

Memorandum

Datum: 15/06/2023

Thema: Beispiele für Probleme im GPON durch kundeneigene Endgeräte

Adressat: Bundesnetzagentur

Die dargestellten Detailbeschreibungen der Fälle möchten wir hiermit als Berufs- und Geschäftsgeheimnisse ausweisen.

Zuerst einmal möchten wir uns für den Austausch mit Ihnen am 24.02.2023 bedanken. Neben der Darstellung von technischen Beispielen möchten wir ebenfalls auf die gestellten Fragen von Ihnen eingehen.

Im Glasfaserausbau wird beim Endkunden hinter der passiven Teilnehmerabschlusseinheit („Glasfaser-TAE“) ein sogenannter ONT („Optical Network Terminal“) installiert. Dabei handelt es sich um ein Modem, in dem sowohl die Wandlung zwischen optischem und elektrischem Signal erfolgt als auch die Adressierung des einzelnen Nutzers innerhalb der Punkt-zu-Mehrpunkt-Architektur mittels einer eigenen Logik in der GPON-Netztopologie abgebildet wird. Über den Ethernet-Ausgang (RJ45-Port) am ONT kann mit einem Netzkabel dann nahezu jeder moderne Router an den ONT angeschlossen werden. Inzwischen gibt es am Markt auch Endgeräte, welche die Router- und Modem-Funktion in einem Gerät integrieren.

Der ONT ist über Glasfasern mit dem OLT („Optical Line Terminal“) verbunden. Die Hauptfunktionen des OLT sind die Wandlung des ankommenden Standardsignals in die Frequenz, das Framing, welches das PON-System einsetzt, und die Koordinierung des Multiplexing der „Conversion Devices“ in den ONTs. Diese Funktionalität erfordert ein reibungsloses Zusammenspiel zwischen dem OLT und den angeschlossenen ONTs. Anders als bei Punkt-zu-Punkt-Verbindungen liegen bei GPON-Netztopologien Punkt-zu-Mehrpunktverbindungen vor. Das bedeutet, dass zwar jeder Endkunde eine eigene Glasfaserverbindung im Haus liegen hat, die Glasfasern der Endkunden aber an einem Splitter im Hauptverteiler gebündelt werden. Dieser Splitter wird als OLT definiert. Pro Port nimmt jeder OLT in den meisten Fällen 32 bis 64 Endkunden auf. Die anliegende Bandbreite wird am OLT an die anliegenden Endkunden aufgeteilt. Demzufolge birgt die GPON-Netztopologie ein sogenanntes Shared Medium in sich. Aufgrund der Teilung der Bandbreite und der Zugriff aller anliegenden ONT auf den OLT bestehen technische Herausforderungen und Unwägbarkeiten. Allen voran muss sichergestellt werden, dass sämtliche Kommunikation zwischen ONT und OLT mit Wavelength Division Multiplex (WDM) moduliert ist, sodass alle ONT geteilt durch Zeitschlitze mit dem OLT kommunizieren können. Dies bedarf aber einer notwendigen Abstimmung zwischen dem ONT und den OLT. Kann diese Kommunikation nicht aufgebaut

werden oder stört ein Endgerät diesen Ablauf, so besteht die Gefahr das sämtliche Kommunikation zwischen allen anliegenden ONT und OLT gestört wird. Schlimmstenfalls kann aufgrund dessen ein Endkunde bis zu 63 andere Endkunden beeinflussen oder sie derart stören, dass eine Inter Verbindung nicht mehr aufgebaut werden kann. Tritt einer solcher Fall ein, so muss gewährleistet werden, dass ein Netzbetreiber von dem betreffenden Endkunden verlangen kann, sein kundeneigenes Endgerät vom Netz zu nehmen. Des Weiteren soll die Ausnahmeregelung dazu genutzt werden, dass ein Netzbetreiber das Recht erhält, dass vor Zulassung des jeweiligen kundeneigenen ONT eine Interoperabilitätsprüfung mit der Kompatibilität des OLT durchgeführt wird. Die Interoperabilitätsprüfung ist notwendig, damit gewährleistet werden kann, dass der jeweilige ONT einwandfrei mit dem OLT kommuniziert. Verhält sich ein ONT in einem Kundengerät nicht entsprechend der vom OLT geforderten Parameter, so werden Sende- und/oder Empfangssignale von anderen Kunden überlagert und die Dienste können nicht mehr im gebuchten Maße erbracht werden. Solange eine Prüfung nicht vorliegt und eine Störung möglich ist, möchten wir mithilfe des Antrags auf Ausnahme des Grundsatzes zur Festlegung des passiven Netzabschlusses einen vorübergehenden Ausschluss des ungetesteten Endgeräts erreichen.

