

# Motion Control - Kurvenscheibe im Technologieverbund anwenden

Application Note 056

60886069\_01

Dieses Dokument wurde von der Jetter AG mit der gebotenen Sorgfalt und basierend auf dem ihr bekannten Stand der Technik erstellt. Änderungen und technische Weiterentwicklungen an unseren Produkten werden nicht automatisch in einem überarbeiteten Dokument zur Verfügung gestellt. Die Jetter AG übernimmt keine Haftung und Verantwortung für inhaltliche oder formale Fehler, fehlende Aktualisierungen sowie daraus eventuell entstehende Schäden oder Nachteile.

Jetter AG  
Gräterstraße 2  
71642 Ludwigsburg  
Deutschland

[www.jetter.de](http://www.jetter.de)

**Telefon:**

Zentrale	+49 7141 2550-0
Vertrieb	+49 7141 2550-531
Technische Hotline	+49 7141 2550-444

**E-Mail:**

Technische Hotline	info@jetter.de
Vertrieb	hotline@jetter.de
	vertrieb@jetter.de

Produktname	<b>Motion Control – Kurvenscheibe im Technologieverbund anwenden</b>
Dokumentart	<b>Application Note 056</b>
Originaldokument	
Dokumentversion	1.01
Artikelnummer	60886069_01
Ausgabedatum	16.08.2021

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1	Voraussetzungen .....	1
<b>2</b>	<b>Anlegen einer Kurvenscheiben-Kopplung im Technologieverbund</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Bedienen der Kurvenscheiben-Kopplung per MotionSetup</b> .....	<b>6</b>
3.1	Verbund aktivieren/deaktivieren .....	6
3.1.1	Aktivieren .....	7
3.1.2	Deaktivieren .....	8
3.1.3	Verfahren der Leitachse .....	9
3.1.4	Verfahren der Folgeachse .....	10
3.2	Filter einstellen .....	10
3.3	Positionieren der Mitgliedsachse .....	11
3.4	Diagnose .....	12
3.4.1	Fehler 12	
3.4.2	Status 13	
<b>4</b>	<b>Verwenden der Kurvenscheiben-Kopplung im Anwendungsprogramm</b> .....	<b>14</b>
4.1	Kurvenscheibe definieren .....	15
4.2	Kurvenscheibe aktivieren .....	17
4.3	Einkoppeln in Kurvenscheibe .....	17
4.3.1	Beispiele .....	18
4.3.1.1	Einkoppeln Sofort .....	18
4.3.1.2	Einkoppeln Sofort einrastend .....	20
4.3.1.3	Einkoppeln Schnell .....	22
4.4	Auskoppeln aus Kurvenscheibe .....	24
4.4.1	Beispiele .....	24
4.4.1.1	Auskoppeln mit Positionierung durch MovePtp .....	25
4.4.1.2	Auskoppeln mit Endlospositionierung durch MoveVelocity .....	26
4.4.1.3	Auskoppeln mit Auskoppelkommando "Sofort und Anhalten" (Decouple(Immediate_Stop)) .....	28
4.4.1.4	Auskoppeln mit Auskoppelkommando "An Leitachsposition und Anhalten" (Decouple(Immediate_Stop)) .....	29
4.4.1.5	Auskoppeln mit Auskoppelkommando "Sofort und Geschwindigkeit beibehalten" (Decouple(Immediate_KeepVelocity)) .....	31
4.5	Wechseln von Kurvenscheiben .....	33
4.5.1	Pufferung von Aktivierungen .....	33

---

4.5.2	Beispiele .....	34
4.5.2.1	Wechsel am Ende einer Kurvenscheibe .....	34
4.5.2.2	Wechsel zu einer vorgegebenen Leitachsposition .....	36
4.5.2.3	Wechsel zu einer vorgegebenen Folgeachsposition .....	37
4.5.2.4	Wechsel sofort.....	38
4.6	Offene/geschlossene Kurvenscheiben .....	39
4.6.1	Geschlossene Kurvenscheibe:.....	39
4.6.2	Offene Kurvenscheibe: .....	41
4.7	Partiell definierte Kurvenscheiben.....	42
4.7.1	Beispiel 1 .....	42
4.7.2	Beispiel 2 .....	44
4.8	Normierte Kurvenscheiben.....	45

# 1 Einleitung

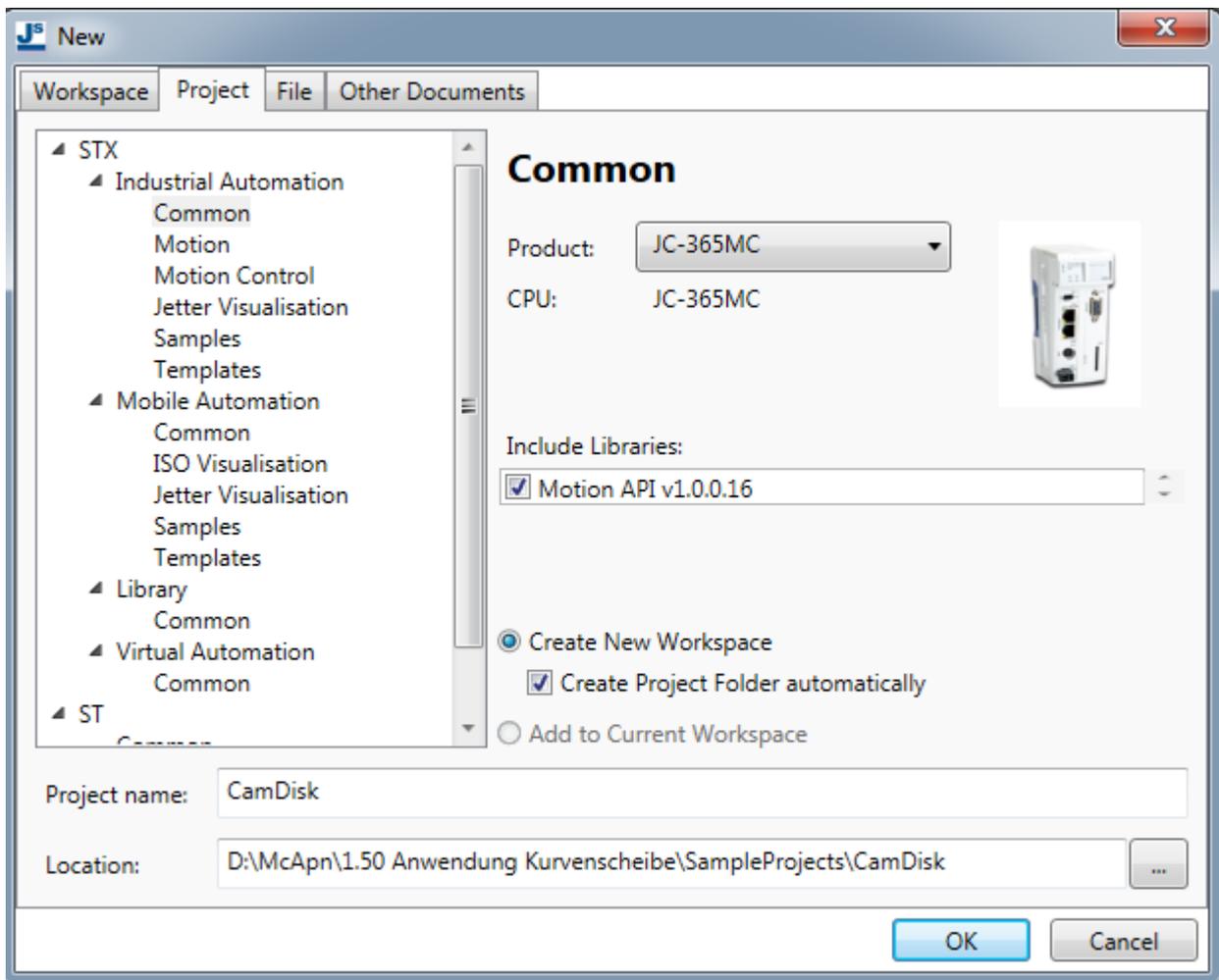
## 1.1 Voraussetzungen

- Für die Code- und Projektbeispiele sowie Screenshots werden - soweit nichts anderes angegeben - folgende Versionen verwendet:
  - JetSym 5.6.0
  - Motion API 1.0.0.16
  - JC365MC-OS 1.32.0.0
- Application Notes mit weiteren Informationen zum Thema MotionControl:
  - *"Technologieverbund"*
  - *"Anwendung eines elektrischen Getriebes im Technologieverbund"*
  - *"Kurvenscheibendefinition"*

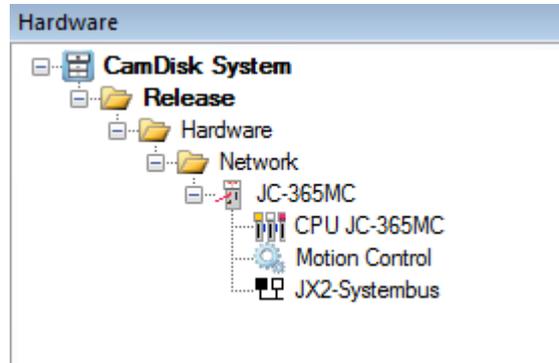
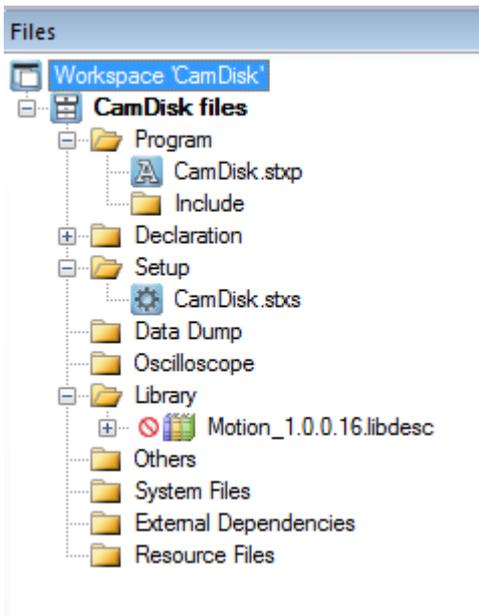
## 2 Anlegen einer Kurvenscheiben-Kopplung im Technologieverbund

Neues Projekt anlegen per JetSym-Menü: Datei -> Neu.

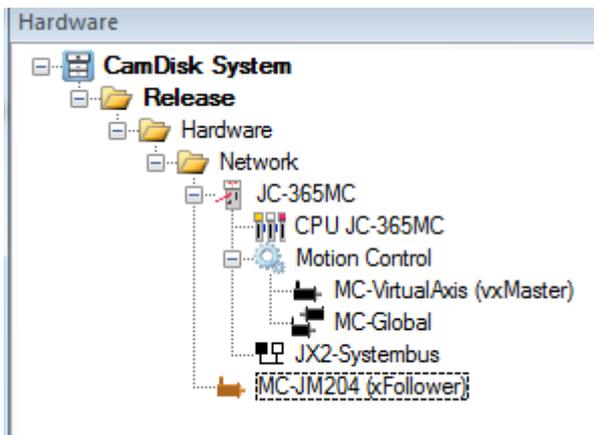
Im Dialog die Einstellungen treffen, welche Steuerung, welche Motion-API und welcher Projektname und Pfad verwendet wird.



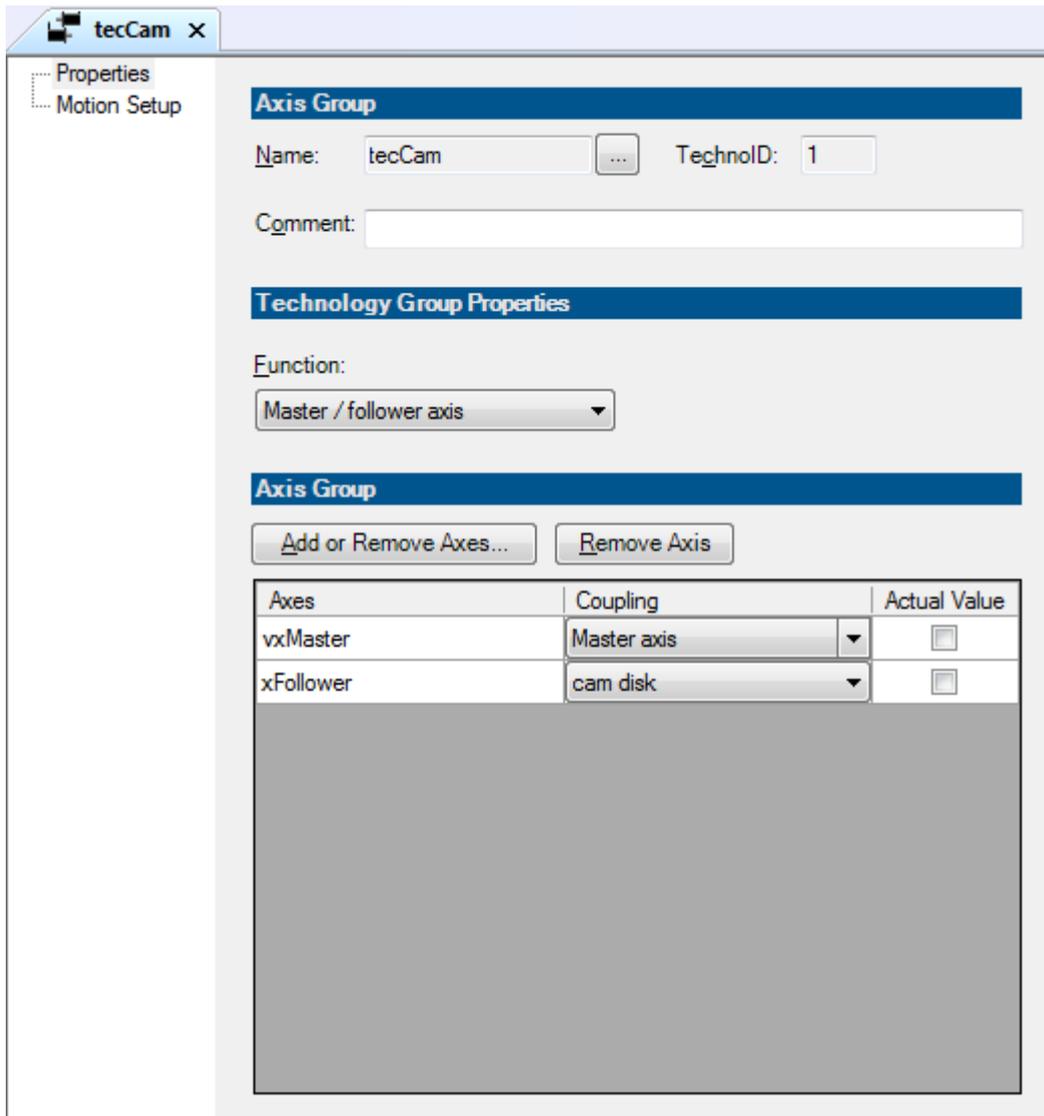
Am Ende des Dialogs wird der Projekt- und Hardwarebaum entsprechend erstellt.



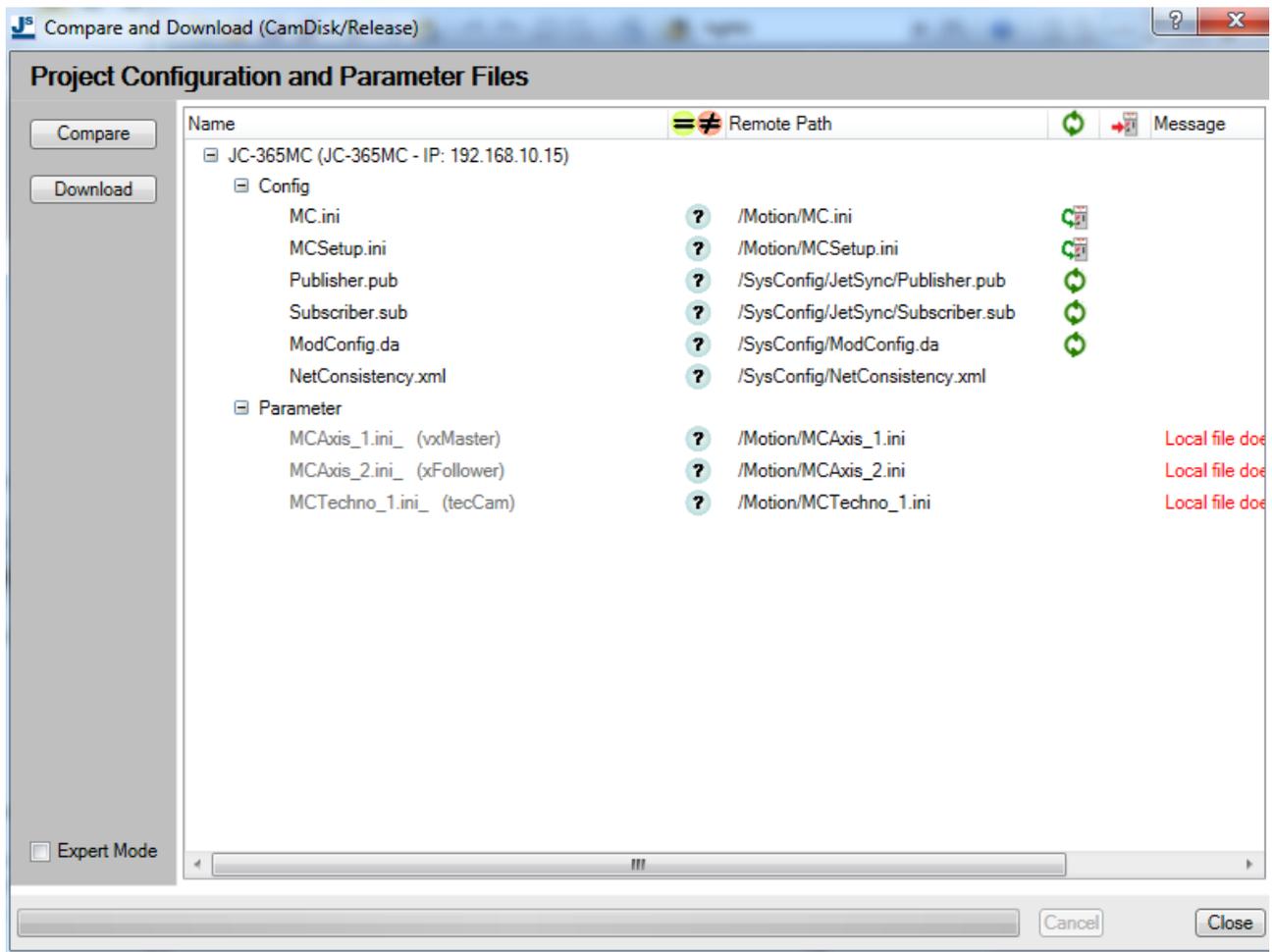
Anschließend fügen Sie die benötigten Achsen hinzu.



