

**SIEMENS**



Applikationsbeschreibung • 04/2014

# Schwingungsvermeidung bei Drehwerkstücken

SINUMERIK 828D, 840D sl

<http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/78452062>

## Gewährleistung und Haftung

### Hinweis

Die Applikationsbeispiele sind unverbindlich und erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit hinsichtlich Konfiguration und Ausstattung sowie jeglicher Eventualitäten. Die Applikationsbeispiele 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 Applikationsbeispiele entheben Sie nicht der Verpflichtung zu sicherem Umgang bei Anwendung, Installation, Betrieb und Wartung. Durch Nutzung dieser Applikationsbeispiele 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 Applikationsbeispielen jederzeit ohne Ankündigung durchzuführen. Bei Abweichungen zwischen den Vorschlägen in diesem Applikationsbeispiel 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 Applikationsbeispiele oder Auszüge daraus sind nicht gestattet, soweit nicht ausdrücklich von Siemens Industry Sector zugestanden.

### Security-hinweise

Siemens bietet Produkte und Lösungen mit Industrial Security-Funktionen an, die den sicheren Betrieb von Anlagen, Lösungen, Maschinen, Geräten und/oder Netzwerken unterstützen. Sie sind wichtige Komponenten in einem ganzheitlichen Industrial Security-Konzept. Die Produkte und Lösungen von Siemens werden unter diesem Gesichtspunkt ständig weiterentwickelt. Siemens empfiehlt, sich unbedingt regelmäßig über Produkt-Updates zu informieren.

Für den sicheren Betrieb von Produkten und Lösungen von Siemens ist es erforderlich, geeignete Schutzmaßnahmen (z. B. Zellschutzkonzept) zu ergreifen und jede Komponente in ein ganzheitliches Industrial Security-Konzept zu integrieren, das dem aktuellen Stand der Technik entspricht. Dabei sind auch eingesetzte Produkte von anderen Herstellern zu berücksichtigen.

Weitergehende Informationen über Industrial Security finden Sie unter <http://www.siemens.com/industrialsecurity>.

Um stets über Produkt-Updates informiert zu sein, melden Sie sich für unseren produktspezifischen Newsletter an. Weitere Informationen hierzu finden Sie unter <http://support.automation.siemens.com>.

# Inhaltsverzeichnis

	<b>Gewährleistung und Haftung</b> .....	<b>2</b>
<b>1</b>	<b>Aufgabe</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Lösung</b> .....	<b>5</b>
	2.1 Übersicht .....	5
	2.2 Programmerstellung .....	5
	2.3 Setup Einstellungen .....	9
	2.4 Anwendung .....	11
<b>3</b>	<b>Prinzip des idealen Drehzahlverlaufs</b> .....	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>Ansprechpartner</b> .....	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>Historie</b> .....	<b>16</b>

# 1 Aufgabe

## Beschreibung der Applikation

Bei der Bearbeitung von langen, schlanken Werkstücken die oftmals sehr schwingungsempfindlich sind, soll während des Bearbeitungsprozesses die Drehzahl in kritischen Bereichen kontrolliert in eine harmonische Schwingung versetzt werden. Ziel sollte es sein, die Spindeldrehzahl so zu verändern, dass der Bearbeitungsprozess nicht beeinträchtigt wird und keine Rattermarken auf der Drehoberfläche entstehen.

## Überblick über die Automatisierungsaufgabe

Die folgende Abbildung zeigt beispielhaft ein Werkstück, welches während des Drehvorgangs durch die ungünstige Spannsituation in Schwingung versetzt wird.

