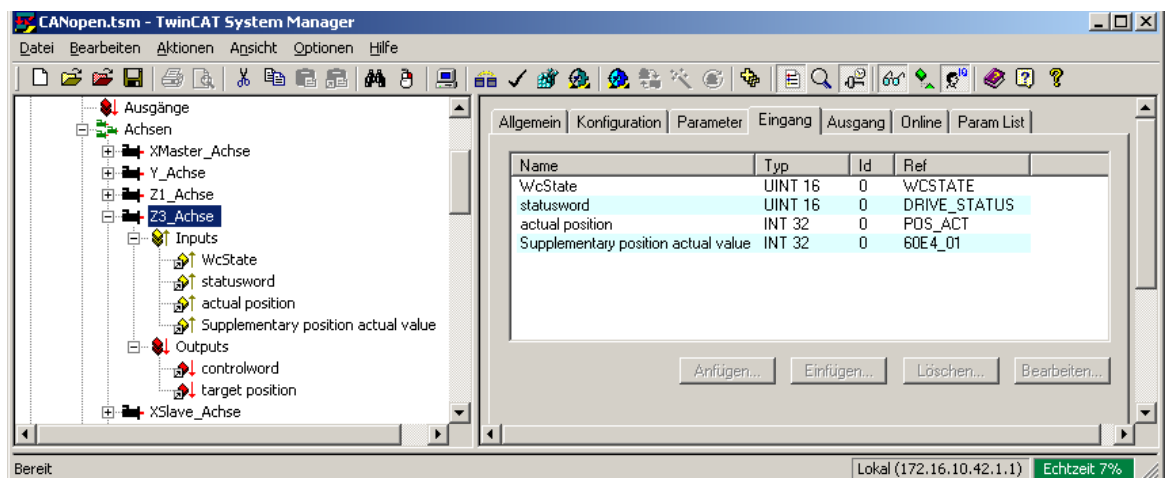


Abb. 6: Konfigurationsbeispiel TwinCAT für CANopen DS402 (PDO 0x60E4, Subindex 1)

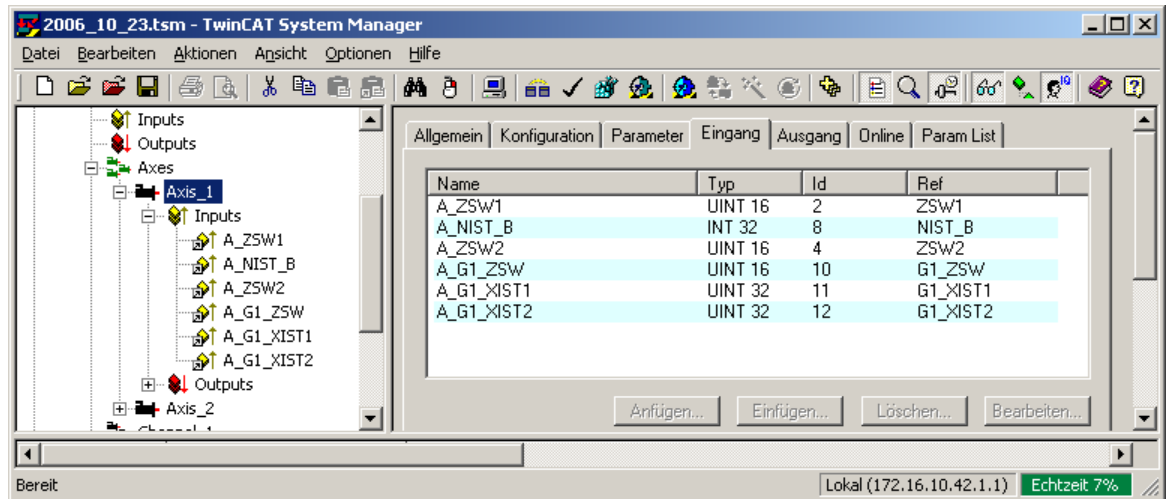


Abb. 7: Konfigurationsbeispiel TwinCAT für ProfiDrive (G1\_XIST2)



### Achtung

Der achsspezifische Vorschubverride und die achsspezifische Vorschubfreigabe (Feedhold) wirken auf die Abstandsregelung (siehe [HLI// Steuerkommandos einer Achse]).

Bei gesetztem Vorschubstopp oder Override 0 ist die Abstandsregelung nicht mehr aktiv, der aktuelle Wert ist eingefroren.

### 3 Regelung

Die Abstandsregelung kann optional mit P-, PI-, PD- oder PID-Regler verwendet werden. Dadurch können die Vorteile der einzelnen Regler passend miteinander kombiniert werden. Falls die Abstandsregelung mit reinem P-Regler nicht schnell genug arbeitet, oder Probleme mit Überschwingen auftreten, wird empfohlen die Regelung als PD-Regler auszuführen. Der I-Anteil sollte nur bei bleibenden Regelabweichungen berücksichtigt werden.

Eigenschaften der einzelnen Regler für die Abstandsregelung:

P-Regler	Gewichtet den Ausgabewert und beeinflusst dadurch die Dynamik der Abstandsregelung. Einstellbar über P-AXIS-00759 [▶ 69].
I-Regler	Bleibende Regelabweichungen werden nach bestimmter Zeit komplett ausgeregelt. Wenn keine bleibende Regelabweichung vorhanden ist, wird empfohlen, den I-Anteil über P-AXIS-00764 [▶ 70] = 0 zu deaktivieren um die Dynamik der Abstandsregelung nicht negativ zu beeinflussen.
D-Regler	Je schneller sich die Abstandswerte ändern, desto stärker die Reaktion des D-Reglers. Dadurch lassen sich Überschwinger verringern. Einstellbar über P-AXIS-00765 [▶ 70].

#### Schrittweise und iterative Parametrierung der Regler:

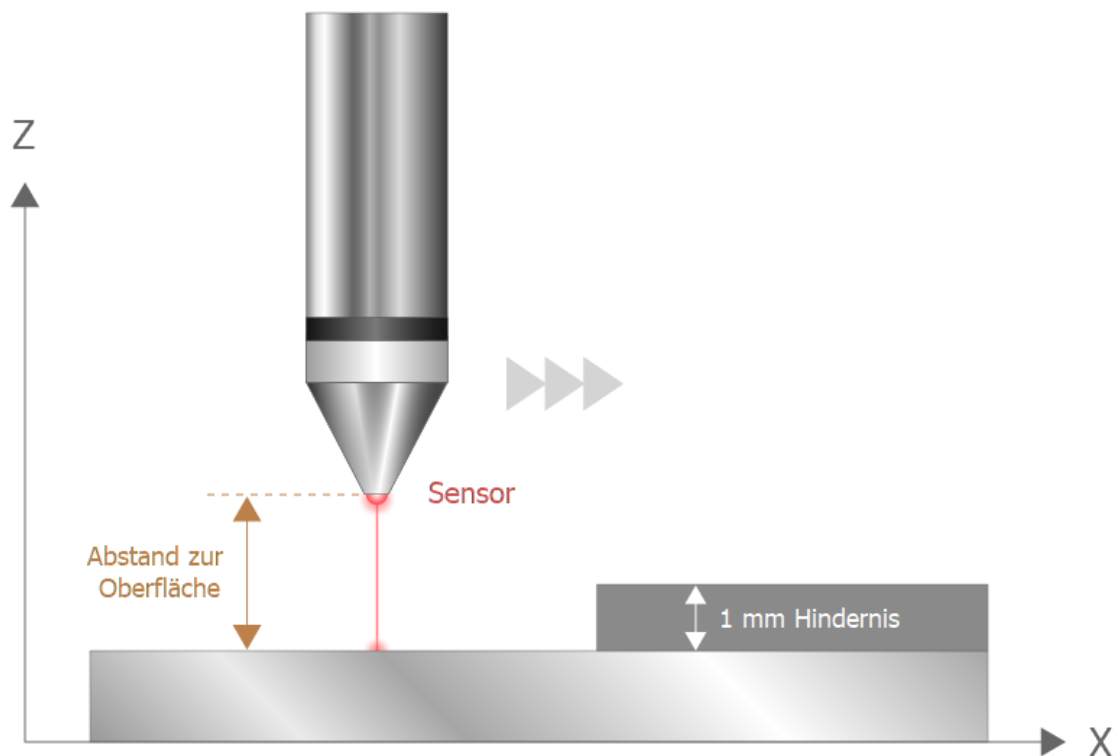
1. Einstellen des Proportionalanteils über P-AXIS-00759 [▶ 69]:  
Zunächst wird der Regler rein als P-Regler eingestellt. Das heißt der I-, sowie der D-Regler werden über P-AXIS-00764 [▶ 70]=0 und P-AXIS-00765 [▶ 70]=0 deaktiviert. Um Instabilität des Reglers zu vermeiden, wird mit einem geringen  $K_p$ -Faktor begonnen. Ein guter Startwert liegt üblicherweise bei  $K_p=0.2$ . Anschließend wird das Verhalten des Regelkreises auf einen definierten Eingangssprung, das heißt auf eine Abstandsänderung, betrachtet. Der  $K_p$ -Faktor kann schrittweise erhöht werden, bis ein erkennbares, aber schnell abklingendes Überschwingen auftritt.
2. Einstellen des Integralanteils über P-AXIS-00764 [▶ 70]:  
Der Integralanteil sorgt dafür, dass bleibende Regelabweichungen nach einer bestimmten Zeit komplett ausgeregelt werden. Wenn keine bleibende Regelabweichung vorhanden ist, sollte der Integralanteil ausgeschaltet bleiben.
3. Der Regler wird nun als PI-Regler betrieben. Um Instabilität zu vermeiden, wird mit einem hohen Wert für die Nachstellzeit  $T_n$  begonnen. Ein guter Startwert liegt üblicherweise bei  $T_n=5$ . Analog zu Punkt 1 wird auch hier die Antwort des Regelkreises auf eine definierte Abstandsänderung betrachtet und  $T_n$  schrittweise verringert. Ein guter Wert für  $T_n$  ist erreicht, wenn die Regelabweichung innerhalb der gewünschten Zeit ausgeregelt wird, ohne ungewollte Schwingungen zu verursachen.
4. Einstellen des Differentialanteils über P-AXIS-00765 [▶ 70]:  
Der Regler wird nun als PID- oder als PD-Regler verwendet. Wieder wird mit einem passiven Wert für die Vorhaltezeit  $T_v$  gestartet. Ein guter Startwert liegt üblicherweise bei  $T_v=0.01$ . Wie zuvor wird auch der Differentialanteil schrittweise erhöht und die Sprungantwort betrachtet. Ziel ist es, Überschwinger so gut wie möglich einzudämmen ohne die Dynamik des Regelkreises negativ zu beeinflussen.
5. Nachjustieren:  
Für ein optimales Verhalten des Reglers, können die Parameter zuletzt nochmals nachjustiert werden. Beispielsweise kann durch die Verwendung des D-Anteils, der P-Anteil nach oben korrigiert werden.



## 4 Glättung der Sensorwerte

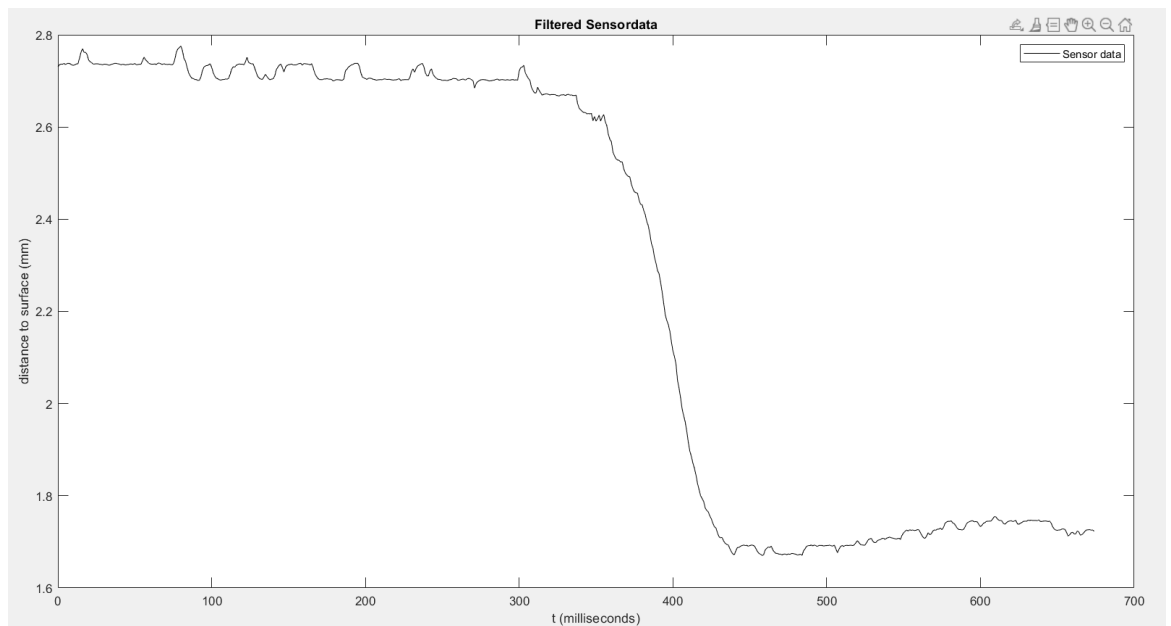
Die Geberwerte sind unter Umständen verrauscht. Dies kann dazu führen, dass die Abstandsregelung das System mit Schwingungen anregt. Filter können helfen, das Eingangssignal zu glätten und die Performance der Abstandsregelung zu verbessern.

In den folgenden Kapiteln ist die Wirkung der Filter, sowie der Einfluss der einzelnen Parameter auf die Filterwirkung anhand des gleichen Versuchs beschrieben. Für den Versuch wurde ein Millimeter hohes Hindernis in einer Höhe von ca. 2,8mm mit einem Sensor überfahren. Die Abstandsregelung ist für diesen Versuch deaktiviert um die Wirkung der Filter ohne Rückkopplung der Abstandsregelung veranschaulichen zu können.



**Abb. 8: Versuchsaufbau für die Bestimmung der Filterwirkung**

Nachfolgende Abbildung zeigt die aufgenommenen, ungefilterten Sensordaten.



**Abb. 9: Ungefilterte Sensordaten beim Überfahren eines Hindernisses**

Bei der Auswahl eines geeigneten Filters muss berücksichtigt werden, dass Filter eine Totzeit in das System bringen. Für die Abstandsregelung bedeutet das eine langsamere Reaktion auf Änderungen des Abstandes. Bei der Konfiguration des Filters muss dem entsprechend ein Kompromiss zwischen Filterwirkung und Filterverzögerung gefunden werden.

Ziel der Filterparametrierung ist eine möglichst gute Glättung der Messwerte beim Fahren auf der glatten Ebene und gleichzeitig eine möglichst geringe Verzögerung beim Reagieren auf das Hindernis.



### Hinweis

Um die Performance der Abstandsregelung zu optimieren, kann zusammen mit der Konfiguration eines passenden Filters auch der PID-Regler entsprechend nachgezogen werden.



### ⚠️ WARNUNG

Bei der Parametrierung der Filter ist zu beachten, dass eine aktivierte Abstandsregelung automatisch eine Rückkopplung auf den Filter verursacht. Dies kann zu unerwünschtem Verhalten der Abstandsregelung bis hin zum Aufschwingen der Achse führen.

## 4.1 Gleitender Mittelwertfilter

Der gleitende Mittelwertfilter ist die Folge der arithmetischen Mittelwerte über eine Anzahl P-AXIS-00413 [▶ 58] an Messwerten.

### Einfluss des Parameters:

Durch den gleitenden Mittelwertfilter kann eine gute Glättung der Sensordaten erreicht werden. Die Glättung der Sensordaten verursacht jedoch eine relativ große Verzögerung im System. Hierbei gilt: Je mehr Messwerte über P-AXIS-00413 [▶ 58] in den Filter einbezogen werden, desto besser die Glättung aber desto größer auch die eingebrachte Reaktionsverzögerung.

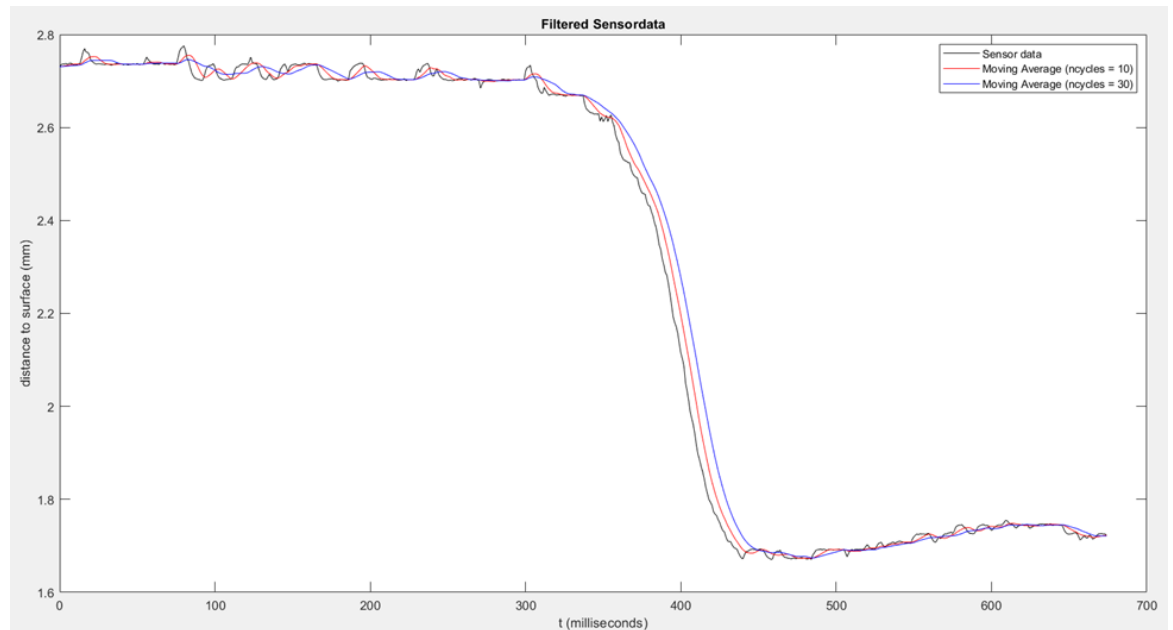


Abb. 10: Unterschiedliche Filterwirkung bei Variierung von n\_cycles



### Beispiel

#### Parameterbeispiel: Gleitender Mittelwertfilter

```

kenngr.distc.filter_type MOVING_AVERAGE # Filtertyp
kenngr.distc.n_cycles    20             # Anzahl der einbezogenen Mess-
werte
    
```

## 4.2 Exponentiell gewichteter Mittelwertfilter

Der exponentiell gewichtete Mittelwertfilter erweitert den gleitenden Mittelwertfilter um eine exponentielle Gewichtung der einbezogenen Sensordaten. Hierbei werden aktuelle Messwerte stärker gewichtet als ältere Messwerte. Die Gewichtung der einzelnen Messwerte wird ausgehend von einem Glättungsfaktor (P-AXIS-00784) errechnet. Der Glättungsfaktor gibt hierbei die prozentuale Gewichtung des aktuellen Messwertes an.

### 4.2.1 Einfluss der Parameter

#### Glättungsfaktor (P-AXIS-00784):

Je größer die Gewichtung des aktuellen Messwertes, desto geringer die Filterwirkung aber desto schneller die Reaktion auf Änderungen des Abstandes.

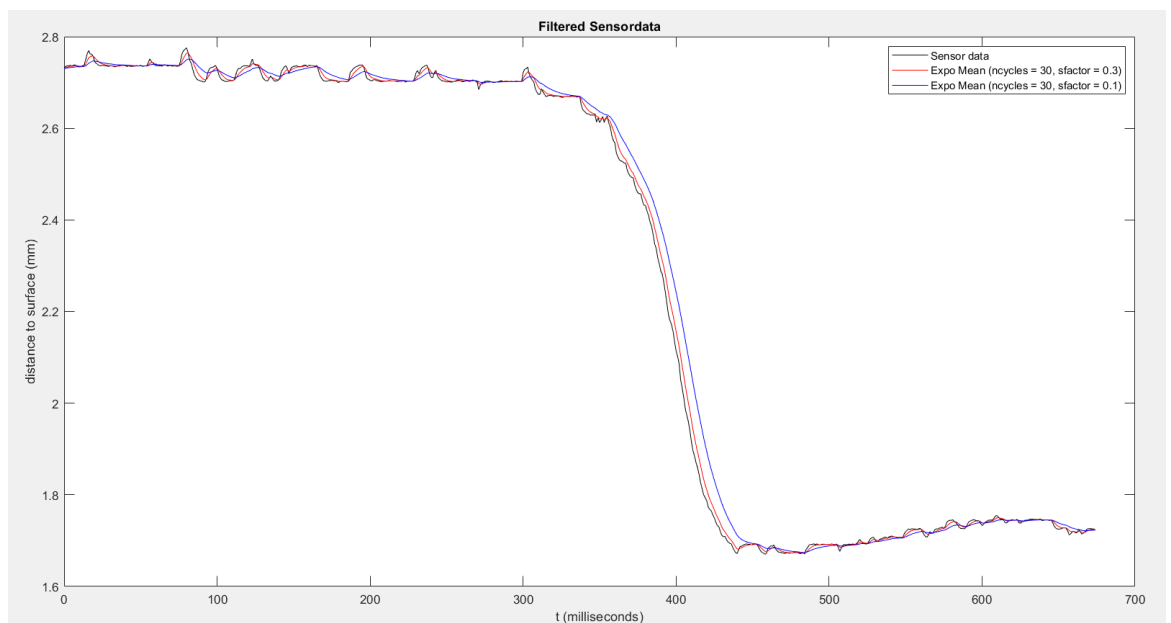


Abb. 11: Unterschiedliche Filterwirkung durch Glättungsfaktor

## Anzahl der einbezogenen Messwerte - `n_cycles` (P-AXIS-00413):

Je mehr Messwerte über P-AXIS-00413 [► 58] in den Filter einbezogen werden, desto besser die Glättung, aber desto größer auch die eingebrachte Reaktionsverzögerung. Je größer der Glättungsfaktor, desto geringer ist der Einfluss von P-AXIS-00413. Auch nimmt der Einfluss von P-AXIS-00413 mit zunehmender Anzahl, aufgrund der exponentiellen Gewichtung, stetig ab.

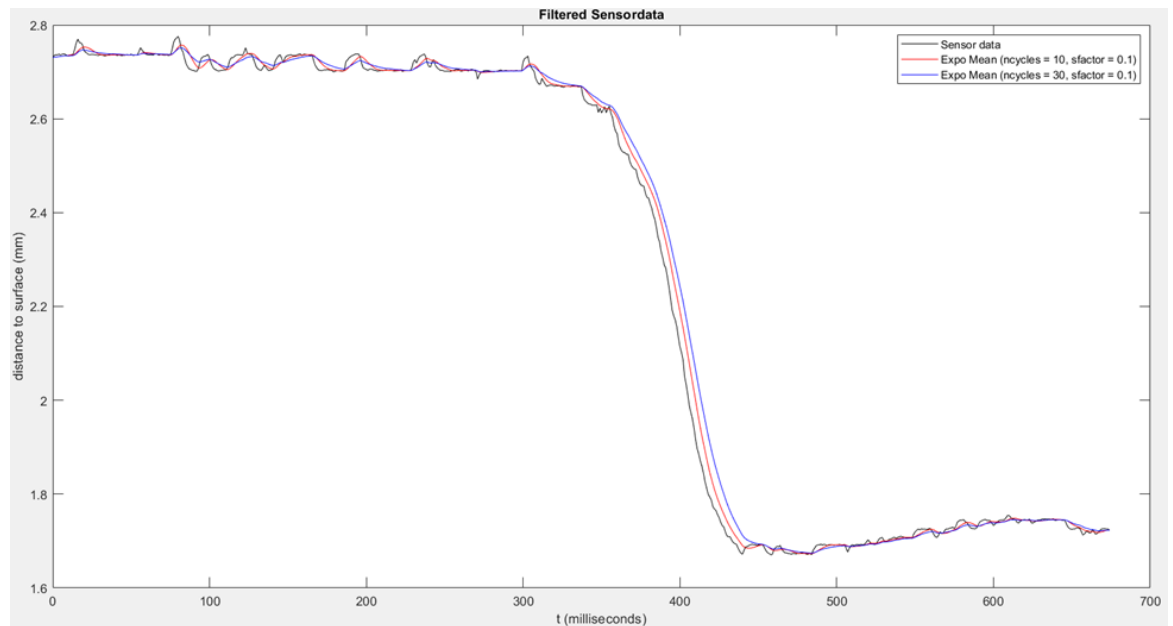


Abb. 12: Unterschiedliche Filterwirkung bei Variierung von `n_cycles`



### Beispiel

#### Parameterbeispiel: Exponentiell gewichteter Mittelwertfilter

```
kenngr.distc.filter_type      EXPO_MEAN # Filtertyp
kenngr.distc.n_cycles        30             # Anzahl der einbezogenen Mess-
wertes
kenngr.distc.smoothing_factor 0.3          # Glättungsfaktor
```

## 4.3

### Tiefpassfilter

Durch den Einsatz eines Tiefpassfilters kann bei stark verrauschtem Sensorsignal die Schwingungsneigung evtl. besser unterdrückt werden.



### Beispiel

#### Parameterbeispiel

```
kenngr.distc.filter_type      LOWPASS # Tiefpassfilter
kenngr.distc.low_pass_filter_order 2    # Tiefpassfilter
kenngr.distc.low_pass_filter_fg_f0 30  # Frequenz 30 HZ
```

## 4.4 Kalman-Filter mit Mittelwertfilter-Modell

Der Kalman-Filter versucht die nächsten Messwerte des Sensors auf Grundlage eines Vorhersagemodells zu schätzen. Der Filter bildet zunächst die Vorhersage, um diese anschließend durch die angegebene Unsicherheit der gemessenen Werte zu verfeinern. Die Grundlage der Vorhersage bildet der gleitende Mittelwertfilter [▶ 19].

### 4.4.1 Einfluss der Parameter:

#### Anzahl der Messwerte - $n\_cycles$ (P-AXIS-00413):

Über den Parameter P-AXIS-00413 [▶ 58] wird die Anzahl der Messwerte angegeben, die in das Vorhersagemodell des gleitenden Mittelwertfilters einbezogen werden. Dem entsprechend bedeutet eine größere Anzahl an einbezogenen Messwerten eine bessere Glättungswirkung. Durch die Vorhersageeigenschaft des Kalman-Filters wird die Totzeit, im Vergleich zu einem herkömmlichen gleitenden Mittelwertfilter, reduziert. Beachtet werden muss jedoch, dass die Totzeit des Vorhersagemodells zu einem Überschwinger bei großen Änderungen des Abstands führt. Dieser wächst mit zunehmender Anzahl der einbezogenen Messwerte (P-AXIS-00413).

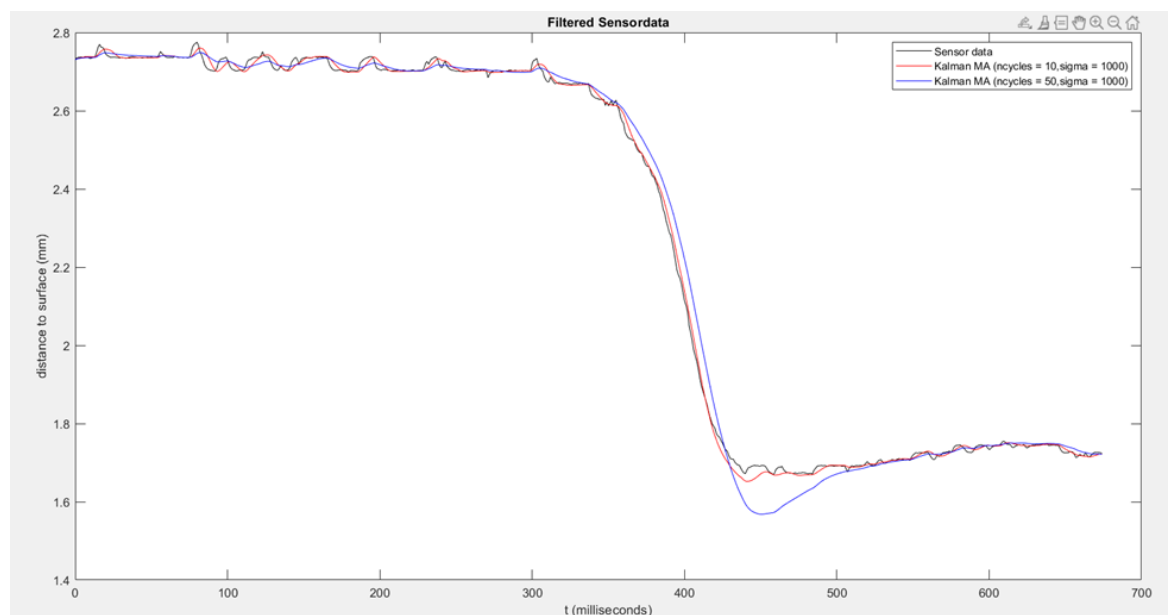


Abb. 13: Unterschiedliche Filterwirkung bei Variierung von  $n\_cycles$

## Grad der Unsicherheit - Sigma (P-AXIS-00783):

Der Parameter P-AXIS-00783 [▶ 72] gibt den Grad der Unsicherheit der aufgenommenen Messwerte an. Je geringer die angegebene Unsicherheit der Messwerte, desto mehr wird die Vorhersage aus dem gleitenden Mittelwertfilter an die tatsächlichen Messwerte angenähert.

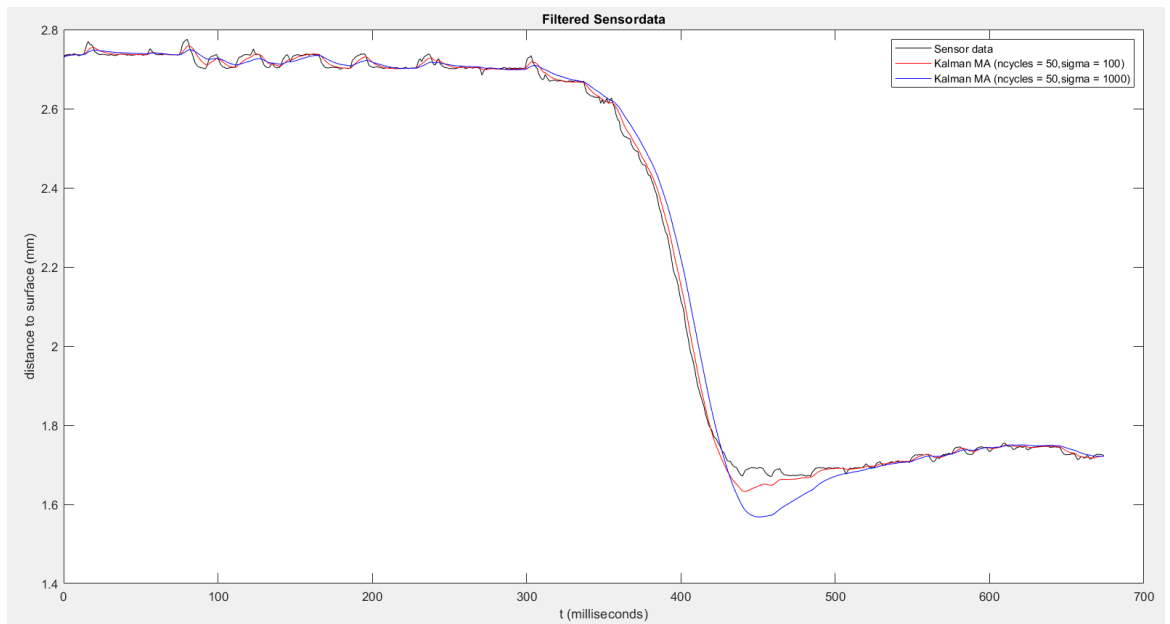


Abb. 14: Unterschiedliche Filterwirkung bei Variierung von sigma



### Beispiel

#### Parameterbeispiel: Kalman-Filter mit Mittelwertfilter Modell

```

kenngr.distc.filter_type  KALMAN_MA  #Filtertyp
kenngr.distc.n_cycles    30          #Anzahl der einbezogenen Messwerte
kenngr.distc.kalman_sigma 1000      #Unsicherheit der Messwerte
  
```

## 4.5 Kalman-Filter mit exponentiellem Modell

Der Kalman-Filter versucht die nächsten Messwerte des Sensors auf Grundlage eines Vorhersagemodells zu schätzen. Der Filter bildet zunächst die Vorhersage, um diese anschließend durch die Unsicherheit der gemessenen Werte zu verfeinern. Die Grundlage der Vorhersage bildet der exponentiell gewichtete Mittelwertfilter [► 20].

### 4.5.1 Einfluss der Parameter:

#### Anzahl der Messwerte – $n_{\text{cycles}}$ (P-AXIS-00413):

Über den Parameter P-AXIS-00413 wird die Anzahl der Messwerte angegeben, die in das Vorhersagemodell des exponentiell gewichteten Mittelwertfilters einbezogen werden. Dem entsprechend bedeutet eine größere Anzahl an einbezogenen Messwerten eine bessere Glättungswirkung. Durch die Vorhersageeigenschaft des Kalman-Filters wird die Totzeit im Vergleich zu einem herkömmlichen exponentiellen Mittelwertfilters reduziert. Beachtet werden muss jedoch, dass die Totzeit des Mittelwertfilters zu einem Überschwinger bei großen Änderungen des Abstands führt. Dieser wächst mit zunehmender Anzahl der einbezogenen Messwerte (P-AXIS-00413).

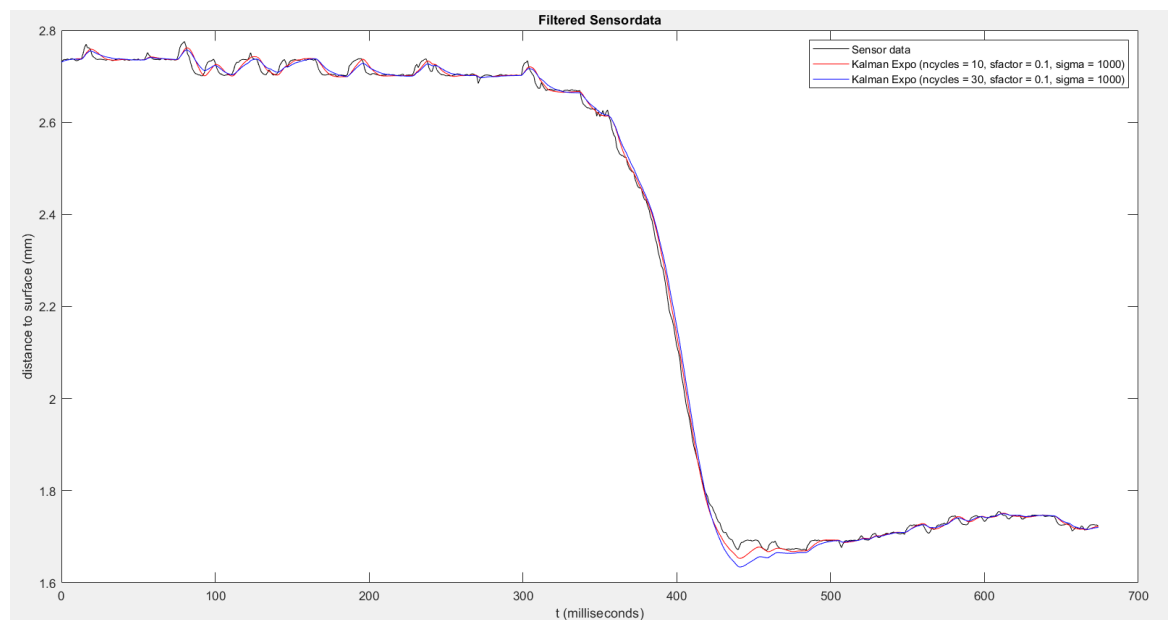
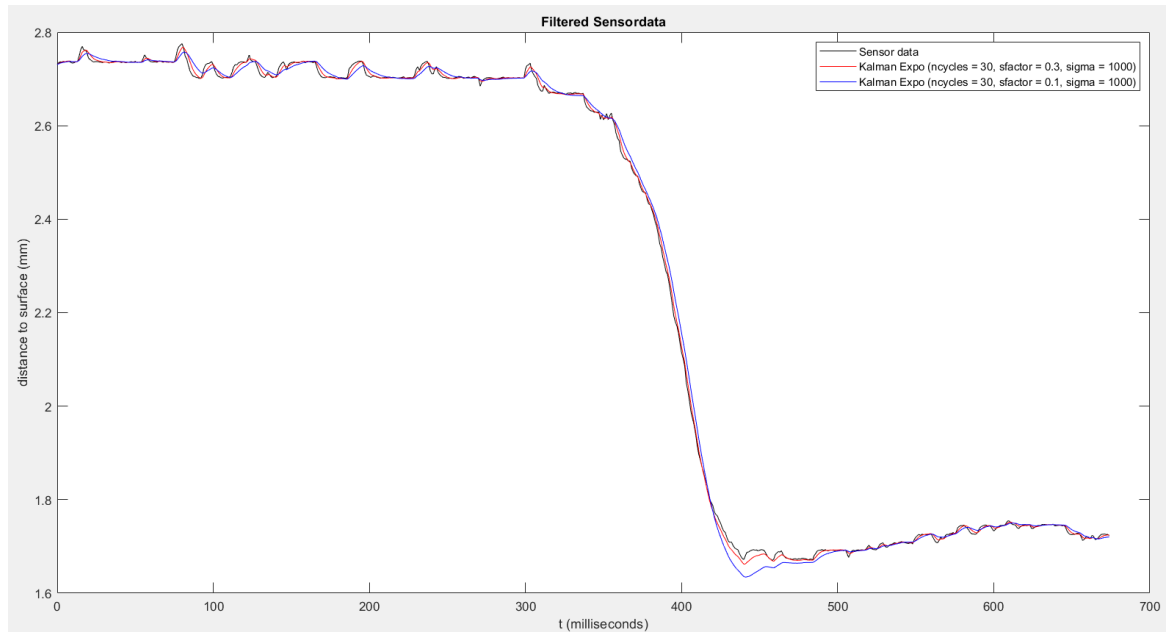


Abb. 15: Unterschiedliche Filterwirkung bei Variierung von  $n_{\text{cycles}}$



## Glättungsfaktor (P-AXIS-00784)

Im Kapitel Exponentiell gewichteter Mittelwertfilter [► 20] ist der Einfluss des Glättungsfaktors auf den exponentiell gewichteten Mittelwertfilter beschrieben. Durch eine höhere Gewichtung des aktuellen Messwertes kann besonders der, durch die Totzeit des Filters verursachte, Überschwinger verbessert werden. Gleichzeitig wird jedoch die Glättungswirkung reduziert.



**Abb. 16: Unterschiedliche Filterwirkung bei Variierung des Glättungsfaktors**

## Grad der Unsicherheit - Sigma (P-AXIS-00783):

Der Parameter P-AXIS-00783 gibt den Grad der Unsicherheit der aufgenommenen Messwerte an. Je geringer die angegebene Unsicherheit der Messwerte, desto mehr wird die Vorhersage aus dem gleitenden Mittelwertfilter an die tatsächlichen Messwerte angenähert.

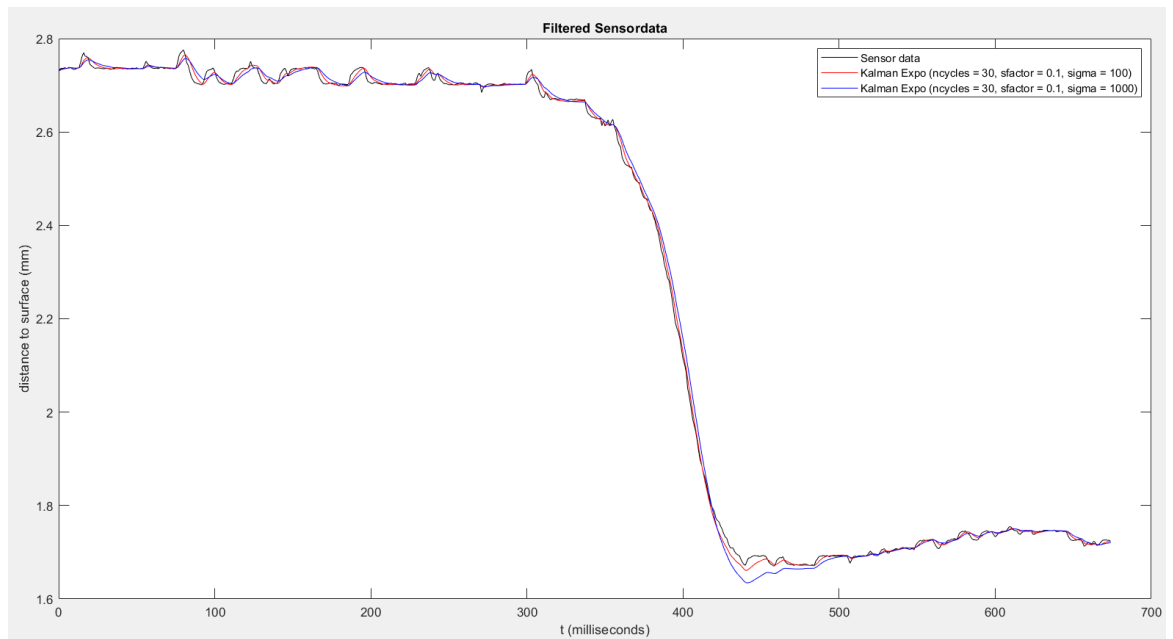


Abb. 17: Unterschiedliche Filterwirkung bei Variierung von sigma



### Beispiel

#### Parameterbeispiel: Kalman-Filter mit exponentiellem Modell

```

kenngr.distc.filter_type      KALMAN_EXPO #Filtertyp
kenngr.distc.n_cycles        30      #Anzahl der einbezogenen Mess-
werte
kenngr.distc.kalman_sigma    1000    #Unsicherheit der Messwerte
kenngr.distc.smoothing_factor 0.3    #Glättungsfaktor
    
```

## 5 Funktionsweise der Abstandsregelung

Die Abstandsregelung ist nach der Interpolation integriert und überlagert die programmierte Bewegung. Die Abstandsregelung wirkt unabhängig vom aktuellen Zustand des Interpolators, d.h. auch beim Warten auf Quittierungen (z.B. M-Funktionen) ist die Abstandsregelung aktiv.

