

# SIEMENS

*Ingenuity for life*



## Erfassung der Transformatorstufen- schalterposition

# SIPROTEC 5 Applikation

Erfassung der Transformatorstufen-schalterposition mittels eines analogen Messumformereingangs

---

## SIPROTEC 5 Applikation

# Erfassung der Transformatorstufen-schalterposition mittels eines analogen Messumformereingangs

APN-038, Edition 1

## Inhalt

1	Protection Devices in facilities without reliable auxiliary power supply.....	3
1.1	Einführung .....	3
1.2	Konfigurieren des Transformatorstufenschalters.....	3
1.3	Konfiguration des analogen Eingangsmoduls.....	5
1.4	Umwandlung des Ausgangssignals des Messumformers in eine Stufenschalterposition.....	6
1.5	Zusammenfassung .....	9

# 1 Protection Devices in facilities without reliable auxiliary power supply

## 1.1 Einführung

Typischerweise wird die Position des Transformatorstufenschalters über Binärkontakte signalisiert, die Stufeninformation kann aber auch durch einen analogen Gleichstrom repräsentiert werden. Mit SIPROTEC 5 Geräten lässt sich ab der Version 7 über einen analogen Messumformereingang (z.B. im Einsteckmodul ANAI-CA-4EL-CA-4EL oder in der Erweiterungsbaugruppe IO212) die Position eines Transformatorstufenschalters direkt, d.h. ohne zusätzliche Geräte erfassen. Pro Stufenschalter wird ein Kanal benötigt.

Diese Applikationsbeschreibung nimmt als Beispiel einen Stromeingangsbereich von 4mA-20mA und einen Stufenschalter mit 30 Stellungen, von Position 1 bis Position 30. Für andere Wertebereiche der Eingangsströme oder andere Positionen (Anzahl oder Bereich) ist im Prinzip analog zu verfahren.

Diese gliedert sich in 3 Teile:

1. Konfigurieren des Transformatorstufenschalters in DIGSI 5
2. Konfigurieren des analogen Eingangsmodul
3. Umwandlung des Ausgangswertes des Messumformers in eine Stufenschalterposition

## 1.2 Konfigurieren des Transformatorstufenschalters

Der Transformatorstufenschalter kann in SIPROTEC 5 prinzipiell auf zwei verschiedene Arten eingesetzt werden.

1. Als Funktionsgruppe Transformatorstufenschalter, zur Erfassung der Position des primären Stufenschalters, um diese z.B. in der Transformatordiff.schutzfunktion mit einfließen zu lassen oder um diesen über CFC oder von fern zu steuern. Hierzu muss aus der Bibliothek das Funktionsgruppensymbol „Transformatorstufenschalter“ im Verzeichnis „Schaltgeräte“ des entsprechenden Schutzgerätes in die Gerätekonfiguration gezogen werden.

2. Als Bestandteil einer Spannungsregelung

In diesem Fall ist die Funktion „Transformatorstufenschalter“ in einer der Funktionsgruppen Spannungsregler im Verzeichnis „Spannungsregler“ schon enthalten. Die FG (Funktionsgruppen) finden sich in der Bibliothek und können per drag und drop in die Gerätekonfiguration gezogen werden (s. Abb.1).

Die möglichen Stufenschalterpositionen werden in der Informationsrangierung im Eigenschaftsfenster eingestellt. Dazu muss man die Meldung „Position“ in der Funktionsgruppe Transformatorstufenschalter im FB (Funktionsblock) Stufenschalter anwählen (s. Abb.2). Einzustellen sind die Anzahl der Positionen und wenn die erste Position nicht bei 1 beginnen soll, zusätzlich ein entsprechender Offset. Die kleinste und größte Position wird dann automatisch berechnet und angezeigt. Die Einstellung des Stufenkodierungstyps hat keine Relevanz.

