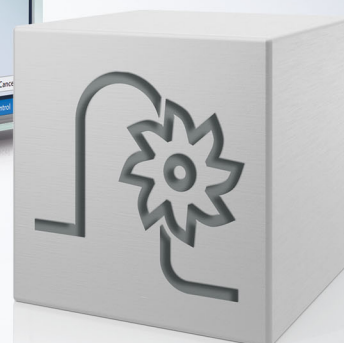
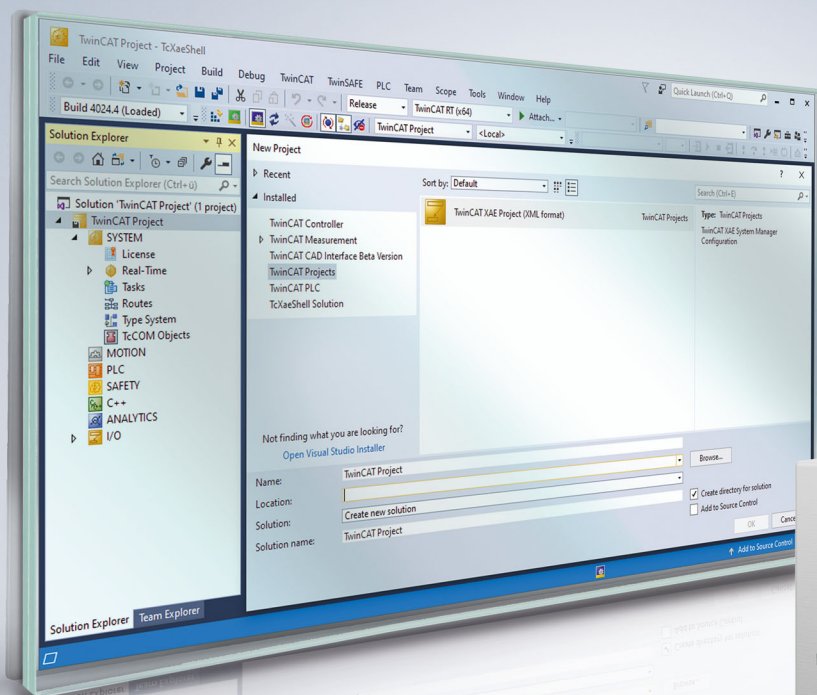


Funktionsbeschreibung | DE

TF5200 | TwinCAT 3 CNC

FIR-Filter



Hinweise zur Dokumentation

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

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

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

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

Disclaimer

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

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

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

Marken

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

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

Patente

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

EP1590927, EP1789857, EP1456722, EP2137893, DE102015105702

mit den entsprechenden Anmeldungen und Eintragungen in verschiedenen anderen Ländern.

EtherCAT®

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

Copyright

© Beckhoff Automation GmbH & Co. KG, Deutschland.

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

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

Allgemeine- und Sicherheitshinweise

Verwendete Symbole und ihre Bedeutung

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

Symbole im Erklärtext

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

GEFAHR

Akute Verletzungsgefahr!

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

VORSICHT

Schädigung von Personen und Maschinen!

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

HINWEIS

Einschränkung oder Fehler

Dieses Symbol beschreibt Einschränkungen oder warnt vor Fehlern.

● **Tipps und weitere Hinweise**



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

Allgemeines Beispiel

Beispiel zu einem erklärten Sachverhalt.

NC-Programmierbeispiel

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

● **Spezifischer Versionshinweis**



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

Inhaltsverzeichnis

Hinweise zur Dokumentation	3
Allgemeine- und Sicherheitshinweise	5
1 Übersicht	8
2 Beschreibung	9
2.1 Wirkungsweise	10
2.2 Filtertypen	11
2.2.1 Mittelwert-Filter.....	11
2.2.2 Gauß-Filter	12
2.2.3 Windowed-Sinc-Filter	13
2.2.4 Zeitverzögerungsfilter.....	14
2.3 Konturabweichung	15
2.3.1 Abschätzung Konturabweichung.....	15
2.3.2 Beschränkung Achsfehler und Konturabweichung	16
3 Aktivierung von FIR-Filtern	19
4 Einschränkungen - Besonderheiten	20
5 Programmierung	21
6 Parameter	24
6.1 Übersicht	24
6.2 Beschreibung	25
7 Support und Service	28
Stichwortverzeichnis	29

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Sprungantwort Achssollwertfilter	10
Abb. 2	Filterkern Mittelwert-Filter	11
Abb. 3	Sprungantwort Mittelwert-Filter	11
Abb. 4	Filterkern Gauß-Filter	12
Abb. 5	Sprungantwort Gauß-Filter	12
Abb. 6	Filterkern Windowed-Sinc-Filter	13
Abb. 7	Sprungantwort Windowed-Sinc-Filter	13
Abb. 8	Konturfehler pro Filterordnung an einer 90° Ecke	15
Abb. 9	Vergleich Kontur im Eck für Fahrt	17
Abb. 10	Vergleich Bahngeschwindigkeit mit (Grün) und ohne (Rot) Toleranzüberwachung	18
Abb. 11	2D-Kontur Beispielprogramm	23

1 Übersicht



Diese Funktionalität ist Bestandteil einer lizenzpflichtigen Zusatzoption.

Aufgabe

Maschinenschwingungen können das Bearbeitungsergebnis einer Werkzeugmaschine negativ beeinflussen.

Die Funktionalität FIR-Filter (Finite-Impulse-Response-Filter) ermöglicht:

- Die Glättung von Sollwertverläufen auf Achsebene.
- Die Reduzierung der Anregung von Maschinenschwingungen.
- Eine einfache und sichere Handhabung durch Vorgabe einer maximal zulässigen Toleranz.

Eine Verbesserung der Oberflächengüte speziell bei Freiformflächenbearbeitung ist damit erreichbar.



Diese Funktionalität ist verfügbar ab CNC-Version V3.1.3075.02

Programmierung / Parametrierung

Die Parametrierung und Aktivierung der Funktionalität kann

- sowohl über die Achslisten
- als auch über den Programmierbefehl #FILTER im NC-Programm erfolgen.

Voraussetzung dafür ist ein parametrierter Filtertyp (P-AXIS-00586) der jeweiligen Achse.

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

FIR-Achsfiler bieten dem Anwender die Möglichkeit, den Achssollwertverlauf für die Antriebe zu glätten und somit Anregungen der Maschine zu minimieren.

