

DIN IEC 61850-9-3

ICS 33.040.40

Einsprüche bis 2015-09-03

Entwurf

**Kommunikationsnetze und -systeme für die Automatisierung in der elektrischen Energieversorgung –
Teil 9-3: Profil eines Precision Time Protocol für die Automatisierung in der elektrischen Energieversorgung
(IEC 57/1533/CDV:2015)**

Communication Networks and Systems for Power Utility Automation –
Part 9-3: Precision time protocol profile for power utility automation
(IEC 57/1533/CDV:2015)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2015-07-03 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 26 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Inhalt

	Seite
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe und Abkürzungen	5
3.1 Begriffe	5
3.2 Abkürzungen	5
4 Identifizierung	6
5 Uhrentypen	6
6 Protokollfestlegungen	7
7 Anforderungen	7
7.1 Messbedingungen	7
7.2 Netzwerk-Zeitungenauigkeit	7
7.3 Netzwerkelemente	7
7.4 Anforderungen an Grandmaster	8
7.5 Anforderungen für TC	8
7.6 Anforderungen für BC	9
7.7 Anforderungen für Medienkonverter	9
7.8 Anforderungen an Verbindungen	9
7.9 Konstruktion von Netzwerken	9
8 Grundeinstellungen	10
9 Umgang mit redundanten Uhren	11
10 Erklärung zur Konformität der Protokollimplementierung (PICS)	11
10.1 Konventionen	11
10.2 PICS	11
 Tabellen	
Tabelle 1 – PTP-Attribute für das Profil der Automatisierung in der elektrischen Energieversorgung	10
Tabelle 2 – PICS für Uhren	12

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 57/1533/CDV:2015 „Communication Networks and Systems for Power Utility Automation – Part 9-3: Precision time protocol profile for power utility automation“ (CDV, en: Committee Draft for Vote) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CDV entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Teil des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 57 „Power systems management and associated information exchange“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme und Abstimmung vorgelegt. Es wird jedoch nicht zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage gestellt. Derzeit ist also nicht vorgesehen, dieses Dokument als Europäische Norm zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS (en: Final Draft International Standard) nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CDV als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit noch vor der Abstimmung berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 952 „Netzleittechnik“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnichtsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm.

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO [und/oder] IEC sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

**Kommunikationsnetze und -systeme für die Automatisierung in der elektrischen
Energieversorgung –
Teil 9-3: Profil eines Precision Time Protocol für die Automatisierung in der
elektrischen Energieversorgung**

Einleitung

Allgemeines

Die vorliegende Norm legt ein für die Automatisierung in der elektrischen Energieversorgung anwendbares Profil eines Precision Time Protocol (PTP; de: Präzisions-Zeitprotokoll) nach IEC 61588:2009 fest, welches die Einhaltung der höchsten Synchronisationsklassen von IEC 61820-5 und IEC 61869-9 ermöglicht.

Die vorliegende Norm ist für eine Schicht-2-Kommunikation nach IEC 61588:2009, Anhang F, anwendbar und verwendet ein Standardprofil mit eingeschränkten Bereichswerten für Peer-to-Peer-Verzögerungsmessung nach IEC 61588:2009, Anhang J.4.

Wenn Uhren einen einzelnen Anschluss haben, ist dieses Profil eine Teilmenge von IEC 61588:2009 mit den vorgenannten Einschränkungen.

Wenn Uhren wahlfrei einen doppelten Anschluss haben, erweitert dieses Profil das BMCA von IEC 61588:2009, während IEC 6239-30:2015 festlegt.

