

Az. 2.00/105#1

In dem Verwaltungsverfahren

über die Verfügung einer Ausnahme von der gesetzlichen Festlegung des Netzabschlusspunktes für Fiber to the Home (FTTH)-Glasfasernetze in Passive Optical Network (PON)-Technologie

hat die Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen, gesetzlich vertreten durch ihren Präsidenten Klaus Müller,

aufgrund des Antrages durch

1. ANGA Der Breitbandverband e. V, Gladbacher Strasse 44, 50672 Köln;
2. BREKO Bundesverband Breitbandkommunikation e.V., Menuhinstr. 6, 53113 Bonn;
3. Bundesverband Glasfaseranschluss e. V. (BUGLAS e. V.), Eduard-Pflüger-Str. 58, 53113 Bonn;
4. Verband der Anbieter von Telekommunikations- und Mehrwertdiensten e. V. (VATM), Reinhardtstr. 31, 10117 Berlin;
5. Verband kommunaler Unternehmen e. V. (VKU), Invalidenstr. 91, 10115 Berlin;
6. Vodafone GmbH, Ferdinand-Braun-Platz 1, 40549 Düsseldorf;

- im Folgenden Antragstellerinnen -

am 10.01.2025 entschieden:

Die gesetzliche Festlegung eines passiven Netzabschlusspunktes für den Zugang zu öffentlichen Telekommunikationsnetzen an festen Standorten wird nicht für PON-Glasfasernetze abgeändert. Die Anträge auf Erlass einer Allgemeinverfügung zu einer Ausnahme von § 73 Abs. 1 Telekommunikationsgesetz (TKG) werden abgelehnt.

Gründe

I.

Gegenstand des Verfahrens ist die Abänderung des gesetzlich durch § 73 Abs. 1 Satz 2 TKG bestimmten Netzabschlusspunktes als passiver Netzabschlusspunkt für in PON-Technik errichtete FTTH-Glasfasernetze im Wege einer Allgemeinverfügung nach § 73 Abs. 2 TKG.

1. Betroffene Netztopologie

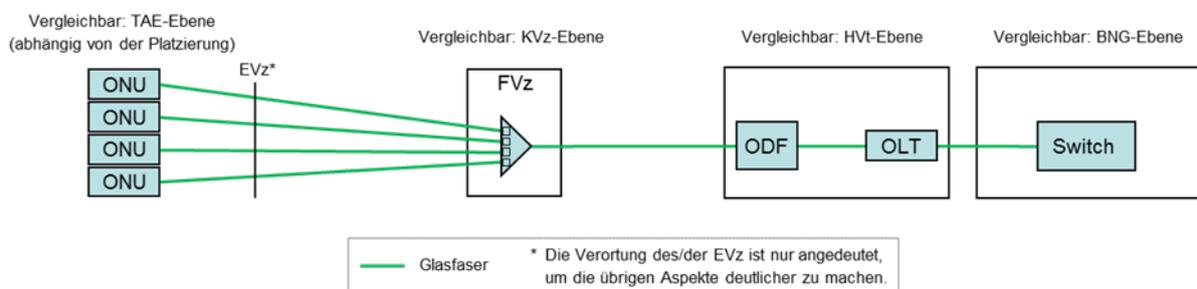
Bei den verfahrensgegenständlichen Netzen handelt es sich um öffentliche FTTH-Glasfasernetze, die als Punkt-zu-Mehrpunkt-Netze (Point-to-Multipoint, PtMP) in PON-Technologie aufgebaut und betrieben werden. Gegenwärtig hauptsächlich angewendet wird hier die Technologie des Gigabit Passive Optical Network (GPON) als Unterfall eines PON.

Ein PtMP-Netz besteht aus einer Glasfaser zwischen dem optischen Leitungsabschluss (Optical Line Termination, OLT) am optischen Verteiler (ODF) und dem optischen Splitter im Faserverzweiger (FVz), an dem die Telekommunikations-Anschluss-Einheit (TAE) jeweils

über einzelne, dedizierte Glasfasern angeschlossen sind. Der Splitter verteilt das ankommende Lichtsignal an alle an ihn angeschlossenen Endnutzer in identischer Form. Er ist ein passives Bauteil (d. h. es ist keine Stromversorgung notwendig). Ein PON-Glasfasernetz wird daher auch als passives optisches Netz bezeichnet.

Die Internationale Fernmeldeunion (International Telecommunication Union, ITU spricht beim kundenseitigen optischen Kommunikationsgerät, welches mit der netzseitigen Optical Line Termination (OLT) kommuniziert, von einer sogenannten Optical Network Unit (ONU). Ein ONU kann ein separates Optical Network Termination Gerät (ONT) oder ein integriertes Telekommunikationsendgerät sein. Weil Gegenstand des Verfahrens schwerpunktmäßig die Verlagerung des Zugangspunktes zum Netz zu einem separaten ONT ist, wird im Folgenden der Ausdruck „ONT“ verwendet. Dies schließt aber immer auch die Einbeziehung der ONT-Funktion in ein Endgerät mit weiteren Funktionen ein.

Die Kapazität der Glasfaser zwischen ODF und Splitter wird dadurch von mehreren Teilnehmern gemeinsam genutzt („shared medium“). Der an die TAE angeschlossene optische Netzabschluss (ONU bzw. ONT) setzt das optische Signal wieder in ein elektrisches um und bietet es den Endgeräten des Endnutzers über geeignete Schnittstellen zur weiteren Verwendung an. Neben einer Ausgestaltung des ONT als ein separates Modem, kann es auch in einem Telekommunikationsendgerät integriert sein, wie dies bei Modems im Bereich von Digital Subscriber Line (DSL) / Very High Speed Digital Subscriber Line (VDSL)- und Kabelnetzen bereits der Fall ist. Es wird dann als integriertes Endgerät bezeichnet.



Quelle: Festlegung der Bundesnetzagentur für den Markt für den auf der Vorleistungsebene an festen Standorten lokal bereitgestellten Zugang (Markt Nr. 3a der Empfehlung vom 09. Oktober 2014), BK1-19-001 vom 11.10.2019, S. 21.

Die Kommunikationssteuerung zwischen OLT und ONT nach ITU-T Recommendations (G.988, G.984.3) ist wie folgt aufgebaut:

Die ITU-PON-Standards definieren verschiedene Arten von Kontrollnachrichten:

- OMCI: **O**ptical **N**etwork Unit Management **C**ontrol **I**nterface.
- PLOAM: **P**hysical **L**ayer **O**peration **A**dministration and **M**aintenance

a) ONU Management Control Interface (OMCI)

Das ONU Management Control Interface (OMCI) ist eine Schnittstelle, über die Kontrollnachrichten der OLTs zum Konfigurieren, Verwalten und Überwachen von ONTs

übertragen werden können. Das OLT steuert das ONT mithilfe des OMCI. Das ONT kann vom OLT mit Hilfe von OMCI in folgenden Merkmalen verwaltet werden:

- Fehlermanagement: Mittels OMCI sind Mechanismen zur Fehlererkennung und -beseitigung in PON-Netzwerken umsetzbar.
- Konfigurationsmanagement: Das OMCI ermöglicht eine Vielzahl von Konfigurations- und Managementaufgaben, der Festlegung von Quality-of-Service-(QoS)-Parametern, der Aktivierung und Deaktivierung von Diensten, der Überwachung von Leistungsparametern und der Fehlerdiagnose.
- Sicherheitsmanagement: Daten können im Downstream verschlüsselt werden (abschaltbar).
- Leistungsmanagement: Leistungsdaten sowie historische Servicedaten können gesammelt und abgerufen werden.

Das OMCI unterstützt die Verwaltung verschiedener Dienste in PONs. Dazu gehören Internetzugang, Sprachdienste, IPTV und andere Breitbanddienste. Weiterhin ermöglicht es die Konfiguration und Verwaltung dieser Dienste auf der ONT-Ebene durch das OLT.

b) Physical Layer Operation Administration and Maintenance (PLOAM)

Physical Layer Operation Administration and Maintenance (PLOAM) dient dazu, verschiedene Management- und Wartungsaufgaben in PONs auf der physikalischen Schicht zu ermöglichen. Dazu gehören die Identifizierung von Netzwerkkomponenten, die Durchführung von Diagnosen, die Aktivierung von ONUs, die Überwachung der Signalqualität und die Fehlererkennung.

PLOAM ermöglicht die kontinuierliche Überwachung der Signalqualität und anderer physikalischer Parameter im PON. Dies umfasst die Erkennung von Fehlern wie Signalverlust oder Verzerrungen. Die gewonnenen Informationen werden verwendet, um Probleme frühzeitig zu erkennen und zu beheben, was die Netzwerkleistung verbessert. Mit PLOAM schlussendlich kann die Deaktivierung von ONUs mit fehlerhaftem Verhalten vorgenommen werden, z. B. bei nicht-standardkonformen Sendeverhalten.

2. Der passive Netzabschlusspunkt nach § 73 Abs. 1 S. 2 TKG

Ein Netzabschlusspunkt ist passiv, wenn an ihm dem Endnutzer der Zugang zum öffentlichen Telekommunikationsnetz gewährt wird, ohne dass das ankommende Signal vom Abschlusspunkt verstärkt oder von diesem eine Steuerungsfunktion auf Protokollebene ausgeübt wird. Modems sind keine passiven Einrichtungen, denn sie stellen die Transportsignalisierung zur Verfügung,

vgl. BT-Drs. 18/6280, S. 10.

Dies gilt auch für das ONT, das als Glasfasermodem arbeitet.

3. Entwicklung der geltenden Regelung des Netzabschlusspunktes

Im Jahre 2016 wurde nach längeren politischen Auseinandersetzungen die sogenannte Endgerätewahlfreiheit durch das „Gesetz zur Auswahl und zum Anschluss von Telekommunikationsendgeräten“ vom 23.01.2016, BGBl. I S. 106 (Nr. 4) mit Geltung ab dem 01.08.2016 eingeführt. Diese umfasste zwei Bestandteile. Einmal wurde in § 11 Abs. 3 des damals geltenden Gesetzes über Funkanlagen und Telekommunikationsendeinrichtungen (FTEG) jeder Betreiber öffentlicher Telekommunikationsnetze und jeder Anbieter öffentlich zugänglicher Telekommunikationsdienste verpflichtet, nicht den Anschluss von Geräten zu verweigern, die den Anforderungen der elektromagnetischen Verträglichkeit von Geräten genügen. Eine Trennung angeschlossener Geräte vom Netz war nur nach strengen Anforderungen nach § 11 Abs. 5 und 6 FTEG möglich. Damit war aber noch zu klären, wo das Netz des Anbieters endet und der Bereich der Endgeräte beginnt. Deshalb wurde zweitens in § 45d Abs. 1 Satz 2 des damals geltenden TKG festgelegt, dass der Netzabschlusspunkt, an dem der Zugang zu öffentlichen Telekommunikationsnetzen an festen Standorten zu gewähren ist, ein passiver Netzabschlusspunkt ist: „Dieser Zugang ist ein passiver Netzabschlusspunkt; das öffentliche Telekommunikationsnetz endet am passiven Netzabschlusspunkt.“

Schwerpunkt der Diskussionen um die Endgerätewahlfreiheit war der Zugang zu Kabelnetzen gewesen, aber auch andere Arten von Telekommunikationsnetzen waren in der Diskussion berücksichtigt worden. Dabei ging es schon damals um die Bedeutung der Topologie von Netzen und jener Abschnitte in ihnen, in denen bestimmte Infrastrukturen zur Anbindung der Endnutzer von mehreren Endnutzern gemeinsam genutzt werden. Die Gesetzesbegründung kam zu dem Ergebnis, dass diese unterschiedlichen Bedingungen keine unterschiedliche Bestimmung des Netzabschlusspunktes rechtfertigen könnten:

Der Netzabschlusspunkt bildet die Trennlinie zwischen dem öffentlichen Telekommunikationsnetz und dem privaten, in der Funktionsherrschaft des Nutzers liegenden Netzes. Passive Netzabschlusspunkte sind z. B. der klassische TAE-Übergabepunkt oder Splitter, mit denen Signale innerhalb des Übertragungsmediums für besondere Leitungsmerkmale genutzt werden können. Modems sind keine passiven Endeinrichtungen, sie stellen aktiv über den gewählten Kommunikationsweg die Transportsignalisierung zur Verfügung. Mit der Änderung wird klargestellt, dass erst durch den Anschluss von funktionsfähigen Telekommunikationsendgeräten ein tatsächlicher Anschluss an das öffentlich zugängliche Telekommunikationsnetz erfolgt und Geräte, die hinter diesem passiven Netzabschlusspunkt betrieben werden, nicht Teil des öffentlich zugänglichen Telekommunikationsnetzes sind.

Die Forderung in der Definition nach § 3 Nr. 12a, dass in Netzen mit einer Vermittlung oder Leitwegebestimmung der Netzabschluss anhand einer bestimmten Netzadresse bezeichnet wird und dieser wiederum mit einer Nummer oder dem Namen des Teilnehmers verknüpft sein kann, steht mit der Forderung eines passiven Netzabschlusspunktes nicht im Widerspruch. Gemeint ist, dass der Netzabschlusspunkt hinter der letzten Leitwegebestimmung des Netzbetreibers liegen muss, mit der die mit der Nummer des Teilnehmers verknüpfte Endeinrichtung erreichbar ist. Eine weitere Wegeauswahl wird vom Netzbetreiber nicht mehr durchgeführt und somit ist der passive Netzabschlusspunkt auch einem bestimmten Teilnehmer zuordenbar. Unerheblich dabei ist, ob das Gerät, welches mit der Nummer oder Netzadresse angesprochen wird, in der Hoheit des Netzbetreibers oder des Endkunden liegt oder nicht erreichbar – weil beispielsweise ausgeschaltet – ist. Ebenfalls ohne Belang ist es, ob das Netz eine

Sternstruktur (bei Punkt-zu-Punkt-Verbindungen wie DSL) oder eine Baumstruktur (bei Punkt-zu-Mehrpunkt Verbindungen wie in Breitbandkabelnetzen) aufweist.

BT-Drs. 18/6280, S. 10.

Gesetz und Gesetzesbegründung war eine Stellungnahme des Bundesrates vorausgegangen, in der dieser um Prüfung der Aufnahme zusätzlicher Anforderungen an anzuschließende Endgeräte über die elektromagnetische Verträglichkeit hinaus in das FTEG bat, um die Kompatibilität der Endgeräte mit den unterschiedlichen Netztopologien in Deutschland sicherzustellen. Denn zahlreichen Stellungnahmen der Branchenverbände hätten erklärt, dass zusätzliche Aspekte der Sicherheit, der Netzintegrität, der Übertragungsqualität und der Funktionalität zu berücksichtigen seien, weil sonst die Erreichung vertraglich vereinbarter Datenraten und die Vermeidung von Störungen im Netz nicht sichergestellt werden könne. Weiter sollte hinsichtlich der Definition des Endpunktes öffentlicher Telekommunikationsnetze als passiver Netzabschlusspunkt in § 45d Abs. 1 Satz 2 TKG geprüft werden, ob dies bei FTTH-Netzen und Kabelnetzen angemessen sei. Denn in FTTH-Netzen setze erst das ONT die optischen Signale in elektrische Signale um, die dann über Ethernet-Anschlüsse an die Endgeräte des Endkunden übergeben würden. Der ONT gehöre als aktives Element noch zum Netz des Netzbetreibers. Auch in Kabelnetzen übernehme das Kabelmodem als aktives Netzabschlussgerät eine zentrale Rolle bei der Bereitstellung von Diensten, indem es den einzelnen Anschluss adressierbar mache.

Nach Prüfung dieser Fragen lehnte die Bundesregierung in ihrer Gegenäußerung eine Erweiterung der Vorgaben im FTEG ab. Denn es sei bereits in § 11 Abs. 1 FTEG geregelt, dass nur Geräte angeschlossen werden dürften, die dem „bestimmungsgemäßen Zweck“ entsprächen. Diese Vorgabe gelte auch für die Aspekte Sicherheit, Integrität und Funktionalität. Weiter habe der Betreiber nach § 11 Abs. 4 FTEG für den fachgerechten Anschluss der Telekommunikationsendeinrichtung zu sorgen. Zudem könne für störende Endgeräte ein Anschluss nach § 11 Abs. 5 FTEG (heute § 73 Abs. 5 TKG) verweigert werden. Es würden bereits jetzt verschiedenartige Telekommunikationsendgeräte am Markt angeboten, über die sich die Verbraucher informieren und über die die Anbieter ihre Kunden informieren könnten. Nur ein technologieneutraler Ansatz gewährleiste die europarechtlich vorgegebene Endgerätefreiheit zugunsten der Endnutzer.

Auch hinsichtlich des Netzabschlusspunktes seien keine Änderungen erforderlich. Denn erstens würden die Endgerätehersteller durch die Verpflichtung zur Veröffentlichung von Schnittstellenbeschreibungen in die Lage versetzt, passende Endgeräte insbesondere für neue Netztypen zu entwickeln. Zweitens werde mit dem Kriterium des passiven Netzabschlusspunktes verhindert, dass die Netzbetreiber die Schnittstelle als zu öffentlichen Netz gehörend in Endgeräte integrieren und damit den Zugangspunkt zum öffentlichen Telekommunikationsnetz beliebig bestimmen könnten mit dem Ergebnis, dass dem Endnutzer keine freie Geräteauswahl mehr gegeben wäre,

vgl. BT-Drs. 18/6280, S. 12 ff.

Die Regelungen von § 11 FTEG wurden im Jahre 2017 mit Außerkräfttreten des FTEG in § 41b TKG überführt.

Europarechtlich wurden unmittelbar geltende Regelungen zur Endgerätewahlfreiheit in Artikel 3 Abs. 1 der Verordnung (EU) 2015/2120 (TSM-VO) getroffen. Dieser gibt Endnutzern u. a. das Recht, über ihren Internetzugangsdienst Endgeräte ihrer Wahl zu nutzen.

Die Festlegung des Netzabschlusspunktes fand schließlich auch Eingang in den europäischen Kodex für elektronische Kommunikation (EKEK), Richtlinie (EU) 2018/1972. Dieser sieht in Art. 61 Abs. 7 vor, dass das Gremium Europäischer Regulierungsstellen für elektronische Kommunikation (GEREK) Leitlinien zur Bestimmung des Netzabschlusspunktes in den einzelnen Netztopologien erlässt, denen die nationalen Regulierungsbehörden bei ihrer Entscheidung über die Bestimmung des Netzabschlusspunktes jeweils weitestgehend Rechnung tragen müssen. Das GEREK veröffentlichte diese Leitlinien als „BEREC Guidelines on Common Approaches to the Identification of the Network Termination Point in different Network Topologies“, BoR 20 (46) am 05.03.2020, im Folgenden NTP-Leitlinien.

Um diese NTP-Leitlinien trotz der bereits erfolgten Festlegung des Netzabschlusspunktes in Deutschland berücksichtigen zu können, wurde bei der Übertragung der Regelungen zu Netzabschlusspunkt und Endgerätewahlfreiheit in § 73 des geltenden TKG in § 73 Abs. 2 TKG die Möglichkeit vorgesehen, dass die Bundesnetzagentur Ausnahmen vom gesetzlich festgelegten Netzabschlusspunkt durch eine Allgemeinverfügung vornehmen kann.

4. Antrag

Für Glasfasernetze in PON-Technik wurden bereits im Jahr 2019 Schwierigkeiten durch einen der beantragenden Industrieverbände vorgetragen. Nachdem er diese trotz mehrfachen Nachfragens der Bundesnetzagentur nicht mit praktischen Beispielen belegen konnte, riet er seinen Mitgliedunternehmen bereits 2021, Beschreibungen einer passiven Netzschnittstelle bei der Bundesnetzagentur einzureichen.

Mit Schreiben vom 03.06.2022 legten die Antragstellerinnen aus ihrer Sicht bestehende Probleme dar, die durch den gesetzlich vorgesehenen Zugang am passiven Netzabschlusspunkt entstünden, und forderten den Erlass einer Ausnahmeregelung nach § 73 Abs. 2 Satz 2 TKG. Nach Prüfung des Schreibens erbat die Bundesnetzagentur wie schon in der Vergangenheit die Übersendung dokumentierter konkreter Störungsbeispiele mit E-Mail vom 23.09.2022. Dies unterblieb.

Um zu einer ausreichenden Entscheidungsgrundlage für ein Verfahren nach § 73 Abs. 2 TKG zu gelangen, führte die Bundesnetzagentur am 24.02.2023 eine Besprechung mit Repräsentanten der Antragstellerinnen bzw. ihrer Mitgliedsunternehmen durch. Dabei wurde die Sichtweise der Antragstellerinnen erörtert und von der Bundesnetzagentur der bei ihr fortbestehende Informationsbedarf dargestellt.

Unter dem 02.06.2023 reichten die Antragstellerinnen zu 1. bis 5. einen weiteren Schriftsatz ein, der mit einem darin angekündigten Schreiben der Deutschen Glasfaser Holding GmbH vom 16.06.2023 um dokumentierte Beispiele für tatsächlich eingetretene Störungsfälle ergänzt wurde.

Mit Schreiben vom 05.06.2023 machte sich die Antragstellerin zu 6. das Vorbringen der Antragstellerinnen zu 1. bis 5. zu eigen und schloss sich deren Anträgen an.

Die Antragstellerinnen begründen die von Ihnen begehrte Ausnahme von der durch § 73 Abs. 1 TKG vorgegebenen Zugangsgewährung am passiven Netzabschlusspunkt mit der von anderen Netzen verschiedenen Netztopologie von PON und ihren Auswirkungen.

Die VDSL-Netze oder Punkt-zu-Punkt-Glasfasernetze zeigen eine Point-to-Point-Struktur. Zwischen dem letzten Verteilerknoten (Hauptverteiler oder Kabelverzweiger) und dem Anschluss des Endkunden führe immer eine Leitung, die ausschließlich für die Anbindung und Signalübertragung zu diesem Endkunden genutzt werde. Im Anschlussnetz bestehe deshalb immer eine 1:1-Beziehung zwischen dem Anschluss des Endkunden und dem nächsten Netzelement (Digital Subscriber Line Access Multiplexer, DSLAM). Jeder Endkunde habe eine eigene, exklusive Leitung, auf welcher der für ihn bestimmte Verkehr übertragen werde.

In PON-Topologien würde dagegen eine Point-to-Multipoint-Architektur verwirklicht. Vom – nach den gegenwärtigen rechtlichen Vorgaben letzten – aktiven Netzelement, dem Optical Line Terminal (OLT), würden identische Signale an alle über einzelne Glasfasern angeschlossenen Endnutzer an diese ausgesendet. Alle Endkunden, die am OLT über einen Port angebunden sind, teilen sich deshalb das Anschlussnetz als „shared medium“. Dies bedeute, dass im Downstream alle Endkunden eines Segments die gleichen Signale erhalten. Die Endgeräte entscheiden, welche Signale beim jeweiligen Endkunden sichtbar werden, während im Upstream vom OLT zum OLT eine zwischen OLT und OLT ausgehandelte Ressourcenaufteilung für die Inanspruchnahme der Transportkapazitäten erfolgen müsse. Diese Aufteilung erfolge als zeitliche Aufteilung in Form von Zeitschlitzten, in denen ein OLT Lichtsignale zum OLT senden kann. Das OLT übernehme dann im Upstream ins Netz das Multiplexing der ankommenden Signale der einzelnen OLT.

Die Herstellung einer individuellen Kommunikationsbeziehung und Adressierung lasse sich in PON deshalb nicht auf die gleiche physisch-passive Weise erreichen wie bei Point-to-Point-Netzen. Für den jeweiligen Endnutzer müsse eine Filterung eingehender Signale vorgenommen werden. Diese Aufgabe übernehmen in PON die adressierbaren Einheiten der Optical Network Termination (ONT). In diesem würden der optische Signalstrom in elektrische Signale umgesetzt und die für den Endnutzer bestimmten Daten für diesem bereitgestellt und über eine standardisierte Schnittstelle, typischerweise einen Ethernet-Ausgang (RJ-45-Port) ausgegeben. Deshalb seien die ONT die letzten (netzinternen) adressierbaren Netzelemente und die einzigen, an denen sich die individuelle Kommunikationsbeziehung des Netzbetreibers zu einem Endkunden festmachen lasse. Erst hinter dem ONT befinde sich der Router, der den für den jeweiligen Endnutzer bestimmten Datenstrom weiter an dessen Endgeräte (PC, Telefon, Fernseher) weiter verteile.

Im PON bekomme nur der Router eine eigene IP-Adresse zugewiesen. Das ONT erhalte keine IP-Adresse und bleibe damit aus Sicht des Internetdienstes unsichtbar. Es werde nur vom Netz selbst über eine Seriennummer adressiert. Damit sei es Bestandteil des Übertragungsweges zum Endkunden und liege nicht in dessen Heimnetz. Aus Art. 2 Nr. 9 EKEK und § 3 Nr. 32 TKG folge aber, dass zu den Aufgaben des Telekommunikationsnetzwerks immer auch die Adressierung des Endnutzers und die Herstellung der individuellen Kommunikationsbeziehung gehöre. Darum müsse die netzwerkspezifische Aufgabe der Adressierung individueller Endkunden in Point-to-Multipoint-Netzen nicht am Beginn des Anschlussnetzes, sondern in größtmöglicher Nähe zum Endkunden durch aktive Zuordnung der eingehenden Signale eines Netzabschlussgerätes erbracht werden. Es sei also nicht das Anschlussnetz, bzw. das davor geschaltete Netzelement (DSLAM usw.), das die Daten anschlusspezifisch verteile, sondern ein nach dem Anschlussnetz gelagertes Netzelement, hier das ONT.

In einem Point-to-Point-Netz lasse sich eine ungestörte Übertragung ohne Weiteres auf einer zeitlich durchgängig verfügbaren Ressource wie einer Kupfer- oder Glasfaserleitung abbilden. VDSL-Netze würden hierzu dedizierte Frequenzbereiche nutzen. Aktive Glasfasernetze

(Active Optical Networks, AON) nutzen eigene Wellenlängen. In Point-to-Multipoint-Netzen, deren Vorteile darin liege, physische Ressourcen nicht exklusiv zu nutzen, um die statistische Auslastung zu erhöhen und die Wirtschaftlichkeit zu optimieren, müsse ein anderer Mechanismus eingesetzt werden. Dieser bestehe in einem Zeitmultiplex, durch den jedem Endkunden dezidierte Zeitschlitz für seine Sendeeinrichtung zur Verfügung stehen. Diese müssten flexibel ausgehandelt werden und seien sehr genau einzuhalten, damit keine gegenseitige Beeinflussung der Kundengeräte erfolge. Point-to-Multipoint-Netzwerke müssten mit der Aushandlung der Zeitschlitz auch für den Upstream eine zusätzliche, aktive Aufgabe wahrnehmen und einen entsprechenden Kommunikationskanal implementieren. Diese Aufgabe müsse nutzerindividuell erbracht werden und zwar im physischen Leitungsabschnitt, die einem Endnutzer exklusiv zugeordnet werden könne.

Dies geschehe im ONT. Dieser könne in den Räumen des Endnutzers entweder als separates Gerät mit eigener Stromversorgung installiert sein, was bisher die häufigste Variante gewesen sei, oder in ein Gerät integriert sein, das weitere Funktionen, etwa Router und WLAN, enthalte. Solche integrierten Geräte, die in DSL, VDSL und Kabelnetzen heute Standard seien, würden nun auch für PON-Glasfasernetze vermehrt angeboten.

Für eine störungsfreie und der vertraglich vereinbarten Qualität entsprechende Erbringung von Telekommunikationsdiensten sei wegen dieser Besonderheiten von PON eine hohe Interoperabilität zwischen OLT und ONT erforderlich. Dieses Erfordernis treffe aber auf technisch stark unterschiedliche Netze, für die nicht mit einer einfachen und störungsfreien Versorgung mit passenden Endgeräten zu rechnen sei. Darum müsse der ONT dem Netz des Anbieters und nicht dem Bereich des Endnutzers zugeordnet werden. Der von § 73 Abs. 1 Satz 2 TKG vorgegebene passive Netzabschlusspunkt entspreche nicht den technischen Erfordernissen, so dass eine Ausnahme von ihm zu machen sei.

Die Antragstellerinnen beantragen,

1. festzustellen, dass in Passiven Optischen Netzen (PON) der Netzabschluss nach dem ONT und vor einem Router o. ä. zu verorten ist;
2. hilfsweise festzustellen, dass in Passiven Optischen Netzen (PON) der Netzabschluss in Anwendung des § 73 Abs. 2 TKG ausnahmsweise nach dem ONT und vor einem Router o. ä. zu verorten ist sowie
3. höchst hilfsweise festzustellen, dass in Passiven Optischen Netzen (PON) diejenigen Geräte zum Telekommunikationsnetz gehören, welche vor dem – aus Netzsicht – ersten für den Internetzugangsdienst (per IP-Adresse) adressier- und identifizierbaren Gerät liegen.

Aus Gründen der besseren Nachvollziehbarkeit wird das weitere Vorbringen der Antragstellerinnen sowie der anderen Stellung nehmenden Unternehmen und Vereinigungen bei den einzelnen Prüfpunkten wiedergegeben.

II.

Die Bundesnetzagentur lehnt mit dieser Entscheidung die Zulassung einer Ausnahme vom in § 73 Abs. 1 Satz 2 TKG festgelegten passiven Netzabschlusspunkt für Punkt-zu-Mehrpunkt-Glasfasernetze ab. Die Entscheidung beruht auf § 73 Abs. 2 TKG.

1. Verfahren

Die Bundesnetzagentur ist für Entscheidung nach § 73 Abs. 2 TKG über Ausnahmen vom Zugang zum Netz am passiven Netzabschlusspunkt zuständig.

Nach § 73 Abs. 2 Satz 3 TKG gibt die Bundesnetzagentur den betroffenen Unternehmen, Fachkreisen und Verbraucherverbänden vor Erlass der Allgemeinverfügung Gelegenheit zur Stellungnahme.

Die betroffenen Kreise wurden mit Mitteilung 118/2023 im Amtsblatt 13/2023 vom 12.07.2023 über die Veröffentlichung des eingegangenen Antrages auf den Internetseiten der Bundesnetzagentur, die Einleitung eines Verfahrens nach § 73 Abs. 2 TKG und die Gelegenheit zur Stellungnahme bis zum 15.09.2023 informiert. Daraufhin sind 19 Stellungnahmen eingegangen. Diese Stellungnahmen wurden am 08.11.2023 auf den Internetseiten der Bundesnetzagentur veröffentlicht und auf die Veröffentlichung mit Mitteilung 204/2023 vom 08.11.2023 hingewiesen. Zu den eingegangenen Stellungnahmen wurde ihrerseits Gelegenheit zur Stellungnahme bis zum 06.12.2023 gegeben. Daraufhin sind Stellungnahmen von fünf Organisationen eingegangen. Auf die Veröffentlichung einer noch nicht veröffentlichten Stellungnahme der Deutschen Telekom AG auf den Internetseiten der Bundesnetzagentur wurde im Amtsblatt 5/2024 vom 06.03.2024 mit Mitteilung 117/2024 hingewiesen und hierzu Gelegenheit zur Stellungnahme bis zum 22.03.2024 gegeben.

Die AVM Audiovisuelles Marketing und Computersysteme GmbH (AVM), die LANCOM Systems GmbH schlossen sich dem Vorbringen des Verbunds der Telekommunikations-Endgerätehersteller (VTKE) an.

Der Entwurf dieser Entscheidung wurde am 24.07.2024 auf den Internetseiten der Bundesnetzagentur veröffentlicht und auf die Veröffentlichung mit Mitteilung 310/2024 im Amtsblatt Nr. 14 vom 24.07.2024 hingewiesen. Mit dem Entscheidungsentwurf wurden weitere bisher nicht veröffentlichte Stellungnahmen zum Verfahren veröffentlicht. Zum Entscheidungsentwurf wurde Gelegenheit zur Stellungnahme bis zum 26.08.2024 gegeben. Hierzu sind 4 Stellungnahmen eingegangen.

Die im Telekommunikationsbereich tätigen Beschlusskammern und Abteilungen sind über die beabsichtigte Entscheidung informiert worden und hatten Gelegenheit zur Stellungnahme.

Die Antragstellerinnen sehen den Grundsatz der Gewährung rechtlichen Gehörs als verletzt an, weil nicht alle Stellungnahmen veröffentlicht worden seien.

Die Stellungnahmen aus der zweiten Beteiligungsrunde hatten bereits Eingang in den zur Kenntnis gegebenen Entscheidungsentwurf gefunden, so dass Gelegenheit bestand, auf deren Inhalt zu reagieren. Unabhängig davon wurden die Stellungnahmen aus der zweiten Beteiligungsrunde zwischenzeitlich auch veröffentlicht.

2. Anwendung der Leitlinien des GEREK zur Bestimmung des Netzabschlusspunktes

Nach § 73 Abs. 2 TKG sind bei der Entscheidung über Ausnahmen vom Grundsatz der Zugangsgewährung am passiven Netzabschlusspunkt die nach Art. 61 Abs. 7 der Richtlinie

1972/2018 erlassenen NTP-Leitlinien des GEREK (BEREC Guidelines on Common Approaches to the Identification of the Network Termination Point in different Network Topologies, BoR 20 (46) vom 5. März 2020) weitestmöglich zu berücksichtigen.

Die Antragstellerinnen halten die Beibehaltung der gesetzlichen Regelung für nicht richtig und haben in Reaktion auf den Entscheidungsentwurf beklagt, dass der Beschluss den Eindruck erwecke, eine bereits getroffene Entscheidung nur noch nachträglich zu begründen.