Als FIR-Achsfiler können verschiedene Filter ausgewählt werden, zur Auswahl stehen:

- Mittelwert-Filter
- Gauß-Filter
- Windowed-Sinc-Filter
- Zeitverzögerungsfilter

Die parametrierbaren Filter sind wirksam bei:

- Linearachsen
- Rundachsen ohne Modulorechnung, d.h. solche, die einen eingeschränkten Verfahrbereich besitzen (siehe P-AXIS-00015)
- Rundachsen mit Modulobehandlung, d.h. endlos drehend

i Es kann immer nur ein Filter pro Achse aktiviert werden. Ein Filter ist nur wirksam, wenn eine Filterordnung > 0 und ein Filtertyp zugewiesen wurden.

2.1 Wirkungsweise

FIR-Filter (Finite-Impulse-Response-Filter) sind diskrete Filter mit endlich langer Impulsantwort. Diese Filter haben den Vorteil, dass sie nicht instabil werden können und somit sich selbst nicht zum Schwingen anregen.

Für jede Achse kann exakt ein solcher Achsfilter aktiviert werden, welcher dann auf das Sollwertsignal der jeweiligen Achse wirkt.

Wie in Abbildung [Sprungantwort Achssollwertfilter \[► 10\]](#) zu sehen ist, haben die Filter eine glättende Wirkung auf das zu filternde Signal (hier: Sprungverlauf). Je nach verwendetem Filter ist dabei der Signalverlauf bzw. die Glättung anders charakterisiert. Durch die Glättung entsteht aber auch eine Abweichung zum ursprünglichen Sollwertverlauf.

Die Anwendung eines Filters bringt somit auch einen gewissen Fehler bzw. Verzerrung auf der jeweiligen Achse mit sich. Dieser Fehler führt an Ecken und Krümmungen einer programmierten Kontur zu Konturabweichungen.

Weiteres zu den Abweichungen und wie diese beschränkt werden können wird im Unterkapitel [Konturabweichung \[► 15\]](#) beschrieben.

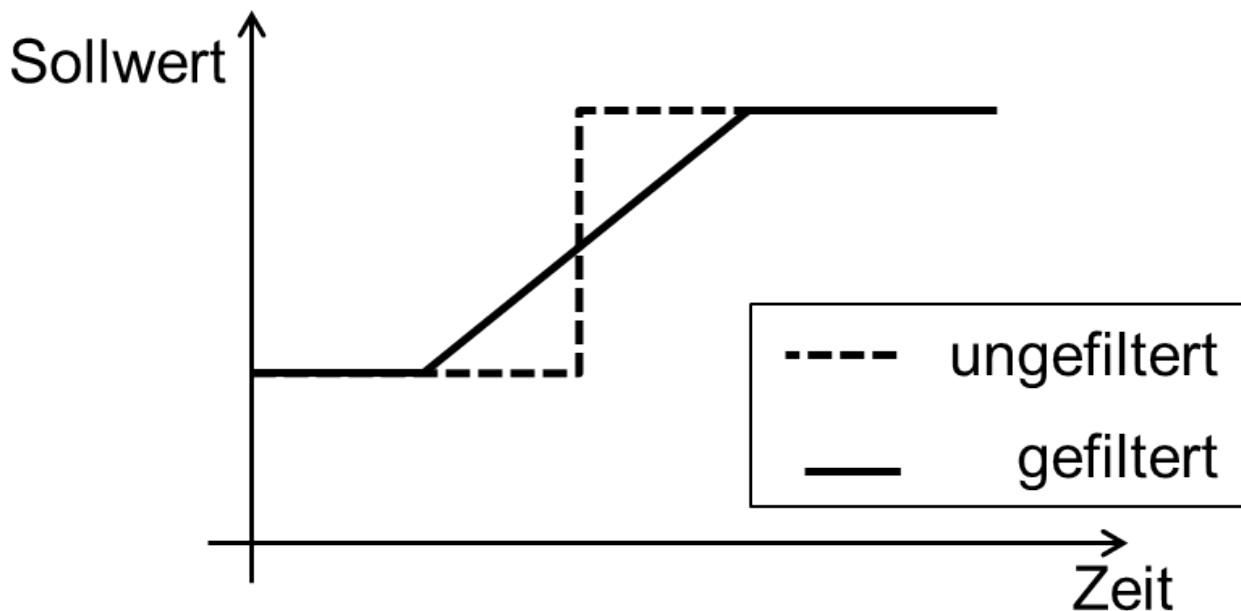


Abb. 1: Sprungantwort Achssollwertfilter



Die Anwendung eines Achssollwertfilters führt zu einem Achsfehler im Vergleich zum ungefilterten Sollwertsignal.

Dies führt in Folge zu einer Konturabweichung.

2.2 Filtertypen

2.2.1 Mittelwert-Filter

Bei dem FIR-Mittelwert-Filter handelt es sich um einen symmetrischen akausalen Zeitbereichsmittelwertfilter. Die Wirkung im Frequenzbereich ist die eines Tiefpasses: Bei einem Tiefpass werden alle Frequenzen unterhalb einer bestimmten Grenzfrequenz durch den Filter übertragen. Ab dieser Grenzfrequenz werden höhere Frequenzen abgeschwächt oder gar nicht mehr übertragen. Die hohen Frequenzen werden herausgefiltert.

Der Grad der Signalglättung ist über die Angabe der Filterordnung einstellbar. Je höher die Ordnung, desto stärker der Filtereffekt.

Der Filterkern entspricht einem Rechteck, siehe folgende Abb "Filterkern Mittelwert-Filter". Der sich ergebende charakteristische Filterverlauf (Sprungantwort) ist in Abb. "Sprungantwort Mittelwert-Filter" zu sehen.

Die Beispiele wurden mit Ordnung 40 erstellt.

