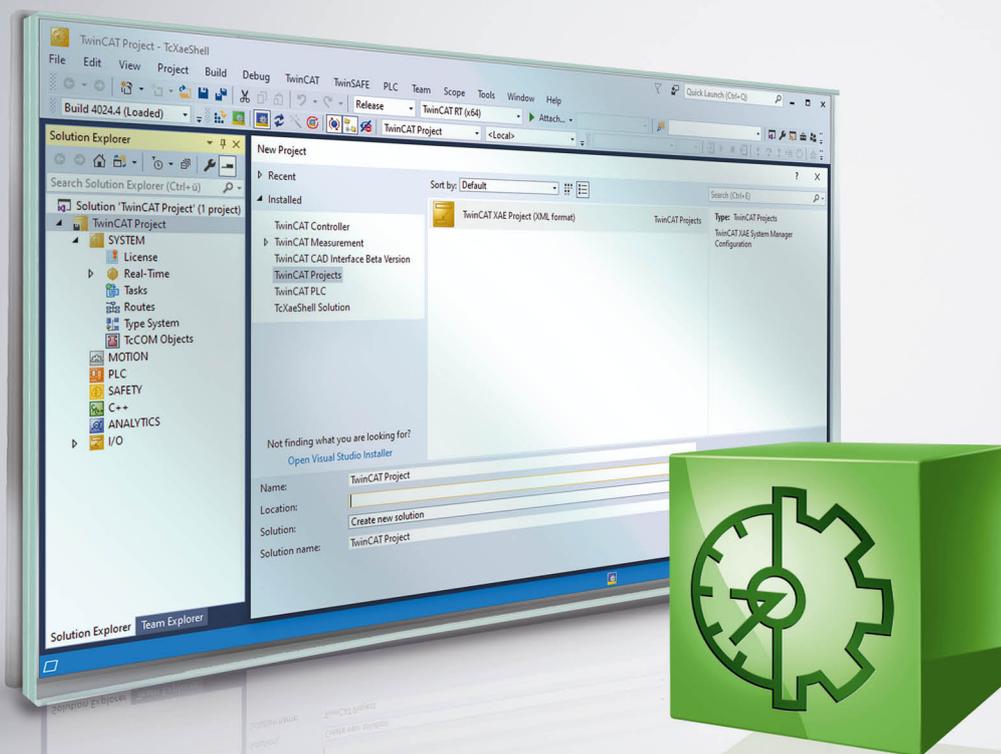


Handbuch | DE

TE132x

TwinCAT 3 | Bode Plot



Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	5
1.1	Hinweise zur Dokumentation	5
1.2	Sicherheitshinweise	6
1.3	Hinweise zur Informationssicherheit	7
2	Übersicht	8
3	Installation	9
3.1	Systemvoraussetzungen	9
3.2	Herunterladen der Setup-Datei	9
3.3	Installation	9
3.4	Nach der Installation	12
4	Technische Einführung	13
4.1	Grundlagen zum Bode Plot	13
5	Konfiguration	16
5.1	Bode Plot	16
5.1.1	Bode Plot - Architektur	16
5.1.2	Bode Plot - Scope Menü	20
5.1.3	Bode Plot - Tool Bar	21
5.1.4	Bode Plot - Projekt Eigenschaften	23
5.1.5	Bode Plot - Plot Eigenschaften	23
5.1.6	Bode Plot - Set Eigenschaften	27
5.1.7	Bode Plot - Optionen	31
6	Beispiele	33
6.1	TwinCAT 3 Bode Plot - Erste Schritte	33
7	Anhang	41
7.1	Rückgabewerte	41
7.1.1	ADS Return Codes	41
7.1.2	Bode Return Codes	45
7.2	FAQ - Häufig gestellte Fragen und Antworten	48
7.3	Support und Service	49
7.4	Third-party components	51
	Glossar	52

1 Vorwort

1.1 Hinweise zur Dokumentation

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

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

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

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

Disclaimer

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

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

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

Marken

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

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

Patente

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

EP1590927, EP1789857, EP1456722, EP2137893, DE102015105702

mit den entsprechenden Anmeldungen und Eintragungen in verschiedenen anderen Ländern.

EtherCAT®

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

Copyright

© Beckhoff Automation GmbH & Co. KG, Deutschland.

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

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

1.2 Sicherheitshinweise

Sicherheitsbestimmungen

Beachten Sie die folgenden Sicherheitshinweise und Erklärungen!
Produktspezifische Sicherheitshinweise finden Sie auf den folgenden Seiten oder in den Bereichen Montage, Verdrahtung, Inbetriebnahme usw.

Haftungsausschluss

Die gesamten Komponenten werden je nach Anwendungsbestimmungen in bestimmten Hard- und Software-Konfigurationen ausgeliefert. Änderungen der Hard- oder Software-Konfiguration, die über die dokumentierten Möglichkeiten hinausgehen, sind unzulässig und bewirken den Haftungsausschluss der Beckhoff Automation GmbH & Co. KG.

Qualifikation des Personals

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

Erklärung der Symbole

In der vorliegenden Dokumentation werden die folgenden Symbole mit einem nebenstehenden Sicherheitshinweis oder Hinweistext verwendet. Die Sicherheitshinweise sind aufmerksam zu lesen und unbedingt zu befolgen!

GEFAHR

Akute Verletzungsgefahr!

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

WARNUNG

Verletzungsgefahr!

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

VORSICHT

Schädigung von Personen!

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

HINWEIS

Schädigung von Umwelt oder Geräten

Wenn der Hinweis neben diesem Symbol nicht beachtet wird, können Umwelt oder Geräte geschädigt werden.

Tipp oder Fingerzeig

i Dieses Symbol kennzeichnet Informationen, die zum besseren Verständnis beitragen.

1.3 Hinweise zur Informationssicherheit

Die Produkte der Beckhoff Automation GmbH & Co. KG (Beckhoff) sind, sofern sie online zu erreichen sind, mit Security-Funktionen ausgestattet, die den sicheren Betrieb von Anlagen, Systemen, Maschinen und Netzwerken unterstützen. Trotz der Security-Funktionen sind die Erstellung, Implementierung und ständige Aktualisierung eines ganzheitlichen Security-Konzepts für den Betrieb notwendig, um die jeweilige Anlage, das System, die Maschine und die Netzwerke gegen Cyber-Bedrohungen zu schützen. Die von Beckhoff verkauften Produkte bilden dabei nur einen Teil des gesamtheitlichen Security-Konzepts. Der Kunde ist dafür verantwortlich, dass unbefugte Zugriffe durch Dritte auf seine Anlagen, Systeme, Maschinen und Netzwerke verhindert werden. Letztere sollten nur mit dem Unternehmensnetzwerk oder dem Internet verbunden werden, wenn entsprechende Schutzmaßnahmen eingerichtet wurden.

Zusätzlich sollten die Empfehlungen von Beckhoff zu entsprechenden Schutzmaßnahmen beachtet werden. Weiterführende Informationen über Informationssicherheit und Industrial Security finden Sie in unserem <https://www.beckhoff.com/secguide>.

Die Produkte und Lösungen von Beckhoff werden ständig weiterentwickelt. Dies betrifft auch die Security-Funktionen. Aufgrund der stetigen Weiterentwicklung empfiehlt Beckhoff ausdrücklich, die Produkte ständig auf dem aktuellen Stand zu halten und nach Bereitstellung von Updates diese auf die Produkte aufzuspielen. Die Verwendung veralteter oder nicht mehr unterstützter Produktversionen kann das Risiko von Cyber-Bedrohungen erhöhen.

Um stets über Hinweise zur Informationssicherheit zu Produkten von Beckhoff informiert zu sein, abonnieren Sie den RSS Feed unter <https://www.beckhoff.com/secinfo>.

2 Übersicht

Der TwinCAT 3 Bode Plot ist das ideale Tool zur Analyse und Optimierung von mechanischen Resonanzen innerhalb eines mechatronischen Systems. Der TwinCAT Bode Plot ist in Verbindung mit den AX5xxx Antrieben der Firma Beckhoff nutzbar. Er zeigt die Verstärkung und die Phase eines Systems für jede Frequenz innerhalb eines Frequenzbereiches an. So ist mit diesem Tool im Rahmen von TwinCAT Measurement im Visual Studio eine grafische Darstellung der stationären Reaktion an einem Ausgang auf eine harmonische Anregung („Sinusschwingung“) an einem Eingang eines Systems möglich. Problematische Frequenzbereiche können im Bode Diagramm sehr leicht erkannt werden. Mit Hilfe von Filter Sets, können mögliche Filtereinstellungen und dessen Auswirkung auf den Antrieb im TwinCAT Bode Plot simuliert werden, bevor die Einstellung zur Optimierung der Antriebsachse real aufgespielt werden.

Key-Features:

- Darstellung mechanischer Resonanzen
- Bestimmung der Bandbreite, sowie Phasen- und Amplitudenreserve
- Direkte Simulation der Filter und deren Auswirkung auf das System
- Adaption von Filtern zur Optimierung der Resonanzstellen

Funktionsprinzip:

Für die harmonische Anregung einer Antriebsachse können die Frequenzen im TwinCAT Bode Plot, integriert im Visual Studio als unabhängiges Measurement-Projekt, angegeben werden. Die Eingangsdaten der Achse werden in den Echtzeitkontext übertragen und dann für die ausgewählte Achse automatisch abgefahren. Die aktuellen Ausgangswerte für Amplitudenverstärkung und Phasenverschiebung werden kontinuierlich während der Abarbeitung an das Charting des Bode Plots übertragen, um die Ergebnisse grafisch darzustellen.

⚠️ WARNUNG

Verletzungsgefahr durch automatisches Loslaufen der Antriebsachse

Zur Erstellung der Bode-Plot-Aufnahme führt die Antriebsachse einen von den Einstellungen abhängigen Bewegungsablauf durch. Mit dem Start der Bode-Plot-Aufnahme läuft die Antriebsachse eigenständig entsprechend des eingestellten Bewegungsprofils los und kann Mensch und Material gefährden. Während der Bode-Aufnahme ist die Antriebsachse weiterhin in den Applikationskontext eingebunden (z. B. Freigaben, Überwachung, ...).

- Sorgen Sie während der Bode-Plot-Aufnahme für eine entsprechende Sicherung.

Produkt Level / Feature Liste:

Diese Tabelle zeigt, welche Funktionalitäten mit welchem Produkt-Level bei entsprechender Lizenzierung zur Verfügung stehen:

Feature	TwinCAT Bode Plot Base
Support AX5xxx	Ab Firmware Version 2.10
Open Loop	✓
Close Loop	✓
Velocity Mode	✓
Current Mode	✓
Filter Simulation	✓
Graph Overlapping	✓
Individuel Oversampling Factor	✓ (Expert Mode)

3 Installation

3.1 Systemvoraussetzungen

Die folgenden Systemvoraussetzungen müssen für eine ordnungsgemäße Funktion des TwinCAT 3 Bode Plots erfüllt sein.

Unterstützte Betriebssysteme

Windows XP, Windows XP Embedded, Windows Embedded Standard 2009, Windows 7

TwinCAT

Minimum ist TwinCAT 3 ADS.

.NET Framework

Es wird das .NET Framework 4.0 benötigt.

Das TwinCAT 3 Bode Plot wird zusammen mit TwinCAT 3 XAE installiert. Ein von TwinCAT XAE unabhängiges Update von dem TwinCAT Bode Plot kann über das TwinCAT Measurement Setup realisiert werden. Der Bode Plot ist in der Base Version frei von Lizenzkosten. Den Funktionsumfang der Base Version entnehmen Sie bitte der Produktübersichtsseite.

3.2 Herunterladen der Setup-Datei

Wie viele andere TwinCAT 3 Engineering Tools, steht der TwinCAT Bode Plot als Download auf den Beckhoff Webseiten zur Verfügung. Es handelt sich hierbei um die jeweils aktuellste Version des Produkts, welche für jedes Produkt-Level lizenzierbar ist. Führen Sie die folgenden Schritte durch, um die Setup-Datei zu downloaden:

1. Starten Sie einen Webbrowser Ihrer Wahl und öffnen Sie die Beckhoff Webseite www.beckhoff.com
2. Navigieren Sie im Baum zum Knoten **Automation/TwinCAT3/TE1xxx | TC3 Engineering/TE132x | TC3 Bode Plot**
3. Hier können Sie über den Download-Button die TwinCAT Measurement Setup-Datei herunterladen. Wenn Sie "Full" auswählen, bringt das Setup auch die Microsoft Visual Studio Shell, in der sich der TwinCAT Bode Plot integriert, mit sich. Sollte die Shell oder eine andere Vollversion des Microsoft Visual Studios bereits auf dem Zielsystem installiert sein, reicht das Update Setup aus.
4. Klicken Sie auf den Download-Link, um die Software in den Warenkorb zu legen. Klicken Sie anschließend auf "Download starten".

(Optional) Übertragen Sie die heruntergeladene Datei auf das TwinCAT-Laufzeitsystem, auf welchem Sie das Produkt installieren möchten.

3.3 Installation

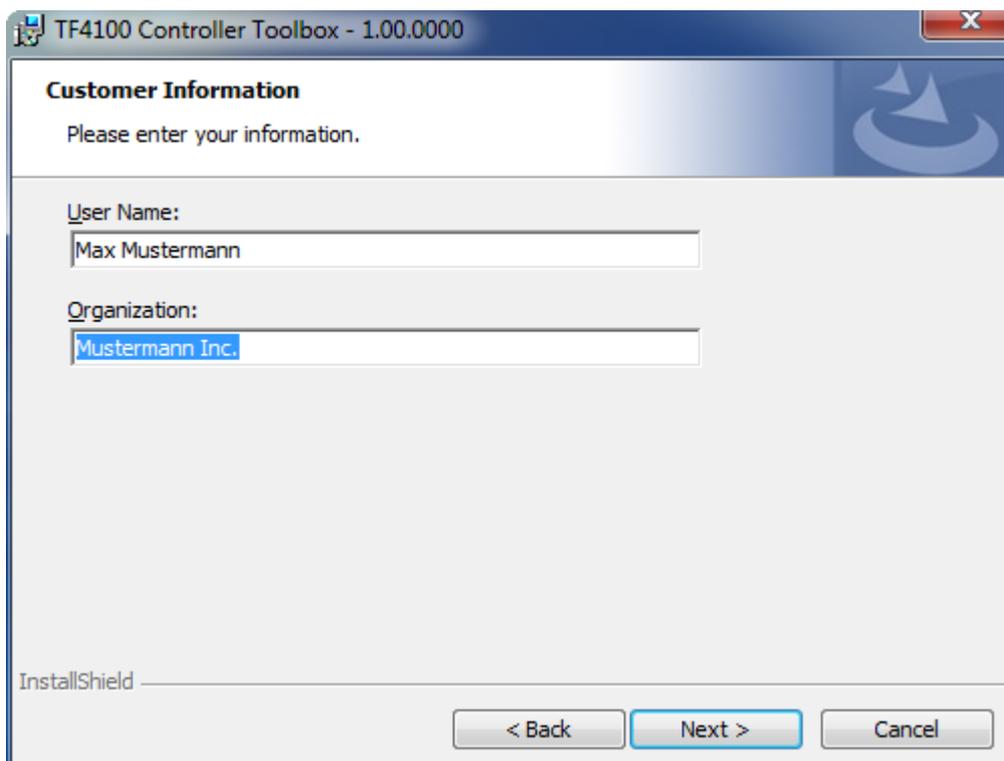
Nachfolgend wird beschrieben, wie die TwinCAT 3 Function für Windows-basierte Betriebssysteme installiert wird.

- ✓ Die Setup-Datei der TwinCAT 3 Function wurde von der Beckhoff-Homepage heruntergeladen.
1. Führen Sie die Setup-Datei als Administrator aus. Wählen Sie dazu im Kontextmenü der Datei den Befehl **Als Administrator ausführen**.
 - ⇒ Der Installationsdialog öffnet sich.

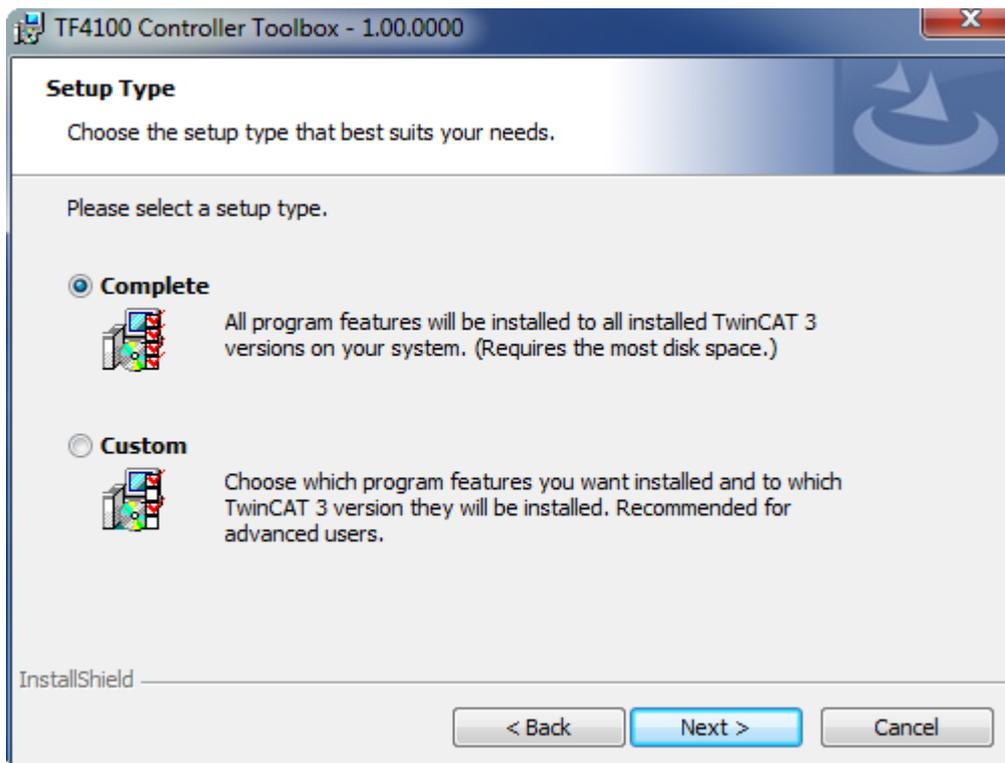
2. Akzeptieren Sie die Endbenutzerbedingungen und klicken Sie auf **Next**.



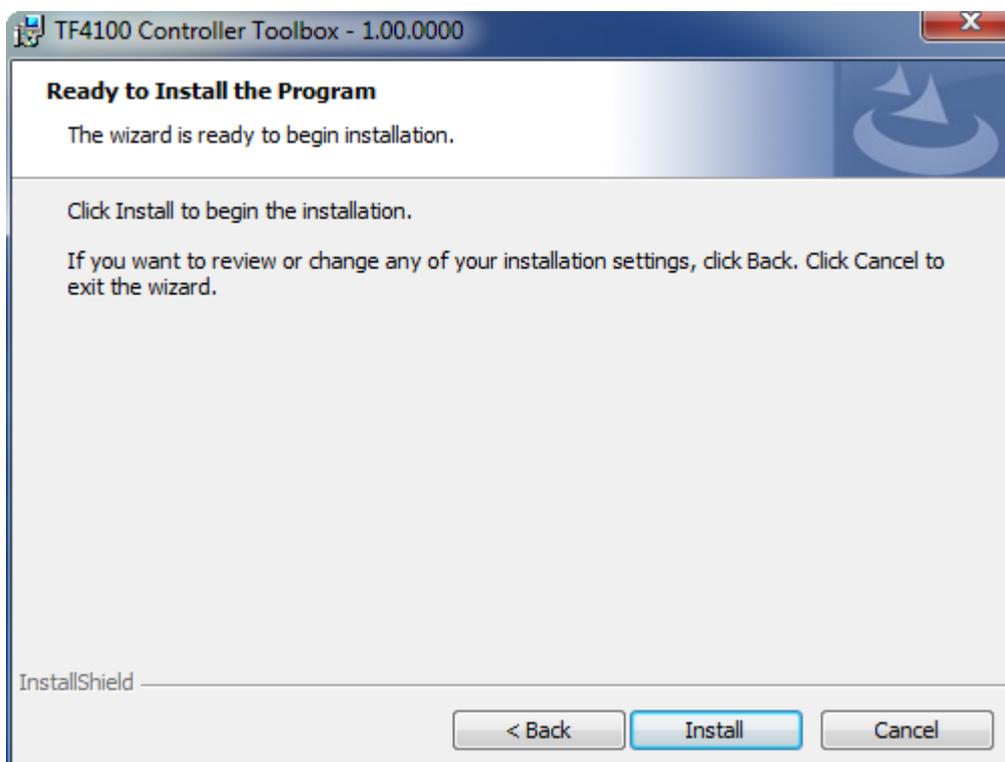
3. Geben Sie Ihre Benutzerdaten ein.



4. Wenn Sie die TwinCAT 3 Function vollständig installieren möchten, wählen Sie **Complete** als Installationstyp. Wenn Sie die Komponenten der TwinCAT 3 Function separat installieren möchten, wählen Sie **Custom**.