Abbildung 1-1 Eingespannte Welle



## 2 Lösung

### 2.1 Übersicht

#### Beschreibung

Durch eine permanente Drehzahlveränderung der Masterspindel können auftretende Schwingungen am Drehwerkstück beseitigt werden. Bei manueller Veränderung der Spindeldrehzahl durch Benutzen des Overrides ist es sehr schwierig eine harmonische Drehzahlschwingung der Masterspindel zu erzeugen. Deshalb muss ein Zyklus, welcher aus zwei Teileprogramme (.SPF Dateien) besteht, erstellt werden. Durch ein gezieltes Ein- und Abschalten des Zykluses, wird eine harmonische Drehzahlschwingung an der Masterspindel erzwungen. Beide Teileprogramme des Zykluses bilden die Grundlage zur späteren Benutzung des Befehls „OSZI“, welcher problemlos in programGUIDE (G-Code) benutzt werden kann.

#### Vorausgesetzte Kenntnisse

Grundlegende Kenntnisse der programGUIDE (G-Code) Programmierung werden vorausgesetzt.

#### Vorteile

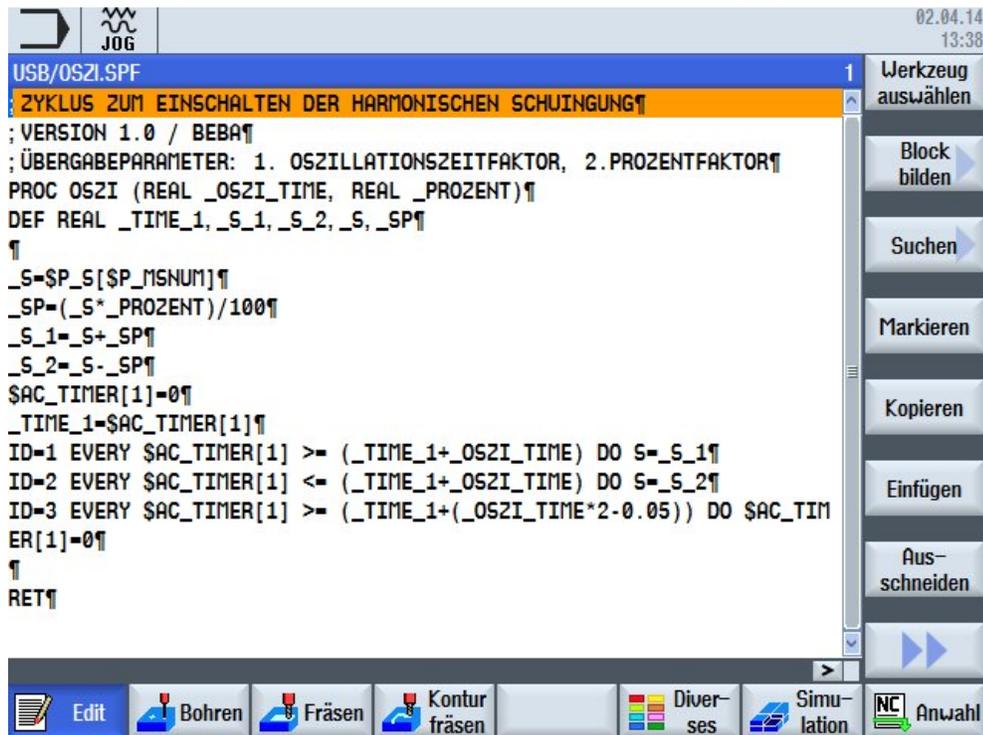
Die vorliegende Applikation bietet folgende Vorteile:

- Vermeidung von Rattermarken am Werkstück
- Präziser Drehprozess am Werkstück ist weiterhin möglich

### 2.2 Programmerstellung

Die Teileprogramme OSZI.SPF (Abb. 2-1) und OSZIOFF.SPF (Abb. 2-2), welche zum Ein- und Ausschalten der harmonischen Drehzahlschwingung dienen, werden im passwortgeschützten Bereich Systemdaten/Anwenderzyklen hinterlegt. Dieser Bereich ist nur für autorisiertes, qualifiziertes Personal zugänglich. Der Endanwender sollte verantwortungsbewusst, überlegt und umsichtig handeln, da die beschriebenen Zyklen Änderungen in den Systemdaten erfordern.

