



DOKUMENTATION ISG-kernel

Funktionsbeschreibung Begrenzung des Decodervorlaufs

Kurzbezeichnung:
FCT-C24

© Copyright
ISG Industrielle Steuerungstechnik GmbH
STEP, Gropiusplatz 10
D-70563 Stuttgart
Alle Rechte vorbehalten
www.isg-stuttgart.de
support@isg-stuttgart.de

Dokumentation Version: 1.04
07.11.2024

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

Vorwort	2
Allgemeine- und Sicherheitshinweise	3
1 Übersicht	6
2 Beschreibung	7
3 Vorlaufbegrenzung auf Basis der Satzanzahl	11
3.1 Anwendung	13
3.1.1 Satzanzahlbegrenzung über NC-Befehl	13
3.1.2 Satzanzahlbegrenzung über Kanalparameter	15
3.2 Besonderheiten und Einschränkungen	16
4 Zeitbezogene Vorlaufbegrenzung	17
4.1 Programmbeispiele	20
5 Überwachter Vorlaufbetrieb	31
6 Parameter	33
6.1 Übersicht	33
6.2 Beschreibung	33
7 Anhang	36
7.1 Anregungen, Korrekturen und neueste Dokumentation.....	36
Stichwortverzeichnis	37

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Decodervorlauf und Speicherwirkung im NC-Kanal	8
Abb. 2:	Daten zur Bestimmung des Decodervorlaufs	10
Abb. 3:	Prüfen der Vorlaufbegrenzung Decoder/Interpolator	12
Abb. 4:	Testkontur: Verlauf der Bahngeschwindigkeit bei unterschiedlichen Vorlaufzeiten	21
Abb. 5:	Vorlaufzeit: 2 Sekunden, Satzversorgung ausreichend	21
Abb. 6:	Vorlaufzeit: 0.5 Sekunden, Satzversorgung ausreichend	22
Abb. 7:	Vorlaufzeit: 0.25 Sekunden, Satzversorgung ausreichend	22
Abb. 8:	Vorlaufzeit: 0.225 Sekunden, Satzversorgung beginnt zu pulsieren, Bahngeschwindigkeit schwankt	23
Abb. 9:	Vorlaufzeit: 0.2 Sekunden, Satzversorgung pulsiert stärker, Bahngeschwindigkeit schwankt	23
Abb. 10:	Vorlaufzeit: 0.1 Sekunden, Satzversorgung pulsiert stark, Bahngeschwindigkeit schwankt	24
Abb. 11:	Vorlaufbegrenzung ohne Berücksichtigung der Durchschnittsgeschwindigkeit (P-CHAN-00428 = 0, Satzlängen 40mm und aktive Vorschublimits)	25
Abb. 12:	Vorlaufbegrenzung mit Berücksichtigung der Durchschnittsgeschwindigkeit (Default bzw. P-CHAN-00428 = 1, Satzlängen 40mm und aktive Vorschublimits)	26
Abb. 13:	Vorlaufbegrenzung ohne Berücksichtigung der Durchschnittsgeschwindigkeit (P-CHAN-00428 = 0, Satzlängen 10mm und aktive Vorschublimits)	27
Abb. 14:	Vorlaufbegrenzung mit Berücksichtigung der Durchschnittsgeschwindigkeit (Default bzw. P-CHAN-00428 = 1, Satzlängen 10mm und aktive Vorschublimits)	27
Abb. 15:	Vorlaufbegrenzung mit Berücksichtigung der Durchschnittsgeschwindigkeit (Default bzw. P-CHAN-00428 = 1, Satzlängen 40mm, ohne Vorschublimits)	28
Abb. 16:	Vorlaufbegrenzung mit Berücksichtigung der Durchschnittsgeschwindigkeit (Default bzw. P-CHAN-00428 = 1, Satzlängen 10mm, ohne Vorschublimits)	29
Abb. 17:	Vorlaufbegrenzung ohne Berücksichtigung der Durchschnittsgeschwindigkeit (P-CHAN-00428 = 0), Satzversorgung wegen sehr hohem Vorschub nicht ausreichend, Vorlaufzeit bei 7s bis 8s	30
Abb. 18:	Vorlaufbegrenzung mit Berücksichtigung der Durchschnittsgeschwindigkeit (Default bzw. P-CHAN-00428 = 1), Satzversorgung ausreichend, System kann einschwingen. Deutlich verbesserte Vorlaufzeit zwischen 3s und 4s.	30

1 Übersicht

Aufgabe

Zwischen der Decodierung eines NC-Programms und der Ausführung der Bewegungssätze im Interpolator entsteht durch die kaskadierte Verarbeitung im NC-Kanal eine zeitliche Verzögerung. Daraus folgt, dass die Decodierung der Ausführung immer vorausläuft.

Bei HSC-Programmen kann dieser Vorlauf einige hundert Bewegungssätze betragen. Durch den Anwender im NC-Programm initiierte Änderungen können so ebenfalls erst zeitverzögert wirksam werden.

Durch die Begrenzung des Decodervorlaufes kann die Reaktionszeit auf Programmbeeinflussungen verkürzt werden.

Eigenschaften

Bei bestimmten Technologien, wie Brenn- oder Wasserstrahlschneiden, kann der Anwender über Variablen bestimmte Prozessparameter wie z.B. Vorschub im laufenden NC-Programm anpassen.

Bei einer aktiven Vorlaufbegrenzung wird erreicht, dass diese Änderungen schnell wirksam sind und im Schneidprozess zeitnah berücksichtigt werden.

Parametrierung und Programmierung

Die Vorlaufbegrenzung kann auf 2 Arten aktiviert werden:

1. Durch Konfiguration in der Kanalliste, wobei die Vorlaufbegrenzung dann nach Programmstart sofort wirkt.
2. Durch Programmierung im NC-Programm, wodurch die Vorlaufbegrenzung auch nur für bestimmte Programmabschnitte aktiviert werden kann.

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

Motivation und Funktion

Nach dem Start eines NC-Programmes werden die einzelnen NC-Sätze durch ein Interpretermodul, den sogenannten Decoder,

1. fortlaufend eingelesen,
2. in eine interne Darstellung umgesetzt und
3. zur weiteren Verarbeitung an den NC-Kanal ausgegeben.

Im NC-Kanal werden die Daten dann von weiteren Modulen (Werkzeugradiuskorrektur, Bahnvorbereitung, etc.) eingelesen, bearbeitet und bis zum Interpolator weiter durchgeschleust.

Die aktuelle Bearbeitung der Befehle im Interpolator entspricht dem **Istzustand** der Maschine, wogegen die decodierten Befehle dem **zukünftigen Zustand** der Maschine entsprechen.

Während der Programmdecodierung werden Parameter (z.B. externe Variablen) eingelesen und abhängig davon unterschiedliche Programmsequenzen durchlaufen.

Der Vorlauf des Decoders ist nicht begrenzt. Somit kann die Zeit zwischen Programmbeeinflussung während der Decodierung und Programmausführung sehr groß sein. Für den Anwender macht sich eine Parameteränderung, die einen Einfluss auf die Programmdecodierung hat, erst stark verzögert in der Ausführung bemerkbar.

Um diese Programmbeeinflussung in der Decodierung möglichst zeitnah zur Programmausführung zu halten, muss der Decodervorlauf möglichst klein gehalten werden, d.h. für den Anwender machen sich so Programmbeeinflussungen relativ unmittelbar bemerkbar.

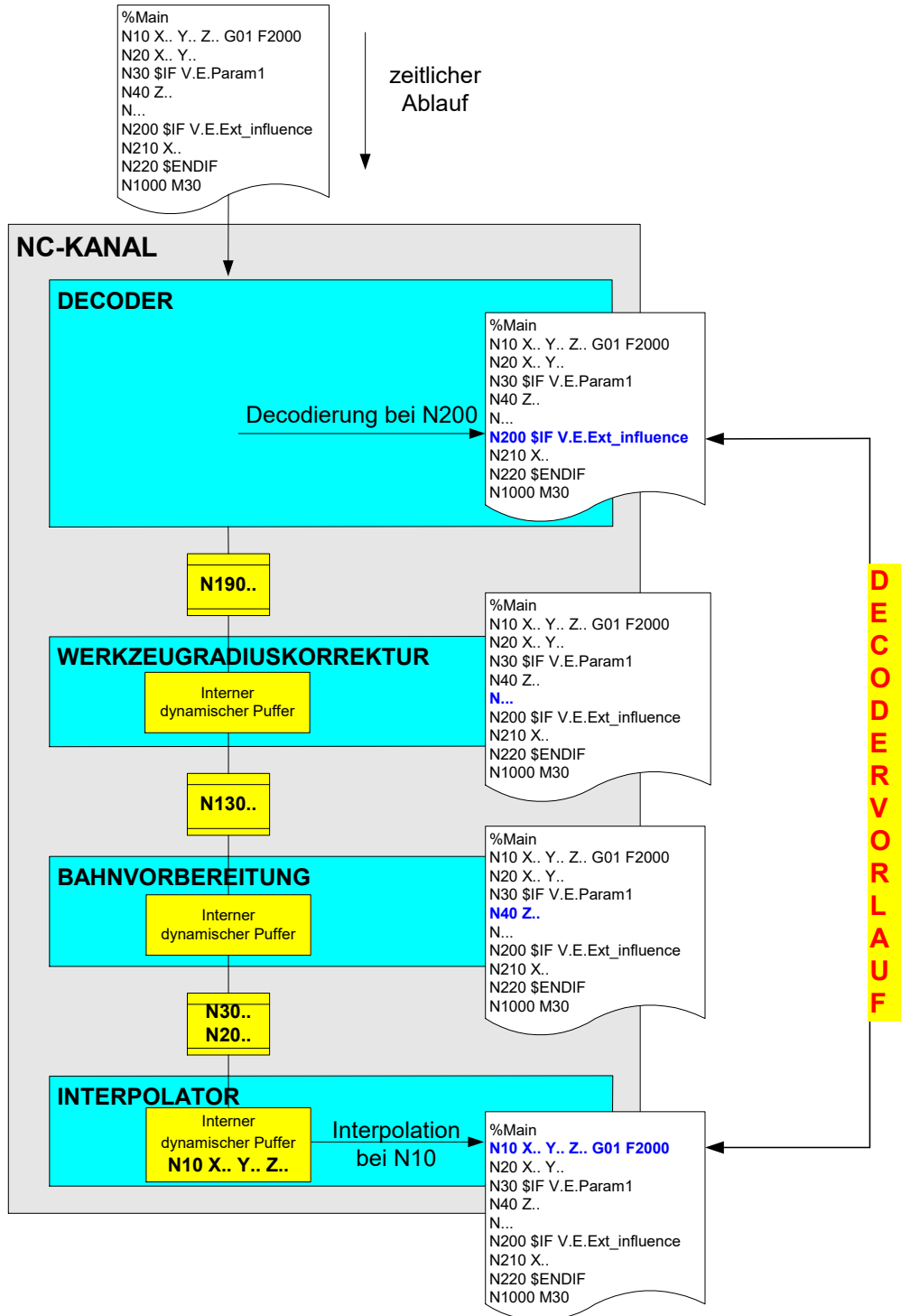


Abb. 1: Decodervorlauf und Speicherwirkung im NC-Kanal

Begrenzung der Vorausdecodierung

Durch die kaskadierte Verarbeitung der NC-Sätze ist also die Programmdecodierung der eigentlichen Ausführung/Interpolation immer voraus.

