

**Elektronische Gesundheitskarte und Telematikinfrastruktur**

# Übergreifende Spezifikation Netzwerk

Version: 1.15.0  
Revision: 109011  
Stand: 15.05.2019  
Status: freigegeben  
Klassifizierung: öffentlich  
Referenzierung: gemSpec\_Net

## Dokumentinformationen

### Änderungen zur Vorversion

Änderungen zur Vorversion sind gelb markiert.

### Dokumentenhistorie

Version	Datum	Kap./ Seite	Grund der Änderung, besondere Hinweise	Bearbeitung
0.5.0	20.07.12		zur Abstimmung freigegeben	PL P77
0.6.0	31.08.12		Einarbeitung von Änderungen aus dem Kommentierungsverfahren	P77
1.0.0	15.10.12		Korrekturen	gematik
1.1.0	12.11.12		Einarbeitung Kommentare aus übergreifender Konsistenzprüfung	gematik
1.2.0	13.06.13		Überarbeitung anhand interner Änderungsliste (Fehlerkorrekturen, Inkonsistenzen), Einarbeitung Kommentare LA	gematik
1.3.0	15.08.13		Einarbeitung Kommentar und gemäß Änderungsliste	gematik
1.4.0	21.02.14		Losübergreifende Synchronisation	gematik
1.5.0	17.06.14		[RFC4594bis] ersetzt durch [RFC4594], [RFC2672] gelöscht (Anforderung entfällt), Ergänzung DNSSEC-Vertrauensanker-Aktualisierung gemäß [RFC5011] und Formulierungsanpassungen gemäß P11-Änderungsliste	gematik
1.6.0	17.07.15		Errata 1.4.4 und KOM-LE-Anpassungen eingearbeitet	gematik
1.7.0	03.05.16		Anpassungen zum Online-Produktivbetrieb (Stufe 1)	gematik
1.8.0	24.08.16		Einarbeitung weiterer Kommentare	gematik
1.9.0	28.10.16		Anpassungen gemäß Änderungsliste	gematik
1.10.0	06.02.17		Anpassungen gemäß Änderungsliste	gematik

1.11.0	21.04.17		Anpassungen gemäß Änderungsliste	gematik
	08.12.17		Überarbeitung Online-Produktivbetrieb (Stufe 2.1)	gematik
1.12.0	18.12.17		Einarbeitungen aufgrund der Errata 1.6.4-2 und 1.6.4-3	gematik
1.13.0	14.05.18		Einarbeitung Änderungslisten P15.2 und P15.4	gematik
1.14.0	26.10.18		Einarbeitung Änderungslisten P15.8 und P15.9	gematik
			Einarbeitung Änderungslisten P18.1	gematik
1.15.0	15.05.2019		freigegeben	gematik

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einordnung des Dokuments .....</b>	<b>7</b>
1.1	Zielsetzung .....	7
1.2	Zielgruppe .....	7
1.3	Geltungsbereich .....	7
1.4	Abgrenzung des Dokuments .....	8
1.5	Methodik.....	8
<b>2</b>	<b>Übergreifende Netzwerk-Festlegungen .....</b>	<b>9</b>
2.1	Netztopologie.....	9
2.2	Netzwerkprotokolle.....	10
2.2.1	OSI-Schicht 1 und 2 (Physical/Data Link) .....	10
2.2.2	OSI-Schicht 3 (Network) .....	10
2.2.2.1	IP-Version 4.....	10
2.2.2.2	IP-Version 6.....	11
2.2.3	OSI-Schicht 4 (Transport).....	12
2.2.3.1	Transmission Control Protocol (TCP) und User Datagram Protocol (UDP) .....	12
2.2.3.2	UDP/TCP-Portbereiche .....	12
2.2.3.3	Transport Layer Security (TLS).....	13
2.3	IP-Adresskonzept der TI.....	13
2.3.1	Adressblöcke.....	13
2.3.2	Prozesse zur IP-Adressvergabe .....	14
2.3.3	Adresskonzept IPv4.....	16
2.3.4	Adresskonzept IPv6.....	21
2.3.5	Adressen SIS-Systeme.....	21
2.4	IP-Routingkonzept.....	21
2.5	Priorisierung auf Netzwerkebene .....	22
2.5.1	Architektur .....	22
2.5.2	Definition und Zuordnung von Dienstklassen .....	22
2.5.3	Markierung .....	23
2.5.3.1	DSCP-Markierung Netzkonnektor.....	25
2.5.3.2	DSCP-Markierung Zentrales Netz TI .....	25
2.5.3.3	DSCP-Markierung Fremdnetze.....	26
2.5.4	Priorisierung des markierten Datenverkehrs .....	26
2.5.4.1	Zentrales Netz .....	28
2.5.4.2	Konnektor.....	29
2.5.4.3	VPN-Zugangsdienst.....	30
2.6	Sicherheitskomponenten im Netzwerk .....	31
2.6.1	Typen von Sicherheitskomponenten.....	31
2.6.2	Anforderungen an Sicherheitskomponenten .....	31
2.6.3	Platzierung von Sicherheitskomponenten .....	32
2.6.4	Prozesse zu Regeln für Sicherheit Gateways .....	34

2.6.5	Erlaubter Verkehr .....	35
2.6.6	Anforderungen an das Sicherheitsgateway Bestandsnetze .....	36
<b>3</b>	<b>Zentrales Netz der TI .....</b>	<b>37</b>
<b>3.1</b>	<b>Zerlegung des Produkttyps.....</b>	<b>37</b>
3.1.1	Sicherer Zentraler Zugangspunkt (SZZP) .....	38
3.1.1.1	Netzkomponente .....	38
3.1.1.2	Sicherheitsgateway .....	38
3.1.1.3	Anbindungen .....	39
3.1.2	Netzwerk .....	41
3.1.2.1	Backbone (zentrales Transportnetz Provider).....	41
<b>3.2</b>	<b>Übergreifende Festlegungen .....</b>	<b>42</b>
<b>3.3</b>	<b>Funktionsmerkmale.....</b>	<b>42</b>
3.3.1	OSI-Schicht 1 und 2 (Physical/Data Link) .....	43
3.3.1.1	Schnittstelle CPE-Produkttyp.....	43
3.3.1.2	Hardwaremerkmale .....	43
3.3.2	OSI-Schicht 3 (Network) .....	43
3.3.2.1	Schnittstelle I_IP_Transport.....	43
3.3.3	Adressierung .....	43
3.3.3.1	Schnittstelle SZZP-Backbone (CE-PE) und SZZP intern .....	43
3.3.4	Routing .....	44
3.3.5	Abstimmung mit angeschlossenen Produkttypen.....	44
<b>3.4</b>	<b>Verteilungssicht.....</b>	<b>45</b>
3.4.1	Zugangsstellen .....	45
<b>4</b>	<b>Namensdienst .....</b>	<b>47</b>
<b>4.1</b>	<b>Hostnamen .....</b>	<b>47</b>
<b>4.2</b>	<b>Namensräume.....</b>	<b>47</b>
<b>4.3</b>	<b>Domainnamen- und Hierarchie.....</b>	<b>48</b>
<b>4.4</b>	<b>DNS-Topologie.....</b>	<b>49</b>
<b>4.5</b>	<b>Dienstlokalisierung.....</b>	<b>52</b>
<b>4.6</b>	<b>Schnittstellen I_DNS_Name_Resolution und I_DNS_Service_Localization</b>	<b>53</b>
4.6.1	Umsetzung .....	53
4.6.2	Nutzung .....	56
<b>4.7</b>	<b>Anforderungen an den Produkttyp Namensdienst.....</b>	<b>56</b>
4.7.1	Schnittstellen P_DNS_Name_Entry_Announcement und P_DNS_Service_Entry_Announcement.....	57
4.7.2	Schnittstelle P_DNSSEC_Key_Distribution .....	57
4.7.3	Schnittstelle P_DNS_Zone_Delegation.....	59
4.7.4	Sonstige Anforderungen .....	59
<b>5</b>	<b>Zeitdienst.....</b>	<b>61</b>
<b>5.1</b>	<b>NTP-Topologie .....</b>	<b>61</b>
<b>5.2</b>	<b>Schnittstelle I_NTP_Time_Information.....</b>	<b>63</b>
5.2.1	Umsetzung .....	63
5.2.2	Nutzung .....	63

5.3	Anforderungen an den Produkttyp Zeitdienst .....	65
6	Anhang A – Verzeichnisse .....	68
6.1	Abkürzungen.....	68
6.2	Glossar .....	69
6.3	Abbildungsverzeichnis.....	69
6.4	Tabellenverzeichnis.....	69
6.5	Referenzierte Dokumente.....	70
6.5.1	Dokumente der gematik.....	70
6.5.2	Weitere Dokumente .....	71

---

# 1 Einordnung des Dokuments

---

## 1.1 Zielsetzung

Die Spezifikation Netzwerk definiert die Rahmenbedingungen und trifft die übergreifenden Festlegungen zum Netzwerk, dem Namensdienst und dem Zeitdienst in der TI. Dabei werden die für den Wirkbetrieb der TI erforderlichen Anforderungen an die Netzinfrastruktur berücksichtigt, eine Erweiterbarkeit um künftige Anwendungen jedoch beachtet.

Die übergreifende Spezifikation Netzwerk behandelt folgende inhaltlichen Schwerpunkte:

- Netztopologie und Netzumgebungen
- Vorgaben zu grundlegenden Netzwerkprotokollen
- IP-Adresskonzept – Definition von Adressbereichen
- IP-Routingkonzept
- Priorisierung auf Netzwerkebene
- Vorgaben zu Sicherheitskomponenten
- Namenskonzept – Vorgaben zu Namensräumen und DNS
- Vorgaben zum Zeitdienst

## 1.2 Zielgruppe

Das Dokument richtet sich an Hersteller und Anbieter von netzwerkfähigen Produkten der TI.

## 1.3 Geltungsbereich

Dieses Dokument enthält normative Festlegungen zur Telematikinfrastruktur des deutschen Gesundheitswesens. Der Gültigkeitszeitraum der vorliegenden Version und deren Anwendung in Zulassungsverfahren wird durch die gematik GmbH in gesonderten Dokumenten (z. B. Dokumentenlandkarte, Produkttypsteckbrief, Leistungsbeschreibung) festgelegt und bekannt gegeben.

### **Schutzrechts-/Patentrechtshinweis**

*Die nachfolgende Spezifikation ist von der gematik allein unter technischen Gesichtspunkten erstellt worden. Im Einzelfall kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Implementierung der Spezifikation in technische Schutzrechte Dritter eingreift. Es ist allein Sache des Anbieters oder Herstellers, durch geeignete Maßnahmen dafür Sorge zu tragen, dass von ihm aufgrund der Spezifikation angebotene Produkte und/oder Leistungen nicht gegen Schutzrechte Dritter verstoßen und sich ggf. die erforderlichen Erlaubnisse/Lizenzen von den betroffenen Schutzrechtsinhabern einzuholen. Die gematik GmbH übernimmt insofern keinerlei Gewährleistungen.*

## 1.4 Abgrenzung des Dokuments

Festlegungen zu der Netzwerkkomponente VPN-Zugangsdienst erfolgen in [gemSpec\_VPN\_ZugD].

Die Festlegung der spezifischen Anbindungen von Komponenten an die Netzinfrastruktur der TI und die Einbindung der Netzdienste erfolgen auf der Basis dieser übergreifenden Spezifikation in den jeweiligen Spezifikationen der Produkttypen.

## 1.5 Methodik

Anforderungen als Ausdruck normativer Festlegungen werden durch eine eindeutige ID sowie die dem RFC 2119 [RFC2119] entsprechenden, in Großbuchstaben geschriebenen deutschen Schlüsselworte MUSS, DARF NICHT, SOLL, SOLL NICHT, KANN gekennzeichnet.

Sie werden im Dokument wie folgt dargestellt:

**<AFO-ID> - <Titel der Afo>**

Text / Beschreibung

[<=]

Dabei umfasst die Anforderung sämtliche zwischen Afo-ID und Textmarke angeführten Inhalte.

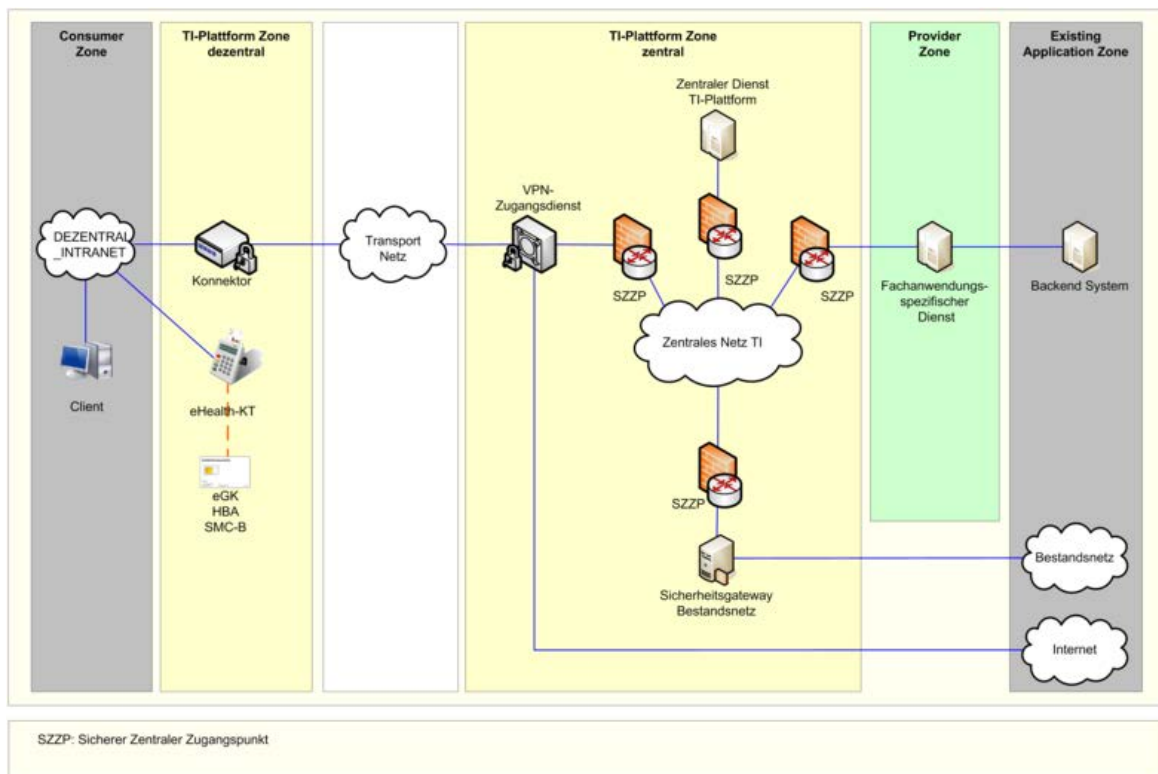


## 2 Übergreifende Netzwerk-Festlegungen

### 2.1 Netztopologie

In diesem Kapitel wird die grundlegende Netztopologie der TI dargestellt um einen Überblick der beteiligten Systeme auf der Netzwerkebene zu geben. In den Spezifikationen der jeweiligen Produkttypen erfolgt, wo notwendig, eine detaillierte Darstellung der einzusetzenden Netztopologie.

Die Abb\_NetzTopologie\_Schema zeigt eine schematische Übersicht zur Netztopologie der TI auf logischer Ebene, die sich an den in der Gesamtarchitektur definierten Zonen orientiert.



**Abbildung 1: Abb\_NetzTopologie\_Schema, Netztopologie der TI**

In Abb\_NetzTopologie\_Detail wird auf einer detaillierteren Netzwerkebene die mögliche Verteilung von an der TI-Plattform angebotenen Produkttypen dargestellt (ohne Secure Internet Service (SIS)).

Der Adressat „weitere Anwendungen des Gesundheitswesens“ umfasst die Anwendungskategorien aAdG, aAdG-NetG-TI und aAdG-NetG.

Der Adressat „weitere Anwendungen des Gesundheitswesens mit Zugriff auf Dienste der TI“ wird durch die Anwendungskategorien aAdG und aAdG-NetG-TI und der Adressat

„weitere Anwendungen des Gesundheitswesens ohne Zugriff auf Dienste der TI“ durch die Anwendungskategorie aAdG-NetG beschrieben.

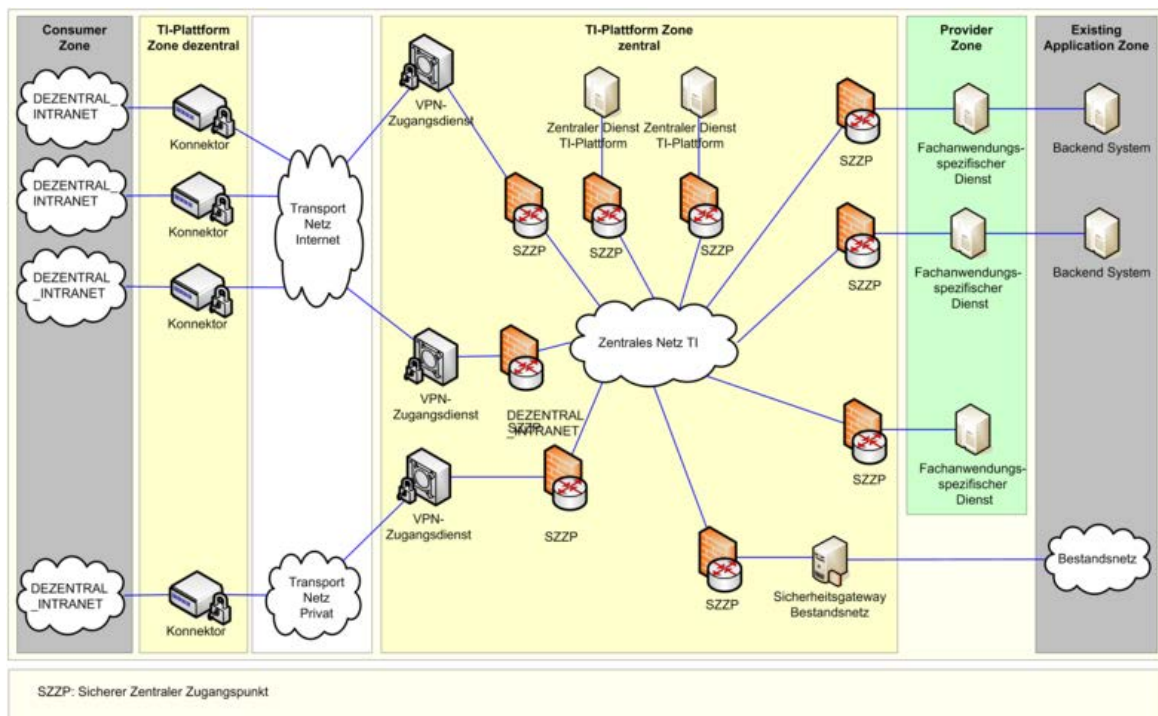


Abbildung 2: Abb\_NetzTopologie\_Detail, Netzwerktopologie der TI - detailliert

## 2.2 Netzwerkprotokolle

### 2.2.1 OSI-Schicht 1 und 2 (Physical/Data Link)

#### GS-A\_4009 - Übertragungstechnologie auf OSI-Schicht LAN

Alle Produkttypen der TI und Anbieter weiterer Anwendungen des Gesundheitswesens mit Zugriff auf Dienste der TI MÜSSEN beim Einsatz des Ethernet-Protokolls an Schnittstellen zwischen Produkttypen der TI die Einhaltung der [IEEE 802.3] sicherstellen.

[<=]

### 2.2.2 OSI-Schicht 3 (Network)

Als produktiv eingesetztes Netzwerkprotokoll auf der OSI-Schicht 3 wird in der TI das Internetprotokoll in der Version 4 (IPv4) eingesetzt. Zur Vorbereitung einer späteren Migration wird bei definierten Produkttypen bereits die Unterstützung des Internetprotokolls in der Version 6 (IPv6) gefordert. Vorgaben zum Protokoll Encapsulation Security Payload (ESP) werden in [gemSpec\_VPN\_ZugD] definiert.

#### 2.2.2.1 IP-Version 4

##### GS-A\_4831 - Standards für IPv4

Produkttypen der TI und weitere Anwendungen des Gesundheitswesens MÜSSEN mindestens die in Tab\_Standards\_IPv4 aufgeführten Standards unterstützen.

**Tabelle 1: Tab\_Standards\_IPv4, Standards IPv4**

Standard	Beschreibung
[RFC768]	User Datagram Protocol
[RFC791]	Internet Protocol
[RFC792]	Internet Control Message Protocol
[RFC793]	Transmission Control Protocol
[RFC826]	Ethernet Address Resolution Protocol
[RFC894]	Standard for the Transmission of IP Datagrams over Ethernet Networks
[RFC1122]	Requirements for Internet Hosts – Communication Layers

[<=]

#### **GS-A\_4832 - Path MTU Discovery und ICMP Response**

Produkttypen der TI und andere Anwendungen des Gesundheitswesens MÜSSEN sicherstellen, dass Path MTU Discovery (PMTUD) gemäß [RFC1191] im gesamten Netzwerk funktioniert. Insbesondere MÜSSEN Router und Gateways die erforderlichen ICMP-Messages erzeugen, und Sicherheitsgateways MÜSSEN diese ICMP-Messages passieren lassen. Anfragen durch einen ICMP-Request MÜSSEN mit einem ICMP-Reply beantwortet werden.

[<=]

### **2.2.2.2 IP-Version 6**

#### **GS-A\_4010 - Standards für IPv6**

Produkttypen, die zentrale Dienste der TI-Plattform bereitstellen, MÜSSEN die in [RIPE-554] für die jeweilige Geräteklasse unter Mandatory Support aufgeführten Anforderungen erfüllen.

[<=]

#### **GS-A\_4011 - Unterstützung des Dual-Stack Mode**

Zentrale Dienste der TI-Plattform MÜSSEN IPv4 und IPv6 parallel als Protokoll (Dual-Stack-Mode) unterstützen. Die TSP X.509 SOLLEN IPv4 und IPv6 parallel unterstützen.

[<=]

#### **GS-A\_4012 - Leistungsanforderungen an den Dual-Stack Mode**

Produkttypen, die zentrale Dienste der TI-Plattform bereitstellen, MÜSSEN IPv4 und IPv6 als Protokoll unterstützen, wobei für beide Protokolle eine vergleichbare Leistung vorhanden sein muss, d. h. weniger als 15% Unterschied zwischen den beiden Protokollen bei Input, Output, Durchsatz, Weiterleitung und Verarbeitung.

[&lt;=]

## 2.2.3 OSI-Schicht 4 (Transport)

### 2.2.3.1 Transmission Control Protocol (TCP) und User Datagram Protocol (UDP)

Für die Implementierung von TCP und UDP werden an dieser Stelle keine normativen Vorgaben erhoben. Es wird empfohlen Implementierungen von TCP/IP-Stacks zu nutzen, die aktuelle Verfahren zur Übertragung und Steuerung von Daten einsetzen.

### 2.2.3.2 UDP/TCP-Portbereiche

Für die Verwaltung und Dokumentation von UDP/TCP-Portbereichen ist in der TI ein übergreifender Prozess zu etablieren, der durch den Anbieter Zentrales Netz TI implementiert und vom Gesamtbetriebsverantwortlichen (GBV) freigegeben wird.

In den folgenden Anforderungen werden die Verantwortlichkeiten und weitere Vorgaben zum Prozess „Verwaltung von UDP/TCP-Portbereichen“ definiert.

#### **GS-A\_4833 - Prozess „Verwaltung von UDP/TCP-Portbereichen“ – Definition/Implementierung**

Der Anbieter Zentrales Netz TI MUSS den Prozess „Verwaltung von UDP/TCP-Portbereichen“ mit den folgenden Inhalten definieren und implementieren:

- Erstellung und Pflege eines Vergabeschemas für UDP/TCP-Portbereiche
- Operative Vergabe von UDP/TCP-Portbereichen
- Erstellung und Pflege von Dokumentations- und Reportingschemas
- Dokumentation und Reporting von UDP/TCP-Portbereichen

Der Anbieter Zentrales Netz TI ist der Verantwortliche für den gesamten Prozess.

[&lt;=]

#### **GS-A\_4886 - Prozess „Verwaltung von UDP/TCP-Portbereichen“ - Freigabe**

Der GBV MUSS den vom Anbieter Zentrales Netz TI definierten Prozess „Verwaltung von UDP/TCP-Portbereichen“ freigeben.

[&lt;=]

#### **GS-A\_4014 - Vergabeschema für UDP/TCP-Portbereiche**

Der GBV MUSS für die Zuteilung von UDP/TCP-Portbereichen ein Vergabeschema unter Berücksichtigung der Dienstklassen zur Netzwerkpriorisierung erstellen und dem Anbieter Zentrales Netz TI zur Verfügung stellen.

