



# ***Y.1564 EtherSAM- Testverfahren***

***UniPRO MGig1  
Carrier Ethernet-Tester***

***UniPRO SEL1  
Intelligentes Loopback-Gerät***

***Aktivierung von Ethernet-Diensten mit der  
Testfolge nach Y.1564***





## **Inhalt**

### **1. Warum braucht die Carrier Ethernet-Branche ein neues Testverfahren?**

### **2. Carrier Ethernet-Topologien**

2.1 E-Line

2.2 E-LAN

2.3 E-Tree

### **3. Bandbreitenprofilierung**

3.1 Verborgene QoS (Dienstgüte)-Daten

3.2 Der Untergang der Leitungen mit fester Bandbreite

3.3 Warum die Bandbreite profiliert wird

3.4 Wie die Bandbreite profiliert wird?

### **4. Grüne und gelbe Eimer für den Policer**

4.1 Wie wird die Einstufung vorgenommen?

### **5. UniPRO MGig1: Dreistufiger Test**

5.1 Y.1564-Vorprüfung: Fehlerdiagnose der Ethernet- und Dienste-Konfiguration

5.2 Testen der Dienste-Konfiguration nach Y.1564

5.3 Testen der Dienste-Performance nach Y.1564

### **6. Die Vorteile von Y.1564 gegenüber RFC2544**

### **7. Fazit**

### **8. Abkürzungen und Akronyme zum Standard Y.1564**

## 1. Warum braucht die Carrier Ethernet-Branche ein neues Testverfahren?

Die heutigen Ethernet-Weitverkehrsstrecken (WAN) sind weitaus komplexer als die in lokalen Netzen (LAN) genutzten Ethernet-Verbindungen. Stand- und reservierte Zugangsleitungen, die einfache, nicht gemanagte Bitübertragungsstrecken beinhalten, gehören der Vergangenheit an.

Die Dienste, die über die Zugangs- und Standleitungen in WAN- und Metro-Netzen übertragen werden, sind zunehmend von der Dienstgüte abhängig, die ihnen auf dem Weg durch das Netzwerk zur Verfügung gestellt wird.

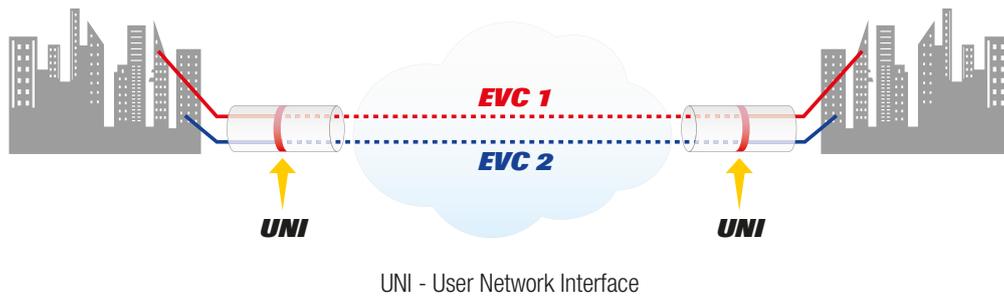


Abbildung 1: Ethernet Virtual Connection (EVC) über Carrier-Ethernet

Die heutigen Ethernet-Strecken müssen häufig in der Lage sein, mehreren Kunden in einem Gebäude (oder einem lokalen Bereich) separate Dienste bereitzustellen. Dafür ist es erforderlich, dass für jeden Kunden über das Netzwerk ein eigenes virtuelles lokales Netz (VLAN) eingerichtet wird.

Darüber hinaus benötigen die Kunden zunehmend mehrere unterschiedliche Dienstgüten (QoS), um Datenverkehr mit hoher Priorität, beispielsweise Echtzeit- und Streaming-Dienste wie Sprache und Video, von weniger sensiblen Übertragungen abzugrenzen. Dafür werden häufig separate VLANs benötigt, die die unterschiedlich eingestufteten Dienste übertragen.

Auch gibt es heute zahlreiche Ethernet-Übertragungsstrecken, in denen VLANs in anderen VLANs verschachtelt („QinQ“) sind, die entsprechend konfiguriert und getestet werden müssen. Das ist unter anderem notwendig, damit jeder Kunde wirklich die von ihm bestellten Dienste erhält, die von den Diensten anderer Kunden zuverlässig getrennt sind. Auf der Ethernet-Übertragungsstrecke ist daher für jeden Kunden ein „Kunden-VLAN“ sowie als weitere Ebene ein „Dienste-VLAN“ erforderlich, um für jeden Kunden die Bereitstellung der jeweils benötigten Dienstgüte (QoS) zu gewährleisten.

Hinzu kommt die MPLS-(Multi-Protocol-Label-Switching) Technologie, die in Netzwerken immer häufiger genutzt wird, um die Daten schnell an das richtige Ziel zu leiten. MPLS bietet den großen Vorteil, dass die Switches nur einige wenige Header-Bytes und nicht den gesamten Header auslesen müssen. Somit ist dieses Verfahren schneller und effizienter als IP-basierte Router. Doch aus Sicht der Inbetriebnahme von Diensten führt MPLS eine zusätzliche Komplexitätsschicht ein, die gründlich getestet werden muss, bevor bestätigt werden kann, dass die Strecke die Dienstgütevereinbarung (SLA) einhält und stabil ist.

Doch genau hier liegt das Problem: Das von der Branche bevorzugte Testverfahren RFC2544 wurde überhaupt nicht zum Testen solcher Dienste entwickelt.

Eigentlich ist es ein Labor-Test, der die Netzbetreiber in die Lage versetzen sollte, die wichtigsten Leistungsparameter (Benchmarks) eines einzelnen Netzwerkgeräts, wie eines Switches oder Routers, mit anderen Geräten zu vergleichen, um eine Kaufentscheidung zu treffen.

RFC2544 wurde nur deswegen auch als Abnahmetest für Dienste übernommen, weil zu dem Zeitpunkt, als Carrier Ethernet-Dienste erstmals übertragen wurden, noch keine andere standardisierte Testfolge zur Verfügung stand.

Jedoch weist das Testverfahren nach RFC2544 zahlreiche erhebliche Nachteile auf:

- Es kann immer nur einen Parameter eines Dienstes (Stream) prüfen. Diese Einschränkung steht im krassen Widerspruch zu den zahlreichen, gleichzeitig übertragenen Diensten (Streams) und den verschiedenen VLANs und Dienstgüten, die heute auf den meisten Ethernet-Strecken der Zugangs- und Metro-Netze die Regel sind.
- Da jeder Parameter eines jeden Tests nacheinander getestet wird, kann es Tage dauern, bis eine RFC2544-Testfolge abgeschlossen ist. Auch der finanzielle Aufwand wird dadurch sehr hoch.



- Da man RFC2544 zum Testen einzelner isolierter Geräte entwickelt hat, werden viele Parameter bis zur Überlastung des Gerätes oder dem Ausfall des Netzwerks geprüft.
- Diese Vorgehensweise mag im Labor unproblematisch sein. Werden aber einem bereits ausgelasteten Netzwerk einfach zusätzliche Tests mit maximaler Leitungsrate aufgebürdet, könnten die Komponenten überlastet und die den Kunden bereitgestellte Dienstgüte beeinträchtigt werden. Das ist alles andere als ideal und kostet auch unnötig Zeit.
- Und da es eigentlich ein Labor-Test ist, wurde RFC2544 auch nur für einzelne Geräte an einem einzigen physischen Standort, nämlich dem Labor, geschaffen. Daher ist dieses Verfahren für das Testen des fernen Endes einer Übertragungsstrecke völlig ungeeignet.