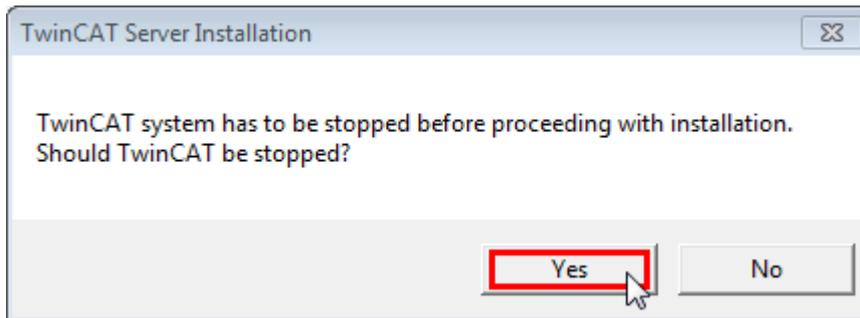


5. Wählen Sie **Next** und anschließend **Install**, um die Installation zu beginnen.

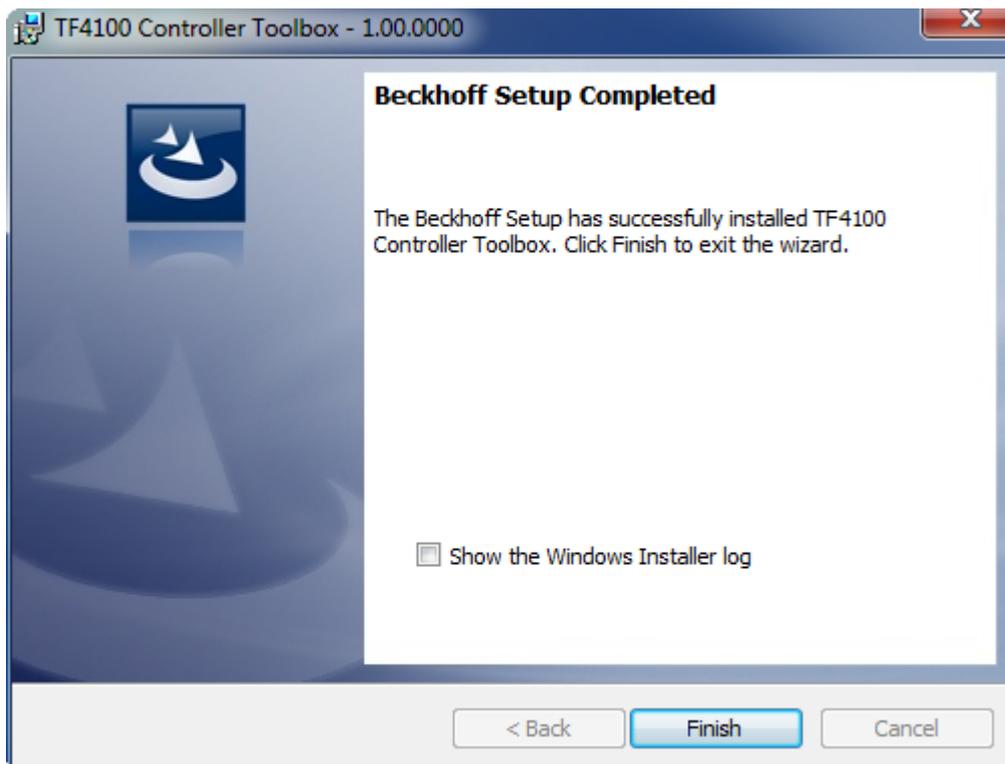


- ⇒ Ein Dialog weist Sie darauf hin, dass das TwinCAT-System für die weitere Installation gestoppt werden muss.

6. Bestätigen Sie den Dialog mit **Yes**.



7. Wählen Sie **Finish**, um das Setup zu beenden.



⇒ Die TwinCAT 3 Function wurde erfolgreich installiert und kann lizenziert werden (siehe Lizenzierung).

3.4 Nach der Installation

Eine Lizenzierung der Base Version ist nicht notwendig. Das Produkt Level Base ist standardmäßig aktiv und steht ohne Lizenz zur Verfügung.

Weitere Schritte:

- [TwinCAT 3 Bode Plot - Erste Schritte \[► 33\]](#)
- [Bode Plot - Architektur \[► 16\]](#)

4 Technische Einführung

4.1 Grundlagen zum Bode Plot

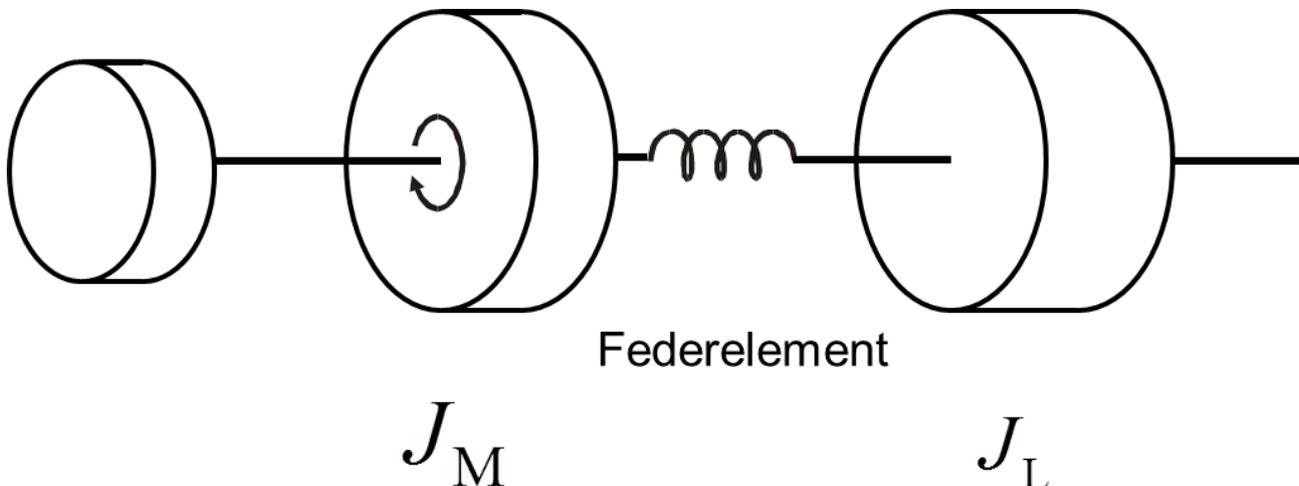
Das Bode-Diagramm ist eine spezielle Darstellung einer komplexen Übertragungsfunktion bzw. eines Systems im Frequenzbereich. Das Bode-Diagramm besteht dabei aus einem Graph für den Betrag (Amplitudengang) und einem Graph für die Phasenverschiebung (Phasengang). Es beschreibt die stationäre Reaktion des Systems auf eine harmonische Anregung (Sinusschwingung). Die Frequenz wird auf den x-Achsen logarithmisch dargestellt. Dadurch ist auf einen Blick das Verhalten über einen großen Frequenzbereich ersichtlich.

In einem Servo-System ist es mit Hilfe der Bode-Diagramm-Analyse möglich, das Verhalten des geschlossenen und offenen Regelkreises, sowie der Übertragungstrecke (z.B. der angeschlossenen Mechanik) zu analysieren und Regler- und Filtereinstellungen vorzunehmen bzw. zu optimieren. Dieses kann allgemein in den typischen Betriebsarten Strom-, Drehzahl- und Lageregelung erfolgen und kann auch als Grundlage für automatische Tuning-Algorithmen dienen. In TwinCAT gibt es aktuell zwei Varianten, die Strom- und Drehzahlregelung.

Konventionelle Methoden, wie beispielsweise die Optimierung auf eine Sprungantwort sind nur begrenzt einsetzbar. Das Bode-Diagramm enthält entscheidend mehr Informationen als die Sprungantwort und ist daher das ideale Werkzeug zur Analyse und Optimierung von Regelkreisen:

- Die System Performance und Stabilität über den gesamten Frequenzbereich ist direkt ersichtlich (Genauigkeit in der Ruhelage – im niederen Frequenzbereich; die dynamische Reaktion - im mittleren Frequenzbereich; Rauschunterdrückung – im oberen Frequenzbereich)
- Eine Bandbreitenangabe ist einfacher und exakter möglich ohne Störungen durch Rauscheffekte
- Problemfrequenzen (mechanische Resonanzstellen) sind einfacher zu analysieren
- Filter können entsprechend bestimmt und adaptiert werden

Wodurch werden Resonanzen in einem Antriebsstrang erzeugt?



Jede Kopplung zwischen Last und Motor ist endlich steif. Dadurch entstehen unterschiedliche Trägheitsverhältnisse und unterschiedliche Resonanzfrequenzen des gesamten Systems. Diese unterschiedlichen Frequenzen sind ohne ein geeignetes Tool schwer zu bestimmen. Die Frequenzanalyse kann nahezu beliebig feingerastert durchgeführt werden, um alle Resonanzstellen sicher zu detektieren.

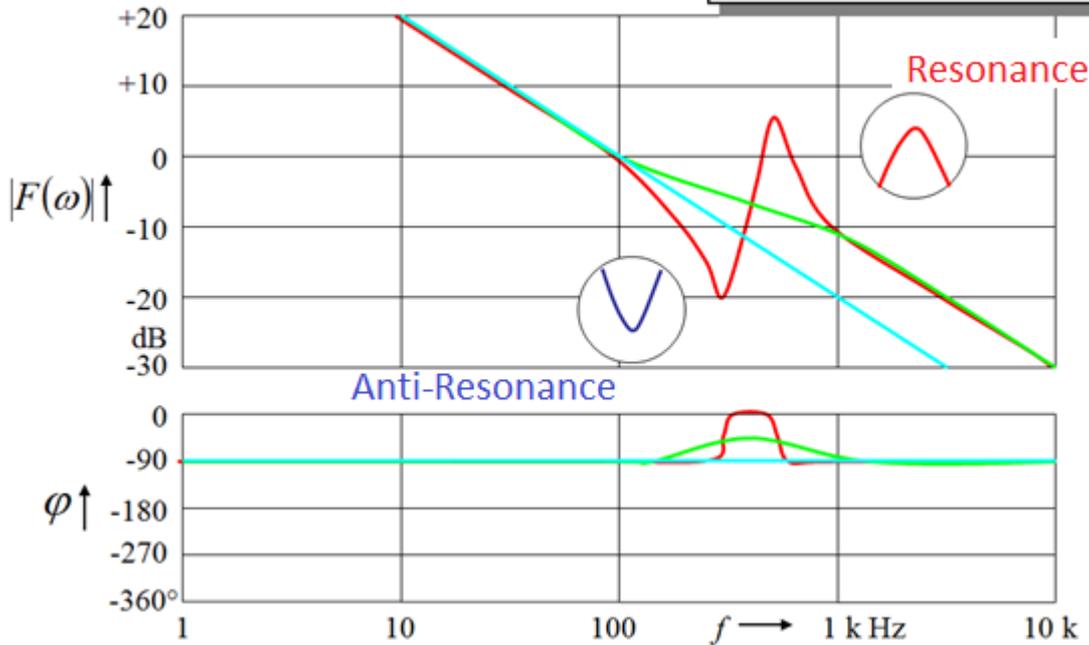
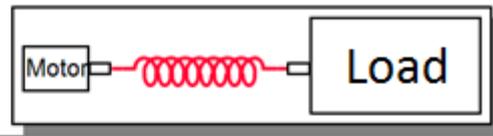
Während des Messvorgangs muss die mechanische Reibung eliminiert werden, ansonsten wäre die Messung unbrauchbar. Deshalb wird die Motorwelle zur Haftreibungsüberbrückung zusätzlich mit einer niederfrequenten Sinusschwingung konstanter Frequenz beaufschlagt. Darauf aufmoduliert werden schrittweise erhöhte Sinusfrequenzen. Damit der Motorstrom in Drehzahl- (und Lage-) Regelung in etwa konstant bleibt, nimmt die Amplitude der Sinusschwingungen mit zunehmender Frequenz ab. Die Stellamplituden werden dadurch bei hohen Frequenzen sehr gering. Im Strom-Bode-Plot ist der Strom konstant.

Bode-Diagramm

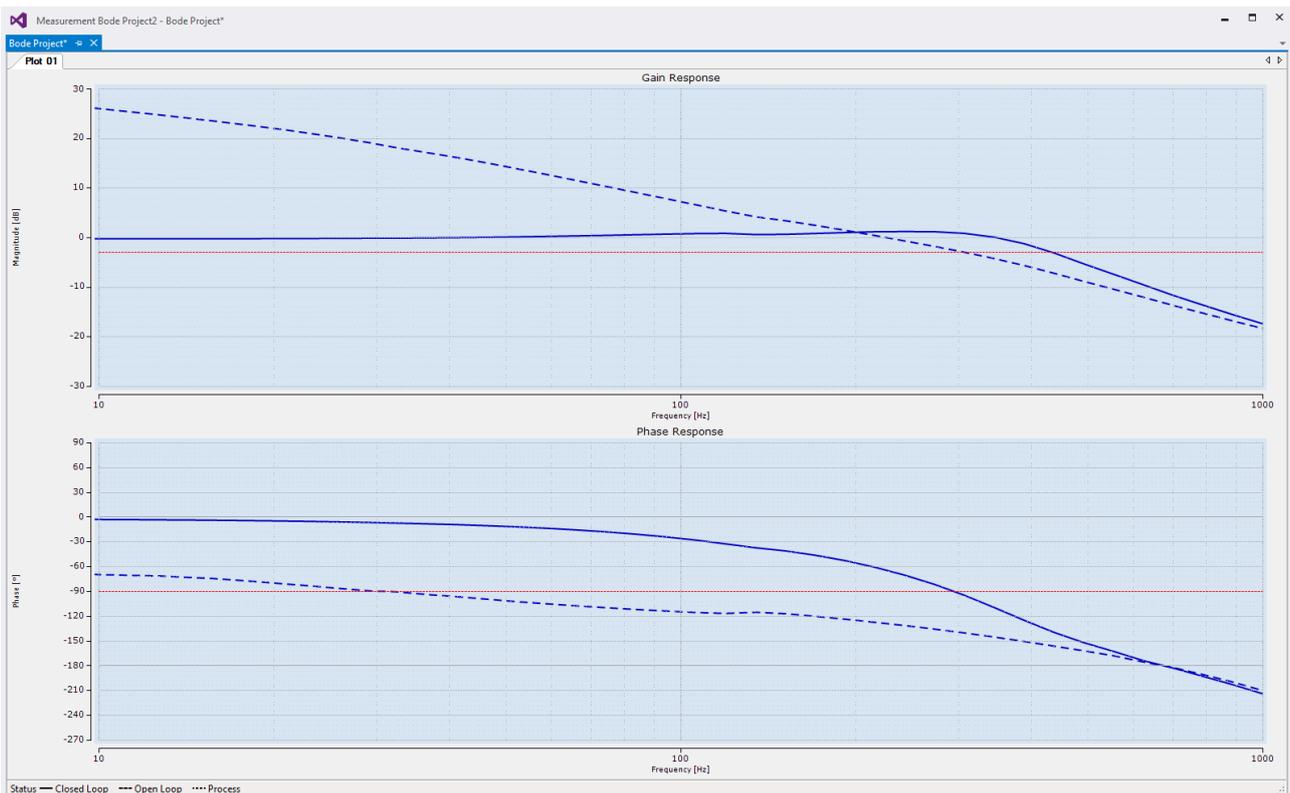
In einem Bode-Diagramm werden Resonanzstellen dargestellt. Eine Resonanzstelle besteht in der Darstellung aus einer Anti-Resonanz (Frequenzgang weist ein ausgeprägtes Minimum auf) und einer Resonanz (Frequenzgang weist ein ausgeprägtes Maximum auf).

Bad absorbability

Good absorbability



In der folgenden Abbildung wird beispielhaft ein Frequenzgang eines Motors ohne Last, keine Resonanzstellen, mit recht hohe Bandbreite gezeigt. Zur Bandbreitenermittlung wird der geschlossene Regelkreis und für die Berechnung des Amplitudengangs der offene Regelkreis betrachtet. Die Bandbreite wird dort abgelesen, wo zuerst der Amplitudengang die -3dB, oder der Phasengang die -90° Linie schneidet. Je höher die Bandbreite eines Systems, desto stabiler ist es und die Regelkreisverstärkung kann umso höher eingestellt werden. Das Ergebnis ist eine höhere Dynamik.

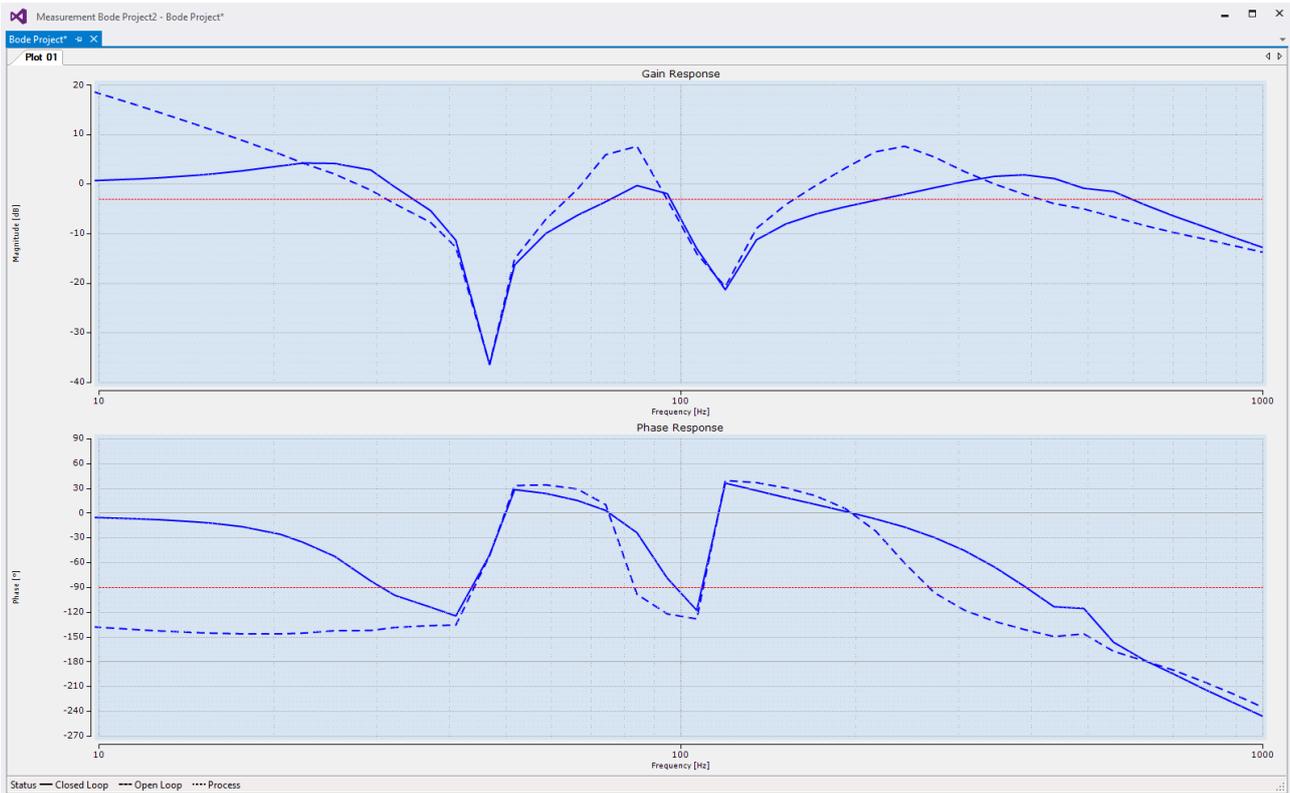


Ein typischer Verlauf mit Resonanzstellen zeigt die nächste Darstellung: Ein Verlauf mit zwei Resonanzstellen und niedriger Bandbreite.

Zweite wichtige Grenze ist die +3dB Linie. Wenn der Amplitudengang des geschlossenen Regelkreises diese Grenze überschreitet, spricht man von einer Mitkopplung, analog zum audiotechnischen Bereich (Sprecher mit Mikrofon in der Nähe des Lautsprechers)

Diese Mitkopplung erzeugt eine ungewünschte mechanische Schwingung, die unter Umständen zu unkontrolliertem Verhalten führen kann.

Durch Erhöhung des P-Anteils (Proportionalverstärkung) wird der Verlauf parallel zur Abszisse nach oben verschoben, eine Reduzierung wirkt entgegengesetzt.