Der GBV MUSS das Vergabeschema für UDP/TCP-Portbereiche auf Grundlage des [RFC6335] erstellen. Der GBV MUSS für die Vergabe von UDP/TCP-Portbereichen den in [RFC6335] definierten Bereich von 49152-65535 (Dynamic/Private Ports) nutzen. Hiervon ausgenommen sind Anwendungen die in [RFC6335] definierte Bereiche der System Ports (Well-Known Ports) bzw. User Ports (Registered Ports) nutzen.

[&lt;=]

#### **GS-A\_4016 - Operative Vergabe von UDP/TCP-Portbereichen**

Der Anbieter Zentrales Netz TI MUSS UDP/TCP-Portbereiche nach den Vorgaben des Vergabeschemas an die einzelnen Anbieter der Produkttypen der TI bedarfsgerecht zuweisen. Die Vergabe der UDP/TCP-Portbereiche erfolgt im Rahmen des Test- und Zulassungsverfahrens von Anbietern eines Produkttyps.

[&lt;=]

#### **GS-A\_4013 - Nutzung von UDP/TCP-Portbereichen**

Produkttypen von Fachanwendungen und Zentralen Diensten der TI-Plattform und Anbieter weiterer Anwendungen des Gesundheitswesens mit Zugriff auf Dienste der TI MÜSSEN die zugeordneten bzw. abgestimmten UDP/TCP-Portbereiche für die Kommunikation in der TI nutzen.

[<=]

#### **GS-A\_4753 - Dokumentationsformat UDP/TCP-Portbereiche**

Der GBV MUSS in Abstimmung mit dem Anbieter Zentrales Netz TI das Dokumentationsformat für die UDP/TCP-Portbereiche festlegen und dem Anbieter von Produkttypen der TI zur Verfügung stellen.

[<=]

#### **GS-A\_4017 - Dokumentation UDP/TCP-Portbereiche GBV**

Der Anbieter Zentrales Netz TI MUSS die Vergabe der UDP/TCP-Portbereiche dokumentieren und diese Dokumentation dem GBV bei Änderungen und auf Anforderung zur Verfügung stellen.

[<=]

#### **GS-A\_4018 - Dokumentation UDP/TCP-Portbereiche Anbieter**

Die Anbieter von Produkttypen der TI und Anbieter weiterer Anwendungen des Gesundheitswesens mit Zugriff auf Dienste der TI MÜSSEN die Nutzung der zugeteilten und mit den Anbietern weiterer Anwendungen des Gesundheitswesens mit Zugriff auf Dienste der TI abgestimmten UDP/TCP-Portbereiche dokumentieren und diese Dokumentation dem Anbieter Zentrales Netz TI bei Änderungen und auf Anforderung zur Verfügung stellen.

[<=]

### **2.2.3.3 Transport Layer Security (TLS)**

Anforderungen zu den einzusetzenden kryptographischen Verfahren für TLS und daraus folgende resultierende Vorgaben zur TLS-Version werden in [gemSpec\_Krypt] definiert.

Weitere Eigenschaften und Funktionen für das TLS-Protokoll können wo notwendig in den Spezifikationen von Produkttypen festgelegt werden.

## **2.3 IP-Adresskonzept der TI**

In diesem Kapitel werden Festlegungen zu den in der TI zu nutzenden IP-Adressbereichen getroffen. Alle Anbieter von Produkttypen müssen das IP-Adresskonzept der TI produktiv umsetzen.

### **2.3.1 Adressblöcke**

Die IP-Adressen in der TI werden in festen Adressblöcken an die Nutzer vergeben. Die zu nutzenden IP-Adressblöcke werden den definierten TI-Umgebungen und den dazugehörigen Netzbereichen zugeteilt.

Für jede TI-Umgebung werden zusätzlich IP-Adressblöcke als Reserve definiert.

TI-Umgebungen:

- Produktivumgebung
- Testumgebung
- Referenzumgebung

Netzbereiche:

- TI\_Dezentral\_SIS: Adressen für Verbindungen des Sicheren Internet Service vom Konnektor zum VPN-Zugang
- TI\_Dezentral: Adressen für Verbindungen zur TI vom Konnektor zum VPN-Zugang
- TI\_Zentral: Adressen für zentrale Dienste der TI
- TI\_Fachdienste: Adressen für Fachdienste

Informativ wird zusätzlich der Netzbereich TI\_Extern aufgeführt:

- DEZ\_Transport: Anschlusspunkt einer Organisation des Gesundheitswesens an das Transportnetz, über das die Verbindung zwischen Konnektor und VPN-Zugangsdienst hergestellt wird.
- VPN\_SIS: Anschlusspunkt des VPN-Zugangs zum Sicheren Internet Service (SIS)
- DEZENTRAL\_INTRANET: Netzwerke die über Konnektoren an die TI angeschlossen sind.
- Bestandsnetze: Externe Netzwerke mit Anschluss an die TI.
- VPN\_TRANSPORT\_TI: Zugangspunkt zum VPN-Konzentrator der TI (aus dem Transportnetz)
- VPN\_TRANSPORT\_SIS: Zugangspunkt zum VPN-Konzentrator der Sicheren Internet Services (aus dem Transportnetz)
- SIS: Systeme des Sicheren Internet Services

Über diese Netzbereiche werden hier keine Festlegungen getroffen, Adressvergabe geschieht durch die Besitzer oder Anbieter.

### 2.3.2 Prozesse zur IP-Adressvergabe

Für die Verwaltung und Dokumentation von IP-Adressen ist in der TI ein übergreifender Prozess zu etablieren, der durch den Anbieter Zentrales Netz TI implementiert und vom GBV freigegeben wird.

Die in der TI genutzten IP-Adressen werden von dem Anbieter Zentrales Netz TI verwaltet und im Auftrag des GBVs vergeben. Der Anbieter delegiert IP-Bereiche aus den spezifizierten Bereichen an Anbieter von TI-Produkttypen.

In den folgenden Anforderungen werden die Verantwortlichkeiten und weitere Vorgaben zum Prozess „Verwaltung von IP-Adressbereichen“ definiert.

#### **GS-A\_4834 - Prozess „Verwaltung von IP-Adressbereichen“**

Der Anbieter Zentrales Netz TI MUSS den Prozess „Verwaltung von IP-Adressbereichen“ mit den folgenden Inhalten definieren und implementieren:

- Pflege des IP-Adresskonzeptes für die TI
- Freigabe von zu nutzenden IP-Adressbereichen
- Operative Zuweisung von IP-Adressbereichen
- Erstellung und Pflege von Dokumentations- und Reportingschemas
- Dokumentation und Reporting der genutzten IP-Adressbereiche

Der Anbieter Zentrales Netz TI ist der Verantwortliche für den gesamten Prozess.

[<=]



**GS-A\_4888 - Prozess „Verwaltung von IP-Adressbereichen“ – Freigabe**

Der GBV MUSS den vom Anbieter Zentrales Netz TI definierten Prozess „Verwaltung von IP-Adressbereichen“ freigeben.

[<=]

**GS-A\_4021 - GBV Freigabe TI IP-Bereiche**

Der GBV MUSS für die Nutzung erlaubte IP-Adressbereiche und deren Vergabe in der TI freigeben.

[<=]

**GS-A\_4022 - Koordinierung Adressvergabe**

Der Anbieter Zentrales Netz TI MUSS die Adressvergabe operativ mit dem GBV und den Anbietern der Produkttypen in der TI koordinieren.

[<=]

**GS-A\_4023 - Zuweisung IP-Adressbereiche**

Der Anbieter Zentrales Netz TI MUSS im Rahmen des Test- und Zulassungsverfahrens IP-Adressbereiche an die einzelnen Anbieter der Produkttypen bedarfsgerecht zuweisen.

[<=]

**GS-A\_4754 - Zuweisung IP-Adressbereiche, Reservierung**

Der Anbieter Zentrales Netz TI SOLL den IP-Adressbereich als zusammenhängendes Subnetz (IPv4) an die einzelnen Anbieter der Produkttypen vergeben. Als Reservernetz soll er das darauf folgende, gleich große Subnetz vergeben, das jedoch nur nach Freigabe durch den Anbieter Zentrales Netz TI genutzt werden darf.

[<=]

**GS-A\_4024 - Nutzung IP-Adressbereiche**

Alle Anbieter von Diensten in der TI und Anbieter weiterer Anwendungen des Gesundheitswesens mit Zugriff auf Dienste der TI MÜSSEN für ihre über die TI erreichbaren Systeme die zugewiesenen IP-Bereiche nutzen. Bei einem Anbieter weiterer Anwendungen des Gesundheitswesens mit Zugriff auf Dienste der TI können es vom Anbieter bereitgestellte öffentliche IP-Adressen sein. Änderungen an diesen Bereichen MÜSSEN die Anbieter einzelner TI-Dienste bei dem Anbieter Zentrales Netz TI beantragen und bei Verwendung eigener öffentlicher IP-Adressen mit dem Anbieter Zentrales Netz TI abstimmen.

[<=]

**GS-A\_4026 - Dokumentation IP-Adressbereiche**

Der Anbieter Zentrales Netz TI MUSS die Vergabe der IP-Adressbereiche dokumentieren und diese Dokumentation dem GBV bei Änderungen und auf Anforderung zur Verfügung stellen.

[<=]

**GS-A\_4756 - Reporting IP-Adressbereiche, Form**

Der Anbieter Zentrales Netz TI MUSS das Format zum Reporting der IP-Adressbereiche festlegen.

[<=]

**GS-A\_4027 - Reporting IP-Adressbereiche**

Alle Anbieter von Diensten in der TI und Anbieter weiterer Anwendungen des Gesundheitswesens mit Zugriff auf Dienste der TI MÜSSEN dem Anbieter Zentrales Netz TI die Vergabe der IP-Adressbereiche dokumentieren und Änderungen an den Anbieter Zentrales Netz TI melden. Die Anbieter MÜSSEN jeweils sowohl die Änderungen als auch die Gesamtübersicht zum zugewiesenen Adressblock melden. Die Dokumentation

der Nutzung von dynamisch vergebenen IP-Adressen soll nicht erfolgen.

[<=]

#### **GS-A\_4028 - Reserve IP-Bereiche, Freigabe**

Der GBV MUSS die in Tabelle Tab\_Adrkonzept\_Produktiv mit "Reserve" markierten IP-Adressbereiche im Bedarfsfall freigeben und an den Anbieter Zentrales Netz TI zur operativen Verteilung vergeben.

[<=]

#### **GS-A\_4758 - IPv4-Adressen SZZP zum Produkttyp**

Der Anbieter Zentrales Netz MUSS für die Adressierung der SZZPs in Richtung Produkttyp IP-Adressen aus dem zugewiesenen /26 IP-Bereich des angeschlossenen Produkttyps nutzen.

[<=]

#### **GS-A\_4759 - IPv4-Adressen Produkttyp zum SZZP**

Anbieter von an das Zentrale Netz der TI angeschlossenen Produkttypen MÜSSEN für die Adressierung ihrer Systeme in Richtung SZZP IP-Adressen aus dem ihnen zugewiesenen /26 IP-Bereich nutzen.

Ein Anbieter weiterer Anwendungen des Gesundheitswesens mit Zugriff auf Dienste der TI MUSS für die Adressierung ihrer Systeme in Richtung SZZP die mit dem Anbieter Zentrales Netz TI abgestimmten IP-Adressen nutzen.

[<=]

### **2.3.3 Adresskonzept IPv4**

Die folgenden Tabellen legen die zu verwendenden IPv4-Adressbereiche für die einzelnen TI-Umgebungen fest.

Die Anbieter von TI-Produkttypen erhalten in der Produktivumgebung Adressbereiche aus dem IPv4-Adressraum 100.64.0.0/10 [RFC6598]. Durch die Nutzung des in [RFC6598] definierten Adressbereiches wird ein Konflikt mit bereits genutzten privaten Adressbereichen vermieden. Die Testumgebung ist getrennt und nutzt den Adressraum 172.16.0.0/12.

#### **GS-A\_4029 - IPv4-Adresskonzept Produktivumgebung**

Der Anbieter Zentrales Netz TI MUSS den Adressbereich 100.64.0.0/10 nach dem in der Tab\_Adrkonzept\_Produktiv definierten Schema zur Vergabe von IPv4-Adressen an Produkttypen der TI in der Produktivumgebung verwenden.

**Tabelle 2: Tab\_Adrkonzept\_Produktiv, Adressräume IPv4 TI Produktivumgebung**

Netzbereich	Adressen	Netz	Nutzung	Verantwortlich
TI-Produktivumgebung	4M	100.64.0.0/10	TI Produktiv	Anbieter Zentrales Netz TI und GBV
TI_Dezentral (TI_Dezentral_SIS) (siehe Erläuterung)	2M	100.64.0.0/11	Dezentral (Dezentral SIS)	Anbieter Zentrales Netz TI



Konnektoren und Consumer	2M	100.64.0.0/11	Konnektoren TI, Basis- u. KTR-Consumer (Konnektoren SIS)	Anbieter Zugangsdienst, Betreiber von Basis- u. KTR-Consumer
TI_Zentral	256K	100.96.0.0/14	Zentrale Dienste	Anbieter Zentrales Netz TI
Zentrale Dienste	64K	100.96.0.0/16	Zentrale Dienste	Anbieter Zentraler Dienste
	Der Anbieter Zentrales Netz TI weist jedem zentralen Dienst ein /26 Adressblock aus dem Bereich 100.96.0.0/16 zu.			
VPN-Zugangsdienst	64K	100.97.0.0/16	Anschluss VPN-Konzentratoren an die TI	Anbieter Zugangsdienst
	Der Anbieter Zentrales Netz TI weist jedem VPN-Zugangsdienstprovider ein /26 Adressblock aus dem Bereich 100.97.0.0/16 zu.			
Reserveblöcke	128K	100.98.0.0/15	Reserve	Anbieter Zentrales Netz TI
TI_FachAnwendungsdienste	256K	100.100.0.0/14	Fachdienste	Anbieter Zentrales Netz TI
Offene Fachdienste	32K	100.102.0.0/17	Offene Fachdienste oder Dienste eines SÜV	Anbieter Offene Fachdienste oder Dienste eines SÜV
	Der Anbieter Zentrales Netz TI weist jedem Offenen Fachdienst ein /26 Adressblock aus dem Bereich 100.102.0.0/17 zu			
	32K	100.102.128.0/17	aAdG und aAdG NetG-TI	Anbieter aAdG und aAdG NetG-TI
	Der Anbieter Zentrales Netz TI weist den aAdG und aAdG NetG-TI bei Bedarf ein /26 Adressblock aus dem Bereich 100.102.128.0/17 zu			
Gesicherte Fachdienste	64K	100.100.0.0/16	Gesicherte Fachdienste	Anbieter Gesicherte Fachdienste
	Der Anbieter Zentrales Netz TI weist jedem Gesicherten Fachdienst ein /26 Adressblock aus dem Bereich			

	100.100.0.0/16 zu			
Reserveblöcke	128K	100.101.0.0/16 100.103.0.0/16	Reserve	Anbieter Zentrales Netz TI
TI_Dezentral_SIS (siehe Erläuterung)	256k	100.104.0.0/14	Dezentral SIS	Anbieter Zentrales Netz TI
Konnektoren	128k	100.104.0.0/15	Konnektoren SIS	Anbieter Zugangsdienst
Reserveblock	128k	100.106.0.0/15	Reserve	Anbieter Zentrales Netz TI
TI_Betriebsreserve	1.5M	100.108.0.0/14 100.112.0.0/12	Reserve	Anbieter Zentrales Netz TI

[<=]

Erläuterung:

Aus dem Netzbereich 100.64.0.0/11 sollen nur noch IP-Adressblöcke für den dezentralen Zugang zur TI (TI\_Dezentral) zugeteilt werden. Die IP-Adressblöcke, die schon für den Zugang SIS eingeteilt wurden, bleiben bestehen und müssen nicht verändert werden.

Für den dezentralen SIS-Zugang muss dem Anbieter des VPN-Zugangsdienstes der IP-Adressblock 100.104.0.0/15 zugewiesen werden. Somit ist der IP-Adressblock TI\_Dezentral\_SIS für jeden VPN-Zugangsdienstanbieter identisch.

### GS-A\_4850 - IPv4-Adresskonzept Testumgebung

Der Anbieter Zentrales Netz TI MUSS den Adressbereich 172.16.0.0/12 nach dem in Tab\_Adrkonzept\_Test definierten Schema zur Vergabe von IPv4-Adressen an Produkttypen der TI in der Testumgebung verwenden.

**Tabelle 3: Tab\_Adrkonzept\_Test, Adressräume IPv4 TI-Testumgebung**

Netzbereich	Adresse n	Netz	Nutzung	Verantwortlich
TI-Testumgebung	1M	172.16.0.0/12	TI Test	Anbieter Zentrales Netz TI
TI_Test_Dezentral (TI_Test_Dezentral_SIS) (siehe Erläuterung)	512K	172.16.0.0/13	Dezentral TI (Dezentral SIS)	Anbieter Zentrales Netz TI

Konnektoren und Consumer	512K	172.16.0.0/13	Konnektoren TI, Basis- u. KTR-Consumer (SIS)	Anbieter Zugangsdienst, Betreiber von Basis- u. KTR-Consumer
TI_Test_Zentral	256K	172.24.0/14	Zentrale Dienste	Anbieter Zentrales Netz TI
Zentrale Dienste	64K	172.24.0.0/16	Zentrale Dienste	Anbieter Zentraler Dienste
	Der Anbieter Zentrales Netz TI weist jedem zentralen Dienst ein /26 Adressblock aus dem Bereich 172.24.0.0/15 zu.			
VPN-Zugangsdienst	64K	172.25.0.0/16	Anschluss VPN-Konzentratoren an die TI	Anbieter Zugangsdienst
	Der Anbieter Zentrales Netz TI weist jedem VPN-Zugangsdienstprovider ein /26 Adressblock aus dem Bereich 172.25.0.0/16 zu.			
Reserveblöcke	128K	172.26.0.0/15	Reserve	Anbieter Zentrales Netz TI
TI_Test_FachAnwendungsdienste	256K	172.28.0.0/14	Fachdienste	Anbieter Zentrales Netz TI
Offene Fachdienste	32K	172.30.0.0/17	Offene Fachdienste oder Dienste eines SÜV	Anbieter Offene Fachdienste oder Dienste eines SÜV
	Der Anbieter Zentrales Netz TI weist jedem Offenen Fachdienst ein /26 Adressblock aus dem Bereich 172.30.0.0/17 zu			
	32K	172.30.128.0/17	aAdG und aAdG NetG-TI	Anbieter aAdG und aAdG NetG-TI
	Der Anbieter Zentrales Netz TI weist den aAdG und aAdG NetG-TI bei			

	Bedarf ein /26 Adressblock aus dem Bereich 172.30.128.0/17 zu			
Gesicherte Fachdienste	64K	172.28.0.0/16	Gesicherte Fachdienste	Anbieter Gesicherte Fachdienste
	Der Anbieter Zentrales Netz TI weist jedem Gesicherten Fachdienst ein /26 Adressblock aus dem Bereich 172.28.0.0/16 zu			
(TI_Test_Dezentral_SIS) (siehe Erläuterung)	172.29.0.0/16		Dezentral SIS	Anbieter Zentrales Netz TI
Konnektoren	64K	172.29.0.0/16	Konnektoren SIS	Anbieter Zugangsdienst
Reserveblöcke	64K	172.31.0.0/16	Reserve	Anbieter Zentrales Netz TI

[<=]

Erläuterung:

Aus dem Netzbereich 172.16.0.0/14 sollen nur noch IP-Adressblöcke für den dezentralen Zugang zur TI (TI\_Dezentral) zugeteilt werden. Die IP-Adressblöcke, die schon für den Zugang SIS eingeteilt wurden, bleiben bestehen und müssen nicht verändert werden.

Für den dezentralen SIS-Zugang muss dem Anbieter des VPN-Zugangsdienstes der IP-Adressblock 172.29.0.0/16 fest zugewiesen werden. Somit ist der IP-Adressblock TI\_Dezentral\_SIS für jeden VPN-Zugangsdienstanbieter identisch.

#### GS-A\_4851 - IPv4-Adresskonzept Referenzumgebung

In der Referenzumgebung DÜRFEN die Adressbereiche aus der Produktivumgebung und Testumgebung NICHT genutzt werden. Für die Vergabe von IPv4-Adressen in der Referenzumgebung SOLL das in Tab\_Adrkonzept\_Test definierte Schema (nicht der IP-Adressbereich) genutzt werden.

[<=]

In Tabelle 4 wird informativ die Nutzung von IPv4-Adressbereichen aus Netzbereich TI\_Extern dargestellt.

**Tabelle 4: Adressräume IPv4 TI Extern**

Netzbereich	Adressen	Netz	Nutzung	Verantwortlicher
-------------	----------	------	---------	------------------

TI Extern	Werden hier nicht festgelegt.	Extern	Extern
DEZ_Transport	Keine Vorgabe	Dezentral Internet	Anbieter Zugangsdienst
Bestandsnetze	Öffentliche Adressen	Bestandsnetze	Bestandsnetze
DEZENTRAL_INTRANET	keine Vorgabe	LE	LE
VPN_TRANSPORT_TI	Öffentliche Adressen	Zugangsdienst	Anbieter Zugangsdienst
VPN_TRANSPORT_SIS	Öffentliche Adressen	SIS	Anbieter Zugangsdienst
SIS	Öffentliche Adressen	SIS	Anbieter Zugangsdienst

#### **GS-A\_4760 - IP-Adressbereiche Bestandsnetze und Anbieter von aAdG-NetG**

Bestandsnetze und Anbieter weiterer Anwendungen des Gesundheitswesens ohne Zugriff auf Dienste der TI MÜSSEN bei Anschluss an die TI für diesen Anschluss und Kommunikation mit der TI eigene, öffentliche IPv4-Adressbereiche nutzen.

[<=]

#### **2.3.4 Adresskonzept IPv6**

Für IPv6 wird noch kein Adresskonzept definiert, da eine produktive Nutzung von IPv6 in Phase 1 nicht vorgesehen ist. Die Anforderungen für IPv6 beziehen sich daher auf die Vorbereitung einer produktiven IPv6-Nutzung in späteren Phasen und bereiten die Migration vor.

#### **2.3.5 Adressen SIS-Systeme**

Der Anbieter des Produkttyps Zugangsdienst muss für die Systeme des Sicheren Internet Service und der dafür notwendigen eigenen Netzwerkinfrastruktur eigene öffentliche Adressbereiche verwenden (siehe Tabelle 4: Adressräume IPv4 TI Extern).

### **2.4 IP-Routingkonzept**

Die übergreifende Netzspezifikation legt Routing-Methoden für die Anschlusspunkte der einzelnen Produkttypen an das Zentrale Netz TI fest. Routing-Methoden in den lokalen Netzwerken der einzelnen Produkttypen werden hier nicht definiert oder vorgegeben.

#### **GS-A\_4033 - Statisches Routing TI-Übergabepunkte**

Der Produkttyp Zentrales Netz der TI MUSS an den Übergabepunkten zwischen angeschlossenen Produkttypen der TI statisches Routing nutzen.

[<=]

#### **GS-A\_4036 - Möglichkeit des Einsatzes von Hochverfügbarkeitsprotokollen**

Fachanwendungsspezifische Dienste und zentrale Dienste KÖNNEN am Anschluss an das Zentrale Netz der TI Hochverfügbarkeitsprotokolle (z. B. VRRP, HSRP) nutzen.  
[<=]

#### **GS-A\_4763 - Einsatz von Hochverfügbarkeitsprotokollen**

Fachanwendungsspezifische Dienste und zentrale Dienste MÜSSEN bei Nutzung von Hochverfügbarkeitsprotokollen am Anschluss an das zentrale Netz TI durch geeignete Maßnahmen (z. B. Authentisierung der Kommunikationspartner) sicherstellen, dass andere Netzwerkkomponenten nicht beeinflusst werden.  
[<=]

## **2.5 Priorisierung auf Netzwerkebene**

Die Priorisierung von IP-Paketen auf Netzwerkebene dient der Sicherung der Dienstgüte im Fall von Bandbreitenengpässen. Bandbreitenengpässe können durch Überbuchung von Übertragungsleitungen auftreten. Sie können kurzzeitig (transient) oder als langfristiger Mangel auftreten.

Alle Beteiligten müssen grundsätzlich sicherstellen, dass Netzwerkanschlüsse in der TI mit ausreichender Bandbreite bereitgestellt werden, da die Priorisierung lediglich bestimmten Datenverkehr bevorzugt behandelt. Die Priorisierung ermöglicht zwar eine geringfügig höhere mittlere Auslastung von Netzwerkbandbreiten, dient aber in erster Linie zur Sicherstellung kritischer Dienste im Falle einer unvorhergesehenen oder unvermeidlichen Überlast.

