

SIEMENS



Anwendungsbeispiel •02/2016

Leitfaden zur Inbetriebnahme eines positionsgeregelten Antriebs

SIMATIC S7-1500, SINAMICS G120



<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109479977>

Gewährleistung und Haftung

Hinweis

Die Anwendungsbeispiele sind unverbindlich und erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit hinsichtlich Konfiguration und Ausstattung sowie jeglicher Eventualitäten. Die Anwendungsbeispiele stellen keine kundenspezifischen Lösungen dar, sondern sollen lediglich Hilfestellung bieten bei typischen Aufgabenstellungen. Sie sind für den sachgemäßen Betrieb der beschriebenen Produkte selbst verantwortlich. Diese Anwendungsbeispiele entheben Sie nicht der Verpflichtung zu sicherem Umgang bei Anwendung, Installation, Betrieb und Wartung. Durch Nutzung dieser Anwendungsbeispiele erkennen Sie an, dass wir über die beschriebene Haftungsregelung hinaus nicht für etwaige Schäden haftbar gemacht werden können. Wir behalten uns das Recht vor, Änderungen an diesen Anwendungsbeispiele jederzeit ohne Ankündigung durchzuführen. Bei Abweichungen zwischen den Vorschlägen in diesem Anwendungsbeispiel und anderen Siemens Publikationen, wie z. B. Katalogen, hat der Inhalt der anderen Dokumentation Vorrang.

Für die in diesem Dokument enthaltenen Informationen übernehmen wir keine Gewähr.

Unsere Haftung, gleich aus welchem Rechtsgrund, für durch die Verwendung der in diesem Applikationsbeispiel beschriebenen Beispiele, Hinweise, Programme, Projektierungs- und Leistungsdaten usw. verursachte Schäden ist ausgeschlossen, soweit nicht z. B. nach dem Produkthaftungsgesetz in Fällen des Vorsatzes, der groben Fahrlässigkeit, wegen der Verletzung des Lebens, des Körpers oder der Gesundheit, wegen einer Übernahme der Garantie für die Beschaffenheit einer Sache, wegen des arglistigen Verschweigens eines Mangels oder wegen Verletzung wesentlicher Vertragspflichten zwingend gehaftet wird. Der Schadensersatz wegen Verletzung wesentlicher Vertragspflichten ist jedoch auf den vertragstypischen, vorhersehbaren Schaden begrenzt, soweit nicht Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit vorliegt oder wegen der Verletzung des Lebens, des Körpers oder der Gesundheit zwingend gehaftet wird. Eine Änderung der Beweislast zu Ihrem Nachteil ist hiermit nicht verbunden.

Weitergabe oder Vervielfältigung dieser Anwendungsbeispiele oder Auszüge daraus sind nicht gestattet, soweit nicht ausdrücklich von der Siemens AG zugestanden.

Security-hinweise

Siemens bietet Produkte und Lösungen mit Industrial Security-Funktionen an, die den sicheren Betrieb von Anlagen, Systemen, Maschinen und Netzwerken unterstützen. Um Anlagen, Systeme, Maschinen und Netzwerke gegen Cyber-Bedrohungen zu sichern, ist es erforderlich, ein ganzheitliches Industrial Security-Konzept zu implementieren (und kontinuierlich aufrechtzuerhalten), das dem aktuellen Stand der Technik entspricht. Die Produkte und Lösungen von Siemens formen nur einen Bestandteil eines solchen Konzepts.

Der Kunde ist dafür verantwortlich, unbefugten Zugriff auf seine Anlagen, Systeme, Maschinen und Netzwerke zu verhindern. Systeme, Maschinen und Komponenten sollten nur mit dem Unternehmensnetzwerk oder dem Internet verbunden werden, wenn und soweit dies notwendig ist und entsprechende Schutzmaßnahmen (z.B. Nutzung von Firewalls und Netzwerksegmentierung) ergriffen wurden.

Zusätzlich sollten die Empfehlungen von Siemens zu entsprechenden Schutzmaßnahmen beachtet werden. Weiterführende Informationen über Industrial Security finden Sie unter <http://www.siemens.com/industrialsecurity>.

Die Produkte und Lösungen von Siemens werden ständig weiterentwickelt, um sie noch sicherer zu machen. Siemens empfiehlt ausdrücklich, Aktualisierungen durchzuführen, sobald die entsprechenden Updates zur Verfügung stehen und immer nur die aktuellen Produktversionen zu verwenden. Die Verwendung veralteter oder nicht mehr unterstützter Versionen kann das Risiko von Cyber-Bedrohungen erhöhen.

Um stets über Produkt-Updates informiert zu sein, abonnieren Sie den Siemens Industrial Security RSS Feed unter <http://www.siemens.com/industrialsecurity>.

Inhaltsverzeichnis

	Gewährleistung und Haftung	2
1	Aufgabe	4
	1.1 Übersicht	4
2	Lösung	5
	2.1 Übersicht	5
	2.2 Hard- und Software-Komponenten	6
	2.2.1 Gültigkeit.....	6
	2.2.2 Verwendete Komponenten.....	6
3	Funktionsweise	7
	3.1 Ablauf der Inbetriebnahme	7
	3.2 Inbetriebnahme des Antriebs	9
	3.2.1 Überprüfung von Drehzahl, Drehrichtung und Regelsinn	9
	3.2.2 Optimierung des Drehzahlreglers	10
	3.2.3 maximale Dynamik ermitteln	13
	3.3 Inbetriebnahme des Technologieobjekts	16
	3.3.1 Überprüfung der Positionsgebereinstellung	16
	3.3.2 Überprüfung der Drehzahlnormierung und Verfahrrichtung.....	17
	3.3.3 Optimierung des Lagereglers	19
	3.3.4 Optimierung der Vorsteuerung.....	23
	3.4 Zusammenfassung der Inbetriebnahme	25
	3.5 Informationen für die Abarbeitung schneller Bewegungsfolgen	26
4	Literaturhinweise	27
5	Historie	27

1 Aufgabe

1.1 Übersicht

Einführung/Einleitung

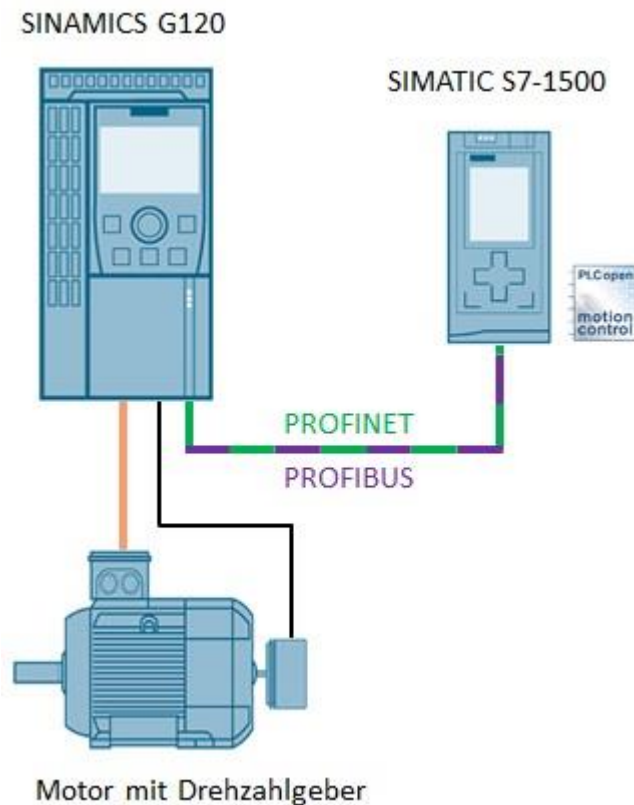
Die SIMATIC S7-1500 Steuerungen unterstützen die Anbindung von PROFIdrive fähigen Antrieben über PROFINET oder PROFIBUS als Positionierachse.

In dem vorliegenden Dokument soll aufgezeigt werden, mit welchen Maßnahmen die Genauigkeit und Performance eines positionsgeregelten Antriebs verbessert werden kann.

Überblick über die Automatisierungsaufgabe

Folgendes Bild gibt einen Überblick über die Automatisierungsaufgabe.