Abbildung 2-1 Zyklus zum Einschalten harmonischer Drehzahlsschwingungen

**Hinweis**

Das Programm zum Einschalten von harmonischen Schwingungen ist als Download bereitgestellt und muss nicht von Ihnen erstellt werden.

Zur besseren Übersicht wird der programGUIDE zum Einschalten einer harmonischen Drehzahlsschwingung nachfolgend dargestellt:

```

1 { ;ZYKLUS ZUM EINSCHALTEN DER HARMONISCHEN SCHWINGUNG
  ;VERSION 1.0 / BEBA
  ;ÜBERGABEPARAMETER: 1. OSZILLATIONSZEITFAKTOR,
  2 { 2. PROZENTFAKTOR
  3 { PROC OSZI (REAL_OSZI_TIME, REAL_PROZENT)
  4 { DEF REAL_TIME_1,_S_1,_S_2,_S,_SP
  5 {   _S=$P_S[$P_MSNUM]
  6 {   _SP=(_S*_PROZENT)/100
  7 {   _S_1=_S+_SP
  8 {   _S_2=_S-_SP
  9 {   $AC_TIMER[1]=0
     _TIME_1=$AC_TIMER[1]
     ID=1 EVERY $AC_TIMER[1] >= (_TIME_1+_OSZI_TIME) DO S=_S_1
     ID=2 EVERY $AC_TIMER[1] <= (_TIME_1+_OSZI_TIME) DO S=_S_2
     ID=3 EVERY $AC_TIMER[1] >= (_TIME_1+(_OSZI_TIME*2-0.05)) DO
     RET
  
```

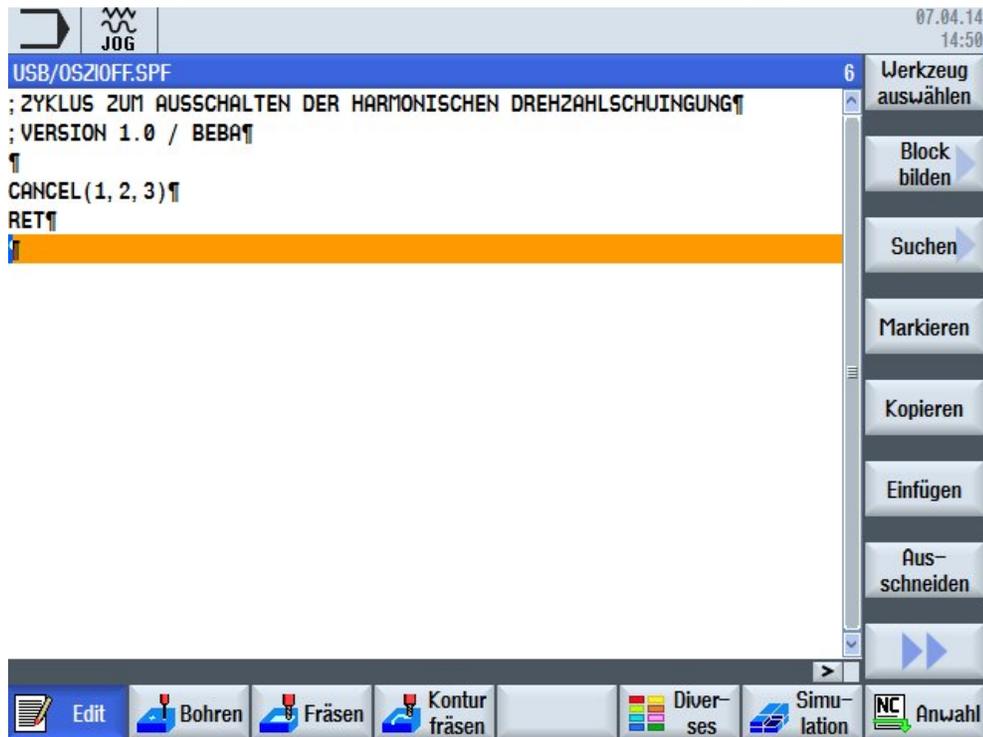
Tabelle 2-1 Erklärung der Programmierschritte (Einschalten harmonische Drehzahlschwingung)