# SIPROTEC 5 Applikation

Erfassung der Transformatorstufen-schalterposition mittels eines analogen Messumformereingangs

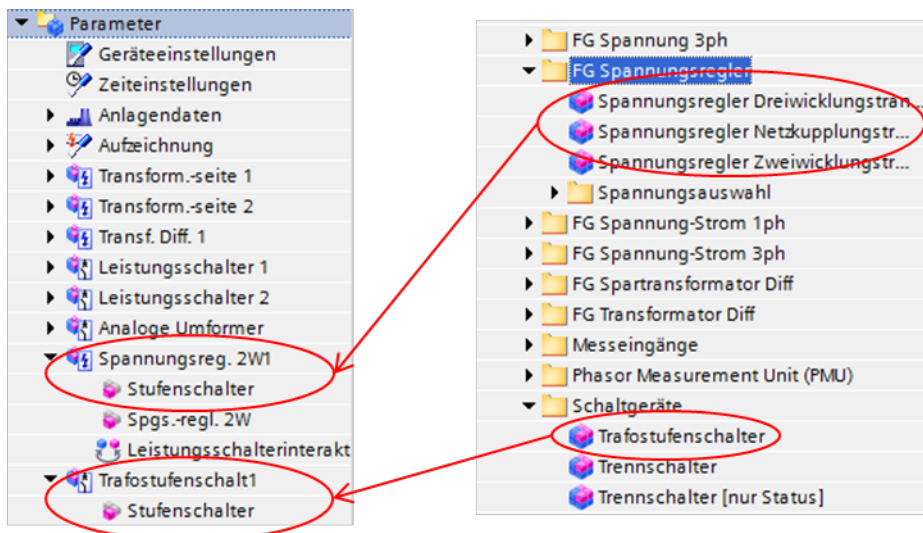


Abb. 1: Anlegen eines Transformatorstufenschalters

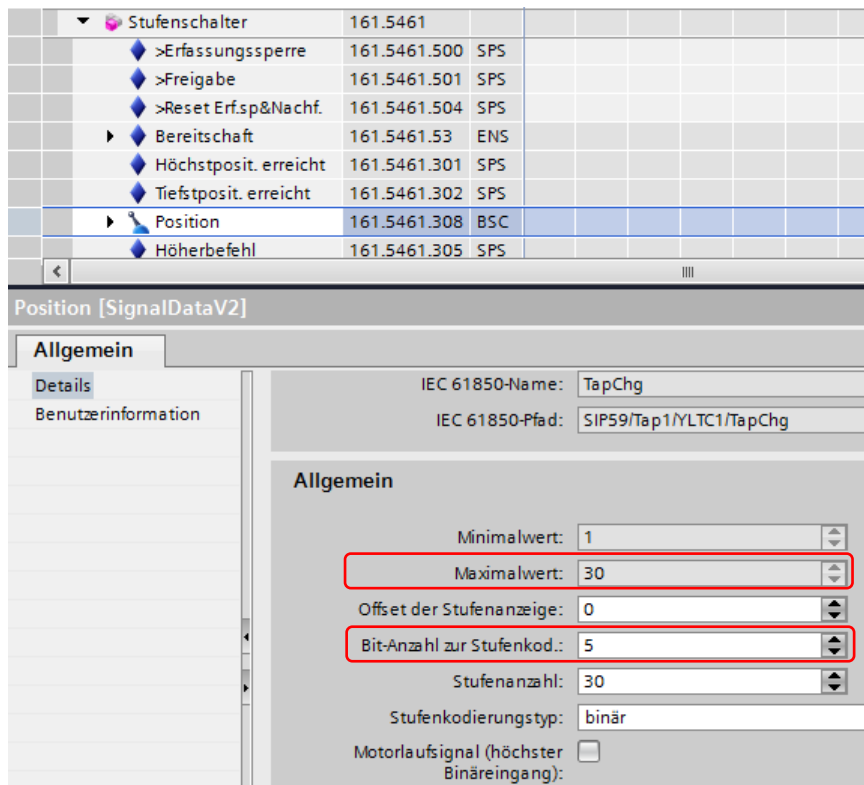


Abb.2: Einstellung der Stufenanzahl und des Offsets sowie daraus resultierende minimale und maximale Position des Stufenschalters.

### 1.3 Konfiguration des analogen Eingangsmoduls

#### 1.3.1 Hardwarekonfiguration

Als analoge Eingabemodule kommen der Messumformer ANAI-CA-4EL (Steckmodul) oder die Erweiterungsbaugruppe IO212 infrage. Pro Stufenschalter wird ein analoger Stromkanal benötigt. Das ANAI-CA-4EL besitzt 4 parametrierbare Stromkanäle, die IO212 besitzt 8 schnelle analoge Eingangskanäle, die wahlweise analoge Spannungen oder Ströme erfassen können.

Da es sich bei Stufenschalterhandlungen um relativ langsame Vorgänge handelt, ist die Zykluszeit des ANAI-CA-4EL mit 200ms in der Regel ausreichend. Nach Hinzufügen der entsprechenden Hardware im Hardwareeditor von DIGSI 5 wird der Gerätekonfiguration automatisch eine Funktionsgruppe „analoge Messumformer“ mit entsprechenden Einstellwerten hinzugefügt.