### **2.5.1 Architektur**

Auf Netzwerkebene existieren etablierte Standards und Verfahren, um eine Priorisierung von Datenverkehr umzusetzen. Grundsätzlich kann die Priorisierung über zwei Verfahren implementiert werden:

- Definition einer Datenrate pro Dienst und Reservierung eines garantierten Datenpfades (Integrated Services - IntServ) über alle Netzkomponenten hinweg
- Markierung von Datenpaketen und Behandlung (Weiterleiten/Verwerfen) pro Netzwerkkomponente auf dem Transportweg (Differentiated Services – DiffServ)

Da in der TI-Plattform keine Ende-zu-Ende-Reservierung von Netzwerkressourcen möglich ist, und zudem das IntServ-Verfahren aufwändig zu implementieren und zu betreiben ist, wird eine Priorisierung auf der Basis des DiffServ-Verfahrens eingesetzt.

#### **GS-A\_4037 - Unterstützung der DiffServ-Architektur**

Die Produkttypen Konnektor, VPN-Zugangsdienst und Zentrales Netz der TI MÜSSEN die DiffServ-Architektur gemäß [RFC2474] und [RFC2475] unterstützen.  
[<=]

### **2.5.2 Definition und Zuordnung von Dienstklassen**

Um eine Priorisierung des Datenverkehrs vornehmen zu können, müssen die Anwendungen und Dienste klassifiziert werden. Hierzu werden in der TI die in [RFC4594] definierten Dienstklassen verwendet, die eine Zuordnung an Hand von Anforderungen der Anwendung bzw. des Dienstes ermöglichen. Die Zuordnung erfolgt gemäß [RFC4594]; die vorliegende Tabelle 5 ist ein übersetzter Auszug.

**Tabelle 5: Tab\_DK\_AW, Zuordnung Dienstklassen zu Anwendungen (Auszug)**

Dienstklasse	Beispielanwendung	Toleranz für		
		Paketverlust	Verzögerung	Jitter
Netzwerksteuerung	OSPF, BGP	Niedrig	Niedrig	Hoch
Echtzeit-Interaktiv	Remote Desktop	Niedrig	Sehr niedrig	Niedrig
Audio	VoIP, Echtzeitanwendungen	Sehr niedrig	Sehr niedrig	Sehr niedrig
Video	A/V-Konferenzen (Live, Bidirektional)	Sehr niedrig	Sehr niedrig	Sehr niedrig
Multimedia Streaming	Video und Audio Streaming auf Anforderung (nicht Live)	Niedrig - Mittel	Mittel	Hoch
Niedrige Latenz Datenübertragung	Client-Server Transaktionen	Niedrig	Niedrig - Mittel	Mittel
Hoher Durchsatz Datenübertragung	Store-and-Forward-Anwendungen, z.B. E-Mail, Filetransfer	Niedrig	Mittel - Hoch	Hoch
Best Effort	Alle Anwendungen ohne besondere Anforderungen	Unspezifiziert		
Niedrige Priorität	Anwendungen ohne Echtzeitanforderungen	Hoch	Hoch	Hoch
Signalisierung	VoIP, Protokolle für Verbindungsaufbau	Niedrig	Niedrig	Mittel
Video (Broadcast)	Video und Audio Streaming	Sehr niedrig	Mittel	Niedrig

Die Zuordnung der Dienstklassen zu den Applikationen erfolgt durch den GBV. Die initiale Zuordnung erfolgt vor Inbetriebnahme der TI. Die Zuordnung wird im Betrieb normalerweise nicht geändert. Der GBV muss die Zuordnung erweitern, sobald neue Dienste hinzukommen, die durch das vorhandene Schema nicht abgedeckt werden.

### 2.5.3 Markierung

Die Markierung von IP-Paketen zur Priorisierung erfolgt in der TI ausschließlich durch das Setzen von Differentiated Services Code Point (DSCP)-Werten im IP-Header. Die Markierung erfolgt gemäß der in [RFC4594] definierten Zuordnung von Dienstklasse und Priorität zu DSCP-Werten. Tabelle 6 ist ein übersetzter Auszug.

**Tabelle 6: Tab\_DK\_DSCP, Zuordnung Dienstklassen zu DSCP (Auszug)**

Name der Dienstklasse	Beispielanwendung	DSCP-Name
Netzwerksteuerung	OSPF, BGP	CS6&CS7
Echtzeit-Interaktiv	Remote Desktop	CS5, CS5-Admit

Audio	VoIP, Echtzeitanwendungen	EF, Voice Admit
Video	A/V-Konferenzen (Live, Bidirektional)	AF41, AF42, AF43
Multimedia Streaming	Video und Audio Streaming auf Anforderung (nicht Live)	AF31, AF32, AF33
Niedrige Latenz Datenübertragung	Client-Server Transaktionen	AF21, AF22, AF23
OAM	Operations and Maintenance	CS2
Hoher Durchsatz Datenübertragung	Store-and-Forward-Anwendungen, z.B. E-Mail, Filetransfer	AF11, AF12, AF13
Best Effort	Alle Anwendungen ohne besondere Anforderungen	CS0
Niedrige Priorität	Anwendungen ohne Echtzeitanforderungen	CS1

Innerhalb der AF-Klassen wird gemäß [RFC2597] eine Unterscheidung hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit gemacht, mit der durch Active Queue Management IP-Pakete fallen gelassen werden („Drop Precedence“). Hierbei entspricht eine niedrige Drop Precedence einer höheren Priorisierung des Datenverkehrs.

**Tabelle 7: Tab\_DK\_AF, AF (Assured Forwarding) Drop Precedence**

Dienstklasse	DSCP-Name/Klasse	Drop Precedence		
		Niedrig	Mittel	Hoch
Video	AF-Class 4	AF41	AF42	AF43
Multimedia Streaming	AF-Class 3	AF31	AF32	AF33
Niedrige Latenz Datenübertragung	AF-Class 2	AF21	AF22	AF23
Hoher Durchsatz Datenübertragung	AF-Class 1	AF11	AF12	AF13

Die DSCP-Markierungen werden so weit wie möglich am Rand des Netzwerkes vorgenommen. Nach der Markierung wird diesen Markierungen durch alle Netzelemente vertraut.

### **GS-A\_4765 - DSCP-Transport**

Die Produkttypen Konnektor, VPN-Zugangsdienst und Zentrales Netz der TI DÜRFEN DSCP-Markierungen NICHT unaufgefordert ändern.

[<=]



Die folgende Grafik stellt anhand einer beispielhaften Kommunikationsbeziehung zwischen Anwendungskonnektor und Fachdienst dar, an welchen Punkten die Pakete mit den DSCP markiert werden.

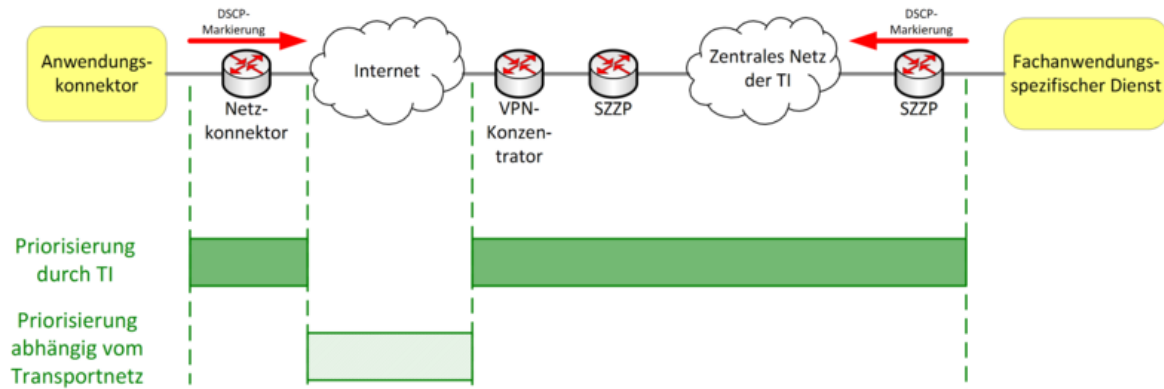


Abbildung 3: DSCP-Markierung (Beispiel)

### 2.5.3.1 DSCP-Markierung Netzkonnektor

#### GS-A\_4766 - DiffServ-Klassifizierung auf dem Konnektor

Der Produkttyp Konnektor MUSS die paketbasierte, zustandslose Klassifizierung unterstützen. Diese Klassifizierung MUSS gemäß zugeordneter Dienstklasse auf Grundlage einer Regel erfolgen. Der Konnektor MUSS zur Definition der Regel eine beliebige Kombination folgender Informationen aus OSI Layer 3 und 4 unterstützen: Quell- und Zieladresse, IP-Protokoll sowie Quell- und Zielport.

[<=]

#### GS-A\_4042 - DSCP-Markierung durch Konnektor

Der Produkttyp Konnektor MUSS durch ihn weitergeleitete IP-Pakete aus dem dezentralen Intranet und IP-Pakete der Fachmodule gemäß Klassifizierung mit DSCP-Werten markieren.

[<=]

### 2.5.3.2 DSCP-Markierung Zentrales Netz TI

#### GS-A\_4044 - DSCP-Kompatibilität im Zentralen Netz

Der Produkttyp Zentrales Netz MUSS den Transport von DSCP-markierten IP-Paketen unterstützen.

[<=]

#### GS-A\_4767 - DiffServ-Klassifizierung durch SZZPs des Zentralen Netzes

Der SZZP MUSS die paketbasierte, zustandslose Klassifizierung unterstützen. Diese Klassifizierung MUSS gemäß zugeordneter Dienstklasse auf Grundlage einer Regel erfolgen. Der SZZP MUSS zur Definition der Regel eine beliebige Kombination folgender Informationen aus OSI Layer 3 und 4 unterstützen: Quell- und Zieladresse, IP-Protokoll, sowie Quell- und Zielport.

[<=]

#### GS-A\_4043 - DSCP-Markierung durch SZZPs des Zentralen Netzes

Der SZZP MUSS durch ihn weitergeleitete IP-Pakete aus dem Netz des Fachdienstes oder des Zentralen Dienstes in die TI gemäß Klassifizierung mit DSCP-Werten

markieren.

[<=]

### 2.5.3.3 DSCP-Markierung Fremdnetze

An den Netzübergängen zu Fremdnetzen und Bestandsnetzen können folgende Maßnahmen genutzt werden:

1. Übernahme der DSCP-Markierungen aus dem externen Netz, falls das externe Netz ebenfalls DSCP nutzt, und denselben Konventionen zur Bedeutung der DSCP folgt.
2. Änderung der DSCP (Re-Marking) am Netzübergang, falls das externe Netz DSCP nutzt, aber diesen andere Bedeutungen zuweist. Zur Markierung wird in diesem Fall eine Regel genutzt, welche die DSCP-Werte des externen Netzes in entsprechende oder ähnliche DSCP-Werte der TI umsetzt, und umgekehrt.
3. Markierung mit DSCP am Netzübergang in die TI, falls das externe Netz keine DSCP zur Verfügung stellt, die den DSCP der TI zugeordnet werden können. Zur Markierung wird in diesem Fall eine Liste mit Regeln genutzt, welche die gewünschten DSCP-Werte anhand einer beliebigen Kombination folgender Informationen aus OSI Layer 3 und 4 zuweist: Quell- und Zieladresse, IP-Protokoll, sowie Quell- und Zielport.

### GS-A\_4047 - DiffServ-Klassifizierung am Netzübergang zu Fremdnetzen

Produkttypen mit Netzübergängen zu Fremdnetzen oder Bestandsnetzen MÜSSEN die paketbasierte, zustandslose Klassifizierung am Netzübergang unterstützen. Diese Klassifizierung MUSS gemäß zugeordneter Dienstklasse auf Grundlage einer Liste mit Regeln erfolgen. Der Netzübergang MUSS zur Definition der Regel eine beliebige Kombination folgender Informationen aus OSI Layer 3 und 4 unterstützen: Quell- und Zieladresse, IP-Protokoll sowie Quell- und Zielport.

[<=]

### GS-A\_4768 - DSCP-Markierung am Netzübergang zu Fremdnetzen

Produkttypen mit Netzübergängen zu Fremdnetzen oder Bestandsnetzen MÜSSEN durch den Netzübergang weitergeleitete IP-Pakete aus dem Fremdnetz in die TI gemäß Klassifizierung mit DSCP-Werten markieren.

[<=]

### GS-A\_4769 - DSCP-Übersetzung am Netzübergang zu Fremdnetzen

Produkttypen mit Netzübergängen zu Fremdnetzen oder Bestandsnetzen MÜSSEN die DSCP-Übersetzung („Re-Marking“) von IP-Paketen am Netzübergang unterstützen. Der Netzübergang zu Fremdnetzen MUSS eine Möglichkeit zur DSCP-Übersetzung von Paketen aus dem externen Netz vorsehen. Hierzu wird am Netzübergang eine mit dem Anbieter des Fremdnetzes abzustimmende Regel hinterlegt, welche die gewünschten DSCP-Werte den IP-Paketen anhand einer Übersetzungstabelle zuordnet. Diese Funktion muss in beide Richtungen unterstützt und angewendet werden.

[<=]

## 2.5.4 Priorisierung des markierten Datenverkehrs

Zur eigentlichen Priorisierung der klassifizierten und markierten Datenpakete müssen an den einzelnen Netzkomponenten konkrete technische Maßnahmen (Queuing, Policing, Shaping) vorgesehen werden. Diese setzen die geforderten Qualitätsparameter pro definierter Dienstklasse technisch um.

Die Definition der zu den genutzten Dienstklassen gehörigen Qualitätsparameter (z. B. Bandbreite, Drop-Priority) ist durch einen übergreifenden Prozess laufend zu überwachen und weiterzuentwickeln, da sich Änderungen insbesondere durch steigende Netzlast, hinzukommende Fachdienste, hinzugewonnene Betriebserfahrung, sowie den Anschluss weiterer externer Netze und Rechenzentren an das Zentrale Netz der TI ergeben.

#### **GS-A\_4835 - Festlegung der Dienstklassen zur Priorisierung**

Die Produkttypen Konnektor, und Zentrales Netz der TI MÜSSEN die Zuordnung von Dienstklassen zu fachanwendungsspezifischen Diensten und zentralen Diensten gemäß Tabellen Tab\_QoS\_Dienstklassen, Tab\_QoS\_Mapping\_Dienstklasse\_Anwendung und Tab\_QoS\_Mapping\_Dienstklassen\_Bandbreite umsetzen.

Die Markierung MUSS sowohl bei Requests als auch bei Responses der Dienste umgesetzt werden.

[<=]

**Tabelle 8: Tab\_QoS\_Dienstklassen**

Dienstklasse TI	DSCP-Wert	QoS-Klasse
Real-Time	EF	Voice
Multimedia/Video	AF4*	Video
Interactive ZD	AF3*	Platin
Interactive FD	AF2*	Gold
File Transfer FD	AF1*	Silber
Best Effort	0 (Default)	Bronze

**Tabelle 9: Tab\_QoS\_Mapping\_Dienstklasse\_Anwendung**

Anwendung/Dienst	Dienstklasse TI (Erprobung)
Echtzeittraffic	Real-Time
Multimedia Dienste	Multimedia/Video
TSL-Download	Interactive ZD
KSR-Update	Best Effort
VSD (Update VSD)	Interactive FD
UFS (Update Flag Service)	Interactive FD
CMS (Card Management Service)	Interactive FD
Zeitdienst (NTP)	Interactive ZD

Störungssampel (SNMP; SOAP)	Interactive ZD
Namensdienst (DNS)	Interactive ZD
X.509-Statusprüfung (OCSP)	Interactive ZD
KSR-List_Updates	Interactive ZD
ePA-Aktensystem	File Transfer FD
Bestandsnetze	Best Effort
KOM-LE-Fachdienst	Best Effort

**Tabelle 10: Tab\_QoS\_Mapping\_Dienstklassen\_Bandbreite**

Dienstklasse TI	Bandbreite SZZP Zentrale Dienste	Bandbreite SZZP Fachdienste	Bandbreite Konnektor
Real-Time	n/a	n/a	n/a
Multimedia/Video	n/a	n/a	n/a
Interactive ZD	40%	10%	10%
Interactive FD	10%	40%	30%
File Transfer FD	10%	40%	30%
Best Effort	40%	10%	30%

#### **GS-A\_4048 - DiffServ-Behandlung von Datenverkehr – Produkttypen**

Die Produkttypen Zentrales Netz, VPN-Zugangsdienst und Konnektor MÜSSEN die DiffServ-Behandlung von Datenverkehr auf der Grundlage von [RFC4594] unterstützen.  
[<=]

#### **A\_16976 - DiffServ-Behandlung von Datenverkehr vom KSR in Richtung Konnektor**

Der Produkttyp KSR KANN Datenverkehr in Richtung Konnektor mit einer einheitlichen DSCP-Markierung "KSR Update" versehen.

[<=]

#### **GS-A\_5546 - DiffServ-Behandlung von Datenverkehr in Richtung KSR**

Der Produkttyp Konnektor KANN Datenverkehr in Richtung KSR mit einer einheitlichen DSCP-Markierung "KSR Update" versehen.  
[<=]

#### **2.5.4.1 Zentrales Netz**

#### **GS-A\_4050 - DiffServ-Behandlung innerhalb des Zentralen Netzes**

Der Produkttyp Zentrales Netz TI MUSS innerhalb des Zentralen Netzes die differenzierte Behandlung von IP-Paketen auf Grundlage der DSCP-Markierungen unterstützen.

[<=]

#### **GS-A\_4051 - Unterstützung von Dienstklassen im Zentralen Netz TI**

Der Produkttyp Zentrales Netz TI SOLL innerhalb des Zentralen Netzes alle vom GBV definierten Dienstklassen als Untermenge der in [RFC4594] definierten Dienstklassen in vollem Umfang unterstützen.

[<=]

#### **GS-A\_4770 - Minimale Unterstützung von Behandlungsaggregaten im Zentralen Netz TI**

Der Produkttyp Zentrales Netz TI MUSS innerhalb des Zentralen Netzes mindestens 4 Behandlungsaggregate einschließlich eines Echtzeit-Aggregates unterstützen, auf welche die DSCP-Werte abgebildet werden.

[<=]

#### **GS-A\_4771 - Aggregierung von Dienstklassen im Zentralen Netz**

Der Produkttyp Zentrales Netz TI MUSS innerhalb des Zentralen Netzes eine gegebenenfalls notwendige Aggregierung von Dienstklassen auf die in seinem Netz vorhandenen Behandlungsaggregate gemäß [RFC5127] durchführen.

[<=]

#### **GS-A\_4889 - Bandbreitenzuweisung am Übergang ins Zentrale Netz**

Der Produkttyp Zentrales Netz TI MUSS am Übergang zwischen dem Zugangsrouter beim Kunden (CE) und dem Zugangsrouter im Zentralen Netz (PE) die Zuweisung von Bandbreiten pro VPN ermöglichen. Diese Bandbreiten sind als Summe über den gesamten Datenverkehr eines VPNs zu verstehen.

[<=]

#### **GS-A\_4890 - Bandbreitenzuweisung am Übergang ins Zentrale Netz-DiffServ**

Der Produkttyp Zentrales Netz MUSS am Übergang zwischen dem Zugangsrouter beim Kunden (CE) und dem Zugangsrouter im Zentralen Netz (PE) innerhalb jeder VPN-eigenen Bandbreitenzuweisung die Behandlung von Datenverkehr gemäß DiffServ-Architektur ermöglichen. Dabei MÜSSEN mindestens 8 Behandlungsaggregate unterstützt werden, auf die die Dienstklassen der TI abgebildet werden.

[<=]

### **2.5.4.2 Konnektor**

Der Netzkonnektor wird an seiner WAN-Schnittstelle in der Regel an einen stark bandbreitenlimitierten Internetzugang angeschlossen. Je nach Zugangstechnik können Uplink-Bandbreiten im Bereich einiger 10 kbit/s bis zu mehreren Gbit/s vorhanden sein.

Die Priorisierung des Datenverkehrs in das Transportnetz Internet soll direkt auf dem WAN-Router bzw. IAG des LE auf Grundlage der durch den Konnektor markierten Datenpakete erfolgen. Da nicht an jedem WAN-Router bzw. IAG eine Priorisierung möglich ist, muss im Konnektor ein Mechanismus implementiert werden, der bei Überschreitung der verfügbaren Internet-Uplink-Bandbreite den Datenverkehr priorisiert. Eine solche Priorisierung ist nur möglich, wenn unkontrollierte Warteschlangen im Internet-Uplink vermieden werden. Die Warteschlange darf sich nach Möglichkeit nur in dem Gerät ausbilden, welches eine Priorisierung des Datenverkehrs vornehmen kann. Diese Funktionalität wird vom Konnektor gefordert. Dazu wird zunächst ein Bandbreitenbeschränkung (Traffic Shaping) unterhalb der verfügbaren Internet-Uplink-Bandbreite implementiert. Auf der sich dadurch ausbildenden Warteschlange wird der Datenverkehr in geeigneter Weise behandelt.

In der Stufe 1 ist zunächst eine manuelle Konfiguration der verfügbaren Uplink-Bandbreite durch den Administrator des Konnektors vorgesehen, wobei in späteren Ausbaustufen ein Verfahren zur automatischen Ermittlung der verfügbaren Bandbreite implementiert werden soll.

**GS-A\_4772 - Bandbreitenbegrenzung durch Konnektor**

Der Produkttyp Konnektor MUSS die Bandbreitenbegrenzung (Traffic Shaping) der Summe des ausgehenden Datenverkehrs in Richtung des Transportnetzes Internet unterstützen. Die Bandbreitenbegrenzung muss über die Management-Schnittstelle manuell konfigurierbar sein. Die Bandbreitenbegrenzung MUSS so gestaltet sein, dass die vorgegebene gesendete Bandbreite zu keiner Zeit überschritten wird.

[<=]

**GS-A\_4773 - DiffServ-gemäße Behandlung im Konnektor**

Der Produkttyp Konnektor MUSS Datenverkehr in Richtung des Transportnetzes Internet, welcher die konfigurierte abgehende Bandbreitenbegrenzung überschreitet, gemäß DiffServ-Policy behandeln. Hierzu MUSS der Konnektor die DSCP-Werte der IP-Pakete heranziehen.

[<=]

**GS-A\_4837 - Behandlung von Dienstklassen im Konnektor**

Der Produkttyp Konnektor MUSS die differenzierte Behandlung aller vom GBV definierten Dienstklassen als Untermenge der in [RFC4594] definierten Dienstklassen in vollem Umfang unterstützen.

[<=]

**GS-A\_4774 - Klassenbasiertes Queuing im Konnektor**

Der Produkttyp Konnektor MUSS klassenbasiertes Queuing (CBQ) oder einen vergleichbaren Queuing-Algorithmus, wie zum Beispiel Hierarchical Token Bucket (HTB), unterstützen.

[<=]

**GS-A\_4891 - Klassenbasierte Zuordnung von Bandbreiten im Konnektor**

Der Produkttyp Konnektor MUSS die Zuordnung von garantierten Bandbreiten zu Dienstklassen unterstützen. Die Bandbreiten sind dabei als Mindestbandbreiten zu verstehen, die der Dienstklasse garantiert werden, aber jederzeit überschritten werden können. Diejenigen Bandbreitenanteile, welche von einer konfigurierten Dienstklasse nicht verbraucht werden, MÜSSEN anderen Dienstklassen zur Verfügung stehen.

[<=]

**2.5.4.3 VPN-Zugangsdienst**

Detaillierte Anforderungen zum Aufbau des VPN-Zugangsdienstes und zur Behandlung des Datenverkehrs werden in [gemSpec\_VPN\_ZugD] gestellt.

**GS-A\_4840 - DiffServ-Behandlung im VPN-Zugangsdienst**

Der Produkttyp VPN-Zugangsdienst MUSS die differenzierte Behandlung von IP-Paketen auf Grundlage der DSCP-Markierungen unterstützen.

[<=]

**GS-A\_4841 - Unterstützung von Dienstklassen im VPN-Zugangsdienst**

Der Produkttyp VPN-Zugangsdienst MUSS alle vom Gesamtbetriebsverantwortlichen definierten Dienstklassen als Untermenge der in [RFC4594] definierten Dienstklassen in vollem Umfang unterstützen.

[<=]



## 2.6 Sicherheitskomponenten im Netzwerk

Der Verkehr in der TI wird an Übergabepunkten zwischen Anbietern und Netzwerken mittels Sicherheitsgateways kontrolliert und auf den für die Dienstbringung erforderlichen Datenverkehr beschränkt. Der Begriff Sicherheitsgateway wird in diesem Dokument angelehnt an der Definition in [BSI SGW] verwendet, d.h. als System das aus mehreren soft- und hardwaretechnischen Sicherheitskomponenten besteht, die im folgenden Kapitel beschrieben werden.

### 2.6.1 Typen von Sicherheitskomponenten

Die folgenden Sicherheitskomponenten sind in dieser Spezifikation für die Kontrolle von Verkehr relevant:

**Paketfilter:** Paketfilter kontrollieren als Schnittstelle zwischen verschiedenen Netzen den Datenverkehr auf Transportebene (OSI-Schicht 3 und 4), damit erwünschte Datenpakete die Paketfilter passieren und unerwünschte oder unerwartete Pakete diesen nicht passieren.

