



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Strassen ASTRA

DOKUMENTATION
ZEIT- UND
TAKTVERTEILUNG
IP-NETZ BSA

Ausgabe 2021 V1.00
ASTRA 83044

Impressum

Autoren / Arbeitsgruppe

Schnetz Jean-Paul (ASTRA N-ST, Vorsitz)
Luther Urs (ASTRA N-ST)
Gähwiler Daniel (CSI Consulting AG)
Gerber Patrick (CSI Consulting AG)

Arbeitsgruppe (Review)

Eisenlohr Markus (ASTRA I-FU)
Fuchs Eugen (ASTRA N-ST)
Glanzmann Markus (ASTRA N-ST)
Geringer Jolanda (ASTRA N-ST)
Crausaz Bernard (ASTRA N-ST)
Mäder Markus (Informatik ASTRA)
Roth Pascal (GEVIII)
Buchser Michael (GEVIII)
Widrig Bruno (GE XI)
Lussmann Manfred (GE XI)
Guillet Donat (ISB)
Hunziker Luca (IM Maggia Engineering AG)
Reto Gosteli (Bachofner & Partner AG)
Schlup Markus (Amstein + Walthert Progress AG)
Daniel Weber (Amstein + Walthert Progress AG)

Übersetzung (Originalversion in Deutsch)
CSI Consulting AG (französische Übersetzung)

Herausgeber

Bundesamt für Strassen ASTRA
Abteilung Strassennetze N
Standards und Sicherheit der Infrastruktur SSI
3003 Bern

Bezugsquelle

Das Dokument kann kostenlos von www.astra.admin.ch heruntergeladen werden.

© ASTRA 2021

Abdruck - ausser für kommerzielle Nutzung - unter Angabe der Quelle gestattet.

Vorwort

Der Fortschritt der Technik und die steigenden Anforderungen an die Strasseninfrastruktur benötigen einheitliche Vorgaben. Die Sicherheit auf dem Strassennetz und das Eingrenzen der Bau- beziehungsweise Betriebs- und Unterhaltskosten sind für die zuständige Behörde und Betreiber ein ständiges Anliegen.

Die Richtlinie 13040 IP-Netz BSA beschreibt eine schweizweit einheitliche und durchgängige BSA-Kommunikationsinfrastruktur.

Die vorliegende Dokumentation 83044 IP-Netz BSA Zeit- und Taktverteilung ergänzt Kapitel 3.8 der Richtlinie und detailliert die Mechanismen der Zeit- und Taktverteilung.

Bundesamt für Strassen

Jürg Röthlisberger
Direktor

Inhaltsverzeichnis

	Impressum	2
	Vorwort.....	3
1	Einleitung	7
1.1	Zweck der Dokumentation	7
1.2	Geltungsbereich	7
1.3	Adressaten	7
1.4	Inkrafttreten und Änderungen	7
2	Begriffe.....	8
2.1	Zeit und Takt	8
2.2	SyncE	8
2.3	NTP und PTP	8
2.4	Lokalzeit, UTC und TAI	9
3	Umsetzung im IP-Netz BSA.....	10
3.1	Grundsatz.....	10
3.2	Takt- und Zeitquelle	10
3.3	Umsetzung in den Erschliessungsringen.....	11
3.4	Umsetzung im Access-Bereich	11
3.4.1	Umsetzung ohne PTP-fähige Access-Switches.....	11
3.4.2	Umsetzung mit PTP-fähigen Access-Switches.....	12
3.4.3	Umsetzung bei den Endgeräten.....	12
3.5	Zeitskala im IP-Netz BSA.....	12
4	Glossare	13
4.1	Glossar IP-Netz BSA.....	13
4.2	Glossar Zeit- und Taktverteilung	14
	Literaturverzeichnis	16
	Auflistung der Änderungen.....	17

1 Einleitung

1.1 Zweck der Dokumentation

Diese Dokumentation ergänzt und detailliert das Kapitel 3.8 der ASTRA Richtlinie 13040 „IP-Netz BSA“ [1] und hat zum Ziel, für das ganze IP-Netz BSA eine einheitliche Zeit- und Taktverteilung einzuführen.

1.2 Geltungsbereich

Diese Dokumentation ist ein Zusatzdokument zur ASTRA Richtlinie 13040 „IP-Netz BSA“ und hat denselben Geltungsbereich.

1.3 Adressaten

Das Dokument richtet sich an folgende Stakeholder:

- Fachspezialisten des ASTRA;
- Fachspezialisten der Gebietseinheiten;
- Netzplaner und -lieferanten im Auftrag der Filialen;
- Netzbetreiber.