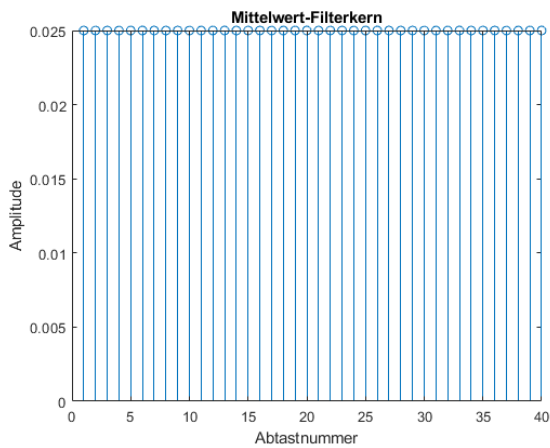


Abb. 2: Filterkern Mittelwert-Filter

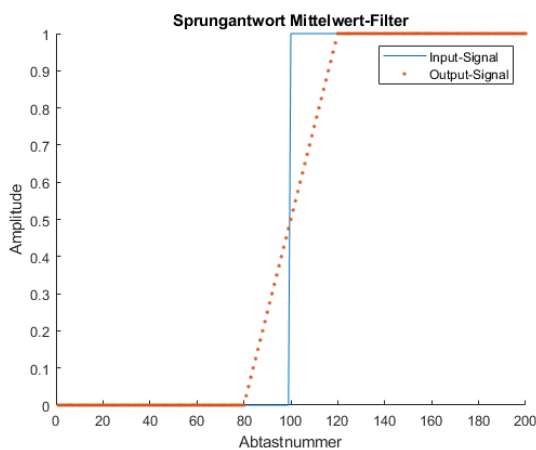


Abb. 3: Sprungantwort Mittelwert-Filter

2.2.3 Windowed-Sinc-Filter

Bei dem FIR-Windowed-Sinc-Filter handelt es sich um einen symmetrischen akausalen Filter. Die Wirkung im Frequenzbereich ist die eines „idealen“ Tiefpasses.

Die Filter-Eingriffsfrequenz ist über den Frequenz-Parameter anzugeben. Der Grad der Signalglättung ist über die Angabe der Filterordnung einstellbar. Je höher die Ordnung, desto stärker der Filtereffekt.

Der Filterkern entspricht einer gefensterten Sinc-Funktion, siehe Abb. "Filterkern Windowed-Sinc-Filter". Der sich ergebende charakteristische Filterverlauf (Sprungantwort) ist in Abb. "Sprungantwort Windowed-Sinc-Filter" zu sehen.

Die Beispiele wurden mit Ordnung 40 und Frequenz 100Hz erstellt.

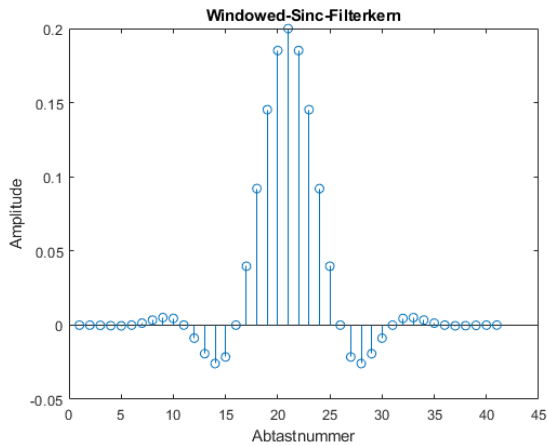


Abb. 6: Filterkern Windowed-Sinc-Filter

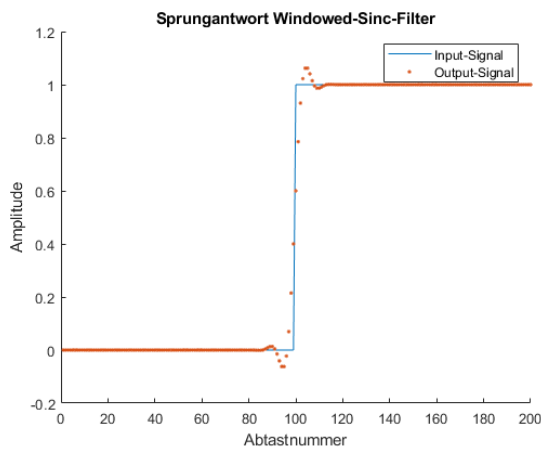


Abb. 7: Sprungantwort Windowed-Sinc-Filter

2.2.4 Zeitverzögerungsfilter

Mit Hilfe des Zeitverzögerungsfilters können Signale zeitlich verzögert werden ohne dass der Signalverlauf dabei verändert wird. Eine Einsatzmöglichkeit ist z.B. die Kompensation von Totzeiten im Antriebsstrang, falls diese nicht für alle Achsen identisch sind.

Die Verzögerungszeit kann in den Achsen entweder in Takten über den Parameter `order` (P-AXIS-00587) oder in μs über den Parameter `order_time` (P-AXIS-00591) konfiguriert werden. Alternativ ist es auch möglich, die Verzögerungszeit über die NC-Programmierparameter `ORDER` bzw. `ORDER_TIME` zu programmieren. Maximal mögliche Verzögerungen sind 100 Takte bzw. $100 \cdot \text{NC-Zykluszeit}$ in μs .

Eine weitere Einsatzmöglichkeit ist die Synchronisierung der Achsen bei der Verwendung von FIR-Filtern.

Wenn nur in einer Achse ein FIR-Filter verwendet wird und in den übrigen Achsen eines Achsverbundes nicht, laufen die Achsen zeitlich asynchron. Um trotzdem synchrone Achsen zu erhalten, können in den übrigen Achsen Zeitverzögerungsfilter verwendet werden.

Zeitverzögerungsfilter zur Synchronisierung von Achsen

Achse mit konfigurierbarem Mittelwertfilter:

```
filter_fir.enable      1
filter_fir.type       1 (Mittelwertfilter)
filter_fir.order      20
filter_fir.share      100
```

Erforderliche Einstellungen in übrigen Achsen, um synchrone Achsen zu erhalten:

```
filter_fir.enable      1
filter_fir.type       4 (Zeitverzögerungsfilter)
filter_fir.order      10
filter_fir.share      100
```

Die einzustellende Filterordnung des Zeitverzögerungsfilters ergibt sich aus der halben Filterordnung des verwendeten Filters:

$\text{filter_fir.order} / 2$

Ist die Filterordnung ungerade, dann ergibt sich die einzustellende Filterordnung des Zeitverzögerungsfilters aus:

$(\text{filter_fir.order} + 1) / 2$

2.3 Konturabweichung

Durch die Anwendung eines Achsfilters auf die Achssollwerte einer Achse entsteht immer ein Achsfehler (siehe [Wirkweise \[► 10\]](#)), welcher zu Konturabweichungen führt. Zur Überwachung und Einschränkung der Achsfehler durch Achsfilter kann die Toleranzüberwachungsfunktion eingesetzt werden (siehe [Toleranzüberwachung \[► 16\]](#)).

Im Gegensatz zu konventionellen Tiefpassfiltern ist es mit FIR-Achsfiltern möglich, parallele Bahnen in entgegengesetzten Richtungen zu fahren und gleichzeitig eine gute Werkstückoberfläche zu erhalten.

Für Motion Control Anwendungen spielen diese Abweichungen i.d.R. keine Rolle.