Patenterklärung

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) übernimmt keine Verantwortung in Bezug auf den Nachweis, die Gültigkeit und den Anwendungsbereich von Patentrechten.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt ein für die Automatisierung in der elektrischen Energieversorgung anwendbares Profil eines Precision Time Protocol (PTP; de: Präzisions-Zeitprotokoll) nach IEC 61588:2009 fest, welches die Einhaltung der höchsten Synchronisationsklassen von IEC 61820-5 und IEC 61869-9 ermöglicht.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 61588:2009, *Precision clock synchronization protocol for networked measurement and control systems*

IEC/TR 61850-90-4, *Communication networks and systems for power utility automation – Part 90-4: Network engineering guidelines for substations*

IEC 62439-3:2015 (Ed.3), *Industrial communication networks – High availability automation networks – Part 3: Parallel Redundancy Protocol (PRP) and High availability Seamless Redundancy (HSR)*

ISO/IEC 9646-7, *Open Systems Interconnection – Conformance testing methodology and framework – Part 7: Implementation Conformance Statements*

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 61588:2009 und IEC 62439-3:2015 und die folgenden Begriffe.

3.1.1

Grandmaster-fähig

eine gewöhnliche Uhr oder Grenzuhr, welche die Rolle eines Grandmaster übernehmen kann. Eine Grandmaster-fähige Uhr ist nicht notwendigerweise an eine anerkannte Zeitquelle angeschlossen

3.1.2

Zeitfehler

Abweichung von der Zeitreferenz, die zu Messungen oder Synchronisation, verursacht durch ein Netzwerkelement, verwendet wird, ausgewertet über eine kurze Zeitspanne (einige Sync-Intervalle).

3.1.3

Zeitungenauigkeit

Zeitfehler der von 99,7% der Messungen nicht überschritten wird, ausgewertet über eine Serie von 1 000 Messungen (etwa 20 Minuten) im stationären Zustand

3.1.4

Netzwerk-Zeitungenauigkeit

Zeitungenauigkeit, ausgewertet oder gemessen zwischen einer speziellen SLAVE-Uhr (en: Slave Clock) und dem Zeitreferenzsignal der Grandmaster-Uhr(en), mit Berücksichtigung der ungünstigsten Netzwerktopologie

3.2 Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten zusätzlich zu den folgenden die Abkürzungen in IEC 61588:2009 und IEC 62439-3:2015:

MIB Managementinformationsbasis (en: management information base)

PICS	Erklärung zur Konformität der Protokollimplementierung (en: Protocol Implementation Conformance Statement) [ISO/IEC 9646-7]
SNMP	einfaches Protokoll für Netzwerkmanagement (en: Simple Network Management Protocol) [RFC 1157]

4 Identifizierung

Die Identifizierungswerte für dieses Profil nach IEC 61588:2009, 19.3.3, sind:

profileName:	IEC 61850-9-3 „Profil eines Precision Time Protocol für die Automatisierung in der elektrischen Energieversorgung“
profileVersion:	1.0
profileIdentifier:	00-0C-CD-00-01-xy

Während das erste Nibble des sechsten Byte ein Bitfeld ist:

- x = 0 für eine einzeln angeschlossene Uhr
- x = 1 für PRP-Redundanz
- x = 2 für HSR-Redundanz
- x = 3 sowohl für PRP- und (konfigurierbare) HSR-Redundanz
- y = 0 (geringfügige Überarbeitung: profileVersion 1.0)

organizationName	IEC Technisches Komitee 57 Arbeitsgruppe 10
sourceIdentification	Ein Exemplar von IEC 61850-9-3 kann von der Internationale Elektrotechnischen Kommission (http://www.iec.ch) bezogen werden

ANMERKUNG Die in IEC 61588:2009, Anhang J.4, definierte OUI ist nicht anwendbar.