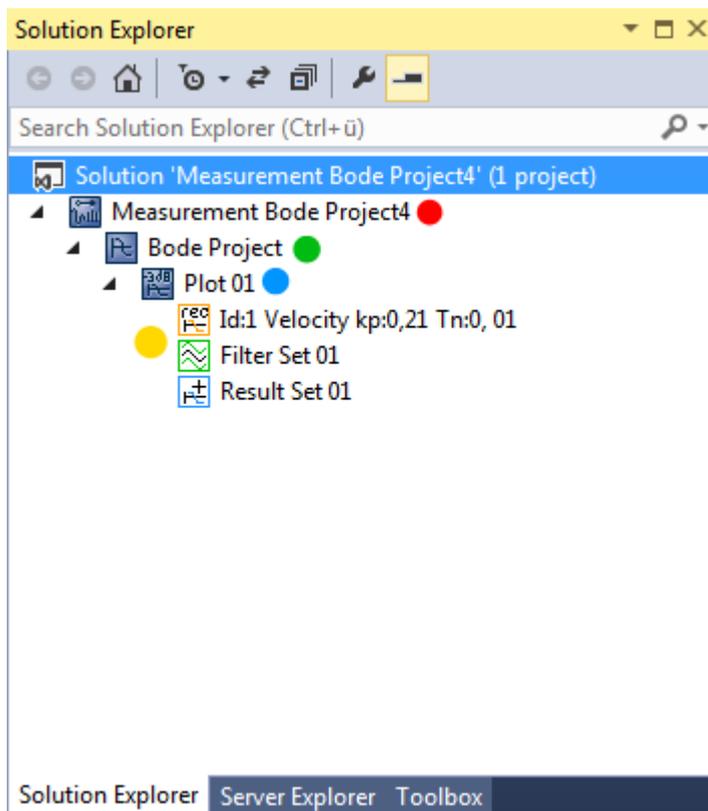
5 Konfiguration

5.1 Bode Plot

5.1.1 Bode Plot - Architektur

Im TwinCAT Bode Plot werden nicht nur Signalverläufe dargestellt, sondern auch Aufnahme-Konfigurationen erstellt. Für die Erstellung dieser Konfigurationen ist es wichtig die Architektur des Bode Plot zu kennen. Die Architektur spiegelt sich im Baumaufbau innerhalb des Measurement Projekts im Solution Explorer wieder.

Die Architektur eines Bode-Projekts



Measurement Bode Project: ●

Hauptebene, in der mehrere Bode- (oder Scope-) Projekte eingefügt werden können. Die Bode-Projekte innerhalb eines Measurement Projekts können unabhängig voneinander gesteuert werden.

Bode Project: ●

Alle Bode Plots unter einem Projekt werden parallel abgearbeitet, wenn eine Aufnahme gestartet wird. Wenn Sie ein Bode-Projekt anklicken, werden die Einstellmöglichkeiten im Visual Studio Properties Fenster angezeigt.

Siehe auch: [Bode Plot Eigenschaften](#) [► 23]

Plot: ●

Jeder Bode Plot stellt die Verbindung mit einer Antriebs-Achse dar. Es können parallel in einem Bode-Projekt mehrere Plots existieren.

Die Anzeigefläche zu einem Plot beinhaltet je ein Chart für den Amplituden- und Phasengang, in dem die bereits aufgezeichneten bzw. erzeugten Sets (Kennlinien) für die zugehörige Achse angezeigt werden. Während eine Aufnahme läuft, wird optional noch ein drittes Chart mit den aktuellen Ist- und Sollwerten eingeblendet.

Neben den Verbindungsdaten für die Antriebs-Achse, werden über den Bode Plot auch die Parameter für die nächste Aufnahme eingestellt.

Wenn Sie ein Bode-Projekt anklicken, werden die Einstellmöglichkeiten im Visual Studio Properties Fenster angezeigt.

Siehe auch: [Bode Plot Eigenschaften](#) [► 23]

Set: ●

Jeder Set entspricht einem aufgenommenen oder erzeugten Frequenzgang und stellt die resultierenden Kennlinien für Amplitude und Phase über der Frequenz dar. Hierbei kann je ein Graph für den offenen und den geschlossenen Regelkreis, sowie für die Strecke angezeigt werden.

Es werden drei Settypen unterschieden:

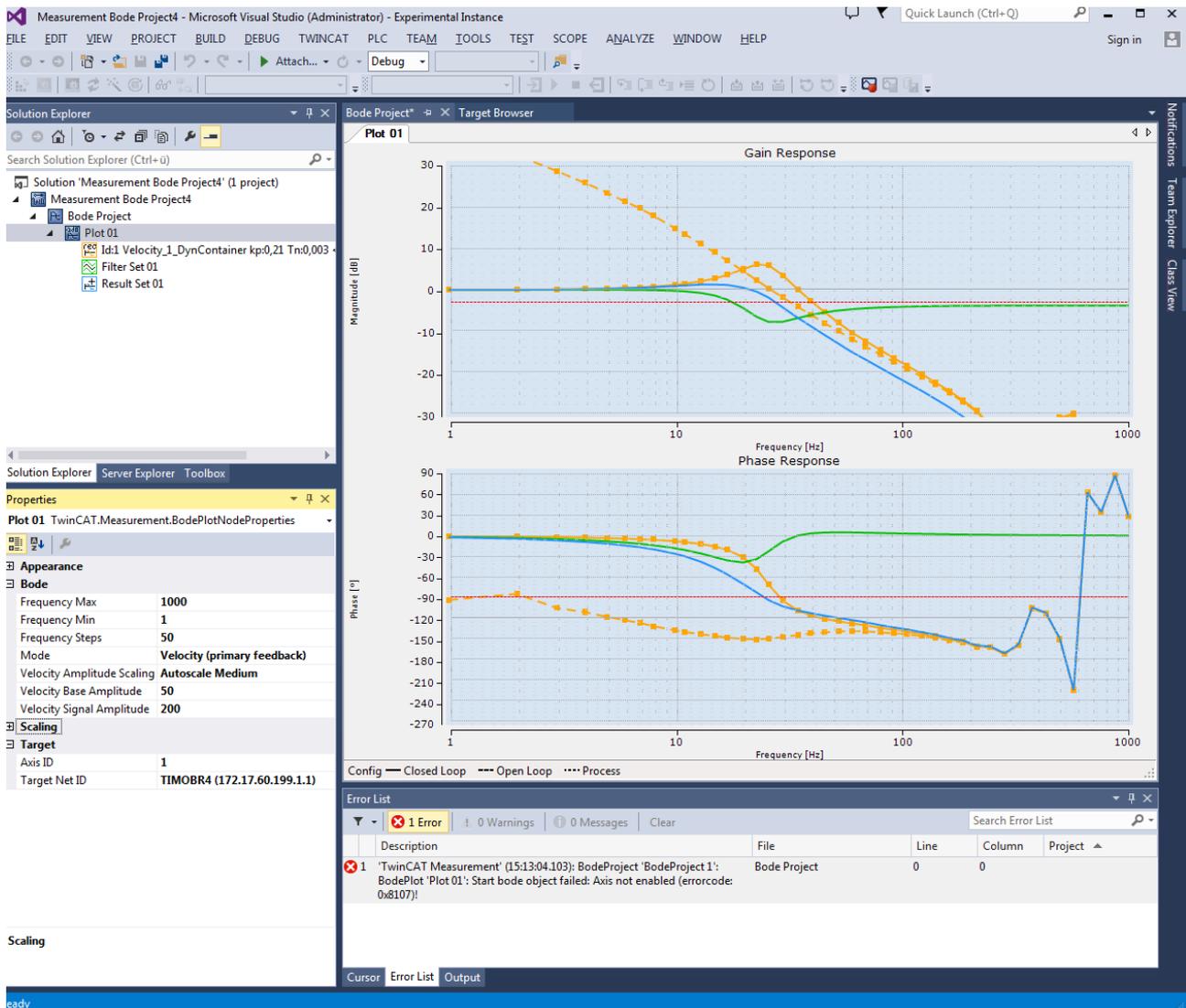
- Record Sets stellen real aufgenommene Werte dar
- Filter Sets stellen die Kennlinie eines Filters dar
- Result Sets stellen die Kombination zweier Sets dar, um z.B. eine Vorstellung zu erhalten, wie sich ein Filter auf einen Frequenzgang auswirkt.

Im Properties Fenster kann unter anderem die Erscheinung, also z.B. Farbe und Linienstärke eingestellt werden.

Siehe auch: [Set Eigenschaften](#) [► 27]

Fenster

Die Oberflächen zur Steuerung des Bode Plot sind in mehrere einzelne Fenster (Tool Windows) aufgeteilt und in ihrer Position sowie Größe frei konfigurierbar.



Die einzelnen Fenster im Überblick:

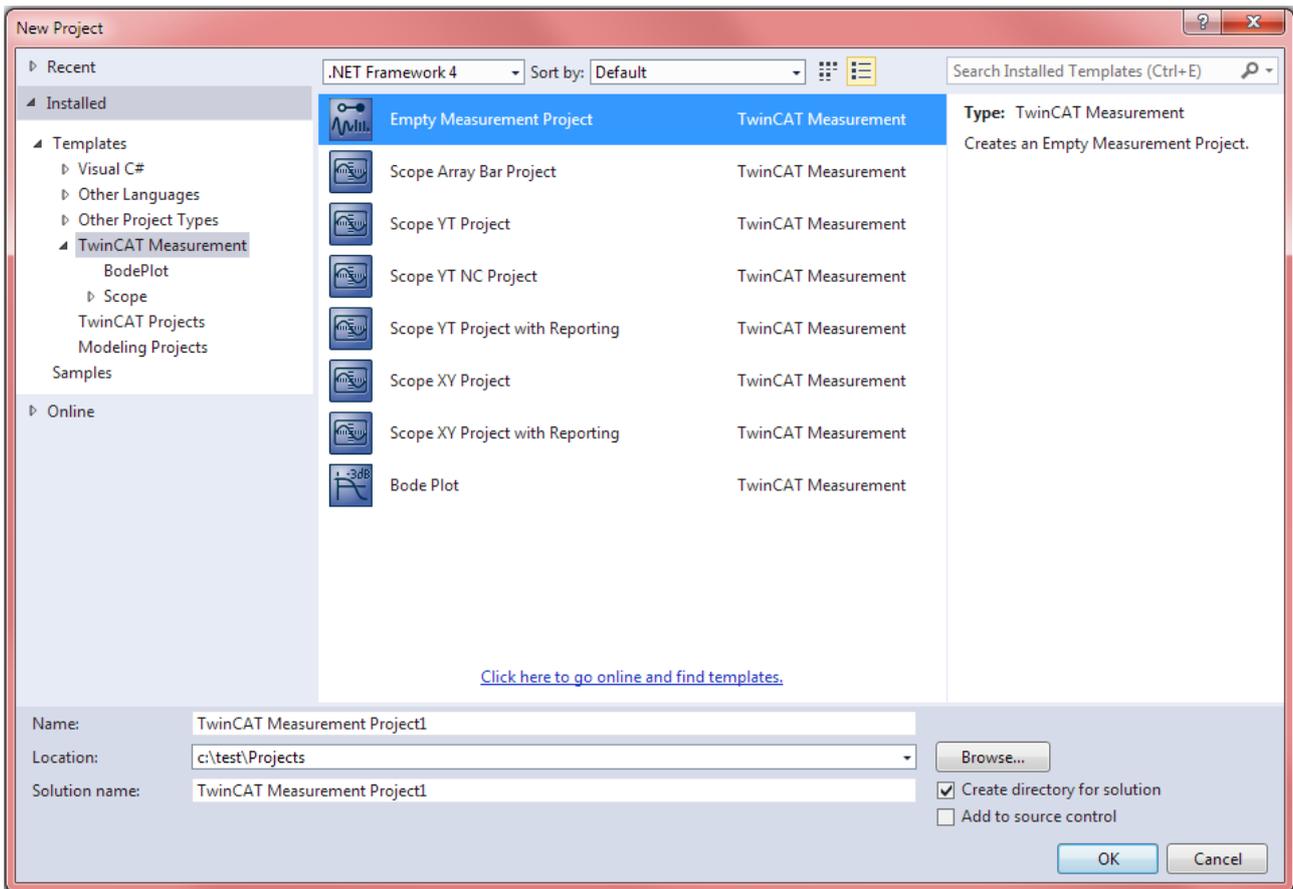
Solution Explorer	Darstellung der Projektstruktur innerhalb einer Solution.
Error List	Auflistung der Fehler, Warnungen und Meldung. Jedes Scope-Projekt listet hier eigenständig die generierten Meldungen auf. Über den Kontextmenü-Eintrag "Clear Error List" können die Meldungen des jeweils selektierten Scope gelöscht werden.
Properties	Hier können die Einstellungen des jeweiligen Elementes geändert werden, welches im Solution Explorer markiert ist.
Bode Plot Editor	Darstellung der einzelnen Plots eines Bode-Projekts. Die Plots können innerhalb des Projektfensters, genau wie alle anderen Fenster, nebeneinander oder in überlappenden Tabs dargestellt werden.

Konfiguration

Die Möglichkeiten eine Bode-Konfiguration zu erstellen bzw. zu bearbeiten sind im Folgenden erklärt. Wie die Eigenschaften der jeweiligen Elemente verändert werden können, ist in der Beschreibung des zugehörigen Fensters beschrieben.

Erstellen eines Measurement Projekts

File → New → Project → TwinCAT Measurement → Auswahl des gewünschten Templates.

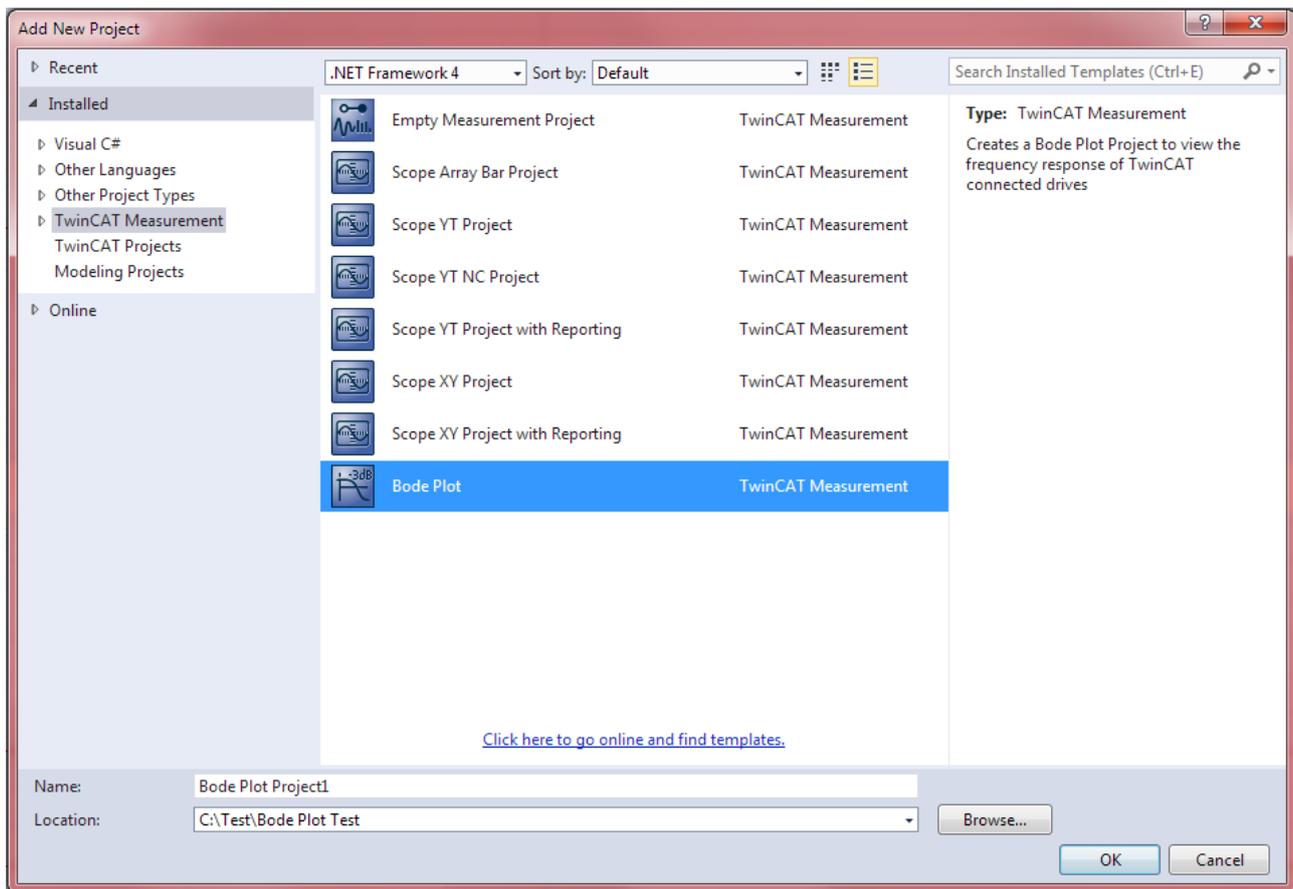


Liste der verfügbaren Templates:

Measurement Bode Project	Fügt ein Measurement Projekt an, das ein Bode-Projekt mit einem Plot beinhaltet.
Empty Measurement Project	Leeres Measurement Projekt. Hier können Scope-Konfigurationen (.sv2 .tcscope) oder Scope-Daten (.svd) nachträglich eingefügt werden.
Measurement Scope Project	Enthält eine Scope-Instanz sowie ein vorkonfiguriertes Chart und eine Achse.
Measurement Scope Project with Reporting	Siehe "Measurement Scope Project" + eine vorgefertigte Druckvorlage zum Drucken von Charts.
Measurement Scope NC Project	Enthält eine Scope-Instanz, die speziell für das Arbeiten mit Achsen vorkonfiguriert wurde.

Hinzufügen eines Bode-Projekts zu einem Measurement Projekt

Kontextmenü des Measurement Projekt → Add → New Item... → Auswahl des gewünschten Templates.



Liste der verfügbaren Templates:

Bode Project	Standard Bode-Projekt mit einem Bode Plot
--------------	---

Kontextmenü des Measurement Projekt → Add → Existing Item... → Auswahl der gewünschten Datei (.bodeproj)

Drag and Drop der gewünschten Datei (.bodeproj) auf das Measurement Projekt im Solution Explorer.

Hinzufügen von einzelnen Elementen:

Neuer Plot	Kontextmenü der Bode Project Instanz → New Plot
Neuer Filter Set	Kontextmenü der Plot Instanz → New Filter Set
Neuer Result Set	Kontextmenü der Plot Instanz → New Result Set

Löschen von Elementen

- Auswahl des Elementes im Solution Explorer → [Entf]-Taste.
- Kontextmenü des Elementes → Delete

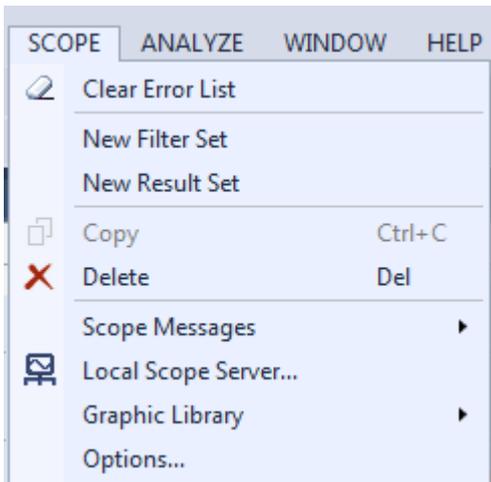
Speichern einer Bode-Konfiguration

File → Save (Per Default vergebenes Tastenkürzel: [Strg] + [S])

Eine Datei (.bodeproj) wird im Projektverzeichnis abgelegt.

5.1.2 Bode Plot - Scope Menü

Über das Menü sind die Funktionen des Scope erreichbar. Hier können auch die entsprechenden Tastenbelegungen eingesehen werden.



Clear Error List

Löscht alle Einträge (Error | Warning | Message) des derzeit aktiven Scope aus der Error List.

New Filter Set

Fügt einen neuen Filter Set unter Berücksichtigung der Default-Einstellungen hinzu.

New Result Set

Fügt einen neuen Result Set unter Berücksichtigung der Default-Einstellungen hinzu.

Delete

Löscht das aktuell im Solution Explorer selektierte Element.

Local Scope Server...

Öffnet die Konfigurationsoberfläche des Scope Server.

Options...

Öffnet das Visual Studio Options Fenster und selektiert den Scope-Eintrag.

5.1.3 Bode Plot - Tool Bar

Mit der Toolbar wird die Aufnahme eines Bode Plots gestartet und gestoppt. Hierbei werden die eingestellten Parameter zur Ansteuerung der eingestellten Antriebs-Achse genutzt um das gesuchte Frequenzprofil abzufahren.