Wir möchten hier voranzustellen, dass der eingereichte Antrag der Telekommunikationsverbände nicht die Intention hat, die Endgerätewahlfreiheit zu beschneiden oder abzuschaffen. Der Antrag auf eine Ausnahme des Grundsatzes des passiven Netzabschlusspunktes nach §73 Abs. 2 TKG eröffnet die Möglichkeit eines größeren Spielraums für Netzbetreiber. Es ist auch weiterhin nicht die Intention kundeneigene Endgeräte per se auszuschließen. Es ist aber essenziell, dass sichergestellt sein muss, dass die jeweiligen Endgeräte mit dem Netz und dem OLT kommunizieren. Denn nur bei einwandfreier Kommunikation ist die Nutzung des Kundenanschlusses ohne Probleme möglich. Aus diesem Grund sollte es auch Ziel der Endgerätehersteller sein, dass die Konnektivität zwischen dem kundeneigenen Endgerät und dem Netz (dem OLT) des Netzbetreibers hergestellt wird. Im Rahmen des passiven Netzabschlusses ist der Endkunde für den ONT, dem kundeneigenen Endgerät, verantwortlich und haftet auch dafür. Bei Störungen könnten auch Endkunden gestört werden, welche am gleichen OLT wie der Endkunde liegen. Schlimmstenfalls entsteht ein Schaden bei den anderen Endkunden, welche die Störung oder den daraus resultierenden Schaden geltend machen. Sollte der Netzbetreiber in der Lage sein, eine Identifikation des Problems darzulegen und dies von einem kundeneigenen Endgerät herrühren, so besteht die Möglichkeit einer Weiterleitung des beanspruchten Schadensersatzes an den betreffenden Endkunden.

Im Folgenden wollen wir mit Beispielen ausführen, wo es zu Problemen am OLT gekommen ist.

Fehlerhafte Firmware:

Auf Basis von gemeinsam durchgeführten Tests zwischen [REDACTED] und uns hatten wir Interoperabilitätsprobleme in zweifacher Hinsicht, hervorgerufen durch die [REDACTED] mit der Firmware-Version [REDACTED]. Bei Nutzung dieser Firmware-Version entstand ein Interoperabilitätsproblem im GPON. Es wurde eine fehlerhafte Kommunikation/fehlerhafter Informationsaustausch mit der OMCI aufgebaut. 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 wurden. Aufgrund dessen behandelte der zugehörige OLT die [REDACTED]-[REDACTED] mit der Firmware-Version [REDACTED] wie einen Rogue ONT. Im Labor konnten wir diesen Sachverhalt mittels einer [REDACTED] und drei weiteren von uns gestellten Endgeräten noch einmal nachstellen. Das Ergebnis wiederholte sich und bestätigte die Erkenntnisse aus der Praxis, dass die inkompatible Firmware (in Bezug auf unser Netz) zu einem Verbindungsabbruch der OLTs führte. Im Anschluss hatten wir mit [REDACTED]

einen Workaround mit der damals aktuellen Firmware-Version aufgebaut, welcher allen Kunden mit einer [REDACTED] ermöglichte, sich auf das Netz aufzuschalten.

Direkt im Anschluss an der Fertigstellung des Workarounds brachte [REDACTED] bereits die nachfolgende Firmware-Version [REDACTED] heraus, welche mit dem aufgebauten Workaround (auf Standard [REDACTED] und unser [REDACTED] nicht kompatibel war. Hieraus erfolgte ein zweites Problem. [REDACTED] welche die Version und deren Kompatibilität prüft, konnte mit der neuen Firmware-Version nicht kommunizieren. Dies führte dazu, dass die [REDACTED] des OLTs jeweils anstieß, dass die Firmware-Version inkompatibel ist und eine neue Version aufgespielt werden müsste. Dieser Befehl vom OLT an den ONT führte zu wiederkehrenden Reboots und keiner Nutzungsmöglichkeit der Firmware-Version [REDACTED]. Eine Nutzung ohne [REDACTED] wäre generell möglich gewesen, die Risiken sind im Unterkapitel der präventiven Maßnahmen aufgeführt.

