

# SIEMENS

*Ingenuity for life*



## Hochgenaue Zeitsynchronisation über GPS

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

# SIPROTEC Applikation

Hochgenaue Zeitsynchronisation über GPS

---

## SIPROTEC Applikation

# Hochgenaue Zeitsynchronisation über GPS

APN-067, Edition 1

## Inhalt

1	Hochgenaue Zeitsynchronisation über GPS.....	3
1.1	Einleitung.....	3
1.2	Komponenten einer Zeitsynchronisationseinrichtung .....	3
1.3	Hierarchischer Aufbau von Zeitsynchronisationseinrichtungen .....	4
1.4	Beispiel für eine Schaltanlage mit PMU Funktion .....	7
1.5	Beispiel für eine Schaltanlage Leitungsdifferentialschutzgeräten.....	8
1.6	Einstellungen am Schutzgerät.....	10
1.7	Zusammenfassung .....	12

# 1 Hochgenaue Zeitsynchronisation über GPS

## 1.1 Einleitung

Einige Anwendungen der SIPROTEC Geräte, insbesondere auch der SIPROTEC 5 Geräte Reihe erfordern eine hochgenaue Zeitsynchronisation aller beteiligten Schutzgeräte einer Station oder auch mehrerer Stationen.

Klassische Anwendungsbeispiele hierfür sind sogenannte „Phaser Measurement Units“ kurz PMUs oder aber auch Leitungsdifferentialschutz.

Hierbei muss zwischen Anwendungen unterschieden werden, welche eine präzise Referenz auf eine zentrale Uhrzeit benötigen und den Anwendungen, die ohne Referenz auf diese zentrale Referenzzeit auskommen. PMU-Anwendungen zum Beispiel nehmen Bezug auf eine zentrale Referenzzeit wie UTC. Prozessbus und Differentialschutzanwendungen hingegen sind nicht auf die zentrale Referenzzeit angewiesen, hier müssen lediglich die Geräte untereinander genau synchronisiert sein.

Dieses Applikationsbeispiel geht speziell auf diese beiden unterschiedlichen Anforderungen ein.

Das erste Beispiel geht auf den sekundärtechnischen Aufbau einer für PMU tauglichen Zeitsynchronisationseinrichtung, mit zentraler Absolut-Zeitreferenz, ein.

Das zweite Beispiel geht auf den sekundärtechnischen Aufbau einer für Leitungsdifferentialschutz tauglichen Zeitsynchronisationseinrichtung ein, da diese lediglich eine zentral Zeitreferenz benötigt, aber ohne Absolut-Zeitbezug auskommt.

## 1.2 Komponenten einer Zeitsynchronisationseinrichtung

Im Folgenden werden die einzelnen Komponenten der Zeitsynchronisationseinrichtung aufgelistet und kurz beschrieben.

### 7XV5664-1AA00 – GPS-Zeitsynchronisierereinheit

Die GPS-Zeitsynchronisierereinheit (oder GPS-Uhr) ermittelt aus den Signalen der GPS-Satelliten die aktuelle Uhrzeit (auf 200ns genau).

Über die optischen Ausgabekanäle „FO-Out 1“ bis „FO-Out 3“ können verschiedene Zeitsignale ausgegeben werden. Im Auslieferungszustand sind folgende Signale auf die Ausgänge rangiert:

FO-Out 1: IRIG-B

FO-Out 2: 1 PPS

FO-Out 3: DCF77



Abbildung 1-1 7XV5664-1AA00 – GPS-Zeitsynchronisierereinheit

### 7XV5450-0BA00 – Mini-Sternkoppler

Der Mini-Sternkoppler wird verwendet, um ein optisches Zeitsignal auf bis zu 5 weitere Geräte zu verteilen. Hierzu wird der Sternkoppler in der Stern-Konfiguration betrieben.

Ältere Ausgabestände (bis einschließlich ICC) können auf bis zu 4 weitere Geräte verteilen.

Das zu verteilende Zeitsignal, welches beispielsweise durch den 7XV5664-1AA00 gesendet wird, wird auf den optischen Eingang R1 gegeben und über die Sendedioden T2 bis T5 an die unterlagerten Geräte verteilt.



Abbildung 1-2 7XV5450-0BA00 – Mini-Sternkoppler

# SIPROTEC Applikation

## Hochgenaue Zeitsynchronisation über GPS

### 7XV5654-0BA00 – Sync-Transceiver

Der Sync-Transceiver setzt optische Zeitsignale in entsprechende elektrische Zeitsignale mit +/- 24 V um. Hierbei wird die Empfangsdiode R1 für Kanal 1 und die Empfangsdiode R2 für Kanal 2 verwendet. Über die 9-polige Sub-D Buchse X1 werden beide Kanäle ausgegeben. Kanal 1 liegt auf den Pins 1 und 3, Kanal 2 auf den Pins 4 und 8.



Abbildung 1-3 7XV5654-0BA00 – Sync-Transceiver

### Optische Verbindungen

Für die optischen Verbindungen zwischen der Zeitsynchronisiereinheit, den Mini-Sternkopplern und den Sync-Transceivern kommen Multimode LWL-Kabel mit ST-Steckern zum Einsatz, wie z.B. das LWL-Kabel (6XV8100).