**Application-Level-Gateway (ALG):** ALGs, auch Proxy oder Anwendungsproxy genannt, kontrollieren den Verkehr auf Anwendungsebene (OSI-Schicht 7) zwischen Clients und Servern. Kommunikationsbeziehungen werden nur über den Proxy aufgebaut, der den Verkehr auf Anomalien, Schadprogramme oder nicht erlaubte Inhalte/Verkehre oder Protokolle kontrollieren kann.

**Intrusion Detection System (IDS):** IDSe untersuchen den passierenden Verkehr auf Anomalien und Angriffsversuche. Dabei können Heuristiken, Baselines oder Blacklists/Whitelists eingesetzt werden, um irregulären Verkehr und mögliche Angriffe zu erkennen. In dieser Spezifikation sind nur netzbasierte IDSe relevant, die den Verkehr an Netzübergabepunkten kontrollieren.

### 2.6.2 Anforderungen an Sicherheitskomponenten

#### **GS-A\_4052 - Stateful Inspection**

Die Produkttypen Zentrales Netz TI und Konnektor MÜSSEN bei der Verwendung von Paketfiltern und ALGs den passierenden Verkehr verbindungsbasiert kontrollieren (Stateful-Inspection).

[<=]

#### **GS-A\_4053 - Ingress und Egress Filtering**

Paketfilter und ALGs aller Anbieter und Hersteller von Produkttypen der TI MÜSSEN sowohl eingehenden als auch ausgehenden Verkehr kontrollieren (Ingress und Egress Filtering).

[<=]

#### **GS-A\_4054 - Paketfilter Default Deny**

Paketfilter und ALGs aller Anbieter und Hersteller von Produkttypen der TI MÜSSEN den passierenden Verkehr ausschließlich auf den spezifizierten und erlaubten begrenzen. Jeglicher nicht spezifizierter Verkehr MUSS als Standardregel verboten werden (default-deny).

Das Regelwerk MUSS die explizit erlaubte Kommunikation beinhalten.

[<=]

#### **GS-A\_4057 - Technische Anforderungen Sicherheit Gateways – Betriebssoftware**

Der Anbieter Zentrales Netz TI, der Anbieter Sicherheit Gateway Bestandsnetze und der Anbieter Zugangsdienst MÜSSEN auf den eingesetzten Komponenten der Sicherheit Gateways nur zum Betrieb unbedingt erforderliche Software installieren (nach [BSI-SGW#D.2 Grundlegende technische Anforderungen]), insbesondere ist die Verwendung eines Betriebssystems mit minimalem Funktionsumfang erforderlich.

[<=]

#### **GS-A\_4777 - Technische Anforderungen Sicherheit Gateways - Dokumentation Systemfunktion**

Der Anbieter Zentrales Netz TI, der Anbieter Sicherheit Gateway Bestandsnetze und der Anbieter Zugangsdienst MÜSSEN auf den eingesetzten Komponenten der Sicherheit Gateways die grundlegenden Systemfunktionen des minimalen Systems dokumentieren (nach [BSI-SGW#D.2 Grundlegende technische Anforderungen]).

[<=]

#### **GS-A\_4778 - Technische Anforderungen Sicherheit Gateways - Verbindungen nach Erstinstallation**

Der Anbieter Zentrales Netz TI, der Anbieter Sicherheit Gateway Bestandsnetze und der Anbieter Zugangsdienst MÜSSEN auf den eingesetzten Komponenten der Sicherheit Gateways nach der Erstinstallation alle Verbindungen, die nicht explizit erlaubt sind, blockieren (nach [BSI-SGW#D.2 Grundlegende technische Anforderungen]).

[<=]

#### **GS-A\_4779 - Technische Anforderungen Sicherheit Gateways - keine Verbindungen bei Ausfall der Komponenten**

Der Anbieter Zentrales Netz TI, der Anbieter Sicherheit Gateway Bestandsnetze und der Anbieter Zugangsdienst DÜRFEN auf den eingesetzten Komponenten der Sicherheit Gateways bei einem völligen Ausfall der Komponente NICHT IP-Pakete passieren lassen. (nach [BSI-SGW#D.2 Grundlegende technische Anforderungen]).

[<=]

### **2.6.3 Platzierung von Sicherheitskomponenten**

An folgenden Stellen müssen Sicherheit Gateways in der TI-Plattform eingesetzt werden:

#### **GS-A\_4058 - Sicherheitskomponenten SZZP/Zentrales Netz TI**

Der Anbieter Zentrales Netz TI MUSS den Verkehr an den Anschlusspunkten zum zentralen Netz mit SZZPs sichern.

[<=]

#### **GS-A\_4059 - Sicherheit Gateway Bestandsnetze**

Der Anbieter des Sicherheit Gateway Bestandsnetze MUSS den Netzübergang zwischen Bestandsnetzen und TI mit Sicherheit Gateways absichern.

Als geeignete Maßnahmen zur Unterstützung der Absicherung werden angesehen:

- Auswertung von Logfiles
- Auswertung von Netflow
- Intrusion Detection Systeme (IDS)

[<=]

Der Konnektor muss den passierenden Verkehr mit einem Paketfilter sichern.

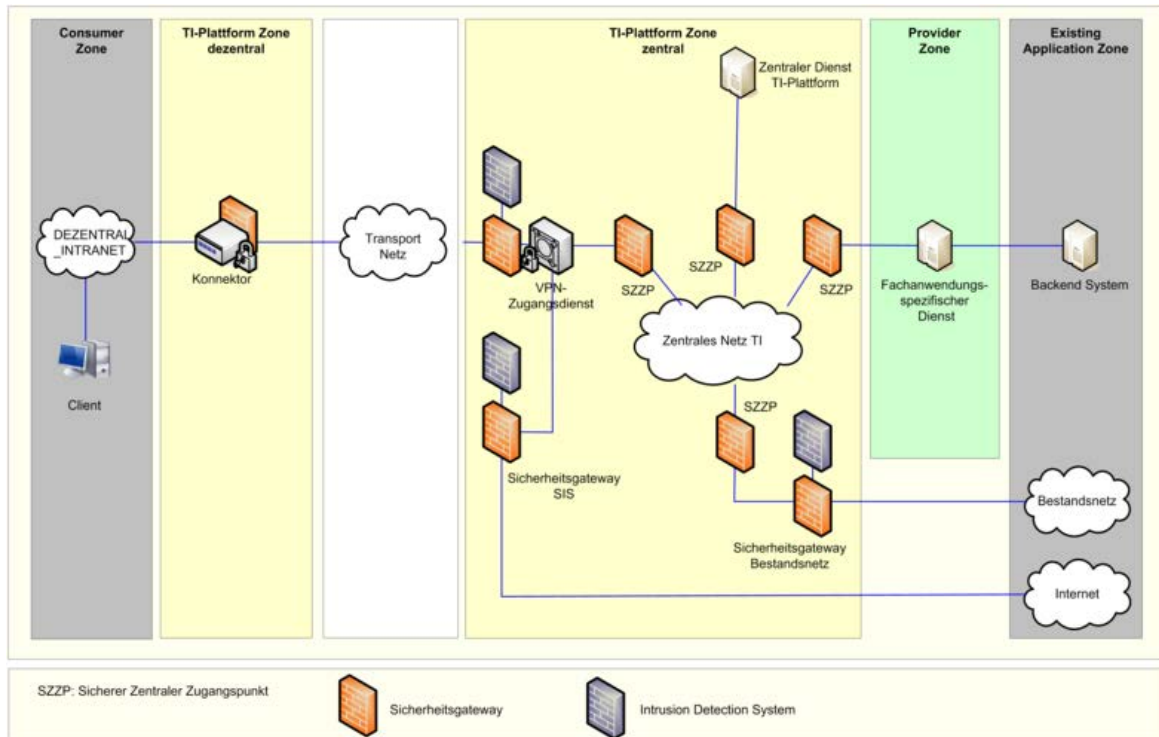
#### **GS-A\_4061 - Sicherheitskomponenten Zugangsdienst**



Der Anbieter Zugangsdienst MUSS den Verkehr zwischen VPN-Konzentratoren und Transportnetz mit einem Paketfilter sichern.

[<=]

Die folgende Abbildung Abb\_SichKomp\_Platzierung stellt die Platzierung von Sicherheitskomponenten informativ dar. Die detaillierten Anforderungen werden in den Spezifikationen der Produkttypen definiert. Anbieter von Produkttypen der TI können zusätzliche Sicherheitsgateways zum Schutz ihrer Infrastruktur einsetzen.



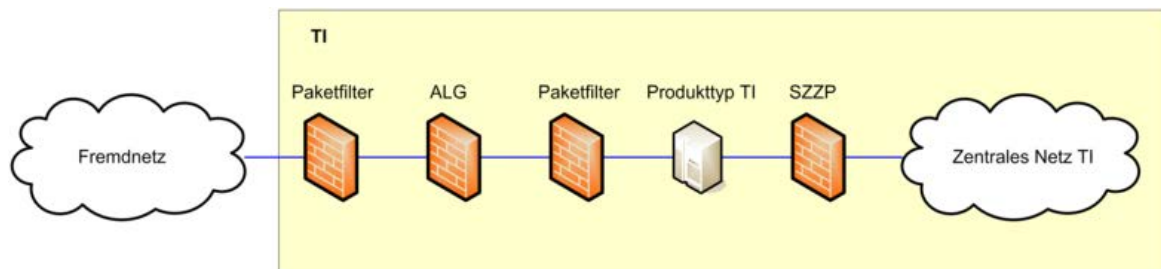
**Abbildung 4: Abb\_SichKomp\_Platzierung, Platzierung von Sicherheitskomponenten in der TI**

Implementieren Produkttypen Übergänge zu Fremdnetzen mit niedrigerem oder unbekanntem Sicherheitsniveau (z.B. bei den Produkttypen OCSP-Responder Proxy und Störungsampel), insbesondere zum Internet, müssen besondere Vorkehrungen getroffen werden, die sich an die Anforderungen des BSI für Netzübergänge anlehnen [BSI SGW#5.1, Seite 42ff].

#### **GS-A\_4062 - Sicherheitskomponenten bei Netzübergängen zu Fremdnetzen**

Zentrale Produkttypen MÜSSEN den Übergang zu Fremdnetzen mit niedrigerem oder unbekanntem Sicherheitsniveau, wie dem Internet mit einem vom BSI zertifizierten Sicherheitsgateway oder einem Sicherheitsgateway mit dreistufigem Aufbau, gemäß BSI-Empfehlung [BSI SGW], wie in Abbildung Abb\_SichKomp\_bei\_Netzübergängen beschrieben, sichern. Der dreistufige Aufbau umfasst einen Paketfilter, der den Verkehr am Anschluss des Fremdnetzes kontrolliert, ein zwischengeschaltetes Application-Level-Gateway, das den passierenden Verkehr auf Applikationsschicht kontrolliert, und ein weiterer Paketfilter vor dem Netz des Produkttypen.

Die Produkttypen MÜSSEN Wechselwirkungen zwischen dem Fremdnetz und der TI verhindern, und dazu den Verkehr einschränken und kontrollieren.



**Abbildung 5: Abb\_SichKomp\_Netzübergänge, Sicherheitskomponenten bei Netzübergängen, generisch**

[<=]

## 2.6.4 Prozesse zu Regeln für Sicherheitsgateways

Für die Verwaltung und Dokumentation von Regeln für Sicherheitsgateway ist in der TI ein übergreifender Prozess zu etablieren, der durch den Anbieter Zentrales Netz TI implementiert und vom GBV freigegeben wird.

In den folgenden Anforderungen werden die Verantwortlichkeiten und weitere Vorgaben zum Prozess „Verwaltung von Sicherheitsgateway-Regeln“ definiert.

### **GS-A\_4846 - Prozess „Verwaltung von Sicherheitsgateway-Regeln“**

Der Anbieter Zentrales Netz TI MUSS den Prozess „Verwaltung von Sicherheitsgateway-Regeln“ mit den folgenden Inhalten definieren und implementieren:

- Freigabe von Sicherheitsgateway-Regeln
- Erstellung und Pflege von Dokumentations- und Reportingschemas
- Dokumentation und Reporting von Sicherheitsgateway-Regeln

Der Anbieter Zentrales Netz TI ist der Verantwortliche für den gesamten Prozess.

[<=]

### **GS-A\_4887 - Prozess „Verwaltung von Sicherheitsgateway-Regeln“ – Prozess-Freigabe**

Der GBV MUSS den vom Anbieter Zentrales Netz TI definierten Prozess „Verwaltung von Sicherheitsgateway-Regeln“ freigeben.

[<=]

### **GS-A\_4063 - GBV, Freigabe Sicherheitsgateway-Regeln**

Der GBV MUSS im Rahmen des Test- und Zulassungsverfahrens von neuen Diensten und bei Änderungen an bestehenden Diensten die benötigten Kommunikationsbeziehungen (Sicherheitsgateway-Regeln) freigeben und an den Anbieter Zentrales Netz TI melden.

[<=]

### **GS-A\_4064 - Koordinierung Sicherheitsgateway-Regeln**

Der Anbieter Zentrales Netz TI MUSS die Anpassung von Sicherheitsgateway-Regeln operativ mit dem GBV und Anbietern von Produkttypen der TI koordinieren.

[<=]

### **GS-A\_4065 - Meldung neue Sicherheitsgateway-Regeln**

Der Anbieter Zentrales Netz TI MUSS die Umsetzung neuer Sicherheitsgateway-Regeln an die Anbieter von Produkttypen der TI melden.

[<=]

#### **GS-A\_4066 - Umsetzung Sicherheitgateway-Regeln**

Die Anbieter der Produkttypen VPN-Zugangsdienst und Sicherheitgateway Bestandsnetze MÜSSEN Change Requests zur Anpassung von Sicherheitgateway-Regeln vom Anbieter Zentrales Netz TI umsetzen.

[<=]

#### **GS-A\_4780 - Reporting Sicherheitgateway-Regeln, Format**

Der Anbieter Zentrales Netz TI MUSS das Schema für die Dokumentation und das Reporting von Sicherheitgateway-Regeln festlegen.

[<=]

#### **GS-A\_4067 - Reporting Sicherheitgateway-Regeln**

Die Produkttypen VPN-Zugangsdienst und Sicherheitgateway Bestandsnetze MÜSSEN Änderungen an Sicherheitgateway-Regeln an den Anbieter Zentrales Netz TI melden. Die Anbieter MÜSSEN diese Änderungen zusammen mit dem Gesamtsatz an Filterregeln melden.

[<=]

#### **GS-A\_4068 - Dokumentation Sicherheitgateway-Regeln**

Der Anbieter Zentrales Netz TI MUSS den Gesamtsatz an Sicherheitgateway-Regeln in regelmäßigen Zeitintervallen dokumentieren und an den Gesamtverantwortlichen der TI melden. Das Zeitintervall muss der Anbieter des zentralen Netzes mit dem Gesamtverantwortlichen der TI abstimmen.

[<=]

### **2.6.5 Erlaubter Verkehr**

#### **GS-A\_4069 - Erlaubter Verkehr Produkttypen**

Die Produkttypen Konnektor, Zugangsdienst, Sicherheitgateway Bestandsnetze MÜSSEN bei Einsatz von Sicherheitgateways den Verkehr mit Sicherheitgateways auf den Verkehr einschränken, der in der Kommunikationsmatrix in der Architektur der TI-Plattform [gemKPT\_Arch\_TIP#Kommunikationsmatrix] aufgeführt ist.

[<=]

#### **GS-A\_4070 - Netzwerksteuerungsprotokolle**

Die Produkttypen Konnektor, Zugangsdienst und Sicherheitgateway Bestandsnetze MÜSSEN bei Einsatz von Sicherheitgateways Protokolle zur Netzwerksteuerung erlauben (mindestens notwendiger Verkehr zur Path MTU Discovery gemäß [RFC1191]).

[<=]

#### **GS-A\_4884 - Erlaubte ICMP-Types**

Paketfilter und ALGs aller Anbieter von Produkttypen der TI MÜSSEN sicherstellen, dass nur die folgend aufgeführten ICMP-Types verarbeitet bzw. weitergeleitet werden:

- Type 0: Echo Reply
- Type 3: Destination Unreachable
- Type 5: Redirect
- Type 8: Echo Request
- Type 11: Time Exceeded
- Type 12: Parameter Problem

Eine weitere Einschränkung der erlaubten ICMP-Types kann auf Ebene der Spezifikationen des Produkttyps erfolgen.

[<=]

## 2.6.6 Anforderungen an das Sicherheitsgateway Bestandsnetze

### **GS-A\_5507 - Sicherheitsgateway Bestandsnetze, Mandantenfähigkeit**

Der Produkttyp Sicherheitsgateway Bestandsnetze MUSS den Anschluss von mindestens 4 Bestandsnetzen gleichzeitig und voneinander unabhängig an einer Instanz des Sicherheitsgateways ermöglichen. Das Sicherheitsgateway MUSS mindestens als Stateful Inspection Firewall ausgeführt sein. Pro Bestandsnetz MUSS ein separates Regelwerk unterstützt werden.

[<=]

Die gematik empfiehlt für den Produkttyp Sicherheitsgateway Bestandsnetze, die Verwendung von BSI-zugelassenen IT-Sicherheitsprodukten und -systemen wie in BSI-Schrift 71641 aufgeführt.

Für weitere Informationen zum sicheren Einsatz von Komponenten in Sicherheitsgateways wird auf [BSI-SiGw2] verwiesen.

[1[https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Sicherheitsberatung/ZugelasseneProdukte/Liste\\_Produkte/Liste\\_Produkte\\_node.html](https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Sicherheitsberatung/ZugelasseneProdukte/Liste_Produkte/Liste_Produkte_node.html)]

[2[https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Internetsicherheit/Konz\\_SiGw\\_pdf.pdf](https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Internetsicherheit/Konz_SiGw_pdf.pdf)]

### **A\_13477 - Sicherheitsgateway Bestandsnetze, Anbindung und Verantwortlichkeit**

Das Sicherheitsgateway Bestandsnetze MUSS jede Verbindung zu einem Bestandsnetzbetreiber durch eine Verschlüsselung absichern. Der Produkttyp Sicherheitsgateway Bestandsnetze trägt die Verantwortung für die Anbindung bis zum Tunnelendpunkt beim Bestandsnetzbetreiber. Soweit dazu eine Mitwirkung des Bestandsnetzbetreibers notwendig ist, liegt es in der Verantwortung des Sicherheitsgateways Bestandsnetze, dies mit dem Bestandsnetzbetreiber abzustimmen.

[<=]

### 3 Zentrales Netz der TI

#### 3.1 Zerlegung des Produkttyps

Der Produkttyp Zentrales Netz besteht aus den folgenden Komponenten:

##### SZZPs (Sicherer Zentraler Zugangspunkt)

- Netzkomponente: Transport- und Netzwerkfunktionen (Routing, Priorisierung, Forwarding)
- Sicherheitsgateway: Sicherheitsfunktionen (Filtering)
- Anbindung SZZP-Produkttyp: Anbindung des Produkttyps an den SZZP
- Anbindung SZZP-Provider (CE-PE): Hauseinführungen vom Provider zum SZZP

##### Netzwerk:

- Backbone: Zentrales Transportnetz des Providers
- Routing: Erreichbarkeit der TI IP-Adressbereiche

Eine informative Darstellung der Zerlegung befindet sich in der folgenden Abbildung Abb\_ZentrNetz\_Zerlegung.

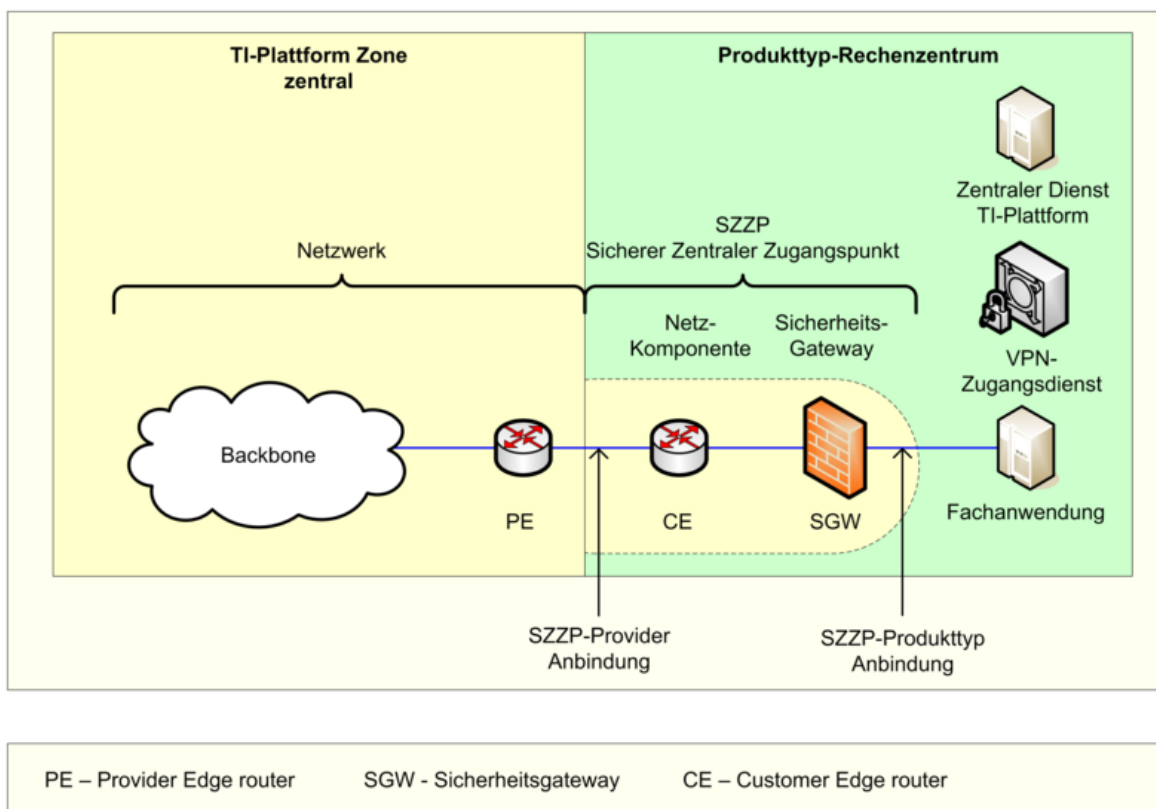


Abbildung 6: Abb\_ZentrNetz\_Zerlegung, Zerlegung Zentrales Netz

### 3.1.1 Sicherer Zentraler Zugangspunkt (SZZP)

Die SZZPs stellen den Anschluss von Produkttypen an das Zentrale Netz TI her. Der SZZP stellt dazu in Richtung Produkttyp die Schnittstelle I\_IP\_Transport bereit.

SZZPs werden als CPEs (Customer Premises Equipment) in den Räumen und Einrichtungen der Produkttypen vom Anbieter Zentrales Netz betrieben.

#### **GS-A\_4781 - Logischer Aufbau SZZP**

Der Anbieter Zentrales Netz TI MUSS die für den Zugang zum Zentralen Netz notwendigen Sicheren Zentralen Zugangspunkte (SZZP) als Netzwerkgeräte implementieren, die aus logisch zwei Komponenten bestehen: a) der Netzkomponente, die die Transportfunktion übernimmt, und b) dem Sicherheitsgateway, das den Verkehr kontrolliert.

[<=]

#### **GS-A\_4782 - SZZPs bei angeschlossenen Produkttypen**

Der Anbieter Zentrales Netz TI MUSS die für den Zugang zum Zentralen Netz notwendigen SZZPs in den Einrichtungen der angeschlossenen Produkttypen betreiben.

[<=]

#### **GS-A\_5076 - SZZP für mehrere Produktinstanzen**

Das Zentrale Netz TI KANN verschiedene Produktinstanzen über einen gemeinsamen SZZP anbinden. Dabei sind folgende Bedingungen zu erfüllen:

- Die Kommunikation zwischen den angebundenen Produktinstanzen erfolgt ausschließlich über den SZZP.
- Bei der Kommunikation zwischen den angebundenen Produktinstanzen werden alle Regeln so umgesetzt und eingehalten, als wenn die Produktinstanzen über separate SZZP angebunden wären.

Ein Routing zwischen den angebundenen Produktinstanzen über das zentrale Transportnetz des Providers für das Zentrale Netz TI muss nicht erfolgen.

[<=]

#### **3.1.1.1 Netzkomponente**

Die Netzkomponente CE (Customer Edge) stellt die Verbindung zum zentralen Netz des Anbieters her und vermittelt dabei IP-Pakete zwischen der TI und dem angeschlossenen Produkttyp.

Die Netzkomponente hat folgende zwei logische Anschlüsse:

1. SZZP-Provider (CE-PE): Anbindung an das zentrale Transportnetz des Anbieters
2. Je nach Integration des Sicherheitsgateway:
  - i. Sicherheitsgateway, falls nicht in den CE integriert, oder
  - ii. Anbindung SZZP-Produkttyp (Customer edge): Angebundener Produkttyp, falls Sicherheitsgateway in den CE integriert ist.