Abbildung 1-1: Automatisierungsaufgabe

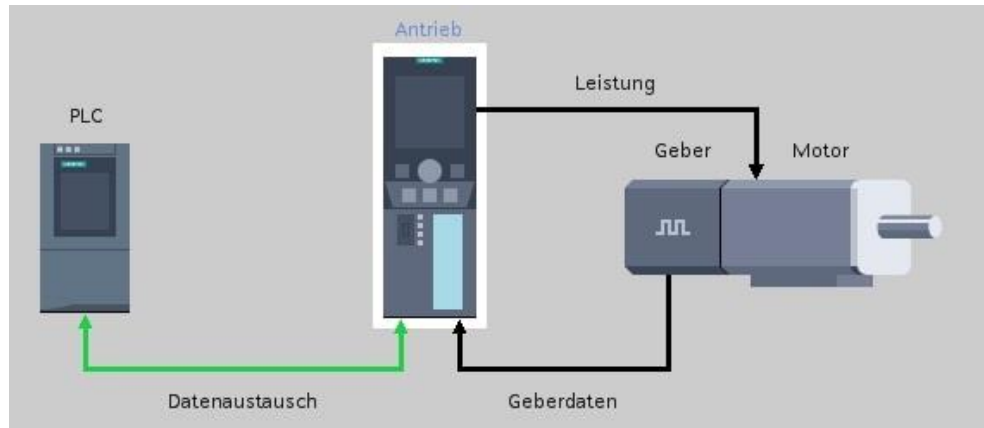


2 Lösung

2.1 Übersicht

In dem vorliegenden Dokument soll in kurzen Schritten erläutert werden, wie ein positionsgeregelter Antrieb in Betrieb genommen werden kann.

Abbildung 2-1: Projektierung des Antriebs



Die Erläuterung der Vorgehensweise erfolgt in folgenden Unterpunkten:

1. Inbetriebnahme des Antriebs und Optimierung der Drehzahlregelung
2. Inbetriebnahme des Technologieobjektes „Positionierachse“ und Optimierung der Lageregelung

Die Inbetriebnahme von Antrieb und Technologieobjekt erfolgt ausschließlich mit dem TIA Portal (STEP 7 und Startdrive).

Vorteile

Die hier vorgestellte Lösung bietet Ihnen folgende Vorteile

- Zeitersparnis bei der Inbetriebnahme
- Hohe Genauigkeit des Antriebs

Abgrenzung

Diese Applikation enthält keine Beschreibung von:

- Grundlegender Aufbau und Wirkungsweise eines Antriebs
- Grundlegenden Funktionen des TIA Portals
- Beschreibungen der Funktionsweise von Motion Bausteinen

Vorausgesetzte Kenntnisse

Grundlegende Kenntnisse über die Antriebstechnik sowie über das TIA Portal werden voraus gesetzt.

2.2 Hard- und Software-Komponenten

2.2.1 Gültigkeit

Diese Applikation ist gültig für

- TIA Portal (STEP 7 und Startdrive) ab V13 SP1
- SIMATIC S7-1500 Steuerung
- SINAMICS G120 Frequenzumrichter

2.2.2 Verwendete Komponenten

Die in diesem Dokument enthaltenen Aufzeichnungen wurden mit den nachfolgenden Komponenten erstellt.

Hardware-Komponenten

Tabelle 2-1: Hardware-Komponenten

Komponente	Anz.	Artikelnummer	Hinweis
CPU 1516-3 PN/DP	1	6ES7 516-3AN00-0AB0	Alternativ kann auch eine andere Motion fähige CPU verwendet werden.
SINAMICS G120 CU250S-2 PN	1	6SL3246-0BA22-1FA0	
SINAMICS PM240-2 IP20	1	6SL3210-1PB13-0ULx	
Asynchronmotor	1	1LA7060-4AB10-Z	Alternativ kann auch ein anderer Asynchronmotor verwendet werden.
HTL Inkrementalgeber	1	6FX2001-4SB00	Alternativ kann auch ein anderer Inkrementalgeber mit HTL Signal verwendet werden.

Software-Komponenten

Tabelle 2-2: Software-Komponenten

Komponente	Anz.	Artikelnummer	Hinweis
STEP 7 (TIA Portal) V13 SP1	1	6ES7882-1..03-..	
SINAMICS Startdrive V13 SP1	1	6SL3072-4DA02-0XG0	

Beispieldateien und Projekte

Die folgende Liste enthält alle Dateien und Projekte, die in diesem Beispiel verwendet werden.

Tabelle 2-3: Beispieldateien und Projekte

Komponente	Hinweis
109479977_Inbetriebnahme_eines_Antriebs_v10_d.pdf	Dieses Dokument.

3 Funktionsweise

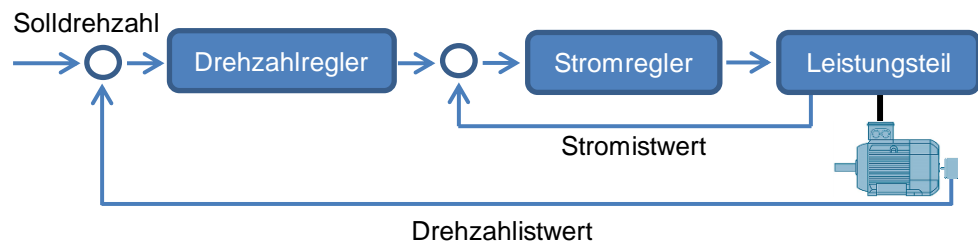
3.1 Ablauf der Inbetriebnahme

Inbetriebnahme des SINAMICS Antriebs

Die Inbetriebnahme des positionsgeregelten Antriebs erfolgt in zwei Schritten. Als erstes muss der Antrieb parametrieren werden. Dabei werden insbesondere die Motor- und Geberdaten dem Antrieb übermittelt. Anschließend besteht die Möglichkeit, den im Antrieb befindlichen Drehzahlregler zu optimieren.

Der Drehzahlregler eines Antriebs hat die Aufgabe, einen Drehzahlwert entsprechend einer Sollzahl möglichst genau nachzuführen.

Abbildung 3-1: Regler im Antrieb



Für die Inbetriebnahme des Antriebs werden folgende Punkte aufgezeigt:

1. Drehzahl und Drehrichtung überprüfen
2. Drehzahlregler optimieren
3. die maximale Beschleunigung ermitteln

Inbetriebnahme des Technologieobjekts „Positionierachse“

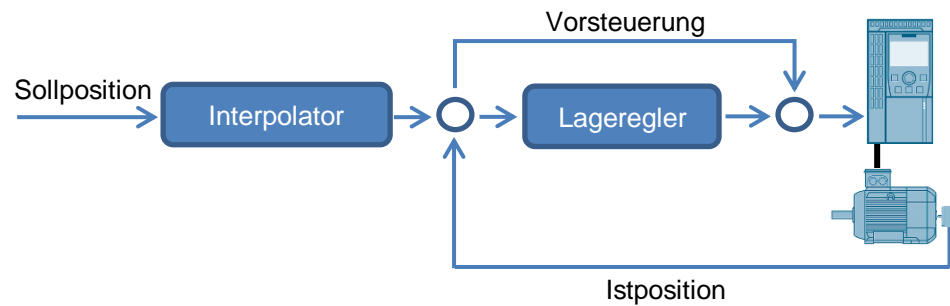
Nach erfolgter Inbetriebnahme und Optimierung des Antriebs wird anschließend überprüft, ob die zur Positionsregelung erforderlichen Daten korrekt vom Antrieb zur Steuerung übertragen werden. Dabei wird die Konfiguration des Technologieobjekts überprüft. Anschließend wird der Lageregler optimiert.

Ein Lageregler ist normalerweise ein P-Regler (seltener ein PI-Regler), der zyklisch den internen Lagesollwert und den Lageistwert des Gebers vergleicht. Das Ergebnis dieses Soll/Ist-Vergleichs ist ein vorzeichenbehafteter Differenzwert. Die Proportionalverstärkung des Lagereglers wird als Lagekreisverstärkung oder Kv-Faktor bezeichnet. Das Ausgangssignal des Lagereglers stellt den Drehzahlsollwert für den Drehzahlregler dar.

3 Funktionsweise

3.1 Ablauf der Inbetriebnahme

Abbildung 3-2: Regler im Technologieobjekt



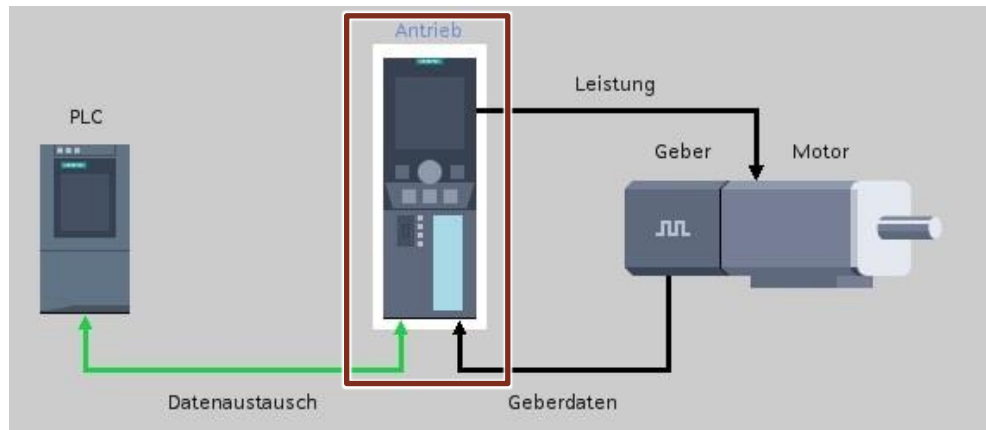
Für die Inbetriebnahme des Technologieobjekts werden folgende Punkte aufgezeigt:

1. Einstellung des Positionsgebers überprüfen
2. Drehzahlnormierung, Zählrichtung und Dynamik prüfen
3. Lageregler optimieren
4. Vorsteuerung optimieren

3.2 Inbetriebnahme des Antriebs

In diesem Kapitel wird die Inbetriebnahme des SINAMICS Antriebes beschrieben.