### Elektrische Verbindungen

Für die elektrische Verbindung zwischen dem Sync-Transceiver und den Schutzgeräten kommen verschiedene vorkonfektionierte Kabel zum Einsatz:

- Y-Buskabel (7XV5104-0AAxx):  
Zur Synchronisierung nur über Kanal 1 (R1, bzw. Pins 1 und 3)
- Y-Buskabel (7XV5105-0AAxx):  
Zur Synchronisierung über Kanal 1 (R1, bzw. Pins 1 und 3)  
und/oder Kanal 2 (R2, bzw. Pins 4 und 8)
- T-Adapter-Kabel (7XV5104-3AA00):  
Zur Umsetzung von Kanal 2 (R2, bzw. Pins 4 und 8) auf Kanal 1 (Pins 1 und 3)



Abbildung 1-4  
7XV510\*-AA00 – Synch-Kabel

## 1.3 Hierarchischer Aufbau von Zeitsynchronisationseinrichtungen

Für eine hochgenaue Synchronisierung der Geräte ist es entscheidend, dass zum einen alle miteinander zu synchronisierenden Geräten in derselben hierarchischen Ebene liegen. Zum anderen müssen die Verbindungen zwischen 2 Ebenen eine möglichst einheitliche Länge aufweisen.

Ebene 0 bildet hierbei immer die GPS-Synchronisiereinheit. Für ausgedehnte Schaltanlagen mit räumlich getrennt liegenden, aber zu synchronisierenden Geräten bilden ein oder kaskadierte Mini-Sternkoppler, die unterlagerten Ebene(n). Diese Ebenen können ebenso notwendig sein, wenn mehr als 6 (bzw. 12) Geräte zu synchronisieren sind.

Werden nun Geräte über unterschiedliche Ebenen synchronisiert, so kommt es zwangsläufig zu Laufzeitbedingten Fehlsynchronisation. Diese Steigt mit der Anzahl der Ebenen, welche zwischen den synchronisierten Geräten liegen. Für Anwendungen, die eine hochgenaue Zeitsynchronisierung erfordern ist dies nicht zu empfehlen, oder sogar unzulässig.

Die folgende Abbildung zeigt beispielhaft wie sich die Ebenen über eine Synchronisiereinrichtung einer Station aufbauen. Mit der gezeigten Anordnung lassen sich bis zu 24 Schutzgeräte mit Leitungsdifferentialschutz über IRIG-B und 1PPS synchronisieren.

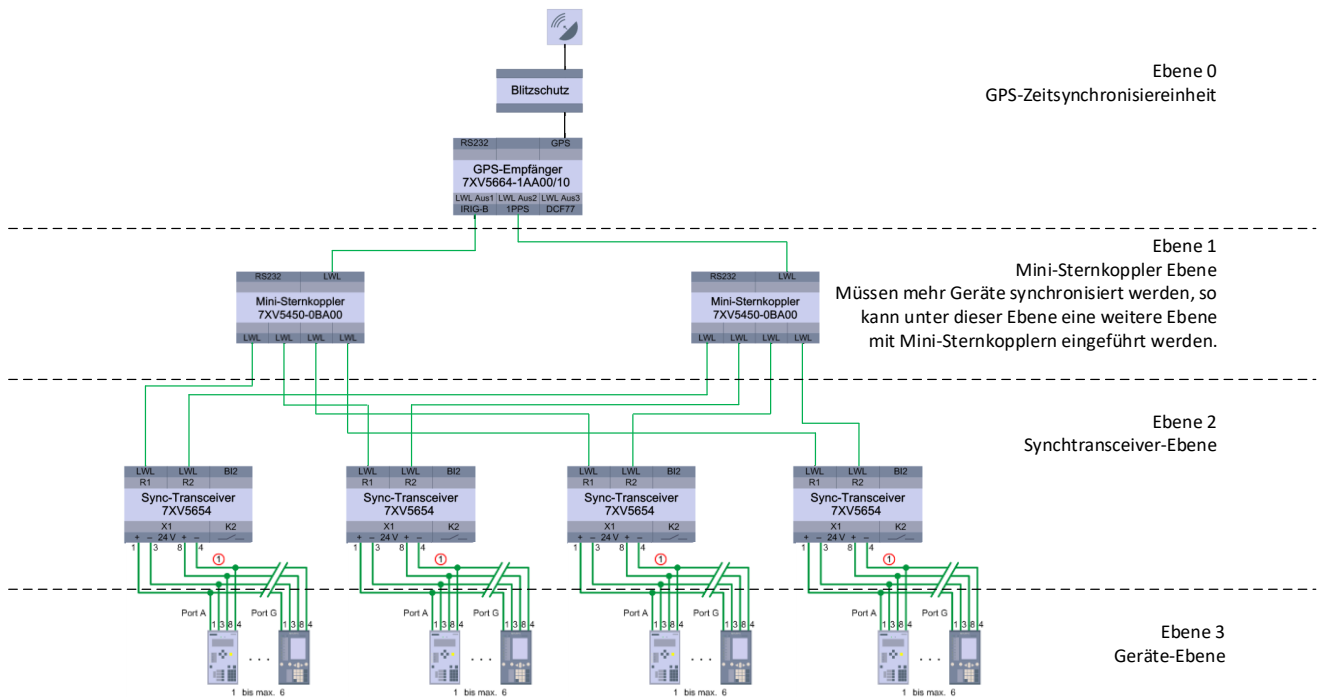


Abbildung 1-5 Synchronisierereinrichtung für bis zu 24 Geräte mit 1-PPS und IRIG-B

### 1.3.1 Laufzeitschwankungen/-unterschiede

Jede Komponente der Synchronisierereinrichtung beeinflusst die Laufzeiten zwischen der Synchronisiereinheit und den (Schutz-)Geräten. Für die Synchronisierung von Geräten ist es je nach Anwendungszweck verschieden, ob die Gesamtlaufzeit von der Zeitquelle bis zum jeweiligen Empfangsgerät von Bedeutung ist oder nicht.