#### **3.1.1.2 Sicherheitsgateway**

SZZPs enthalten zur Kontrolle des Verkehrs Sicherheitsgateways. Es werden keine Vorgaben gemacht, ob die Sicherheitsgateways separate Systeme oder in der Netzwerkkomponente (CE) integriert sind.

SZZPs können verschiedene Arten von Sicherheitsgateways implementieren, mindestens jedoch Paketfilter.



### **GS-A\_4783 - SZZP Sicherheitsgateways**

Das Zentrale Netz TI MUSS an den SZZPs den Verkehr mit Paketfiltern als Sicherheitsgateway kontrollieren und einschränken.

[<=]

#### **3.1.1.3 Anbindungen**

##### **Anbindung SZZP-Produkttyp**

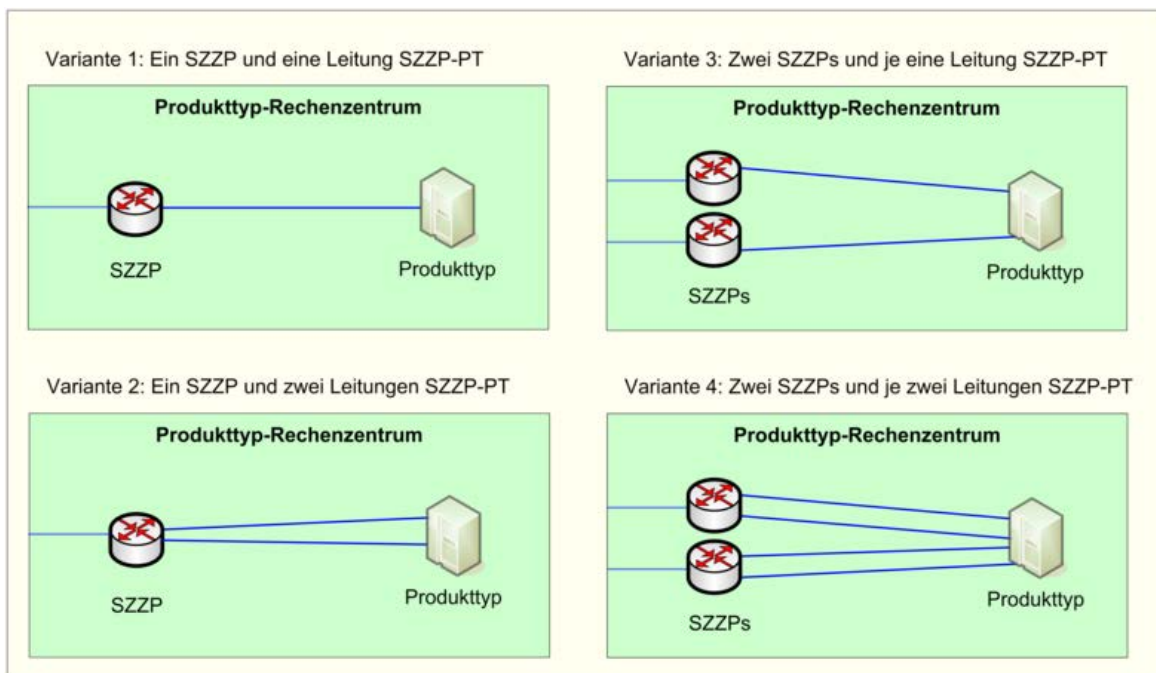
Die SZZP-Produkttyp Anbindung stellt die Verbindung der angeschlossenen Produkttypen in deren Räumlichkeiten mit dem SZZP her.

Die Schnittstelle I\_IP\_Transport befindet sich entweder auf dem CE, falls das Sicherheitsgateway in diesen integriert ist, oder im Sicherheitsgateway, falls diese ein vom CE separates System ist.

Die Anbindung des Produkttyps kann mit einem oder zwei SZZPs in den Räumlichkeiten des angeschlossenen Produkttyps realisiert werden.

Für den Anschluss an das Zentrale Netz TI gibt es folgende Varianten:

- Variante 1: Einfache Anbindung
  - alle Datenleitungen und Komponenten eines Anschlusses sind nur einfach vorhanden
  - hierdurch ist keine Redundanz bzgl. der Anschlussvariante möglich
  - sollte ein Produkttyp seine primäre und seine sekundäre Instanz des Dienstes jeweils durch eine einfache Anbindung an das Zentrale Netz TI anschließen, muss das Umschalten im Fehlerfall zwischen diesen Instanzen von ihm selbst sichergestellt werden
- Variante 2: Einfache Anbindung mit 2 LAN-Schnittstellen
  - Sonderform von Variante 1 mit 2 physischen Schnittstellen in Richtung LAN des angeschlossenen Produkttyps
  - sonst wie Variante 1
- Variante 3: Redundante Anbindung
  - alle Datenleitungen und Komponenten eines Anschlusses sind doppelt vorhanden
  - bei Ausfall einer Komponente oder Datenleitung ist ein Umschalten auf den Ersatzweg möglich
  - für eine automatische Umschaltung ist eine Querverbindung (Cross Connect) zwischen der primären und der sekundären Instanz notwendig, die vom angeschlossenen Dienst bereitzustellen ist
  - falls die primäre und die sekundäre Instanz des Dienstes im selben Gebäude betrieben werden, ist zur Sicherstellung der Verfügbarkeit, eine getrennte Hauseinführung für die beiden Datenleitungen notwendig
- Variante 4: Redundante Anbindung mit 2 LAN-Schnittstellen
  - Sonderform von Variante 3 mit 2 physischen Schnittstellen pro SZZP in Richtung LAN des angeschlossenen Produkttyps
  - sonst wie Variante 3



**Abbildung 7: Abb\_ZentrNetz\_SZZP-PT, Anbindungsvarianten SZZP zum Produkttyp**

#### **GS-A\_4784 - Anschlussvarianten SZZP-Produkttyp**

Der Anbieter Zentrales Netz MUSS für den Anschluss der Produkttypen an die SZZPs die folgenden Anschlussvarianten je Rechenzentrum unterstützen:

- einfache Anbindung über einen SZZP
- redundante Anbindung über zwei SZZP
- Jeder SZZP muss ein oder zwei physikalische Schnittstellen pro Umgebung (Produktivumgebung, Testumgebung und Referenzumgebung) in Richtung LAN des angeschlossenen Produkttyps bereitstellen.

[<=]

#### **GS-A\_4785 - Technische Maßnahmen bei redundanten SZZPs**

Der Anbieter Zentrales Netz MUSS bei Nutzung einer redundanten Anschlussvariante geeignete technische Maßnahmen zum redundanten Betrieb und Failover der SZZPs implementieren und nutzen.

[<=]

#### **Anbindung Provider (CE-PE)**

Die CE-PE Anbindung stellt die Verbindung der SZZPs (CE) in den Räumlichkeiten des angeschlossenen Produkttyps mit dem Backbone (PE) des Zentralen Netzes TI her.

#### **GS-A\_4786 - Anschlussvarianten SZZP-Provider (CE-PE)**

Das Zentrale Netz MUSS für den Anschluss der SZZPs an das Backbone an der CE-PE-Grenze die folgenden Anschlussvarianten je Rechenzentrum des angeschlossenen Produkttyps unterstützen:

- Ein Anschluss vom Provider-Transportnetz zum SZZP
- Zwei separate, redundante Anschlüsse vom Provider-Transportnetz zum SZZP, hierbei ist die Anbindung kanten- und knotendisjunkt zu realisieren

[<=]



### **GS-A\_4787 - Anschlussbandbreiten SZZP-Provider (CE-PE)**

Das Zentrale Netz MUSS für den Anschluss SZZP-Provider (CE-PE) die folgenden zwei Typen von skalierbaren Bandbreiten unterstützen:

- Typ 1: 1 Mbit/s bis 100 Mbit/s
- Typ 2: 1 Mbit/s bis 1 Gbit/s

Das Zentrale Netz MUSS eine Skalierung innerhalb der Typen ohne den Austausch der CE-Hardware und Anschlussleitungen ermöglichen.

[<=]

## **3.1.2 Netzwerk**

### **3.1.2.1 Backbone (zentrales Transportnetz Provider)**

#### **GS-A\_4788 - TI zentrales Transportnetz Provider**

Der Anbieter Zentrales Netz TI MUSS das Zentrale Netz TI als skalierbares (Anzahl Anschlüsse und Bandbreite erweiterbar) privates Netz implementieren.

Das Zentrale Netz TI MUSS private, auf OSI-Schicht 3 logisch getrennte Netzwerke (IP-VPN) zwischen den einzelnen SZZPs unterstützen.

Das Zentrale Netz TI MUSS 3 IP-VPN bereitstellen.

Das Zentrale Netz TI MUSS eine Erweiterung der nutzbaren IP-VPN unterstützen.

Die Nutzbarkeit der einzelnen IP-VPN MUSS pro SZZP wählbar sein.

[<=]

#### **GS-A\_4789 - Ausschluss öffentlicher Transportnetze**

Der Anbieter des Produkttyps Zentrales Netzes TI MUSS sicherstellen, dass der Transport von Daten der TI zwischen den SZZP der Produkttypen über kein öffentliches Transportnetzwerk, wie z. B. dem Internet, erfolgt.

[<=]

#### **GS-A\_4880 - IP-VPN – Bereitstellung für TI-Umgebungen**

Der Anbieter Zentrales Netz MUSS jeweils ein IP-VPN für die Produktivumgebung, die Testumgebung und die Referenzumgebung bereitstellen.

[<=]

#### **GS-A\_4881 - IP-VPN– Interface zum Produkttyp**

Der Anbieter Zentrales Netz MUSS die IP-VPN für die Produktivumgebung, die Testumgebung und die Referenzumgebung am SZZP auf separaten physischen Interfaces in Richtung des angeschlossenen Produkttyps übergeben.

[<=]

#### **GS-A\_4882 - IP-VPN– Zugesicherte Bandbreiten**

Der Anbieter Zentrales Netz MUSS die separate Zuweisung einer vereinbarten Bandbreite (Committed Access Rate- CAR) pro bereitgestelltem IP-VPN an einem Netzwerkanschluss ermöglichen.

[<=]

#### **GS-A\_4883 - IP-VPN– Verhinderung von Datenaustausch**

Der Anbieter Zentrales Netz MUSS sicherstellen, dass kein Datenaustausch und keine gegenseitige Beeinflussung zwischen IP-VPN möglich sind.

[<=]

## 3.2 Übergreifende Festlegungen

Die Freigabe von erlaubten Kommunikationsbeziehungen erfolgt im Rahmen der Zulassung von Diensten in der TI. Der neu aufgenommene Dienst benennt die benötigte Kommunikation und der GBV gibt sie frei und beauftragt den Anbieter Zentrales Netz mit der Freischaltung in den SZPP.

### GS-A\_4790 - Zentrales Netz, nur erlaubte Kommunikation

Das Zentrale Netz MUSS sicherstellen, dass im Zentralen Netz der TI und zwischen den angeschlossenen Produkttypen ausschließlich erlaubte IP-Kommunikation in Richtung Produkttypen und fachanwendungsspezifischer Dienste gesendet wird.

Die erlaubte Kommunikation umfasst:

- Verkehr wie spezifiziert durch die Kommunikationsmatrix in der Architektur der TI-Plattform [gemKPT\_Arch\_TIP#Kommunikationsmatrix]
- DNS-Anfragen an den Produkttyp Namensdienst und an Nameserver-Implementierungen in der TI, die die Zone des Produkttyps Störungsampel verwalten
- NTP-Anfragen an den Produkttyp Zeitdienst
- Übertragung von Monitoringdaten an die Störungsampel
- Verkehr zur Steuerung des Netzwerks

[<=]

### GS-A\_4791 - Zentrales Netz, neue Typen von erlaubtem Verkehr

Das Zentrale Netz TI MUSS neuen erlaubten Datenverkehr in der TI nach Freigabe durch den GBV im Zentralen Netz ermöglichen. Nicht mehr erlaubter Verkehr darf nach Freigabe durch den GSV nicht mehr weitergeleitet werden.

[<=]

### GS-A\_4792 - Onboarding zugelassene Fachdienste, Zentraler Dienste und Bestandsnetze

Der Anbieter Zentrales Netz TI MUSS durch organisatorische Maßnahmen sicherstellen, dass nur von der gematik zugelassene Fachdienste, zentrale Dienste und Bestandsnetze (inkl. KV-SafeNet) an die TI angebunden werden.

[<=]

## 3.3 Funktionsmerkmale

### GS-A\_4795 - Produkttyp Zentrales Netz, Festlegung der Schnittstellen

Das Zentrale Netz MUSS die Schnittstellen gemäß Tabelle Tab\_PT\_ZentrNetz\_Schnittstellen implementieren ("bereitgestellte" Schnittstellen) und nutzen ("benötigte" Schnittstellen).

Tabelle 11: Tab\_PT\_ZentrNetz\_Schnittstellen

Schnittstelle	bereitgestellt/benötigt	obligatorisch/optional	Bemerkung
I_IP_Transport	bereitgestellt	obligatorisch	Definition in Abschnitt 3.3.2.1
I_DNS_Name_Resolution	benötigt	obligatorisch	Definition in Kapitel 4 Namensdienst
I_NTP_Time_Information	benötigt	obligatorisch	Definition in Kapitel 5

			Zeitdienst
P_Monitoring_Update	benötigt	obligatorisch	Definition in [gemSpec_St_Ampel]
P_Monitoring_Read	benötigt	obligatorisch	Definition in [gemSpec_St_Ampel]

[&lt;=]

### 3.3.1 OSI-Schicht 1 und 2 (Physical/Data Link)

#### 3.3.1.1 Schnittstelle CPE-Produkttyp

##### GS-A\_4796 - Anschlusstyp CPE an Produkttyp

Das Zentrale Netz MUSS die Schnittstelle der SZZPs auf der Customer Edge mit mindestens Gigabit Ethernet als 1000Base-T (IEEE 802.3ab) oder IEEE 802.3z implementieren. Das Zentrale Netz MUSS logisch getrennte Netzwerke gemäß Standard 802.1q bereitstellen.

[&lt;=]

#### 3.3.1.2 Hardwaremerkmale

##### GS-A\_4797 - Anschlusstyp CPE an Produkttyp, Modularität

Der Anbieter Zentrales Netz TI MUSS die Schnittstellen auf den SZZPs Richtung angeschlossenen Produkttyp der TI modular mit Small Form-factor Pluggables (SFP) nach den Spezifikationen des SFF [SFF] implementieren.

Der Anbieter Zentrales Netz MUSS sich bei der Art der Schnittstellen und Stecker auf den SZZPs Richtung angeschlossenen Produkttyp der TI nach den Vorgaben des Anbieters des angeschlossenen Produkttyps richten.

[&lt;=]

### 3.3.2 OSI-Schicht 3 (Network)

#### 3.3.2.1 Schnittstelle I\_IP\_Transport

##### GS-A\_4798 - Schnittstelle I\_IP\_Transport

Das Zentrale Netz MUSS die Schnittstelle I\_IP\_Transport und die Operation I\_IP\_Transport::send\_Data umsetzen, die den Transport, Empfang und Versand von IPv4- und IPv6-Paketen gewährleistet ([gemSpec\_Net#Tab\_Standards\_IPv4] und [gemSpec\_Net#2.2.2.2]).

[&lt;=]

### 3.3.3 Adressierung

#### 3.3.3.1 Schnittstelle SZZP-Backbone (CE-PE) und SZZP intern

Adressierung auf der SZZP-Backbone (CE-PE), möglichen SZZP-internen Schnittstellen und Anschlüssen hinter dem PE liegen in Verantwortung des Anbieters Zentrales Netz.

##### GS-A\_4799 - IPv4-Adressen SZZP-Backbone und SZZP intern

Der Anbieter Zentrales Netz MUSS für die folgenden IP-Schnittstellen IP-Adressen aus seinem eigenen Bestand nutzen:

- Sicherheitsgateways und CE (falls separate Systeme)
- CE-PE
- PE-Backbone

[<=]

#### **GS-A\_4800 - Adresskonflikte IPv4-Adressen SZZP-Backbone und SZZP intern**

Der Anbieter Zentrales Netz TI MUSS mögliche Adresskonflikte zwischen von ihm genutzten IP-Adressen (zwischen Sicherheitsgateways und CE, CE-PE und PE-Backbone) und TI-Adressen (100.64.0.0/10 [RFC6598]) selbst lösen.

[<=]

### **3.3.4 Routing**

#### **GS-A\_4801 - Erreichbarkeit TI IP-Adressbereiche**

Das Zentrale Netz MUSS gewährleisten, dass zwischen allen SZZPs alle IP-Adressblöcke der TI-Produktivumgebung (gemSpec\_Net#Tab\_Adrkonzept\_Produktiv) erreichbar sind.

[<=]

#### **GS-A\_4803 - Meldung IP-Adressbereiche Bestandsnetze**

Der GBV MUSS dem Anbieter Zentrales Netz TI die Adressbereiche von Bestandsnetzen mit Anschluss an die TI bei Neuanschluss an die TI oder Änderungen melden.

[<=]

### **3.3.5 Abstimmung mit angeschlossenen Produkttypen**

#### **GS-A\_4804 - Umsetzung Parameter**

Der Anbieter Zentrales Netz TI MUSS die vom Produkttyp gemeldeten Parameter nach Tab\_PT\_ZentrNetz\_AnschlussParameter umsetzen.

[<=]

#### **GS-A\_4805 - Abstimmung angeschlossener Produkttyp mit dem Anbieter Zentrales Netz**

Die Anbieter aller Produkttypen der TI mit Anschluss an das Zentrale Netz TI und Anbieter weiterer Anwendungen des Gesundheitswesens mit Zugriff auf Dienste der TI MÜSSEN mindestens die folgenden Parameter zur Konfiguration ihres Anschlusses an das Zentrale Netz TI an den Betreiber des Zentralen Netzes melden:

**Tabelle 12: Tab\_PT\_ZentrNetz\_AnschlussParameter: Anschlussparameter**

Lfd. Nr.	Parameter	Beschreibung	Mögliche Werte
1	IPv4-Bereich	Dem Produkttyp zugewiesener TI IPv4-Adressbereich, i. d. R. mit der Größe /26	IPv4-Subnet /26
2	IPv4-Adressen SZZP	IP-Adressen auf der Schnittstelle des Produkttyps zum SZZP	IPv4-Adressen
3	IPv4-Adressen Produkttyp	IP-Adressen für die Schnittstellen des/der SZZPs zum Produkttyp	IPv4-Adressen

4	Anzahl Hauseinführungen	Anzahl der Hauseinführungen vom Zentralen Netz zum SZZP	1 oder 2
4a	Anzahl der angebundenen Standorte	Anzahl der angebundenen Standorte (z.B. bei Verteilung auf mehrere RZ)	1 oder 2
5	Anschlussbandbreite	Anschlussbandbreite: Typ 1: 1 bis 100 Mbit/s Typ 2: 1 Mbit/s bis 1 Gbit/s	Typ 1 oder Typ 2
6	Anzahl SZZPs	Anzahl der SZZPs	1 oder 2
7	Hochverfügbarkeitsprotokolle	Möglicherweise vom Produkttyp eingesetzte Hochverfügbarkeitsprotokolle zwischen Netzkomponenten des Produkttyps mit Anschluss an die TI durch SZZPs	VRRP, HRSP u.a.
8	Physische Schnittstelle SZZP-Produkttyp	Art der Ethernetschnittstelle zwischen SZZPs und den Netzkomponenten des an die TI angeschlossenen Produkttyps	1 Gigabit Kupfer, 1 Gigabit Glasfaser

[&lt;=]

**GS-A\_4895 - Meldung Anbieter Zentrales Netz an angeschlossenen Produkttyp**

Der Anbieter Zentrales Netz MUSS Anbietern von Produkttypen der TI bei deren Anschluss an das Zentrale Netz TI mindestens die folgenden Informationen über die zu installierenden Komponenten des SZZP zur Verfügung stellen: Außenmaße, Gewicht, Art und Anzahl Stromzufuhr, Leistungsaufnahme, Abwärmeabfuhr oder -abtransport.

[&lt;=]

**3.4 Verteilungssicht****3.4.1 Zugangsstellen**

Verteilung der Backbone-Zugangsstellen

**GS-A\_4806 - PoP Redundanter Anschluss**

Der Point of Presence (PoP, Standort von PE-Routern im Backbone des Anbieters des Zentralen Netzes der TI) MUSS an das eigene zentrale Netz des Anbieters redundant angeschlossen sein.

[&lt;=]

**GS-A\_4807 - Ballungsräume PoPs Zentrales Netz**

Der Anbieter Zentrales Netz MUSS in den folgenden Ballungsräumen regionale PoPs zu seinem Netzwerk betreiben:

- Berlin
- Frankfurt am Main
- Köln, Düsseldorf oder Dortmund
- Leipzig oder Dresden
- Hannover

- Hamburg
- München
- Nürnberg
- Saarbücken
- Stuttgart

[<=]

---

## 4 Namensdienst

---

Der Namensdienst bildet die Namen von Hostsystemen und netzwerkfähigen Applikationen in IP-Adressen ab und ermöglicht so die Identifizierung von Zielsystemen innerhalb der TI. Zusätzlich können durch parametrisierte Abfragen die URLs von Diensten in der TI ermittelt werden.

Die logische Struktur des DNS-Service beinhaltet einen geschlossenen, hierarchisch gegliederten Namensraum, in dem die Adressen der fachanwendungsspezifischen Dienste und der zentralen Dienste der TI-Plattform enthalten sind. Darüber hinaus müssen FQDNs aus den Namensräumen der Bestandsnetze sowie aus dem Namensraum des Internets (für die Adressen des Zugangsdienstes und für den Zugriff von Clientsystemen auf Dienste im Internet) aufgelöst werden.

### 4.1 Hostnamen

#### **GS-A\_3824 - FQDN von Produkttypen der Fachanwendungen sowie der zentralen TI-Plattform**

Anbieter von Produkttypen der Fachanwendungen sowie der zentralen TI-Plattform MÜSSEN, für die netzwerkfähigen und zur Kommunikation innerhalb der TI genutzten Außenschnittstellen, Hostnamen verwenden, die konform zu den Vorgaben in [RFC1123#2.1] sind.

Die FQDN müssen von den Anbietern vergeben werden. Die einzelnen Label müssen so gewählt werden, dass die resultierenden FQDN eindeutig sind.

Die IP-Adressen von Schnittstellen innerhalb der TI müssen per DNS-Abfrage aufgelöst werden. IP-Adressen der Nameserver sind hiervon ausgenommen.

[<=]

### 4.2 Namensräume

#### **GS-A\_3828 - Namensraum der TI**

Der Anbieter des Produkttyps Namensdienst MUSS in der TI (Produktivumgebung) genau einen internen und geschlossenen Namensraum betreiben. In diesem Namensraum MÜSSEN die Ressource Records der, netzwerkfähigen und zur Kommunikation innerhalb der TI genutzten, Außenschnittstellen der fachanwendungsspezifischen Dienste sowie der zentralen Dienste der TI-Plattform verwaltet werden.

[<=]

Dieser geschlossene Namensraum wird im Folgenden Namensraum der TI genannt.

#### **GS-A\_4071 - Namensraum der TI-Testumgebung**

Der Anbieter des Produkttyps Namensdienst MUSS in der TI-Testumgebung genau einen internen und geschlossenen Namensraum bereitstellen. In diesem Namensraum MÜSSEN die Ressource Records der, netzwerkfähigen und zur Kommunikation innerhalb der TI Testumgebung genutzten, Außenschnittstellen der Testsysteme der fachanwendungsspezifischen Dienste sowie der zentralen Dienste der TI-Plattform verwaltet werden.

[<=]

Für die Referenzumgebung werden hinsichtlich des Namensraums keine weiteren Vorgaben getroffen.

Innerhalb der TI werden neben dem Namensraum der TI auch der Namensraum des Transportnetzes, der Namensraum des Internets sowie die Namensräume der Bestandsnetze durch Clientsysteme genutzt. Diese liegen jedoch nicht in der Verantwortung der TI.

#### GS-A\_3829 - Konnektor, Nutzung externer Namensräume

Der Konnektor MUSS Clientsystemen der Leistungserbringer die Namens- und Adressauflösung für Namen und Adressen aus den Namensräumen Internet und der Bestandsnetze über einen DNS-Forwarder ermöglichen. Um die Resource Records des VPN-Zugangsdienstes und den FQDN des CRL-Downloadpunktes auflösen zu können, MUSS der Konnektor die Nameserver (Transportnetz) abfragen.

[<=]

### 4.3 Domainnamen- und Hierarchie

#### GS-A\_3830 - Namensdienst, Domainnamen- und Hierarchie

Der Produkttyp Namensdienst MUSS die Festlegungen zu Domainnamen und Hierarchie umsetzen.