2.3.1 Abschätzung Konturabweichung

Die Konturabweichung bei Verwendung von FIR-Achsfiltern, sofern in jeder Achse des Achsverbundes identische Filter implementiert wurden, wird durch 3 Faktoren beeinflusst:

1. Zykluszeit
2. Filterordnung
3. gefahrener Vorschub

Es gelten folgende einfache Zusammenhänge:

- Doppelte Zykluszeit = doppelter Fehler
- Doppelter Vorschub = doppelter Fehler
- Doppelte Filterordnung = doppelter Fehler

Die folgende Grafik ist erstellt für eine Zykluszeit von 1ms und einem F1000 Vorschub an einer 90° Ecke bei Verwendung des Mittelwert-Filters. Bei anderen Randdaten sind die Filterordnungen nach obigen Zusammenhängen umzurechnen.

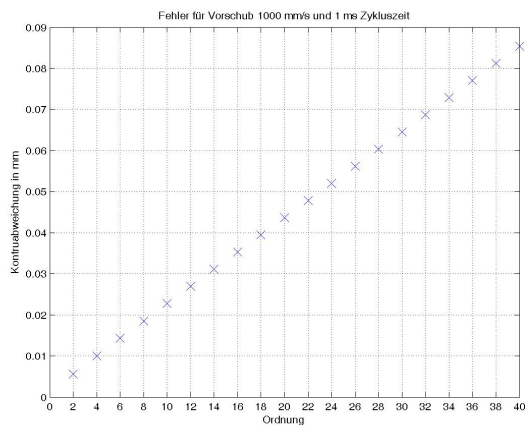


Abb. 8: Konturfehler pro Filterordnung an einer 90° Ecke

2.3.2 Beschränkung Achsfehler und Konturabweichung

Für die Beeinflussung des Achsfehlers bzw. der Konturabweichung bestehen folgende Möglichkeiten:

- Anpassung der Einflussfaktoren (Zykluszeit, Vorschub, Filterordnung) wie in [Abschätzung Konturabweichung \[► 15\]](#) beschrieben.
- Angleichung der Filterparameter über alle Achsen eines Achsverbundes (falls unterschiedlich eingestellt).
- Aktivierung der Toleranzüberwachung (siehe [Toleranzüberwachung \[► 16\]](#)).

2.3.2.1 Toleranzüberwachung

Die Toleranzüberwachung bietet eine einfache und sichere Handhabung der Filter.

Diese automatische Überwachung der Achsfehler greift nur dann ein, wenn die Achsfehler durch den Einsatz der Achsfilter zu groß werden.

Die maximal zulässige Toleranz muss im NC-Programm vom Anwender angegeben werden.

Um die Wirkungsweise der Toleranzüberwachung darzustellen, ist in nachfolgender Abbildung ein Vergleich der Konturen von der Fahrt 'ohne Filter' (blaue Kurve oben links), 'mit Filter' (rote Kurve) und 'mit Filter und Toleranzüberwachung' (grüne Kurve) in einer Ecke des Programms zu sehen. Bei dem Programm des hier verwendeten Beispiels handelt es sich um das Beispielprogramm aus dem Kapitel [Programmierung \[► 21\]](#).

Als Filter wurde der Mittelwert-Filter mit einer Ordnung von 40 verwendet. Die angegebene Toleranz beträgt 0.001mm.