Wird die Referenz auf eine bestimmte Abweichung zu einer zentralen Zeit (z.B. UTC) verlangt, so müssen die geräteinternen Laufzeiten (Verzögerungszeiten) in die Gesamtabweichung eingerechnet werden. Dies wird beispielsweise bei PMU-Anwendungen gefordert. Wird hingegen nur zwischen einzelnen Geräten ohne Bezug auf eine Absolutzeit synchronisiert (z.B. durch PPS), so spielen die internen Verzögerungen bei einem einheitlichen Aufbau der Synchronisierereinrichtung keine Rolle. Die Synchronisierung wird nur durch die potenziellen Laufzeitunterschiede zwischen den jeweiligen Endgeräten bestimmt.

Die Laufzeitunterschiede einzelner Geräte/ Komponenten sind temperatur- und alterungsabhängig. Der Unterschied zwischen der minimalen und der maximalen Laufzeit wird als Skew bezeichnet.

Bei elektrischen Kabeln wird die Laufzeit durch deren Länge, sowie der Anzahl an parallel versorgten Geräten bestimmt. Bei optischen Kabeln ist die Länge der maßgebende Faktor, da hier nur Punkt-zu-Punkt Verbindungen möglich sind. Damit führen unterschiedliche Längen zur Verbindung zwischen zwei Ebenen auf einen Laufzeitunterschied, welcher zwar nicht alters- oder temperaturbedingt ist, aber in seiner Wirkung wie die Laufzeitunterschiede der Komponenten zu betrachten ist und hier daher ebenfalls als Skew bezeichnet wird. Betrachtet man wie in Abbildung 1-5 lediglich eine Station, so bringt die Synchronisiereinheit auf der Ebene 0 keinen Beitrag zum Skew. Erst die folgenden Ebenen haben einen Einfluss. Die folgende Tabelle fasst die im Worst-case-Fall an den Komponenten Synchronisierereinrichtung auftretenden Skews zusammen. Bei Kupfer- und LWL-Kabel sind nur die Unterschiede in den verwendeten Längen zu berücksichtigen, nicht die gemeinsame Länge.

# SIPROTEC Applikation

## Hochgenaue Zeitsynchronisation über GPS

Gerätetyp (MLFB)	Skew [ns]	Minimale Laufzeit	Maximale Laufzeit
Synchronisiereinheit (7XV5664-1AAx0)	<200 ns	50 ns	<250 ns
Mini-Sternkoppler (7XV5450-0BA00 bis /DD)	<611 ns	100 ns	711 ns
Mini-Sternkoppler (7XV5450-0BA00 ab /DD im „Enhanced Mode“)	< 171 ns	100 ns	271 ns
Synch-Transceiver (7XV5654-0BA00)	< 40 ns	60 ns	100 ns
Schutzgeräte Intern (SIPROTEC 5)	< 103 ns	27 ns	130 ns
Schutzgeräte Intern (SIPROTEC 4, nur für PPS!)	< 103 ns	27 ns	130 ns
LWL-Kabel (z.B. 6XV8100-*) angenommen	5 ns / m	--	--
Y-Buskabel (7XV5104-0AAxx) angenommen	6 ns / m	--	--
T-Adapterkabel (7XV5104-3AA00) angenommen	6 ns / m	--	--

**Tabelle 1-1** Laufzeiten und daraus abgeleiteter „Worst Case“-Skew

Der im Worst-Case zu erwartende Skew ist die Summe der relevanten Einzel-Skews. Die tatsächlich auf den Anlagen auftretenden Skews werden deutlich geringer ausfallen.

Bei Anwendungen ohne Absolutzeit-Bezug (wie Differentialschutz) die über PPS synchronisiert werden, reduziert sich die zu berücksichtigende Durchlaufzeit, sowie der Skew, für den Sternkoppler in der ersten Ebene um die Werte der optischen Eingangskomponenten. Da diese für alle unterlagerten Geräte gleich ist. Die Schwankungen der Ausgabekomponenten hingegen sind zu berücksichtigen.

Für die Varianten des Ministernkoppler ergeben sich daraus folgende reduzierte Werte:

<b>Mini-Sternkoppler (7XV5450-0BA00 bis /DD)</b>	<b>&lt; 443 ns</b>	<b>100 ns</b>	<b>543 ns</b>
<b>Mini-Sternkoppler (7XV5450-0BA00 ab /DD im „enhanced mode“)</b>	<b>&lt; 158 ns</b>	<b>100 ns</b>	<b>258 ns</b>

**Tabelle 1-2** Laufzeiten und daraus abgeleiteter „Worst Case“-Skew für Mini-Sternkoppler in der ersten Synchronisierungsebene

Die folgende Tabelle enthält gemessene Verzögerungswerte, welche durch die dort aufgeführten Kombinationen an Y-Buskabeln auftreten. Wie die gemessenen Zeiten zeigen, ist die gesamte Verzögerung der Buskabel auch von den in Summe versorgten Geräten abhängig.