Fügen Sie jetzt den Technologieverbund hinzu und konfigurieren Sie ihn.



Zum Schluss müssen Sie diese Konfiguration per "Vergleichen und Downloaden" auf die Steuerung übertragen und diese neu booten.



Nach dem Neustart der Steuerung ist die Konfiguration einsatzbereit.

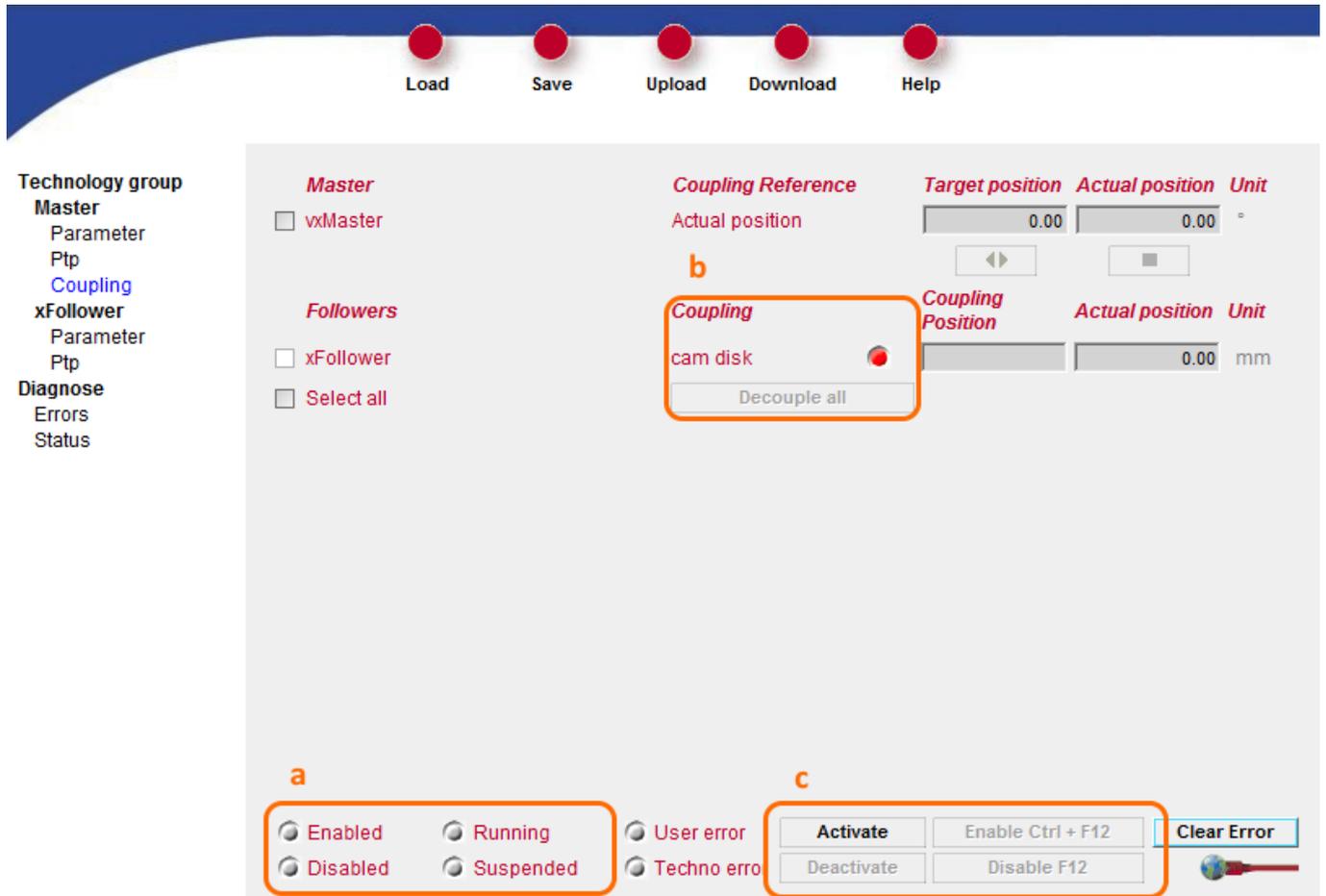
### 3 Bedienen der Kurvenscheibenkopplung per MotionSetup

#### 3.1 Verbund aktivieren/deaktivieren

MotionSetup des Technologieverbunds:

vxMaster: Leitachse

xFollower: Folgeachse

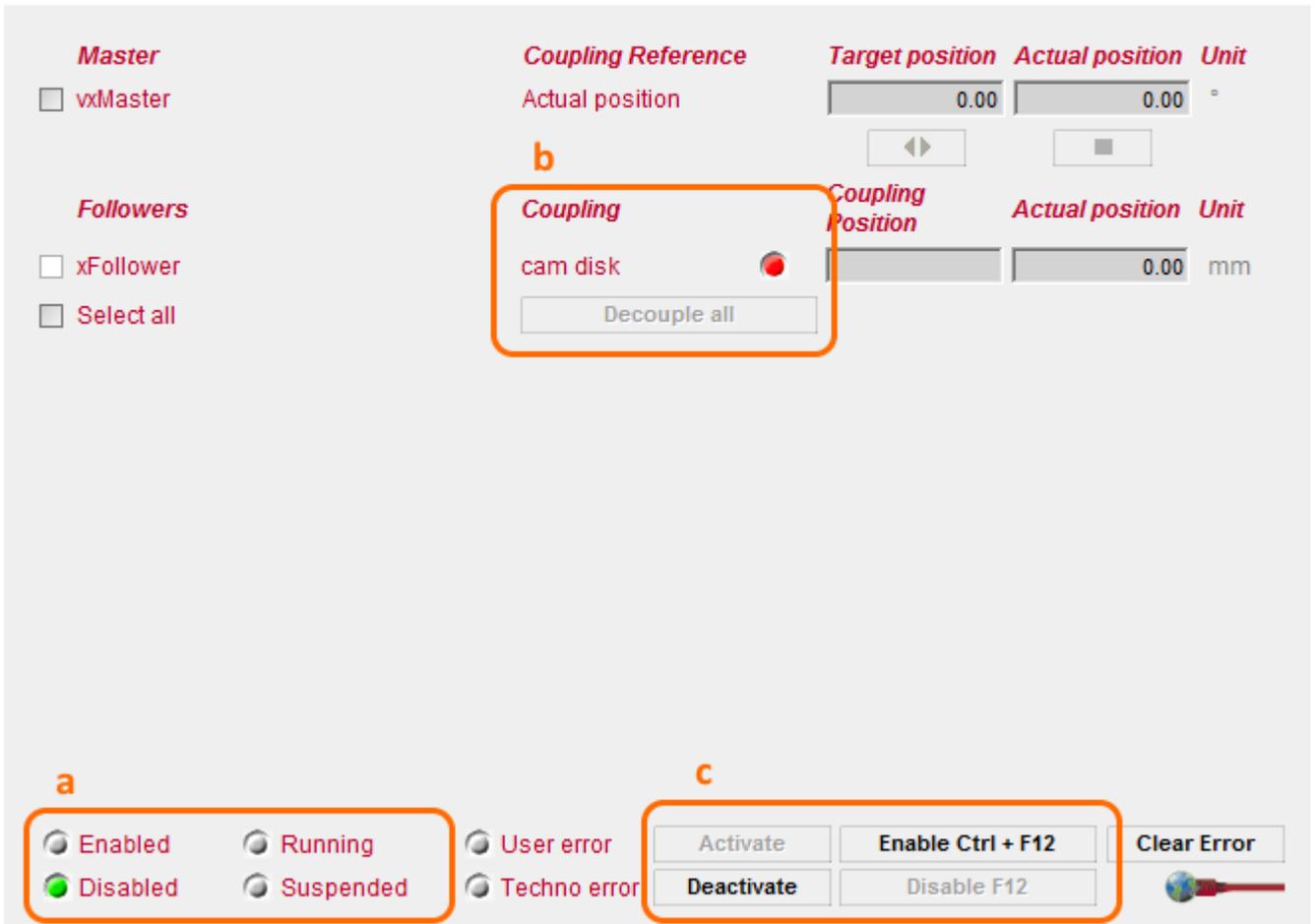


Zustand nach Steuerungsneustart!

- Anzeige des Betriebszustands des Verbunds. Der Verbund ist "inaktiv". Deshalb sind die Zustandsanzeigen ausgegraut.
- Hier wird der Koppelstatus der Folgeachse angezeigt. Bezogen auf den inaktiven Verbund ist die Folgeachse nicht eingekoppelt (rot)
- Der einzig mögliche Zustandswechsel von "inaktiv" ist "Aktivieren". Deshalb ist nur dieser Button freigegeben.

### 3.1.1 Aktivieren

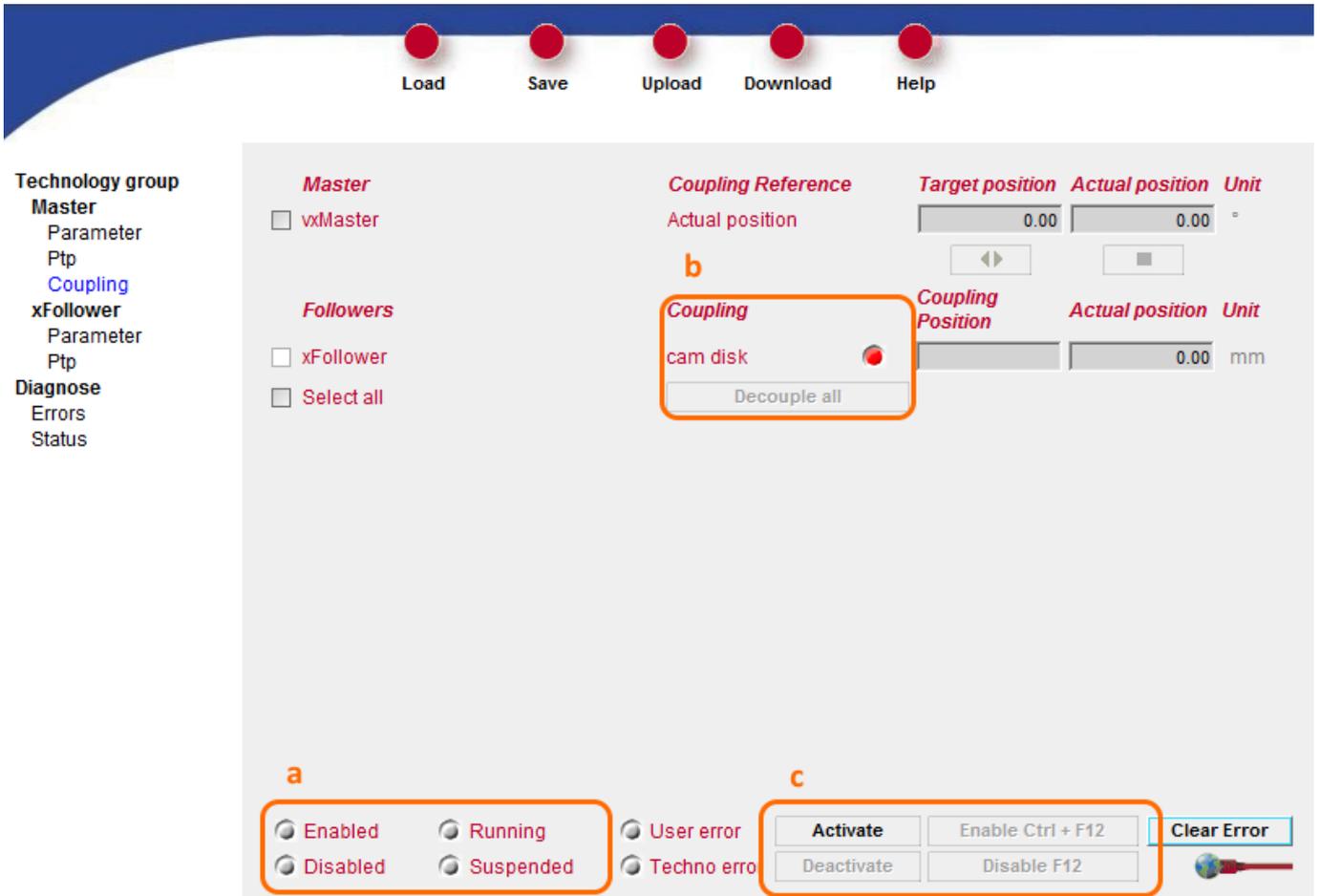
Betätigen Sie zum Aktivieren des Verbunds die Schaltfläche "Aktivieren (Activate)".



- a) Durch Betätigung der Schaltfläche "Aktivieren", wechselt der Verbund in den Zustand "Gesperrt", welcher nun in der Zustandsanzeige signalisiert wird.
- b) Die Standardeinstellung der Kopplung für eine Folgeachse vom Typ "Kurvenscheibe" ist so, dass diese nach Verbund-aktivieren "nicht gekoppelt" ist (rot).
- c) Aufgrund des Zustands des Verbunds nach dem Aktivieren, werden die nun möglichen Bedienelemente freigegeben, während die anderen gesperrt werden. Es ist nun ein "Deaktivieren" und "Freigeben" des Verbunds erlaubt.

### 3.1.2 Deaktivieren

Zum Deaktivieren des Verbunds betätigen Sie die Schaltfläche "Deaktivieren (Deactivate)".

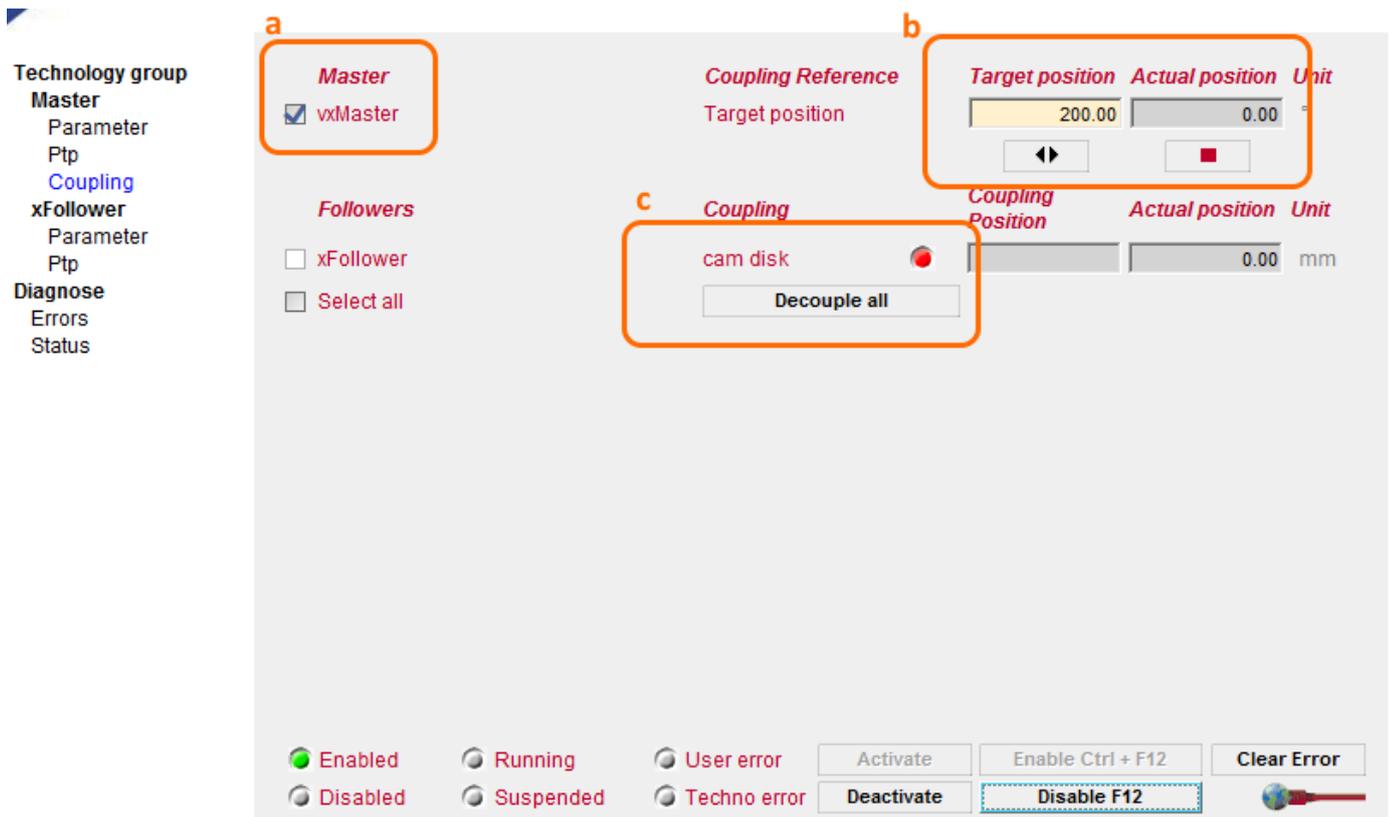


- a) Anzeige des Betriebszustandes des Verbunds. Der Verbund ist "inaktiv". Deshalb sind die Zustandsanzeigen ausgegraut.
- b) Hier wird der Koppelstatus der Folgeachse angezeigt. Bezogen auf den inaktiven Verbund ist die Folgeachse nicht eingekoppelt (rot).
- c) Der einzig mögliche Zustandswechsel von "inaktiv" ist "Aktivieren", weshalb nur diese Schaltfläche freigegeben ist.