#### 1.3.2 Konfiguration des Messumformerkanals

Die Messumformerkanäle des ANAI-CA-4EL haben einen maximalen Strombereich von -24 mA bis +24 mA. Sie sind frei programmierbar von -20 mA bis 20 mA, sodass auch ein Eingangsbereich von z.B. 4-20 mA einstellbar ist.

Für unsere Anwendung setzt man bei den Parametern des analogen Eingangsmodules (MU-Eing. 1) den Haken bei „Bereich aktiv“ und erhält 4 weitere Parameter zur Skalierung der Strom-Messwert-Kennlinie (Abb.3).

Generell entsprechen „untere Grenze“ und „obere Grenze“ dem minimalen bzw. maximalen Eingangsstrom, (also 4 mA und 20 mA) sowie „untere Grenze – Sensor“ und „obere Grenze – Sensor“ den Messwerten, die intern bei diesen Grenzwerten der Eingangsströme dargestellt werden. Diese Messwerte werden mithilfe eines CFC Plans im Folgenden in diskrete Stufenpositionen transformiert.

Für unsere Anwendung hat die Auswahl der Einheit keine Bedeutung, sie wird daher auf p.u. (per unit) eingestellt, es könnte jedoch auch jede andere Einheit verwendet werden.

Der Parameter Auflösung definiert die Auflösung des Messwertes, welcher intern in einen Integerwert umgewandelt wird. Ein Wert von 0,1 ist in Ordnung.

Idealerweise nimmt man als „Grenzwerte – Sensor“ die gewünschten minimalen und maximalen Stufenpositionen. Damit entfällt eine spätere Skalierung im CFC z.B. durch einen Divisionsbaustein (DIV\_R), welcher Funktionspunkte benötigen würde.

Für unser Beispiel stellen wir als „untere Grenze – Sensor“ +1 (p.u.) und als „obere Grenze – Sensor“ +30 ein. Damit erhalten wir bei einem Strom von 4 mA einen reellen Wert von 1(p.u.) sowie bei 20 mA einen reellen Wert von +30 (p.u.).

In Abb.4 sieht man die Messwerte eines MU-Kanals. „MU-MW direkt“ ist dabei der Messwert am Eingang, in unserem Fall also 4-20 mA, „MU\_MW skaliert“ sind die Ausgangsmesswerte, also 1 p.u. bis 30 p.u.

Im Weiteren werden diese Messwerte mittels CFC in Stufenpositionen umgewandelt.

# SIPROTEC 5 Applikation

Erfassung der Transformatorstufen-schalterposition mittels eines analogen Messumformereingangs

MU-Eing. 1

Messumformer E/A-Typ: Stromeingang

Einheit: p.u.

Auflösung: 0,01

Bereich aktiv:

Obere Grenze: 20,000 mA

Obere Grenze - Sensor: 30

Untere Grenze: 4,000 mA

Untere Grenze - Sensor: 1

Abb.3: Konfiguration der Eingangsströme und des Messwertbereiches.

▼	Analoge Umformer	
▼	MU-Modul 1	
▼	MU-Eing. 1	
	MU-MW skaliert	MV
	MU-MW direkt	MV

Abb.4: Messwerte eines Kanals des Messumformers.

## 1.4 Umwandlung des Ausgangssignals des Messumformers in eine Stufenschalterposition

Eine neuer CFC Plan wird durch Klicken auf „Neuen Plan hinzufügen“ in der Projektnavigation erzeugt. Da das Eingangssignal ein Messwert ist, der sich spontan ändert, bietet sich die Ablaufebene „Messwerte“ an. Es ist jedoch auch jede andere Ablaufebene des CFC möglich.

Neuen Plan hinzufügen

Name:  
Analoge Stufenstellung

Sie können die Ablaufebene für die Funktionspläne (CFC) aus der Auswahlliste unten wählen. Die gewählte Ablaufebene wird dem neuen Funktionsplan zugeordnet. Später können Sie auch ändern, wenn der Funktionsplan geöffnet ist.

Funktionsplan (CFC)-Ablaufebene auswählen:  
Measurement

Beschreibung der Ablaufebene:  
Verwenden Sie diese Ablaufebene für die Bearbeitung von Messwerten. Funktionen auf dieser Ablaufebene werden zyklisch alle 500 ms bearbeitet.