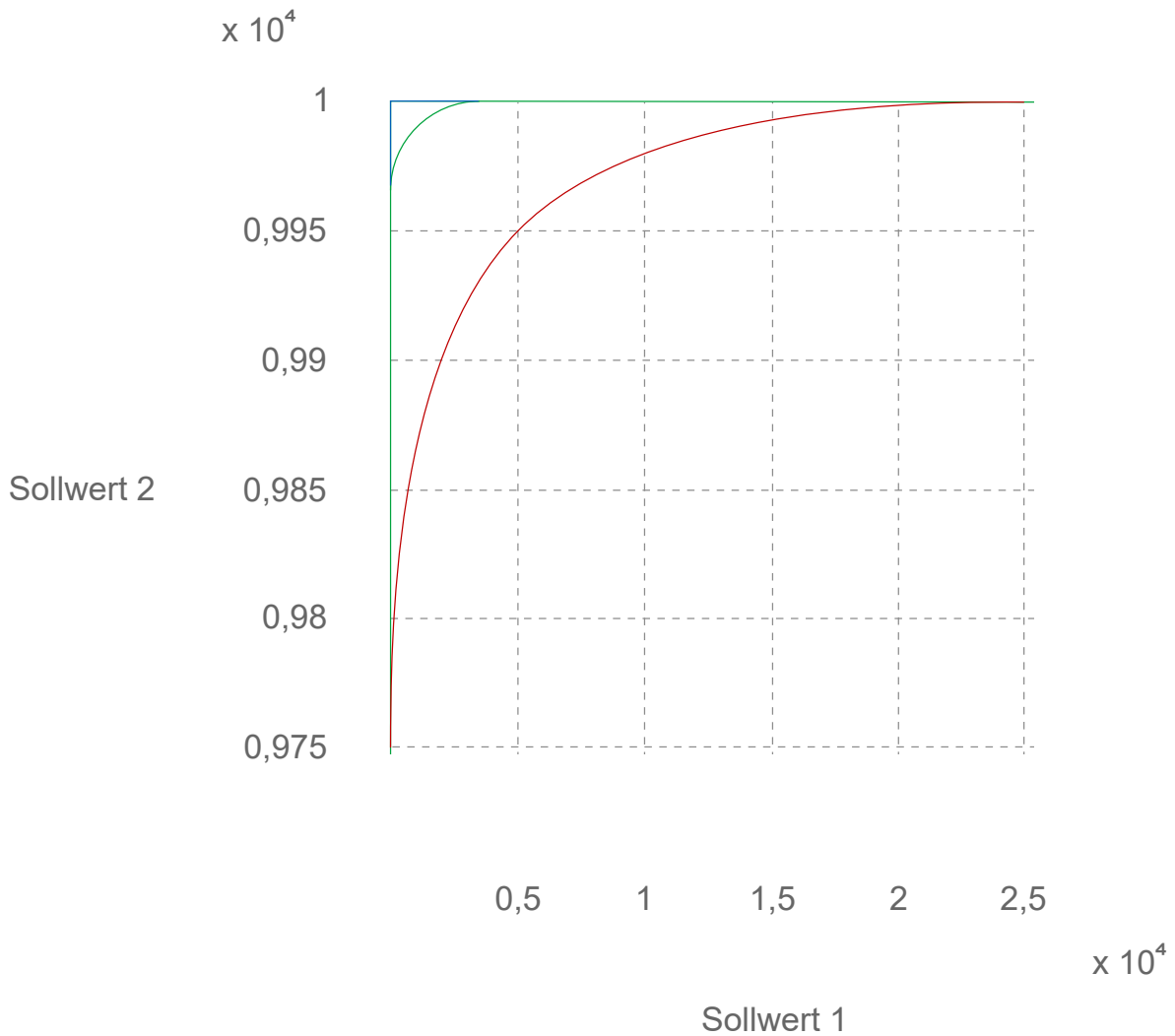


Abb. 9: Vergleich Kontur im Eck für Fahrt

- Blau ohne Filter
- Rot mit Filter
- Grün mit Filter und Toleranzüberwachung

Funktional sorgt ein Eingreifen der Toleranzüberwachung dafür, dass ausschließlich an relevanten Stellen im Programm (Wirkungsweise [►_10]) die Bahngeschwindigkeit abgesenkt wird. Die Absenkung der Bahngeschwindigkeit orientiert sich dabei an der Achse mit dem größten zu erwartenden Achsfehler in der jeweiligen Situation. Dabei wird diese so weit abgesenkt, bis der Achsfehler die Toleranzgrenze nicht mehr überschreitet. Weiter wird darauf geachtet, nur so weit wie minimal nötig abzusenken, um die Bearbeitungsgeschwindigkeit des Programms so gering wie möglich einzuschränken. Um die Funktionsweise der Toleranzüberwachung darzustellen, ist in der folgenden Abbildung die Bahngeschwindigkeit mit (grüne Kurve) und ohne (rote Kurve) Toleranzüberwachung dargestellt. An den Ecken des Programms sind die Plateaus mit den abgesenkten Geschwindigkeiten der Toleranzüberwachung (grüne Kurve) gut sichtbar.

Durch die Toleranzüberwachung der FIR-Filter soll eine möglichst optimale Balance zwischen Bearbeitungsgeschwindigkeit und Genauigkeit bei gleichzeitiger Minimierung der Anregung der Maschine zu Schwingungen erreicht werden.

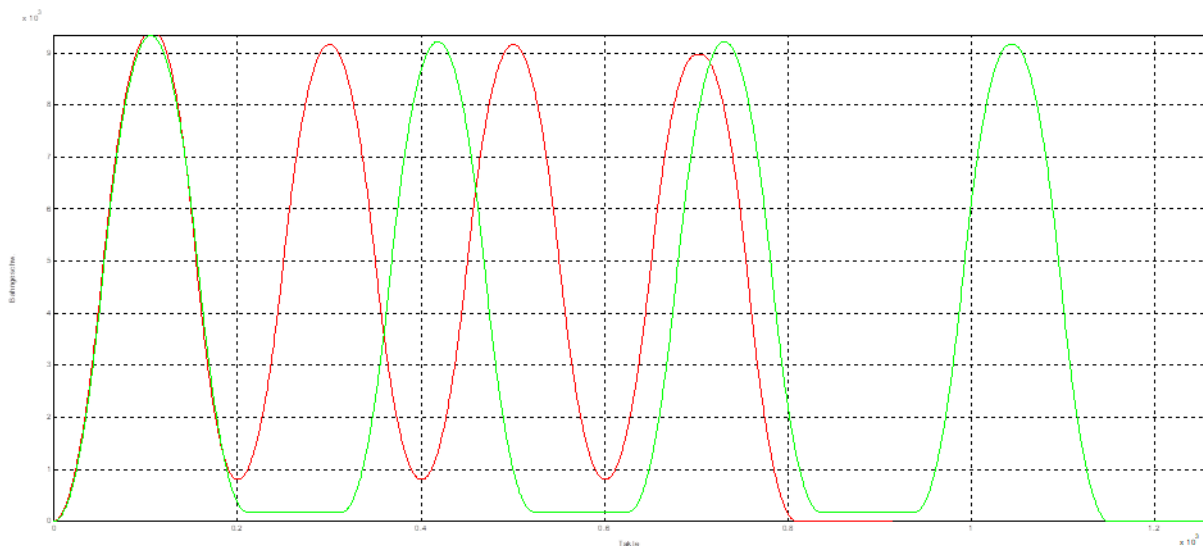


Abb. 10: Vergleich Bahngeschwindigkeit mit (Grün) und ohne (Rot) Toleranzüberwachung

- i** **Abweichung bzw. Achsfehler und die Bearbeitungsgeschwindigkeit verhalten sich gleichläufig. Weniger Abweichung = weniger Bearbeitungsgeschwindigkeit; mehr Abweichung = mehr Bearbeitungsgeschwindigkeit.**
Die Toleranzüberwachung bringt daher in der Regel eine Verlängerung der Bearbeitungszeit mit sich.

- i** **Die Toleranzüberwachung überwacht die Achsfehler aller Achsen und nicht die Konturabweichung.**

- i** **Die Toleranzüberwachung überwacht immer den aktuellen Sollwertverlauf der Achsen. Das bedeutet, dass auch eventuelle Bahnanpassungen wie beispielsweise ein aktiviertes Überschleifen in die zu filternden Sollwertverläufe eingehen. Die angegebene Toleranz bezieht sich dann immer relativ zu dem bereits angepassten Sollwertverlauf, wird also auf diesen addiert.**

Die maximale Konturabweichung ist abhängig von der Kinematik der Maschine. Da die Toleranzüberwachung ausschließlich den maximalen Fehler je Achse überwacht, kann der Konturfehler variieren. Dieser ergibt sich aus dem Zusammenspiel der einzelnen Achsen. Für einfache Kinematiken lässt sich dies beispielsweise wie folgt bestimmen:

- kartesische Achsen in 2D-Bewegung:

$$\text{max. Konturabweichung} = \text{Toleranz} * \pm(\text{Toleranz} * \sqrt{2})$$

- kartesische Achsen in 3D-Bewegung:

$$\text{max. Konturabweichung} = \text{Toleranz} * \pm(\text{Toleranz} * \sqrt{3})$$

3 Aktivierung von FIR-Filtern

Voraussetzung für die Nutzung dieser Funktionalität ist eine korrekte Parametrisierung der achsspezifischen Filterparameter. Die Parametrierung kann dabei auf 2 Arten erfolgen:

- Achsspezifisch über die Achslisten.
- Für alle Achsen gleich über den #FILTER-Befehl im NC-Programm.