### 3.1.3 Verfahren der Leitachse

Zum Testen kann auf der Seite "Kopplung" die Achsen verfahren werden. Zweck dieser Seite ist nicht nur durch die Positionierung der Leitachse die gekoppelte Folgeachs-Bewegung zu beobachten, sondern auch gezielt alle Achsen an eine Position zu bringen, ab der sie gemeinsam gekoppelt losfahren können.

Für eine Kurvenscheiben-Folgeachse muss mindestens eine Kurvenscheibe definiert werden. Diese muss im Weiteren aktiviert werden. Da dies durch das MotionSetup nicht unterstützt wird, kann Einkoppeln oder Synchronfahrt nur getestet werden, wenn die Kurvenscheibendefinition und -aktivierung durch die Applikation erfolgt ist.

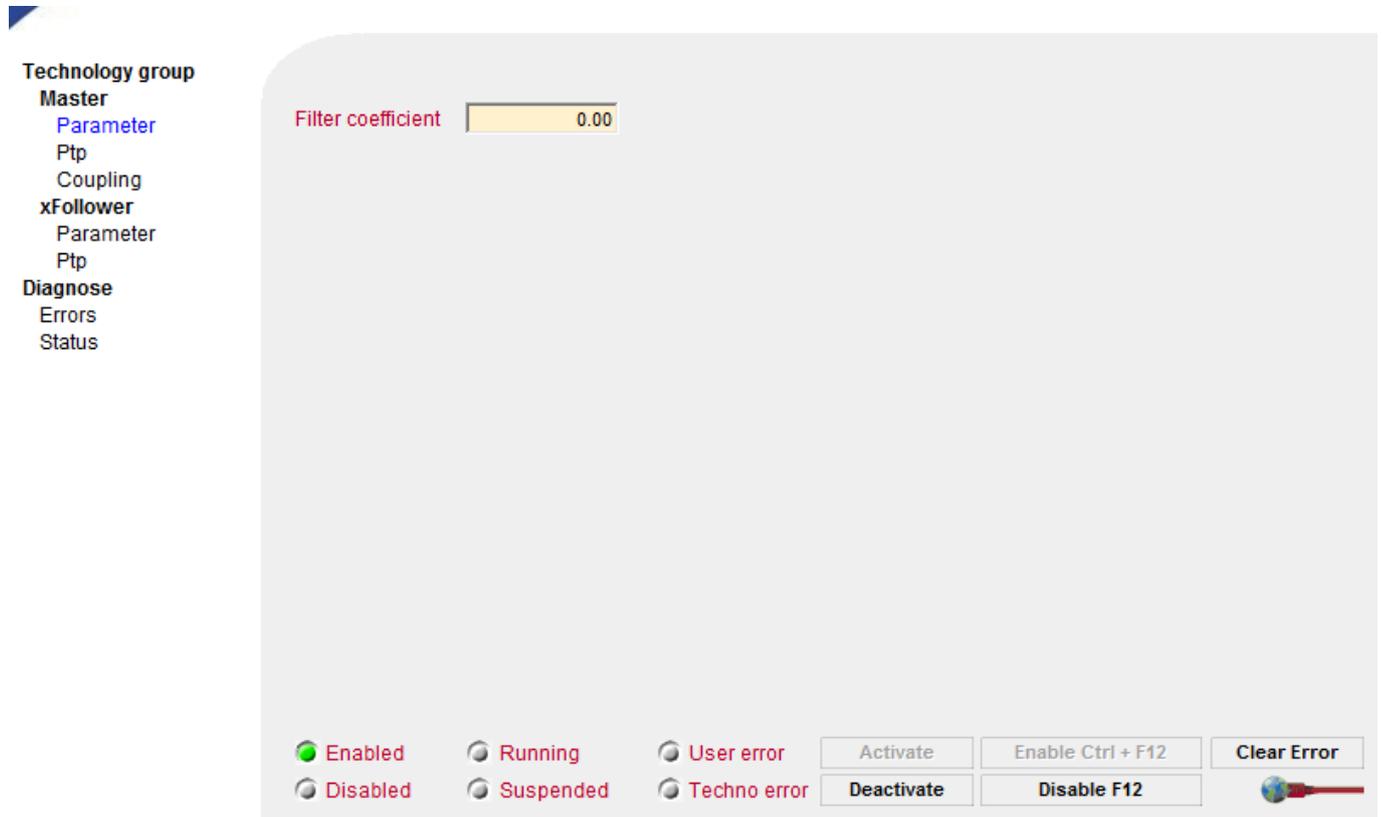


- a) Durch Setzen des Häkchens bei der Leitachse werden das Eingabefeld und die zugehörigen Bedienelemente freigegeben.
- b) Nun kann hier eine Zielposition vorgegeben werden z.B. 200°. Durch Betätigen von  wird die Positionierung gestartet. Durch Betätigen von  kann eine laufende Positionierung gestoppt werden. In der Ist-Positions-Anzeige kann die Positionsänderung von Leit- und Folgeachse beobachtet werden.
- c) Mit "Alle Auskoppeln" werden alle Folgeachsen ausgekoppelt, so dass die Folgeachsen der Bewegung der Leitachse nicht mehr folgen.

### 3.1.4 Verfahren der Folgeachse

Ein Verfahren der Folgeachse mit Kopplungstyp "Kurvenscheibe" ist auf dieser MotionSetup-Seite nicht möglich.

## 3.2 Filter einstellen



The screenshot displays the MotionSetup configuration window. On the left, a sidebar lists the 'Technology group' with sub-items: 'Master' (Parameter, Ptp, Coupling), 'xFollower' (Parameter, Ptp), and 'Diagnose' (Errors, Status). The main panel shows the 'Filter coefficient' parameter set to 0.00. At the bottom, there are status indicators for 'Enabled' (green dot), 'Disabled' (grey dot), 'Running' (grey dot), 'Suspended' (grey dot), 'User error' (grey dot), and 'Techno error' (grey dot). Control buttons include 'Activate', 'Deactivate', 'Enable Ctrl + F12', 'Disable F12', and 'Clear Error'.

Über die Maske Parameter der Mitgliedsachsen lässt sich der Filterkoeffizient im aktiven Verbund einstellen. Der Wertebereich des Filters geht von 0.0 bis 100.0. Es wird ein polynomialer Filter 5. Grades verwendet, dessen Auswirkung über den Filterkoeffizienten bestimmt wird. Die Einstellung bei Leit- und Folgeachsen erfolgt gleichermaßen.



Weitere Informationen über die Verwendung des Filters finden Sie in der Application Note "Technologieverbund – Istwertkopplung + Filter".

### 3.3 Positionieren der Mitgliedsachse

**Technology group**

**Master**

Parameter

Ptp

Coupling

**xFollower**

Parameter

Ptp

**Diagnose**

Errors

Status



Endless

Step  mm

Target position  mm

Speed  mm/s

Acceleration  mm/s<sup>2</sup>

Deceleration  mm/s<sup>2</sup>

Destination window  mm

Ramp type

Actual position  mm

Tracking error  mm

Set speed  mm/s

In destination window

Coupled

Enabled

Disabled

Running

Suspended

User error

Techno error



Analog zu den "Punkt-zu-Punkt"-Inbetriebnahme-Seiten der Einzelachsen kann über die "PtP"-Seiten der Verbund-Inbetriebnahme einzelne Positionierungen ausgeführt werden. Hierfür lassen sich die entsprechenden Parameter vorgeben, um schrittweise, endlos oder auf Ziel zu positionieren. Der Koppelstatus wird mit eingeblendet.

#### INFO



Eine Positionierung einer eingekoppelten E-Getriebe-Folgeachse koppelt diese aus. Ein selbstständiges Wiedereinkoppeln wie auf der Seite "Kopplung" erfolgt nicht!

## 3.4 Diagnose

### 3.4.1 Fehler

Right click: Page settings

Master  
Parameter  
Ptp  
Coupling  
xFollower  
Parameter  
Ptp  
Diagnose  
Errors  
Status

tecCam  
**No error.**  
vxMaster  
**No error.**  
xFollower  
**No error.**

Clear Error

Clear Error

Clear Error

Enabled Running User error Activate Enable Ctrl + F12 Clear Error  
Disabled Suspended Techno error Deactivate Disable F12

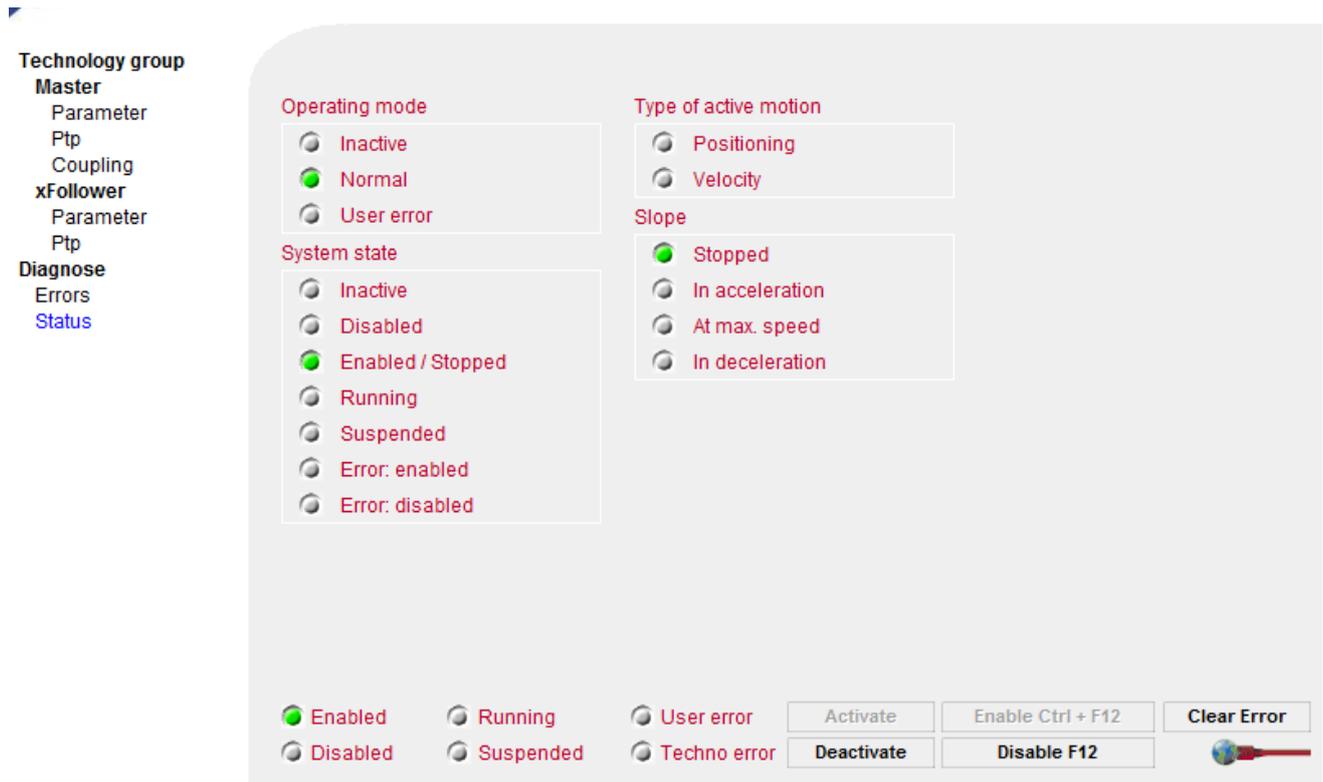
Auf der "Fehler"-Seite ist eine Zusammenfassung der aktuell aktiven Alarme des Verbunds und der Mitgliedsachsen zu sehen. Zusätzlich zur Schaltfläche "Fehler löschen" in der Basisbedienleiste besteht hier nun auch die Möglichkeit, gezielt die Fehler der einzelnen Objekte zu löschen.



#### INFO

Wird der Fehler eines Verbunds gelöscht, so werden auch die Fehler der Mitgliedsachsen gelöscht!

### 3.4.2 Status



Die "Status"-Seite zeigt eine Übersicht über die Status des Verbunds.

#### INFO



Im aktiven Verbund ist der Rampenstatus des Verbunds identisch mit dem der Leitachse. Der Rampenstatus des Achsobjekts der Leitachse verharrt auf "Angehalten". Die Abfrage des Rampenstatus der Folgeachse erfolgt über das jeweilige Achsobjekt der Folgeachse.

## 4 Verwenden der Kurvenscheibenkopplung im Anwendungsprogramm

Damit eine Folgeachse eine Kurvenscheibe abfahren kann, sind 3 Schritte unabdingbar.

1. Die Kurvenscheibe muss definiert sein.
2. Die Kurvenscheibe muss aktiviert sein.
3. Die Folgeachse muss eingekoppelt sein.

Diese 3 Punkte müssen in dieser Reihenfolge ausgeführt werden. Der Zeitpunkt ist aber nicht entscheidend.

Beispiel:

```
tecCam.Coupling.Cam.Create(xFollower, 1, 1);  
tecCam.Coupling.Cam.DefineSegment(xFollower, 1, 1, MCTechnoCamSegmentTypes.AutoPoly1st);  
tecCam.Coupling.Cam.Activate(xFollower, 1);  
tecCam.Coupling.Couple(xFollower, MCTechnoCoupleModes.Immediate);
```

oder

- am Programmanfang:

```
tecCam.Coupling.Cam.Create(xFollower, 1, 5);  
tecCam.Coupling.Cam.DefineSegment(xFollower, 1, 1, MCTechnoCamSegmentTypes.AutoPoly1st);  
...  
tecCam.Coupling.Cam.Create(xFollower, 2, 5);  
tecCam.Coupling.Cam.DefineSegment(xFollower, 2, 1, MCTechnoCamSegmentTypes.AutoPoly1st);  
...
```

- während des Ablaufs:

```
tecCam.Coupling.Cam.Activate(xFollower, 1);
```

- beim Starten der Automatik:

```
tecCam.Coupling.Couple(xFollower, MCTechnoCoupleModes.Immediate);
```

**INFO****Entscheidend ist folgendes:**

- Es kann nur eine vorher definierte Kurvenscheibe aktiviert werden.
- Es kann nur eingekoppelt werden, wenn eine Kurvenscheibe aktiviert ist.

## 4.1 Kurvenscheibe definieren



Siehe hierzu die Application Note "Kurvenscheibendefinition"

### Erläuternde Hinweise zu den Beispielen

Für diese Application Note ist das Beispielprojekt "CamDisk" verfügbar.

Alle Beispiele sind in separaten Funktionen gegliedert.

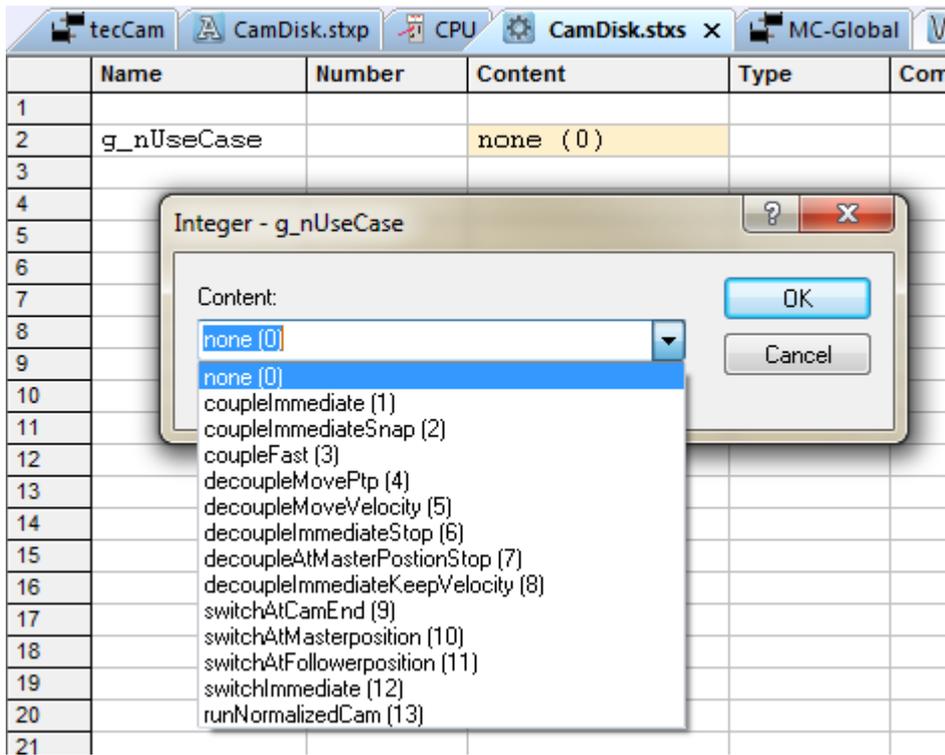
Dieses Projekt verwendet nur virtuelle und Simulationsachsen. Außer einer MotionControl-Steuerung ist keine weitere externe Hardware nötig.

Zum Starten stellen Sie im Projekt die korrekte Steuerung und IP-Adresse der Steuerung ein. Laden Sie mit "Vergleichen und Downloaden" die benötigten ini-Dateien auf die Steuerung.

Nach einem Steuerungsneustart kompilieren Sie die Applikation und laden diese auf die Steuerung.

Es werden keine remanenten Register verwendet, so dass ein Da-Download für Standardwerte entfällt.

Ist das Programm gestartet, können Sie über das Setup "CamDisk.stxs" und die Variable "g\_nUseCase" das jeweilige Beispiel ausprobieren und in einem Oszilloskop selbst aufzeichnen.



Das Oszilloskop "CamDisk.zsxof" entspricht den hier in der Application Note abgebildeten Aufzeichnungen.