Diese Interoperabilitätsprobleme resultierten vorrangig aus der fehlenden Kompatibilität der Firmware der [REDACTED] mit unseren Netzkomponenten. Dies führte im Netz zu dem Umstand, dass sobald die [REDACTED] am passiven Netzabschluss installiert/neugestartet wurde und somit eine Internetverbindung aufbaute, andere ONT am selben Port des OLTs offline gingen. Das heißt, durch die Nutzung eines entsprechenden Kundengerätes gingen eine deutliche Zahl weiterer Kunden offline. Der Betrieb einer [REDACTED] führte somit zu Störungen in der Internet- und Telefonie-Nutzung bei weiteren Kunden (welche am spezifischen Port des OLTs hingen). Wir gehen 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-Version [REDACTED] aufbauen konnte. Die entsprechenden notwendigen Daten konnten nicht ausgelesen werden und sind somit fehlerbehaftet wieder an OLT zurückgeflossen, obwohl im ONT der [REDACTED] eine aktive Verbindung aufgebaut wurde. Die fehlerbehaftete Kommunikation implizierte somit Interferenzen, welche dazu führten, dass zum einen der jeweilige Kunde gar nicht oder nur eingeschränkt eine Internetverbindung aufbauen konnte. Zum anderen gingen ONT anderer Endkunden offline oder wurden derart gestört, dass die versprochene Leistung nicht abgerufen werden konnte.

Dieses Folgeproblem wurde durch die Installation eines Patches gelöst, sodass sowohl eine Internetverbindung aufgebaut wird als auch der OLT funktionstüchtig bleibt. Ein einfaches Aufspielen des Patches war nicht möglich, da wir als Netzbetreiber nicht ohne Einwilligung auf ein kundeneigenes Endgerät zugreifen und die Konfiguration ändern dürfen. In dem Fall ging es nicht darum, die Nutzung der [REDACTED] zu verweigern, sondern zu prüfen, dass durch den Anschluss der [REDACTED] keine weiteren Endkunden beeinträchtigt werden. Mit Update der [REDACTED] wurde das Problem gänzlich gelöst.

Falsche Endgerätwahl am Netzabschluss:

Unter diesem Unterpunkt wollen wir zu zwei Vorfällen ausführen, welche jeweils zum Erliegen des OLTs geführt haben, wobei einige technische Implikationen mit dem beschriebenen Problem der fehlerhaften Firmware zusammenhängen.

In einem Fall hatte eine Kundin den Wunsch einen passiven Netzabschluss nutzen zu wollen. Der bisher verbaute ONT wurde von uns abgebaut und die Anschließbarkeit an der GF-TA zur Verfügung gestellt. In der Folge wollte die Endkundin ein eigenes Endgerät anschließen. Die Endkundin wählte hierbei eine [REDACTED] welche für einen passiven Anschluss nicht geeignet ist. Da die [REDACTED] dazu geeignet ist, eine Internetverbindung an einem aktiven Anschluss aufzubauen, forderte die [REDACTED] dauerhaft ein Sendesignal an. Da der ONT nicht mehr von uns gemanagt wurde, konnte in die Sendeanforderungen auch nicht mehr eingegriffen werden. Hierzu haben wir als Netzbetreiber nicht das

Recht auf die Konfiguration eines kundeneigenen Endgeräts zuzugreifen. Diese ungesteuerte Dauerbeleuchtung ist nicht mit einer Einteilung der Sendesignale auf Basis des WDM vereinbar. Die Dauerbeleuchtung führt zu Interferenzen und Signalüberschreibungen. Folglich wird die Kommunikation zwischen dem OLT und anderen ONT gestört und beeinträchtigt. Je nach Grad der Nutzung und der Sendeanforderungen können die Interferenzen derart groß sein, dass der OLT entweder nicht mehr senden kann oder die Signale derart beeinflusst sind, dass eine sinnvolle Signalübertragung nicht mehr gewährleistet werden kann.

Zur Behebung des Problems baten wir die Endkundin ein adäquates Endgerät zu nutzen, welches in der Lage ist, die Signale richtig zu verarbeiten. Wir gehen davon aus, dass Endkunden, welche einen Anschluss am passiven Netzabschluss nutzen möchten, eben keine Dauerbeleuchtung und somit dauerhaften Stromverbrauch möchten.