Abbildung 3-3: Projektierung des Antriebs




Es ist zu empfehlen, zu Beginn der Inbetriebnahme den Inbetriebnahme-Assistenten auszuführen. Hier werden dem Antrieb unter anderem die Daten des Motors und des Gebers übermittelt. Des Weiteren wird die Rampenkonfiguration des Antriebs (Parameter p1120 und p1121) vorgegeben.

Hinweis

Im Antrieb müssen die Rampen (p1120 und p1121) immer Null sein. Nur für die Optimierung des Drehzahlreglers kann es notwendig sein eine Hoch- oder Rücklauframpe im Antrieb zu konfigurieren, um mechanische Schäden an Anlagenteilen zu vermeiden.

Zum Abschluss des Inbetriebnahme-Assistenten muss die Motordatenidentifikation (stehende Messung) durchgeführt werden.

 WARNUNG	<p>Achten Sie darauf, dass durch den fahrenden Antrieb keine Personen oder Anlagenteile gefährdet werden.</p> <p>Ergreifen Sie geeignete Maßnahmen, um ggf. zu verhindern, dass der Antrieb über technisch oder mechanisch vorgegebenen Grenzen hinaus fahren kann.</p>
---	--

3.2.1 Überprüfung von Drehzahl, Drehrichtung und Regelsinn

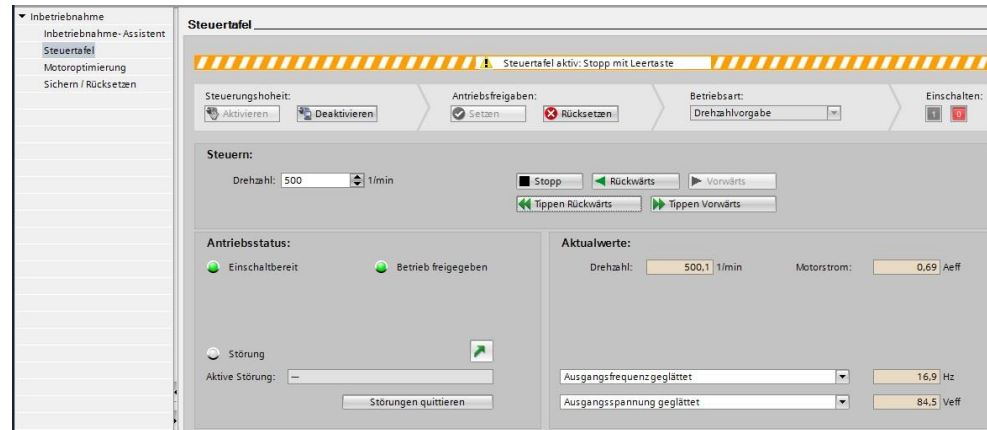
Nachdem der Inbetriebnahme-Assistent durchlaufen wurde, müssen nun die Drehzahl, die Drehrichtung und der Regelsinn überprüft werden. Dafür soll der Antrieb zunächst mit einer geringen Sollgeschwindigkeit verfahren werden. Zur Bedienung kann die Steuertafel des Antriebs verwendet werden. Die Steuertafel ist im TIA Portal im Ordner „Inbetriebnahme“ des Antriebs zu finden.

3 Funktionsweise

3.2 Inbetriebnahme des Antriebs


Hinweis Beim ersten Einschalten des Antriebs kann dieser unkontrollierte Bewegungen ausführen. Dies kann vorkommen, wenn beispielsweise die Zählrichtung des Gebers und die Drehrichtung des Antriebs nicht übereinstimmen.

Abbildung 3-4: Steuertafel des Antriebs



In der Steuertafel wird die aktuelle Drehzahl und Drehrichtung angezeigt. Diese Werte müssen mit dem Verhalten des Antriebs übereinstimmen und mit einem externen Messgerät überprüft werden.

Anschließend ist der Antrieb mit der maximal benötigten Anlagendrehzahl zu verfahren. Hierfür ist diese Drehzahl als Sollwertvorgabe in die Steuertafel einzutragen.



VORSICHT Die maximal mögliche Drehzahl eines Antriebs ist abhängig von seinem Aufbau und seiner Verwendung. Daher ist bei der Bestimmung der maximalen Drehzahl darauf zu achten, dass bei einem Verfahren keine Schäden am Antrieb oder Anlageteilen entstehen können.

3.2.2 Optimierung des Drehzahlreglers

automatische Optimierung des Drehzahlreglers

Zu Beginn der Optimierung des Drehzahlreglers ist die automatische Optimierung des Drehzahlreglers (drehende Messung) auszuführen. Diese kann unter „Inbetriebnahme“ >> „Motoroptimierung“ angestoßen werden.

Hinweis Vor der automatischen Optimierung des Drehzahlreglers (drehende Messung) muss die Motordatenidentifikation (stehende Messung) fehlerfrei durchlaufen worden sein.

In der Regel liefert das Ergebnis der automatischen Optimierung bereits ein ausreichendes Regelverhalten des Antriebs. Diese lässt sich einfach mit der Aufzeichnung (Trace) des Drehzahlwertes und des Drehzahlsollwertes überprüfen.

3 Funktionsweise

3.2 Inbetriebnahme des Antriebs

Abbildung 3-5: gut eingestellter Drehzahlregler mit Sprungantwort



Ein gut eingestellter Drehzahlregler zeichnet sich aus durch:

- kurze Einregelzeit
- dynamisches Verhalten
- geringes Überspringen

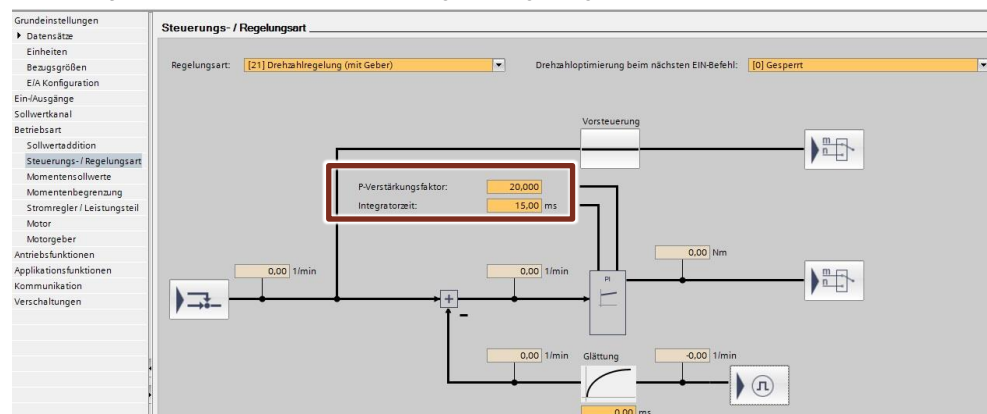
manuelle Optimierung des Drehzahlreglers

Führt die automatische Optimierung des Drehzahlreglers jedoch nicht zum gewünschten Ergebnis, oder wird die automatische Optimierung mit einem Fehler abgebrochen, kann der Drehzahlregler auch manuell optimiert werden. Dabei werden manuell die beiden Parameter eingestellt, die für das Regelverhalten verantwortlich sind:

- Drehzahlregler P-Verstärkung K_P
- Drehzahlregler Nachstellzeit T_N

Diese Parameter werden für eine manuelle Optimierung mit SINAMICS Startdrive über die Funktionssicht „Steuerungs- / Regelungsart“ eingestellt.