## 4.2 Kurvenscheibe aktivieren

Mit der folgenden Funktion wird eine Kurvenscheibe aktiviert:

```
<Techno>.Coupling.Cam.Activate(Axis, CamId, MasterOffset, FollowerOffset, MasterFactor, FollowerFactor, StartMode, Position)
```

Parameter	Datentyp	Bedeutung
Axis	pointer to MCAxis	Folgeachse , für die eine Kurvenscheibe aktiviert werden soll
CamId	int	Index der zu aktivierenden Kurvenscheibe
MasterOffset	double	Verschiebung der Kurvenscheibe in Leitachsrichtung
FollowerOffset	double	Verschiebung der Kurvenscheibe in Folgeachsrichtung
MasterFactor	double	Skalierung der Kurvenscheibe in Leitachsrichtung
FollowerFactor	double	Skalierung der Kurvenscheibe in Folgeachsrichtung
StartMode	<MCTechnoCamStartModes>	Aktivierungsmethode
Position	double	Leit-/Folgeachsposition, je nach StartMode

Aktivierungsmethode <MCTechnoCamStartModes>		Bedeutung
Immediate	Sofort	Die Kurvenscheibe wird sofort aktiviert
AtCamEnd	Am Kurvenscheibenende	Am Ende der laufenden Kurvenscheibe wird die neue Kurvenscheibe aktiviert
AtMasterPosition	An der Leitachsposition	Die Kurvenscheibe wird aktiviert, wenn die Leitachse den bei Parameter "Position" angegebenen Wert überschreitet.
AtFollowerPosition	An der Folgeachsposition	Die Kurvenscheibe wird aktiviert, wenn die Folgeachse den bei Parameter "Position" angegebenen Wert überschreitet.

## 4.3 Einkoppeln in Kurvenscheibe



### INFO

Im Gegensatz zu einem elektrischen Getriebe ist eine Kurvenscheiben-Folgeachse bei der Aktivierung des Verbunds nicht eingekoppelt.

Durch Verwenden der Einkoppelfunktion <Technologieverbund>.Coupling.Couple() stehen wie beim elektrischen Getriebe die folgenden 4 Koppelmodi zu Verfügung:

1. Schnell: "*MCTechnoCoupleModes.Fast*"
2. Wartend: "*MCTechnoCoupleModes.Wait*"
3. Sofort: "*MCTechnoCoupleModes.Immediate*"

#### 4. Sofort einrastend: "MCTechnoCoupleModes.ImmediateSnap"

Die Anwendung ist analog zum elektrischen Getriebe.

- Bitte berücksichtigen Sie hierzu die ApplicationNote "Anwenden eines elektrischen Getriebes im Technologieverbund" Kapitel "Verwenden des elektrischen Getriebes im Anwendungsprogramm - Einkoppeln"

Beachten Sie bei der Kurvenscheibe die Reihenfolge zum Einkoppeln:

- Kurvenscheibe anlegen mit "Create"
- Kurvenscheibe definieren mit "DefineSegment"
- Kurvenscheibe aktivieren mit "Activate"

Es kann nur eingekoppelt werden, wenn eine Kurvenscheibe aktiviert ist.

Die Abfrage, ob die Folgeachse eingekoppelt, erfolgt über:

```
<Axis>.State.Techno.IsCoupling
```

Die Abfrage, ob die Folgeachse eingekoppelt ist, erfolgt über:

```
<Axis>.State.Techno.IsCoupled
```

### 4.3.1 Beispiele

In den nachfolgenden Beispielen wird eine Kurvenscheibe definiert, bei der die Folgeachse linear bis 10 mm bei 180° Leitachse folgt, um bis 360° wieder linear an den Ausgangspunkt zurückzukehren.

Legende der Oszilloskope:

Blau: Sollposition der Leitachse

Rot: Sollposition der Folgeachse

Grün: Sollgeschwindigkeit der Folgeachse

Pink: Koppelstatus der Folgeachse

Hellblau: Nummer des aktuellen Kurvenscheibenprofils

Orange: Nummer des aktuellen Kurvenscheibensegments

#### 4.3.1.1 Einkoppeln Sofort

g_nUseCase	coupleImmediate(1)
------------	--------------------

In diesem Beispiel wird die Folgeachse mit aktiver Kurvenscheibe 1 im Modus "MCTechnoCoupleModes.Immediate" eingekoppelt, sobald die Leitachsposition von 90° erreicht ist. Hier hat die Folgeachse lauf Kurvenscheibendefinition und Aktivierungsparameter eine Synchronposition von 5 mm. In diesem Einkoppelmodus wird direkt auf die Synchronposition gesprungen.

```
function cCamDiskSample.coupleImmediate()

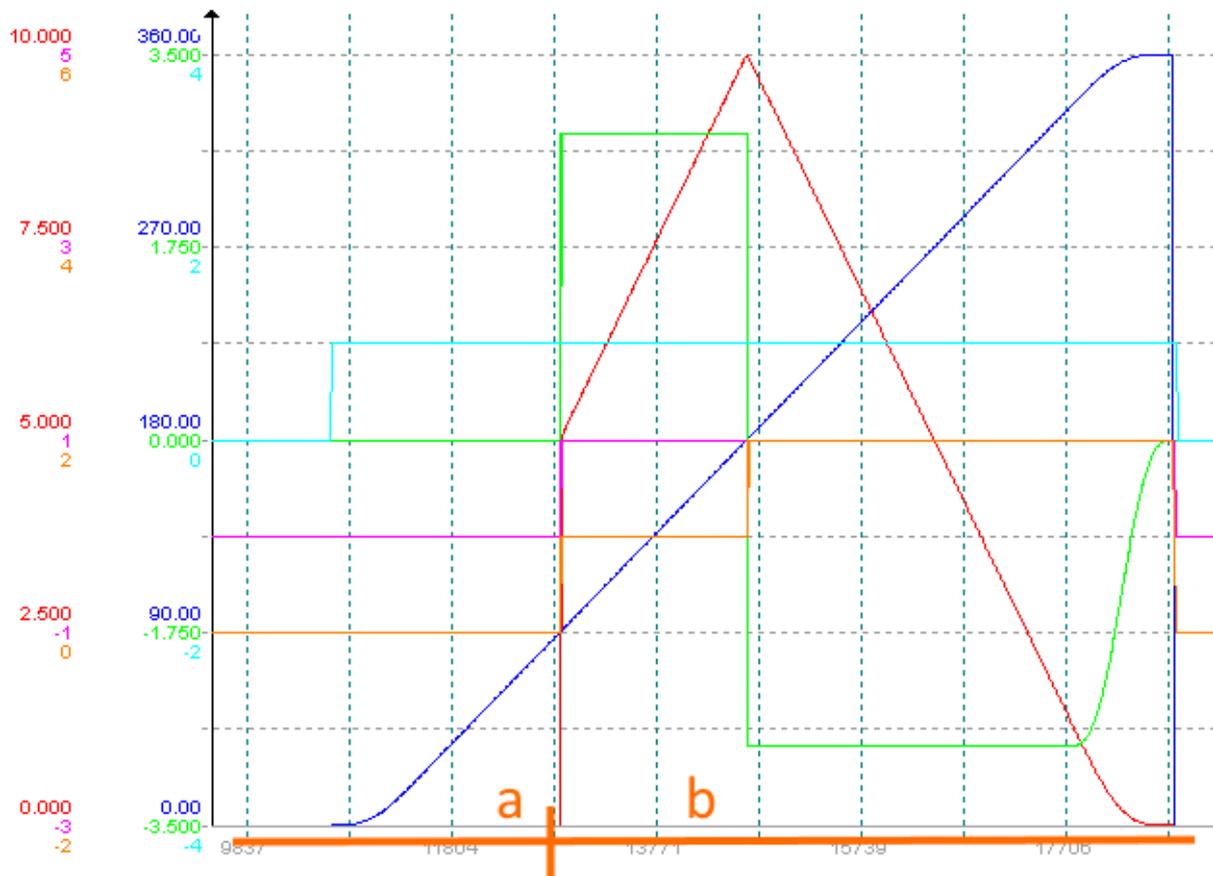
    createTriangleCam();

    tecCam.MovePtp.Start(vxMaster, MCTechnoPositioningModes.RelActual, 360.0, 50.0, 100.0, 100.0, 1.0);
    when vxMaster.Position.Setpoint > 90.0 continue;

    tecCam.Coupling.Couple(xFollower, MCTechnoCoupleModes.Immediate, 0.0, Directions.Positive, 0.0);

    when tecCam.Mechanism.Slope.IsStopped continue;

end_function;
```



Phase a:

- Kurvenscheibe mit der ID "1" wird definiert und aktiviert. Die Folgeachse benutzt nun die diese Kurvenscheibe, so dass die aktive Nummer des aktuellen Kurvenscheibensegments gleich "1" ist.
- Die Leitachse startet ihre Positionierung.
- Da die Folgeachse weder positioniert noch eingekoppelt ist, ruht diese an der aktuellen Position.

Phase b:

- Das Einkoppelkommando mit Einkoppelmodus "*Sofort (Immediate)*" wird ausgeführt.
- Die Folgeachse springt auf den Synchronpunkt und folgt der Kurvenscheibe.
- Die Geschwindigkeit der Folgeachse springt ebenfalls auf die Synchrongeschwindigkeit ohne Beschleunigungsrampe.
- Im weiteren Verlauf beendet die Leitachse ihre Positionierung und die Folgeachse folgt entsprechend der Kurvenscheibe. In der Verzögerung der Leitachse reduziert sich folglich auch die Geschwindigkeit der Folgeachse bis zum Stillstand.

### 4.3.1.2 Einkoppeln Sofort einrastend

g_nUseCase	coupleImmediateSnap (2)
------------	-------------------------

In diesem Beispiel wird die Folgeachse mit aktiver Kurvenscheibe 1 im Modus "MCTechnoCoupleModes.ImmediateSnap" eingekoppelt, sobald die Leitachsposition von 90° erreicht ist. Obwohl laut Kurvenscheibendefinition und Aktivierungsparameter die Synchronposition gleich 5 mm wäre, startet die Kurvenscheibe nun direkt an der aktuellen Sollposition der Folgeachse. Es wird dadurch automatisch ein Folgeachsoffset erzeugt.

```
function cCamDiskSample.coupleImmediateSnap()

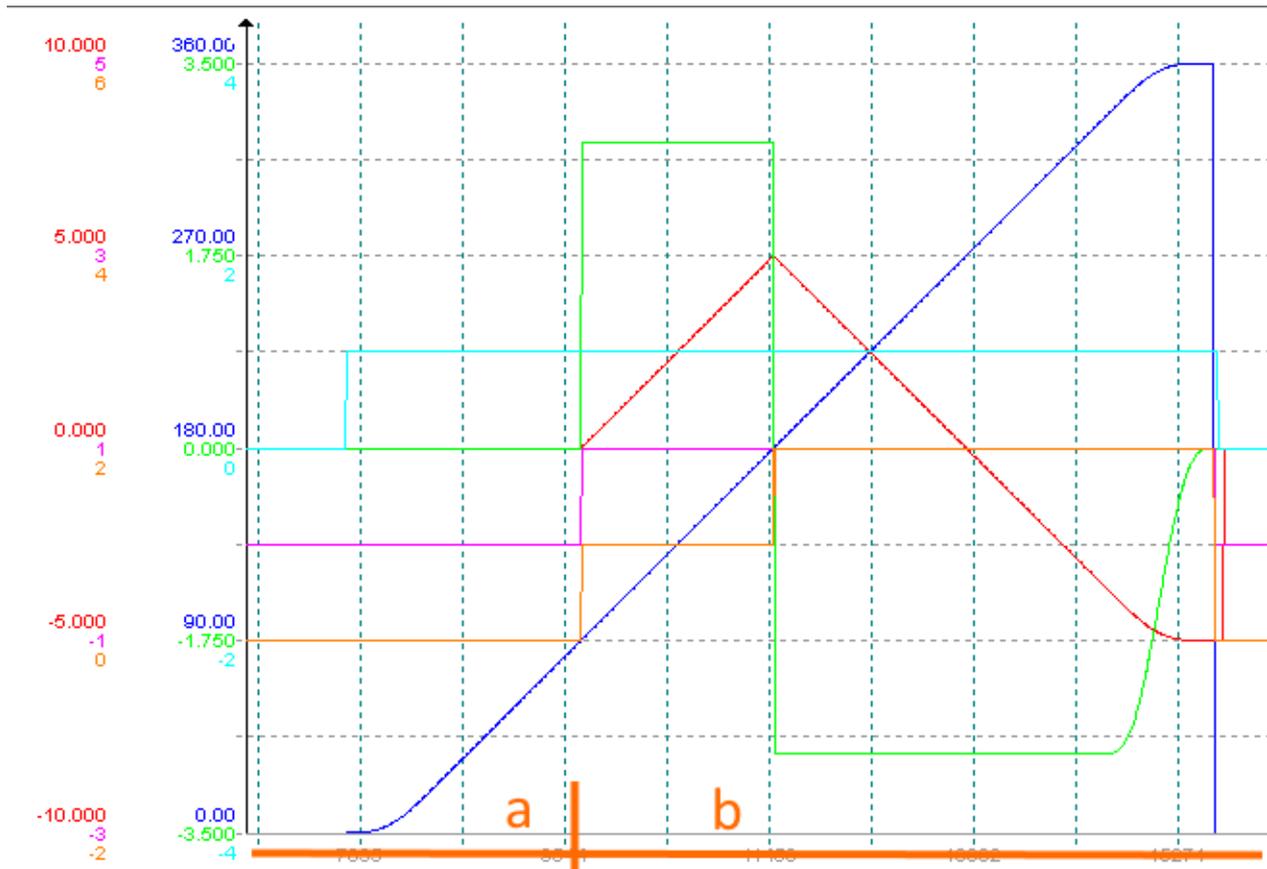
    createTriangleCam();

    tecCam.MovePtp.Start(vxMaster, MCTechnoPositioningModes.RelActual, 360.0, 50.0, 100.0, 100.0, 1.0);
    when vxMaster.Position.Setpoint > 90.0 continue;

    tecCam.Coupling.Couple(xFollower, MCTechnoCoupleModes.ImmediateSnap, 0.0, Directions.Positive, 0.0);

    when tecCam.Mechanism.Slope.IsStopped continue;

end_function;
```



Phase a:

- Kurvenscheibe mit der ID "1" wird definiert und aktiviert. Die Folgeachse benutzt nun die diese Kurvenscheibe, so dass die aktive Nummer des aktuellen Kurvenscheibensegments gleich "1" ist.
- Die Leitachse startet ihre Positionierung.
- Da die Folgeachse weder positioniert noch eingekoppelt ist, ruht diese an der aktuellen Position.

## Phase b:

- Das Einkoppelkommando mit Einkoppelmodus "*Sofort einrastend (ImmediateSnap)*" wird ausgeführt.
- Der eigentliche Synchronpunkt innerhalb der Kurvenscheibe wird auf die aktuelle Sollposition der Folgeachse verschoben. Damit springt die Folgeachse nicht auf die Synchronposition. Die Kurvenscheibe fährt nun mit einem Offset.
- Allerdings springt die Geschwindigkeit der Folgeachse auf die Synchrongeschwindigkeit ohne Beschleunigungsrampe!
- Im weiteren Verlauf beendet die Leitachse ihre Positionierung und die Folgeachse folgt entsprechend der Kurvenscheibe. In der Verzögerung der Leitachse reduziert sich folglich auch die Geschwindigkeit der Folgeachse bis zum Stillstand. Im Gegensatz zu Beispiel "Einkoppeln Sofort" hält die Folgeachse entsprechend des Offset an, der sich beim Einkoppeln ergeben hat.

### 4.3.1.3 Einkoppeln Schnell

g_nUseCase	coupleFast (3)
------------	----------------

In diesem Beispiel wird die Folgeachse mit aktiver Kurvenscheibe 1 im Modus "MCTechnoCoupleModes.Fast" eingekoppelt. Hierbei wird ein Einkoppelpolynom angewendet, so dass die Folgeachse am Koppelpunkt nicht nur die Synchronposition erreicht, sondern auch mit der durch die Kurvenscheibe definierten Geschwindigkeit.

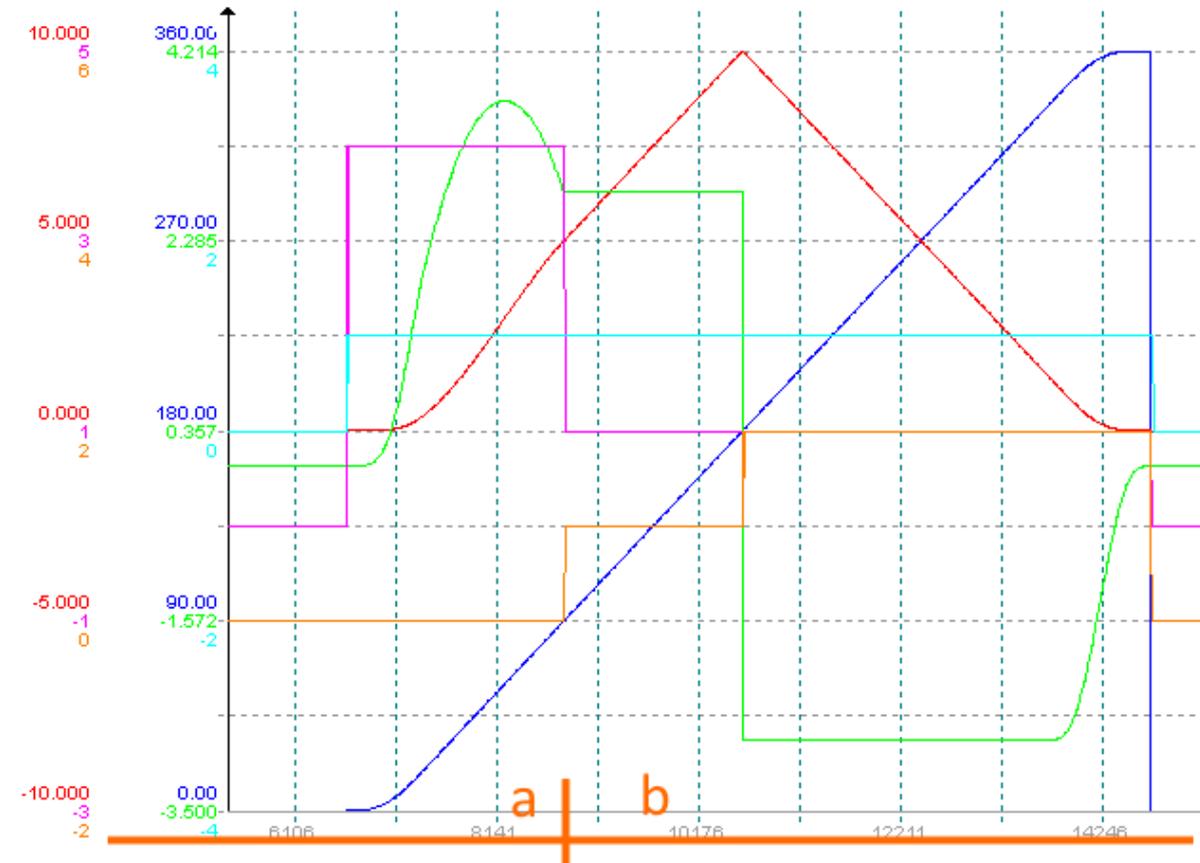
```
function cCamDiskSample.coupleFast()

    createTriangleCam();

    tecCam.Coupling.Couple(xFollower, MCTechnoCoupleModes.Fast, 90.0, Directions.Positive, 0.0);

    tecCam.MovePtp.Start(vxMaster, MCTechnoPositioningModes.RelActual, 360.0, 50.0, 100.0, 100.0, 1.0);
    when tecCam.Mechanism.Slope.IsStopped continue;

end_function;
```



Phase a:

- Kurvenscheibe mit der ID "1" wird definiert und aktiviert. Die Folgeachse benutzt nun die diese Kurvenscheibe, so dass die aktive Nummer des aktuellen Kurvenscheibensegments gleich "1" ist.
- Die Leitachse startet ihre Positionierung.
- Das Einkoppelkommando mit Einkoppelmodus "Schnell (Fast)" wird ausgeführt.
- Der Koppelstatus wechselt auf "einkoppeln".