Die Anzahl der NC-Sätze, um die der Decoder vorausseilt, ist hierbei nicht konstant und nur indirekt durch die zur Verfügung stehenden Speicherplätze begrenzt. Der Decodervorlauf ist somit z.B. abhängig von:

- Der Art der verarbeiteten NC-Sätze selbst (kurze/lange Bewegungssätze, Parameterrechnung, Technofunktionen, Schaltbefehle).
- Den im NC-Kanal aktiven Funktionalitäten (WRK; HSC-, Splineinterpolation) und ihren Puffergrößen.
- Systemeinstellungen (Zykluszeit, Taskaufteilung).

Bei bestimmten Programmabläufen möchte der Anwender vorgeben können, wie weit die Decodierung der Interpolatorebene maximal voraus sein darf.

Der Decodervorlauf kann dazu festgelegt werden über:

- Die Angabe einer Anzahl NC-Sätze bzw. Bewegungssätze oder
- eine zeitbasierte Vorgabe (Verfahrzeit).

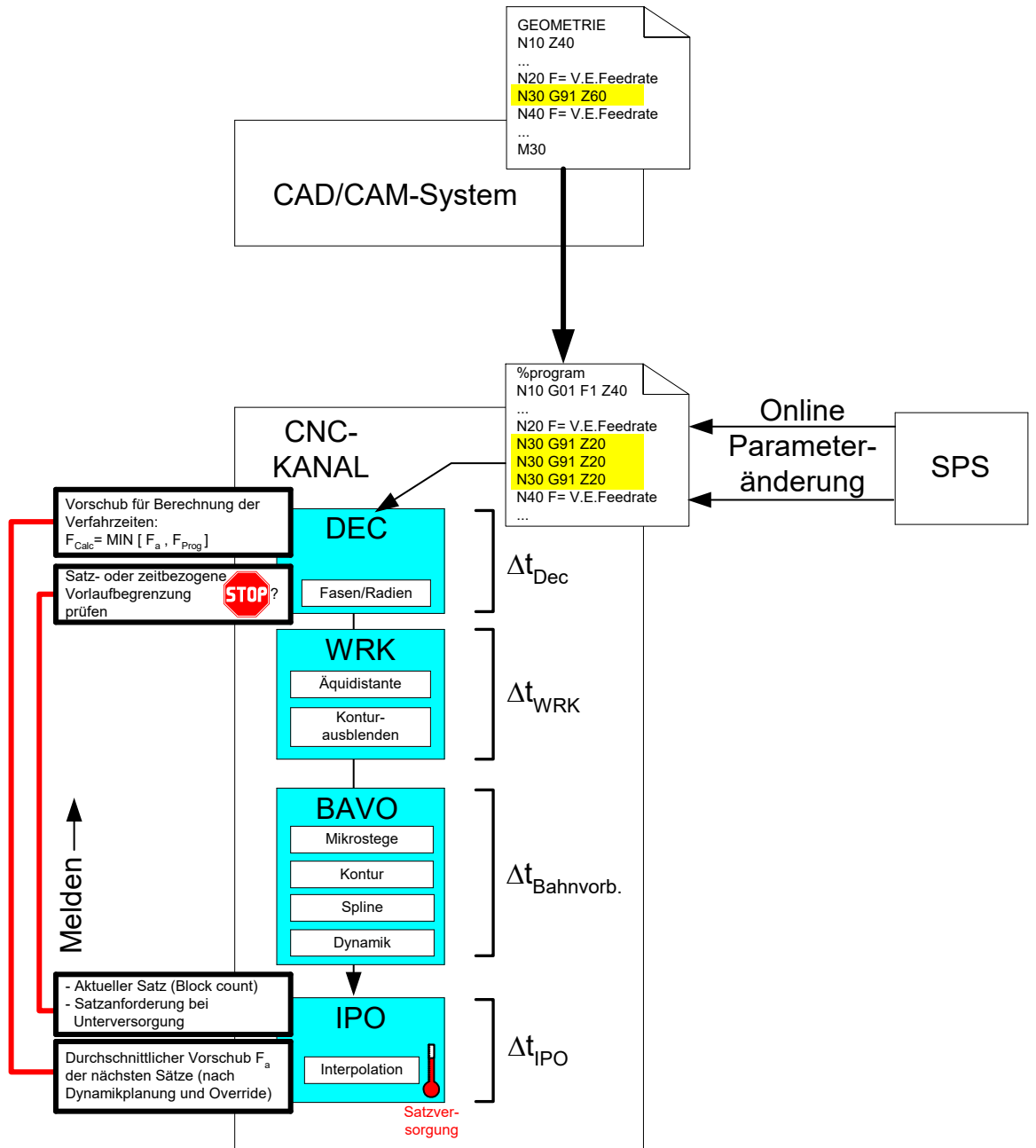


Abb. 2: Daten zur Bestimmung des Decodervorlaufs

3 Vorlaufbegrenzung auf Basis der Satzanzahl

Definition der Begrenzung

Die Begrenzung erfolgt durch die Festlegung der Anzahl von NC-Sätzen, die der Decoder der Interpolation voraus sein darf.

Diese Festlegung kann der Anwender definieren:

- im NC-Programm oder
- vor dem Hochlauf der Steuerung in den Kanalparametern.

Die CNC nummeriert jede decodierte CNC-Zeile hierzu eindeutig (Satzzähler bzw. Blockcount).

Statusanzeige

Wenn die Decodierung die Vorlaufbegrenzung erreicht hat, wird der Wartezustand des Decoders durch nachfolgendes Statusbit angezeigt.

Bei Fortsetzung der Decodierung wird das Statusbit wieder zurückgenommen. Das Anzeigedatum kann in den Diagnosedaten angezeigt werden.

0x00100000 BLOCK_AHEAD_LOCK_ACTIVE

Interner Ablauf

Der Decoder hält sich in einer internen Tabelle zu jedem ausgegebenen NC-Satz den zugehörigen Blockcount sowie einen zugeordneten Ausgabezähler.

Während des Programmlaufs ermittelt der Decoder mit dem durch den Interpolator gemeldeten Blockcount und seinem eigenen Blockcount das entsprechende Delta der Ausgabezähler (Vorlauf).

Ist dieses Delta größer als die festgelegte zulässige Begrenzung, unterbricht der Decoder seine Bearbeitung. Er wartet so lange mit der Fortsetzung der Decodierung, bis der Interpolator die festgelegte Begrenzung wieder unterschreitet, d.h. wieder "aufgeholt" hat.

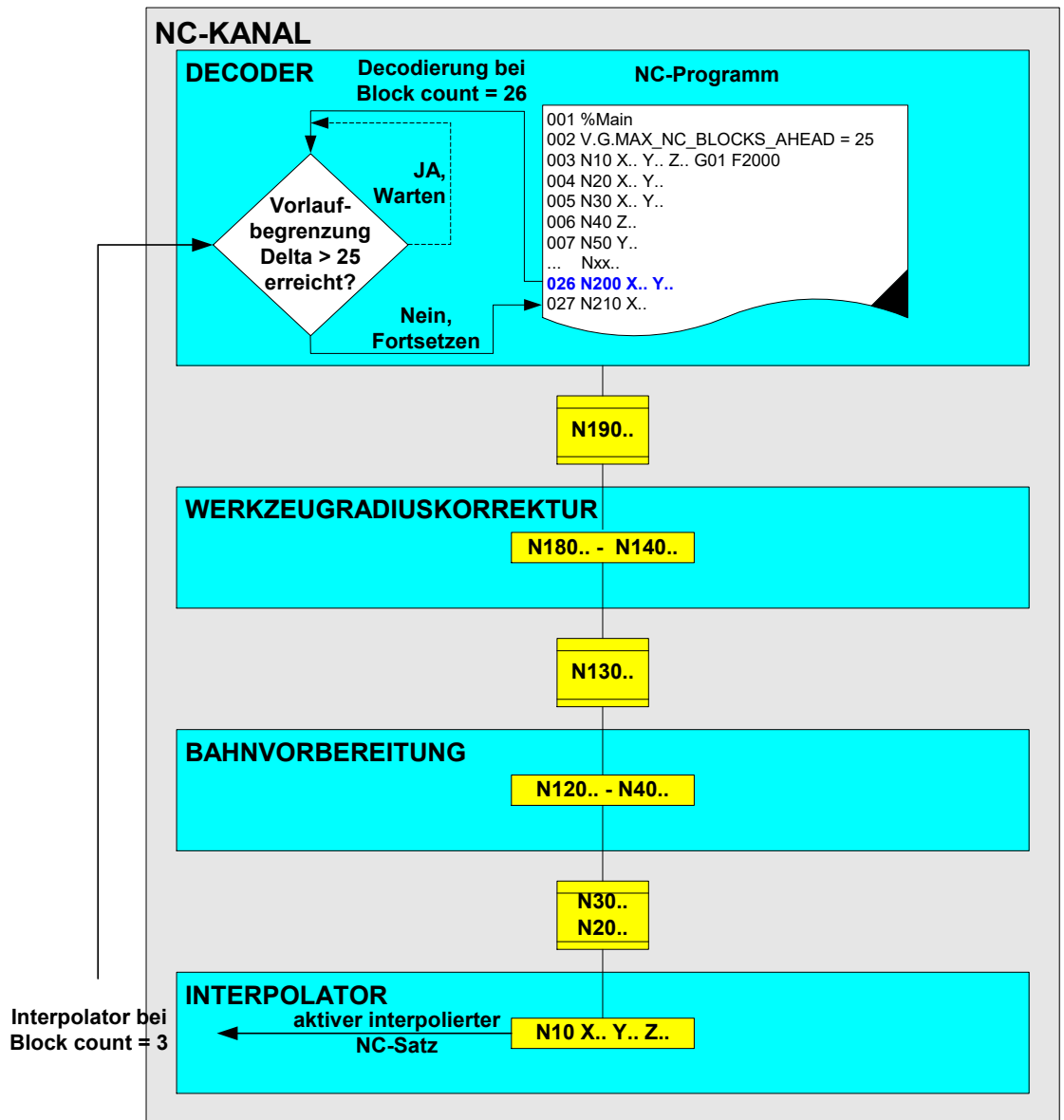


Abb. 3: Prüfen der Vorlaufbegrenzung Decoder/Interpolator

Im Bild beträgt das Delta der Vorlaufbegrenzung $26 - 3 = 23$, d.h. die Decodierung wird fortgesetzt, da die Vorlaufbegrenzung von 25 noch nicht erreicht ist.

3.1 Anwendung

Anwahl Vorlaufbegrenzung

Die Vorlaufbegrenzung kann festgelegt werden

- direkt im NC-Programm oder
- in der Kanalparameterliste.

3.1.1 Satzanzahlbegrenzung über NC-Befehl

Aktivieren über NC-Befehl

Für die Definition und Anwahl der Begrenzung des Decodervorlaufes im NC-Programm stehen globale Variablen zur Verfügung.

2 (exklusive) Optionen der Satzanzahlbegrenzung sind über Variablen möglich:

V.G.MAX_NC_BLOCKS_AHEAD = <Wert>

Mit dieser Variable wird die Anzahl von kanalrelevanten NC-Sätze (Zeilen) bestimmt, die der Decoder gegenüber dem Interpolator maximal im Vorlauf sein darf. Kanalrelevante NC-Sätze sind Programmzeilen, die im nachfolgenden NC-Kanal zu weiteren Aktionen führen (Bewegungssätze, Technofunktionen, Schaltbefehle).