Der VTKE hat dagegen die Beibehaltung der gesetzlichen Regelung begrüßt und stimmt ihrer Begründung zu. Die vergangenen acht Jahre seit Einführung des Zugangs am passiven Netzabschlusspunkt hätte gezeigt, dass dieser technisch und praktisch für Kabel- und DSL- wie für PON-Netze umsetzbar sei und die Grundlage für eine erweiterte Wahlfreiheit der Endnutzer bilde.

Der Eindruck der Antragstellerinnen mag darauf beruhen, dass das Verfahren nach § 73 Abs. 2 TKG so ausgestaltet ist, dass die Gestattung einer Ausnahme von einer gesetzlichen Regelung geprüft werden soll. Dies bringt es mit sich, dass die Darlegung des Für und Wider auf eine bereits getroffene gesetzliche Grundentscheidung ausgerichtet ist. Diese Ausgestaltung des § 73 Abs. 2 TKG stimmt mit der Struktur der GEREK-Leitlinien überein, die für die Verlagerung des Netzabschlusspunktes von Punkt A zu einem aktiven Netzabschlusspunkt die Feststellung einer objektiven technischen Notwendigkeit fordert. Hieraus mag sich der Eindruck einer Voreingenommenheit ergeben. Er mag sich auch daraus ergeben, dass das Ziel des Antrages in der Abänderung eines vorgegebenen Netzabschlusspunktes für PON liegt, der von mehreren Netzbetreibern in ihren Netzen erfolgreich umgesetzt wird. Dazu gehört das Netz der Deutschen Telekom AG, in dem regulierte PON-Vorleistungsprodukte über einen passiven Netzabschlusspunkt erbracht werden, ohne dass dies zu den negativen Erfahrungen geführt hätte, die nach der Darstellung im Antrag als zwingend zu erwarten gewesen wären. Im zugehörigen Standardangebotsverfahren BK3d-22/018 zu glasfaserbasierten Vorleistungsprodukten (Fiber Broadband) der Telekom Deutschland GmbH haben die antragstellenden Verbände ihre Befürchtungen nicht thematisiert. Angesichts einer solchen Marktwirklichkeit kann sich sicher der Eindruck einer Tendenz zu einer Verneinung einer objektiven Notwendigkeit für die Verlagerung zu einem aktiven Netzabschluss für PON ergeben.

Aus diesen Umständen ergibt sich allerdings nicht, dass die Bundesnetzagentur in diesem Verfahren eine Beweislastentscheidung gegen die Verlagerung des Netzabschlusspunktes bei PON getroffen hätte. Sie hat sich nicht darauf zurückgezogen, dass die Notwendigkeit für eine Verlagerung nicht belegt worden sei, sondern hat alle Punkte dahin bewertet, dass eine objektive Notwendigkeit dafür nicht gegeben ist und dass, soweit hierzu Abschätzungen von Risiken und überwiegenden Wahrscheinlichkeiten gehören, diese gegen das Vorliegen einer objektiven technischen Notwendigkeit sprechen.

a) Die typischen Netzabschlusspunkte der NTP-Leitlinien

Die NTP-Leitlinien unterscheiden drei Punkte, an denen typischerweise dem Endnutzer der Zugang zum öffentlichen Telekommunikationsnetz bereitgestellt wird:

Punkt A befindet sich am Ausgang des zum Kunden führenden Übertragungsmediums (etwa Kupfer- oder Glasfaser-Teilnehmeranschlussleitung), an dem der Kunde die Trägerfrequenz mit aufmoduliertem Signal übergeben wird, und vor jeder Komponente, die diese durch Demodulierung wieder in digitale Informationen umsetzt, wie es etwa ein Modem tut. Er wird deshalb auch als passiver Netzabschluss bezeichnet.

Punkt B befindet sich am Ausgang eines Modems. Hier gehört die Demodulierung in einer aktiven Komponente noch zum öffentlichen Telekommunikationsnetz. Daneben kann diese aktive Komponente noch weitere auf das öffentliche telekommunikationsnetz bezogene Funktionen enthalten. Das ONT setzt die über die Glasfaser empfangenen optischen Signale wieder in digitale Signale um, die es über einen Ethernet-Ausgang dem Endnutzer bereitstellt.

Punkt C schließlich befindet sich am Ausgang eines Routers. Der Router bewirkt die Übermittlung spezifischer Datenströme an bestimmte Endgeräte des Endnutzers und steuert damit auch das Heimnetz in den Räumen des Endnutzers.

Vor dem Hintergrund des gestellten Antrages beschränken sich die folgenden Erörterungen auf die Bestimmung des Netzabschlusspunktes als Punkt A oder B. Für eine Befassung mit einer Positionierung auf Punkt C gibt es auch unabhängig vom Antrag keine Anhaltspunkte.

b) Vereinbarkeit der jeweiligen Bestimmung des Netzabschlusspunktes mit den gesetzlichen Bestimmungen.

Die Bestimmung des Netzabschlusspunktes muss mit den gesetzlichen Vorgaben vereinbar sein. Hierauf weist Ziffer 3.1 der NTP-Leitlinien ausdrücklich hin. Die Bestimmung des ONT als Netzabschlusspunkt für PON ist nicht schon deshalb geboten, weil sie aus dessen Definition in § 3 Nr. 32 TKG folgen würde. Sie wäre aber mit ihm vereinbar.

aa) Definition Netzabschlusspunkt in § 3 Nr. 32 TKG und Netztopologie.

(1) Vorbringen

Nach § 3 Nr. 32 TKG ist der „Netzabschlusspunkt der physische Punkt, an dem einem Endnutzer der Zugang zu einem öffentlichen Telekommunikationsnetz bereitgestellt wird; in Netzen, in denen eine Vermittlung oder Leitwegebestimmung erfolgt, wird der Netzabschlusspunkt anhand einer bestimmten Netzadresse bezeichnet, die mit der Nummer oder dem Namen eines Endnutzers verknüpft sein kann.“ Hieraus haben die Antragstellerinnen geschlossen, dass in einem Netz mit geteilter Infrastruktur nur der ONT als Netzabschlusspunkt in Frage komme. Denn hier bekomme nur der Router eine eigene IP-Adresse zugewiesen. Das ONT erhalte keine IP-Adresse und bleibe damit aus Sicht des Internetdienstes unsichtbar. Es werde nur vom Netz selbst über eine Seriennummer adressiert. Damit sei es Bestandteil des Übertragungsweges zum Endkunden und liege nicht in dessen Heimnetz. Aus Art. 2 Nr. 9 der Richtlinie 2018/1972/EU und § 3 Nr. 32 TKG folge aber, dass zu den Aufgaben des Telekommunikationsnetzwerks immer auch die Adressierung des Endnutzers und die Herstellung der individuellen Kommunikationsbeziehung gehöre. Darum müsse die netzwerkspezifische Aufgabe der Adressierung individueller Endkunden in Point-to-Multipoint-Netzen nicht am Beginn des Anschlussnetzes, sondern in größtmöglicher Nähe zum Endkunden durch aktive Zuordnung der eingehenden Signale eines Netzabschlussgerätes erbracht werden. Es sei also nicht das

Anschlussnetz, bzw. das davor geschaltete Netzelement (DSLAM usw.), das die Daten anschlusspezifisch verteilt, sondern ein nach dem Anschlussnetz gelagertes Netzelement (ONT usw.)

Der VTKE und die Glasfaser Plus GmbH haben demgegenüber vorgetragen, dass nur ein passiver Netzabschlusspunkt (Punkt A) den rechtlichen Vorgaben genügen könne. Hierbei stützen sie sich im Wesentlichen darauf, dass erstens nur bei einem passiven Netzabschlusspunkt die maximale Wahlfreiheit des Endnutzers hinsichtlich der vom ihm genutzten Endgeräte möglich sei und nur so der freie Endgerätemarkt erreicht werden könne, den die Richtlinie 2008/63/EG anstrebe. Weiter sei nicht ausreichend bestimmt, was unter einem Netzabschluss an Punkt B zu verstehen sei. Dieser sei weder gesetzlich bestimmt noch ausreichend standardisiert. So dass es denkbar wäre, am Punkt B dienstspezifische Ausgänge (für Telefon, Internet u. s. w.) bereitzustellen, die dann aber Zugang zu Diensten und nicht zu einem Netz gewähren würden. Nur ein passiver Netzabschlusspunkt sei darum mit den gesetzlichen Vorgaben vereinbar.

Auch aus Sicht des Bundesverbandes Sicherheitstechnik e.V. (BHE) sei jedes Gerät hinter dem passiven Netzabschlusspunkt ein privates Endgerät gemäß § 73 Abs. 1 TKG und den NTP-Leitlinien des GEREK und dieser damit wesentliche Grundlage für die freie Endgeräte-Wahl. Diese Wahlfreiheit, die vom Router bis zum Glasfaser-Übertragungskabel reiche, habe die Rahmenbedingungen für mittelständische deutsche und europäische Unternehmen geschaffen, hochwertige Netzzugangstechnik zu entwickeln und zu vermarkten. Diese Wahlfreiheit habe es erlaubt effiziente Alarm- und Notfallmeldesysteme durch die BHE-Mitgliedsunternehmen erfolgreich zu entwickeln und im Kundenauftrag zu installieren.

(2) Bewertung

Die Notwendigkeit, den Netzabschlusspunkt in PON-Glasfasernetzen an den Punkt B zu legen, ergibt sich entgegen dem Vortrag der Antragstellerinnen nicht schon daraus, dass die gesetzliche Definition die Identifizierbarkeit des Netzabschlusspunktes mit einer Netzadresse vorsieht. Denn wie die NTP-Leitlinien hierzu ausführen, ergibt sich aus dieser Anforderung noch nicht, wie und wo diese Adresse technisch eingerichtet ist. Diese könne auch am Anfang des Leitweges zum Endnutzer oder auch hinter dem Netzabschlusspunkt in einem Telekommunikationsendgerät (etwa als statische oder dynamische IP-Adresse) eingerichtet sein. In Netzen mit gemeinsam genutzten Medien wie etwa einem PON-Glasfasernetz oder einem Kabelfernsehtz erfolge außerdem auf der letzten Strecke zum Endnutzer überhaupt keine Leitweglenkung mehr, so dass das Netz gar keine klare Zuordnung zwischen einer Netzadresse und einem bestimmten physischen Punkt vornehmen könne,

vgl. NTP-Leitlinien, Rz. 21 f.

Eine Adressierbarkeit eines über eine passive Schnittstelle angeschlossenen Gerätes ist weiter z. B. über Herstellerkennung, Gerätetyp und Seriennummer, ggf. auch Media-Access-Control (MAC)-Adresse möglich. Die Möglichkeit zur Identifikation gilt auch für den Endkunden. Die „Adressierung“ der für einen Endnutzer bestimmten Daten erfolgt nicht durch ihre zielgerichtete Zuführung, sondern durch ihre Entschlüsselung beim bestimmungsgemäßen Endnutzer, was ihm gleichzeitig den Zugang zu den Daten verwehrt, die physikalisch an seinem Anschluss anlanden, aber für die er keinen Schlüssel besitzt.

Die Antragstellerinnen bemängeln an dieser Bewertung, dass sich die Bundesnetzagentur nicht ausreichend mit ihrer rechtlichen Argumentation auseinandergesetzt habe, wonach der ONT zwar ein aktives Gerät sei, der LAN-Ausgang an sich aber passiv sei. Denn der typischerweise als Ethernet-Schnittstelle ausgestaltete Ausgang des ONT habe keine Steuerungsfunktion auf Protokollebene, übe keine Verstärkerfunktion aus und habe keine eigene Stromaufnahme. Die rechtliche Bewertung in den GEREK-Leitlinien und die Auffassung des nationalen Gesetzgebers seien hier keine ausreichenden Argumente.

Die Auffassung, dass der LAN-Ausgang passiv und der ONT deshalb als passiver Netzabschluss angesehen werden könnte, widerspricht der gesamten oben dargestellten Diskussion der Frage des passiven Netzabschlusspunktes seit Einführung der Endgerätewahlfreiheit und der Pflicht zur Zugangsgewährung am passiven Netzabschlusspunkt. Nach dieser Auffassung könnte es überhaupt keine passiven Netzabschlusspunkte geben, weil jedes aktive Gerät über eine in diesem Sinne „passive“ Schnittstelle nach außen verfügt, über die das im aktiven Gerät erzeugte Signal übergeben wird. Das über die Ethernet-Schnittstelle übergebene Signal wird jedoch im ONT überhaupt erst erzeugt, wozu auch eine eigene Stromaufnahme erforderlich ist. Die Ethernet-Schnittstelle kann hiervon nicht abgetrennt werden. Mit dem Argument der Antragstellerinnen wird zudem die Unterscheidung zwischen Punkt B (Ausgang des Modems) und Punkt C (Ausgang des Routers) verwischt, denn auch hier könnte der Ausgang dann als „passiver“ gelesen werden.

Die Antragstellerinnen bemängeln weiter, dass sich die Bundesnetzagentur unzureichend mit ihrer Auffassung auseinandersetze, dass die Adressierungsfunktion innerhalb der Leitwegbestimmung dadurch erfolge, dass im Modem und das heißt im ONT die Entscheidung über die Verwerfung von „Datenpaketen“ oder ihre Weiterleitung ins Heimnetz des Endnutzers getroffen werde. Anders sei in Punkt-zu-Mehrpunktnetzen die Adressierung des Endnutzers nicht möglich. Zudem werde nur so sichergestellt, dass der Punkt, an dem das öffentliche Netz endet, und der Punkt, an welchem dem Endnutzer der für ihn bestimmte Telekommunikationsdienst bereitgestellt wird, zusammenfallen. Es sei nicht nachvollziehbar, dass der Netzbetreiber bzw. Dienstanbieter für die Erbringung eines Dienstes an einem Punkt verantwortlich ist, der nicht seinem Einfluss unterliege. Der Ausgang des ONT müsse deshalb als passiver Netzabschlusspunkt gewertet werden.

Der von den Antragstellerinnen benutzte Begriff „Datenpakete“ ist in diesem Zusammenhang missverständlich, da es sich bei der Übertragung zwischen OLT und ONT um eine Rahmenstruktur (OSI-Schicht 2 Link-Layer, Frame) handelt. Ein Frame stellt in diesem Zusammenhang einen Informationscontainer dar.

Wie die Antragstellerinnen selbst zugeben, hätte ihre Wertung der Weitergabe der Informationscontainer ins Heimnetz als Leitweglenkung die Folge, dass in sämtlichen Punkt-zu-Mehrpunktnetzen bzw. Shared-Media-Netzen der Netzabschlusspunkt nur hinter dem Modem liegen könnte. Damit wäre auch in Breitbandkabel- und Mobilfunknetzen der Netzabschlusspunkt an den Ausgang des Modems zu legen, obwohl hier der passive Netzabschlusspunkt unstreitig gängige und bewährte Praxis ist. Diese Deutung der Leitwegbestimmung widerspricht der Begriffsbestimmung des Netzabschlusspunktes, denn diese weist bereits darauf hin, dass es neben Netzen, in denen ein Routing bzw. eine Leitwegbestimmung erfolgt, auch andere Netze geben muss, in denen eine Leitwegbestimmung nicht erfolgt. Nach der Logik des Vortrages der Antragstellerinnen, in der Entscheidung über die Weitergabe oder Nichtweitergabe von Informationscontainern

eine Leitwegbestimmung zu sehen, gäbe es Netze ohne Leitwegbestimmung nicht. Die Antragstellerinnen übersehen, dass wie bereits dargestellt im letzten Segment von P2MP-Netzen überhaupt kein Routing (OSI-Schicht 3) mehr erfolgt, sondern die Informationscontainer rundfunkartig an alle angeschlossenen Endnutzer übertragen werden.

Liegt das Signal mit den für mehrere Nutzer bestimmten Informationscontainern am ONT an, so ist es erstmal eine Formulierungsfrage, ob man von einer Weitergabe oder von einer Annahme in bzw. durch das Heimnetz für den spezifischen Endnutzer sprechen will.

Fest steht, dass der für den Endnutzer bestimmte Informationscontainer durch die GEM-Port-ID als für den jeweiligen Empfänger bestimmt gekennzeichnet ist und diese Bestimmung durch die Verschlüsselung des Datenverkehrs gegen den unbefugten Zugriff Dritter abgesichert ist.

Die Entnahme der für den jeweiligen Endnutzer bestimmten Daten aus der Gesamtheit der an mehrere Nutzer versendeten Informationscontainer und ihre Entschlüsselung sind keine Aufgaben, die nur dem öffentlichen Telekommunikationsnetz zugewiesen werden müssen.

Hier genügt es, dass der ONT dem OLT als Partner für den Schlüsselaustausch zur Verfügung steht, wie dies in vergleichbarer Weise in anderen Punkt-zu-Mehrpunktnetzen der Fall ist.

Die Entschlüsselung der Daten selbst ist nicht dem Routing auf der Vermittlungsschicht (Schicht 3 des OSI-Schichtenmodells) zuzuordnen.

Bei einem passiven Netzabschlusspunkt in der hier vertretenen Form hat der jeweilige Anbieter/Netzbetreiber mit der Einspeisung der Informationscontainer in das letzte Segment des Netzes auch seine Pflichten erfüllt, er ist bei einem passiven Netzabschlusspunkt nicht für das ONT mit seiner Modemfunktion verantwortlich.

Ihm wird also keine Verantwortlichkeit für eine nicht seiner Hoheit unterliegende Infrastruktur auferlegt. Eine Adressierbarkeit des Gerätes (ONT) ist zudem z.B. über Herstellerkennung, Gerätetyp und Seriennummer (ggf. auch MAC-Adresse) möglich.

Es ist darum nicht schon aus rechtlichen Gründen geboten, als Netzabschlusspunkt für PON den Punkt B zu bestimmen. Allerdings schließt die gesetzliche Definition des Netzabschlusspunktes eine solche Bestimmung auch nicht aus.

Der Vortrag des VTKE übersieht dagegen, dass nach seiner Lesart die Gewährung von Ausnahmen nach § 73 Abs. 2 TKG bzw. die Festlegung des Netzabschlusspunktes je nach Netztopologie nach Art. 61 Abs. 7 der Richtlinie 2018/1972/EU überhaupt keinen Gegenstand haben könnte, wenn das Ergebnis durch andere Rechtsvorschriften immer schon vorgegeben wäre. Außerdem würde die Bereitstellung von dienstspezifischen Netzausgängen immer bedeuten, dass diesen eine Routingfunktion vorgelagert sein müsste, wodurch es sich um eine Zugangsgewährung nicht an Punkt B, sondern Punkt C handeln würde.

bb) Netzabschlusspunkt und Definition der Teilnehmeranschlussleitung in § 3 Nr. 58 TKG

Der ONT ist auch nicht schon durch die Definition des Teilnehmeranschlusses als Netzabschlusspunkt für PON vorgegeben. Nach § 3 Nr. 58 TKG ist der Teilnehmeranschluss „der physische von Signalen benutzte Verbindungspfad, mit dem der Netzabschlusspunkt mit

einem Verteilerknoten oder mit einer gleichwertigen Einrichtung in festen öffentlichen Telekommunikationsnetzen verbunden wird.“ Der vom OLT als Verteilerknoten ausgehende Verbindungspfad kann sowohl an einem passiven Netzabschlusspunkt als auch an einem ONT enden. Die Festlegung der Bundesnetzagentur für den Markt für den auf der Vorleistungsebene an festen Standorten lokal bereitgestellten Zugang spricht dementsprechend auch beide Möglichkeiten (TAE bzw. ONU) an,

vgl. Festlegung BK1-19-001 vom 11.10.2019, S. 21.

cc) Netzabschlusspunkt und Art.3 Abs. 1 der Verordnung (EU) 2015/2120 (TSM-VO)

Hinsichtlich von Internetzugangsdiensten bestimmt Art. 3 Abs. 1 TSM-VO, dass Endnutzer das Recht haben, Telekommunikationsendgeräte ihrer Wahl zu verwenden. Auch hier hängt die Bestimmung, was als Telekommunikationsendgeräte anzusehen ist, von der Bestimmung des Netzabschlusspunktes ab. Hierzu bestimmen die GEREK-Leitlinien zur Netzneutralität, dass dann, wenn ein Internet-Serviceprovider Geräte bereitstellt, die von seinen Endnutzern verpflichtend zu verwenden sind, für die Verpflichtung zur Nutzung dieser Geräte eine objektive technische Notwendigkeit bestehen muss. Ohne eine solche objektive technische Notwendigkeit sei die Pflicht zur Nutzung bestimmter Geräte nicht mit der TSM-VO zu vereinbaren,

vgl. BEREC Guidelines on the Implementation of the Open Internet Regulation, BoR 22 (81), Ziff. 27 sowie vorher BEREC Guidelines on the Implementation by National Regulators of European Net Neutrality Rules, BoR 16 (27), Ziff.27.

Daraus folgt, dass Art. 3 Abs. 1 TSM-VO nicht schon eine Positionierung des Netzabschlusspunktes an einem bestimmten Punkt ohne Prüfung ihrer objektiven technischen Notwendigkeit festlegt.

c) Auswirkungen der Bestimmung des Netzabschlusspunktes auf den Endgerätemarkt

Nach Ziffer 3.2 der NTP-Guidelines sind bei der Festlegung des Netzabschlusspunktes dessen Auswirkungen auf den Endgerätemarkt zu betrachten. Würde der Netzabschlusspunkt auf Punkt A gelegt, so seien Modems und Router Teil des freien Endgerätemarktes. Dieser habe dann eine große Anzahl von Teilnehmern, nämlich die Endnutzer und auch Netzbetreiber, die ihren Endnutzern nicht obligatorische Endgeräte anbieten wollten.

Die große Anzahl an Kunden werde unterschiedliche Bedürfnisse haben, und Gerätehersteller würden in Reaktion hierauf an diese Bedürfnisse angepasste Geräte anbieten. Dies werde Innovation und Wettbewerb antreiben und den Endkunden ermöglichen, für ihre Bedürfnisse passende Endgeräte zu erwerben. Treiber von Innovationen wären hier auch die Netzbetreiber, die ein Interesse daran hätten, ihre Endnutzer zum Erwerb der von ihnen vertriebenen und ihnen bekannter Geräte zu bewegen, um den Anschluss von ihnen unbekannteren Geräten an ihrem Netz zu vermeiden. Der positive Effekt von Wettbewerb bemisst sich damit nicht alleine nach dem Anteil nicht vom Netzbetreiber erworbener Geräte, sondern auch in dem Druck potentiellen Wettbewerbes, der durch die Bestreitbarkeit des Endgerätemarktes entsteht.

Ein großer und offener Markt sollte schließlich für eine geringere Abhängigkeit der Gerätehersteller von wenigen Nachfragern.

Die Positionierung des Netzabschlusspunktes an Punkt B reduziert diese Vorteile auf die Komponenten außerhalb des Modems. Bevorzugen die Endnutzer dann Geräte, in denen Modem und Router integriert sind, entsprechen die wettbewerblichen Auswirkungen einer Positionierung an Punkt C. In diesem Falle wären Modem, Router und Geräte mit vergleichbarer Funktion nicht mehr Teil des freien Endgerätemarktes. Stattdessen würde das Angebot durch die Netzbetreiber bestimmt, die ihren Kunden eine geringere Angebotsvielfalt bieten würden, was für eine geringere Innovation und Anpassung an die Kundenbedürfnisse bei diesen Geräten sorgen dürfte. Außerdem wären Hersteller und Händler solcher Geräte von wenigen Nachfragern abhängig,

vgl. NTP-Guidelines. Rz. 44 bis 46.

(aa) Vorbringen

Die Antragstellerinnen sehen hier die positiven Auswirkungen eines passiven Netzabschlusspunktes gegenüber einem Netzabschlusspunkt B als gering an. Denn Innovationen finden heute wesentlich in den Routingfunktionalitäten statt, nicht aber im Bereich des Modems. Die Modemfunktionalitäten stellen deshalb kein Differenzierungskriterium für den Kunden dar. Vielmehr sei zu berücksichtigen, dass die technische Entwicklung im Bereich des Modems seinen Austausch nur noch auf Sicht von acht Jahren geboten sein lasse, während die Verbesserungen im Bereich der Routingfunktionalitäten ca. alle zwei Jahre zu einem Ersetzungsbedarf führen würden. Die Trennung von ONT und Router führe zu einem verminderten Aufwand beim Kunden, weil Verbesserungen beim Modem nicht dazu führten, dass bei einem Wechsel des Routers auch das Modem ausgetauscht werden müsste. Nach von Ihnen durchgeführten Messungen bewirke zudem eine Verlagerung des Netzabschlusspunktes von Punkt B nach Punkt A auch keine Verbesserung der Laufzeiten der Signale. Vielmehr hätten sie bei einer Messung am passiven Netzabschlusspunkt sogar eine Verschlechterung der Datenübertragungsrate feststellen können.

Der VTKE, Die Berliner Senatsverwaltung, der Verbraucherzentrale Bundesverband (VZBV), die Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz (VZ-RIP), die EWE TEL GmbH, die CECONOMY AG, die Free Software Foundation Europe (FSFE), die Notebooksbilliger AG, die VdS Schadensverhütung GmbH treten diesen Auffassungen entgegen. Eine Allgemeinverfügung im Sinne der Antragstellerinnen würde faktisch zu einem Ende der Endgerätewahlfreiheit führen.

Auch für Produkte für den direkten Anschluss an PON bilde nach Ansicht des VTKE der Zugang am passiven Netzabschlusspunkt die Grundlage des Wettbewerbs im Endgerätemarkt. Nach Informationen der VTKE-Mitgliedsunternehmen seien auf dem freien Markt für PON-Produkte in Deutschland in den letzten drei Jahren eine sechsstellige Zahl von Geräten für einen Glasfaseranschluss über den deutschen Handel an Firmen- und Privatkunden verkauft worden. Aktuell würden über 100.000 Glasfaserrouter mit integriertem Modem direkt an Endnutzer verkauft. Eine Befragung über die Nutzung von Breitbandanschlüssen habe ergeben, dass die Hälfte der Befragten ein selbstgekauftes Endgerät nutzen würden und nur 45% ein Gerät von ihrem Provider mieten würden. Für etwa 81% der Befragten in Deutschland sei die Entscheidungsfreiheit über das Endgerät an ihrem Breitbandanschluss eher oder sehr wichtig. Die FSFE trägt vor, sie habe ihrerseits eine

Abfrage über Nutzerinteressen und Nutzererfahrungen mit der Endgerätewahlfreiheit mit über 1.600 Antwortenden durchgeführt und dabei sowohl ein hohes Interesse der Endnutzer an einer freien Wahl des Endgerätes als auch zahlreiche Behinderungen der Anbieter bei deren Ausübung festgestellt.

Nur mit einem passiven Netzabschluss für PON könnten Endnutzer die für sie am besten geeigneten Geräte erwerben. Dies gelte insbesondere für Geräte, in welche die ONT-Funktion integriert sei und die gegenüber der Trennung von ONT und Endgerät einen günstigeren Stromverbrauch aufwiesen. Wie der Vergleich mit anderen Breitbandmärkten zeige, seien nur solche integrierten Geräte zukunftsfähig. Alleine mit einem passiven Netzabschlusspunkt sei es Herstellern von Endgeräten möglich, vorhandene Dienste zu nutzen und neue Leistungsmerkmale zu entwickeln, und nur so bestehe ein entsprechender Wettbewerbsdruck. Die Entwicklung in sonstigen Fest- und Mobilfunknetzen bestätige diese Annahme. Dieser Wettbewerbsdruck fehle, wenn die Kunden zur Nutzung von Geräten des Anbieters verpflichtet seien. Diese stünden nicht unter ihrer Kontrolle und könnten von ihnen nicht eigenständig ausgetauscht werden. Hierdurch werde die digitale Souveränität der Endnutzer eingeschränkt. Weiter vermindere der passive Netzabschlusspunkt auch für Netzbetreiber, dass Hersteller von Netztechnik diese mit dem Vertrieb von Endgeräten koppeln und die Vielfalt technischer Lösungen einschränken könnten.

Der VZBV, die VZ-RIP, die EWE TEL GmbH, die CECONOMY AG, die ElectronicPartner Handel SE, die Notebooksbilliger AG und die VdS Schadensverhütung GmbH sehen ebenfalls den Wettbewerb auf dem Endgerätemarkt als beeinträchtigt an, weil im Falle der beantragten Ausnahmeregelung nur Netzbetreiber in der Lage seien, integrierte Endgeräte anzubieten. Wie bei der Nutzung von DSL-/VDSL- und Kabelnetzen dürfte aber auch für Endnutzer von Glasfasernetzen die Nutzung integrierter Geräte angestrebt werden, denn diese böten mehrere Vorteile. Ihr geringerer Platzbedarf und ihre einfache Verkabelung sei gerade in beengten Wohnverhältnissen, besonders bei Miet- und Eigentumswohnungen, von Vorteil. Das Vorbringen der Antragstellerinnen, Glasfaserrouter würden typischerweise im Keller installiert, gelte nur für Einfamilienhäuser. Weiter wiesen integrierte Geräte einen geringeren Stromverbrauch als eine in ONT und Router geteilte Installation aus. Der jährliche Stromverbrauch liege nach eigenen Messungen der VZ-RIP für eine getrennte Installation ca. 24% über dem für ein integriertes Gerät, was jährliche Mehrkosten von ca. 7,30 € und zusätzliche Kohlendioxidemissionen von ca. 9 kg bedeute. Aus Nachhaltigkeitsgesichtspunkten spreche auch der geringere Rohstoffverbrauch eines integrierten Gerätes gegen die beantragte Bestimmung des Netzabschlusspunktes. Die EWE TEL und die VdS Schadensverhütung GmbH sehen integrierte Geräte ebenfalls als sparsamer an.

Weiter sei nach Ansicht der VZ RIP die für Echtzeitanwendungen wie Computerspiele so wichtige Latenz bei integrierten Geräten nur halb so groß wie bei einer in ONT und Router getrennten Installation.

Der BHE und die VdS Schadensverhütung GmbH halten durch eine Verlagerung des Netzabschlusspunktes insbesondere die Innovation in den Bereichen sicherheitsrelevanter Anwendungen wie der Gebäudeüberwachung und des vernetzten Energiemanagements für beeinträchtigt. Der Zugang am passiven Netzabschlusspunkt sei die Voraussetzung dafür, dass eine mittelständische Industrie zahlreiche Angebote für sicherheitsrelevante Anwendungen habe entwickeln können.

Einzelne BHE-Mitgliedsunternehmen hätten im Vertrauen auf den freien Netzzugang bereits umfangreiche Investitionen zur Markteinführung von Glasfaser-Sicherheitsroutern für den passiven Netzabschlusspunkt geleistet und stünden mit diesen im Zulassungsverfahren. Dies bedeute, dass die beantragte Ausnahmegenehmigung nach § 73 Abs.2 TKG einen schweren wirtschaftlichen Schaden für diese Unternehmen bedeuten und insgesamt die Absicherung von kritischen Infrastrukturen deutlich erschweren würde.

(bb) Bewertung

Den Antragstellerinnen ist zuzugeben, dass sich die wesentlichen Innovationen nicht auf die ONT-Funktionalität beziehen, sondern höheren Funktionen zuzuordnen sind. Es ist jedoch zu bedenken, dass ein wesentlicher Innovationspfad bei FTTH-Endgeräten, auch solchen für PON, das Entstehen von Geräten mit integriertem Modem bzw. ONT ist. Diese bieten für den Kunden den Vorteil einer weniger umfänglichen Verkabelung in seinen Räumen und eines geringeren Stromverbrauches. Dieser Innovationspfad stünde bei einer Bestimmung des Netzabschlusspunktes bei Punkt B nur noch dem Netzbetreiber offen. Bei einer starken Bevorzugung integrierter Geräte durch die Endnutzer würde dies dazu führen, dass die Wettbewerbsverhältnisse weitgehend denen entsprechen, die bei einer Festlegung des Netzabschlusspunktes auf Punkt C liegen würden. Hiergegen kann nicht angeführt werden, dass die vom Anbieter bereitgestellten integrierten Endgeräte im sogenannten Bridge-Mode betrieben werden könnten, um Fremdgeräte mit Funktionen nutzen zu können, die vom Anbieter nicht angeboten werden. Denn dies würde bedeuten, dass die mit der Nutzung eines integrierten Gerätes verbundenen Vorteile hinsichtlich Verkabelung und Stromverbrauch vom Kunden nicht genutzt werden könnten. Gerade bei einem Verweis auf die Nutzung von vom Anbieter bereitgestellten integrierten Geräten ist mit einem gegenüber der getrennten Installation von ONT und Router noch höheren Strom- und Ressourcenverbrauch durch die brachliegenden Funktionen des nur als ONT genutzten integrierten Gerätes zu rechnen.

Von der Bewegung zu integrierten Geräten abgesehen war Innovationstreiber im Bereich der Router in den letzten Jahren im Wesentlichen die sich weiterentwickelnden WLAN-Technologien sowie die SmartHome-Integration. Die mittlerweile mit der IEEE WLAN-Spezifikation 802.11ax erzielten Übertragungsgeschwindigkeiten dürften für alle denkbaren Anwendungsfälle von privaten Endkonsumenten lange Zeit ausreichen. Geschäftskunden, nutzen in der Regel keine Consumer-Telekommunikationsendgeräte, so dass dieser Punkt dort entfällt. Mit dem bereits in aktuelle Modelle eingebauten und die wesentlichen SmartHome-Lösungen unterstützenden offenen SmartHome-Standard MATTER wird sich auch bei der SmartHome-Integration der Innovationszyklus verlangsamen. Ein Innovationsdruck, der zur Neuanschaffung von Telekommunikationsendgeräten im Abstand von zwei Jahren führt, ist daher nicht anzunehmen.