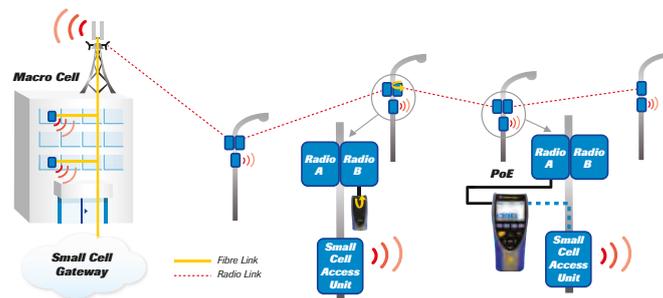
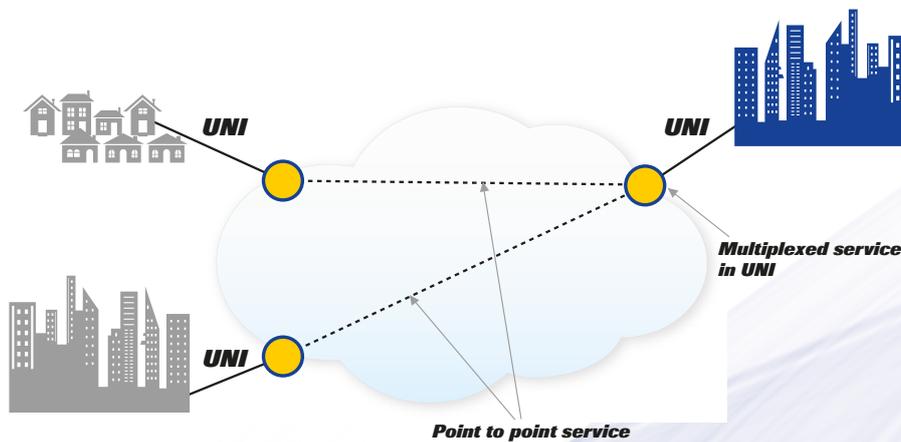


Abbildung 2: Carrier-Netzwerk-Wolke

## 2. Carrier Ethernet-Topologien

### 2.1 E-Line



UNI - User Network Interface

Abbildung 3: E-Line Service

- Ein Punkt-zu-Punkt-Dienst mit den Varianten Ethernet Private Line (EPL) und Ethernet Virtual Private Line (EVPL) sowie als Ethernet Virtual Connection (EVC).
- Kann über ein Netz oder mehrere Netzwerke von Service-Providern geführt werden.
- Standortübergreifende Verbindungen (innerhalb einer Stadt, eines Landes oder international).
- Die einfachste Konfiguration. Leitet alle Frames zwischen zwei Standorten weiter.



## 2.2. E-LAN

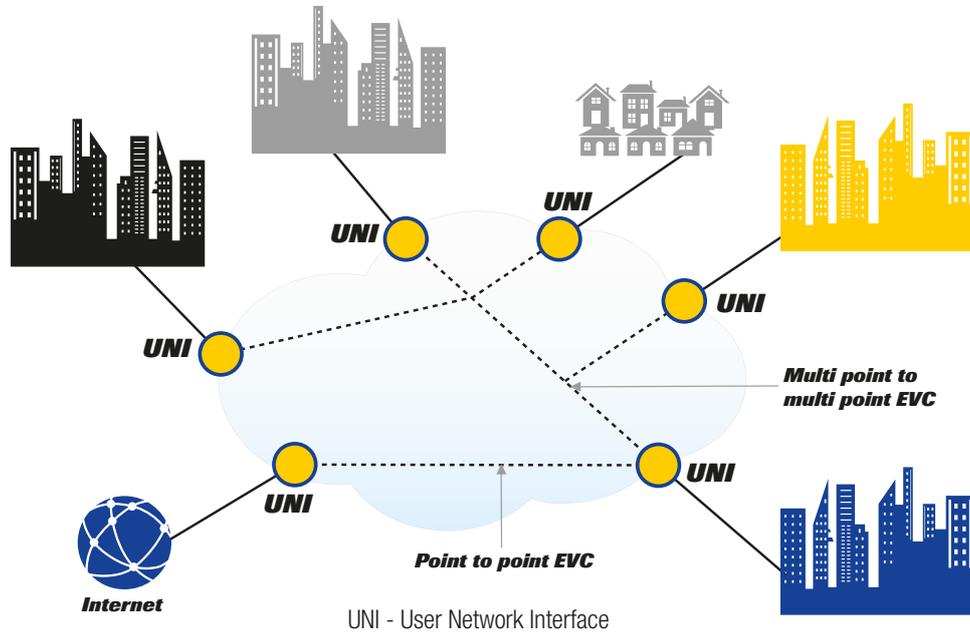


Abbildung 4: E-LAN Service

- Eine Sammlung von Mehrpunkt-zu-Mehrpunkt-Diensten für Ethernet Virtual Connection (EVC), Ethernet Private Line (EPL) und Ethernet Virtual Private Line (EVPL).
- Kann ein oder mehrere Netzwerke von Service-Providern durchlaufen.
- Der Zugangspunkt (UNI) kann sich in der gleichen Stadt, im gleichen Land oder in einem anderen Land befinden.
- Verbindet mehrere Standorte auf gleicher Ebene miteinander, so als ob sie sich im gleichen privaten LAN befinden würden, obwohl Teile des „Standorts“ Tausende Kilometer voneinander entfernt sein können.

## 2.3 E-Tree

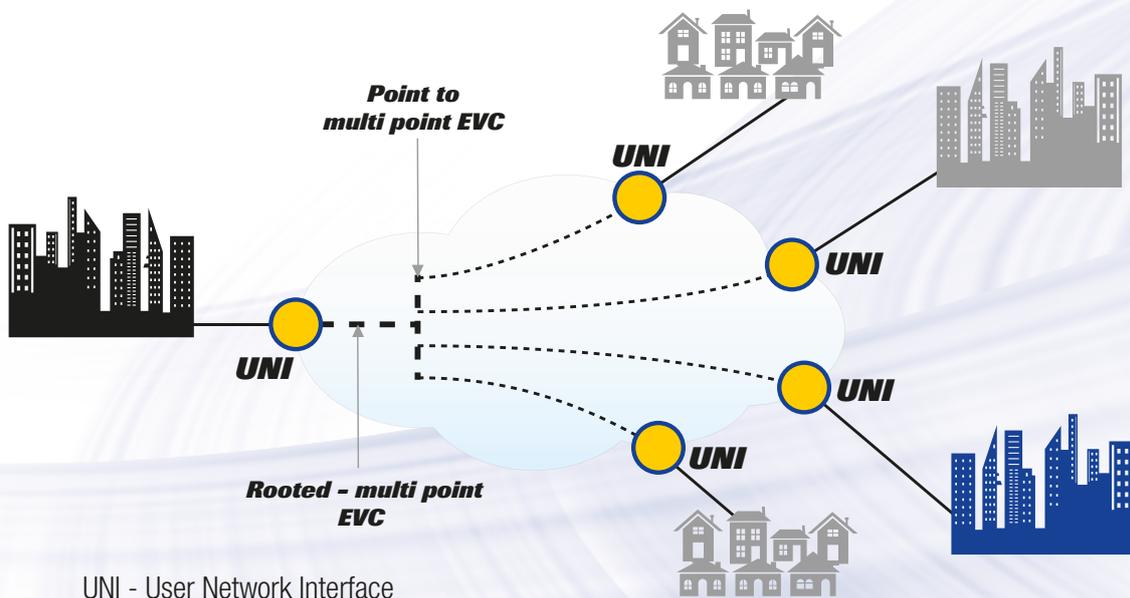


Abbildung 5: E-Tree Service



- Basiert auf gerouteten Punkt-zu-Mehrpunkt-Verbindungen (Ethernet Virtual Circuit (EVC), Ethernet Private Line (EPL) oder Ethernet Virtual Private Line (EVPL)), mit einem „Stamm“ und mehreren „Blättern“.
- Ein „Blatt“ darf immer nur mit dem „Stamm“ kommunizieren, nie aber direkt mit anderen „Blättern“ (außer über den „Stamm“).
- Ein typisches Beispiel ist eine Unternehmenszentrale („Stamm“), an der viele Niederlassungen („Blätter“) angeschlossen sind, wobei die Niederlassungen nur über den Server oder das Netzwerk der Zentrale mit den anderen Niederlassungen kommunizieren können.
- Die „Blätter“ können sich in der gleichen Stadt, im gleichen Land oder in einem anderen Land befinden

### **3. Bandbreitenprofilierung**

Ethernet-Verkehr wird von Natur aus nicht gleichmäßig, sondern schubweise, in sogenannten „Bursts“ (Datenbündel) übertragen. Wenn Daten zu senden sind, versucht Ethernet diese Übertragung mit der (fast) maximalen Leitungsrate auszuführen.