Abbildung 3-6: Funktionssicht „Steuerungs- / Regelungsart“



3 Funktionsweise

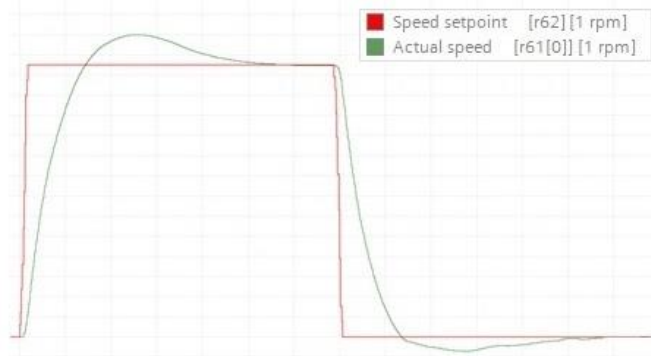
3.2 Inbetriebnahme des Antriebs

Die Vorgehensweise einer manuellen Optimierung des Drehzahlreglers ist wie folgt:

1. Stellen Sie eine Online-Verbindung zum Antrieb her.
2. Setzen Sie die Hoch- und Rücklaufzeiten in der Parametersicht auf null, falls dies nicht bereits in der Inbetriebnahme des Antriebs geschehen ist (Parameter p1120 und p1121).
3. Setzen Sie die Vorsteuerung des Drehzahlreglers auf null (Parameter p1496)
4. Geben Sie nun über die Steuertafel einen Sollwertsprung der Drehzahl vor und beobachten Sie mit Hilfe eines Trace den Verlauf des Drehzahlwertes.
5. Optimieren Sie den Drehzahlregler, indem Sie die Parameter für die P-Verstärkung K_P (p1460) und für die Nachstellzeit T_N (p1462) verändern.
6. Wenn der Antrieb das gewünschte Verhalten zeigt, ist die Optimierung beendet. Belassen Sie die Vorsteuerung (p1496) auf 0%.

Bei einer zu kleinen P-Verstärkung K_P und zu großer Nachstellzeit T_N zeigt der Antrieb folgendes Verhalten:

Abbildung 3-7: Drehzahlregler mit zu großer Nachstellzeit

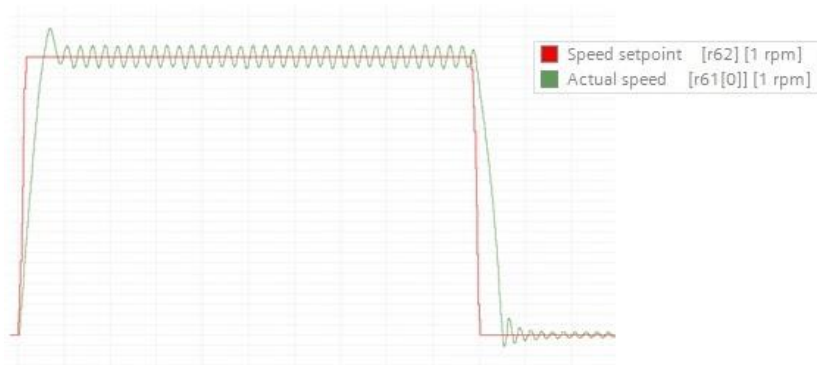


Dieses Regelverhalten hat folgende Nachteile:

- lange Einregelzeit
- träges Verhalten
- langes Überschwingen

Bei einer zu großen P-Verstärkung K_P zeigt der Antrieb folgendes Verhalten:

Abbildung 3-8: Drehzahlregler mit zu großem Proportionalanteil



Dieses Regelverhalten besitzt ein unerwünschtes dauerhaftes Schwingen der Drehzahl.

3 Funktionsweise

3.2 Inbetriebnahme des Antriebs

Für die manuelle Optimierung des Drehzahlreglers sind folgende Parameter eines SINAMICS Antriebs zu beeinflussen:


Tabelle 3-1: benötigte Parameter des Antriebs

Bedeutung der Parameter	Parameternummer
K_P bei Drehzahlregelung mit Geber	p1460
T_N bei Drehzahlregelung mit Geber	p1462
Hochlaufgeber Hochlaufzeit	p1120
Hochlaufgeber Rücklaufzeit	p1121
Vorsteuerung des Drehzahlreglers	p1496

Hinweis Die Vorgehensweise einer manuellen Optimierung des Drehzahlreglers ist in der Betriebsanleitung des eingesetzten Antriebs beschrieben. [\5](#)

3.2.3 maximale Dynamik ermitteln

Nach der Optimierung des Drehzahlreglers sind nun die maximale Beschleunigung und die maximale Verzögerung des Antriebs zu bestimmen. Dazu muss der Antrieb über die [Steuertafel des Antriebs](#) mit der Maximaldrehzahl verfahren werden.


VORSICHT

Die maximal mögliche Drehzahl eines Antriebs ist abhängig von seinem Aufbau und seiner Verwendung. Daher ist bei der Bestimmung der maximalen Drehzahl darauf zu achten, dass bei einem Verfahren keine Schäden am Antrieb oder Anlageteilen entstehen können.

Während des Verfahrens muss ein Trace erstellt werden. In diesem sind der Drehzahlwert und der Drehzahlsollwert aufzuzeichnen.

Abbildung 3-9: Trace zur Bestimmung der maximalen Dynamik



3.2 Inbetriebnahme des Antriebs

Die maximale Beschleunigung und die maximale Verzögerung berechnen sich nach der Formel:

$$\text{Beschleunigung} = \frac{\text{Geschwindigkeitsänderung}}{\text{Zeitspanne}} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Berechnung der maximalen Beschleunigung

Für die Berechnung der maximalen Beschleunigung muss zunächst der Wert der Geschwindigkeitsänderung ermittelt werden. Im vorliegenden Beispiel wird aus dem Stillstand (Drehzahl gleich Null) auf die maximale Drehzahl beschleunigt. Daher entspricht die maximale Drehzahl dem Geschwindigkeitswert für die Berechnung der maximalen Beschleunigung.

Als zweiten Schritt muss nun die Zeit ermittelt werden, in dem der Antrieb auf die maximale Drehzahl beschleunigt. Diese Zeitspanne beginnt an dem Punkt, an dem der Antrieb mit der Beschleunigung beginnt (1) und endet, wenn der Antrieb den Sollwert der maximalen Drehzahl eingeschwungen erreicht (2).

Berechnung der maximalen Verzögerung

Für die Berechnung der maximalen Verzögerung muss ebenfalls die Geschwindigkeitsänderung ermittelt werden. Hierbei verzögert der Antrieb von seiner maximalen Drehzahl zum Stillstand (Drehzahl gleich Null).

Die Zeitspanne, die der Antrieb dafür benötigt, beginnt an dem Anfangspunkt der Verzögerung (3) und endet, wenn der Antrieb den Stillstand erreicht hat (4).

Hinweis Eventuell muss bei der Berechnung der Beschleunigung bzw. der Verzögerung eine Umrechnung von $\frac{\text{Umdrehungen}}{\text{Sekunden}^2}$ in $\frac{\text{Millimeter}}{\text{Sekunden}^2}$ erfolgen.

Beispiel zur Berechnung der maximalen Beschleunigung

Die maximale Drehzahl des Antriebs ist 1420 Umdrehungen pro Minute. Der Antrieb erreicht diese Drehzahl in 0,52 Sekunden.

$$n_{\max} = 1420 \frac{1}{\text{min}} = 23,67 \frac{1}{\text{sec}}$$

Die maximale Beschleunigung berechnet sich daher:

$$a_{\max} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{23,67 \text{ 1/sec}}{0,52 \text{ sec}} = 45,52 \frac{1}{\text{sec}^2}$$

Die Lastbewegung pro Motorumdrehung beträgt 10 mm:

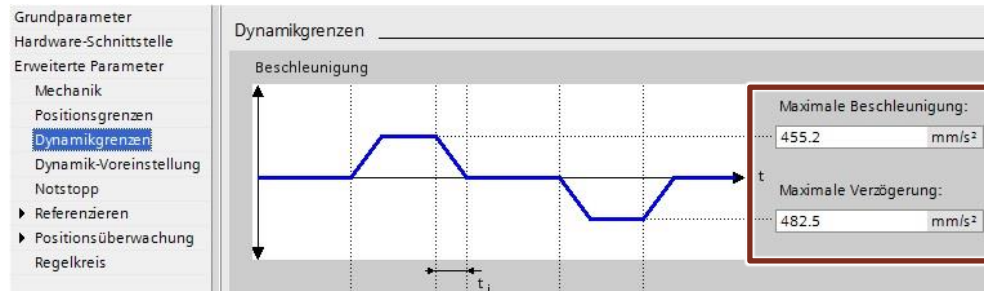
$$45,52 \frac{1}{\text{sec}^2} * 10 \text{ mm pro Umdrehung ergibt } a_{\max} = 455,2 \frac{\text{mm}}{\text{sec}^2}$$

3 Funktionsweise

3.2 Inbetriebnahme des Antriebs

Die berechneten Werte für die maximale Beschleunigung und die maximale Verzögerung sind in die Dynamikgrenzen des Technologieobjekts einzutragen.