In einem anderen Fall wollte eine Kundin einen Umbau von einem aktiven zu einem passiven Anschluss haben. Der Umbau war bereits beauftragt, aber noch nicht durchgeführt. Es bestand also zum Zeitpunkt des Eingangs der Konnektivitätsprobleme noch ein aktiver Anschluss auf Seiten der Kundin. Obwohl wir als kundeneigenen Router die [REDACTED] empfohlen, entschied sich die Kundin für einen Anschluss der [REDACTED]. Die [REDACTED] wurde hierbei hinter dem NT als Kundenrouter angeschlossen. Technisch ist ein Betrieb der [REDACTED] als Kundenrouter möglich, sodass ein Internetanschluss bereitgestellt werden kann. Es waren keine zusätzlichen Zugangsdaten vonnöten, lediglich eine Vertragsanpassung musste vorgenommen werden. Dennoch führte der Anschluss zu einer Fehlfunktion aufgrund eines SIP-Datei-Fehlers. Dieser resultierte aus dem Umstand, dass die [REDACTED] für den Anschluss eines passiven Netzabschlusses ausgelegt ist. Eine Nutzung als Router hinter dem aktiven Netzabschluss ermöglichte durch die Net-Only Einstellung am Netzabschlusspunkt die Internetnutzung, versagte aber die Nutzung der Telefonie. Durch den noch bestehenden aktiven Anschluss wurde in diesem Fall keine Störung am OLT hervorgerufen. Lediglich die Kundin hatte technische Probleme.

Beide Fälle aufzeigen, dass Endkunden nicht in jedem Fall wissen, welchen Netzabschlusspunkt sie derzeit in der Nutzung haben und welches Endgerät sie nutzen müssten. Das Problem der Dauerbeschaltung auch an einem passiven Anschluss ist somit realistisch möglich, sodass eine Störung jederzeit herbeigeführt werden kann.

Fehlerhafte Endgeräte-Kompatibilität:

Im folgenden Fall hat ein Endkunde einen [REDACTED] als kundeneigenes Endgerät nutzen wollen. Die von uns in dieser Zeit geführte Schnittstellenbeschreibung wurde erfüllt. Bei Anschluss des [REDACTED] setzte jeweils die Funktionalität des jeweiligen Ports des OLTs aus. Der Port des OLTs ging offline, wodurch die Endkunden, welche am selben Port des OLTs hingen, ebenfalls keine Internetverbindung mehr aufbauen konnten. Somit lag eine Störung vor, welche von den Endkunden gemeldet wurde. Durch eine Umschaltung auf einen anderen Port des OLTs konnten wir die Endkunden, welche durch die Störung betroffen waren, wieder ans Netz bringen. Mit dem Endkunden, welcher den [REDACTED] besaß, wurde in die Eruiierung des Fehlers gegangen. Hierzu wurde über einen längeren Zeitraum ein Testlauf durchgeführt. Individuell konnte ein Match zwischen dem OLT und dem [REDACTED] aufgebaut werden, sodass die Seriennummer und die Ports ausgetauscht werden konnten. Hierdurch konnte für den Endkunden eine aktive Internetverbindung aufgebaut werden. Dennoch konnte eine aktive Internetverbindung des kundeneigenen Endgeräts nur kurzzeitig (30 Minuten) aufrechterhalten werden. Im Anschluss brach die Verbindung ab und der Port des OLTs ging ebenfalls offline (siehe Abbildung 1). Auf der Kundenseite war das Interface UP festzustellen, welches aber auf der OLT-Seite nicht ankam. Durch die Fehlerevaluation in unserem eigenen Labor konnte dasselbe

Fehlerszenario wie beim Endkunden festgestellt werden. Nach Recherche war festzustellen, dass das SFP-Modul defekt ist/wurde.