Reine Parameterrechnungen, Leerzeilen und Kommentarzeilen ohne Satznummern werden nur auf Interpreterebene verarbeitet und bleiben bei der Festlegung des Vorlaufwertes unberücksichtigt.

V.G.MAX_MOTION_BLOCKS_AHEAD = <Wert>

Mit dieser Variable wird die Anzahl von reinen NC-Bewegungssätzen (G00, G01, G02/03) bestimmt, die der Decoder gegenüber dem Interpolator maximal im Vorlauf sein darf. Alle anderen NC-Programmzeilen bleiben bei der Festlegung des Vorlaufwertes unberücksichtigt.

Durch Setzen der V.G.-Variablen auf einen Wert ungleich 0 wird die Vorlaufbegrenzung aktiviert. Vor dem Start der Vorlaufbegrenzung sollten Decoder und Interpolator bzgl. dem NC-Programm den gleichen Bearbeitungsstand haben, d.h. synchron sein. Dies kann erreicht werden durch:

- Anwahl der Vorlaufbegrenzung sofort zu Beginn des NC-Programms oder
- Ausführen eines #FLUSH WAIT unmittelbar vor Anwahl der Vorlaufbegrenzung

Die Vorlaufbegrenzung ist dann bis zum Hauptprogrammende M30 aktiviert.



Achtung

Es darf immer nur eine Option der Vorlaufbegrenzung aktiv sein. Bei gleichzeitiger Verwendung der Variablen wird die Fehlermeldung P-ERR-21575 ausgegeben.

Deaktivieren über NC-Befehl

Wird der Wert dieser V.G.-Variablen auf 0 gesetzt, so ist die Begrenzung wieder deaktiviert.



Programmierbeispiel

Satzanzahlbegrenzung über NC-Befehl

Vorlaufbegrenzung über Definition im NC-Programm

```
%MAIN
N005 V.G.MAX_NC_BLOCKS_AHEAD = 10 ;Anwahl Vorlaufbegrenzung 10 NC-Sätze
N190 #HSC[ MODE 1 CONTERROR 0.01]
N270 G54 G90
...
N320 #HSC ON
N47200: G1 F4000 Y597.771 Z-5.596
N47210 Y597.343 Z-5.205
N47220 Y596.911 Z-4.861
N47230 Y596.475 Z-4.561
N47240 Y596.067 Z-4.321
N47250 Y595.643 Z-4.112
N47260 Y595.278 Z-3.965
N47270 Y594.905 Z-3.841
N47280 Y594.524 Z-3.747
N47290 Y594.136 Z-3.683
...
N47350 V.G.MAX_NC_BLOCKS_AHEAD = 0 ;Abwahl Vorlaufbegrenzung
...
N47449 #FLUSH WAIT ;Synchronisierung von Decoder und Interpolator
N47450 V.G.MAX_MOTION_BLOCKS_AHEAD = 20 ;Anwahl Vorlaufbegrenzung 20 Be-
wegungssätze
N47440 Y589.152 Z-5.735
N47450 Y588.76 Z-6.156
N47460 Y588.235 Z-6.767
N47470 Y587.299 Z-7.889
N47480 Y587.034 Z-8.198
N47490 Y586.768 Z-8.463
N47500 Y586.492 Z-8.686
N47510 Y586.235 Z-8.853
N47520 Y585.994 Z-8.971
N47530 Y585.791 Z-9.039
N475403 V.G.MAX_MOTION_BLOCKS_AHEAD = 0 ;Abwahl Vorlaufbegrenzung
...
N999999 M30
```

3.1.2 Satzanzahlbegrenzung über Kanalparameter

Aktivieren über Kanalparameter

Alternativ stehen zur Konfiguration der Vorlaufbegrenzung in der Kanalparameterliste entsprechende Parameter zur Verfügung:

max_nc_blocks_ahead <Wert> (P-CHAN-00216)

Mit diesem Parameter wird die Anzahl von kanalrelevanten NC-Sätzen (Zeilen) bestimmt, die der Decoder gegenüber dem Interpolator maximal im Vorlauf sein darf.

max_motion_blocks_ahead <Wert> (P-CHAN-00246)

Mit diesem Parameter wird die Anzahl von reinen NC-Bewegungssätzen (G00, G01, G02/03) bestimmt, die der Decoder gegenüber dem Interpolator maximal im Vorlauf sein darf.

Nach Programmstart ist die Vorlaufbegrenzung dann sofort aktiv und bleibt bis zum Hauptprogrammende M30 angewählt.

Im NC-Programm kann die Vorlaufbegrenzung durch Schreiben der entsprechenden Variable V.G.MAX_NC_BLOCKS_AHEAD bzw. V.G.MAX_MOTION_BLOCKS_AHEAD jederzeit geändert oder deaktiviert werden.

Beim nächsten Programmstart gilt dann wieder der in der Kanalparameterliste gesetzte Wert.



Achtung

Es darf immer nur eine Option der Vorlaufbegrenzung über die Konfiguration aktiviert werden. Bei gleichzeitiger Verwendung der Parameter wird die Fehlermeldung P-ERR-21574 ausgegeben.

Deaktivieren über Kanalparameter

Werden diese Kanalparameter auf 0 gesetzt oder in der Liste nicht angegeben, so ist nach Programmstart keine Begrenzung aktiv.

3.2 Besonderheiten und Einschränkungen

Restriktionen / Besonderheiten

Werden im NC-Programm viele Zeilen programmiert, die nur decoderintern ausgewertet werden, so erfolgt keine Befehlsausgabe an den NC-Kanal.

Dies kann insbesondere bei der Vorlaufbegrenzung über "MAX_NC_BLOCKS_AHEAD" dazu führen, dass die Decodierung unterbricht und der Interpolator ebenfalls anhält, weil der Kanal keine neuen Sätze nachliefert (Verklemmung).

Um dies zu vermeiden, sollten nach Anwahl der Vorlaufbegrenzung möglichst keine großen Blöcke von Kommentarzeilen, Leerzeilen, Parameterrechnungen etc. vorkommen.

Evtl. muss auch der Wert der Vorlaufbegrenzung erhöht werden.



Hinweis

Damit beim begrenzten Decodervorlauf keine Verklemmungen des NC-Kanals auftreten, wird empfohlen, mindestens **10 Zeilen** als Begrenzung festzulegen.

Da die Bahnplanung abhängig von den aktiven Funktionalitäten im NC-Kanal verschiedene Anzahlen von Sätzen speichert, ist evtl. eine deutlich höhere Vorlaufbegrenzung notwendig.

Die gesamte Speicherwirkung des Kanals ist z.B. abhängig von folgenden aktiven Funktionen:

- Werkzeugradiuskorrektur
- Überschleifen G61/G262
- #HSC (Spline)
- Mikrostege
- Dynamikplanung

Abhängig von der Bahndynamik können bei relativ kurzen Bewegungssätzen bei aktiver Vorlaufbegrenzung Vorschubschwankungen auftreten.



Hinweis

Für einen stabilen Ablauf kann optional der überwachte Vorlaufbetrieb durch den Kanalparameter P-CHAN-00270 angewählt werden (siehe Kapitel „Zeitbezogene Vorlaufbegrenzung [▶ 17]“):

dec_max_ahead_protected ACTIVE

4 Zeitbezogene Vorlaufbegrenzung

Definition der Begrenzung

Bei der zeitbezogenen Vorlaufbegrenzung wird der maximal zulässige Decodiervorlauf durch die Angabe einer Zeit in Sekunden festgelegt. Die Begrenzung bestimmt, wie viele Sekunden die Decodierung der Programmausführung (Interpolation) voraus sein darf.

Hierbei wird ausschließlich die Verfahrzeit von Bewegungssätzen (wie G00, G01, G02, G03) sowie die Verweilzeit (G04, #TIME) betrachtet. Andere zeitverbrauchende NC-Funktionen, wie z.B. M-Funktionen werden nicht berücksichtigt.

Die Vorlaufbegrenzung der Decodierung basiert auf der programmierten idealen Sollgeschwindigkeit und der aktuellen Satzlänge. Hieraus ergeben sich insbesondere Abweichungen bei Funktionen, welche die Kontur- und Dynamik beeinflussen, wie z.B.:

- Echtzeitbeeinflussungen der Geschwindigkeit über FEEDHOLD, Override
- Gewichtungen der Geschwindigkeit, z.B. über #VECTOR LIMIT
- Abweichung, falls die programmierte Geschwindigkeit nicht erreicht werden kann, z. B. aufgrund der zu fahrenden Geometrie
- Konturbeeinflussungen durch Polymonüberschleifen oder Splineinterpolation

Damit die Verfahrzeit für die Vorlaufbegrenzung dennoch realistisch abgeschätzt werden kann, stellt die Interpolation eine gemittelte Vorschubgeschwindigkeit (Durchschnittsgeschwindigkeit) der nächsten auszuführenden Verfahrätze zur Verfügung.

In der Durchschnittsgeschwindigkeit sind krümmungsabhängige Dynamikbegrenzungen und Echtzeiteinflüsse wie Override und Feedhold berücksichtigt. Die berechnete Verfahrzeit basiert dann auf dem Minimum von Durchschnittsgeschwindigkeit und dem zum Decodierzeitpunkt im Satz gültigen Vorschub (F-Wort, Eilgang).

Für die Berechnung der Verfahrzeit gelten folgende Bedingungen:

- Es werden Linear- und Zirkularsätze betrachtet.
- Bei der Ermittlung der Verfahrzeit auf der Bahn werden nur Vorschubachsen (#FGROUP) berücksichtigt
- Sind nur Mitschleppachsen im Satz programmiert, wird bei der Berechnung der Verfahrzeit die langsamste Achse verwendet.

Restriktionen:

- Unabhängige Achsbewegungen (INDP_SYN, INDP_ASYN) und der "Z"-Anteil von Helikalbewegungen werden nicht berücksichtigt.
- Keine Berücksichtigung von M/H-Funktionen, Werkzeugwechseln etc.

Die An-/Abwahl der zeitbezogenen Vorlaufbegrenzung erfolgt analog zur satzbezogenen Vorlaufbegrenzung entweder

- im NC-Programm durch die spezielle V.G-Variable **V.G.MAX_TIME_AHEAD** = <Wert in [sek.]> oder
- generell durch den Kanalparameter P-CHAN-00269: **max_time_ahead** <Wert in [10-6 sek.]>

Statusanzeige

Wenn die Decodierung die zeitbezogene Vorlaufgrenze erreicht hat, wird der Wartezustand des Decoders durch nachfolgendes Statusbit angezeigt. Bei Fortsetzung der Decodierung wird das Statusbit wieder zurückgenommen.

0x00200000 TIME_AHEAD_LOCK_ACTIVE

Das Anzeigedatum kann in den Diagnosedaten angezeigt werden.

Interner Ablauf

Die Berechnung der relevanten Verfahrzeiten wird vollständig im Decoder durchgeführt.

Der Decoder schätzt für jeden (Verfahr-)Satz hierzu eine minimale Ausführungszeit = Bahnlänge / Geschwindigkeit ab.

Der Decoder hält in einer Tabelle für jeden ausgegebenen Verfahrsatz den Blockcount und die benötigte Zeit. Mit dem vom Interpolator angezeigten Blockcount wird dann über die Tabelle der Zeitvorlauf zum zuletzt verarbeiteten Verfahrsatz ermittelt.