> Weitere Informationen

Hinzufügen und öffnen

OK Abbrechen

Abb.4: Auswahl der CFC-Ablaufebene und Erstellen eines neuen CFC Planes

### 1.4.1 Prinzip

Der CFC Plan enthält im Prinzip folgende Komponente und Signale:

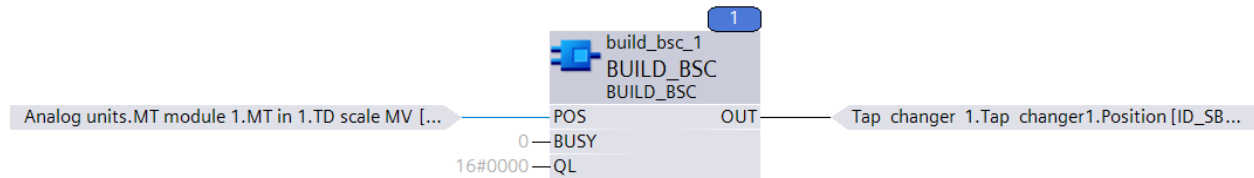


Abb.5: Prinzip der Umwandlung

Eine genaue Beschreibung der einzelnen CFC-Bausteine, welche in der folgenden Anwendung finden, findet man in der DIGSI Online-Hilfe, welche auch als pdf-Dokument im Internet zur Verfügung steht.

([www.siemens.com/siprotec](http://www.siemens.com/siprotec)).

BUILD\_BSC (1) ist ab DIGSI 5 V7 verfügbar und wandelt einen Integer-Wert am Eingang (POS) in eine Stufenschalterposition um, die dem entsprechenden Stufenschalter zugeordnet werden kann. Dazu zieht man die entsprechende Stufenschalterposition aus dem Signalkatalog auf den Ausgang von BUILD\_BSC (1).

Da viele CFC Bausteine eine eingebaute Signaltypkonversion haben, ist es oft nicht nötig, Signaltypen explizit mittels eines dedizierten Bausteines zu konvertieren. In unserem Fall akzeptiert der BUILD\_BSC (1) reelle Werte oder Messwerte und wandelt diese am Eingang in einen Integerwert intern um. Aus diesem Grund können wir direkt den skalierten Messwert (MU-MW skaliert) mit dem Eingang POS von BUILD\_BSC (1) verbinden.

### 1.4.2 Abfangen der Randbedingungen und ungültiger Werte

Liegen die Eingangsströme leicht außerhalb des vorgesehenen Bandes, so gibt der BUILD\_BSC (1) möglicherweise statt der unteren oder oberen Endposition keine gültige Position aus, da der skalierte Messwert aus dem gültigen Positionsbereich (z.B. 31 statt zwischen 1 und 30) fällt. Wenn nicht sichergestellt werden kann, dass das Eingangssignal immer in dem recht streng gehaltenen Gültigkeitsbereich liegt, muss der CFC – Plan also erweitert werden.

Die ungültigen Zustände werden hier mit 2 Grenzabfragen abgefangen, LE\_R (1) und GE\_R (2), sowie dem MUX\_R (8) was im Folgenden anhand von Abb.6 gezeigt wird.

Wenn der analoge Eingangswert (MU-MW skaliert) innerhalb des gültigen Bandes liegt, sind beide Ausgänge von LE\_R (3) und GE\_R (4) logisch 0, der Ausgang OUT des NOR (3) ist logisch 1, und daher ebenso der Eingang IN2 des BOOL\_INT (7). Als Folge hat der Ausgang OUT des BOOL\_INT (7) den Integerwert 2, welcher den MUX\_R (8) dazu veranlasst, den skalierten Messwert am Eingang IN2 auf dessen Ausgang OUT zu schalten.

Wenn der analoge Eingangswert (MU-MW skaliert) außerhalb des gültigen Bandes liegt (4 mA-20 mA) dann wird entweder IN1 oder IN3 des BOOL\_INT (7) logisch 1, und somit entweder IN1 oder IN3 des MUX\_R (8) auf dessen Ausgang OUT geschaltet.

Setzt man den Wert von IN1 auf den reellen Wert, welcher der kleinsten Stufenschalterposition entspricht (1,0) und den Wert von IN3 auf den reellen Wert, welcher der größten Stufenschalterposition entspricht (30,0) dann werden diese Werte auf den Ausgang OUT des MUX\_R (8) geschaltet und damit die Endpositionen stabilisiert (siehe grüne Markierung).