Bei Ersatz des SFP-Moduls und einer neuen Provisionierung durch uns konnte der Endkunde wiederum eine aktive Internetverbindung aufbauen. Wie beim vorherigen Versuch brach die Verbindung nach ca. 30 Minuten ab. Im eigenen Testszenario stellten wir fest, dass durch einen Ersatz des SFP-Moduls es wieder funktioniert. Des Weiteren mussten wir aber feststellen, dass bei aktiver Internetverbindung das SFP-Modul sehr hohe Temperaturen entwickelt. Daraus erfolgt der Schluss, dass das Modul durchgebrannt ist und somit nicht mehr benutzt werden kann. Warum das SFP-Modul eine derartig hohe Temperatur erzeugte, konnte von uns nicht eruiert werden. Wir teilten dem Endkunden mit, sich bitte mit [REDACTED] in Verbindung zu setzen. Aufgrund der Systematik, dass das Durchbrennen des SFP-Moduls zu einem Abschalten des OLT führt (Loss of Signal), mussten wir den Endkunden darum bitten das Endgerät nicht wieder zu benutzen.

Abbildung 1

▼ States	
Administrative State	Unlocked
Operational State	✖ Down
Last Change Date	✖ [REDACTED]
Rogue ONT Disabling Decision	Auto
Current Reporting State	✖ Loss of Signal (LOS) Loss of GEM Channel Delineation (LCD) Inactive (INACT)
Ranged	✖ No
Estimated Distance to OLT	✖ Unknown km
Estimated Distance to OLT (Enhanced)	✖ 65,534 km

Der dargestellte Fall der Nutzung eines nicht funktionierenden und ggfs. nicht konformen Endgeräts birgt zudem ein weiteres Risiko. Es fehlt uns als Netzbetreiber am OLT die Möglichkeit, die anliegenden Endgeräte, welche am OLT-Port angebunden sind, zu identifizieren. Wir wissen folglich nicht, welche Art von Endgeräten mit dem OLT-Port in Verbindung treten. Im Falle eines fehlerhaften Endgerätes (Rogue ONT) und einem Absturz/eines Verbindungsabbruchs eines OLT-Ports müssen wir jeden einzelnen Faserstrang mit dem jeweiligen ONT prüfen, welcher die Ursache für den Verbindungsabbruch war, was einen zeitaufwändigen Prozess darstellt. Konnte eine Identifikation erfolgreich durchgeführt werden, so wird der Endkunde mit der Problematik konfrontiert und kontaktiert. Erfolgt keine Lösung des Problems und gibt es keine Kooperationsbereitschaft des Endkunden und tritt das Endgerät weitergehend als Störer am OLT-Port auf, besteht allenfalls die Lösung der Abkapselung der zugehörigen Faser am OLT, was einen Verbindungsabbruch für den spezifischen Endkunden zur Folge hätte. Diese Situation möchten wir vermeiden, indem vorab ein Interoperabilitätstest mit den jeweiligen Endgeräten durchgeführt werden muss. Anderenfalls besteht die Gefahr von Störungen am OLT-Port, wo nicht nur der einzelne Endkunde, sondern viele weitere Endkunden ebenfalls von betroffen sind. Diese Interoperabilitätstest halten wir aus Gründen der Netzsicherheit und -kompatibilität für notwendig.

Bereitstellungsprobleme in der Dienststeuerbringung:

Die Standards im GPON definieren OMCI in der Art und Weise, damit Netzbetreiber modulare, inkrementelle Fähigkeiten für Dienste (SLAs) anbieten können. Hierdurch wird über die ONTs es ermöglicht, die unterschiedlichen Anforderungen der Kunden (Privat, Geschäftskunden, Vorleistungsnachfrager) zu erfüllen. Diese modularen und inkrementellen Fähigkeiten basieren auf einer Vielzahl von Permutationen von Endgeräten und Chipsätzen. Hierbei erwächst sich die Notwendigkeit, dass alle Bestandteile interoperabel sind. Daraus ergibt sich eine große Anzahl von möglichen Permutationen, welche einen massiven Interoperabilitätstestaufwand generieren. Ist diese Interoperabilität nicht gegeben, so ist mit Störungen zu rechnen. Ein standard-abhängige MIB beschreibt den Informationsaustausch über OMCI. MIB sind abstrakte Darstellungen von Ressourcen und Services in dem ONT, welche als ME (Managed Entities) definiert sind. Da nur ein geringer Teil dieser Managed Entities (ME) mandatorisch ist, können weitere ME existieren. Neben der standard-abhängigen MIB existiert je Hersteller eine eigene MIB. Hierbei ist anzunehmen, dass die standard-abhängigen MIB nicht zwangsläufig mit der MIB vom Hersteller interagieren und kommunizieren kann. Diese fehlende Kommunikation beruht abermals auf fehlender Interoperabilität. In diesem Fall kommt es zu keinem Verbindungsaufbau, da hierfür beide MIB miteinander kommunizieren müssten.