Die Abstandsregelung ermittelt die tatsächliche Absolutposition der Werkstückoberfläche mit Hilfe des Motorgebers der Achse und eines zusätzlichen Sensorgebers. Die beiden Geber sind miteinander gekoppelt, d.h. beim Bewegen der Achse ändern sich die Werte der beiden Geber immer entgegengesetzt zueinander.

Der achsspezifische Vorschuboverride und Vorschubstopp (Feedhold) wirken auch für die Abstandsregelung (siehe [HLI//Steuerkommandos einer Achse]). Bei aktiviertem Vorschubstopp oder Override = 0 ist der aktuelle Wert der Abstandsregelung eingefroren.

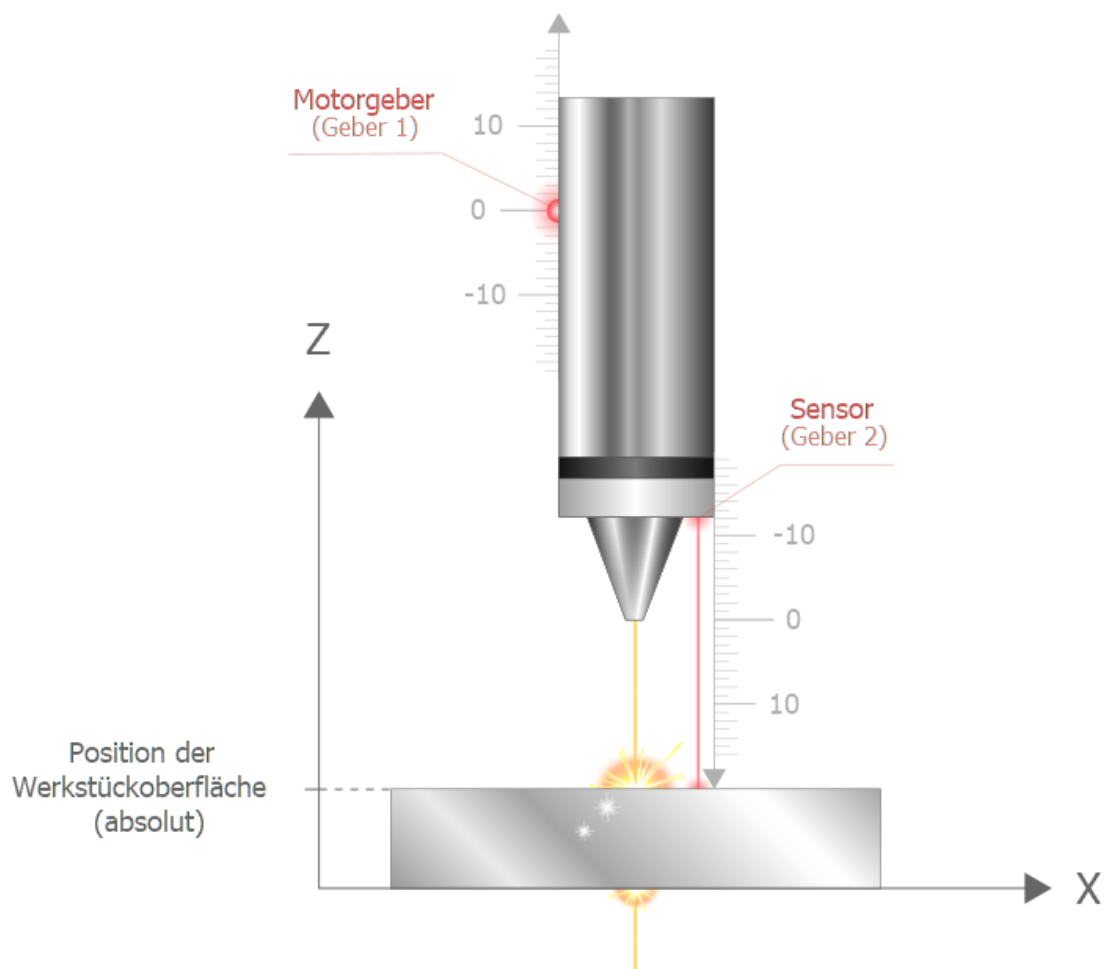


Abb. 18: Ertasten der Werkstückoberfläche



### Hinweis

Die Geberposition des Motors und die Sensorposition müssen sich beim Heben bzw. Senken der Z-Achse gegenläufig verhalten.

Falls die Z-Achse nach oben fährt und der Geberwert des Motors größere Werte annimmt, muss der Geberwert des Sensors kleiner werden. Bei Bedarf kann die Bewegungsrichtung des Sensors mit dem Parameter P-AXIS-00230 gedreht werden.

## 5.1 Vorgabe der Werkstückoberfläche (SET\_POS, surface)

### Berechnung der Abweichung

Mit Hilfe der elektronischen Tastung wird in jedem Takt die Abweichung der realen Werkstückoberfläche zur vorgegebenen Sollposition (SET\_POS) ermittelt. Sie ergibt sich durch:

$$\begin{aligned} \text{Abweichung} &= \text{Motorgeber} + \text{Sensorgeber} - \text{Sollposition (SET\_POS)} \\ &= \text{Istposition Werkstückoberfläche} - \text{Sollposition (SET\_POS)} \end{aligned}$$

Um die Abweichung der Werkstückoberfläche auszugleichen, wird die Antriebsposition zusätzlich um den berechneten Offset der Abstandsregelung verschoben:

$$\text{Sollwert Antrieb} = \text{Programmierter Sollwert (PCS)} + \text{Offset Abstandsregelung}$$

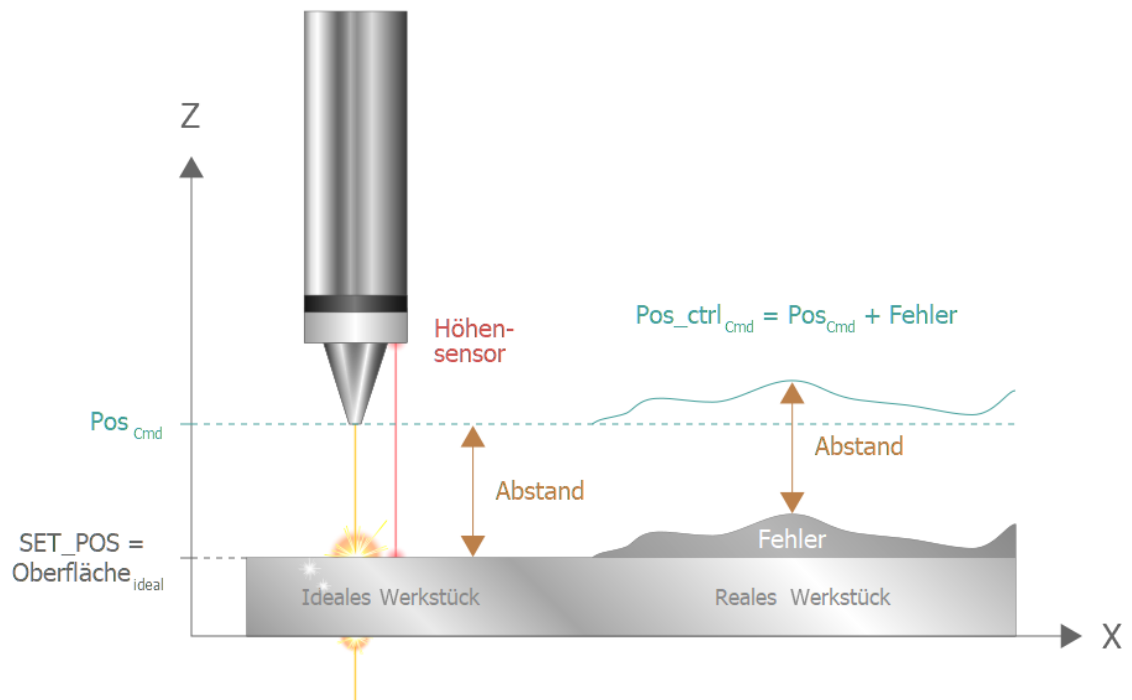


Abb. 19: Vorgabe der idealen Werkstückoberfläche bei Höhenregelung

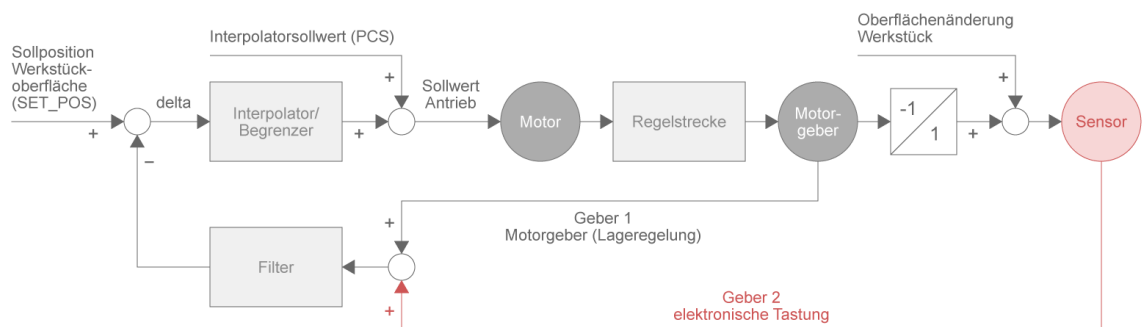


Abb. 20: Blockschaftbild der Abstandsregelung

## An- und Abwahl über das NC-Programm

---

Über das NC-Programm wird die Abstandsregelung ein- bzw. ausgeschaltet oder auch der aktuelle Korrekturwert eingefroren. Beispiel:

```
N10 Z[DIST_CTRL SET_POS=30] Position setzen
Nxx Z[DIST_CTRL ON] Anwahl
...
Nxx Z[DIST_CTRL OFF] Abwahl
N999 M30
```

Die vollständige CNC-Syntax ist im Kapitel Programmierung [▶ 37] beschrieben.

## Typischer Ablauf

---

Typischer Ablauf bei der Aktivierung der Abstandsregelung:

1. Das Werkzeug wird eingewechselt.
2. Die X- und Y-Achsen fahren auf Bearbeitungsposition.
3. Die Abstandsregelung wird eingeschaltet und die Sollposition des Werkstücks wird gesetzt. Die Z-Achse muss sich dabei im Erfassungsbereich des Abstandssensors befinden.
4. Sensor oder Tastring meldet Abstand, die Abstandsregelung korrigiert Höhenfehler.
5. Die Z-Achse fährt nach unten.
6. Abstandsregelung ist aktiv, Dickentoleranzen oder Lagedifferenzen werden ausgeglichen.

Deaktivierung der Abstandsregelung:

1. Ausschalten der Abstandsregelung über das NC-Programm
2. Abstandsregelung ist inaktiv, Dickentoleranzen oder Lagedifferenzen werden nicht mehr ausgeglichen, der aktuelle Offset bleibt bis zur nächsten Positionsanforderung aktiv.

## Wirkungsweise

Mit der Abstandsregelung können Abweichungen der Position der Werkstückoberfläche (Istposition) zu einer vorgegeben Sollposition automatisch korrigiert werden:

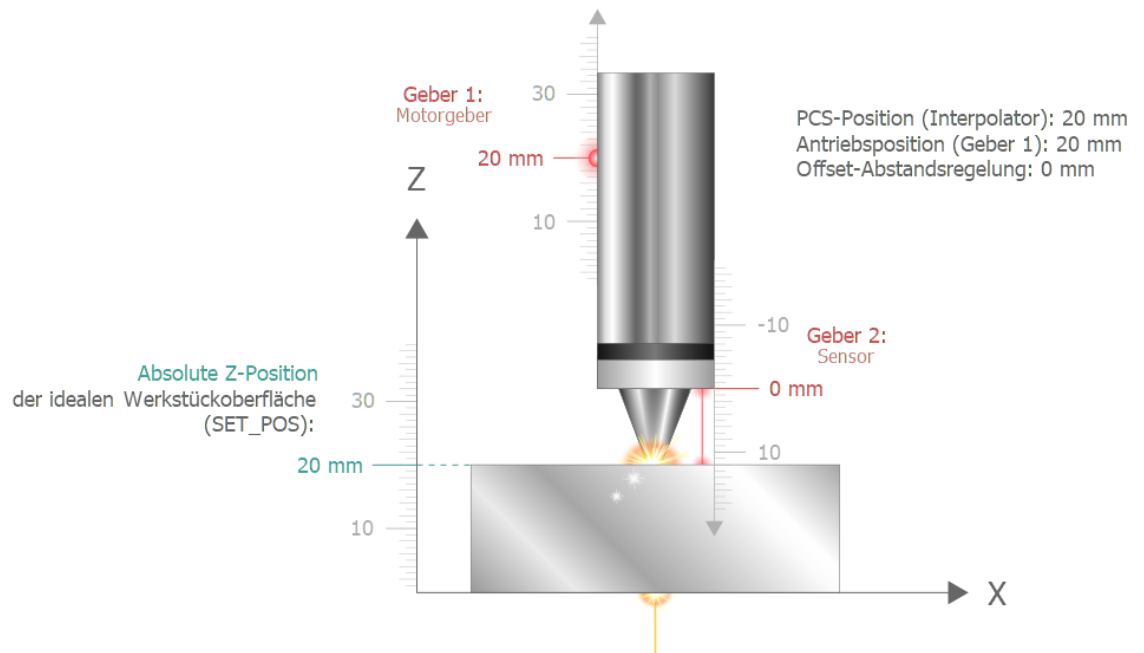
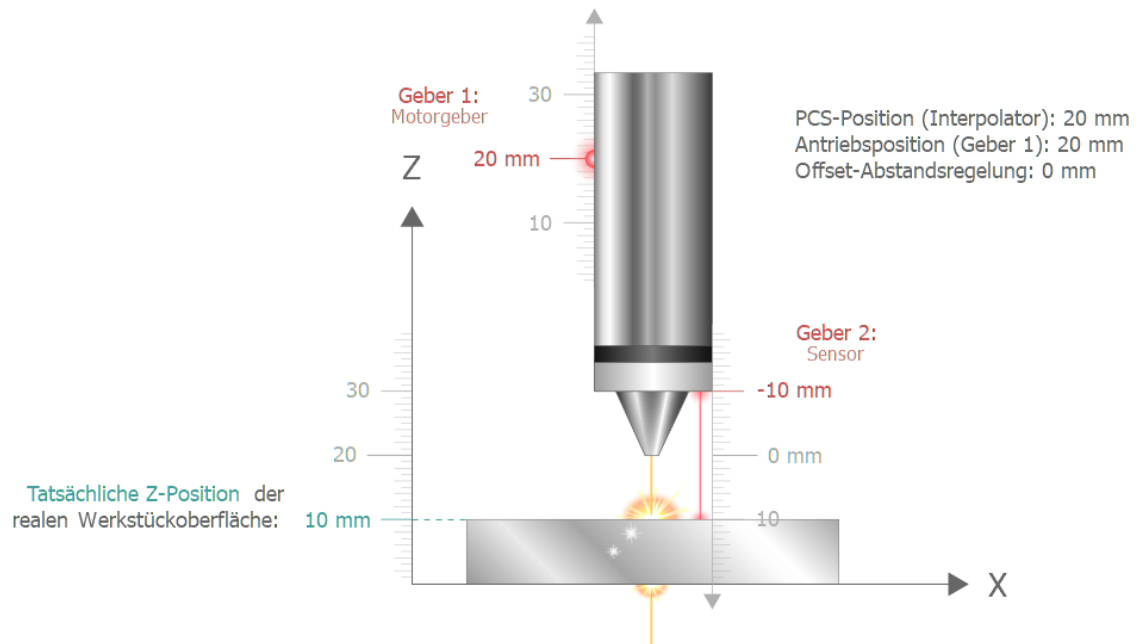


Abb. 21: Ideales Werkstück

## Abweichung

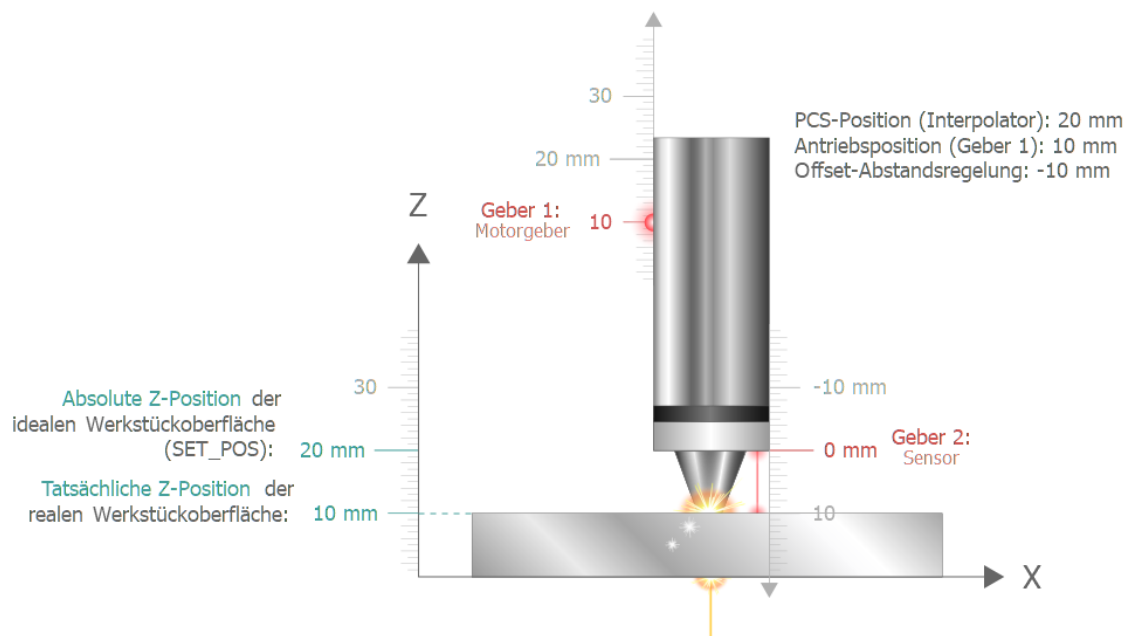
Eine Abweichung von der idealen Werkstückoberfläche (z.B. bei dünnerem Werkstück) wird durch den Sensor (Geber 2) detektiert:



**Abb. 22: Reales Werkstück ohne Abstandsregelung**

## Kompensation des Versatzes

Nach Einschalten der Abstandsregelung mit SET\_POS=20 mm (erwartete Werkstückhöhe) wird der Versatz durch die Abstandsregelung kompensiert. Ein Anpassen des NC-Programms (PCS-Position) ist dadurch nicht notwendig. Im NC-Programm kann von einer konstanten Werkstückoberfläche bei Z=20mm ausgegangen werden.



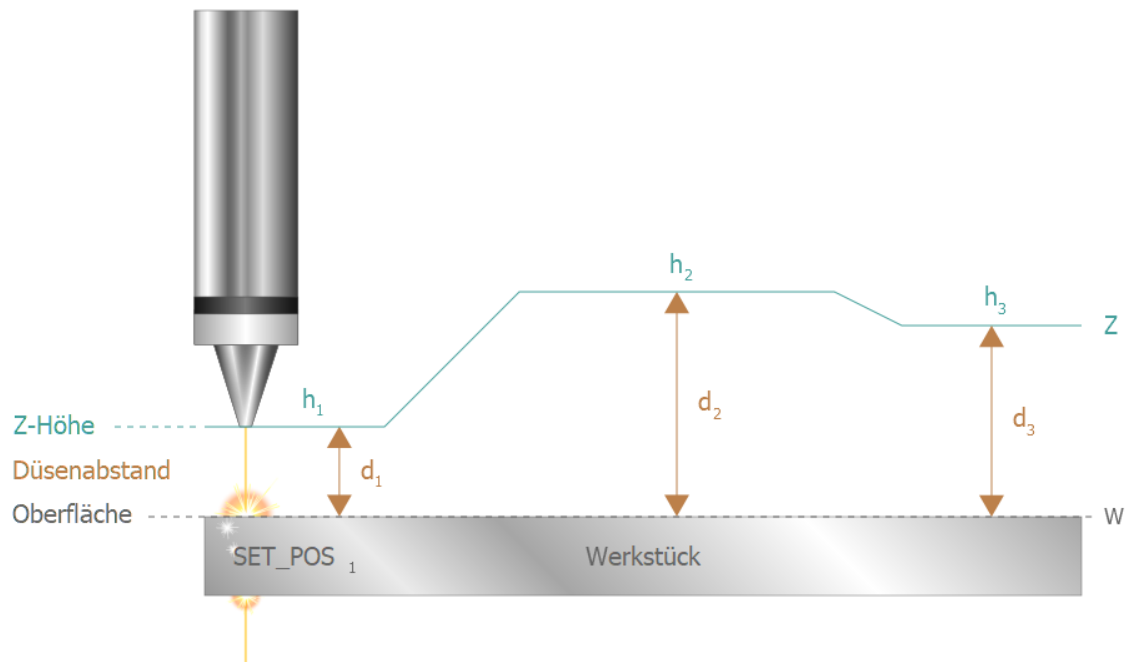
**Abb. 23: Reales Werkstück mit Abstandsregelung**



### Hinweis

Die Abstandskontrolle wird bei einem Achsfehler oder CNC-Reset automatisch ausgeschaltet. Am Programmende bleibt die Abstandsregelung weiterhin aktiv.





**Abb. 24: Konstante Werkstückoberfläche mit geändertem Werkzeugabstand**

## Höhenänderungen

Änderungen der Werkstückoberfläche werden durch die Abstandsregelung korrigiert. Im NC-Programm kann daher von einem ebenen Werkstück ausgegangen werden. Höhenänderungen zur Werkstückoberfläche können durch Programmieren der Achse vorgenommen werden. Bei  $Z=\text{SET\_POS}$  berührt die TCP-Spitze die Werkstückoberfläche.

## 5.2 Vorgabe des Abstands (SET\_DIST, distance)



### Versionshinweis

Die Vorgabe des Sollabstands für die Abstandsregelung ist erst ab der CNC-Version V2.11.2800.28 verfügbar.

### Abstand

Neben der Vorgabe der Werkstückoberfläche bei gegebener Werkzeughöhe (s. *voriges Kapitel*) kann ab der CNC-Version V2.11.2800.28 auch direkt der Abstand zwischen Werkzeug und Werkstück im NC-Programm oder über die SPS vorgegeben werden.

Bei Beauftragen des Abstands über die SPS-Schnittstelle kann der Sollabstand in jedem Zyklus neu vorgegeben werden.

Die Werkzeughöhe wird in diesem Fall nicht mehr durch das NC-Programm geändert, sondern rein über die Abstandsregelung. Dies ist insbesondere von Vorteil, wenn ein konstanter Abstand zu einer beliebig gekrümmten Werkstückoberfläche gehalten werden soll.

Bei großen Änderungen der Werkstückoberfläche wird durch zusätzliches Programmieren der Z-Achse die Abstandsregelung unterstützt.

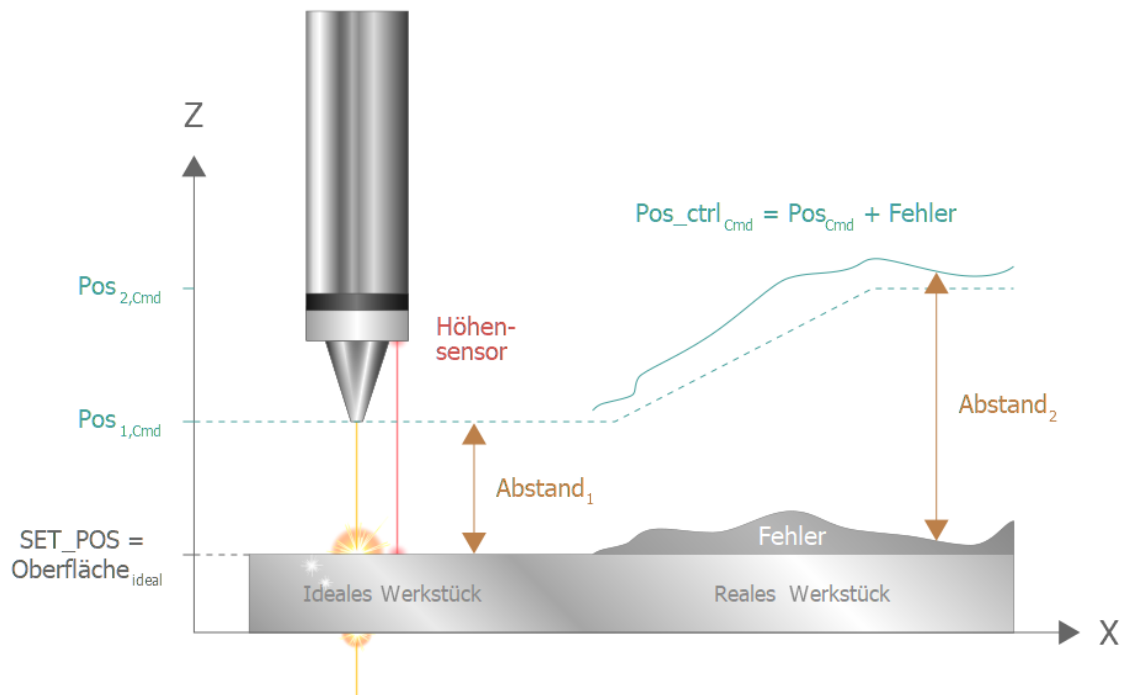


Abb. 25: Vorgabe des Abstands zum Werkstück bei der Höhenregelung



### Achtung

Falls die Abstandsregelung im Modus „konstanter Abstand“ eingeschaltet ist, können für diese Achse durch das NC-Programm keine Abstandsänderungen zum Werkstück mehr durch explizite Programmierung der Z-Achse vorgegeben werden.

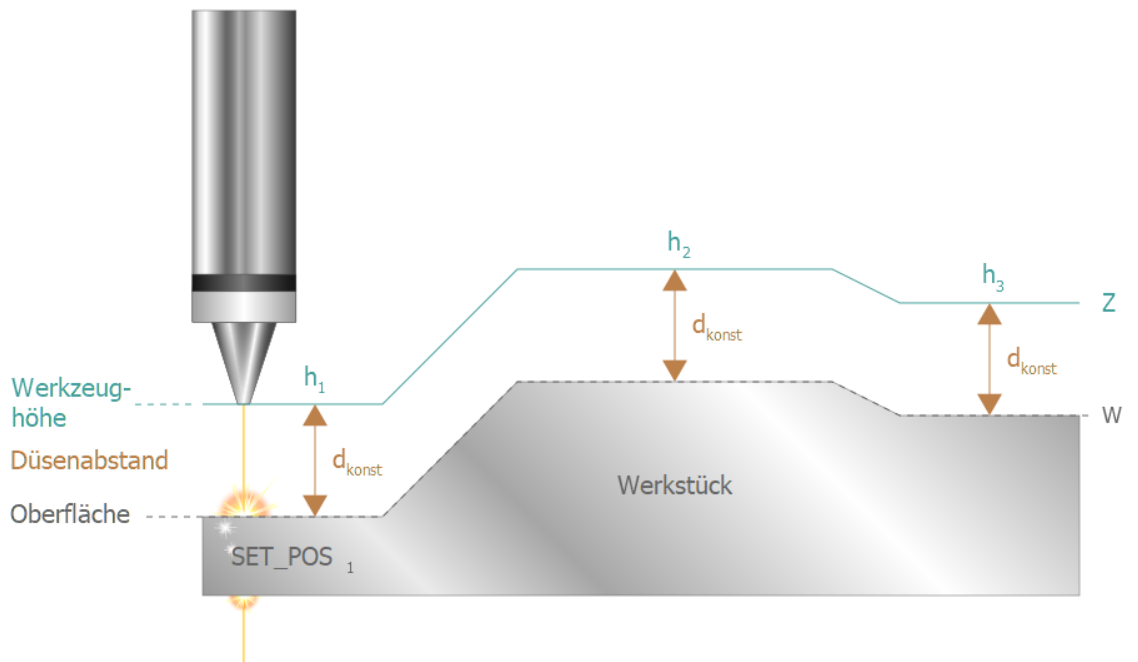


Abb. 26: Profilierte Werkstückoberfläche mit konstantem Werkzeugabstand

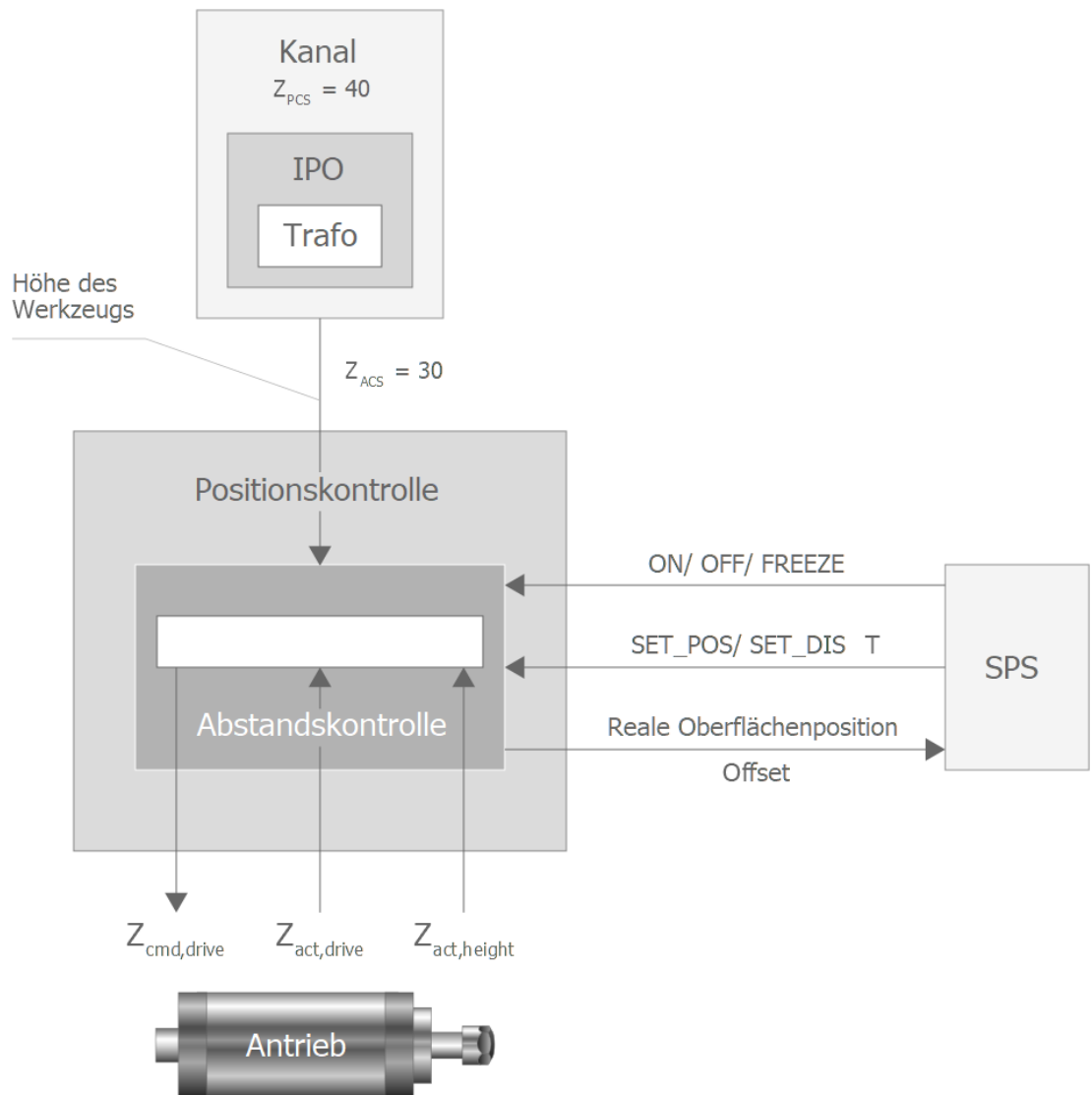


Abb. 27: Vorgabe des Abstands: distance



### Hinweis

Beim Lifting der Z-Achse muss die Abstandsregelung eingefroren (FREEZE) oder ausgeschaltet (OFF) werden, da ansonsten die Abstandsregelung das Heben/Senken verhindert.

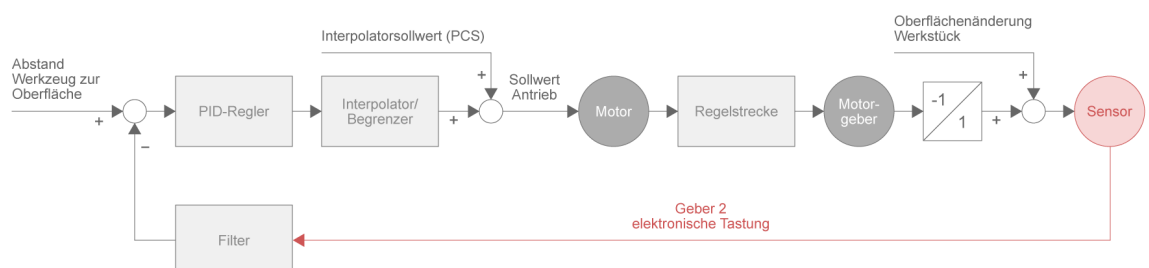


Abb. 28: Blockschaltbild der Abstandsregelung mit Vorgabe des Abstands

## 6 Programmierung

Syntax Anwahl mit Angabe der Position der Werkstückoberfläche:

```
<Achsnam> [DIST_CTRL ON | DRYRUN [ SET_POS=.. ] ]
```

Syntax Anwahl mit Angabe konstanter Abstand zur Werkstückoberfläche:

```
<Achsnam> [DIST_CTRL ON | DRYRUN CONST_DIST [ SET_DIST=.. ] ]
```

Syntax Abwahl oder Offset einfrieren:

```
<Achsnam> [DIST_CTRL [ OFF [ NO_MOVE ] ] | FREEZE ]
```

Syntax Sensor prüfen oder referenzieren:

```
<Achsnam> [DIST_CTRL CHECK_POS | REF ]
```

Die folgenden Parameter können optional auch in Kombination mit der An-/Abwahl programmiert werden:

Syntax zusätzliche Parametrierung Sensor:

```
<Achsnam> [DIST_CTRL [SENSOR_SOURCE=<ident> SENSOR_VAR=..] [ VAL1=.. - VAL5=.. ] { \ } ]
```

Syntax zusätzliche Parametrierung für die Regelung:

```
<Achsnam> [DIST_CTRL [ KP=.. ] [ I_TN=.. ] [ D_TV=.. ] { \ } ]
```

Syntax zusätzliche Parametrierung für die Signalglättung des Sensors:

```
<Achsnam> [DIST_CTRL [ FILTER_TYPE=.. ] [ N_CYCLES=.. ] [ FG_F0=.. ] [ ORDER=.. ] [ SMOOTH_FACT=.. ] [ KALMAN_SIGMA=.. ] { \ } ]
```

<b>&lt;Achsnam&gt;</b>	Name der werkzeugtragenden Achse.
<b>DIST_CTRL</b>	Kennung für die Funktionalität "Getastete Spindeln". Muss immer als <u>erstes</u> Schlüsselwort programmiert sein.
<b>ON</b>	Abstandsregelung einschalten bei Vorgabe der Position der Werkstückoberfläche. Beim Einschalten muss eine Sollposition mit SET_POS gesetzt sein.
<b>SET_POS=..</b>	Vorgabe der Position der Werkstückoberfläche in [mm, inch] (Absolutposition). Bei Reset oder Programmende wird die Vorgabe zurückgesetzt, d.h. vor dem Wiedereinschalten der Abstandsregelung muss eine neue Vorgabe vorgegeben werden.
<b>CONST_DIST</b>	In Verbindung mit ON Abstandsregelung einschalten bei Vorgabe eines konstanten Abstandes zur Werkstückoberfläche. Beim Einschalten muss ein Abstand mit SET_DIST gesetzt sein. <b>[ab V2.11.2804.03]</b>
<b>SET_DIST=..</b>	Sollvorgabe des konstanten Abstandes zur Werkstückoberfläche in [mm, inch]. Bei Reset oder Programmende wird der Abstand zurückgesetzt, d.h. vor dem Wiedereinschalten der Abstandsregelung muss ein neuer Abstand vorgegeben werden.
<b>DRYRUN</b>	In Verbindung mit ON wird im Modus DRYRUN die Achse bei Änderungen der Werkstückoberfläche nicht nachgeführt! Dies ermöglicht die Auswertung von Daten (Bsp. Filterwirkung) ohne Rückkopplung der Regelung. <b>[ab V3.1.3079.23]</b>
	Beim Einschalten der Abstandsregelung mit Angabe der Position der Werkstückoberfläche muss eine Sollposition mit SET_POS gesetzt sein.
	Beim Einschalten der Abstandsregelung mit Vorgabe eines konstanten Abstandes zur Werkstückoberfläche muss ein Sollabstand mit SET_DIST gesetzt sein.

OFF	Abstandsregelung ausschalten.
NO_MOVE	Standardmäßig wird beim Ausschalten der Abstandsregelung der entstandene Korrekturoffset ausgefahren. Durch Angabe von NO_MOVE in Kombination mit OFF kann diese Bewegung unterdrückt werden. Der Kanal wird mit den geänderten Achspositionen initialisiert. Das Ausfahren des Positionsoffsets erfolgt erst mit der nächsten, im NC-Programm programmierten Achsbewegung.
FREEZE	Einfrieren des ausgeregelten Abstandes über Werkstück. Die Achsposition bzw. der ausgegebene Korrekturwert wird gehalten. Die Nachführung der Achse wird unterbrochen.
CHECK_POS	Prüfen, ob Position im Toleranzfenster ist.
REF	Messsystem (Sensor) referenzieren (nur wenn kein Absolutmesssystem vorhanden ist).
SENSOR_SOURCE=</i> dent>	Angabe der Quelle für das Sensorsignal <b>[ab V3.1.3080.12 bzw. V3.1.3107.45]</b> . Folgende Quellen können für die achsspezifische Abstandsregelung eingestellt werden. Gültige Kennungen:  DEFAULT: Ist als Sensorquelle „DEFAULT“ ausgewählt, stellt die CNC intern automatisch auf Sensorquelle „SECOND_ENCODER“  VARIABLE: Die Übergabe des Sensorsignals an die CNC erfolgt über eine V.E.-Variable. Zusätzlich muss hierfür der Name der V.E.-Variablen über den Parameter „SENSOR_VAR“ angegeben werden.  SECOND_ENCODER: Es ist zu beachten, dass der 1. konfigurierte Geber (P-AXIS-00823) für die Lageregelung der Achse verwendet wird, der 2. Geber (P-AXIS-00824) für die Abstandsregelung.
SENSOR_VAR=..	Name der V.E.-Variablen über die das Sensorsignal an die CNC übermittelt wird. <b>[ab V3.1.3080.12 bzw. V3.1.3107.45]</b>
VAL1=..-VAL5=..	Fünf frei belegbare Werte im Realformat.
KP=..	Gewichten des Ausgabewertes der Abstandsregelung. Die Parametrierung kann analog zu P-AXIS-00759 [▶ 69] durchgeführt werden. Der Wertebereich ist auf $0.0 < KP \leq 2.0$ beschränkt. Bei KP-Werten kleiner 1.0 wird die Dynamik der Abstandsregelung reduziert, bei KP-Werten größer als 1.0 wird die Dynamik erhöht.  Durch einen KP-Faktor kleiner 1 kann ein mögliches Überschwingen der Abstandsregelung reduziert und bei kleinen Abstandsfehlern die Regelung beruhigt werden. <b>[ab V2.11.2809.06 bzw. V3.1.3079.06]</b>
I_TN=..	Nachstellzeit des Integral-Anteils des PID-Reglers in [s]. Die Nachstellzeit gibt an, nach welcher Zeit der P- und I-Anteil der Stellgröße gleich groß sind. Die Parametrierung kann nach Vorbild von P-AXIS-00764 [▶ 70] durchgeführt werden. Der Wertebereich ist auf $0.0 \leq I\_TN \leq 50.0$ beschränkt. Eine große Nachstellzeit führt zu einer robusteren Regelung. Je kleiner die Nachstellzeit, desto stärker der I-Anteil und desto schneller die Regelung. Eine kleine Nachstellzeit regt Überschwingen stärker an. <b>[ab V2.11.2809.06 bzw. V3.1.3079.06]</b>
D_TV=..	Vorhaltezeit des Differential-Anteils des PID-Reglers in [s]. Die Vorhaltezeit gibt an, nach welcher Zeit der P- und D-Anteil der Stellgröße gleich groß sind. Die Parametrierung kann nach Vorbild von P-AXIS-00765 [▶ 70] durchgeführt werden. Der Wertebereich ist auf $0.0 \leq D\_TV \leq 2.0$ beschränkt. Je größer die Vorhaltezeit, desto stärker der D-Anteil. <b>[ab V2.11.2809.06 bzw. V3.1.3079.06]</b>
FILTER_TYPE=..	Filtertyp für die Filterung der Geberwerte gemäß P-AXIS-00782 [▶ 71]. <b>[ab V3.1.3079.23]</b>
N_CYCLES=..	Anzahl der Messwerte, die für die Filterung verwendet werden gemäß P-AXIS-00413 [▶ 58]. <b>[ab V3.1.3079.23]</b>
FG_F0=..	Grenzfrequenz für den Tiefpassfilter in [Hz] gemäß P-AXIS-00508. <b>[ab V3.1.3079.23]</b>
ORDER=..	Ordnung des Tiefpassfilters gemäß P-AXIS-00507. <b>[ab V3.1.3079.23]</b>
SMOOTH_FACT=..	Glättungsfaktor des exponentiellen Mittelwertfilters gemäß P-AXIS-00784. Gibt die Gewichtung des aktuellen Messwertes an.
KALMAN_SIGMA=..	Unsicherheit der aufgenommenen Messwerte gemäß P-AXIS-00783 [▶ 72]. <b>[ab V3.1.3079.23]</b>
\	Trennzeichen ("Backslash") für übersichtliche Programmierung des Befehls über mehrere Zeilen.