1.4 Inkrafttreten und Änderungen

Dieses Dokument tritt am 31.08.2021 in Kraft. Die „Auflistung der Änderungen“ ist auf Seite 17 dokumentiert.

2 Begriffe

2.1 Zeit und Takt

Die Begriffe „Zeit“ und „Takt“ kommen in der deutschen Version stellvertretend für die üblichen englischen Bezeichnungen «clock» und «time» zur Anwendung. Unter „Zeit“ wird die übliche Systemzeit aus einer 24-Stunden-Tageszeit und aus Datum verstanden. Unter „Takt“ wird ein technisches Referenzsignal verstanden, aus dem sich Frequenz und Phase ableiten lassen, das aber keine Information zur absoluten Zeit enthält.

2.2 SyncE

Synchrones Ethernet, auch als SyncE bezeichnet, ist ein ITU-T-Standard (ITU-T G.8262 und weitere) für Ethernet-basierte Netzwerke, der die Übertragung von Taktsignalen über die physikalische Schicht ermöglicht. Dieses Signal wird von der inneren Taktquelle des Netzwerkelementes als Referenz zurückgeführt und als Taktsignal für die abgehenden Ethernet-Schnittstellen verwendet.

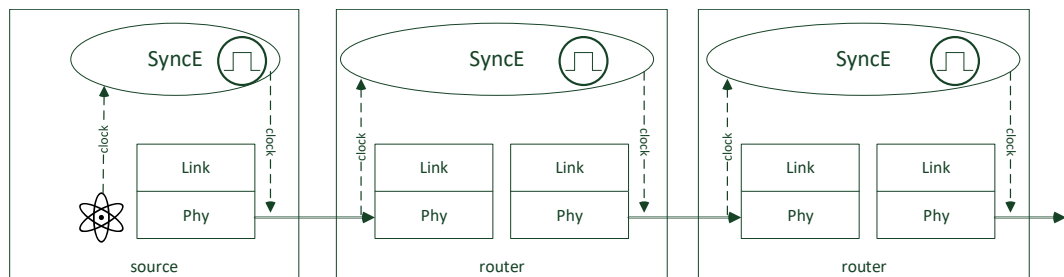


Abb. 2.1 Taktübertragung mit SyncE-Unterstützung in allen Routern

Zur Sicherstellung der Verfügbarkeit bezieht ein Netzwerkelement mehr als eine Referenz und verfügt intern über eine hochstabile Taktquelle, die auch beim Verlust aller Referenzen über genau standardisierte Zeiten die Taktqualität überbrücken kann.

Das Taktsignal kann extern an Peripheriegeräte ausgegeben werden (PPS, 10 MHz-Signal, BITS-Clock) und intern für die Systemuhr verwendet werden.

2.3 NTP und PTP

Das **Network Time Protocol (NTP)** ist ein IETF-Standard (v.a. RFC 1305 und 5905) zur Synchronisierung von Systemuhren über beliebige IP-Netzwerke. Mit einer einfachen Heuristik versucht das Protokoll die Paketlaufzeit und deren Variabilität zu kompensieren, um eine Zeitverteilung zu ermöglichen, deren Genauigkeit um Größenordnungen besser ist als die Paketlaufzeit.

Da das NTP-Protokoll ohne Hardware-Unterstützung der Netzwerkelemente und ohne Hardware-Unterstützung bei NTP-Server und NTP-Clients auskommt, sind die versendeten Zeitinformationen (Zeitstempel) durch die nicht deterministischen Laufzeiten der IP-Stacks aller Systeme verfälscht und beschränken die erreichbare Genauigkeit. Am Protokoll sind nur das Endsystem (NTP-Client) und die Zeitquelle (NTP-Server) beteiligt.