Ist dieses Delta größer als die festgelegte zulässige Begrenzung, unterbricht der Decoder seine Bearbeitung und wartet so lange mit der Fortsetzung der Decodierung, bis der Interpolator die festgelegte Begrenzung wieder unterschreitet; also wieder "aufgeholt" hat.

Wirksamkeit

Die Vorlaufbegrenzung ist nur dann wirksam, wenn die Satzversorgung des Interpolators (Überwacher Betriebsmodus, Kapitel „Zeitbezogene Vorlaufbegrenzung [▶ 17]“) gewährleistet ist.



Programmierbeispiel

Zeitbezogene Vorlaufbegrenzung

Zeitbezogene Vorlaufbegrenzung über Definition im NC-Programm

```
%MAIN
```

```
N190 #HSC[ MODE 1 CONTERROR 0.01]
```

```
N270 G54 G90
```

```
N280 V.G.MAX_TIME_AHEAD = 2 ;Anwahl Vorlaufbegrenzung 2 Sekunden
```

```
...
```

```
N320 #HSC ON
```

```
N47200: G1 F4000 Y597.771 Z-5.596
```

```
N47210 Y597.343 Z-5.205
```

```
N47220 Y596.911 Z-4.861
```

```
N47230 Y596.475 Z-4.561
```

```
N47240 Y596.067 Z-4.321
```

```
N47250 Y595.643 Z-4.112
```

```
N47260 Y595.278 Z-3.965
```

```
N47270 Y594.905 Z-3.841
```

```
N47280 Y594.524 Z-3.747
```

```
N47290 Y594.136 Z-3.683
```

```
...
```

```
N47440 Y589.152 Z-5.735
```

```
N47450 Y588.76 Z-6.156
```

```
N47460 Y588.235 Z-6.767
```

```
N47470 Y587.299 Z-7.889
```

```
N47480 Y587.034 Z-8.198
```

```
N47490 Y586.768 Z-8.463
```

```
N47500 Y586.492 Z-8.686
```

```
N47510 Y586.235 Z-8.853
```

```
N47520 Y585.994 Z-8.971
```

```
N47530 Y585.791 Z-9.039
```

```
N475403 V.G.MAX_TIME_AHEAD = 0 ;Abwahl Vorlaufbegrenzung
```

```
...
```

```
N999999 M30
```

4.1 Programmbeispiele

Beispiel 1

Im folgenden Testprogramm wird ein Quadrat mit einer Kantenlänge von 100 mm gefahren, wobei jede Seite in 100 Einzelsätze segmentiert ist. Ausgehend von einer Vorlaufzeit von 2 Sekunden wird bei immer kleineren Werten sichtbar, dass aufgrund der pulsierenden Satzversorgung ab einer bestimmten Schwelle die Bahngeschwindigkeit nicht mehr konstant gehalten werden kann.

```
% Quadrat.nc

#SLOPE [TYPE=HSC]
G133 100
V.G.MAX_TIME_AHEAD = 2 ;Sekunden

G00 G90 X0 Y0
P40 = 5000
P30=100.0 (* Viereck Kantenlaenge *)
P20 = 100 (* Satzanzahl auf Kantenlaenge *)
P10 = P30/P20

$FOR P1=1,P20, 1
N[P1]G01 G91 XP10 FP40
$ENDFOR
G90
$FOR P1=1,P20, 1
N[P1+1000]G01 G91 YP10
$ENDFOR
G90
$FOR P1=1,P20, 1
N[P1+2000]G01 G91 X-P10
$ENDFOR
G90
$FOR P1=1,P20, 1
N[P1+3000]G01 G91 Y-P10
$ENDFOR
G90
V.G.MAX_TIME_AHEAD = 0 ;Sekunden
M30
```

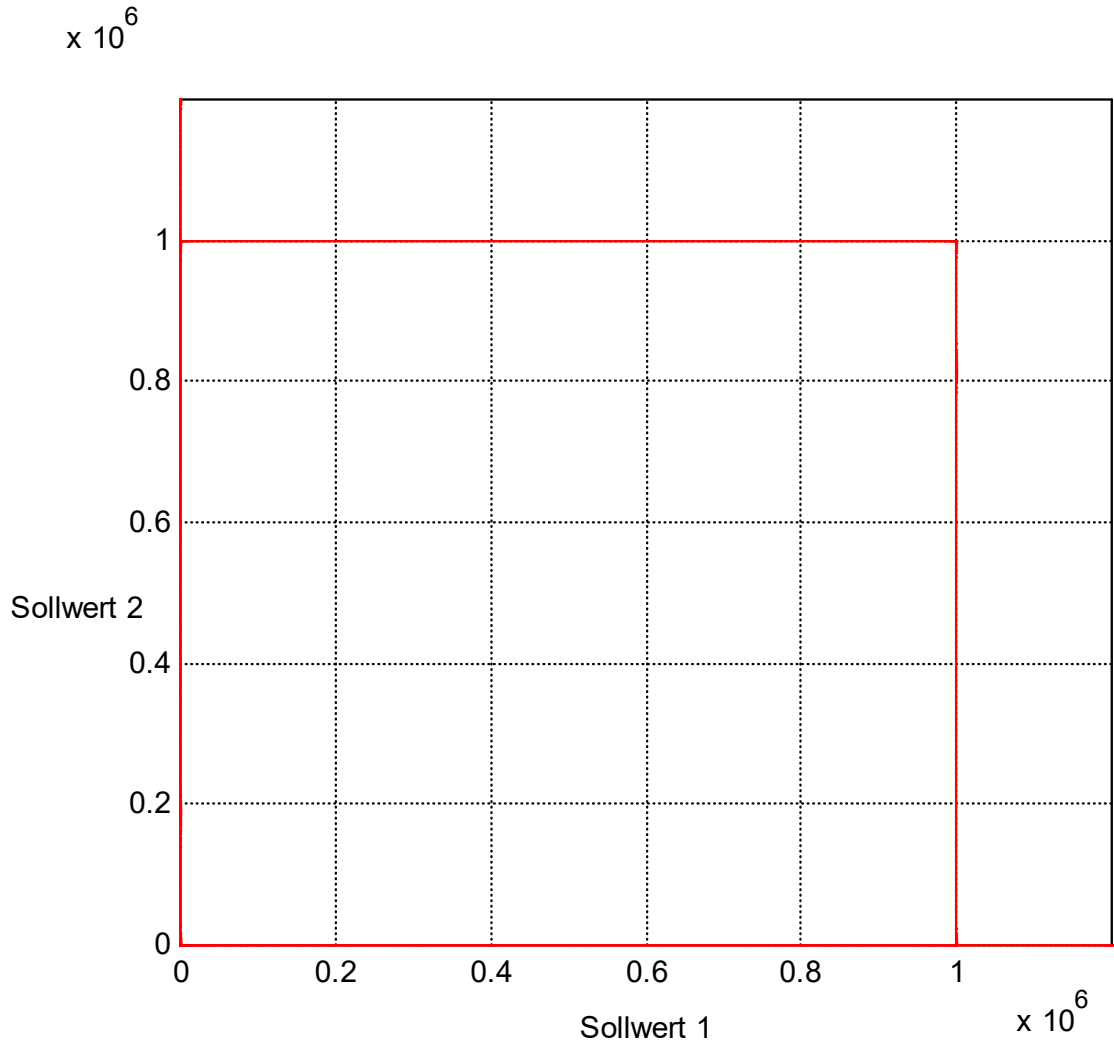


Abb. 4: Testkontur: Verlauf der Bahngeschwindigkeit bei unterschiedlichen Vorlaufzeiten