I ● **Werden die Achsen eines Achsverbundes mit unterschiedlichen Achsfiltern oder Filterparametern konfiguriert, führt das zu asynchronen Achsverhalten. Es ist daher zu empfehlen, die Achsfilter innerhalb eines Achsverbundes immer gleich zu konfigurieren.**

Voraussetzung für die Nutzung der Filter:

- In der jeweiligen Achse muss ein Filtertyp (P-AXIS-00586) konfiguriert sein.
- Die Filterordnung muss mit einem Wert größer 0 angegeben sein, dies kann über die
 - Parameter P-AXIS-00587 oder P-AXIS-00591 in den Achsparametern erfolgen oder
 - im NC-Programm mit `#FILTER [▶ 21][ORDER=.. bzw. ORDER_TIME=..]`.

Zeitpunkt der Aktivierung

Die Aktivierung der FIR-Achsfilter kann auf 2 Arten erfolgen:

1. Programm- und zeitpunktspezifisch über alle Achsen durch die NC-Programmierung.
2. Dauerhaft und achsspezifisch über die Achslisten.

Eine Mischform ist ebenfalls möglich, beispielsweise können die Filter achsspezifisch über die Achslisten dauerhaft vorkonfiguriert werden und im NC-Programm flexibel aktiviert bzw. deaktiviert werden.

4 Einschränkungen - Besonderheiten

Die FIR-Filter [► 9] und der Vibration Guard sind unterschiedliche und eigenständige Funktionalitäten mit ähnlichen Zielen. Beide Funktionen glätten das Achssollwertsignal um eine Anregung der Maschine zu Schwingungen zu vermeiden. Die FIR-Filter tun dies breitbandig. Der Vibration Guard dagegen filtert gezielt und selektiv bezüglich kritischer Frequenzen.

HINWEIS

Die gleichzeitige Nutzung von FIR-Filtern und Vibration Guard ist nur bedingt möglich!

Folgende Kombinationen sind **nicht** möglich und führen zur Ausgabe einer Fehlermeldung:

- Konfiguration eines FIR-Filters in einer Achse und gleichzeitiges Aktivieren des Vibration Guard in dieser Achse.
- Es ist **nicht möglich innerhalb eines NC-Programms** sowohl #FILTER [► 21]- als auch #VIB GUARD Befehle zu programmieren (Fehler ID 22060).
- Sollen #FILTER [► 21]-Befehle genutzt werden, darf in den Achslisten keine Aktivierung des Vibration Guards erfolgt sein.
- Sollen #VIB GUARD Befehle genutzt werden, dürfen in den Achsen keine Filtertypen konfiguriert sein.

Zulässig ist:

- **in einer Achse einen FIR-Filter** und in einer **anderen Achse den Vibration Guard** zu nutzen, aber nur, wenn die Aktivierung jeweils ausschließlich über die Achslisten erfolgt. Es können dann weder #FILTER- noch #VIB GUARD-Befehle genutzt werden.

Achstauschbefehle

i Achstauschbefehle deaktivieren FIR-Filter.

Achstauschbefehle deaktivieren FIR-Filter, die zu diesem Zeitpunkt möglicherweise aktiv waren. Sollen die Filter nach dem Achstausch weiterhin aktiv sein, müssen sie durch einen entsprechenden #FILTER [► 21]-Befehl wieder aktiviert werden.

Wurden die FIR-Filter ausschließlich über die Achslisten (P-AXIS-00573) aktiviert, bleiben die Filter auch nach dem Achstausch weiterhin automatisch aktiv.

5 Programmierung

Syntax:

```
#FILTER [ON | OFF] [ORDER=.. ORDER_TIME=.. SHARE=.. AX_DEV=.. FCUT=.. ACC_FACT=.. QUALITY=.. ]
```

ON	FIR-Filter aktivieren.
OFF	FIR-Filter deaktivieren.
ORDER=..	Angabe der Filterordnung.
ORDER_TIME=..	Angabe der Filterordnung über der Zeit in [µs]
SHARE=..	Festlegen des Wirkungsgrads (analog zu P-AXIS-00590) des Filters in [%] Wertebereich 0 – 100 Standardwert = 100
AX_DEV=..	Angabe der Toleranz für Toleranzüberwachung in [mm, inch *]. Standardwert = 0 (keine Toleranzüberwachung). *bei aktivem P-CHAN-00439
FCUT=..	Angabe der Grenzfrequenz (analog zu(P-AXIS-00585) des Filters in [Hz] Standardwert = 30
ACC_FACT=..	Erhöhen der Bahngeschwindigkeit an Satzübergängen bei aktivem FIR-Filter. Je größer der Wert eingestellt wird, desto weniger wird die Geschwindigkeit am Satzübergang reduziert. Voraussetzung ist eine gültige Einstellung von P-AXIS-00013 (a_trans_weight) der Achsen Wertebereich = 1.0 – 10.0 Standardwert =: 1.0
QUALITY=..	Filtergüte- Angabe zur Breite der Filterkern-Kurve Wertebereich: 0 < QUALITY <= 1 Standardwert = 1.0 Parameter verfügbar ab V3.1.3075.04



Mit dem Befehl #FILTER ON/OFF werden alle FIR-Filter der im Kanal vorhandenen Achsen aktiviert bzw. deaktiviert.

Es ist möglich, FIR-Filter auf allen Achsen zu nutzen. Durch die achsspezifische Konfiguration über die Achslisten ist es außerdem möglich, unterschiedliche Filter je Achse zu verwenden.

Die FIR-Filter können über das NC-Programm während der Bearbeitung global über alle Achsen an- und ausgeschaltet sowie umparametriert werden (siehe [Programmierbeispiel \[► 22\]](#)).



Die Toleranzüberwachung kann nur im NC-Programm konfiguriert und aktiviert werden.

Mit dem Parameter AX_DEV wird die Toleranzüberwachung programmiert. Sie stellt sicher, dass jede Achse innerhalb der vorgegebenen Toleranz [mm, inch] bleibt.

Die Toleranzüberwachung überwacht immer alle Achsen und kann daher nur global über das NC-Programm gesteuert werden.

Die Toleranzüberwachung ist nur aktiv wenn AX_DEV mit einer entsprechenden Toleranz vorgegeben ist.

NC-Programm mit 90°-Ecken

Programm mit einfacher Quadrat-Kontur. Verwendeter Vorschub=4000mm/min, SlopeType=TRAPEZ (nichtlinear) und Toleranz (AX_DEV)=0.001mm.