### Hinweis

Eine bei Programmende noch aktive Abstandsregelung wird nicht automatisch abgewählt.  
Bei Reset oder Achsfehler wird eine aktive Abstandsregelung immer automatisch ausgeschaltet.



### Hinweis

Die Parameter des PID-Reglers werden nach Programmende nicht zurückgesetzt.



### Programmierbeispiel

#### Programmierbeispiele zur Abstandsregelung

```
%DIST_1  
;Erwartete Position der Werkstückoberfläche setzen  
N10 Z[DIST_CTRL SET_POS=30]  
N20 Z[DIST_CTRL ON]           ;Anwahl  
; ...  
Nxx Z[DIST_CTRL OFF]         ;Abwahl  
N999 M30
```

```
%DIST_2  
;Anwahl + erwartete Position der Werkstückoberfläche setzen  
N10 Z[DIST_CTRL ON SET_POS=30]  
; ...  
Nxx Z[DIST_CTRL FREEZE]      ;Position halten  
; ...  
Nxx Z[DIST_CTRL OFF]         ;Abwahl  
N999 M30
```

```
%DIST_3  
;Anwahl + erwartete Position der Werkstückoberfläche setzen  
N10 Z[DIST_CTRL ON SET_POS=50]  
  
;Abstandsregelung ausschalten, die Z-Achse bewegt sich dabei nicht  
Nxx Z[DIST_CTRL OFF NO_MOVE]  
;Der entstandene Korrekturoffset wird beim Fahren auf die Zielposition  
;100 mit berücksichtigt  
Nxx G0 Z100  
N999 M30
```

```
%DIST_4  
;Setzen der Abstandsparameter  
N10 Z[DIST_CTRL SET_POS=30]  
;Anwahl bei Vorgabe der Position der Werkstückoberfläche (SET_POS)  
N20 Z[DIST_CTRL ON]  
; ...  
Nxx Z[DIST_CTRL OFF]         ;Abwahl
```

```
; ...
;Anwahl bei Vorgabe der Werkstückoberfläche (SET_DIST)
Nxx Z[DIST_CTRL SET_DIST=10]
Nxx Z[DIST_CTRL ON CONST_DIST]
; ...
Nxx Z[DIST_CTRL OFF]           ;Abwahl
N999 M30

%DIST_5
;Auswahl des Filtertyps
N10Z[DIST_CTRL FILTER_TYPE=KALMAN_MA]
;Parametrierung des Filters
N20 Z[DIST_CTRL N_CYCLES=30 KALMAN_SIGMA=1000]
;Überprüfen der Filterwirkung auf das Sensorsignal
N30 Z[DIST_CTRL DRYRUN]
;...
;Parametrieren des PID-Reglers
Nxx Z[DIST_CTRL KP=0.3 I_TN=0 D_TV=0.01]
;Aktivieren der Abstandsregelung
Nxx Z[DIST_CTRL ON CONST_DIST SET_DIST=1]
; ...
;Wechsel des Filters
Nxx Z[DIST_CTRL FILTER_TYPE=KALMAN_EXPO SMOOTH_FACT=0.3]
; ...
Nxx Z[DIST_CTRL OFF]           ;Abwahl
N999 M30
```



# 7 Verschiedene Optionen der Abstandsregelung

## 7.1 Option: Verwendung des Abstandssensors und Motorgebers



### Versionshinweis

Diese Option steht ab der CNC-Version V2.11.2804.02 zur Verfügung.

### Abstandssensor

Normalerweise wird der Abstand rein aus dem Abstandssensor ermittelt. Die Istposition der Z-Achse fließt hier nicht ein.

Abweichung = Sollabstand - Sensorwert

$$\Delta d = d_{\text{Soll}} - d_{\text{Ist}} \quad (\text{Regler}_{\text{DistCtrl}}: Z_{\text{Offset},i} = Z_{\text{Offset},i-1} + \Delta d)$$

$$d_{\text{Ist}} = \text{Filter}(d'_{\text{Ist}})$$

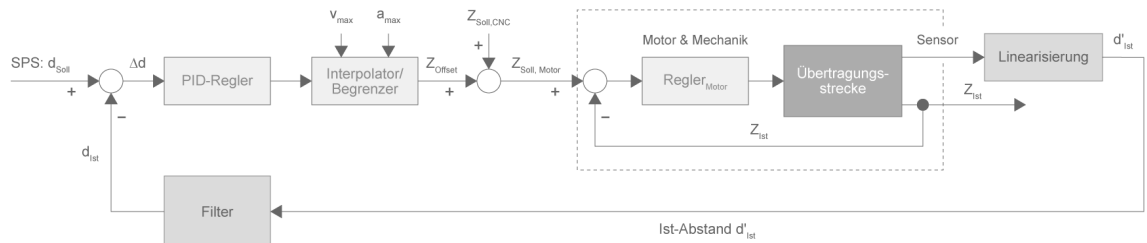


Abb. 29: Blockschaftbild der Abstandsregelung mit Abstandssensor

## Abstandssensor und Motorgeber

Als Erweiterung kann sowohl der Abstandssensor als auch der Z-Istwert Sensor herangezogen werden. Die inverse Kopplung der beiden Geber (Motor, Abstand) führt im Allgemeinen zu einer Reduzierung der Schwingungsneigung.

Abweichung = Sollabstand - Sensorwert

$$\Delta d = d_{\text{Soll}} - d_{\text{Ist}} \quad (Z_{\text{Offset},i} = Z_{\text{Offset},i-1} + d\varepsilon)$$

$$d'_{\text{Ist}} = \text{Filter}(d'_{\text{Ist}} + Z_{\text{Ist}} - Z_{\text{Soll}}) = \text{Filter}(d'_{\text{Ist}} - \Delta Z)$$

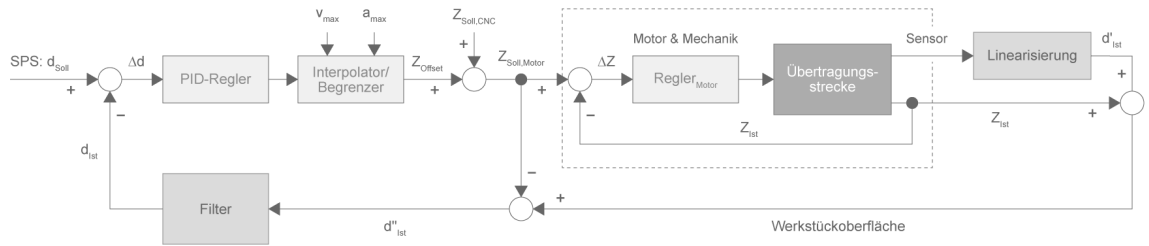


Abb. 30: Blockschaltbild mit Abstandssensor und Motorgeber



### Beispiel

#### Parameterbeispiel

```
kenngr.distc.mode_dist_use_both_encoder 1 # Motor & Abstandsgeber aktiv
```

## 7.2 Option: Gewichtung der Beschleunigung in Abhängigkeit des Abstandsfehlers



### Versionshinweis

Diese Option steht ab der CNC-Version V2.11.2804.02 zur Verfügung.

### Beschleunigungsgewichtung

Um die Schwingungsanregung bei kleinen Abweichungen zu verringern, kann die Beschleunigung in Abhängigkeit der Abweichung reduziert werden.

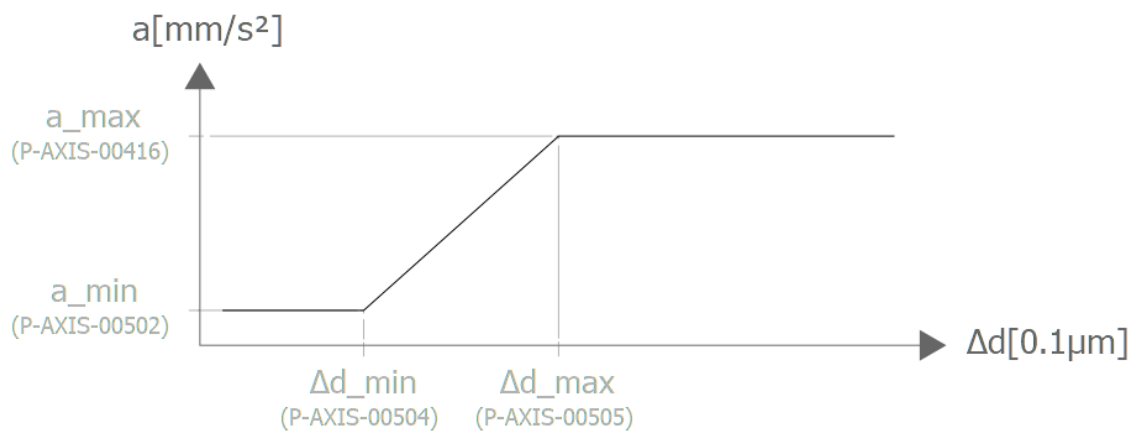


Abb. 31: Distanzabhängige Gewichtung der Beschleunigung



### Beispiel

#### Parameterbeispiel

kenngr.distc.use_adaptive_acceleration	1	# adaptive Beschleunigung aktiv
kenngr.distc.a_min	1000	# [mm/s*s] Min. Beschleunigung
kenngr.distc.a_max	10000	# [mm/s*s] Max. Beschleunigung
kenngr.distc.dist_error_a_min	250	# [0.1 μm] Min. Abstandsfehler
kenngr.distc.dist_error_a_max	500	# [0.1 μm] Max. Abstandsfehler

## 7.3 Option: Totzeitreduktion



### Versionshinweis

Diese Option steht ab der CNC-Version V2.11.2804.02 zur Verfügung.

### Totzeitreduktion

Durch ein geändertes Scheduling in der CNC kann die Ausgabe der Abstandsregelung um einen CNC-Takt verbessert werden. Diese Einstellung wird generell empfohlen.



### Beispiel

#### Parameterbeispiel

```
kenngr.distc.optimized_scheduling 1 # Scheduling aktiv
```

## 7.4 Option: Dynamikgewichtung der Senkbewegung



### Versionshinweis

Diese Option steht ab der CNC-Version V2.11.2807.13 zur Verfügung.

### Dynamikgewichtung der Senkbewegung

Mit der Option „Dynamikgewichtung der Senkbewegung“ kann für die Senkbewegung (in Richtung Werkstück) die verwendete Geschwindigkeit und Beschleunigung reduziert werden. Für die Hebebewegung wird i.A. eine hohe Dynamik verwendet, um Hindernissen oder Erhebungen schnell ausweichen zu können. Mit der Gewichtung kann die Dynamik der Senkbewegung gegenüber der Hebebewegung reduziert werden, um die Annäherung an das Werkstück langsamer durchzuführen.

Diese Option kann auch mit der Option „Gewichtung der Beschleunigung in Abhängigkeit des Abstandsfehlers“ kombiniert werden.

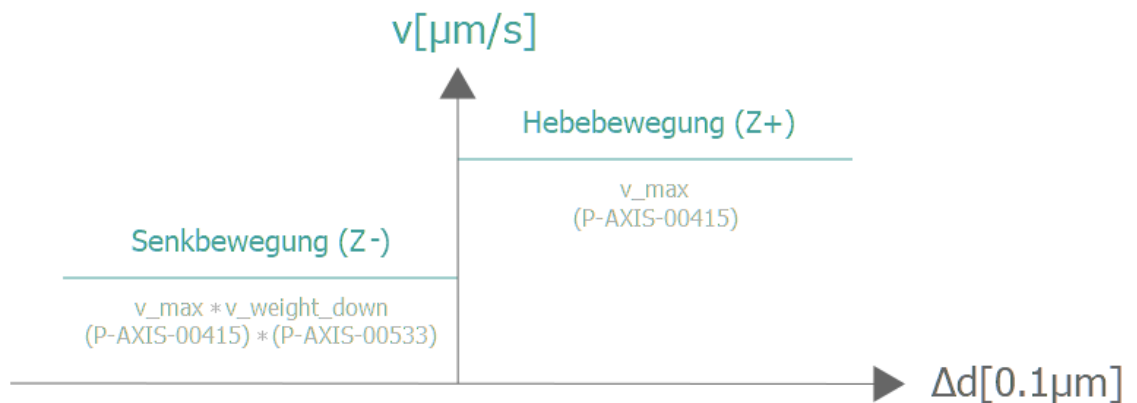


Abb. 32: Reduktion der Geschwindigkeit durch Dynamikgewichtung der Senkbewegung

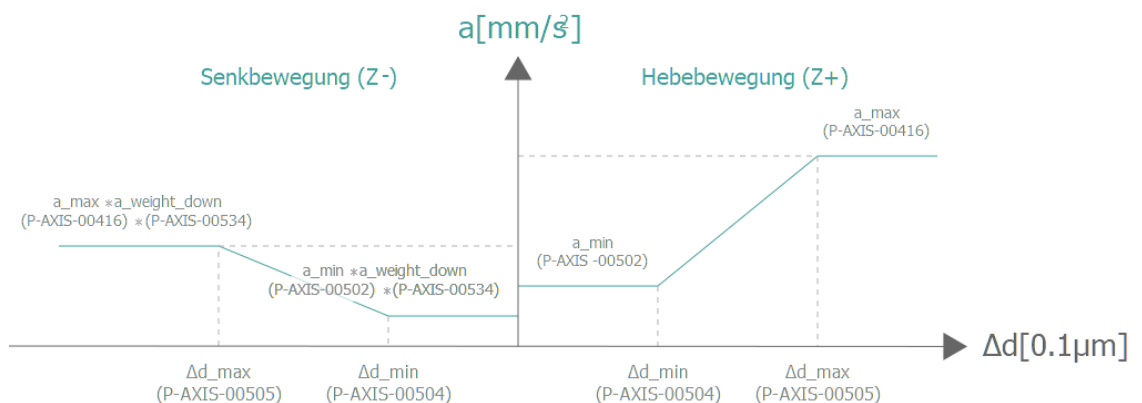


Abb. 33: Reduktion der Beschleunigung durch Dynamikgewichtung der Senkbewegung



## Beispiel

### Parameterbeispiel

```
kenngr.distc.v_weight_down      500      # Senkbewegung mit 50% Geschwindigkeit  
                                  von P-AXIS-00415  
kenngr.distc.a_weight_down      300      # Senkbewegung mit 30% Beschleunigung  
                                  von P-AXIS-00416
```

## 7.5 Anzeige der Parameter

Für die Inbetriebnahme der Abstandsregelung ist es sinnvoll einige Werte beispielsweise mithilfe des ISG-Objektbrowsers aufzuzeichnen.

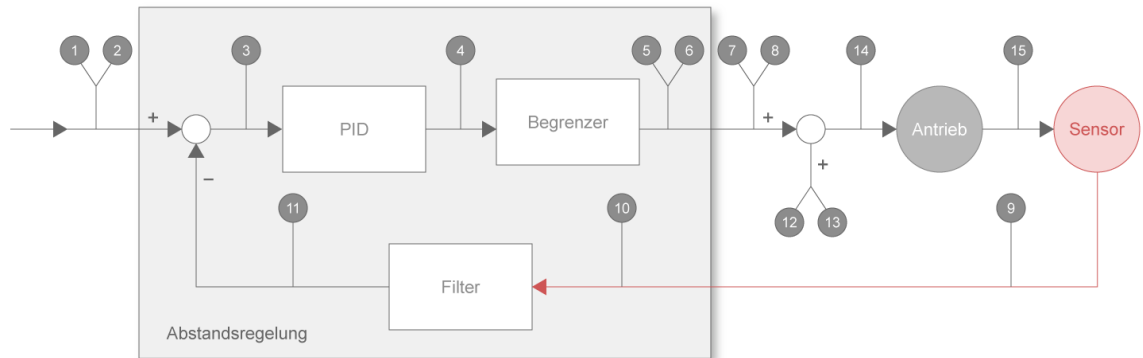


Abb. 34: Achsspezifische CNC-Objekte im Lageregelkreis

Nummer	Bezeichnung des CNC-Objekts
1	DIST_CTRL::set_pos [ ▶ 75]
2	DIST_CTRL::set_distance [ ▶ 74]
3	DIST_CTRL::target_deviation [ ▶ 79]
4	DIST_CTRL::delta_deviation_pre_limiter [ ▶ 79]
5	DIST_CTRL::m_actual_offset [ ▶ 74]
6	DIST_CTRL_IFC::sloped_delta_deviation [ ▶ 74]
7	DIST_CTRL_IFC::actual_offset [ ▶ 81]
8	DIST_CTRL_IFC::delta_offset [ ▶ 81]
9	DIST_CTRL::sensor_value [ ▶ 80]
10	DIST_CTRL::feedback_value [ ▶ 79]
11	DIST_CTRL>::filtered_feedback [ ▶ 78]
12	m_sollw_absolut (Achsspezifisch)
13	sollw_absolut (Achsspezifisch)
14	dig cmd pos high_res (Achsspezifisch)
15	dig act pos (Achsspezifisch)

Die bisherigen achsspezifischen CNC-Objekte sind weiterhin verfügbar.

## 7.6 Ändern der Parameter

Einige Parameter der Abstandsregelung können auch über CNC-Objekte geändert werden.

Die dafür vorgesehenen Objekte sind in der Task GEO und lauten:

Name	Typ	Einheit	Index-Group	Index-Offset
DIST_CTRL_PARAM[0]::v_max [▶ 80]	SGN32	µm/s	0x120300	0x13500 (*)
DIST_CTRL_PARAM[0]::a_max [▶ 80]	SGN32	mm/s^2	0x120300	0x13501 (*)
DIST_CTRL::kp [▶ 75]	REAL64	-	0x120300	0x13106(*)
DIST_CTRL::i_tn [▶ 76]	REAL64	s	0x120300	0x13107(*)
DIST_CTRL::d_tv [▶ 76]	REAL64	s	0x20300	0x13108(*)

(\*) für die erste Achse, ansonsten + 0x10000 \* achs\_index (z.B. 0x30152 für die 3. Achse)



### Hinweis

Zu beachten ist dabei, dass die neuen Werte aus Sicherheitsgründen nur bei den folgenden Transitionen in die internen Arbeitsdaten der Abstandsregelung übernommen und wirksam werden:

1. vom Zustand INACTIVE nach ACTIVE oder
2. vom Zustand FREEZE nach ACTIVE

Die Parameter können direkt aus dem ISG Objekt-Browser geändert werden. Alle schreibfähigen Parameter sind farbig unterlegt

Nr	Gruppe	Offset	Bezeichner	Datentyp	Länge	Einheit	Wert
529	0x120300	0x33000	DIST_CTRL_IFC::a_max_int	REAL64	8	0.1 µm/s²	1000000...
530	0x120300	0x33001	DIST_CTRL_IFC::slope_delta_abweichung	SGN64	8	0.01 nm	0
531	0x120300	0x33100	DIST_CTRL::actual_offset	SGN64	8	Incr.	0
532	0x120300	0x33102	DIST_CTRL::v_max_int	REAL64	8	0.1 µm/s	50000000
533	0x120300	0x33103	DIST_CTRL::set_distance	SGN64	8	0.01 nm	0
534	0x120300	0x33104	DIST_CTRL::set_pos	SGN64	8	0.01 nm	0
535	0x120300	0x33105	DIST_CTRL::state	UNS32	4	-	0
536	0x120300	0x33106	DIST_CTRL::kp	REAL64	8	-	0,3
537	0x120300	0x33107	DIST_CTRL::i_tn	REAL64	8	s	0
538	0x120300	0x33108	DIST_CTRL::d_tv	REAL64	8	s	0,01
539	0x120300	0x33109	DIST_CTRL::smoothing_fact	REAL64	8	-	0,05
540	0x120300	0x3310A	DIST_CTRL::kalman_sigma	REAL64	8	-	2000
541	0x120300	0x3310B	DIST_CTRL::n_cycles	SGN32	4	-	20
542	0x120300	0x3310C	DIST_CTRL::skip_dist_ctrl	BOOLEAN	1	-	False
543	0x120300	0x3310D	DIST_CTRL::filter_type	STRING	30	-	"MOVIN...
544	0x120300	0x3310E	DIST_CTRL::max_dist_change	REAL64	8	0.1 µm	1000
545	0x120300	0x3310F	DIST_CTRL::istw_filt	SGN64	8	Incr.	0
546	0x120300	0x33110	DIST_CTRL::sensor_data	SGN64	8	Incr.	0
547	0x120300	0x33111	DIST_CTRL::deviation	SGN64	8	0.01 nm	0
548	0x120300	0x33112	DIST_CTRL::delta_abweichung_pre_slope	SGN64	8	0.01 nm	0
549	0x120300	0x33500	DIST_CTRL_PARAM[0]::v_max	SGN32	4	µm/s	500000
550	0x120300	0x33501	DIST_CTRL_PARAM[0]::a_max	SGN32	4	mm/s²	100000



## 8 SPS-Schnittstelle

### 8.1 Zustände und Transitionen der Abstandsregelung

#### Alternative Beauftragung über SPS-Schnittstelle

Grundsätzliche Voraussetzung: Abstandsregelung für die Achse ist freigeschaltet (s. P-AXIS-00328).

Zusätzlich zum NC-Programm kann die Abstandsregelung auch über die SPS-Schnittstelle (s. [HLI//Abstandsregelung]) beauftragt werden, in dem über die Control-Unit DistanceControl die gewünschten Zustandstransitionen (z.B. Ein- oder Ausschalten) und Sollpositionen vorgegeben werden.

Der aktuelle Zustand der Abstandsregelung kann im Status der Control-Unit DistanceControl abgelesen werden. Zusätzlich sind im Status der Control-Unit auch die aktuelle Istposition der Werkstückoberfläche, der aktuelle Abstand, die aktive Quelle der Beauftragung (0=NC-Programm,1=SPS) und der gerade ausgegebene Positionsoffset enthalten.

#### Erläuterung zur Abbildung:

Die Abstandsregelung verfügt über 6 interne Zustände, die in folgender Abbildung zusammen mit den zulässigen Transitionen dargestellt sind. Transitionen, wie z.B. ein Übergang in den Fehlerzustand, erfolgen automatisch und können nicht kommandiert werden.

Ein Wechsel der Zustände „Active“ und „Active constant Distance“ ist nur über die Zustände „Freeze“ oder „Inactive“ erlaubt.

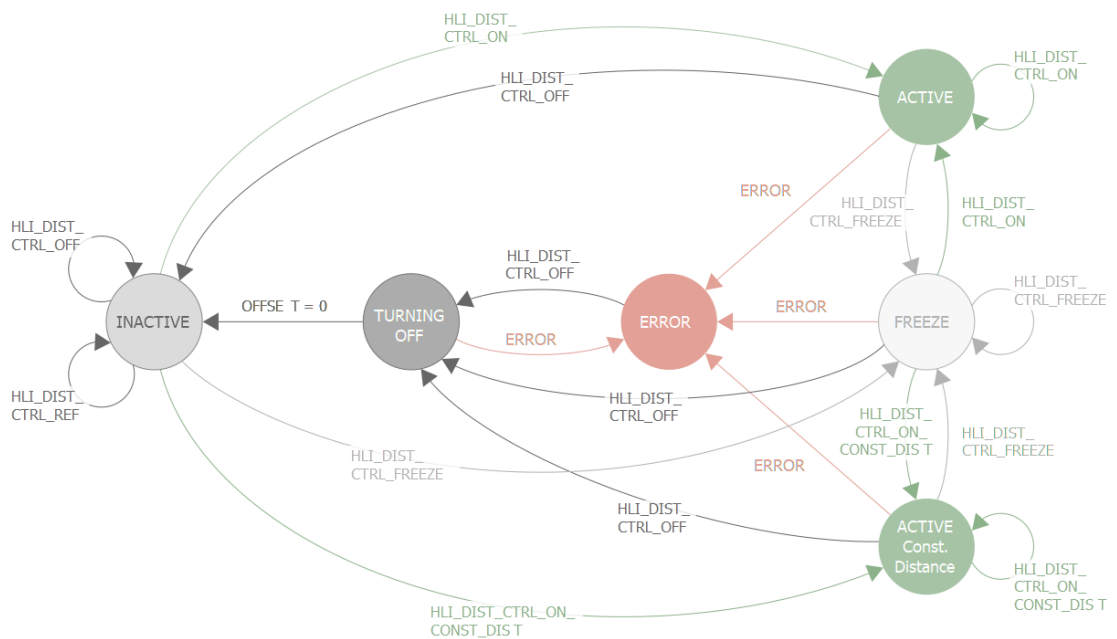


Abb. 35: Zustandsgraph und Transitionen der Abstandsregelung

Definierte Zustände der Abstandsregelung

Zustand	Wert	Bedeutung
HLI_DIST_CTRL_STATE_INACTIVE	0	Die Abstandsregelung ist deaktiviert. Der ausgegebene Offset („actual_offset“) ist Null.
HLI_DIST_CTRL_STATE_ACTIVE	1	Die Abstandsregelung ist aktiv und führt die Achse der Werkstückoberfläche nach.
HLI_DIST_CTRL_STATE_FREEZE	2	Die Abstandsregelung ist aktiv. Der Offset („actual_offset“) ist eingefroren d.h. ein nachführen der Achse an die Werkstückoberfläche erfolgt nicht.
HLI_DIST_CTRL_STATE_TURNING_OFF	3	Die Abstandsregelung wurde ausgeschaltet. Der aktuell wirksame Offset („actual_offset“) wird ausgefahren. Sobald er Null ist, wird automatisch in den Zustand INACTIVE gewechselt.
HLI_DIST_CTRL_STATE_ACTIVE_CONST_DIST	4	Die Abstandsregelung ist aktiv und führt die Achse der realen Werkstückoberfläche nach. Kontinuierliche Vorgabe des Sollabstandes des Werkzeugs zur Werkstückoberfläche.
HLI_DIST_CTRL_STATE_ERROR	5	Die Abstandsregelung befindet sich im Fehlerzustand z.B. auf Grund einer fehlerhaften Zustandstransition oder durch einen Fehler im Lageregler. Aus diesem Zustand ist nur eine Transition nach TURNING OFF möglich.
HLI_DIST_CTRL_STATE_DRYRUN_CONST_DIST	6	Die Abstandsregelung ist aktiv, die Achse wird jedoch nicht der Werkstückoberfläche nachgeführt. Dies ermöglicht das Auswerten von Daten, wie zum Beispiel der Filterwirkung, ohne Rückkopplung durch die Regelung. Kontinuierliche Vorgabe des Sollabstandes des Werkzeugs zur Werkstückoberfläche.
HLI_DIST_CTRL_STATE_DRYRUN_SETPOS	7	Die Abstandsregelung ist aktiv, die Achse wird jedoch nicht der Werkstückoberfläche nachgeführt. Dies ermöglicht das Auswerten von Daten, wie zum Beispiel der Filterwirkung, ohne Rückkopplung durch die Regelung.

## Zulässige Transitionen zur Kommandierung der Abstandsregelung

Transition	Wert	Bedeutung
HLI_DIST_CTRL_OFF	0	Ausschalten der Abstandsregelung. Es wird in den Zustand TURNING OFF gewechselt, in dem der Positionsoffset ausgefahren wird. Anschließend wird automatisch in den Zustand INACTIVE umgeschaltet.
HLI_DIST_CTRL_ON	1	Einschalten der Abstandsregelung. Beim Einschalten muss eine Sollposition für die Werkstückoberfläche im Datum „position“ übergeben werden. Falls kein Absolutgeber verwendet wird, muss die Abstandsregelung vorab referenziert werden.
HLI_DIST_CTRL_FREEZE	2	Einfrieren des aktuellen Positionsoffsets. Das Nachführen der Achse an die tatsächliche Werkstückoberfläche wird beendet.
HLI_DIST_CTRL_REF	3	Referenzieren der Abstandsregelung, falls kein Absolutgeber verwendet wird. Ein Referenzieren ist nur im Zustand INACTIVE erlaubt. Bei dieser Transition muss zusätzlich eine Referenzposition im Datum „position“ mit übergeben werden.
HLI_DIST_CTRL_ON_CONST_DIST	4	Einschalten der Abstandsregelung mit kontinuierlicher Vorgabe des Abstandes. Beim Einschalten muss ein Sollabstand vorgegeben werden. Falls der Abstandssensor keine Absolutwerte liefert, muss die Abstandsregelung vorab referenziert werden.
HLI_DIST_CTRL_DRYRUN	5	Einschalten der Abstandsregelung für die reine Auswertung von Daten. Kein Nachführen der Achse bei Änderungen der Werkstückoberfläche! Beim Einschalten muss eine Sollposition für die Werkstückoberfläche im Datum „position“ übergeben werden. Falls kein Absolutgeber verwendet wird, muss die Abstandsregelung vorab referenziert werden.
HLI_DIST_CTRL_CONST_DIST	6	Einschalten der Abstandsregelung für die reine Auswertung von Daten. Kein Nachführen der Achse bei Änderungen der Werkstückoberfläche! Beim Einschalten muss ein Sollabstand vorgegeben werden. Falls der Abstandssensor keine Absolutwerte liefert, muss die Abstandsregelung vorab referenziert werden.

## 8.2 Steuerkommandos für die Abstandsregelung

<b>Beauftragung der Abstandsregelung</b>	
Beschreibung	Über diese Control Unit kann die Abstandsregelung der Achse beeinflusst werden. Voraussetzung ist, dass die Funktionalität der Abstandskontrolle in den Achsparametern angewählt ist (s. P-AXIS-00328).
Datentyp	MC_CONTROL_DISTANCE_CONTROL, s. Beschreibung Control Unit mit Verbrauchskontrolle
Zugriff	PLC liest state_r und schreibt command_w + enable_w
ST-Pfad	gpAx[axis_idx]^..lr_mc_control.distance_control
Flusskontrolle der kommandierten Werte	
ST-Element	<b>.command_semaphore_rw</b>
Signalfluss	PLC → CNC
Datentyp	BOOL
Besonderheiten	<b>Verbrauchsdatum</b>
Zugriff	CNC übernimmt die kommandierten Werte, wenn dieses Element den Wert TRUE besitzt. Nach erfolgreicher Übernahme setzt die CNC diesen Wert auf FALSE. PLC setzt dieses Element auf TRUE, wenn die kommandierten Werte zur Übernahme durch die CNC freigegeben werden. Eine Aktualisierung der kommandierten Werte durch die PLC kann nur dann erfolgen, wenn dieses Element den Wert FALSE besitzt.
Kommandierte Werte	
ST-Element	<b>.command_w</b>
Signalfluss	PLC → CNC
Datentyp	HLI_DISTANCE_CONTROL_COMMAND
Zugriff	PLC schreibt
Zustand der Abstandsregelung	
ST-Element	<b>.state_r</b>
Signalfluss	CNC → PLC
Datentyp	HLI_DISTANCE_CONTROL_STATE
Zugriff	PLC liest
Umleitung	
ST-Element	<b>.enable_w</b>

<b>Status der Abstandsregelung</b>	
Beschreibung	In diesem Eintrag kann der Zustand der Abstandsregelung gelesen werden.
Signalfluss	PLC → CNC
Datentyp	HLI_DISTANCE_CONTROL_STATE
ST-Pfad	gpAx[axis_idx]^lr_mc_control.distance_control.state_r
Zugriff	PLC liest
Elemente des Datentyps	
Element	<b>.actual_state</b>
Datentyp	UDINT
Zugriff	PLC liest
Wertebereich/ Beschreibung	Siehe Tabelle: Zustände und Transitionen der Abstandsregelung [▶ 49]
Element	<b>.actual_position</b>
Datentyp	DINT
Einheit	0,1 µm bzw. 0,0001°
Zugriff	PLC liest
Beschreibung	Dieses Datum zeigt die aktuelle Istposition der Werkstückoberfläche an, die die Abtastregelung ermittelt hat.
Besonderheiten	Dieses Datum wird nur versorgt, falls in den Achsparametern die Abstandsregelung aktiviert ist (s. P-AXIS-00328).
Element	<b>.actual_offset</b>
Datentyp	DINT
Einheit	0,1 µm bzw. 0,0001°
Zugriff	PLC liest
Beschreibung	Dieses Datum zeigt den aktuellen Positionsoffset der Abstandsregelung, um den die Achse auf Grund von Abweichungen zwischen der tatsächlichen Werkstückoberfläche und der vorgegebenen Position (SET_POS) verschoben wurde. Im stationären Zustand (konstante Werkstückoberfläche und Positionsoffset komplett ausgefahren) gilt: Positionsoffset = SET_POS – actual_position
Besonderheiten	Dieses Datum wird nur versorgt, falls in den Achsparametern die Abstandsregelung aktiviert ist (s. P-AXIS-00328).

<b>Kommando für die Abstandsregelung</b>	
Beschreibung	In diesem Eintrag kann die Abstandsregelung beauftragt werden.
Signalfluss	PLC → CNC
Datentyp	HLI_DISTANCE_CONTROL_COMMAND
ST-Pfad	gpAx[axis_idx]^lr_mc_control.distance_control. <b>command_w</b>
Zugriff	PLC schreibt
Elemente des Datentyps	
ST-Element	<b>.transition</b>
Datentyp	UDINT
Wertebereich/ Beschreibung	Siehe Tabelle- Zulässige Transitionen zur Kommandierung der Abstandsregelung [► 51]
ST-Element	<b>.position</b>
Datentyp	DINT
Wertebereich	[DINT_MIN, DINT_MAX]
Beschreibung	Die Bedeutung ist abhängig von der kommandierten Transition: HLI_DIST_CTRL_ON: Sollposition der Werkstückoberfläche (SET_POS) HLI_DIST_CTRL_REF: Referenzposition der Werkstückoberfläche (REF_POS)

<b>Zyklisches Kommando für die Abstandsregelung</b>	
Beschreibung	In diesem Eintrag werden zyklische Sollwerte (Position Werkstückoberfläche oder Sollabstand) vorgegeben.
Signalfluss	PLC → CNC
Datentyp	HLIDistanceControlCyclicCommand
ST-Pfad	pAC[axis_idx]^^.addr^.McControlLr_Data.MCControl_DistanceControl. <b>CyclicCommand</b>
Zugriff	PLC schreibt
Elemente des Datentyps	
ST-Element	<b>.D_Position</b>
Datentyp	DINT
Wertebereich	[DINT_MIN, DINT_MAX]
Beschreibung	Die Bedeutung ist abhängig von der kommandierten Transition: HLI_DIST_CTRL_ON: Sollposition der Werkstückoberfläche (SET_POS) HLI_DIST_CTRL_REF: Referenzposition der Werkstückoberfläche (REF_POS)
ST-Element	<b>.D_Distance</b>
Datentyp	DINT
Wertebereich	[DINT_MIN, DINT_MAX]
Beschreibung	Vorgabe des Abstands zur Werkstückoberfläche nach Anwahl durch die Transition HLI_DIST_CTRL_ON_CONST_DIST.

## 9 Parameter

### 9.1 Übersicht

ID	Parameter	Beschreibung
P-AXIS-00328	lr_param.distance_control_on	Freischalten der Funktionalität Abstandsregelung
P-AXIS-00414	kenngr.distc.max_deviation	Maximal zulässiger Korrekturwert [0.1 µm]
P-AXIS-00415	kenngr.distc.v_max	Maximal zulässige Geschwindigkeit für die Abstandsregelung [µm/s]
P-AXIS-00416	kenngr.distc.a_max	Maximal zulässige Beschleunigung für die Abstandsregelung [mm/s <sup>2</sup> ]
P-AXIS-00417	kenngr.distc.max_act_value_change	Maximal zulässiger Sprung des Abtastsignals innerhalb eines Taktes [0.1 µm/Takt]
P-AXIS-00418	kenngr.distc.ref_offset	Offset zum Referenzpunkt
P-AXIS-00419	kenngr.distc.max_pos	Obere Grenze des Sensors
P-AXIS-00420	kenngr.distc.min_pos	Untere Grenze des Sensors
P-AXIS-00421	kenngr.distc.tolerance	Toleranzband
P-AXIS-00428	kenngr.distc.check_sw_limit_switch	Berücksichtigen des berechneten Offsets der Abstandsregelung in der Software-Endschalter-überwachung
P-AXIS-00500	kenngr.distc.mode_dist_use_both_encoder	Option Abstandssensor und Motorgeber
P-AXIS-00501	kenngr.distc.use_adaptive_acceleration	Option Gewichtung der Beschleunigung in Abhängigkeit des Abstandsfehlers
P-AXIS-00502	kenngr.distc.a_min	
P-AXIS-00416	kenngr.distc.a_max	
P-AXIS-00504	kenngr.distc.dist_error_a_min	
P-AXIS-00505	kenngr.distc.dist_error_a_max	
P-AXIS-00509	kenngr.distc.optimized_scheduling	Option Totzeitreduktion
P-AXIS-00533	kenngr.distc.v_weight_down	Option Dynamikgewichtung der Senkbewegung
P-AXIS-00534	kenngr.distc.a_weight_down	



ID	Parameter	Beschreibung
<b>P-AXIS-00422</b>	lr_hw[1].encoder_resolution_num	Wegauflösung des Sensormesssystems (Zähler) [Inkremente]
<b>P-AXIS-00423</b>	lr_hw[1].encoder_resolution_denom	Wegauflösung des Sensormesssystems (Nenner) [0.1 µm]
<b>P-AXIS-00230</b>	lr_hw[1].vz_istw	Vorzeichenumkehr der Sensoristwerte
<b>P-AXIS-00424</b>	lr_hw[1].mode_act_pos	Festlegen des Sensorwertebereichs: Linearer Maßstab oder Modulobehandlung der Sensorwerte

<b>P-AXIS-00759</b>	kenngr.distc.kp	Gewichten der Ausgabewerte der Abstandregelung
<b>P-AXIS-00764</b>	kenngr.distc.i_tn	Nachstellzeit des Integral-Anteils des PID-Reglers
<b>P-AXIS-00765</b>	kenngr.distc.d_tv	Vorhaltezeit des Differential-Anteils des PID-Reglers
<b>P-AXIS-00782</b>	kenngr.distc.filter_type	Glättung der Sensordaten
<b>P-AXIS-00507</b>	kenngr.distc.low_pass_filter_order	
<b>P-AXIS-00508</b>	kenngr.distc.low_pass_filter_fg_f0	
<b>P-AXIS-00413</b>	kenngr.distc.n_cycles	
<b>P-AXIS-00783</b>	kenngr.distc.kalman_sigma	
<b>P-AXIS-00784</b>	kenngr.distc.smoothing_factor	

## 9.2 Beschreibung

<b>P-AXIS-00328</b>	<b>Freischaltung der Abstandsregelung (Getastete Spindel)</b>	
Beschreibung	Der Parameter ermöglicht die Freischaltung der Abstandsregelung für eine getastete Spindel. Die Aktivierung erfolgt über einen speziellen Befehl im NC-Programm [PROG//Kapitel 'Getastete Spindeln'].	
Parameter	lr_param.distance_control_on	
Datentyp	BOOLEAN	
Datenbereich	0/1	
Achstypen	T, R	
Dimension	T: ----	R: ----
Standardwert	0	
Antriebstypen	SERCOS, Profidrive, CANopen	
Anmerkungen		

<b>P-AXIS-00413</b>	<b>Filterung der Geberwerte</b>	
Beschreibung	Die Geberwerte sind unter Umständen verrauscht. Um die Anregung der Maschine niedrig zu halten, können die Sollwerte zur Abstandsregelung über einen Filter geglättet werden. Der Parameter gibt die Anzahl der Werte an, über die gefiltert wird.	
Parameter	kenngr.distc.n_cycles	
Datentyp	SGN32	
Datenbereich	$0 \leq n\_cycles < 100$	
Achstypen	T, R	
Dimension	T: ----	R: ----
Standardwert	4	
Antriebstypen	SERCOS, Profidrive, CANopen	
Anmerkungen		

<b>P-AXIS-00414</b>	<b>Maximaler Positionsoffset</b>	
Beschreibung	Der Korrekturwert der Achse, der über die Abstandsregelung berechnet wurde, darf dieses Maschinendatum nicht überschreiten. Wird dieser Wert überschritten, wird eine Fehlermeldung ausgegeben. Der Korrekturwert wird begrenzt.	
Parameter	kenngr.distc.max_deviation	
Datentyp	SGN32	
Datenbereich	$0 \leq max\_deviation < MAX(SGN32)$	
Achstypen	T, R	
Dimension	T: 0.1µm	R: 0.0001°
Standardwert	50000	
Antriebstypen	SERCOS, Profidrive, CANopen	
Anmerkungen		

<b>P-AXIS-00415</b>	<b>Maximale Geschwindigkeit</b>	
Beschreibung	Der Parameter definiert die maximale Geschwindigkeit, mit der ein Positionsoffset ausgefahren wird. Die Korrektur des Abstandes wird dynamisch bzgl. der maximalen Geschwindigkeit begrenzt, um die resultierende Anregung zu begrenzen.	
Parameter	kenngr.distc.v_max	
Datentyp	SGN32	
Datenbereich	$0 \leq v\_max < \text{MAX}(\text{SGN32})$	
Achstypen	T, R	
Dimension	T: 0.001 mm/s	R: 0.001°/s
Standardwert	5000	
Antriebstypen	SERCOS, Profidrive, CANopen	
Anmerkungen		

<b>P-AXIS-00416</b>	<b>Maximale Beschleunigung</b>	
Beschreibung	Der Parameter definiert die maximale Beschleunigung, mit der ein Positionsoffset ausgefahren wird. Die Korrektur des Abstandes wird dynamisch bzgl. der maximalen Beschleunigung begrenzt, um die resultierende Anregung zu begrenzen. Falls keine Beschleunigung angegeben ist, wird automatisch die maximale Achsbeschleunigung verwendet (siehe P-AXIS-00008).	
Parameter	kenngr.distc.a_max	
Datentyp	SGN32	
Datenbereich	$0 \leq a\_max < \text{MAX}(\text{SGN32})$	
Achstypen	T, R	
Dimension	T: 1 mm/s <sup>2</sup>	R: 1°/s <sup>2</sup>
Standardwert	0	
Antriebstypen	SERCOS, Profidrive, CANopen	
Anmerkungen	Wenn der Parameter den Wert 0 hat wird die maximale Achsbeschleunigung P-AXIS-00008 verwendet.	