Kabellänge gesamter Bus	Verzögerung von X1 bis Ende Kabel (* berechneter Wert)	Topologie
3 m	18.5 ns	1 cable (3 m), 1 device, measured @ 3 m
6 m	39 ns	2 cables (3 m), 1 device, measured @ 6 m
9 m	60.0 ns	3 cables (3 m), 1 device, measured @ 9 m
12 m	78.5 ns	4 cables (3 m), 1 device, measured @ 12 m
15 m	100.5 ns	5 cables (3 m), 1 device, measured @ 15 m
20 m	(26 ns)*	6 cables (1 x 5 m+5 x 3 m), 1 device, measured @ 3 m
20 m	(48.5 ns)*	6 cables (1 x 5 m+5 x 3 m), 1 device, measured @ 6 m
20 m	(69.5 ns)*	6 cables (1 x 5 m+5 x 3 m), 1 device, measured @ 9 m
20 m	(92 ns)*	6 cables (1 x 5 m+5 x 3 m), 1 device, measured @ 12 m
20 m	(113.5 ns)*	6 cables (1 x 5 m+5 x 3 m), 1 device, measured @ 15 m
20 m	131 ns	6 cables (1 x 5 m+5 x 3 m), 1 device, measured @ 20 m
20 m	(26 ns)*	6 cables (1 x 5 m+5 x 3 m), 6 devices, measured @ 3 m
20 m	(48.5 ns)*	6 cables (1 x 5 m+5 x 3 m), 6 devices, measured @ 6 m
20 m	(69.5 ns)*	6 cables (1 x 5 m+5 x 3 m), 6 devices, measured @ 9 m
20 m	(92 ns)*	6 cables (1 x 5 m+5 x 3 m), 6 devices, measured @ 12 m
20 m	(113.5 ns)*	6 cables (1 x 5 m+5 x 3 m), 6 devices, measured @ 15 m
20 m	131 ns	6 cables (1 x 5 m+5 x 3 m), 6 devices, measured @ 20 m

Tabelle 1-3 Verzögerungen durch das Zeitsynchronisations-Buskabel

## 1.4 Beispiel für eine Schaltanlage mit PMU Funktion

SIPROTEC 5 (Schutz-)Geräte mit PMU Funktionalität werden am Port G über Zeitsignale im IRIG-B Format synchronisiert, damit die aus den Messungen gewonnenen Phasoren für weitere Anwendungen mit hinreichender Genauigkeit überlagert werden können. Für PMU-Anwendungen wird eine hohe Genauigkeit der Messwerte gefordert. Da sich dieser Fehler aus Amplituden und Winkelfehlern zusammensetzt, wird eine Zeitsynchronisation mit einer Genauigkeit von  $< 1 \mu\text{s}$  gefordert, um den durch die Zeitsynchronisation verursachten Winkelfehler zu limitieren. Da PMU Anwendungen häufig über große Flächen und unterschiedliche Netzgebiete aufgespannt werden, wird hier immer Bezug auf eine einheitliche Absolutzeit gefordert.

Durch die GPS-Synchronisierereinheit 7XV5664-1AA00/10 werden UTC-Zeitsignale im IRIG-B Format und einer Genauigkeit von  $< 200\text{ns}$  erzeugt. Der Synchrontransceiver hat eine maximale Signalverzögerung von  $100\text{ns}$ . Zusammen mit den Verzögerungen durch die Synch-Bus-Kabel von  $< 150\text{ns}$  und die Schutzgeräteinterne Verzögerungen von  $< 105\text{ns}$  wird die geforderte maximale Abweichung vom UTC-Zeitsignal von  $< 1 \mu\text{s}$  eingehalten.

Durch den Synch-Transceiver können bis zu 6 SIPROTEC 5-Schutzgeräte mit PMU Funktionalität pro Kanal hochgenau synchronisiert werden. Durch die Möglichkeit die auf Kanal 1 empfangenen Signale auf Kanal 2 zu doppeln können mit bis zu 12 Geräte synchronisiert werden. Müssen mehr als 12 Geräte in einer Schaltanlage synchronisiert werden, muss

# SIPROTEC Applikation

## Hochgenaue Zeitsynchronisation über GPS

das optische IRIG-B Signal auf die beiden weiteren Optischen Ausgänge der GPS-Synchronisiereinheit gegeben werden. Dadurch kann die Anzahl der für PMU-Anwendungen synchronisierbaren Geräte auf 36 Geräte erhöht werden.