Ethernet ist eigentlich ein sehr „selbstsüchtiges“ Protokoll und die einzelnen Schnittstellen haben kein Interesse daran, sich die verfügbare Bandbreite mit anderen zu teilen.

Doch für gewöhnlich gibt es zwischen den Übertragungen der einzelnen Schnittstellen auch Ruhephasen, in denen andere Schnittstellen ihre Bursts senden können.

Wegen dieser „Rücksichtslosigkeit“ des Ethernet wurde bereits im Jahr 1994 der Parameter der Dienstgüte (QoS, Quality of Service) eingeführt.

|                          | <b>Bandbreite</b> | <b>Rahmengröße</b> | <b>Priorität</b> | <b>Latenz</b> |
|--------------------------|-------------------|--------------------|------------------|---------------|
| <b>Video (Konferenz)</b> | Mittel bis groß   | Mittel bis groß    | Sehr hoch        | Sehr gering   |
| <b>Sprache</b>           | Klein             | Klein              | Hoch             | Gering        |
| <b>Daten</b>             | Klein bis groß    | Variabel           | Niedrig          | Beliebig      |

Auf WAN-Strecken steht im Allgemeinen viel weniger Bandbreite zur Verfügung als im LAN. Auf den früheren WAN-Strecken mit ihren festen Bandbreiten haben diese Bursts häufig dazu geführt, dass die Leitung bis an die Leistungsgrenze belastet wurde. In diesem Fall hat man den Datenverkehr dann einfach angepasst, weil Daten im Allgemeinen nicht so zeitkritisch sind und warten konnten, bis wieder mehr Kapazität zur Verfügung stand.

Als synchrone Dienste wie Sprache und Video dann aber in asynchrones Ethernet verpackt wurden, traten Probleme auf. Denn sobald das Netzwerk überlastet wurde, fiel der Dienst aus, da die Pakete im Puffer von Switch und Router entweder zurückgehalten oder sie vom Netzwerk „fallen gelassen“ wurden und daher erneut übertragen werden mussten.

#### **3.1 Verborgene QoS- (Dienstgüte)-Daten**

Obwohl die Dienstgüte (QoS) innerhalb des Enterprise-LANs genutzt wird, ist sie auf Layer 2 angesiedelt. Als man dann die Ethernet-Pakete im LAN zur Übertragung mit Carrier Ethernet in Layer-4-Rahmen einpackte, wurden die Dienstgüte-Daten tief in diesen Rahmen versteckt. Nun wird aber niemand wollen, dass die Switches und Router große Rahmen erst mühsam aufschlüsseln müssen, um die auf niedrigerer Ebene implementierte QoS oder andere Daten auslesen zu können. Der Aufwand zur Gewährleistung der Verarbeitung, Latenzzeit und Speicherung wäre keinesfalls zu rechtfertigen.

Zudem ist der gesamte e-Commerce-Verkehr stark verschlüsselt. Das bedeutet, selbst wenn Switches und Router auf Layer 3 und Layer 4 versuchten, die QoS-Flags zu finden, würden sie nur auf verschlüsselte Daten stoßen, die ihnen den Zugang verwehren.

Daher wurde eine Lösung benötigt, die die Rahmen hoher Priorität an einem einfach zu lesenden Ort, nämlich im Rahmen-Header, codiert.



### 3.2 Der Untergang der Leitungen mit fester Bandbreite

Zu guter Letzt kam noch hinzu, dass die meisten Service-Provider nicht länger Leitungen mit fester Bandbreite anbieten.

Stattdessen installieren sie aufgrund der schubweisen (Bursts) Ethernet-Übertragungen eine leistungsstärkere Leitung. Auf dieser verkaufen sie eine garantierte Mindestbandbreite, die CIR (Committed Information Rate) und dazu eine zusätzliche Kapazität (vergleichbar mit der Überholspur auf der Autobahn), die es erlaubt, die Daten-Bursts mit einer viel höheren Rate zu übertragen. Diese zusätzliche Bandbreite wird als EIR (Excess Information Rate) bezeichnet und ist für gewöhnlich preiswerter, aber eben nicht garantiert. In der Tat ist sie nur verfügbar, wenn das Netzwerk nicht ausgelastet und ungenutzte Kapazität vorhanden ist.

### 3.3 Warum die Bandbreite profiliert wird

3.3.1 Der Service-Provider muss aus kommerzieller Sicht sicherstellen, dass sein Kunde die in der Dienstgütevereinbarung (SLA) garantierte Bandbreite (CIR) erhält.

3.3.2 Weiterhin muss er gewährleisten, dass der Datenverkehr des einzelnen Nutzers wirklich nicht die CIR+EIR-Bandbreite übersteigt. Denn wenn man zulassen würde, dass die Kunden diese Datenrate überschreiten, wäre das Netzwerk überlastet. Das hätte zur Folge, dass sich für alle anderen Nutzer im Netzwerk die Dienstgüte verschlechtern würde. Doch auch der Verkehr der Kunden, denen erlaubt würde, das Netzwerk mit ihren Daten zu fluten, würde darunter leiden. Daher ist niemand daran interessiert, einen Datenverkehr zuzulassen, der die Kapazität des Netzwerks übersteigt.

Aus Sicht des Nutzers muss der Verkehr auch so kontrolliert, d.h. „profilert“ werden, dass wichtige, zeitkritische oder zeitempfindliche Übertragungen im gesamten Netzwerk durchgehend mit hoher Priorität behandelt werden. Und da die QoS-Flags (Header) auf Layer 2, die im Enterprise-LAN genutzt werden, nicht ohne Weiteres auf Layer 3 und Layer 4 auslesbar sind (außer, das Carrier-Netzwerk ist entsprechend konfiguriert), wurde ein neuer, einfacher Mechanismus zur Kennzeichnung von Layer 3 und Layer 4 benötigt.

### 3.4 Wie wird die Bandbreite profiliert?

Um eine durchgehende Bandbreitenprofilierung sicherzustellen, muss das Netzwerk des Nutzers zuerst den eigenen Datenverkehr profilieren, bevor dieser über das Netzwerk des externen Service-Providers übertragen werden kann. Ansonsten würde bei der Übertragung großer Datenvolumen, die die Vorgaben der Dienstgütevereinbarung (SLA) überschreiten, ein Großteil der Daten von den Profilierungs- und Steuerungs- (Policing)-Funktionen des Service-Providers verworfen, was für diese Übertragungsstrecke eine insgesamt äußerst mangelhafte Dienstgüte zur Folge hätte. Die Bandbreitenprofilierung des eigenen Netzwerks ähnelt der im Folgenden beschriebenen Profilierung durch den Service-Provider.

Die Bandbreitenprofilierung gewährleistet, dass jeder Nutzer des Netzwerks eine mittlere maximale Rate zur Verfügung erhält, mit der er Daten übertragen darf. Damit verbunden erhält er einen Pufferspeicher am Netzwerk-Switch zugewiesen, der ihn in die Lage versetzt, die Daten in Bursts zu senden, die dann dort gegebenenfalls zwischengespeichert werden, während sie darauf warten, dass wieder Übertragungskapazität frei wird.

Das ist eine äußerst leistungsstarke Funktion, denn der Profilierungsmechanismus („Profiler“) verknüpft das begrenzte Pufferspeichervolumen der Switches des Service-Providers mit der Datenrate, mit der die Frames am Switch eintreffen und diesen wieder verlassen.

Theoretisch und auch in der Praxis ist es so, dass bei dieser Zuordnung des Switch-Pufferspeichers und wenn die Gesamtheit der CIR-Rate des Kunden die Ausgangsrate des Switches nicht überschreitet, kein einwandfreier Frame jemals verworfen werden muss.