<b>P-AXIS-00417</b>	<b>Maximale Änderungsgeschwindigkeit des gemessenen Abstandes</b>	
Beschreibung	Der Parameter definiert die maximal zulässige Änderungsgeschwindigkeit des gemessenen Abstandes. Nach Einschalten der Abstandsregelung werden die Istwerte des Sensors bzgl. ihrer Änderungsgeschwindigkeit überwacht. Bei Überschreiten der maximal zulässigen Änderungsgeschwindigkeit wird die Fehlermeldung ID 70329 ausgegeben. Dadurch können Probleme bei der Istwerterfassung detektiert werden.	
Parameter	kenngr.distc.max_act_value_change	
Datentyp	SGN32	
Datenbereich	$0 \leq \text{max\_act\_value\_change} < \text{MAX}(\text{SGN32})$	
Achstypen	T, R	
Dimension	T: $\mu\text{m/s}$	R: $0.0001^\circ/\text{s}$
Standardwert	5000	
Antriebstypen	SERCOS, Profidrive, CANopen	
Anmerkungen		

<b>P-AXIS-00418</b>	<b>Referenzpunktoffset für Messsystem</b>	
Beschreibung	Der Wertebereich des Sensor-Messsystems kann über dieses Maschinendatum um einen Offset verschoben werden. Dies ist z.B. bei Absolutgebern notwendig, um den Referenzpunkt festzulegen d.h. die Sensorposition, die sich einstellt, falls die Spindel die ideale Werkstückoberfläche berührt.	
Parameter	kenngr.distc.ref_offset	
Datentyp	SGN32	
Datenbereich	$\text{MIN}(\text{SGN32}) \leq \text{ref\_offset} < \text{MAX}(\text{SGN32})$	
Achstypen	T, R	
Dimension	T: $0.1\mu\text{m}$	R: $0.0001^\circ$
Standardwert	0 (No offset)	
Antriebstypen	SERCOS, Profidrive, CANopen	
Anmerkungen		

<b>P-AXIS-00419</b>	<b>Obere Grenze für Messsystem</b>	
Beschreibung	Der Parameter definiert die obere Grenze des Sensorgebers. Wird diese bei aktiver Abstandsregelung überschritten, wird eine Fehlermeldung ausgegeben.	
Parameter	kenngr.distc.max_pos	
Datentyp	SGN32	
Datenbereich	$0 \leq \text{max\_pos} < \text{MAX}(\text{SGN32})$	
Achstypen	T, R	
Dimension	T: 0.1µm	R: 0.0001°
Standardwert	50000	
Antriebstypen	SERCOS, Profidrive, CANopen	
Anmerkungen		

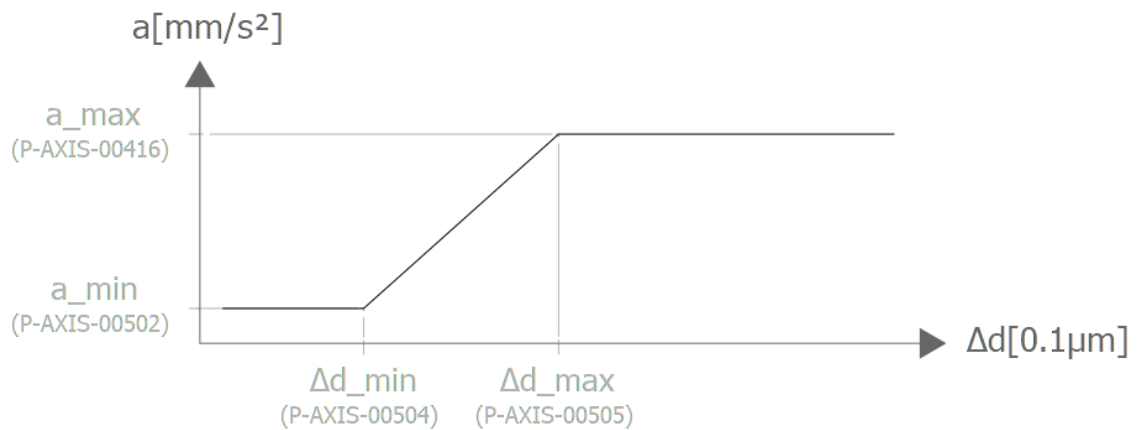
<b>P-AXIS-00420</b>	<b>Untere Grenze für Messsystem</b>	
Beschreibung	Der Parameter definiert die untere Grenze des Sensorgebers. Wird diese bei aktiver Abstandsregelung unterschritten, wird eine Fehlermeldung ausgegeben.	
Parameter	kenngr.distc.min_pos	
Datentyp	SGN32	
Datenbereich	$0 \leq \text{min\_pos} < \text{MAX}(\text{SGN32})$	
Achstypen	T, R	
Dimension	T: 0.1µm	R: 0.0001°
Standardwert	-50000	
Antriebstypen	SERCOS, Profidrive, CANopen	
Anmerkungen		

<b>P-AXIS-00421</b>	<b>Toleranzband für Grenzwerte</b>	
Beschreibung	<p>Mit diesem Parameter wird ein Mindestabstand zur minimalen und maximalen Sensorposition festgelegt.</p> <p>Wird der gültige Abstand verlassen, so gibt die CNC die Fehlermeldungen ID 70330 oder ID 70576 aus. Falls das Toleranzband mit null angegeben wird wirken die Begrenzungen der minimalen und maximalen Sensorposition aus den Achsparameter P-AXIS-00419 und P-AXIS-00420 direkt.</p>	
Parameter	kenngr.distc.tolerance	
Datentyp	SGN32	
Datenbereich	$0 \leq \text{tolerance} < \text{MAX}(\text{SGN32})$	
Achstypen	T, R	
Dimension	T: 0.1µm	R: 0.0001°
Standardwert	0	
Antriebstypen	SERCOS, Profidrive, CANopen	
Anmerkungen		

<b>P-AXIS-00428</b>	<b>Berücksichtigen des Offsets in Softwareendschalterüberwachung</b>	
Beschreibung	<p>Dieser Parameter legt fest, ob der berechnete Offset der Abstandsregelung in der Softwareendschalterüberwachung (s. [FCT-A2]) berücksichtigt wird.</p>	
Parameter	kenngr.distc.check_sw_limit_switch	
Datentyp	BOOLEAN	
Datenbereich	<p>0: Offset der Abstandsregelung wird in Software-Endschalterüberwachung nicht berücksichtigt (Standard).</p> <p>1: Offset der Abstandsregelung wird in Software-Endschalterüberwachung berücksichtigt.</p>	
Achstypen	T, R, S	
Dimension	T: ----	R,S: ----
Standardwert	0	
Antriebstypen	SERCOS, Profidrive, CANopen	
Anmerkungen		

<b>P-AXIS-00500</b>	<b>Option: Kopplung von Abstandssensor und Motorgeber</b>	
Beschreibung	Als Erweiterung kann sowohl der Abstandssensor als auch der Z-Istwert Sensor herangezogen werden. Die inverse Kopplung der beiden Geber (Motor, Abstand) kann eine evtl. Schwingungsneigung reduzieren.	
Parameter	kenngr.distc.mode_dist_use_both_encoder	
Datentyp	BOOLEAN	
Datenbereich	0: Keine Kopplung 1: Kopplung von Motorgeber und Abstandsgeber aktiv	
Achstypen	T, R	
Dimension	T: ----	R: ----
Standardwert	0	
Antriebstypen	SERCOS, Profidrive, CANopen	
Anmerkungen		

<b>P-AXIS-00501</b>	<b>Option: Adaptive Beschleunigungsgewichtung</b>	
Beschreibung	Um die Schwingungsanregung bei kleinen Abweichungen zu verringern, kann die Beschleunigung in Abhängigkeit der Abweichung reduziert werden.	
Parameter	kenngr.distc.use_adaptive_acceleration	
Datentyp	BOOLEAN	
Datenbereich	0: Keine adaptive Beschleunigungsgewichtung 1: Adaptive Beschleunigungsgewichtung aktiv	
Achstypen	T, R	
Dimension	T: ----	R: ----
Standardwert	0	
Antriebstypen	SERCOS, Profidrive, CANopen	
Anmerkungen	Weiterhin sind folgende Grenzwerte für Beschleunigung und Abstandsfehler erforderlich: P-AXIS-00502 bzw. P-AXIS-00416 und P-AXIS-00504 bzw. P-AXIS-00505	



**Abb. 36: Ansicht Option Adaptive Beschleunigungsgewichtung**

<b>P-AXIS-00502</b>	<b>Minimale Beschleunigung</b>	
Beschreibung	Der Parameter definiert die minimale Beschleunigung bei der Abstandsregelung.	
Parameter	kenngr.distc.a_min	
Datentyp	UNS32	
Datenbereich	1 ... MAX (UNS32)	
Achstypen	T, R	
Dimension	T: $\text{mm/s}^2$	R: $\text{mm/s}^2$
Standardwert	500	
Antriebstypen	SERCOS, Profidrive, CANopen	
Anmerkungen	.	

<b>P-AXIS-00504</b>	<b>Minimaler Abstandsfehler</b>	
Beschreibung	Der Parameter definiert den minimalen Abstandsfehler für die Abstandsregelung, bis zu dem die minimale Beschleunigung (P-AXIS-00502) verwendet wird.	
Parameter	kenngr.distc.dist_error_a_min	
Datentyp	UNS32	
Datenbereich	$0 \leq \text{P-AXIS-00504} < \text{MAX(UNS32)}$	
Achstypen	T, R	
Dimension	T: $0.1\mu\text{m}$	R: $0.0001^\circ$
Standardwert	1000	
Antriebstypen	SERCOS, Profidrive, CANopen	
Anmerkungen		



<b>P-AXIS-00505</b>	<b>Maximaler Abstandsfehler</b>	
Beschreibung	Der Parameter definiert den maximalen Abstandsfehler für die Abstandsregelung, ab dem die maximale Beschleunigung (P-AXIS-00416) verwendet wird.	
Parameter	kenngr.distc.dist_error_a_max	
Datentyp	UNS32	
Datenbereich	$0 \leq \text{P-AXIS-00505} < \text{MAX}(\text{UNS32})$	
Achstypen	T, R	
Dimension	T: 0.1µm	R: 0.0001°
Standardwert	5000	
Antriebstypen	SERCOS, Profidrive, CANopen	
Anmerkungen		

<b>P-AXIS-00507</b>	<b>Filterordnung</b>	
Beschreibung	Die Ordnung des Filters beschreibt sein Verhalten bezüglich des Abfallens des Frequenzganges. Es gilt: Frequenzabfall = - P-AXIS-00507 · 20 dB/Dekade	
Parameter	kenngr.distc.low_pass_filter_order	
Datentyp	UNS32	
Datenbereich	0 ... 6	
Achstypen	T, R	
Dimension	T: ----	R: ----
Standardwert	4	
Antriebstypen	SERCOS, Profidrive, CANopen	
Anmerkungen		

<b>P-AXIS-00508</b>	<b>Filtergrenzfrequenz</b>	
Beschreibung	Der Parameter definiert den Wert der charakteristischen Frequenz des Filters.	
Parameter	kenngr.distc.low_pass_filter_fg_f0	
Datentyp	REAL64	
Datenbereich	$0 \leq \text{low\_pass\_filter\_fg\_f0} < \text{MAX}(\text{REAL64})$	
Achstypen	T, R	
Dimension	T: Hz	R: Hz
Standardwert	25	
Antriebstypen	SERCOS, Profidrive, CANopen	
Anmerkungen		

<b>P-AXIS-00509</b>	<b>Option: Totzeitreduktion</b>	
Beschreibung	Durch ein geändertes Scheduling in der CNC kann die Ausgabe der Abstandsregelung um einen CNC-Takt verbessert werden.	
Parameter	kenngr.distc.optimized_scheduling	
Datentyp	BOOLEAN	
Datenbereich	0: Ohne optimiertes Scheduling 1: Optimiertes Scheduling aktiv	
Achsstypen	T, R	
Dimension	T: ----	R: ----
Standardwert	0	
Antriebstypen	SERCOS, Profidrive, CANopen	
Anmerkungen		

<b>P-AXIS-00533</b>	<b>Gewichtungsfaktor für die Geschwindigkeit der Senkbewegung</b>	
Beschreibung	In diesem Parameter kann für die Senkbewegung (Richtung Werkstück) die verwendete Geschwindigkeit (siehe P-AXIS-00415) gewichtet werden. Dies kann hilfreich sein, da normalerweise die Hebebewegung mit einer großen Achsdynamik ausgeführt wird, um z.B. einem Hindernis bzw. einer Erhöhung schnell ausweichen zu können. Durch die Gewichtung kann die (Wieder-) Annäherung an das Werkstück mit einer reduzierten Geschwindigkeit durchgeführt werden.	
Parameter	kenngr.distc.v_weight_down	
Datentyp	UNS32	
Datenbereich	$0 \leq v\_weight\_down < 2000$	
Achsstypen	T, R	
Dimension	T: 0.1%	R: 0.1%
Standardwert	0 *	
Antriebstypen	SERCOS, Profidrive, CANopen	
Anmerkungen	* Die Gewichtung ist abgeschaltet d.h. für die Hebe- und Senkbewegung wird die gleiche Geschwindigkeit P-AXIS-00415 verwendet. Dieser Parameter ist ab der CNC-Version V2.11.2807.13 verfügbar.	

<b>P-AXIS-00534</b>	<b>Gewichtungsfaktor für die Beschleunigung der Senkbewegung</b>	
Beschreibung	In diesem Parameter kann für die Senkbewegung (Richtung Werkstück) die verwendete Beschleunigung (siehe P-AXIS-00416) gewichtet werden. Dies kann hilfreich sein, da normalerweise die Hebebewegung mit einer großen Achsdynamik ausgeführt wird, um z.B. einem Hindernis bzw. einer Erhöhung schnell ausweichen zu können. Durch die Gewichtung kann die (Wieder-) Annäherung an das Werkstück mit einer reduzierten Beschleunigung durchgeführt werden.	
Parameter	kenngr.distc.a_weight_down	
Datentyp	UNS32	
Datenbereich	$0 \leq a\_weight\_down < 2000$	
Achstypen	T, R	
Dimension	T: 0.1%	R: 0.1%
Standardwert	0 *	
Antriebstypen	SERCOS, Profidrive, CANopen	
Anmerkungen	* Die Gewichtung ist abgeschaltet d.h. für die Hebe- und Senkbewegung wird die gleiche Beschleunigung P-AXIS-00416 verwendet. Dieser Parameter ist ab der CNC-Version V2.11.2807.13 verfügbar.	

<b>P-AXIS-00422</b>	<b>Zähler Wegauflösung des additiven Gebermesssystems</b>	
Beschreibung	Die Wegauflösung des Gebermesssystems wird als Quotient P-AXIS-00422 / P-AXIS-00423 in der Dimension [Inkrement/0.1µm] für translatorische Achsen oder [Inkrement/10 <sup>-4</sup> ] für Rundachsen angegeben. In P-AXIS-00422 sind die Anzahl der Geberinkremente anzugeben.	
Parameter	lr_hw[i].encoder_resolution_num	
Datentyp	UNS32	
Datenbereich	$0 < encoder\_resolution\_num < MAX(UNS32)$	
Achstypen	T, R, S	
Dimension	T: Inkremente	R,S: Inkremente
Standardwert	1	
Antriebstypen	----	
Anmerkungen	Dieser Eintrag gilt für 'lr_hw[i].*' mit $i \geq 1$ ! Die Auflösung für den Motorgeber 'lr_hw[0].*' erfolgt in den Parametern P-AXIS-00233 und P-AXIS-00234.	

<b>P-AXIS-00423</b>	<b>Nenner Wegauflösung des additiven Gebermesssystems</b>	
Beschreibung	Die Wegauflösung des Gebermesssystems wird als Quotient P-AXIS-00422 / P-AXIS-00423 in der Dimension [Inkrement/0.1µm] für translatorische Achsen oder [Inkrement/10 <sup>-4</sup> ] für Rundachsen angegeben. In diesem Parameter ist die Größe des Verfahrbereichs anzugeben.	
Parameter	lr_hw[i].encoder_resolution_denom	
Datentyp	UNS32	
Datenbereich	0 ≤ encoder_resolution_denom < MAX(UNS32)	
Achstypen	T, R, S	
Dimension	T: 0.1µm	R,S: 0.0001°
Standardwert	1	
Antriebstypen	----	
Anmerkungen	Dieser Eintrag gilt für 'lr_hw[i].*' mit i ≥ 1! Die Auflösung für den Motorgeber 'lr_hw[0].*' erfolgt in den Parametern P-AXIS-00233 und P-AXIS-00234.	

<b>P-AXIS-00230</b>	<b>Vorzeichenumkehr des Istwertes</b>	
Beschreibung	Mit diesem Parameter kann das Vorzeichen des Geberistwertes invertiert werden.	
Parameter	lr_hw[i].vz_istw	
Datentyp	BOOLEAN	
Datenbereich	0/1	
Achstypen	T, R, S	
Dimension	T: ----	R,S: ----
Standardwert	0	
Antriebstypen	----	
Anmerkungen	Dieser Eintrag wird beim Aktualisieren der Achsparameterliste nicht übernommen, zur Aktualisierung ist ein Neustart der Steuerung notwendig	

P-AXIS-00424	Behandlung der additiven Geberwerte	
Beschreibung	In diesem Parameter kann festgelegt werden, ob die Geberpositionen linear oder als Modulwerte betrachtet werden. Die Behandlung kann dabei standardmäßig passend zum Achstyp erfolgen, oder es kann eine individuelle Voreinstellung festgelegt werden. Bei Behandlung der Geberwerte in Abhängigkeit des eingestellten Achstyps (siehe P-AXIS-00018), wird für Achstyp TRANSLATOR eine lineare Betrachtung durchgeführt, während bei Achstyp ROTATOR eine Modulo-Behandlung verwendet wird.	
Parameter	lr_hw[i].mode_act_pos	
Datentyp	UNS16	
Datenbereich	0, 1, 2 mit: 0 : nach Achstyp (Standard) 1 : linear 2 : modulo	
Achstypen	T, R	
Dimension	T: ----	R: ----
Standardwert	0	
Antriebstypen	----	
Anmerkungen	Dieser Eintrag gilt für 'lr_hw[i].*' mit $i \geq 1$ ! Die Festlegung des Geberwertebereiches für den Motorgeber 'lr_hw[0].*' erfolgt im Parameter P-AXIS-00122.	

P-AXIS-00759	Gewichten der Ausgabewerte der Abstandregelung	
Beschreibung	Der Parameter gewichtet den zyklischen Ausgabewert der Abstandsregelung. Dadurch kann die Dynamik der Abstandsregelung beeinflusst werden. Für $k_p$ -Werte kleiner als 1.0 wird die Dynamik der Abstandsregelung reduziert, für $k_p$ -Werte größer als 1.0 wird die Dynamik erhöht.	
Parameter	kenngr.distc.kp	
Datentyp	REAL64	
Datenbereich	$0.0 < k_p \leq 2.0$	
Achstypen	T, R	
Dimension	T: ----	R: ----
Standardwert	1.0	
Antriebstypen	SERCOS, Profidrive, CANopen	
Anmerkungen	Durch einen $k_p$ -Faktor kleiner eins kann ein mögliches Überschwingen der Abstandsregelung reduziert und bei kleinen Abstandsfehlern die Regelung beruhigt werden. Dieser Parameter ist verfügbar ab CNC-Version V2.11.2809.06 bzw. V3.1.3079.06.	

<b>P-AXIS-00764</b>	<b>Nachstellzeit des Integral(I)-Anteils des PID-Reglers</b>	
Beschreibung	<p>Der Parameter gewichtet den I-Anteil des PID-Reglers. Die Nachstellzeit gibt an, nach welcher Zeit der P- und I-Anteil der Stellgröße gleich groß sind.</p> <p>Eine große Nachstellzeit führt zu einer robusteren Regelung. Je kleiner die Nachstellzeit, desto größer der I-Anteil und desto schneller die Regelung.</p> <p>Deaktivieren des I-Anteils über <math>i\_tn = 0</math>.</p>	
Parameter	kenngr.distc.i_tn	
Datentyp	REAL64	
Datenbereich	0.0 <= i_tn <= 50.0	
Achsstypen	T, R	
Dimension	T: s	R: s
Standardwert	0.0	
Antriebstypen	SERCOS, Profidrive, CANopen	
Anmerkungen	<p>Um Instabilität des Regelkreises zu vermeiden, sollte für das Einstellen der Nachstellzeit zunächst ein großer Anfangswert gewählt werden (zum Beispiel 5). Anschließend kann die Nachstellzeit schrittweise bis zur gewünschten Wirkung verringert werden. Wenn keine bleibenden Regelabweichungen vorhanden sind, sollte der I-Anteil zunächst nicht verwendet werden.</p> <p>Parameter ist verfügbar ab Version 2809.06 bzw. 3079.06.</p>	

<b>P-AXIS-00765</b>	<b>Vorhaltezeit des Differential(D)-Anteils des PID-Reglers</b>	
Beschreibung	<p>Der Parameter gewichtet den D-Anteil des PID-Reglers. Die Vorhaltezeit gibt an, nach welcher Zeit der P- und D-Anteil der Stellgröße gleich groß sind. Über die Vorhaltezeit kann das Verhalten des Reglers stabilisiert und Überschwingen verringert werden. Je größer die Vorhaltezeit, desto stärker der D-Anteil. Deaktivieren des D-Anteils über <math>d\_tv=0</math>.</p>	
Parameter	kenngr.distc.d_tv	
Datentyp	REAL64	
Datenbereich	0.0 <= d_tv <= 2.0	
Achsstypen	T, R	
Dimension	T: s	R: s
Standardwert	0.0	
Antriebstypen	SERCOS, Profidrive, CANopen	
Anmerkungen	<p>Um Instabilität des Regelkreises zu vermeiden, sollte für das Einstellen der Vorhaltezeit zunächst ein kleiner Anfangswert gewählt werden (Bsp.: 0.01). Anschließend kann die Vorhaltezeit schrittweise bis zur gewünschten Wirkung erhöht werden.</p> <p>Parameter ist verfügbar ab Version 2809.06 bzw. 3079.06.</p>	

P-AXIS-00782	Filtertyp für die Glättung der Sensorwerte	
Beschreibung	<p>Die Geberwerte sind unter Umständen verrauscht. Durch den Einsatz eines entsprechenden Filters kann die Schwingungsneigung evtl. besser unterdrückt werden. Für die Abstandsregelung können folgende Filtertypen gewählt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DEFAULT: Gleitender Mittelwertfilter mit P-AXIS-00413 [▶ 58] = 4</li> <li>• MOVING_AVERAGE: Gleitender Mittelwertfilter</li> <li>• LOWPASS: Tiefpassfilter</li> <li>• KALMAN_MA: Kalman-Filter mit Vorhersage aus Mittelwertfilter</li> <li>• EXPO_MEAN: Exponentiell gewichteter Mittelwertfilter</li> <li>• KALMAN_EXPO: Kalman-Filter mit Vorhersage aus exponentiell gewichtetem Mittelwertfilter</li> </ul>	
Parameter	kenngr.distc.filter_type	
Datentyp	STRING	
Datenbereich	DEFAULT MOVING_AVERAGE LOWPASS KALMAN_MA EXPO_MEAN KALMAN_EXPO	
Achstypen	T, R	
Dimension	T: ----	R: ----
Standardwert	DEFAULT	
Antriebstypen	SERCOS, Profidrive, CANopen	
Anmerkungen	<p>Weiterhin sind folgende Filterparameter für die jeweiligen Filtertypen notwendig:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MOVING_AVERAGE: P-AXIS-00413 [▶ 58]</li> <li>• LOWPASS: P-AXIS-00507 [▶ 65], P-AXIS-00508 [▶ 65] (Diese Einstellung ersetzt ab v3.1.3079.21 den Parameter P-AXIS-00506)</li> <li>• KALMAN_MA: P-AXIS-00413 [▶ 58], P-AXIS-00783 [▶ 72]</li> <li>• EXPO_MEAN: P-AXIS-00413 [▶ 58], P-AXIS-00784 [▶ 72]</li> <li>• KALMAN_EXPO: P-AXIS-00413 [▶ 58], P-AXIS-00784 [▶ 72], P-AXIS-00783 [▶ 72]</li> </ul>	

<b>P-AXIS-00783</b>	<b>Unsicherheit der Messwerte</b>	
Beschreibung	Der Parameter gibt den Grad der Abweichung der gemessenen Werte zu den tatsächlichen Werten an. Je höher dieser Wert, desto besser die Filterwirkung, allerdings werden mögliche Überschwinger verstärkt.	
Parameter	kenngr.distc.kalman_sigma	
Datentyp	REAL64	
Datenbereich	$1.0 \leq \text{P-AXIS-00783} \leq 10000.0$	
Achstypen	T, R	
Dimension	T: ----	R: ----
Standardwert	4	
Antriebstypen	SERCOS, Profidrive, CANopen	
Anmerkungen		

<b>P-AXIS-00784</b>	<b>Glättungsfaktor</b>	
Beschreibung	Der Parameter gibt die Gewichtung des aktuellen Messwertes an. Beispiel: Bei einem Glättungsfaktor von 0,5 fließt der aktuelle Wert mit einem Anteil von 50% in den Mittelwert ein.	
Parameter	kenngr.distc.smoothing_factor	
Datentyp	REAL64	
Datenbereich	$0 < \text{P-AXIS-00784} \leq 1.0$	
Achstypen	T, R	
Dimension	T: ----	R: ----
Standardwert	0.7	
Antriebstypen	SERCOS, Profidrive, CANopen	
Anmerkungen		



## 9.3 Beispiel Abstandsachse



### Beispiel

#### Parameterbeispiel

```
# ----- Abstandsregelung -----
lr_param.distance_control_on      1      Freischalten der Funktion Abstandsregelung
kenngr.distc.max_abweichung      20000000 # [0.1µm] Max. zulaessige Abweichung
kenngr.distc.v_max                50000  # [µm/s] Max. Geschw. der Abstandsregelung
kenngr.distc.a_max                10000  # [mm/s*s] Max. Beschleunigung
kenngr.distc.max_istw_sprung      100000000 # Max. Istwertsprung / Zyklus
kenngr.distc.ref_offset           0      # Offset Referenzpunkt
kenngr.distc.max_pos              150000  # [0.1µm] Max. Position
kenngr.distc.min_pos              -150000  # [0.1µm] Min. Position
kenngr.distc.toleranz             50000  # [0.1µm] Toleranzwert der Tasttiefe
kenngr.distc.check_sw_limit_switch 1      # Offset der Abstandsregelung ueberwachen
kenngr.distc.optimized_scheduling 1      # Opt. Scheduling aktiv
kenngr.distc.mo-                  1      # Motor und Abstandsgeber aktiv
de_dist_use_both_encoder
#kenngr.distc.use_adaptive_accele- 1      # Adaptive Beschleunigung aktiv
ration
kenngr.distc.a_min                1000   # [mm/s*s] Min. Beschleunigung
kenngr.distc.a_max                10000  # [mm/s*s] Max. Beschleunigung
kenngr.distc.dist_error_a_min     250   # [0.1 µm] Min. Abstand
kenngr.distc.dist_error_a_max     500   # [0.1 µm] Max. Abstand
kenngr.distc.filter_type          KALMAN_MA # Kalman-Filter aktiv
kenngr.distc.n_cycles             20     # Anzahl Messwerte für Filterung
kenngr.distc.sigma                1000   # Unsicherheit der Messwerte
```

## 9.4 CNC-Objekte der achsspezifischen Abstandsregelung

Verfügbar ab V3.1.3080.12 bzw. V3.1.3107.44

<b>Name</b>	DIST_CTRL_IFC::a_max_int		
<b>Beschreibung</b>	Maximale Beschleunigung des linearen Slopes.		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x120300	<b>Indexoffset</b>	0x<A <sub>ID</sub> >3000
<b>Datentyp</b>	REAL64	<b>Länge</b>	8
<b>Attribute</b>	read	<b>Einheit</b>	[0.1 µm/s <sup>2</sup> ]
<b>Anmerkungen</b>			

<b>Name</b>	DIST_CTRL_IFC::sloped_delta_deviation		
<b>Beschreibung</b>	In diesem Takt auszufahrende Abweichung nach Beeinflussung durch den Slope.		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x120300	<b>Indexoffset</b>	0x<A <sub>ID</sub> >3001
<b>Datentyp</b>	SGN64	<b>Länge</b>	8
<b>Attribute</b>	read	<b>Einheit</b>	[0.01 nm]
<b>Anmerkungen</b>			

<b>Name</b>	DIST_CTRL::m_actual_offset		
<b>Beschreibung</b>	Aktuell von der Abstandsregelung vorgegebener Offset zur interpolierten Sollposition des Antriebs.		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x120300	<b>Indexoffset</b>	0x<A <sub>ID</sub> >3100
<b>Datentyp</b>	SGN64	<b>Länge</b>	8
<b>Attribute</b>	read	<b>Einheit</b>	[0.01 nm]
<b>Anmerkungen</b>			

<b>Name</b>	DIST_CTRL::v_max_int		
<b>Beschreibung</b>	Maximal zulässige Geschwindigkeit der Achse.		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x120300	<b>Indexoffset</b>	0x<A <sub>ID</sub> >3102
<b>Datentyp</b>	REAL64	<b>Länge</b>	8
<b>Attribute</b>	read	<b>Einheit</b>	[0.1 µm/s]
<b>Anmerkungen</b>			

<b>Name</b>	DIST_CTRL::set_distance		
<b>Beschreibung</b>	Eingestellter Sollabstand des Werkzeugs zur Oberfläche.		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x120300	<b>Indexoffset</b>	0x<A <sub>ID</sub> >3103
<b>Datentyp</b>	SGN64	<b>Länge</b>	8
<b>Attribute</b>	read	<b>Einheit</b>	[0.01 nm]
<b>Anmerkungen</b>	Nur Wirksam im Modus „SET_DIST“		

<b>Name</b>	DIST_CTRL::set_pos		
<b>Beschreibung</b>	Eingestellte Sollvorgabe der Werkstückoberfläche.		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x120300	<b>Indexoffset</b>	0x<A <sub>ID</sub> >3104
<b>Datentyp</b>	SGN64	<b>Länge</b>	8
<b>Attribute</b>	read	<b>Einheit</b>	[0.01 nm]
<b>Anmerkungen</b>	Nur Wirksam im Modus „SET_POS“		

<b>Name</b>	DIST_CTRL::state		
<b>Beschreibung</b>	Aktueller interner Zustand der Abstandsregelung 0: IDLE 2: ACTIVE 3: FREEZE 4: OFF 5: OFF_NO_MOVE 6-12: ERROR 15: DRYRUN		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x120300	<b>Indexoffset</b>	0x<A <sub>ID</sub> >3105
<b>Datentyp</b>	UNS32	<b>Länge</b>	4
<b>Attribute</b>	read	<b>Einheit</b>	[-]
<b>Anmerkungen</b>			

<b>Name</b>	DIST_CTRL::kp		
<b>Beschreibung</b>	Gewichten des Ausgabewertes der Abstandsregelung. Die Parametrierung kann analog zu P-AXIS-00759 [► 69] durchgeführt werden. Der Wertebereich ist auf $0.0 < KP \leq 2.0$ beschränkt. Bei KP-Werten kleiner 1.0 wird die Dynamik der Abstandsregelung reduziert, bei KP-Werten größer als 1.0 wird die Dynamik erhöht.  Durch einen KP-Faktor kleiner 1 kann ein mögliches Überschwingen der Abstandsregelung reduziert und bei kleinen Abstandsfehlern die Regelung beruhigt werden. [ab V2.11.2809.06 bzw. V3.1.3079.06]		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x120300	<b>Indexoffset</b>	0x<A <sub>ID</sub> >3106
<b>Datentyp</b>	REAL64	<b>Länge</b>	8
<b>Attribute</b>	read/ write	<b>Einheit</b>	[-]
<b>Anmerkungen</b>	Die neuen Werte werden aus Sicherheitsgründen nur bei den folgenden Transitionen wirksam: 1. Vom Zustand INACTIVE nach ACTIVE 2. Vom Zustand FREEZE nach ACTIVE		

<b>Name</b>	DIST_CTRL::i_tn		
<b>Beschreibung</b>	<p>Nachstellzeit des Integral-Anteils des PID-Reglers in [s]. Die Nachstellzeit gibt an, nach welcher Zeit der P- und I-Anteil der Stellgröße gleich groß sind. Die Parametrierung kann analog zu P-AXIS-00764 [▶ 70] durchgeführt werden. Der Wertebereich ist auf <math>0.0 \leq I\_TN \leq 50.0</math> beschränkt. Eine große Nachstellzeit führt zu einer robusteren Regelung. Je kleiner die Nachstellzeit, desto stärker der I-Anteil und desto schneller die Regelung. Eine kleine Nachstellzeit regt Überschwingen stärker an. [ab V2.11.2809.06 bzw. V3.1.3079.06]</p>		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x120300	<b>Indexoffset</b>	$0x < A_{ID} > 3107$
<b>Datentyp</b>	REAL64	<b>Länge</b>	8
<b>Attribute</b>	read/ write	<b>Einheit</b>	[s]
<b>Anmerkungen</b>	<p>Die neuen Werte werden aus Sicherheitsgründen nur bei den folgenden Transitionen wirksam:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Vom Zustand INACTIVE nach ACTIVE</li> <li>Vom Zustand FREEZE nach ACTIVE</li> </ol>		

<b>Name</b>	DIST_CTRL::d_tv		
<b>Beschreibung</b>	<p>Vorhaltezeit des Differential-Anteils des PID-Reglers in [s]. Die Vorhaltezeit gibt an, nach welcher Zeit der P- und D-Anteil der Stellgröße gleich groß sind. Die Parametrierung kann analog zu P-AXIS-00765 [▶ 70] durchgeführt werden. Der Wertebereich ist auf <math>0.0 \leq D\_TV \leq 2.0</math> beschränkt. Je größer die Vorhaltezeit, desto stärker der D-Anteil. [ab V2.11.2809.06 bzw. V3.1.3079.06]</p>		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x120300	<b>Indexoffset</b>	$0x < A_{ID} > 3108$
<b>Datentyp</b>	REAL64	<b>Länge</b>	8
<b>Attribute</b>	read/ write	<b>Einheit</b>	[s]
<b>Anmerkungen</b>	<p>Die neuen Werte werden aus Sicherheitsgründen nur bei den folgenden Transitionen wirksam:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Vom Zustand INACTIVE nach ACTIVE</li> <li>Vom Zustand FREEZE nach ACTIVE</li> </ol>		

<b>Name</b>	DIST_CTRL::smoothing_fact		
<b>Beschreibung</b>	<p>Aktuell eingestellter Glättungsfaktor des exponentiellen Mittelwertfilters analog zu P-AXIS-00784 [▶ 72]. Gibt die Gewichtung des aktuellen Messwertes an.</p>		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x120300	<b>Indexoffset</b>	$0x < A_{ID} > 3109$
<b>Datentyp</b>	REAL64	<b>Länge</b>	8
<b>Attribute</b>	read	<b>Einheit</b>	[-]
<b>Anmerkungen</b>			

<b>Name</b>	DIST_CTRL::kalman_sigma		
<b>Beschreibung</b>	Aktuell eingestellte Unsicherheit der aufgenommenen Messwerte analog zu P-AXIS-00783 [▶ 72]. [ab V3.1.3079.23]		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x120300	<b>Indexoffset</b>	0x<A <sub>ID</sub> >310A
<b>Datentyp</b>	REAL64	<b>Länge</b>	8
<b>Attribute</b>	read	<b>Einheit</b>	[-]
<b>Anmerkungen</b>			

<b>Name</b>	DIST_CTRL::n_cycles		
<b>Beschreibung</b>	Aktuell eingestellte Anzahl der Messwerte, die für die Filterung verwendet werden analog zu P-AXIS-00413 [▶ 58]. [ab V3.1.3079.23]		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x120300	<b>Indexoffset</b>	0x<A <sub>ID</sub> >310B
<b>Datentyp</b>	SGN32	<b>Länge</b>	4
<b>Attribute</b>	read	<b>Einheit</b>	[-]
<b>Anmerkungen</b>			

<b>Name</b>	DIST_CTRL::skip_dist_ctrl		
<b>Beschreibung</b>	Nicht verwendet- in Vorbereitung		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x120300	<b>Indexoffset</b>	0x<A <sub>ID</sub> >310C
<b>Datentyp</b>	BOOLEAN	<b>Länge</b>	1
<b>Attribute</b>	read	<b>Einheit</b>	[-]
<b>Anmerkungen</b>			

<b>Name</b>	DIST_CTRL::filter_type		
<b>Beschreibung</b>	Aktiver Filtertyp zur Glättung der Sensorwerte. Filtertypen für die Glättung der Sensorwerte siehe P-AXIS-00782 [► 71].		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x120300	<b>Indexoffset</b>	0x<A <sub>ID</sub> >310D
<b>Datentyp</b>	STRING	<b>Länge</b>	30
<b>Attribute</b>	read	<b>Einheit</b>	[-]
<b>Anmerkungen</b>			

<b>Name</b>	DIST_CTRL::max_dist_change		
<b>Beschreibung</b>	Maximale Änderung der Sensorwerte pro Takt. Wird für den Filter „Kalman_DYN“ benötigt.		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x120300	<b>Indexoffset</b>	0x<A <sub>ID</sub> >310E
<b>Datentyp</b>	REAL64	<b>Länge</b>	8
<b>Attribute</b>	read	<b>Einheit</b>	[0.1 µm]
<b>Anmerkungen</b>	Filter ist noch nicht verfügbar.		

<b>Name</b>	DIST_CTRL:: filtered_feedback		
<b>Beschreibung</b>	Gefilterte Rückführgröße.		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x120300	<b>Indexoffset</b>	0x<A <sub>ID</sub> >310F
<b>Datentyp</b>	SGN64	<b>Länge</b>	8
<b>Attribute</b>	read	<b>Einheit</b>	[0.01 nm]
<b>Anmerkungen</b>			

<b>Name</b>	DIST_CTRL::feedback_value		
<b>Beschreibung</b>	Berechnete Rückführgröße der Abstandsregelung: Modus SET_DIST: Gemessener Istabstand zwischen der interpolierten Sollposition des Antriebs und der Oberfläche. Modus SET_DIST (use_both_encoder) und SET_POS: Gemessene Position der realen Oberfläche im ausgewählten Koordinatensystem		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x120300	<b>Indexoffset</b>	0x<A <sub>ID</sub> >3110
<b>Datentyp</b>	SGN64	<b>Länge</b>	8
<b>Attribute</b>	read	<b>Einheit</b>	[0.01 nm]
<b>Anmerkungen</b>			

<b>Name</b>	DIST_CTRL::target_deviation		
<b>Beschreibung</b>	Modus SET_DIST: Aktuelle Differenz zwischen interpolierter Sollposition des Antriebs und eingestelltem Sollabstand zur Oberfläche. Modus SET_POS: Aktuelle Differenz zwischen der gemessenen realen Oberfläche und vorgegebener Solloberfläche		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x120300	<b>Indexoffset</b>	0x<A <sub>ID</sub> >3111
<b>Datentyp</b>	SGN64	<b>Länge</b>	8
<b>Attribute</b>	read	<b>Einheit</b>	[0.01 nm] l
<b>Anmerkungen</b>	In diesen Wert fließen gefilterte Sensorwerte ein.		

<b>Name</b>	DIST_CTRL::delta_deviation_pre_limiter		
<b>Beschreibung</b>	In diesem Takt auszufahrender Abstand vor der Beeinflussung durch den Begrenzer. Beeinflusst durch PID-Regler.		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x120300	<b>Indexoffset</b>	0x<A <sub>ID</sub> >3112
<b>Datentyp</b>	SGN64	<b>Länge</b>	8
<b>Attribute</b>	read	<b>Einheit</b>	[0.01 nm]
<b>Anmerkungen</b>	SET_DIST: Für kp=1 ist dies der verbleibende Abstand zwischen Istposition des Werkzeugs und dem eingestellten Sollabstand zur Oberfläche. SET_POS: Für kp=1 ist dies der verbleibende auszufahrende Abstand, um die Differenz zwischen Istposition des Werkzeugs und der realen Oberfläche auszugleichen.		

<b>Name</b>	DIST_CTRL::sensor_value		
<b>Beschreibung</b>	Rückgabewert des Sensors.		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x120300	<b>Indexoffset</b>	$0x < A_{ID} > 3113$
<b>Datentyp</b>	SGN64	<b>Länge</b>	8
<b>Attribute</b>	read	<b>Einheit</b>	[0.01 nm]
<b>Anmerkungen</b>			

<b>Name</b>	DIST_CTRL_PARAM[0]::v_max		
<b>Beschreibung</b>	Durch P-AXIS-00415 [► 59] eingestellte maximale Geschwindigkeit mit der ein Positionsoffset ausgefahren wird.		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x120300	<b>Indexoffset</b>	$0x < A_{ID} > 3500$
<b>Datentyp</b>	SGN32	<b>Länge</b>	4
<b>Attribute</b>	read/ write	<b>Einheit</b>	[µm/s]
<b>Anmerkungen</b>	<p>Die neuen Werte werden aus Sicherheitsgründen nur bei den folgenden Transitionen wirksam:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Vom Zustand INACTIVE nach ACTIVE</li> <li>Vom Zustand FREEZE nach ACTIVE</li> </ol>		

<b>Name</b>	DIST_CTRL_PARAM[0]::a_max		
<b>Beschreibung</b>	Durch P-AXIS-00416 [► 59] eingestellte maximale Beschleunigung mit der ein Positionsoffset ausgefahren wird.		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x120300	<b>Indexoffset</b>	$0x < A_{ID} > 3501$
<b>Datentyp</b>	SGN32	<b>Länge</b>	4
<b>Attribute</b>	read/ write	<b>Einheit</b>	[mm/s <sup>2</sup> ]
<b>Anmerkungen</b>	<p>Die neuen Werte werden aus Sicherheitsgründen nur bei den folgenden Transitionen wirksam:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Vom Zustand INACTIVE nach ACTIVE</li> <li>Vom Zustand FREEZE nach ACTIVE</li> </ol>		



<b>Name</b>	DIST_CTRL_IFC::actual_offset		
<b>Beschreibung</b>	Aktuell von der Abstandsregelung an den Antrieb ausgegebener Offset zur interpolierten Sollposition des Antriebs.		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x120300	<b>Indexoffset</b>	0x<A <sub>ID</sub> >3900
<b>Datentyp</b>	SGN32	<b>Länge</b>	4
<b>Attribute</b>	read	<b>Einheit</b>	[Incr.]
<b>Anmerkungen</b>	In diese Größe fließt die Antriebsauflösung, sowie Getriebeübersetzung mit ein.		