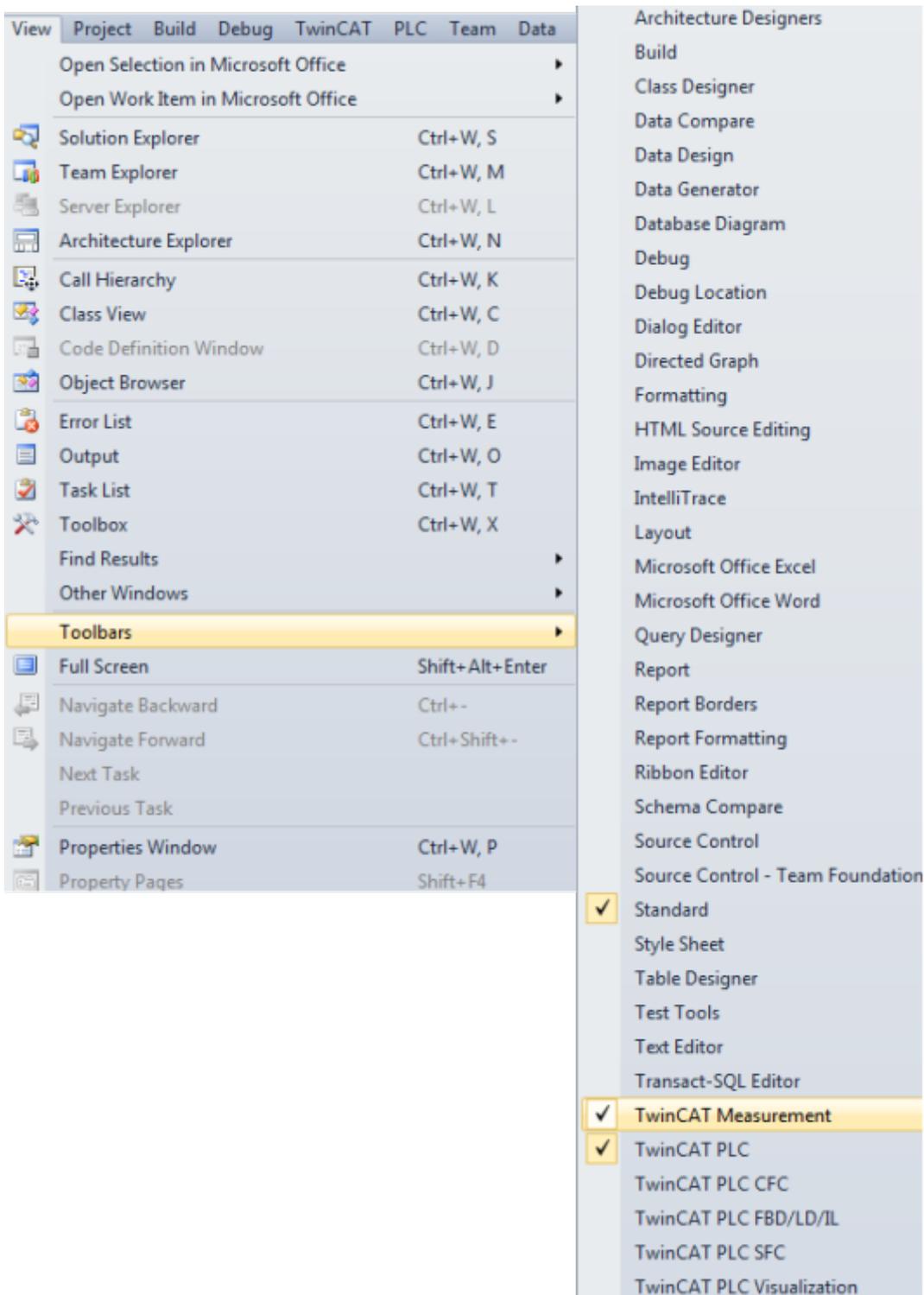
⚠️ WARNUNG

Verletzungsgefahr durch automatisches Loslaufen der Antriebsachse

Zur Erstellung der Bode-Plot-Aufnahme führt die Antriebsachse einen von den Einstellungen abhängigen Bewegungsablauf durch. Mit dem Start der Bode-Plot-Aufnahme läuft die Antriebsachse eigenständig entsprechend des eingestellten Bewegungsprofils los und kann Mensch und Material gefährden. Während der Bode-Aufnahme ist die Antriebsachse weiterhin in den Applikationskontext eingebunden (z. B. Freigaben, Überwachung, ...).

- Sorgen Sie während der Bode-Plot-Aufnahme für eine entsprechende Sicherung.

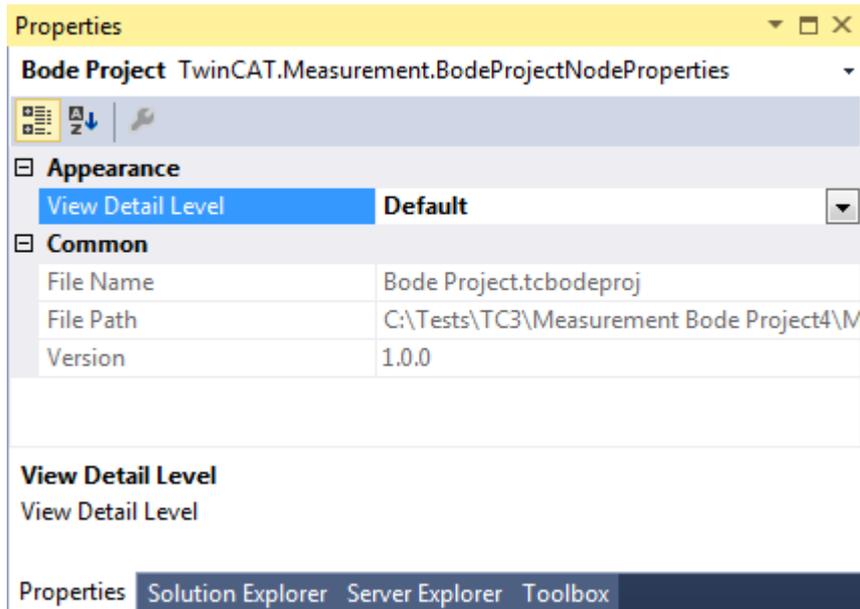
Falls die Toolbar nicht standardgemäß sichtbar ist, oder geschlossen wurde, kann die Toolbar unter View > Toolbars > TwinCAT Measurement wieder aktiviert werden.



Folgende Elemente sind per Default in der Toolbar vorhanden:

	Start Record: Alle am selektieren Bode-Projekt angeschlossenen Plots starten parallel die Aufnahme. Die eingestellten Parameter werden dabei zur Ansteuerung der Achsen genutzt.
	Stop Record: Alle am selektieren Bode-Projekt angeschlossenen Plots brechen die Aufnahme ab. Die angeschlossenen Antriebsachsen werden in die Ursprüngliche Betriebsart zurück versetzt.

5.1.4 Bode Plot - Projekt Eigenschaften



Appearance

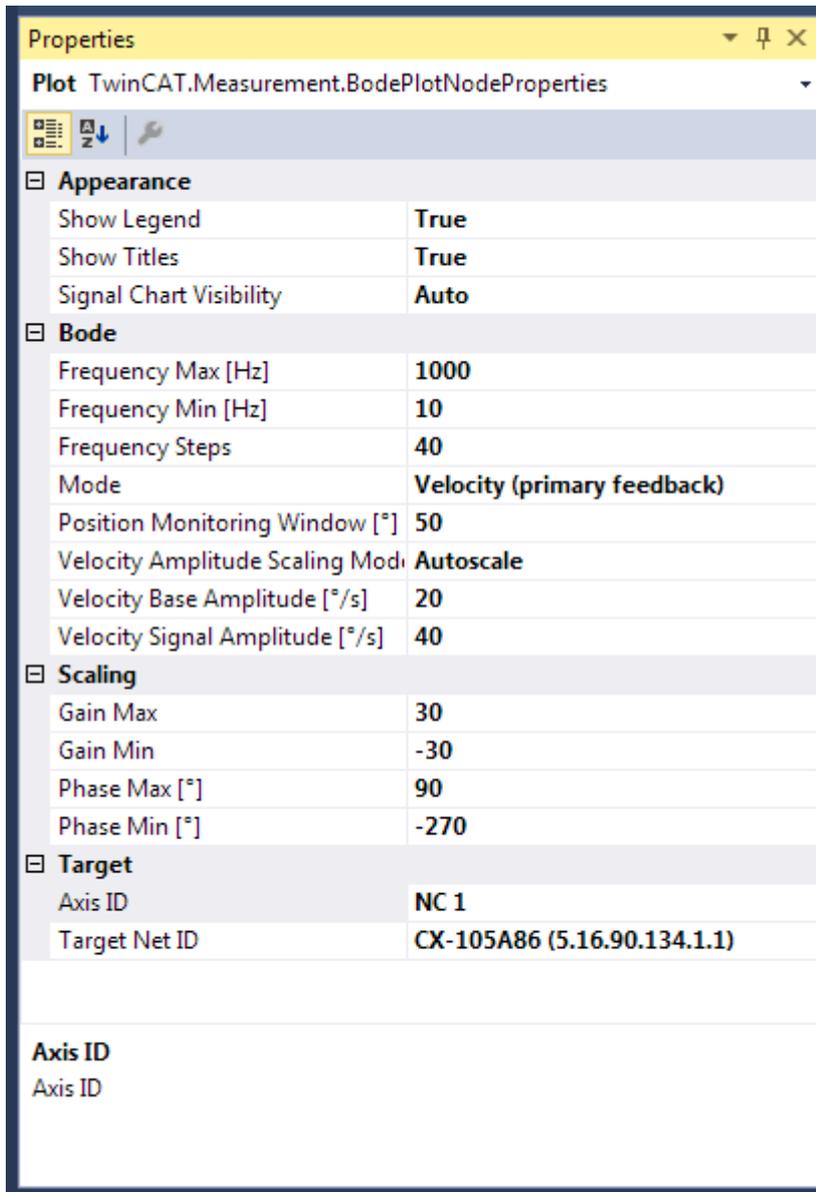
- **View Detail Level:** Gibt an, ob in diesem Projekt die Standardansicht oder die erweiterte für spezielle Zusatzaufgaben genutzt werden soll. Im Default-Zustand sind alle Properties für Unterelemente (z.B. Plots) sichtbar, die nötig sind um einen Bode Plot zu erstellen. Der Extended Modus schaltet zusätzliche Properties sichtbar, die nötig sein können um z.B. parallel ein Scope View von den Prozessdaten des Antriebes zu erstellen.

Common

- **File Name:** Dateiname der aktuellen Scope-Instanz.
- **File Path:** Verzeichnis, in dem die Scope-Instanz gespeichert wurde.
- **Version:** Gibt die aktuelle Version der Konfiguration an.

5.1.5 Bode Plot - Plot Eigenschaften

Hier können alle Einstellungen zu einem Bode Plot vorgenommen werden. Die nachfolgende Beschreibung bezieht sich auf die Darstellung in Kategorien (umschaltbar in der Properties-Toolbar).



Appearance

- **Show Legend:** Gibt an, ob die Legende in der Fußzeile des Bode Plot Editors angezeigt werden soll.
- **Show Titles:** Gibt an, ob die Überschriften der Charts im Bode Plot Editor angezeigt werden sollen.
- **Signal Chart Visibility:** Gibt an, ob das Chart mit Soll- und Istwerten der Aufnahme ein oder ausgeblendet sein soll. In der Einstellung Auto wird das Chart nur während einer laufenden Aufnahme eingeblendet.

Bode

Unter dieser Kategorie werden alle Einstellungen zusammengefasst, um einen neuen Bode Plot zu konfigurieren.

- **Frequency Max:** Gibt die obere Frequenzgrenze des Bode Plot [in Hz] an.
- **Frequency Min:** Gibt die untere Frequenzgrenze des Bode Plot [in Hz] an.
- **Frequency Steps:** Anzahl der Stützpunkte im Bode Plot.
- **Mode:** Stellt den Modus des Bode Plots ein. Verfügbar sind
 - **Torque:** Führt einen Bode Plot für das Drehmoment (bzw. Strom) -interface durch. (nur bei AX5000)
 - **Velocity (primary feedback):** Führt einen Bode Plot für das Geschwindigkeitsinterface durch. Dabei werden die Istwerte des primären Gebers verwendet. (nur bei AX5000)

- **Velocity (dp/dt directly from primary feedback):** Führt einen Bode Plot für das Geschwindigkeitsinterface durch. (nur bei AX5000)
- **Velocity (secondary feedback):** Führt einen Bode Plot für das Geschwindigkeitsinterface durch. Dabei werden die Istwerte des sekundären (externen) Gebers verwendet. (nur bei AX5000)
- **Position (NC interface without oversampling):** Führt einen Bode Plot für die Position durch.
- **Velocity (NC interface without oversampling):** Führt einen Bode Plot für die Geschwindigkeit durch.
- **Torque (NC interface without oversampling):** Führt einen Bode Plot auf das Drehmoment (bzw. Strom) durch.

Abhängig vom Mode werden die folgenden Einstellungen ein- bzw. ausgeblendet.

- **Position Monitoring Window [°]:** Definiert ein Fenster, welches während des Bode Plots überwacht wird. Das Objekt darf dieses Fenster nicht verlassen. Es wird die tatsächlich eingestellte Einheit ausgelesen und die Zahl entsprechend der Einheit interpretiert.
- **Position Signal Amplitude [°]:** Hier wird die Amplitudengröße der Anregung eingestellt.
- **Velocity Amplitude Scaling Mode:** Skaliert die Signalamplitude während der Aufnahme, um bei steigender Frequenz nicht zu weite Bewegungen durchführen zu müssen. Verfügbar sind:
 - **Constant:** Die Amplitude entspricht der parametrisierten Signalamplitude und bleibt über den gesamten Frequenzbereich konstant.
 - **1 / X at 1000Hz:** Skaliert die Amplitude so, dass sie bei 1000Hz auf 1 / X der Startamplitude von 1Hz abgefallen ist ($\sim 1/f$). Praktisch sinnvolle Verhältnisse lauten 1/5, 1/10 und 1/20.
- **Torque Amplitude Offset:** Gibt einen Offset für die Torque Amplitude [in %] vor.
- **Torque Amplitude Scaling Mode:** Skaliert die Signalamplitude während der Aufnahme abhängig von der aktuellen Frequenz. Verfügbar sind:
 - **Autoscale:** Skaliert die Amplitude so, dass die Amplitude etwas größer als das Rauschen im Stillstand ist.
 - **Constant:** Die Signalamplitude bleibt über den gesamten Frequenzbereich konstant. Die Amplitude 100 bedeutet 100% des Maximalstromes.
- **Torque Signal Amplitude:** Stellt die Amplitude der Signal- (oder Mess-) Schwingung bei 1Hz dar (vgl. Torque Amplitude Scaling Mode). Die Maßeinheit ist dabei aus den Systemeinstellungen (z.B. Drive, NC,...) zu entnehmen und kann hier nicht vorgegeben werden.
- **Velocity Base Amplitude:** Stellt die Amplitude der Basisschwingung (~ 1 Hz) zur Überwindung der Haftreibung ein. Die Maßeinheit ist dabei aus den Systemeinstellungen (z.B. Drive, NC,...) zu entnehmen und kann hier nicht vorgegeben werden.
- **Velocity Signal Amplitude:** Stellt die Amplitude der Signal- (oder Mess-) Schwingung bei 1Hz dar (vgl. Velocity Amplitude Scaling Mode). Die Maßeinheit ist dabei den Systemeinstellungen (z.B. Drive, NC,...) zu entnehmen und kann hier nicht vorgegeben werden.

Scaling

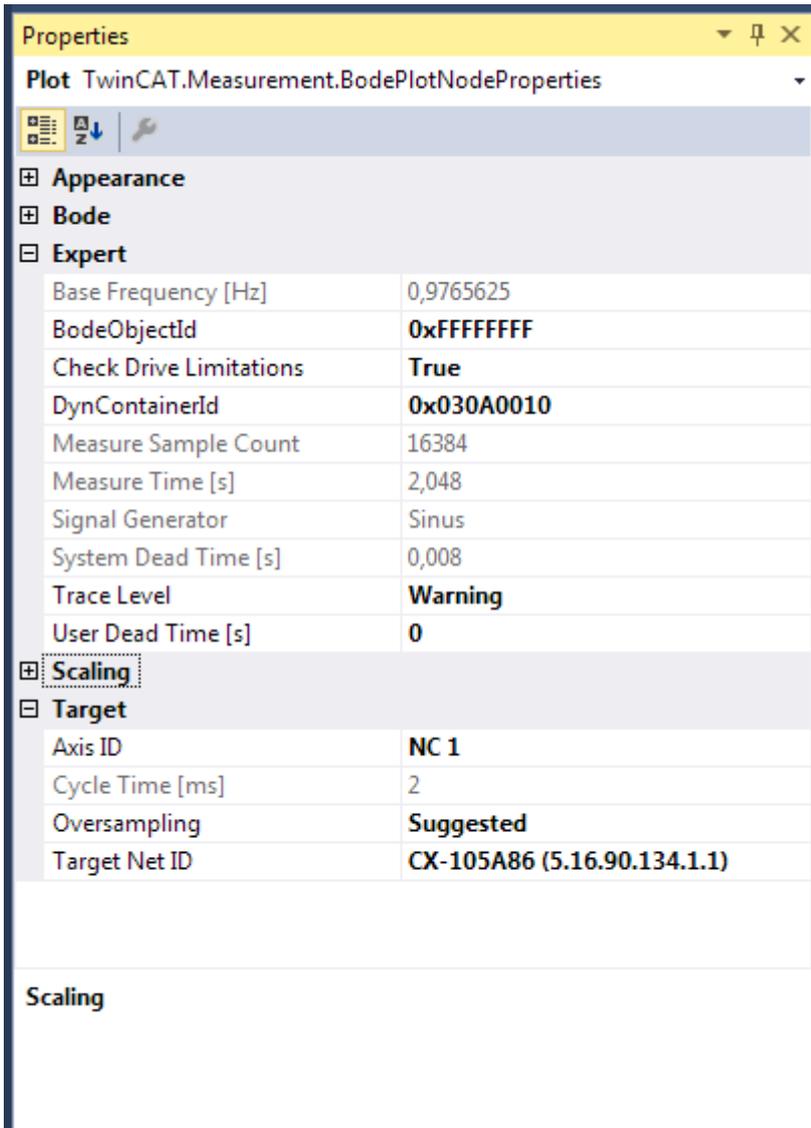
- **Gain Max:** Gibt die obere Magnitude für die Werteachse im Chart des Amplitudengangs an.
- **Gain Min:** Gibt die untere Magnitude für die Werteachse im Chart des Amplitudengangs an.
- **Phase Max:** Gibt das oberste Skalenende im Chart des Phasengangs an.
- **Phase Min:** Gibt das unterste Skalenende im Chart des Phasengangs an.

Target

- **Axis ID:** Gibt die ID der Antriebsachse an, die für diesen Bode Plot verwendet werden soll.
WARNUNG Die ausgewählte Achse darf nicht Bestandteil einer Achskopplung (z. B. NC Master-/Slavekopplung, CNC Hard- oder Softgantry) sein. Ein Start der Aufzeichnung kann anderenfalls zur Beschädigung von Mensch und Maschine führen.
- **Target Net ID:** Gibt die Net ID des Zielsystems an, auf dem sich die Antriebsachse befindet, die für diesen Bode Plot verwendet werden soll.

Extended View

Ist in den Einstellungen des Bode-Projekts der „View Detail Level“ auf Extended gesetzt, werden einige zusätzliche Eigenschaften sichtbar.



Expert

- **Base Frequency:** Zeigt die Frequenz [in Hz] der Basisschwingung zur Überwindung der Haftreibung an (nur in den Velocity Modes).
- **Bode Object Id:** Soll der Bode Plot über ein bereits im System Manager eingerichtetes „Drive Diag TcCom Object“ erfolgen (z.B. um zusätzliche Prozessdaten aus dem Antrieb zu scopen), kann dieses hier über die Object ID erfolgen.
- **Check Drive Limitations:** Soll eine Kontrolle über die Achsen erfolgen, kann dies hier angegeben werden.
- **DynContainerId:** Stellt die ID des Containers für dynamische Prozessdaten ein. Der DynContainer wird im TwinCAT Projekt an das EtherCAT-Device angefügt.
- **Measur Sample Count:** Zeigt die Anzahl der Soll- und Istwerte an, aus denen ein Stützpunkt der Bodekennlinie (ein Frequenzpunkt) berechnet wird.
- **Measure Time:** Zeigt die Länge [in s] an, für die das System mit jeweils einer Frequenz angeregt wird.
- **Signal Generator:** Zeigt den Kurven-Typ des verwendeten Signalgenerators an.
- **System Dead Time:** Hier kann die komplette Totzeit in Sekunden eingegeben werden.
- **Trace Level:** Stellt den Detaillevel der in der Error List ausgegebenen und vom „Drive Diag –TcCom Object“ erzeugten Messages ein. Zur Verfügung stehen Always, Error, Verbose und Warning.

- **User Dead Time:** Hier kann die Totzeit in Sekunden angegeben werden.

Target

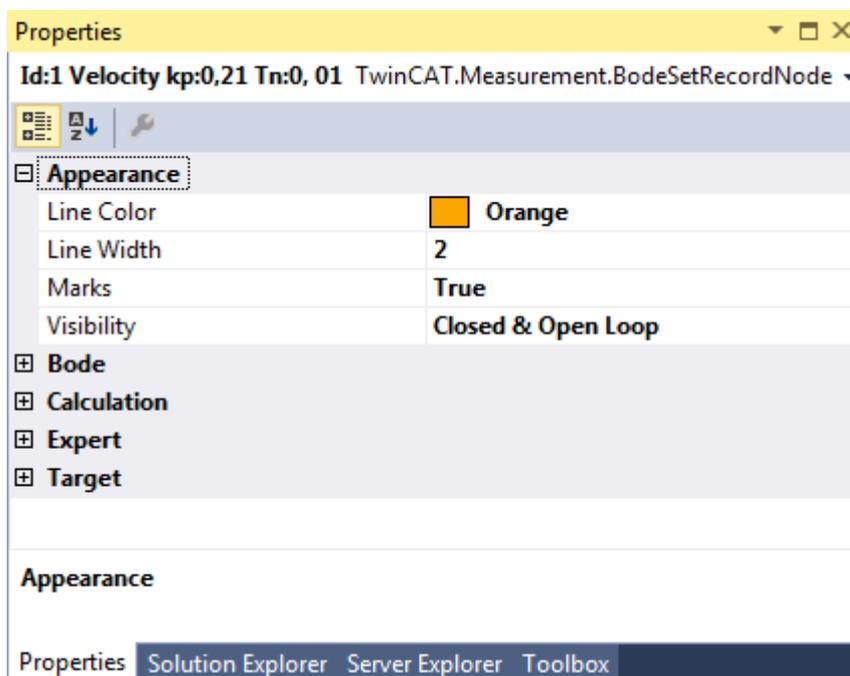
- **Cycle Time:** Zeigt die, zuletzt verwendete, Zykluszeit [in ms] an.
- **Oversampling:** Gibt den zu verwendenden Oversamplingfaktor an. Ist "Suggested" eingestellt, wird beim Start der Aufnahme automatisch der höchste sinnvolle Faktor ausgewählt.