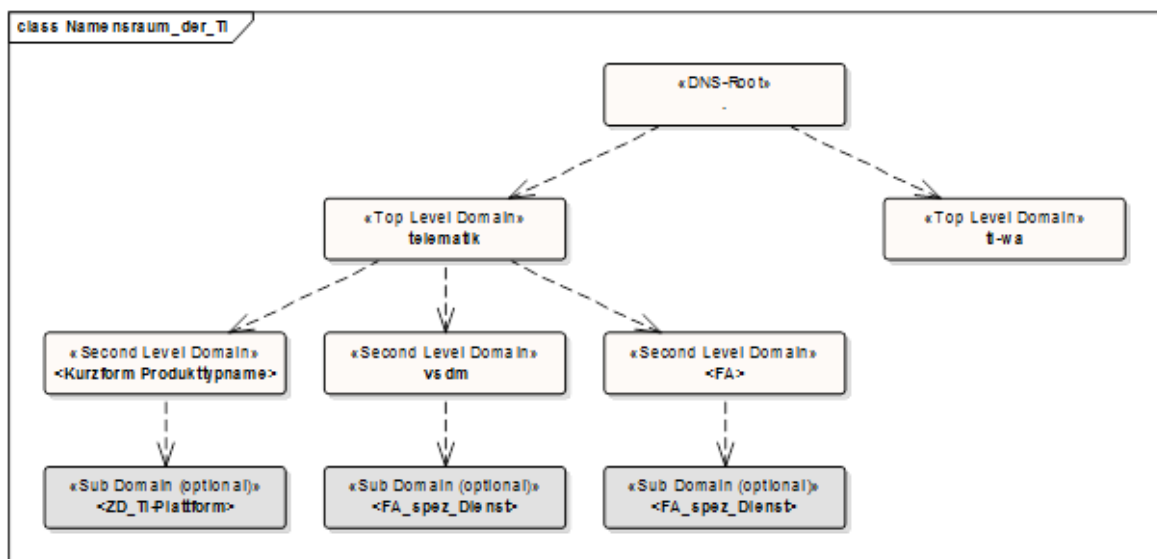


Abbildung 8: Domainnamen und hierarchische Struktur des Namensraums der TI

[<=]

#### GS-A\_3926 - Namensdienst, DNS-Root und Top Level Domains

Der Anbieter des Produkttyps Namensdienst MUSS eine eigene DNS-Root und die Top Level Domain **telematik** und **ti-wa** für den Namensraum der TI bereitstellen.

[<=]

#### GS-A\_3927 - Namensdienst, Second Level Domains



Der Anbieter des Namensdienstes MUSS unter der Domain „telematik.“ Second Level Domains und darunterliegende Domains für Anbieter von Diensten der TI bereitstellen. Der Anbieter des Namensdienstes MUSS unter der Domain „ti-wa.“ Second Level Domains und darunterliegende Domains für Anbieter von Diensten der weiteren Anwendungen des Gesundheitswesens sowie der Gesundheitsforschung bereitstellen. Der Anbieter des Namensdienstes muss es ermöglichen, dass andere Anbieter von Diensten der TI und Anbieter von Diensten der weiteren Anwendungen des Gesundheitswesens sowie der Gesundheitsforschung eigene Second Level Domains und darunterliegende Domains betreiben.

[<=]

#### **GS-A\_3928 - Nameserver-Implementierungen, Second Level Domainnamen**

Produkttypen die autoritativ Second Level Domains in der TI unter der Top Level Domain „telematik.“

betreiben, MÜSSEN gewährleisten, dass sich die Namen der Second Level Domains an den Kurzformen der Produkttypnamen bzw. der Fachanwendungsamen orientieren. Unterhalb der Second Level Domains können Anbieter der entsprechenden Dienste eigene Subdomains mit selbst gewählten Namen verwalten.

[<=]

#### **GS-A\_4072 - Namensdienst, DNS-Root und Top Level Domain, Domainnamen- und Hierarchie für die TI-Testumgebung**

Der Anbieter des Produkttyps Namensdienst MUSS eine eigene DNS-Root sowie die Top Level Domain **telematik-test** und **ti-wa-test** für den Namensraum der TI-Testumgebung bereitstellen.

Der Anbieter des Produkttyps Namensdienst MUSS sicherstellen, dass die übrigen Domainnamen und die Hierarchie des Namensraums der TI-Testumgebung den Domainnamen und der Hierarchie der Produktivumgebung entsprechen.

[<=]

Wenn Anbieter von fachanwendungsspezifischen Diensten oder von Produkttypen der zentralen TI-Plattform eigene Subzonen im Namensraum der TI betreiben, müssen grundsätzlich alle Anforderungen, die für den Produkttyp Namensdienst im Rahmen der Zonenverwaltung gelten, mit erfüllt werden. Dies sind insbesondere Anforderungen an den Einsatz von DNSSEC, Anforderungen an die Verfügbarkeit und Performance sowie an das Monitoring. Ausgenommen sind Anforderungen an die Verwaltung des Trust Anchor des Namensraums der TI. Die zu erfüllenden Anforderungen werden dem Anbieter im Rahmen der Antragstellung zur Verwaltung einer eigenen Subdomain in der TI durch die gematik mitgeteilt.

## **4.4 DNS-Topologie**

Die DNS-Topologie ergibt sich aus den Funktionalitäten, die an den verschiedenen Punkten in der TI benötigt werden.

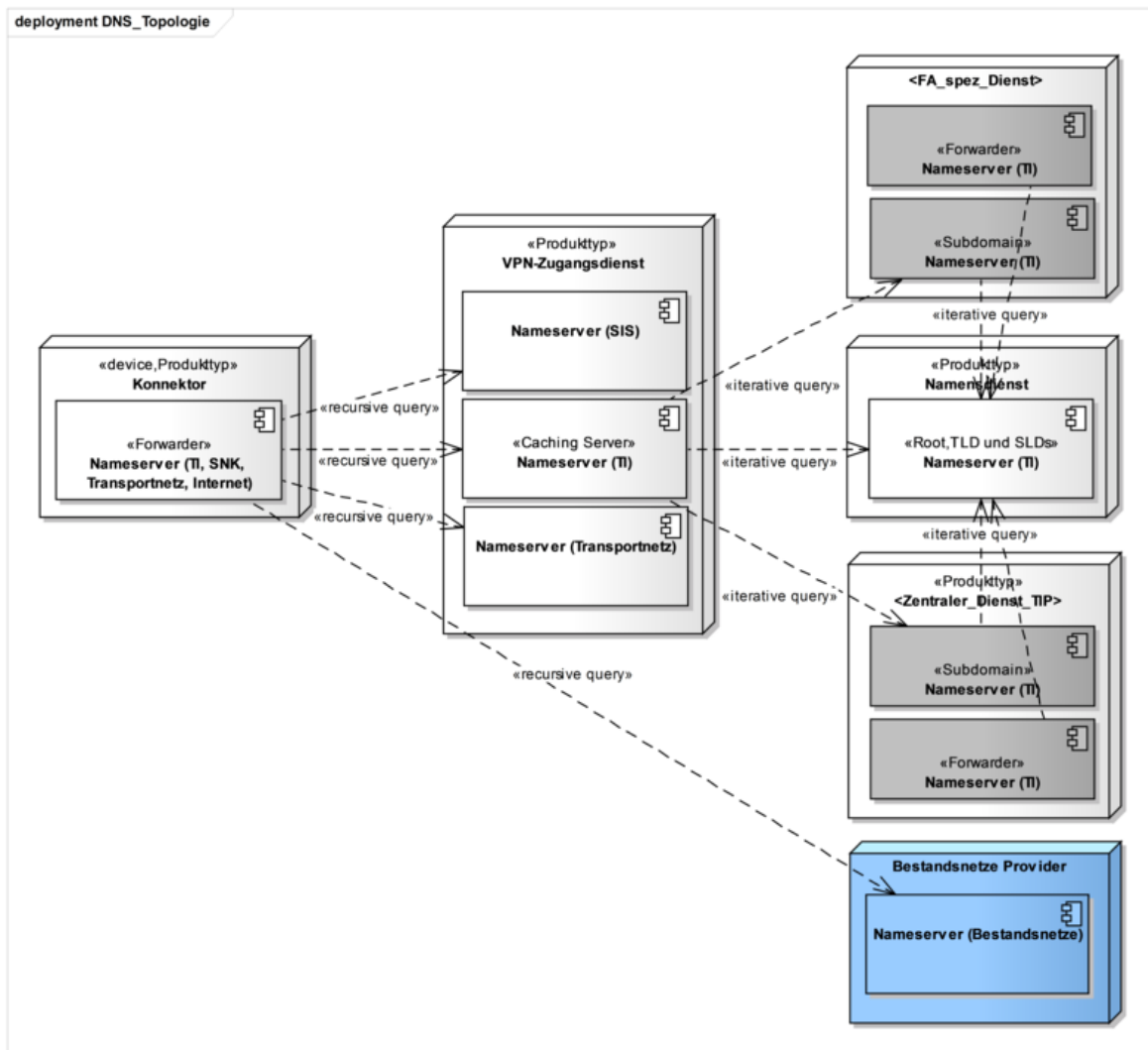
In der TI und um Verbindungen in die TI aufzubauen werden Nameserver mit folgender Topologie und Funktionalität eingesetzt:

**Tabelle 13: DNS-Topologie der TI**

Produkttyp	DNS-Komponente	Funktion
------------	----------------	----------

Konnektor	Nameserver	DNS-Forwarder zur Namensauflösung für die Namensräume TI, Transportnetz, Bestandsnetze und Internet über den SIS sowie zur Servicelokalisierung im Namensraum der TI.
VPN-Zugangsdienst	Nameserver (SIS)	Nameserver zur Auflösung der FQDN im Internet. Dieser Nameserver wird vom Konnektor aus über den IPsec-Tunnel für den Sicheren Internet Service erreicht.
	Nameserver (TI)	DNS-Cache-Server für den Namensraum TI
	Nameserver (Transportnetz)	Nameserver zur Auflösung der FQDN der VPN-Konzentratoren durch den Konnektor. Diese Zone ist Teil des Namensraums Internet, wenn das Transportnetz das Internet ist.
Namensdienst	Nameserver (TI)	Nameserver für die Zonen Root, TLD und der Subdomains für alle Fachanwendungen der TI sowie für Produkttypen der Zone TI-Plattform zentral. Diese Zonen sind Teil des Namensraums der TI. Von den Subdomains für alle Fachanwendungen der TI sowie für Produkttypen der Zone TI-Plattform zentral erfolgt optional eine Zone-Delegation an Anbieter von fachanwendungsspezifischen Diensten oder an Anbieter von Produkttypen.
<FA_spez_Dienst>	optionaler Nameserver (TI)	Nameserver für eine Subdomain unterhalb einer Fachanwendungsdomain oder Forwarder
<Zentraler_Dienst_TIP>	optionaler Nameserver (TI)	Nameserver für eine Subdomain unterhalb einer Produkttypdomain oder Forwarder

Die folgende Abbildung zeigt die Abfragebeziehungen zwischen den Nameservern.



**Abbildung 9: Abb DNS Topologie der TI (GS-A 3932)**

Die grau dargestellten Nameserver sind optional. Der blau dargestellte Nameserver liegt außerhalb der Verantwortung der TI. Die innere Struktur der Nameserver-Implementierungen wird in den jeweiligen Produktypspezifikationen definiert. Rekursive queries zwischen Nameservern werden nicht unterstützt.

## GS-A\_4809 - Nameserver-Implementierungen, Redundanz

Die Nameserver-Implementierungen in der TI MÜSSEN, wenn sie eine Zone im Namensraum der TI verwalten oder wenn sie als Caching Nameserver implementiert sind, physisch redundant durch 2 aktive Nameserver bereitgestellt werden.

[&lt;=]

### GS-A\_3932 - Abfrage der in der Topologie am nächsten stehenden Nameservers

Produkttypen die innerhalb der TI DNS-Resolver implementieren und Anbieter weiterer Anwendungen des Gesundheitswesens mit Zugriff auf Dienste der TI, MÜSSEN zur Auflösung von FQDNs im Namensraum der TI die in der DNS-Topologie der TI gemäß Abbildung Abb\_DNS\_Topologie\_der\_TI am nächsten stehenden Nameserver abfragen. Für Stub-Resolver der Clientsysteme in den Organisationen des Gesundheitswesens ist dies der Konnektor.

Für Resolver der fachanwendungsspezifischen Dienste sind dies die Nameserver (TI) des Namensdienstes oder, wenn Zone Delegation für die Second Level Domain oder in der Hierarchie darunterliegende Domains genutzt wird, die Nameserver (TI), die die delegierte Zone verwalten.

Für Resolver der zentralen Dienste der TI-Plattform sind dies die Nameserver des Namensdienstes.

Zur Auflösung von FQDN in IP-Adressen verwendet der Stub-Resolver des Konnektors den Nameserver (Forwarder) des Konnektors. Dies gilt für die Namensräume TI, Transportnetz und Bestandsnetze.

Der Nameserver des Konnektors muss für den Namensraum der TI die Caching Nameserver (TI) des für ihn zuständigen VPN-Zugangsdienstes abfragen. Für die Namensräume von Bestandsnetzen muss der Nameserver die Nameserver des entsprechenden Bestandsnetzes abfragen. Für den Namensraum des Internet sollen die vom VPN-Zugangsdienst bereitgestellten Nameserver (SIS) für den Namensraum des Internet abgefragt werden.

Die Caching Nameserver (TI) des VPN-Zugangsdienstes müssen die Nameserver (TI) des Namensdienstes und Nameserver (TI), die delegierte Zonen im Namensraum der TI verwalten, abfragen.

In den Resolver-Konfigurationen müssen mindestens 2 zuständige Nameserver eingetragen werden. Ausgenommen davon ist der Stub-Resolver des Konnektors.

[<=]

## 4.5 Dienstlokalisierung

Um auf die zentralen Dienste KSR und TSL-Dienst zugreifen zu können, wird die Lokalisierung über DNS Service Discovery unterstützt.

### GS-A\_5024 - KSR, Bereitstellung von DNS SRV Resource Records

Der Anbieter des KSR MUSS DNS SRV Resource Records gemäß Tabelle Tab\_KSR\_SRV-RR im Namensraum TI verwalten. Wenn die Domain „ksr.telematik“ nicht durch den Anbieter des KSR verwaltet wird, erfolgt der Betrieb dieser Zone beim Anbieter des Namensdienstes und die SRV Resource Records müssen an den Anbieter des Namensdienstes zur Eintragung in die Nameserverkonfiguration übergeben werden.

**Tabelle 14: Tab\_KSR\_SRV-RR**

Resource Record Bezeichner	Beschreibung
_ksrkonfig._tcp.ksr.telematik	SRV Resource Record zur Ermittlung der URL des KSR Downloadpunktes für Konfigurationsdaten in der TI
_ksrfirmware._tcp.ksr.telematik	SRV Resource Record zur Ermittlung der URL des KSR Downloadpunktes für Konnektor-Updates in der TI

[<=]

Weitere Anwendungen des Gesundheitswesens sowie der Gesundheitsforschung können im Namensraum der TI die Zugangspunkte zu von ihnen bereitgestellten Diensten über DNS-based Service Discovery gemäß [RFC6763] für Clientsysteme bekannt machen. Für die Suche nach den Zugangspunkten der Dienste wird die Domain „dnssd.ti-wa.“ festgelegt.

**GS-A\_5623 - Namensdienst, DNS-SD Domain für weitere Anwendungen**

Der Anbieter des Namensdienstes MUSS die Domain „dnssd.ti-wa.“ betreiben und auf Wunsch von Anbietern weiterer Anwendungen des Gesundheitswesens sowie der Gesundheitsforschung Einträge zur Dienstlokalisierung gemäß [RFC6763]

Tab\_Namensdienst\_DNSSD\_für\_WA vornehmen.

[<=]

**Tabelle 15: Tab\_Namensdienst\_DNSSD\_für\_WA**

Resource Record Bezeichner	TYP	Data	Beschreibung
_ti-wa- service._tcp.dnssd.ti- wa.	PTR	<SERVICE_NAME>	PTR Resource Record zur Ermittlung der Dienste der weiteren Anwendungen des Gesundheitswesens sowie der Gesundheitsforschung. Der <SERVICE_NAME> wird durch die weitere Anwendung gemäß RFC6763] vergeben.
	SRV	<PRIORITÄT> <GEWICHT> <PORT> <FQDN>	SRV Resource Record zur Ermittlung des FQDNs und des Ports der URL des Dienstes einer weiteren Anwendung. <PRIORITÄT>, <GEWICHT>, <PORT> und <FQDN> werden durch die weitere Anwendung vergeben.
	TXT	“txtvers=1“ “path=<PFAD>“	TXT Resource Record zur Ermittlung der URL des Dienstes einer weiteren Anwendung. Die Daten des TXT Resource Records können zum Zweck der Dienstlokalisierung frei durch die weitere Anwendung vergeben werden.

## 4.6 Schnittstellen I\_DNS\_Name\_Resolution und I\_DNS\_Service\_Localization

Beide Schnittstellen werden durch die Standard-DNS-Funktionalität technisch umgesetzt und daher zusammen in einem Abschnitt betrachtet.

### 4.6.1 Umsetzung

Neben den grundlegenden Funktionen zur Namensauflösung wird für Nameserver im Namensraum der TI die Unterstützung von DNSSEC und von DNS-SD gefordert.

### **GS-A\_3834 - DNS-Protokoll, Nameserver-Implementierungen**

Produkttypen die Nameserver implementieren, MÜSSEN [RFC1034], [RFC1035] für das DNS-Protokoll und [RFC3596] für IPv6-Anpassungen unterstützen.

Zusätzlich müssen diese Nameserver-Implementierungen die folgenden Aktualisierungen und Ergänzungen zu den oben genannten RFCs unterstützen: [RFC1123] Abschnitt 6.1, [RFC1982], [RFC1995], [RFC1996], [RFC2181], [RFC2308], [RFC6891], [RFC2782], [RFC2930], [RFC2931], [RFC3225].

Die Nameserver-Implementierungen müssen neben UDP auch TCP unterstützen.

[<=]

### **GS-A\_5199 - DNSSEC im Namensraum Internet, Vertrauensanker**

Produkte, die DNSSEC im Namensraum Internet nutzen und den Trust Anchor der IANA zur Validierung von DNS-Antworten verwenden, MÜSSEN den DNSSEC-Vertrauensanker gemäß [RFC5011] aktualisieren.

[<=]

### **GS-A\_3842 - DNS, Verwendung von iterativen queries zwischen Nameservern**

Anbieter von Produkttypen die Nameserver implementieren, MÜSSEN zur Abfrage anderer Nameserver iterative queries verwenden. Recursive queries dürfen nicht verwendet werden.

Der Konnektor ist von dieser Regelung ausgenommen.

[<=]

### **GS-A\_4849 - Produkttyp Konnektor, recursive queries**

Der Nameserver des Konnektors MUSS zur Auflösung von FQDNs die entsprechenden Nameserver mit recursive queries anfragen.

[<=]

### **GS-A\_3930 - Nameserver-Implementierungen, TTL**

Anbieter, die autoritative Nameserver implementieren, MÜSSEN initial für jeden Resource Record eine Time To Live (TTL) von 86400 einstellen, wenn es keine anderslautenden Festlegungen zur TTL für den jeweiligen Resource Record gibt. Die TTL-Werte können im Rahmen des Change-Management geändert werden.

[<=]

### **GS-A\_3835 - DNS-Protokoll, Unterstützung von DNS-SD**

Produkttypen die autoritative Nameserver implementieren, MÜSSEN DNS Service Discovery (DNS-SD) gemäß dem [RFC6763] unterstützen.

[<=]

### **GS-A\_4810 - DNS-SD, Format von TXT Resource Records**

Anbieter von Diensten in der TI, die ihren Dienst über DNS-SD ~~durch den Konnektor~~ lokalisieren lassen, MÜSSEN die Vorgaben an das Format von TXT Resource Records umsetzen.

Der Schlüssel „txtvers“ muss mit einem Wert angegeben sein.

Wenn der Dienst über eine URL lokalisiert werden soll, so muss der Schlüssel „path“ mit dem Wert des URL-Pfads angegeben sein. Der URL-Pfad muss mit einem „/“ beginnen und mit einem „/“ terminieren. Ein leerer URL-Pfad muss als „/“ angegeben werden.

Weitere Schlüssel=Wert-Strings können angegeben werden.

[<=]

### **GS-A\_4811 - Produkttyp Konnektor, DNS-SD, Interpretation von TXT Resource Records**

Der Konnektor MUSS TXT Resource Records den Vorgaben entsprechend interpretieren. Der Schlüssel „txtvers“ ist mit einem Wert angegeben.

Wenn der Dienst über eine URL lokalisiert wird, so ist der Schlüssel „path“ mit dem Wert des URL-Pfads angegeben. Der URL-Pfad beginnt mit einem „/“. Ein leerer URL-Pfad ist als „/“ angegeben.

Weitere Schlüssel=Wert-Strings können nach Vorgabe des zu lokalisierenden Dienstes angegeben sein.

[<=]

#### **GS-A\_3931 - DNSSEC-Protokoll, Nameserver-Implementierungen**

Produkttypen die autoritative Nameserver implementieren, MÜSSEN [RFC4033], [RFC4034] und [RFC4035] für DNSSEC unterstützen. Der Konnektor ist hiervon ausgenommen.

Zusätzlich müssen diese Nameserver-Implementierungen Aktualisierungen und Ergänzungen zu den oben genannten RFCs unterstützen. Dies sind Abschnitt 6.1 in [RFC1123], [RFC1982], [RFC1995], [RFC1996], [RFC2181], [RFC2308], [RFC6891], [RFC2782], [RFC2930], [RFC2931], [RFC3225], [RFC5155].

[<=]

#### **GS-A\_5132 - Namensdienst, DNSSEC Trust Anchor TI PU basierend auf der TLD**

Der Anbieter des Namensdienstes MUSS den DNSSEC Trust Anchor der TI für die Produktionsumgebung basierend auf der Top Level Domain der Produktionsumgebung der TI "telematik." erstellen.

[<=]

#### **GS-A\_5133 - Namensdienst, DNSSEC Trust Anchor TU/RU basierend auf der TLD**

Der Anbieter des Namensdienstes MUSS den DNSSEC Trust Anchor der TI für die Test- und Referenzumgebung basierend auf der Top Level Domain der Test- und Referenzumgebung "telematik-test." erstellen.

[<=]

#### **GS-A\_3839 - DNSSEC, Zonen mittels DNSSEC sichern**

Anbieter von Produkttypen die Zonen im Namensraum der TI bereitstellen, MÜSSEN diese Zonen mittels DNSSEC sichern. Die Sicherung MUSS auf Basis des Trust Anchors des Anbieters des Produkttyps Namensdienst erfolgen.

DNSSEC Zone Signing Keys (ZSK) im Namensraum der TI müssen nach Ablauf von 120 Tagen ersetzt werden. Key Signing Keys (KSK) im Namensraum der TI müssen nach 12 Monaten ausgetauscht werden. Hinsichtlich der zur Generierung der asymmetrischen ZSK und KSK Schlüsselpaare in der TI zu verwendenden Algorithmen und Schlüssellängen gelten die Festlegungen aus [gemSpec\_Krypt].

Die Empfehlungen aus [RFC6781] müssen beachtet werden.

[<=]

Es wird empfohlen validierende DNS Resolver so zu konfigurieren, dass DNS Responses aus folgenden Domänen (inkl. Subdomänen) validiert werden müssen:

- im Namensraum der TI:
  - Domäne: „telematik.“
- im Namensraum Internet:
  - Domäne „ti-dienste.de.“
  - Domänen der VPN-Zugangsdienste im Internet

#### **GS-A\_4879 - DNSSEC, Zonen im Namensraum Internet mittels DNSSEC sichern**



Anbieter von Produkttypen die Zonen im Namensraum Internet bereitstellen, MÜSSEN diese Zonen mittels DNSSEC sichern. Die Sicherung MUSS auf Basis des Trust Anchors für das Internet (bereitgestellt durch die IANA) erfolgen.

DNSSEC Zone Signing Keys (ZSK) im Namensraum Internet müssen nach Ablauf von 120 Tagen ersetzt werden. Key Signing Keys (KSK) im Namensraum Internet müssen nach 12 Monaten ausgetauscht werden. Hinsichtlich der, zur Generierung der asymmetrischen ZSK und KSK Schlüsselpaare, zu verwendenden Algorithmen und Schlüssellängen gelten die Festlegungen aus [gemSpec\_Krypt].

Die Empfehlungen aus [RFC6781] müssen beachtet werden.

[<=]

#### **GS-A\_3841 - Nameserver-Implementierungen, Einsatz von TSIG**

Anbieter von Produkttypen die Zonen im Namensraum der TI bereitstellen, MÜSSEN Zonentransfers mit Transaction Signature (TSIG) gemäß [RFC2845] und [RFC4635] absichern.