Einstellung in den Achslisten:

- filter_fir.type 1
- filter_fir.order 40

Die Kontur wird 3x gefahren:

1. zuerst mit Filter und Toleranzüberwachung
2. nur mit Filter
3. abschließend als Reverenz ohne aktivierten Filter.

```
N010 G00 G90 X0 Y0 Z0
N020 #SLOPE [TYPE=TRAPEZ]
(Kontur mit Filter und Toleranzueberwachung)
N030 #FILTER ON [AX_DEV=0.001]
N040 G01 X0 Y1 F4000
N050 G01 X1 Y1
N060 G01 X1 Y0
N070 G01 X0 Y0
(Kontur nur mit Filter)
N080 #FILTER ON
N090 G01 X0 Y1 F4000
N100 G01 X1 Y1
N110 G01 X1 Y0
N120 G01 X0 Y0
(Kontur ohne Filter und Toleranzueberwachung)
N130 #FILTER OFF
N140 G01 X0 Y1 F4000
N150 G01 X1 Y1
N160 G01 X1 Y0
N170 G01 X0 Y0
N180 M30
```

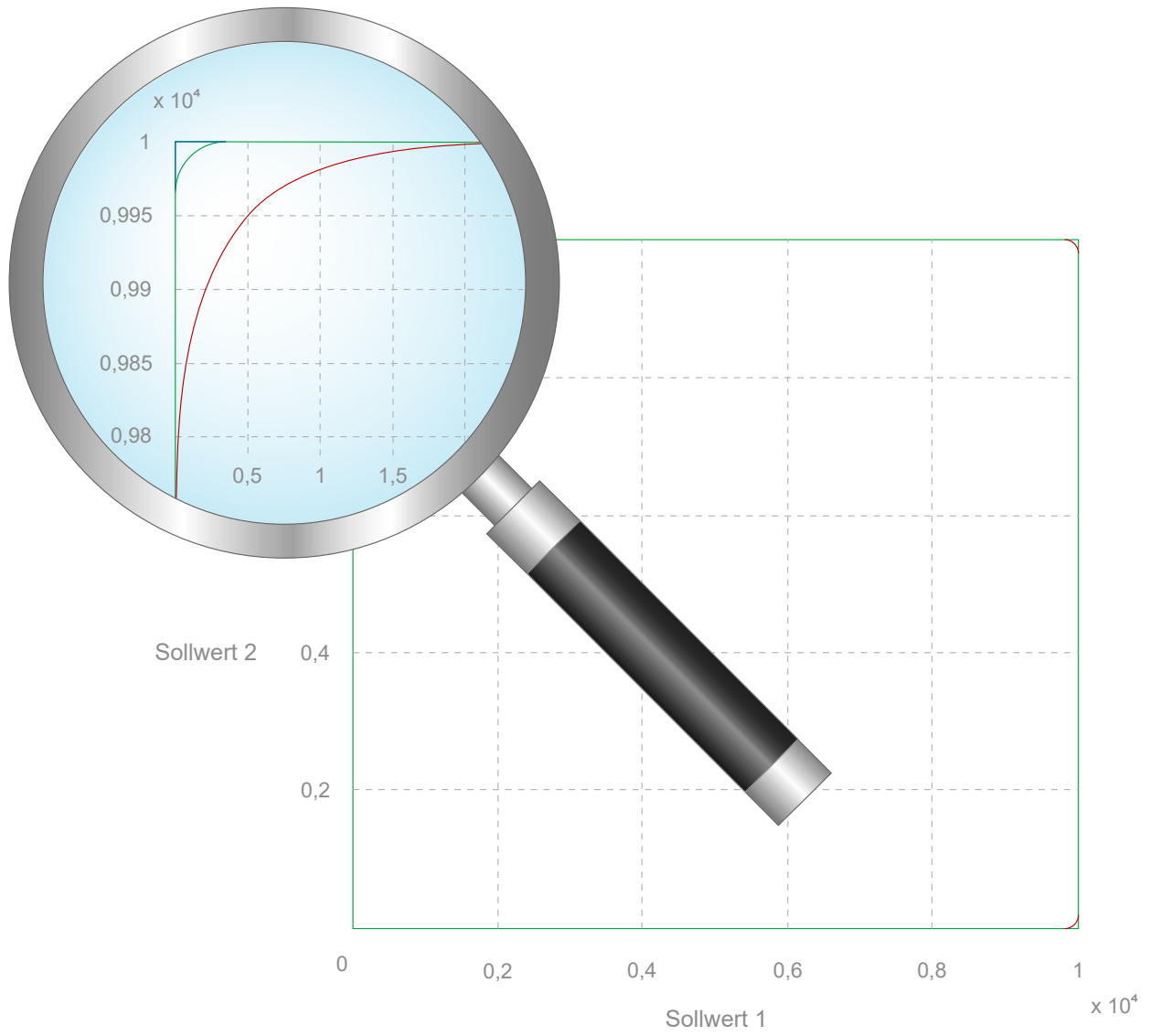


Abb. 11: 2D-Kontur Beispielprogramm

6 Parameter

6.1 Übersicht

ID	Achsparameter	Beschreibung
P-AXIS-00573	enable	Aktivierung des achsspezifischen FIR-Filters
P-AXIS-00585	fcut	Grenzfrequenz des FIR-Filters
P-AXIS-00586	type	FIR-Filtertyp
P-AXIS-00587	order	Filterordnung
P-AXIS-00590	share	Wirkungsanteil des FIR-Filters
P-AXIS-00591	order_time	Filterordnung in der Zeit [μ s]
P-AXIS-00593	quality	Filtergüte

Beschreibung	Achsparameter	Programmierparameter
FIR-Filtertyp	filter_fir.type	-
Filteraktivierung	filter_fir.enable	ON
Filterdeaktivierung	-	OFF
Filterordnung	filter_fir.order	ORDER
Filterordnung in der Zeit [μ s]	filter_fir.order_time	ORDER_TIME
Filteranteil	filter_fir.share	SHARE
Grenzfrequenz des FIR-Filters	filter_fir.fcut	FCUT
Grenzwert für Toleranzüberwachung [mm, inch]	-	AX_DEV
Bahngeschwindigkeit an Satzübergängen	-	ACC_FACT
Filtergüte	filter_fir.quality	QUALITY

6.2 Beschreibung

P-AXIS-00573	Aktivierung des achsspezifischen FIR-Filters	
Beschreibung	Mit diesem Wert wird die Filterfunktion ein- bzw. ausgeschaltet.	
Parameter	filter_fir.enable	
Datentyp	BOOLEAN	
Datenbereich	0: Filter ist ausgeschaltet 1: Filter ist eingeschaltet	
Achstypen	T, R, S	
Dimension	T: ----	R,S: ----
Standardwert	0	
Antriebstypen	----	
Anmerkungen	Die Filterfunktion wird nur bei Wahl eines gültigen Filtertyps(P-AXIS-00586) aktiviert, ansonsten ist der Filter inaktiv. Alternativ kann auch über den NC-Befehl #FILTER ON/OFF der Filter aktiviert bzw. deaktiviert werden. Parameter ist verfügbar ab V3.1.3075.00	