5 Uhrentypen

Diese Spezifikation unterscheidet Uhren nach ihren Fähigkeiten:

- Gewöhnliche Uhren (OC; en: ordinary clock) implementieren eine der folgenden Fähigkeiten:
 - Slave-only (nur Slave-Uhr) (defaultDS.slaveOnly = Wahr)
kein Port kann im MASTER-Zustand sein;
 - Grandmaster-fähig (defaultDS.slaveOnly = Falsch)
der Port (oder das Portpaar bei Redundanz) kann im MASTER-Zustand sein;
 - Grandmaster-only (nur Grandmaster) (defaultDS.slaveOnly = Falsch und clockClass = 6 oder 7)
kein Port kann im SLAVE-Zustand sein.
- Transparente Uhren (TC; en: transparent clock) korrigieren PTP-Nachrichten und leiten diese weiter; ihre Ports haben in IEC 61588:2009 keine Zustände.
- Grenzuhr (BC; en: boundary clock) sind niemals Slave-only und können entweder:
 - genau einen Port im SLAVE-Zustand und alle anderen im MASTER-Zustand haben;
 - alle Ports im Master-Zustand haben, wobei in diesem Fall die BC der Grandmaster ist.

ANMERKUNG Innerhalb der Zeitdomäne hat eine BC einen Port im SLAVE-Zustand in der oberen Subdomain (Teil-Domäne) und einen oder mehrere Ports im MASTER-Zustand in der (den) unteren Subdomain(s), siehe IEC 61850-90-4.

Atomuhren werden in der vorliegenden Spezifikation nicht berücksichtigt.

6 Protokollfestlegungen

Alle Uhren müssen PTP-Nachrichten an Ethernet-Schicht-2 nach IEC 61588:2009, Anhang F, übertragen.

Alle Uhren müssen Multicast-Kommunikation unter Verwendung der in IEC 61588:2009, Anhang F.1, festgelegten Adressen, anwenden.

Alle Uhren müssen die in IEC 61588:2009, 10.3 und 11.4, festgelegte Peer-to-Peer-Verzögerungsmessung unterstützen.

Alle Uhren müssen die PTP-Zeitskala (basierend auf TAI) unterstützen.

Alle einzeln angeschlossenen Uhren müssen den Default-Algorithmus der Best-Master-Clock in IEC 61588:2009, 9.3.2, 9.3.3 und 9.3.4 unterstützen.

Alle doppelt angeschlossenen Uhren nach IEC 62439-3 müssen zusätzlich die Erweiterung zum Algorithmus der Best-Master-Clock, definiert in IEC 62439-3, Anhang A, unterstützen.

Alle Uhren müssen sowohl 1-Schritt- als auch 2-Schritt-Synchronisation am Eingang unterstützen, sie dürfen 1-Schritt- als auch 2-Schritt-Synchronisation am Ausgang verwenden.

Alle Uhren müssen mindestens einen der folgenden drei Managementmechanismen unterstützen:

- 1) Den Ersatz-Managementmechanismus mit Verwendung von SNMP-MIB, festgelegt in IEC 62439-3:2015, Anhang E, und/oder
- 2) Den Ersatz-Managementmechanismus mit Verwendung von Managementobjekten, festgelegt in IEC 61850-90-4, Abschnitt 19.3 und 19.4, und/oder
- 3) Die vom Hersteller festgelegten Festwerte und/oder die herstellerspezifischen Implementierungsmittel zur Adressierung aller konfigurierten Werte, wie in IEC 61588:2009, 15.1.1, angegeben.

7 Anforderungen

7.1 Messbedingungen

Stationärer Zustand ist definiert als 30 s nachdem ein Master beginnt Synchronisations-Nachrichten zu senden und 16 s nach einem Masterwechsel, wobei sich die Umgebungstemperatur nicht ändert.

Diese Anforderung gilt nur für Uhren, welche für 30 Minuten gespeist wurden, um beispielsweise temperaturgesteuerte Oszillatoren aufzunehmen.

ANMERKUNG Bei Annahme einer Gaußschen Verteilung entspricht dies 3 Sigma ($3\sigma = 99,7\%$) oder nicht mehr als 3 Punkten außerhalb des festgelegten Intervalls, von insgesamt 1 000 bewerteten Punkten.

7.2 Netzwerk-Zeitungenauigkeit

Die folgenden Anforderungen an Netzwerkelemente bezwecken das Erreichen einer Netzwerk-Zeitungenauigkeit besser als $\pm 1\ \mu\text{s}$ nach Überschreiten von annähernd 15 TC oder 3 BC.