<b>Name</b>	DIST_CTRL_IFC::delta_offset		
<b>Beschreibung</b>	Aktuell an den Antrieb ausgegebenes Delta, welches in diesem Takt auszufahren ist.		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x120300	<b>Indexoffset</b>	0x<A <sub>ID</sub> >3901
<b>Datentyp</b>	SGN32	<b>Länge</b>	4
<b>Attribute</b>	read	<b>Einheit</b>	[Incr.]
<b>Anmerkungen</b>	In diese Größe fließt die Antriebsauflösung, sowie Getriebeübersetzung mit ein.		

# 10 Testbeispiel mit Antriebssimulation

## PLC Testumgebung

Konfiguration einer Z-Achse gemäß CANopen DS402 Antrieb mit einem zusätzlichen Abstands-sensor (0x60E4\_01).

### Konfiguration des CAN-Antriebs

CANopen DistCtrl Simu - TwinCAT System Manager  
 File Edit Actions View Options Help

General Configuration Parameter **Input** Output Online Param List

Name	Type	Id	Ref
WcState	UINT 16	0	WCSTATE
statusword	UINT 16	0	DRIVE_STATUS
actual position	INT 32	0	POS_ACT
Supplementary position actual value	INT 32	0	60E4_01

Append... Insert... Delete... Edit...

Ready Local (172.16.10.22.1.1) RTime 2%

CANopen DistCtrl Simu - TwinCAT System Manager  
 File Edit Actions View Options Help

General Configuration Parameter Input **Output** Online Param List

Name	Type	Id	Ref
controlword	UINT 16	0	DRIVE_CTRL
target position	INT 32	0	POS_NOM

Append... Insert... Delete... Edit...

Ready Local (172.16.10.22.1.1) RTime 2%

## Simulation in SPS

Simulation des CAN-PDOs über SPS-Ein-/Ausgänge

Name	Online	Addr...	Type	Size	>Addr...	In/Out	U
DRIVE_ENCODER...	X	0x000493E0 (300000)	DINT	4.0	0.0	Output	0
SENSOR_ENCOD...	X	0xFFFFB6C21 (-2999...	DINT	4.0	4.0	Output	0
DRIVE_STATUS...	X	0x0037 (55)	UINT	2.0	8.0	Output	0
WC_STATE	X	0x0000 (0)	UINT	2.0	12.0	Output	0

Der Encoder des Antriebs sowie der Abstandssensor sind in der SPS zusätzlich mit einem kleinen Zufallswert verrauscht.

## Einschalten der Antriebe

Nach Setzen der Antriebsfreigaben (Antrieb ein, Drehmoment, Feedhold aus) kann der Antrieb verfahren werden.

## Anfahren einer Sollposition

**CANopen DistCtrl Simu - TwinCAT System Manager**

File Edit Actions View Options Help

General SDA Para NP Para PZV Para VE Var Online Param List

Name	Actual Velo	Setp. Velo	Override	Set No.	Tool
Kanal_1	0.0	0.0	100.0	(none)	0

Name	Actual Pos.	Lag Dist.	Target Pos.	Actual Velo	State
X (X)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0	Ready
Y (Y)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0	Ready
Z (Z)	40.0000	-0.0001	39.9999	300.0	Ready

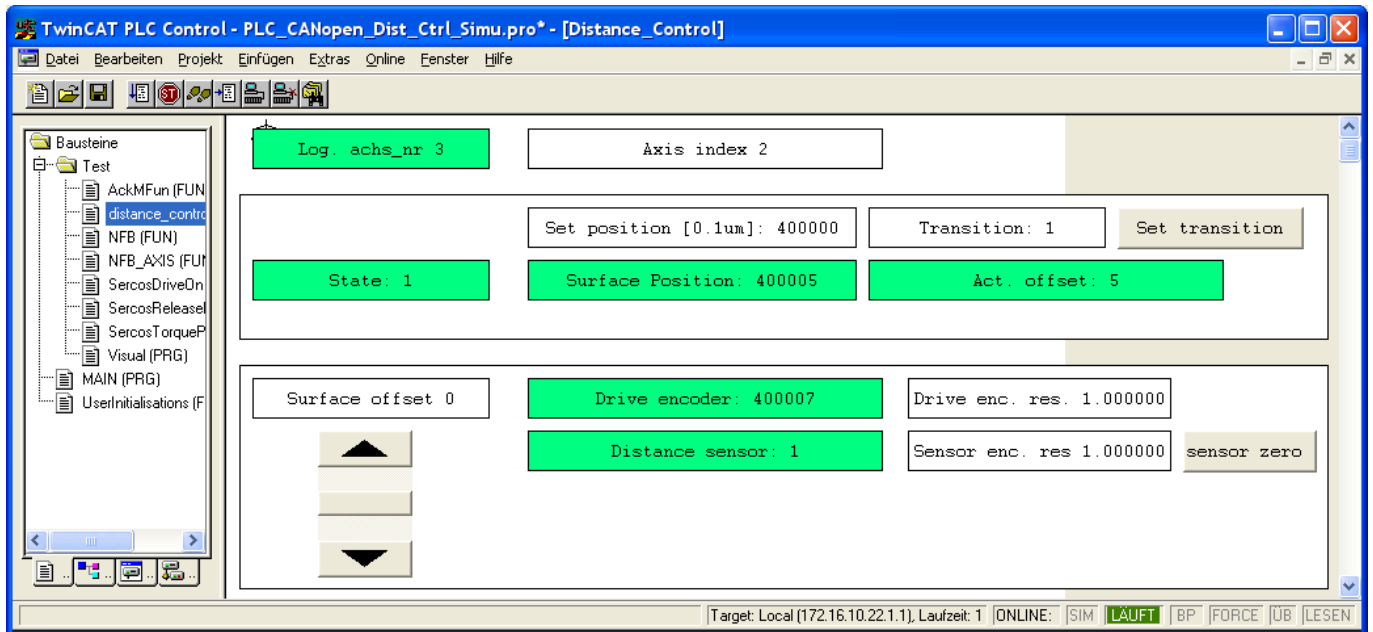
Single Step    MDI / Selected (Interp Empty)

Block Ignore    Manual    Automatic    MDI

Program/MDI: Z40    #

F1    F2    F3    F4    F5    F6    F8

Ready    Local (172.16.10.22.1.1)    RTime 2%

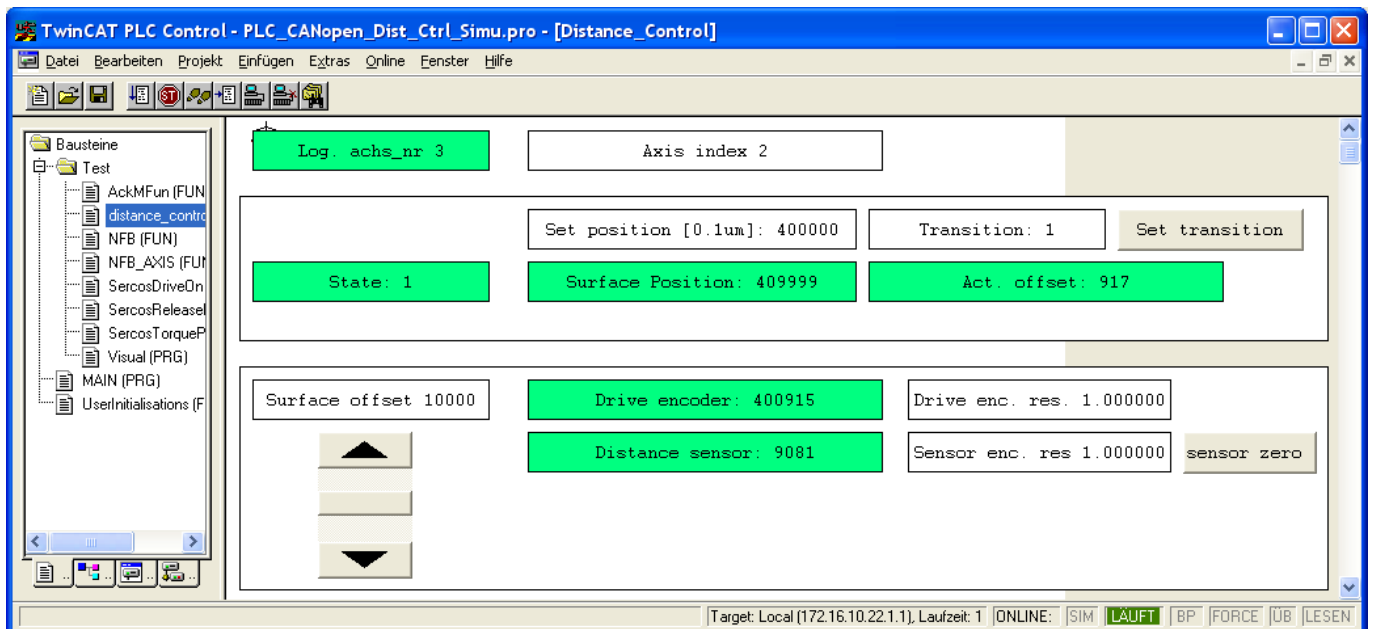


**1. Referenzieren des Sensor, „sensor zero“, 2. Eintragen der Nennposition, 3. Position=400000, 4. Einschalten der Abstandsregelung, 5. Transition=1 (ON)**

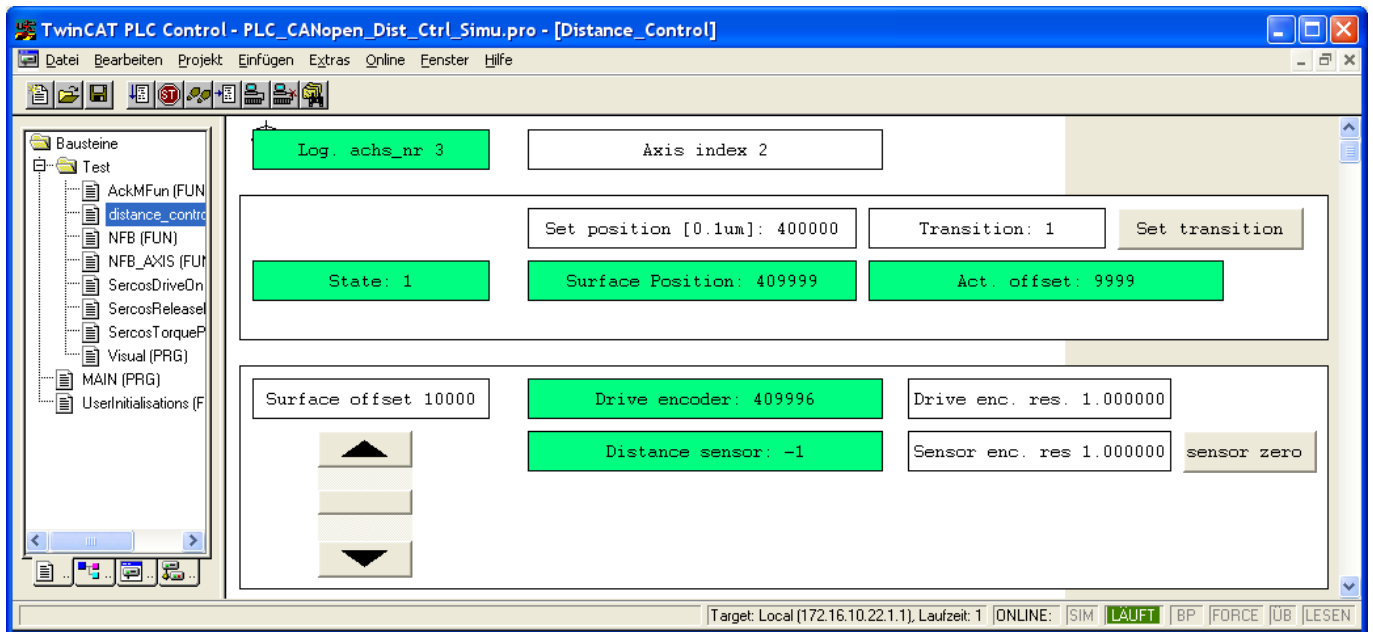
Bei der übergebenen Nennposition (SET\_POS) liefert der Abstandssensor den Wert = 0.

### Verändern der Oberflächenposition „Surface offset“

Die geänderte Oberflächenposition ergibt eine Änderung des gemessenen Abstandssensors.

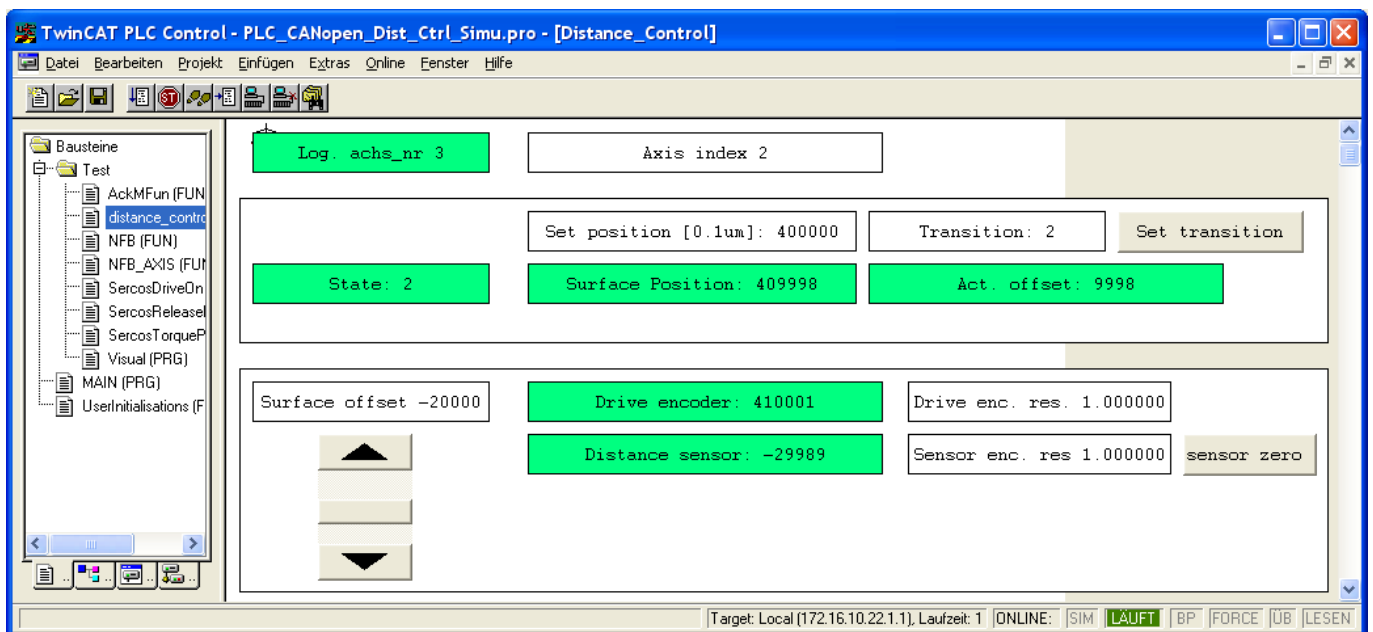


Dieser führt zum Nachregeln der tatsächlichen Achsposition, bis der Abstandssensor wieder den Wert = 0 aufweist. D.h. in diesem Falle wäre wieder der gewünschte Abstand zur Oberfläche erreicht.



### „Einfrieren“ der aktuellen Höhe, Transition=2 (FREEZE)

Wird die Abstandsregelung unterbrochen (Transition = FREEZE = 2), so hat in dieser Zeit ein geänderter Sensorwert (-20000) keinen Einfluss auf die Achskorrektur.



Nach Reaktivierung der Regelung wird auf den aktuellen Sensorwert ausgeregelt.

## Ausschalten

### Transition=0 (OFF)

Nach Ausschalten der Abstandsregelung (Transition = OFF = 0) wird der Lageoffset, verursacht durch den Abstandssensor, wieder rückgängig gemacht.

The screenshot displays the TwinCAT PLC Control interface for a simulation titled "PLC\_CANopen\_Dist\_Ctrl\_Simu.pro - [Distance\_Control]". The interface includes a menu bar (Datei, Bearbeiten, Projekt, Einfügen, Extras, Online, Fenster, Hilfe) and a toolbar. On the left, a "Bausteine" (Components) tree shows a "Test" folder containing "distance\_control" and "MAIN (PRG)". The main workspace is divided into several sections:

- Log. achs\_nr 3**: A green box indicating the active axis.
- Axis index 2**: A text field showing the selected axis.
- Set position [0.1um]: 400000**: A text field for the target position.
- Transition: 0**: A text field showing the current transition state.
- Set transition**: A button to change the transition state.
- State: 0**: A green box showing the current state.
- Surface Position: 0**: A green box showing the surface position.
- Act. offset: 0**: A green box showing the active offset.
- Surface offset -20000**: A text field showing the surface offset.
- Drive encoder: 399997**: A green box showing the drive encoder value.
- Drive enc. res. 1.000000**: A text field showing the drive encoder resolution.
- Distance sensor: -20002**: A green box showing the distance sensor value.
- Sensor enc. res 1.000000**: A text field showing the sensor encoder resolution.
- sensor zero**: A button to reset the sensor.

At the bottom, a status bar indicates "Target: Local (172.16.10.22.1.1), Laufzeit: 1 | ONLINE: | SIM | **LÄUFT** | BP | FORCE | UB | LEBEN".

# 11 Fehlermeldungen

## Bei aktiver Abstandsregelung können folgende Fehlermeldungen auftreten:

---

ID 70329	Istwertsprung des Sensorsignales größer als Grenzwert
ID 70330	Sensor ganz ausgefahren
ID 70331	Tastabweichung zu groß
ID 70332	Abstandsregelung bei Programmende noch aktiv
ID 70333	Abstandsregelung für Achse aktiv, die abgegeben werden soll
ID 70334	Bei erneuter Anwahl Abwahl der Abstandsregelung noch nicht fertig
ID 70335	Anwahl Abstandsregelung ohne programmierte Position
ID 70336	Funktionalität steht nicht zur Verfügung



## 12 3D-Abstandsregelung

Für die Verwendung der 3D-Abstandsregelung ist die Lizenz für die Option „Schneiden“ erforderlich.



### Versionshinweis

**Funktionalität verfügbar ab V3.1.3080.12 bzw. V3.1.3107.44**



### Hinweis

**Diese Funktionalität ist eine lizenzpflichtige Zusatzoption.**

Wird der NC-Befehl #DIST CTRL [▶ 95] für die 3D-Abstandsregelung ohne vorhandene Lizenz programmiert, so wird das NC-Programm abgebrochen und der Fehler ID 21837 ausgegeben.

Für eine Orientierung des Werkzeugs wird grundsätzlich die kinematische Transformation mit entsprechender Lizenz vorausgesetzt.



### Hinweis

**Transformationen sind eine lizenzpflichtige Zusatzoption.**



### Hinweis

**Die Anzahl der gleichzeitig möglichen 3D-Abstandsregelungen in einem NC-Kanal ist auf eine beschränkt.**

## 12.1 Übersicht Funktionalität

Voraussetzung für die Nutzung der 3D-Abstandsregelung ist die Aktivierung über P-CHAN-00500 [► 126].

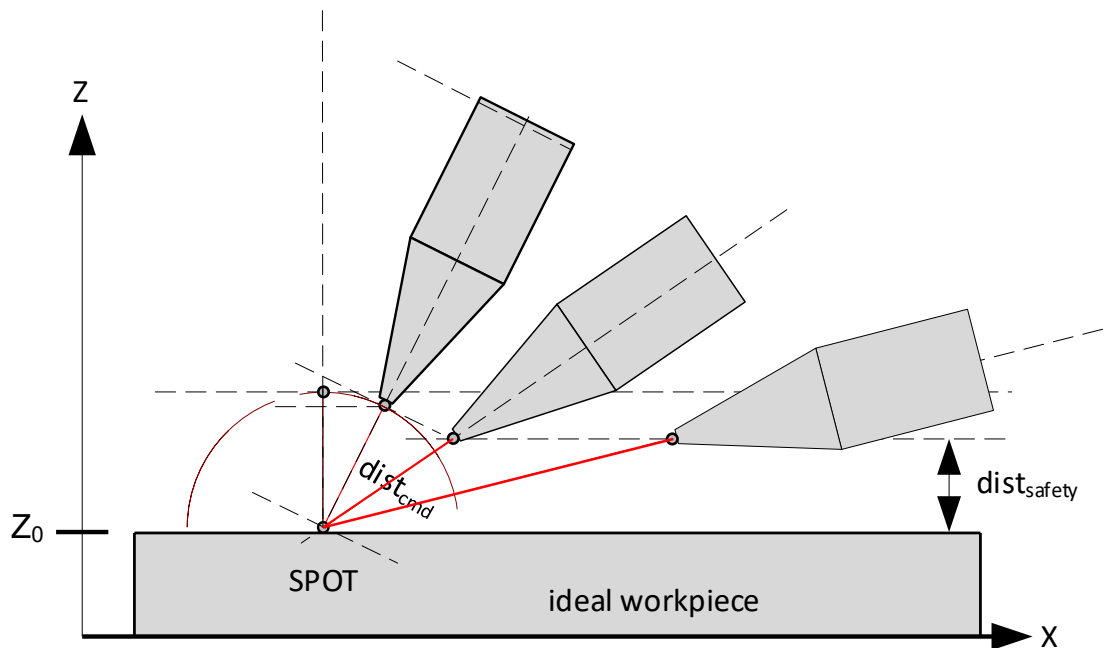
```
configuration.decoder.function FCT_3D_DIST_CTRL
```

Zusätzlich wird für das Konstanthalten des TCPs bei Drehung des Werkzeugs, für die Überwachung des Mindestabstands, sowie für das Regeln in Werkzeugrichtung die kinematische Transformation ID98 benötigt.

[KITRA// KIN\_TYP\_98- Transformation für Überwachung des Mindestabstands]

### 12.1.1 Mindestabstand

Je nach Werkzeugkopfgeometrie kann es beim Neigen des Werkzeugs zu einer Kollision des Werkzeugkopfes mit der Oberfläche kommen. Aus diesem Grund kann es gewünscht sein, dass ein Mindestabstand (maximale Neigung) des Werkzeugkopfes nicht unterschritten wird. Wird der Mindestabstand erreicht, so wird beim weiteren Neigen das Werkzeug virtuell verlängert, so dass der Werkzeugkopf auf einer konstanten Höhe bleibt und der vorgegebene Neigungswinkel trotzdem eingenommen werden kann.



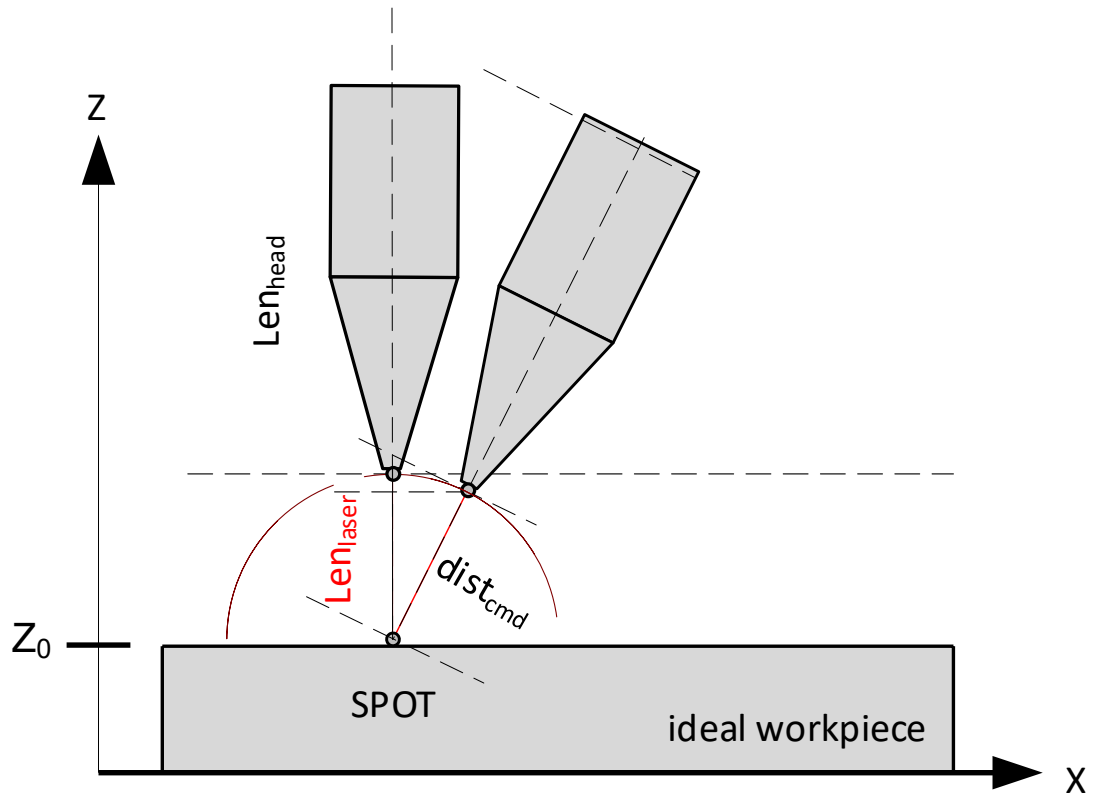
**Abb. 37: Mindestabstand des Werkzeugs**

Durch die Überwachung des Mindestabstands kommt es quasi zu einer automatischen Verlängerung des Werkzeugs. Deswegen eignet sich dieses Verfahren insbesondere für Strahlbearbeitungen (Laser, Wasserstrahl, Plasma-/Autogenschneiden). Die geänderte Werkzeuglänge wird auf der SPS-Schnittstelle (Virtuelle Werkzeuglänge [► 113]) angezeigt, um damit evtl. den Prozess (z.B. Laserfokuspunkt) entsprechend anpassen zu können.

## 12.1.2

**Konstanter Werkzeugeingriff**

Der programmierte Werkzeugeingriffspunkt (TCP=ToolCenterPoint) wird beim Neigen des Werkzeugs durch die kinematische Transformation konstant gehalten. Die dabei resultierende Verringerung des orthogonalen Abstands zur Werkzeugoberfläche wird dabei automatisch in der 3D-Abstandsregelung berücksichtigt.


**Abb. 38: Konstanter Werkzeugeingriffspunkt**

Das Ein- und Ausschalten der Abstandsregelung erfolgt im NC-Programm.


**Hinweis**

**Der Sollabstand der Abstandregelung und die Werkzeuglänge für die kinematische Transformation müssen identisch sein.**

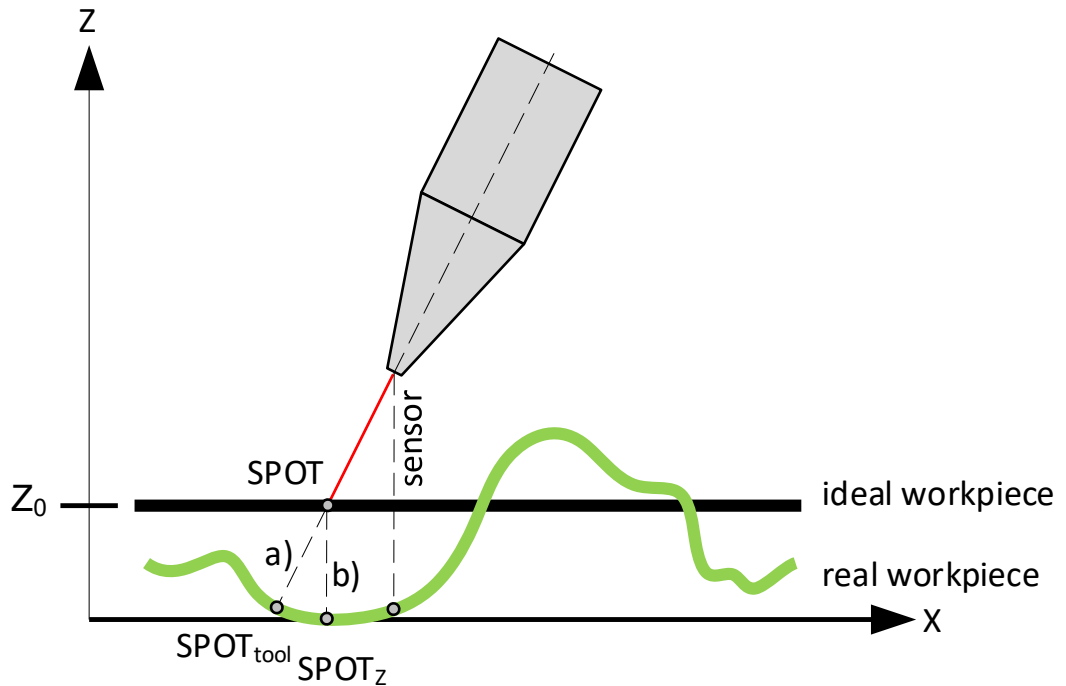
**Werkzeuglänge = Sollabstand**

Die kinematische Transformation kann somit alle Bewegungen innerhalb der dynamischen Randbedingungen planen. Jegliche Abweichung davon, z.B. durch Höhenanpassung, führt zu zusätzlicher dynamischer Beanspruchung. Im Allgemeinen kann eine Anpassung der Abstandsregelung zwar online über die SPS-Schnittstelle erfolgen, jedoch kann auf diese Weise die kinematische Transformation nicht berücksichtigt werden.

### 12.1.3

### Ausgleich bei realer Werkstückoberfläche

Weicht die tatsächliche Werkstückoberfläche von der angenommenen, theoretisch idealen Oberflächenposition ab, so wird dies durch die Abstandsregelung ausgeglichen.



**Abb. 39: Reale Werkstückoberfläche**

Der Ausgleich der Abweichung kann grundsätzlich in zwei Arten erfolgen:

1. in Werkzeugrichtung
2. orthogonal zur Oberfläche

## Ausgleich in Werkzeugrichtung

In diesem Modus wird trotz Höhenversatz die Ausrichtung der Schnittkurve beibehalten, was z.B. bei einer (Rohr-) Durchdringung wesentlich ist.

### Height compensation in tool direction

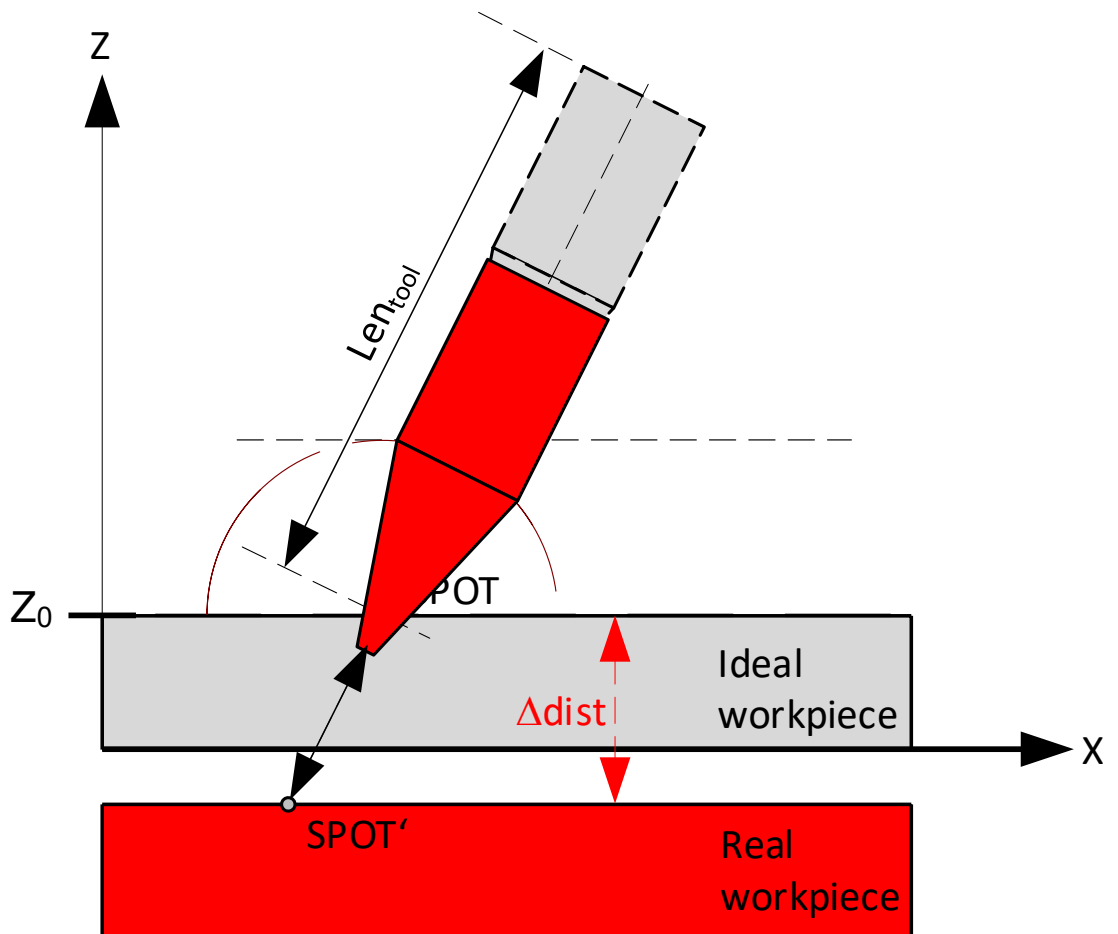


Abb. 40: Ausgleich der Abweichung in Werkzeugrichtung

## Ausgleich orthogonal zur Oberfläche

In diesem Modus bleibt die Projektion (Draufsicht) der Bearbeitung identisch, d.h. die Form wird nicht verzerrt, sondern nur in der Höhe versetzt. Die Projektion in X/Y bleibt trotz Korrektur ortsfest.

### Height compensation in Z-direction

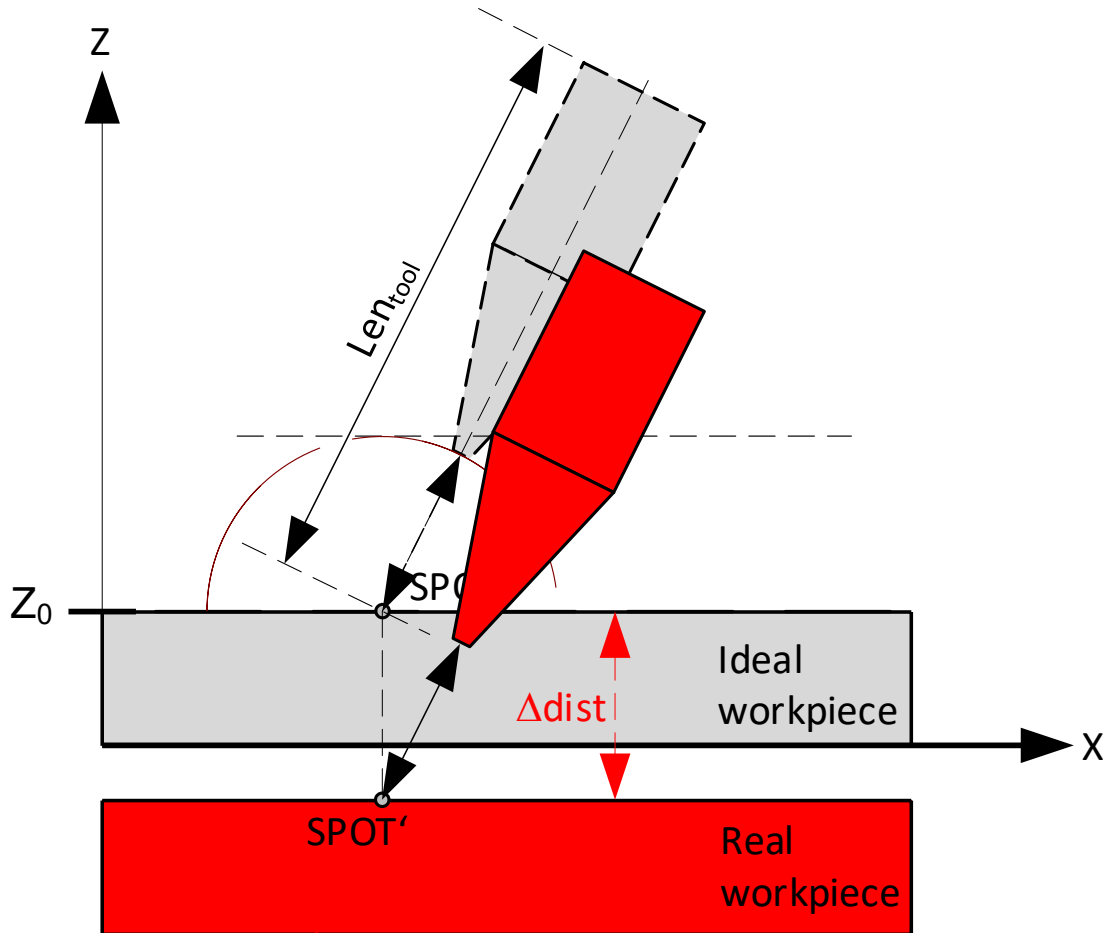


Abb. 41: Ausgleich der Abweichung orthogonal zur Oberfläche

## 12.2 Programmierung

Syntax Anwahl mit Angabe der Position der Werkstückoberfläche:

```
#DIST CTRL [ WAIT ] ON | DRYRUN [ SURFACE [ SET_POS=.. ] ]
```

Syntax Anwahl mit Angabe konstanter Abstand zur Werkstückoberfläche:

```
#DIST CTRL [ WAIT ] ON | DRYRUN [ CONST_DIST [ SET_DIST=.. ] ]
```

Syntax Abwahl:

```
#DIST CTRL [ WAIT ] OFF [ NO_MOVE ]
```

Syntax Offset einfrieren:

```
#DIST CTRL [ WAIT ] FREEZE
```

Syntax Sensor prüfen oder referenzieren:

```
#DIST CTRL [ WAIT ] CHECK_POS | REF
```

Syntax zusätzliche Parametrierung (kann optional auch in Kombination mit der An-/Abwahl programmiert werden):

```
#DIST CTRL [ [ MODE=<ident> ] [ DIRECTION=<Achname> ] [ KP=.. ] [ I_TN=.. ] [ D_TV=.. ]  
[ FILTER_TYPE=.. FILTER_TIME=.. ] [ N_CYCLES=.. ] [ FG_F0=.. ] [ ORDER=.. ]  
[ SMOOTH_FACT=.. ] [ KALMAN_SIGMA=.. ] [ SENSOR_SOURCE=<ident> ]  
[ SENSOR_VAR=.. ] [ VAL1=.. - VAL5=.. ] { \ } ]
```

WAIT	Mit der Option WAIT wird beim Ausführen des Befehls solange gewartet, bis die Abstandsregelung vollständig ein oder ausgeschaltet ist, bevor der nächste NC-Befehl ausgeführt wird.
ON	Abstandsregelung einschalten.
SURFACE	In Verbindung mit ON Abstandsregelung einschalten bei Vorgabe der Position der Werkstückoberfläche. Beim Einschalten muss eine Sollposition mit SET_POS gesetzt sein.
SET_POS=..	Sollvorgabe der Werkstückoberfläche in [mm, inch] (Absolutposition). Bei Reset oder Programmende wird die Sollposition zurückgesetzt, d.h. vor dem Wiedereinschalten der Abstandsregelung muss eine neue Sollposition vorgegeben werden.
CONST_DIST	In Verbindung mit ON Abstandsregelung einschalten bei Vorgabe eines konstanten Abstandes zur Werkstückoberfläche. Beim Einschalten muss ein Abstand mit SET_DIST gesetzt sein.
SET_DIST=..	Sollvorgabe des konstanten Abstandes zur Werkstückoberfläche in [mm, inch]. Bei Reset oder Programmende wird der Abstand zurückgesetzt, d.h. vor dem Wiedereinschalten der Abstandsregelung muss ein neuer Abstand vorgegeben werden.
DRYRUN	Im Modus DRYRUN wird die Achse bei Änderungen der Werkstückoberfläche nicht nachgeführt! Dies ermöglicht die Auswertung von Daten (Bsp. Filterwirkung) ohne Rückkopplung der Regelung. <b>[ab V3.1.3079.23]</b>
	In Verbindung mit SURFACE muss eine Sollposition mit SET_POS gesetzt sein.
	In Verbindung mit CONST_DIST muss ein Sollabstand mit SET_DIST gesetzt sein.
OFF	Abstandsregelung ausschalten.