Je Nameserver-Paar muss ein eigener symmetrischer Schlüssel (1:1 Beziehung) verwendet werden. Hinsichtlich des zu verwendenden Algorithmus und der Schlüssellänge gelten die Festlegungen aus [gemSpec\_Krypt].

[<=]

#### **GS-A\_5089 - Nameserver-Implementierungen, private Schlüssel sicher speichern**

Anbieter, die autoritative Nameserver implementieren, MÜSSEN private Schlüssel sicher speichern und ihr Auslesen verhindern.

[<=]

#### **GS-A\_5582 - Namensdienst, Caching Nameserver TI**

Der Produkttyp Namensdienst MUSS mindestens zwei Caching Nameserver TI (full service resolver) bereitstellen, die rekursive DNS-Anfragen zur Auflösung von Namen im Namensraum TI beantworten, und Antworten entsprechend der TTL zwischenspeichern (Caching). Sie MÜSSEN sich netzwerktechnisch im Netzbereich „zentrale Dienste“ befinden und an das zentrale Netz der TI angeschlossen sein.[<=]

Der Caching Nameserver TI erlaubt rekursive Anfragen. Er leitet die Anfragen an die autoritativen Nameserver der TI weiter.

### **4.6.2 Nutzung**

#### **GS-A\_3832 - DNS-Protokoll, Resolver-Implementierungen**

Produkttypen die DNS-Resolver implementieren, MÜSSEN [RFC1034], [RFC1035] für das DNS-Protokoll und [RFC3596] für IPv6-Anpassungen unterstützen.

Zusätzlich müssen diese Resolver-Implementierungen die folgenden Aktualisierungen und Ergänzungen zu den oben genannten RFCs unterstützen: [RFC1123] Abschnitt 6.1, [RFC2181], [RFC2308], [RFC6891], [RFC6891], [RFC2845], [RFC5452] und [RFC3225]. Der Konnektor ist von dieser Anforderung ausgenommen.

[<=]

## **4.7 Anforderungen an den Produkttyp Namensdienst**

#### **GS-A\_4812 - Produkttyp Namensdienst, Festlegung der Schnittstellen**

Der Produkttyp Namensdienst MUSS die Schnittstellen gemäß Tabelle Tab\_PT\_Namensdienst\_Schnittstellen implementieren („bereitgestellte“ Schnittstellen)



und nutzen („benötigte“ Schnittstellen).

**Tabelle 16: Tab\_PT\_Namensdienst\_Schnittstellen**

Schnittstelle	bereitgestellt / benötigt	obligatorisch / optional	Bemerkung
I_DNS_Name_Resolution	bereitgestellt	obligatorisch	Definition in Abschnitt 4.6
I_DNS_Service_Localization	bereitgestellt	obligatorisch	Definition in Abschnitt 4.6
P_DNS_Name_Entry_Announcement	bereitgestellt	obligatorisch	Definition in Abschnitt 4.7.1
P_DNS_Service_Entry_Announcement	bereitgestellt	obligatorisch	Definition in Abschnitt 4.7.1
P_DNS_Zone_Delegation	bereitgestellt	obligatorisch	Definition in Abschnitt 4.7.3
P_DNSSEC_Key_Distribution	bereitgestellt	obligatorisch	Definition in Abschnitt 4.7.2
I_NTP_Time_Information	benötigt	obligatorisch	Definition in Abschnitt 5.1
I_IP_Transport	benötigt	obligatorisch	Definition in Abschnitt 3.3.2.1
I_Monitoring_Update	benötigt	obligatorisch	Definition durch den Anbieter der Störungsampel
I_Monitoring_Read	benötigt	obligatorisch	Definition durch den Anbieter der Störungsampel

[<=]

#### **GS-A\_5347 - Produkttyp Namensdienst, DNSSEC Key- und Algorithm-Rollover**

Der Namensdienst MUSS DNSSEC Key- und Algorithm-Rollover gemäß den Vorgaben des GBV durchführen. Dies betrifft das Setzen der Schlüsselzeitparameter (Publicationtime, Activationtime, Revocationtime, Inactivationtime und Deletiontime) für den neuen und den alten Schlüssel sowie den Änderungszeitpunkt der TSL.

[<=]

#### **4.7.1 Schnittstellen P\_DNS\_Name\_Entry\_Announcement und P\_DNS\_Service\_Entry\_Announcement**

##### **GS-A\_4814 - Prozess zur Verwaltung von DNS Resource Records**

Der Anbieter des Namensdienstes MUSS einen Prozess implementieren, der es Anbietern von fachanwendungsspezifischen Diensten und Anbietern von zentralen Diensten der TI-Plattform ermöglicht, DNS Resource Records innerhalb des Namensraums der TI bekannt zu machen.

Der Prozess muss dokumentiert sein und dem GBV zur Freigabe vorgelegt werden. Zusätzlich muss der Anbieter des Namensdienstes alle Anbietern von Diensten in der TI informieren, wie sie diesen Prozess nutzen können.

[<=]

#### **4.7.2 Schnittstelle P\_DNSSEC\_Key\_Distribution**

##### **GS-A\_4815 - Prozess zur DNSSEC Schlüsselverteilung**

Der Anbieter des Namensdienstes MUSS einen Prozess implementieren, der es ermöglicht den Hash des DNSSEC Trust Anchor für den Namensraum TI an Resolver

und Nameserver der fachanwendungsspezifischen Dienste und der zentralen Dienste der TI-Plattform sowie an Nameserver der Konnektoren und Hersteller von Konnektoren zu verteilen.

Die Empfehlungen aus [RFC6781] müssen beachtet werden.

Der Prozess muss dokumentiert sein und dem GBV zur Freigabe vorgelegt werden.

Nach diesem Prozess muss initial der Hash des DNSSEC Trust Anchor für den Namensraum TI an den GBV, an Anbieter von Resolver und Nameserver der fachanwendungsspezifischen Dienste und der zentralen Dienste der TI-Plattform sowie an Hersteller von Konnektoren verteilt werden. Das Format für die Verteilung des DNSSEC Trust Anchor muss dem IANA XML-Format zur Verteilung des Internet DNSSEC Trust Anchor entsprechen. Die Aktualisierung des DNSSEC Trust Anchor für den Namensraum TI muss gemäß [RFC5011] automatisch erfolgen.

Zusätzlich muss der Trust Anchor bei Aktualisierungen dem GBV zur Verfügung gestellt werden. Die Aktualisierung des Trust Anchor für den Namensraum TI muss über einen genehmigungspflichtigen Change gemäß [gemRL\_Betr\_TI] erfolgen.

Die beim DNSSEC Trust Anchor Wechsel zu verwendenden Timing-Parameter

- Publishing time (neuer Trust Anchor)
- Activation time (neuer Trust Anchor)
- Revocation time (alter Trust Anchor)
- Deletion time (alter Trust Anchor)

müssen konfigurierbar sein und mit dem GBV abgestimmt werden.

[<=]

#### **GS-A\_4885 - Namensdienst, Gültigkeitszeitraum des DNSSEC Trust Anchor TI**

Der Anbieter des Namensdienstes MUSS den DNSSEC Trust Anchor der TI nach 5 Jahren oder nach Kompromittierung aktualisieren. Der bisherige DNSSEC Trust Anchor muss für eine Übergangszeit von 6 Monaten gültig bleiben.

[<=]

#### **GS-A\_4816 - Produkttyp Konnektor, Einbringung des DNSSEC Trust Anchor für den Namensraum TI**

Hersteller von Konnektoren MÜSSEN, wenn der Konnektor DNSSEC Antworten im Namensraum TI validiert, initial bei der Herstellung den Hash des aktuellen DNSSEC Trust Anchor für den Namensraum TI im DNS Forwarder des Konnektors eintragen. Updates der Software des Konnektors müssen den Hash des aktuellen DNSSEC Trust Anchor für den Namensraum TI beinhalten.

Die Aktualisierung des DNSSEC Trust Anchor für den Namensraum TI muss im Konnektor gemäß [RFC5011] automatisch erfolgen.

[<=]

#### **GS-A\_4817 - Produkttypen der Fachanwendungen sowie der zentralen TI-Plattform, Einbringung des DNSSEC Trust Anchor für den Namensraum TI**

Anbieter von Produkttypen der Fachanwendungen sowie der zentralen TI-Plattform MÜSSEN initial bei der Inbetriebnahme den Hash des aktuellen DNSSEC Trust Anchor für den Namensraum TI in der Konfiguration ihrer Resolver- und Nameserver-Implementierungen eintragen und sicher speichern.

Die Aktualisierung des DNSSEC Trust Anchor für den Namensraum TI muss gemäß [RFC5011] automatisch erfolgen können.

[<=]

#### **GS-A\_4847 - Produkttyp VPN-Zugangsdienst, DNSSEC im Namensraum Transportnetz**

Anbieter von VPN-Zugangsdiensten MÜSSEN den Namensraum Transportnetz per DNSSEC sichern.

[<=]

#### **GS-A\_5037 - VPN-Zugangsdienst, Prozess zur Verteilung des DNSSEC Trust Anchor im Namensraum Transportnetz**

Der Anbieter VPN-Zugangsdienstes MUSS bei Verwendung eines vom Internet verschiedenen Transportnetzes einen Prozess implementieren, der es ermöglicht den Hash des DNSSEC Trust Anchor für den Namensraum Transportnetz an Betreiber von Konnektoren zu verteilen.

[<=]

#### **GS-A\_4848 - Produkttyp Konnektor, DNSSEC im Namensraum Transportnetz**

Wenn der Konnektor DNSSEC-Antworten für den Namensraum Transportnetz validiert, dann MUSS der Konnektor ermöglichen, dass der aktuelle DNSSEC Trust Anchor für den Namensraum Transportnetz im DNS Forwarder des Konnektors eingetragen werden kann. Wenn der DNSSEC Trust Anchor für den Namensraum Transportnetz eingetragen ist, dann MÜSSEN die Antworten vom Nameserver Transportnetz durch den Konnektor validiert werden.

Die Aktualisierung des DNSSEC Trust Anchor für den Namensraum Transportnetz muss im Konnektor gemäß [RFC5011] automatisch erfolgen.

[<=]

### **4.7.3 Schnittstelle P\_DNS\_Zone\_Delegation**

#### **GS-A\_4818 - Prozess zur Verwaltung von Subdomains**

Der Anbieter des Namensdienstes MUSS einen Prozess implementieren, der es Anbietern von fachanwendungsspezifischen Diensten und Anbietern von zentralen Diensten der TI-Plattform ermöglicht, eigene DNS-Subdomains innerhalb des Namensraums der TI zu betreiben.

Der Prozess muss dokumentiert sein und dem GBV zur Freigabe vorgelegt werden. Zusätzlich muss der Anbieter des Namensdienstes alle Anbietern von Diensten in der TI informieren, wie sie diesen Prozess nutzen können.

[<=]

### **4.7.4 Sonstige Anforderungen**

#### **GS-A\_3838 - DNSSEC, Trust Anchor**

Der Anbieter des Produkttyps Namensdienst MUSS den Trust Anchor für den Namensraum der TI erzeugen und verwalten.

[<=]

#### **GS-A\_4813 - Produkttyp Namensdienst, nur erlaubte Kommunikation**

Der Produkttyp Namensdienst MUSS sicherstellen, dass vom Namensdienst aus, über das Zentrale Netz der TI, nur erlaubte IP-Kommunikation in Richtung Produkttypen der TI-Plattform und fachanwendungsspezifischer Dienste gesendet wird.

Zur erlaubten Kommunikation des Namensdienstes zählen:

- DNS-Nachrichten an Fachanwendungsspezifische Dienste und an Zentrale Dienste der TI-Plattform
- NTP-Nachrichten an den Produkttyp Zeitdienst
- Übertragung von Monitoringdaten an die Störungssampel

[<=]

#### **GS-A\_4808 - Nameserver-Implementierungen, nichtautorisierte Zonentransfers**

Die Möglichkeit, Zonentransfers durchzuführen, ohne dass dies in der Topologie durch den Anbieter vorgesehen ist, MUSS auf allen Nameserver-Implementierungen im Namensraum der TI ausgeschlossen sein.

[<=]

#### **GS-A\_5583 - aAdG-NetG - Verwaltung des Namensraums**

Ein Anbieter eines an die TI angeschlossenen Netzes des Gesundheitswesens mit weiteren Anwendungen des Gesundheitswesens ohne Zugriff auf Dienste der TI MUSS den Namensraum des an die TI angeschlossenen Netzes des Gesundheitswesens mit anderen Anwendungen des Gesundheitswesens selber verwalten und dafür Caching Nameserver (recursion available) im an die TI angeschlossenen Netz des Gesundheitswesens mit anderen Anwendungen des Gesundheitswesens bereitstellen.

[<=]

#### **GS-A\_5584 - Meldung Anbieter eines an die TI angeschlossenen Netzes des Gesundheitswesens mit aAdG-NetG zu Netzwerkinformationen**

Ein Anbieter eines an die TI angeschlossenen Netzes des Gesundheitswesens mit weiteren Anwendungen des Gesundheitswesens ohne Zugriff auf Dienste der TI MUSS dem Anbieter des zentralen Netzes der TI die Informationen über den Namen des an die TI angeschlossenen Netzes des Gesundheitswesens mit anderen Anwendungen des Gesundheitswesens, den verwendeten öffentlichen IP-Adressraum, den Namensraum sowie den Caching Nameserver bereitstellen.

[<=]

#### **GS-A\_5585 - Meldung Anbieter eines an die TI angeschlossenen Netzes des Gesundheitswesens mit aAdG-NetG zu Policy-Informationen**

Ein Anbieter eines an die TI angeschlossenen Netzes des Gesundheitswesens mit weiteren Anwendungen des Gesundheitswesens ohne Zugriff auf Dienste der TI MUSS dem Anbieter des Sicherheit Gateways Bestandsnetze, über dass das Netz des Anbieters an die TI angebunden wird, Informationen zu den am Sicherheit Gateway freizuschaltenden Protokollen und Ports für das an die TI anzuschließende Netz des Gesundheitswesens mit anderen Anwendungen des Gesundheitswesens bereitstellen.

[<=]

#### **GS-A\_5586 - Meldung Anbieter eines an die TI angeschlossenen Netzes des Gesundheitswesens mit aAdG-NetG zur technischen Anschlussvariante**

Ein Anbieter eines an die TI angeschlossenen Netzes des Gesundheitswesens mit weiteren Anwendungen des Gesundheitswesens ohne Zugriff auf Dienste der TI MUSS mit dem Anbieter des Sicherheit Gateways Bestandsnetze, über dass das Netz des Anbieters an die TI angebunden wird, abstimmen, wie der netztechnische Anschluss an das Sicherheit Gateway erfolgen soll und diesen bereitstellen.[<=]

---

## 5 Zeitdienst

---

Der Zeitdienst in der TI basiert auf dem Network Time Protocol (NTP) und ermöglicht es, eine einheitliche Zeit innerhalb der TI zu nutzen.

Dabei synchronisiert sich der Produkttyp Zeitdienst mit der gesetzlichen Zeitinformation. Diese wird über mehrere Stufen in der gesamten TI verteilt und zur Abfrage bereitgestellt.

### 5.1 NTP-Topologie

Die NTP-Topologie ergibt sich aus der Netztopologie und dem daraus abgeleiteten minimalen Synchronisierungsabstand. Die gewählte Topologie berücksichtigt die Lastverteilung der Konnektoren auf die VPN-Zugangsdienste.

Die folgende Abbildung zeigt die Beziehungen zwischen den NTP-Servern. Die grau dargestellten NTP-Server sind optional. Die blau dargestellte Zeitquelle liegt außerhalb der Verantwortung der TI. Es erfolgt keine Synchronisation zwischen Stratum-2-NTP-Servern. Die innere Struktur (Anzahl der NTP-Server-Instanzen) der NTP-Server-Implementierungen wird in den jeweiligen Produktypspezifikationen definiert.

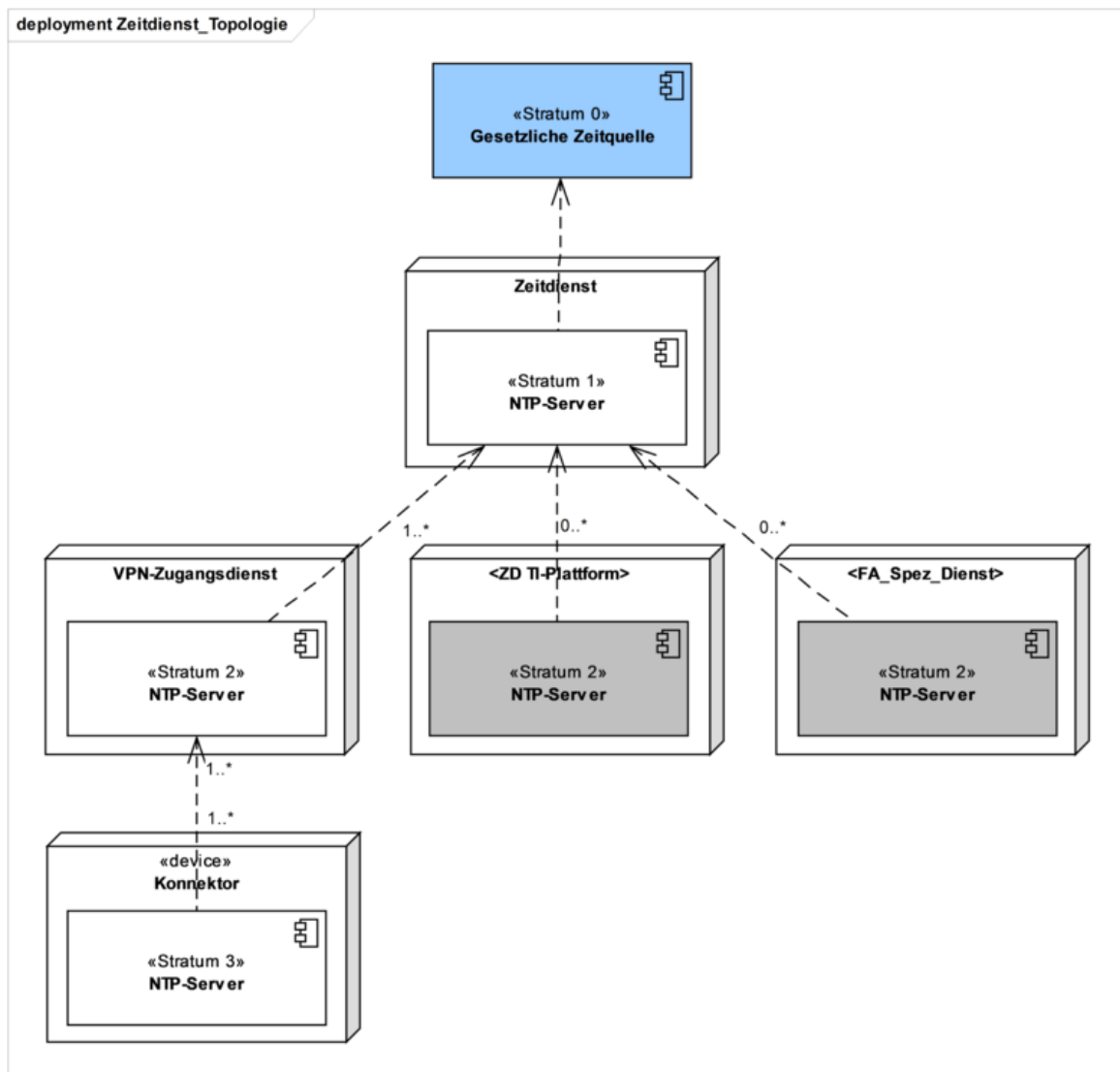


Abbildung 10: NTP-Topologie der TI

**GS-A\_3940 - Produkttyp Zeitdienst, Stratum 1**

Der Produkttyp Zeitdienst MUSS Stratum-1-NTP-Server implementieren. Stratum-1-NTP-Server MÜSSEN sich mit der gesetzlichen Zeitquelle synchronisieren.

[<=]

**GS-A\_3941 - Produkttyp VPN-Zugangsdienst, Stratum 2**

Der Produkttyp VPN-Zugangsdienst MUSS Stratum-2-NTP-Server bereitstellen, die sich mit allen Stratum-1-NTP-Servern des Produkttyps Zeitdienst synchronisieren MÜSSEN.

[<=]

**GS-A\_3942 - Produkttyp Konnektor, Stratum 3**

Der Produkttyp Konnektor MUSS einen Stratum-3-NTP-Server implementieren, der sich bei bestehender Verbindung mit Stratum-2-NTP-Servern des Produkttyps VPN-Zugangsdienst synchronisieren MUSS.

[<=]

## 5.2 Schnittstelle I\_NTP\_Time\_Information

### 5.2.1 Umsetzung

#### **GS-A\_3933 - NTP-Server-Implementierungen, Protokoll NTPv4**

Produkttypen die innerhalb der TI NTP-Server implementieren, MÜSSEN das NTP-Protokoll Version 4 gemäß [RFC5905] unterstützen.

[<=]

#### **GS-A\_3935 - NTP-Server-Implementierungen, Kiss-o'-Death**

Produkttypen die innerhalb der TI NTP-Server implementieren, MÜSSEN zur Abwehr von nicht böswilligen NTP-basierten Denial-of-Service bzw. Distributed-Denial-of-Service Angriffen das Kiss-o'-Death-Verfahren einsetzen.

[<=]

#### **GS-A\_3936 - NTP-Server-Implementierungen, IBURST**

Produkttypen die innerhalb der TI NTP-Server implementieren, DÜRFEN IBURST NICHT einsetzen.

[<=]

#### **GS-A\_3938 - NTP-Server-Implementierungen, Association Mode und Polling Intervall**

Produkttypen die innerhalb der TI NTP-Server implementieren, MÜSSEN gemäß [RFC5905] den Association Mode Client für NTP-Anfragen bei NTP-Servern mit niedrigerem Stratum Wert und den Association Mode Server für Antworten auf NTP-Anfragen verwenden. Das Polling-Intervall MUSS nach dem clock discipline algorithm dynamisch eingestellt werden.

[<=]

#### **GS-A\_3945 - NTP-Server-Implementierungen, SNTP**

Produkttypen die innerhalb der TI NTP-Server implementieren, DÜRFEN zur Abfrage anderer NTP-Server NICHT SNTP einsetzen.

[<=]

#### **GS-A\_4074 - NTP-Server-Implementierungen, Maximale Abweichung der Zeitinformation von Stratum-1- und -2-NTP-Servern**

Produkttypen die Stratum-1- und -2-NTP-Server in der TI implementieren MÜSSEN gewährleisten, dass die durch sie verteilte Zeitinformation nicht mehr als 330ms von der Zeitinformation der darüber liegenden Stratum Ebene abweicht.

[<=]

Da der Konnektor nicht immer online ist oder ggf. auch nie online ist (Offline-Szenario), gelten hier andere Anforderungen an die Genauigkeit des NTP-Servers.

#### **GS-A\_4075 - Produkttyp Konnektor, Maximale Abweichung der Zeitinformation des NTP-Servers**

Der Hersteller des Konnektors SOLL für die durch ihn implementierten NTP-Server gewährleisten, dass die durch sie verteilte Zeitinformation nicht mehr als 330ms von der Zeitinformation der darüber liegenden Stratum Ebene abweicht.

[<=]

### 5.2.2 Nutzung

#### **GS-A\_3934 - NTP-Client-Implementierungen, Protokoll NTPv4**

Produkttypen die innerhalb der TI NTP-Clients implementieren und Anbieter weiterer Anwendungen des Gesundheitswesens mit Zugriff auf Dienste der TI, MÜSSEN das



NTP-Protokoll Version 4 gemäß [RFC5905] unterstützen.

[<=]

Um auf der Clientseite Falseticker gemäß [RFC5905] erkennen zu können, müssen alle Stratum-1-NTP-Server abgefragt werden.

#### **GS-A\_4819 - Schnittstelle I\_NTP\_Time\_Information, Nutzung durch fachanwendungsspezifische Dienste**

Fachanwendungsspezifische Dienste SOLLEN sich mit den Stratum-1-NTP-Servern des Produkttyps Zeitdienst synchronisieren. Dies beinhaltet grundsätzlich alle an der Dienstbringung des fachanwendungsspezifischen Dienstes beteiligten Komponenten. Wenn sich Fachanwendungsspezifische Dienste mit den Stratum-1-NTP-Servern des Produkttyps Zeitdienst synchronisieren, so müssen immer alle Stratum-1-NTP-Server abgefragt werden.

Fachanwendungsspezifische Dienste können einen oder mehrere Stratum-2-NTP-Server betreiben, die sich mit allen Stratum-1-NTP-Servern synchronisieren. Die an der Dienstbringung beteiligten Komponenten synchronisieren sich dann mit den eigenen Stratum-2-NTP-Servern.