5.1.6 Bode Plot - Set Eigenschaften

Ein Bode Plot kann drei verschiedene Typen von Sets (Kennlinien) beinhalten. Record Sets, um das Ergebnis einer Aufnahme anzuzeigen, Filter Sets, um die Kennlinie eines Filters zu beurteilen und Result Sets, um zwei bereits vorhandene Sets zu kombinieren.

Einige Einstellungen betreffen alle Sets, einige sind speziell.

Appearance



Die Einstellungen der Kategorie Erscheinungsbild sind für alle Sets verfügbar.

- **Line Color:** Stellt die Farbe des Sets (Kennlinien und Icon im Solution Explorer) ein.
- **Line Width:** Stellt die Linienstärke des Sets im Bode Plot Editor ein.
- **Marks:** Gibt an, ob die Stützpunkte der Kennlinie dargestellt werden sollen.
- **Visibility:** Gibt an, welche Varianten der Kennlinie angezeigt werden sollen. Verfügbar sind die folgenden Werte und ihre Kombinationen:
 - **Open Loop:** Frequenzgang des offenen Regelkreises.
 - **Closed Loop:** Frequenzgang des geschlossenen Regelkreises.
 - **Process:** Frequenzgang der Strecke.

Record Set

In den Einstellungen des Record Sets kann man die Konfiguration einsehen, mit der die Aufnahme erfolgt ist. Daher sind hier die gleichen Werte vorhanden, die schon im Plot beschrieben sind.

Properties

9: Id:1 Velo_Fb1 (kp:0,21 Tn:3) TwinCAT.Measurement.BodeSetRecord

Appearance

Bode

Frequency Steps	40
Max Frequency [Hz]	1000
Min Frequency [Hz]	10
Mode	Velocity (primary feedback)
Position Monitoring Window [°]	10
Velocity Amplitude Scaling Mod	Autoscale
Velocity Base Amplitude [°/s]	20
Velocity Signal Amplitude [°/s]	40

Calculation

Integral Time [s]	3
Proportional Gain	0,21

Expert

Base Frequency [Hz]	0,9765625
Check Drive Limitations	False
Dead Time [s]	0,008
Measure Sample Count	16384
Measure Time [s]	2,048
Signal Generator	Sinus

Target

Cycle Time [ms]	2
Oversampling	x16

Target

Bode

Unter dieser Kategorie werden alle Einstellungen zusammengefasst, um einen neuen Bode Plot zu konfigurieren.

- **Frequency Steps:** Anzahl der Stützpunkte im Bode Plot.
- **Max Frequency [Hz]:** Gibt die obere Frequenzgrenze des Bode Plot [in Hz] an.
- **Min Frequency [Hz]:** Gibt die untere Frequenzgrenze des Bode Plot [in Hz] an.
- **Mode:** Stellt den Modus des Bode Plots ein. Verfügbar sind
 - **Torque:** Führt einen Bode Plot für das Drehmoment (bzw. Strom) -interface durch. (nur bei AX5000)
 - **Velocity (primary feedback):** Führt einen Bode Plot für das Geschwindigkeitsinterface durch. Dabei werden die Istwerte des primären Gebers verwendet. (nur bei AX5000)
 - **Velocity (dp/dt directly from primary feedback):** Führt einen Bode Plot für das Geschwindigkeitsinterface durch. (nur bei AX5000)
 - **Velocity (secondary feedback):** Führt einen Bode Plot für das Geschwindigkeitsinterface durch. Dabei werden die Istwerte des sekundären (externen) Gebers verwendet. (nur bei AX5000)
 - **Position (NC interface without oversampling):** Führt einen Bode Plot für die Position durch.

- **Velocity (NC interface without oversampling):** Führt einen Bode Plot für die Geschwindigkeit durch.
- **Torque (NC interface without oversampling):** Führt einen Bode Plot auf das Drehmoment (bzw. Strom) durch.

Abhängig vom Mode werden die folgenden Einstellungen ein- bzw. ausgeblendet:

- **Position Monitoring Window [°]:** Definiert ein Fenster, welches während des Bode Plots überwacht wird. Das Objekt darf dieses Fenster nicht verlassen. Es wird die tatsächlich eingestellte Einheit ausgelesen und die Zahl entsprechend der Einheit interpretiert.
- **Position Signal Amplitude [°]:** Hier wird die Amplitudengröße der Anregung eingestellt.
- **Velocity Amplitude Scaling Mode:** Skaliert die Signalamplitude während der Aufnahme, um bei steigender Frequenz nicht zu weite Bewegungen durchführen zu müssen. Verfügbar sind:
 - **Constant:** Die Amplitude entspricht der parametrisierten Signalamplitude und bleibt über den gesamten Frequenzbereich konstant.
 - **1 / X at 1000Hz:** Skaliert die Amplitude so, dass sie bei 1000Hz auf 1 / X der Startamplitude von 1Hz abgefallen ist ($\sim 1/f$). Praktisch sinnvolle Verhältnisse lauten 1/5, 1/10 und 1/20.
- **Torque Amplitude Offset:** Gibt einen Offset für die Torque Amplitude [in %] vor.
- **Torque Amplitude Scaling Mode:** Skaliert die Signalamplitude während der Aufnahme abhängig von der aktuellen Frequenz. Verfügbar sind:
 - **Autoscale:** Skaliert die Amplitude so, dass die Amplitude etwas größer als das Rauschen im Stillstand ist.
 - **Constant:** Die Signalamplitude bleibt über den gesamten Frequenzbereich konstant. Die Amplitude 100 bedeutet 100% des Maximalstromes.
- **Torque Signal Amplitude:** Stellt die Amplitude der Signal- (oder Mess-) Schwingung bei 1Hz dar (vgl. Torque Amplitude Scaling Mode). Die Maßeinheit ist dabei aus den Systemeinstellungen (z.B. Drive, NC,...) zu entnehmen und kann hier nicht vorgegeben werden.
- **Velocity Base Amplitude:** Stellt die Amplitude der Basisschwingung (~ 1 Hz) zur Überwindung der Haftreibung ein. Die Maßeinheit ist dabei aus den Systemeinstellungen (z.B. Drive, NC,...) zu entnehmen und kann hier nicht vorgegeben werden.
- **Velocity Signal Amplitude:** Stellt die Amplitude der Signal- (oder Mess-) Schwingung bei 1Hz dar (vgl. Velocity Amplitude Scaling Mode). Die Maßeinheit ist dabei aus den Systemeinstellungen (z.B. Drive, NC,...) zu entnehmen und kann hier nicht vorgegeben werden.

Calculation

- **Integral Time [s]:** Wird während des Plots ausgelesen. Ist die am Antrieb eingestellte Integralzeit des Reglers.
- **Proportional Gain:** Mit der Proportionalverstärkung kann man eine gewünschte Leistung erzielen.

Expert

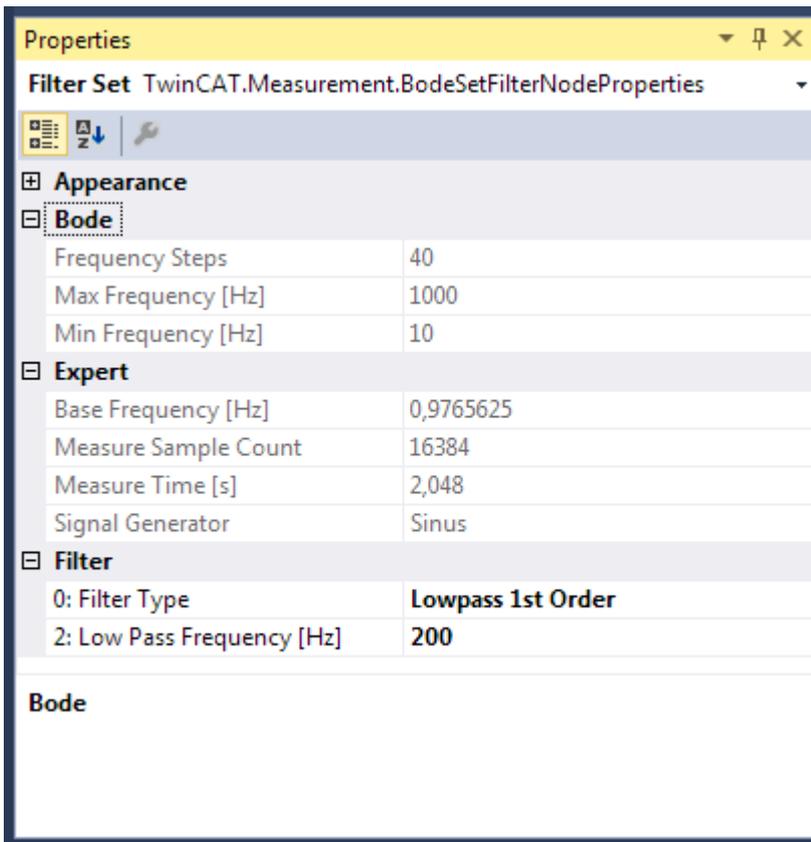
- **Base Frequency:** Zeigt die Frequenz [in Hz] der Basisschwingung zur Überwindung der Haftreibung an (nur in den Velocity Modes).
- **Check Drive Limitations:** Soll eine Kontrolle über die Achsen erfolgen, kann dies hier angegeben werden.
- **Dead Time [s]:** Gibt die komplette Totzeit in Sekunden an.
- **Measur Sample Count:** Zeigt die Anzahl der Soll- und Istwerte an, aus denen ein Stützpunkt der Bodekennlinie (ein Frequenzpunkt) berechnet wird.
- **Measure Time:** Zeigt die Länge [in s] an, für die das System mit jeweils einer Frequenz angeregt wird.
- **Signal Generator:** Zeigt den Kurven-Typ des verwendeten Signalgenerators an.

Target

- **Cycle Time:** Zeigt die, zuletzt verwendete, Zykluszeit [in ms] an.
- **Oversampling:** Gibt den zu verwendenden Oversamplingfaktor an. Ist Suggested eingestellt, wird beim Start der Aufnahme automatisch der höchste sinnvolle Faktor ausgewählt.

Filter Set

Die speziellen Einstellungen für Filter Sets stellen sich wie folgt dar:



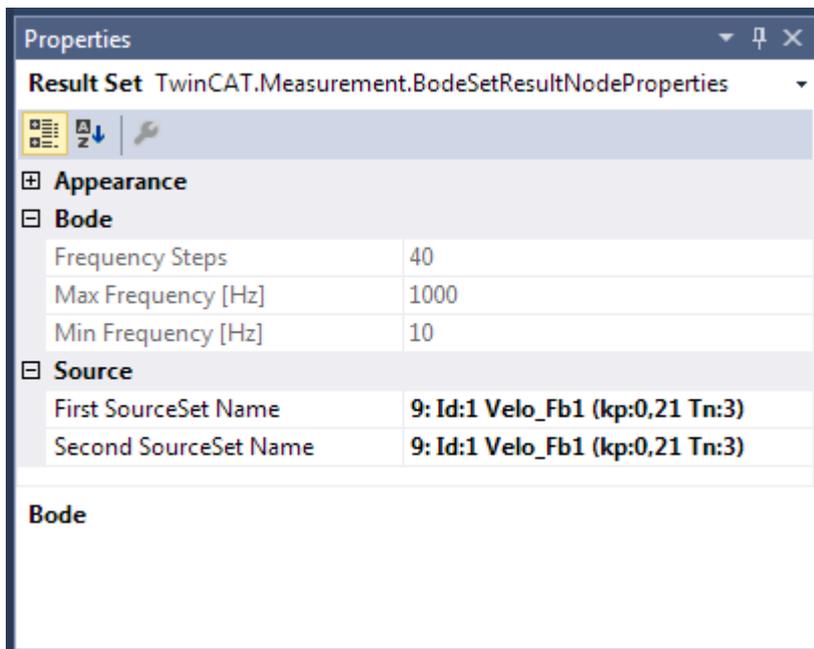
- **Filter Typ:** Hier kann der Typ des Filters eingestellt werden. Je nach Auswahl können die anderen Eigenschaften editiert werden. Verfügbar sind:
- **Lowpass 1st Order:** Tiefpass der ersten Ordnung.
- **Lowpass 2nd Order:** Tiefpass der zweiten Ordnung
- **Phase Correction 1st Order:** Phasenkorrekturglied erster Ordnung.
- **Phase Correction 2nd Order:** Phasenkorrekturglied zweiter Ordnung.
- **Notch:** Notchfilter.
- **High Pass Damping:** Hochpass Dämpfungsfaktor.
- **High Pass Frequency:** Hochpass Frequenz [in Hz].
- **Low Pass Damping:** Tiefpass Dämpfungsfaktor.
- **Low Pass Frequency:** Tiefpass Frequenz [in Hz].

Result Set

Um die Überlagerung zweier bereits vorhandener Sets zu erhalten, müssen diese in den Einstellungen des Result Sets angegeben werden.

Bei der Selektion des Feldes wird eine Liste mit möglichen Sets zur Auswahl angezeigt.

Die resultierende Kennlinie wird automatisch aus den beiden Sets ermittelt, wenn die Anzahl und Position der Stützpunkte übereinstimmt. Ändert sich einer der beiden Source-Sets, so wird auch der Result Set neu berechnet.

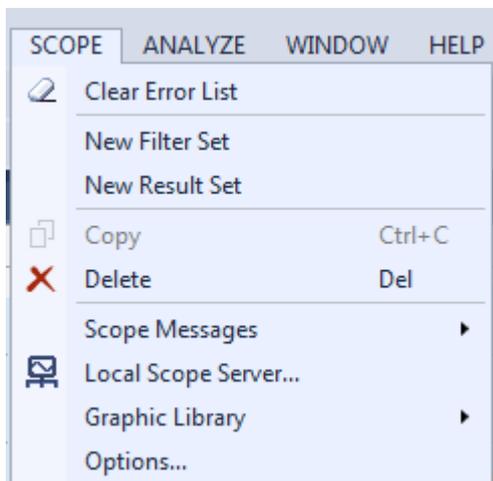


Source

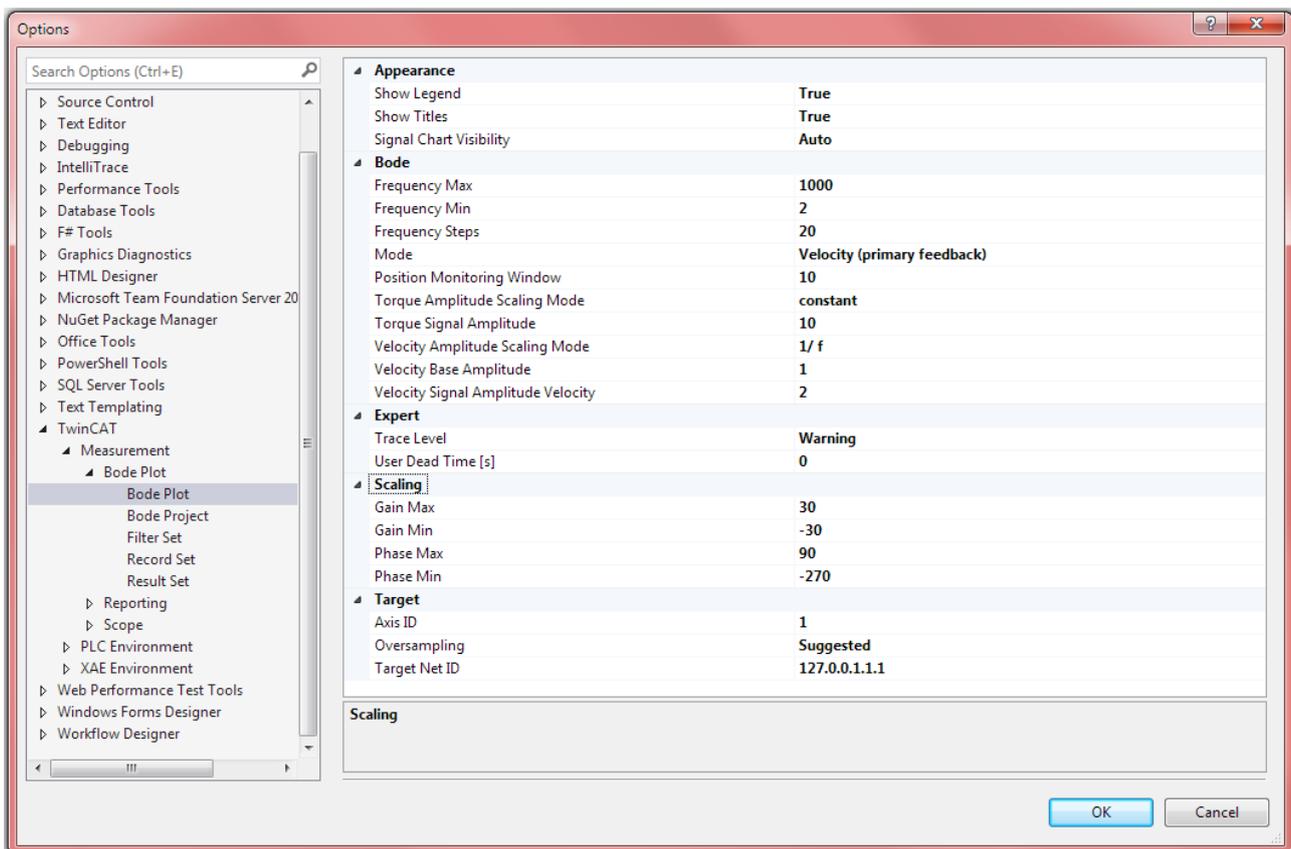
- **First SourceSet Name:** Name des ersten Source-Sets.
- **Second SourceSet Name:** Name des zweiten Source-Sets.

5.1.7 Bode Plot - Optionen

Über den Scope Menüpunkt "Options..." gelangen Sie direkt zu den TwinCAT Measurement Optionen im Visual Studio Options Window.



Hier können die Standard- bzw. Default-Einstellungen vorgenommen werden, die als Vorlage für neu erstellte Elemente dienen.



Bode Default Settings

- **Bode Projekt:** Hier können Basiseinstellungen für das Projekt vorgenommen werden. Zur detaillierten [Beschreibung](#) [► 23].
- **Bode Plot:** Festlegen der Standard-Bode-Plot-Einstellungen, die benutzt werden, wenn ein neuer Bode Plot an ein Projekt angefügt wird. Zur detaillierten [Beschreibung](#) [► 23].
- **Filter Set:** Festlegen der Standard-Filter-Set-Einstellungen, die benutzt werden, wenn ein neuer Filter Set an ein Plot angefügt wird. Zur detaillierten [Beschreibung](#) [► 27].
- **Record Set:** Festlegen der Standard-Record-Set-Einstellungen, die benutzt werden, wenn eine neue Aufnahme gestartet wird. Zur detaillierten [Beschreibung](#) [► 27].
- **Result Set:** Festlegen der Standard-Result-Set-Einstellungen, die benutzt werden, wenn ein neuer Result Set an einen Plot angefügt wird. Zur detaillierten [Beschreibung](#) [► 27].

6 Beispiele

6.1 TwinCAT 3 Bode Plot - Erste Schritte

Um Ihnen einen schnellen Einstieg zu ermöglichen und die Arbeit mit dem TwinCAT 3 Bode Plot zu vereinfachen, werden auf dieser Seite die ersten Schritte zur Aufnahme eines Bode Plots zusammengefasst.

Wenn Sie eine Bode-Plot-Aufnahme von einer TwinCAT-CNC-Achse erstellen wollen, beachten Sie die [Hinweise zur Konfiguration von TwinCAT-CNC-Achsen \[► 40\]](#) am Ende des Abschnitts.

⚠ WARNUNG

Verletzungsgefahr durch automatisches Loslaufen der Antriebsachse

Zur Erstellung der Bode-Plot-Aufnahme führt die Antriebsachse einen von den Einstellungen abhängigen Bewegungsablauf durch. Mit dem Start der Bode-Plot-Aufnahme läuft die Antriebsachse eigenständig entsprechend des eingestellten Bewegungsprofils los und kann Mensch und Material gefährden. Während der Bode-Aufnahme ist die Antriebsachse weiterhin in den Applikationskontext eingebunden (z. B. Freigaben, Überwachung, ...).

- Sorgen Sie während der Bode-Plot-Aufnahme für eine entsprechende Sicherung.