CHECK_POS	Prüfen, ob Position im Toleranzfenster ist.
FREEZE	Einfrieren des ausgeregelten Abstandes über Werkstück. Die Achsposition bzw. der ausgegebene Korrekturwert werden gehalten. Die Nachführung der Achse wird unterbrochen.
REF	Messsystem (Sensor) referenzieren (nur wenn kein Absolutmesssystem vorhanden ist).
MODE=<ident>	Die Überlagerung der Offsets der Abstandsregelung findet auf der entsprechenden Ebene statt. Gültige Kennungen: PCS : Programmierten Koordinate MCS : Im Maschinenkoordinatensystem (kartesisches Grundsystem) ECS : In Werkzeugrichtung ACS : Auf physikalischer Achsebene OFF : Keine Überlagerung (STANDARD) <b>Hinweis:</b> Für eine Ausgleichsbewegung in ECS wird eine aktive Kinematik ID98 benötigt. (#KIN ID[98], #TRAFO ON)
DIRECTION= <Achname>	Name der Achse, in welcher die PCS/MCS/ACS-Kompensation beaufschlagt wird. Aktuell wird DIRECTION = Z unterstützt (DIRECTION=X/Y sind in Vorbereitung.)
KP=..	Gewichten des Ausgabewertes der Abstandsregelung. Die Parametrierung kann analog zu P-CHAN-00821 [▶ 133] durchgeführt werden. Der Wertebereich ist auf $0.0 < KP \leq 2.0$ beschränkt. Bei KP-Werten kleiner 1.0 wird die Dynamik der Abstandsregelung reduziert, bei KP-Werten größer als 1.0 wird die Dynamik erhöht. Durch einen KP-Faktor kleiner 1 kann ein mögliches Überschwingen der Abstandsregelung reduziert und bei kleinen Abstandsfehlern die Regelung beruhigt werden.
I_TN=..	Nachstellzeit des Integral-Anteils des PID-Reglers in [s]. Die Nachstellzeit gibt an, nach welcher Zeit der P- und I-Anteil der Stellgröße gleich groß sind. Die Parametrierung kann nach Vorbild von P-CHAN-00822 [▶ 133] durchgeführt werden. Der Wertebereich ist auf $0.0 \leq I\_TN \leq 50.0$ beschränkt. Eine große Nachstellzeit führt zu einer robusteren Regelung. Je kleiner die Nachstellzeit, desto stärker der I-Anteil und desto schneller die Regelung. Eine kleine Nachstellzeit regt Überschwingen stärker an.
D_TV=..	Vorhaltezeit des Differential-Anteils des PID-Reglers in [s]. Die Vorhaltezeit gibt an, nach welcher Zeit der P- und D-Anteil der Stellgröße gleich groß sind. Die Parametrierung kann nach Vorbild von P-CHAN-00823 [▶ 134] durchgeführt werden. Der Wertebereich ist auf $0.0 \leq D\_TV \leq 2.0$ beschränkt. Je größer die Vorhaltezeit, desto stärker der D-Anteil.
FILTER_TYPE=..	Filtertyp für die Filterung der Geberwerte gemäß P-CHAN-00825 [▶ 135].
FILTER_TIME=..	Wird ein Werte $> 0$ angegeben, so wird das Ein-/Ausschalten der Abstandsregelung über einen $\sin^2$ Filter geglättet. Die Angabe der Filterzeit erfolgt in Interpolator-Takten.
N_CYCLES=..	Anzahl der Messwerte, die für die Filterung verwendet werden gemäß P-CHAN-00800 [▶ 126].
FG_F0=..	Grenzfrequenz für den Tiefpassfilter in [Hz] gemäß P-CHAN-00817 [▶ 132].
ORDER=..	Ordnung des Tiefpassfilters gemäß P-CHAN-00816 [▶ 131].
SMOOTH_FACT=..	Glättungsfaktor des exponentiellen Mittelwertfilters gemäß P-CHAN-00827 [▶ 136]. Gibt die Gewichtung des aktuellen Messwertes an.
KALMAN_SIGMA=..	Unsicherheit der aufgenommenen Messwerte gemäß P-CHAN-00826 [▶ 135].
SENSOR_SOURCE=<i>ident</i>	Angabe der Quelle für das Sensorsignal. Folgende Quellen können für die kanalspezifische Abstandsregelung eingestellt werden: DEFAULT : Ist als Sensorquelle „DEFAULT“ ausgewählt, stellt die CNC intern automatisch auf Sensorquelle „VARIABLE“ VARIABLE : Die Übergabe des Sensorsignals an die CNC erfolgt über eine V.E.-Variable. Zusätzlich muss hierfür der Name der V.E.-Variablen über den Parameter „SENSOR_VAR“ angegeben werden.



SENSOR_VAR=..	Name der V.E.-Variablen über die das Sensorsignal an die CNC übermittelt wird.
NO_MOVE	Standardmäßig wird beim Ausschalten der Abstandsregelung der entstandene Korrekturoffset ausgefahren. Durch Angabe von NO_MOVE in Kombination mit OFF kann diese Bewegung unterdrückt werden. Der Kanal wird mit den geänderten Achspositionen initialisiert. Das Ausfahren des Positionsoffsets erfolgt erst mit der nächsten, im NC-Programm programmierten Achsbewegung.
VAL1=..-VAL5=..	Fünf frei belegbare Werte im Realformat.
\	Trennzeichen ("Backslash") für übersichtliche Programmierung des Befehls über mehrere Zeilen.



## Programmierbeispiel

### Abstandsregelung- achsspezifische Verwendung und mit geneigtem Werkzeug

#### Beispiel 1- Verhalten wie bei achsspezifischer Abstandsregelung

```
N010 G0 Z10
;Setzen der Sensoreingangsquelle
N020 #DIST CTRL [SENSOR_SOURCE=VARIABLE SENSOR_VAR=V.E.SENSOR]
;Abstandsregelung aktivieren
N030 #DIST CTRL ON [CONST_DIST SET_DIST=1 MODE=ACS DIRECTION=Z]
;...
;Abstandsregelung ausschalten ohne warten. Nächster Satz wird sofort
ausgeführt.
N900 #DIST CTRL OFF
N910 G0 Z0
N999 M30
```

#### Beispiel 2- Abstandsregelung mit geneigtem Werkzeug und Kinematik ID 98

```
; Parametrierung der Kinematik 98
: -----
; HD1: Werkzeugversatz (100mm)
; HD2: Start-Grenzwinkel (Neigung zur Senkrechten): Start der WZ-Verlän-
gerung (30°)
; HD3: Ende-Grenzwinkel (Neigung zur Senkrechten) : Ende der WZ-Verlän-
gerung (60°)
; HD4: maximale Neigung -> Fehlermeldung (91°)
N010 V.G.KIN_STEP[1].ID[98].PARAM[0] = 100000
N020 V.G.KIN_STEP[1].ID[98].PARAM[1] = 30000
N030 V.G.KIN_STEP[1].ID[98].PARAM[2] = 60000
N040 V.G.KIN_STEP[1].ID[98].PARAM[3] = 91000
; Werkzeuglänge (80mm)
N050 V.G.WZ_AKT.L = 80

; Aktivierung der Kinematischen Transformationen ID9 und ID98.
N060 #KIN ID[9,98]
N070 #TRAFO ON
N080 G0 Z10
N090 G90 A=-45
; Setzen der Sensoreingangsquelle
N100 #DIST CTRL [SENSOR_SOURCE=VARIABLE SEN-SOR_VAR=V.E.SENSOR]
; Einschalten der Abstandsregelung in Werkzeugrichtung (Oberfläche 1mm)
N110 #DIST CTRL ON [SURFACE SET_POS=1 MODE=ECS DIRECTION=Z]
;...
; Abstandsregelung ausschalten und warten bis der Ausschalt-prozess ab-
geschlossen ist.
```

```
N120 #DIST CTRL WAIT OFF  
N130 G0 Z0  
N140 M30
```

## 12.3 Aufgaben CNC und SPS

Im NC-Programm werden die unterschiedlichen Funktionen ein- und ausgeschaltet:

- kinematische Transformation
- Überwachung des Mindestabstands zur Kollisionsvermeidung
- Aktivierung/ Deaktivierung der Abstandsregelung mit dem Sollabstand  $\text{dist}_{\text{beam}}$

Die SPS übernimmt die Bereitstellung des idealisierten Sensorwertes. Hierzu wird der tatsächliche Sensorwert entsprechend normalisiert.

Nicht-linearen Abhängigkeiten des Sensorwerts müssen durch die SPS herausgerechnet werden. Z.B. Abhängigkeiten

- vom Neigungswinkel
- der Werkzeugkopfgeometrie
- Temperatur-
- oder Materialabhängigkeiten.

Die SPS stellt den tatsächlichen orthogonalen Abstand des Werkzeugeinspannpunkts (Laseraustrittspunkt) von der Oberfläche als Sensorwert bereit.

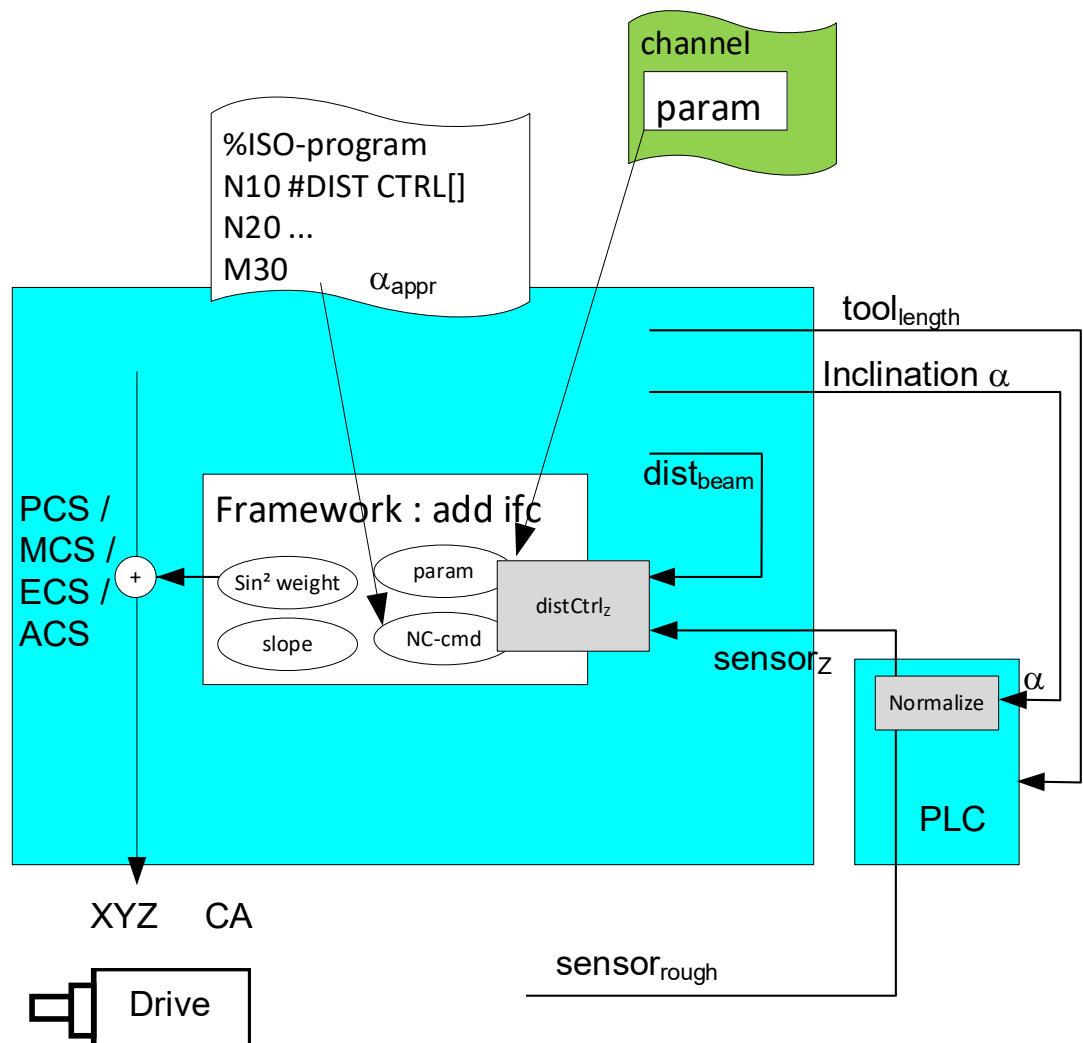


Abb. 42: Aufgaben- CNC und SPS

## 12.4 Eigenschaften, Funktion

### 12.4.1 Werkzeugeingriffspunkt und Ausgleichsbewegung

Die kinematische Transformation hält den Werkzeugeingriffspunkt bei Werkzeugneigung konstant auf der Oberfläche. Notwendig Ausgleichsbewegungen werden automatisch durch die CNC durchgeführt. Die dynamischen Grenzwerte der Achsen werden hierbei berücksichtigt.

Für das ursprünglichen nicht geneigte Werkzeug gilt:

$$\text{Werkzeuglänge} = \text{Laserlänge} = \text{Werkzeugabstand}$$

Die Verringerung des orthogonalen Abstands des Werkzeugkopfes durch die Neigung wird dabei entsprechend in der Abstandsregelung berücksichtigt. Der kapazitive Sensor gibt den orthogonalen Abstand des Werkzeugkopfes (Werkzeugeinspannpunkt) zur Oberfläche an.

Je nach Geometrie des Werkzeugkopfes kann es sein, dass bei entsprechender Neigung des Werkzeugs nicht der Werkzeugeinspannpunkt, sondern ein anderer Punkt näher am Werkstück ist. Die SPS gibt jedoch den Abstand des Werkzeugeinspannpunkts (Laseraustritt) als idealisierten Sensorwert an.

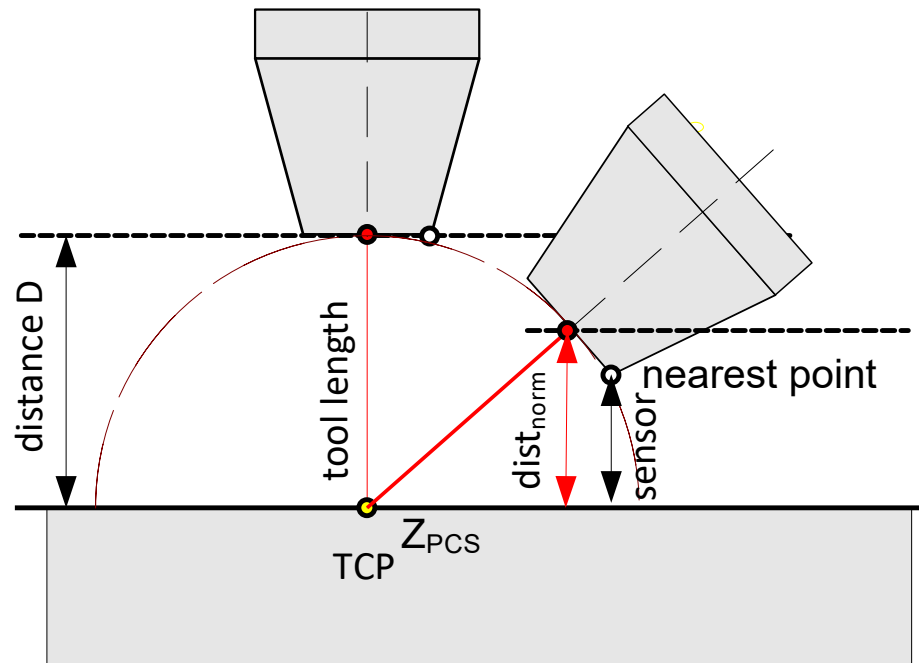


Abb. 43: Abstand zur Werkstückoberfläche

## 12.4.2 Überwachung des Mindestabstands mit Kinematik ID 98

Je nach Geometrie des Werkzeugkopfes kann es beim Neigen des Werkzeugs zu einem Unterschreiten eines Mindestabstandes oder gar einer Kollision des Werkzeugkopfes mit der Oberfläche kommen.

Aus diesem Grund kann es gewünscht sein, dass ein minimaler Sicherheitsabstand des Kopfes nicht unterschritten wird. Wird der Mindestabstand erreicht, so wird beim weiteren Neigen das Werkzeug virtuell für die kinematische Transformation verlängert, so dass der Werkzeugkopf auf einer konstanten Höhe bleibt (Phase 2). Die Überwachung des Mindestabstands wird hierbei durch eine vorgeschaltete kinematische Transformation ID 98 durchgeführt (s. a. Dokumentation mehrstufige kinematische Transformationen). Die erforderlichen Grenzwinkel können als Parameter der kinematischen Transformation angegeben werden.

Phase 1: Solange der Mindestabstand noch nicht erreicht ist, wird beim Neigen die Werkzeuglänge (Werkzeugeinspannpunkt - Werkzeugeintrittspunkt = Laserstrahlänge) konstant gehalten.

Phase 2: Beim Erreichen des minimalen Sicherheitsabstands wird die Höhe des Werkzeugeinspannpunkts konstant gehalten. Dies entspricht einer Verlängerung des Werkzeugs, was normalerweise nur bei einer Strahlbearbeitung automatisch möglich ist. Zur Anpassung des Prozesses (z.B. Laserfokuspunkt) wird die tatsächlich wirksame Werkzeuglänge auf der SPS-Schnittstelle angezeigt.

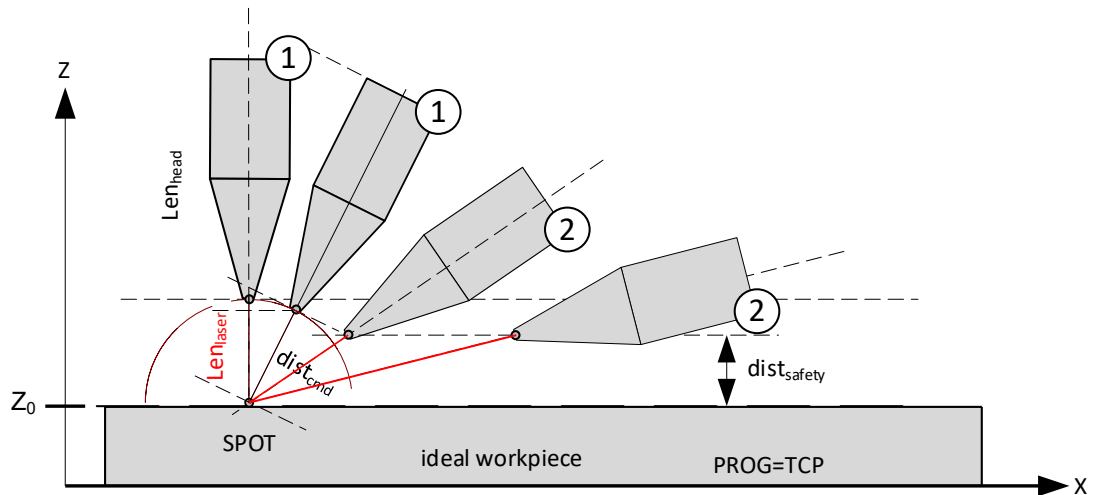


Abb. 44: Überwachung des Mindestabstands

Bei Aktivierung der Neigungskompensation im NC-Programm können hierzu unterschiedliche Winkel definiert werden. Diese Parameter werden als Parameter der Kinematik 98 gesetzt

- Maximaler Neigungswinkel, ab dem das Werkzeug virtuell verlängert wird.
- Winkel, ab dem die Werkzeugverlängerung wieder ausgeschaltet wird.
- Maximaler Neigungswinkel. Eine weitere Neigung führt zu einer Fehlermeldung mit Programmabbruch.

### Versatzdaten der Kinematik

HD-Versatz	param[i]	Beschreibung	Einheit
HD1	0	Versatz Werkzeugeinspannpunkt bis Bezugspunkt des Werkzeugkopfes	1.0 E-4 mm
HD2	1	Neigungswinkel, ab dem der Abstand des Werkzeugkopfes zur Oberfläche konstant gehalten wird.	1.0 E-4°
HD3	2	Maximaler Neigungswinkel, bis zu dem der Abstand des Werkzeugkopfes zu Oberfläche konstant gehalten wird.	1.0 E-4°
HD4	3	Maximaler Neigungswinkel. Bei Überschreiten erfolgt eine Fehlermeldung mit Abbruch der Bearbeitung.	1.0 E-4°

### 12.4.2.1 Beispiel: Neigung des Werkzeugs über CA-Kinematik

In nachfolgendem Beispiel wird die Wirkung der Höhenüberwachung bei einer Neigung des Werkzeugkopfes um 90° aufgezeigt. Die rote Fläche visualisiert das ursprüngliche „Eindringen des Laserstrahls“ in das Werkstück. Die blaue Linie beschreibt die Höhe des Werkzeugkopfes (Laseraustrittspunkt) beim Neigen des Werkzeugs.

Ohne Korrektur: Hier erfolgt keine Höhenkorrektur des Werkzeugkopfes.

Mit Korrektur: ab dem vorgegebenen Winkel wird der Werkzeugkopf auf konstanter Höhe gehalten.

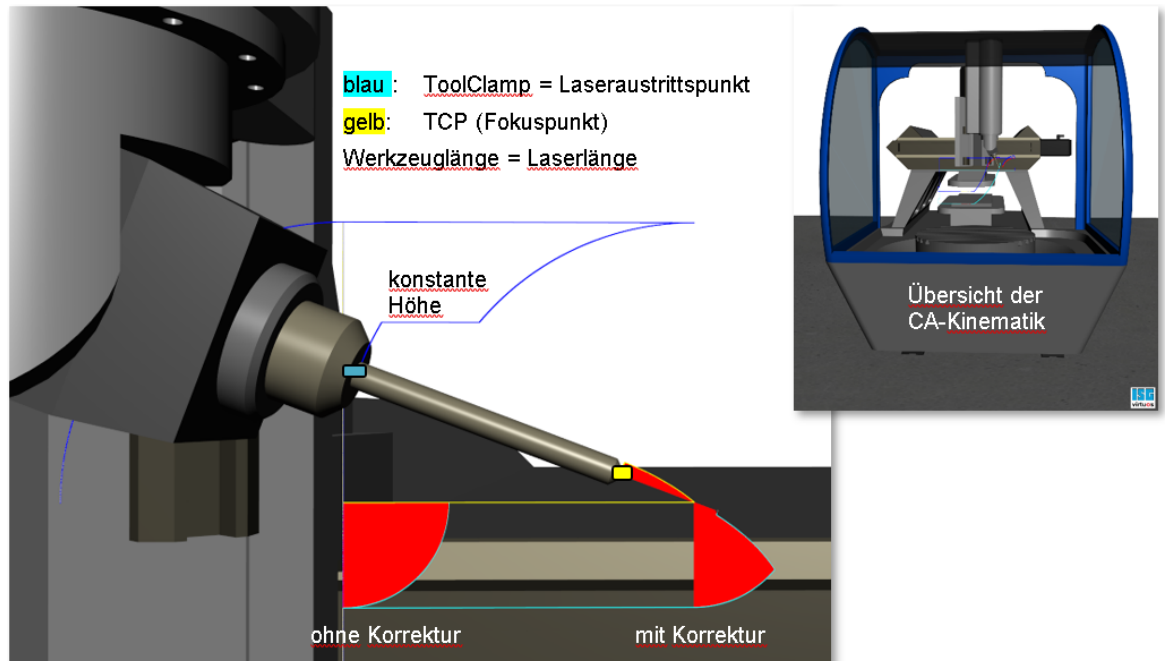


Abb. 45: Neigung des Werkzeugs über CA-Kinematik

Die erforderliche Parametrierung der Abstandsüberwachung (Kinematik ID 98) erfolgt über das NC-Programm:

```
;DistCtrl-OnOff.nc
; 80 mm Werkzeuglänge
N100 V.G.WZ_AKT.L = 80

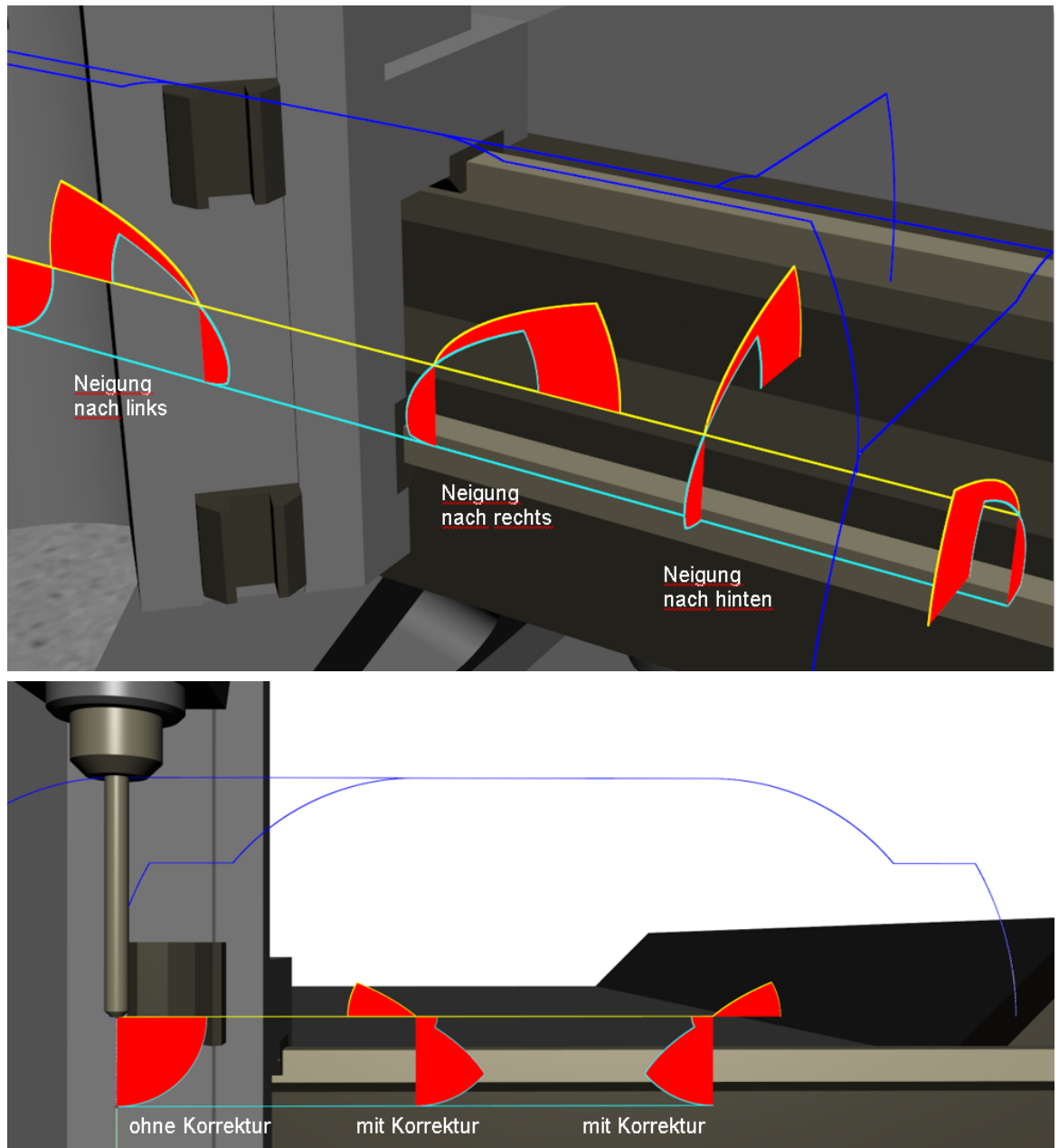
; HD1 geometrischer Werkzeugkopfversatz
N200 V.G.KIN_STEP[1].ID[98].PARAM[0] = 100000
; Neigungswinkel, ab dem konstant gehalten wird
N210 V.G.KIN_STEP[1].ID[98].PARAM[1] = 500000
; max. Neigungswinkel, bis zu welchem der Abstand konstant
; gehalten wird
N210 V.G.KIN_STEP[1].ID[98].PARAM[2] = 700000
; max. Neigungswinkel, ab dem ein Fehler ausgegeben wird
N210 V.G.KIN_STEP[1].ID[98].PARAM[3] = 910000

N220 #TRAFO [ 9, 98]
N240 G01 A90 F10
```

## 12.4.2.2

**Beispiel: Überwachung des Minimalabstand bei verschiedenen Ausrichtungen in der Ebene**

Die Überwachung des Mindestabstands ist hierbei nicht abhängig von der Orientierung in der Ebene (C-Achsorientierung). Dies wird an nachfolgendem Beispiel durch diverse Drehungen in der Ebene mit nachfolgender Werkzeugneigung aufgezeigt.



**Abb. 46: Überwachung Minimalabstand**



### 12.4.3

### Ausgleich reale Werkstückoberfläche

Die Abstandsregelung gleicht Abweichungen der tatsächlichen Werkstückoberfläche von der theoretisch angenommenen Oberfläche aus.

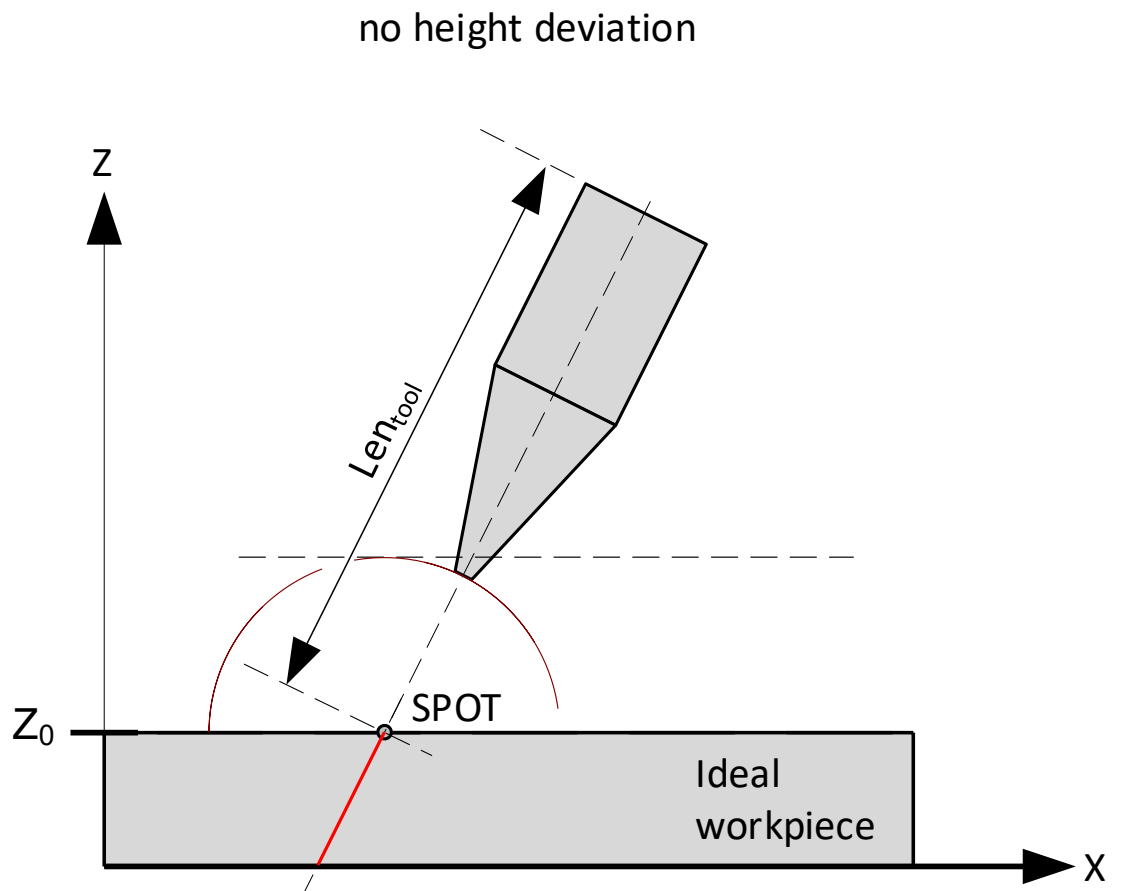


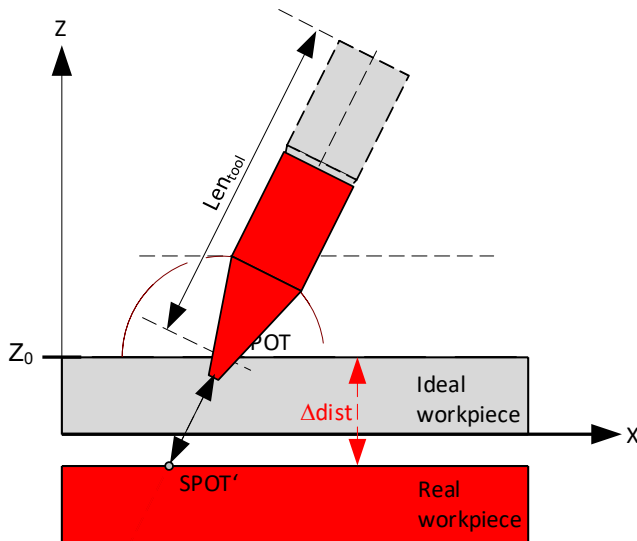
Abb. 47: Ausgleich bei idealer Werkstückoberfläche

Für den Ausgleich bestehen zwei unterschiedliche Möglichkeiten, die je nach Anwendungsfall im NC-Programm bei Aktivierung der Abstandsregelung ausgewählt werden können.

1. In Werkzeugrichtung (Modus = ECS): Die Höhenabweichung wird durch Nachführen des Werkzeugkopfes in Werkzeugrichtung ausgeglichen. Bei dieser Art des Ausgleichs bleibt trotz Höhenversatz die Ausrichtung der Schnittkurve beibehalten, was z.B. bei einer (Rohr-) Durchdringung wesentlich ist.
2. Orthogonal zur Werkzeugoberfläche (Modus = MCS): Die Höhenabweichung wird durch Nachführen des Werkzeugkopfes orthogonal zur Oberfläche ausgeglichen. Bei dieser Art bleibt die Projektion (Draufsicht) der Bearbeitung identisch, d.h. die Form wird nicht verzerrt, sondern nur in der Höhe versetzt.

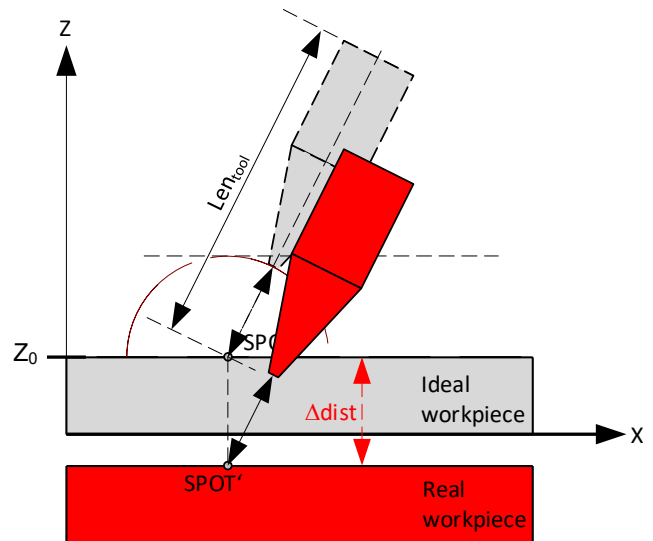
### Werkzeugrichtung

Height compensation  
in tool direction



### Orthogonal zur Werkzeugoberfläche

Height compensation  
in Z-direction



## 12.4.3.1

**Beispiel: Ausgleich in Werkzeugrichtung**

In nachfolgendem Beispiel wird auf die Originalkontur ein statischer Offset durch die 3D-Abstandsregelung aufgebracht, welcher in Werkzeugrichtung ausgeglichen wird. Die aufgenommene Fläche zeigt das Eindringen des Strahls in das Werkstück.

- **Grün** : programmierte Kontur
- **Rot** : Kontur mit Offset

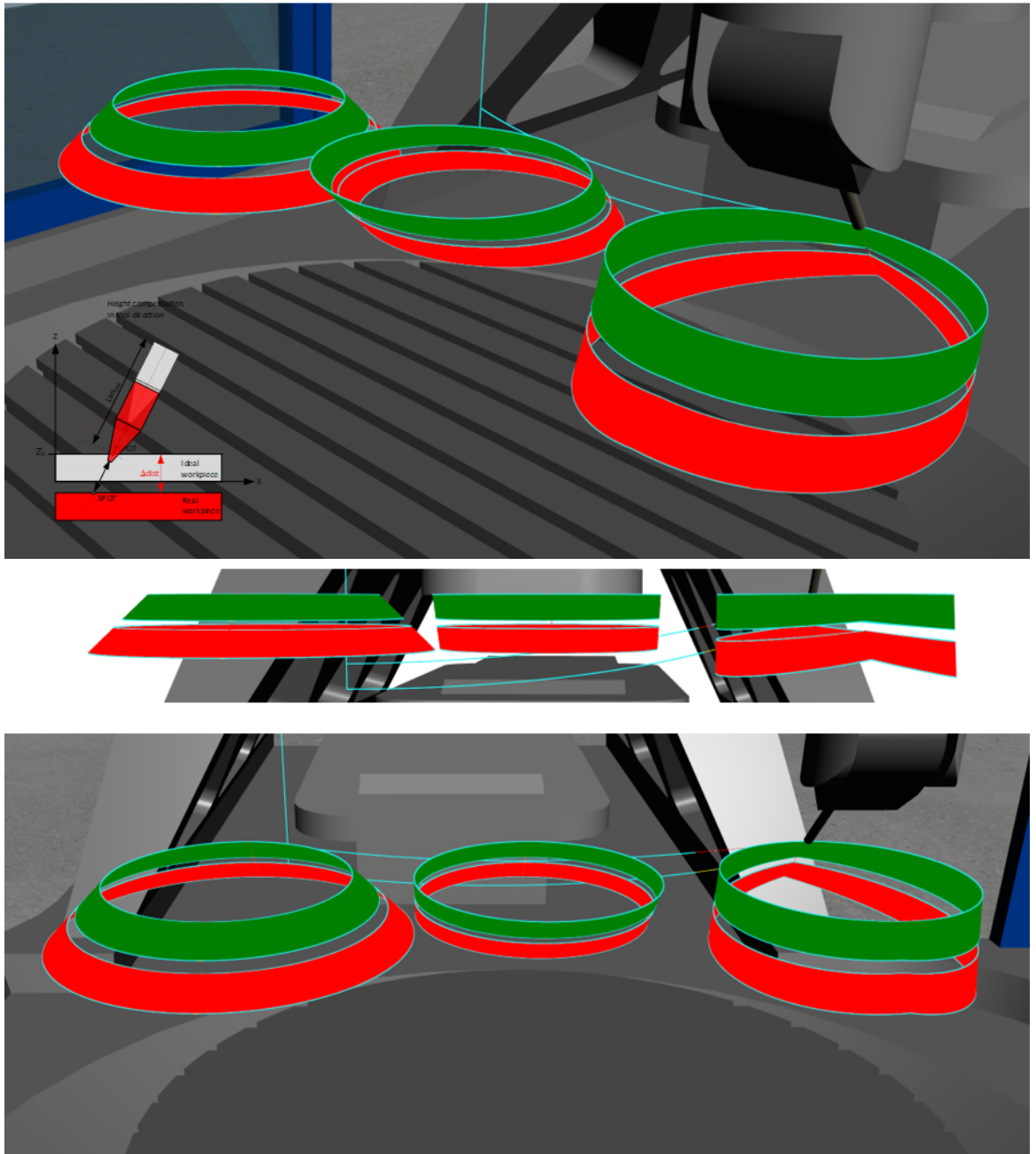


Abb. 48: Ausgleich in Werkzeugrichtung

## 12.4.3.2

**Beispiel: Ausgleich orthogonal zur Oberfläche**

Das Beispiel zeigt den Ausgleich des Höhenoffset orthogonal zur Werkstückoberfläche, d.h. in Z-Richtung.

- **Grün** : programmierte Kontur
- **Rot** : Kontur mit Offset

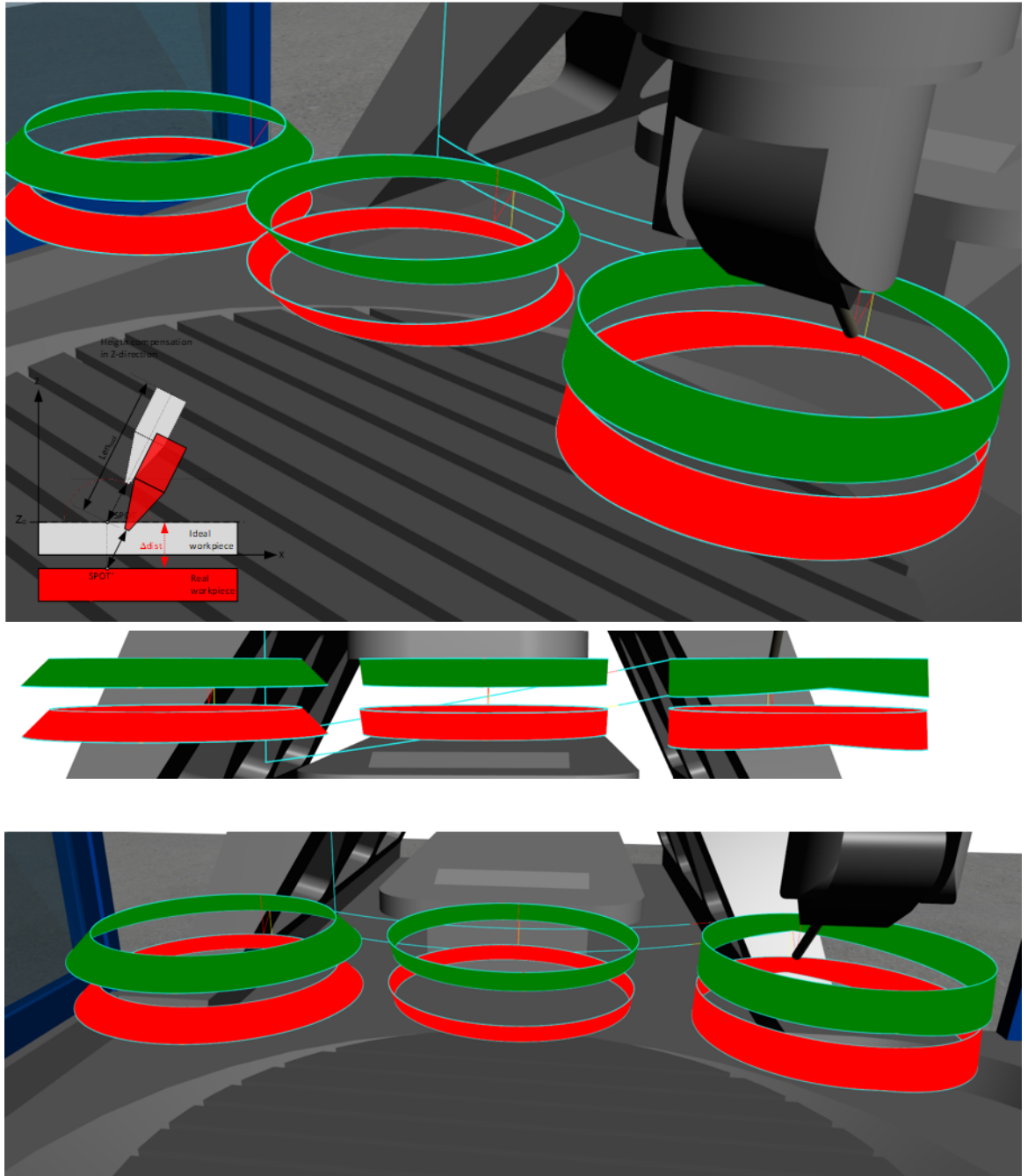


Abb. 49: Ausgleich orthogonal zur Oberfläche

### 12.4.3.3 Beispiel: Roboter

Die Abstandregelung kann mit verschiedenen Kinematiken verwendet werden. (s.a. Kapitel „Einführung“, Kinematik 5 bis 10, Roboter 45, Universal 91, Koppel 210, 96)

Diese Kinematiken ermöglichen eine Orientierung des Werkzeugs.