Abbildung 3-10: Dynamikgrenzen des Technologieobjekts

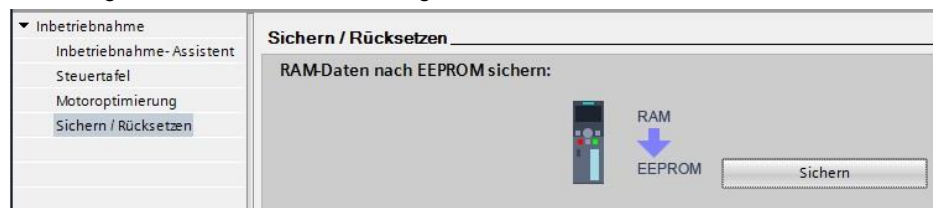


Sicherung der Einstellungen

Nach der Inbetriebnahme des Antriebs müssen die erfolgten Einstellungen gesichert werden. Dabei sind folgende Schritte zu durchlaufen:

1. Sichern der Einstellungen des Antriebs in den EEPROM Speicher. Damit sind die Einstellungen auch nach einem Neustart des Antriebs noch vorhanden.

Abbildung 3-11: Sichern der Einstellungen



2. Deaktivieren Sie die Online-Verbindung zum Antrieb
3. Die Antriebseinstellungen in das TIA Projekt hochladen

Abbildung 3-12: Laden der Antriebseinstellungen in das Projekt

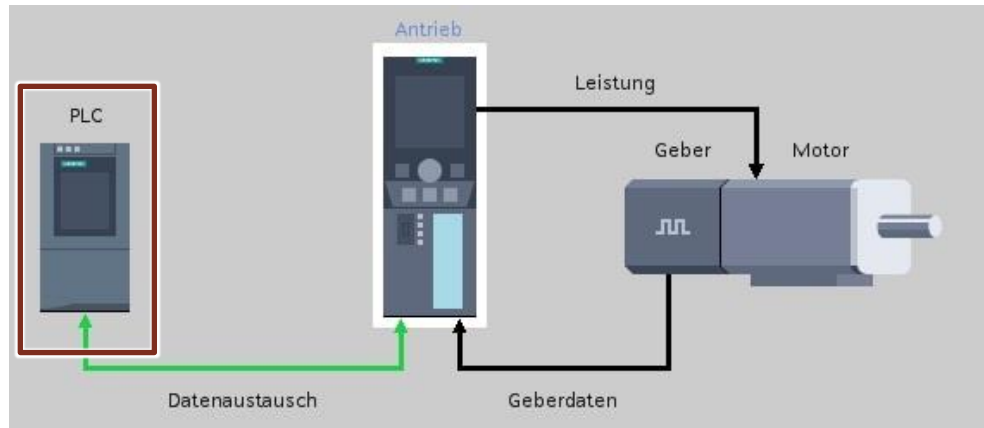


4. Das TIA Projekt speichern

3.3 Inbetriebnahme des Technologieobjekts

In diesem Kapitel sind die Punkte beschrieben, die für die Inbetriebnahme eines positionsgeregelten Antriebs in der SIMATIC S7-1500 Steuerung (PLC) notwendig sind.

Abbildung 3-13: Projektierung des Antriebs



Hierbei liegt der Fokus auf folgenden Punkten:

- Positionsgerebereinstellung prüfen
- Drehzahlnormierung, Zählrichtungen und Dynamik prüfen
- Optimierung des Lagereglers
- Optimierung der Vorsteuerung

An dieser Stelle wird vorausgesetzt, dass ein Technologieobjekt „Positioning Axis“ angelegt und die Grundkonfiguration (Auswahl Geber, Antrieb etc.) erfolgt ist.

Hinweis

Das Anlegen einer positionsgeregelten Achse und die Verwendung der benötigten Bausteine werden in dem Applikationsbeispiel [17](#) aufgezeigt.

3.3.1 Überprüfung der Positionsgerebereinstellung

Die Daten des Gebers müssen in der Konfiguration des Technologieobjektes hinterlegt sein. Dort sind u.a. der Gebertyp und die „Schritte pro Umdrehung“ einzutragen. Wenn der Geber direkt an dem SINAMICS Antrieb angeschlossen ist, müssen die Werte im Technologieobjekt mit dem Antriebsparameter „PROFIdrive Geberformat“ (r979[2] bis r979[5]) übereinstimmen.

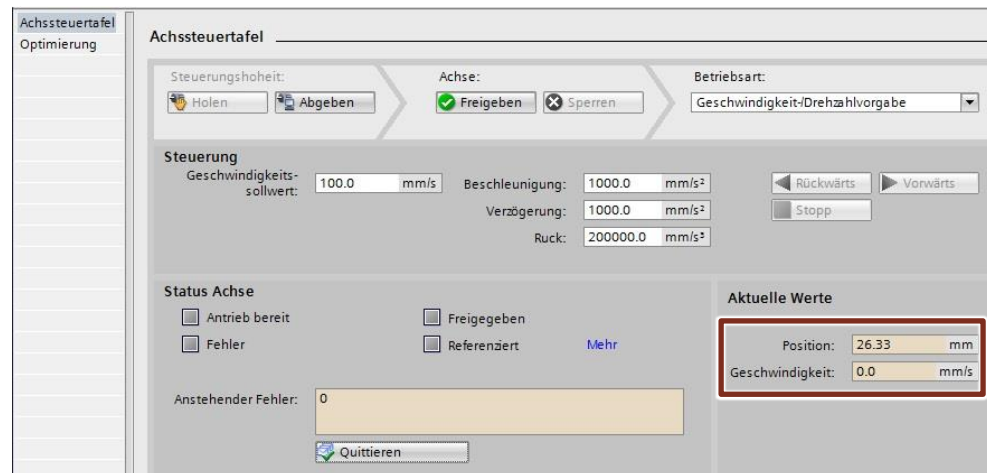
Um zu überprüfen ob die eingetragenen Daten mit denen des eingesetzten Gebers übereinstimmen, muss die Achse mechanisch um eine gewisse Distanz bewegt werden. Die Verschiebung muss anschließend messtechnisch (z.B. mit einem Messschieber) ermittelt werden. Diese Verschiebung der Achse muss mit der Änderung des Positionswertes übereinstimmen.

Der Positionswert lässt sich online in der Steuertafel des Technologieobjekts (Achssteuertafel) ablesen.

3 Funktionsweise

3.3 Inbetriebnahme des Technologieobjekts

Abbildung 3-14: Achssteuertafel



Ist es nicht möglich die Achse mechanisch zu bewegen, muss der Antrieb mit Hilfe der Achssteuertafel verfahren werden. Dabei ist eine möglichst geringe Geschwindigkeit zu wählen, damit während des Verfahrens die Anzahl der Achsumdrehungen ermittelt werden kann.

Beim Ansteuern des Antriebs mit der Achssteuertafel kann auch der Drehsinn des Gebers kontrolliert werden. Hierbei ist darauf zu achten, dass beim Verfahren der Achse in positiver Richtung der Positionswert auch erhöht wird.

Liefert der Positionsgeber falsche oder keine Daten, können mögliche Fehlerursachen sein:

- Geber nicht korrekt an den Antrieb angeschlossen
- Geber oder Geberleitung defekt
- Geberwert invertiert
- Feinauflösung des Gebers nicht korrekt

3.3.2 Überprüfung der Drehzahlnormierung und Verfahrrichtung

In diesem Schritt sind die Drehzahlnormierung, die Zählrichtung und die Dynamik des Antriebs zu überprüfen. Dazu müssen folgende Einstellungen vorgenommen werden:

- Deaktivierung der Schleppabstandsüberwachung im Technologieobjekt
- Deaktivierung der Positionierüberwachung (Toleranzzeit auf max.)
- Verstärkungsfaktor $K_v = 0$
- Vorsteuerung $K_{pc} = 100\%$
- Verfahren der Achse mit maximal benötigter Geschwindigkeit



VORSICHT

Der Wert für die maximale Geschwindigkeit ist so zu wählen, dass kein Schaden am Antrieb oder Anlageteilen entsteht.

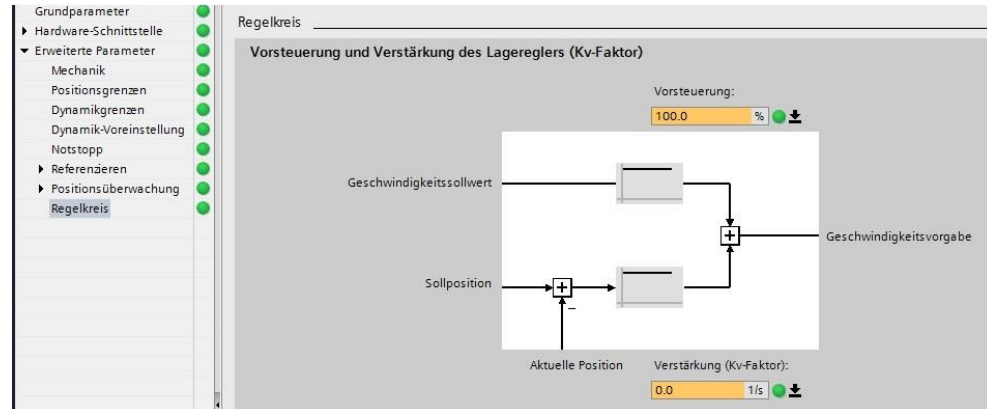
3 Funktionsweise

3.3 Inbetriebnahme des Technologieobjekts

Der Lageregler muss an dieser Stelle deaktiviert werden ($K_v=0$), damit der Antrieb nur „gesteuert“ verfahren wird. Dabei erfolgt die Vorgabe eines Drehzahlsollwertes ohne das Eingreifen des Lagereglers.