- Die Folgeachse beschleunigt entsprechend eines Einkoppelpolynoms, so dass sie zum Einkoppelpunkt sowohl an der Synchronposition angekommen ist und die Synchrongeschwindigkeit hat.

Phase b:

- Der Koppelstatus wechselt auf "eingekoppelt"
- Die Sollposition und die Sollgeschwindigkeit der Folgeachse springen nicht.
- Im weiteren Verlauf beendet die Leitachse ihre Positionierung und die Folgeachse folgt entsprechend der Kurvenscheibe. In der Verzögerung der Leitachse reduziert sich folglich auch die Geschwindigkeit der Folgeachse bis zum Stillstand. Im Gegensatz zu Beispiel "Einkoppeln Sofort" hält die Folgeachse entsprechend des Offset an, der sich beim Einkoppeln ergeben hat.

## 4.4 Auskoppeln aus Kurvenscheibe

Wie beim elektrischen Getriebe wird eine Kurvenscheiben-Folgeachse wie folgt ausgekoppelt:

- Durch Starten einer Positionierung:  
`<Techno>.MovePtp.Start(...)`  
`<Techno>.MoveVelocity.Start(...)`
- Durch Verwenden der Auskoppelfunktion:  
`<Techno>.Coupling.Decouple(...)`  
Mit den Auskoppelmodi:
  - Sofort und Anhalten (`Immediate_Stop`)
  - An Leitachseposition und Anhalten (`AtMasterPosition_Stop`)
  - Sofort und Geschwindigkeit beibehalten (`Immediate_KeepVelocity`)

Die Abfrage, ob die Folgeachse ausgekoppelt, erfolgt über:

`<Axis>.State.Techno.IsDecoupling`

Die Abfrage, ob die Folgeachse ausgekoppelt ist, erfolgt über:

`<Axis>.State.Techno.IsDecoupled`

### 4.4.1 Beispiele

In den nachfolgenden Beispielen wird eine Kurvenscheibe definiert, bei der die Folgeachse linear bis 10 mm bei 180° Leitachse folgt, um bis 360° wieder linear an den Ausgangspunkt zurückzukehren.

- Kurvenscheibe mit der ID "1" wird definiert und aktiviert. Die Folgeachse benutzt nun die diese Kurvenscheibe, so dass die aktive Nummer des aktuellen Kurvenscheibensegments gleich "1" ist.
- Es wird sofort am Anfang einkoppelt.
- Der Koppelstatus wechselt auf "eingekoppelt"
- Die Leitachse startet ihre Positionierung.

Legende der Oszilloskope:

Blau: Sollposition der Leitachse

Rot: Sollposition der Folgeachse

Grün: Sollgeschwindigkeit der Folgeachse

Pink: Koppelstatus der Folgeachse

Hellblau: Nummer des aktuellen Kurvenscheibenprofils

Orange: Nummer des aktuellen Kurvenscheibensegments

### 4.4.1.1 Auskoppeln mit Positionierung durch MovePtp

```
g_nUseCase | decoupleMovePtp (4)
```

In diesem Beispiel wird die Folgeachse mit aktiver Kurvenscheibe 1 eingekoppelt. Nachdem die Leitachse losfährt wird nach einiger Zeit die Folgeachse per MovePtp endlos positioniert. Hierdurch wird die Folgeachse ausgekoppelt und beschleunigt oder verzögert auf die Zielgeschwindigkeit.

Nach einer kurzen Wartezeit wird die Folgeachse an den Ausgangspunkt positioniert.

```
function cCamDiskSample.decoupleMovePtp()

    createTriangleCam();

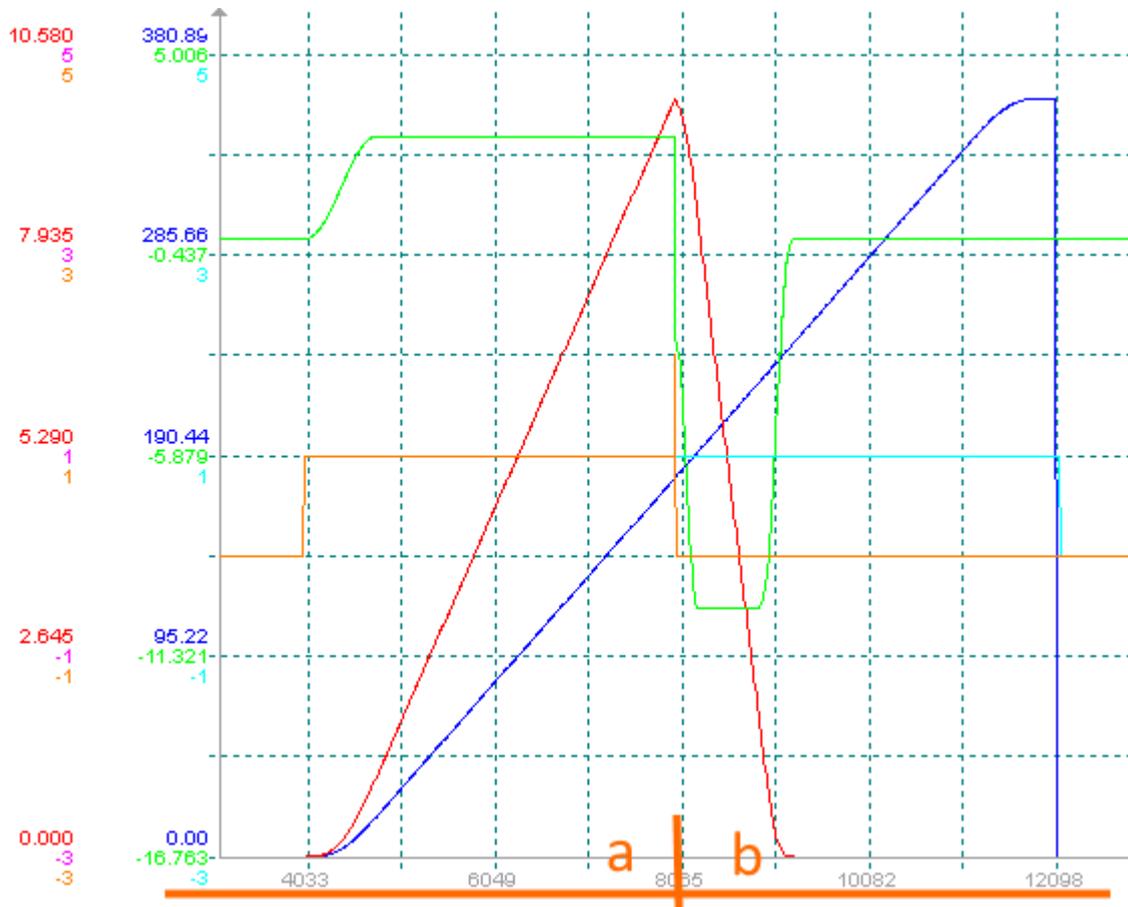
    tecCam.Coupling.Couple(xFollower, MCTechnoCoupleModes.Immediate, 0.0, Directions.Positive, 0.0);
    when xFollower.State.Techno.IsCoupled continue;

    tecCam.MovePtp.Start(vxMaster, MCTechnoPositioningModes.RelActual, 360.0, 50.0, 100.0, 100.0, 1.0);
    delay(t#4000ms);

    tecCam.MovePtp.Start(xFollower, MCTechnoPositioningModes.AbsNormal, 0.0, 10.0, 50, 50, 1.0);

    when tecCam.Mechanism.Slope.IsStopped continue;
    when xFollower.Mechanism.Slope.IsStopped continue;

end_function;
```



Phase a:

- Siehe allgemeine Beschreibung.
- Bis zum Ende der Phase a folgt die Folgeachse entsprechend ihrer Kurvenscheibe.

Phase b:

- Es wird eine Positionierung auf die Anfangsposition gestartet.
- Der Koppelstatus wechselt auf "ausgekoppelt (decoupled)".

#### 4.4.1.2 Auskoppeln mit Endlospositionierung durch MoveVelocity

g_nUseCase	decoupleMoveVelocity (5)
------------	--------------------------

In diesem Beispiel wird die Folgeachse mit aktiver Kurvenscheibe 1 eingekoppelt. Nachdem die Leitachse losfährt wird nach einiger Zeit die Folgeachse per MoveVelocity endlos positioniert. Hierdurch wird die Folgeachse ausgekoppelt und beschleunigt oder verzögert auf die Zielgeschwindigkeit.

Nach einer kurzen Wartezeit wird die Folgeachse an den Ausgangspunkt positioniert.

```
function cCamDiskSample.decoupleMoveVelocity()

    createTriangleCam();

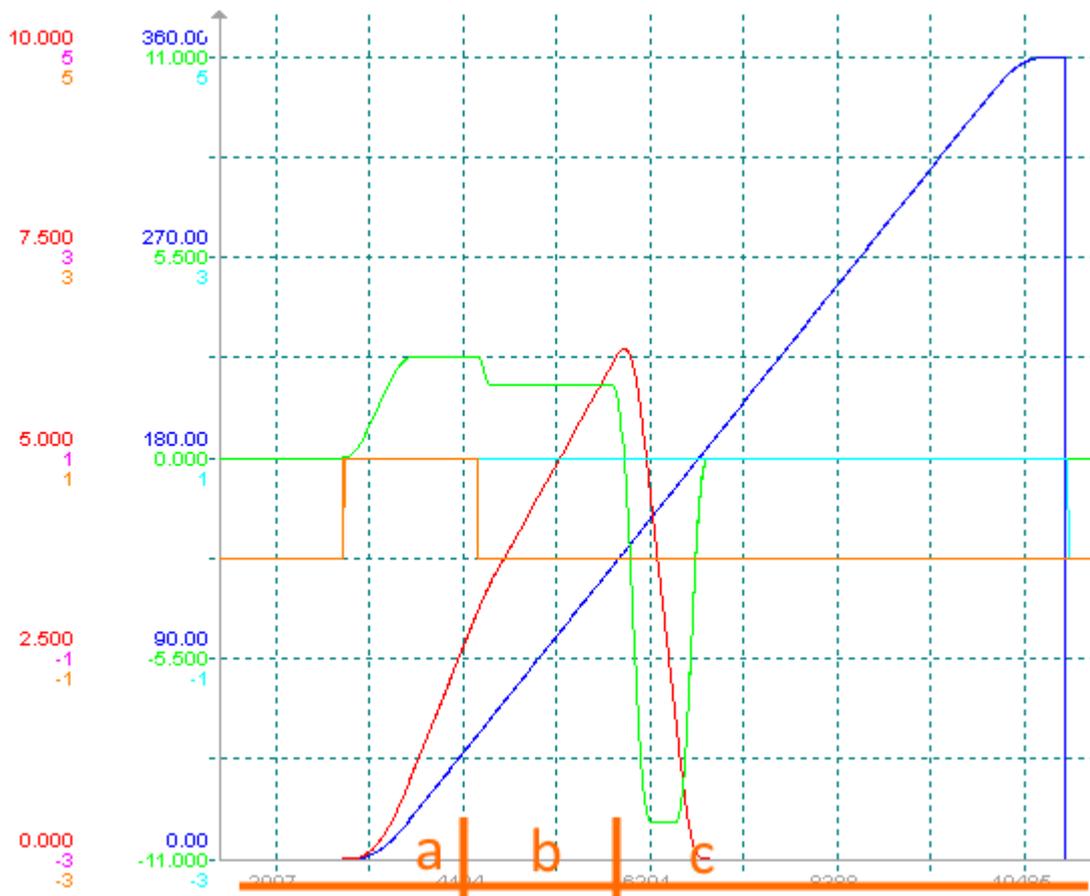
    tecCam.Coupling.Couple(xFollower, MCTechnoCoupleModes.Immediate, 0.0, Directions.Positive, 0.0);
    when xFollower.State.Techno.IsCoupled continue;

    tecCam.MovePtp.Start(vxMaster, MCTechnoPositioningModes.RelActual, 360.0, 50.0, 100.0, 100.0, 1.0);
    delay(t#1500ms);

    tecCam.MoveVelocity.Start(xFollower, Directions.Positive, 2.0, 10.0, 10.0);
    delay(t#1500ms);
    tecCam.MovePtp.Start(xFollower, MCTechnoPositioningModes.AbsNormal, 0.0, 10.0, 50.0, 50.0, 1.0);

    when tecCam.Mechanism.Slope.IsStopped continue;
    when xFollower.Mechanism.Slope.IsStopped continue;

end_function;
```



Phase a:

- Siehe allgemeine Beschreibung.
- Bis zum Ende der Phase a folgt die Folgeachse entsprechend ihrer Kurvenscheibe.

Phase b:

- Es wird eine Endlospositionierung gestartet. Die Folgeachse beschleunigt/verzögert auf die angegebene Geschwindigkeit.
- Der Koppelstatus wechselt auf "ausgekoppelt (decoupled)".

Phase c:

- Es wird eine Positionierung auf die Anfangsposition gestartet.
- Da die Folgeachse bereits ausgekoppelt ist, hat diese Positionierung auf den Koppelstatus keine Auswirkung.

### 4.4.1.3 Auskoppeln mit Auskoppelkommando "Sofort und Anhalten" (Decouple(Immediate\_Stop))

g_nUseCase	decoupleImmediateStop (6)
------------	------------------------------

In diesem Beispiel wird die Folgeachse mit aktiver Kurvenscheibe 1 eingekoppelt. Nachdem die Leitachse losfährt und die Folgeachse entsprechend der Kurvenscheibe folgt, wird im Modus "At-MasterPosition\_Stop" an der Leitachsposition 270° ausgekoppelt. An diesem Punkt koppelt die Folgeachse aus und hält mit der angegebenen Verzögerung an.

```
function cCamDiskSample.decoupleImmediateStop()

    createTriangleCam();

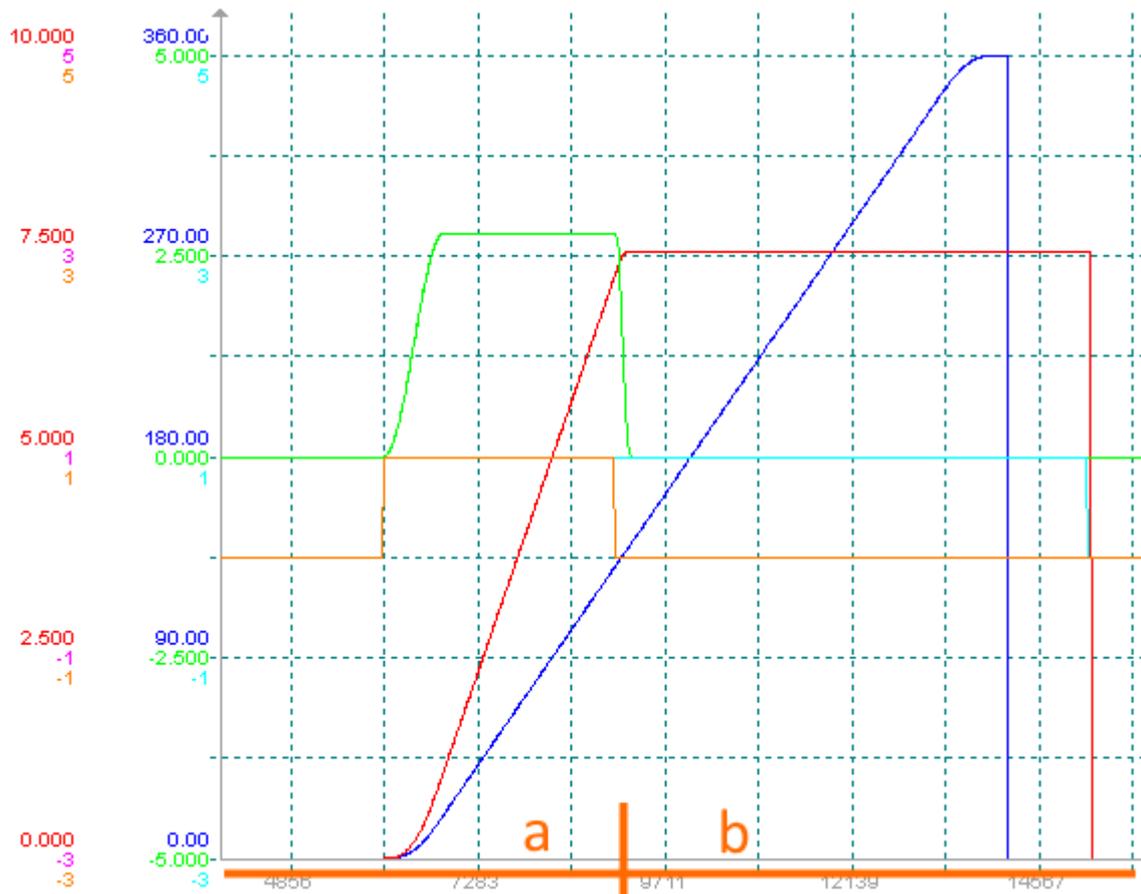
    tecCam.Coupling.Couple(xFollower, MCTechnoCoupleModes.Immediate, 0.0, Directions.Positive, 0.0);
    when xFollower.State.Techno.IsCoupled continue;

    tecCam.MovePtp.Start(vxMaster, MCTechnoPositioningModes.RelActual, 360.0, 50.0, 100.0, 100.0, 1.0);
    delay(t#3000ms);

    tecCam.Coupling.Decouple(xFollower, MCTechnoDecoupleModes.Immediate_Stop, 0.0, 25.0);

    when xFollower.State.Techno.IsDecoupled continue;
    when tecCam.Mechanism.Slope.IsStopped continue;
    when xFollower.Mechanism.Slope.IsStopped continue;
    delay(t#1000ms);

end_function;
```



Phase a:

- Siehe allgemeine Beschreibung.
- Bis zum Ende der Phase a folgt die Folgeachse entsprechend ihrer Kurvenscheibe.