Umgekehrt verhindert die Positionierung des Netzabschlusspunktes auf Punkt A nicht, dass die Netzbetreiber weiterhin ihren Kunden den Netzzugang über ein von ihnen installiertes ONT auf freiwilliger Basis anbieten, die nach ihrer Ansicht bestehenden Vorteile darlegen und in Wettbewerb mit Drittgeräten treten können. Endnutzer, die kein Interesse an integrierten Geräten haben, können weiter Geräte ohne integriertes ONT nutzen. Sollten sich integrierte Geräte am Markt durchsetzen, wovon nach den Erfahrungen bei Kabel- und DSL/VDSL-Angeboten auszugehen ist, dürften eventuelle Vorteile durch eine längere Nutzungsdauer von ONTs bei getrennter Installation nicht mehr für die Entscheidungen der

Endnutzer relevant sein. Solche integrierten Geräte können den Endnutzern außerdem auch vom Netzbetreiber angeboten werden.

d) Objektive technische Notwendigkeit für Zugehörigkeit zum öffentlichen Telekommunikationsnetz.

Die NTP-Leitlinien des GEREK stellen den Grundsatz auf, dass eine Festlegung des Netzabschlusspunktes an einem Gerät, das sich in den Räumlichkeiten des Endnutzers befindet, eine objektive technische Notwendigkeit erfordert. Denn die Richtlinie 2008/63/EG und Art. 3 Abs. 1 TSM-VO zielten darauf ab, dass Endnutzer Endgeräte ihrer Wahl nutzen können. Wenn Geräte nicht Teil des öffentlichen Telekommunikationsnetzes, sondern des Marktes für Endgeräte sind, fördere dies Innovation und Wettbewerb in diesem Markt. Deshalb sollten die Geräte in den Räumlichkeiten des Endkunden so weit wie möglich dem Markt für Telekommunikationsendgeräte zugeordnet werden, sofern nicht eine objektive technische Notwendigkeit für ihre Zuordnung zum öffentlichen Telekommunikationsnetz besteht. Ohne Nachweis einer solchen objektiven technischen Notwendigkeit sei der Netzabschlusspunkt an Punkt A, also dem passiven Netzabschlusspunkt, zu setzen,

vgl. NTP-Guidelines, Rz. 48 bis 61.

aa) NTP-Leitlinien 3.3.1 Interoperabilität zwischen dem Endgerät und dem öffentlichen Telekommunikationsnetz: Beschreibbarkeit von Interoperabilitätsbedingungen

Die Interoperabilität zwischen einer Telekommunikationsendeinrichtung und dem öffentlichen Telekommunikationsnetz ist von höchster Bedeutung für die Bestimmung der objektiven technischen Notwendigkeit. Interoperabilität bedeutet erstens, dass das Endgerät die über das öffentliche Telekommunikationsnetz angebotene Dienste darstellen kann und zweitens keine Störungen durch das Gerät verursacht werden, die das Netz selbst beschädigen oder zu Störungen bei anderen Teilnehmern führen,

vgl. NTP-Guidelines, Rz. 62.

Hierbei ist zu berücksichtigen, dass der Betreiber des öffentlichen Telekommunikationsnetzes und Anbieter von öffentlich zugänglichen Telekommunikationsdiensten verpflichtet sind, Schnittstellenbeschreibungen zu veröffentlichen, in denen die technischen Anforderungen ihrer Anschlüsse an Endgeräte offengelegt werden, und diese ständig auf aktuellem Stand zu halten. Die Pflicht ergibt sich aus Art. 4 der Richtlinie 2008/63/EG (sowie § 74 TKG). Danach müssen die Schnittstellenbeschreibungen hinreichend detailliert sein, um den Entwurf von Telekommunikationsendeinrichtungen zu ermöglichen, die zur Nutzung aller über die entsprechende Schnittstelle erbrachten Dienste in der Lage sind. Der Verwendungszweck der Schnittstellen muss angegeben werden. Die Schnittstellenbeschreibungen müssen alle Informationen enthalten, damit die Hersteller die jeweiligen Prüfungen in Bezug auf die schnittstellenrelevanten grundlegenden Anforderungen, die für die jeweilige Telekommunikationsendeinrichtung gelten, nach eigener Wahl durchführen können,

vgl. NTP-Guidelines, Rz. 10 bis 14, 63.

Dabei ist auch zu berücksichtigen, welche Handhaben das nationale Recht bietet, um auf Störungen zu reagieren, die durch den Anschluss nicht zur Schnittstellenbeschreibung passender Endgeräte entstehen können,

vgl. NTP Guidelines, Rz. 65.

Ob und inwiefern der gesetzlich vorgesehene passive Netzabschlusspunkt die Interoperabilität beeinträchtigt, wird im Antrag der Antragstellerinnen und den darauf erfolgten Stellungnahmen kontrovers erörtert. Die zahlreichen Streitpunkte zur Interoperabilität lassen sich zwei Gruppen zuordnen:

Erstens der abstrakten Interoperabilität, nämlich der Frage, ob überhaupt die Voraussetzungen gegeben seien, um mit dem Instrument der Schnittstellenbeschreibung die Voraussetzung für Interoperabilität zu schaffen. Zweitens der konkreten Interoperabilität, nämlich der Frage, ob am Markt bereits eine ausreichende Interoperabilität von Netzen und Geräten festgestellt werden könne und eine hinreichende Störfestigkeit der Netze auch bei einem Zugang zu öffentlichen Telekommunikationsnetzen am passiven Netzabschlusspunkt gegeben sei.

(1) Beschreibbarkeit von Schnittstellen

(a) Vorbringen

Die effektive Sicherstellung der Interoperabilität durch Schnittstellenbeschreibungen wird von den Antragstellerinnen in Zweifel gezogen. Sie tragen hierzu vor, dass es für die Hersteller von Endgeräten herausfordernd sei, für eine unübersehbare Vielfalt an proprietären technischen Lösungen in PON ONT bzw. in integrierten Geräten enthaltene ONT-Funktionen zu entwickeln, die in mehr als einem Netz funktionieren.

Die Standardisierungsverfahren für entsprechende Komponenten der FTTH-Netz seien noch nicht abgeschlossen. Behandelt würden diese Standardisierungsfragen bei der ITU und dem Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). Es sei zu beobachten, dass die Hersteller proprietäre Lösungen entwickelten, solange der Standardisierungsprozess nicht abgeschlossen sei. Dies führe zu einer hohen Diversität völlig verschiedener Glasfasernetze in Deutschland. Einzelne Hersteller würden dabei bestimmte Parameter individuell ausgestalten. Eine erhebliche Gefährdung des öffentlichen Telekommunikationsnetzes sei die Folge, wenn die Interoperabilität zwischen einem beliebigen Kunden-ONT und dem OLT aufgrund der noch nicht abgeschlossenen und sich sogar widersprechenden PON-Standardisierungsprozesses nicht sichergestellt werden könne. Den Antragstellerinnen seien hierzu einige Fälle bekannt. Da die NTP-Leitlinien diesem Aspekt eine entscheidende Bedeutung beimäßen, würde dies für eine Einbeziehung des ONT/Glasfasermodems in das öffentliche Telekommunikationsnetz sprechen.

Dabei spiele die bestehende Unsicherheit über Prozesse und Parameter der Netze eine Rolle. Die Netzausrüster müssten ihre Lösungen als Betriebsgeheimnisse besonders schützen. Dies habe zur Folge, dass die Netzbetreiber modernste Technik bei den Ausrüstern einkaufen, deren Funktionsweise und Parameter sie nicht kennen. Die Netzbetreiber könnten die ONT in der Regel nur noch testen. So lasse sich keine sinnvolle Schnittstellenbeschreibung erstellen. Wenn die Funktionsfähigkeit eines ONT an seiner netzseitigen Schnittstelle nicht sichergestellt werden könne, bleibe fast nur, auf die

Errichtung von Glasfasernetzen generell zu verzichten, jedenfalls so lange bis bundesweit akzeptierte PON-Standards in Kraft seien.

Der VTKE hält diesem Vorbringen entgegen, dass die tatsächliche Interoperabilität erheblich besser sei als von den Antragstellerinnen behauptet. Netzbetreiber bezögen bewusst Komponenten von unterschiedlichen Ausrüstern, um nicht von einem einzigen Lieferanten abhängig zu werden (Multi-Vendor-Strategie), was die Interoperabilität zwischen Geräten (OLT wie ONT) unterschiedlicher Hersteller fördere. Das Broadband Forum (BBF) habe mit dem Zertifizierungsprogramm BBF.247 einen Weg geschaffen, der die Interoperabilität zwischen OLT- und ONT-Geräten verschiedener Lieferanten darstellbar mache. Dadurch sichere es Auswahl, Flexibilität und den Schutz vor Störungen der Lieferketten für Dienstanbieter wie Endnutzer, und zwar auch unter den Bedingungen einer immer weitergehenden Ausdifferenzierung der Dienste. Mittlerweile seien mehr als 200 Endgeräte nach BBF.247 zertifiziert.

(b) Bewertung

Eine Verlagerung des Netzabschlusspunktes von Punkt A nach Punkt B kann nicht schon damit begründet werden, dass der Netzabschlusspunkt nicht ausreichend beschreibbar sei.

Die Standardisierungssituation ist nicht so unabgeschlossen, wie sie von den Antragstellerinnen dargestellt wird. Die Standardisierung von PON reicht zurück bis ins Jahr 2003. Seitdem sind die verfügbaren Recommendations und Supplements ständig gepflegt, ergänzt und erfolgreich implementiert worden. Im Gesamtbild geht es neben ONT- und OLT-spezifischen Aspekten auch um die Glasfasereigenschaften sowie Monitoring und Steuerung von Transceiver-Modulen (Small Form Factor Plugable-Modulen, SFP-Module). So bietet die ITU-T Supplements G-Suppl. 49 erforderliche Informationen um beispielsweise störende ONT/ONU zu detektieren und zu isolieren. Die SNIA Spezifikation SFF-8472 befasst sich mit den Betriebsstatus von SFP-Modulen und ermöglicht beispielsweise die Überwachung und Steuerung des Sendelasers. Darüber hinaus gibt es weitere Supplements und Spezifikationen von ITU und BBF die Testszenarien im Fokus haben. Einen Auszug der verfügbaren Supplements und Spezifikationen bietet folgende Tabelle:

G Suppl. 46: G-PON interoperability test plan between optical line terminations and optical network units; (05/2009)	https://www.itu.int/rec/T-REC-G.Sup46-200905-I
G Suppl. 47: General aspects of optical fibres and cables; (09/2012)	https://www.itu.int/rec/T-REC-G.Sup47-201209-I
G Suppl. 49: Rogue optical network unit (ONU) considerations; (09/2020)	https://www.itu.int/rec/T-REC-G.Sup49-202009-I
G Suppl. 51: Passive optical network protection considerations; (06/2017)	https://www.itu.int/rec/T-REC-G.Sup51-201706-I
G Suppl. 76: Optical transport network security; (12/2021)	https://www.itu.int/rec/T-REC-G.Sup76-202112-I
SFF-8472 Specification for Management Interface for SFP+ Rev 12.4 March 31, 2021	https://members.snia.org/document/dl/25916
Broadband Forum BBF.247	https://www.broadband-forum.org/testing-and-certification-programs/bbf-247-gpon-onu-certification

Insgesamt existiert eine breite Palette an Mechanismen zur Fehlervermeidung und für Interoperabilitätstests von ITU und BBF. Das BBF bietet Zertifizierungen für z. B. ONT-Chipsets bzw. -Geräte an, die von Chipset- und Telekommunikationsendgeräteherstellern genutzt werden.

Sofern die Antragstellerinnen geltend machen, dass die technischen Anforderungen an den ONT bzw. die von ihm wahrzunehmenden Funktionen zu komplex seien, um sie in Schnittstellenbeschreibungen abzubilden, ist dem weiter entgegenzuhalten, dass sie selbst über solche Schnittstellenbeschreibungen verfügen müssen, um geeignete ONT und ggf. integrierte Geräte für sich selbst einzukaufen. Es ist nicht nachvollziehbar, dass die von ihnen genutzte Telekommunikationsinfrastruktur für sie selbst eine „black box“ mit nur teilweise bekannten Eigenschaften sein sollte. Auch ein Hersteller von Telekommunikationsinfrastruktur hat ein Interesse daran, Leistungen und technische Parameter seiner Geräte potentiellen Kunden mitzuteilen, weil er ihnen anders nicht vermitteln kann, dass sein Angebot für sie geeignet sein könnte. Die Anzahl gelisteter Telekommunikationsendgeräte und Chipsets mit GPON-ONU-Zertifizierung nach BBF.247 ist ein deutlicher Hinweis darauf, dass eine entsprechende Transparenz der technischen Anforderungen an OLT wie ONT bzw. Endgeräte mit integrierter ONT-Funktion herstellbar ist und auch vom Markt gelebt wird. Es ist darum im Folgenden davon auszugehen, dass sämtliche für die Interoperabilität maßgeblichen technischen Anforderungen formuliert und in einer Schnittstellenbeschreibung dargestellt werden können.

(2) Unterschiedlichkeit der Anwendung der Standards in tatsächlich bestehenden Netzen

(a) Vorbringen

Neben der behaupteten abstrakten Schwierigkeit, ein PON ausreichend präzise zu beschreiben, wird von den Antragstellerinnen geltend gemacht, dass die einem PON zu Grunde liegenden Standards so offen formuliert und nicht abschließend definiert seien sowie so viele Wahlmöglichkeiten für den Anwender enthielten, dass auf ihrer Grundlage keine von Interoperabilität geprägte Endgerätelandschaft entstehen könne.

Zwar sei die Lage bei Kabelnetzen mit PON insofern vergleichbar, als auch hier im Zugangsbereich Infrastrukturen von mehreren Endnutzern gemeinsam genutzt würden. Hier aber übernahmen Kabelmodems die dienstspezifischen Adressierungsaufgaben durch aktive Geräte im Bereich des Endkunden. Für Kabelnetze sei der Data Over Cable Service Interface Specification (DOCSIS)-Standard entwickelt worden und werde auch heute noch fortgeschrieben. Sicherheitsaspekte würden nicht nur in Standards, sondern auch in eingeübten Prozessen berücksichtigt. Eine unabhängige Stelle sei für den Standard und die Interoperabilitätstests verantwortlich und erstelle auch die Zertifikate, auf die keine weitere Partei Einfluss habe. Kabelmodems und Firmware würden in allen Entwicklungsständen Interoperabilitätstests unterzogen. Grundsätzliche Störungsszenarien für Point-to-Multipoint-Netze seien in beiden Technologien denkbar. Ein erster Unterschied zwischen der Lage bei PON und Kabelnetzen sei, dass die DOCSIS-Standardisierung stabil und vollständig sei, während im Glasfaserbereich Standards der ITU und von IEEE nebeneinanderstünden, die viele Optionen und Offenheit aufwiesen. Die notwendige Testinfrastruktur für Kabel-Endgeräte aus Laboren und hoch qualifizierten Fachleuten sei durch CableLabs aufgebaut worden und stehe allen Herstellern offen. Die Testszenarien seien aus den Anforderungen der DOCSIS-Standards entwickelt worden. Mit dem Bestehen eines solchen Tests könne quasi lückenlos sichergestellt werden, dass die Geräte bzw. ihre Firmware mit allen

wichtigen Netzen zusammenarbeiten. Da kleine Betreiber den Netzwerkanforderungen der großen Provider folgten, komme es in der Praxis zu keinen Interoperabilitätsstörungen. Die Durchführung solcher Test sei aufwendig und mit hohen Kosten verbunden. Die Hersteller hätten für einen vollständigen Test Kosten von etwa 100.000 US\$ für das Vorhalten der Laborinfrastruktur und für eine tiefgreifende Analyse für das Verhalten der Gräte bzw. ihrer Software zu tragen. Allerdings sei – gegenüber PON – wegen einer vergleichsweise geringen Zahl von Permutationen an Herstellern / Chipsätzen / Firmwareversionen eine deutlich geringere Komplexität der Tests erforderlich. Eine vergleichbare Teststruktur habe sich für Glasfasernetze, insbesondere PON, bis jetzt noch nicht herausgebildet. Dies könne damit zu tun haben, dass durch den fortlaufenden Ausbau und die gestiegene Bedeutung von Glasfaser derzeit sehr viele Hersteller den Markt der Herstellung von OLT und ONT bedienen. Eine Marktkonsolidierung zeichne sich noch nicht ab. Hersteller würden versuchen, durch bilaterale Kooperationen mit Netzbetreibern individuelle Tests und Anpassungen vorzunehmen und die Kosten ganz oder teilweise auf Netzbetreiber verlagern. Dies sichere die Interoperabilität mit dem spezifisch getesteten Netz. Für andere Netze gebe es keine auch nur im Ansatz belastbare Aussage über eine Interoperabilität.

Weitere Testmöglichkeiten für PON seien über das BBF (BBF.247 Certification¹) gegeben. Diese Tests seien nur lückenhaft standardisiert und würden konkrete Netze und ihre Servicemodelle nicht abbilden. Hersteller könnten ihre Testszenarien mehr oder weniger umfangreich ohne die Mitwirkung von Netzbetreibern selbst ausgestalten. Eine Testung erfolge über ein (simuliertes) OLT, welches mit den im praktischen Einsatz befindlichen Geräten nur wenig zu tun habe. Es bringe seine eigene Interpretation der Standards mit. Die Praxis zeige, dass schon aus Kostengründen nur wenige für die Frage der Interoperabilität aussagekräftige Tests durchgeführt werden könnten. Ein Testsiegel enthalte keine Aussage über die störungsfreie Kommunikation mit einem bestimmten Netz bzw. mehr als mit einem Netz. So könne die BBF.247-Zertifizierung höchstens als Bescheinigung einer grundlegenden Interoperabilität angesehen werden.

Der Aufbau der nötigen Testkapazitäten für eine mit der für Kabelnetzen bestehenden Testkultur werde erhebliche Zeit und eine Vielzahl an hochqualifizierten Experten in Anspruch nehmen. Die Entwicklung von Testszenarien sei langwierig, teuer und es sei unklar, ob die Hersteller bereit seien, sich an den Kosten zu beteiligen. Aus rein praktischen Gründen, d. h. wegen des Umfangs und Aufwands, müssten sich solche Tests auf zwei bis drei Referenznetze konzentrieren. Die Antragstellerinnen hätten in Gesprächen mit US-amerikanischen Experten erfahren, dass es keine realistische Möglichkeit gebe, die erforderlichen Tests auf mehr als zwei bis drei Netzwerke und ihre Spezifika auszurichten. Für Deutschland sei dies ein kaum zu überwindendes Problem. Es werde geschätzt, dass in Deutschland etwa 170 Anbieter Glasfasernetze in PON-Architektur aufbauten, mit genauso vielen spezifischen Netzwerkanforderungen, gegen die getestet werden müsste. Dabei würden die am Markt verfügbaren Netzelemente Teil von proprietären Lösungen des jeweiligen Herstellers mit unterschiedlichen Anforderungen sein. Geräte, die mit einem Netz A – auch mit einem „großen“ Netz – zusammenarbeiten, würden deshalb nicht mit einem Netz B zusammenarbeiten. Für die Mehrzahl der Anbieter in Deutschland sei eine Interoperabilität nur dann sicherzustellen sein, wenn diese ihre Netze an diejenigen der großen Betreiber anpassen. Voraussichtlich werde dieser Zustand erst im Laufe der Zeit als Nebeneffekt fortschreitender Konsolidierung sowohl auf Hersteller- als auch auf

¹ <https://www.broadband-forum.org/wp-content/uploads/2023/04/BBF.247-GPON-ONU-Products-2023-04-21.pdf>.

Netzbetreiberseite eintreten. Dies werde jedoch mehrere Jahrzehnte in Anspruch nehmen und erhebliche Aufwände erfordern, die im Ausbau von Glasfasernetzen sicherlich besser allokiert wären als im Umbau bestehender Glasfasernetze.

Der VTKE tritt dieser Darstellung der Standardisierungssituation entgegen.

Als Standard für die PON-Übertragungstechnik für das Glasfaser-Festnetz hätten sich die Standards der ITU etabliert, die Standards von IEEE spielten in Deutschland keine Rolle. Die ITU-Standards würden für viele 100 Millionen Anschlüsse angewendet. PON sei seit dem Jahr 2003 von ITU-T standardisiert und werde von der Deutschen Telekom seit dem Jahr 2009 benutzt. Die aktuelle Standardisierung für GPON ITU-T G.984.1, 2,5 GBit/s sei bereits seit mehr als 15 Jahren abgeschlossen. Die letzte Aktualisierung liege 12 Jahre zurück. Auch das schnellere XGS-PON ITU-T G.9807, 10 GBit/s symmetrisch sei seit 2016 fertig standardisiert und baue im Wesentlichen auf GPON auf.

Zudem würden gegenwärtig etwa 22 Anbieter von PON die Schnittstellenbeschreibungen ihrer PON-Anschlüsse am passiven Netzabschlusspunkt bereitstellen. Diese seien im Amtsblatt der Bundesnetzagentur veröffentlicht. Standards für einen Zugang an Punkt B lägen dagegen nicht vor. Hier seien die unterschiedlichsten Lösungen von einem einfachen Ethernet-Port bis hin zu hochintegrierten Lösungen mit zahlreichen Schnittstellen denkbar. Die VTKE-Mitgliedsunternehmen hätten in den vergangenen drei Jahren eine sechsstellige Stückzahl an Endgeräten für den Anschluss an PON-Glasfasernetze über den freien Handel verkauft. Außerdem würden die Netzbetreiber wie schon oben dargestellt eine Multi-Vendor-Strategie verfolgen und somit die Interoperabilität von PON-Ausrüstungen und -Endgeräten vorantreiben. Dies beweise auch die branchenweit akzeptierte Zertifizierung nach BBF.247².

(b) Bewertung

Selbst eine große Anzahl von vielfältigen, sogar miteinander inkompatiblen technischen Eigenschaften von Telekommunikationsnetzen und Endgeräten im Markt kann nicht an sich schon dazu führen, eine objektive technische Notwendigkeit für die Verlagerung des Netzabschlusspunktes an einen bestimmten Punkt zu begründen. Denn die Pflicht zur Veröffentlichung von Schnittstellenbeschreibungen nach § 74 TKG und die Endgerätewahlfreiheit nach § 73 Abs. 3 S. 1 TKG bedeuten in der Zusammenschau, dass dieses Problem durch die Wahl eines der Schnittstellenbeschreibung entsprechenden Endgerätes zu lösen ist. Die Netzbetreiber haben es hier in der Hand, durch entsprechend aussagekräftige Schnittstellenbeschreibungen für die Transparenz ihrer Anforderungen zu sorgen. Zwar werden sich Endnutzer beim Kauf eines Endgerätes in den seltensten Fällen direkt an der Schnittstellenbeschreibung orientieren. Diese versetzt aber Hersteller und Händler in die Lage, die Verwendbarkeit der von ihnen angebotenen Endgeräte zutreffend zu bewerten.

Hinsichtlich der von den Antragstellerinnen stark herausgestellten Bedeutung von Tests ist darauf hinzuweisen, dass Netzbetreiber wie Endgerätehersteller diese Tests auf freiwilliger Grundlage jederzeit durchführen und werblich einsetzen können. Eine Werbung mit erfolgreich durchgeführten Interoperabilitätstests würde auch das allgemeine Bewusstsein für die Bedeutung schnittstellenkompatibler Endgeräte fördern.

² s. [BBF.247 GPON ONU Certification - Broadband Forum \(broadband-forum.org\)](https://www.broadband-forum.org/) vom 04.01.2024.

Überdies besteht bei einer unübersichtlichen Marktsituation oder einem Mangel an geeigneten Endgeräten für einen Anschluss am passiven Netzabschlusspunkt auch bei einem regulatorisch vorgegebenen Netzabschlusspunkt an Punkt A weiterhin nach § 73 Abs. 3 S. 2 TKG die Möglichkeit, dem Kunden geeignete Endgeräte bzw. den bisher weithin praktizierten Zugang am ONT optional anzubieten.

Die Voraussetzungen für die Interoperabilität sind also beschreib- und vermittelbar. Damit betrifft der Gesichtspunkt der Interoperabilität im Wesentlichen zwei Punkte: erstens die Verursachung von Störungen durch den Anschluss nicht zur Schnittstellenbeschreibung passender Geräte an einen passiven Netzabschlusspunkt, und zweitens, falls es nicht zu Störungen kommt, eine verminderte Leistungsqualität in diesen Fällen.

In ihrer Reaktion auf den Entscheidungsentwurf kritisieren die Antragstellerinnen die Bedeutung, die die Bundesnetzagentur den gesetzlich vorgesehenen Schnittstellenbeschreibungen zur Sicherstellung der Interoperabilität beimisst. Die Bundesnetzagentur sei der rechtlich wie tatsächlich nicht tragfähigen Auffassung, dass durch hinreichend genaue Schnittstellenbeschreibungen jedwede Störungen verhindert werden könnten. Hierdurch würde einseitig das Risiko für die Interoperabilität den Netzbetreibern zugeschoben und Störungen unzureichenden Schnittstellenbeschreibungen zugewiesen. Selbst wenn aber ein Netzbetreiber unter Missachtung der ihn bindenden Betriebs- und Geschäftsgeheimnisse eine vollständige Schnittstellenbeschreibung verfassen würde, würde diese Interpretationsspielräume für die Hersteller enthalten, die zu Störungen führen könnten.

Keine Schnittstellenbeschreibung könne aber sicherstellen, dass sich ein Hersteller auch daran halte. Eine Schnittstellenbeschreibung für alle Netze sei nicht denkbar, und die Hersteller könnten schon aus Kostengründen nicht für jeden Netzbetreiber individuelle Geräte herstellen. Interoperabilitätstests vor eine Zulassung eines Gerätes an den Anschluss am Netz seien daher unverzichtbar.

Die Antragstellerinnen hätten der Bundesnetzagentur ein Verfahren für Interoperabilitätstests und die Zertifizierung für Endgeräte vorgeschlagen, in dem die Kosten zwischen Netzbetreibern und Endgeräteherstellern angemessen verteilt würden. Interoperabilitätstests seien sehr aufwendig und mit hohen Kosten verbunden, die nicht alleine den Netzbetreibern aufgebürdet werden dürften, weil auch die Endgerätehersteller ein Interesse an der Sicherung der Interoperabilität hätten. Die Bundesnetzagentur greife diesen Vorschlag aber nicht im Bescheidentwurf auf und lehne ihn deshalb wohl ab. Die Antragstellerinnen hielten dieses Angebot jedoch bis zum Abschluss des Verfahrens aufrecht.

Die von den Antragstellerinnen behauptete Wertung, durch angemessene Schnittstellenbeschreibungen könnten Störungen immer verhindert werden, ist so von der Bundesnetzagentur nicht getroffen worden. Zutreffende Schnittstellenbeschreibungen, deren Erstellbarkeit von den Antragstellerinnen in ihrer Kommentierung des Entscheidungsentwurfes erneut und gegen die gesetzliche Vorgabe in Zweifel gezogen worden sind, sind aber die gesetzlich vorgesehene Grundlage jeder Interoperabilität zwischen Netz und Endgerät, zu der aber noch ihre Beachtung durch den Hersteller und der fachgerechte Anschluss durch den Endnutzer (§ 73 Abs. 4 TKG) gehören.

Zudem ist es nicht so, dass für jedes Netz ein individuell darauf zugeschnittenes Endgerät entwickelt werden müsste. Allgemein üblich ist das Bereithalten unterschiedlicher Parameter für mehrere unterschiedliche Netze, die im Installationsprozess erkannt werden, worauf der

für sie der zutreffende Parametersatz implementiert wird. Die notwendigen Parameter z.B. für eine Autoinstallationssoftwareroutine entnehmen die Hersteller idealerweise der Schnittstellenbeschreibung.

Das Vorbringen der Antragstellerinnen zu Interpretationsspielräumen von Standards und technischen Spezifikationen sowie zu Betriebs- und Geschäftsgeheimnissen ist nicht spezifisch für die Verhältnisse von PON, sondern betreffe Schnittstellenbeschreibungen jeder Technologie, also auch klassische Kupferkabelnetze für DSL/VDSL, Fernseekabelnetze oder Mobilfunknetze. Auch in den dort verwendeten technischen Spezifikationen gibt es Interpretationsspielräume, deren Ausfüllung beschrieben werden muss. Trotzdem scheint es dort nicht zu den von den Antragstellerinnen behaupteten Problemen gekommen zu sein. Es ist nicht nachvollziehbar, dass die Antragstellerinnen nicht in der Lage sein sollten, einen Interpretationsspielraum zu erkennen, seine Ausfüllung durch sie selbst zu dokumentieren und in eine Schnittstellenbeschreibung zu überführen.

Die Antragstellerinnen haben erneut Betriebs- und Geschäftsgeheimnisse als Hinderungsgrund für die Erstellung ausreichend genauer Schnittstellenbeschreibungen angeführt, ohne dies näher darzulegen. Dieser Einwand ist aus mehreren Gründen nicht überzeugend. Schnittstellenbeschreibungen beschreiben die Schnittstelle eines Telekommunikationsnetzes nach außen und erlauben deshalb nur eingeschränkte Rückschlüsse auf seine Arbeitsweise im Inneren. Zuzugeben ist, dass diese Einblicke bei einem Zugang über eine passive Schnittstelle größer sind als über eine standardisierte Ethernet-Schnittstelle. Trotzdem handelt es sich typischerweise auch nur um eine Anwendung bereits standardisierter Lösungen, so dass die Wettbewerbsrelevanz ihrer konkreten Anwendung von eingeschränktem Gewicht sein dürfte. Vor allem aber sind Betriebs- und Geschäftsgeheimnisse nicht unabhängig von der gesamten Rechtsordnung geschützt. Indem § 74 Abs. 1 TKG eine Pflicht zur Veröffentlichung von zur Konstruktion von Endgeräten geeigneten Schnittstellenbeschreibungen auferlegt, werden der Beachtung von Betriebs- und Geschäftsgeheimnissen Grenzen gezogen und eine Rechtfertigung für ihre Offenlegung bei einer Veröffentlichung geschaffen.

Die Bundesnetzagentur hat auch nicht den Vorschlag der Antragstellerinnen abgelehnt, ein von Netzbetreibern und Endgeräteherstellern getragenes freiwilliges System für Interoperabilitätstests und Zertifizierungen einzurichten oder bei seiner Errichtung moderierend tätig zu werden. Nur gehört dies nicht in ein Verfahren zur Bestimmung des Netzabschlusspunktes. Die Antragstellerinnen scheinen allerdings ihrerseits der Auffassung zu sein, dass ein solcher Test- und Zertifizierungsverfahren unabhängig von der Schnittstellenbeschreibung gesehen werden könnte. Dies ist nicht der Fall. Denn Ziel der Veröffentlichung von Schnittstellenbeschreibungen ist es, Herstellern die Konstruktion geeigneter Endgeräte zu ermöglichen. Dementsprechend müsste in einem solchen Testverfahren gegen die veröffentlichte Schnittstellenbeschreibung geprüft werden. Auch wenn bei einem Interoperabilitätstest mögliche Fehler in einer Schnittstellenbeschreibung aufgedeckt werden können und sollen, bietet er keine Rechtfertigung für mangelhafte Schnittstellenbeschreibungen.

bb) NTP-Leitlinien 3.3.1 Interoperabilität zwischen dem Endgerät und dem öffentlichen Telekommunikationsnetz: Interoperabilität und Störungsvermeidung

Kerngehalt der Interoperabilität ist, dass das Endgerät die über das öffentliche Telekommunikationsnetz angebotenen Dienste darstellen kann und zweitens keine Störungen durch das Gerät verursacht werden, die das Netz selbst beschädigen oder zur Störungen bei anderen Teilnehmern führen,

vgl. NTP-Guidelines, Rz. 62.

(1) Vorbringen

Wesentliches Argument der Antragstellerinnen ist, dass die Hoheit des Netzbetreibers über die Funktionen des ONT erforderlich sei, um die Interoperabilität zwischen Netz und Endgerät zur Vermeidung von Störungen sicherzustellen. Denn weil in PON-Netzen die Infrastruktur von mehreren Nutzern gemeinsam genutzt werde, blieben Störungen nicht auf den Anschluss mit einem inkompatiblen Gerät beschränkt, wenn die eingangs dargestellte Abstimmung der Nutzung dieser Infrastruktur zwischen OLT und ONT fehlschläge. Dann sei auch keine Sicherung der Dienstqualität (Quality of Service, QoS) möglich.