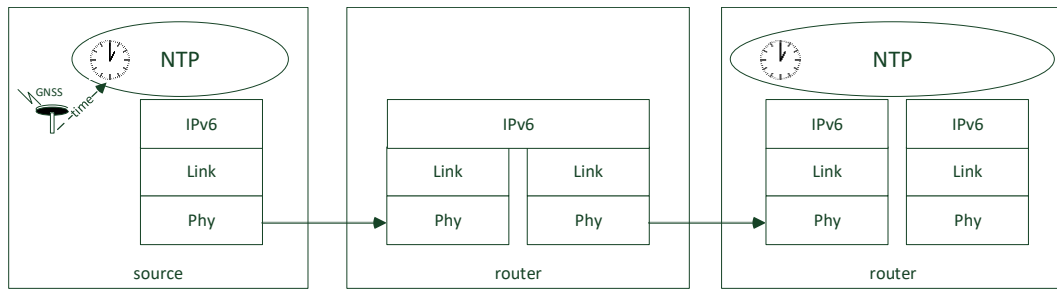


Abb. 2.2 NTP-Zeitverteilung über beliebige Router

Das **Precision Time Protocol (PTP)** ist ein Standard (primär IEEE 1588-2008/IEC 61588 Ed.2 und spezifisch IEC/IEEE 61850-9-3 für den Automatisierungsbereich) zur Synchronisierung der Systemzeit über IP-Netzwerke und Ethernet-Netzwerke. Es basiert neben der Heuristik auf einer PTP-Hardwareunterstützung in möglichst allen Netzwerkelementen, um Genauigkeiten weit unterhalb der Millisekunde zu garantieren.

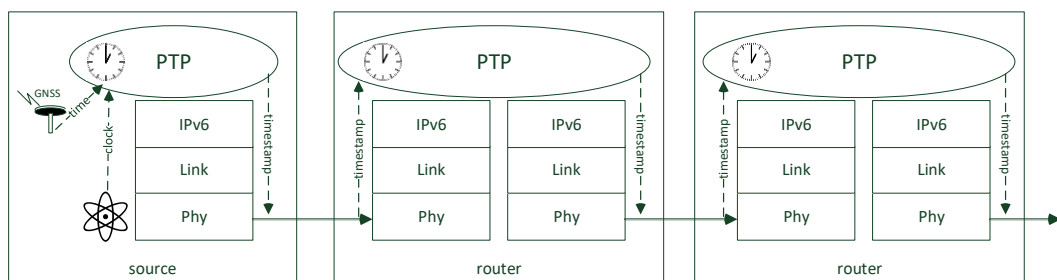


Abb. 2.3 PTP-Zeitverteilung mit Hardwareunterstützung aller Router

Sowohl bei NTP wie bei PTP ist es sinnvoll, eine allfällig verfügbare Taktreferenz aus SyncE für die Systemuhr zu nutzen, um die Drift zu minimieren. Durch die einheitliche Taktfrequenz wird sichergestellt, dass die Systemuhren synchron laufen und grundsätzlich die Zeitverteilungsprotokolle PTP/NTP keine Korrektur durchführen müssen.

2.4 Lokalzeit, UTC und TAI

Die koordinierte Weltzeit (englisch **Coordinated Universal Time**), kurz **UTC**, ist die heute gültige Weltzeit. Eingeführt wurde sie 1972. Aus einer Zeitangabe in UTC ergibt sich die entsprechende, in Deutschland, Österreich, der Schweiz und anderen mitteleuropäischen Staaten geltende Mitteleuropäische Zeit (MEZ, engl. CET) oder die Mitteleuropäische Sommerzeit (MESZ, engl. CEST), indem man eine Stunde resp. zwei Stunden addiert. Im Gegensatz zur Universalzeit (Universal Time UT), die den Schwankungen der Erdrotation stetig folgt, indem die Länge der Zeiteinheit angepasst wird, folgt die UTC diesen Schwankungen mit Hilfe von Schaltsekunden, während ihr Sekundentakt jener der gleichmässig mit SI-Sekunden durchlaufenden **internationalen Atomzeit (TAI)** ist. Die letzte Schaltsekunde wurde am 31. Dezember 2016 mit der Sekunde 23:59:60 UTC eingefügt. Da die wenigsten IT-Systeme mit 61 Sekunden in einer Minute umgehen können, führten die Schaltsekunden der UTC wiederholt zu Problemen. Es sind internationale Bestrebungen im Gang, die UTC ohne die problematischen Schaltsekunden¹ neu zu standardisieren.

Die **TAI** kennt keine Schaltsekunden und läuft ausnahmslos mit 60 Sekunden pro Minute. Sie ist keine Zeitzone, sondern eine Zeitskala und die Korrektur zur lokalen Zeitzone (MEZ/MESZ) oder zur koordinierten Weltzeit (UTC) erfolgt beim Zugriff durch zusätzliche Anpassung der (gegenwärtig 37) aufgelaufenen Schaltsekunden. GNSS und Atomuhren verwenden TAI.

Die lokale Zeit MEZ/MESZ hat neben den Schaltsekunden zweimal jährlich einen Sprung um eine Stunde, um zwischen MEZ auf MESZ umzuschalten.

¹ Die Problematik der unterschiedlichen Handhabung der Schaltsekunden und damit zu den Abweichungen wird in folgendem Artikel technisch auf Stufe Betriebssystem/Systemuhr vertieft: <https://developers.redhat.com/blog/2015/06/01/five-different-ways-handle-leap-seconds-ntp/>.