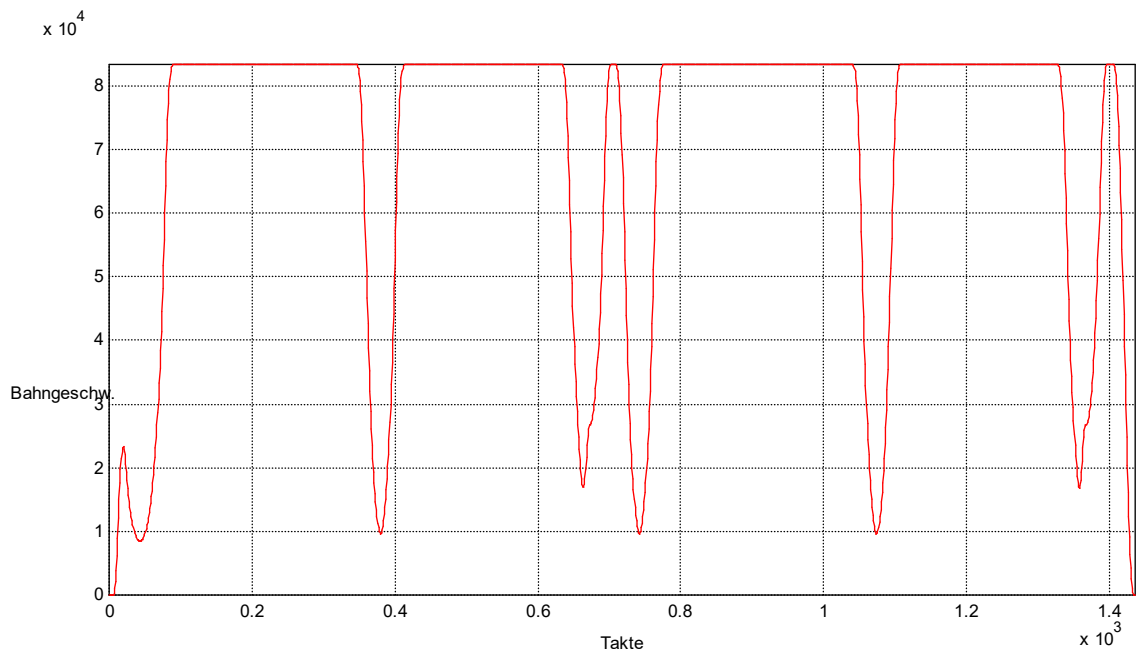


Abb. 5: Vorlaufzeit: 2 Sekunden, Satzversorgung ausreichend

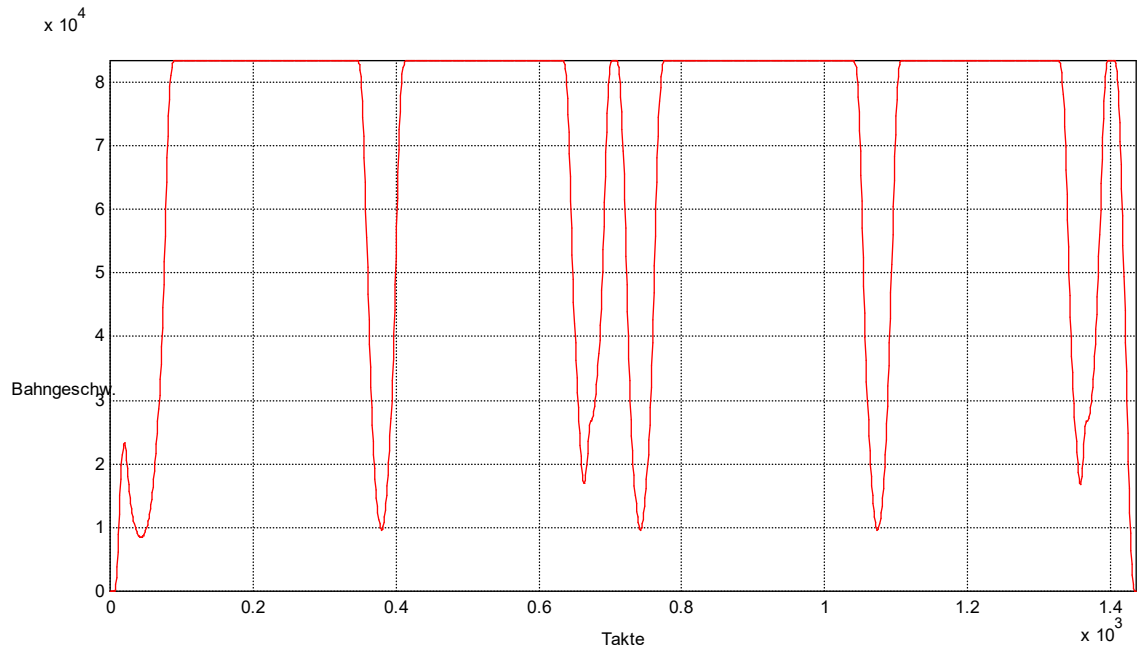


Abb. 6: Vorlaufzeit: 0.5 Sekunden, Satzversorgung ausreichend

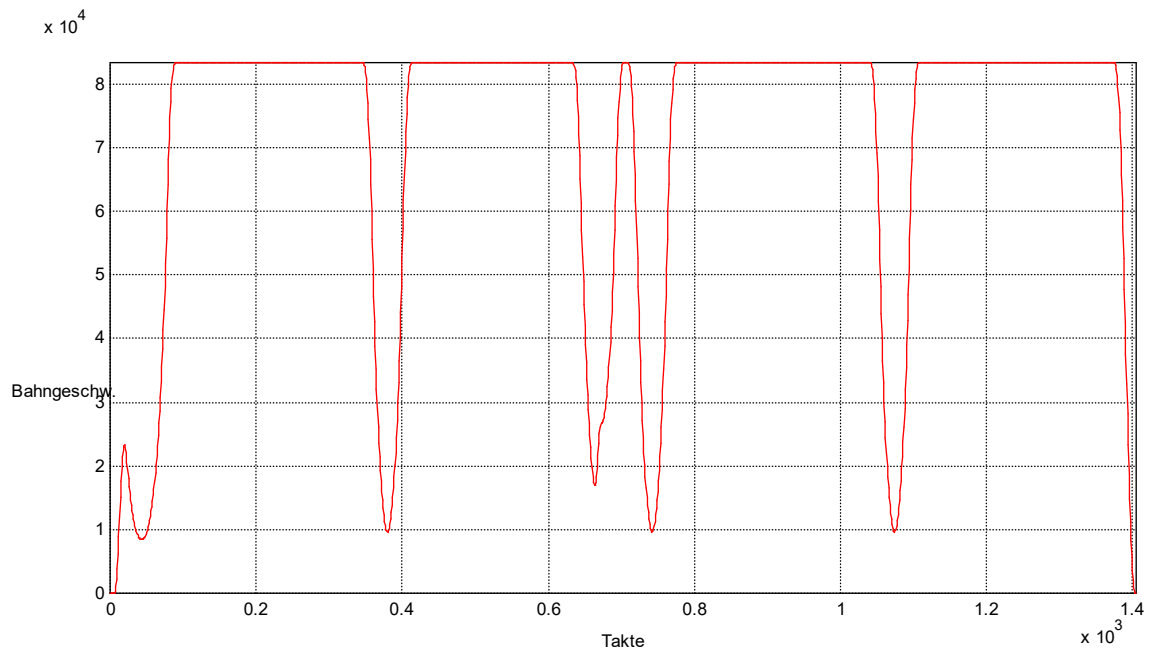


Abb. 7: Vorlaufzeit: 0.25 Sekunden, Satzversorgung ausreichend

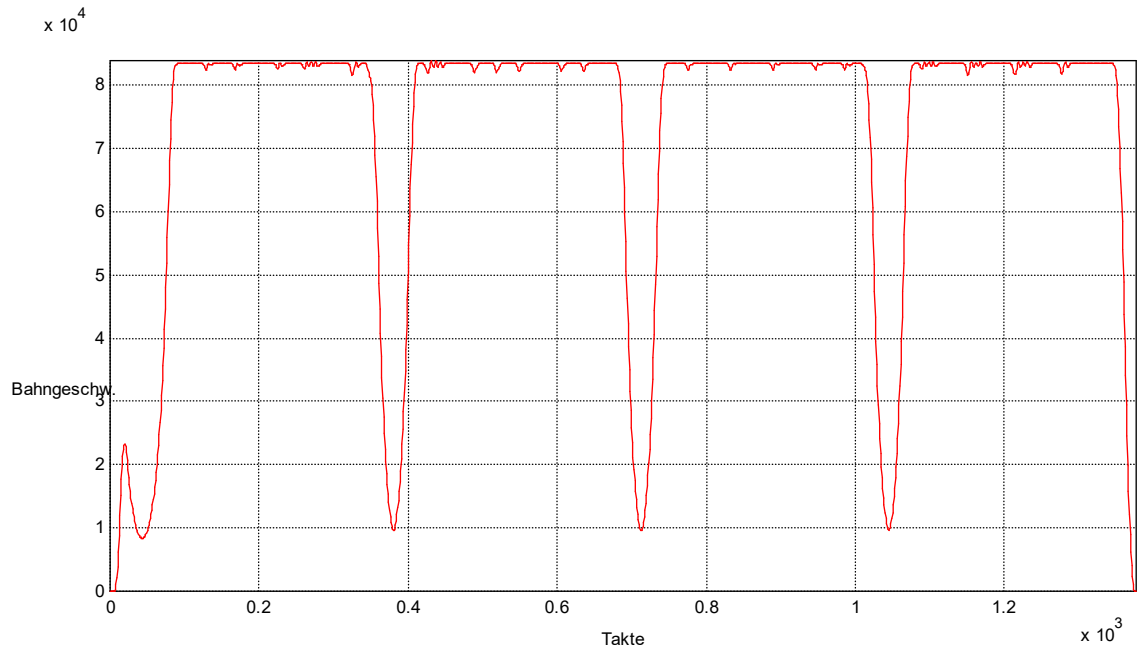


Abb. 8: Vorlaufzeit: 0.225 Sekunden, Satzversorgung beginnt zu pulsieren, Bahngeschwindigkeit schwankt

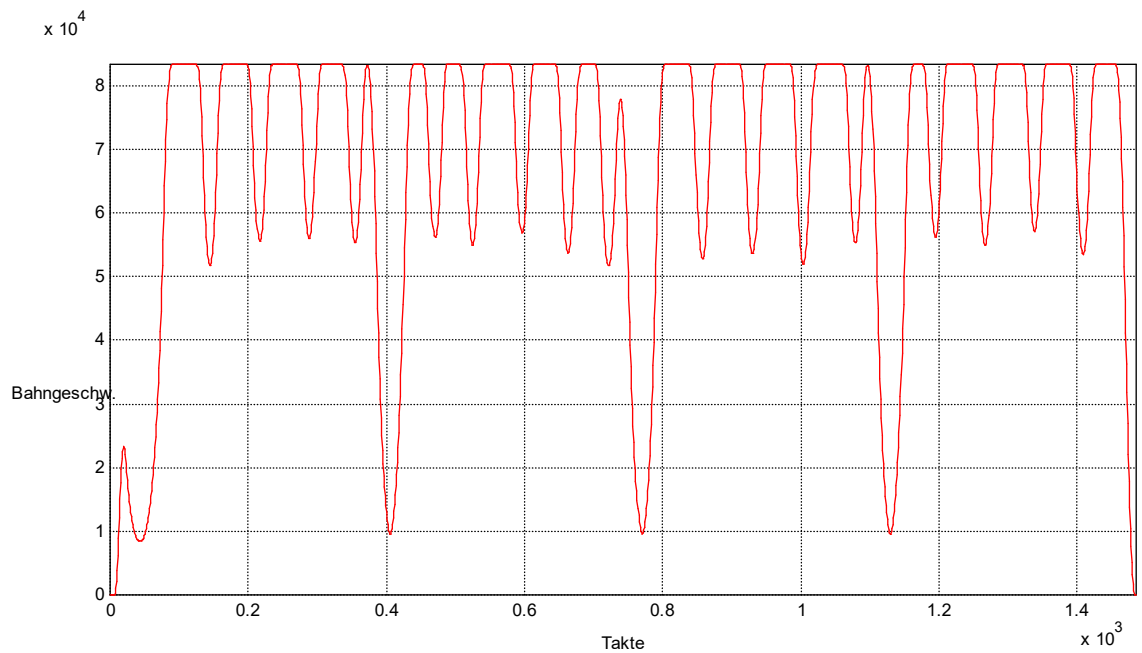


Abb. 9: Vorlaufzeit: 0.2 Sekunden, Satzversorgung pulsiert stärker, Bahngeschwindigkeit schwankt

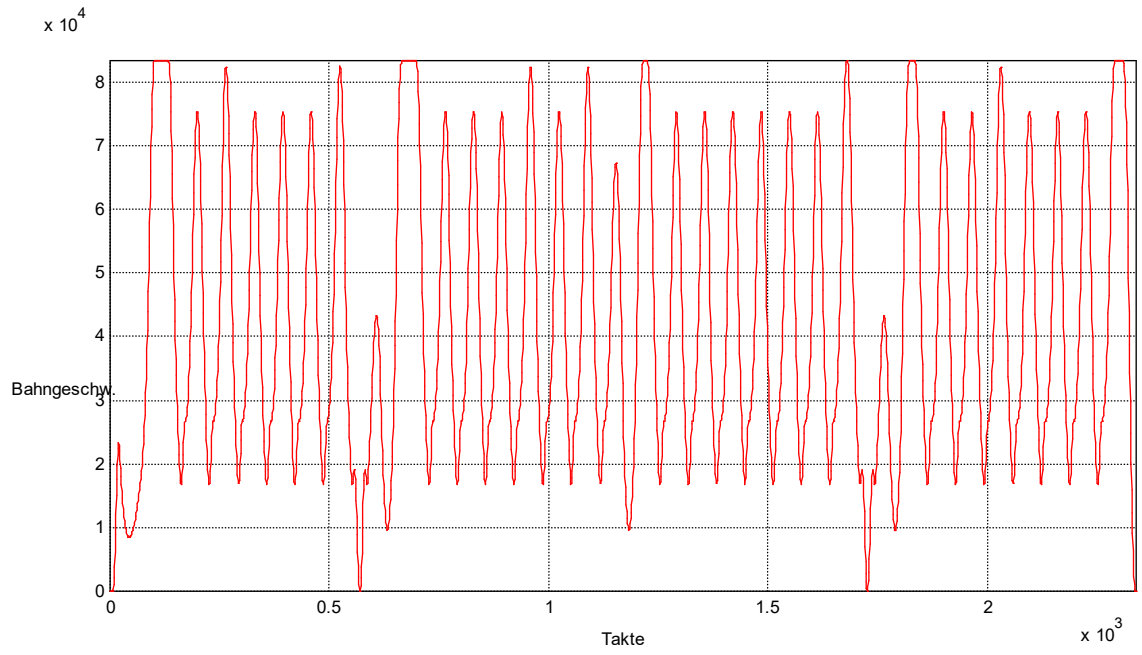


Abb. 10: Vorlaufzeit: 0.1 Sekunden, Satzversorgung pulsiert stark, Bahngeschwindigkeit schwankt

Beispiel 2

Die Berücksichtigung der gemittelten Vorschubgeschwindigkeit bei der Berechnung der Vorlaufzeit ist in der Grundeinstellung immer aktiv. Für das Einfahren von Programmen und für Diagnosezwecke ist diese Funktion mit dem Kanalparameter P-CHAN-00428 (calc_average_feed_ahead) [▶ 35] abschaltbar.