Die folgenden Parameter sind für die Bandbreitenprofilierung von Bedeutung:

#### **CIR – Committed Information Rate**

Das ist die mittlere maximale Datenrate, die die Dienstgütevereinbarung des Kunden für die Übertragung von Daten im Netzwerk des Service-Providers zulässt.

#### **CBS – Committed Burst Size**

Natürlich wünschen sich die Kunden eine im Idealfall unbegrenzte Burst-Kapazität. Doch die Service-Provider können es sich nicht leisten, die Netzwerke derart umfassend zu dimensionieren.



Daher erlauben viele Service-Provider ihren Kunden, Bursts zu übertragen, die zeitweise schneller als die CIR sind. Vorausgesetzt ist jedoch, dass die maximale Anzahl der Bytes, die die CIR in einem Burst überschreiten dürfen, keinesfalls die zugesicherte Burstgröße (CBS) übersteigt.

#### EIR – Excess Information Rate

Das ist die mittlere maximale Rate des zusätzlichen Datenverkehrs, den der Kunde über die CIR hinaus senden kann und den das Netzwerk auf nicht garantierter Grundlage „bestmöglich“ weiterleiten wird, wenn die dafür benötigte Kapazität frei ist.

#### EBS – Excess Burst Size

Bei vorhandener EIR-Kapazität können die Kunden dennoch Bursts über die maximale EIR-Rate hinaus übertragen. Die EBS definiert die zusätzliche Burst-Größe, d.h. maximale Anzahl der Bytes in einem Burst, der schneller als CIR+EIR übertragen werden darf.

#### Farbmodus

Da es notwendig wurde, eine einfache Klassifizierungsmethode für kritischen Verkehr, insbesondere Video und Sprache, zu finden, hat man sich für Carrier-Ethernet auf ein simples Farbsystem geeinigt.

Auf dem Weg durch das Netzwerk des Service-Providers wird der Verkehr grün, gelb und rot markiert (codiert).

Nutzer und Service-Provider haben die Möglichkeit, Frames grün (hohe Priorität) oder gelb (normale Priorität) zu kennzeichnen.

In diesem Fall sollte das Netzwerk in der Lage sein, diese Farbcodierung bei Bandbreitenprofilierung und Policing entsprechend zu berücksichtigen, d.h. es sollte „farbensehend“ (Colour-Aware) sein.

Manche ältere Netzwerke sind immer noch „farbenblind“ und der Service-Provider setzt stattdessen eigene Algorithmen ein, um den Verkehr von diesen Netzwerken farblich zu codieren.

Grün wäre im Allgemeinen für Nutzer-Rahmen hoher Priorität reserviert. Solange wie der grüne Verkehr unter der CIR-Rate bleibt, sind eine geringe Latenz (Verzögerung) und hohe Priorität garantiert.

Der gesamte Verkehr oberhalb der CIR und unterhalb der EIR wird gelb markiert und nutzt daher freie, nicht durch „grün“ belegte Kapazität der CIR oder wartet, bis diese frei wird. Er kann auch die EIR nutzen, wenn das Netzwerk noch ausreichend Reservekapazität besitzt.

Jeder Verkehr im Netzwerk, der über einen bestimmten Zeitraum die mittlere CIR und EIR überschreitet, wird „rot“ eingestuft und verworfen.

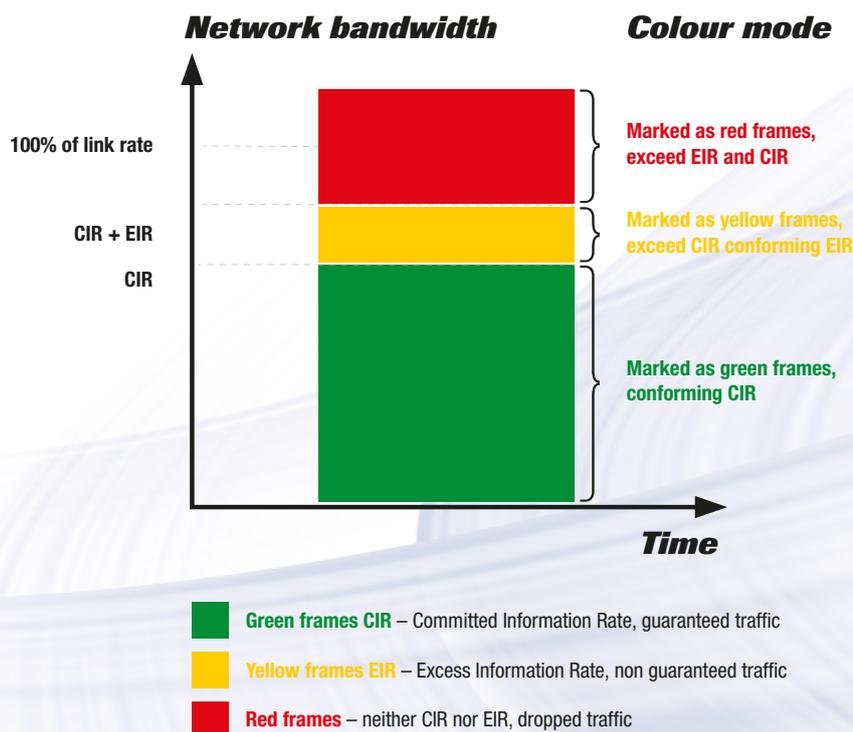


Abbildung 6: CIR, EIR und Farbmodus

#### 4. Grüne und gelbe Eimer für den Policer

Nachdem man sich einig war, dass es notwendig ist, den Ethernet-Verkehrsfluss im Netzwerk des Service-Providers oder WAN zu steuern, stellte sich die Frage, wie dies geschehen sollte. Einerseits muss das Ethernet-Netzwerk weiterhin in der Lage sein, seine „Bursts“ zu senden, und andererseits muss die Nutzung auf die in der Dienstgütevereinbarung (SLA) zugesicherte Datenrate (CIR) zuzüglich der vereinbarten, maximal darüber hinausgehenden „bestmöglichen“ EIR-Rate beschränkt werden.

Die Antwort liegt natürlich in einem Software-Algorithmus, der in alle Netzelemente, wie Switches am Netzrand und andere Netzschnittstellengeräte (NID), integriert ist, die mit dem „Policing“, also mit der Steuerung des Verkehrsflusses, betraut sind.

Der bei einem solchen „Traffic-Policer“ ankommende Datenverkehr wird als erstes darauf überprüft, ob das Farbmodus-Flag (CM) gesetzt wurde.

Wenn dies der Fall ist und die ankommenden Frames vom Nutzer grün oder gelb codiert wurden, weist das Gerät den Frames erneut die grüne bzw. gelbe Markierung zu. Die erneute Kennzeichnung ist teilweise davon abhängig, in welcher Farbe die Frames vom Nutzer vormarkiert wurden. Fehlt eine Farbcodierung des Nutzers, werden weitere Faktoren, wie die VLAN C-Tags und die CoS-Labels zur Einstufung herangezogen. Wichtig ist jedoch, dass der Service-Provider auch die ankommende Datenrate mit berücksichtigt.

In Folge dessen behalten nicht alle eintreffenden grünen Frames notwendigerweise auch ihre grüne Codierung. Wenn beispielsweise der grüne Verkehr das von der Dienstgütevereinbarung zugelassene Maß wesentlich übersteigt, können nicht alle Frames ihre Reise „grün“ fortsetzen.

##### 4.1 Wie wird die Einstufung vorgenommen?

Stellen Sie sich zwei Eimer vor. Der eine ist grün, der andere gelb. In diese Eimer fallen in regelmäßiger Folge grüne und gelbe Chips.

Die grünen Chips stehen jeweils für einen Burst der zugesicherten Burst-Größe (CBS). Sie fallen mit einer Rate von einem Achtel CIR pro Sekunde in den grünen Eimer.