3 Umsetzung im IP-Netz BSA

3.1 Grundsatz

Alle Netzwerkelemente des IP-Netzes BSA in den Erschliessungsringen unterstützen PTP und SyncE zur Verteilung präziser Zeit- und Taktinformation über NNI-Schnittstellen. Das IP-Netz BSA Backbone überträgt SyncE und PTP von den beiden Standorten der Basisdienste zu allen Teilnetzen im IP-Netz BSA.

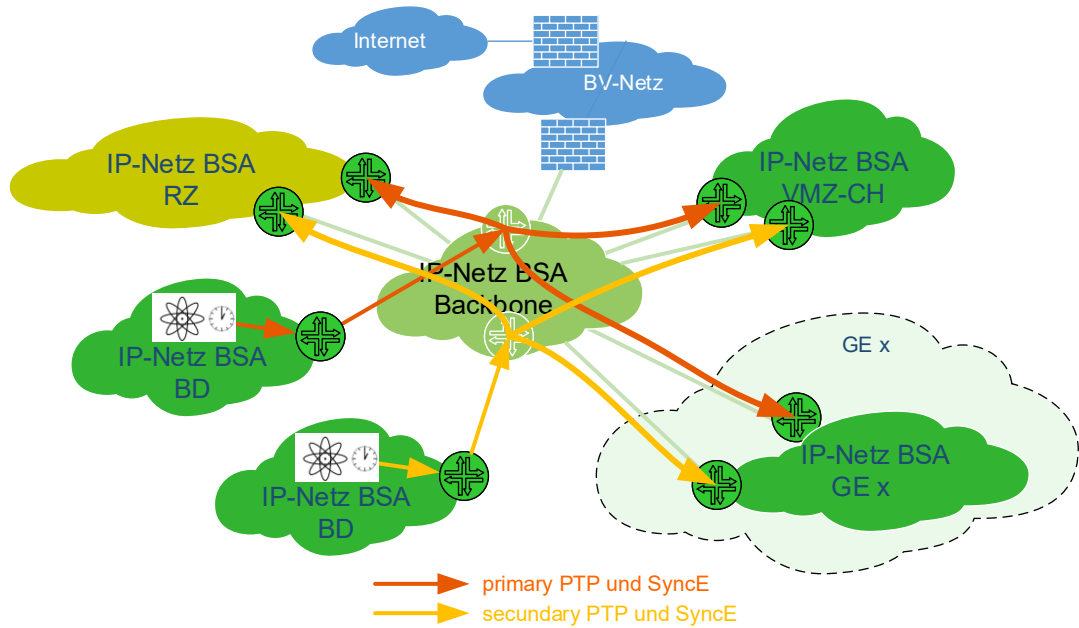


Abb. 3.1 Nationale Verteilung von Zeit und Takt über das IP-Netz BSA Backbone

Über die NNI-Schnittstellen der Router im IP-Netz BSA der GE, VMZ oder RZ verteilen die Netzwerkelemente der Erschliessungsringe die Takt- und Zeitinformation innerhalb der Teilnetze.

Die Zeitinformation wird von allen angeschlossenen Systemen, den Netzwerkelementen des Access-Layers und den Endsystemen über NTP (oder künftig PTP) bezogen. Die Taktinformation kann bei Bedarf an den Routern der Erschliessungsringe im Abschnitt abgegriffen werden. Weder SyncE noch PTP müssen von den Netzwerkelementen im Access-Layer unterstützt sein.

3.2 Takt- und Zeitquelle

Die Basisdienste BSA stellen eine Takt- und Zeitquelle höchster Güte (Rubidium-Atomuhr) georedundant bereit. Das gesamte IP-Netz BSA (inkl. Backbone, RZ, Standorte der Basisdienste und GE) nutzen beide Quellen als primäre und sekundäre Referenz. Aus Gründen der Betriebssicherheit (u.a. vorsätzliche Störungen) ist die Referenz der Zeit- und Taktinformationen aus dem IP-Netz BSA höher zu priorisieren als die Referenz aus einer lokalen GNSS-Referenz im Abschnitt oder in einer zentralen Stelle der GE. Zusätzliche hochstabile Zeitquellen können weiterverwendet werden, müssen aber neben dem Satellitensignal auch die Netzwerkzeit als Eingangsreferenz verwenden.

Die Verteilung von Takt und Zeit innerhalb der IP-Netze BSA GE, VMZ, RZ und BD erfolgt immer redundant (mindestes zwei Referenzen/Quellen über unabhängige Netzwerkpfade). Die Ausarbeitung des Detaildesigns erfolgt bei der Konzeption des Netzwerkes entsprechend der Topologie des Teilnetzes.