Das gesteuerte Verfahren ist über die Achssteuertafel bis zur TIA-Version V13 SP1 nicht direkt möglich. Daher wird der gesteuerte Betrieb über die Einstellungen des Verstärkungsfaktors und der Vorsteuerung im Bedienfeld „Regelkreis“ des Technologieobjekts realisiert.

Abbildung 3-15: Regelkreis Lageregler



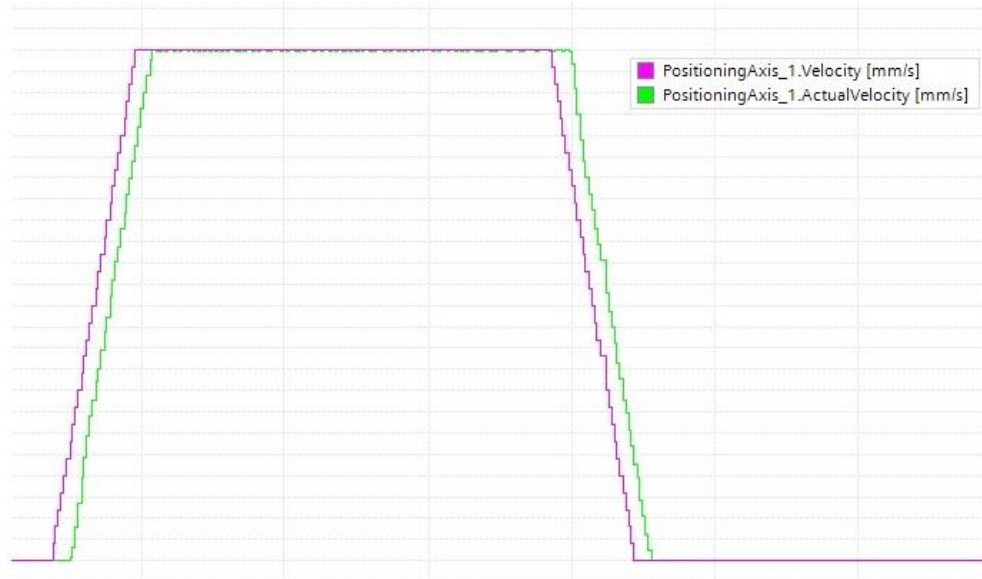
Das Verfahren des Antriebs während der Überprüfung der Drehzahlnormierung und der Zählrichtung kann über die „[Achssteuertafel](#)“ erfolgen.

Vor dem Verfahren des Antriebs ist zu prüfen, ob die folgenden Parameter den gleichen Wert besitzen:

- Die Bezugsdrehzahl des Technologieobjekts muss der Bezugsdrehzahl des Antriebs (Antriebsparameter p2000) entsprechen.
- Die maximale Drehzahl des Technologieobjekts muss der maximalen Drehzahl des Antriebs (Antriebsparameter p1082) entsprechen.

Für die Überprüfung der Normierung, der Zählrichtung und der Dynamik des Antriebs ist ein Trace anzulegen. In diesem ist die aktuelle Geschwindigkeit (ActualVelocity) und das Sollgeschwindigkeitsprofil (Velocity) aufzuzeichnen. Hier soll die aktuelle Geschwindigkeit möglichst genau dem Verlauf des Sollgeschwindigkeitsprofils folgen.

Abbildung 3-16: Überprüfung von Richtung und Wert der aktuellen Geschwindigkeit



Wenn die aktuelle Geschwindigkeit nicht dem Verlauf des Sollgeschwindigkeitsprofils folgen kann, sind folgende Ursachen möglich:

- Antrieb fährt an seinen Stromgrenzen
- Die Begrenzungen im Technologieobjekt sind erreicht und folglich zu gering eingestellt

Wenn durch die Bewertung des Traces die Drehzahlnormierung und die Zählrichtung überprüft wurden, sowie die gewünschte (maximale) Dynamik des Antriebs eingestellt ist, kann anschließend der Lageregler optimiert werden. Stellen Sie dafür den Verstärkungsfaktor K_v auf zehn und deaktivieren Sie die Vorsteuerung ($K_{pc}=0\%$). Aktivieren Sie die Schleppabstandsüberwachung und Positionierüberwachung wieder.

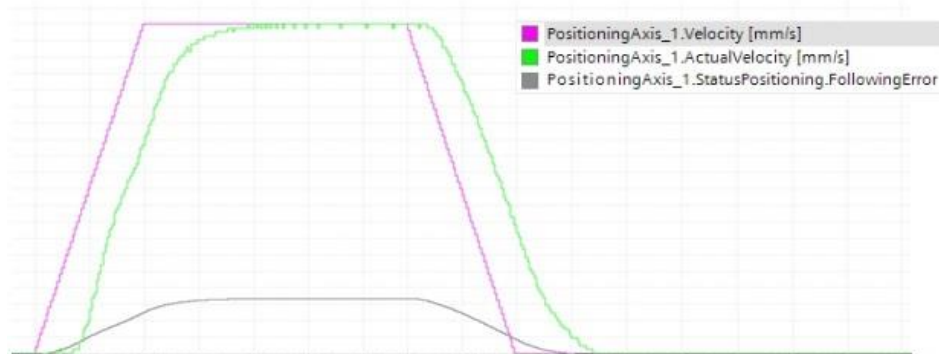
3.3.3 Optimierung des Lagereglers

Für ein präzises Verhalten eines positionsgeregelten Antriebes muss der Lageregler optimiert werden.

manuelle Optimierung des Lagereglers

Die Qualität des Lagereglers wird durch einen Vergleich des Sollgeschwindigkeitsprofils (Velocity) mit der aktuellen Geschwindigkeit (ActualVelocity) des Technologieobjekts überprüft. Hierbei sollte die aktuelle Geschwindigkeit möglichst zeitnah dem Verlauf des Sollgeschwindigkeitsprofils folgen. Auch ein Überschwingen der aktuellen Geschwindigkeit beim Erreichen des Sollwertes ist zu vermeiden.

Abbildung 3-17: gut eingestellter Lageregler



Dieses Regelverhalten zeichnet sich aus durch:

- kurze Einregelzeit
- dynamisches Verhalten
- kein Überschwingen

Bei der Optimierung des Lagereglers geht es um die Ermittlung des idealen Verstärkungsfaktors (Kv-Faktor). Dieser lässt sich in der Bedienmaske „[Regelkreis](#)“ einstellen.

Bei der Optimierung sollte eine möglichst hohe Verstärkung erreicht werden. Eine kleinere Verstärkung hat einen größeren Schleppabstand sowie ein trägeres Regelverhalten zur Folge. Die maximal erreichbare Verstärkung ist hierbei von folgenden Faktoren abhängig:

- Steifigkeit der Mechanik
- Reaktionszeit der Regelstrecke
- Größe des Regeltaktes
- Art der Anbindung des Antriebs (taktsynchron oder nicht taktsynchron)


Die nachfolgende Tabelle vermittelt einen Eindruck über die Größe des Verstärkungsfaktors bei unterschiedlichen Einsatzbedingungen.

Tabelle 3-2: Größe des Verstärkungsfaktors

Verstärkungsfaktor	Mechanik	Antriebsart	Regeltakt
niedrig (<15 1/s)	geringe Steifigkeit	U/f, Asynchronmotor, G120, Hydraulik	niedrig (>12 ms)
mittel (>15 1/s)	mittlere Steifigkeit	Vektor mit Geber	mittel (<12 ms)
hoch (>30 1/s)	hohe Steifigkeit	Servo, S120	hoch (<6 ms)

Die Optimierung sollten mit folgenden Einstellungen vorgenommen werden:

- Verfahren mit maximal benötigter Beschleunigung
- Verfahren mit 90% der maximal benötigten Geschwindigkeit (Velocity)
- Deaktivierung der Vorsteuerung (Kpc=0%)
- Beginn der Optimierung mit Kv=10

 VORSICHT	Die Werte für die maximale Beschleunigung und maximale Geschwindigkeit sind so zu wählen, dass kein Schaden am Antrieb oder Anlageteilen entsteht.
--	---

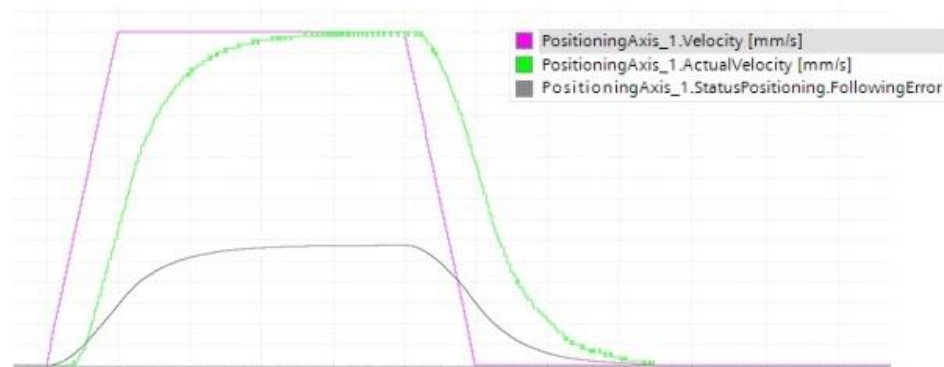
Das Verfahren des Antriebs während der Optimierung des Lagereglers kann über die „[Achssteuertafel](#)“ erfolgen. Hierbei werden die Werte für den Lageregler nur dann online übernommen, wenn die Steuerhoheit in der Steuertafel abgegeben wurde.