Phase b:

- Es wird mit Auskoppelkommando im Modus "Sofort und Anhalten" ausgekoppelt.
- Der Koppelstatus wechselt auf "ausgekoppelt (decoupled)".
- Die Folgeachse hält mit der angegebenen Verzögerung an.

#### 4.4.1.4 Auskoppeln mit Auskoppelkommando "An Leitachsposition und Anhalten" (Decouple(Immediate\_Stop))

g_nUseCase	decoupleAtMasterPostionStop (7)
------------	---------------------------------

In diesem Beispiel wird die Folgeachse mit aktiver Kurvenscheibe 1 eingekoppelt. Nachdem die Leitachse losfährt und die Folgeachse entsprechend der Kurvenscheibe folgt, wird im Modus "At-MasterPosition\_Stop" an der Leitachsposition 270° ausgekoppelt. An diesem Punkt koppelt die Folgeachse aus und hält mit der angegebenen Verzögerung an.

```
function cCamDiskSample.decoupleAtMasterPostionStop()

    createTriangleCam();

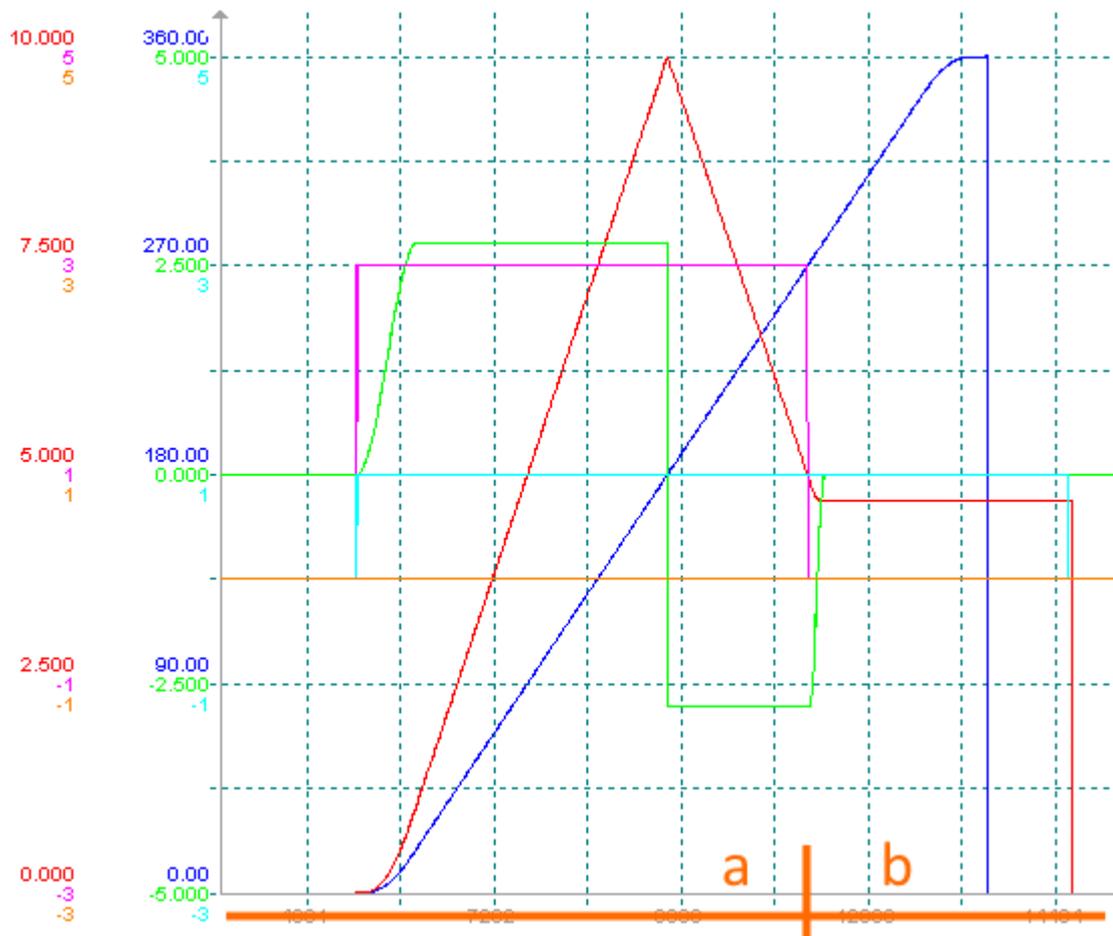
    tecCam.Coupling.Couple(xFollower, MCTechnoCoupleModes.Immediate, 0.0, Directions.Positive, 0.0);
    when xFollower.State.Techno.IsCoupled continue;

    tecCam.MovePtp.Start(vxMaster, MCTechnoPositioningModes.RelActual, 360.0, 50.0, 100.0, 100.0, 1.0);

    tecCam.Coupling.Decouple(xFollower, MCTechnoDecoupleModes.AtMasterPosition_Stop, 270.0, 25.0);

    when xFollower.State.Techno.IsDecoupled continue;
    when tecCam.Mechanism.Slope.IsStopped continue;
    when xFollower.Mechanism.Slope.IsStopped continue;
    delay(t#1000ms);

end_function;
```



Phase a:

- Siehe allgemeine Beschreibung.
- Bis zum Ende der Phase a folgt die Folgeachse entsprechend ihrer Kurvenscheibe.
- Es wird direkt am Anfang der Bewegung das Auskoppelkommando im Modus "an Leitach-  
sposition und Anhalten" gegeben. Bei 270° Leitachsposition soll ausgekoppelt werden.
- Der Koppelstatus ist nun "auskoppeln (decoupling)".

Phase b:

- Die im Auskoppelkommando vorgegebene Leitachsposition ist erreicht.
- Der Koppelstatus wechselt auf "ausgekoppelt (decoupled)".
- Die Folgeachse hält mit der angegebenen Verzögerung an.

#### 4.4.1.5 Auskoppeln mit Auskoppelkommando "Sofort und Geschwindigkeit beibehalten" (Decouple(Immediate\_KeepVelocity))

g_nUseCase	decoupleImmediateKeepVelocity (8)
------------	-----------------------------------

In diesem Beispiel wird die Folgeachse mit aktiver Kurvenscheibe 1 eingekoppelt. Nachdem die Leitachse einige Zeit fährt und die Folgeachse entsprechend der Kurvenscheibe folgt, wird im Modus "Immediate\_KeepVelocity" ausgekoppelt. Die Folgeachse fährt nun mit der zuletzt aktiven Geschwindigkeit eine kurze Zeit weiter bis sie mit einer Positionierung an ihren Ausgangspunkt zurückfährt.

```
function cCamDiskSample.decoupleImmediateKeepVelocity()

    createTriangleCam();

    tecCam.Coupling.Couple(xFollower, MCTechnoCoupleModes.Immediate, 0.0, Directions.Positive, 0.0);
    when xFollower.State.Techno.IsCoupled continue;

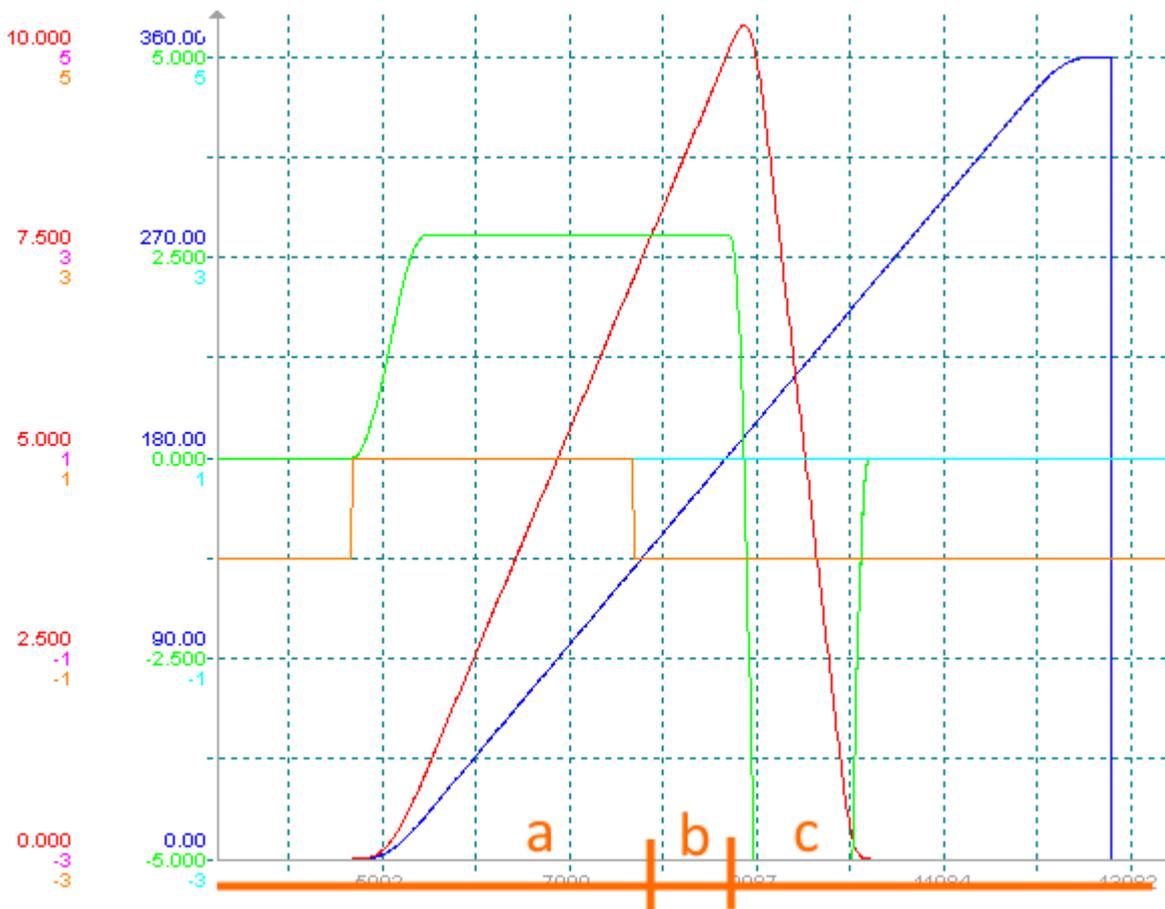
    tecCam.MovePtp.Start(vxMaster, MCTechnoPositioningModes.RelActual, 360.0, 50.0, 100.0, 100.0, 1.0);
    delay(t#3000ms);

    tecCam.Coupling.Decouple(xFollower, MCTechnoDecoupleModes.Immediate_KeepVelocity, 0.0, 25.0);

    when xFollower.State.Techno.IsDecoupled continue;
    delay(t#1000ms);
    tecCam.MovePtp.Start(xFollower, MCTechnoPositioningModes.AbsNormal, 0.0, 10.0, 50.0, 50.0, 1.0);

    when tecCam.Mechanism.Slope.IsStopped continue;
    when xFollower.Mechanism.Slope.IsStopped continue;
    delay(t#1000ms);

end_function;
```



Phase a:

- Siehe allgemeine Beschreibung.
- Bis zum Ende der Phase a folgt die Folgeachse entsprechend ihrer Kurvenscheibe.

Phase b:

- Es wird mit Auskoppelkommando im Modus "Sofort und Geschwindigkeit beibehalten" ausgekoppelt.
- Der Koppelstatus wechselt auf "ausgekoppelt (decoupled)".
- Die Folgeachse setzt die aktuelle Bewegung mit der letzten Geschwindigkeit fort.

Phase c:

- Es wird eine Positionierung auf die Anfangsposition gestartet.
- Da die Folgeachse bereits ausgekoppelt ist, hat diese Positionierung auf den Koppelstatus keine Auswirkung.

## 4.5 Wechseln von Kurvenscheiben

Der Wechsel von Kurvenscheiben erfolgt durch die Aktivierung einer zuvor definierten Kurvenscheibe. Je nach ausgewähltem Aktivierungsmodus "MCTechnoCamStartModes" wird die neue Kurvenscheibe aktiv.

### INFO



Beim Wechsel der Kurvenscheibe ist auf den Übergang zu achten. Es wird kein Übergangspolynom verwendet. Stimmen die Positionen am Wechselzeitpunkt nicht überein, springt die Folgeachse auf den in der neuen Kurvenscheibe gültigen Sollpositionswert.

Für einen sanften Übergang sollte zum Wechselzeitpunkt, Position, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Ruck identisch sein.

Am einfachsten ist der Wechsel zu einem Zeitpunkt,

- an dem sich die Folgeachse im Stillstand befindet
- am Ende einer Kurvenscheibe mit bekannten Randparametern.

### 4.5.1 Pufferung von Aktivierungen

Das Aktivieren einer Kurvenscheibe wird nicht gepuffert und der Reihenfolge nach abgearbeitet. Es zählt immer die letzte Aktivierung.

Werden z.B. ein Kommando zum Aktivieren an Leitachposition 200° gegeben, so wartet nun der MC-Kernel bis diese Leitachposition erreicht wird.

```
tecCam.Coupling.Cam.Activate(xFollower, 1, 0.0, 0.0, 1.0, 1.0, MCTechnoCamStartModes.AtMasterPosition, 200.0);
```

Wird aber währenddessen, z.B. an Leitachposition 180°, ein Kommando zum Aktivieren an Leitachposition 300° gegeben, so achtet der MC-Kernel nun auf dieses Kommando.

```
tecCam.Coupling.Cam.Activate(xFollower, 1, 0.0, 0.0, 1.0, 1.0, MCTechnoCamStartModes.AtMasterPosition, 300.0);
```

Ein Kurvenscheibenwechsel bei 200° findet nicht mehr statt.

Ist aber ein Kurvenscheibenwechsel bei 200° unbedingt nötig, so muss dies im Programm explizit, z.B. durch Abfrage des aktiven Kurvenscheibenindex oder Überschreiten der Leitachposition usw., berücksichtigt werden.

Beim Ablösen einer anstehenden Aktivierung der Kurvenscheibe durch eine neue Aktivierung wird eine Meldung im Setup->MC-GlobalStatus->Status-Logger ausgegeben.

## 4.5.2 Beispiele

In den nachfolgenden Beispielen werden zwei Kurvenscheiben definiert.

Bei Kurvenscheibe 1 fährt die Folgeachse linear von (0°, 0 mm) bis (180°, 10 mm) um dann wieder auf den Ausgangspunkt (360°, 0 mm) zurückzukehren.

Kurvenscheibe 2 ist bis auf den Segmenttyp identisch mit Kurvenscheibe 1. Hier wird als Segmenttyp "Autopoly3" verwendet. In den Stützpunkten beträgt die 1. Ableitung 0.

- Kurvenscheibe mit der ID "1" wird definiert und aktiviert. Die Folgeachse benutzt nun die diese Kurvenscheibe, so dass die aktive Nummer des aktuellen Kurvenscheibensegments gleich "1" ist.
- Kurvenscheibe 2 mit der ID "2" wird definiert.
- Es wird sofort am Anfang eingekoppelt.
- Der Koppelstatus wechselt auf "eingekoppelt"
- Die Leitachse startet ihre Positionierung.