Eine Überprüfung der Zeitquellen (Authentication and Authorization of Masters gemäss RFC 7384) ist im ganzen IP-Netz BSA für alle Netzwerkelemente umzusetzen.

Der direkte Abgriff der Zeit- und Taktinformation auf den Netzwerkelementen der Erschliessungsringe über die üblichen Referenzausgänge wie PPS (Pulse per Second) und IRIG Timecode (IRIG, inter-range instrumentation group) ist nicht vorgeschrieben. Die GE berücksichtigen allfällige Bedürfnisse bei ihrer Umsetzung. Eine einheitliche Bereitstellung von PPS und IRIG ist nicht vorgesehen.

Zusätzliche NTP-Server für die Peripheriegeräte im IP-Netz BSA sind zulässig, solange sie direkt die Router der Erschliessungsringe als authentifizierte Quelle verwenden, die Authentifizierung (als Server und als Client) unterstützen und als Zeitskala TAI zur Anwendung kommt.

3.3 Umsetzung in den Erschliessungsringen

Die GE bezieht die Takt- und Zeitinformation an den beiden Standorten der Anbindung an das IP-Netz BSA Backbone. Die sogenannten Spoke-Site-Router synchronisieren sich mit SyncE und PTP auf die zentralen Quellen an den BD-Standorten. Alle Router im IP-Netz BSA GE sind als PTP BC (Boundary Clock) eingerichtet und unterstützen SyncE auf ihren NNI-Schnittstellen. Die Adressierung der Netzwerkelemente für PTP erfolgt über Admin-Zone und nicht die Prozess-Zone. Der PTP-Verkehr ist per QoS zu priorisieren.

Alle Systemuhren der Netzwerkelemente laufen auf TAI (nicht UTC).

Falls das Design des IP-Netzes BSA GE einen dedizierten Spoke-Site-Router vorsieht und zwischen ihm dem Router im Erschliessungsring eine physische Firewall in den Datenpfad einfügt, so müssen PTP und SyncE über eine andere Schnittstelle geführt werden. Dies kann eine einfache dedizierte physische Ethernet-Schnittstelle ohne Userverkehr sein oder die Schnittstelle, über die das in-band Management stattfindet (d.h. in der Admin-Zone und nicht in der Prozesszone).

Die Router der Erschliessungsringe können an allen Segmenten, die an ihnen terminieren, PTP- und NTP-Serverfunktionalität bereitstellen. Diese Unicast-Adressen dieser Zeit-Server müssen in der Prozess-Zone liegen. Die Unicast-Adressen sind entweder für alle Segmente aus dem jeweiligen Subnet zu wählen oder müssen aus allen Segmenten erreichbar sein. Wo neben Unicast auch Multicast zum Einsatz kommt, ist der Scope link-local (entsprechend dem Präfix ff02) zu unterstützen.

3.4 Umsetzung im Access-Bereich

Während in den Erschliessungsringen IP-Netz BSA zwingend mit synchronen Netzwerkelementen und PTP-Unterstützung gearbeitet wird, lässt die Richtlinie für den Access-Bereich mehrere Umsetzungsoptionen für die Zeitverteilung zu und schreibt keine Takt-synchronisation vor. Falls die Netzwerkelemente im Access-Layer PTP und/oder SyncE unterstützen wird dringend empfohlen, diese Funktionalität zu nutzen.

Für Endgeräte wie für die Netzwerkausrüstung gilt vorbehaltlos, dass sie als Zeitquelle die Referenz des IP-Netzes BSA nutzen. Für Endgeräte können auch zusätzliche Zeitserver zum Einsatz kommen, die aber ihrerseits zwingend die Referenz des IP-Netzes BSA nutzen.

3.4.1 Umsetzung ohne PTP-fähige Access-Switches

Die Netzwerkelemente des Access-Layer müssen ihre Systemzeit von den beiden Routern am Ende ihrer Kette per NTP beziehen. Zur Übertragung nutzen sie nicht die Netzwerkelemente (VLAN) mit Userdaten der Prozesszone, sondern die Admin-Zone oder ein dediziertes Netzwerksegment für den Netzwerk-Controllverkehr mit passender QoS. Wie immer im IP-Netz BSA (siehe [1]) kommt die Authentifizierung des Protokolls zwingend zur Anwendung.