Nachfolgend wird die Abstandregelung mit einer Roboterkinematik (Kinematik ID 45) verwendet.

In diesem Anwendungsbeispiel wurde das Werkstück um 30° gekippt (PCS-System). Die Ausrichtung/ Programmierung des Werkzeugs wurde über die Roboterkinematik (Kin 45) durchgeführt. Die Sensorabweichung wurde über eine Sinusschwingung simuliert und ein Kreis mit Phasenanstellung des Werkzeugs gefahren. An den Quadrantenübergängen wurde eine kurze Wartezeit eingefügt, um den Effekt der Kompensation besser sehen zu können. Die unterschiedlichen Farben zeigen die verschiedenen Kompensationsausrichtungen.

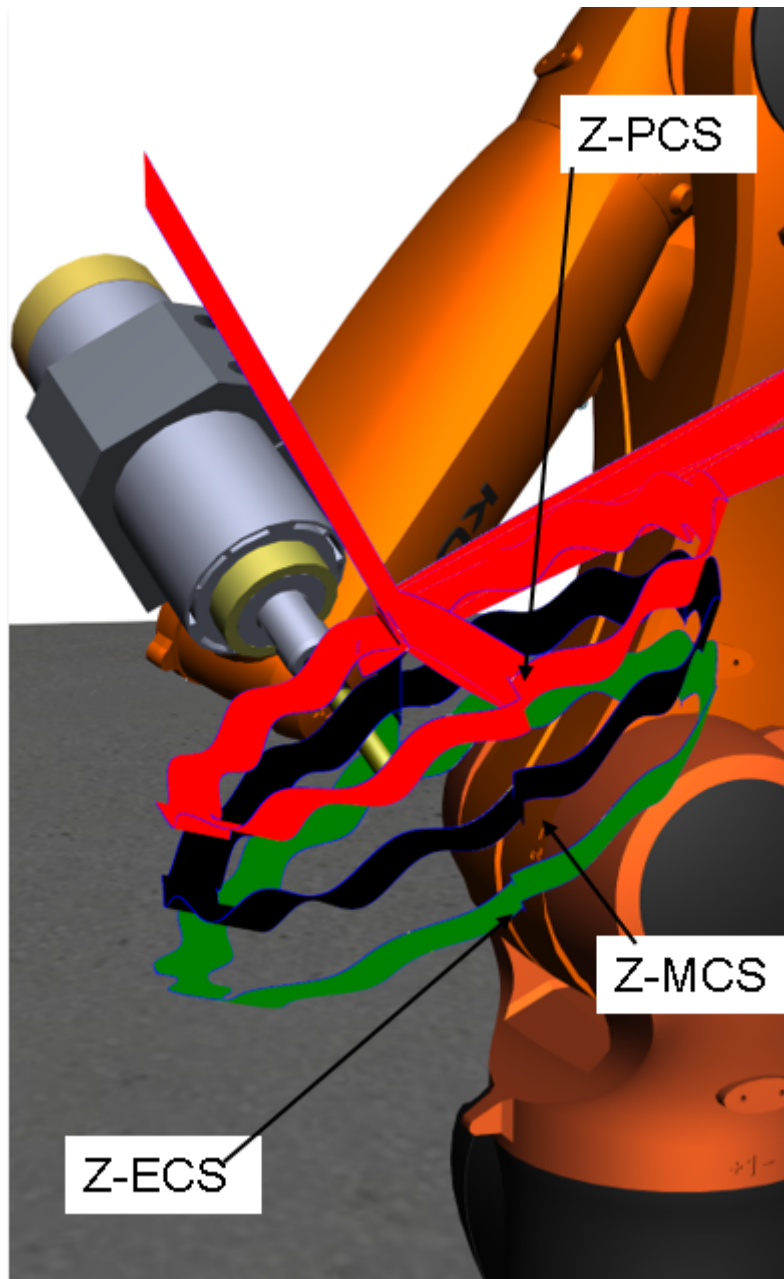


Abb. 50: Roboterbeispiel

## 12.4.4

### Ein-/Ausschalten, Verhalten bei Reset, Programmende

Sind beim Ausschalten der Abstandsregelung noch Offsetwerte vorhanden, so kann festgelegt werden, wie mit diesen verfahren wird:

- Die Werte bleiben als statischer Offset vorhanden. Die nächste Verfahrbewegung beginnt ab dieser geänderten Position.
- Die Offsetwerte werden zunächst auf NULL zurückgefahren. Die nächste Verfahrbewegung beginnt ab der ursprünglichen, nicht veränderten Position. Vor dem Weiterfahren kann gewartet werden, ob die Offsetwerte komplett zurückgenommen wurden (Option = WAIT) oder ob die Offsetwerte beim Weiterfahren „fliegend“ abgebaut werden.

Bei einem Reset der Steuerung wird innerhalb der dynamischen Grenzen angehalten. Der seitherige Offset durch die Abstandsregelung wird beibehalten. D.h. weitere Sensoränderungen werden nicht mehr ausgefahren.

Auch bei Programmende wird, wie bei Reset, der seitherige Offset beibehalten. Weitere Sensoränderungen sind nach Programmende ohne Wirkung.

Beim Ausschalten im NC-Programm über den Befehl #DIST CTRL [OFF ], kann angegeben werden, ob der aktuelle Offset beibehalten (NO\_MOVE) oder auf Null zurückgefahren wird (Standard).



#### Beispiel

#### Ein-/Ausschalten der Abstandsregelung

```

;DistCtrl-OnOff.nc
;----- NO_MOVE
N200 Y40
...
N220 #DIST CTRL WAIT [ON SET_POS=10]
N230 Y60
#TIME 71
N240 #DIST CTRL WAIT [OFF NO_MOVE]
N250 Y70
...
;----- MOVE
N420 #DIST CTRL WAIT [ON SET_POS=10]
N430 Y160
#TIME 71
N440 #DIST CTRL WAIT [OFF]
    
```

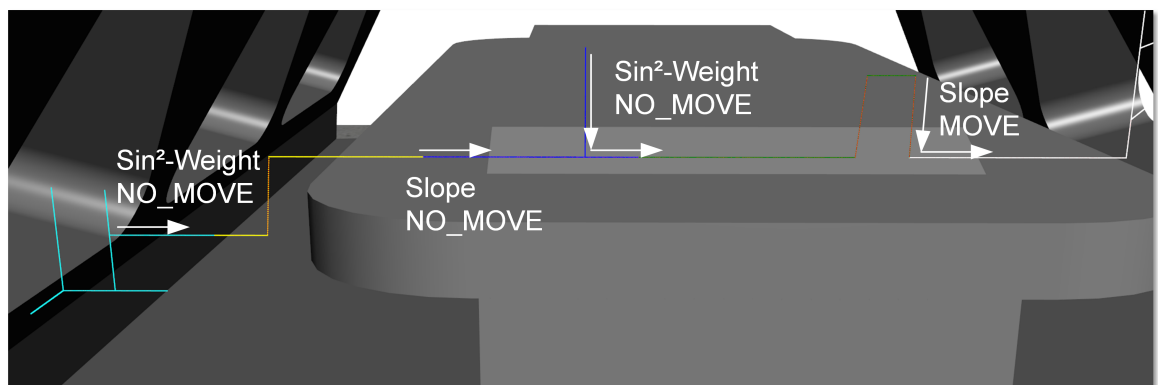


Abb. 51: Unterschiedliche Optionen beim Ausschalten

## 12.4.5 Einschränkungen- Kompatibilität mit anderen Funktionen

Eine Neuinitialisierung der Kanalposition ist nur bei inaktiver 3D-Abstandsregelung möglich. D.h. vor Verwendung von Funktionen, die zu einer Aktualisierung der Kanalposition führen, muss die 3D-Abstandsregelung deaktiviert sein.

Beispiele betroffener Funktionalitäten:

- #CS - Änderung kartesischer Transformation
- #TRAFO – Änderung der kinematischen Transformation
- #CHANNEL INIT - expliziter Positionssynchronisation

Bei Nichtberücksichtigung wird der Fehler ID 51062 ausgegeben und die NC-Programmbearbeitung wird abgebrochen.

## 12.5

### SPS-Schnittstelle (Statusinformationen eines Kanals)

Für die Steuerung der 3D-Abstandsregelung existiert aktuell keine kanalspezifische Control Unit, da die Steuerung derzeit über das NC-Programm erfolgt.

Damit die SPS evtl. den Fokuspunkt anpassen und den Sensor normalisieren kann, werden auf dem HLI (SPS-Schnittstelle) folgende Werte angezeigt:

- Neigungswinkel  $\alpha$  des Werkzeugs
- aktuelle (virtuell verlängerte) Werkzeuglänge, dies bedeutet z.B. der Abstand zwischen Laseraus- und Laserauftrittspunkt

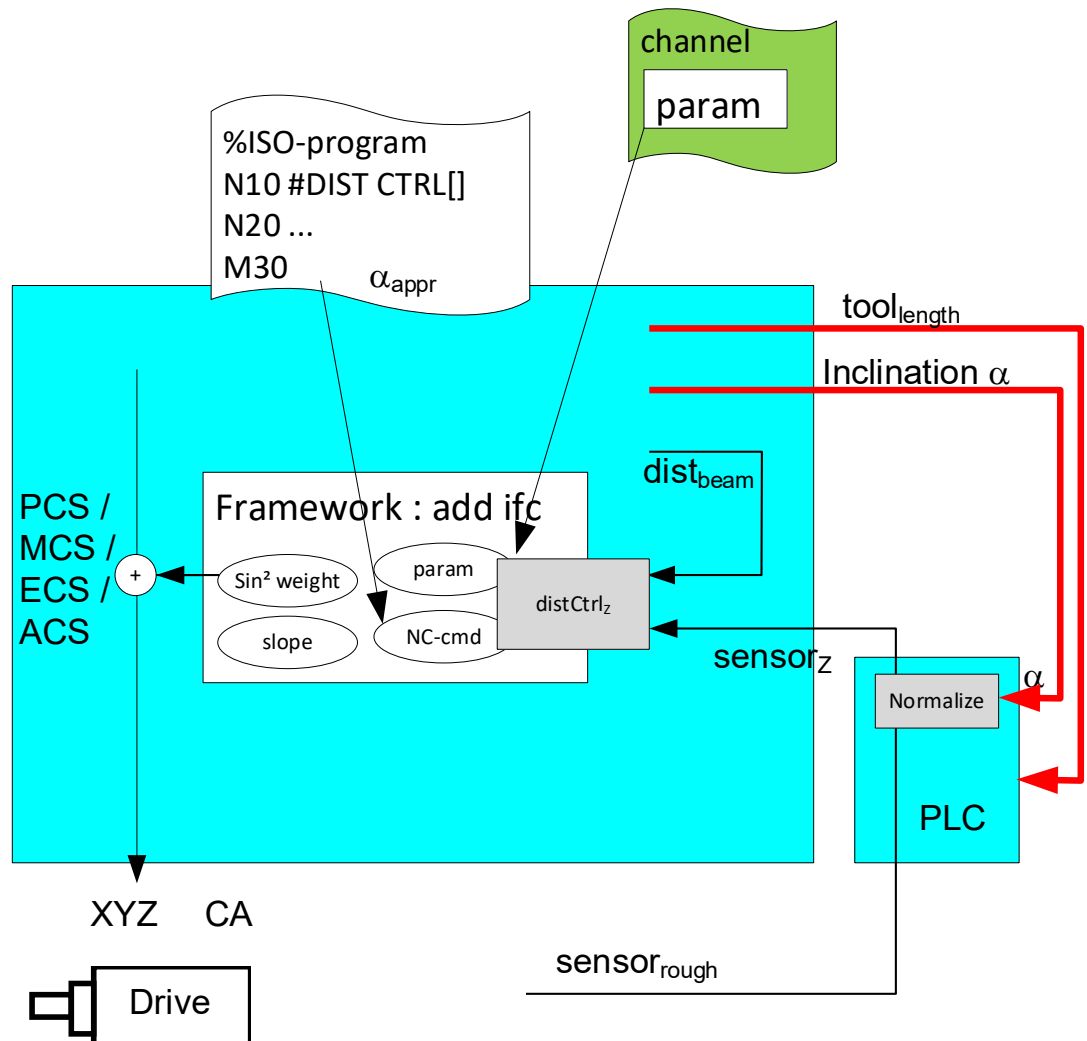


Abb. 52: Anbindung an SPS



<b>Virtuelle Werkzeuglänge</b>	
Beschreibung	Virtuelle Länge des Werkzeugs. Diese Länge beinhaltet die eigentliche Länge des Werkzeugs und die Verlängerung, hervorgerufen durch die Überwachung des Neigungswinkels.
Signalfluss	CNC → PLC
ST-Pfad	gpCh[channel_idx]^bahn_state.virt_tool_length_r
Datentyp	DINT
Einheit	0.1 µm
Zugriff	PLC liest
Besonderheit	Wird zusätzlich zur kinematischen Transformation die Kollisionsvermeidung über die 2. Kinematikstufe 98 aktiviert, so wird die adaptierte Werkzeuglänge (virtuelle Werkzeuglänge) angezeigt. Hierdurch kann eine weitere Annäherung des Werkzeugkopfes an das Werkstück vermieden werden. Diese Länge entspricht dem tatsächlichen Abstand von Laseraustritt zum Laserauftreffpunkt auf das Werkstück.

<b>Werkzeugneigungswinkel</b>	
Beschreibung	Aktueller Neigungswinkel des Werkzeugs.
Signalfluss	CNC → PLC
ST-Pfad	gpCh[channel_idx]^bahn_state.inclination_r
Datentyp	DINT
Einheit	0.0001 °
Zugriff	PLC liest
Besonderheit	Wird zusätzlich zur kinematischen Transformation die Kollisionsvermeidung über die 2. Kinematikstufe 98 aktiviert, so wird der aktuelle Neigungswinkel angezeigt.

## 12.6 CNC-Objekte für 3D-Abstandsregelung

Für die Inbetriebnahme der 3D-Abstandsregelung ist es sinnvoll einige Werte beispielsweise mit Hilfe des ISG-Objektbrowsers aufzuzeichnen.

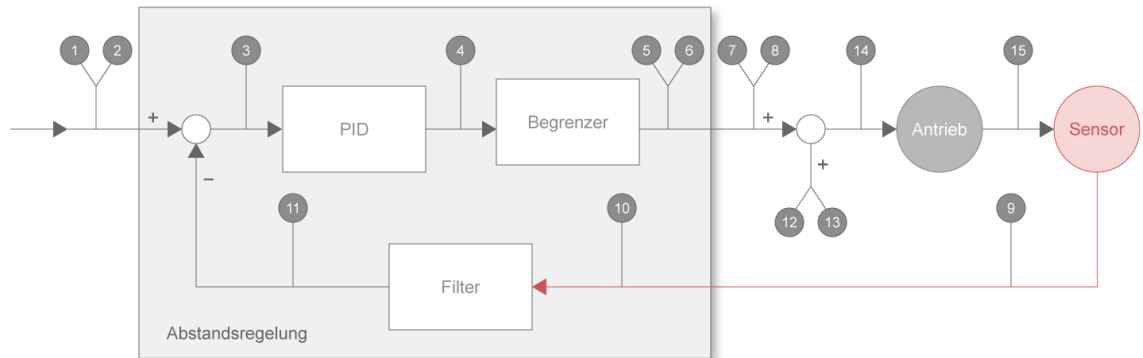


Abb. 53: CNC-Objekte im Lageregelkreis bei 3D-Abstandsregelung

Nummer	Bezeichnung des CNC-Objekts
1	DIST_CTRL[0]::set_pos [ ▶ 116]
2	DIST_CTRL[0]::set_distance [ ▶ 116]
3	DIST_CTRL[0]::target_deviation [ ▶ 120]
4	DIST_CTRL[0]::delta_deviation_pre_limiter [ ▶ 121]
5	DIST_CTRL[0]::m_actual_offset [ ▶ 115]
6	DIST_CTRL_IFC[0]::sloped_delta_deviation [ ▶ 115]
7	DIST_CTRL_IFC[0]::actual_offset [ ▶ 122]
8	DIST_CTRL_IFC[0]::delta_offset [ ▶ 122]
9	DIST_CTRL[0]::sensor_value [ ▶ 121]
10	DIST_CTRL[0]::feedback_value [ ▶ 120]
11	DIST_CTRL[0]::filtered_feedback [ ▶ 120]
12	m_sollw_absolut (Achsspezifisch für alle Achsen)
13	sollw_absolut (Achsspezifisch für alle Achsen)
14	dig cmd pos high_res (Achsspezifisch für alle Achsen)
15	dig act pos (Achsspezifisch für alle Achsen)

### Kanalspezifische Abstandsregelung, auch 3D-Abstandsregelung

Die Anzahl der gleichzeitig im NC-Kanal möglichen 3D-Abstandsregelungen ist auf eine Abstandsregelung begrenzt. Somit ist nur ein Zugriff auf die Objekte mit DSTCTRL[0] möglich.

Verfügbar ab CNC-Version V3.1.3080.12 bzw. V3.1.3107.44

Die nachfolgenden kanalspezifischen CNC-Objekte für die Abstandsregelung sind erst dann verfügbar, wenn diese über Beschreibung [ ▶ 126] konfiguriert ist.

```
configuration.decoder.function FCT_3D_DIST_CTRL
```

<b>Name</b>	DIST_CTRL_IFC[0]::a_max_int		
<b>Beschreibung</b>	Maximale Beschleunigung des linearen Slopes.		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x12130<C <sub>ID</sub> >	<b>Indexoffset</b>	0x3000
<b>Datentyp</b>	REAL64	<b>Länge</b>	8
<b>Attribute</b>	read	<b>Einheit</b>	[0.1 µm/s <sup>2</sup> ]
<b>Anmerkungen</b>			

<b>Name</b>	DIST_CTRL_IFC[0]::sloped_delta_deviation		
<b>Beschreibung</b>	In diesem Takt auszufahrende Abweichung nach Beeinflussung durch den Slope.		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x12130<C <sub>ID</sub> >	<b>Indexoffset</b>	0x3001
<b>Datentyp</b>	SGN64	<b>Länge</b>	8
<b>Attribute</b>	read	<b>Einheit</b>	[0.01 nm]
<b>Anmerkungen</b>			

<b>Name</b>	DIST_CTRL[0]::m_actual_offset		
<b>Beschreibung</b>	Aktuell von der Abstandsregelung vorgegebener Offset zur interpolierten Sollposition des Antriebs.		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x12130<C <sub>ID</sub> >	<b>Indexoffset</b>	0x3100
<b>Datentyp</b>	SGN64	<b>Länge</b>	8
<b>Attribute</b>	read	<b>Einheit</b>	[0.01 nm]
<b>Anmerkungen</b>			

<b>Name</b>	DIST_CTRL[0]::v_max_int		
<b>Beschreibung</b>	Maximal zulässige Geschwindigkeit.		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x12130<C <sub>ID</sub> >	<b>Indexoffset</b>	0x3102
<b>Datentyp</b>	REAL64	<b>Länge</b>	8
<b>Attribute</b>	read	<b>Einheit</b>	[0.1 µm/s]
<b>Anmerkungen</b>			

<b>Name</b>	DIST_CTRL[0]::set_distance		
<b>Beschreibung</b>	Eingestellter Sollabstand des Werkzeugs zur Oberfläche.		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x12130<C <sub>ID</sub> >	<b>Indexoffset</b>	0x3103
<b>Datentyp</b>	SGN64	<b>Länge</b>	8
<b>Attribute</b>	read	<b>Einheit</b>	[0.01 nm]
<b>Anmerkungen</b>	Nur Wirksam im Modus „SET_DIST“		

<b>Name</b>	DIST_CTRL[0]::set_pos		
<b>Beschreibung</b>	Eingestellte Sollvorgabe der Werkstückoberfläche.		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x12130<C <sub>ID</sub> >	<b>Indexoffset</b>	0x3104
<b>Datentyp</b>	SGN64	<b>Länge</b>	8
<b>Attribute</b>	read	<b>Einheit</b>	[0.01 nm]
<b>Anmerkungen</b>	Nur Wirksam im Modus „SET_POS“		

<b>Name</b>	DIST_CTRL[0]::state		
<b>Beschreibung</b>	Aktuelle interner Status der 3D-Abstandsregelung. 0: IDLE 2: ACTIVE 3: FREEZE 4: OFF 5: OFF_NO_MOVE 6-12: ERROR 15: DRYRUN		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x12130<C <sub>ID</sub> >	<b>Indexoffset</b>	0x<3105
<b>Datentyp</b>	UNS32	<b>Länge</b>	4
<b>Attribute</b>	read	<b>Einheit</b>	[-]
<b>Anmerkungen</b>			

<b>Name</b>	DIST_CTRL[0]::kp		
<b>Beschreibung</b>	<p>Gewichten des Ausgabewertes der Abstandsregelung. Die Parametrierung kann analog zu P-CHAN-00821 [► 133] durchgeführt werden. Der Wertebereich ist auf <math>0.0 &lt; KP \leq 2.0</math> beschränkt. Bei KP-Werten kleiner 1.0 wird die Dynamik der Abstandsregelung reduziert, bei KP-Werten größer als 1.0 wird die Dynamik erhöht.</p> <p>Durch einen KP-Faktor kleiner 1 kann ein mögliches Überschwingen der Abstandsregelung reduziert und bei kleinen Abstandsfehlern die Regelung beruhigt werden. [ab V2.11.2809.06 bzw. V3.1.3079.06]</p>		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x12130<C <sub>ID</sub> >	<b>Indexoffset</b>	0x3106
<b>Datentyp</b>	REAL64	<b>Länge</b>	8
<b>Attribute</b>	read/ write	<b>Einheit</b>	[-]
<b>Anmerkungen</b>	<p>Die neuen Werte werden aus Sicherheitsgründen nur bei den folgenden Transitionen wirksam:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Vom Zustand INACTIVE nach ACTIVE</li> <li>Vom Zustand FREEZE nach ACTIVE</li> </ol>		

<b>Name</b>	DIST_CTRL[0]::i_tn		
<b>Beschreibung</b>	<p>Nachstellzeit des Integral-Anteils des PID-Reglers in [s]. Die Nachstellzeit gibt an, nach welcher Zeit der P- und I-Anteil der Stellgröße gleich groß sind. Die Parametrierung kann analog zu P-CHAN-00822 [► 133] durchgeführt werden. Der Wertebereich ist auf <math>0.0 \leq I\_TN \leq 50.0</math> beschränkt. Eine große Nachstellzeit führt zu einer robusteren Regelung. Je kleiner die Nachstellzeit, desto stärker der I-Anteil und desto schneller die Regelung. Eine kleine Nachstellzeit regt Überschwingen stärker an. [ab V2.11.2809.06 bzw. V3.1.3079.06]</p>		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x12130<C <sub>ID</sub> >	<b>Indexoffset</b>	0x3107
<b>Datentyp</b>	REAL64	<b>Länge</b>	8
<b>Attribute</b>	read/ write	<b>Einheit</b>	[s]
<b>Anmerkungen</b>	<p>Die neuen Werte werden aus Sicherheitsgründen nur bei den folgenden Transitionen wirksam:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Vom Zustand INACTIVE nach ACTIVE</li> <li>Vom Zustand FREEZE nach ACTIVE</li> </ol>		

<b>Name</b>	DIST_CTRL[0]::d_tv		
<b>Beschreibung</b>	Vorhaltezeit des Differential-Anteils des PID-Reglers in [s]. Die Vorhaltezeit gibt an, nach welcher Zeit der P- und D-Anteil der Stellgröße gleich groß sind. Die Parametrierung kann analog zu P-CHAN-00823 [► 134] durchgeführt werden. Der Wertebereich ist auf $0.0 \leq D\_TV \leq 2.0$ beschränkt. Je größer die Vorhaltezeit, desto stärker der D-Anteil. [ab V2.11.2809.06 bzw. V3.1.3079.06]		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x12130<C <sub>ID</sub> >	<b>Indexoffset</b>	0x3108
<b>Datentyp</b>	REAL64	<b>Länge</b>	8
<b>Attribute</b>	read/ write	<b>Einheit</b>	[s]
<b>Anmerkungen</b>	Die neuen Werte werden aus Sicherheitsgründen nur bei den folgenden Transitionen wirksam: 1. Vom Zustand INACTIVE nach ACTIVE 2. Vom Zustand FREEZE nach ACTIVE		

<b>Name</b>	DIST_CTRL[0]::smoothing_fact		
<b>Beschreibung</b>	Aktuell eingestellter Glättungsfaktor des exponentiellen Mittelwertfilters analog zu P-CHAN-00827. Gibt die Gewichtung des aktuellen Messwertes an.		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x12130<C <sub>ID</sub> >	<b>Indexoffset</b>	0x3109
<b>Datentyp</b>	REAL64	<b>Länge</b>	8
<b>Attribute</b>	read	<b>Einheit</b>	[-]
<b>Anmerkungen</b>			

<b>Name</b>	DIST_CTRL[0]::kalman_sigma		
<b>Beschreibung</b>	Aktuell eingestellte Unsicherheit der aufgenommenen Messwerte analog zu P-CHAN-00826 [► 135]. [ab V3.1.3079.23]		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x12130<C <sub>ID</sub> >	<b>Indexoffset</b>	0x310A
<b>Datentyp</b>	REAL64	<b>Länge</b>	8
<b>Attribute</b>	read	<b>Einheit</b>	[-]
<b>Anmerkungen</b>			

<b>Name</b>	DIST_CTRL[0]::n_cycles		
<b>Beschreibung</b>	Aktuell eingestellte Anzahl der Messwerte, die für die Filterung verwendet werden analog zu P-CHAN-00800 [► 126]. [ab V3.1.3079.23]		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x12130<C <sub>ID</sub> >	<b>Indexoffset</b>	0x310B
<b>Datentyp</b>	SGN32	<b>Länge</b>	4
<b>Attribute</b>	read	<b>Einheit</b>	[-]
<b>Anmerkungen</b>			

<b>Name</b>	DIST_CTRL[0]::skip_dist_ctrl		
<b>Beschreibung</b>	Nicht verwendet- in Vorbereitung		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x12130<C <sub>ID</sub> >	<b>Indexoffset</b>	0x310C
<b>Datentyp</b>	BOOLEAN	<b>Länge</b>	1
<b>Attribute</b>	read	<b>Einheit</b>	[-]
<b>Anmerkungen</b>			

<b>Name</b>	DIST_CTRL[0]::filter_type		
<b>Beschreibung</b>	Aktiver Filtertyp zur Glättung der Sensorwerte. Filtertypen für die Glättung der Sensorwerte siehe P-CHAN-00825 [► 135].		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x12130<C <sub>ID</sub> >	<b>Indexoffset</b>	0x310D
<b>Datentyp</b>	STRING	<b>Länge</b>	30
<b>Attribute</b>	read	<b>Einheit</b>	[-]
<b>Anmerkungen</b>			

<b>Name</b>	DIST_CTRL[0]::max_dist_change		
<b>Beschreibung</b>	Maximale Änderung der Sensorwerte pro Takt. Wird für den Filter „Kalman_DYN“ benötigt.		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x12130<C <sub>ID</sub> >	<b>Indexoffset</b>	0x310E
<b>Datentyp</b>	REAL64	<b>Länge</b>	8
<b>Attribute</b>	read	<b>Einheit</b>	[0.1 µm]
<b>Anmerkungen</b>	Filter ist noch nicht verfügbar.		

<b>Name</b>	DIST_CTRL[0]::filtered_feedback		
<b>Beschreibung</b>	Gefilterte Rückführgröße.		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x12130<C <sub>ID</sub> >	<b>Indexoffset</b>	0x310F
<b>Datentyp</b>	SGN64	<b>Länge</b>	8
<b>Attribute</b>	read	<b>Einheit</b>	[0.01 nm]
<b>Anmerkungen</b>			

<b>Name</b>	DIST_CTRL[0]::feedback_value		
<b>Beschreibung</b>	Berechnete Rückführgröße der Abstandsregelung: Modus SET_DIST: Gemessener Istabstand zwischen der interpolierten Sollposition des Antriebs und der Oberfläche. Modus SET_DIST (use_both_encoder) und SET_POS: Gemessene Position der realen Oberfläche im ausgewählten Koordinatensystem		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x12130<C <sub>ID</sub> >	<b>Indexoffset</b>	0x3110
<b>Datentyp</b>	SGN64	<b>Länge</b>	8
<b>Attribute</b>	read	<b>Einheit</b>	[0.01 nm]
<b>Anmerkungen</b>			

<b>Name</b>	DIST_CTRL[0]::target_deviation		
<b>Beschreibung</b>	Modus SET_DIST: Aktuelle Differenz zwischen interpolierter Sollposition des Antriebs und eingestelltem Sollabstand zur Oberfläche. Modus SET_POS: Aktuelle Differenz zwischen der gemessenen realen Oberfläche und vorgegebener Solloberfläche		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x12130<C <sub>ID</sub> >	<b>Indexoffset</b>	0x3111
<b>Datentyp</b>	SGN64	<b>Länge</b>	8
<b>Attribute</b>	read	<b>Einheit</b>	[0.01 nm]
<b>Anmerkungen</b>	In diesen Wert fließen gefilterte Sensorwerte ein.		



<b>Name</b>	DIST_CTRL[0]::delta_deviation_pre_limiter		
<b>Beschreibung</b>	In diesem Takt auszufahrender Abstand vor der Beeinflussung durch den Begrenzer. Beeinflusst durch PID-Regler.		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x12130<C <sub>ID</sub> >	<b>Indexoffset</b>	0x3112
<b>Datentyp</b>	SGN64	<b>Länge</b>	8
<b>Attribute</b>	read	<b>Einheit</b>	[0.01 nm]
<b>Anmerkungen</b>	<p>SET_DIST: Für kp=1 ist dies der verbleibende Abstand zwischen Istposition des Werkzeugs und dem eingestellten Sollabstand zur Oberfläche.</p> <p>SET_POS: Für kp=1 ist dies der verbleibende auszufahrende Abstand, um die Differenz zwischen Istposition des Werkzeugs und der realen Oberfläche auszugleichen.</p>		

<b>Name</b>	DIST_CTRL[0]::sensor_value		
<b>Beschreibung</b>	Rückgabewert des Sensors.		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x12130<C <sub>ID</sub> >	<b>Indexoffset</b>	0x3113
<b>Datentyp</b>	SGN64	<b>Länge</b>	8
<b>Attribute</b>	read	<b>Einheit</b>	[0.01 nm]
<b>Anmerkungen</b>			

<b>Name</b>	DIST_CTRL_PARAM[0]::v_max		
<b>Beschreibung</b>	Durch P-CHAN-00802 [▶ 127] eingestellte maximale Geschwindigkeit mit der ein Positionsoffset ausgefahren wird.		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x12130<C <sub>ID</sub> >	<b>Indexoffset</b>	0x3500
<b>Datentyp</b>	SGN32	<b>Länge</b>	4
<b>Attribute</b>	read/ write	<b>Einheit</b>	[µm/s]
<b>Anmerkungen</b>	<p>Die neuen Werte werden aus Sicherheitsgründen nur bei den folgenden Transitionen wirksam:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Vom Zustand INACTIVE nach ACTIVE</li> <li>Vom Zustand FREEZE nach ACTIVE</li> </ol>		

<b>Name</b>	DIST_CTRL_PARAM[0]::a_max		
<b>Beschreibung</b>	Durch P-CHAN-00803 [▶ 127] eingestellte maximale Beschleunigung mit der ein Positions- offset ausgefahren wird.		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x12130<C <sub>ID</sub> >	<b>Indexoffset</b>	0x3501
<b>Datentyp</b>	SGN32	<b>Länge</b>	4
<b>Attribute</b>	read/ write	<b>Einheit</b>	[mm/s <sup>2</sup> ]
<b>Anmerkungen</b>	Die neuen Werte werden aus Sicherheitsgründen nur bei den folgenden Transitionen wirk- sam: 1. Vom Zustand INACTIVE nach ACTIVE 2. Vom Zustand FREEZE nach ACTIVE		

<b>Name</b>	DIST_CTRL_IFC[0]::actual_offset		
<b>Beschreibung</b>	Aktuell von der Abstandsregelung an den Antrieb ausgegebener Offset zur interpolierten Sollposition des Antriebs.		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x12130<C <sub>ID</sub> >	<b>Indexoffset</b>	0x3900
<b>Datentyp</b>	SGN32	<b>Länge</b>	4
<b>Attribute</b>	read	<b>Einheit</b>	[Incr.]
<b>Anmerkungen</b>			

<b>Name</b>	DIST_CTRL_IFC[0]::delta_offset		
<b>Beschreibung</b>	Aktuell an den Antrieb ausgegebenes Delta, welches in diesem Takt auszufahren ist.		
<b>Task</b>	GEO (Port 551)		
<b>Indexgruppe</b>	0x12130<C <sub>ID</sub> >	<b>Indexoffset</b>	0x3901
<b>Datentyp</b>	SGN32	<b>Länge</b>	4
<b>Attribute</b>	read	<b>Einheit</b>	[Incr.]
<b>Anmerkungen</b>			

## 12.7 Fehlermeldungen

Bei der kanalspezifischen Abstandsregelung können grundsätzlich die gleichen Fehler-  
meldungen, wie bei der achsspezifischen Regelung auftreten. Diese sind:

Fehler ID	Fehlertext
ID 70329 / ID 310018	Istwertsprung des Sensorsignales größer als Grenzwert
ID 70330 / ID 310019	Sensor ganz ausgefahren
ID 70331 / ID 310017	Tastabweichung zu groß
ID 70332 / ID 310021	Abstandsregelung bei Programmende noch aktiv
ID 70333 / ID 310022	Abstandsregelung für Achse aktiv, die abgegeben werden soll
ID 70334 / ID 310023	Bei erneuter Anwahl Abwahl der Abstandsregelung noch nicht fertig
ID 70335 / ID 310026	Anwahl Abstandsregelung ohne programmierte Position
ID 70336 / ID 310015	Funktionalität steht nicht zur Verfügung
ID 310027	Abstandsregelung ohne gültige Sensorvariable eingeschalten
ID 310028	Wechsel der Sensorquelle bei aktiver Abstandsregelung

Bei der kanalspezifische Abstandsregelung können zusätzlich folgende Fehler auftreten.

Fehler ID	Fehlertext
ID 51061	Abstandsregelung wurde nicht konfiguriert.
ID 51062	Initialisierung der Achspositionen bei aktiver Abstandsregelung nicht erlaubt.
ID 51064	Modusanwahl nur bei inaktiver 3D-Abstandsregelung erlaubt.



### Hinweis

Bei Programmierung des NC-Befehls `#DIST CTRL []` ohne Freischaltung der Funktionalität 3D-Abstandsregelung wird der Fehler ID 20209 (Unbekannter NC-Befehl) ausgegeben.

## 12.8 Parameter

### 12.8.1 Übersicht

ID	Parameter	Beschreibung
<b>P-CHAN-00500</b>	configuration.decoder.function	Funktionsfreischaltung Dekoder
<b>P-CHAN-00801</b>	dist_ctrl[i].max_deviation	Maximal zulässiger Korrekturwert [0.1 µm]
<b>P-CHAN-00802</b>	dist_ctrl[i].v_max	Maximal zulässige Geschwindigkeit für die Abstandsregelung [µm/s]
<b>P-CHAN-00803</b>	dist_ctrl[i].a_max	Maximal zulässige Beschleunigung für die Abstandsregelung [mm/s <sup>2</sup> ]
<b>P-CHAN-00804</b>	dist_ctrl[i].max_act_value_change	Maximal zulässiger Sprung des Abtastsignals innerhalb eines Taktes [0.1 µm/Takt]
<b>P-CHAN-00805</b>	dist_ctrl[i].ref_offset	Offset zum Referenzpunkt
<b>P-CHAN-00806</b>	dist_ctrl[i].max_pos	Obere Grenze des Sensors
<b>P-CHAN-00807</b>	dist_ctrl[i].min_pos	Untere Grenze des Sensors
<b>P-CHAN-00808</b>	dist_ctrl[i].tolerance	Toleranzband
<b>P-CHAN-00810</b>	dist_ctrl[i].mode_dist_use_both_encoder	Option Abstandssensor und Motorgeber
<b>P-CHAN-00811</b>	dist_ctrl[i].use_adaptive_acceleration	Option Gewichtung der Beschleunigung in Abhängigkeit des Abstandsfehlers
<b>P-CHAN-00812</b>	dist_ctrl[i].a_min	
<b>P-CHAN-00803</b>	dist_ctrl[i].a_max	
<b>P-CHAN-00813</b>	dist_ctrl[i].dist_error_a_min	
<b>P-CHAN-00814</b>	dist_ctrl[i].dist_error_a_max	
<b>P-CHAN-00819</b>	dist_ctrl[i].v_weight_down	Option Dynamikgewichtung der Senkbewegung
<b>P-CHAN-00820</b>	dist_ctrl[i].a_weight_down	

<b>P-CHAN-00821</b>	dist_ctrl[i].kp	Gewichten der Ausgabewerte der Abstandregelung
<b>P-CHAN-00822</b>	dist_ctrl[i].i_tn	Nachstellzeit des Integral-Anteils des PID-Reglers
<b>P-CHAN-00823</b>	dist_ctrl[i].d_tv	Vorhaltezeit des Differential-Anteils des PID-Reglers
<b>P-CHAN-00825</b>	dist_ctrl[i].filter_type	Glättung der Sensordaten
<b>P-CHAN-00816</b>	dist_ctrl[i].low_pass_filter_order	
<b>P-CHAN-00817</b>	dist_ctrl[i].low_pass_filter_fg_f0	
<b>P-CHAN-00800</b>	dist_ctrl[i].n_cycles	
<b>P-CHAN-00826</b>	dist_ctrl[i].kalman_sigma	
<b>P-CHAN-00827</b>	dist_ctrl[i].smoothing_factor	Glättungsfaktor

Die Anzahl der gleichzeitig im NC-Kanal möglichen 3D-Abstandsregelungen ist auf eine Abstandsregelung begrenzt. Somit kann i nur den Wert 0 haben.

## 12.8.2 Beschreibung

### Kanalparameter

<b>P-CHAN-00500</b>	<b>Festlegung der Funktionalitäten für den Decoder</b>
Beschreibung	Der Parameter legt einzelne Funktionalitäten für die Decodierung fest. Hierdurch können einzelne Funktionen zum Test deaktiviert oder auch aus Performancegründen ausgeschaltet werden.
Parameter	configuration.decoder.function
Datentyp	STRING
Datenbereich	FCT_USE_CACHED_FILES: Freischaltung File Caching FCT_VOL_COMP_COMPUTATION: Berechnungen zur Maschinenkalibrierung FCT_3D_DIST_CTRL: Freischaltung 3D-Abstandsregelung (ab V3.1.3080.12 bzw. V3.1.3107.44) -: Keine Funktionalitäten festgelegt.
Dimension	----
Standardwert	*
Anmerkungen	Parameter ist ab folgenden Versionen verfügbar V2.11.2040.04 ; V2.11.2810.02 ; V3.1.3079.17 ; V3.1.3107.10 Parametrierbeispiel: Laden von maximal 4 Dateien mit jeweils maximal 4096 Bytes. <i>configuration.decoder.function FCT_USE_CACHED_FILES</i> <i>configuration.decoder.max_cache_number 4</i> <i>configuration.decoder.max_cache_size 4096</i> * Hinweis: Der Standardwert der Variablen ist ein Leerstring. Über P-CHAN-00507 und P-CHAN-00508 besteht die Möglichkeit, abhängig vom Bearbeitungsmodus, Funktionen festzulegen.