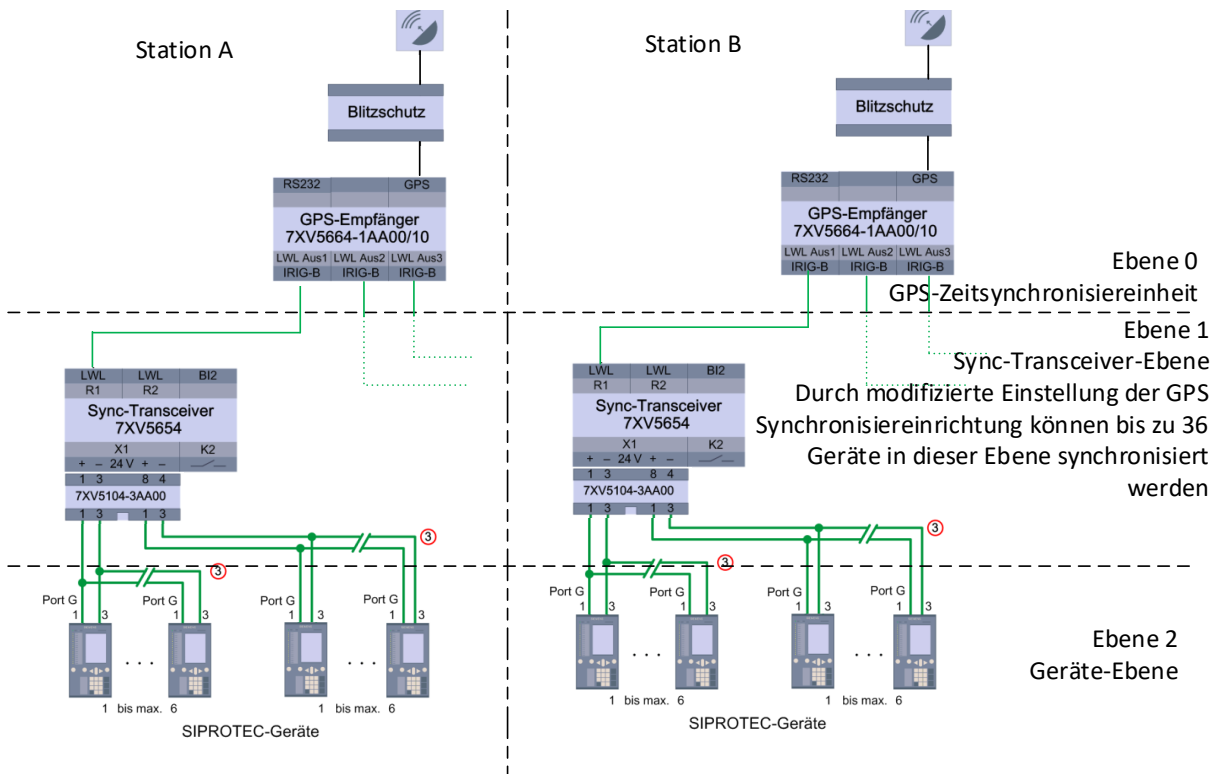


Abbildung 1-6 IRIG-B-Synchronisierung für Geräte mit PMU

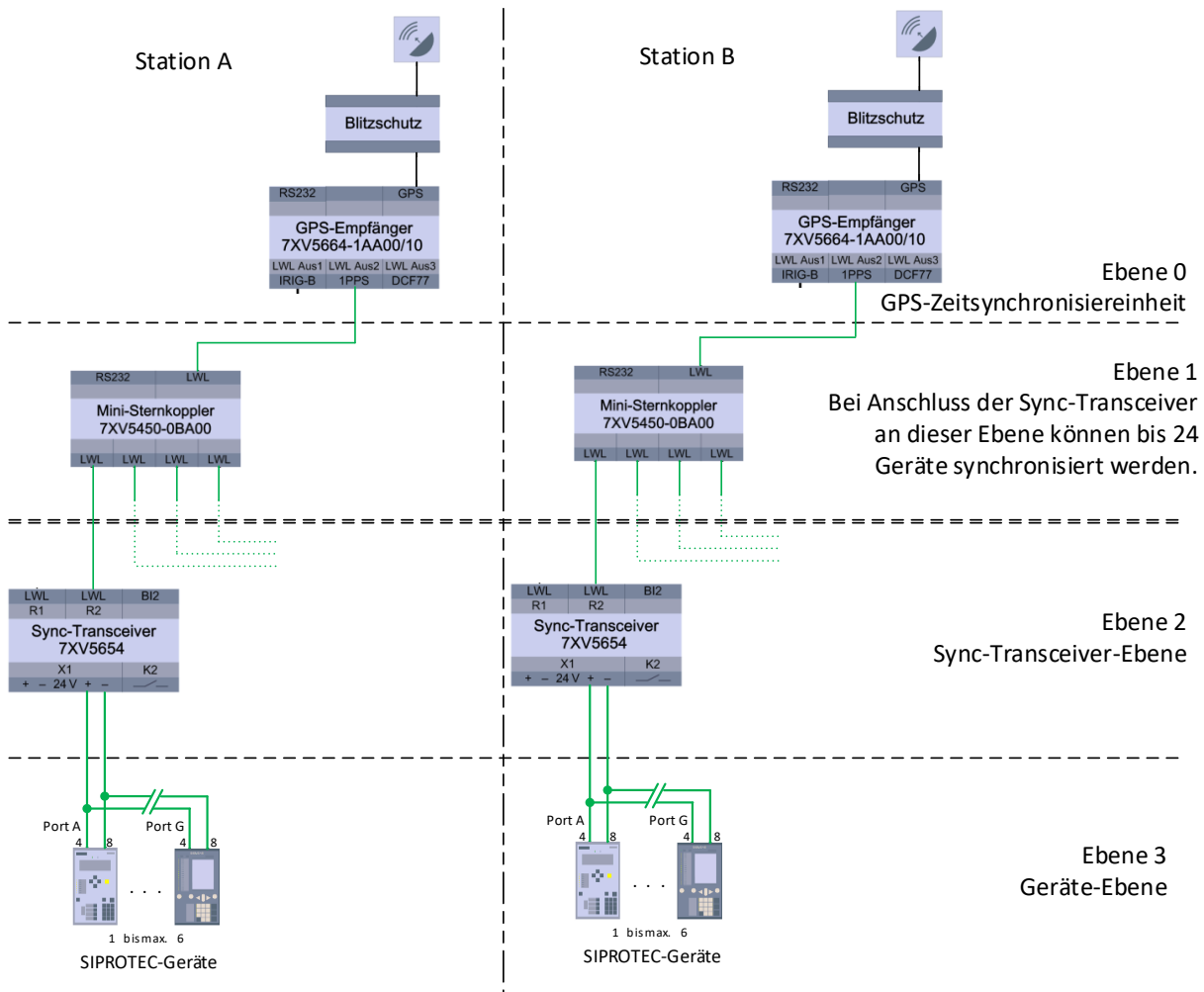
Da für PMU-Anwendungen eine Synchronisierung der Messwerte nach UTC von unter 1er  $\mu$ s gefordert wird, sollte auf den Einsatz von Ministernkopplern zur weiteren Verbreitung des Zeitsignals verzichtet werden.