Mit dem nachfolgend aufgeführten idealisierten Testprogramm wird der Einfluss dieser gemittelten Vorschubgeschwindigkeit auf die Genauigkeit der tatsächlichen Vorlaufzeit untersucht und verdeutlicht.

Test 1:

Programm mit 40 mm Linearsätzen und Vorschublimits, Vorlaufzeit 2s

```
%average_feed_ahead_1
F60000 G01
V.G.MAX_TIME_AHEAD = 2
#VECTOR LIMIT ON [VEL=20000]
$FOR P1=0,100,1
  G91 X40
$ENDFOR
G91 Y10
#VECTOR LIMIT ON [VEL=40000]
$FOR P1=0,100,1
  G91 X-40
$ENDFOR
G91 Y-10
M30
```

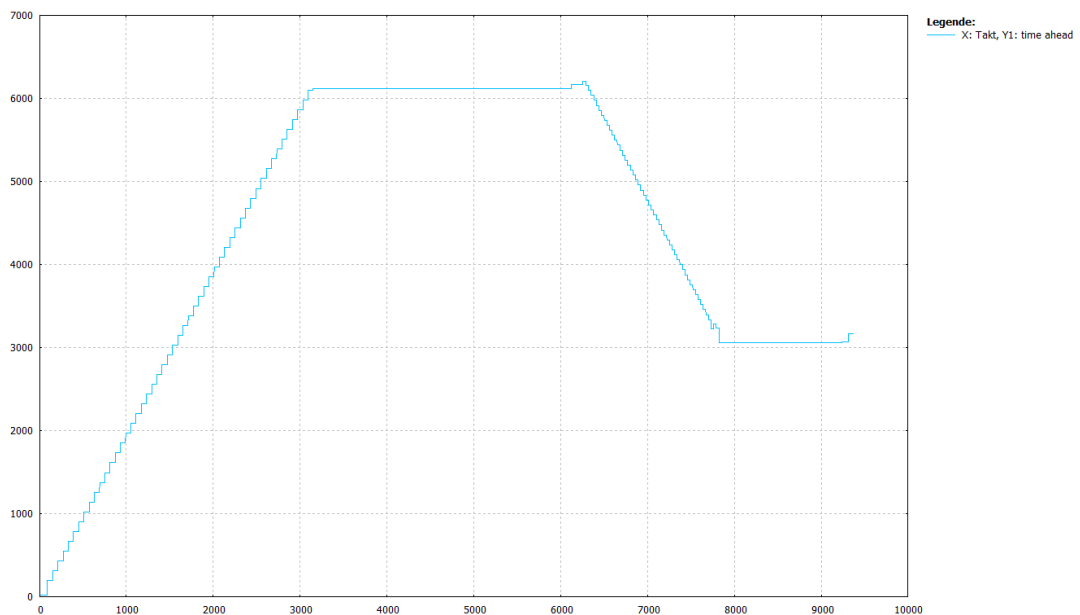


Abb. 11: Vorlaufbegrenzung ohne Berücksichtigung der Durchschnittsgeschwindigkeit (P-CHAN-00428 = 0, Satzlängen 40mm und aktive Vorschublimits)

Durch die langen Geometriesätze (40mm) ist die Satzversorgung gewährleistet. Die Geschwindigkeitsbeeinflussung über #VECTOR LIMIT wird wegen P-CHAN-00428 = 0 bei der Vorlaufzeitberechnung nicht berücksichtigt. Die gewünschte Vorlaufzeit von 2 s wird deutlich überschritten

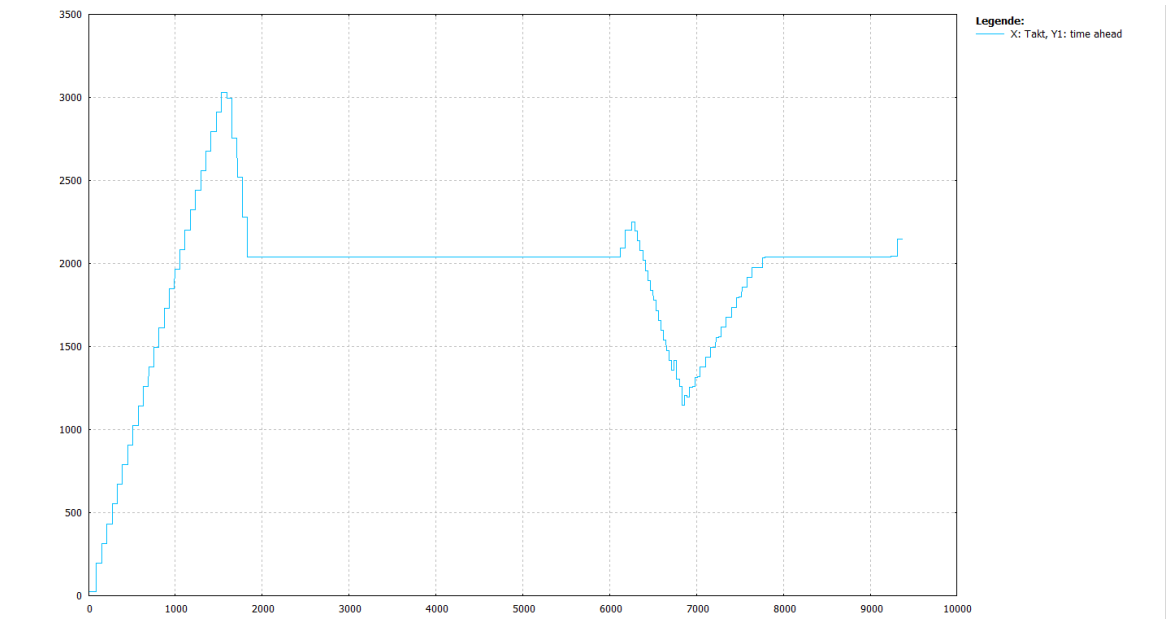


Abb. 12: Vorlaufbegrenzung mit Berücksichtigung der Durchschnittsgeschwindigkeit (Default bzw. P-CHAN-00428 = 1, Satzlängen 40mm und aktive Vorschublimits)

Es kommt beim Start zu einer leichten Überschreitung, die aber nachgeregelt wird. Die gewünschte Vorlaufzeit von 2 s wird im Wesentlichen eingehalten

Test 2:

Programm mit 10 mm (kurzen) Linearsätzen und Vorschublimits, Vorlaufzeit 2s

```
%average_feed_ahead_2
F60000 G01
V.G.MAX_TIME_AHEAD = 2
#VECTOR LIMIT ON [VEL=20000]
$FOR P1=0,400,1
    G91 X10
$ENDFOR
G91 Y10
#VECTOR LIMIT ON [VEL=40000]
$FOR P1=0,400,1
    G91 X-10
$ENDFOR
G91 Y-10
M30
```

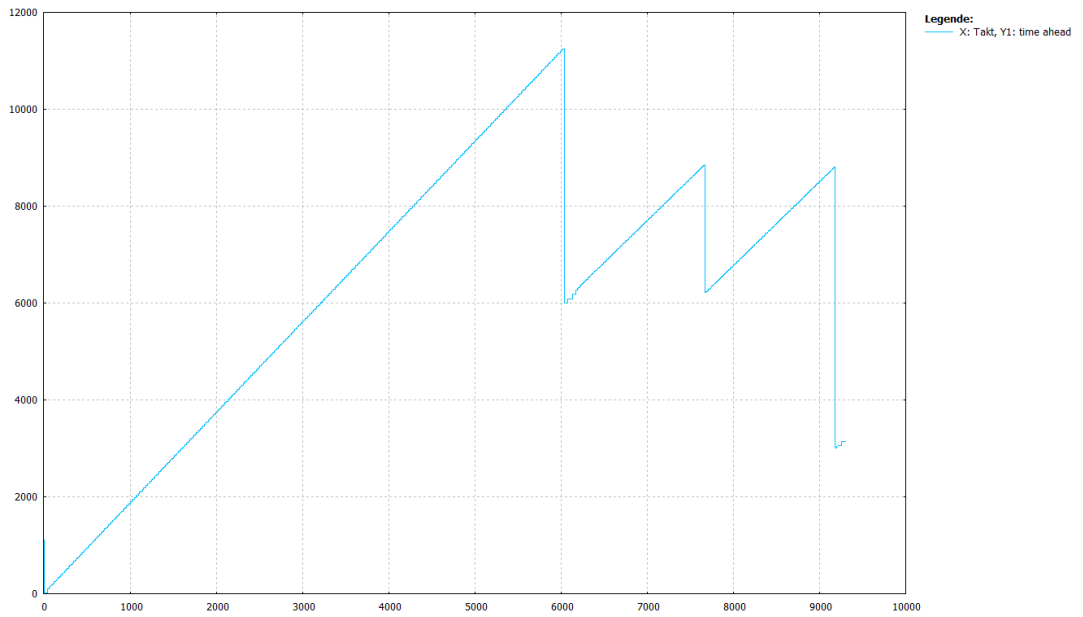


Abb. 13: Vorlaufbegrenzung ohne Berücksichtigung der Durchschnittsgeschwindigkeit (P-CHAN-00428 = 0, Satzlängen 10mm und aktive Vorschublimits)

Durch die kurzen Geometriesätze (10mm) hat die Gewährleistung der Satzversorgung bei der Interpolation Priorität. Eine stabile Vorlaufbegrenzung wird nicht erreicht. Die gewünschte Vorlaufzeit von 2 s wird deutlich überschritten.

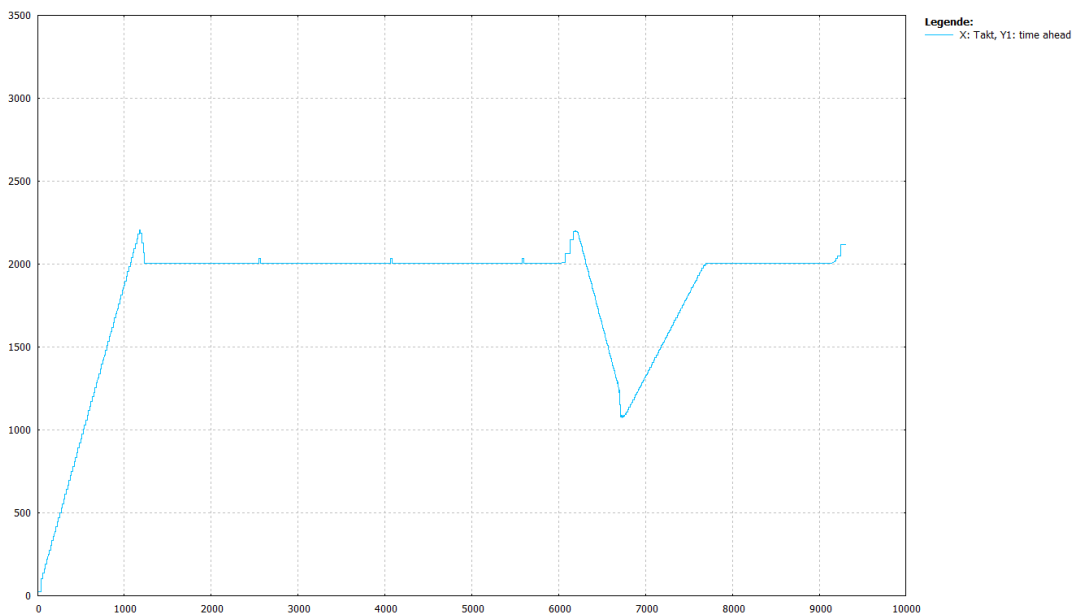


Abb. 14: Vorlaufbegrenzung mit Berücksichtigung der Durchschnittsgeschwindigkeit (Default bzw. P-CHAN-00428 = 1, Satzlängen 10mm und aktive Vorschublimits)

Es kommt beim Start zu einer leichten Überschreitung, die aber nachgeregelt wird. Die gewünschte Vorlaufzeit von 2 s wird im Wesentlichen eingehalten.