Hinweis

Wenn ein funktionsfähiges Motion-Programm zur Ansteuerung des positionsgeregelten Antriebs vorhanden ist, sind die Verfahrbefehle über dieses Programm zu starten.

Ist der Verstärkungsfaktor zu gering eingestellt, so nähert sich die aktuelle Geschwindigkeit nur langsam dem Sollwert an.

Abbildung 3-18: Lageregler mit zu kleinem Verstärkungsfaktor

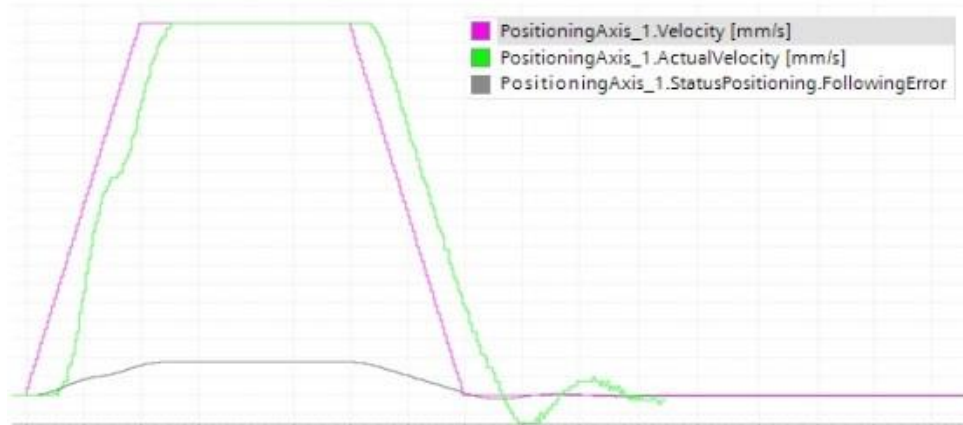


Dieses Regelverhalten hat folgende Nachteile:

- lange Einregelzeit
- träges Verhalten
- großer Schleppabstand

Ist der Verstärkungsfaktor zu hoch eingestellt, kommt es zum Überschwingen der aktuellen Geschwindigkeit.

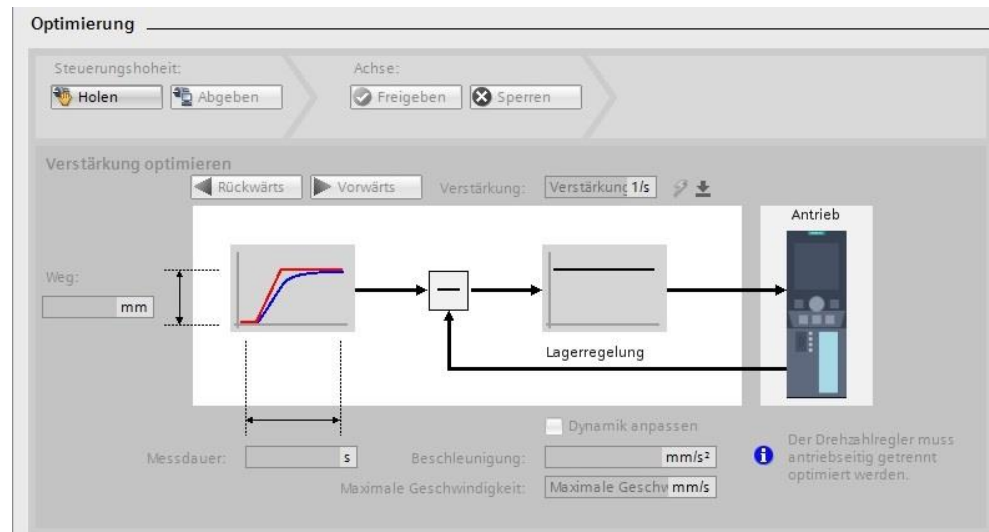
Abbildung 3-19: Lageregler mit zu hohem Verstärkungsfaktor



Optimierung des Lagereglers mit dem Optimierungsfenster im TIA Portal

Eine weitere Möglichkeit der Optimierung des Lagereglers bietet das TIA Portal mit einer vorgefertigten Bedienoberfläche. Diese ist in den Inbetriebnahme Funktionen der Positionierachse zu finden.

Abbildung 3-20: Bedienoberfläche zur Lageregler-Optimierung



In dieser Bedienoberfläche können Positionierbewegungen mit verschiedenen Kv-Faktoren ausgeführt werden. Das Verhalten des Antriebs kann anschließend mit einem Trace beurteilt werden.

Das Optimieren des Lagereglers mit dem Optimierungsfenster hat folgende Vor- und Nachteile:

Tabelle 3-3: Vor- und Nachteile des Optimierungsfensters

Vorteile	Nachteile
Kv-Wert einstellbar ohne Steuerhoheit abgeben zu müssen	Kv-Wert muss übernommen werden
Der Trace wird automatisch gestartet	Einstellungsmöglichkeiten für die Verzögerung und für die Vorsteuerung fehlen

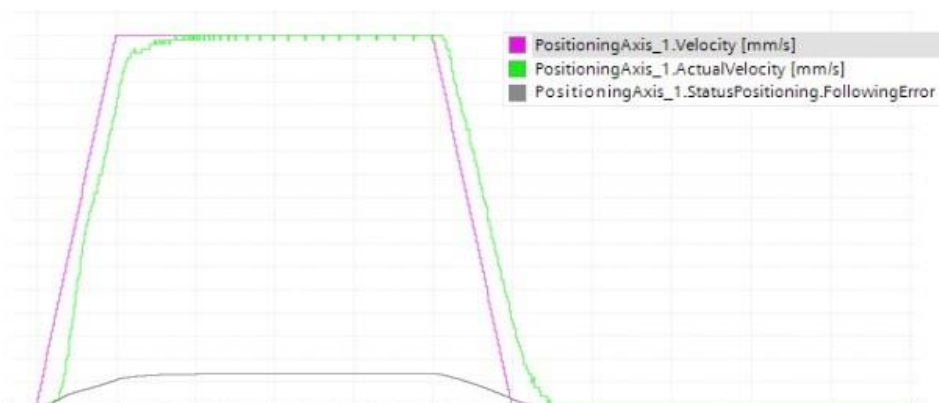
Hinweis Nach der Optimierung müssen die eingestellten Werte offline gesichert werden.

3.3.4 Optimierung der Vorsteuerung

Eine optimal eingestellte Vorsteuerung erhöht die Regeldynamik und reduziert den Schleppabstand. Hierbei liegt der Anwendungsvorteil vor allem bei dynamischen Positioniervorgängen.

Analog zur Lageregelung lässt sich die Qualität der Vorsteuerung durch einen Vergleich des Sollgeschwindigkeitsprofils (Velocity) mit der aktuellen Geschwindigkeit (ActualVelocity) des Technologieobjekts überprüfen. Auch der Schleppabstand sollte aufgezeichnet werden.

Abbildung 3-21: Vorsteuerung optimal




Eine gut eingestellte Vorsteuerung zeichnet sich aus durch:

- sehr kurze Einregelzeit
- dynamisches Verhalten
- kein Überschwingen

Bei der Optimierung der Vorsteuerung geht es um die Ermittlung des idealen Kpc-Wertes. Dieser lässt sich in der Bedienmaske „[Regelkreis](#)“ einstellen.