Nr.	Aktion	Anmerkung
1	ÜBERGABEPARAMETER: 1.OSZILLATIONSZEITFAKTOR, 2. PROZENTFAKTOR	Kommentarbereich
2	PROC OSZI (REAL _OSZI_TIME, REAL_PROZENT)	Definition des Prozedurnamens, der Übergabeparameter und der notwendigen Programmlaufzeitvariablen
3	_S=\$P_S[\$P_MSNUM]	Abfrage der aktuellen Masterspindel
4	_SP=(_S*_PROZENT)/100	Berechnung der Spindeldrehzahl in Bezug auf die Prozentangabe
5	_S_1	Obere Drehzahlgrenze
6	_S_2	Untere Drehzahlgrenze
7	\$AC_TIMER[1]=0 _TIME_1=\$AC_TIMER[1]	Setzen und Stoppen des Timers
8	ID=1 EVERY \$AC_TIMER[1] >= (_TIME_1+_OSZI_TIME) DO S=_S_1  ID=2 EVERY \$AC_TIMER[1] <= (_TIME_1+_OSZI_TIME) DO S=_S_2  ID=3 EVERY \$AC_TIMER[1] >= (_TIME_1+(_OSZI_TIME*2-0.05)) DO	Synchronaktionen zum Verändern des Sollwertes der Spindel
9	2-0.05	Korrekturfaktor des gesetzten Timers

**Hinweis**

Bei dem Korrekturfaktor des gesetzten Timers handelt es sich um einen Erfahrungswert. Dieser verhindert das Überschreiten der harmonischen Schwingung über die gesetzte obere bzw. untere Grenze des Sollwertes der Spindeldrehzahl.

Abbildung 2-2 Zyklus zum Ausschalten harmonischer Drehzahlschwingungen



**Hinweis** Das Programm zur Deaktivierung harmonischer Drehzahlschwingung ist als Download bereitgestellt und muss nicht von Ihnen erstellt werden.

Zur besseren Übersicht wird der programGUIDE zum Ausschalten einer harmonischen Drehzahlschwingung nachfolgend dargestellt:

```
;ZYKLUS ZUM AUSSCHALTEN DER HARMONISCHEN DREHZAHLSCHWINGUNG
;VERSION 1.0 / BEBA
CANCEL(1, 2, 3)
```

Tabelle 2-2 Erklärung des Programmierschrittes (Ausschalten harmonischer Drehzahlschwingung)

Nr.	Aktion	Anmerkung
1	CANCEL (1,2,3)	Stoppen der drei Synchronaktionen

## 2.3 Setup Einstellungen

### Voraussetzung

Es muss sichergestellt sein, dass die Bezeichnung der verwendeten Synchronaktionen ID1 bis ID3 im Ein- und Ausschaltprogramm (OSZI.SPF und OSZIOFF.SPF) identisch sind. Sollten bereits andere Synchronaktionen diese Bezeichnung haben, müssen Sie diesen Synchronaktionen eine noch nicht verwendete Nummerierung zuweisen.

### Setup einstellen

Beachten Sie die folgenden Einstellungen im Setup der SINUMERIK Steuerung:

1. Kopieren Sie die erstellten Teileprogramme OSZI.SPF und OSZIOFF.SPF  
In den Anwenderzyklenbereich Abb. 2-3.

Abbildung 2-3 Einfügen der OSZI Dateien in den Anwender-Zyklenbereich



### Hinweis

Zugriffsberechtigung für den Systemdatenbereich hat der Maschinenbauer oder der Siemens Service.

2. Stellen Sie den Timer des Kanalmaschinendatums MD 28528 (Anzahl der Timer) auf mind. „2“ (Abb. 2-4) und setzen Sie es wirksam.