Test 3:

Programm mit 40mm Linearsätzen, ohne Vorschublimits, Vorlaufzeit 2s

```

%average_feed_ahead_3
F60000 G01
V.G.MAX_TIME_AHEAD = 2
$FOR P1=0,100,1
  G91 X40
$ENDFOR
G91 Y10
$FOR P1=0,100,1
  G91 X-40
$ENDFOR
G91 Y-10
M30
    
```

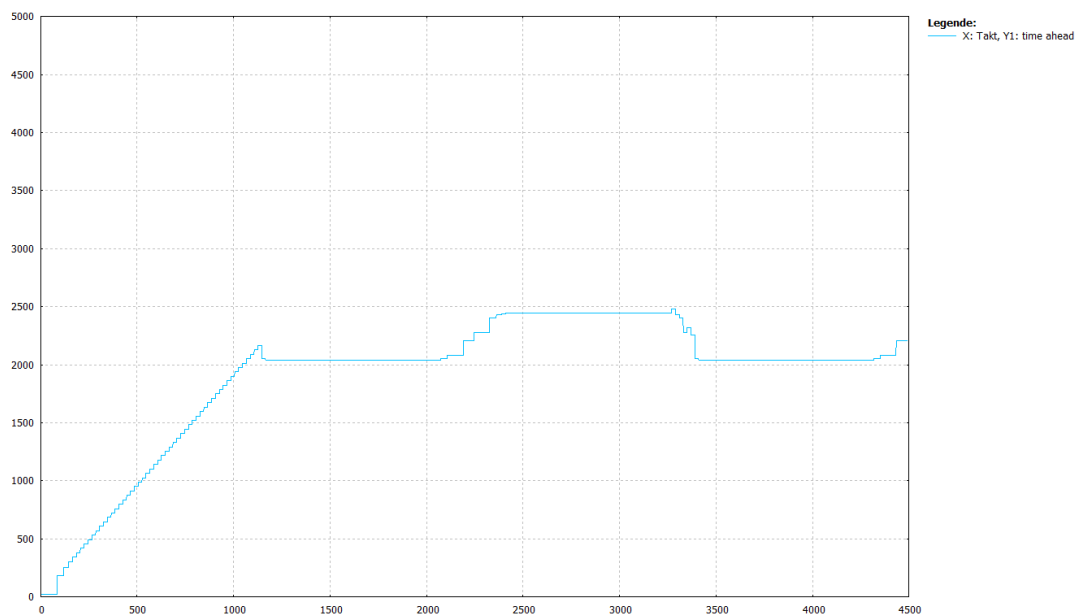


Abb. 15: Vorlaufbegrenzung mit Berücksichtigung der Durchschnittsgeschwindigkeit (Default bzw. P-CHAN-00428 = 1, Satzlängen 40mm, ohne Vorschublimits)

Es kommt beim Start zu einer leichten Überschreitung, die aber nachgeregelt wird. Die gewünschte Vorlaufzeit von 2 s wird im Wesentlichen eingehalten.

Test 4:

Programm mit 10mm (kurzen) Linearsätzen, ohne Vorschublimits, Vorlaufzeit 2s

```

%average_feed_ahead_4
F60000 G01
V.G.MAX_TIME_AHEAD = 2
$FOR P1=0,400,1
  G91 X10
$ENDFOR
G91 Y10
$FOR P1=0,400,1
  G91 X-10
$ENDFOR
G91 Y-10
M30
  
```

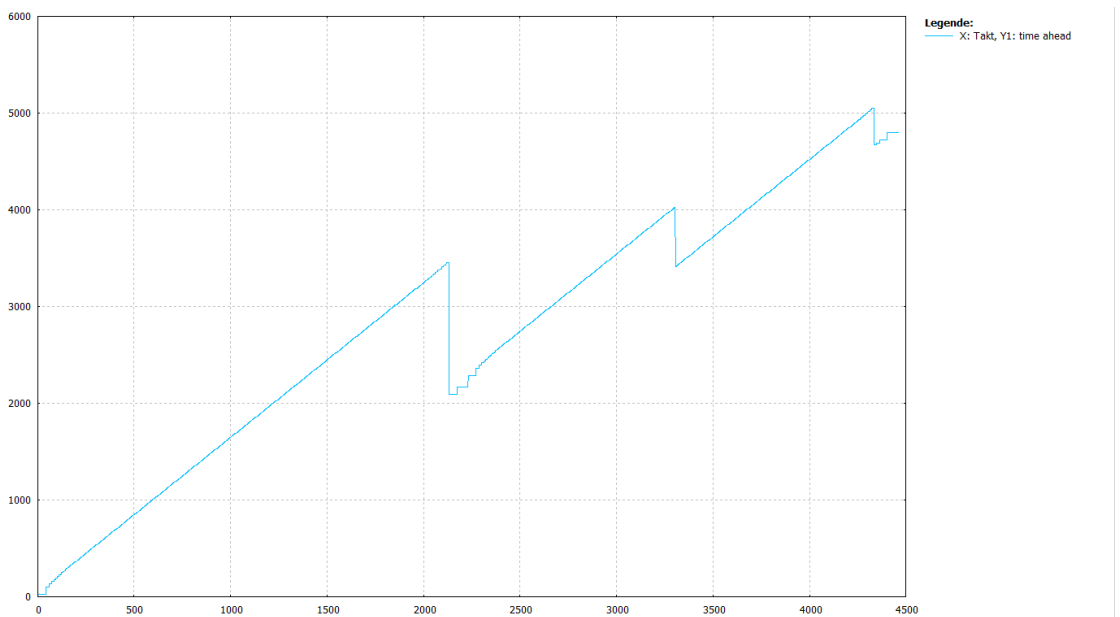


Abb. 16: Vorlaufbegrenzung mit Berücksichtigung der Durchschnittsgeschwindigkeit (Default bzw. P-CHAN-00428 = 1, Satzlängen 10mm, ohne Vorschublimits)

Durch die kurzen Geometriesätze (10mm) hat die Gewährleistung der Satzversorgung bei der Interpolation Priorität. Eine stabile Vorlaufbegrenzung wird nicht erreicht. Die gewünschte Vorlaufzeit von 2 s wird deutlich überschritten.

Beispiel 3

Nachfolgende Grafiken zeigen den Verlauf der Vorlaufzeit bei einem Programm aus der Praxis. Dieses ist gekennzeichnet durch stark schwankende Vorschübe (Eilgang- und Normalvorschub). Die sich daraus ergebenden Brems- und Beschleunigungsphasen können bei der Abschätzung der Vorlaufbegrenzung nicht exakt vorab berücksichtigt werden und führen somit zu einer mehr oder weniger starken Abweichung zur programmierten Vorlaufzeit.

Test 1:

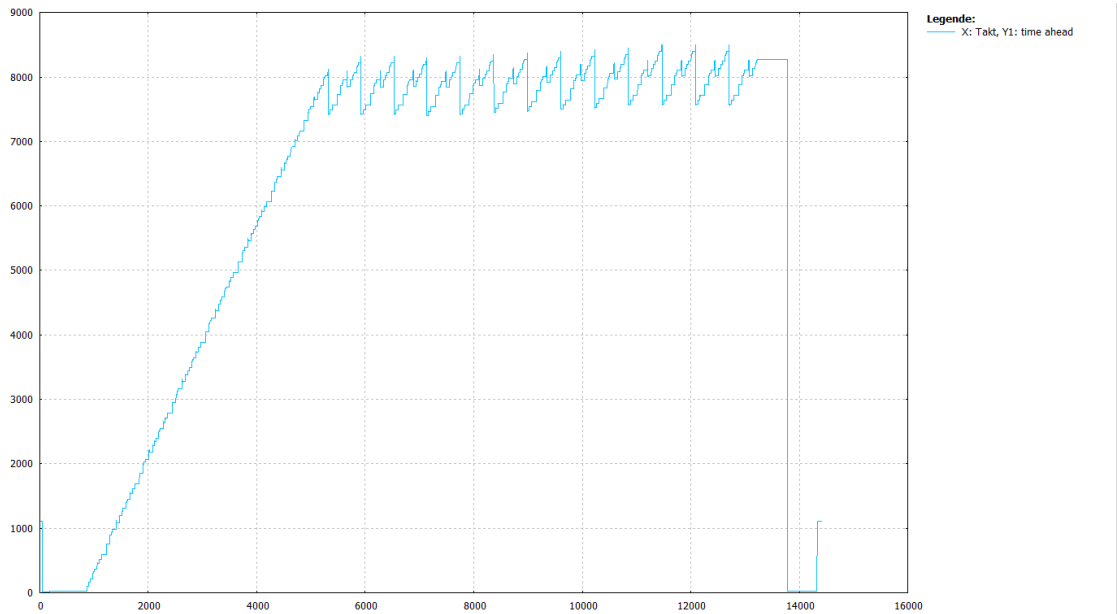


Abb. 17: Vorlaufbegrenzung ohne Berücksichtigung der Durchschnittsgeschwindigkeit (P-CHAN-00428 = 0), Satzversorgung wegen sehr hohem Vorschub nicht ausreichend, Vorlaufzeit bei 7s bis 8s

Test 2:

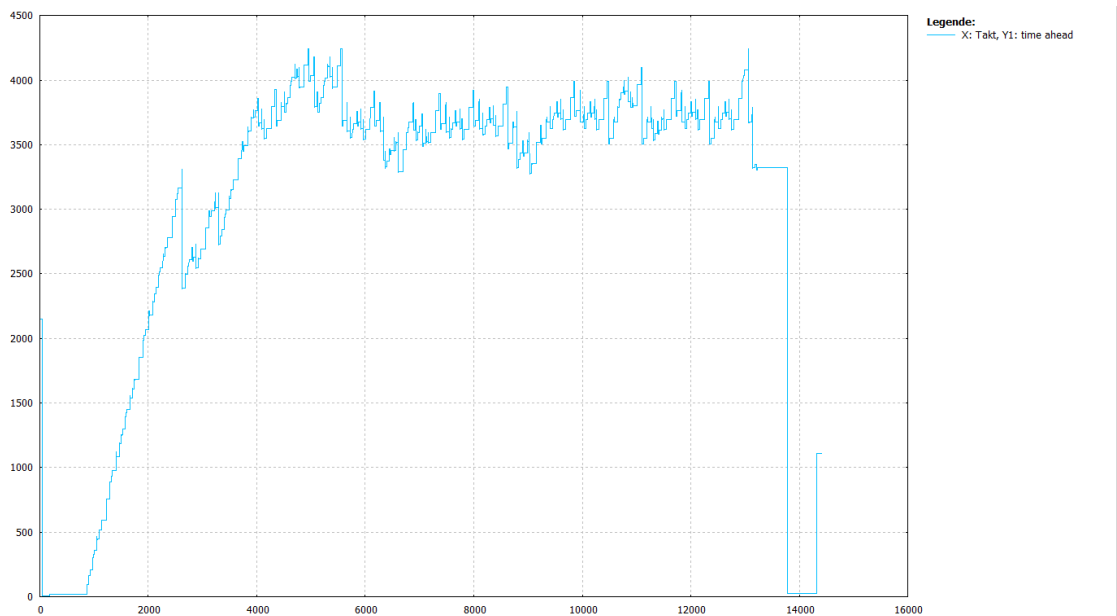


Abb. 18: Vorlaufbegrenzung mit Berücksichtigung der Durchschnittsgeschwindigkeit (Default bzw. P-CHAN-00428 = 1), Satzversorgung ausreichend, System kann einschwingen. Deutlich verbesserte Vorlaufzeit zwischen 3s und 4s.