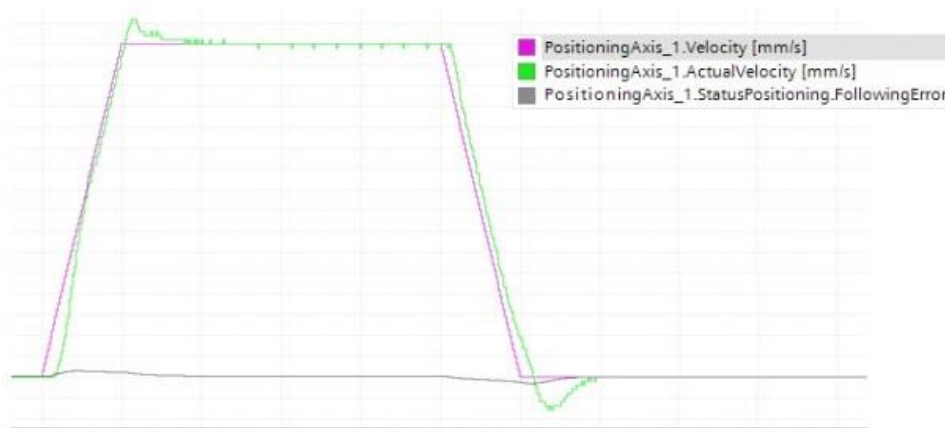
Die Optimierung sollte mit folgenden Einstellungen vorgenommen werden:

- Verfahren mit maximal benötigter Beschleunigung
- Verfahren mit 90% der maximal benötigten Geschwindigkeit (Velocity)
- Vorsteuerung Kpc optimieren

 VORSICHT	Die Werte für die maximale Beschleunigung und maximale Geschwindigkeit sind so zu wählen, dass kein Schaden am Antrieb oder Anlageteilen entsteht.
--	---

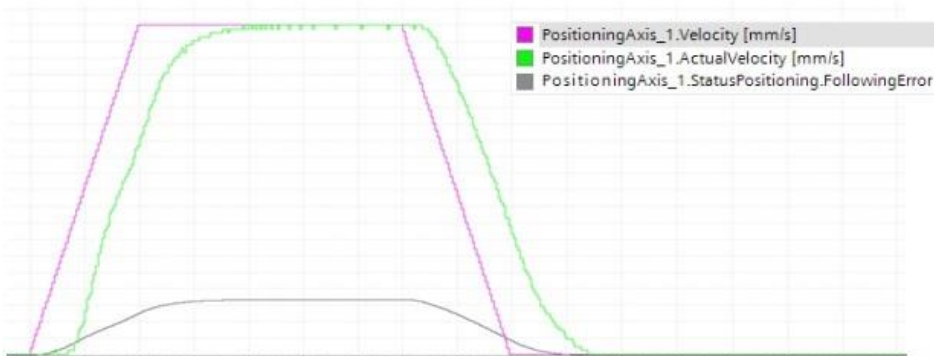
Bei der Verwendung von Frequenzumrichtern der SINAMICS G120 Familie, sowie bei einer analogen oder nicht takt synchronen Anbindung des Antriebe, sollte die Vorsteuerung reduziert oder abgeschaltet werden ($K_{pc}=0\%$). Ansonsten kann es zu Überschwingern kommen.

Abbildung 3-22: Vorsteuerung K_{pc} zu hoch



Bei einer niedrigen Vorsteuerung zeigt der Antrieb folgendes Verhalten.

Abbildung 3-23: Vorsteuerung K_{pc} zu niedrig



Dieses Regelverhalten hat folgende Nachteile:

- größerer Schleppabstand
- längere Einregelzeit

Das Verfahren des Antriebs während der Optimierung der Vorsteuerung kann über die „[Achssteuertafel](#)“ erfolgen.

3.4 Zusammenfassung der Inbetriebnahme

Die Inbetriebnahme eines positionsgeregelten Antriebs ist abschließend wie folgt zusammen zu fassen.

Inbetriebnahme des Antriebs

Tabelle 3-4: Schritte der Inbetriebnahme des Antriebs

Schritt	Ausgabe
1.	Durchlauf des Inbetriebnahme-Assistenten mit abschließender automatischer Motordatenberechnung
2.	Überprüfung von Drehzahl und Drehrichtung
3.	Drehzahlregler optimieren
4.	maximale Dynamik des Antriebs ermitteln

Inbetriebnahme des Technologieobjekts

Tabelle 3-5: Schritte der Inbetriebnahme des Technologieobjekts

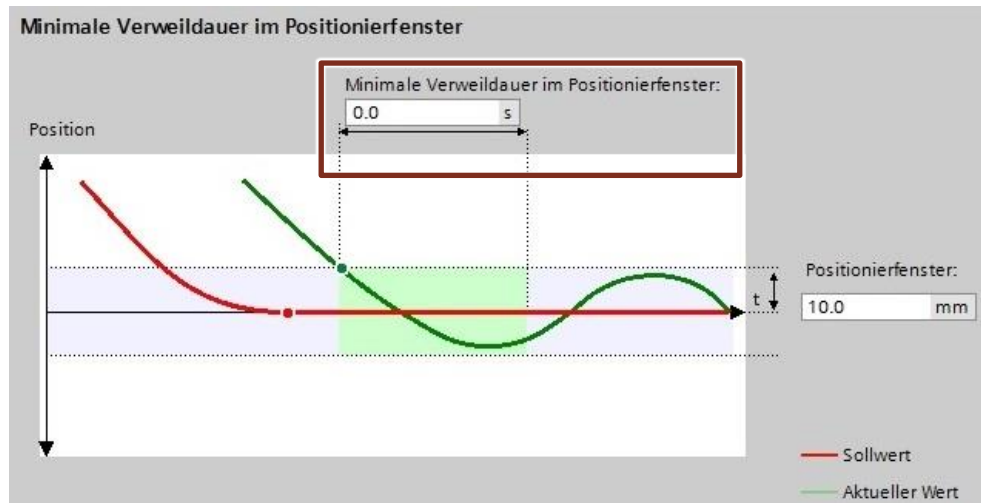
Schritt	Aufgabe
1.	Positionsgebereinstellung prüfen
2.	Drehzahlnormierung, Zählrichtung und Dynamik prüfen
3.	Lageregler optimieren
4.	Vorsteuerung optimieren

3.5 Informationen für die Abarbeitung schneller Bewegungsfolgen

Bei einigen Anwendungen ist ein hohes dynamisches Verhalten des Antriebs gewünscht. Dies bedeutet, dass ein Antrieb, nachdem er seine Sollposition erreicht hat, möglichst schnell mit dem nächsten Positionierungsauftrag beginnt.

Wenn der Antrieb möglichst schnell auf einen neuen Positionierbefehl reagieren soll, muss die „minimale Verweildauer im Positionierfenster“ auf null Sekunden gestellt werden.

Abbildung 3-24: Einstellung der Verweildauer



4 Literaturhinweise

Tabelle 4-1

	Themengebiet	Titel
\1\	Siemens Industry Online Support	http://support.industry.siemens.com
\2\	Downloadseite des Beitrages	http://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109479977
\3\	STEP 7 V13	Updates für TIAP V13 http://support.industry.siemens.com/cs/document/90466591
\4\	Startdrive V13 Download Seite	http://support.industry.siemens.com/cs/document/68034568
\5\	SINAMICS G120 mit CU240B/E-2 Handbücher	Betriebsanleitung: http://support.industry.siemens.com/cs/document/94020562 Listenhandbuch (Parameter und Fehlerliste): http://support.industry.siemens.com/cs/document/99683523
	SINAMICS G120 mit CU250S-2 Handbücher	Betriebsanleitung: http://support.industry.siemens.com/cs/document/94020554 Listenhandbuch (Parameter und Fehlerliste) http://support.industry.siemens.com/cs/document/99683818
	SINAMICS G120C Handbücher	Betriebsanleitung: http://support.industry.siemens.com/cs/document/99710404 Listenhandbuch (Parameter und Fehlerliste): http://support.industry.siemens.com/cs/document/99683780
	SINAMICS G120D mit CU240D-2 Handbücher	Betriebsanleitung: http://support.industry.siemens.com/cs/document/99711357 Listenhandbuch (Parameter und Fehlerliste): http://support.industry.siemens.com/cs/document/99684194
	SINAMICS G120D mit CU 250D-2 Handbücher	Betriebsanleitung: http://support.industry.siemens.com/cs/document/99721485 Listenhandbuch (Parameter und Fehlerliste): http://support.industry.siemens.com/cs/document/99684194
	SINAMICS S120 Handbücher	Gerätehandbuch: http://support.industry.siemens.com/cs/document/109478725 Listenhandbuch (Parameter und Fehlerliste): http://support.industry.siemens.com/cs/document/33974002
\6\	SIMATIC S7-1500	SIMATIC S7-1500 Automatisierungssystem: http://support.industry.siemens.com/cs/document/59191792 Funktionshandbuch SIMATIC S7-1500 Motion Control: http://support.industry.siemens.com/cs/document/99005173
\7\	Positionieren eines G120 mit S7-1500	Applikationsbeispiel: http://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/81666970

5 Historie

Tabelle 5-1

Version	Datum	Änderung
V1.0	02/2016	Erste Ausgabe