7.3 Netzwerkelemente

Alle Netzwerkelemente müssen Uhren entsprechend der vorliegenden Norm, konforme Medienkonverter und/oder konforme Verbindungen sein.

7.4 Anforderungen an Grandmaster

7.4.1 Grandmaster-Zeitungenauigkeit

Eine Grandmaster-fähige Uhr muss eine Zeitungenauigkeit kleiner als 250 ns aufweisen, gemessen zwischen ihrem angewendeten Zeitreferenzsignal und den erzeugten Synchronisationsnachrichten.

ANMERKUNG Dieser Wert entspricht einer clockAccuracy (Uhrengenauigkeit) von 22 hex nach IEC 61588:2009; in IEC 61588:2009 ist clockAccuracy definiert.

Im Fall, dass die Grandmaster-fähige Uhr kein Zeitreferenzsignal hat, muss IEC 61588:2009, Anhang J.4.4.1 gelten.

7.4.2 Grandmaster-Haltezeit

Nach dem Verlust seines Zeitreferenzsignals muss ein Grandmaster für eine Haltezeit von mindestens 5 s innerhalb der Zeitungenauigkeit von 7.4.1 bleiben, vorausgesetzt, er war im stationären Zustand.

7.4.3 clockClass des Grandmaster in Haltezeit und Wiederherstellung

Eine Grandmaster-Uhr muss eine clockClass (Uhrenklasse) nach IEC 61588:2009 von:

- 6 während der Verbindung mit ihrem Zeitreferenzsignal und im stationären Zustand;
- 7 nach Verlust des Zeitreferenzsignals, während der Haltezeit;
- 52 wenn ihr Zeitfehler 7.4.1 überschreitet;
- 187 wenn ihr Zeitfehler 1 μ s überschreitet;
- 6 nach Wiederherstellung des Zeitreferenzsignals und im stationären Zustand;

aufweisen.

ANMERKUNG 1 Dies stellt eine Abänderung von IEC 61588:2009, Tabelle 5, für die Timing-Anforderungen dieses Profils dar.

ANMERKUNG 2 Das Bit timeTraceable des flagField zeigt an, ob der Grandmaster zur Zeit an eine anerkannte Norm-Zeitquelle gebunden ist oder eine angegebene Ungenauigkeit in Bezug auf eine anerkannte Norm-Zeitquelle aufweist. Die Uhrenklasse 6 erscheint zweimal, einmal vor dem Verlust des Zeitreferenzsignals und einmal nach Wiederherstellung dieses Signals.

7.5 Anforderungen für TC

Eine TC darf eine Zeitungenauigkeit von höchstens 50 ns einbringen, gemessen zwischen den angewendeten Synchronisationsnachrichten an jeglichen Eingangs-Ports und den erzeugten Synchronisationsnachrichten an jeglichen Ausgangs-Ports, vorausgesetzt, sie ist im stationären Zustand.

ANMERKUNG Diese Zeitungenauigkeit kumuliert die Zeitfehler durch Messung der ortsbedingten Verzögerung, Messung der Peer-Verzögerung am Eingangs-Port und Beantworten der Messung der Peer-Verzögerung von nachgeschalteten Uhren am (an den) Ausgangs-Port(s). Sie enthält weder Zeitfehler aufgrund von Asymmetrie in einem der Verbindungen, noch solche, die durch vorgeschaltete oder nachgeschaltete Peer-Geräte, die an den Messungen der Peer-Verzögerung beteiligt sind, eingebracht werden. Bei Verwendung von Verbindungen mit bekannter oder vernachlässigbarer Asymmetrie und dem Abzug der Anteile vom beobachteten TC-Zeitfehler, darf diese Zeitungenauigkeit unter Verwendung von Peer-Geräten gemessen werden, für welche der Beitrag der Messung der Peer-Verzögerung zum Zeitfehler bekannt ist.