Ein wesentlicher Unterschied zu den Kabelnetzen ergebe sich aus den praktischen Gegebenheiten, dass für diese eingespielte und weltweit akzeptierte Mechanismen für Interoperabilität und Fehlerabsicherung in entwickelten Standards bestünden. Für PON sei dies in der Praxis nicht gegeben. Der GPON-Standard werde zudem in absehbarer Zeit von dem XGSPON-Standard abgelöst.³

Die Antragstellerinnen führen drei konkrete Beispiele auf:

Fehlerhafte Firmware:

Eine Störungsquelle sei fehlerhafte Firmware. Tests zwischen [REDACTED] hätten Interoperabilitätsprobleme mit dem Gerät [REDACTED] mit der Firmware-Version [REDACTED] ergeben. Bei Nutzung dieser Firmware-Version sei ein fehlerhafter Informationsaustausch mit der OMCI aufgebaut worden. Dies führte dazu, dass die Kommunikation nicht entsprechend den vorgegebenen Zeitschlitzten erfolgte und der OLT einen Eingriff in die vorgesehene Kommunikationsreihenfolge vorsah. Diese Beeinträchtigungen führten zu einer Störung im OLT und zu einem vollkommenen Verbindungsabbruch des OLT-Ports, wodurch alle anderen anhängenden ONTs ebenfalls in Mitleidenschaft gezogen worden seien. Aufgrund dessen behandelte der zugehörige OLT die [REDACTED] mit der Firmware-Version [REDACTED] wie einen Rogue ONT. Im Labor sei dieser Sachverhalt mittels eines Gerätes vom Typ [REDACTED] und drei weiteren von der [REDACTED] gestellten Endgeräten noch einmal nachgestellt worden. Das Ergebnis hätte sich wiederholt und die Erkenntnisse aus der Praxis bestätigt, dass die inkompatible Firmware in Bezug auf das jeweilige Netz zu einem Verbindungsabbruch der OLTs führte. Im Anschluss sei [REDACTED] ein Workaround mit der damals aktuellen Firmware-Version entwickelt worden, welcher allen Kunden mit [REDACTED] ermöglichte, sich auf das Netz aufzuschalten.

Direkt im Anschluss an der Fertigstellung des Workarounds hätte [REDACTED] die nachfolgende Firmware-Version [REDACTED] herausgebracht, welche mit dem aufgebauten

³ S. Seite 5 des Schreibens vom 2.6.2023

Workaround (auf Standard [REDACTED]) und der [REDACTED] nicht kompatibel gewesen sei. Die [REDACTED], welche die Version und deren Kompatibilität prüft, habe mit der neuen Firmware-Version nicht kommunizieren können. Dies habe die [REDACTED] des OLTs die Firmware-Version als inkompatibel einstufen und dem ONT mitteilen lassen, dass eine neue Version der Firmware aufgespielt werden müsse. Dieser Befehl vom OLT an den ONT hätte zu wiederkehrenden Reboots und keiner Nutzungsmöglichkeit der Firmware-Version [REDACTED] geführt. Eine Nutzung ohne [REDACTED] wäre generell möglich, aber mit Risiken verbunden gewesen.

Diese Interoperabilitätsprobleme hätten im Netz dazu geführt, dass, sobald die [REDACTED] am passiven Netzabschluss installiert oder neu gestartet wurde und eine Internetverbindung aufbaute, andere ONT am selben Port des OLTs offline gingen. Durch die Nutzung [REDACTED] sei es somit zu Störungen in der Internet- und Telefonie-Nutzung bei weiteren Kunden gekommen, die am betroffenen Port des OLTs hingen. Die [REDACTED] gehe davon aus, dass die Interoperabilitätsprobleme und Störungen daraus resultierten, dass die [REDACTED] keine Prüfungsmechanismen und Kommunikation zwischen OLT und dem ONT der [REDACTED] mit der Firmware-[REDACTED] aufbauen konnte. Die entsprechenden notwendigen Daten hätten nicht ausgelesen werden können und seien somit fehlerbehaftet wieder an OLT zurückgeflossen, obwohl im ONT der [REDACTED] eine aktive Verbindung aufgebaut worden sei.

Dieses Problem sei durch die Installation eines Patches gelöst worden, so dass sowohl eine Internetverbindung aufgebaut werden als auch der OLT funktionstüchtig bleiben konnte. Ein einfaches Aufspielen des Patches auf das Kundengerät sei nicht möglich gewesen, da Netzbetreiber nicht ohne Einwilligung auf ein kundeneigenes Gerät zugreifen und dessen Konfiguration ändern dürften. Mit Update der [REDACTED] sei das Problem gänzlich gelöst worden.

Falsche Endgerätwahl am Netzabschluss:

Eine andere Störung habe auf der Wahl eines falschen Endgerätetyps beruht, der nicht für PON, sondern für Punkt-zu-Punkt-Glasfasernetze vorgesehen sei. Das störende Gerät, eine [REDACTED], sei dafür vorgesehen, eine Internetverbindung an einem aktiven Anschluss aufzubauen. Es forderte deshalb dauerhaft ein Sendesignal an.

Diese ungesteuerte Dauerbeleuchtung sei nicht mit einer Einteilung der Sendesignale auf Basis des Zeitschlitzverfahrens vereinbar. Die Dauerbeleuchtung hätte zu Interferenzen und Signalüberschreibungen und Störungen bei anderen ONT geführt. Je nach Grad der Nutzung und der Sendeanforderungen könnten die Interferenzen derart groß sein, dass der OLT entweder nicht mehr senden könne oder die Signale derart beeinflusst seien, dass eine sinnvolle Signalübertragung nicht mehr gewährleistet werden könne.

Das Problem sei durch die Bitte um die Nutzung eines zu PON passenden Endgerätes behoben worden.

In einem anderen Fall sei ein Umbau von einem aktiven (Punkt-zu-Punkt) zu einem passiven Anschluss (PON) gewünscht, aber noch nicht durchgeführt worden. Es bestand also zum Zeitpunkt des Auftretens der Konnektivitätsprobleme noch ein aktiver Anschluss. Obwohl als kundeneigenes Gerät [REDACTED] empfohlen worden sei, entschied sich die Kundin für

⁴ Diese Gerätebezeichnung wurde von den Antragstellerinnen so angegeben.

einen Anschluss der [REDACTED]. Die [REDACTED] sei hierbei hinter dem Netzabschlusspunkt als Kundenrouter angeschlossen worden. Technisch sei ein Betrieb der [REDACTED] als Kundenrouter möglich, so dass ein Internetanschluss bereitgestellt werden konnte. Es seien keine zusätzlichen Zugangsdaten nötig gewesen, lediglich eine Vertragsanpassung hätte vorgenommen werden müssen. Dennoch habe der Anschluss zu einer Fehlfunktion aufgrund eines SIP-Datei-Fehlers geführt. Dieser resultierte aus dem Umstand, dass die [REDACTED] für den Anschluss eines passiven Netzabschlusses ausgelegt sei. Eine Nutzung als Router hinter dem aktiven Netzabschluss hätte durch die Net-Only-Einstellung am Netzabschlusspunkt die Internetnutzung ermöglicht, aber die Nutzung der Telefonie versagt. Durch den noch bestehenden aktiven Anschluss sei in diesem Fall keine Störung am OLT mit Wirkung auf andere Anschlüsse hervorgerufen worden.

Beide Fälle zeigten, dass Endkunden nicht in jedem Fall wüssten, welchen Netzabschlusspunkt sie derzeit in der Nutzung haben und welches Endgerät sie nutzen müssten. Das Problem der Dauerbeschaltung auch an einem passiven Anschluss mit der damit verbundenen Störung sei somit realistisch möglich.

Fehlerhafte Endgeräte-Kompatibilität:

In einem weiteren Fall habe ein Endnutzer einen [REDACTED] als kundeneigenes Endgerät nutzen wollen. Die von der [REDACTED] in dieser Zeit geführte Schnittstellenbeschreibung sei erfüllt worden. Bei Anschluss des [REDACTED] habe jeweils die Funktionalität des jeweiligen Ports des OLTs ausgesetzt, wodurch die Endkunden, welche am selben Port des OLTs hingen, ebenfalls keine Internetverbindung mehr hätten aufbauen können. Durch eine Umschaltung auf einen anderen Port des OLTs hätten die betroffenen Endkunden wieder ans Netz gebracht werden können. Mit dem Endkunden, welcher [REDACTED] besaß, sei der Fehler ermittelt worden. Individuell habe nach einem längeren Testlauf ein Match zwischen dem OLT und dem [REDACTED] aufgebaut werden können, so dass die Seriennummer und die Ports ausgetauscht werden konnten. Dennoch habe eine aktive Internetverbindung des kundeneigenen Endgeräts nur kurzzeitig (30 Minuten) aufrechterhalten werden können. Im Anschluss sei die Verbindung abgebrochen und der Port des OLTs ebenfalls offline gegangen. Auf der Kundenseite sei das Interface UP festzustellen gewesen, welches aber auf der OLT-Seite nicht angekommen sei. Durch die Fehlerevaluation im Labor der Deutschen Glasfaser habe ein defektes SFP-Modul als Ursache ausgemacht werden können.

Nach Ersatz des SFP-Moduls und einer neuen Provisionierung durch den Netzbetreiber habe der Endkunde wieder eine Internetverbindung aufbauen können, die aber wie die vorherigen nach ca. 30 Minuten abbrach. Im eigenen Testlabor sei festzustellen gewesen, dass nach Ersatz des SFP-Moduls wieder eine Internetverbindung hergestellt werden konnte, aber das SFP-Modul dann sehr hohe Temperaturen entwickelte. Das Modul sei durchgebrannt gewesen und hätte nicht mehr benutzt werden können. Warum das SFP-Modul eine derartig hohe Temperatur erzeugte, habe nicht ermittelt werden können. Aufgrund des Umstandes, dass das Durchbrennen des SFP-Moduls zu einem Abschalten des OLT führt, habe der Endnutzer gebeten werden müssen, das Endgerät nicht weiter zu benutzen.

Gegen die von den Antragstellerinnen angeführten Interoperabilitätsprobleme wird in zahlreichen Stellungnahmen vorgebracht, dass diese in der Praxis nicht aufträten. Der BHE

und die FSFE stellen die behaupteten Probleme grundsätzlich mit dem Hinweis infrage, dass die Kabelnetze ebenfalls Netze mit gemeinsam genutzten Medien seien, in denen besondere Schwierigkeiten bei der Einführung der Endgerätewahlfreiheit ebenfalls behauptet worden seien, die sich dann aber nicht realisiert hätten. Wie für Kabelnetze sei deshalb auch für PON von einer grundsätzlichen technischen Beherrschbarkeit der Interoperabilitätsprobleme auszugehen.

Meldungen von PON am OLT störenden Endgeräten nach § 73 Abs. 5 bis 7 TKG seien nach Kenntnis des VTKE nicht erfolgt. Viele Betreiber von PON würden ihren Endnutzern den Zugang am passiven Netzabschlusspunkt anbieten, ohne dass es bei diesen zu vermehrten Störungen gekommen sei. Dies beweise die Ausgereiftheit der verwendeten Standards und die Effektivität des Testregimes des Broadband Forums. Auch die Deutsche Telekom AG gibt an, dass in ihrem Netz mehr als 10 % der Endnutzer eigene, direkt an einen passiven Netzabschlusspunkt angeschlossene Endgeräte nutzten, ohne dass die von den Antragstellerinnen befürchteten Störungen aufgetreten seien. Bei der EWE TEL GmbH sind die von den Antragstellerinnen beschriebenen Störungen ebenfalls nicht beobachtet worden, im Übrigen wäre dann zuerst zu deren Verhinderung eine technische Lösung bei Beibehaltung des passiven Netzabschlusses zu suchen.

Auch der VZBV, die VZ-RP und die VdS Schadensverhütung GmbH stellen in Abrede, dass die behaupteten Störungen in der behaupteten Menge aufträten. Die VZ-RP habe seit dem Jahre 2020 einen langwierigen Dialog mit den Glasfasernetzbetreibern zur Endgerätewahlfreiheit geführt, in dem diese die behauptete Menge an Störungen nicht mit konkreten Fallbeispielen hätten unterlegen können. Bestimmte Störungsformen wie Hardwaredefekte seien von der Bestimmung des Netzabschlusspunktes unabhängig und könnten auch bei Anbietergeräten auftreten. Die Angaben zur Zahl der an einem OLT-Port angeschlossenen Kunden seien in sich widersprüchlich und übertrieben.

Gegen die von den Antragstellerinnen prominent vorgetragene Störungsursache der Nichteinhaltung der zugewiesenen Zeitschlitzes wendet der VTKE ein, dass Abweichungen von den vorgegebenen Zeitschlitzes schon durch das Erwärmen der Glasfaserleitung auftreten können. Deshalb sehe der Standard Maßnahmen zur Synchronisation zwischen OLT und ONT vor. Hardwaredefekte könnten im Übrigen genauso bei von Anbietern bereitgestellten Geräten auftreten. Die von den Antragstellerinnen geschilderten Störungsfälle belegten zudem, dass es sich immer um zeitlich und örtlich begrenzte Ereignisse gehandelt habe. Diese müssten auch zu anderen Ausfällen von Telekommunikationsnetzen ins Verhältnis gesetzt werden, die meist auf Beschädigungen des Netzes etwa durch Baumaßnahmen beruhten und oft deutlich schwerwiegender seien. Auch der VZBV und die VZ-RP weisen darauf hin, dass Telekommunikation immer einer Vielzahl von Störungen ausgesetzt und völlig Störungsfreiheit nie erreicht werden könne.

Eine Verlagerung des Netzabschlusspunktes an einen Ausgang des ONT berge zudem zusätzliche und neue Störungsquellen, weil dieser anders als der passive Abschluss eines Glasfasernetzes (Anschlussdose nach EN 50700) nicht standardisiert sei. So berichteten Mitgliedsunternehmen des VTKE von Interoperabilitätsproblemen zwischen 1 GBit/s-Ethernet-WAN-Anschlüssen eines Routers mit 2,5 GBit/s-Ethernet-LAN-Anschlüssen eines ONT.

(2) Bewertung anhand gemeldeter Störungen

Das Missverhältnis von befürchteten Störungen einerseits und beobachteten und dokumentierten Störungen von PON durch direkt an dieses Netz angeschlossene Endgeräte andererseits prägt die Diskussion um den Netzabschlusspunkt in Glasfasernetzen seit ihrem Beginn. Der Bundesnetzagentur liegen nur sehr wenige Meldungen von PON-Störungen nach § 73 Abs. 5 und 7 TKG vor. Auch der immer wieder als Vergleich angeführte Fall der Kompromittierung von Zertifikaten bei einem Kabelmodem/Router von AVM aus dem Jahre 2016 scheint ein Einzelfall geblieben zu sein. Der VTKE weist zu diesem Fall zudem darauf hin, dass er vor Einführung der Endgerätewahlfreiheit stattgefunden und Geräte betroffen habe, die von CableLabs zertifiziert und von den Netzbetreibern an ihre Kunden abgegeben worden seien.

Dieser Mangel an dokumentierten Störungen erstaunt umso mehr, als den antragstellenden Verbänden Unternehmen angehören die international auf verschiedenen Märkten tätig sind. Dort hätten sie ebenfalls Gelegenheit, Erfahrungen mit Störungen in Glasfasernetzen zu sammeln.

Weiter wird der freie Endgerätemarkt für Verbrauchergeräte in Deutschland von wenigen, mit den lokalen Netzen vertrauten Anbietern dominiert. Dies bedeutet allerdings auch zweierlei: Erstens, dass die oft angeführten Importe ungeeigneter Geräte aus ausländischen Quellen keine häufig auftretende Gefahr darzustellen scheinen. Und zweitens bedeutet dies, dass die von den Antragstellerinnen behaupteten Unterschiede zwischen den deutschen Netzen so groß nicht sein können. Denn wenn sie so groß wären, hätte die Vertrautheit mit stark unterschiedlichen Netzen kaum Einfluss auf ein vermindertes Störungsaufkommen durch Fehlkäufe, weil sich eine in vielen Netzen störungsarme einheitliche Geräteauslegung gar nicht entwickeln könnte.

Gegen diese Bewertung im Entscheidungsentwurf haben die Antragstellerinnen vorgetragen, dass die Bundesnetzagentur einen logischen Fehler begehe, wenn sie aus den wenigen vorliegenden Störungen auf eine entsprechende Unempfindlichkeit der Netze schliesse. Denn die geringe Störungsmenge beruhe eben darauf, dass die Netzbetreiber nur auf ihre Interoperabilität getestete ONT zum Anschluss an ihr Netz zuließen. Die Haltung der Bundesnetzagentur mute den Unternehmen der Antragstellerinnen zu, umfangreiche Netzstörungen als unvermeidlich in Kauf zu nehmen.

Dieses Vorbringen der Antragstellerinnen wäre nur dann erheblich, wenn die Anzahl der Störfälle die einzige Grundlage für die Entscheidung der Bundesnetzagentur wäre. Sie wird für die abschließende Bewertung jedoch in einen Zusammenhang gesetzt mit den angebotenen technischen Maßnahmen zu Verhinderung der von den Antragstellerinnen angeführten Störungen und den Ergebnissen von Labordemonstrationen. Zudem ist zu berücksichtigen, dass die befürchteten Störungen nicht nur durch direkt angeschlossene Geräte Dritter, sondern auch durch defekte Eigengeräte entstehen können. Diese Defekte können auf Fabrikationsfehlern, Alterungsprozessen oder sonstigen Ursachen beruhen und lassen sich durch das von Antragstellerinnen beschriebene Anschlussregime nicht auffangen. Zumindest hierdurch hätte bei der von ihnen behaupteten Empfindlichkeit der PON-Netze ein deutlich nachweisbares Störungsaufkommen erzeugt werden müssen. Dass dies nicht geschieht spricht dafür, dass die diesbezüglichen Empfehlungen der ITU gegen „Rogue ONT“ umgesetzt werden. Es ist auch unzutreffend, dass die Bundesnetzagentur den Antragstellerinnen die Hinnahme umfangreicher Netzstörungen auferlege. Ziel der

Untersuchungen im Verfahren ist doch gerade die Ermittlung, ob diese bei einem Netzzugang nach den gesetzlichen Vorgaben zu befürchten sind.

(3) Experimentelle Überprüfungen von Störungsszenarien

Ergänzend zu den im Markt aufgetretenen Störungen wurden sowohl vom VTKE als auch von der Deutschen Glasfaser experimentelle Darstellungen der Störungsgeneignetheit von PON-Netzen durchgeführt.

(a) Demonstration des VTKE am 10.10.2023 bei AVM in Berlin

Übersicht über den Testaufbau

Die experimentelle Demonstration erfolgte am PON-Port an einem lokal verwalteten OLT des Herstellers Zyxel, wie er auch in vielen deutschen Netzen geläufig ist. Er war über ein lokales Backbone an das Internet angebunden.

Über einen Splitter im Verhältnis 1:32 in einem handelsüblichen Etagenverteiler war der OLT mit verschiedenen Endgeräten verbunden, die im In- und Ausland im Handel erworben waren und mit der im Erwerbszeitraum vorhandenen Software liefen und zwischen 2014 und 2022 hergestellt worden waren. Unter ihnen waren ONT wie auch integrierte Geräte, die teils im freien Handel, teils von Anbietern von öffentlichen Telekommunikationsdiensten oder von Netzwerkausrüstern angeboten wurden.

Mit diesem Aufbau wurden fünf Tests durchgeführt:

Test-Setup Last & Datentransfer

Auf allen angeschlossenen Systemen war ein Datentransfer prüfbar mit Ausnahme derjenigen Geräte, die keine PPP/IP-Verbindung herstellen konnten, weil sie auf die Einstellungen eines Netzbetreibers festgelegt waren, die im Testszenario einen Verbindungsaufbau verhinderten; in einem Fall war die Benutzeroberfläche nicht zugänglich.

Laufzeiten

Zum Test der Laufzeiten (PING⁵) wurde ein PING auf einer Gegenstelle im Internet (nicht lokal) ausgeführt. Ein PING-Tool zeigte die Latenzen der Antworten an und stellte einen grafischen Verlauf über die Gesamtdauer des Tests dar. Der PING lag während des gesamten Testzeitraums im Bereich zwischen 2 und 4ms, gelegentlich auch leicht darüber. Latenzen blieben stabil auf niedrigem Niveau.

Es war keine Beeinträchtigung einzelner Anschlüsse/Endgeräte durch den Anschluss oder die Aktivität anderer Endgeräte feststellbar.

Internetnutzung

Im Testszenario Internetnutzung/Webbrowsing lief in Google Chrome die Extension „URL Slideshow“, die in Abständen von 10s nacheinander drei Webseiten (Golem.de, Heise Online

⁵ PING wird häufig auch als PACKET INTERNET GROPER bezeichnet.

und Spiegel Online) aufrief. Durch diesen Test werden nur vergleichsweise wenig Daten auf die Leitung gegeben, eine Beeinträchtigung anderer Teilnehmergeräte trat nicht auf.

Datentransfer

Im Testszenario Datentransfer wurden die realisierten Datenübertragungsraten mit der Breitbandmessung Ookla Speedtest, iperf3 ermittelt. Die angeschlossenen Geräte hatten eine Gigabit-Ethernet-Anbindung, wobei das Gigabit-Profil durch die OLT provisioniert wurde. Der Test erfolgte gegen eine Gegenstelle hinter dem OLT, aber vor dem Ausgang zum Internet, um eine gesicherte Performance zu erhalten. Im Testablauf wurden 120 Sekunden Datenverkehr in Downstream-Richtung (Download) generiert. In der Regel sind PON-Profile asymmetrisch; das PON-Segment war im Upstream nur 1,25 GBit/s breit. Der Test wurde auf mehreren Rechnern gleichzeitig ausgeführt, um das Segment auszulasten (2,5GBit/s maximal).

Der Speedtest-Client von Ookla (speedtest.net) war ebenfalls installiert und vorhanden. Die Ookla-Gegenstelle befand sich im Internet, so dass die Ergebnisse schwanken konnten. Die Tests liefen nur vergleichsweise kurz (ca. 20 Sekunden), sodass nur schwer parallel getestet werden konnte. Die Ergebnisse waren aber vergleichbar. Es konnten keine Beeinträchtigungen einzelner Anschlüsse/Endgeräte durch den Anschluss oder die Aktivität anderer Endgeräte festgestellt werden, auch dann nicht, als das PON-Segment durch Datenverkehr auf mehreren Clients gleichzeitig bis an das Maximum (2,5GBit/s) gebracht wurde.

Videostreams über das Internet

Im Testszenario Over-the-Top (OTT)-Streaming wurden Videostreams der Anbieter Netflix, Amazon und Youtube auf die angeschlossenen Geräte übertragen und auf den angeschlossenen Bildschirmen dargestellt.

Je ein Rechner ließ einen Stream eines OTT-Anbieters laufen. OTT-Videostreams sollten immer und jederzeit störungsfrei möglich sein. Weil die Webstreams in der Regel gepuffert und adaptiert (Adaptive Streaming) werden, sind keine direkt sichtbaren Beeinträchtigungen zu erwarten und traten in der Praxis auch nicht auf.

Multicast-Streaming

Im letzten Testszenario Multicast Streaming bot das Netz hinter dem OLT verschiedene Multicast Streams an. Diese können über VLC dargestellt werden. Die ist vergleichbar mit existierenden TV-Lösungen, wie sie bei großen deutschen Netzbetreibern im Einsatz sind. Diese Streamingform ist besonders empfindlich gegenüber Verzögerungen, Latenzen und verlorenen Paketen im Netz sowie gegenüber Belastungen des Routers/QoS auf dem Router. Sie ist daher eine gute Möglichkeit, diese Videostreams als Qualitätsindikator zu verwenden. Die Streams liefen dauerhaft im Backbone und wurden in Schleifen angezeigt. Wenn der Film zu Ende war, fing er von vorne an; hier gäbe es dann bei Störungen sichtbare Unterbrechungen im Ablauf.

Alle Streams (OTT, Multicast) konnten auch bei Auslastung des PON-Segments auf verschiedenen Systemen stabil und störungsfrei (keine Artefakte, Unterbrechungen oder Pausen sichtbar) wiedergegeben werden; auch die Belastung durch andere Systeme (wechselnd) hatte keinerlei Auswirkungen auf die Qualität oder Verfügbarkeit der Streams.

Technologie- und topologiefremde Geräte

In einer letzten Prüfung wurden technologie- oder topologiefremde Geräte an den OLT angeschlossen. Ein technologiefremdes Ethernet Passive Optical Network (EPON)-Gerät nach dem Standard IEEE.802.ah am OLT erzeugte auch bei empfindlichen Diensten wie Video-Multicast keine Störungen. Auch ein XGSPON Gerät von KPN erzeugte trotz anderer verwendeter Wellenlänge keine Ausfälle. Schließlich wurde noch ein Gerät für ein Punkt-zu-Punkt-Netz angeschlossen, das auf der gleichen Wellenlänge wie PON arbeitete und über ein handelsübliches AON-SFP-Modul verfügte. Als Gerät, das für Punkt-zu-Punkt-Netze konstruiert worden ist, war es nicht darauf ausgelegt, seine Sendetätigkeit an einem von einem OLT verwalteten Zeitschlitzverfahren auszurichten. Auch dieses Gerät erzeugte keine sichtbaren Störungen im PON. Hier kann aber die Laborumgebung zum Ausbleiben von Störungen beigetragen haben.

Der Aufbau und der Ablauf der Laborversuche waren nachvollziehbar. Rückfragen wurden plausibel beantwortet und es wurde auch auf Änderungswünsche der Bundesnetzagentur im Versuchsaufbau eingegangen. Im Ergebnis waren die Demonstrationen im sehr heterogenen Umfeld überzeugend und haben die realistisch anzunehmenden Möglichkeiten für Störszenarien weitestgehend eingegrenzt. Die verbliebenen Fälle beinhalten „Fehlbedienung“, „Soft- und Hardwarefehler“ und „unzureichende Implementierung“. Diese können auch bei einer andersartigen Verortung des Netzabschlusses sowie bei anderen Zugangstechnologien auftreten.

(b) Deutsche Glasfaser am 05.12.2023 in Borken

Ziele einer experimentellen Demonstration bei der Deutschen Glasfaser in Borken am 05.12.2023 war zu zeigen, dass bei wahlfrei und divers zusammengestellten Telekommunikationsendgeräten in PON durch einzelne fehlerhafte ONTs Verbindungsabbrüche weiterer am selben OLT-Port angeschlossener ONTs hervorgerufen werden.

Hierbei wurden an den PON-Port an lokal verwaltetem OLT des Herstellers Nokia über optische Splitter verschieden G-PON ONT teilweise mit SFP-Modul angeschlossen.

Im ersten Störungsszenario wurde ein integriertes Telekommunikationsendgerätes vom Typ AVM Fritzbox 5530 und 5590 an den OLT angeschlossen. Dabei kam es zum Verbindungsabbruch. Die Störung wurde auf der Oberfläche der Managementsoftware für alle an der Faser angeschalteten ONTs als fehlerhafter Status mit einem roten Kreuz signalisiert. Das störende ONT ließ sich seitens des OLT auch nicht in den Standby-Modus fahren.

Die störungsverursachenden ONT waren mit einer älteren fehlerbehafteten Firmware ausgestattet, um die angedachten Verbindungsabbrüche aufzuzeigen. Auf Nachfrage wurde aber bestätigt, dass diese Fehler mit einem neueren Firmware-Update Telekommunikationsendgeräteseitig nicht mehr auftreten.

Der VTKE ergänzt, sein Mitgliedsunternehmen AVM habe hierzu Folgendes mitgeteilt: Der Netzausstatter Nokia habe vermutet habe, dass durch die Aktivierung des Konfigurationsprofils ("Interop Mode", "Alien Tolerant") am OLT das Problem nicht aufgetreten wäre. Dieses Konfigurationsprofil sei auf einen Netzbetrieb mit unterschiedlichen

ONT-Herstellern ausgelegt. AVM habe das Problem jedoch durch eine Anpassung in der Firmware des Endgeräts beseitigen können, auch ohne dass die Deutsche Glasfaser am OLT tätig werden müssen. Es habe so das vermutlich für Nokia-ONT spezialisierte Konfigurationsprofil des OLT weiterverwenden können

Von der Deutschen Glasfaser wurde auf Nachfrage geäußert, dass die im Netzmanagementtool angezeigten Abbrüche keine Rückschlüsse darauf zulassen, ob auch tatsächlich die zuvor bestehenden Dienste ausgefallen sind. Erst bei einem Neustart des OLT würden die Verbindungen durch die weiterhin bestehende Störung nicht mehr neu aufgebaut werden können.

Solche Störungen wären auch bei nicht mehr ansprechbarem Providergeräten nur durch physisches unterbrechen der Glasfaser zu beherrschen. Eine Fehleranalyse würde in diesem Falle das Ziehen und Stecken der Glasfaseranschlüsse von Netzbetreiberseite notwendig machen. Für diesen Vorgang wären einige Minuten einzuplanen.

Im demonstrierten Fall hat der Hersteller laut Aussage der Deutschen Glasfaser reagiert und die Firmware nachgebessert. Fehler dieser Art würden ebenfalls nur zu einer sehr begrenzten Störung an derselben Glasfaser angeschlossenen Telekommunikationsendgeräte führen.

Ein Szenario, bei dem das ONT bereits bei der Erstinstallation zu derartig massiven Fehlern führt, wäre allerdings bei einer einmaligen Testinbetriebnahme durch den Netzbetreiber nachweisbar. Die aufgezeigte Störung sollte augenscheinlich Gefahren illustrieren, welche von unsachgemäß implementierter Firmware von Kaufmarkt-ONTs ausgehen könnten. Grundsätzlich muss aber angemerkt werden, dass Gerätedefekte in der vorgetragenen Art auch bei Providergeräten auftreten können.

In weiteren Störungsszenarien wurden ungeeignete SFP-Module in ein Fremdgerät eingesetzt und an das Labornetz angeschlossen. Hierbei handelte es sich um ein GPON-Modul mit zu hoher Laserleistung und ein AON-Modul für den Anschluss an Punkt-zu-Punkt-Netze mit einer kontinuierlichen, nicht an ein Zeitschlitzverfahren angepassten Sendetätigkeit des Lasers. Ein drittes Gerät war zwar für PON konstruiert, sendete aber ebenfalls außerhalb der vorgegebenen Zeitschlitze. In allen Fällen kam es zum Verbindungsabbruch.

Die Verwendung eines ungeeigneten SFP-Moduls durch den Endnutzer ließe sich aber auch bei Providergeräten nicht unterbinden, bei denen ein Endkunde ebenfalls ein SFP-Modul austauschen könnte. Hier ist auf die gem. § 73 Abs. 4 TKG bestehende Pflicht zum fachgerechten Anschluss von Telekommunikationsendgeräten durch den Endnutzer zu verweisen. Es ist nicht ersichtlich, dass hier ein so hohes Risiko für ein Fehlverhalten des Endnutzers anzunehmen ist, dass dies die Verlagerung des Netzabschlusspunktes für sämtliche PON-Netze rechtfertigen könnte.

(c) Gesamtbewertung der Demonstrationen

Diese unterschiedlichen Ergebnisse der Demonstrationen müssen in Bezug auf das Vorliegen einer objektiven technischen Notwendigkeit für die Bestimmung des Netzabschlusspunktes bewertet werden. Eine objektive technische Notwendigkeit liegt nicht schon dann vor, wenn eine bestimmte technische Ausgestaltung eines Netzes dazu führt, dass sein Abschlusspunkt zum Punkt B oder C verlagert werden müsste. Dies wäre gewissermaßen erst eine subjektive technische Notwendigkeit. Eine objektive technische

Notwendigkeit ist erst dann gegeben, wenn letztlich sämtliche oder zumindest die meisten praktikablen Ausgestaltungen des Netzes die Bestimmung eines bestimmten Netzabschlusspunktes erfordern. Dies folgt auch daraus, dass die Bestimmung des Netzabschlusspunktes für bestimmte Netztopologien erfolgen soll und nicht für individuelle Netze. Nach § 73 Abs. 2 TKG soll eine Ausnahme vom Grundsatz des passiven Netzabschlusspunktes deshalb auch als Allgemeinverfügung erlassen werden und sich mithin an alle Betreiber von Netzen einer bestimmten Topologie richten.

Deshalb können die Ergebnisse der Demonstration der deutschen Glasfaser vom 05.12.2023 für sich keine Ausnahme vom Grundsatz des § 73 Abs. 1 Satz 2 TKG begründen, weil die Demonstration des VTKE vom 13.10.2023 ihrerseits zeigt, dass ein störungsfreier Betrieb eines OLT auch mit nicht seinem Anforderungsprofil entsprechenden Endgeräten möglich ist. Dabei wurden bei OLT wie ONT marktgängige Geräte verwendet. Der störungsfreie Betrieb kann damit nicht auf die Verwendung besonders fortschrittlicher oder hochwertiger Geräte zurückgeführt werden. Natürlich kann nicht ausgeschlossen werden, dass ein nicht in den Versuch einbezogenes Endgerät in Kombination mit dem verwendeten OLT doch zu Störungen führen könnte. Die breite Varianz der Eigenschaften der verwendeten Endgeräte reicht aber, um die von den Antragstellerinnen behauptete besondere Empfindlichkeit von PON zu widerlegen. Selbst wenn der verwendete OLT eine besonders robuste und interoperabilitätsfreundliche Auslegung besessen haben sollte, wäre damit demonstriert, dass eine solche Auslegung objektiv möglich und damit eine Verlagerung des Netzabschlusspunktes an Punkt B objektiv nicht erforderlich ist.

Hinsichtlich dieser Bewertung der Labordemonstrationen bei Deutscher Glasfaser und dem VTKE tragen die Antragstellerinnen vor, dass diese zu kurz beschrieben und ihre Bewertung widersprüchlich seien. Die im Labor der Deutschen Glasfaser reproduzierten Störungen seien als nicht ausreichend angesehen worden, um eine objektive technische Notwendigkeit für eine Verlagerung des Netzabschlusspunktes zu begründen, weil es sich um Einzelfälle handele. Dagegen werde eine einzelne Demonstration der Verträglichkeit eines ONT mit einer Vielzahl von ONT und integrierten Endgeräten als Beweis für die Robustheit von PON gegenüber dem Einsatz einer Vielzahl von Geräten mit unterschiedlichen Spezifikationen gewertet. Hierdurch werde der Nachweis einer objektiven technischen Notwendigkeit für die Verlagerung eines Netzabschlusspunktes unmöglich, weil der Nachweis von Störungen eines Netzes immer durch einen einzigen Nachweis der Störungsfestigkeit eines Netzes aus dem Feld geschlagen werden könne.