### 1.5 Beispiel für eine Schaltanlage Leitungsdifferentialschutzgeräten

SIPROTEC Leitungsschutzgeräte mit Leitungsdifferentialschutz werden über den Zeitsynchronisationsport, Port A bei SIPROTEC 4 und Port G bei SIPROTEC 5, mittels 1PPS Signalen synchronisiert.

Die folgende Abbildung 1-7 zeigt die Synchronisiereinrichtungen in 2 Stationen. In diesem Beispiel wird nur das 1PPS Signal über die Station verteilt. Die Verteilung von 2 Synchronisationskanälen kann wie in Abbildung 1-5 erfolgen.





**Abbildung 1-7** 1PPS-Synchronisierung für Differentialschutzanwendungen

Da der Anschluss der Synchrontransceiver an unterschiedliche Ministernkoppler-Ebenen wie in Kapitel 1.3 bereits erwähnt, zu einem systematischen Laufzeitunterschied und damit verbunden einer erhöhten Ungenauigkeit in der Zeitsynchronisierung führt, wird dringend empfohlen die Synchronisierereinrichtung in allen Anlagen einer Differentialschutztopologie gleich aufzubauen.

Unter der Annahme, dass die Zeitsynchronisationseinrichtungen in allen an einer Differentialschutztopologie beteiligten Anlagen gleich aufgebaut sind und alle Geräte aus der gleichen hierarchischen Ebene synchronisiert werden, müssen nur die potenziellen Laufzeitunterschiede, nicht aber die Gesamtlaufzeit des Synchronisationssignals berücksichtigt werden. Unterschiedliche Längen der LWL- und oder Kupfer Verbindungen können durch die Verzögerungsparameter ausgeglichen werden. Für die Synchronisationsgenauigkeit ist dann nur die Summe der Skews der beteiligten Geräte zu betrachten. Im hier gezeigten Beispiel setzt sich die Synchronisationsgenauigkeit aus den folgenden Komponenten zusammen: Genauigkeit der GPS-Synchronisierereinheit 7XV5664 von <200ns

- Skew eines Mini-Sternkopplers von <611 ns (alter Ausgabetand ICC)
- Skew des Sync-Transceivers von <165 ns
- Skew des Schutzgerätes von <103 ns

Damit ergibt sich für diesen Aufbau eine Synchronisationsgenauigkeit die sicher besser als 1,079 µs ist. Dies ist für Differentialschutzanwendungen mehr als ausreichend, da der hieraus resultierende synchronisationsbedingte Winkelfehler deutlich unter dem Winkelfehler der Stromwandler liegt.

# SIPROTEC Applikation

## Hochgenaue Zeitsynchronisation über GPS

### 1.6 Einstellungen am Schutzgerät

#### 1.6.1 SPIROTEC 4

Die Zeitsynchronisation über IRIG-B ist in SIPROTEC 4 im Standard vorhanden.

Diese wird in DIGSI über das Menü Zeitsynchronisation => Quelle der Zeitsynchronisation => „Zeitzeichen IRIG B“ ausgewählt.

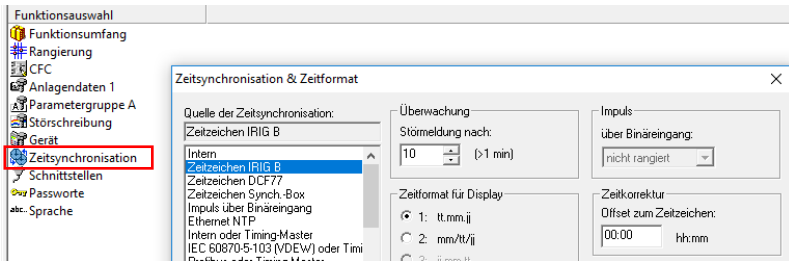


Abbildung 1-8 Zeitsynchronisation über IRIG B in SIPROTEC 4/DIGSI 4

Für die Synchronisation über GPS muss diese Eigenschaft im Gerät vorhanden sein. Dies kann aus der MLFB abgeleitet werden. Im Folgenden soll die GPS-Synchronisierung am Beispiel des 7SD523 Leitungsdifferentialschutzgerätes gezeigt werden.