1. Installation

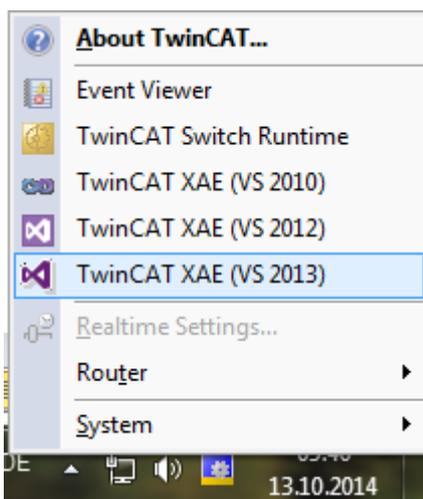
Für das Grundverständnis ist es wichtig zu wissen, dass der TwinCAT 3 Bode Plot Teil der Measurement-Installation ist, die auch das Scope View und den Scope Server beinhaltet. Einige Funktionen werden Measurement übergreifend genutzt. So steuert beispielsweise die Toolbar sowohl Scope- als auch Bode-Projekte. Da alle Measurement-Projekte für die Aufnahme der Daten den Scope Server nutzen, wird dieser immer mitinstalliert. Er kann aber über die Komponenteninstallation auch einzeln auf einem Zielgerät installiert werden.

2. Lizenzierung

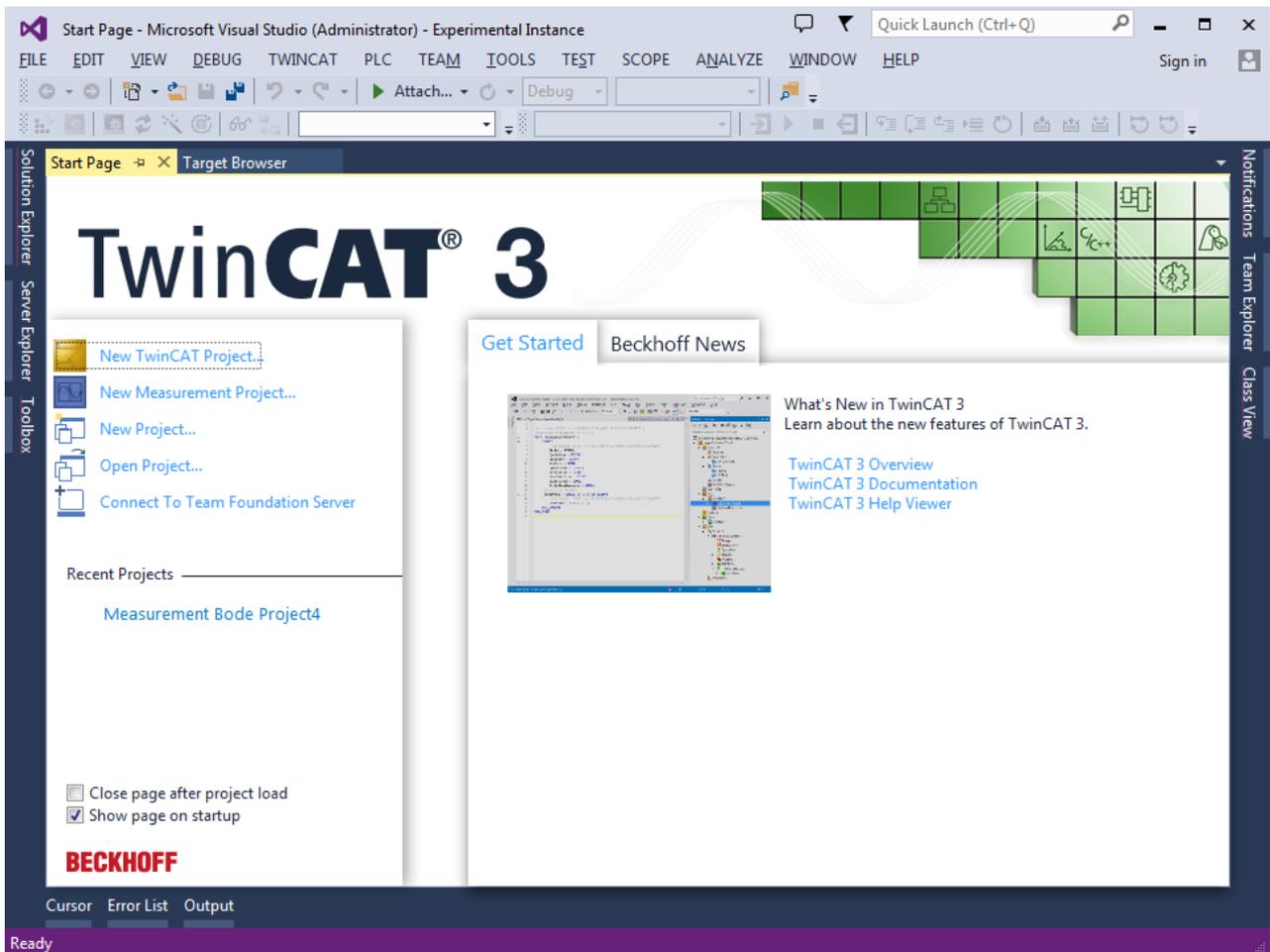
Für den Bode Plot ist zunächst die „Base“-Lizenz aktiviert, unabhängig davon, ob er durch ein eigenes Measurement-Setup oder durch das TwinCAT 3 XAE Setup installiert worden ist.

3. Neues Projekt

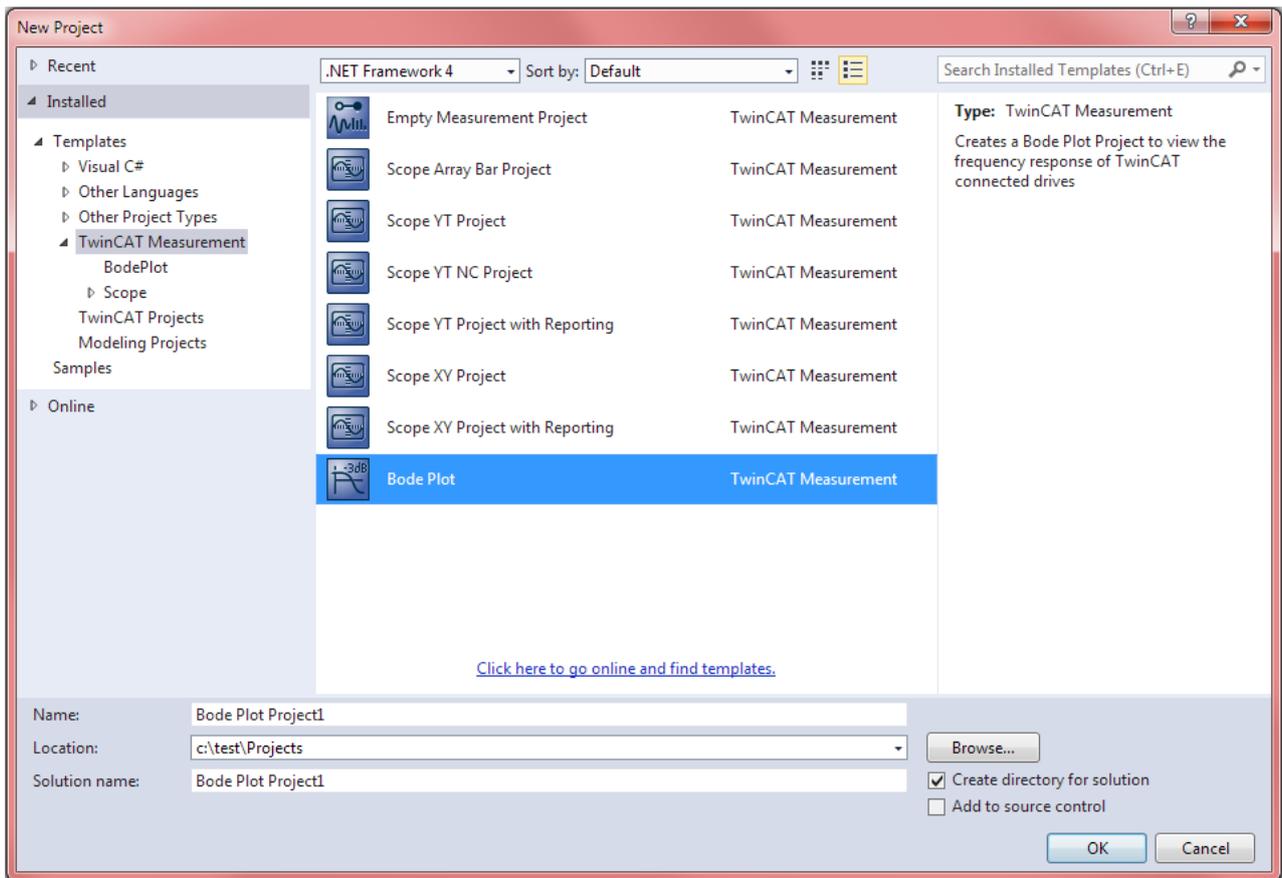
Über das Kontextmenü des TwinCAT Tray Icon öffnen Sie ein neues Visual-Studio-Projekt in einer der installierten Versionen.



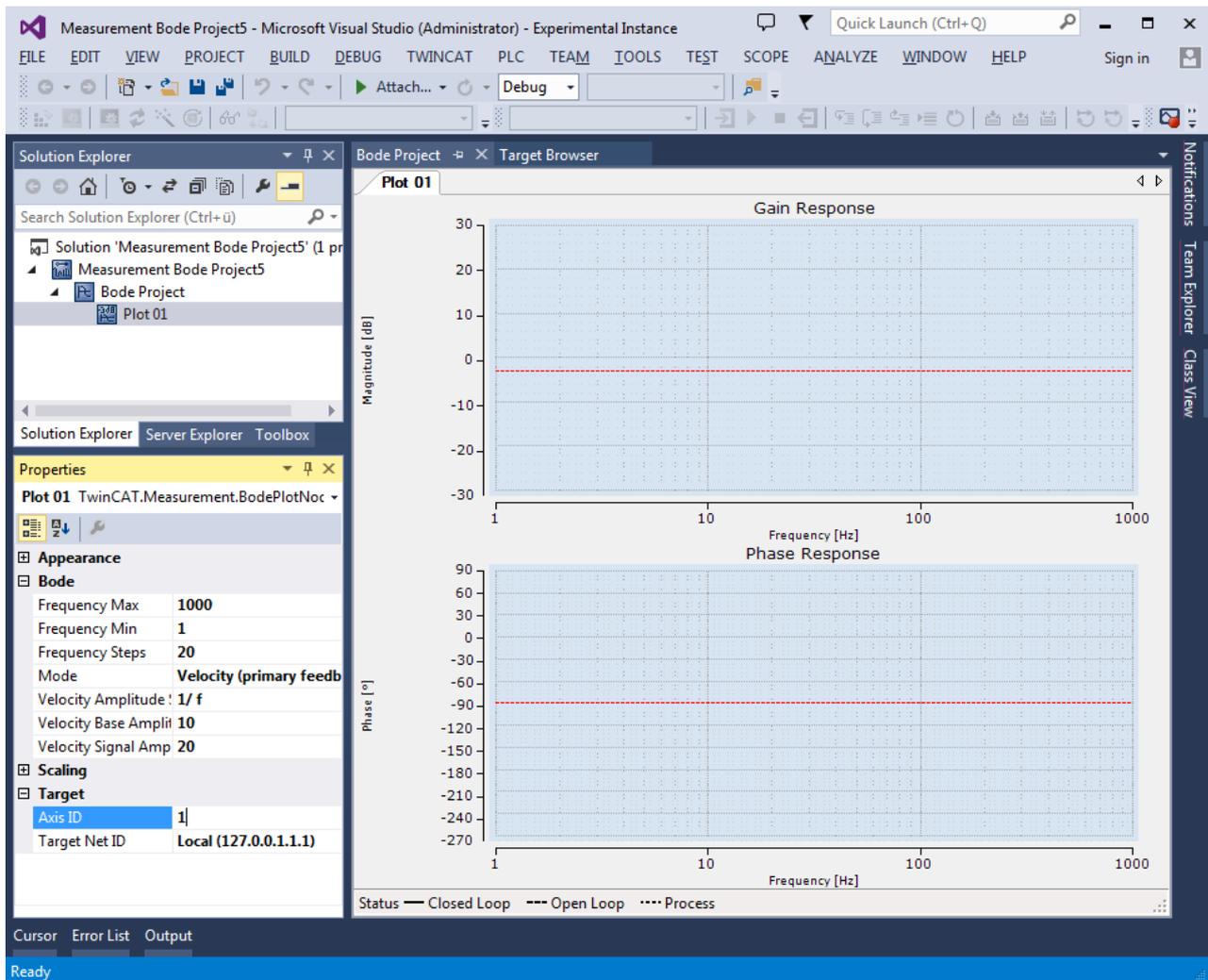
Es öffnet sich ein neues Visual-Studio-Fenster. Über die TwinCAT 3 Start Page oder über das Dateimenü legen Sie ein neues Measurement-Projekt an.



Es öffnet sich ein Fenster mit vorhandenen Measurement Templates. Hier wählen Sie den bereits vorkonfigurierten Bode Plot aus.



Im Solution Explorer öffnet sich eine Solution mit Projektbaum. Auf der untersten Ebene finden Sie den Bode Plot.

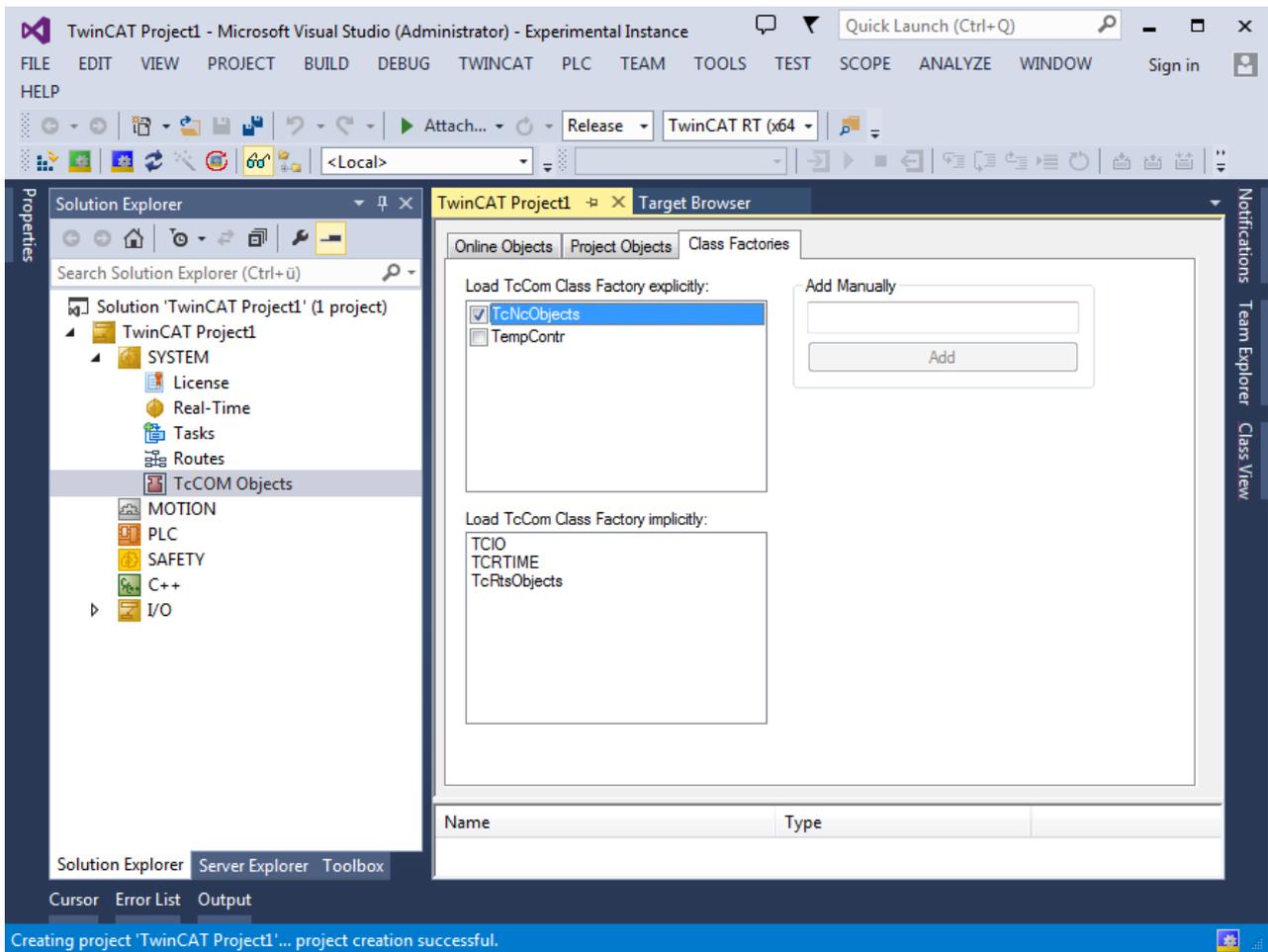


Im Properties-Fenster stellen Sie die „Axis ID“ und „Target Net ID“ für die Antriebsachse ein, mit der der Bode Plot erstellt werden soll.

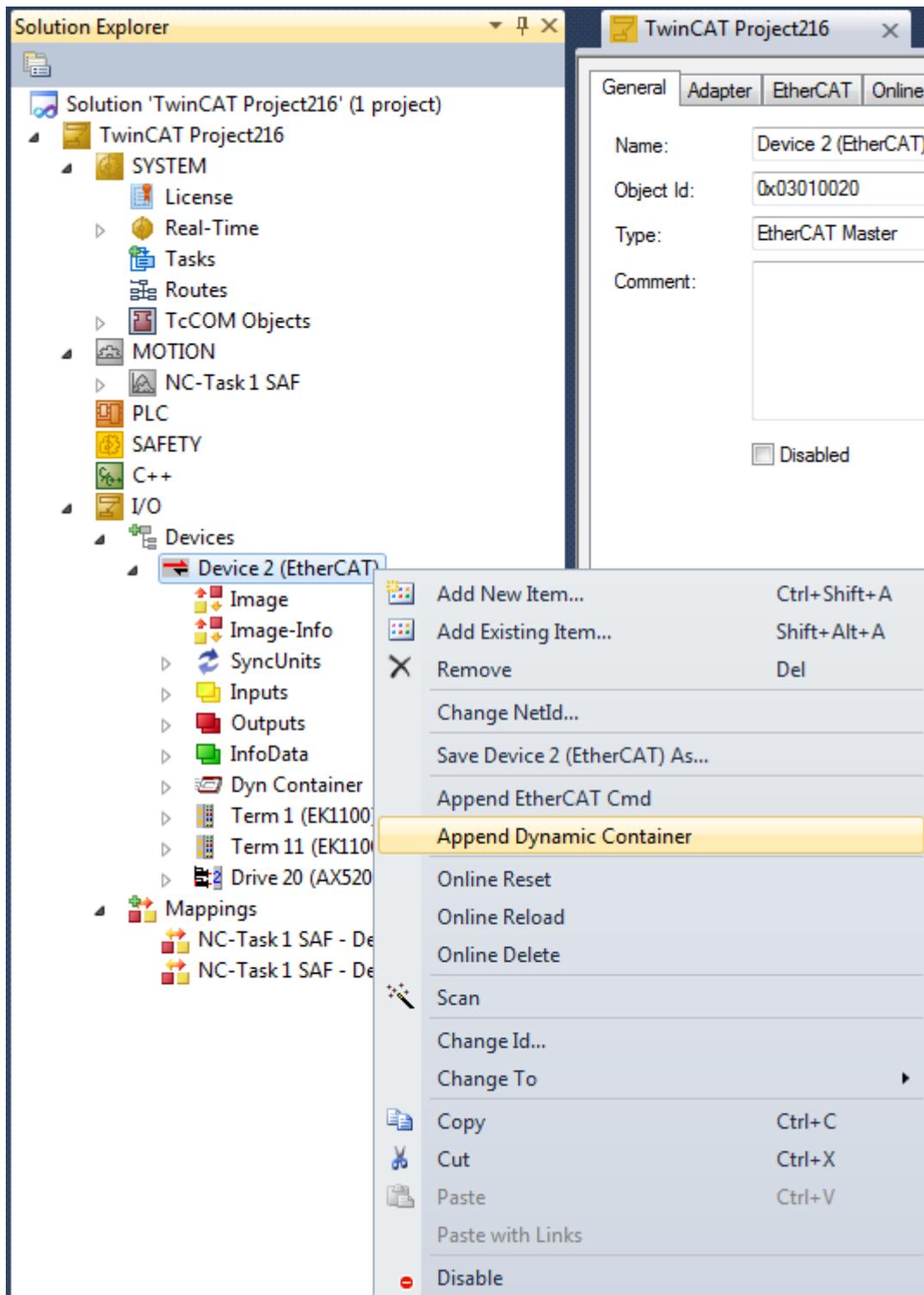
4. TwinCAT-Projekt vorbereiten

Bevor Sie den eigentliche Bode Plot durchführen können, müssen Sie einmalig die Einstellungen am TwinCAT-Projekt anpassen.

TcNcObjects Class Factory bekannt machen: Der Bode Plot wird im TwinCAT-System von einem TcCom Object durchgeführt. Damit dieses automatisch aus dem Bode-Projekt erzeugt werden kann, müssen Sie die Class Factory für TcNcObjects bekannt machen.