Als L2-Ausrüstung im IP-Netz BSA treten die Netzwerkelemente des Access-Layers nie als Zeit-Server für die Endgeräte auf. Die Endgeräte an den Userport nutzen NTP in den Netzwerksegmenten der Prozesszone. Im Regelfall dienen die Router an den beiden Enden der Kette als Zeit-Server, die hier unter den Unicast-Adressen der Prozesszone und optional unter der Multicast-Adresse (ff02::1012 für NTP und ff02::181 für PTP) erreichbar sind.

3.4.2 Umsetzung mit PTP-fähigen Access-Switches

Die Netzwerkelemente des Access-Layer beziehen in diesem Fall ihre Systemzeit von den beiden Routern am Ende ihrer Kette per PTP beziehen. Dabei nutzen sie nicht die Netzwerkelemente mit Userdaten der Prozesszone, sondern die Admin-Zone oder ein dediziertes Netzwerksegment für den Controllverkehr mit passender QoS.

Sie selbst sind nur als TC (Transparent Clock) und nicht als BC (Boundary Clock) konfiguriert, um das Design unabhängig der PTP-Tauglichkeit der Netzwerkelemente zu vereinfachen. Da viele Industrie-Switches PTP unterstützen, ist es wichtig, die Funktionalität ohne Designanpassung zu nutzen. Der Zugriff auf PTP und NTP erfolgt identisch zu den Vorgaben im vorhergehenden Abschnitt. Trotz ihrer Möglichkeiten treten auch PTP-taugliche Switches nie als NTP- oder PTP-Server³ auf.

3.4.3 Umsetzung bei den Endgeräten

Endgeräte greifen grundsätzlich über die für ihr Netzwerksegment eingerichtete Unicast-Adressen auf die Zeitserver zu. Diese Konfiguration erfolgt analog zur übrigen Netzwerkkonfiguration entweder manuell (Adressen oder FQDN) oder per DHCP (nur IP-Adressen, keine FQDN). Die Nutzung per Multicast ist zwar zulässig, sollte aber speziell bei NTP möglichst vermieden werden.

Sollte ein Endgerät als Ordinary Slave Clock über PTP eine genauere Zeit beziehen, werden die Router über Multicast (ff02::181) oder die Unicast-Adressen angesprochen. Eine PTP-Nutzung über L2 (mittels MAC-Multicast-Adresse 01-1B-19-00-00-00) wird nicht unterstützt. Falls PTP zur Anwendung kommt, soll das Profil gemäss G.8265.1 («Telecom Profil») gewählt werden, das unabhängig von den L2-Netzwerkelementen des Access-Layers operiert.

Endgeräte mit komplexerer Funktionalität, namentlich alle mit einem vollwertigen Standard-Betriebssystem, sollen die Identität der Zeitserver prüfen. Die Router der Erschliessungsringe müssen diese Möglichkeit gemäss den Standards für NTP und PTP anbieten.

3.5 Zeitskala im IP-Netz BSA

Wegen der Schaltsekundenproblematik und Umstellung auf Sommerzeit muss intern in allen Netzwerkelementen mit TAI gearbeitet werden.

² Da im IP-Netz BSA Multicast nicht unterstützt wird, steht nur der Link-Local-Scope unter ff02 zur Verfügung. Ein zentraler NTP-Server im Abschnitt unter dem Scope ff05 ist gegenwärtig nicht realisierbar.

³ Die Nutzung von PTP-Profilen mit L2-Adressierung ist mit diesen Vorgaben im Einklang mit den Vorgaben [1] nicht möglich.