### 4.5.2.1 Wechsel am Ende einer Kurvenscheibe

g_nUseCase	switchAtCamEnd (9)
------------	--------------------

In diesem Beispiel wird die Folgeachse eingekoppelt. Nachdem die Leitachse losfährt, wird eine neue Kurvenscheibe so aktiviert, dass sie am Ende der aktuellen Kurvenscheibe startet.

```
function cCamDiskSample.switchAtCamEnd()

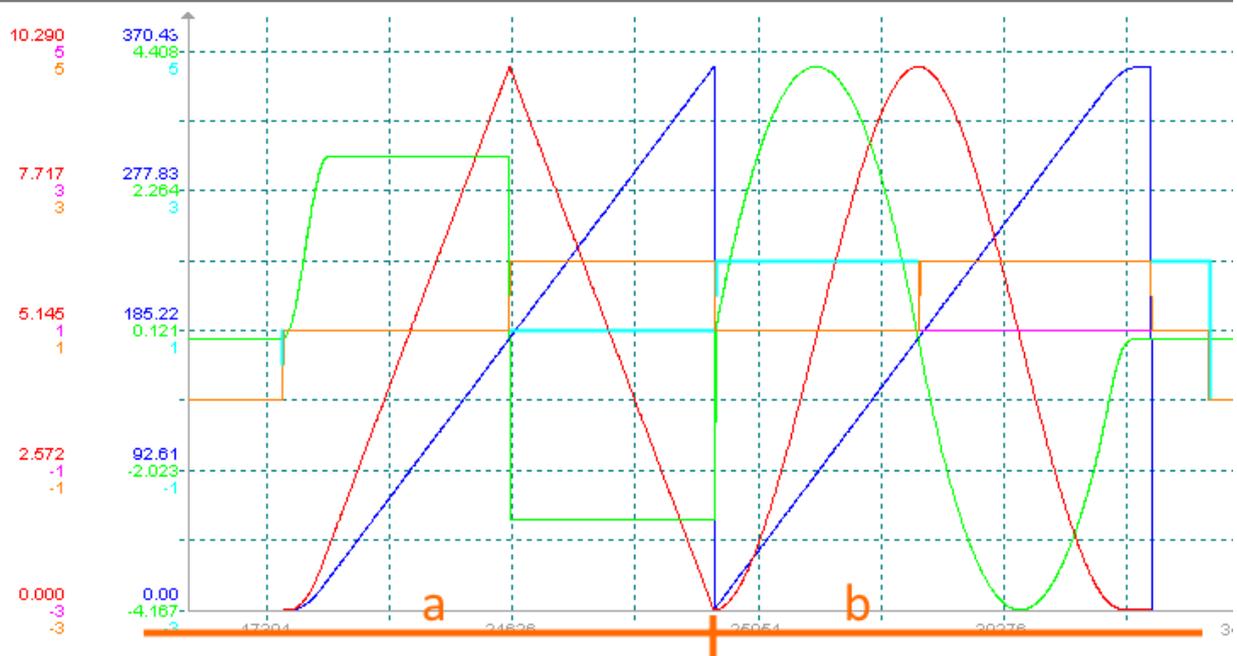
    createTriangleCam();
    createPoly3Cam();

    tecCam.Coupling.Couple(xFollower, MCTechnoCoupleModes.Immediate, 0.0, Directions.Positive, 0.0);
    when xFollower.State.Techno.IsCoupled continue;

    tecCam.MovePtp.Start(vxMaster, MCTechnoPositioningModes.RelActual, 720.0, 50.0, 100.0, 100.0, 1.0);
    tecCam.Coupling.Cam.Activate(xFollower, 2, 0.0, 0.0, 1.0, 1.0, MCTechnoCamStartModes.AtCamEnd);

    when tecCam.Mechanism.Slope.IsStopped continue;
    delay(t#1000ms);

end_function;
```



## Phase a:

- Siehe allgemeine Beschreibung der Beispiele zum Wechseln der Kurvenscheibe.
- Die Leitachse wird so positioniert, dass sie zwei Modulbereiche durchläuft.
- Die Folgeachse fährt entsprechend der Kurvenscheibe 1 der Leitachse hinterher.
- Während dessen wird die Kurvenscheibe 2 aktiviert, welche am Ende der aktuellen Kurvenscheibe wirksam werden soll.

## Phase b:

- Kurvenscheibe 1 endet bei 360° der Leitachse.
- Deshalb wechselt findet Wechsel der Kurvenscheibe am Moduloumbruch statt.
- Von nun an ist Kurvenscheibe 2 aktiv.
- **Nummer des aktuellen Kurvenscheibenprofils:** Wechselt von 1 auf 2.

### 4.5.2.2 Wechsel zu einer vorgegebenen Leitachseposition

```
g_nUseCase | switchAtMasterposition (10)
```

In diesem Beispiel wird die Folgeachse eingekoppelt. Nachdem die Leitachse losfährt, wird eine neue Kurvenscheibe so aktiviert, dass sie an der Leitachseposition 180° startet.

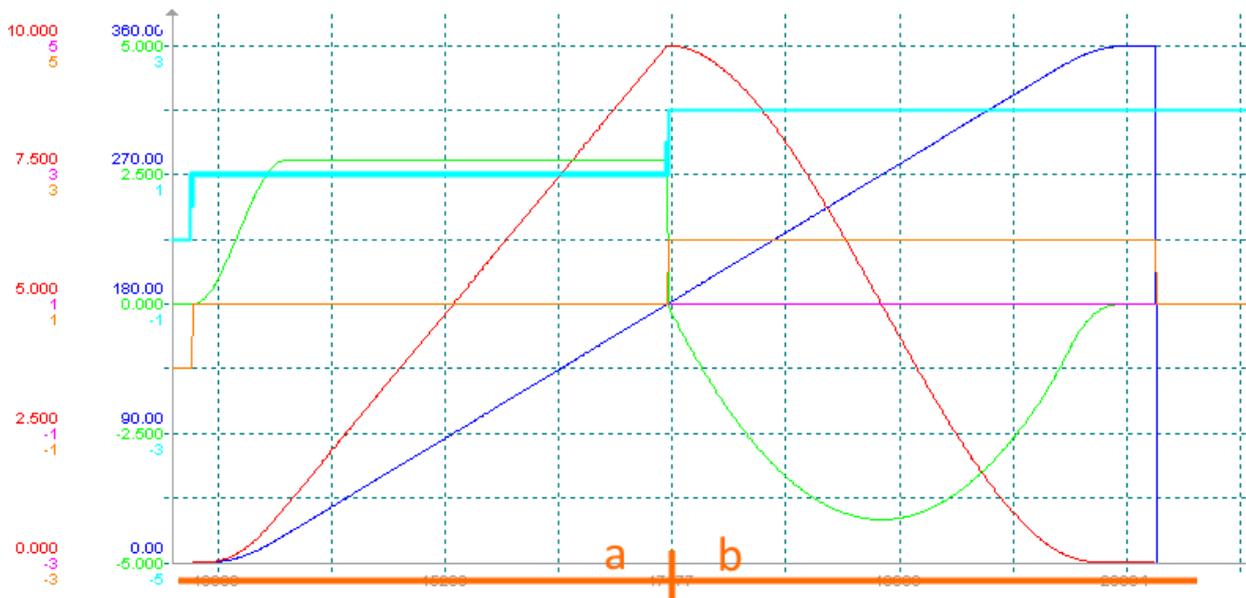
```
function cCamDiskSample.switchAtMasterposition()

    createTriangleCam();
    createPoly3Cam();

    tecCam.Coupling.Couple(xFollower, MCTechnoCoupleModes.Immediate, 0.0, Directions.Positive, 0.0);
    when xFollower.State.Techno.IsCoupled continue;

    tecCam.MovePtp.Start(vxMaster, MCTechnoPositioningModes.RelActual, 360.0, 50.0, 100.0, 100.0, 1.0);
    tecCam.Coupling.Cam.Activate(xFollower, 2, 0.0, 0.0, 1.0, 1.0,
        MCTechnoCamStartModes.AtMasterPosition, 180.0);
    when tecCam.Mechanism.Slope.IsStopped continue;
    delay(t#1000ms);

end_function;
```



Phase a:

- Siehe allgemeine Beschreibung der Beispiele zum Wechseln der Kurvenscheibe.
- Die Leitachse wird so positioniert, dass sie einen Modulbereich durchläuft.
- Die Folgeachse fährt entsprechend der Kurvenscheibe 1 der Leitachse hinterher.
- Während dessen wird die Kurvenscheibe 2 so aktiviert, dass sie an der Leitachseposition 180° wirksam wird.

Phase b:

- An der Leitachseposition 180° wird Kurvenscheibe 2 aktiv.
- Nummer des aktuellen Kurvenscheibenprofils wechselt von 1 auf 2.
- Was in Phase 1 ein linearer Verlauf zu erkennen, ist dieser nun polynomial.

### 4.5.2.3 Wechsel zu einer vorgegebenen Folgeachseposition

`g_nUseCase`    `switchAtFollowerposition (11)`

In diesem Beispiel wird die Folgeachse eingekoppelt. Nachdem die Leitachse losfährt, wird eine neue Kurvenscheibe so aktiviert, dass sie bei Erreichen der Folgeachseposition 8 mm startet.

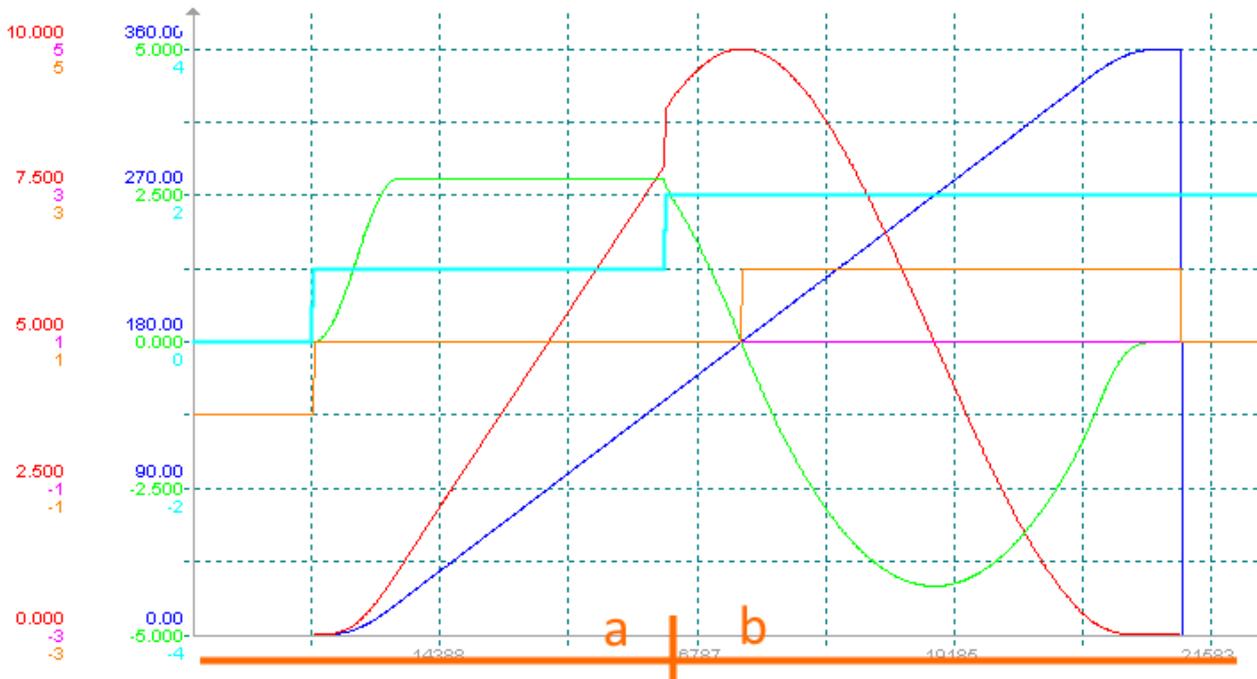
```
function cCamDiskSample.switchAtFollowerposition()

    createTriangleCam();
    createPoly3Cam();

    tecCam.Coupling.Couple(xFollower, MCTechnoCoupleModes.Immediate, 0.0, Directions.Positive, 0.0);
    when xFollower.State.Techno.IsCoupled continue;

    tecCam.MovePtp.Start(vxMaster, MCTechnoPositioningModes.RelTarget, 360.0, 50.0, 100.0, 100.0, 1.0);
    when tecCam.State.IsRunning continue;
    tecCam.Coupling.Cam.Activate(xFollower, 2, 0.0, 0.0, 1.0, 1.0,
        MCTechnoCamStartModes.AtFollowerPosition, 8.0);
    when tecCam.Mechanism.Slope.IsStopped continue;
    delay(t#1000ms);

end_function;
```



Phase a:

- Siehe allgemeine Beschreibung der Beispiele zum Wechseln der Kurvenscheibe.
- Die Leitachse wird so positioniert, dass sie einen Modulbereich durchläuft.
- Die Folgeachse fährt entsprechend der Kurvenscheibe 1 der Leitachse hinterher.
- Während dessen wird die Kurvenscheibe 2 so aktiviert, dass sie bei Überschreiten der Folgeachseposition 8 mm wirksam wird.

Phase b:

- An der Folgeachseposition 8 mm wechselt die Kurvenscheibe.
- **Nummer des aktuellen Kurvenscheibenprofils** wechselt von 1 auf 2.
- War in Phase 1 ein linearer Verlauf zu erkennen, ist dieser nun polynomial.

- Da sich laut Kurvenscheibe 2 die Folgeachse an einer anderen Position befindet als in Kurvenscheibe 1, springt die Folgeachse an die neue gültige Sollposition. Eine überlagerte Übergangsbewegung findet nicht statt.

#### 4.5.2.4 Wechsel sofort

g_nUseCase	switchImmediate (12)
------------	----------------------

In diesem Beispiel wird die Folgeachse eingekoppelt. Nachdem die Leitachse die Position 150° erreicht, wird die zweite Kurvenscheibe sofort gestartet.

```
function cCamDiskSample.switchImmediate()

    createTriangleCam();
    createPoly3Cam();

    tecCam.Coupling.Couple(xFollower, MCTechnoCoupleModes.Immediate, 0.0, Directions.Positive, 0.0);
    when xFollower.State.Techno.IsCoupled continue;

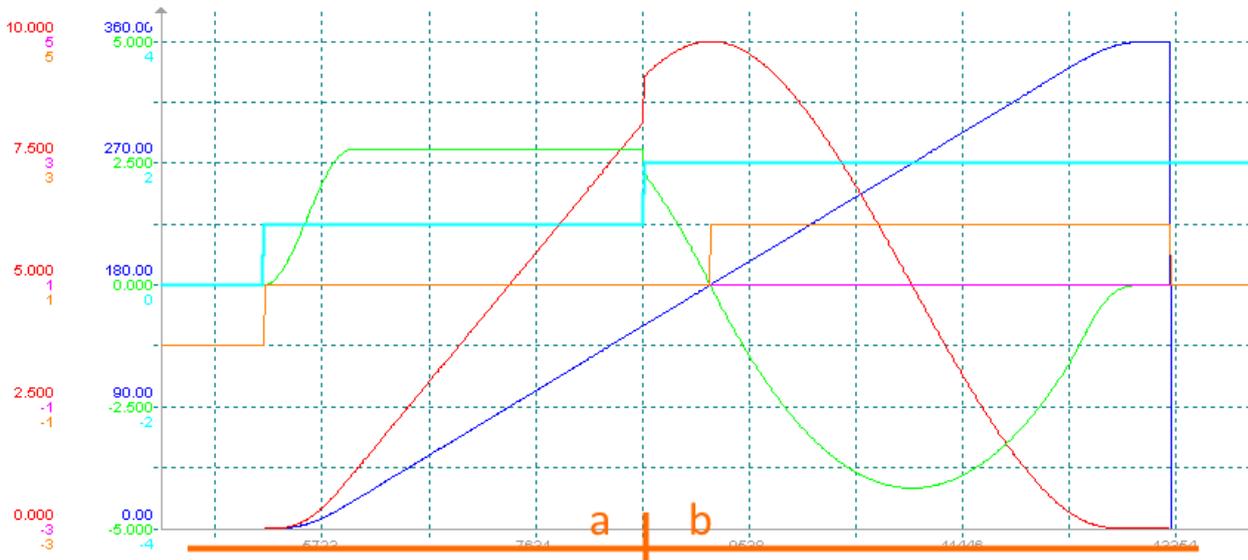
    tecCam.MovePtp.Start(vxMaster, MCTechnoPositioningModes.RelActual, 360.0, 50.0, 100.0, 100.0, 1.0);

    when vxMaster.Position.Setpoint > 150.0 continue;

    tecCam.Coupling.Cam.Activate(xFollower, 2, 0.0, 0.0, 1.0, 1.0, MCTechnoCamStartModes.Immediate);

    when tecCam.Mechanism.Slope.IsStopped continue;
    delay(t#1000ms);

end_function;
```



Phase a:

- Siehe allgemeine Beschreibung der Beispiele zum Wechseln der Kurvenscheibe.
- Die Leitachse wird so positioniert, dass sie einen Modulbereich durchläuft.
- Die Folgeachse fährt entsprechend der Kurvenscheibe 1 der Leitachse hinterher.

Phase b:

- An der Leitachsposition 150° (beliebige Position im Applikationsprogramm) wechselt die Kurvenscheibe.
- **Nummer des aktuellen Kurvenscheibenprofils** wechselt von 1 auf 2.
- War in Phase 1 ein linearer Verlauf zu erkennen, ist dieser nun polynomial.

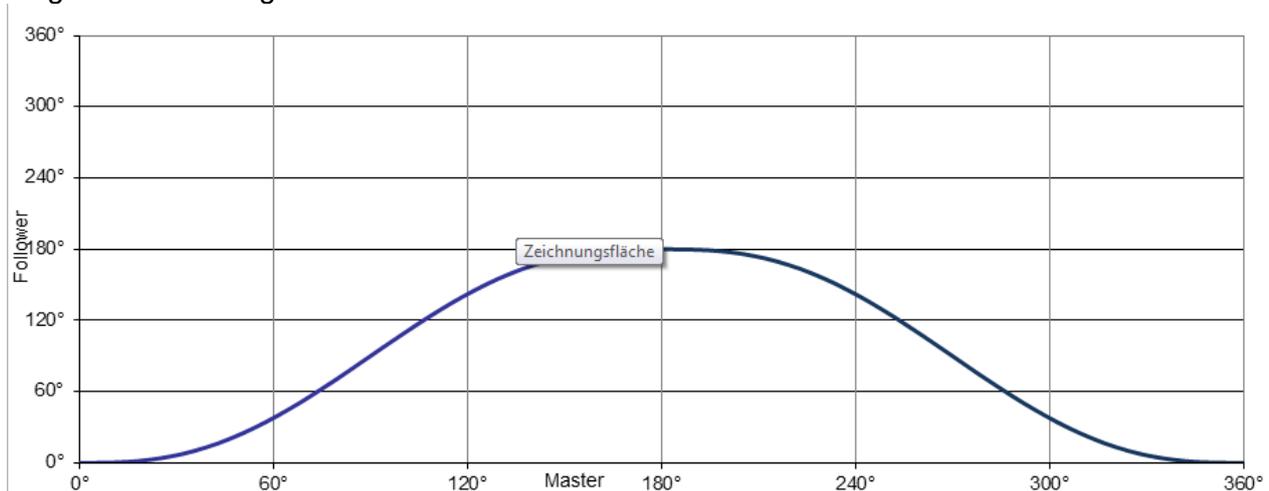
- Da sich laut Kurvenscheibe 2 die Folgeachse an einer anderen Position befindet als in Kurvenscheibe 1, springt die Folgeachse an die neue gültige Sollposition. Eine überlagerte Übergangsbewegung findet nicht statt.