Die Funktion GPS-Synchronisation muss über MLFB-Position 16 = „m.GPS-Sync,...“ verfügbar und mittels Parameter **0148 GPS-Synchronisation** = „vorhanden“ aktiviert sein.

0144	Spannungswandler	angeschlossen
0145	Wirkschnittstelle 1	vorhanden
0146	Wirkschnittstelle 2	nicht vorhanden
0147	Anzahl Geräte	2 Geräte
0148	GPS Synchronisation	vorhanden
0149	Ladestromkompensation	nicht vorhanden
0160	Leitungsabschnitte für Fehlerorter	1 Leitungsabschnitt

Abbildung 1-9 Einstellung des Funktionsumfangs im 7SD523\*

Über die aktive Parametergruppe hier z.B. „Parametergruppe A“ => 0045 „Wirkschnittstellen“ => GPS => „4801 GPS-Synchronisation“ = „Ein“ wird die Synchronisation über PPS verfügbar gemacht. Über die Einstellung des Parameters **4511 „WS1 Synchronisierungsmodus“** bzw. **4611 „WS2 Synchronisierungsmodus“**, wird nun die Synchronisierung des Leitungsdifferentialschutzes über den Telegrammodus und / oder GPS eingestellt.

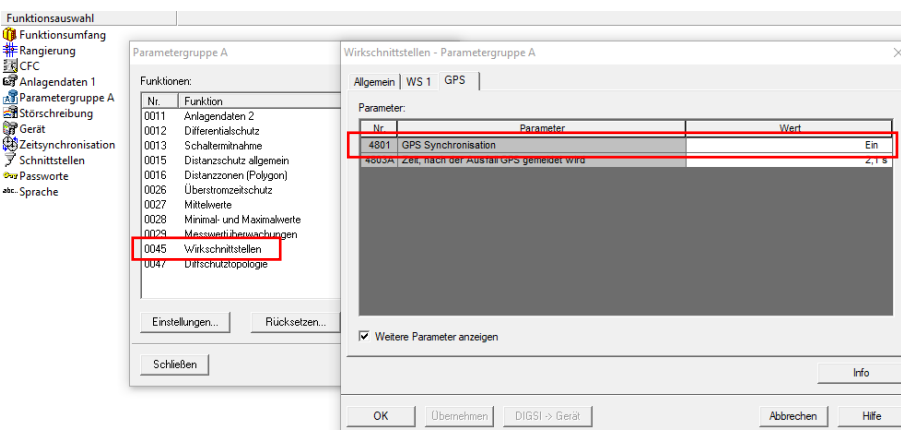


Abbildung 1-10 Synchronisation über 1-PPS (GPS)

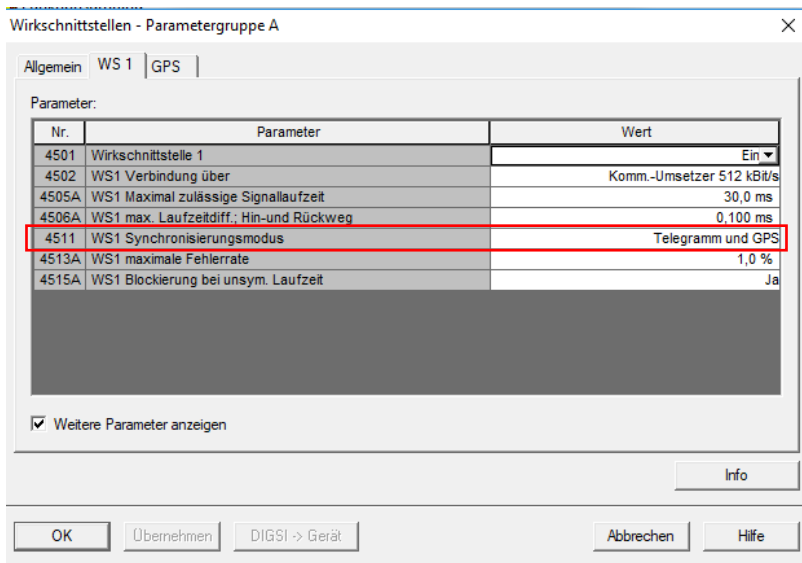


Abbildung 1-11 Auswahl des Synchronisierungsmodus

Kann für die WS-Kommunikation über Kommunikationspfade keine maximale Asymmetrie in Send- und Empfangsrichtung garantiert werden, so empfehlen wir immer die Einstellung „Telegramm und GPS“.

Für eine direkte WS-Kommunikation über eine feste LWL-Verbindung ist dies z.B. nicht erforderlich.

### 1.6.2 SIPROTEC 5

Bei SIPROTEC 5 Geräten ist sowohl die Synchronisierung über IRIG-B als auch über GPS (1-PPS) immer verfügbar. Beides wird unter Parameter => Zeiteinstellungen konfiguriert. Für den Zeitgeber wird als Zeitquelle 1 Port G: IRIG-B eingestellt. Der Sekundenimpuls (Port G) wird immer ausgewertet. Hier kann lediglich eine Latenzzeit eingestellt werden.