Um systematisch die Stufenschalterposition auf einen ungültigen Wert zu setzen, wenn der Eingangsstrom offensichtlich falsch ist, d.h. sich deutlich außerhalb des erlaubten Bandes befindet, wird der Eingangsstrom mit zwei hysteresestabilisierten Bausteinen LIML\_R (4) und LIMU\_R (5), mit welchen man die maximal tolerierbare Abweichung definiert, überwacht.

# SIPROTEC 5 Applikation

## Erfassung der Transformatorstufen-schalterposition mittels eines analogen Messumformereingangs

Wenn der Strom unter dem Grenzwert LIML\_R (4) oder oberhalb von LIMU\_R (5) liegt, wird der jeweilige Ausgang EXC von LIML\_R (4) oder LIMU\_R (5) logisch 1 und damit auch der Ausgang Y des OR Gates (6) sowie der Eingang IN4 des BOOL\_INT (7).

Im Modus 2 des BOOL\_INT (7) wird der Integerwert des Einganges mit der höchsten Eingangsnummer, die logisch 1 ist, auf den Ausgang geschaltet. Das heißt, dass IN4 die höchste Priorität von allen Eingängen hat. Wenn dieser logisch 1 ist, dann wird auf den Ausgang von BOOL\_INT (7) der Integerwert 4 gelegt. Dadurch wird der reelle Wert von IN4 des MUX\_R (8) auf dessen Ausgang OUT geschaltet. Mit einem klar definierten Wert außerhalb des gültigen Positionsbandes (z.B. -64) an IN4 wird die Stufenschalterposition am Ausgang von BUILD\_BSC ungültig.

Die LIML\_R und LIMU\_R Bausteine werden anstelle der LE\_R und GE\_R verwendet, da diese eine einstellbare Hysterese haben, welche verhindert, dass deren Ausgang flattert, wenn der Eingangsstrom gerade um den eingestellten Grenzwert herum liegt, was zur Konsequenz hätte, dass die Stufenstellerposition zwischen einer der Endstufen und ungültig hin- und herflattert.

Wird ein Binärsignal benötigt, welches die ungültige Position anzeigt, kann dazu der Ausgang Y des OR Gates (6) zum Beispiel verwendet werden.