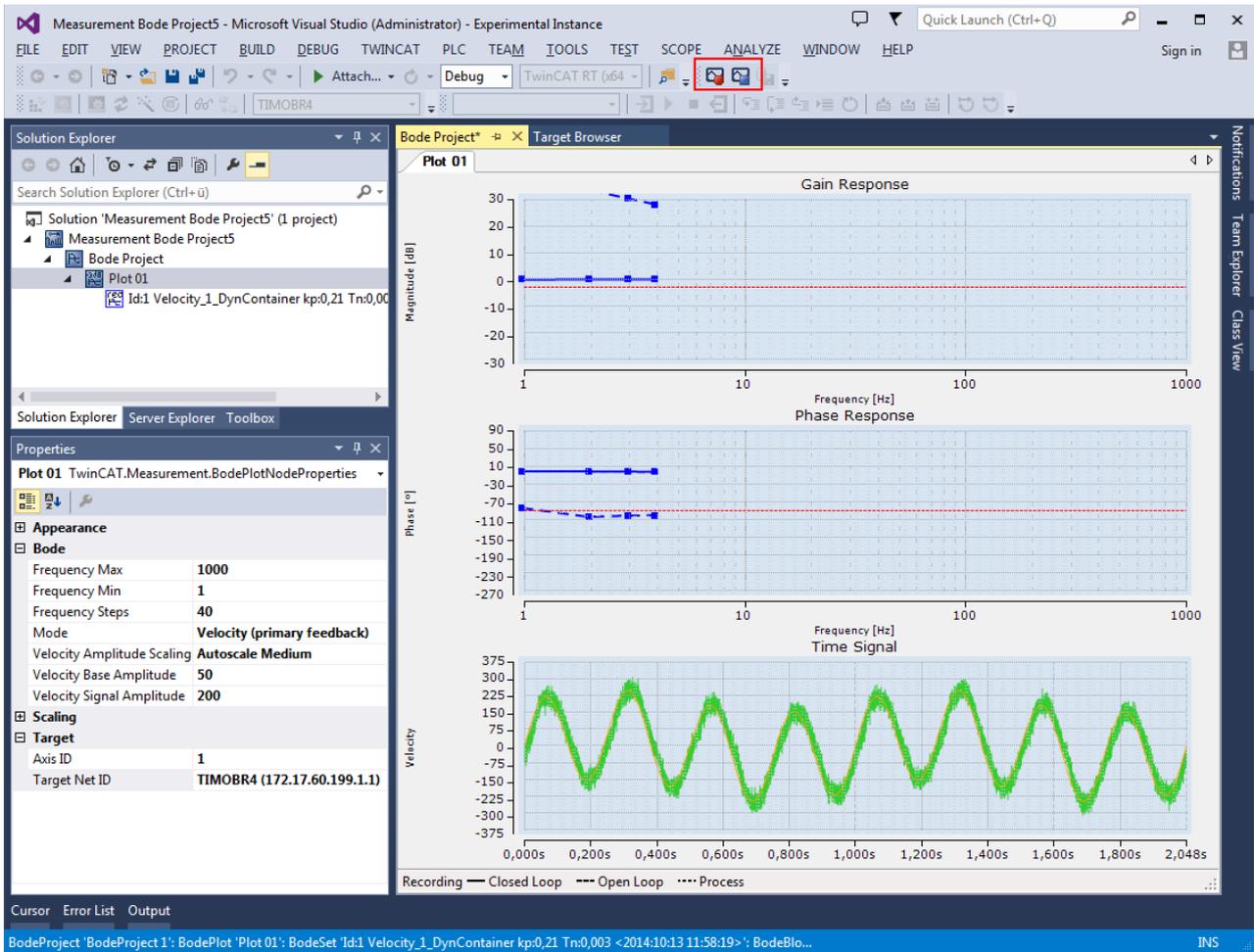


Dynamic Container am EtherCAT Master anfügen: Zur dynamischen Kommunikation mit dem Antrieb reservieren Sie einmalig einen Speicherbereich pro EtherCAT Device. Bestätigen Sie den folgenden Dialog zur Abfrage der Containergröße mit OK.



5. Bode-Plot-Aufnahme erstellen

Nachdem Sie das Zielsystem und die Antriebsachse ausgewählt haben, können Sie in den Properties des Plots die Aufnahme parametrisieren. Die Details zu den Plot-Einstellungen finden Sie im Abschnitt „[Bode Plot - Plot Eigenschaften](#) [► 231]“. Über den Button „Start Record“ in der Measurement Toolbar starten Sie den Bode Plot. Während der Aufnahme werden die aktuellen Zeitsignale unten im Plot angezeigt. Sie können die Aufnahme jederzeit über den Stop-Button abbrechen.



6. Fehler

Wenn es während der Aufnahme zu Fehlern kommt, werden diese in der Error List des Visual Studio angezeigt. So meldet das Bode Plot z. B. eine fehlende Achsfreigabe beim Versuch die Aufnahme zu starten.

Error List					
1 Error 0 Warnings 0 Messages Clear					
Description	File	Line	Column	Project	
1 TwinCAT Measurement (13:04:53.510): BodeProject 'BodeProject 1': BodePlot 'Plot 01': Start bode object failed: Axis not enabled (errorcode: 0x8107)	Bode Project	0	0		

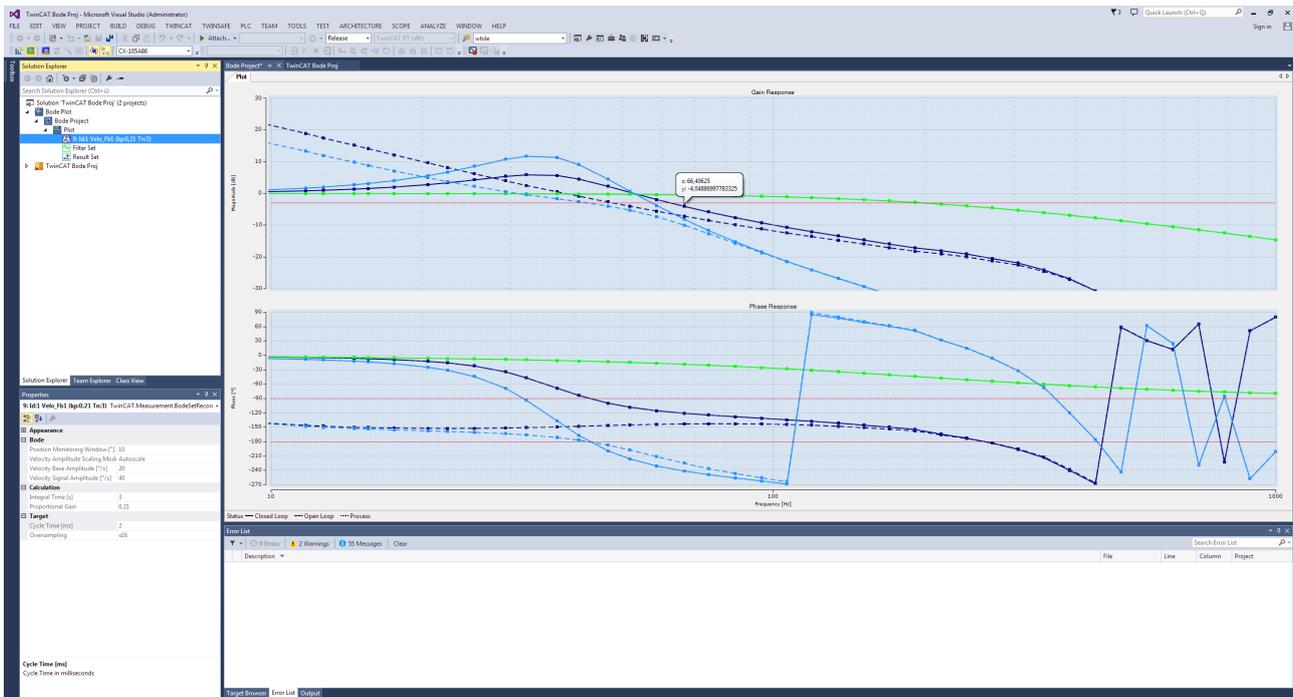
Die Error List zeigt jedoch nur die Fehler, die von Projekten ausgegeben werden, die Teil der aktiven Solution sind.

Beispiel: Wenn für die Antriebsache ein Schleppabstandsfehler gemeldet wird und das Projekt nicht Teil der aktiven Solution ist, wird ein allgemeiner Fehler vom Bode Plot ausgegeben.

Wenn das Projekt Teil der aktiven Solution ist, dann wird der Fehler im Schleppabstand ebenfalls in der Error List ausgeben.

7. Analyse

Nach der Aufnahme können Sie alle bisher erstellten Kennlinien einsehen. In den Properties können Sie die Anzeigeeoptionen ändern. So kann es z. B. sinnvoll sein, sich neben dem „Offenen Regelkreis“ und dem „Geschlossenen Regelkreis“ auch die „Strecke“ anzusehen, oder einzelne Kennlinien hervorzuheben oder auszublenden. Details zu den Einstellungen finden Sie im Abschnitt „Bode Plot - Set Eigenschaften [▶ 271]“. Darüber hinaus können Sie auch Filter Sets zur Simulation von Filtern, oder Result Sets zur Bestimmung von Überlagerungsergebnissen anfügen.



Hinweise zur Konfiguration von TwinCAT-CNC-Achsen

Wenn eine Bode-Plot-Aufnahme von einer TwinCAT-CNC-Achse erstellt werden soll, muss für diese im Achsparametersatz die passende Geschwindigkeitsnormierung f eingestellt werden. Auf Grundlage der internen Geschwindigkeitsskalierung des AX5000 (1 Inkrement entspricht einer Geschwindigkeit von 5,588 10⁻⁵ U/min) wird diese nach folgender Formel berechnet:

$$f = 5,588 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{d}{i}$$

Mit

f: Skalierungsfaktor [µm/min] bzw. [10⁻³°/min]

d: Vorschub pro Motorumdrehung [µm/U] bzw. [10⁻³°/U]

i: Getriebeübersetzungsverhältnis [-]

Der resultierende Faktor muss dann im Achsparametersatz der entsprechenden Achse eingetragen werden. Dies geschieht mittels der Parameter P-AXIS-00205 - P-AXIS-00207.

Beispiel:

Lineare Achse mit 5 mm Vorschub pro Motorumdrehung und Getriebeübersetzung 4.

$$f = 5,588 \cdot 10^{-5} \left[\frac{U}{min} \right] \cdot \frac{5000[\mu m]}{4[U]} = 0.06985 \left[\frac{\mu m}{min} \right]$$

Damit ergeben sich folgende Achsparameter:

antr.v_time_base	0	(P-AXIS-00207: Zeitbasis = 1/min)
antr.v_reso_num	100000	(P-AXIS-00206: Zähler Normierungsfaktor)
antr.v_reso_denom	6985	(P-AXIS-00205: Nenner Normierungsfaktor)

Weitere Informationen zu den Achsparametern finden Sie im Beckhoff Informationssystem in der Dokumentation „TwinCAT CNC“. (TwinCAT 2 > TwinCAT NC > TwinCAT CNC > TwinCAT CNC Achsparameter)

7 Anhang

7.1 Rückgabewerte

7.1.1 ADS Return Codes

Gruppierung der Fehlercodes: 0x000 [► 41]..., 0x500 [► 41]..., 0x700 [► 42]..., 0x1000 [► 44]...

Globale Fehlercodes

Hex	Dec	HRESULT	Name	Beschreibung
0x0	0	0x9811 0000	ERR_NOERROR	Kein Fehler.
0x1	1	0x9811 0001	ERR_INTERNAL	Interner Fehler.
0x2	2	0x9811 0002	ERR_NORTIME	Keine Echtzeit.
0x3	3	0x9811 0003	ERR_ALLOCLOCKEDMEM	Zuweisung gesperrt - Speicherfehler.
0x4	4	0x9811 0004	ERR_INSERTMAILBOX	Postfach voll – Es konnte die ADS Nachricht nicht versendet werden. Reduzieren der Anzahl der ADS Nachrichten pro Zyklus bringt Abhilfe.
0x5	5	0x9811 0005	ERR_WRONGRECEIVEHMSG	Falsches HMSG.
0x6	6	0x9811 0006	ERR_TARGETPORTNOTFOUND	Ziel-Port nicht gefunden – ADS Server ist nicht gestartet oder erreichbar.
0x7	7	0x9811 0007	ERR_TARGETMACHINENOTFOUND	Zielrechner nicht gefunden – AMS Route wurde nicht gefunden.
0x8	8	0x9811 0008	ERR_UNKNOWNCMDID	Unbekannte Befehl-ID.
0x9	9	0x9811 0009	ERR_BADTASKID	Ungültige Task-ID.
0xA	10	0x9811 000A	ERR_NOIO	Kein IO.
0xB	11	0x9811 000B	ERR_UNKNOWNAMSCMD	Unbekannter AMS-Befehl.
0xC	12	0x9811 000C	ERR_WIN32ERROR	Win32 Fehler.
0xD	13	0x9811 000D	ERR_PORTNOTCONNECTED	Port nicht verbunden.
0xE	14	0x9811 000E	ERR_INVALIDAMSLENGTH	Ungültige AMS-Länge.
0xF	15	0x9811 000F	ERR_INVALIDAMSNETID	Ungültige AMS Net ID.
0x10	16	0x9811 0010	ERR_LOWINSTLEVEL	Installations-Level ist zu niedrig –TwinCAT 2 Lizenzfehler.
0x11	17	0x9811 0011	ERR_NODEBUGINTAVAILABLE	Kein Debugging verfügbar.
0x12	18	0x9811 0012	ERR_PORTDISABLED	Port deaktiviert – TwinCAT System Service nicht gestartet.
0x13	19	0x9811 0013	ERR_PORTALREADYCONNECTED	Port bereits verbunden.
0x14	20	0x9811 0014	ERR_AMSSYNC_W32ERROR	AMS Sync Win32 Fehler.
0x15	21	0x9811 0015	ERR_AMSSYNC_TIMEOUT	AMS Sync Timeout.
0x16	22	0x9811 0016	ERR_AMSSYNC_AMSERROR	AMS Sync Fehler.
0x17	23	0x9811 0017	ERR_AMSSYNC_NOINDEXINMAP	Keine Index-Map für AMS Sync vorhanden.
0x18	24	0x9811 0018	ERR_INVALIDAMSPORT	Ungültiger AMS-Port.
0x19	25	0x9811 0019	ERR_NOMEMORY	Kein Speicher.
0x1A	26	0x9811 001A	ERR_TCPSEND	TCP Sendefehler.
0x1B	27	0x9811 001B	ERR_HOSTUNREACHABLE	Host nicht erreichbar.
0x1C	28	0x9811 001C	ERR_INVALIDAMSFRAGMENT	Ungültiges AMS Fragment.
0x1D	29	0x9811 001D	ERR_TLSEND	TLS Sendefehler – Secure ADS Verbindung fehlgeschlagen.
0x1E	30	0x9811 001E	ERR_ACCESSDENIED	Zugriff Verweigert – Secure ADS Zugriff verweigert.

Router Fehlercodes

Hex	Dec	HRESULT	Name	Beschreibung
0x500	1280	0x9811 0500	ROUTERERR_NOLOCKEDMEMORY	Lockierter Speicher kann nicht zugewiesen werden.
0x501	1281	0x9811 0501	ROUTERERR_RESIZEMEMORY	Die Größe des Routerspeichers konnte nicht geändert werden.
0x502	1282	0x9811 0502	ROUTERERR_MAILBOXFULL	Das Postfach hat die maximale Anzahl der möglichen Meldungen erreicht.
0x503	1283	0x9811 0503	ROUTERERR_DEBUGBOXFULL	Das Debug Postfach hat die maximale Anzahl der möglichen Meldungen erreicht.
0x504	1284	0x9811 0504	ROUTERERR_UNKNOWNPORTTYPE	Der Porttyp ist unbekannt.
0x505	1285	0x9811 0505	ROUTERERR_NOTINITIALIZED	Router ist nicht initialisiert.
0x506	1286	0x9811 0506	ROUTERERR_PORTALREADYINUSE	Die Portnummer ist bereits vergeben.
0x507	1287	0x9811 0507	ROUTERERR_NOTREGISTERED	Der Port ist nicht registriert.
0x508	1288	0x9811 0508	ROUTERERR_NOMOREQUEUES	Die maximale Portanzahl ist erreicht.
0x509	1289	0x9811 0509	ROUTERERR_INVALIDPORT	Der Port ist ungültig.
0x50A	1290	0x9811 050A	ROUTERERR_NOTACTIVATED	Der Router ist nicht aktiv.
0x50B	1291	0x9811 050B	ROUTERERR_FRAGMENTBOXFULL	Das Postfach hat die maximale Anzahl für fragmentierte Nachrichten erreicht.
0x50C	1292	0x9811 050C	ROUTERERR_FRAGMENTTIMEOUT	Fragment Timeout aufgetreten.
0x50D	1293	0x9811 050D	ROUTERERR_TOBEREMOVED	Port wird entfernt.

Allgemeine ADS Fehlercodes

Hex	Dec	HRESULT	Name	Beschreibung
0x700	1792	0x9811 0700	ADSERR_DEVICE_ERROR	Allgemeiner Gerätefehler.
0x701	1793	0x9811 0701	ADSERR_DEVICE_SRVNOTSUPP	Service wird vom Server nicht unterstützt.
0x702	1794	0x9811 0702	ADSERR_DEVICE_INVALIDGRP	Ungültige Index-Gruppe.
0x703	1795	0x9811 0703	ADSERR_DEVICE_INVALIDOFFSET	Ungültiger Index-Offset.
0x704	1796	0x9811 0704	ADSERR_DEVICE_INVALIDACCESS	Lesen oder Schreiben nicht gestattet.
0x705	1797	0x9811 0705	ADSERR_DEVICE_INVALIDSIZE	Parametergröße nicht korrekt.
0x706	1798	0x9811 0706	ADSERR_DEVICE_INVALIDDATA	Ungültige Daten-Werte.
0x707	1799	0x9811 0707	ADSERR_DEVICE_NOTREADY	Gerät nicht betriebsbereit.
0x708	1800	0x9811 0708	ADSERR_DEVICE_BUSY	Gerät beschäftigt.
0x709	1801	0x9811 0709	ADSERR_DEVICE_INVALIDCONTEXT	Ungültiger Kontext vom Betriebssystem - Kann durch Verwendung von ADS Bausteinen in unterschiedlichen Tasks auftreten. Abhilfe kann die Multi-tasking-Synchronisation in der SPS geben.
0x70A	1802	0x9811 070A	ADSERR_DEVICE_NOMEMORY	Nicht genügend Speicher.
0x70B	1803	0x9811 070B	ADSERR_DEVICE_INVALIDPARAM	Ungültige Parameter-Werte.
0x70C	1804	0x9811 070C	ADSERR_DEVICE_NOTFOUND	Nicht gefunden (Dateien,...).
0x70D	1805	0x9811 070D	ADSERR_DEVICE_SYNTAX	Syntax-Fehler in Datei oder Befehl.
0x70E	1806	0x9811 070E	ADSERR_DEVICE_INCOMPATIBLE	Objekte stimmen nicht überein.
0x70F	1807	0x9811 070F	ADSERR_DEVICE_EXISTS	Objekt ist bereits vorhanden.
0x710	1808	0x9811 0710	ADSERR_DEVICE_SYMBOLNOTFOUND	Symbol nicht gefunden.
0x711	1809	0x9811 0711	ADSERR_DEVICE_SYMBOLVERSIONINVALID	Symbol-Version ungültig – Kann durch einen Online-Change auftreten. Erzeuge einen neuen Handle.
0x712	1810	0x9811 0712	ADSERR_DEVICE_INVALIDSTATE	Gerät (Server) ist im ungültigen Zustand.
0x713	1811	0x9811 0713	ADSERR_DEVICE_TRANSMODENOTSUPP	AdsTransMode nicht unterstützt.
0x714	1812	0x9811 0714	ADSERR_DEVICE_NOTIFYHANDINVALID	Notification Handle ist ungültig.
0x715	1813	0x9811 0715	ADSERR_DEVICE_CLIENTUNKNOWN	Notification-Client nicht registriert.
0x716	1814	0x9811 0716	ADSERR_DEVICE_NOMOREHDL	Keine weiteren Handles verfügbar.
0x717	1815	0x9811 0717	ADSERR_DEVICE_INVALIDWATCHSIZE	Größe der Notification zu groß.
0x718	1816	0x9811 0718	ADSERR_DEVICE_NOTINIT	Gerät nicht initialisiert.
0x719	1817	0x9811 0719	ADSERR_DEVICE_TIMEOUT	Gerät hat einen Timeout.
0x71A	1818	0x9811 071A	ADSERR_DEVICE_NOINTERFACE	Interface Abfrage fehlgeschlagen.
0x71B	1819	0x9811 071B	ADSERR_DEVICE_INVALIDINTERFACE	Falsches Interface angefordert.
0x71C	1820	0x9811 071C	ADSERR_DEVICE_INVALIDCLSID	Class-ID ist ungültig.
0x71D	1821	0x9811 071D	ADSERR_DEVICE_INVALIDOBJID	Object-ID ist ungültig.
0x71E	1822	0x9811 071E	ADSERR_DEVICE_PENDING	Anforderung steht aus.
0x71F	1823	0x9811 071F	ADSERR_DEVICE_ABORTED	Anforderung wird abgebrochen.
0x720	1824	0x9811 0720	ADSERR_DEVICE_WARNING	Signal-Warnung.
0x721	1825	0x9811 0721	ADSERR_DEVICE_INVALIDARRAYIDX	Ungültiger Array-Index.
0x722	1826	0x9811 0722	ADSERR_DEVICE_SYMBOLNOTACTIVE	Symbol nicht aktiv.
0x723	1827	0x9811 0723	ADSERR_DEVICE_ACCESSDENIED	Zugriff verweigert.
0x724	1828	0x9811 0724	ADSERR_DEVICE_LICENSENOTFOUND	Fehlende Lizenz.
0x725	1829	0x9811 0725	ADSERR_DEVICE_LICENSEEXPIRED	Lizenz abgelaufen.
0x726	1830	0x9811 0726	ADSERR_DEVICE_LICENSEEXCEEDED	Lizenz überschritten.
0x727	1831	0x9811 0727	ADSERR_DEVICE_LICENSEINVALID	Lizenz ungültig.
0x728	1832	0x9811 0728	ADSERR_DEVICE_LICENSESYSTEMID	Lizenzproblem: System-ID ist ungültig.
0x729	1833	0x9811 0729	ADSERR_DEVICE_LICENSENOTIMELIMIT	Lizenz nicht zeitlich begrenzt.
0x72A	1834	0x9811 072A	ADSERR_DEVICE_LICENSEFUTUREISSUE	Lizenzproblem: Zeitpunkt in der Zukunft.
0x72B	1835	0x9811 072B	ADSERR_DEVICE_LICENSETIMETOLONG	Lizenz-Zeitraum zu lang.
0x72C	1836	0x9811 072C	ADSERR_DEVICE_EXCEPTION	Exception beim Systemstart.
0x72D	1837	0x9811 072D	ADSERR_DEVICE_LICENSEDUPLICATED	Lizenz-Datei zweimal gelesen.
0x72E	1838	0x9811 072E	ADSERR_DEVICE_SIGNATUREINVALID	Ungültige Signatur.
0x72F	1839	0x9811 072F	ADSERR_DEVICE_CERTIFICATEINVALID	Zertifikat ungültig.
0x730	1840	0x9811 0730	ADSERR_DEVICE_LICENSEOEMNOTFOUND	Public Key vom OEM nicht bekannt.
0x731	1841	0x9811 0731	ADSERR_DEVICE_LICENSERESTRICTED	Lizenz nicht gültig für diese System.ID.
0x732	1842	0x9811 0732	ADSERR_DEVICE_LICENSEDEMODENIED	Demo-Lizenz untersagt.
0x733	1843	0x9811 0733	ADSERR_DEVICE_INVALIDFNCID	Funktions-ID ungültig.
0x734	1844	0x9811 0734	ADSERR_DEVICE_OUTOFRANGE	Außerhalb des gültigen Bereiches.
0x735	1845	0x9811 0735	ADSERR_DEVICE_INVALIDALIGNMENT	Ungültiges Alignment.