Die gelben Chips stehen jeweils für einen Burst der zusätzlich verfügbaren Burst-Größe (EBS). Sie fallen mit einer Rate von einem Achtel EIR pro Sekunde in den gelben Eimer.

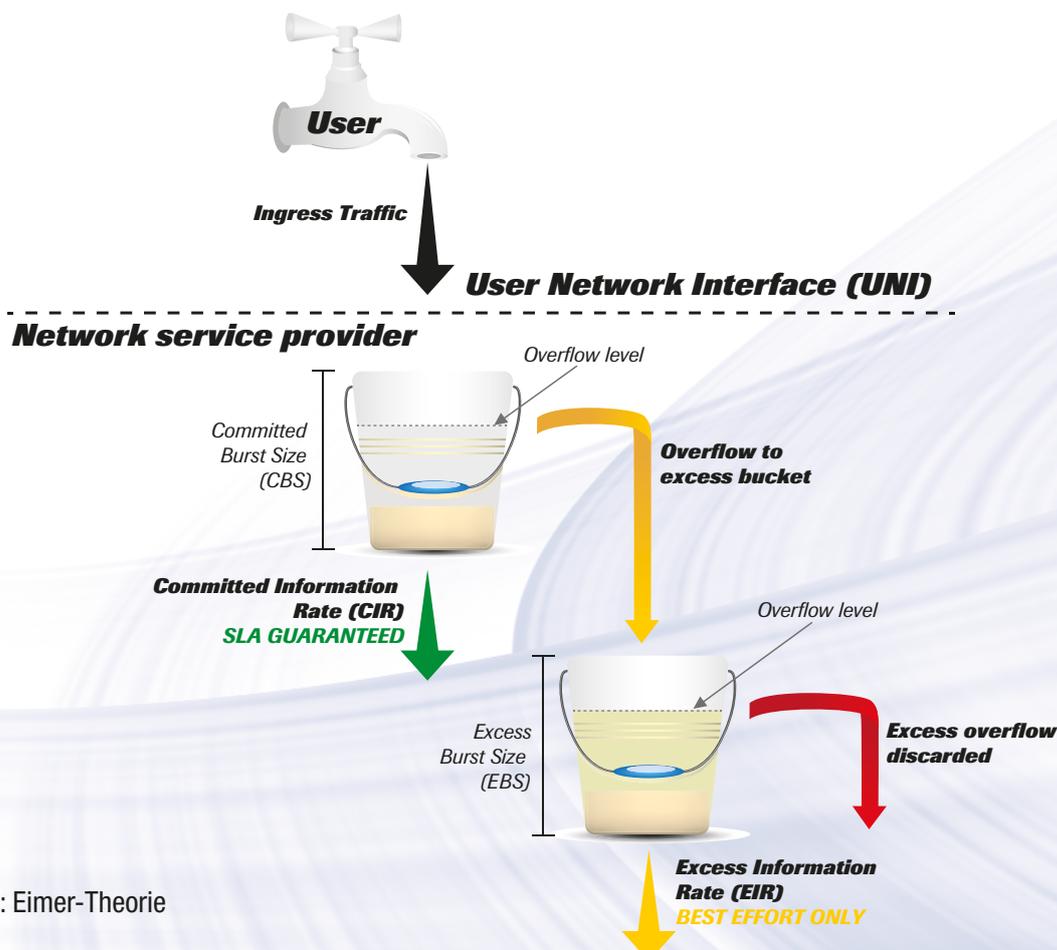


Abbildung 7: Eimer-Theorie



#### **4.1.1 Nicht-farbcodierte Frames**

Wenn der Nutzer keinen farbcodierten Verkehr sendet, wird der gesamte ankommende Verkehr anfangs wie grüne Frames behandelt. (Siehe nächster Absatz).

#### **4.1.2 Grüne Frames**

Beim Eintreffen grüner (oder nicht farbcodierter) Frames prüft das Gerät (der Policer), ob im grünen Eimer noch ein grüner Marker übrig ist. Wenn dies der Fall ist, nimmt er den Marker heraus, kennzeichnet den Frame erneut als grün und leitet ihn zur garantierten CIR-Übertragung in das Netzwerk weiter.

Ist der grüne Eimer jedoch leer, weil die CIR aufgebraucht wurde, prüft der Policer als nächstes, ob der gelbe Eimer noch Marker enthält. Wenn ja, nimmt er einen gelben Marker und der Frame verliert die „grüne“ Einstufung und wird neu als gelb gekennzeichnet, bevor er zur „bestmöglichen“ Übertragung bei der EIR-Rate in das Netzwerk weitergereicht wird.

Sind jedoch beide Eimer leer, wird der Frame rot markiert und verworfen.

#### **4.1.3 Gelbe Frames**

Beim Eintreffen von gelben Frames sieht der Policer im gelben Eimer nach, ob noch Marker vorhanden sind. Wenn ja, nimmt er einen gelben Marker und der Frame wird wieder als gelb gekennzeichnet und zur „bestmöglichen“ Übertragung in das Netzwerk weitergeleitet.

Wenn die Dienstgütevereinbarung (SLA) die Verwendung von CF-Flags (Coupling Flag) untersagt, werden alle eintreffenden Frames, für die kein Marker mehr verfügbar ist, einfach rot codiert und verworfen.

Sind jedoch CF-Flags erlaubt, prüft der Policer als nächstes, ob noch grüne Frames übrig sind. Wenn ja, wird dieser genommen, der Frame gelb markiert und in das Netzwerk weitergeleitet.

Sind jedoch beide Eimer leer, wird der Frame rot markiert und verworfen.

## **5. UniPRO MGig1: Dreistufiger Test**

Y.1564 definiert zwei Testschritte

- 1) den Test der Dienste-Konfiguration
- 2) den Test der Dienste-Performance

Ebenfalls beschrieben werden die zwei Problembereiche, die die Ausführung der Tests verhindern:

- 1) Fehlerbehebung an Ethernet-Diensten
- 2) Fehlerbehebung an Dienste-Konfigurationen

Leider ignorieren die meisten Ethernet-Tester diese beiden „Problembereiche“, die häufig dafür verantwortlich sind, dass der Techniker viele Stunden „herumprobieren“ muss, ehe er überhaupt anfangen kann, die Übertragungsstrecke zu prüfen.

Wir haben den Y.1564 „NetSAM“-Test in drei logische Schritte unterteilt, um den Technikern genau die Hilfsmittel an die Hand zu geben, auf die sie angewiesen sind, um diese Konfigurationsprobleme umgehend zu lösen.

- 1) Y.1564-Vorprüfung: Fehlerbehebung an der Ethernet- und Dienste-Konfiguration
- 2) Test der Dienste-Konfiguration nach Y.1564
- 3) Test der Dienste-Performance nach Y.1564

Im Folgenden werden diese drei Schritte genauer erläutert:

### 5.1 Y.1564-Vorprüfung: Fehlerbehebung an der Ethernet- und Dienste-Konfiguration

Servicetechniker wissen, wie viele Stunden Arbeitszeit vor Ort verschwendet werden, nur weil die Übertragungsstrecke häufig überhaupt nicht funktioniert, wenn sie eintreffen, um die Dienste zu testen.

Vielfach liegt der Fehler in einer mangelhaften Konfiguration der Geräte oder es wurde irgendwo auf der Strecke einfach ein Kabel falsch gesteckt. Häufig ist es jedoch schwierig herauszufinden, ob das Problem verursacht wird, weil ein Test-Parameter, das Gerät am anderen Ende der Leitung oder der Test-Pfad falsch eingestellt wurde.

Als Folge vergehen mehrere Stunden mühsamen Herumprobierens, in denen der Techniker die Netzwerkkonfiguration manuell kontrolliert und versucht, den Kabelverlauf in der Vermittlungsstelle zu prüfen, um die Fehlerquelle einzugrenzen.

Daher haben wir beim UniPRO MGig1 mit der Gegenstellen-Prüfung, der Konfiguration des Dienst-Pfades und der Test-Parameter drei eigenständige vorbereitende Schritte integriert, die viele Stunden mühsamer Fehlerdiagnose am Einsatzort einsparen können.