4 Glossare

4.1 Glossar IP-Netz BSA

Begriff/Abkürzung	terme/abréviation	Bedeutung
(BSA) Abschnitt	section (EES)	logischer Abschnitt für BSA, nicht der Streckenabschnitt
Access-Layer	niveau accès	L2-Struktur, die den Zugang (Userport) den Endgeräten bereitstellt
(Teil-)Anlage	(partie d')installation	nur im Sinn der AKS-Definitionen gebraucht
Ausrüstung/Gerät	équipement	jede Art von aktiven Geräten im BSA-Umfeld (auch ohne Verbindung zum IP-Netz BSA)
Backbone/BB	backbone/BB	Vom Bund (L3 durch BIT, Übertragung durch FUB) bereitgestellte nationale Vernetzung aller Teilnetze
BD (Basisdienste)	BD (services de base)	Netzwerk-Basisdienste (IPAM-Tool, DNS, Zeitquellen, ...) für das gesamte IP-Netz BSA
BSA	EES	Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen
Client/Host Server	client/hôte serveur	allgemeine ICT-Begriffe (keine BSA-spezifische Bedeutung), Verwendung bei der Beschreibung von Protokollen
Endgerät	équipement terminal	jede Art von Ausrüstung an einem Userport des IP-Netzes BSA
Erschliessungsring	anneau de raccordement	MPLS-Struktur, die alle BSA-Abschnitte einer GE verbindet
F/Filiale	F/filiale	Filiale (fünf regionale Einheiten des ASTRA)
GE	UT	Gebietseinheit (11 überkantonale organisatorischen Einheiten, die ihr eigenes IP-Netz BSA GE betreiben)
IEC	IEC/CEI	Die Internationale Elektrotechnische Kommission ist eine internationale Normungsorganisation im Bereich der Elektrotechnik und Elektronik. Für viele Industrieanwendungen bezieht sie auch Netzwerktechnologien ein.
IEEE	IEEE	Das Institute of Electrical and Electronics Engineers ist ein weltweiter Berufsverband, der unter anderem Gremien für die Standardisierung von Techniken, Hardware und Software bildet. Speziell im Bereich der Ethernet-Technologie ist das IEEE massgebend.
IETF	IETF	Die Internet Engineering Task Force (IETF, englisch für ‚Internet-technik-Arbeitsgruppe‘) ist eine Organisation, die sich mit der technischen Weiterentwicklung des Internets. Sie ist der de-facto Standardisierungskörper im gesamten IP-Umfeld.
IP-Netz BSA	réseau IP EES	Ein IP-Netz für die Betriebs- und Sicherheitsausrüstung der Nationalstrassen mit folgenden Elementen (Teilnetzen): - 11 IP-Netze BSA GE - dem IP-Netz BSA Backbone (Backbone der Bundesverwaltung) - Verbindungen zur VMZ-CH - Verbindungen zu den Rechenzentren BSA - Verbindungen zu den BD (Basisdiensten des IP-Netz BSA)
ITU-T	ITU-T	Die Internationale Fernmeldeunion (englisch International Telecommunication Union, ITU) ist eine Sonderorganisation der Vereinten Nationen und die einzige Organisation, die sich offiziell und weltweit mit technischen Aspekten der Telekommunikation beschäftigt.
Netzwerkausrüstung	équipement réseau	alles (inkl. Firewall, Management-Systeme, ...)
Netzwerkelement	élément réseau	nur aktive Übertragungsausrüstung (Router oder Switch)
NNI (Erschliessungsring)	NNI (anneau de raccordement)	Die Netzwerk-Netzwerk-Interfaces (NNI) sind die Schnittstellen der Netzwerkelemente im Erschliessungsring zueinander. Im Gegensatz zum Userport werden an den NNI keine Endgeräte

Begriff/Abkürzung	terme/abréviation	Bedeutung
		angeschlossen und im Gegensatz zum UNI keine Switche des Access-Layers angeschlossen.
RFC	RFC	Die RFC (Requests for Comments) beinhalten technische und organisatorische Dokumente über das Internet. Einige RFC, jedoch nicht alle, stellen Internetstandards dar und müssen hohe Anforderungen erfüllen und einen Gemeinschaftskonsens der Internet Engineering Task Force (IETF) darstellen.
Router	routeur	gemeint sind immer die MPLS-Router der Erschliessungsringe, sonst (z.B. Spoke-Site-Router) explizit erwähnt
RZ(-BSA)	RZ(-BSA)	Rechenzentrum BSA
(Netzwerk-)Segment	segment (de réseau)	Segmente gemäss ASTRA 83040 pro (Teil-)Anlage (meist VLAN)
Switch	commutateur	gemeint sind immer die L2-Netzwerkelemente des Access-Layers, sonst entsprechend erwähnt
UNI (Erschliessungsring)	UNI (anneau de raccordement)	Die User-Netzwerk-Interfaces (UNI) sind die Schnittstellen der Netzwerkelemente im Erschliessungsring zu den Switchen des Access-Layers.
Uplink (Access-Layer)	Uplink (niveau accès)	Die Ethernet-Schnittstelle des Access-Layers zur Verbindung an das UNI des Routers im Erschliessungsring.
Userport (Access-Layer)	Userport (niveau accès)	Die physische Ethernet-Schnittstelle am Access-Layer für den Anschluss der Endgeräte am IP-Netz BSA.
VMZ(-CH)	VMZ(-CH)	Verkehrsmanagement-Zentrale
(Netzwerk-)Zone	zone (de réseau)	im Sinne der NSP des Bundes Si003 (getrennt durch PEZ)