Ob und inwieweit eine ONT die Konfiguration und/oder Dienstmodelle und darunterliegendes QoS unterstützt, lässt sich nur durch aufwändige Interoperabilitätstest feststellen.

Generell kann ein Interoperabilitätstest aber nur für ein ONT-Modell mit einer spezifischen Firmware jeweils erprobt werden. Bei jedweder Änderung sind die Tests zu wiederholen. Ist die Funktionalität der ONT nicht gegeben, ist aufgrund der fehlenden Kommunikationsfähigkeit eine einfache Fehlerbeseitigung nicht möglich. Es besteht das Risiko, dass Anforderungen des OLT falsch oder nur teilweise umgesetzt werden, wodurch die Dienstqualität nicht mehr sichergestellt werden kann. Da auf das kundeneigene ONT auch nicht zugegriffen werden darf, ist eine Konfiguration sowie Fehlerbeseitigung nicht durchführbar. Im Falle von geschlossenen SLAs mit befristeten Entstörungsfristen kann keine Garantie mehr gegeben werden, da die Fehlerquelle ONT eben nicht mehr untersucht werden kann. Folglich wäre Dienste im Rahmen von Vereinbarungen nicht mehr zu erbringen.

Durchgeführte und präventive Maßnahmen

Um Störungen am OLT entgegenzutreten, verwenden wir am OLT eine sogenannte [REDACTED]. [REDACTED] übernimmt Aufgaben hinsichtlich des Netzwerks-Managements und der Aktualisierung der Firmware im jeweiligen Endgerät. Hierbei wird auch gegengeprüft, welche ONT-Typen bereits bei uns getestet wurden und somit reibungslos mit dem OLT kommunizieren und eine Kompatibilität besitzen. [REDACTED] keine Kommunikation aufbauen, so gehen wir davon aus, dass die [REDACTED] des OLT die notwendigen Prüfungsmechanismen nicht beim kundenseitigen ONT durchführen kann. Eine Interoperabilität liegt in dem Fall nicht vor und muss getestet werden. Der Test und die Herbeiführung einer funktionierenden Kommunikation zwischen dem ONT und dem OLT wird derzeit mittels eines individuellen Onboarding-Prozesses durchgeführt. Dieser Prozess sieht vor, dass das kundenseitige Endgerät auf eine Akzeptanzliste für den OLT gesetzt wird. Damit sollte es möglich sein, dass das vom Kunden gewünschte ONT vom OLT erst einmal provisorisch akzeptiert und ein Übertragungsweg aufgebaut werden kann. Daneben führen wir einen Interoperabilitätstest mit dem jeweiligen Kundenendgerät durch. Bei einer geringen Anzahl von fremden/unbekannten Endgeräten mag dies mittels der eigenen Test- und Personalkapazitäten noch handelbar sein. Bei einer steigenden Anzahl

von unbekannten Endgeräten ist dies schlicht zeitnah nicht umsetzbar. Aufgrund dessen ist die Ausnahmeregelung nach §73 Abs. 2 TKG notwendig, damit wir bis zur Durchführung der Interoperabilitätstest das jeweilige Kundenendgerät vom Netz nehmen können oder eine Nutzung seitens des Endkunden verbieten können. Sobald der Interoperabilitätstest durchgeführt wurde und eine Kompatibilität hergestellt ist, kann der ONT des Endkunden genutzt werden.

Sollte dieser individuelle Prozess nicht zum Aufbau einer Übertragung führen, müssten wir als letzte Lösung die [REDACTED] an dem spezifischen OLT, an welchem der Endkunde hängt, abschalten. Da wir bei einer Abschaltung die Aktualität der Software der firmeneigenen ONT nicht mehr gewähren können, möchten wir darauf hinweisen, dass durch diese Abschaltung sich das Sicherheitsrisiko für die anderen Endkunden erhöht. Wir behalten uns in diesem Fall vor, bei auftretenden technischen Problemen für die anderen Endkunden an diesem OLT die [REDACTED] wieder zu aktivieren.