Hex	Dec	HRESULT	Name	Beschreibung
0x736	1846	0x9811 0736	ADSERR_DEVICE_LICENSEPLATFORM	Ungültiger Plattform Level.
0x737	1847	0x9811 0737	ADSERR_DEVICE_FORWARD_PL	Kontext – Weiterleitung zum Passiv-Level.
0x738	1848	0x9811 0738	ADSERR_DEVICE_FORWARD_DL	Kontext – Weiterleitung zum Dispatch-Level.
0x739	1849	0x9811 0739	ADSERR_DEVICE_FORWARD_RT	Kontext – Weiterleitung zur Echtzeit.
0x740	1856	0x9811 0740	ADSERR_CLIENT_ERROR	Clientfehler.
0x741	1857	0x9811 0741	ADSERR_CLIENT_INVALIDPARG	Dienst enthält einen ungültigen Parameter.
0x742	1858	0x9811 0742	ADSERR_CLIENT_LISTEMPTY	Polling-Liste ist leer.
0x743	1859	0x9811 0743	ADSERR_CLIENT_VARUSED	Var-Verbindung bereits im Einsatz.
0x744	1860	0x9811 0744	ADSERR_CLIENT_DUPLINVOKEID	Die aufgerufene ID ist bereits in Benutzung.
0x745	1861	0x9811 0745	ADSERR_CLIENT_SYNCTIMEOUT	Timeout ist aufgetreten – Die Gegenstelle antwortet nicht im vorgegebenen ADS Timeout. Die Routeneinstellung der Gegenstelle kann falsch konfiguriert sein.
0x746	1862	0x9811 0746	ADSERR_CLIENT_W32ERROR	Fehler im Win32 Subsystem.
0x747	1863	0x9811 0747	ADSERR_CLIENT_TIMEOUTINVALID	Ungültiger Client Timeout-Wert.
0x748	1864	0x9811 0748	ADSERR_CLIENT_PORTNOTOPEN	Port nicht geöffnet.
0x749	1865	0x9811 0749	ADSERR_CLIENT_NOAMSADDR	Keine AMS Adresse.
0x750	1872	0x9811 0750	ADSERR_CLIENT_SYNCINTERNAL	Interner Fehler in Ads-Sync.
0x751	1873	0x9811 0751	ADSERR_CLIENT_ADDHASH	Überlauf der Hash-Tabelle.
0x752	1874	0x9811 0752	ADSERR_CLIENT_REMOVEHASH	Schlüssel in der Tabelle nicht gefunden.
0x753	1875	0x9811 0753	ADSERR_CLIENT_NOMORESVM	Keine Symbole im Cache.
0x754	1876	0x9811 0754	ADSERR_CLIENT_SYNCRESINVALID	Ungültige Antwort erhalten.
0x755	1877	0x9811 0755	ADSERR_CLIENT_SYNCPORTLOCKED	Sync Port ist verriegelt.

RTime Fehlercodes

Hex	Dec	HRESULT	Name	Beschreibung
0x1000	4096	0x9811 1000	RTERR_INTERNAL	Interner Fehler im Echtzeit-System.
0x1001	4097	0x9811 1001	RTERR_BADTIMERPERIODS	Timer-Wert nicht gültig.
0x1002	4098	0x9811 1002	RTERR_INVALIDTASKPTR	Task-Pointer hat den ungültigen Wert 0 (null).
0x1003	4099	0x9811 1003	RTERR_INVALIDSTACKPTR	Stack-Pointer hat den ungültigen Wert 0 (null).
0x1004	4100	0x9811 1004	RTERR_PRIOEXISTS	Die Request Task Priority ist bereits vergeben.
0x1005	4101	0x9811 1005	RTERR_NOMORETCB	Kein freier TCB (Task Control Block) verfügbar. Maximale Anzahl von TCBs beträgt 64.
0x1006	4102	0x9811 1006	RTERR_NOMORESEMAS	Keine freien Semaphoren zur Verfügung. Maximale Anzahl der Semaphoren beträgt 64.
0x1007	4103	0x9811 1007	RTERR_NOMOREQUEUES	Kein freier Platz in der Warteschlange zur Verfügung. Maximale Anzahl der Plätze in der Warteschlange beträgt 64.
0x100D	4109	0x9811 100D	RTERR_EXTIRQALREADYDEF	Ein externer Synchronisations-Interrupt wird bereits angewandt.
0x100E	4110	0x9811 100E	RTERR_EXTIRQNOTDEF	Kein externer Sync-Interrupt angewandt.
0x100F	4111	0x9811 100F	RTERR_EXTIRQINSTALLFAILED	Anwendung des externen Synchronisierungs-Interrupts ist fehlgeschlagen.
0x1010	4112	0x9811 1010	RTERR_IRQNOTLESSOREQUAL	Aufruf einer Service-Funktion im falschen Kontext
0x1017	4119	0x9811 1017	RTERR_VMXNOTSUPPORTED	Intel VT-x Erweiterung wird nicht unterstützt.
0x1018	4120	0x9811 1018	RTERR_VMXDISABLED	Intel VT-x Erweiterung ist nicht aktiviert im BIOS.
0x1019	4121	0x9811 1019	RTERR_VMXCONTROLSMISSING	Fehlende Funktion in Intel VT-x Erweiterung.
0x101A	4122	0x9811 101A	RTERR_VMXENABLEFAILS	Aktivieren von Intel VT-x schlägt fehl.

TCP Winsock-Fehlercodes

Hex	Dec	Name	Beschreibung
0x274C	10060	WSAETIMEDOUT	Verbindungs Timeout aufgetreten - Fehler beim Herstellen der Verbindung, da die Gegenstelle nach einer bestimmten Zeitspanne nicht ordnungsgemäß reagiert hat, oder die hergestellte Verbindung konnte nicht aufrecht erhalten werden, da der verbundene Host nicht reagiert hat.
0x274D	10061	WSAECONNREFUSED	Verbindung abgelehnt - Es konnte keine Verbindung hergestellt werden, da der Zielcomputer dies explizit abgelehnt hat. Dieser Fehler resultiert normalerweise aus dem Versuch, eine Verbindung mit einem Dienst herzustellen, der auf dem fremden Host inaktiv ist—das heißt, einem Dienst, für den keine Serveranwendung ausgeführt wird.
0x2751	10065	WSAEHOSTUNREACH	Keine Route zum Host - Ein Socketvorgang bezog sich auf einen nicht verfügbaren Host.
Weitere Winsock-Fehlercodes: Win32-Fehlercodes			

7.1.2 Bode Return Codes

Folgende Bode Plot spezifischen Fehlercodes werden im Bode Plot Server verwendet:

Code (Hex)	Code (Dec)	Symbol	Beschreibung
0x8100	33024	INTERNAL	Internal error
0x8101	33025	NOTINITIALIZED	Not initialized (e.g. no nc axis)
0x8102	33026	INVALIDPARAM	Invalid parameter
0x8103	33027	INVALIDOFFSET	Invalid index offset
0x8104	33028	INVALIDSIZE	Invalid parameter size
0x8105	33029	INVALIDSTARTPARAM	Invalid start parameter (set point generator)
0x8106	33030	NOTSUPPORTED	Not supported
0x8107	33031	AXISNOTENABLED	Nc axis not enabled
0x8108	33032	AXISINERRORSTATE	Nc axis in error state
0x8109	33033	DRIVEINERRORSTATE	IO drive in error state
0x810A	33034	AXISANDDRIVEINERROR-STATE	Nc axis AND IO drive in error state
0x810B	33035	INVALIDDRIVEOPMODE	Invalid drive operation mode active or requested (no bode plot mode)
0x810C	33036	INVALIDCONTEXT	Invalid context for this command (mandatory task or windows context needed)
0x810D	33037	NOAXISINTERFACE	Missing TCom axis interface (axis null pointer). Es fehlt eine Verbindung zur NC Achse. Entweder ist keine Achse (bzw. Achs-ID) parametrieren worden oder die parametrierte Achse existiert nicht.
0x810E	33038	INPUTCYCLECOUNTER	Invalid input cycle counter from IO drive (e.g. frozen). Während der BodePlot Aufzeichnung werden die zyklischen Antriebsdaten durch einen „InputCycleCounter“ gesichert. Hierdurch kann zum einen ein unerwarteter Kommunikationsverlust erkannt (Stichwort LifeCounter) und zum anderen auf zeitliche Datenkonsistenz geprüft werden. Beispiel 1: Dieser Fehler kann auftreten wenn die Zykluszeit der aufrufenden Task grösser ist als die angenommene Antriebszykluszeit (dann kommt der Fehler allerdings gleich beim Start der Aufzeichnung). Beispiel 2: Dieser Fehler kann auftreten wenn die aufrufende Task Echtzeitstörungen hat (z.B. der "Exceed Counter" der Task hochzählt oder die Task niederprior ist wie z.B. oft bei der PLC). Hier könnte der Fehler jederzeit auch während der Aufnahme auftreten. Beispiel 3: Dieser Fehler kann vermehrt auftreten wenn die Echtzeitauslastung auf der Rechner recht groß ist (> 50%). Anmerkung: Siehe auch korrespondierenden AX5000 Drive Fehlercode F440.

Code (Hex)	Code (Dec)	Symbol	Beschreibung
0x810F	33039	POSITIONMONITORING (=> NC Runtime Error)	<p>Position monitoring: Axis position is outside of the maximum allowed moving range.</p> <p>Die Achse hat das parametrisierte Positions-bereichs-fenster verlassen woraufhin die Aufnahme abgebrochen und die NC Achse in den Fehlerzustand 0x810F versetzt wird (mit Standard NC Fehlerhandling).</p> <p>Das Positionsbereichsfenster wirkt symmetrisch um die Startposition der Achse (s.a. Parameterbeschreibung <i>Position Monitoring Window</i>).</p> <p>Typische Fehlermeldung im Logger: <i>"BodePlot: 'Position Monitoring' error 0x%x because the actual position %f is above the maximum limit %f of the allowed position range (StartPos=%f, Window=%f)"</i></p>
0x8110	33040	DRIVELIMITATIONDETECTED	<p>Driver limitations detected (current or velocity limitations) which causes a nonlinear behavior and invalid results of the bode plot.</p> <p>Eine BodePlot Aufzeichnung setzt eine näherungsweise lineare Übertragungstrecke voraus. Wenn es im Antriebsgerät allerdings zu Limitierungen (Begrenzungen) der Geschwindigkeit oder des Stromes kommt, dann wird dieses nichtlineare Verhalten erkannt und eine Bodeplot Aufzeichnung wird abgebrochen. Gründe für diese Limitierungen kann eine für das Positions-, Geschwindigkeits- oder Torque-Interface zu groß gewählte Amplitude sein oder eine ungeeignete Wahl des Amplituden Skalierungsmode (s.a. Parameterbeschreibung <i>Amplitude Scaling Mode, Base Amplitude, Signal Amplitude</i>).</p> <p>Typische Fehlermeldung im Logger: <i>"BodePlot: Sequence aborted with error 0x%x because the current limit of the drive has been exceeded (%d times) which causes a nonlinear behavior and invalid results of the bode plot"</i></p>

Code (Hex)	Code (Dec)	Symbol	Beschreibung
0x8111	33041	LIFECOUNTERMONITORING (=> NC Runtime Error)	Life counter monitoring (heartbeat): Lost of communication to GUI detected after watchdog timeout is elapsed. Das grafische Benutzerinterface, aus dem die Bodeplot Aufzeichnung gestartet wurde, kommuniziert nicht mehr im erwarteten Rhythmus mit dem BodePlot Treiber (Stichwort „Life Counter“). Deshalb wird die Aufzeichnung sofort beendet und die NC Achse in den Fehlerzustand 0x8111 versetzt (mit Standard NC Fehlerhandling). Mögliche Gründe hierfür können ein Absturz der Bedienoberfläche oder eine erhebliche Störung des Windows Kontextes sein. Typische Fehlermeldung im Logger: <i>"BodePlot: Sequence aborted with GUI Life Counter error 0x%x because the WatchDog timeout of %f s elapsed ("%s")"</i>
0x8112	33042	NCERR_BODEPLOT_WCSTATE	WC state error (IO data working counter) IO working counter Fehler (WC state) durch z.B. Echtzeitstörungen, EtherCAT CRC-Fehler oder Telegrammausfälle, EtherCAT Teilnehmer nicht in Kommunikation (OP-state), etc.
0x8113- 0x811F	33043- 33055	RESERVED	Reservierter Bereich

7.2 FAQ - Häufig gestellte Fragen und Antworten

In diesem Bereich werden häufig gestellte Fragen beantwortet, um Ihnen die Arbeit mit TwinCAT 3 Bode Plot zu erleichtern.

Wenn Sie noch weitere Fragen haben, kontaktieren Sie bitte unseren Support (-157) und verlangen nach einem Antriebsexperten.

1. [Kann eine Maschine durch die Bode Funktion in kritische Situationen kommen? \[► 48\]](#)
2. [Die Bode Aufzeichnung wird gestartet und nichts passiert. Was kann die Ursache sein? \[► 48\]](#)
3. [Ist die Bode Funktion im U/F Mode mit einem Asynchronmotor ausführbar? \[► 49\]](#)
4. [Darf die Bode Funktion bei vertikalen Achsen gestartet werden? \[► 49\]](#)
5. [Wie verhält sich die Bode Funktion an spielbehafteten Achsen? \[► 49\]](#)
6. [Kann die Bode Funktion mit „nicht Beckhoff Motoren“ genutzt werden? \[► 49\]](#)
7. [Wieviele Messpunkte sollten für eine sinnvolle Darstellung gewählt werden? \[► 49\]](#)
8. [Welche Messbereiche sind sinnvoll? \[► 49\]](#)
9. [Hat die Zykluszeit der NC einen Einfluss auf die Bode Darstellung? \[► 49\]](#)
10. [Welche Systemvoraussetzungen muss mein PC erfüllen? \[► 49\]](#)
11. [Werden in TwinCAT Measurement Produkten Open Source Softwarekomponenten verwendet? \[► 49\]](#)

Kann eine Maschine durch die Bode Funktion in kritische Situationen kommen?

Ja, durch das Auftreten einer mechanischen Resonanz kann es zu einer ungewollten Bewegung kommen. Deshalb ist ein funktionierender Notauskreis zwingend erforderlich.

Die Bode Aufzeichnung wird gestartet und nichts passiert. Was kann die Ursache sein?

Mögliche Gründe können sein:

- Die Achse ist nicht freigegeben.
- Ein Antriebsfehler steht an. (Dieser kann im TC_Drive_Manager ausgelesen werden.)
- Safety hat die Freigabe entzogen.
- Schleppfehlerüberwachung aktiv.

Ist die Bode-Funktion im U/F Mode mit einem Asynchronmotor ausführbar?

Nein, die Bode Funktion ist nur im geregelten Betrieb mit Feedback möglich.

Darf die Bode-Funktion bei vertikalen Achsen gestartet werden?

Ja, aber nur im Mode „Velocity“. Beachten Sie, dass es hierbei zu einem „Wegdriften“ der Achse kommen kann. Falls die Achse mit einer pneumatischen Unterstützung ausgerüstet ist, beeinflusst diese Dämpfung auch das Messergebnis.

Wie verhält sich die Bode-Funktion an spielbehafteten Achsen?

Die Masse ist eventuell messtechnisch abgekoppelt. Hierbei ist es besonders wichtig, die Grundschiwingung und Messamplitude anzupassen.

Kann die Bode-Funktion mit „nicht Beckhoff Motoren“ genutzt werden?

Ja, es besteht keine Hersteller Einschränkung.

Wieviel Messpunkte sollten für eine sinnvolle Darstellung gewählt werden?

10 bis 20 pro Dekade und bei Bedarf natürlich mehr.

Welche Messbereiche sind sinnvoll?

Im Velocity-Mode 5 - 500Hz, im Strom-Mode 50 - 3000Hz.

Hat die Zykluszeit der NC einen Einfluss auf die Bode-Darstellung?

Die Messwerte werden im sogenannten Dynamischen Container übertragen. Weiterhin sorgt das Oversampling-Verfahren für eine exakte Wiedergabe der Messwerte. Die NC Zykluszeit sollte bei $\leq 2\text{ms}$ liegen.

Welche Systemvoraussetzungen muss mein PC erfüllen?

Mindestens TC3.1X4016.x XAE und damit verbundenen Systemvoraussetzungen.

Werden in TwinCAT Measurement Produkten Open Source Softwarekomponenten verwendet?

Ja es werden verschiedene Open Source Komponenten verwendet.
Bitte sehen Sie dazu die Information auf der Seite [Third-party components](#) [► 51].

7.3 Support und Service

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

Beckhoff Niederlassungen und Vertretungen

Wenden Sie sich bitte an Ihre Beckhoff Niederlassung oder Ihre Vertretung für den lokalen Support und Service zu Beckhoff Produkten!

Die Adressen der weltweiten Beckhoff Niederlassungen und Vertretungen entnehmen Sie bitte unseren Internetseiten: <https://www.beckhoff.de>

Dort finden Sie auch weitere Dokumentationen zu Beckhoff Komponenten.

Beckhoff Support

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

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

Hotline: +49(0)5246 963 157
Fax: +49(0)5246 963 9157
E-Mail: support@beckhoff.com

Beckhoff Service

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

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

Hotline: +49(0)5246 963 460
Fax: +49(0)5246 963 479
E-Mail: service@beckhoff.com

Beckhoff Firmenzentrale

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG

Hülshorstweg 20
33415 Verl
Deutschland

Telefon: +49(0)5246 963 0
Fax: +49(0)5246 963 198
E-Mail: info@beckhoff.com
Internet: <https://www.beckhoff.de>

7.4 Third-party components

This software contains third-party components.

Please refer to the license file provided in the following folder for further information:

...\TwinCAT\Functions\TwinCAT Measurement\Legal

Glossar

Bode Diagramm/Plot

Darstellung von zwei Funktionsgraphen, wobei einer die Amplitudenverstärkung und einer die Phasenverschiebung ausgibt.

Filter Set

Zeigt die Kennlinie eines Filters im TwinCAT Bode-Plot-Projekt an.

Record Set

Zeigt das Ergebnis einer realen Messung im TwinCAT Bode-Plot-Projekt im Visual Studio an.

Result Set

Zeigt das kombinierte Ergebnis von zwei bereits vorhandenen Sets an.

Mehr Informationen:
www.beckhoff.de/te1320

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