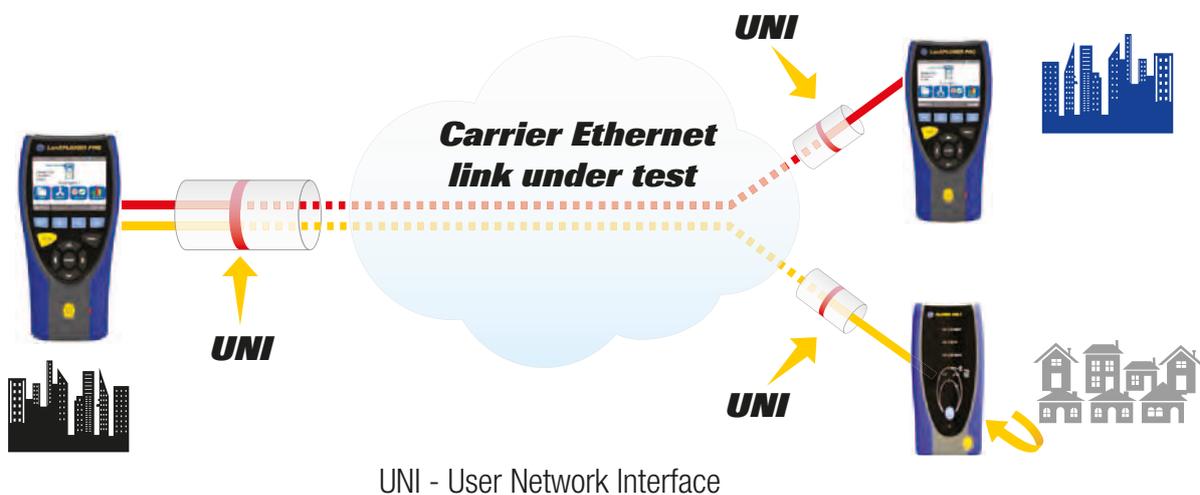


Abbildung 8: Tests von der Zentrale zu den Niederlassungen

### 5.2 Testen der Dienste-Konfiguration nach Y.1564

Wenn sich der Techniker sicher ist, dass alle Gegenstellen-Geräte einwandfrei erkannt wurden, beginnt UniPRO MGig1 mit dem Test der Dienste-Konfiguration nach Y.1564. Hierfür wird überprüft, ob jeder Dienst (Stream) korrekt eingerichtet ist, den Datenverkehr bei der CIR-Rate weiterleitet sowie die EIR-Rate unterstützt. Ebenfalls getestet wird die richtige Behandlung (Policing) von Überlastverkehr.

**Setup** A 1G B 1G 09:22

TARGETS SERVICES TESTS

NET A NET B SYSTEM

TOOLS A TOOLS B CONFIG

**Targets** A 1G B - 16:05

|   | Name       | Address      | Status |
|---|------------|--------------|--------|
| 1 | Corsair A3 | 192.168.1.10 | L2     |
| 2 | Own PB     | 169.254.1.2  | -      |
| 3 |            |              |        |
| 4 |            |              |        |

ADD DELETE EDIT REFRESH

**Service** A 1G B - 15:16

|          |  |
|----------|--|
| Name     | S-1  |
| Protocol | UDP  |
| IP       | v4- SRC:Local DST:From Target<br>v6- SRC:Local DST:From Target |
| MPLS     | Disabled   |
| LLC/SNAP | Disabled   |
| VLAN     | Local  |
| MAC      | SRC:UniPRO MGig2 DST:Target                                    |

Abbildung 9: UniPRO MGig1 Ziele- und Dienste-Einstellung für Suche und Konfiguration

Ein Merkmal des Burst-Verkehrs im Ethernet besteht darin, dass er häufig aus Paketen unterschiedlicher Größe besteht. Daher muss der Techniker in der Lage sein, das Netzwerk mit gemischten Framegrößen zu überprüfen. Zu diesem Zweck definiert Y.1564 den EMIX-Mechanismus. EMIX erlaubt während jedes einzelnen Tests, einen repräsentativen Mix aus Framegrößen auf vorgeschriebene Weise einzusetzen.

Die untenstehende Abbildung verdeutlicht die Implementierung von EMIX im UniPRO MGig1. Die Werte A-H stehen für die vorgegebenen gemischten Framegrößen und U für eine anwenderdefinierte Framegröße.

| A:NetSAM                       |    | A - B 1G | 23:42 |
|--------------------------------|----|----------|-------|
| <b>M-&gt;S Service 2 Setup</b> |    |          |       |
| Frame Size                     | 64 | A        | 64    |
| U Frame Size                   | 0  | B        | 128   |
| EMIX Pattern                   |    | C        | 256   |
| MTU(bytes)                     | 0  | D        | 512   |
| CIR(Mb/s)                      | 0  | E        | 1024  |
| EIR(Mb/s)                      | 0  | F        | 1280  |
| Pattern Data                   |    | G        | 1518  |
|                                |    | H        | MTU   |
|                                |    | U        | User  |
| MORE                           |    | APPLY    |       |

Abbildung 10: EMIX-Konfiguration in Y.1564 (NetSAM)

### 5.2.1 Testen der CIR (Committed Information Rate)

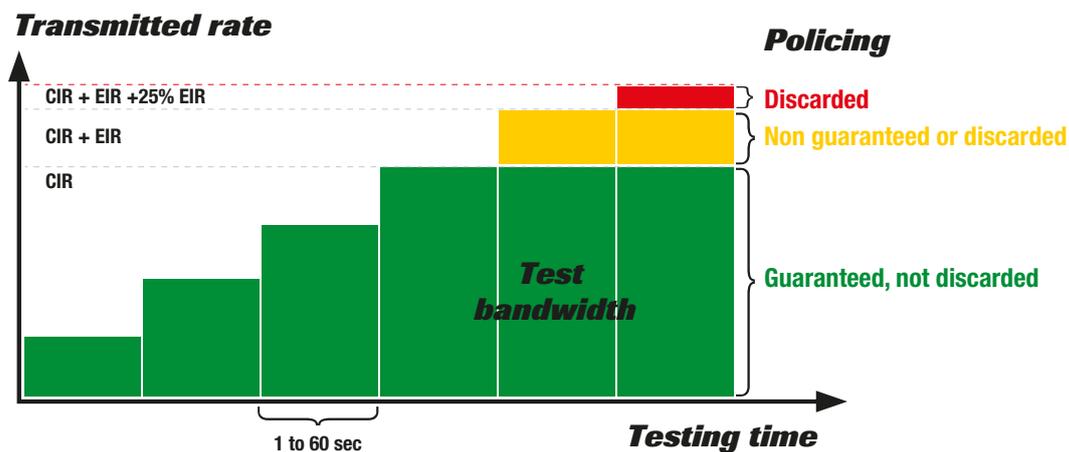


Abbildung 11: CIR, EIR Bandbreiten- und Policing-Test

Dieser Test überprüft, ob die CIR-Rate in dem vom Service-Provider bereitgestellten Netzwerk ordnungsgemäß konfiguriert wurde. Es ist möglich, den Datenverkehr bei voller CIR (Y.1564-Test A1 beim UniPRO MGig1) oder mit schrittweise ansteigender Datenrate (Y.1564-Test A2 beim UniPRO MGig1) anzuzeigen. Wie in Abbildung 11 ersichtlich, kann der Verkehr farbcodiert (Colour-Aware) oder „farbenblind“ sein.

### 5.2.2 Testen der EIR-Rate - nicht-„Colour-Aware“

Hierbei wird das Netzwerk überprüft, um sicherzustellen, dass der Datenverkehr bei der kombinierten CIR+EIR-Rate (siehe Abbildung 11) erfolgreich übertragen wird. (Y.1564-Test B2 beim UniPRO MGig1.)