Die Deutsche Glasfaser ist der Ansicht, dass die in ihrer Laboruntersuchung dargestellten Fehlerszenarien nur unzureichend im Bescheidentwurf behandelt worden seien. Es seien nur zwei Szenarien behandelt worden, während sie vier Szenarien dargestellt habe. Nicht berücksichtigt worden seien erstens die Aussendung eines zu starken Lichtimpulses durch das ONT und der dadurch herbeigeführte Ausfall des OLT und zweitens eine Verletzung der vom OLT vorgegebenen Signalorder im Zeitschlitzverfahren, wodurch es zu Interferenzen mit den Signalen anderer ONT und Störungen gekommen sei.

Bewertung:

In Reaktion auf das Vorbringen der Antragstellerinnen ist die Beschreibung der Versuche erweitert worden.

Für die Bewertung der beiden Demonstrationen ist wesentlich, dass ihr Ziel jeweils unterschiedlich war: Das Ergebnis der Demonstration der Deutschen Glasfaser war zu

zeigen, dass die von den Antragstellerinnen behaupteten Störungen auch tatsächlich entstehen können. Dies ist gelungen und wird von der Bundesnetzagentur gar nicht bezweifelt. Die Demonstration des VTKE war darauf ausgerichtet zu zeigen, dass ein OLT auch mit einer großen Bandbreite von technisch unterschiedlichen Geräten zusammenarbeiten kann. Diese Demonstration wäre übrigens auch dann in erheblichem Umfang gelungen, wenn die beiden von der deutschen Glasfaser reproduzierten Störfälle bei der Demonstration des VTKE aufgetreten wären. Denn dann hätte immer noch eine zufriedenstellende Interoperabilität mit zahlreichen Geräten bestanden und sich auch hier die Frage nach der voraussichtlichen Häufigkeit dieser Störungen gestellt. Diese ist, wie im Bescheid geschehen, in der Zusammenschau mit den theoretisch vorhandenen Schutzmechanismen und ihrer durch das tatsächliche Störungsgeschehen erkennbaren Wirksamkeit und Umsetzung zu beantworten. Sollte übrigens die Deutsche Glasfaser davon ausgegangen sein, dass keine Rechtspflicht zu einem möglichst robusten und fehlertoleranten Netzausbau bestünde, wie dies die Antragstellerinnen vorgetragen haben, würde dies eher gegen die Heranziehung ihrer Ergebnisse zur Begründung einer objektiven technischen Notwendigkeit sprechen.

cc) NTP-Leitlinien 3.3.1 Interoperabilität zwischen dem Endgerät und dem öffentlichen Telekommunikationsnetz: Maßnahmen zur Störungsvermeidung in Standards

Der bisherige empirische Befund einer nicht erhöhten Störanfälligkeit von PON lässt sich weiter dadurch befestigen, dass die geringe Anzahl dokumentierter Störungen auf die Maßnahmen und Verfahren zurückzuführen sein dürfte, die in nach dem GPON-Standard produzierten Geräten enthalten sind, um dem Auftreten der von den Antragstellerinnen befürchteten Störungen entgegenzuwirken. Diese lassen sich um folgende Störungsquellen gruppieren:

(1) Inkompatible Übertragungsverfahren

(a) Vorbringen

Eine wesentliche Quelle für Störungen in Point-to-Multipoint-Netzwerken, die über den Endnutzeranschluss mit einem inkompatiblen Gerät hinauswirken, ist nach Ansicht der Antragstellerinnen die Verwaltung der Zeitschlitze für die Datenübertragung vom und zum Anschluss. Eine geringfügige Missachtung der ausgehandelten Zeiten für das eigene Senden von Signalen oder Fehler bei der Aushandlung würden zu gleichzeitigem Senden durch unterschiedliche Endkunden führen. Die entstehende Überlagerung der Signale verhindere nicht nur die Signalzuordnung zum richtigen Endkunden, sondern auch die richtige Signalzuordnung am OLT. In der Folge komme es zu Fehlern in der Signalübertragung mehrerer Kunden zum OLT (Upstream), also aller Endkunden am gemeinsamen Port. Dies könnte 32 bis 128 Endkunden betreffen. Betroffen seien nicht nur die Datenverkehre im Upstream sondern auch der Downstream, da die zuständigen Protokolle (in der Regel TCP/IP) Empfangsbestätigungen (Acknowledge – ACK) erwarten. Bei deren Ausbleiben würden die Sendung der IP-Pakete sukzessive gedrosselt. Im Extremfall könne das Senden von Daten eingestellt werden. Dies könne dazu führen, dass die Datenpakete nicht mehr zu dem betroffenen Endgerät durchdringen und das störende Gerät nicht mehr kontaktiert werden kann. In besonderen Fällen bliebe dann nur, die Karte zwecks Fehleranalyse herunterzufahren. Bei Karten der aktuellen Generation betreffe dies bis zu 32 Ports x 64 Nutzer (2.048 Kunden).

Solche Fehler könnten bei unsauberer Programmierung der Firmware auftreten. Noch problematischer sei „Custom firmware“, die aus dubiosen Quellen im Internet bezogen werde, für die niemand Verantwortung übernehme und für die auch keine Interoperabilitätstests durchgeführt werde. Nur durch aktuelle und fehlerfreie Programmierung der Firmware und entsprechende Tests könne diesen Risiken begegnet werden.

(b) Bewertung

Die Nutzung von Zeitschlitzen für die Zuweisung von Signalübertragungskapazitäten ist ein allgemein übliches Verfahren und bewirkt keine überdurchschnittliche Komplexität, die nur durch die Zuordnung der Signalerzeugung und -übertragung vom Endkunden zum Netz des Anbieters zu bewältigen wäre. Die Nutzung von Standards und die Dokumentierung der gewählten Optionen in aussagekräftigen Schnittstellenbeschreibungen sind hier ausreichende Mittel zur Sicherung der Interoperabilität. Geringfügige Abweichungen und betriebsbedingte Schwankungen können durch die Verwendung von im Standard ITU-T G.984-3 beschriebenen Verfahren aufgefangen werden.

Den vermeintlich grundlegenden Unterschied im Vergleich zu Kabelnetzen durch Zertifikate in Kabel-Telekommunikationsendgeräten ist nicht nachvollziehbar begründet. Auch in Kabelnetzen werden seltene Probleme regulär im Zuge der Störungsbearbeitung erfolgreich behandelt. Auch hier waren ursprünglich Netzbetreiber mit Verweis auf die Besonderheiten von Kabelnetzen bei der Bundesnetzagentur vorstellig geworden, um vor massiven Problemen bei weiterbestehender Verortung des NAP an Punkt A zu warnen. Die von den Netzbetreibern prognostizierten Probleme bleiben seit vielen Jahren aus.

In Bezug auf die Anzahl und die Auswirkungen von ONT-Störungen auf andere Kunden des Netzbetreibers wird zum Teil mit unrealistischen Zahlen argumentiert. Beim beschriebenen Laborversuch bei der Deutschen Glasfaser waren, vor dem Hintergrund, dass der Fehler durch Updates vermeidbar ist, 8 ONTs an einer Glasfaser betroffen. Maximal möglich wären theoretisch 128 Geräte. Als realistisch anzunehmen ist eher die Zahl von 32 potentiell betroffenen Telekommunikationsendgeräten. Gegenüber der Bundesnetzagentur wurden von den Marktteilnehmern trotz anhaltender Nachfrage nur Probleme zwischen ONT und OLT für den speziellen Fall AVM-Fritzbox und Nokia-Alcatel OLT 7360 ISAM FX-4 mit FGLT-B GPON-Karte belegt. In beiden Fällen (ONT, OLT) wurde eine veraltete Firmware genutzt. Diese Probleme sind herstellerseitig gelöst und dürften ggf. auch vor dem Hintergrund der AUTO-Updatefunktion von AVM kaum noch relevant sein. Das skizzierte Störszenario kann auch nicht als typisch für Kundeneigengeräte herangezogen werden, da im Netz der Deutschen Glasfaser auch AVM-Providergeräte für den Anschluss an einem ONT verwendet werden. Das Problem wurde möglicherweise bereits im Vorfeld des Massenrollouts der Firmware beseitigt. Die Zahl der Ports und damit der im schlimmsten Fall betroffenen Endkunden kann sich jedoch im Zuge der technologischen Entwicklung verändern.

Generell gilt, dass Hersteller von Telekommunikationsendgeräten auf Chipsets einiger weniger Chipset-Lieferanten für PON zugreifen. Diese Unternehmen entwickeln ihre Chipsets üblicherweise auf Basis von Standards (ITU-T G.984-Serie) und lassen sie vom BBF testen.

Die Antragstellerinnen widersprechen dieser Bewertung und sind der Auffassung, dass die von Ihnen dargestellten Störszenarien von der Bundesnetzagentur unzureichend

berücksichtigt würden. Sie hätten dargestellt, wie es durch den Einsatz eines für PON-Anschlüsse ungeeigneten Gerätes zu einer Dauerbeleuchtung der Glasfaser komme, durch die OLT entweder gar nicht mehr sende oder eine effektive Signalübertragung nicht mehr möglich sei. Weiter habe sie dargestellt, dass eine fehlerhafte Firmware zu einer fehlerhaften Kommunikation zwischen ONT und OLT zu den im TDM-Verfahren vorgegebenen Zeitschlitzten gekommen sei. Dies habe zu einem vollständigen Verbindungsabbruch des OLT-Ports für alle über diesen Port versorgten ONT geführt.

Die Bundesnetzagentur setze sich mit diesen Störungsszenarien nicht auseinander, sondern stelle lediglich fest, dass Zeitschlitzverfahren ein technisch übliches Verfahren seien. Bei falscher Anwendung könne aber auch ein übliches Verfahren zu Störungen führen.

Die Bundesnetzagentur hat sich im Bescheidentwurf mit diesen Störszenarien auseinandergesetzt und sie bewertet. Die Aussage, dass Zeitschlitzverfahren ein technisch übliches Verfahren seien, bezieht sich auf eine Darstellung, die das Zeitschlitzverfahren als hochkomplex und nicht durch Schnittstellenbeschreibungen zu erfassen beschrieb. Die Realität der geschilderten Störfälle wird auch nicht verneint. Es ist deshalb auch nicht erforderlich, im Bescheid ständig auf diese Störungsszenarien zurückzukommen, weil sie durchaus anerkannt werden. Nur kann nicht schon ihr Vorkommen als Einzelfall zur Annahme einer objektiven technischen Notwendigkeit für eine Verlagerung des Netzabschlusspunktes führen. Erforderlich sind daher eine Schätzung ihrer Häufigkeit und eine Risikoabwägung, wie sie der Bescheid enthält.

Zwar sind aufgrund der technischen Konstellation (Zeitmultiplex, mehrere Wellenlängen pro Glasfaser) Störungen, die eine größere Anzahl von Nutzern betreffen, grundsätzlich möglich. Aktuelle Technik der Telekommunikation ist aber immer mit einer entsprechenden Komplexität behaftet. PON stellt dabei keine Besonderheit dar. Zeitmultiplextechnologien sind seit vielen Jahren erfolgreich in unterschiedlichen Architekturen (ISDN, ATM etc.) im Einsatz und verfügen daher über einen hohen technologischen Reifegrad. Für ONT-Chipset-Hersteller ist die Implementierung von TDM seit vielen Jahren ein in vielen Technologiezweigen erprobtes Szenario. Hier kann die ständige Wiederholung einiger Störszenarien keinen Versuch einer Bestimmung ihrer gegenwärtigen oder zu erwartenden Häufigkeit ersetzen. Seit Beginn der Diskussionen über den Netzabschlusspunkt von PON hat die Bundesnetzagentur um die Vorlage von Störungsbeschreibungen auch hinsichtlich der Häufigkeit des Auftretens von Störungen gebeten, ohne dass die Antragstellerinnen dem in ausreichendem Maße entsprochen hätten.

Ein Indiz, um den im Markt erreichten Reifegrad der PON-Technologie abzuschätzen, sind auf die Verbesserung von Interoperabilität und Störfestigkeit ausgerichtete Standardisierungsaktivitäten. Im Jahre 2010, also vor vierzehn Jahren, wurde hier auf der Ebene der ITU eine unzureichende Interoperabilität zwischen den OLT und ONT unterschiedlicher Hersteller festgestellt. Dabei wurde auch eine dem Vortrag der Antragstellerinnen ähnelnde Lage beschrieben, in der eine Vielzahl von Anbietern mit „unreifen“ Technologien in den Markt drängten. Darum wurden Aktivitäten zur Verbesserung dieser Lage begonnen. Ziel war es dabei ausdrücklich, den Anschluss unterschiedlicher ONT an einen bestimmten OLT zu ermöglichen, damit ein Netz von mehreren Diensteanbietern mit eigenen ONT genutzt werden kann. Dies unterscheidet sich von der verfahrensgegenständlichen Situation dadurch, dass in dieser die Endnutzer und nicht ein Dienstanbieter das Gerät mit ONT-Funktion auswählen können. Aber auch in diesem Szenario wird eine Plug & Play-Interoperabilität zwischen OLT und verschiedenen ONT

angestrebt. Ausweislich des zitierten Papiers wurde hier schon damals eine deutliche Verbesserung der Lage erreicht, die insbesondere auf dem heute breit akzeptierten Prüfverfahren 247 des BBF beruhen,

vgl. ITU-T Consultations on Conformity and Interoperability: Examples of problems due to lack of conformity/interoperability. Source: Telecom Italia (e-mails of 21 and 29 June 2010 to TSB),
https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/06/32/T06320000040007MSWE.doc&ved=2ahUKEwiV347_3KOIAxXUgv0HHeMVHN04ChAWegQINRAB&usg=AOvVaw19wE5Zcky7KeNNRpCq83Ry

Eine Sensibilität im Markt für die Problematik war also vorhanden. Andauernde Standardisierungsaktivitäten zur Interoperabilitätsverbesserung sind aber nicht bekannt, was ein weiteres Indiz (unter mehreren) ist, dass der Markt das Problem weitgehend gelöst haben sollte.

Entstehen trotzdem Störungen, stehen weitere Schutzmechanismen zur Verfügung, um die Abmeldung des störenden Kundengerätes zu bewirken.

(2) Abschaltung und Selbstabschaltung des Endgerätes bei fehlgeschlagener Anmeldung

Ein Weg, die von den Antragstellerinnen befürchteten Störungen Dritter zu vermeiden, sind Verfahren, die dafür sorgen, dass ein an das PON angeschlossenes Endgerät seine Aussendungen ins Netz einstellt, wenn es sich nicht am OLT anmelden kann. Diese Verfahren werden u. a. unter den Schlagworten „Rogue ONT Detection“ in den ITU-T Supplements zu den G-PON Recommendations beschrieben.

(a) Vorbringen

Die Antragstellerinnen halten diese Vorkehrungen für unzureichend, um die Störungsfreiheit ohne Zugriff des Netzbetreibers auf die ONT-Funktionen sicherstellen zu können. Störe ein ONT, dann bestehe die Gefahr, dass der OLT-Port, mit dem dieser ONT verbunden sei, abgeschaltet werden müsse. Unter gewissen Umständen könnten verschiedene OLT-Varianten störende ONT zwar erkennen. Eine Störung müsste allerdings so früh erkannt werden, dass eine Abschaltung noch möglich oder sinnvoll sei. Ist eine Störung schon so weit fortgeschritten, dass keine Signale mehr übermittelt werden, dann werde auch das Anbringen von Steuersignalen zum Trennen der Verbindung oder Herunterfahren des ONT nicht mehr möglich sein.

Dafür müssten der ONT-Hersteller und dessen Firmware-Version bekannt sein. Anhand bekannter Muster könnten dann Gegenmaßnahmen ergriffen werden. Seien für einen Störfall zwar die Fehlermuster bekannt, könnten aber der Einsatz anderer Chipsätze, anderer Firmwareversionen oder ein anderes OLT ein ganz anderes Störungsmuster erzeugen. Aus diesen Gründen könnten bestimmte Störungsmuster nur in den Interoperabilitätstests aufgeklärt und hinterlegt werden. Nur durch die Simulation von definierten Tests können Fehlerfälle gesammelt werden. Es sei möglich, solche Fehlerfälle gezielt unter Laborbedingungen herbeizuführen, aber bis jetzt seien noch nicht genügend Fehlerfälle bekannt, um entsprechende Fehlermuster erstellen zu können.

Nur wenn eine Störung rechtzeitig erkannt sei, gebe es eine Chance, dass die Trennung oder Abschaltung eines ONT vom OLT herbeigeführt werden könne. Dazu müssten die entsprechenden Funktionen im ONT ordnungsgemäß implementiert und das ONT für den Netzbetreiber mit einem steuernden Zugriff erreichbar sein. Der Endnutzer müsse hierzu entsprechende Rechte vergeben haben.

Seien die vorliegenden Informationen zu Hard- und Software falsch, könne der Mechanismus nicht alle Störungen erkennen. Eine fehlerhafte Konfiguration oder Firmware von Drittanbietern (Custom Firmware) spielen dabei eine Rolle. Eine Trennung oder Abschaltung sei möglich, aber die entsprechenden Steuersignale müssen zum ONT gelangen, richtig interpretiert und ausgeführt werden. Die Antragstellerinnen stufen die Wahrscheinlichkeit für dieses Szenario als gering ein, wenn keine Interoperabilitätstests durchgeführt wurden.

(b) Bewertung

In wieweit die hier angesprochene proaktive weitreichende Diagnose überhaupt stattfindet, ist zu hinterfragen. Detaillierte Aussagen hierzu wurden bisher nicht gemacht und es bestehen Zweifel an einer, wie behauptet, flächendeckenden und ressourcenintensiven Echtzeitüberprüfung für Provider-ONTs, bei denen das ONT-Verhalten ständig gegen vorab erfasste Fehlermuster geprüft wird. Eine erweiterte Überwachung des ONT ist unter bestimmten Voraussetzungen auch bei Endkundengeräten möglich. Grundsätzlich bieten die Standards der G.984-Reihe und die Recommendation G.988 für das Netzmanagement zusammen mit den dazugehörigen Supplements standardisierte Möglichkeiten des Zugriffs auf die ONT bzw. sogenannte Optical Network Unit (ONU) zum Zweck von Fehler-, Konfigurations-, Sicherheits- und Leistungsmanagement. Bei schnittstellenbeschreibungs- bzw. standardkonformen ONTs ist dementsprechend davon auszugehen, dass auch kundeneigene Telekommunikationsendgeräte die grundlegenden Anforderungen erfüllen.

Das Vorbringen der Antragstellerinnen stellt die Verfahren zur Abschaltung störender ONT zudem nicht vollständig dar. Denn die Aussendung eines Abschaltbefehls durch den OLT an den ONT ist hier nur eine Vorgehensweise. In den Standards sind auch Verfahren definiert, die im ONT selbst implementiert werden und verschiedene seiner möglichen Fehlerquellen erfassen. Supplement 49 zu den ITU-T G_Series Recommendations nennt unter Ziffer 3.3 und 3.4 Maßnahmen im Bereich von Prozessor und Transceiver des ONT, die gerade dann die Selbstabschaltung des ONT sicherstellen sollen, wenn der Abschaltbefehl des OLT nicht mehr umgesetzt werden kann. Es wird auch eine kumulative Anwendung dieser Sicherungsmechanismen empfohlen. Das tatsächlich seltene Auftreten der befürchteten Störungen spricht dafür, dass diese Empfehlungen umgesetzt werden und wirksam sind.

Gleichwohl sind Störungen der von den Antragstellerinnen beschriebenen Art nie vollständig auszuschließen.

(3) Geräte für andere Netztopologien oder mit unpassender Leistung

(a) Vorbringen

Die Antragstellerinnen befürchten weiter, dass Störungen durch Endgeräte für Punkt-zu-Punkt Netze mit dauerhaft aktivem Laser oder mit Lasern zu hoher Leistung zu Störungen

führen könnten. Dies ergebe sich, wenn Endgeräte für Glasfaser-Netze in Point-to-Point-Architektur (AON) an PON angeschlossen werden oder Geräte mit mehreren Konfigurationsprofilen, welche sowohl mit PON als auch mit AON-Netzen oder 10G-EPON zusammenarbeiten können, mit dem falschen Profil oder Sendemodul an ein PON angeschlossen würden. Denn dann würde das Gerät naturgemäß in der Erwartung einer exklusiven Leitungsressource keine Aushandlung von Zeitschlitzten vornehmen, sondern die gesamte Senderichtung in Anspruch nehmen. Dies würde zur vollständigen Blockade aller am gleichen Port hängenden Endkunden führen. Beim Anschluss von Geräten, die auf andere Glasfaserstandards konfiguriert seien, würde ähnliches passieren, da weitgehend identische Wellenlängen auf unterschiedliche Weise beansprucht würden. Eine spektrale Überlagerung wie bzw. eine Blockade wäre vorhersehbar. Es gebe Sicherheitsmechanismen, wie z. B. listen before talk, welche die Erkennung einer AON-Konfiguration ermögliche, oder Steuerbefehle, welche vom OLT an diese ONT gesendet werden und sie zum Abbrechen ihrer Sendetätigkeit veranlassen. Voraussetzung dafür sei, dass die ONT diese Mechanismen sauber implementiert hätten und Befehle erkennen und umsetzen könnten. Da es keine Garantie dafür gebe, seien Interoperabilitätstests notwendig. Die einzig verbleibende Methode zur Störungseingrenzung und -behebung bestehe dann auch hier darin, das Gerät manuell vom Netz zu trennen, besser noch, es nicht erst an das Netz anzuschließen. Dafür müsste der Endkunde jedoch in der Lage sein, das richtige Gerät bzw. die richtige Konfiguration zu verwenden.

(b) Bewertung

Auch diese Befürchtung führt nicht zur objektiven Notwendigkeit einer Verlagerung des Netzabschlusspunktes. Denn durch entsprechende Hinweise an den Endnutzer kann dieser darüber informiert werden, nur ein zum Netztyp passendes Endgerät anzuschließen. Zudem gibt es die in der Breite des Marktes eingesetzten Industriestandards der SNIA⁶ für Transceiver-Module (elektrisch/optisch), die u. a. eine Überwachung und Steuerung der Parameter des Sendelasers ermöglichen. Somit sollte bei einer hinreichend verfassten Schnittstellenbeschreibungen und entsprechender Eignung das Telekommunikationsendgerät störungsfrei funktionieren. Außerdem dürften trotzdem entstehende Fehler dieser Art bereits bei der ersten Installation zu einer Störung führen, und zwar auch bei dem Endnutzer, der dadurch auch sofort auf den Fehler hingewiesen wird. Eine verzögerte oder verdeckte Realisierung dieser Art von Störung ist daher nicht zu erwarten.

(4) Erforderlichkeit ausführlicher Interoperabilitätstests

(a) Vorbringen

Die Antragstellerinnen sehen eine Verlagerung des Netzabschlusspunktes an den Ausgang des ONT auch deshalb als erforderlich an, weil andernfalls die Interoperabilität nur durch umfangreiche Interoperabilitätstests abzusichern sei, die praktisch nicht durchgeführt werden könnten. Das unterschiedliche Ausmaß durchgeführter Interoperabilitätstests sei auch der

⁶ Z. B. SFF-8472 Specification for Management Interface for SFP+ Rev 12.4 March 31, 2021.

Grund dafür, dass in Kabelnetzen die für PON befürchteten Probleme bisher ausgeblieben seien.

Für Kabelnetze sei der DOCSIS-Standard entwickelt worden und werde auch heute noch fortgeschrieben. Eine unabhängige Stelle sei für den Standard und die Interoperabilitätstests verantwortlich und erstelle auch die Zertifikate, auf die keine weitere Partei Einfluss habe. Grundsätzliche Störungsszenarien für Point-to-Multipoint-Netze seien in beiden Technologien denkbar.

Wie oben bereits dargestellt, würden Kabelmodems und Firmware in allen Entwicklungsständen Interoperabilitätstests unterzogen.

Eine vergleichbare Teststruktur habe sich für Glasfasernetze, insbesondere PON, bis jetzt noch nicht herausgebildet. Hersteller würden versuchen, durch bilaterale Kooperationen mit Netzbetreibern individuelle Tests und Anpassungen vorzunehmen und die Kosten ganz oder teilweise auf Netzbetreiber zu verlagern. Dies sichere die Interoperabilität mit dem spezifisch getesteten Netz. Für andere Netze gebe es keine auch nur im Ansatz belastbare Aussage über eine Interoperabilität. Weitere Testmöglichkeiten seien über das BBF (BBF.247 Certification⁷) möglich.

Diese Tests seien nur lückenhaft standardisiert. Hersteller könnten ihre Testszenarien mehr oder weniger umfangreich ohne die Mitwirkung von Netzbetreibern selbst ausgestalten. Eine Testung erfolge über ein (simuliertes) OLT, welches mit den im praktischen Einsatz befindlichen Geräten nur wenig zu tun habe. Es bringe seine eigene Interpretation der Standards mit. Die Praxis zeige, dass schon aus Kostengründen nur wenige für eine Interoperabilität aussagekräftige Tests durchgeführt werden können. Ein Testsiegel enthalte keine Aussage über die störungsfreie Kommunikation mit einem bestimmten Netz bzw. mehr als mit einem Netz. So könne die BBF.247-Zertifizierung höchstens als grundlegende Interoperabilität angesehen werden.

Der Aufbau einer Testkultur wie für Kabelnetze sei erstrebenswert, aber auch ein schwieriges Unterfangen. Der Aufbau der nötigen Testkapazitäten sei langwierig und werde erhebliche Zeit und die Einbindung von einer Vielzahl an hochqualifizierten Experten in Anspruch nehmen, wobei unklar, ob sich die Hersteller bereit seien, sich an den Kosten zu beteiligen.

Aus rein praktischen Gründen, d. h. wegen des Umfangs und Aufwands, müssten sich solche Tests auf zwei bis drei Referenznetze konzentrieren. Nach Angaben US-amerikanischer Experten gäbe es keine realistische Möglichkeit, die erforderlichen Tests auf mehr als zwei bis drei Netze und ihre Spezifika auszurichten. Für Deutschland/Europa sei dies ein kaum zu überwindendes Problem. Es werde geschätzt, dass in Deutschland etwa 170 Anbieter Glasfasernetze in PON-Architektur aufbauten mit genauso vielen spezifischen Netzwerkanforderungen, gegen die getestet werden müsste. Dabei würden die am Markt verfügbaren Netzelemente Teil von proprietären Lösungen des jeweiligen Herstellers mit unterschiedlichen Anforderungen sein.

In der Praxis sei daher mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit auszuschließen, dass Geräte, die mit einem Netz A – auch mit einem „großen“ Netz – zusammenarbeiten, mit

⁷ <https://www.broadband-forum.org/wp-content/uploads/2023/04/BBF.247-GPON-ONU-Products-2023-04-21.pdf>.

einem Netz B zusammenarbeiten würden. Dies bedeute für die Mehrzahl der Anbieter in Deutschland, dass eine Interoperabilität nur dann sicherzustellen, wenn diese ihre Netze an diejenigen der „großen“ Betreiber anpassten. Voraussichtlich werde dieser Zustand von selbst im Laufe der Zeit eintreten, nämlich als Nebeneffekt fortschreitender Konsolidierung sowohl auf Hersteller- als auch auf Netzbetreiberseite. Er werde jedoch wohl mehrere Jahrzehnte in Anspruch nehmen und erhebliche Aufwände erfordern, die besser für den Ausbau von Glasfasernetzen aufgewendet würden als für den Umbau bestehender Glasfasernetze.

Wie bereits oben dargestellt, sieht der VTKE die am Markt vorhandenen Tests als ausreichend an. Die würden von den Herstellern breit angenommen und erklärten das tatsächlich geringe Auftreten von Störungen. Im von den Antragstellerinnen hergestellten Vergleich mit der Situation in Kabelnetzen sei zu berücksichtigen, dass CableLabs nicht die Verträglichkeit eines Endgerätes mit einem Netz, sondern die Übereinstimmung mit dem DOCSIS-Standard prüfe. Nach der erstmaligen Zertifizierung eines Produktes würden spätere Änderungen an Hardware und Firmware nicht mehr geprüft. Hinzuweisen sei auch darauf, dass das netzseitige Cable Modem Termination System (CMTS) keinerlei Zertifizierung durchlaufe, obwohl es erheblich komplexer sei, und trotzdem keine Probleme aufträten.

(b) Bewertung

Die von den Antragstellerinnen geforderten Testmaßnahmen gehen über das rechtlich begründbare Maß hinaus, weil sie die unterschiedlichen Arten von Interoperabilität, nämlich Störungsvermeidung und effektive Dienstbringung, nicht unterscheiden. Gesetzlich vorgesehene Mittel zur Sicherstellung der effektiven Dienstbringung ist die Schnittstellenbeschreibung des Anbieters, auf deren Grundlage Endgeräte entwickelt werden können, und zwar für das jeweils betroffene Netz. Es gibt keine Verpflichtung für Hersteller, für beliebige Netze nutzbare Endgeräte zu entwickeln. Dies ist auch nicht das gesetzliche Leitbild des Endgerätemarktes, von dem § 74 TKG ausgeht. Tests zwischen Hersteller und Netzbetreiber sind hier sicher wünschenswert und in beiderseitigem Interesse, um die Erfüllung der Anforderungen der jeweiligen Netzschnittstelle auch überprüfen zu können. Ihre Durchführung wird aber nicht zur Voraussetzung der Anschlussfähigkeit eines Endgerätes an ein Netz gemacht.

Hinzuweisen ist noch auf Folgendes: Schnittstellenbeschreibungen müssen so genau sein, dass Hersteller auf dieser Grundlage Geräte entwerfen können, die zur Nutzung aller über die Schnittstelle erbrachten Dienste in der Lage sind. Selbst wenn man die Durchführung vorheriger Interoperabilitätstests zur Voraussetzung für die Zulässigkeit des Anschlusses eines Gerätes machen sollte, bedeutete dies nicht, dass der betroffenen Netzbetreiber eine Türhüterfunktion dergestalt einnehmen könnte, dass nur er selbst die Tests durchführen kann und damit über den Zugang zu seinem Netz entscheidet. Wie bei anderen Arten der Konformitätsbewertung auch müsste ein akkreditiertes Testlabor die Übereinstimmung zwischen Telekommunikationsendgerät und Schnittstellenbeschreibung prüfen und nachweisen können. Keinesfalls könnte das Erfordernis vorheriger Tests dazu führen, Auslassungen und Ungenauigkeiten der Schnittstellenbeschreibungen abzufangen.

Im Übrigen dürften die im Markt bereits breit angewendeten Tests ausreichend sein. Die BBF.247-Zertifizierung nach Test-Plan TP-247 (G-PON & XG-PON & XGS-PON ONU Conformance Test Plan) ist mit ihrem möglichen Testumfang sehr weitreichend. Es bleibt

festzuhalten, dass die verfügbaren Mechanismen vielfältige Werkzeuge zur proaktiven und reaktiven Störfallbehandlung zur Verfügung stellen. Sie erfassen die Kommunikationssteuerung zwischen OLT und ONT nach ITU- Recommendation G.988 (ONU management and control interface (OMCI) specification). Dazu gehören die Identifizierung von Netzwerkkomponenten, die Durchführung von Diagnosen, die Aktivierung von ONUs, die Überwachung der Signalqualität und die Fehlererkennung. Konkret bedeutet das auch, dass Probleme mit störenden ONTs, die in der Verbindungsaufbauphase zum falschen Zeitpunkt oder dauerhaft senden, dazu führen würden, dass Tests auf PLOAM- und OMCI-Ebene scheitern würden.

So gesehen erfüllen die BBF-Tests (Abschnitt 6, ONU Bring-up und Abschnitt 7, MIB & Alarm Synchronization) die Anforderungen. Sie sollten serien- bzw. bauartbedingte Mängel und zu Fehlfunktionen führende Abweichungen vom Standard aufzeigen. Das wird erreicht durch den Test von Funktionen auf höheren Schichten, die einen erfolgreichen Aufbau der Kommunikationsbeziehung zwischen OLT und ONT bereits voraussetzen.

Einzuräumen ist, dass das BBF die Hardware mit einer bestimmten Firmwareversion testet und auch nur dafür zertifiziert. Diese Tests bieten aber, konsequent angewandt, eine gute Möglichkeit störende Abweichungen vom Standard und wesentliche bauartbedingte Mängel im Vorfeld einer Markteinführung zu identifizieren. Das tatsächlich geringe Störungsaufkommen und die am Termin vom 05.12.2023 demonstrierte gute Interoperabilität stützen diese Wertung.

(5) Unerkannte Störer

Selbst wenn das von den Antragstellerinnen befürchtete Störungsszenario einträte ist darauf hinzuweisen, dass diese Störung **meist** nicht darin bestünde, dass der Störende einen funktionsfähigen Anschluss nutzen würde, während dies anderen an seinen Port angeschlossenen Nutzern verwehrt wäre. Auch er wäre in vielen Fällen von der Störung betroffen, und zwar schon beim erstmaligen Anschluss des Gerätes. Er würde sich bei seinem Anbieter melden, der dann seinerseits das von ihm verwendete Gerät erfragen und daraus Schlüsse für die Störungsbearbeitung ziehen kann.