## 4.6 Offene/geschlossene Kurvenscheiben

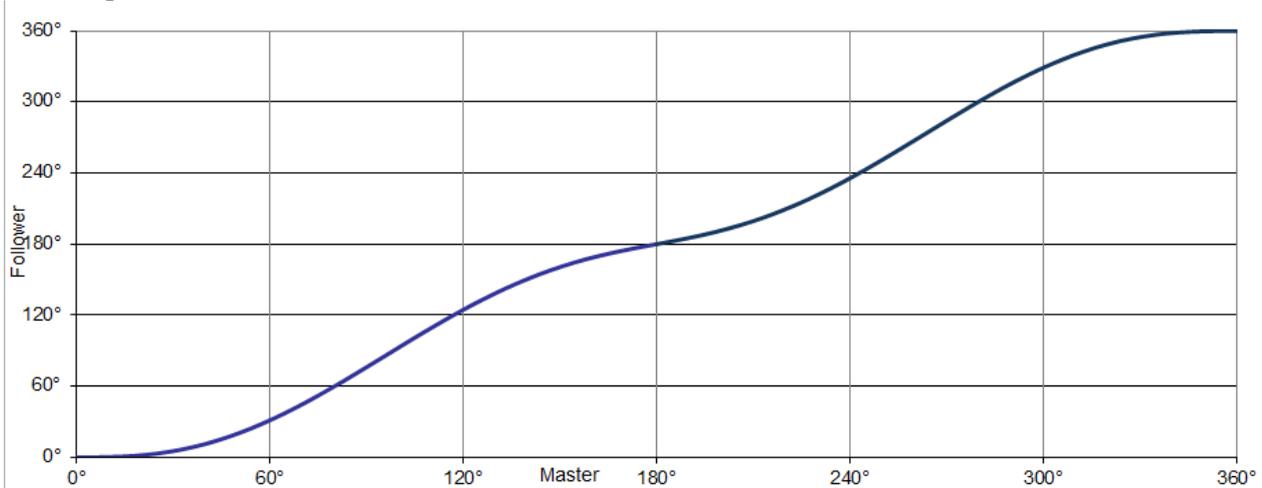
### 4.6.1 Geschlossene Kurvenscheibe:

- Die Kurvenscheibe geht über den Verfahrbereich der Leitachse.
- Die Randparameter am Beginn und Ende der Kurvenscheibe sind identisch.
- Folgeachseposition am Anfang und Ende sind identisch.
  - Bei Modulfolgeachsen handelt es sich auch um eine geschlossene Kurvenscheibe, wenn die Anfangs- und Endposition n-mal den Modulbereich zur Differenz haben.
    - Beispiel: Modulbereich  $360^\circ$ , Anfangsposition  $0^\circ$ , Ende  $720^\circ$ .
    - Die Skalierung mit dem Folgeachsfaktor kann aus dieser Kurvenscheibe eine offene Kurvenscheibe erzeugen!

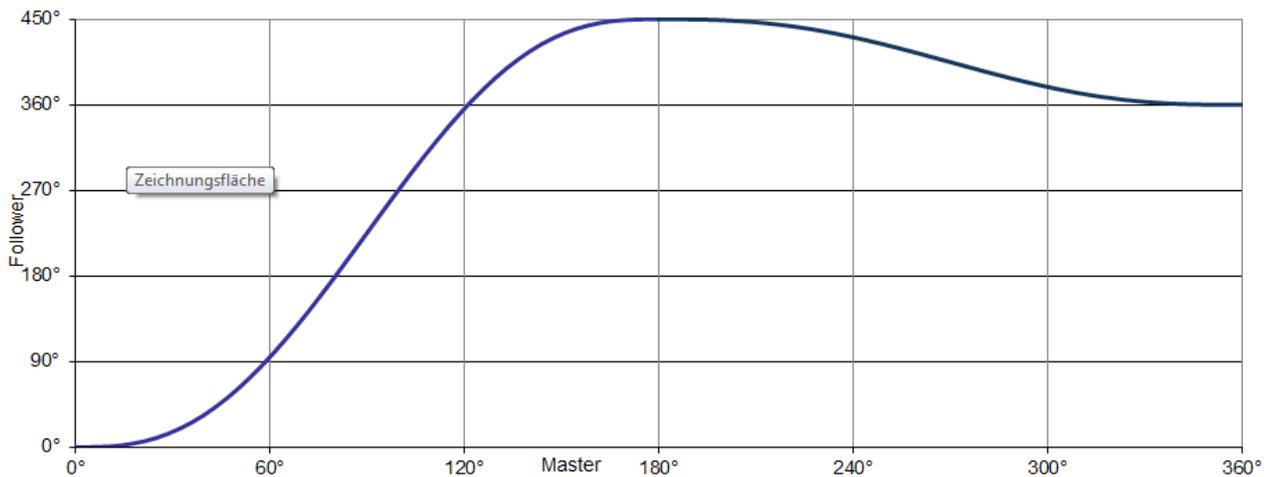
Beispiel für eine geschlossene Kurvenscheibe: Leitachsbereich  $360^\circ$ . Start- und Endpunkt der Folgeachse an der gleichen Position.



Beispiel für eine geschlossene Kurvenscheibe: Verfahrbereich der Leit- und Folgeachse 360°. Leit- und Folgeachse sind Moduloachsen mit einem Moduloverfahrbereich von 360°.



Beispiel für eine geschlossene Kurvenscheibe: Verfahrbereich der Leit- und Folgeachse 360°. Leit- und Folgeachse sind Moduloachsen mit einem Moduloverfahrbereich von 360°. Auch wenn hier innerhalb der Kurvenscheibe der Folgeachsbereich überschritten wird, so endet die Kurvenscheibe an der Verfahrgrenze der Folgeachse.



## 4.6.2 Offene Kurvenscheibe:

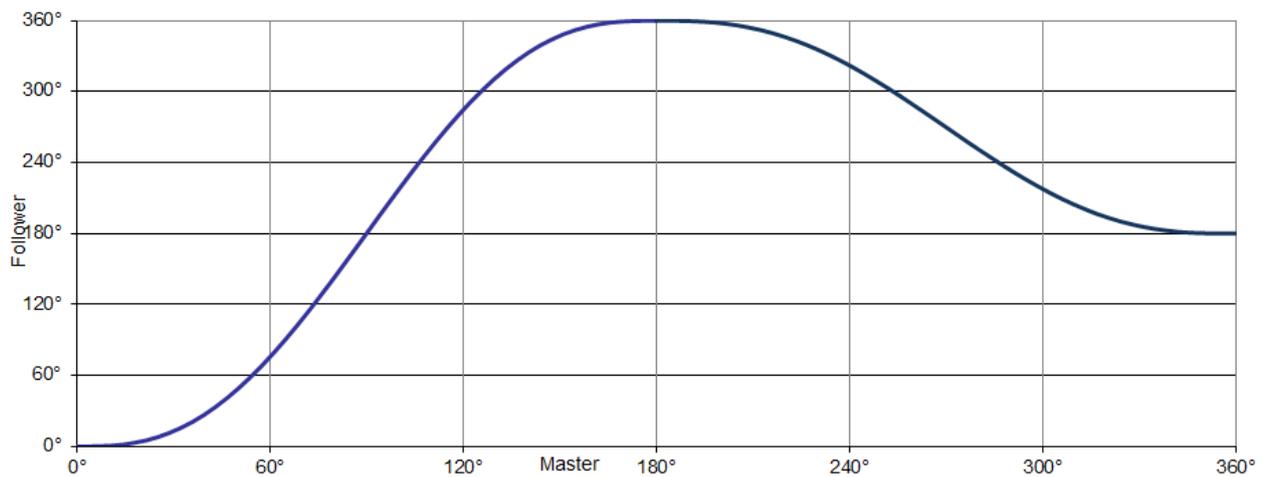
- Anfangs- und Endposition der Folgeachse sind unterschiedlich.
  - Ist die Folgeachse auch eine Moduloachse kann die Skalierung mit dem Folgeachs faktor aus einer offenen Kurvenscheibe eine geschlossene erzeugen!

### INFO



Bei offenen Kurvenscheiben muss beim ersten Einkoppeln besonders auf den Einkoppelzeitpunkt geachtet werden:  
Ist die Leitachse nur minimal vor der eigentlichen Startposition, dann wird vom MC-Kernel bereits ein Leitachs-Modulbereichs-Durchlauf angenommen, wodurch sich hier ein Positionsunterschied ergibt. Dieser Positionsunterschied wird sofort wirksam und kann zu Sprüngen der Folgeachse führen.

Beispiel für eine offene Kurvenscheibe: Leitachsbereich  $360^\circ$ , Start- und Endpunkt der Kurvenscheibe unterschiedlich. Beim nächsten Durchlauf der Kurvenscheibe startet diese in diesem Beispiel nun bei  $180^\circ$ .



## 4.7 Partiiell definierte Kurvenscheiben

Partiiell definierte Kurvenscheiben sind Kurvenscheiben, die nicht über den kompletten Leitachsbe-  
reich definiert sind. Es wird empfohlen, bei solchen Kurvenscheiben die Option "*benutzerdefinierter  
Leitachsbereich (MCTechnoCamOptions.UserCamRange)*" zu verwenden.

### 4.7.1 Beispiel 1

g_nUseCase	runPartCam1 (14)
------------	------------------

Die Folgeachse soll im Bereich von 30° bis 90° eine spezielle Kurvenscheibe abfahren. Demzufolge wird auch die Kurvenscheibe nur in diesem Bereich definiert.

```
function cCamDiskSample.createPartCam1()

    tecCam.Coupling.Cam.Create(xFollower, 4, 1);
    tecCam.Coupling.Cam.DefineSegment(xFollower, 4, 1, MCTechnoCamSegmentTypes.AutoPoly3rd,
        30.0,
        MCTechnoCamOptions.NoOption,
        0.0,
        0.0,
        60.0,
        10.0
    );

end_function;
```

Da hier kein benutzerdefinierter Leitachsbereich angegeben ist, beginnt für die MC die Kurven-  
scheibe bei 30°, geht aber über den kompletten Leitachsbereich von 360° wieder bis 30°. In dem  
Bereich von 30° bis 90° der Leitachse fährt die Folgeachse auch wie gewünscht von 0 bis 10 mm.  
Bleibt aber die Kurvenscheibe aktiv während die Leitachse weiter als 90° fährt, dann ergibt sich  
eine ansteigende Bewegung.



Phase a:

- Bis 30° Leitachspolition bewegt sich die Folgeachse nicht, da in der aktiven Kurvenscheibe nur ein Stillstand definiert ist.

Phase b:

- Es wird die partiiell definierte Kurvenscheibe aktiviert. Es wird die in der Kurvenscheibe definierte Bewegung abgefahren. Die Folgeachse startet bei 0 mm und fährt bis 10 mm bei der Leitachspolition 90°.

## Phase c:

- Die partiell definierte Kurvenscheibe ist weiterhin aktiv.
- Die Folgeachse fährt nun in diesem Beispiel immer schneller in negative Richtung.
- Würde die Leitachse nicht rechtzeitig stoppen, so würde die Folgeachse bis an die Verfahrensgrenze fahren und mit einem Fehler stoppen.
- Mit realen Achsen würde aber mit hoher Wahrscheinlichkeit zuerst ein Drive-Fehler mit Übergeschwindigkeit oder Schleppfehler auftreten!



## 4.8 Normierte Kurvenscheiben

Normierte Kurvenscheiben sind solche, die bei der Kurvenscheibendefinition folgeachsseitig auf "1" normiert werden. Gewöhnlich gehen diese leitachsseitig über den kompletten Verfahrbereich der Leitachse, können jedoch je nach Anwendungsfall auch z.B. auf "1" normiert werden. Ist es geplant, leitachsseitig einen Skalierungsfaktor ungleich 1.0 zu verwenden, muss bei der Kurvenscheibendefinition das erste Segment mit der Option "MCTechnoCamOptions.UserDefinedMasterCamRange" und der Angabe des gewünschten Leitachsbereichs definiert werden.

```
function cCamDiskSample.createNormalizedCam ()

    tecCam.Coupling.Cam.Create(xFollower, 3, 2);
    tecCam.Coupling.Cam.DefineSegment(xFollower, 3, 1, MCTechnoCamSegmentTypes.AutoPoly3rd,
        0.0,
        MCTechnoCamOptions.UserDefinedMasterCamRange,
        0.0,
        0.0,
        180.0,
        1.0,
        // User-defined cam range
        360.0
    );
    tecCam.Coupling.Cam.DefineSegment(xFollower, 3, 2, MCTechnoCamSegmentTypes.AutoPoly3rd,
        180.0,
        MCTechnoCamOptions.NoOption,
        -180.0,
        1.0,
        180.0,
        -1.0
    );
end_function;
```

### Beispiel

g_nUseCase	runNormalizedCam (13)
------------	-----------------------

Im folgenden Beispiel wird oben genannte Kurvenscheibe definiert und innerhalb eines Verfahrbereichs der Leitachse zehnmal durchlaufen.

- Da die Kurvenscheibe auf den Verfahrbereich der Leitachse von 360° definiert ist, wird dazu der Leitachsfaktor beim Aktivieren auf 0.1 gesetzt.
- Der Folgeachsfaktor wird schrittweise um 1 erhöht, so dass die Folgeachse im ersten Durchlauf einen Hub von 1 mm macht und im 10. Schritt von 10 mm
- Für das korrekte Abarbeiten muss auch der entsprechende Leitachsoffset auf den jeweiligen Startpunkt gesetzt werden.
- Die Option "MCTechnoCamStartModes.AtCamEnd" startet eine Kurvenscheibe am Ende der aktuellen, sie hängt sie aber nicht an. Deshalb ist auf eine korrekte Übergabe des Leitachsoffsets zu achten.
- Um zu erkennen, dass ein Kurvenscheibenwechsel bzw. ein neuer Folgeachsfaktor gültig ist, wird auf diesen abgefragt. Die Weichschaltbedingung ist den Anforderungen der jeweiligen Anwendung anzupassen.

```
function cCamDiskSample.runNormalizedCam()

var
    dFollowerFactor: double;
    dMasterOffset: double;
end_var;

createNormalizedCam();

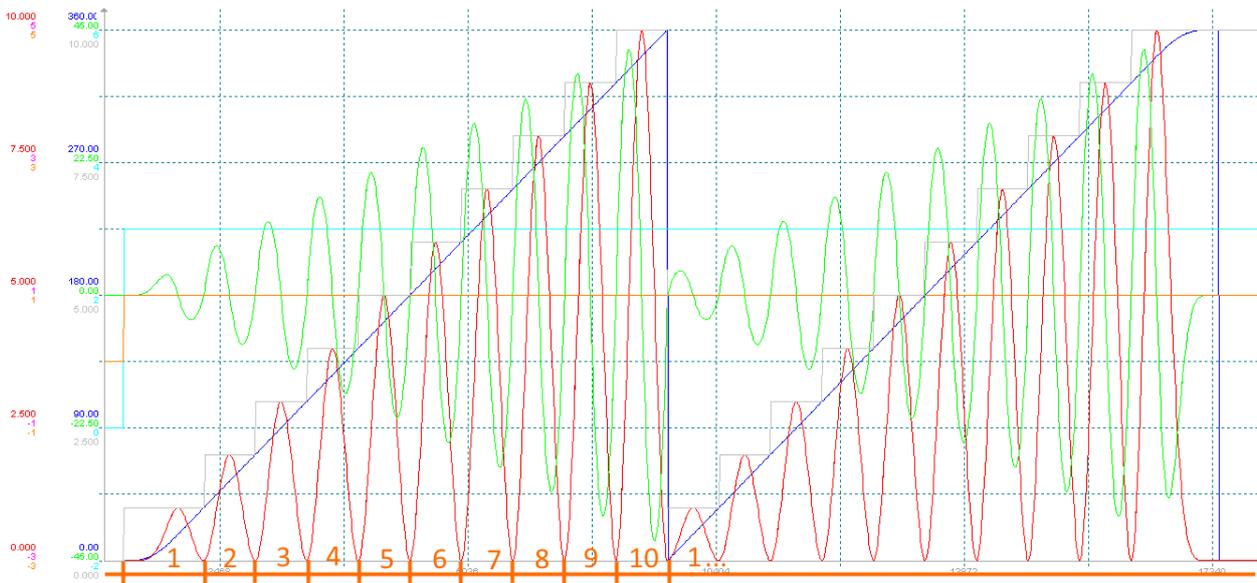
dFollowerFactor := 1.0;
tecCam.Coupling.Cam.Activate(
    xFollower, 3,
    0.0, 0.0, 0.1, dFollowerFactor,
    MCTechnoCamStartModes.Immediate
);
tecCam.Coupling.Couple(xFollower, MCTechnoCoupleModes.Immediate, 0.0, Directions.Positive, 0.0);
when xFollower.State.Techno.IsCoupled continue;

tecCam.MovePtp.Start(vxMaster, MCTechnoPositioningModes.RelActual, 720.0, 50.0, 100.0, 100.0, 1.0);
when tecCam.State.IsRunning continue;

repeat
    when xFollower.State.Techno.Cam.FollowerFactor == dFollowerFactor then
        dFollowerFactor += 1.0;
        if dFollowerFactor > 10.0 then
            dFollowerFactor := 1.0;
        end_if;
        dMasterOffset := (dFollowerFactor - 1.0) * 36.0;
        tecCam.Coupling.Cam.Activate(
            xFollower, 3,
            dMasterOffset, 0.0, 0.1, dFollowerFactor,
            MCTechnoCamStartModes.AtCamEnd
        );
    else_when tecCam.Mechanism.Slope.IsStopped then
    end_when;
until tecCam.Mechanism.Slope.IsStopped
end_repeat;

when tecCam.Mechanism.Slope.IsStopped continue;
delay(t#1000ms);

end_function;
```

**Phase 1 ... 10:**

- Die Folgeachse fährt die Kurvenscheibe mit ansteigender Amplitude ab.
- **Nummer des aktuellen Kurvenscheibenprofils** ändert sich nicht und bleibt bei 3.
- Der aktive Folgeachsefaktor ändert sich bei jedem Durchlauf um 1 von 1 ... 10.



Jetter AG  
Gräterstraße 2  
71642 Ludwigsburg  
[www.jetter.de](http://www.jetter.de)

E-Mail [info@jetter.de](mailto:info@jetter.de)  
Telefon +49 7141 2550-0