Abbildung 2-4 Verändern des Timers im Kanalmaschinendatum MD 28258

Kanal-Maschinendaten				CH1:CHAN1
28240	\$MC_MM_NUM_SYNC_DIAG_ELEMENTS	0	po	
28241	\$MC_MAXNUM_SYNC_DIAG_VAR	0	po	
28250	\$MC_MM_NUM_SYNC_ELEMENTS	159	po	
28251	\$MC_MM_NUM_SAFE_SYNC_ELEMENTS	0	po	
28252	\$MC_MM_NUM_FCTDEF_ELEMENTS	3	po	
28253	\$MC_MM_NUM_SYNC_STRINGS	200	po	
28254	\$MC_MM_NUM_AC_PARAM	50	po	
28255	\$MC_MM_BUFFERED_AC_PARAM	0	po	
28256	\$MC_MM_NUM_AC_MARKER	8	po	
28257	\$MC_MM_BUFFERED_AC_MARKER	0	po	
28258	\$MC_MM_NUM_AC_TIMER	2	po	
28260	\$MC_NUM_AC_FIFO	0	po	
28262	\$MC_START_AC_FIFO	0	po	
28264	\$MC_LEN_AC_FIFO	0	po	
28266	\$MC_MODE_AC_FIFO	0	po	
28274	\$MC_MM_NUM_AC_SYSTEM_PARAM	0	po	
28276	\$MC_MM_NUM_AC_SYSTEM_MARKER	0	po	
28290	\$MC_MM_SHAPED_TOOLS_ENABLE	0	po	
28300[0]	\$MC_MM_PROTOC_USER_ACTIVE	1	po	
28300[1]	\$MC_MM_PROTOC_USER_ACTIVE	1	po	
28300[2]	\$MC_MM_PROTOC_USER_ACTIVE	0	po	
Anzahl Zeitvariablen \$AC_TIMER (DRAM)				

3. Schalten Sie die Maschine aus und anschließend wieder ein, damit ist die Installation beendet und der Zyklus aktiviert.

## 2.4 Anwendung

Die Abbildung 2-4 zeigt die Verwendung der Schwingungsvermeidungsfunktion (OSZI) in der SINUMERIK. OSZI und OSZIOFF können wie Hochsprachenbefehle in das betreffende Werkstückprogramm eingefügt werden. In den Klammern wird nur noch der prozentuale Drehzahlverlauf eingetragen. Eine Änderung der Anwenderzyklen ist aus Sicht des Maschinenbedieners nicht mehr notwendig. Zu beachten ist, dass diese Funktion ausschließlich für den Gebrauch in programGUIDE vorgesehen ist und keine Anwendung in ShopTurn findet.