(6) Gutachten und Erkenntnisgrundlage

Die Bundesnetzagentur hatte erwogen, zu den erörterten technischen Fragen ein zusätzlich ein Gutachten in Auftrag zu geben, hat hiervon jedoch Abstand genommen. Denn dieses Gutachten hätte seinen Analysen eine Art „Standard-OLT“ zugrunde legen müssen, das erstens im Markt schwer zu ermitteln gewesen wäre und zweitens nicht die Pflicht berücksichtigt hätte, ein möglichst robustes und interoperabilitätsfreundliches OLT von Seiten der Netzbetreiber einzusetzen. Die Zusammenschau aus den theoretisch in den PON-Standards vorhandenen Mechanismen zur Vermeidung von Störungen, die tatsächlich geringe Anzahl von gemeldeten Störungen sowie der Vergleich der Demonstrationen von deutscher Glasfaser und VTKE bilden eine ausreichende Erkenntnisgrundlage, um die objektive technische Notwendigkeit einer Verlagerung des Netzabschlusspunktes in PON von Punkt A auf Punkt B unter dem Gesichtspunkt der Interoperabilität zu verneinen.

Die Antragstellerinnen wenden sich entschieden gegen die Auffassung, dass sie zu einer möglichst interoperabilitätsfreundlichen und robusten Auslegung ihrer Netze verpflichtet seien. Für eine solche Verpflichtung gäbe es keine Rechtsgrundlage. Die Bundesnetzagentur weise den Netzbetreibern pauschal die Verantwortung von Störungen

zu, weil Fehlfunktionen von ONT immer durch den Einsatz eines besseren OLT aufgefangen werden könnten.

Die Bundesnetzagentur hat an keiner Stelle behauptet, dass jede von einem ONT ausgehende Störung vom Netzbetreiber durch Maßnahmen am OLT unterbunden werden müssten, weil dies faktisch nicht möglich ist. Sie vertritt aber die Auffassung, dass die vorhandenen Möglichkeiten zur Minimierung des Störungsrisikos zu nutzen sind.

Entgegen der Auffassung der Antragstellerinnen sind Rechtsgrundlagen für eine Pflicht zu einer möglichst interoperabilitätsfreundlichen und robusten Ausgestaltung ihrer Netze mehrfach vorhanden. Wie eingangs in der Darstellung der rechtlichen Entwicklung der Pflicht zur Zugangsgewährung am passiven Netzabschlusspunkt erläutert, verpflichtete bereits die Vorläufervorschrift des § 73 Abs. 1 TKG Betreiber öffentlicher Telekommunikationsnetze dazu, den Endnutzern Zugang am passiven Netzabschlusspunkt zu gewähren. Dem Gesetzeswortlaut und der Gesetzesbegründung können eindeutig entnommen werden, dass der Gesetzgeber den Ausgang eines Modems nicht als passiven Netzabschluss bewertete. Gegenstand der Diskussionen zum damaligen Zeitpunkt waren die Modems zum Anschluss an Breitbandkabelnetze, deren Funktion sich nicht von derjenigen des ONT an PON-FTTH-Glasfasernetzen unterscheidet. Schon während der Geltung des TKG 2004 waren Netzbetreiber also verpflichtet, ihre Netze so zu gestalten, dass Endgeräte direkt über einen passiven Netzabschlusspunkt an sie angeschlossen werden konnten. Dies setzt die genannte Interoperabilitätsfreundlichkeit und Robustheit voraus. Eine Möglichkeit für die Gewährung einer Ausnahme gab es während der Geltung des TKG 2004 und des FTEG nicht. Diese Rechtslage besteht auch unter dem geltenden § 73 Abs. 1 TKG fort, solange keine Ausnahme nach § 73 Abs. 2 TKG erlassen worden ist.

Die gleichen Überlegungen folgen aus dem unmittelbar geltenden Art. 3 Absatz 1 der TSM-VO. Das hier statuierte Recht der Endnutzer, Endgeräte ihrer Wahl zu nutzen, wirft die Frage auf, wie die Grenze zwischen dem Netz des Anbieters und dem Endgerät des Nutzers zu ziehen ist. In der bereits zitierten GEREK-Leitlinien zur Netzneutralität ist ebenfalls die objektive technische Notwendigkeit das entscheidende Kriterium für die Bestimmung des Netzabschlusspunktes. Daraus folgt, dass ein Netzbetreiber die objektiv möglichen Maßnahmen zu treffen hat, um einen Netzabschlusspunkt verwenden zu können, der seinen Endnutzern eine möglichst große Endgerätewahlfreiheit ermöglicht. Dieser Punkt ist sowohl nach seiner inneren Logik als auch nach den Ergebnissen der anzuwendenden GEREK-Leitlinien der passive Netzabschlusspunkt.

Des Weiteren legt § 165 Abs. 2 TKG fest, dass Netzbetreiber Maßnahmen zum Schutz ihrer Netze vor Störungen, die zu erheblichen Beeinträchtigungen von Telekommunikationsnetzen und –diensten führen können, zu treffen haben. Die von den Antragstellerinnen dargestellten Störungsszenarien können auch dadurch entstehen, dass von ihnen selbst bereitgestellte ONT bzw. Endgeräte mit integrierter ONT-Funktion durch Fabrikationsfehler, fehlerhafte Software-Aktualisierungen oder Alterungserscheinungen nicht mehr ordnungsgemäß funktionieren und Störungen auslösen können. Auch hier besteht die Notwendigkeit, die Netze gegen solche Fehlerquellen zu sichern.

Diese Rechtslage ist sehr gut mit der tatsächlichen Angebotslage von OLT durch Netzausstatter vereinbar, woraus sich auch ergibt, dass die objektiv möglichen Maßnahmen für ein robustes und interoperabilitätsfreundliches Netz auch wirtschaftlich darstellbar sind.

Denn OLT wie der NOKIA Alcatel-Lucent 7360 weisen eine Wahlmöglichkeit der Einstellungen auf, die entweder auf eine homogene, vom Netzbetreiber kontrollierte ONT-Population ausgerichtet sind oder auf eine Vielzahl von unterschiedlichen ONT. Die OLT-Hersteller tragen also bereits der Möglichkeit einer Endgerätewahlfreiheit am passiven Netzabschlusspunkt Rechnung. Angesichts der mit der Schaffung dieser Möglichkeit auf Herstellerseite verbundenen Aufwände und Kosten wäre es unverständlich, wenn objektive technische Notwendigkeiten gegen die Zugangsgewährung am passiven Netzabschlusspunkt und der daraus folgenden Vielfalt angeschlossener Endgeräte sprechen sollten, denn dann wäre eine solche Produktausgestaltung von OLT sinnlos.

dd) NTP- Leitlinien 3.3.1 Interoperabilität zwischen dem Endgerät und dem öffentlichen Telekommunikationsnetz: Dienstqualität

(1) Vorbringen

Die Antragstellerinnen sehen die Einbeziehung des ONT in das Netz des Anbieters unter Interoperabilitäts Gesichtspunkten auch zur Sicherung der Dienstqualität als geboten an. Nur über Interoperabilitätstests mit an das Netz anzuschließenden Geräten könne sichergestellt werden, dass ein Dienst vertragsgemäß erbracht werden könne. Die Verwendung ungeeigneter Geräte habe Auswirkungen auf die Qualität der dem Endkunden erbrachten Dienste. Anzeichen könnten ein „Knacken“ bei Telefongesprächen oder das Hören von Gesprächsfetzen sein. Wie beim Totalausfall eines Ports am OLT durch inkompatible Geräte könne dies sowohl den Nutzer des inkompatiblen Gerätes als auch andere am selben OLT-Port angeschlossene Nutzer treffen. Verschiedene Dienste hätten je nach dem genutzten Netz unterschiedliche Anforderungen, was eine Vielzahl von Kombinationen aus Dienstanforderungen und Netz erzeuge, die ein Endgerät Dritter zur Erzielung von Interoperabilität alle abdecken müsse.

Würden die an das ONT gerichteten Konfigurationsbefehle nicht oder unzureichend umgesetzt, habe dies unmittelbare Auswirkungen auf die Qualität der Dienste. Das OLT organisiere und kontrolliere jedes angeschlossene Gerät. Basis ist der im PON-Standard definierte Control Channel (OMCC) und dem ONT-Management. Die u. s. Abbildung⁸ solle dies verdeutlichen:

⁸ Antragsteller geben an, dass die Abbildung hier entnommen wurde: ITU-T G.988, Amendment 4 (09/2021) OMCI Managed Entities.

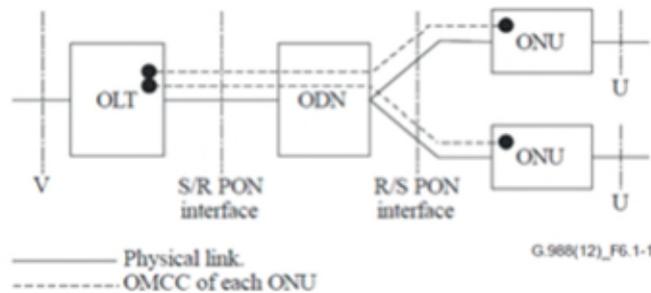


Abb. 3: Referenzmodell OMCI mit Kommunikationspfad

Die gestrichelte Linie stelle den Kontrollpfad dar.

Die Qualitätskonfiguration würde nicht auf das als passiver Netzabschlusspunkt in Betracht kommende R/S PON Interface zugreifen. Da ein passives Interface solche Aufgaben nicht wahrnehmen könne, werden QoS-Vereinbarungen, -Konfigurationen und -Absicherungen immer auch das ONT einbeziehen müssen.

In den Standards seien Konfigurationen des OLT per OMCI ME dem ONT vorgegeben. Es könne aber nicht verifiziert werden, ob ein ONT alles richtig interpretiert und umgesetzt habe. Der Netzbetreiber müsse sich auf die Umsetzung der Vorgaben des Standards verlassen. Nur durch Interoperabilitätstests könne eine mittelbare Absicherung ermöglicht werden.

Der VTKE kann keine unüberwindlichen Schwierigkeiten für die Sicherung der Dienstqualität bei passivem Netzabschlusspunkt erkennen. Im PON-Standard habe die Netzseite mit dem OLT die Aufgabe, dem angeschlossenen PON-Endgerät Daten-Queues zu erstellen, nämlich sogenannte Transmission-Container und GEM-Ports. Mit diesen würden verschiedene Dienste wie Internet oder Telefonie übertragen. Aus dem Heimnetz des Endnutzers generierte Dienste würden durch das PON-Endgerät einsortiert und versendet. Der Standard sehe also für die Netzseite Mechanismen vor, mit denen sie die Dienstqualität sichern könne und über die sie das Endgerät beim Verbindungsaufbau dementsprechend steuere. Für die Dienstqualität sei die Verwaltung der Ressourcen auf der Netzseite entscheidend. Das Netz konfiguriere in allen Szenarien das angeschlossene Endgerät und teile diesem die Ressourcen in beiden Verkehrsrichtungen zu.

(2) Bewertung

Wie schon bei den zu einem Abbruch der Verbindung zum OLT führenden Unverträglichkeiten fehlen auch dokumentierte Nachweise einer erheblichen Anzahl der geltend gemachten Beeinträchtigung der Dienstleistung. Die Verwendung des in IP-Netzen feststehenden Terms QoS (Quality-of Service) ist hier zudem nicht ganz nachvollziehbar. Ein „Knacken“ beim Telefonieren etwa existiert bei digitaler Übertragung üblicherweise nicht und kann allenfalls durch andere Phänomene (z. B. elektromagnetische Einstreuungen) am Telekommunikationsendgerät auftreten.

QoS wird vor allem genutzt, um eine Priorisierung von Datenströmen innerhalb des Providernetzes abzubilden. Die jeweilige Accesstechnologie ist am Rand des Netzes bzw. am Ende der Verbreitungskette. Da DSL wie beschrieben eine Point-to-point-Technologie ist und die ausgehandelte Bandbreite nicht geteilt werden muss, wird auf diesem letzten Stück

im Netz an QoS-Parametern nichts geändert. Probleme mit der Priorisierung oder "traffic congestion" (Datenstau) sind vornehmlich in gemeinsam genutzten Netzsegmenten bzw. im Kernnetz relevant. Probleme oder Störungen der höheren Schichten (nach ISO-OSI-Referenzmodell) sind Fragestellungen, die im Rahmen des normalen IP-Netzbetriebs behandelt werden müssen.

Gemeint sind von den Antragstellerinnen vermutlich Dienststörungen auf den höheren OSI-Schichten. Diese Aspekte haben für die hier behandelten Fragen der Interoperabilität im Netzzugangsbereich keine Relevanz, da sie oberhalb der Bitübertragungs- und Link-Schicht (OSI-Layer 1 & 2) liegen.

Sofern mit QoS hier Beeinträchtigungen der Signalübertragung gemeint sind, die nicht zu einem Abbruch der Verbindung des ONT zum OLT führen, gelten erstens die obigen Ausführungen zu schweren Störfällen entsprechend, wobei hier hinzukommt, dass wegen der fortbestehenden Verbindung zum OLT von diesem ausgehende Korrekturmaßnahmen die Beeinträchtigung zusätzlich vermindern können. Auch hier gilt, dass aussagekräftige Schnittstellenbeschreibungen dem Auftreten derartiger Dienstbeeinträchtigungen entgegenwirken. Sofern die Dienstbeeinträchtigungen von den Antragstellerinnen näher beschrieben werden, scheinen sich die möglichen Ursachen auf das Zeitschlitzmanagement und die Abstrahlleistung des Lasers zu konzentrieren. Hierzu dürften ausreichend aussagekräftige Schnittstellenbeschreibungen gut zu realisieren sein.

Einzuräumen ist, dass es auch bei zutreffenden und ausführlichen Schnittstellenbeschreibungen zu Fehlkäufen des Endnutzers kommen kann. Allerdings ist eine vollständige Freiheit von Störungen im Netz ohnehin nie zu erreichen, und Störungen können auch von defekten oder fehlerhaft programmierten Geräten, die vom Anbieter bereitgestellt wurden, ausgehen. Die Wahrscheinlichkeit solcher Fehlkäufe kann auch durch entsprechende Informationsmaßnahmen über die Netze, für die das Endgerät geeignet ist, ausgeglichen werden. Hier ist auch darauf hinzuweisen, dass technisch nicht interessierte Kunden weiterhin die Möglichkeit haben, einen Anschluss über ein vom Anbieter bereitgestelltes ONT oder Endgerät zu wählen und dadurch jede Fehlerquelle auszuschließen.

ee) NTP-Leitlinien 3.3.2 Einfachheit des Betriebes des öffentlichen Telekommunikationsnetzes

Bei der Bestimmung des Netzabschlusspunktes sind nach Punkt 3.3.2 der NTP-Leitlinien auch ihre Auswirkungen auf die Einfachheit des Betriebes des öffentlichen Telekommunikationsnetzes zu berücksichtigen. Die Verortung des Netzabschlusspunktes an Punkt A habe dabei zur Folge, dass der Netzbetreiber hinsichtlich der Modemfunktionalität mit einer Vielzahl von unterschiedlichen Geräten zu rechnen habe, die den Netzbetrieb notwendig komplizieren würden. Würde der Netzabschlusspunkt an Punkt B oder C gesetzt, sei dies nicht der Fall. Dafür würde sich aber der Verantwortungsbereich des Netzbetreibers auch weiter in den Wohnbereich des Endnutzers verlagern, und es wären Regelungen über die Stromversorgung von Elementen des öffentlichen Telekommunikationsnetzes durch den Endnutzer zu treffen.

Insgesamt sei eine Positionierung des Netzabschlusspunktes an Punkt A notwendig immer mit zusätzlichem Aufwand für den Netzbetreiber verbunden. Der Gesichtspunkt der

Einfachheit des Betriebes könne darum nur dann eine Verlagerung des Netzabschlusspunktes von Punkt A begründen, wenn diese Belastungen erheblich seien und in keinem Verhältnis zu dem Nutzen für den Markt für Telekommunikationsendgeräte und die Endnutzer stehe,

vgl. NTP-Leitlinien, Rz. 74 bis 90.

(1) Netzbetrieb im engeren Sinne

(a) Vorbringen

Die Antragstellerinnen führen hierzu aus, dass eine Vielzahl verschiedener Endkundengeräte den Netzbetrieb komplexer gestalte.⁹ Die Vorgabe eines passiven Netzabschlusspunktes vor dem ONT nehme die Vorteile eines dauerhaften Monitorings und einer schnellen und effizienten Fehlerdiagnose und Störungsbeseitigung. Weil der ONT dann nicht Teil des öffentlichen Telekommunikationsnetzes sei, wären die Netzbetreiber nicht verpflichtet, kundeneigene Endgeräte zu entstoren. Dies spreche für eine Einbeziehung des ONT in das öffentliche Telekommunikationsnetz.

Des Weiteren sei ein Zugriff des Netzbetreibers für die Ermittlung der Qualität der Leitung (z. B. Dämpfungswerte oder Bitfehler) und für eine effiziente Diagnose notwendig. Mit einem beliebigen Kundengerät sei dies im FTTH-Bereich nicht garantiert. Neben den erheblichen Risiken für die Interoperabilität und die Netzsicherheit im Zuge des Einsatzes beliebiger kundeneigener ONT sei zur Sicherstellung einer zügigen und effizienten Entstörung für FTTH-G.PON-Netze eine Ausnahmeregelung nach § 73 Abs. 2 TKG erforderlich.

Diese Probleme zeigten sich auch bei der Störungsbehebung für Point-to-Multipoint-Netze. Die Identifizierung eines störenden Gerätes sei zwar durch vorherige Registrierungsmechanismen zu ermöglichen. Praktisch sei es aber unmöglich, die Störeinflüsse defekter oder fehlerhaft programmierter Geräte netzseitig zu begrenzen oder zu beenden. Schwer möglich sei ein physischer Zugriff auf ein Gerät, wenn es sich in einem persönlichen und geschützten Bereich des Endkunden (z. B. der Wohnung) befinde. In einem solchen Fall sei eine Abschaltung nur unter Mitwirkung des Endkunden möglich. Könne ein Kunde nicht zur Mitwirkung bewegt werden, bliebe nur die physische Leitung zu kappen. In einer Mehrparteianlage gehe dies verhältnismäßig einfach, wenn Zugang bestehe. In einzeln versorgten Objekten stehe diese Lösung nicht zur Verfügung; dann bliebe nur ein Aufbruch der öffentlichen Verkehrswege zwecks Leitungstrennung.

Die Vereinbarung von Zugriffsrechten in den AGB erscheint den Antragstellerinnen unzureichend. Vielmehr müssten diese vom Kunden aktiv eingeräumt werden.

Erschwerend kämen Firmwareversionen aus Drittquellen hinzu. Für eine Störungsbehebung müsse manuell geklärt werden, wie Kanäle und Methoden implementiert sind. Fehlten diese Kenntnisse, könne das Problem nicht behoben werden. Ein Eingriff in eine unbekannte Umgebung berge die Gefahr, dass ein Gerät nicht mehr verwendbar werden oder nur nach weiteren aufwendigen Eingriffen wieder verwendbar gemacht werden könne.

⁹ Siehe Seite 13, „72. „The use of a variety of different types of TTE not owned by the network operator could make network operations more complex compared to a case where only a few different types of own TTE are used.“, BoR (19) 181, BEREC Guidelines on Common Approaches to the Identification of the Network Termination Point in different Network Topologies, vom 3. Oktober 2019.

Der VTKE kann keine objektive technische Notwendigkeit für eine Verlagerung des Netzabschlusspunktes an den Punkt B aus Gründen der Einfachheit des Netzbetriebes erkennen.

Es gebe eine übersichtliche Anzahl an Glasfaser-Standards in PON-Netzen, neben GPON werde dies zukünftig auch XGS-PON sein. In deutschen Glasfasernetzen gebe es nur sehr wenige Infrastruktur-Hersteller, wie z. B. Nokia, Adtran, Huawei. Bei PON-Geräten kämen nur wenige unterschiedliche PON-Chipsätze, z. B. von MaxLinear, Broadcom, Realtek) zum Einsatz. Dies gelte auch sowohl für die ONT der Netzbetreiber als auch für kundeneigene Endgeräte. Die ITU-T-Standards würden von den PON-Chipsatzherstellern bestmöglich umgesetzt.

Die Fehler- und Störungsbehandlung erfolge nach bekannten Telekommunikationsstandards entweder auf der untersten Ebenen (in PON-Netzen über OMCI) oder auf darüber liegenden Ebenen und Protokollen, z. B. TR-069, TR-369 und TR-064. Hier werde nicht zwischen einem kundeneigenen Endgerät und einem durch den Netzbetreiber bereitgestellten Gerät unterschieden. Ein unmittelbarer Zugriff des Netzbetreibers auf das Modem des PON-Endgerätes sei immer notwendig und auch möglich. Die Konfiguration der Verbindungsparameter durch den Netzbetreiber ermöglicht überhaupt erst eine Verbindung. Eine zusätzliche Komplexität entstehe an dieser Stelle nicht, da die Kontrolle über das angeschlossene Endgerät jederzeit auf der Netzseite (OLT und daran angeschlossene System auf der Netzseite) verbleibe.

Der Arbeitskreis für die Technische Regulierung in der Telekommunikation (ATRT) habe in seinem Leitfaden zur Erstellung von Schnittstellenbeschreibungen auch dargelegt, wie die Provisionierung von Endgeräten durch den Betreiber erfolgen könne. Anbieter und Netzbetreiber seien darum aufgefordert, den Dienst „Endgerätemanagement“ genauso detailliert zu beschreiben, wie sie es mit den Diensten Internetzugang und Telefonie täten. Dieser Dienst würde bereits bei DSL- und Kabelendgeräten und auch bei handelsüblichen Geräten für den Anschluss an Glasfasernetze unterstützt.

Eine effektive Fehlerbehandlung durch einen Dienstleister werde gerade verhindert, wenn der ONT zum Netzabschlusspunkt gemacht werde. Denn die teilnehmerseitige Schnittstelle des ONT liefere keinerlei Informationen über das physical layer des PON (etwa ob ein Signal/ Beleuchtung anliegt, die übertragene Datenmenge oder einen Fehlerzähler). Der Fehlerbehandlungs- und Behebungsprozess werde dadurch notwendig auf den Netzbetreiber verlagert. Die Ausfallzeiten für die Endnutzer könnten sich dadurch verlängern.

In Bezug auf die Schnittstellenbeschreibungen vermutet der VTKE, dass die Anforderungen für den Netzabschluss an Point B komplexer und schwieriger zu bestimmen wären. Dies gelte insbesondere für die Herstellung von Geräten, bei denen der ONT in das Endgerät integriert sei. Eine künstliche Auftrennung zwischen ONT und Router verursache unnötigen technischen Aufwand, Restriktionen und Fehlerquellen bei der Inbetriebnahme und Benutzung.

Die Deutsche Telekom AG hält einen Netzabschlusspunkt an Punkt A aus Sicht des Netzmanagements sogar für vorteilhaft. So seien Prozesse stabiler und fehlerfreier, wenn kundeneigene Endgerät als ONT betrieben würden. In einer Wohnung könnten so mehrere Kunden unabhängig voneinander (aber nicht gleichzeitig) an einer Glasfaserdose eine Verbindung zum öffentlichen Telekommunikationsnetz herstellen. Dadurch werde eine

Leitung in einer Wohnung bei einem Umzug oder einem gekündigten Kunden nicht mehr blockiert, falls dieser bei seinem abgehenden Anbieter nicht ordentlich gekündigt habe.

Da Router und ONT einen technischen Lebenszyklus unterlägen, sei ein Austausch der ONT im Rahmen der periodischen Router Upgrades durch die Kunden für beide Seite erheblich vorteilhafter. Den Innovationszyklen unterliege auch die aktive Infrastruktur. Ein Upgrade von GPON auf die zukünftige XGSPON-Technologie werde in den nächsten Jahren erfolgen. Die Deutsche Telekom könne dann die neuen Technologien im Rahmen von Tarifwechseln kundenindividuell durch Router-/ONT-Tausch einführen und müsse keinen Gesamttausch der Geräte in den Liegenschaften der Kunden vornehmen.

(b) Bewertung

Der Netzbetrieb im engeren Sinne lässt sich in mehrere Aspekte aufgliedern, die allesamt keine objektive technische Notwendigkeit für eine Verlagerung des Netzabschlusspunktes ergeben:

(aa) Hinsichtlich grundlegender Kontrollfunktionen des Netzes, insbesondere des Bestehens einer ununterbrochenen Leitung zwischen OLT und ONT, sind diese von den Standards erfasst und erlauben auch bei einem kundeneigenen Telekommunikationsendgerät die Überwachung der Verbindung. Es ist dem Netzbetreiber also auch bei einem Eigengerät des Endkunden möglich die Durchgängigkeit der Glasfaserleitung zu überprüfen oder Informationen über die aktuelle Datenrate zu erhalten.

(bb) Hinsichtlich der weitergehenden Wartung eines kundenseitigen ONT bzw. der ONT-Funktion eines kundenseitigen Endgerätes stehen die standardisierten Verfahren nach TR069, TR369 sowie TR-064 (UPnP) zur Verfügung, die eine herstellerübergreifende Funktionalität durch ein einheitliches Datenmodell herstellen, das z. B. bei der TR069 über 480 Parameter erfasst. Im Störfall kann der Netzbetreiber über diese Schnittstellen Geräteeigenschaften abfragen und ggf. sogar modifizieren. Für diese Schnittstellen kann sich der Netzbetreiber bzw. Anbieter entsprechende Zugriffsrechte auf ein Kundengerät vertraglich einräumen lassen. Die Antragstellerinnen haben nicht darlegen können, dass dies rechtlich nicht möglich wäre. Softwareaktualisierungen sind von den Herstellern bereitzustellen. Hier können Endnutzer durch die Aktivierung bzw. unterlassene Deaktivierung von Auto-Update-Funktionen ohne größeren Aufwand ihr Gerät auf aktuellem Stand halten. Der Bundesnetzagentur ist nicht bekannt, dass Hersteller die Pflege ihrer Software unterlassen würden. Nicht selten wird sogar ein Update von ihnen schneller für Endkundengeräte ausgeliefert als es die Netzbetreiber für eigene Geräte bereitstellen. Bei Fragen der Wartung ist auch nicht erkennbar, wie sich die Situation von derjenigen in DSL- und insbesondere in Kabelnetzen unterscheiden sollte, in denen die Modemfunktionen ebenfalls in Endkundengeräten untergebracht sind. Die Verfasstheit des PON als Shared Medium führt hier nicht zu besonderen Schwierigkeiten bei der Wartung, sondern verschärft „nur“ die Folgen ihrer Unterlassung.

(cc) Für die Störungsbearbeitung und Fehlerbehebung gilt wieder im Wesentlichen das zur Störungsverhinderung Gesagte: U. a. listet das Supplement 49 zur ITU-T G-series Recommendation unter Punkt 5 zahlreiche mögliche Maßnahmen zur Identifizierung, Isolierung und Abschaltung störender ONT auf. Es sollte also auch bei einem kundeneigenen ONT bzw. integriertem Endgerät möglich sein, dieses als Störquelle zu identifizieren. Grundsätzlich bieten die Standards der G.984-Reihe und die Recommendation G.988 für das Netzmanagement standardisierte Möglichkeiten des Zugriffs auf die

sogenannte Optical Network Unit (ONU) zum Zweck von Fehler-, Konfigurations-, Sicherheits- und Leistungsmanagement. Bei mit Standard und Schnittstellenbeschreibung übereinstimmenden ONTs ist dementsprechend davon auszugehen, dass auch kundeneigene Telekommunikationsendgeräte die grundlegenden Anforderungen erfüllen. Die Frage der Erreichbarkeit des Endnutzers und des Zugangs zum ONT stellt sich auch bei Providergeräten bei entsprechender Fehlerkonstellation.

Der Netzbetreiber muss das kundeneigene Telekommunikationsendgerät zwar nicht warten, was auch nicht seiner Aufgabe ist. Er kann den Endnutzer aber darauf hinweisen, selbst zu prüfen, ob für das Gerät Updates etwa der Firmware erforderlich sind. Es ist generell fraglich, wie groß der Unterschied in den Störungsbearbeitungsmöglichkeiten ist, der über das vom Standard vorgezeichnete Zusammenspiel zwischen OLT und ONT und die Verfahren TR 069 und TR 369 Gegebene hinaus entsteht, wenn der ONT vom Netzbetreiber gestellt und betrieben wird. Viele Defekte, die sich auf den genannten Wegen bei einem kundeneigenen Gerät nicht beheben lassen, werden auch bei Geräten des Netzbetreibers einen Technikertermin vor Ort erforderlich machen.

Abschließend ist für den Bereich des einfachen Netzbetriebes erneut darauf hinzuweisen, dass das wesentliche Instrument zur Sicherstellung des Zusammenspiels nach der Wertung des Gesetzes die Schnittstellenbeschreibung ist. In dieser können auch die für Wartung und Netzbetrieb erforderlichen Parameter genannt und beschrieben werden. Die teils recht knapp gehaltenen Schnittstellenbeschreibungen mancher Netzbetreiber deuten im Übrigen darauf hin, dass sie schon alleine durch die Anwendung bestimmter Standards eine hinreichende Interoperabilität gewährleisten sehen.

Nicht zur beschriebenen Netzschnittstelle passende Geräte können immer Störungen und Einschränkungen des Netzbetriebes erzeugen, und zwar unabhängig davon, wo der Netzabschlusspunkt gesetzt wird. Die Pflicht zum fachgerechten Anschluss von Telekommunikationsendeinrichtungen in § 73 Abs. 4 TKG und die Ausgestaltung des Verfahrens zur Trennung störender Endgeräte vom Netz in § 73 Abs. 5 bis 7 TKG sind Ausdruck dieser Problemlage und zeigen, dass der Gesetzgeber nicht jedes Risiko durch unpassende Endgeräte von vornherein ausschließen kann und sich dessen bewusst ist. Andernfalls würde die Anschlussfreiheit des § 73 Abs. 3 TKG nicht zu verwirklichen sein. Netzbetreiber, Anbieter und Endgerätehersteller können hier durch entsprechende Werbe- und Informationsmaßnahmen für die Endnutzer die Risiken minimieren. Das geringe Störungsaufkommen deutet darauf hin, dass dies auch zum Erfolg führt.

Kommt es dennoch zu Störungen, kann der Netzbetreiber unter Befolgung des genannten Verfahrens nach § 73 Abs. 5 bis 7 TKG den Anschluss für bestimmte Geräte und Gerätetypen verweigern. Dies entspricht der Erstellung einer sogenannten „Schwarzen Liste“ nicht anschlussfähiger Geräte.

(2) Netzbetrieb und Zugangsgewährung

(a) Vorbringen

Spezifische Unterschiede zwischen PON und VDSL-Netzen sehen die Antragstellerinnen bei den Bemühungen um die Einführung eines Open-Access-Regimes. Es fehle die Interoperabilität von ONT mit unterschiedlichen Netzen. Die zentrale technische

Herausforderung bestehe darin, den durch Netzbetreiber A an Netzbetreiber B gewährten Zugang zu ermöglichen. Voraussetzung sei der Einsatz geeigneter Netzabschlussgeräte. Die Antragstellerinnen stellen ein Szenario dar, bei dem der Netzbetreiber B über ONT verfüge, die indes mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit nicht mit Netz A ordnungsgemäß zusammenarbeiten werden. Eine individuelle Anpassung von Netz A an die Geräte von Netzbetreiber B sei ersichtlich unsinnig, da dies übermäßige Kosten verursache, eigene Kunden in Gefahr bringe und den Zugang anderer Nachfrager hindern würde. Nicht denkbar wäre der umgekehrte Weg, indem die Geräte von Netzbetreiber B durch entsprechende Firmwareupdates interoperabel zu machen wären. Dies verursache langwierige Tests und Kosten, welche bei kleinen Zugangsnachfragern prohibitiv wirkten, weil sie – umgelegt auf die geringe Kundenzahl – die Preise in Höhen jenseits jeder Wettbewerbsfähigkeit trieben. Es sei keine den Kunden vermittelbare Option, ihnen die Beschaffung eines passenden Gerätes auf eigenes Risiko zu überlassen. Daher seien Zugangsnachfrager darauf beschränkt, die gleichen ONT zu beschaffen, welche vom Netzbetreiber A verwendet werden. Dies habe zwei Nachteile: Bei Geräten mit einem integrierten Router gehe eine Vorprägung auf ein bestimmtes Funktionalitätsangebot einher und behindere die wettbewerbliche Differenzierung. Des Weiteren sei die Beschaffung von Klein- und Kleinstmengen nur zu deutlich höheren Stückpreisen möglich. Bei kleinen Zugangsnachfragern könnte dies einen wichtigen Einfluss auf den Endkundenpreis und somit auf die Wettbewerbsfähigkeit haben.

Hinzu komme, dass zwar Router als Endgeräte im Rahmen des Internetdienstes durch die ihnen zugewiesene IP-Adresse adressier- und identifizierbar seien und damit für Eingriffe des Vorleistungsnachfragers / Diensteanbieters im Störfall oder für Firmware-Updates offen stünden. Der Vorleistungsnachfrager habe aber keine Möglichkeit, für solche Maßnahmen auf den ONT des Endkunden zuzugreifen. Der Endkunde sei mit der IP nicht adressierbar und müsse durch den OLT angesprochen werden, auf den für ihn kein Zugriff bestehe. Es wäre sinnvoll, das ONT als Bestandteil der Vorleistung und nicht als Teil des Heimnetzwerks zu betrachten.