P-AXIS-00586	Typ des achsspezifischen FIR-Filter	
Beschreibung	Der Parameter definiert den Typ des FIR-Filters	
Parameter	filter_fir.type	
Datentyp	UNS32	
Datenbereich	0 – Kein Filter 1 – Mittelwert-Filter 2 – Gauß-Filter 3 - Windowed-Sinc-Filter 4 - Zeitverzögerungsfilter	
Achstypen	T, R, S	
Dimension	T: ----	R,S: ----
Standardwert	0	
Antriebstypen	----	
Anmerkungen	Die Filterfunktion wird nur bei Wahl eines gültigen Filtertyps aktiviert, ansonsten ist der Filter inaktiv. Parameter ist verfügbar ab V3.1.3075.00	

P-AXIS-00587	Ordnung des achsspezifischen FIR-Filters	
Beschreibung	Mit diesem Parameter wird die Ordnung des FIR-Achsfilters angegeben. Bei order = 0 ist der Filter inaktiv. Um einen konfigurierten Filter wirksam nutzen zu können, ist es zwingend erforderlich eine order > 0 anzugeben.	
Parameter	filter_fir.order	
Datentyp	UNS32	
Datenbereich	0 ≤ order ≤ 200 (*)	
Achstypen	T, R, S	
Dimension	T: ----	R,S: ----
Standardwert	0	
Antriebstypen	----	
Anmerkungen	Alternativ kann die Wirksamkeit mit einem gültigen Wert von P-AXIS-00591 erreicht werden oder es wird eine Filterordnung über das NC-Programm programmiert.	

(*) Beim Filtertyp (P-AXIS-00586) Zeitverzögerungsfilter ist der Datenbereich
 $0 \leq \text{order} \leq 100$
 Parameter ist verfügbar ab V3.1.3075.00

P-AXIS-00591	Ordnung des achsspezifischen FIR-Filters in der Zeit
Beschreibung	Mit diesem Parameter kann alternativ zu P-AXIS-00587 die Ordnung des FIR-Filters angegeben werden. Ist dieser Parameter kleiner als die NC-Zykluszeit, dann ist der Filter inaktiv. Dieser Parameter wird nur dann verwendet, wenn P-AXIS-00587 nicht konfiguriert wurde und auch keine Filterordnung über das NC-Programm programmiert wurde.
Parameter	filter_fir.order_time
Datentyp	UNS32
Datenbereich	NC-Zykluszeit \leq order_time \leq 200 * NC-Zykluszeit (*)
Achstypen	T, R, S
Dimension	T: μs R,S: μs
Standardwert	0
Antriebstypen	----
Anmerkungen	(*) Beim Filtertyp (P-AXIS-00586) Zeitverzögerungsfilter ist der Datenbereich $\text{NC-Zykluszeit} \leq \text{order_time} \leq 100 * \text{NC-Zykluszeit}$ Parameter ist verfügbar ab V3.1.3075.00

P-AXIS-00590	Wirkungsanteil des FIR-Filters
Beschreibung	Mit diesem Parameter kann der Wirkungsgrad des FIR-Filters festgelegt werden. Bei Belegung des Parameters von: <ul style="list-style-type: none"> • share = 0 : keine Filterwirkung • share = 100 : Filter wirkt zu 100% auf die Achssollwerte (Standard)
Parameter	filter_fir.share
Datentyp	UNS32
Datenbereich	$0 \leq \text{order} \leq 100$
Achstypen	T, R, S
Dimension	T: % R,S: %
Standardwert	100
Antriebstypen	----
Anmerkungen	Parameter ist verfügbar ab V3.1.3075.00

P-AXIS-00585	Grenzfrequenz des FIR-Filters
Beschreibung	Mit diesem Parameter kann die Grenzfrequenz des FIR-Filters festgelegt werden. Relevant ist dieser Parameter nur bei FIR-Filtern, die eine Grenzfrequenz berücksichtigen. Dies ist abhängig vom Filtertyp des FIR-Filters (P-AXIS-00586), nur bei Typ 3 (Windowed-Sinc-Filter) wird die Grenzfrequenz berücksichtigt.
Parameter	filter_fir.fcut
Datentyp	REAL64
Datenbereich	$1 \leq \text{fcut}$
Achstypen	T, R, S
Dimension	T: Hz R,S: Hz
Standardwert	30
Antriebstypen	----
Anmerkungen	Parameter ist verfügbar ab V3.1.3075.00

P-AXIS-00593	Güte des FIR-Filters	
Beschreibung	<p>Mit diesem Parameter kann die Form des FIR-Filterkerns und somit die Glättung des Sollwerts beeinflusst werden.</p> <p>Die Güte gibt dabei die Breite der Kurve des Filterkerns an. Je größer die Güte desto breiter die Filterkern-Kurve, desto stärker die glättende Wirkung des Filters.</p> <p>Die Breite des eigentlichen Filterkerns in Form der angegebenen Ordnung wird durch die Bandbreite nicht beeinflusst.</p>	
Parameter	filter_fir.quality	
Datentyp	REAL64	
Datenbereich	0 < quality <= 1	
Achstypen	T, R	
Dimension	T, R: -	S: -
Standardwert	1.0	
Antriebstypen	----	
Anmerkungen	<p>Der Parameter ist verfügbar ab V3.1.3075.04 und wirkt nur bei Filtertyp 2 (P-AXIS-00586 – Gauß)</p> <p>Parameter ist verfügbar ab V3.1.3075.04</p>	

7 Support und Service

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

Downloadfinder

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

Die Downloads sind in verschiedenen Formaten erhältlich.

Beckhoff Niederlassungen und Vertretungen

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

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

Dort finden Sie auch weitere Dokumentationen zu Beckhoff Komponenten.

Beckhoff Support

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

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

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

Beckhoff Service

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

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

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

Beckhoff Unternehmenszentrale

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG

Hülshorstweg 20
33415 Verl
Deutschland

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

Stichwortverzeichnis

P

P-AXIS-00573	25
P-AXIS-00585	26
P-AXIS-00586	25
P-AXIS-00587	25
P-AXIS-00590	26
P-AXIS-00591	26
P-AXIS-00593	27

Mehr Informationen:
www.beckhoff.de/TF5200

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