<b>P-CHAN-00800</b>	<b>Filterung der Geberwerte</b>
Beschreibung	Die Geberwerte sind unter Umständen verrauscht. Um die Anregung der Maschine niedrig zu halten, können die Sollwerte zur Abstandsregelung über einen Filter geglättet werden. Der Parameter gibt die Anzahl der Werte an, über die gefiltert wird.
Parameter	dist_ctrl[i].n_cycles (mit i=0)
Datentyp	SGN32
Datenbereich	$0 \leq n\_cycles < 100$
Dimension	[-]
Standardwert	4
Anmerkungen	Verfügbar ab V3.1.3080.12 bzw. V3.1.3107.44

<b>P-CHAN-00801</b>	<b>Maximaler Positionsoffset</b>
Beschreibung	<p>Der Korrekturwert, der über die Abstandsregelung berechnet wurde, darf dieses Maschinen-datum nicht überschreiten.</p> <p>Wird dieser Wert überschritten, wird eine Fehlermeldung ausgegeben. Der Korrekturwert wird begrenzt.</p>
Parameter	dist_ctrl[i].max_deviation (mit i=0)
Datentyp	SGN32
Datenbereich	$0 \leq \text{max\_deviation} < \text{MAX}(\text{SGN32})$
Dimension	[ $0.1 \cdot 10^{-3}$ mm bzw. $\emptyset$ ]
Standardwert	50000
Anmerkungen	Verfügbar ab V3.1.3080.12 bzw. V3.1.3107.44

<b>P-CHAN-00802</b>	<b>Maximale Geschwindigkeit</b>
Beschreibung	<p>Der Parameter definiert die maximale Geschwindigkeit, mit der ein Positionsoffset ausgefah-ren wird.</p> <p>Die Korrektur des Abstandes wird dynamisch bzgl. der maximalen Geschwindigkeit begrenzt, um die resultierende Anregung zu begrenzen.</p>
Parameter	dist_ctrl[i].v_max (mit i=0)
Datentyp	SGN32
Datenbereich	$0 \leq v\_max < \text{MAX}(\text{SGN32})$
Dimension	[ $1 \mu\text{m/s}$ bzw. $0.001^\circ/\text{s}$ ]
Standardwert	5000
Anmerkungen	Verfügbar ab V3.1.3080.12 bzw. V3.1.3107.44

<b>P-CHAN-00803</b>	<b>Maximale Beschleunigung</b>
Beschreibung	<p>Der Parameter definiert die maximale Beschleunigung, mit der ein Positionsoffset ausgefah-ren wird. Die Korrektur des Abstandes wird dynamisch bzgl. der maximalen Beschleunigung begrenzt, um die resultierende Anregung zu begrenzen.</p> <p>Dieser Parameter muss zwingend belegt werden. Ist dies nicht der Fall, wird der Fehler ID 315001 ausgegeben.</p>
Parameter	dist_ctrl[i].a_max (mit i=0)
Datentyp	SGN32
Datenbereich	$0 < a\_max < \text{MAX}(\text{SGN32})$
Dimension	[ $\text{mm/s}^2$ bzw. $^\circ/\text{s}^2$ ]
Standardwert	0
Anmerkungen	Verfügbar ab V3.1.3080.12 bzw. V3.1.3107.44

<b>P-CHAN-00804</b>	<b>Maximal zulässige Änderungsgeschwindigkeit des gemessenen Abstandes</b>
Beschreibung	Der Parameter definiert die maximal zulässige Änderungsgeschwindigkeit des gemessenen Abstandes. Nach Einschalten der Abstandsregelung werden die Istwerte des Sensors bzgl. ihrer Änderungsgeschwindigkeit überwacht. Bei Überschreiten der maximal zulässigen Änderungsgeschwindigkeit wird die Fehlermeldung ID 310018 oder ID 70329 ausgegeben. Dadurch können Probleme bei der Istwerterfassung detektiert werden.
Parameter	dist_ctrl[i].max_act_value_change (mit i=0)
Datentyp	SGN32
Datenbereich	0 <= max_act_value_change < MAX(SGN32)
Dimension	[1µm/s bzw. 0.001°/s]
Standardwert	5000
Anmerkungen	Verfügbar ab V3.1.3080.12 bzw. V3.1.3107.44

<b>P-CHAN-00805</b>	<b>Referenzpunktoffset für Messsystem</b>
Beschreibung	Der Wertebereich des Sensor-Messsystems kann über dieses Maschinendatum um einen Offset verschoben werden. Dies ist z.B. bei Absolutgebern notwendig, um den Referenzpunkt festzulegen d.h. die Sensorposition, die sich einstellt, falls die Spindel die ideale Werkstückoberfläche berührt.
Parameter	dist_ctrl[i].ref_offset (mit i=0)
Datentyp	SGN32
Datenbereich	MIN(SGN32) <=ref_offset < MAX(SGN32)
Dimension	[0.1 10 <sup>-3</sup> mm bzw. ø]
Standardwert	0
Anmerkungen	Verfügbar ab V3.1.3080.12 bzw. V3.1.3107.44

<b>P-CHAN-00806</b>	<b>Obere Grenze für Messsystem</b>
Beschreibung	Der Parameter definiert die obere Grenze des Sensorgebers. Wird diese bei aktiver Abstandsregelung überschritten, wird eine Fehlermeldung ausgegeben.
Parameter	dist_ctrl[i].max_pos (mit i=0)
Datentyp	SGN32
Datenbereich	0 <= max_pos < MAX(SGN32)
Dimension	[0.1 10 <sup>-3</sup> mm bzw. ø]
Standardwert	50000
Anmerkungen	Verfügbar ab V3.1.3080.12 bzw. V3.1.3107.44



<b>P-CHAN-00807</b>	<b>Untere Grenze für Messsystem</b>
Beschreibung	Der Parameter definiert die untere Grenze des Sensorgebers. Wird diese bei aktiver Abstandsregelung überschritten, wird eine Fehlermeldung ausgegeben.
Parameter	dist_ctrl[i].min_pos (mit i=0)
Datentyp	SGN32
Datenbereich	0 <= min_pos < MAX(SGN32)
Dimension	[0.1 10 <sup>-3</sup> mm bzw. ø]
Standardwert	-50000
Anmerkungen	Verfügbar ab V3.1.3080.12 bzw. V3.1.3107.44

<b>P-CHAN-00808</b>	<b>Toleranzband für Grenzwerte</b>
Beschreibung	<p>Mit diesem Parameter wird ein Mindestabstand zur minimalen und maximalen Sensorposition festgelegt.</p> <p>Wird der gültige Abstand verlassen, so gibt die CNC die Fehlermeldungen ID 310019 oder ID 310020 (bzw. ID 70330 oder ID 70576 aus. Falls das Toleranzband mit null angegeben wird wirken die Begrenzungen der minimalen und maximalen Sensorposition aus den Parameter P-CHAN-00806 [▶ 128] und P-CHAN-00807 [▶ 129] direkt.</p>
Parameter	dist_ctrl[i].tolerance (mit i=0)
Datentyp	SGN32
Datenbereich	0 <= P-CHAN-00808 < MAX(SGN32)
Dimension	[0.1 10 <sup>-3</sup> mm bzw. ø]
Standardwert	0
Anmerkungen	Verfügbar ab V3.1.3080.12 bzw. V3.1.3107.44

<b>P-CHAN-00810</b>	<b>Option: Kopplung von Abstandssensor und Motorgeber.</b>
Beschreibung	Als Erweiterung kann sowohl der Abstandssensor als auch der Z-Istwert Sensor herangezogen werden. Die inverse Kopplung der beiden Geber (Motor, Abstand) kann eine evtl. Schwingungsneigung reduzieren.
Parameter	dist_ctrl[i].mode_dist_use_both_encoder (mit i=0)
Datentyp	BOOLEAN
Datenbereich	0: Keine Kopplung 1: Kopplung von Motorgeber und Abstandsgeber aktiv
Dimension	[-]
Standardwert	0
Anmerkungen	Verfügbar ab V3.1.3080.12 bzw. V3.1.3107.44

<b>P-CHAN-00811</b>	<b>Option: Adaptive Beschleunigungsgewichtung</b>
Beschreibung	Um die Schwingungsanregung bei kleinen Abweichungen zu verringern, kann die Beschleunigung in Abhängigkeit der Abweichung reduziert werden.
Parameter	dist_ctrl[i].use_adaptive_acceleration (mit i=0)
Datentyp	BOOLEAN
Datenbereich	0: Keine adaptive Beschleunigungsgewichtung 1: Adaptive Beschleunigungsgewichtung aktiv
Dimension	[-]
Standardwert	0
Anmerkungen	Verfügbar ab V3.1.3080.12 bzw. V3.1.3107.44 Weiterhin sind folgende Grenzwerte für Beschleunigung und Abstandsfehler erforderlich: P-CHAN-00812 bzw. P-CHAN-00803 und P-CHAN-00813 bzw. P-CHAN-00814

<b>P-CHAN-00812</b>	<b>Minimale Beschleunigung</b>
Beschreibung	Der Parameter definiert die minimale Beschleunigung bei der Abstandsregelung.
Parameter	dist_ctrl[i].a_min (mit i=0)
Datentyp	UNS32
Datenbereich	1 ... MAX (UNS32)
Dimension	[mm/s <sup>2</sup> ]
Standardwert	500
Anmerkungen	Verfügbar ab v3.1.3107.44

<b>P-CHAN-00813</b>	<b>Minimaler Abstandsfehler</b>
Beschreibung	Der Parameter definiert den minimalen Abstandsfehler für die Abstandsregelung, bis zu dem die minimale Beschleunigung (P-CHAN-00812) verwendet wird.
Parameter	dist_ctrl[i].dist_error_a_min (mit i=0)
Datentyp	UNS32
Datenbereich	$0 \leq \text{dist\_error\_a\_min} < \text{MAX}(\text{UNS32})$
Dimension	[0.1 µm bzw. 0.0001°]
Standardwert	1000
Anmerkungen	Verfügbar ab v3.1.3107.44

<b>P-CHAN-00814</b>	<b>Maximaler Abstandsfehler</b>
Beschreibung	Der Parameter definiert den maximalen Abstandsfehler für die Abstandsregelung, ab dem die maximale Beschleunigung (P-CHAN-00803) verwendet wird.
Parameter	dist_ctrl[i].dist_error_a_max (mit i=0)
Datentyp	UNS32
Datenbereich	$0 \leq \text{dist\_error\_a\_max} < \text{MAX}(\text{UNS32})$
Dimension	[0.1 $\mu\text{m}$ bzw. 0.0001°]
Standardwert	5000
Anmerkungen	Verfügbar ab v3.1.3107.44

<b>P-CHAN-00815</b>	<b>Tiefpassfilter</b>
Beschreibung	Durch den Einsatz eines Tiefpassfilters kann die Schwingungsneigung evtl. besser unterdrückt werden. Weitere Informationen zum Tiefpassfilter siehe [FCT-A7].
Parameter	dist_ctrl[i].low_pass_filter_enable (mit i=0)
Datentyp	BOOLEAN
Datenbereich	0: Ohne Tiefpassfilter 1: Tiefpassfilter aktiv
Dimension	[-]
Standardwert	0
Anmerkungen	Verfügbar ab V3.1.3080.12 bzw. V3.1.3107.44 Weiterhin sind folgende Filterparameter für Ordnung und Grenzfrequenz erforderlich: P-CHAN-00816 und P-CHAN-00817

<b>P-CHAN-00816</b>	<b>Filterordnung</b>
Beschreibung	Die Ordnung des Filters beschreibt sein Verhalten bezüglich des Abfallens des Frequenzganges. Es gilt: Frequenzabfall = - P-CHAN-00816 * 20 dB/Dekade
Parameter	dist_ctrl[i].low_pass_filter_order (mit i=0)
Datentyp	UNS32
Datenbereich	0 ... 6
Dimension	[-]
Standardwert	4
Anmerkungen	Verfügbar ab V3.1.3080.12 bzw. V3.1.3107.44

<b>P-CHAN-00817</b>	<b>Filtergrenzfrequenz</b>
Beschreibung	Der Parameter definiert den Wert der charakteristischen Frequenz des Filters.
Parameter	dist_ctrl[i].low_pass_filter_fg_f0 (mit i=0)
Datentyp	REAL64
Datenbereich	$0 \leq \text{low\_pass\_filter\_fg\_f0} < \text{MAX}(\text{REAL64})$
Dimension	[Hz]
Standardwert	25
Anmerkungen	Verfügbar ab V3.1.3080.12 bzw. V3.1.3107.44

<b>P-CHAN-00819</b>	<b>Gewichtungsfaktor für die Geschwindigkeit der Senkbewegung</b>
Beschreibung	In diesem Parameter kann für die Senkbewegung (Richtung Werkstück) die verwendete Geschwindigkeit (siehe P-CHAN-00802) gewichtet werden. Dies kann hilfreich sein, da normalerweise die Hebebewegung mit einer großen Achsdynamik ausgeführt wird, um z.B. einem Hindernis bzw. einer Erhöhung schnell ausweichen zu können. Durch die Gewichtung kann die (Wieder-) Annäherung an das Werkstück mit einer reduzierten Geschwindigkeit durchgeführt werden.
Parameter	dist_ctrl[i].v_weight_down (mit i=0)
Datentyp	UNS32
Datenbereich	$0 \leq \text{v\_weight\_down} < 2000$
Dimension	[0.1 %]
Standardwert	0
Anmerkungen	Verfügbar ab V3.1.3080.12 bzw. V3.1.3107.44 * Die Gewichtung ist abgeschaltet d.h. für die Hebe- und Senkbewegung wird die gleiche Geschwindigkeit P-CHAN-00802 verwendet.

<b>P-CHAN-00820</b>	<b>Gewichtungsfaktor für die Beschleunigung der Senkbewegung</b>
Beschreibung	In diesem Parameter kann für die Senkbewegung (Richtung Werkstück) die verwendete Beschleunigung (siehe P-CHAN-00803) gewichtet werden. Dies kann hilfreich sein, da normalerweise die Hebebewegung mit einer großen Achsdynamik ausgeführt wird, um z.B. einem Hindernis bzw. einer Erhöhung schnell ausweichen zu können. Durch die Gewichtung kann die (Wieder-) Annäherung an das Werkstück mit einer reduzierten Beschleunigung durchgeführt werden.
Parameter	dist_ctrl[i].a_weight_down (mit i=0)
Datentyp	UNS32
Datenbereich	$0 \leq \text{a\_weight\_down} < 2000$
Dimension	[0.1 %]
Standardwert	0
Anmerkungen	Verfügbar ab V3.1.3080.12 bzw. V3.1.3107.44 * Die Gewichtung ist abgeschaltet d.h. für die Hebe- und Senkbewegung wird die gleiche Beschleunigung P-CHAN-00803 verwendet.

<b>P-CHAN-00821</b>	<b>Gewichten der Ausgabewerte der Abstandregelung</b>
Beschreibung	Der Parameter gewichtet den zyklischen Ausgabewert der Abstandregelung. Dadurch kann die Dynamik der Abstandregelung beeinflusst werden. Für $k_p$ -Werte kleiner als 1.0 wird die Dynamik der Abstandregelung reduziert, für $k_p$ -Werte größer als 1.0 wird die Dynamik erhöht.
Parameter	dist_ctrl[i].kp (mit $i=0$ )
Datentyp	REAL64
Datenbereich	$0.0 < k_p \leq 2.0$
Dimension	[-]
Standardwert	1.0
Anmerkungen	Verfügbar ab V3.1.3080.12 bzw. V3.1.3107.44 Durch einen $k_p$ -Faktor kleiner eins kann ein mögliches Überschwingen der Abstandregelung reduziert und bei kleinen Abstandsfehlern die Regelung beruhigt werden.

<b>P-CHAN-00822</b>	<b>Nachstellzeit des Integral(I)-Anteils des PID-Reglers</b>
Beschreibung	Der Parameter gewichtet den I-Anteil des PID-Reglers. Die Nachstellzeit gibt an, nach welcher Zeit der P- und I-Anteil der Stellgröße gleich groß sind. Eine große Nachstellzeit führt zu einer robusteren Regelung. Je kleiner die Nachstellzeit, desto größer der I-Anteil und desto schneller die Regelung. Deaktivieren des I-Anteils über $i\_tn = 0$ .
Parameter	dist_ctrl[i].i_tn (mit $i=0$ )
Datentyp	REAL64
Datenbereich	$0.0 \leq i\_tn \leq 50.0$
Dimension	[s]
Standardwert	0.0
Anmerkungen	Verfügbar ab V3.1.3080.12 bzw. V3.1.3107.44 Um Instabilität des Regelkreises zu vermeiden, sollte für das Einstellen der Nachstellzeit zunächst ein großer Anfangswert gewählt werden (zum Beispiel 5). Anschließend kann die Nachstellzeit schrittweise bis zur gewünschten Wirkung verringert werden. Wenn keine bleibenden Regelabweichungen vorhanden sind, sollte der I-Anteil zunächst nicht verwendet werden.

P-CHAN-00823	Vorhaltezeit des Differential(D)-Anteils des PID-Reglers
Beschreibung	Der Parameter gewichtet den D-Anteil des PID-Reglers. Die Vorhaltezeit gibt an, nach welcher Zeit der P- und D-Anteil der Stellgröße gleich groß sind. Über die Vorhaltezeit kann das Verhalten des Reglers stabilisiert und Überschwingen verringert werden. Je größer die Vorhaltezeit, desto stärker der D-Anteil. Deaktivieren des D-Anteils über $d\_tv=0$ .
Parameter	$dist\_ctrl[i].d\_tv$ (mit $i=0$ )
Datentyp	REAL64
Datenbereich	$0.0 \leq d\_tv \leq 2.0$
Dimension	[s]
Standardwert	0.0
Anmerkungen	Verfügbar ab V3.1.3080.12 bzw. V3.1.3107.44 Um Instabilität des Regelkreises zu vermeiden, sollte für das Einstellen der Vorhaltezeit zunächst ein kleiner Anfangswert gewählt werden (Bsp.: 0.01). Anschließend kann die Vorhaltezeit schrittweise bis zur gewünschten Wirkung erhöht werden.

<b>P-CHAN-00825</b>	<b>Filtertyp für die Glättung der Sensorwerte</b>
Beschreibung	<p>Die Geberwerte sind unter Umständen verrauscht. Durch den Einsatz eines entsprechenden Filters kann die Schwingungsneigung evtl. besser unterdrückt werden. Für die Abstandsregelung können folgende Filtertypen gewählt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DEFAULT: Gleitender Mittelwertfilter mit P-CHAN-00800 = 4</li> <li>• MOVING_AVERAGE: Gleitender Mittelwertfilter</li> <li>• LOWPASS: Tiefpassfilter</li> <li>• KALMAN_MA: Kalman-Filter mit Vorhersage aus Mittelwertfilter</li> <li>• EXPO_MEAN: Exponentiell gewichteter Mittelwertfilter</li> <li>• KALMAN_EXPO: Kalman-Filter mit Vorhersage aus exponentiell gewichtetem Mittelwertfilter</li> </ul>
Parameter	dist_ctrl[i].filter_type (mit i=0)
Datentyp	STRING
Datenbereich	DEFAULT MOVING_AVERAGE LOWPASS KALMAN_MA EXPO_MEAN KALMAN_EXPO
Dimension	[-]
Standardwert	DEFAULT
Anmerkungen	<p>Verfügbar ab V3.1.3080.12 bzw. V3.1.3107.44</p> <p>Weiterhin sind folgende Filterparameter für die jeweiligen Filtertypen notwendig:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MOVING_AVERAGE: P-CHAN-00800</li> <li>• LOWPASS: P-CHAN-00816, P-CHAN-00817</li> <li>• KALMAN_MA: P-CHAN-00800, P-CHAN-00826</li> <li>• EXPO_MEAN: P-CHAN-00800, P-CHAN-00827</li> <li>• KALMAN_EXPO: P-CHAN-00800, P-CHAN-00827, P-CHAN-00826</li> </ul>

<b>P-CHAN-00826</b>	<b>Unsicherheit der Messwerte</b>
Beschreibung	<p>Der Parameter gibt den Grad der Abweichung der gemessenen Werte zu den tatsächlichen Werten an.</p> <p>Je höher dieser Wert, desto besser die Filterwirkung, allerdings werden mögliche Überschwinger verstärkt.</p>
Parameter	dist_ctrl[i].kalman_sigma (mit i=0)
Datentyp	REAL64
Datenbereich	$1.0 \leq \text{P-CHAN-00826} \leq 10000.0$
Dimension	[-]
Standardwert	4
Anmerkungen	Verfügbar ab V3.1.3080.12 bzw. V3.1.3107.44

<b>P-CHAN-00827</b>	<b>Glättungsfaktor</b>
Beschreibung	Der Parameter gibt die Gewichtung des aktuellen Messwertes an. Beispiel: Bei einem Glättungsfaktor von 0,5 fließt der aktuelle Wert mit einem Anteil von 50% in den Mittelwert ein.
Parameter	dist_ctrl[i].smoothing_factor (mit i=0)
Datentyp	REAL64
Datenbereich	$0 < \text{P-CHAN-00827} \leq 1.0$
Dimension	[-]
Standardwert	0.7
Anmerkungen	Verfügbar ab V3.1.3080.12 bzw. V3.1.3107.44

### Hochlaufparameter

<b>P-STUP-00175</b>	<b>32-Bit Kompatibilitätsmodus für Anzeigedaten der CNC</b>
Beschreibung	Ab CNC-Build 2807 und CNC-Build 3039.06 werden im Lageregler der Steuerung für Soll- und Istwerte höher aufgelöste 64-Bit Integervariablen verwendet. Aus Gründen der Abwärtskompatibilität werden diese Daten in den CNC-Objekten für die Anzeigedaten herunterskaliert und weiterhin als 32-Bit Wert bereitgestellt. Durch Setzen des Parameters ads_32_bit_comp_mode auf den Wert 0 kann die Konvertierung abgestellt werden. Die hochaufgelösten Lagereglervariablen werden dann über die CNC-Objekte als 64-Bit Integerwerte übertragen.
Parameter	ads_32_bit_comp_mode
Datentyp	BOOLEAN
Datenbereich	0: Keine Konvertierung, hochaufgelöste 64-Bit-Variable. 1: Abwärtskompatibilität, Konvertierung und Bereitstellen als 32-Bit Variablen.
Dimension	----
Standardwert	1
Anmerkungen	Dieser Parameter ist ab den CNC-Versionen V2.11.2807.00 bzw. V3.1.3039.06 verfügbar



## 12.8.3 Parametrierbeispiel

Exemplarische Parametrierung in einer Kanalliste.

```
# P-CHAN-00500: Activate functionality
configuration.decoder.function      FCT_3D_DIST_CTRL
## Dynamic parameters
# P-CHAN-00801: Max. permissible deviation [0.1um]
dist_ctrl[0].max_deviation        10000000
# P-CHAN-00802: Max. velocity [um/s]
dist_ctrl[0].v_max                10000
# P-CHAN-00803: Max. acceleration [mm/s*s]
dist_ctrl[0].a_max                100
# P-CHAN-00804: Max. speed of sensor values change per cycle [um/s]
dist_ctrl[0].max_act_value_change 10000000
# P-CHAN-00819: Lowering movement with 0.1% velocity
# of P-CHAN-00802 v_max
dist_ctrl[0].v_weight_down        0
# P-CHAN-00820: Lowering movement with 0.1% acceleration
# of P-CHAN-00804 a_max
dist_ctrl[0].a_weight_down        0

# P-CHAN-00805: Offset reference of sensor [0.1um]
dist_ctrl[0].ref_offset            0
# P-CHAN-00806: Upper limit of sensor [0.1um]
dist_ctrl[0].max_pos              1500000
# P-CHAN-00807: Lower limit of sensor [0.1um]
dist_ctrl[0].min_pos              -1500000
# P-CHAN-00808: Tolerance to sensor limits P-CHAN-00806/00807 [0.1um]
dist_ctrl[0].tolerance            0

## PID-Controller
# P-CHAN-00821: weighting of output values
dist_ctrl[0].kp                   0.3
# P-CHAN-00822: integral time
dist_ctrl[0].i_tn                 0.0
# P-CHAN-00823: derivative time
dist_ctrl[0].d_tv                 0.01

## Filter
# P-CHAN-00800: Number of cycles used for filter calculation
dist_ctrl[0].n_cycles             20
# P-CHAN-00825: Filtertype to smooth sensor values
dist_ctrl[0].filter_type          MOVING_AVERAGE
# P-CHAN-00827: Weighting of the actual sensor value (Expo filters)
dist_ctrl[0].smoothing_factor     0.05
# P-CHAN-00826: uncertainty of measured values (Kalman filters)
dist_ctrl[0].kalman_sigma         2000
# P-CHAN-00816: Order of low pass filter
dist_ctrl[0].low_pass_filter_order 3
# P-CHAN-00817: Frequency of low pass filter [Hz]
dist_ctrl[0].low_pass_filter_fg_f0 50
```

```

## Adaptive acceleration
# P-CHAN-00811: Adaptive acceleration active
dist_ctrl[0].use_adaptive_acceleration 0
# P-CHAN-00812: Min. acceleration [mm/s*s]
dist_ctrl[0].a_min 1
# P-CHAN-00813: Min. distance [0.1 um] to use a_min for
# adaptive acceleration
dist_ctrl[0].dist_error_a_min 400
# P-CHAN-00814: Max. distance [0.1 um] to use a_max for
# adaptive acceleration
dist_ctrl[0].dist_error_a_max 2500

```

## 12.8.4 Beispielkonfiguration der Sensorvariablen

Das Sensorsignal für die 3D-Abstandsregelung soll über eine externe Variable (V.E.) durch die SPS vorgegeben werden. (s [EXTV]).



### Beispiel

#### Konfiguration und Verwendung der Sensorvariablen.

Konfiguration einer Sensorvariablen in der Konfigurationsliste der externen Variablen

```

number_used_variables 1
#
var[0].name SENSOR
var[0].type REAL64
var[0].scope CHANNEL
var[0].synchronisation TRUE
var[0].access_rights READ_ONLY

```

Aktivierung des Sensoreingangs für die 3D-Abstandsregelung im NC-Programm:

```
#DIST CTRL [SENSOR_SOURCE=VARIABLE SENSOR_VAR=V.E.SENSOR]
```

Bei Verwendung der achsspezifischen Abstandsregelung lautet der NC-Befehl:

```
<Achname> [DIST_CTRL SENSOR_SOURCE=VARIABLE SENSOR_VAR=V.E.SENSOR]
```

Die Verknüpfung der V.E.SENSOR Variablen, kann nach Vorbild des Beispiels aus (FCT-C22// Beispiel Abstandsregelung) durchgeführt werden

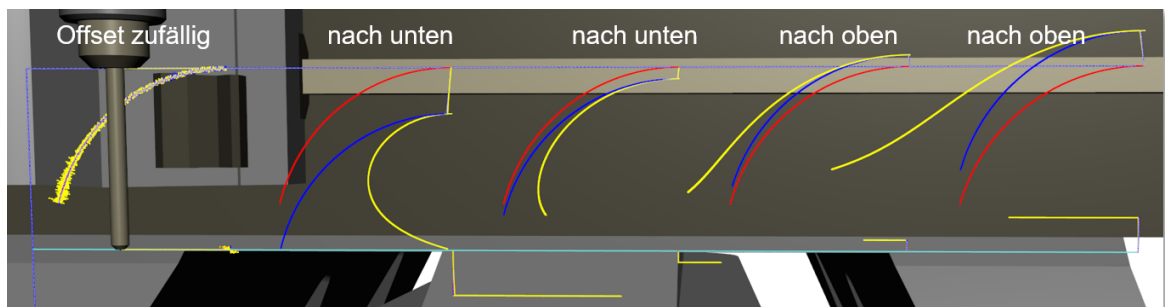
## 12.9 Anwendungsbeispiele

In nachfolgenden Beispielen soll die Wirkungsweise der Abstandregelung und der Höhenüberwachung beim Neigen des Werkzeugkopfes visualisiert werden.

- Verlauf des Kopfes (Werkzeugeinspannpunkt = Laseraustritt) bei ursprünglicher Kontur
- mit definiertem Höhenversatz und Kompensation orthogonal zur Oberfläche
- mit definiertem Höhenversatz und Kompensation in Werkzeugrichtung

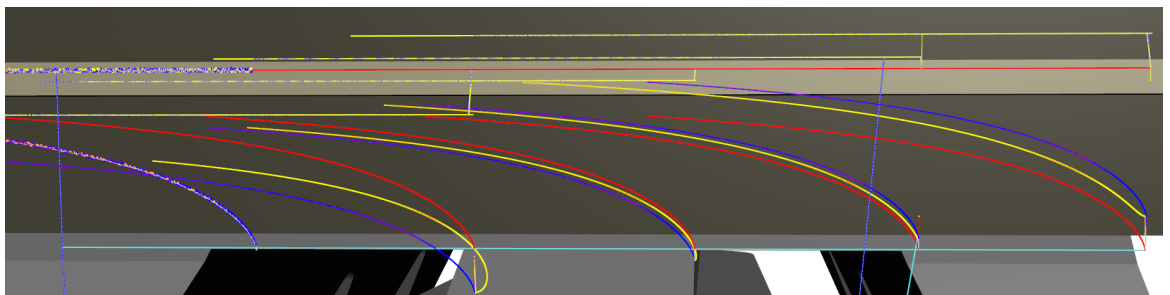
### Beispiel 1: Überwachung Mindesthöhe im Bereich [90°; -]

Während der kompletten Neigung von 0° auf 90° wird keine Höhenüberwachung durchgeführt.



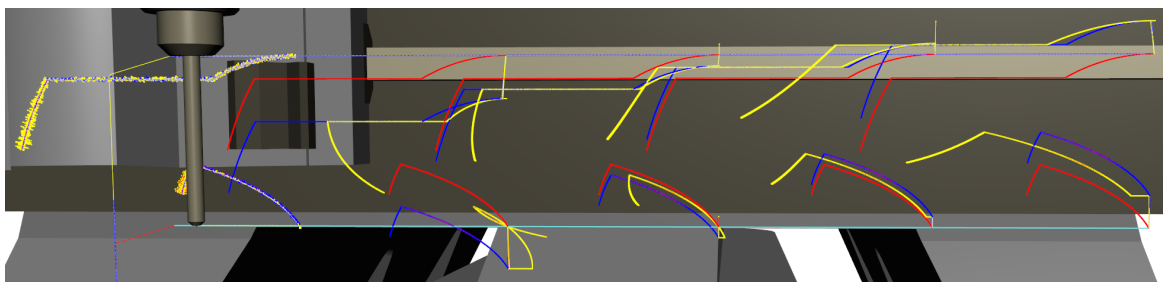
### Beispiel 2: Überwachung Mindesthöhe im Bereich [0°; -]

Es wird sofort ab Start der Neigung die Höhe des Werkzeugkopfes konstant gehalten.



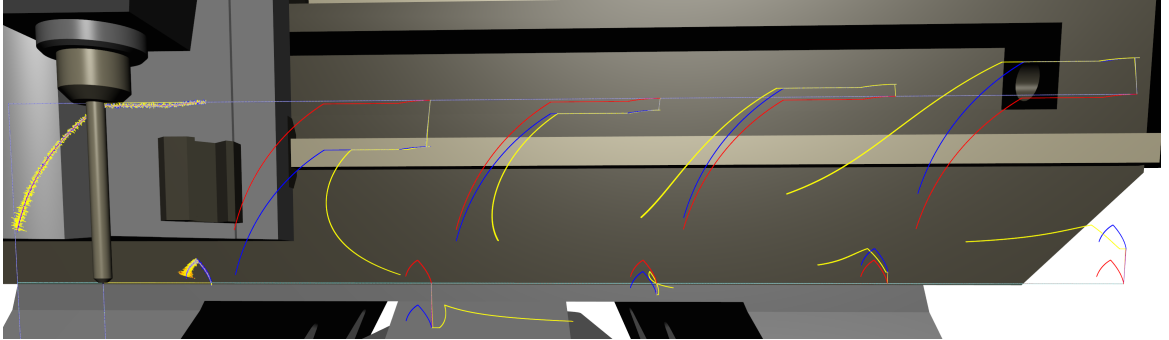
### Beispiel 3: Überwachung Mindesthöhe im Bereich [30°; 60°]

Es wird bei einer Neigung zwischen 30° und 60° die Höhe des Werkzeugkopfes konstant gehalten.



#### Beispiel 4: Überwachung Mindesthöhe [10°; 31°]

In diesem Anwendungsbeispiel wird bei einer Neigung zwischen 10° und 31° die Höhe des Werkzeugkopfes konstant gehalten.



## 12.10

### Diagnose

Ergänzungen der Diagnosedaten für die kanalspezifische Abstandsregelung.

Informationen zum Erstellen bzw. Auslesen der Diagnosedaten siehe [FCT-M9// Diagnose-Upload].

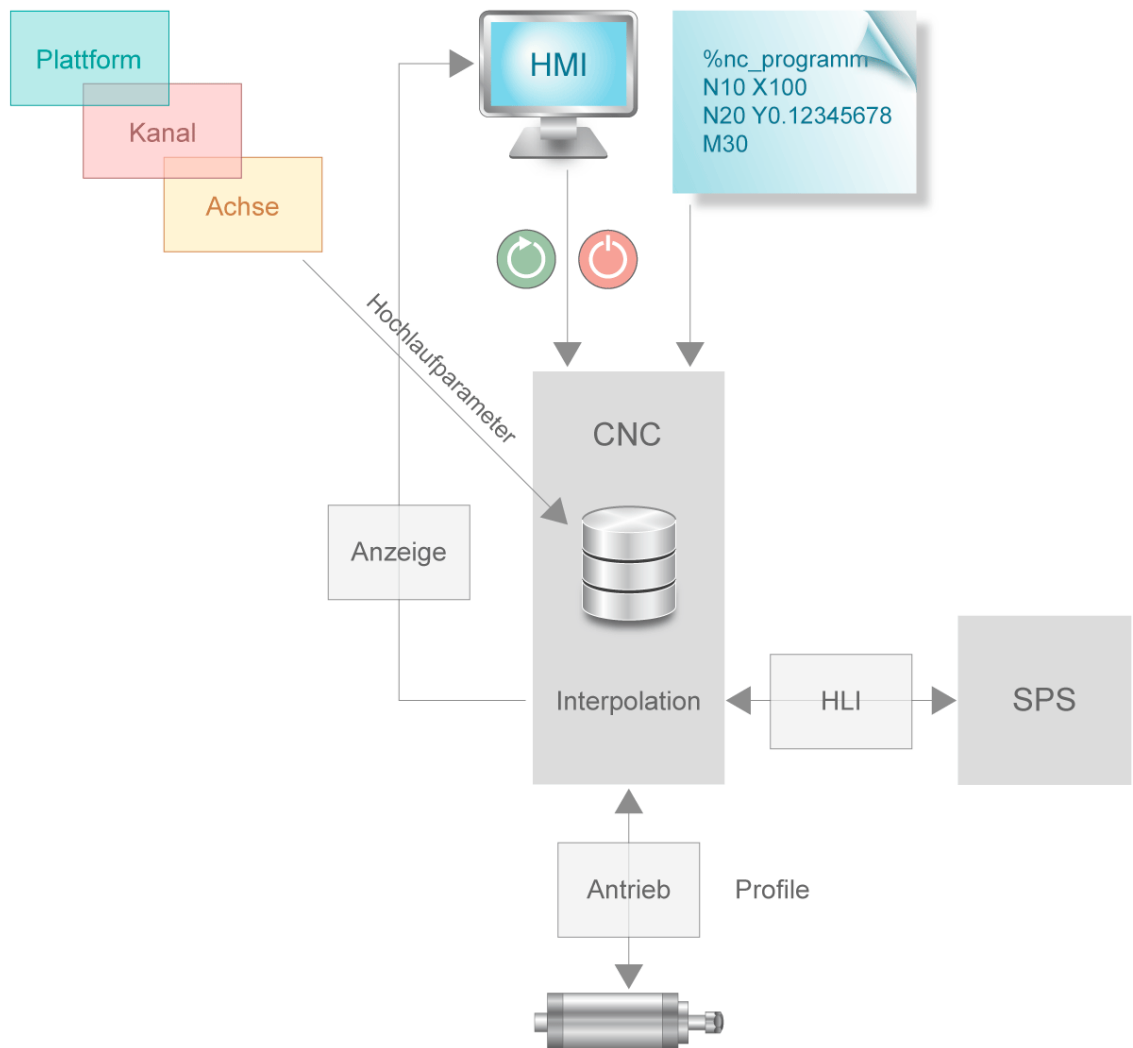


Abb. 54: Übersicht Diagnose

Die Aktivierung der 3D-Abstandsregelung kann wie in nachfolgender Abbildung verifiziert werden.

Das Screenshot zeigt die Diagnose-Datenanalyse (DiagData Analyse) für Kanal 1. Die Konfiguration der 3D-Abstandsregelung ist wie folgt dargestellt:

```

DECODER : CONFIGURATION CHANNEL-NO.: 1
=====
configuration.decoder.bf_function          FCT_3D_DIST_CTRL      # P-STUP-00500
configuration.decoder.log_entry_number     0                      # P-CHAN-00501
configuration.decoder.log_level            0                      # P-CHAN-00502
configuration.decoder.fct_enable[0]        FCT_3D_DIST_CTRL      # P-CHAN-00507.0
configuration.decoder.fct_condition[0]     ISG_STANDARD           # P-CHAN-00508.0
configuration.decoder.fct_enable[1]        FCT_DEFAULT           # P-CHAN-00507.1
configuration.decoder.fct_condition[1]     ISG_STANDARD           # P-CHAN-00508.1
configuration.decoder.max_cache_number     0                      # P-CHAN-00503
    
```

Abb. 55: Diagnosedaten- Verifizierung der Aktivierung

Die weiteren Diagnosedaten der 3D-Abstandsregelung sind wie folgt zu finden.

The screenshot shows a software window titled "DiagData Analyse [diag\_data.txt -- 10.08.2023 11:08:10:147] # ++ \r\n replaced by <lr>\r\n". The left sidebar contains a tree view of diagnostic data categories, with "Diagnosedaten" selected under "Kanal 1". The main area displays two sections of data:

```

Distance Control:
zstd: 0
tast_offset: 0
refernzwert: 0
sollw: 0
sollw_prog: 0
kp: 0.300000
i_tn: 0.000000
d_tv: 0.010000
filter_type: MOVING_AVERAGE
n_cycles: 20
smooth_fact: 0.050000
sigma: 2000.000000
max_dist_change: 10000
fg_f0: 50.000000
order: 3
v_max: 100000
a_max: 100

logged events:

Dist-Ctrl Interface:
cmd_offset: 0
cmd_offset_frozen: 0
act_offset: 0
delta_tool_length: 0
f_freeze: 0
f_wait_for_finished: 0
f_use_weighting: 0
active_mode: OFF(0)
new_mode: OFF(0)
active_ax_idx: 0
new_ax_idx: 0
    
```

The status bar at the bottom indicates "Kanal 1>BAHN>Konfiguration" and "Z 3864 Sp 1".

Abb. 56: Diagnosedaten- Daten der 3D-Abstandsregelung

## 13 Anhang

### 13.1 Anregungen, Korrekturen und neueste Dokumentation

Sie finden Fehler, haben Anregungen oder konstruktive Kritik? Gerne können Sie uns unter [documentation@isg-stuttgart.de](mailto:documentation@isg-stuttgart.de) kontaktieren. Die aktuellste Dokumentation finden Sie in unserer Onlinehilfe (DE/EN):



QR-Code Link: <https://www.isg-stuttgart.de/documentation-kernel/>

Der o.g. Link ist eine Weiterleitung zu:

<https://www.isg-stuttgart.de/fileadmin/kernel/kernel-html/index.html>



#### Hinweis

##### Mögliche Änderung von Favoritenlinks im Browser:

Technische Änderungen der Webseitenstruktur betreffend der Ordnerpfade oder ein Wechsel des HTML-Frameworks und damit der Linkstruktur können nie ausgeschlossen werden.

Wir empfehlen, den o.g. „QR-Code Link“ als primären Favoritenlink zu speichern.

##### PDFs zum Download:

DE:

<https://www.isg-stuttgart.de/produkte/softwareprodukte/isg-kernel/dokumente-und-downloads>

EN:

<https://www.isg-stuttgart.de/en/products/softwareproducts/isg-kernel/documents-and-downloads>

E-Mail: [documentation@isg-stuttgart.de](mailto:documentation@isg-stuttgart.de)

# Stichwortverzeichnis

<b>A</b>		
<hr/>		
Abstandsregelung		
Achse		
Beauftragung .....	52	
Kommando .....	54	
Status .....	53	
zyklisches Kommando.....	55	
Abstandsregelung: zyklisches Kommando.....	55	
Abstandsregelung:Beauftragung.....	52	
Abstandsregelung:Kommando .....	54	
Abstandsregelung:Status .....	53	
<b>P</b>		
<hr/>		
P-AXIS-00230 .....	68	
P-AXIS-00328 .....	57	
P-AXIS-00413 .....	58	
P-AXIS-00414 .....	58	
P-AXIS-00415 .....	59	
P-AXIS-00416 .....	59	
P-AXIS-00417 .....	60	
P-AXIS-00418 .....	60	
P-AXIS-00419 .....	61	
P-AXIS-00420 .....	61	
P-AXIS-00421 .....	62	
P-AXIS-00422 .....	67	
P-AXIS-00423 .....	68	
P-AXIS-00424 .....	69	
P-AXIS-00428 .....	62	
P-AXIS-00500 .....	63	
P-AXIS-00501 .....	63	
P-AXIS-00502 .....	64	
P-AXIS-00504 .....	64	
P-AXIS-00505 .....	65	
P-AXIS-00507 .....	65	
P-AXIS-00508 .....	65	
P-AXIS-00509 .....	66	
P-AXIS-00533 .....	66	
P-AXIS-00534 .....	67	
P-AXIS-00759 .....	69	
P-AXIS-00764 .....	70	
P-AXIS-00765 .....	70	
P-AXIS-00782 .....	71	
P-AXIS-00783 .....	72	
P-AXIS-00784 .....	72	
P-CHAN-00500 .....	126	
P-CHAN-00800 .....	126	
P-CHAN-00801 .....	127	
P-CHAN-00802 .....	127	
P-CHAN-00803 .....	127	
P-CHAN-00804 .....	128	
P-CHAN-00805 .....	128	
P-CHAN-00806 .....	128	
P-CHAN-00807 .....	129	
P-CHAN-00808 .....	129	
P-CHAN-00810 .....	129	
P-CHAN-00811 .....	130	
P-CHAN-00812 .....	130	
<b>P-CHAN-00813.....</b>		<b>130</b>
P-CHAN-00814.....		131
P-CHAN-00815.....		131
P-CHAN-00816.....		131
P-CHAN-00817.....		132
P-CHAN-00819.....		132
P-CHAN-00820.....		132
P-CHAN-00821.....		133
P-CHAN-00822.....		133
P-CHAN-00823.....		134
P-CHAN-00825.....		135
P-CHAN-00826.....		135
P-CHAN-00827.....		136
P-STUP-00175 .....		136
<b>W</b>		
<hr/>		
Werkzeug-Neigungswinkel .....	113	
Werkzeug		
virtuelleLänge .....	113	





© Copyright  
ISG Industrielle Steuerungstechnik GmbH  
STEP, Gropiusplatz 10  
D-70563 Stuttgart  
Alle Rechte vorbehalten  
[www.isg-stuttgart.de](http://www.isg-stuttgart.de)  
[support@isg-stuttgart.de](mailto:support@isg-stuttgart.de)