### 5.2.3 Testen der EIR-Rate - „Colour-Aware“

Zusätzlich zur Prüfung des CIR+EIR-Durchsatzes führt UniPRO MGig1 einen Test aus, um abzusichern, dass die grünen Frames auch bei Vorhandensein von gelben Frames bis zur vollen CIR-Rate verlustfrei übertragen werden. Damit soll eine korrekte Priorisierung der grünen Frames abgesichert werden. (Y.1564-Test B1 beim UniPRO MGig1.)

### 5.2.4 Testen des Traffic-Policing-Mechanismus

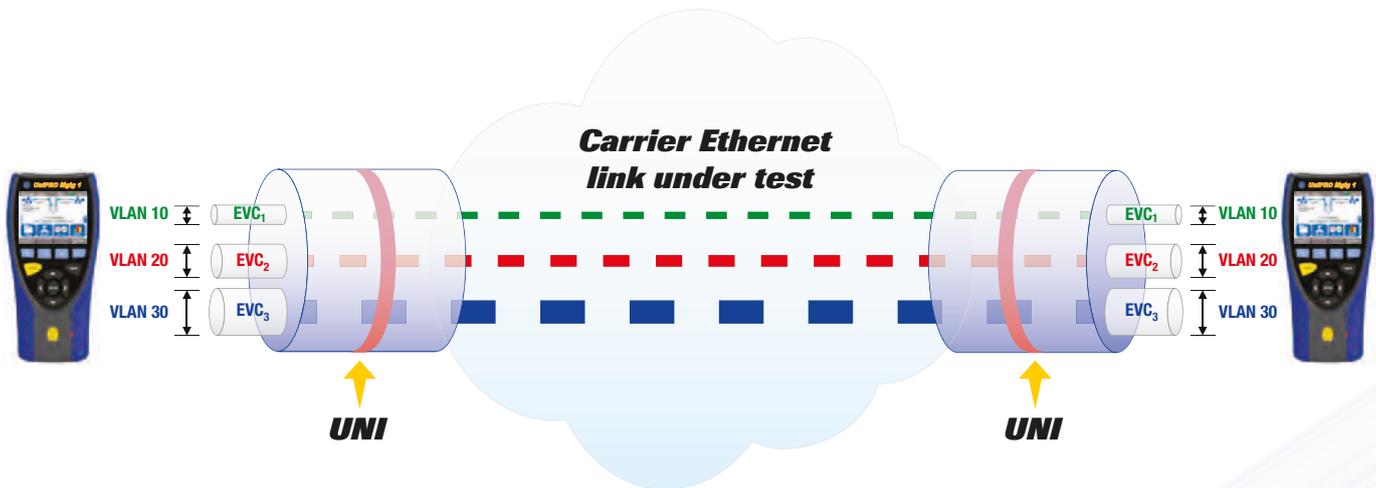
Hierbei wird der Datenverkehr oberhalb der kombinierten CIR+EIR-Rate, d.h. in die rote Zone hinein, übertragen. Damit soll geprüft werden, ob der Traffic-Policer korrekt funktioniert und Frames verwirft, die die CIR+EIR-Rate überschreiten. Gelegentlich wird hier mit „M“ eine kleine, vom Service-Provider vorgegebene Sicherheitsreserve mit berücksichtigt.

Nur bei „Colour-Aware“-Verkehr prüft UniPRO MGig1, ob in diesem Überlastszenario die gelben Frames und nicht die grünen Pakete verworfen werden. (Y.1564-Test C1 und C2 beim UniPRO MGig1.) Abbildung 11 vermittelt einen Eindruck vom Policing-Testprinzip bis zur roten Zone, in der Pakete fallen gelassen/verworfen werden.

### 5.3 Testen der Dienste-Performance nach Y.1564

Nachdem alle Konfigurationsfehler erkannt und behoben, sowie alle Verkehrstests an der Dienste-Konfiguration erfolgreich abgeschlossen wurden, ist es an der Zeit, die Langzeitleistung (Performance) der Ethernet-Strecke zu prüfen.

Da jeder einzelne Dienst für die Konfigurationstests bereits eingerichtet wurde, verfügt UniPRO MGig1 über alle Einstellungen, die benötigt werden, um auf Grundlage der richtigen Dienste „realistischen“ Verkehr in die Strecke einzuspeisen. Wie aus Abbildung 12 ersichtlich, können bis zu acht Dienste gleichzeitig simuliert werden.



UNI - User Network Interface

Abbildung 12: Mehrfache EVCs im selben physikalischen Interface mit unterschiedlichen VLANs

UniPRO MGig1 testet alle diese Dienste (Streams) gleichzeitig bei deren CIR-Rate über einen Zeitraum von 15 Minuten (empfohlenes Minimum) bis zu 24 Stunden (empfohlenes Maximum) oder länger. Wie in Abbildung 13 dargestellt, werden an jedem Dienst die Rahmenlaufzeit (FTD, Frame Transfer Delay), die Rahmenlaufzeitschwankung (FDV, Frame Delay Variation), die Informationsrate (IR, Information Rate), das Rahmenverlustverhältnis (FLR, Frame Loss Ratio) und die Verfügbarkeit (AVAIL, Availability) gleichzeitig gemessen.

| Services | M->S                                | S->M                     | Performance Test   | Duration (s) | M->S    |          |         |   |     |         |         |   |        |        |        |   |        |        |        |   |        |        |        |   |        |        |        |    |                                     |
|----------|-------------------------------------|--------------------------|--|--------------|---------|----------|---------|---|-----|---------|---------|---|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|----|-------------------------------------|
| S-1      | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Srv</th> <th>FTD Min</th> <th>FTD Mean</th> <th>FTD Max</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>9</td> <td>9</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>13</td> </tr> </tbody> </table>  | Srv          | FTD Min | FTD Mean | FTD Max | 1 | 5   | 5       | 13      | 2 | 9      | 9      | 13     | 3 | 5      | 5      | 13     | 4 | 5      | 5      | 13     | 5 | 5      | 5      | 13     | 61 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Srv      | FTD Min                             | FTD Mean                 |  | FTD Max      |         |          |         |   |     |         |         |   |        |        |        |   |        |        |        |   |        |        |        |   |        |        |        |    |                                     |
| 1        | 5                                   | 5                        |  | 13           |         |          |         |   |     |         |         |   |        |        |        |   |        |        |        |   |        |        |        |   |        |        |        |    |                                     |
| 2        | 9                                   | 9                        |  | 13           |         |          |         |   |     |         |         |   |        |        |        |   |        |        |        |   |        |        |        |   |        |        |        |    |                                     |
| 3        | 5                                   | 5                        |  | 13           |         |          |         |   |     |         |         |   |        |        |        |   |        |        |        |   |        |        |        |   |        |        |        |    |                                     |
| 4        | 5                                   | 5                        | 13   |              |         |          |         |   |     |         |         |   |        |        |        |   |        |        |        |   |        |        |        |   |        |        |        |    |                                     |
| 5        | 5                                   | 5                        | 13   |              |         |          |         |   |     |         |         |   |        |        |        |   |        |        |        |   |        |        |        |   |        |        |        |    |                                     |
| S-2      | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Srv</th> <th>Min</th> <th>Mean</th> <th>Max</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>100</td> <td>100.004</td> <td>100.004</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>50.004</td> <td>50.004</td> <td>50.004</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>20.001</td> <td>20.001</td> <td>20.001</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>29.999</td> <td>30.007</td> <td>30.007</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>29.999</td> <td>30.003</td> <td>30.003</td> </tr> </tbody> </table> | Srv          | Min     | Mean     | Max     | 1 | 100 | 100.004 | 100.004 | 2 | 50.004 | 50.004 | 50.004 | 3 | 20.001 | 20.001 | 20.001 | 4 | 29.999 | 30.007 | 30.007 | 5 | 29.999 | 30.003 | 30.003 | 61 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Srv      | Min                                 | Mean                     |  | Max          |         |          |         |   |     |         |         |   |        |        |        |   |        |        |        |   |        |        |        |   |        |        |        |    |                                     |
| 1        | 100                                 | 100.004                  |  | 100.004      |         |          |         |   |     |         |         |   |        |        |        |   |        |        |        |   |        |        |        |   |        |        |        |    |                                     |
| 2        | 50.004                              | 50.004                   |  | 50.004       |         |          |         |   |     |         |         |   |        |        |        |   |        |        |        |   |        |        |        |   |        |        |        |    |                                     |
| 3        | 20.001                              | 20.001                   |  | 20.001       |         |          |         |   |     |         |         |   |        |        |        |   |        |        |        |   |        |        |        |   |        |        |        |    |                                     |
| 4        | 29.999                              | 30.007                   | 30.007   |              |         |          |         |   |     |         |         |   |        |        |        |   |        |        |        |   |        |        |        |   |        |        |        |    |                                     |
| 5        | 29.999                              | 30.003                   | 30.003   |              |         |          |         |   |     |         |         |   |        |        |        |   |        |        |        |   |        |        |        |   |        |        |        |    |                                     |
| S-3      | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |              |         |          |         |   |     |         |         |   |        |        |        |   |        |        |        |   |        |        |        |   |        |        |        |    |                                     |
| S-4      | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |              |         |          |         |   |     |         |         |   |        |        |        |   |        |        |        |   |        |        |        |   |        |        |        |    |                                     |
| S-5      | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |              |         |          |         |   |     |         |         |   |        |        |        |   |        |        |        |   |        |        |        |   |        |        |        |    |                                     |
| S-6      | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |              |         |          |         |   |     |         |         |   |        |        |        |   |        |        |        |   |        |        |        |   |        |        |        |    |                                     |
| S-7      | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |              |         |          |         |   |     |         |         |   |        |        |        |   |        |        |        |   |        |        |        |   |        |        |        |    |                                     |
| S-8      | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |  |              |         |          |         |   |     |         |         |   |        |        |        |   |        |        |        |   |        |        |        |   |        |        |        |    |                                     |