Eine entgegengesetzte Auffassung zur Eignung eines passiven Netzabschlusspunktes für die Erbringung und Nutzung von Vorleistungen haben die deutsche Telekom AG und die Glasfaser Nordwest GmbH & Co. KG.

Für die Deutsche Telekom AG ist ein passiver Netzabschlusspunkt der für die Interoperabilität auf dem Markt für FTTH-basierte Vorleistungsprodukte sogar förderlich. Sie habe beim Neubau der Prozesslandschaft für FTTH-Anschlüsse nach den Grundsätzen des Equivalence of Input (EoI) der Endgerätewahlfreiheit Rechnung getragen und sie in den Fiber Broadband Angeboten für Zugangsnachfrager umgesetzt. Dies erlaube es den Zugangsnachfragern, ihren Endkunden ein eigenes Portfolio an Endgeräteangeboten zu machen und ihr Angebot von dem der Telekom abzusetzen. Umgekehrt könnte der Zwang, bei der Nachfrage von Zugangsleistungen auf die von den Zugangsanbietern verwendeten ONT Rücksicht nehmen zu müssen, zu Abstrichen bei den darauf aufsetzenden Angeboten der Zugangsnachfrager hinsichtlich Dienstqualität und Kundenerlebnis führen. Auch müssten sie ihre aktive Netzsteuerung auf die ONT der jeweiligen Teilnehmernetzbetreiber anpassen. Die Telekom sieht sich in diesem Fall im eigenen Einkauf von Vorleistungen Dritter wie L2-BSA behindert

Die Glasfaser Nordwest GmbH & Co. KG unterstützt diese Position. Sie sei ein reiner Anbieter von Vorleistungen für Dritte ohne eigene Endkunden. Der bestehende Glasfaser-

Teilnehmeranschluss (GF-TA) habe sich als Abschlusspunkt des passiven Telekommunikationsnetzes im Sinne von § 73 TKG bewährt. Eine nachvollziehbare Notwendigkeit, den Netzabschluss aus technischer oder betrieblicher Sicht hinter dem ONT zu verorten, sei von den Antragstellerinnen nicht dargelegt worden. Insbesondere dürfe keine Pflicht begründet werden, nach dem ONT und vor dem Router des Endkunden ein weiteres Gerät oder auch ein neues Kombi- bzw. Hybridgerät zu installieren. Als reiner Vorleistungsanbieter könne die Glaserfaser NordWest GmbH & Co. KG für ihre Vermarktungspartner keine individuellen Geräte beim Endkunden verbauen, sondern müssen auf einem genau definierten einheitlichen passiven Netzabschlusspunkt aufsetzen. Nur so könnte allen Vermarktungspartner die gleiche und diskriminierungsfreie Möglichkeit gewährt werden, zu dem Netz der Glaserfaser NordWest GmbH & Co. KG Zugang zu erhalten.

Der VTKE hält den passiven Netzabschlusspunkt ebenfalls für die einer einfachen, ggf. wechselseitigen Zugangsgewährung förderlichste Variante, weil ein Zugangsnachfrager nicht Endgeräte für unterschiedliche Zugangsanbieter vorhalten müsse. Weiter sei zu berücksichtigen, dass bei einem Netzabschlusspunkt B der Vorleistungsnahfrager keine Informationen über die Leitung des Vorleistungserbringers erheben könne, weil die teilnehmerseitige Schnittstelle des ONT keinerlei Informationen über den „physical layer“ des PON (z. B. ob Beleuchtung anliegt, übertragene Datenmenge, Fehlerzähler) übermittelt.

Die Antragstellerinnen können die Ausführungen zu Vorteilen des passiven Netzabschlusspunktes für die Erbringung von Vorleistungen und Open Access nicht nachvollziehen. Würde die Vorleistung als passive Vorleistung, also als Bereitstellung einer unbeschalteten Glasfaser erbracht, so würde sie der Vorleistungsnachfrager in sein Netz integrieren und selbst über die Nutzung eines ONT entscheiden. Würde der Vorleistungsnachfrager wie allgemein üblich ein aktives Vorleistungsprodukt in Form eines Bitstromproduktes nachfragen, so würde dies auf der Grundlage des vom Vorleistungserbringers aufgebauten Netzes geschehen und dementsprechend unter Nutzung seines eigenen ONT. Der Vorleistungsnachfrager müsste keinen eigenen ONT bereitstellen. Der passive Netzabschlusspunkt bringe für Open Access daher keine Vorteile.

(b) Bewertung

Die Einfachheit des Netzbetriebes unter dem Gesichtspunkt des Angebots und der Nachfrage von Vorleistungen kann keine Verlagerung des Netzabschlusspunktes rechtfertigen. Sollte sich der Zugang auf passive Infrastrukturen wie die (praktisch kaum nachgefragte) unbeschaltete Glasfaser beziehen, so würden diese in das Netz des Zugangsnachfragers mit seinen eigenen technischen Vorgaben integriert und entweder mit oder ohne seinen (optionalen) ONT verwendet. Viele der von den Antragstellerinnen befürchteten Probleme, die damit zusammenhängen, als Zugangsnachfrager ONT nach den Vorgaben des zugangsgewährenden Netzes bereitstellen zu müssen, entstehen gar nicht erst, wenn als Netzabschlusspunkt ein passiver Netzabschlusspunkt verwendet wird.

Ohnehin werden im Bereich der massenmarktfähigen Glasfaseranschlüsse Vorleistungen wie von den Antragstellerinnen in ihrer Erwiderung auf die Stellungnahme der Deutschen Telekom AG dargestellt typischerweise als aktive Vorleistungen, nämlich als Bitstromprodukte erbracht. Die Ausgestaltung des Anschlusses beim Endkunden liegt hier in der Hoheit des zugangsgewährenden Unternehmens. Wie die Deutsche Telekom AG richtig

angemerkt hat, ist die Verwendung eines ONT bei den glasfaserbasierten Vorleistungsprodukten, die anzubieten sie verpflichtet ist, nicht vorgesehen.

Die Verwendung eines ONT ist in den zugehörigen Standardangebotsverfahren BK3d-22/018 zu glasfaserbasierten Vorleistungsprodukten (Fiber Broadband) der Telekom Deutschland GmbH auch nicht von deren Wettbewerbern gefordert worden. Diese hätte auch unter der geltenden Rechtslage als optionales Angebot verlangt werden können, um Anschlüsse mit (aus Sicht der Antragstellerinnen) gesicherter Qualität anbieten zu können, wenn denn die mit der Verwendung eines ONT des Netzbetreibers verbundenen Vorteile so erheblich wären, wie sie die Antragstellerinnen darstellen. Regulatorische Verpflichtungen zu Vorleistungen einer höheren Qualitätsstufe (z. B. Express-Entstörung von Anschlüssen oder eine Zwei-Wege-Abstützung von Zusammenschaltungsanschlüssen) sind nicht unüblich. Trotzdem wurde die fehlende optionale Verwendung eines ONT durch die Telekom am Anschluss nicht einmal diskutiert. Dies spricht dafür, dass sie auch nicht erforderlich ist.

(3) Management von Schlechtleistungen

(a) Vorbringen

Die Antragstellerinnen halten die Einbeziehung des ONT in den Herrschaftsbereich des Netzbetreibers auch wegen der bei den Kundenrechten im Falle von Schlechtleistungen geltenden Beweislastregeln für geboten. Stelle ein Endnutzer unter Verwendung eines von der Bundesnetzagentur bereitgestellten und von ihr oder einem Dritten zertifizierten Überwachungsmechanismus fest, dass er eine zu geringe Leistung erhalte, so bestünde nach § 57 Abs. 4 TKG sowie Art. 4 Abs. 4 TSM-VO die Vermutung, dass dies vom Anbieter dieser Dienste zu verantworten sei. Ohne Kontrolle über den ONT und die darin verorteten Möglichkeiten zur Leistungskontrolle sei es ihr nicht möglich, diese Vermutungswirkung zu widerlegen. Dies gelte auch für die Entschädigungsregelungen wegen verzögerter Entstörung nach § 58 Abs. 3 TKG, wenn diese durch Telekommunikationsendgeräte von Endnutzern verursacht würden.

(b) Bewertung

Das Vorbringen der Antragstellerinnen, die Beweislastregelungen in den Kundenschutzvorschriften würden ihnen nicht gestatten, die Vertragsgemäßheit ihrer Leistungen nachweisen zu können, überzeugt nicht. Denn wie bereits oben dargelegt, enthalten die Standards auch Verfahren, mit denen ein Netzbetreiber das Bestehen einer durchgängigen Leitung, die Laufzeit des Signals und den Datendurchsatz prüfen kann. Auf diese Verfahren kann in einer Schnittstellenbeschreibung referenziert werden. Sollte ein verwendetes Endgerät die Anfragen des Netzbetreibers nicht bedienen können, wäre auch gezeigt, dass der Endnutzer ein nicht der Schnittstellenbeschreibung entsprechendes Gerät verwendet und seine eigenen Obliegenheiten aus dem Vertrag und nach § 73 Abs. 4 TKG verletzt hat.

Hinzuweisen ist auch darauf, dass das Problem mangelhaft erbrachter Bandbreiten, die unter den vertraglich vereinbarten Werten liegen, bei Anschlüssen hoher Bandbreite wie insbesondere in Glasfasernetzen abnimmt,

vgl. Jahresbericht Breitbandanschlüsse 2022/23 für stationäre Breitbandanschlüsse, S. 9,

https://download.breitbandmessung.de/bbm/Breitbandmessung_Jahresbericht_2022_2023_stationaer.pdf

ff) Ziffer 3.3.3 der NTP-Leitlinien zur Sicherheit des öffentlichen Telekommunikationsnetzes

Nach Ziffer 3.3.3 der NTP-Leitlinien sind bei der Festlegung des Netzabschlusspunktes auch seine Auswirkungen auf die Sicherheit des öffentlichen Telekommunikationsnetzes zu berücksichtigen.

Die Sicherheit öffentlicher Telekommunikationsnetze werde dadurch gefährdet, dass Schwachstellen in der Software von Telekommunikationsendgeräten dazu genutzt werden können, diese durch Einschleusen von Schadprogrammen zu manipulieren und darüber das Netz zu schädigen, zum Beispiel durch Denial-of-Service-Angriffe.

Werde der Netzabschlusspunkt an Punkt A gesetzt, so sei die Modemfunktion Teil des Telekommunikationsendgerätes und liege im Herrschafts- und Verantwortungsbereich des Kunden. Er sei für die ordnungsgemäße Installation und die Pflege der Software verantwortlich. Dabei könne er allerdings Unterstützung durch den Hersteller der betroffenen Geräte erhalten.

Der Netzabschlusspunkt an Punkt A bewirke, dass sich eine sehr heterogene Endgerätepopulation an den Netzabschlusspunkten entwickle. Dies habe zur Folge, dass einzelne Sicherheitsdurchbrüche bei bestimmten Gerätetypen immer nur einen kleinen Teil der Endgerätepopulation betreffen würden. Andererseits habe der Netzbetreiber keinen Einfluss mehr auf die im Hoheitsbereich des Endkunden befindlichen Geräte und könnte bei deren Kompromittierung keine Gegenmaßnahmen an den Geräten selbst treffen. Zu berücksichtigen sei wiederum auch, dass die Sicherheit der Netze nicht alleine an den Netzabschlusspunkten sichergestellt werde, sondern die Netzbetreiber auch eigene Maßnahmen zum Schutz ihrer Netze, insbesondere an der Grenze zum Kernnetz, treffen könnten.

Weiter sei bei der Entscheidung über den Netzabschlusspunkt zu berücksichtigen, ob nationale Regelungen dem Netzbetreiber die Abtrennung eines störenden Gerätes gestatteten und ob der Endnutzer für durch sein Gerät verursachte Schäden verantwortlich sei.

Bei einer Bestimmung des Netzabschlusspunktes auf Punkt B erhalte der Netzbetreiber die Herrschaft über die Modemfunktion und könne müsse Maßnahmen zu deren Sicherheit treffen, etwa hinsichtlich der installierten Software und ihrer Wartung, während die übrigen Telekommunikationsendgeräte und ihre Risiken in der Verantwortung des Endnutzers verblieben.

Bei einer Positionierung des Netzabschlusspunktes an Punkt C erstrecke sich die Verantwortlichkeit des Netzbetreibers und seine Einwirkungsmöglichkeiten bis zum Ausgang des Routers. Der Endnutzer sei für die Sicherheit dieser Komponenten ganz auf den Netzbetreiber angewiesen. Dieser habe aber auch die Möglichkeit und die Pflicht, sie zu gewährleisten. Weil der Netzbetreiber immer nur eine eingeschränkte Zahl von Gerätetypen verwenden werde, würden einzelne Sicherheitsdurchbrüche aber immer eine große Anzahl von Geräten und Endnutzern betreffen.

(1) Vorbringen

Unter dem Gesichtspunkt der Sicherheit des öffentlichen Telekommunikationsnetzes bringen die Antragstellerinnen für die Verlagerung des Netzabschlusspunktes vor, dass Hacker Sicherheitslücken in der Software der Endkundengeräte ausnutzen und Schadsoftware einschleusen könnten. In einem solchen Fall könne die Sicherheit des gesamten öffentlichen Netzes gefährdet sein.

Der Netzbetreiber habe keinen Einfluss darauf, ob ein Endnutzer eine zum Netz passende Software verwende und regelmäßig Software-Updates für das direkt mit der Vermittlungsstelle verbundene Glasfasermodem durchführe, wenn der ONT nicht als Netzabschlusspunkt festgelegt würde. Die Netzbetreiber hätten ein eigenes Interesse an hohen Sicherheitsstandards und seien nach § 165 TKG auch rechtlich dazu verpflichtet, technische und organisatorische Schutzmaßnahmen für ihre Netze zu ergreifen.

Die Antragstellerinnen weisen weiter darauf hin, dass die Punkt-zu-Mehrpunkt-Netzwerke aufgrund ihrer Funktionsweise eine erhöhte Anfälligkeit für Identitätsfälschungen aufwiesen. In Point-to-Point-Netzen werde die individuelle Kommunikationsbeziehung zum Endnutzer durch dessen exklusive Leitungsnutzung auf physische Weise hergestellt. Die Identität des Endnutzers könne durch Identifizierung der genutzten Leistung abgesichert werden. Es sei hier mit erheblichem Aufwand verbunden, eine falsche Identität vorzugeben. Zusätzlich zum physischen Leitungszugriff müsste das Endgerät des Endnutzers eine andere Identität vorspiegeln. Dies wäre kaum zu realisieren. Die Identität werde sowohl netzseitig als auch endnutzerseitig abgesichert.

Im Unterschied dazu sei in Point-to-Multipoint-Netzen nicht möglich, die individuelle Kommunikationsbeziehung mit einem Endnutzer durch das physische Netz zu bestimmen. Der Aufbau einer Kommunikationsbeziehung könne nur auf der höheren Ebene (PPPoE IA bzw. DHCP Option 82) erfolgen und müsse an ein Netzabschlussgerät (ONT usw.) anknüpfen, das für die Authentifizierung des Endnutzers die relevante Instanz sei. Die Identität des Endnutzers könne deshalb nicht durch ein Netzelement (OLT usw.) abgesichert werden. Das ONT bzw. Glasfasermodem befinde sich aber im alleinigen physischen Zugriff des Endnutzers. Das Glasfasermodem bzw. das dieses integrierende Endgerät könne so manipuliert werde, dass es wirksam vortäuschen könne, ein anderes Gerät zu sein, z. B. das eines anderen Nutzers am gleichen PON-Port. So ließen sich nicht nur fremde Leistungen nutzen, sondern auch Straftaten unter Verschleierung der wahren Identität begehen. Dann bestehe auch die Gefahr, dass Notrufe falsch zugeordnet würden und lebensrettende Hilfe unterbleibe.

Dem könne man nur dadurch entgegenwirken, dass den Netzabschlussgeräten unveränderliche und eindeutige Kennungen zugeordnet würden. Vorstellbar wären z. B. eine Verknüpfung der Seriennummer und der MAC-Adresse. Durch geschickte Hardwaremanipulationen oder durch Eingriffe in die Kommunikation könne aber auch dies umgangen werden, sog. Spoofing. Eine moderne Lösung wäre, die Zertifikate auszutauschen. Eine asymmetrische Verschlüsselung ermögliche sichere Kommunikation und Identifikation. Solche Zertifikate seien weitgehend fälschungssicher, falls sie nicht in unberechtigte Hände fallen. Methoden des Social Engineering oder auch Fehler in der Programmierung der Firmware seien die wichtigsten Einfallstore. Zertifikatbasierte Mechanismen hätten geholfen, dieses Problem in Kabelnetzen einzudämmen.

Die Antragstellerinnen weisen auf einen Fall im Jahr 2016 hin. Damals seien AVM-FritzBoxen mit integrierten Kabelmodems im großen Stile kompromittiert worden, nachdem der geheime Schlüssel dieser Zertifikate in der Firmware der Boxen abgelegt und ausgelesen werden konnte. Der Umfang der gefälschten und missbräuchlich verwendeten Zertifikate sei nicht bekannt. Behoben werden konnten die Probleme durch das Aufspielen neuer Zertifikate auf den entsprechenden Geräten. Dies habe erheblichen Aufwand bei den Netzbetreibern verursacht. In die Länge gezogen habe sich die Mängelbeseitigung, da die Nutzer nur wenig zur Mitarbeit bereit gewesen wären. Es sei notwendig gewesen Modems, deren Aktualisierung verweigert wurden, zwangsabzuschalten. Die Antragstellerinnen verweisen auf ein Verwaltungsverfahren der Bundesnetzagentur Az. 416a (18-12). Die Antragstellerinnen teilen mit, dass noch heute auf den Netzsteuersegmenten ein Widerruf der Zertifikate händisch eingetragen und vom Netzbetreiber bei jedem Firmwareupdate geprüft werden müsse.

Denkbar seien vergleichbare Fälle in allen Point-to-Multipoint-Netzen, auch in PON. Dieses Risiko werde größer werden, je mehr Verfügungsgewalt der Endnutzer über ein Gerät habe bzw. je weniger Einfluss der Netzbetreiber auf dieses habe. Dies gelte insbesondere für Geräte aus dubiosen Quellen hin. Sicherheitslücken könnten nur auf anbielereigenen Geräten rasch geschlossen werden.

Diesem Vorbringen der Antragstellerinnen hält der VTKE entgegen, dass die Sicherheit eines Netzes unabhängig vom angeschlossenen Endgerät gewährleistet werden und die Herrschaft über den ONT bzw. dessen Funktion für die Sicherheit eines Netzes keinen Beitrag leisten müsse.

Der Netzausrüster könne dem PON-Betreiber ein gefordertes Mindestmaß an Sicherheit durch die Ausgestaltung des PON-OLT ermöglichen, so dass ein ONT bzw. die integrierte ONT-Funktion eines Endgerätes nicht einseitig das Sicherheitsniveau zu senken in der Lage sei. Zwischen dem OLT und ONT würden die gewünschten Sicherheitseigenschaften ausgehandelt und ausgetauscht. Sicherheitsvorgaben der Anbieter für den Netzzugang und die erbrachten Dienste würden durch Schnittstellenbeschreibungen für den passiven Netzabschlusspunkt transparent und ermöglichten auch Anregungen für Verbesserungen.

Die Identität eines Nutzers könne am Punkt B nicht zweifelsfrei abgesichert werden. Dies müsse im Netz selbst erfolgen, z. B. durch die Zuordnung der Dienstleistung auf ein bestimmtes Netzsegment (einen PON-Strang) sowie durch Sicherung der Einwahl über Benutzername/Passwort u. a.

Des Weiteren könne jederzeit ein anderes Endgerät an eine Dose/Stecker angeschlossen werden oder ein falsches Signal auf die Leitung gegeben werden, unabhängig von den Vorgaben der Anbieter oder des Telekommunikationsrechts. Unabhängig von der Zuordnung des ONT würde sich dieser weiterhin im Einflussbereich des Endnutzers befinden, so dass das Risiko von Manipulationen nicht ausgeschlossen werden könne.

Der VTKE verweist zu Sicherheitsfragen auf eine Untersuchung von Max Franke und Sebastian Neef von der Technischen Universität Berlin, die zu dem Ergebnis komme, dass die Zuordnung eines ONT zum Netz des Anbieters im Falle der Verwendung normkonformer Geräte keinen Zugewinn an Sicherheit bringe. Dies beginne damit, dass die Normen für PON nicht zwischen ONT im Netz des Anbieters und ONT im Hoheitsbereich des Endnutzers

unterschieden. Die ITU selbst weist darauf hin. Es reiche aus, wenn ein ONT bzw. das diesen integrierende Gerät eine geeignete Schnittstelle zur Konfiguration aufweise. Zweitens könne das Netz des Anbieters ein gewisses Sicherheitsniveau sicherstellen, weil die gewünschten Sicherheitseigenschaften zwischen dem OLT und dem ONT ausgehandelt würden. Ohne Zustimmung des OLT, etwa wenn die Aufforderung des OLT zur Wahl eines Sitzungsschlüssels /Session Key nicht beantwortet würde, könne das ONT nicht den Zustand „O5-Operational“ (bestehende GPON-Verbindung nach Aushandlung aller Eigenschaften zwischen OLT und ONT) erhalten.

Drittens sei für den Zugang zu den für den jeweiligen Endnutzer bestimmten Daten nur die Entschlüsselung im eigenen ONT ausschlaggebend. Diese habe keinen Einfluss auf die Sicherheit des Netzes oder die Sicherheit der Datenströme zu anderen Endnutzern. Der jeweilige Endnutzer müsse den ONT lediglich mit den zutreffenden Zugangsinformationen versehen. Dies unterscheide sich nicht von den Anforderungen im DSL- oder Kabelbereich. Viertens enthalte der Standard zusätzliche Sicherheitsfunktionen wie Pre-Shared Key oder Upstream Encryption bei XGS-PON. Es sei aber nicht bekannt, dass Netzbetreiber diese einsetzen würden. Die entscheidende Gefährdung für die Sicherheit des Netzes gehe von dem physischen Zugriff auf den ONT im Hoheitsbereich des Endnutzers aus. Es sei immer möglich, Angriffe auf das Netz über den Anschluss dafür geeigneter Geräte durchzuführen. Darum müssten solche Angriffe auf der Ebene des OLT abgewehrt werden.¹⁰ Um die Sicherheit zu verbessern, sei deshalb eine Zuordnung des ONT zum Netz nicht notwendig. Sicherheitsrelevante Software-Updates würde automatisiert durch den Hersteller, den Diensteanbieter oder den Endnutzer selbst aufgespielt. Ebenso werde bei einer größeren Vielfalt der an ein Netz angeschlossenen Telekommunikationsendgeräte die mögliche Angriffsfläche durch einzelne Sicherheitsdurchbrüche verringert. Dies gehe auch aus Nr. 95 der NTP-Guidelines hervor.¹¹

Eine Verortung des Netzabschlusspunktes an Point B bringe deshalb keine Sicherheitsvorteile. Eine Absicherung des Netzes müsse über Mechanismen im Netz vorgenommen werden. Diese Einschätzung werde auch von der niederländischen Autorität Consument & Markt ACM und dem Belgischen Institut für Postdienste und Telekommunikation (BIPT) vertreten.

Der BHE Bundesverband Sicherheitstechnik und die FSFE sehen ebenfalls keinen Gewinn an Sicherheit bei einer Verlagerung des Netzabschlusspunktes an den ONT, weil der ONT im Einwirkungsbereich des Endnutzers verbleibe, der jederzeit Zugang zum Gerät und zum passiven Glasfaseranschluss habe. Ein Kunde könne Geräte austauschen (u. a. um seine Zugangskennung zu verschleiern) und vielleicht auch gezielte einen Upload in der Netzwerkumgebung durch Gerätemanipulation stören. Sicherheitsrelevante Meldungen aus der Nachbarschaft wären also gezielt unterdrückbar. Deshalb seien ausschließlich vom Netzbetreiber gestellte ONT in Bezug auf Sicherheits- und QoS-Argumente nach Ansicht des BHE nur dann sinnvoll, wenn der Netzbetreiber durch bauseitige Vorkehrungen am Übergabepunkt den direkten Zugriff des Endkunden auf ONT und den Endpunkt der

¹⁰ S. Franke, Neef: „A review of the security role of ISP mandated ONU’s and ONT’s in GPONs“, TU Berlin 2023, <https://arxiv.org/pdf/2310.05687.pdf> vom 12.01.2024.

¹¹ Vgl. BEREC NTP Guidelines 95: 95. End-users may use a variety of different types of TTE (see section 3.3.2.1) and, therefore, the number of end-users that deploy a certain type of TTE is comparatively small (compared to the situation in paragraph 106). This diversity of TTE devices limits the number of compromised devices in the event of a vulnerability being discovered in a particular device.

Glasfaser unmöglich mache und den ONT auch selbst mit Energie versorge. In diesem Zusammenhang sei auch eine eventuelle Verpflichtung der Netzbetreiber zu einem Vorort-Service rund um die Uhr (24/7) für schutzbedürftige Haushalte zu sehen. Im vorgelegten Antrag sei diese sinnvolle Maßnahme zur Begründung von QoS durch Netz-ONT aber nicht genannt worden. Das von den Glasfasernetz-Betreibern herausgestellte Qualitäts- und Sicherheitsniveau sei bisher ausschließlich durch kundeneigene integrierte Sicherheitsrouter, die von professionellen Dienstleistern installiert werden, zu realisieren. Der QoS-Standard werde durch Standard-ONT der Netzbetreiber signifikant reduziert, die Entstör-Dienstleistungen der Servicebetriebe aber nachhaltig beeinträchtigt.

Der BHE und die VdS Schadensverhütung GmbH sehen es darum jedenfalls mit Blick auf sicherheitsrelevante Anwendungen wie Gebäudeüberwachungen und Alarmanlagen geradezu als erforderlich an, dass der Zugang am passiven Netzabschlusspunkt auch in GPON erhalten bleibt, um die notwendigen Sicherheitsanforderungen für die zugehörigen Telekommunikationsverbindungen weiter erfüllen zu können. Die Mitte 2016 in Deutschland eingeführte freie Endgerätewahl mit passiver Schnittstelle in allen Zugangstechnologien (DSL, Kabel und Glasfaser), wie in § 73 Abs. 1 TKG festgelegt, müsse unbedingt weiterhin bestehen bleiben. Diese Praxis habe sich seit mehr als sieben Jahren bewährt. Der direkte passive Netzzugang sei für die Bereitstellung von hochverfügbarer Sicherheits- und Überwachungstechnik von Bedeutung. So würden neben DSL- und Kabelroutern sich dann auch spezielle Sicherheitsrouter mit passivem Netzzugang am Markt etablieren und spezielle sicherheitsbezogene Kundenbedürfnisse befriedigen können.

Alle Komponenten im elektronischen Übertragungsweg für Alarm- und Notfallmeldungen müssten stets hochverfügbar und gegen alle Cyber- Risiken gehärtet sein. Sicherheitsrouter (mit integriertem ONT) müssten auch auf Kundenseite über den aktuellen Status der Übertragungsqualität informiert sein. Dies sei ein wesentliches Leistungsmerkmal, auch wenn es um eine mögliche Beeinflussung durch benachbarte Endanschlüsse gehe.

Sicherheitsrelevante Anwendungen mit VdS- Zertifizierung oder diejenigen, die direkt bei der Polizei aufgeschaltet sind, benötigten einen direkten Zugriff auf interne Informationen des Medienkonverters. So hätten Sicherheitsdienstleister die Möglichkeit, rechtzeitig auf alternative Übertragungswege auszuweichen oder vorbeugende Maßnahmen zur Gefahrenabwehr einzuleiten. Ein separater ONT, der durch die Standard-Stromversorgung des Kundenobjekts gespeist werde, sei nicht mehr in der Lage, Alarmmeldungen (Brand, Überfall, Einbruch) zu übertragen, sollte (vielleicht sogar unmittelbar durch Einfluss des Ereignisses oder Angriffs) die Stromversorgung ausfallen. Der BHE geht davon aus, dass zukünftig noch weitere Anforderungen an den Netzwerkzugang aus der Energiewirtschaft (netzdienliche Schalthandlungen zur Energie-Versorgungssicherheit) und der Gebäudeüberwachung hinzukommen werden, die mit netzseitig bereitgestellten ONT-Geräten, die für den breiten Verbrauchermarkt mit Steckernetzteil entworfen wurden, nicht angemessen bedient werden könnten. Es bedürfe stattdessen eines Angebots an frei am Markt verfügbaren Sicherheitsroutern für besondere Kundenbedürfnisse, z. B. mit integriertem ONT und interner Notstromversorgung bis zur Glasfaser-Sendediode.

Es bestünden keine technischen Gründe für eine Ausnahme nach § 73 Abs. 2 TKG, vielmehr wäre sie eine ernste Bedrohung für die Sicherheit der Übertragungswege und für die weitere nationale Innovationsfähigkeit der Industrie gesehen. Der Antrag sei daher zurückzuweisen.

(2) Bewertung

Das Kriterium der Sicherheit des öffentlichen Telekommunikationsnetzes kann ebenfalls keine Verlagerung des Netzabschlusspunktes rechtfertigen, denn die organisatorische Zuordnung des ONT zum Netz beeinflusst die Gefährdungslage nicht in ausreichendem Maße.

Die organisatorische Zuordnung kann nämlich nichts daran ändern, dass der ONT und der Endpunkt der Glasfaser im Einwirkungsbereich des Endnutzers verbleiben und dort von diesem manipuliert werden können. Bei entsprechendem Vorsatz wäre der Endnutzer nicht daran gehindert, den ONT des Netzbetreibers am Endpunkt der Glasfaser zu demontieren und durch ein Gerät mit modifizierter Software zu ersetzen, um damit Angriffe auf das Netz oder betrügerische Kommunikation durchzuführen.

Für die meisten angeführten Angriffsmöglichkeiten ist ohnehin nicht der Zugriff auf die Funktionen des Modems, sondern auf die Routerfunktionen erforderlich, etwa bei Denial-of-Service-Attacken, in denen Internetadressen durch massierte Anfragen blockiert werden. Die Vergangenheit hat hier gezeigt, dass auch vom Netzbetreiber bereitgestellte Geräte nicht vor solchen Angriffen geschützt sind.

Werden derartige Angriffe mit manipulierter Software durchgeführt, ist auch zweifelhaft, ob der Netzbetreiber in der Lage wäre, ihnen effektiv entgegenzuwirken, weil er hierzu modifizierte Software aufspielen müsste, etwa um eine entdeckte Sicherheitslücke zu schließen. Diese Korrektursoftware ("patches") werden aber regelmäßig vom Hersteller des Gerätes und/oder des Betriebssystems entwickelt und verteilt, so dass Endnutzengeräte mit aktiviertem Auto-Update nicht weniger schnell solche Patches erhalten dürften als Betreibergeräte.

Hinsichtlich der Sicherheit von Endgeräten ist weiter zu berücksichtigen, dass durch die Verordnung (EU) 2022/30 zusätzliche Grundlegende Anforderungen nach Art. 3 Abs. 3 lit. d) der Funkanlagenrichtlinie 2014/53/EU für integrierte Geräte festgelegt worden sind, weil diese wegen der typischerweise enthaltenen WLAN-Funktion als Funkanlagen dieser Richtlinie unterfallen. Diese grundlegende Anforderung besagt, dass die ihr unterfallenden Geräte weder schädliche Auswirkungen auf das Netz oder seinen Betrieb haben noch sie eine missbräuchliche Nutzung von Netzressourcen bewirken dürfen, durch die eine unannehmbare Beeinträchtigung des Dienstes verursacht würde.

Art. 1 Abs. 1 der Verordnung (EU) 2022/30 legt fest, dass dieser grundlegenden Anforderung für alle Funkanlagen gilt, die direkt oder indirekt mit dem Internet kommunizieren können. Dies ist bei integrierten Geräten der Fall.

Dabei gilt, dass nicht nur die funkspezifischen, sondern sämtliche Funktionen dieser Anforderung entsprechen müssen. Die Verordnung (EU) 2022/30 führt hierzu in Erwägungsgrund 8 aus:

Die Richtlinie 2014/53/EU gilt für Produkte, die der Definition des Begriffs „Funkanlagen“ in Artikel 2 entsprechen, vorbehaltlich besonderer Ausnahmen gemäß Artikel 1 Absatz 2 und Artikel 1 Absatz 3. Während sich die Definition von Funkanlagen in Artikel 2 der Richtlinie 2014/53/EU auf Anlagen bezieht, die per Funkwellen kommunizieren können, wird in den Anforderungen der Richtlinie 2014/53/EU nicht zwischen den funkbasierten und nicht funkbasierten Funktionen der Funkanlage unterschieden; daher sollten alle Aspekte und Teile der Anlage die in dieser Delegierten Verordnung vorgesehenen grundlegenden Anforderungen erfüllen.

Dies bedeutet nach Erwägungsgrund 9 im Einzelnen:

Was die schädlichen Auswirkungen auf das Netz oder seinen Betrieb oder eine missbräuchliche Nutzung von Netzressourcen betrifft, so kann eine unannehmbare Beeinträchtigung des Dienstes durch mit dem Internet verbundene Funkanlagen verursacht werden, von denen nicht gewährleistet wird, dass Netze keinen Schaden erleiden oder missbraucht werden. Beispielsweise kann ein Angreifer eine mutwillige Überlastung der Netzinfrastruktur herbeiführen, um den regulären Netzverkehr zu behindern, die Verbindungen zwischen zwei Funkprodukten stören und so den Zugang zu einem Dienst verhindern, eine bestimmte Person am Zugang zu einem Dienst hindern, einen Dienst für ein bestimmtes System oder eine bestimmte Person unterbrechen oder den Informationsfluss stören. Die Beeinträchtigung der Online-Dienste kann somit zu böswilligen Cyberangriffen führen, die mit höheren Kosten, Unannehmlichkeiten oder Risiken für Betreiber, Diensteanbieter oder Nutzer verbunden sind. Die Anforderung aus Artikel 3 Absatz 3 Buchstabe d der Richtlinie 2014/53/EU, dass Funkanlagen weder schädliche Auswirkungen auf das Netz oder seinen Betrieb haben noch eine missbräuchliche Nutzung von Netzressourcen ermöglichen, die eine unannehmbare Beeinträchtigung des Dienstes verursachen würde, sollte daher für mit dem Internet verbundene Funkanlagen gelten.