5 Überwacher Vorlaufbetrieb

Wirksamkeit der Vorlaufbegrenzung

Die Verwendung der Vorlaufbegrenzung darf die programmierte Bahnbewegung in ihrem Verlauf und ihrer Dynamik möglichst nicht beeinflussen. Hierbei gelten folgende Prioritäten:

Prio 1: Satzversorgung und Bahndynamik

Oberste Priorität hat die Aufrechterhaltung der Satzversorgung des Interpolators, da diese Grundvoraussetzung für einen stabilen Ablauf der Bahnbewegung ist. Die programmierte Bahngeschwindigkeit bzw. Einhaltung der Bahndynamik sollte durch die Vorlaufbegrenzung nicht zu stark vom möglichen optimalen Vorschubwert abweichen.

Prio 2: Vorlaufbegrenzung

Erst wenn die o.g. Kriterien erfüllt sind, versucht die Vorlaufbegrenzung den programmierten Vorlaufwert einzuhalten.

Überwacher Vorlaufbetrieb

Zur Gewährleistung dieser gestuften Betrachtung kann der Vorlaufbetrieb in einem überwachten Modus betrieben werden.

Wenn der Interpolator feststellt, dass

- aufgrund einer wirksamen Vorlaufbegrenzung die Satzversorgung nicht mehr ausreicht und ein Bewegungsstopp droht,
- oder die programmierte Bahngeschwindigkeit im Rahmen der Dynamikgrenzen nicht mehr eingehalten werden kann,

zeigt er dies dem Decoder zusätzlich zum aktuellen Blockcount an.

Der Decoder hebt dann eine eventuell aktive Vorlaufbegrenzung sofort auf, um den Kanal wieder mit Sätzen versorgen zu können, auch wenn die Vorlaufgrenze noch überschritten ist.

Somit wird die Vorlaufbegrenzung nur dann berücksichtigt bzw. eingehalten, wenn die Satzversorgung des Interpolators ausreichend ist und die programmierte Bahndynamik eingehalten werden kann.

Durch diese Priorisierung kann es nie zu einer Unterbrechung der Satzversorgung und infolge dessen zu einem Stopp der Bahnbewegung des NC-Kanals kommen.

Modusanwahl

Der Überwachungsmodus ist bei der **zeitbezogenen** Vorlaufbegrenzung per Default immer aktiv.

Bei der **satzbezogenen** Vorlaufbegrenzung kann der Überwachungsmodus aus Gründen der Abwärtskompatibilität durch den Kanalparameter P-CHAN-00270 zusätzlich aktiviert werden:

dec_max_ahead_protected **NONE | ACTIVE**

Grenzen der Überwachung

Obwohl durch den Überwachungsmodus ein stabiler Ablauf gewährleistet wird, sollte der Anwender trotzdem darauf achten, die Werte der Vorlaufbegrenzung nicht zu klein einzustellen.

Bei zu kleinen Werten besteht sonst die Gefahr, dass die Satzversorgung durch den Decoder zu oft unterbrochen und durch den Interpolator wieder angefordert wird. Durch die Pufferwirkung des NC-Kanals kann dies zu einem "Pulsieren" der Satzversorgung und zu einer stark schwankenden Bahngeschwindigkeit führen (siehe Programmbeispiel Kapitel „Satzanzahlbegrenzung über NC-Befehl [► 13]“).

6 Parameter

6.1 Übersicht

Konstante	Beschreibung
0x00100000	Statusanzeige BLOCK_AHEAD_LOCK_ACTIVE: Decodierung in satzbezogener Vorlaufbegrenzung. Warten auf Interpolator.
0x00200000	Statusanzeige TIME_AHEAD_LOCK_ACTIVE: Decodierung in zeitbezogener Vorlaufbegrenzung. Warten auf Interpolator.

ID	Parameter	Beschreibung
P-CHAN-00216	max_nc_blocks_ahead	Vorlaufbegrenzung über (relevante) Satzanzahl
P-CHAN-00246	max_motion_blocks_ahead	Vorlaufbegrenzung über Anzahl Bewegungssätze
P-CHAN-00269	max_time_ahead	Vorlaufbegrenzung über Verfahrzeit
P-CHAN-00270	dec_max_ahead_protected	Vorlaufbegrenzung im "Überwachten Modus"
P-CHAN-00428	calc_average_feed_ahead	Vorlaufbegrenzung mit Berücksichtigung der aktuellen gemittelten Durchschnittsgeschwindigkeit

6.2 Beschreibung

P-CHAN-00216	Anwahl Vorlaufbegrenzung der Decodierung über Satzanzahl
Beschreibung	Parameter für die Aktivierung und Konfiguration der NC-satzbasierten Begrenzung des Decodervorlaufes durch Setzen auf einen Wert ungleich Null. Der Wert bestimmt die Anzahl der (relevanten) NC-Sätze (Zeilen), die der Decoder gegenüber dem Interpolator maximal im Vorlauf sein darf.
Parameter	max_nc_blocks_ahead
Datentyp	UNS32
Datenbereich	0: Keine Vorlaufbegrenzung (Default). >0: Nach Programmstart ist der begrenzte Decodervorlauf mit Anzahl NC-Sätzen sofort aktiv und bleibt bis zum Hauptprogrammende M02/M30 angewählt.
Dimension	----
Standardwert	0
Anmerkungen	Es darf immer nur eine Art der Vorlaufbegrenzung gesetzt sein! Diese ist nach Programmstart sofort aktiv und bleibt bis zum Hauptprogrammende M02/M30 angewählt.

P-CHAN-00246	Anwahl Vorlaufbegrenzung der Decodierung über Anzahl Bewegungssätze
Beschreibung	Parameter für die Aktivierung und Konfiguration der NC-satzbasierten Begrenzung des Decodervorlaufes durch Setzen auf einen Wert ungleich Null. Der Wert bestimmt die Anzahl reiner NC-Bewegungssätze, die der Decoder gegenüber dem Interpolator maximal im Vorlauf sein darf.
Parameter	max_motion_blocks_ahead
Datentyp	UNS32
Datenbereich	0: Keine Vorlaufbegrenzung (Default). >0: Nach Programmstart ist der begrenzte Decodervorlauf mit Anzahl NC-Bewegungssätzen sofort aktiv und bleibt bis zum Hauptprogrammende M02/M30 angewählt.
Dimension	----
Standardwert	0
Anmerkungen	Es darf immer nur eine Art der Vorlaufbegrenzung gesetzt sein! Diese ist nach Programmstart sofort aktiv und bleibt bis zum Hauptprogrammende M02/M30 angewählt.

P-CHAN-00269	Anwahl zeitbasierte Vorlaufbegrenzung der Decodierung
Beschreibung	Parameter für die Aktivierung und Konfiguration der zeitbasierten Begrenzung des Decodervorlaufes durch Setzen auf einen Wert ungleich Null. Der Wert bestimmt die Zeit in Mikrosekunden, die der Decoder gegenüber dem Interpolator maximal im Vorlauf sein darf.
Parameter	max_time_ahead
Datentyp	REAL64
Datenbereich	0: Keine Vorlaufbegrenzung (Default). >0: Nach Programmstart ist der zeitbegrenzte Decodervorlauf sofort aktiv und bleibt bis zum Hauptprogrammende M30 angewählt.
Dimension	µs
Standardwert	0
Anmerkungen	Es darf immer nur eine Art der Vorlaufbegrenzung gesetzt sein! Diese ist nach Programmstart sofort aktiv und bleibt bis zum Hauptprogrammende M02/M30 angewählt.

P-CHAN-00270	Vorlaufbegrenzung im überwachten Modus
Beschreibung	Die Vorlaufbegrenzung kann zur Sicherstellung eines stabilen Ablaufes in einem speziellen Modus betrieben werden, in dem die Vorlaufbegrenzung nur dann wirkt, wenn die Satzversorgung des Interpolators sowie die Bahndynamik nicht gefährdet sind.
Parameter	dec_max_ahead_protected
Datentyp	STRING
Datenbereich	NONE: Ohne Überwachung der Vorlaufbegrenzung (Default). ACTIVE: Vorlaufbegrenzung wird überwacht. Für die satzbezogene Vorlaufbegrenzung optional. Wird bei Anwahl der zeitbezogenen Vorlaufbegrenzung implizit auf ACTIVE gesetzt.
Dimension	----
Standardwert	NONE
Anmerkungen	

P-CHAN-00428	Vorlaufzeitberechnung basierend auf gemittelter Vorschubgeschwindigkeit abschalten.
Beschreibung	Damit die Verfahrszeit für die Vorlaufbegrenzung realistisch abgeschätzt werden kann, stellt die Interpolation eine gemittelte Vorschubgeschwindigkeit der nächsten auszuführenden Verfahrsätze zur Verfügung. Die Berücksichtigung der gemittelten Vorschubgeschwindigkeit bei der Berechnung der Vorlaufzeit ist in der Grundeinstellung immer aktiv. Für das Einfahren von Programmen und für Diagnosezwecke ist die Funktion mit diesem Kanalparameter abschaltbar.
Parameter	calc_average_feed_ahead
Datentyp	BOOLEAN
Datenbereich	0: Vorlaufzeitberechnung ohne gemittelte Vorschubgeschwindigkeit. 1: Vorlaufzeitberechnung mit gemittelter Vorschubgeschwindigkeit (Default).
Dimension	----
Standardwert	TRUE
Anmerkungen	Dieser Parameter ist ab CNC-Version V2.11.2808.05 verfügbar. Nur zu Test oder Diagnosezwecken verwenden!

7 Anhang

7.1 Anregungen, Korrekturen und neueste Dokumentation

Sie finden Fehler, haben Anregungen oder konstruktive Kritik? Gerne können Sie uns unter 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

Stichwortverzeichnis

P

P-CHAN-00216	33
P-CHAN-00246	34
P-CHAN-00269	34
P-CHAN-00270	35
P-CHAN-00428	35



© Copyright
ISG Industrielle Steuerungstechnik GmbH
STEP, Gropiusplatz 10
D-70563 Stuttgart
Alle Rechte vorbehalten
www.isg-stuttgart.de
support@isg-stuttgart.de