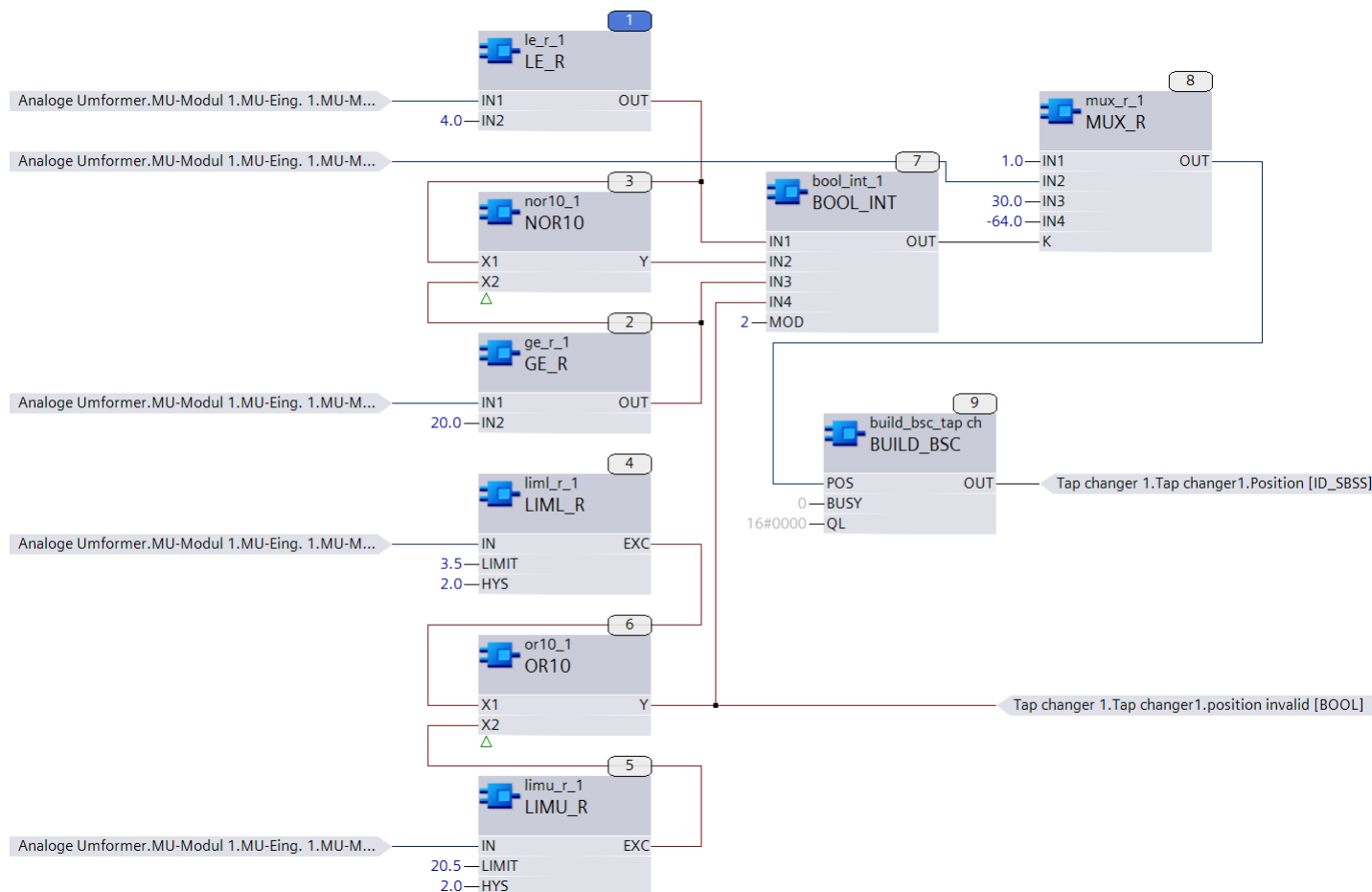


Abb.6: CFC Logik inclusive der Behandlung von Randwerten und ungültigen Eingangssignalen.



### 1.5 Zusammenfassung

Mittels einer relativ kleinen CFC Logik und eines der erhältlichen SIPROTEC 5 Messwertumformermodule kann die Position eines Stufenschalters in der Form eines Gleichstromsignales direkt an ein SIPROTEC 5 Gerät gegeben werden, ohne dafür externe Umsetzer verwenden zu müssen, die ein derartiges Signal in ein Bitmuster umsetzen. Die analogen Eingangsmodule sind programmierbar, so dass nicht nur die gängigen 4-20 mA umgesetzt werden können sondern auch jeder andere Eingangsbereich innerhalb von -20 mA bis +20 mA. Die IO212 ließe sogar Spannungen als Eingangssignale zu.

Verwendet man die Einstellparameter des Modules, so lässt sich der Bereich des Messwerts am Ausgang an den Bereich der Stufenschalterpositionen anpassen, ohne dafür funktionspflichtige Bausteine des CFC zu verwenden.

Diese Anwendung spart Kosten für externe Geräte und deren Verdrahtung und Test.

Herausgeber

Siemens AG 2016  
Energy Management Division  
Digital Grid  
Automation Products  
Humboldtstr. 59  
90459 Nürnberg, Deutschland

[www.siemens.de/siprotec](http://www.siemens.de/siprotec)

Wünschen Sie mehr Informationen,  
wenden Sie sich bitte an unser Customer  
Support Center.

Tel.: +49 180 524 70 00

Fax: +49 180 524 24 71

(Gebühren in Abhängigkeit vom Provider)

Email: [support.energy@siemens.com](mailto:support.energy@siemens.com)

© 2016 Siemens. Änderungen und Irrtümer vorbehalten.  
Die Informationen in diesem Dokument enthalten  
lediglich allgemeine Beschreibungen bzw. Leistungsmerkmale,  
welche im konkreten Anwendungsfall nicht immer  
in der beschriebenen Form zutreffen bzw. welche sich  
durch Weiterentwicklung der Produkte ändern können.  
Die gewünschten Leistungsmerkmale sind nur dann  
verbindlich, wenn sie bei Vertragsschluss ausdrücklich  
vereinbart werden.

Für alle Produkte, die IT-Sicherheitsfunktionen der  
OpenSSL beinhalten, gilt Folgendes:  
This product includes software developed by the  
OpenSSL Project for use in the OpenSSL Toolkit.  
(<http://www.openssl.org/> )  
This product includes cryptographic software written  
by Eric Young (eay@cryptsoft.com )  
This product includes software written by Tim Hudson  
(tjh@cryptsoft.com)  
This product includes software developed by Bodo Moeller.