Abbildung 2-4 Anwendung der OSZI-Funktion in programGUIDE

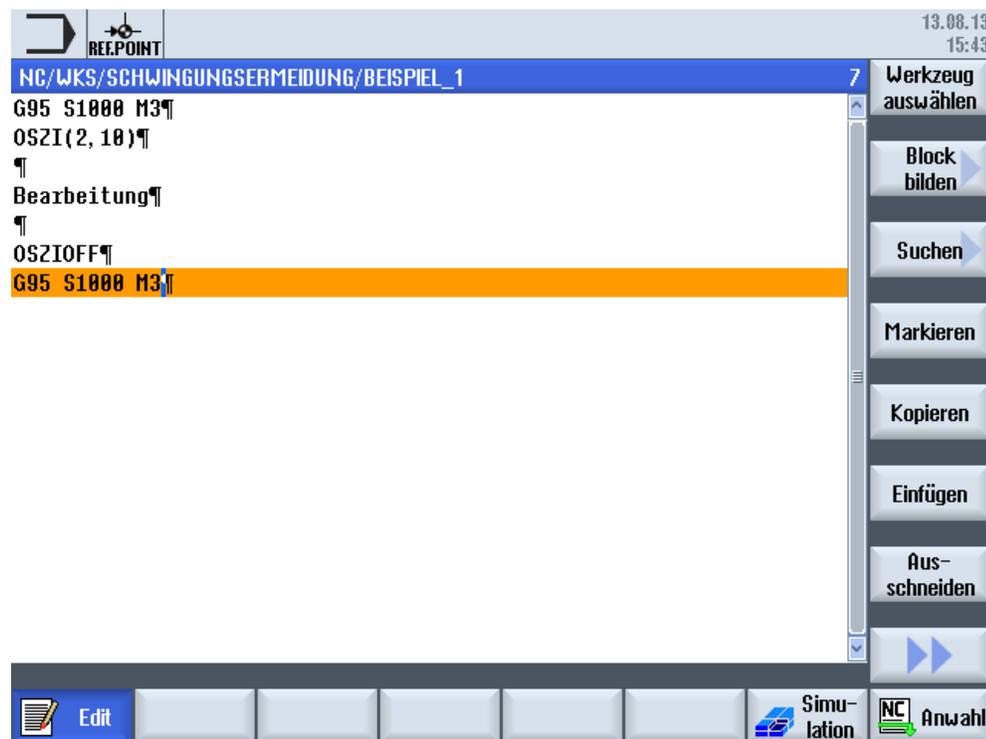


Tabelle 2-3 Erklärung der Programmierschritte (Schwingungsvermeidungsprogramm)

Nr.	Aktion	Anmerkung
1	G95 S1000 M3	Die Masterspindel dreht mit 1000 U/min im Rechtslauf
2	OSZI(2,10)	Für einen Zeitraum von 2 Sekunden wird die Drehzahl auf 110% gesetzt.
3	Bearbeitung	Steht hier als Platzhalter für den Bearbeitungsvorgang am Werkstück.
4	OSZIOFF	Ausschalten der Schwingung
5	G95 S1000 M3	Neue Drehzahl festlegen, andernfalls ist die zuletzt verwendete Drehzahl aktiv. Entweder obere oder untere Drehzahlgrenze.

Schwingungen am Werkstück können durch Veränderung der konstanten Drehzahl erreicht werden. Deshalb verändert sich der Sollwert der Spindel permanent. Somit pendelt der Sollwert der Spindeldrehzahl in einer bestimmten Zeit zwischen einer definierten Unter- und Obergrenze hin und her. Im aktuellen Beispiel erstreckt sich der ausgewählte Sollwertbereich der Spindeldrehzahl von 90% bis 110% der ausgewählten Nenndrehzahl. Das Zeitintervall wurde mit 2 Sekunden fixiert, bei einer anfänglichen Spindeldrehzahl von 1000 U/min.

## 3 Prinzip des idealen Drehzahlverlaufs

### Schwingung und Masterspindel

Eine Schwingung wirkt nur auf die aktive Masterspindel und ist abhängig von ihrer Dynamik.