Abbildung 13: UniPRO MGig1 Y.1564 (NetSAM) Performance-Konfiguration und Ergebnisse



## **6. Vorteile von Y.1564 gegenüber RFC2544 beim UniPRO MGig1**

- Überprüfung mehrerer Dienste gleichzeitig. Keine Beschränkung auf einen einzelnen Dienst.
- Ausführung der folgenden Tests gleichzeitig anstatt nacheinander: IR (Information Rate), FDV (Rahmenlaufzeitschwankung/Jitter), FTD (Rahmenlaufzeit) und FLRsac (Rahmenverlustverhältnis in Bezug auf die Dienst-Abnahmekriterien)
- Weitaus repräsentativer für reale Einsatzbedingungen und die QoS-Anforderungen an eine Ethernet-Verbindung.
- Viel schnellere Testausführung: mehrere Leistungsprüfungen gleichzeitig anstatt nacheinander.
- Überprüfung der CIR/ EIR/Policing-Konfiguration mit Farbmodus (CM).
- Optionale Tests auf Einhaltung der Dienstgütevereinbarung (SLA) und nicht nur auf Netzwerkstörungen. RFC2544 bietet nur einen äußerst zeitaufwändigen Maximal-Belastungstest und erlaubt keine direkten Vergleichsmessungen gegenüber der SLA.
- Kein Zeitverlust durch mühsames Testen einzelner Permutationen.
- Ausführung der Messungen während des normalen Betriebs des Netzwerks, d.h. wenn die Dienstgütevereinbarung eingehalten werden sollte. Zusätzliche Messung der Rahmenlaufzeitschwankung (FDV/Jitter).
- Keine Ausführung riskanter Tests nach RFC2544, die das zu testende Gerät (Netzwerk) bis zum Ausfall überlasten sollen.
- Testet das gesamte Netzwerk und nicht nur ein einzelnes Gerät.
- Automatische „NetSAM“-Testsequenz im UniPRO MGig1 erhöht die Effizienz des Konfigurationstests und des Performancetests nach Y.1564.

## **7. Fazit**

Für die Inbetriebnahme von Ethernet-Diensten stellt Y.1564 eine schnellere, realistischere und praktischere Testmethode als RFC2544 dar.

IDEAL Industries Networks bietet mit seinem modernen „NetSAM“-Verfahren (Network Service Activation Method) die Testfolge nach Y.1564 in seinem Carrier Ethernet-Tester UniPRO MGig1 an. „NetSAM“ kombiniert Y.1564-Tests mit den einzigartigen IDEAL Testmethoden und -funktionen, damit das äußerst zeitaufwändige Herumprobieren zum Lösen von Problemen an der Ethernet- und Dienste-Konfiguration endgültig der Vergangenheit angehört und der Techniker sofort mit der eigentlichen Überprüfung der Dienste-Performance beginnen kann.



## **8. Abkürzungen und Akronyme zum Standard Y.1564**

|       |   |
|-------|---|
| ATM   | Asynchronous Transfer Mode (Asynchroner Übertragungsmodus)  |
| AVAIL | Availability (Verfügbarkeit)                                |
| CBS   | Committed Burst Size (zugesicherte Burst-Größe)             |
| CE    | Customer Edge (Kundenseitig)                                |
| CF    | Coupling Flag   |
| CIR   | Committed Information Rate (zugesicherte Datenrate)         |
| CM    | Colour Mode (Farbmodus)                                     |
| CoS   | Class of Service (Dienstklasse)                             |
| DST   | Destination CE  |
| EBS   | Excess Burst Size (maximal verfügbare Burst-Größe)          |
| EIR   | Excess Information Rate (maximal verfügbare Datenrate)      |
| EL    | Exchange Link   |
| EMIX  | Ethernet-Mix  |
| ENNI  | External Network-to-Network Interface                       |
| ETH   | Ethernet MAC Layer Network                                  |
| ETY   | Ethernet Physical Layer Network                             |
| EVC   | Ethernet Virtual Connection (virtuelle Ethernet-Verbindung) |
| FCS   | Frame Check Sequence (Rahmenprüfzeichenfolge)               |
| FDV   | Frame Delay Variation (Rahmenlaufzeitschwankung)            |
| FL    | Frame Loss (Rahmenverlust)                                  |
| FLR   | Frame Loss Ratio (Rahmenverlustverhältnis)                  |
| FRE   | Frame Reference Event                                       |
| FTD   | Frame Transfer Delay (Rahmenlaufzeit)                       |
| GPS   | Global Positioning System                                   |
| IMIX  | Internet-Mix  |
| IP    | Internetprotokoll   |
| IR    | Information Rate  |

|       |  |
|-------|--|
| LACP  | Link Aggregation Control Protocol  |
| LAN   | Local Area Network (lokales Netzwerk)                                    |
| MAC   | Medium Access Control  |
| MP    | Measurement Point (Messpunkt)  |
| MPLS  | Multi-Protocol Label Switching   |
| MTU   | Maximum Transmission Unit  |
| NID   | Network Interface Device (Netzschnittstellengerät)                       |
| NNI   | Network to Network Interface   |
| NS    | Network Section (Netzwerkabschnitt)                                      |
| NSE   | Network Section Ensemble   |
| OAM   | Operation, Administration and Maintenance (Betrieb, Verwaltung, Wartung) |
| OTN   | Optisches Transportnetz  |
| PDH   | Plesiochrone Digitale Hierarchie   |
| PE    | Provider Edge (Provider-Seite)   |
| QoS   | Quality of Service (Dienstgüte)  |
| SAC   | Service Acceptance Criteria (Dienst-Abnahmekriterien)                    |
| SDH   | Synchrone Digitale Hierarchie  |
| SLA   | Service Level Agreement (Dienstgütevereinbarung)                         |
| SRC   | Source CE  |
| TCP   | Transmission Control Protocol  |
| ToD   | Time of Day (Uhrzeit)  |
| UDP   | User Datagram Protocol   |
| ULR   | Utilized Line Rate (Genutzte Leitungsrate)                               |
| UNI   | User Network Interface (Teilnehmerschnittstelle)                         |
| UNI-C | UNI – Customer (Kunde)   |
| UNI-N | UNI – Netzwerk   |
| VLAN  | Virtuelles LAN   |