[<=]

#### **GS-A\_4820 - Schnittstelle I\_NTP\_Time\_Information, Nutzung durch Zentrale Dienste der TI-Plattform**

Produkttypen, die zentrale Dienste der TI-Plattform bereitstellen, SOLLEN sich mit allen Stratum-1-NTP-Servern des Produkttyps Zeitdienst synchronisieren. Dies beinhaltet alle an der Dienstbringung des Produkttypen beteiligten Komponenten.

Folgende Ausnahmen gelten:

- Der Produkttyp Zentrales Netz der TI ist von dieser Regelung befreit und muss sich nicht mit den Stratum-1-NTP-Servern des Produkttyps Zeitdienst synchronisieren.
- Der Produkttyp gematik Root-CA ist von dieser Regelung befreit und muss sich nicht mit den Stratum-1-NTP-Servern des Produkttyps Zeitdienst synchronisieren.
- Anbieter von PKI-Dienstleistungen in der TI sollen sich mit Stratum-1-NTP-Servern des Produkttyps Zeitdienst synchronisieren. Sie können sich von dieser Regelung befreien, wenn bereits eine Zeitsynchronisation mit der gesetzlichen Zeit erfolgt.
- Produkttypen, die zentrale Dienste der TI-Plattform bereitstellen, können einen oder mehrere Stratum-2-NTP-Server betreiben, die sich mit allen Stratum-1-NTP-Servern synchronisieren. Die an der Dienstbringung beteiligten Komponenten synchronisieren sich dann mit den eigenen Stratum-2-NTP-Servern.

[<=]

#### **GS-A\_4821 - Schnittstelle I\_NTP\_Time\_Information, Ersatzverfahren für Zentrale Dienste der TI-Plattform**

Produkttypen, die zentrale Dienste der TI-Plattform bereitstellen, MÜSSEN, wenn sie sich nicht mit den Stratum-1-NTP-Servern des Produkttyps Zeitdienst synchronisieren, ein Ersatzverfahren einsetzen, dass eine maximale Abweichung von einer Sekunde gegenüber der gesetzlichen Zeit gewährleistet.

[<=]

#### **GS-A\_3937 - NTP-Client-Implementierungen, Association Mode und Polling Intervall**

Produkttypen die innerhalb der TI NTP-Clients implementieren und Anbieter weiterer Anwendungen des Gesundheitswesens mit Zugriff auf Dienste der TI, die einen NTP-Client für die TI Implementieren, MÜSSEN gemäß [RFC5905] den Association Mode



Client verwenden und das Polling-Intervall nach dem clock discipline algorithm dynamisch einstellen.

[<=]

**GS-A\_3939 - Produkttypen der TI-Plattform, Zeitsynchronisierung nach Neustart**  
 Produkttypen der TI-Plattform, die mittels NTP synchronisiert werden, **MÜSSEN** nach jedem Neustart initial ihre Systemzeit in einem einzigen Stellvorgang nach der Zeit der zugeordneten NTP-Server stellen. Danach **MUSS** die Synchronisation mit den zugeordneten NTP-Servern gemäß NTP-Protokoll erfolgen.

[<=]

**GS-A\_3946 - NTP-Client-Implementierungen, SNTP**

Produkttypen die innerhalb der TI NTP-Clients implementieren, **KÖNNEN** zur Abfrage von NTP-Servern SNTP einsetzen.

[<=]

### 5.3 Anforderungen an den Produkttyp Zeitdienst

**GS-A\_4822 - Produkttyp Zeitdienst, Festlegung der Schnittstellen**

Der Produkttyp Zeitdienst MUSS die Schnittstellen gemäß Tabelle Tab\_PT\_Zeitdienst\_Schnittstellen implementieren („bereitgestellte“ Schnittstellen) und nutzen („benötigte“ Schnittstellen).

**Tabelle 17: Tab\_PT\_Zeitdienst\_Schnittstellen**

Schnittstelle	bereitgestellt / benötigt	obligatorisch / optional	Bemerkung
I_NTP_Time_Information	bereitgestellt	obligatorisch	Definition in Abschnitt 5.1
DCF77	benötigt	obligatorisch	Zeitzeichensender DCF77 der PTB
I_IP_Transport	benötigt	obligatorisch	Definition in Kapitel 3 Zentrales Netz der TI
I_DNS_Name_Resolution	benötigt	obligatorisch	Definition in Kapitel 4 Namensdienst
I_Monitoring_Update	benötigt	obligatorisch	Definition durch den Anbieter der Störungssampel
I_Monitoring_Read	benötigt	obligatorisch	Definition durch den Anbieter der Störungssampel
P_DNS_Name_Entry_Announcement	benötigt	obligatorisch	Definition in Kapitel 4 Namensdienst
Schnittstelle zur GLONASS Zeitquelle	benötigt	optional	NTP Server mit GLONASS Zeitquelle.
Schnittstelle zur GPS Zeitquelle	benötigt	optional	NTP Server mit GPS Zeitquelle.
NTP Schnittstelle zu ptbtime1.ptb.de, ptbtime2.ptb.de, ptbtime3.ptb.de	benötigt	optional	NTP Zeitserver der Physikalisch Technischen Bundesanstalt ptbtime1.ptb.de, ptbtime2.ptb.de und ptbtime3.ptb.de.

Die Client-Funktionalität von mindestens einer der drei optionalen Schnittstellen muss implementiert werden.

[&lt;=]

Die Synchronisation mit der gesetzlichen Zeit erfolgt über den Zeitsignalsender DCF77 der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB). Die dazugehörige Schnittstelle wird nicht durch die TI bereitgestellt und daher nicht in diesem Dokument beschrieben.

Die Stratum-1-NTP-Server synchronisieren sich mittels jeweils eines Standard-DCF77-Empfängers als gesetzliche Zeitquelle.

#### **GS-A\_4823 - Produkttyp Zeitdienst, Synchronisierung der Stratum-1-NTP-Server mit DCF77**

Alle Stratum-1-NTP-Server des Produkttyps Zeitdienst MÜSSEN sich im ungestörten Betrieb mit der gesetzlichen Zeit der Bundesrepublik Deutschland über den Zeitsignalsender DCF77 synchronisieren.

Bei Ausfall oder Störung des DCF77-Senders MUSS eine Zeitquelle gemäß Tabelle Tab\_PT\_Zeitdienst\_vertrauenswürdige\_Zeitquellen zur Synchronisierung genutzt werden.

[&lt;=]

**Tabelle 18: Tab\_PT\_Zeitdienst\_vertrauenswürdige\_Zeitquellen**

Vertrauenswürdige Zeitquelle	Bemerkung
ptbtime1.ptb.de, ptbtime2.ptb.de, ptbtime3.ptb.de	NTP-Zeitserver der Physikalisch Technischen Bundesanstalt
NTP-Server mit GLONASS-Zeitquelle	
NTP-Server mit GPS-Zeitquelle	
eine Kombination der oben genannten Quellen	

#### **GS-A\_4824 - Produkttyp Zeitdienst, Anzahl der Stratum-1-NTP-Server**

Der Produkttyp Zeitdienst MUSS vier aktive Stratum-1-NTP-Server bereitstellen, die mit der gesetzlichen Zeitquelle synchronisiert sind.

[&lt;=]

#### **GS-A\_4825 - Produkttyp Zeitdienst, nur erlaubte Kommunikation**

Der Produkttyp Zeitdienst MUSS sicherstellen, dass vom Zeitdienst aus, über das Zentrale Netz der TI, ausschließlich erlaubte IP-Kommunikation in Richtung Produkttypen der TI-Plattform und fachanwendungsspezifischer Dienste gesendet wird. Zur erlaubten Kommunikation des Zeitdienstes zählen:

- NTP-Nachrichten an Fachanwendungsspezifische Dienste und an Zentrale Dienste der TI-Plattform gemäß [RFC5905]
- DNS-Anfragen an den Produkttyp Namensdienst und an Nameserver-Implementierungen in der TI, die die Zone des Produkttyps Störungssampel verwalten.
- Übertragung von Monitoringdaten an die Störungssampel

[&lt;=]

#### **GS-A\_4826 - Produkttyp Zeitdienst, Monitoring der Stratum-1-NTP-Server**

Der Anbieter des Zeitdienstes MUSS die Stratum-1-NTP-Server hinsichtlich der bereitgestellten Zeitinformation überwachen.

Die Überwachung muss alle 5 Minuten erfolgen. Die von den Stratum-1-NTP-Servern bereitgestellten Zeitinformationen dürfen nicht mehr als 100ms voneinander abweichen.

Wenn die Zeitinformationen 3 Mal hintereinander mehr als 100ms voneinander abweichen, gilt dies als Prio-3-Störung gemäß [gemRL\_Betr\_TI].

[<=]

#### **GS-A\_4827 - Produkttyp Zeitdienst, Vergleich mit Referenzzeitquelle**

Der Anbieter des Zeitdienstes MUSS die von den Stratum-1-NTP-Servern bereitgestellten Zeitinformationen mit einer vertrauenswürdigen Referenzzeitquelle gemäß Tabelle Tab\_PT\_Zeitdienst\_vertrauenswürdige\_Zeitquellen vergleichen.

Die Überwachung muss alle 5 Minuten erfolgen. Wenn die Zeitinformation eines oder mehrerer Stratum-1-Server der TI mehr als 500ms von der vertrauenswürdigen Referenzzeitquelle abweichen, gilt dies als Störung. Tritt die Störung 3 Mal hintereinander auf, so muss sie als Prio-3-Störung gemäß [gemRL\_Betr\_TI] behandelt werden. Ab einer Abweichung von 1000ms ist die Störung als Prio-2-Störung gemäß [gemRL\_Betr\_TI] zu behandeln.

[<=]

---

## 6 Anhang A – Verzeichnisse

---

### 6.1 Abkürzungen

Kürzel	Erläuterung
AF	Assured Forwarding
AF-Klasse	Assured Forwarding Klasse
aAdG	Andere Anwendungen des Gesundheitswesens
aAdG-NetG-TI	Andere Anwendungen des Gesundheitswesens mit Zugriff auf Dienste der TI aus angeschlossenen Netzen des Gesundheitswesens
aAdG-NetG	Andere Anwendungen des Gesundheitswesens ohne Zugriff auf Dienste der TI in angeschlossenen Netzen des Gesundheitswesens
BE	Best Effort
CE	Customer Edge
CPE	Customer Premises Equipment
CS	Class Selector
DNS	Domain Name System
DNSSEC	Domain Name System Security Extensions
DSCP	Differentiated Services Code Point
EF	Expedited Forwarding
GBV	Gesamtbetriebsverantwortlicher
GPS	Global Positioning System
IP	Internet Protocol (bezeichnet IPv4 und IPv6)
NTP	Network Time Protocol
PE	Provider Edge
PoP	Point-of-Presence

SFP	Small Form-factor Pluggable
SGW	Sicherheitsgateway
SIS	Sicherer Internet Service
SNTP	Simple Network Time Protocol
SZZP	Sicherer Zentraler Zugangspunkt
TI	Telematikinfrastruktur

## 6.2 Glossar

Das Glossar wird als eigenständiges Dokument (vgl. [gemGlossar]) zur Verfügung gestellt.

## 6.3 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Abb_NetzTopologie_Schema, Netztopologie der TI .....	9
Abbildung 2: Abb_NetzTopologie_Detail, Netzwerktopologie der TI - detailliert .....	10
Abbildung 3: DSCP-Markierung (Beispiel) .....	25
Abbildung 4: Abb_SichKomp_Platzierung, Platzierung von Sicherheitskomponenten in der TI .....	33
Abbildung 5: Abb_SichKomp_Netzübergänge, Sicherheitskomponenten bei Netzübergängen, generisch .....	34
Abbildung 6: Abb_ZentrNetz_Zerlegung, Zerlegung Zentrales Netz .....	37
Abbildung 7: Abb_ZentrNetz_SZZP-PT, Anbindungsvarianten SZZP zum Produkttyp ....	40
Abbildung 8: Domainnamen und hierarchische Struktur des Namensraums der TI .....	48
Abbildung 9: Abb_DNS_Topologie_der_TI (GS-A_3932) .....	51
Abbildung 10: NTP-Topologie der TI .....	62

## 6.4 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Tab_Standards_IPv4, Standards IPv4 .....	11
Tabelle 2: Tab_Adrkonzept_Produktiv, Adressräume IPv4 TI Produktivumgebung .....	16
Tabelle 3: Tab_Adrkonzept_Test, Adressräume IPv4 TI-Testumgebung .....	18
Tabelle 4: Adressräume IPv4 TI Extern .....	20
Tabelle 5: Tab_DK_AW, Zuordnung Dienstklassen zu Anwendungen (Auszug) .....	23

Tabelle 6: Tab_DK_DSCP, Zuordnung Dienstklassen zu DSCP (Auszug).....	23
Tabelle 7: Tab_DK_AF, AF (Assured Forwarding) Drop Precedence.....	24
Tabelle 8: Tab_QoS_Dienstklassen.....	27
Tabelle 9: Tab_QoS_Mapping_Dienstklasse_Anwendung.....	27
Tabelle 10: Tab_QoS_Mapping_Dienstklassen_Bandbreite .....	28
Tabelle 11: Tab_PT_ZentrNetz_Schnittstellen .....	42
Tabelle 12: Tab_PT_ZentrNetz_AnschlussParameter: Anschlussparameter .....	44
Tabelle 13: DNS-Topologie der TI.....	49
Tabelle 14: Tab_KSR_SRV-RR .....	52
Tabelle 15: Tab_Namensdienst_DNSSD_für_WA .....	53
Tabelle 16: Tab_PT_Namensdienst_Schnittstellen .....	57
Tabelle 17: Tab_PT_Zeitdienst_Schnittstellen .....	65
Tabelle 18: Tab_PT_Zeitdienst_vertrauenswürdige_Zeitquellen .....	66

## 6.5 Referenzierte Dokumente

### 6.5.1 Dokumente der gematik

Die nachfolgende Tabelle enthält die Bezeichnung der in dem vorliegenden Dokument referenzierten Dokumente der gematik zur Telematikinfrastruktur. Der mit der vorliegenden Version korrelierende Entwicklungsstand dieser Konzepte und Spezifikationen wird pro Release in einer Dokumentenlandkarte definiert; Version und Stand der referenzierten Dokumente sind daher in der nachfolgenden Tabelle nicht aufgeführt. Deren zu diesem Dokument passende jeweils gültige Versionsnummern sind in der aktuellen, von der gematik veröffentlichten Dokumentenlandkarte enthalten, in der die vorliegende Version aufgeführt wird.

[Quelle]	Herausgeber: Titel
[gemGlossar]	gematik: Glossar der Telematikinfrastruktur
[gemKPT_Arch_TIP]	gematik: Konzept Architektur der TI-Plattform
[gemRL_Betr_TI]	gematik: Übergreifende Richtlinien zum Betrieb der TI
[gemSpec_Krypt]	gematik: Übergreifende Spezifikation – Verwendung kryptographischer Algorithmen in der Telematikinfrastruktur
[gemSpec_St_Ampel]	gematik: Spezifikation Störungsampel
[gemSpec_VPN_ZugD]	gematik: Spezifikation VPN-Zugangsdienst

## 6.5.2 Weitere Dokumente

[Quelle]	Herausgeber (Erscheinungsdatum): Titel
[BSI SGW]	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (o.J.): Konzeption von Sicherheitsgateways, Version 1.0
[RFC6763]	IETF RFC6763 (Februar 2013) DNS-Based Service Discovery <a href="http://tools.ietf.org/html/rfc6763">http://tools.ietf.org/html/rfc6763</a>
[IEEE 802.3]	IEEE 802.3™-2008 – IEEE Standard for Information technology-Specific requirements - Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications <a href="http://standards.ieee.org/about/get/802/802.3.html">http://standards.ieee.org/about/get/802/802.3.html</a>
[RFC1034]	RFC 1034 (November 1987): Domain Names – Concepts and Facilities <a href="http://tools.ietf.org/html/rfc1034">http://tools.ietf.org/html/rfc1034</a>
[RFC1035]	RFC 1035 (November 1987): Domain Names – Implementation and Specification <a href="http://tools.ietf.org/html/rfc1035">http://tools.ietf.org/html/rfc1035</a>
[RFC1122]	RFC 1122 (Oktober 1989): Requirements for Internet Hosts -- Communication Layers <a href="http://tools.ietf.org/html/rfc1122">http://tools.ietf.org/html/rfc1122</a>
[RFC1123]	IETF (1989): Requirements for Internet Hosts – Application and Support <a href="http://datatracker.ietf.org/doc/rfc1123/">http://datatracker.ietf.org/doc/rfc1123/</a>
[RFC1191]	RFC 1191 (November 1990): Path MTU Discovery <a href="http://tools.ietf.org/html/rfc1191">http://tools.ietf.org/html/rfc1191</a>
[RFC1982]	IETF (1996): Serial Number Arithmetic <a href="http://datatracker.ietf.org/doc/rfc1982/">http://datatracker.ietf.org/doc/rfc1982/</a>
[RFC1995]	IETF (1996): Incremental Zone Transfer in DNS <a href="http://datatracker.ietf.org/doc/rfc1995/">http://datatracker.ietf.org/doc/rfc1995/</a>
[RFC1996]	IETF (1996): A Mechanism for Prompt Notification of Zone Changes (DNS NOTIFY) <a href="http://datatracker.ietf.org/doc/rfc1996/">http://datatracker.ietf.org/doc/rfc1996/</a>
[RFC2119]	RFC 2119 (März 1997): Key words for use in RFCs to Indicate Requirement Levels S. Bradner, <a href="http://tools.ietf.org/html/rfc2119">http://tools.ietf.org/html/rfc2119</a>
[RFC2181]	IETF (1997): Clarifications to the DNS Specification <a href="http://datatracker.ietf.org/doc/rfc2181/">http://datatracker.ietf.org/doc/rfc2181/</a>
[RFC2308]	IETF (1998): Negative Caching of DNS Queries (DNS NCACHE) <a href="http://datatracker.ietf.org/doc/rfc2308/">http://datatracker.ietf.org/doc/rfc2308/</a>



[RFC2328]	RFC 2328 (April 1998): OSPF Version 2 <a href="http://tools.ietf.org/html/rfc2328">http://tools.ietf.org/html/rfc2328</a>
[RFC2474]	RFC 2474 (Dezember 1998): Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers <a href="http://tools.ietf.org/html/rfc2474">http://tools.ietf.org/html/rfc2474</a>
[RFC2475]	RFC 2475 (Dezember 1998): An Architecture for Differentiated Services <a href="http://tools.ietf.org/html/rfc2475">http://tools.ietf.org/html/rfc2475</a>
[RFC2597]	IETF (1999): Assured Forwarding PHB Group <a href="http://datatracker.ietf.org/doc/rfc2597/">http://datatracker.ietf.org/doc/rfc2597/</a>
[RFC6891]	IETF (1999): Extension Mechanisms for DNS (EDNS0) <a href="http://datatracker.ietf.org/doc/rfc6891/">http://datatracker.ietf.org/doc/rfc6891/</a>
[RFC2672]	IETF (1999): Non-Terminal DNS Name Redirection
[RFC2782]	IETF (2000): A DNS RR for specifying the location of services (DNS SRV) <a href="http://datatracker.ietf.org/doc/rfc2782/">http://datatracker.ietf.org/doc/rfc2782/</a>
[RFC2845]	IETF (2000): Secret Key Transaction Authentication for DNS (TSIG) <a href="http://datatracker.ietf.org/doc/rfc2845/">http://datatracker.ietf.org/doc/rfc2845/</a>
[RFC2930]	IETF (2000): Secret Key Establishment for DNS (TKEY RR) <a href="http://datatracker.ietf.org/doc/rfc2930/">http://datatracker.ietf.org/doc/rfc2930/</a>
[RFC2931]	IETF (2000): DNS Request and Transaction Signatures ( SIG(0)s ) <a href="http://datatracker.ietf.org/doc/rfc2931/">http://datatracker.ietf.org/doc/rfc2931/</a>
[RFC3168]	RFC 3168 (September 2001): The Addition of Explicit Congestion Notification (ECN) to IP
[RFC3225]	IETF (2001): Indicating Resolver Support of DNSSEC <a href="http://datatracker.ietf.org/doc/rfc3225/">http://datatracker.ietf.org/doc/rfc3225/</a>
[RFC3596]	RFC3596 (Oktober 2003): DNS Extensions to Support IP Version 6 <a href="http://datatracker.ietf.org/doc/rfc3596/">http://datatracker.ietf.org/doc/rfc3596/</a>
[RFC4033]	RFC 4033 (Mai 2005): DNS Security Introduction and Requirements <a href="http://tools.ietf.org/html/rfc4033">http://tools.ietf.org/html/rfc4033</a>
[RFC4034]	RFC 4034 (März 2005): Resource Records for the DNS Security Extensions <a href="http://tools.ietf.org/html/rfc4034">http://tools.ietf.org/html/rfc4034</a>
[RFC4035]	RFC 4035 (März 2005): Protocol Modifications for the DNS Security Extensions

	<a href="http://tools.ietf.org/html/rfc4035">http://tools.ietf.org/html/rfc4035</a>
[RFC4594]	RFC 4594: Configuration Guidelines for DiffServ Service Classes <a href="http://datatracker.ietf.org/doc/rfc4594/">http://datatracker.ietf.org/doc/rfc4594/</a>
[RFC4635]	IETF (2006): HMAC SHA TSIG Algorithm Identifiers <a href="http://datatracker.ietf.org/doc/rfc4635/">http://datatracker.ietf.org/doc/rfc4635/</a>
[RFC6781]	RFC6781 (Dezember 2012): DNSSEC Operational Practices, Version 2 <a href="http://datatracker.ietf.org/doc/rfc6781/">http://datatracker.ietf.org/doc/rfc6781/</a>
[RFC5011]	RFC5011 (September 2007): Automated Updates of DNS Security (DNSSEC) Trust Anchors <a href="http://datatracker.ietf.org/doc/rfc5011/">http://datatracker.ietf.org/doc/rfc5011/</a>
[RFC5127]	IETF (2008): Aggregation of DiffServ Service Classes <a href="http://datatracker.ietf.org/doc/rfc5127/">http://datatracker.ietf.org/doc/rfc5127/</a>
[RFC5155]	IETF (2008): DNS Security (DNSSEC) Hashed Authenticated Denial of Existence <a href="http://datatracker.ietf.org/doc/rfc5155/">http://datatracker.ietf.org/doc/rfc5155/</a>
[RFC5340]	IETF (2008): OSPF for IPv6 <a href="http://datatracker.ietf.org/doc/rfc5340/">http://datatracker.ietf.org/doc/rfc5340/</a>
[RFC5452]	IETF (2009): Measures for Making DNS More Resilient against Forged Answers <a href="http://datatracker.ietf.org/doc/rfc5452/">http://datatracker.ietf.org/doc/rfc5452/</a>
[RFC5905]	IETF (2010): Network Time Protocol Version 4: Protocol and Algorithms Specification <a href="http://datatracker.ietf.org/doc/rfc5905/">http://datatracker.ietf.org/doc/rfc5905/</a>
[RFC6335]	IETF (2011): Internet Assigned Numbers Authority (IANA) Procedures for the Management of the Service Name and Transport Protocol Port Number Registry <a href="http://datatracker.ietf.org/doc/rfc6335/">http://datatracker.ietf.org/doc/rfc6335/</a>
[RFC6598]	IETF (2012): IANA-Reserved IPv4 Prefix for Shared Address Space <a href="http://datatracker.ietf.org/doc/rfc6598/">http://datatracker.ietf.org/doc/rfc6598/</a>
[RFC768]	RFC768 (28.08.1980): User Datagram Protocol <a href="http://tools.ietf.org/html/rfc768">http://tools.ietf.org/html/rfc768</a>
[RFC791]	RFC 791 (September 1981): INTERNET PROTOCOL DARPA INTERNET PROGRAM PROTOCOL SPEZIFIKATION <a href="http://tools.ietf.org/html/rfc791">http://tools.ietf.org/html/rfc791</a>
[RFC792]	RFC 792 (September 1981): Internet Control Message Protocol <a href="http://tools.ietf.org/html/rfc792">http://tools.ietf.org/html/rfc792</a>

[RFC793]	RFC 793 (September 1981): Transmission Control Protocol <a href="http://tools.ietf.org/html/rfc793">http://tools.ietf.org/html/rfc793</a>
[RFC826]	RFC 826 (November 1982): An Ethernet Address Resolution Protocol <a href="http://tools.ietf.org/html/rfc826">http://tools.ietf.org/html/rfc826</a>
[RFC894]	RFC 894 (April 1984): A Standard for the Transmission of IP Datagrams over Ethernet Networks <a href="http://tools.ietf.org/html/rfc894">http://tools.ietf.org/html/rfc894</a>
[RIPE-554]	RIPE (2012): Requirements for IPv6 in ICT Equipment
[SFF]	Small Form Factor Committee (SFF): Index of Specifications <a href="ftp://ftp.seagate.com/sff/8000_PRJ.HTM">ftp://ftp.seagate.com/sff/8000_PRJ.HTM</a>