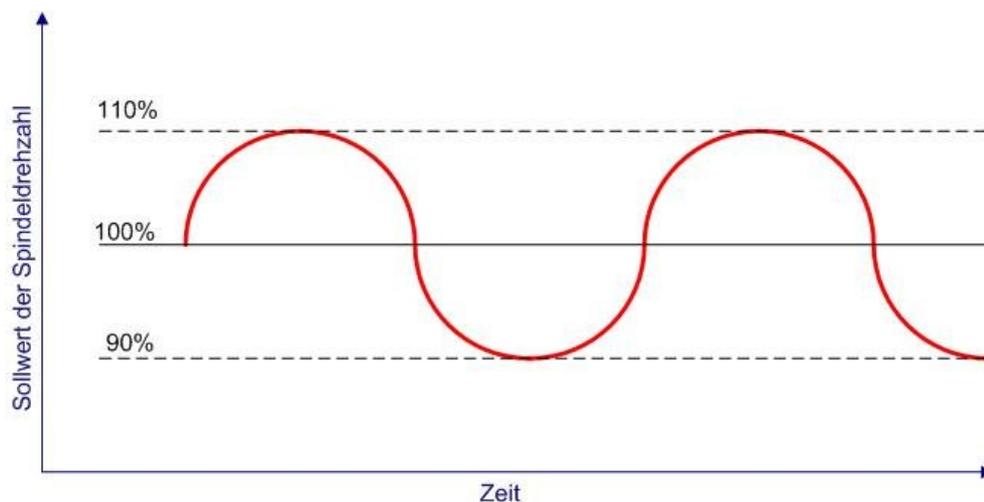
### Schwingungen reduzieren

Um Schwingungen zu reduzieren, wird nach jedem Zeitfaktor der Sollwert der Spindeldrehzahl um den Prozentfaktor verringert oder erhöht. Es ergibt sich eine Schwingung, die stark von der Dynamik der Spindel und dem Werkstückgewicht abhängig ist. Für dieses Schwingungsverhalten existieren keine Wertetabellen, somit müssen die benötigten Parameter (Drehzahl der Spindel, Zeitfaktor) für den verwendeten Werkstoff experimentell ermittelt werden.

### Idealer Schwingungsverlauf

In Abbildung 3-1 idealer Drehzahlverlauf der Masterspindel wird das angestrebte Spindelverhalten dargestellt. Durch ein ständiges Pendeln der Spindeldrehzahl zwischen einer von Ihnen definierten Ober- und Untergrenze (Kap. 2.4) ergibt sich ein sinusförmiger Verlauf.

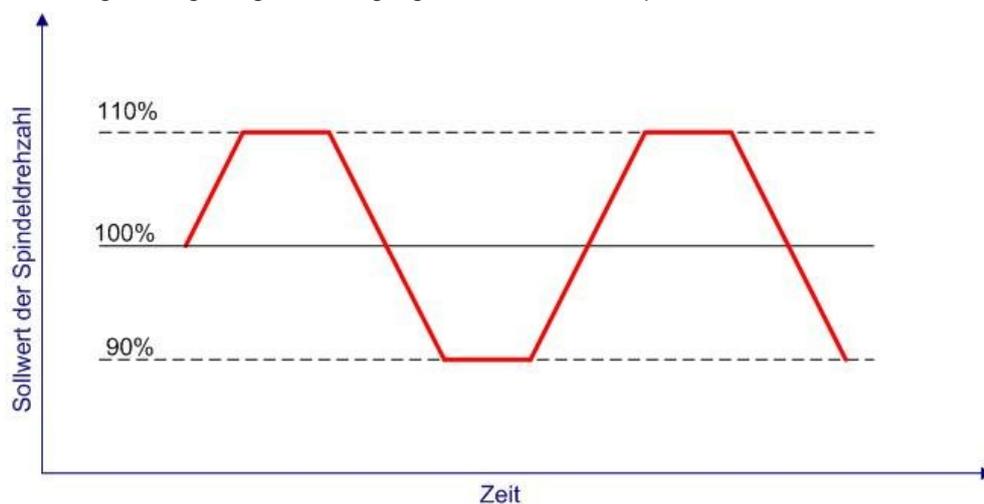
Abbildung 3-1 idealer Drehzahlverlauf der Masterspindel



### Ungünstiger Schwingungsverlauf

Die Abb. 3-2 zeigt eine Veränderung der Spindeldrehzahl mit einem zu groß gewählten Zeitfaktor. Die Spindeldrehzahl verweilt für einen kurzen Moment auf der Ober- oder Untergrenze des gewählten Sollwertes der Spindeldrehzahl, dies kann wieder zum Rattern des Werkstückes führen.

Abbildung 3-2 ungünstiger Schwingungsverlauf der Masterspindeldrehzahl



## 4 Ansprechpartner

Siemens AG

Industry Sector

I DT MC MTS APC2

Frauenauracher Straße 80

D - 91056 Erlangen

mailto:[MC-MTS-APC-Tech-Team.i-dt@siemens.com](mailto:MC-MTS-APC-Tech-Team.i-dt@siemens.com)

## 5 Historie

Tabelle 5-1

Version	Datum	Änderung
V1.0	09/2013	Erste Ausgabe
V2.0	04/2014	Optimierung der Ablaufprogramme OSZI