4.2 Glossar Zeit- und Taktverteilung

Begriff/Abkürzung	terme/abréviation	Bedeutung
BITS	BITS	BITS (building integrated timing supply) ist eine gebäudeinterne Schnittstelle zur Übertragung hochstabiler Taktinformation. Ausserhalb der Telekommunikation kommt sie nicht zum Einsatz und durch SyncE wurde sie weitgehend abgelöst.
(Zeit-)Drift	dérive (temporelle)	Die Drift bezeichnet allgemein das Auseinandergehen von Zeitgebern, die nicht mit technischen Massnahmen (wie einer Taktverteilung) synchronisiert sind. In den ITU-T-Standards wird neben dem allgemeinen Begriff «drift» auch spezifisch «jitter» und «wander» verwendet, worauf diese Dokumentation bewusst verzichtet.
GNSS	GNSS	Ein globales Navigationssatellitensystem (GNSS global navigation satellite system) ist ein System zur Positionsbestimmung durch den Empfang der Signale von Navigationssatelliten. Da diese hochstabile Zeitreferenzen (inkl. Laufzeitkompensation) aussenden, eignet es sich ebenfalls als Zeitquelle.
GPS	GPS	Das Global Positioning System ist ein GNSS und wird oft stellvertretend für alle satellitenbasierten Zeitquellen aufgeführt. In der Dokumentation für das IP-Netz BSA wird ausschliesslich korrekter Begriff GNSS verwendet.
IRIG	IRIG	Der IRIG Zeitcode Zeit Code ist eine standardisierte Technik, um verschiedene technische Geräte auf den Bruchteil einer Sekunde genau zu synchronisieren. Im aktuellen IRIG Standard 200-16 sind physische Schnittstellen und die Formate der Zeitübertragung spezifiziert.
MEZ/MESZ CET/CEST	HNEC/HAEC CET/CEST	Mitteuropäische Zeit (MEZ) und Mitteleuropäische Sommerzeit (MESZ) sind die lokalen Zeitzonen der Schweiz. Oft mit den englischen Abkürzungen CET/CEST verwendet.
NTP	NTP	Das Network Time Protocol (NTP) ist ein Protokoll zur Synchronisierung der Uhrzeiteinstellungen in einem IP-Netzwerk.
PPS	PPS	Ein Puls pro Sekunde (PPS, oder 1PPS) ist ein elektrisches Signal, das präzise einmal pro Sekunde wiederholt. PPS-Signale

Begriff/Abkürzung	terme/abréviation	Bedeutung
		werden von Radio-Baken, GNSS-Empfängern, Frequenznormale, Atomuhren oder anderen Arten von Präzisionsoszillatoren ausgegeben. Die physische Schnittstelle ist nicht standardisiert.
PTP	PTP	Das Precision Time Protocol (PTP) ist ein Protokoll zur Synchronisierung der Uhrzeiteinstellungen in einem Ethernet- oder IP-Netzwerk.
SyncE	SyncE	Synchronous Ethernet ist ein Standard zur Taktübertragung mit Ethernet.
TAI	TAI	Die Internationale Atomzeit (TAI) ist eine Zeitskala, die durch Mittelung und Skalierung weltweiter Atomuhren ermittelt wird. Sie ist unabhängig von allen Zeitzonen und unabhängig von der Erdrotation.
Takt-/Frequenzquelle	source de temps/d'horloge	Unter Frequenz- oder Taktquelle wird ein Referenz-Signal verstanden, dass keine absolute Zeit (z.B. TAI) enthält, sondern nur eine stabile Phase und stabile Frequenz anbietet.
UTC	UTC	Die koordinierte Weltzeit (UTC) ist die gültige Weltzeit. Sie ist unabhängig von allen Zeitzonen. Sie wird aus der TAI abgeleitet und kann zweimal pro Jahr Schwankungen der Erdrotation durch eine Minute mit 61 oder 59 Sekunden (Schaltsekunden) kompensieren.
Zeitquelle	source de temps	Eine Zeitquelle liefert eine absolute Zeitreferenz (z.B. TAI).
Zeitskala	échelle de temps	Die Zeitskala bezeichnet den physikalischen Massstab zur Zeiterfassung, der bei UTC auf der Erdrotation und bei TAI auf Atomuhren basiert.
Zeitzone	fuseau horaire	Die Zeitzone bezeichnet die aus der Weltzeit UTC abgeleitete lokal (und jahreszeitlich) gültige Ortszeit. Siehe Eintrag zu MEZ/MESZ.

Literaturverzeichnis

Weisungen und Richtlinien des ASTRA

[1] Bundesamt für Strassen ASTRA, „**IP-Netz BSA**“, *Richtlinie ASTRA 13040*, www.astra.admin.ch.

Auflistung der Änderungen

Ausgabe	Version	Datum	Änderungen
2021	1.00	31.08.2021	Inkrafttreten der Ausgabe 2021 (deutsche und französische Version).