Die Anforderungen der Verordnung (EU) 2022/30 sind gemäß Art. 3 ab dem 01.08.2024 zu erfüllen, so dass die Sicherheit nach diesem Datum in Verkehr gebrachter Geräte weiter erhöht werden dürfte.

Das Fehlen einer wie bei DOCSIS implementierten Zertifikatsoption, wie es die Antragstellerinnen herausgestellt haben, stellt keinen entscheidenden Mangel dar, da deren Funktion anderweitig abgebildet werden kann, denn es gibt sofern erforderlich alternative Mechanismen zur Adressierbarkeit und Authentifizierung. Bisher erfolgt die Aktivierung und Personalisierung über SN und Mac-Adresse bzw. ONT-ID.

Hinsichtlich der Sicherheit der Datenströme zu den einzelnen Endnutzern gilt, dass hier wegen der genutzten Verschlüsselungen nicht die Herrschaft über ein Gerät, sondern über den zu verwendenden Schlüssel entscheidend ist. Die Zuordnung des ONT zum Netz des Anbieters kann deshalb keinen Sicherheitsgewinn bieten.

Das Argument, dass bei einer Störung ein Notruf nicht abgesetzt werden kann, besteht bei allen Netzen und Netztopologien und kann zu keiner Sonderbehandlung von PON-Netzen führen.

gg) Ziffer 3.3.4 der NTP-Leitlinien zum Datenschutz

Nach Ziffer 3.3.4 der NTP-Leitlinien sind bei der Bestimmung des Netzabschlusspunktes auch Gesichtspunkte des Datenschutzes und der Vertraulichkeit der Kommunikation zu berücksichtigen. Dies betrifft einmal den Schutz der Daten des Endnutzers vor der Kenntnisnahme durch den Netzbetreiber. Hierzu stellen die NTP-Leitlinien fest, dass es zu ihrem Schutz keine objektive technische Notwendigkeit dafür gebe, Komponenten wie Modem oder Router dem öffentlichen Telekommunikationsnetz zuzuordnen, weil dadurch die Zugriffsmöglichkeiten des Netzbetreibers nur erhöht würden,

vgl. NTP-Leitlinien Rz. 113, 121.

Zweitens ist die Vertraulichkeit der Kommunikation und ihrer Inhalte gegenüber Dritten sicherzustellen. In Netzen mit gemeinsam genutzten Übertragungsmedien bedeutet dies, dass die für einen Endnutzer bestimmten verschlüsselten Daten durch ihn wieder entschlüsselt werden müssen. Liegt der Netzabschlusspunkt bei Punkt A, ist es erforderlich, dass die dafür genutzten Geräte mit dem Netz des Betreibers interoperabel sind. Wesentliches Mittel hierzu sei eine Schnittstellenbeschreibung, in der die technischen Voraussetzungen für die Ver- und Entschlüsselung niedergelegt seien,

vgl. a.a. O. Rz. 117 bis 119, 121.

(1) Vorbringen

Für die Antragstellerinnen sprechen auch Gesichtspunkte des Datenschutzes für die Zuordnung des ONT zum Netz des Anbieters. Die Betreiber eines öffentlichen Telekommunikationsnetzes hätten dann geeignete Maßnahmen zu ergreifen, um die privaten Daten der Endnutzer zu schützen. Hierzu müsse das Modem beim Endnutzer mit dem Verschlüsselungssystem des Netzbetreibers korrespondieren können. Damit eine Entschlüsselung der Daten erfolgen kann müssen Anforderungen an die Interoperabilität erfüllt werden, sollte das Glasfasermodem nicht Teil des öffentlichen Telekommunikationsnetzes sein. Es wäre dann der Endnutzersphäre zuzurechnen.

Der VTKE sieht den Datenschutz am besten bei einer Fortführung der gegenwärtigen Verpflichtung zur Zugangsgewährung am passiven Netzabschlusspunkt gewährleistet. Die eingesetzten Verschlüsselungsmaßnahmen, deren Einhaltung vom OLT kontrolliert werde, stelle sicher, dass ein Endnutzer trotz PON-Architektur keinen Zugriff auf die für Dritte bestimmte Kommunikation haben könne. Dies hätten auch die Erfahrungen der letzten sieben Jahre seit Einführung von PON-Netzen in Deutschland gezeigt. Mit der Verlagerung des Netzabschlusses an den Punkt B sei kein Sicherheitsgewinn gegenüber dem Endnutzer verbunden, weil die Verschlüsselung der Kommunikation der entscheidende Faktor sei. Auch die FSFE sieht den Datenschutz am besten durch die geltende Regelung des Netzabschlusspunktes gewährleistet.

(2) Bewertung

Keiner der beiden Daten- und Kommunikationsschutzaspekte spricht für eine Verlagerung des Netzabschlusspunktes an den Punkt B. Der Schutz vor einer Einsichtnahme durch den Netzbetreiber ist grundsätzlich größer, wenn die Funktion des ONT in der Sphäre des Endnutzers angesiedelt ist. Was den Schutz der Vertraulichkeit der eigenen Kommunikation des Endnutzers vor Dritten und der Kommunikation Dritter vor einer Kenntnisnahme des Endnutzers betrifft, so wird diese auf allen Feldern elektronischer Kommunikation durch Verschlüsselungsverfahrens sichergestellt, deren wesentliches Element Kenntnis und Nutzung des zu verwendenden Schlüssels ist. Dieser Schlüssel wird regelmäßig an Geräte übermittelt, die sich in der Herrschaft des Endnutzers befinden, etwa bei Mobilfunknetzen, ohne dass aus diesem Umstand wesentliche Sicherheitsrisiken entstanden wären. Auch bei der Mobilfunkkommunikation sind alle Signale frei empfangbar, aber eben nur für den jeweiligen adressierten Endkunden entschlüsselbar.

hh) Ziffer 3.3.5 der NTP-Leitlinien zu lokalen Verkehren

Bei der Bestimmung des Netzabschlusspunktes ist auch ihre Auswirkung auf die Verantwortlichkeit für die lokalen Telekommunikationsverkehre in den Räumlichkeiten des Endkunden zu berücksichtigen, also die Verkehre vom Router zu verschiedenen Endgeräten wie PC, Telefon oder Fernseher. Wird der Netzabschlusspunkt an Punkt A oder B verortet, so verbleiben die lokalen Verkehre innerhalb des Herrschaftsbereiches des Endnutzers. Bei der Positionierung an Punkt C wird der Router dagegen Teil des öffentlichen Telekommunikationsnetzes und unterliegt dessen Regeln. Die Leitlinien kommen zu dem Schluss, dass aus dem Kriterium der öffentlichen Verkehre jedenfalls keine objektive technische Notwendigkeit dafür hergeleitet werden kann, den Router zum Teil des öffentlichen Telekommunikationsnetzes zu machen,

vgl. NTP-Leitlinien Rz. 122 bis 131.

(1) Vorbringen

Für den VTKE spricht das Kriterium „lokale Verkehre“ eindeutig für die Beibehaltung des passiven Netzabschlusspunktes, weil der lokale Verkehr so vollständig in der Hoheit des Endnutzers verbleibe. Bei einer Verlagerung an Punkt B würde dagegen bei der Bereitstellung von integrierten Endgeräten durch den Anbieter faktisch der gesamte lokale Verkehr in den Einflussbereich des Anbieters gebracht.

(2) Bewertung

Vorliegend sind keine Gründe erkennbar, die dafür sprechen, aus Gründen der Führung des lokalen Verkehrs den Netzabschlusspunkt an Punkt B zu verlagern. Solche wurden auch nicht geltend gemacht.

ii) Ziffer 3.3.6 der NTP-Leitlinien zu funkbasierten Festnetzangebote

Nach Ziffer 3.3.6 der NTP-Leitlinien sind bei der Festlegung des Netzabschlusspunktes auch die Auswirkungen auf funkbasierte Festnetzersatzprodukte zu berücksichtigen. Vorliegend wird jedoch alleine der Netzabschlusspunkt für PON-Glasfasernetze betrachtet, der auf funkbasierte Festnetzersatzprodukte keine Auswirkungen hat und darum auch keine Verlagerung des Netzabschlusspunktes begründen kann.

jj) Ergebnis der Prüfung nach den NTP-Leitlinien

Insgesamt ergibt sich nach Durchlaufen des Prüfprogrammes der NTP-Leitlinien des GEREK keine Begründung dafür, für den Netzabschlusspunkt von PON eine Verlagerung von Punkt A nach Punkt B vorzunehmen. Die technischen und topologischen Besonderheiten von PON sind nicht so erheblich, dass dies geboten wäre. Dieses Ergebnis entspricht dem Umstand, dass in Kabel- und Mobilfunknetzen, die ebenfalls Netze mit von mehreren Endnutzern geteilter Infrastruktur sind, ein passiver Netzabschlusspunkt erfolgreich verwirklicht ist und die befürchteten Probleme dort ebenfalls nicht aufgetreten sind.

4. Endgerätewahlfreiheit nach Art. 3 Abs. 1 der Verordnung (EU) 2015/2120

Eine Verlagerung des Netzabschlusspunktes war auch nicht aus Gründen der nach § 73 Abs. 2 TKG zu berücksichtigenden Endgerätewahlfreiheit nach Art. 3 Abs. 1 der Verordnung (EU) 2015/2120 erforderlich, weil das nach den NTP-Leitlinien anzuwendende Kriterium der objektiven technischen Notwendigkeit ebenfalls bei der näheren Bestimmung der Endgerätewahlfreiheit nach dieser Vorschrift der TSM-VO anzuwenden ist,

vgl. BEREC Guidelines on Guidelines on the Implementation of the Open Internet Regulation, BoR 22 (81) Ziff. 27.

Weil das Kriterium identisch ist, führt eine Prüfung anhand von Art. 3 Abs. 1 der Verordnung (EU) 2015/2120 nicht zu einem abweichenden Ergebnis.

5. Berücksichtigung der Regulierungsziele

Die Beibehaltung des passiven Netzabschlusspunktes für PON entspricht auch den von der Bundesnetzagentur bei Ausübung ihrer Tätigkeit zu beachtenden Regulierungszielen nach § 2 Abs. 2 TKG.

Ziele der Regulierung sind

a) Die Sicherstellung der Konnektivität sowie die Förderung des Zugangs zu und der Nutzung von Netzen mit sehr hoher Kapazität durch alle Bürger und Unternehmen, § 2 Abs. 2 Nr. 1 TKG.

aa) Vorbringen

Die Antragstellerinnen befürchten hier, dass die Umsetzung des passiven Netzabschlusspunktes Anpassungen an ihrer Infrastruktur erfordern würden. Die dafür benötigten Mittel würden dann für den Netzausbau fehlen.

Der VTKE hingegen ist der Ansicht, dass eine breite Auswahl an Endgeräten für den Endkunden die Attraktivität des Wechsels zu Glasfaseranschlüssen erhöhen würden. Das Beispiel der DSL/VDSL- und Kabelnetze habe gezeigt, dass der passive Netzabschlusspunkt und die damit verbundene Endgerätewahlfreiheit den Netzausbau nicht gebremst habe. Die Innovation in Netzen und bei Endgeräten fördere sich vielmehr gegenseitig. Leistungsfähigere Netze erlaubten die Entwicklung leistungsfähigerer Endgeräte, und diese schafften ihrerseits einen Bedarf für die mit diesen Netzen erzielbaren Leistungen.

bb) Bewertung

Wie oben dargelegt, ist ein Abgehen vom Grundsatz des Zugangs am passiven Netzabschlusspunkt nicht zur Sicherstellung der Interoperabilität erforderlich. Durch die getroffene Entscheidung wird eine Art der Endgerätewahlfreiheit auch für PON sichergestellt, die der den Endnutzern aus anderen Telekommunikationsnetzen vertraut ist. Dies gilt insbesondere für die Nutzung integrierter Geräte, die sich auch in PON durchsetzen dürften. So wird verhindert, dass durch eine aus Endnutzersicht unzureichende Endgerätewahlfreiheit Vorbehalte gegen den Wechsel auf einen PON-Anschluss entstehen könnten. Dies gilt insbesondere, solange glasfaser- und kupferbasierte Anschlüsse hinsichtlich typischerweise nachgefragter Datenübertragungsraten austauschbar sind,

vgl. hierzu Festlegung BK1-19-001, Punkt 8.1.1.1.1.6 und 8.1.1.1.2.

b) Die Sicherstellung eines chancengleichen Wettbewerbs und die Förderung nachhaltig wettbewerbsorientierter Märkte der Telekommunikation im Bereich der Telekommunikationsdienste und -netze – einschließlich eines effizienten infrastrukturbasierten Wettbewerbs – sowie der zugehörigen Einrichtungen und Dienste, auch in der Fläche, § 2 Abs. 2 Nr. 2 TKG.

Die Beibehaltung einer einheitlichen Ausgestaltung der Endgerätewahlfreiheit über alle Netze hinweg fördert auch den chancengleichen Wettbewerb zwischen Anbietern auf der Grundlage technologisch unterschiedlicher Netze. Sie haben in gleicher Weise den Folgen der Zugangsgewährung am passiven Netzabschlusspunkt Rechnung zu tragen. PON-Betreiber können auch gegenüber anderen Netzbetreibern keine Zusatzeinnahmen dadurch erzielen, dass nur sie im Falle der über ihre Herrschaft über den ONT geförderten Bereitstellung integrierter Geräte Zusatzeinnahmen etwa für die Freischaltung von WLAN-Funktionen erzielen können, die Betreibern von Netzen mit passivem Netzabschlusspunkt nicht offenstehen. Weiter führt die passive Netzschnittstelle wie oben dargestellt dazu, dass auch der Nutzer von Vorleistungen selbst Informationen über die Leitungsqualität erhalten und für den Kundenkontakt nutzen kann (über die ONT-Funktion, ggf. des integrierten Gerätes), die er nicht erhalten würde, wenn der ONT zum Netz des Vorleistungsanbieters zählt.

Würde dagegen wegen möglicherweise noch bestehender Unsicherheiten in PON vom Grundsatz des Zugangs am passiven Netzabschlusspunkt abgewichen, würde kein Anreiz mehr bestehen, Interoperabilität, Dienstqualität und Sicherheit der Netze durch technische Fortentwicklung an endnutzerfernen Netzkomponenten auf einen Stand zu bringen, der demjenigen in anderen Netzen wie DSL, VDSL- und Kabelnetzen entspricht, weil Netzbetreiber sich auf ihre Herrschaft über den ONT verlassen würden. Die technische Entwicklung würde abgeschnitten, und es wäre nicht zu erwarten, dass zukünftig ein Zustand erreicht würde, der es dann gestattete, von der gewährten Ausnahme wieder abzugehen.

Die Antragstellerinnen können sich auch nicht darauf berufen, dass die Pflicht zur Zugangsgewährung am passiven Netzabschlusspunkt für sie nicht vorhersehbar gewesen sei. Diese Pflicht bestand von Anfang an und wurde nur deshalb nicht problematisch, weil es am Markt lange Zeit keine integrierten Telekommunikationsendgeräte gab. Wie oben zur Entwicklung der Rechtslage dargestellt, hatte der Gesetzgeber bereits im Jahre 2016 zu erkennen gegeben, dass Netztopologien mit gemeinsam genutzten Infrastrukturen keinen Grund für Ausnahmen von der Zugangsgewährung am passiven Netzabschlusspunkt sind. Sie hätten sich von Anfang an darauf einrichten müssen, dass sie die gesetzlich vorgegebene Art der Zugangsgewährung auch faktisch durchführen müssten.

Die Deutsche Glasfaser weist hinsichtlich der im Entscheidungsentwurf angenommenen Auswirkungen auf die Wettbewerbsbedingungen darauf hin, dass der Antrag der Verbände nicht darauf gerichtet gewesen sei, die Bereitstellung des Netzzugangs am passiven Netzabschlusspunkt zu untersagen, sondern nur, die bestehende Regelung für den Netzzugang am Ausgang des ONT zu öffnen. Die gegenwärtig rechtlich verpflichtende Form der Zugangsgewährung könnte also auch nach Gewährung einer Ausnahme nach § 73 Abs. 2 TKG weitergeführt werden. Die Öffnung der Zugangsformen könnte zudem Möglichkeiten

der Sicherheitsverbesserung etwa durch die Zertifizierung von Endgeräten ermöglichen, die gegenwärtig nicht zulässig sind.

Es ist zwar zutreffend, dass auch nach Gewährung einer Ausnahme nach § 73 Abs. 2 TKG der Zugang am passiven Netzabschlusspunkt gewährt werden könnte. Allerdings würde eine solche tatsächliche Gewährung der Ausnahme nach § 73 Abs. 2 TKG die Grundlage entziehen, weil diese von der objektiven technischen Notwendigkeit eines aktiven Netzabschlusspunktes ausgehen muss. Kann aber tatsächlich ein Zugang am passiven Netzabschlusspunkt in wirtschaftlich tragfähiger Weise von Marktteilnehmern angeboten werden, dürfte dies eine objektive technische Notwendigkeit für einen aktiven Netzabschlusspunkt widerlegen. Im Übrigen steht die gesetzliche Pflicht zur Zugangsgewährung am passiven Abschlusspunkt der Zugangsgewährung am ONT nicht entgegen, wenn diese vom Endnutzer nachgefragt wird. Ebenso könnten Zertifizierungen bestimmter Endgeräte werblich eingesetzt werden. Damit kann zwar nicht derselbe Effekt für die von den Antragstellerinnen erstrebte Kontrolle über den ONT erreicht werden, weil sie auf die Freiwilligkeit des Endnutzers angewiesen sind. Allerdings dürfte sich, wenn gewünscht, der Anteil unbekannter Eigengeräte der Endnutzer dadurch reduzieren lassen. Die Markterfahrung zeigt gerade, dass derartige Angebote durchaus angenommen werden.

c) Die Wahrung der Nutzer-, insbesondere der Verbraucherinteressen auf dem Gebiet der Telekommunikation, § 2 Abs. 2 Nr. 3 TKG. Die Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahn (Bundesnetzagentur) und andere nach diesem Gesetz zuständige Behörden fördern die Interessen der Nutzer, indem sie

aa) die Konnektivität, die breite Verfügbarkeit sowie den beschleunigten Ausbau von Netzen mit sehr hoher Kapazität wie auch von Telekommunikationsdiensten sicherstellen und deren Nutzung fördern,

Die Beibehaltung einer passiven Netzschnittstelle auch für PON erleichtert die Nutzung von PON-basierten Vorleistungen und fördert durch die Fortführung der bekannten Endgerätewahlfreiheit die Akzeptanz und damit auch Nutzung von PON als Netz hoher Kapazität.

bb) auf größtmögliche Vorteile der Nutzer in Bezug auf Auswahl, Preise und Qualität auf der Grundlage eines wirksamen Wettbewerbs hinwirken,

Die Zugangsgewährung am passiven Netzabschlusspunkt erlaubt es dem Bürger, durch eine freie Wahl zwischen (insbesondere integrierten) Endgeräten, die für ihn am besten geeignete Einrichtung zu wählen und die ihm angebotenen Dienste bestmöglich auszunutzen. Die Möglichkeit des direkten Anschlusses integrierter Geräte an ein Glasfasernetz reduziert insbesondere den Stromverbrauch gegenüber dem getrennten Betrieb von ONT und Router oder gar dem Betrieb eines integrierten Gerätes des Anbieters im Bridge-Mode und dem endnutzereigenen Router. Zugleich ist es Endnutzern weiter möglich, einen vom Netzbetreiber bereitgestellten ONT oder integriertes Gerät zu nutzen, wenn dies ihren Interessen besser entspricht.

Der passive Netzabschlusspunkt stellt auch sicher, dass der Endnutzer ein integriertes Gerät als Eigentümer nutzen kann und nicht auf ein vom Anbieter gemietetes Gerät angewiesen ist, wenn dieser keine Kaufgeräte anbietet. Nach Angaben der VZ-RIP sei es bei Mietgeräten häufiger zu überhöhten Schadensersatzforderungen bei der Rückgabe beschädigter Geräte oder dem Unterschieben von Vertragsverlängerungen beim Austausch von Geräten gekommen. Solche Risiken werden durch Pflicht zur Zugangsgewährung am passiven Netzabschlusspunkt vermindert.

Sofern die Antragstellerinnen hinsichtlich der Nutzerinteressen darauf abgestellt haben, dass dieser hauptsächlich an einer störungsfreien und qualitativ abgesicherten Versorgung mit Telekommunikationsdienstleistungen interessiert ist, so trifft dies zwar zu, jedoch konnten die von den Antragstellerinnen behaupteten Interoperabilitäts- und Sicherheitsprobleme durch den Zugang am passiven Netzabschlusspunkt nicht belegt werden.

cc) die Interessen der öffentlichen Sicherheit wahren und die Sicherheit der Netze und Dienste gewährleisten,

Wie schon oben zu Punkt 3.3.3 der NTP-Leitlinien dargestellt, führen Überlegungen zur Sicherheit der Netze nicht zu einer Verlagerung des Netzabschlusspunktes an den Punkt B. Einem möglichen Sicherheitsgewinn durch die Herrschaft des Netzbetreibers über die Modemfunktionalität steht eine Risikoerhöhung durch einen vereinheitlichten Endgerätebestand durch eine geringere Anzahl verwendeter Endgerätetypen gegenüber. Im Zuge der gesteigerten Verbreitung integrierter Geräte dürfte sich die Vereinheitlichung des Endgerätebestandes eben nicht nur auf die Modemfunktion des ONT, sondern auch auf die übrigen Funktionen des Endgerätes, insbesondere die für Denial of Service Attacks wesentlichen Routerfunktionen erstrecken. Abzuwägen sind also eine verbesserte Kontrolle des Netzbetreibers über den ONT gegen die bessere Risikostreuung bei Beibehaltung der jetzigen Regelung. Für letztere spricht erstens, dass Sicherheitsanpassungen der verwendeten Software immer vom Hersteller des Endgerätes oder Betriebssystems ausgehen und insbesondere bei Aktivierung der automatischen Aktualisierung nicht langsamer, sondern wegen des fehlenden Umweges über den Anbieter bzw. Netzbetreiber wahrscheinlich sogar schneller zum Endnutzer gelangen dürften. Weiter ist zu berücksichtigen, dass die Sicherung des Netzes auch durch Maßnahmen im Kernnetz gefördert werden kann, während der ONT immer zumindest im räumlichen Zugriff des Endnutzers verbleiben und dort dessen Zugriff ausgesetzt sein wird. Es ist nicht auszuschließen, dass die Herrschaft des Netzbetreibers über den ONT diesen dazu verleiten könnte, Maßnahmen im Kernnetz zur Steigerung der Sicherheit zu vernachlässigen.

Weiter ist das Vorbringen des BHE schlüssig, dass es nur bei einem passiven Netzabschlusspunkt möglich ist, besonders gesicherte Sicherheitsrouter in ausreichend geschützter Weise an öffentliche PON anzuschließen. Auch wenn die mit solchen Sicherheitsroutern erbrachten Dienste gegenwärtig keine Massenmarktanwendungen sein dürften, ist ihre Bedeutung hinsichtlich der von ihnen abzuwehrenden Schäden erheblich und dürfte zukünftig insbesondere im Zuge der fortschreitenden Digitalisierung von Gebäuden und ihren Infrastrukturen (Smart Home) weiter wachsen.

Die Deutsche Glasfaser widerspricht entschieden der nach ihrer Auffassung von der Bundesnetzagentur hiermit aufgestellten Behauptung, dass die Herrschaft über die Funktionalität des ONT die Netzbetreiber dazu verleiten könnte, die Sicherheit der

Kernelemente des Netzes zu vernachlässigen. Sie sieht hierin eine Unterstellung, dass dies gegenwärtig tatsächlich der Fall sei, und fordert die Bundesnetzagentur dazu auf, hierfür Belege zu liefern. Die Netzbetreiber hätten ein eigenes Interesse daran, die Sicherheit des Netzbetriebes sicherzustellen, und seien hierzu auch gesetzlich verpflichtet. Die Sicherheit des Netzbetriebes könne vielmehr dann nicht sichergestellt werden, wenn die Kontrolle über den ONT und seinen Update- und Firmwarestand beim Endnutzer verbleibe. Dadurch würde den Netzbetreibern eine nicht erfüllbare Verantwortung auferlegt. Die Schadenersatzpflichten, die einen Endkunden durch die Verwendung nicht kompatibler Geräte treffen könnten, würden von der Bundesnetzagentur überhaupt nicht betrachtet.

Zum Vorbringen der Deutsche Glasfaser ist vorab festzuhalten, dass die Bundesnetzagentur nicht behauptet hat, dass dies gegenwärtig der Fall wäre, sondern nur, dass ein entsprechender Anreiz bestehen *könnte*. Weil sie nicht das Vorliegen einer solchen Vernachlässigung der Netzsicherheit behauptet hat, muss sie hierfür auch keine Belege vorbringen. Sie weist jedoch darauf hin, dass die antragstellenden Verbände sich ihrerseits gegen das Bestehen einer Pflicht zu einer möglichst robusten und interoperabilitätsfreundlichen Ausgestaltung ihrer Netze ausgesprochen haben, weil hierfür keine Rechtspflicht bestehe. Es scheint hier also Unklarheiten zu geben. Denn die Maßnahmen gegen störende Endgeräte, die unter dem Stichwort „Rogue ONT“ behandelt werden, sind auch erforderlich, um den Schutz des Netzes vor möglichen Störungen durch betreibereigene Geräte sicherzustellen, mögen diese auf Fabrikationsfehlern oder Sicherheitsvorfällen beruhen. Dennoch wurde eine entsprechende Pflicht bestritten.

Die getroffene Entscheidung bürdet den Netzbetreibern auch keine nicht erfüllbaren Pflichten zur Absicherung ihrer Netze auf. Denn wenn ihr Netz am passiven Netzabschlusspunkt endet, endet auch ihre eigene Verantwortlichkeit am passiven Netzabschlusspunkt und seiner zutreffenden Beschreibung. Zur weitergehenden Förderung der Sicherheit über diese Grenze hinaus haben sie die Möglichkeit, sich entsprechende Kontrollrechte über Schnittstellen wie die TR069 und TR369 vertraglich einräumen zu lassen.

dd) Gleichwertige Lebensverhältnisse in städtischen und ländlichen Räumen sowie ein hohes gemeinsames Schutzniveau für die Endnutzer sicherstellen und die Bedürfnisse – wie beispielsweise erschwingliche Preise – bestimmter gesellschaftlicher Gruppen, insbesondere von Endnutzern mit Behinderungen, älteren Endnutzern und Endnutzern mit besonderen sozialen Bedürfnissen, sowie die Wahlmöglichkeiten und den gleichwertigen Zugang für Endnutzer mit Behinderungen berücksichtigen,

Eine einheitliche Gestaltung des Netzabschlusspunktes über alle Netze hinweg fördert die Gleichwertigkeit der Lebensverhältnisse. Der mit der Nutzung integrierter Geräte verbundene geringere Energieverbrauch dient der Erschwinglichkeit von Telekommunikationsleistungen.

ee) sicherstellen, dass im Bereich der Telekommunikation keine Wettbewerbsverzerrungen oder -beschränkungen bestehen,

Sofern die unterschiedliche Ausgestaltung von Netzabschlusspunkten Auswirkungen auf den Wettbewerb zwischen Betreibern technisch unterschiedlicher Netze haben kann, wirkt eine einheitliche Bestimmung des Netzabschlusspunktes dem entgegen.

- d) die Förderung der Entwicklung des Binnenmarktes der Europäischen Union, indem die Bundesnetzagentur und andere nach diesem Gesetz zuständige Behörden verbleibende Hindernisse für Investitionen in Telekommunikationsnetze, Telekommunikationsdienste, zugehörige Einrichtungen und zugehörige Dienste sowie für deren Bereitstellung in der gesamten Europäischen Union abbauen helfen und die Schaffung konvergierender Bedingungen hierfür erleichtern, gemeinsame Regeln und vorhersehbare Regulierungskonzepte entwickeln und ferner offene Innovationen, den Aufbau und die Entwicklung transeuropäischer Netze, die Bereitstellung, Verfügbarkeit und Interoperabilität europaweiter Dienste und die durchgehende Konnektivität fördern,**

Die Beibehaltung des passiven Netzabschlusspunktes in PON trägt auch diesem Regulierungsziel Rechnung, denn sie stellt keinen deutschen Sonderweg dar, sondern entspricht der Festlegung des Netzabschlusspunktes in den Nachbarländern Königreich der Niederlande

[Beleidsregel handhaving besluit eindapparaten \(acm.nl\)](https://www.acm.nl/nl/publicaties/acm-publiceert-de-beleidsregel-handhaving-besluit-eindapparaten).¹²

und Königreich Belgien.

Vgl. [Decision of 26 September 2023 regarding the identification of the network termination point for broadband services and TV services | BIPT](https://www.bipt.be/consumers/publication/decision-of-26-september-2023-regarding-the-identification-of-the-network-termination-point-for-broadband-services-and-tv-services)¹³

Die Antragstellerinnen kritisieren, dass im Entscheidungsentwurf unter dem Gesichtspunkt der europäischen Harmonisierung lediglich die Beschlüsse der nationalen Regulierungsbehörden der Niederlande und Belgiens aufgeführt werden, nicht aber die Beschlüsse der italienischen und griechischen Regulierungsbehörden, die die Position der Antragstellerinnen stützen.

Der Hinweis auf die Rechtslage in den Niederlanden und Belgien sollte aber lediglich darauf hinweisen, dass Deutschland mit der Aufrechterhaltung eines passiven Netzabschlusspunktes nicht alleine steht. Außerdem hat die Situation in benachbarten Ländern ein besonderes Gewicht, weil hier eher mit dem Auftreten grenzüberschreitend tätiger Anbieter zu rechnen ist und einer ähnlichen Regelung eher eine den Binnenmarkt fördernde Wirkung zukommt.

¹² <https://www.acm.nl/nl/publicaties/acm-publiceert-de-beleidsregel-handhaving-besluit-eindapparaten>

¹³ <https://www.bipt.be/consumers/publication/decision-of-26-september-2023-regarding-the-identification-of-the-network-termination-point-for-broadband-services-and-tv-services#:~:text=and%20TV%20services-,Decision%20of%2026%20september%202023%20regarding%20the%20identification%20of%20the,facilitate%20the%20free%20choice%20thereof.>

e) die Sicherstellung einer effizienten und störungsfreien Nutzung von Frequenzen, auch unter Berücksichtigung der Belange des Rundfunks.

Dieses Regulierungsziel hat für die Bestimmung des Netzabschlusspunktes in Festnetzen keine Bedeutung.

5. Verhältnismäßigkeit

Eine Verlagerung des Netzabschlusspunktes an Punkt B ist auch nicht aus Gründen der Verhältnismäßigkeit geboten, sondern wäre vielmehr selbst als unverhältnismäßig anzusehen. Denn wie die Überlegungen anhand der NTP-Leitlinien gezeigt haben, können die Interessen der Netzbetreiber auch unter der geltenden gesetzlichen Regelung verwirklicht werden, während die Interessen der Endnutzer und Endgerätehersteller nachteilig betroffen würden. Die Verlagerung des Netzabschlusspunktes an Punkt B wäre damit kein gleich geeignetes, aber milderer Mittel. Die Erwägungen zu den Regulierungszielen haben gezeigt, dass den Interessen der Endnutzer und des Wettbewerbs durch die geltende Regelung besser gedient wird. Hinzuweisen ist auch auf die in der gegenwärtigen Regelung angelegten Freiheiten, die beiden Seiten eine verbesserte Wahrung ihrer Interessen gestatten: Endnutzer mit besonderen Interessen können besser für sie geeignete Telekommunikationsendgeräte auswählen. Endnutzer, die sich nicht mit technischen Einzelheiten befassen wollen und besonderen Wert auf eine möglichst vollständige Betreuung durch ihren Anbieter wünschen, können dies weiter tun und von diesem bereitgestellte ONT oder integrierte Endgeräte nutzen. Netzbetreiber können verstärkt bereits in den Standards angelegte Möglichkeiten zum Netzmanagement nutzen. Diese Freiheiten und Entwicklungspotentiale würden durch eine Verlagerung des Netzabschlusspunktes an Punkt B eingeschränkt.

6. Ergebnis

Eine Ausnahme vom Grundsatz des Zugangs zu öffentlichen Telekommunikationsnetzen am passiven Netzabschlusspunkt nach § 73 Abs. 1 Satz 2 TKG war für FTTH-Netze in PON-Architektur nicht zu gewähren.

Rechtsbehelfsbelehrung:

Gegen diese Entscheidung kann innerhalb eines Monats nach Bekanntgabe Widerspruch bei der Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen, Tulpenfeld 4, 53113 Bonn erhoben werden.

Im Auftrag

Klaus-Udo Marwinski

(Abteilungsleiter Technische Regulierung und Standardisierung Telekommunikation)