Latenzzeiten können in 0,01 µs Schritten eingestellt werden. Entsprechende Eingaben sind hier aber nur notwendig, sofern die Synchronisierereinrichtungen (inklusive der Verkabelungen) nicht ein wie oben beschrieben einheitlich aufgebaut wurden.

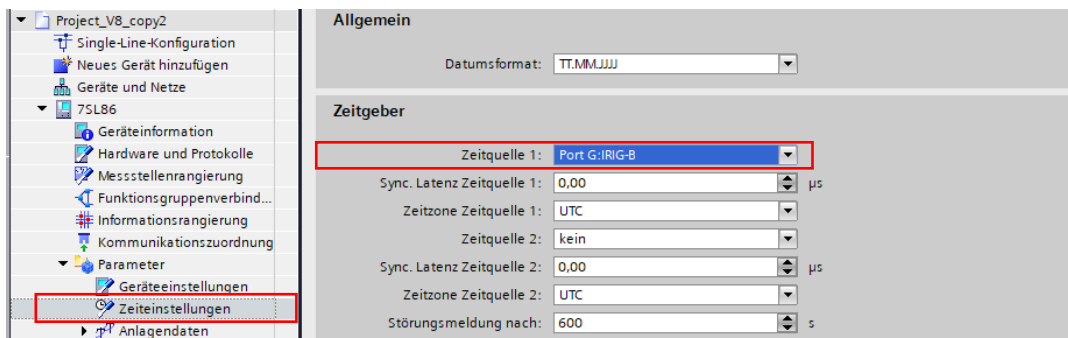


Abbildung 1-12 Einstellungen des Zeitgebers in SIPROTEC 5 /DIGSI 5

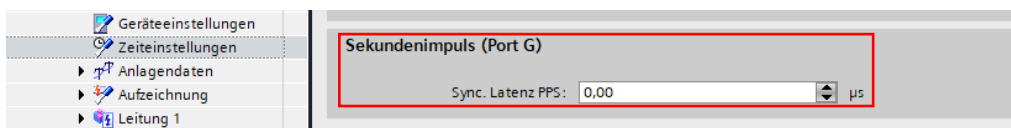


Abbildung 1-13 Einstellungen des Sekundenimpulses in SIPROTEC 5 /DIGSI 5

# SIPROTEC Applikation

## Hochgenaue Zeitsynchronisation über GPS

Unter Hardware und Protokolle werden die USART-A\*-\*FO-Module konfiguriert. Für den Leitungsdifferentialschutz muss mindestens eine der zwei möglichen Wirkschnittstellen konfiguriert werden. In den Einstellungen der Wirkschnittstelle(n) wird nun die Synchronisierung mittels Sekundenimpuls eingestellt. Wie bei den SIPROTEC 4 Geräten gilt, dass die Synchronisierung über Telegrammmodus und PPS immer empfohlen wird, sobald die WS-Kommunikation asymmetrisch sein kann, und keine maximale oder zulässige Asymmetrie garantiert werden kann.

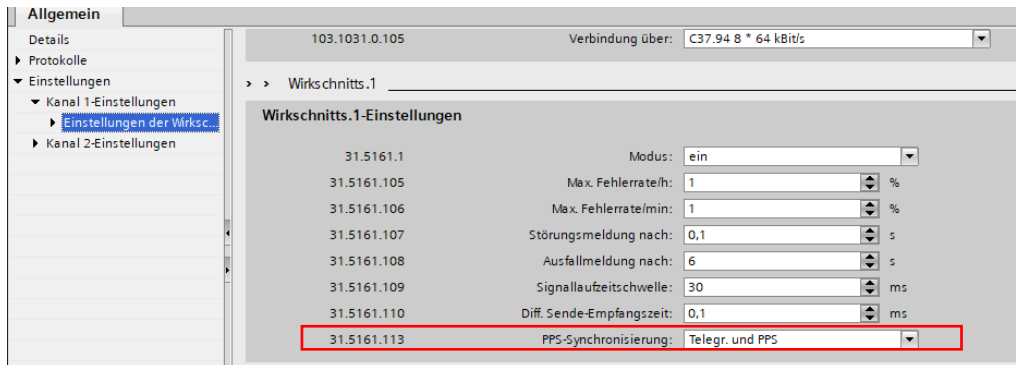


Abbildung 1-14 Einstellungen des Synchronisier Modus in SIPROTEC 5/DIGSI 5

## 1.7 Zusammenfassung

Diese Applikation unterstützt bei der Geräteauswahl und den Einstellwerten, denn eine hochgenaue Zeitsynchronisierung mittels GPS aller beteiligten Schutzgeräte einer Station oder auch mehrerer Stationen ist eine wesentliche Grundvoraussetzung für die korrekte Anwendungen von PMU (Echtzeit-Synchronisierung) und beim Leitungsdifferentialschutz (relative Synchronisierung).

Herausgeber

Siemens AG 2020  
Smart Infrastructure  
Digital Grid  
Humboldtstraße 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)

Customer Support: [www.siemens.com/csc](http://www.siemens.com/csc)

© 2020 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 developed by Bodo Moeller.