Um Endkunden eine Führung zu geben, welche Endgeräte geeignet sind, empfehlen wir die Notifizierung einer Whitelist. Auf dieser Whitelist könnten von uns geprüfte Endgeräte angezeigt werden. Dies schließt neue Endgeräte nicht aus, weist aber Endkunden explizit darauf hin, dass neue unbekannte Endgeräte erst einmal geprüft werden müssen.

Fragen der Bundesnetzagentur

In diesem Unterpunkt widmen wir uns der Beantwortung der Fragen der Bundesnetzagentur.

- Gibt es Sicherungen, die ein Abschalten des OLT verhindern könnten, sobald ein ONT zu stören beginnt? Kann der störende ONT umgehend identifiziert und ggf. „kalt gestellt“ werden, so dass der OLT vor einem Shutdown geschützt wird?

Sowohl [REDACTED] als auch [REDACTED] OLT verfügen über einen Erkennungsmechanismus für störende ONTs (Rogue ONTs) und können nach Erkennen einer Störung das entsprechende ONT trennen bzw. abschalten. Allerdings erkennt dieser Mechanismus nicht alle potentiellen Störungen, sodass nicht von einem umfassenden oder vollständigen Schutz ausgegangen werden kann (Abbildung 2 zeigt einen entsprechenden Auszug aus der System Description des [REDACTED] und aus der des [REDACTED]).

Dass eine Störung zum Shutdown des gesamten OLTs führt, halten wir für unwahrscheinlich. Ein Abschalten eines Ports, der alle angeschlossenen ONTs betrifft, ist aber durchaus möglich, wie es in den Beispielen erfolgt ist.

- Darstellung zur Schlechterbringung von Diensten (QoS-Verluste) gegenüber dritten Nutzern aufgrund des Einsatzes eines nutzereigenen ONT.

Ein korrekt funktionierendes ONT priorisiert den Upstream-Traffic gemäß den Vorgaben des OLTs und damit des Netzbetreibers, um sicher zu stellen, dass jeder Traffic die ihm gemäß SLA und auch gemäß Echtzeitanforderungen (Voice Traffic muss z.B. höher priorisiert werden als HSI Traffic) zustehende Priorisierung erhält. Wenn ein ONT sich nicht an die Vorgaben des OLTs hält, kann es natürlich passieren, dass absichtlich zu hoch priorisierter Traffic (im Fall eines L2 ONT durch das dahinter geschaltete CPE, im Fall eines L3 ONT durch das ONT selbst) den Traffic anderer Teilnehmer an diesem PON verdrängt und damit schlimmstenfalls deren Traffic zum Teil verzögert oder sogar verworfen wird. Auf diese Weise kann ein fehlerhaftes ONT zur Schlechterbringung von Diensten gegenüber dritten Nutzern führen.

11.3.13 Rogue ONT Detection and Defense Mechanism

The Rogue ONT Diagnostic feature of the [REDACTED] Access Node provides a means of monitoring ONT behavior on the PON and identifying rogue ONT(s) through the problematic symptoms of other ONTs on the optical network. Alarm notifications are generated upon detection of Rogue ONTs.

The [REDACTED] Access Node supports two Rogue ONT detection methods:

- The on-demand ON/OFF test which is a service-affecting test whether or not a rogue ONT is detected.
- The background ON/OFF test which is triggered by PON LOS to run a test on each ONT.

11.3.13.1 On Demand ON/OFF Test

This test is also called the manual stuck laser test or the manual on/off test.

This test is service affecting as all ONTs on the PON are disabled during the test.

The *Disable Serial Number PLOAM* message is used for testing. This PLOAM is sent to each ONT in turn. G984.3 states that on receiving this message the ONT should go to *Emergency Stop State* and disable the TX optics.

The [REDACTED] Access Node supports a broadcast option to the *Disable Serial Number PLOAM* message to allow the disabling of ONTs which have been added to the PON but are not provisioned yet at the time of the test. This enhancement is not defined in G984.3.

11.3.13.2 Background ON/OFF Test

This test is also called the background stuck laser test or Background ON/OFF test.

The test algorithm is the same as the manual ON/OFF test. The test is disabled by default and is service affecting.

The trigger for this test, when enabled, is a PON LOS event where a continuous signal is detected, corresponding to an ONT continuously transmitting irrespective of its allowed window.