

# ONLINE'99

## **Quality-of-Service (QoS) in ATM-Netzen:**

Messungen und Bewertung heutiger  
Switches

Dipl.-Ing. Kai-Oliver Detken

Leiter Competence Center Future Knowledge (CC-FK)

OptiNet GmbH,

Düsseldorf, den 01.-04.02.99

# Inhalt des Vortrags

- Definition der Meßparameter
- Quality-of-Service versus Class-of-Service
- ATM-Messungen
  - Streßtests
  - Verkehrsmanagement
  - Non-Blocking
  - Physikalische Jitter
- Leistungsfähigkeit heutiger Switches
- Zusammenfassung

# QoS-Definition

- Vor dem Etablieren einer Verbindung wird ein Traffic Contract zwischen dem Teilnehmer und dem Netz abgeschlossen.
- Traffic Contract garantiert Einhaltung der Parameter.
- Verkehrs- und Performance-Parameter:
  - Peak Cell Rate (PCR)
  - Sustainable Cell Rate (SCR)
  - Mean Cell Rate (MCR)
  - Cell Delay Variation (CDV)
  - Cell Loss Ratio (CLR)
  - Cell Error Ratio (CER)
- Nachteilige Beeinflussung durch Übertragungsfehler, Pufferkapazitäten, Netzlast, virtuelle Pfad/Kanalkapazität und Durchschaltverzögerung

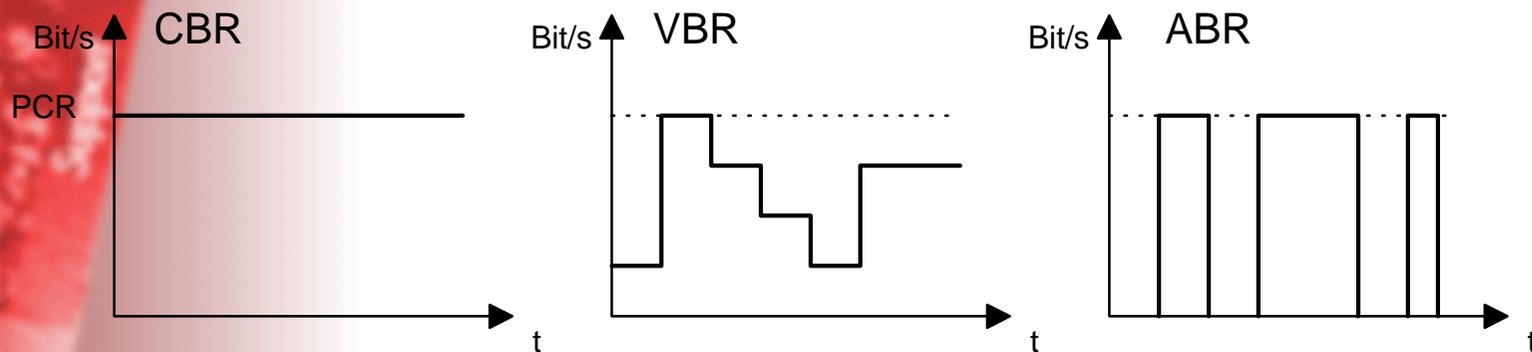
# Garantierter QoS

- Dienstgütegarantie auf einer etablierten Verbindung.
- Beim Aufsetzen einer Verbindung werden Verkehrsparameter ausgehandelt, die eingehalten werden müssen.
- Connection Admission Control (CAC) ist für das Traffic Management zuständig.
- Traffic Shaping zur verbesserten Netzauslastung.
- Tagging zur Entlastung der Switches.
- Early Packet Discard (EPD) zum Verwerfen von Zellen bei Überlastungen.
- Leaky-Bucket Algorithmus zur intelligenten Steuerung von Überbelastungen über die Peak Cell Rate (PCR).
- Dual-Leaky-Bucket für Parameter PCR und MCR für VBR-Verkehr.

# QoS bei ATM: Verkehrsklassen

ITU-QoS-Klassen	Bitratentyp	Anwendungen	ATM-Forum-QoS-Klassen
Klasse 1	CBR, rt-VBR, DBR	Standleitung / CBR Video	Klasse 1
Klasse 2	nrt-VBR, ABR, ABT, SBR	Paketierte Audio/Videoverbindungen	Klasse 2
Klasse 3	nrt-VBR, ABR, SBR	Verbindungsorientierte Datendienste (z.B. Frame Relay)	Klasse 3
-	UBR	Verbindungslose Datendienste (z.B.: IP)	Klasse 4
-	-	Übertragung ohne definierte Parameter	-

# Verkehrsarten von ATM



# CoS Verkehrsarten nach 802.1p

Dezimal	Binär	Verkehrsarten
7	111	Reserviert
6	110	Interactive Voice
5	101	Interactive Multimedia
4	100	Controlled Load Applications (oder Streaming Multimedia)
3	011	Excellent Effort (oder Business Critical)
2	010	Standard
1	001	Background (z.B. Backup)
0	000	Best Effort (Default)

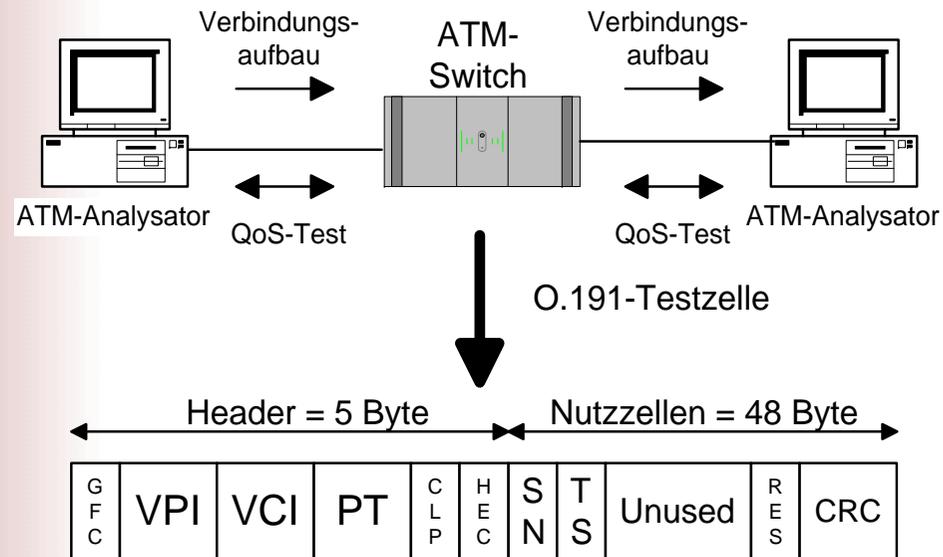
# CoS-Problematik

- Einteilung in Prioritätsklassen ist möglich, wird aber nur von neuen Switches unterstützt.
- Problem entsteht, wenn alle die gleiche Priorität eingestellt haben.
- Erweiterung des Frames kann ebenfalls zu Inkompatibilitäten führen.
- Mapping mit TOS-Feld im IP-Header ist bislang nicht vorgesehen (Layer 3 und Layer 2).
- Herstellerlösungen sind nicht kompatibel mit den abschließenden Standards

# Zielsetzung der Messungen

- Kennenlernen der verfügbaren Produkte im LAN/WAN-Bereich.
- Kooperationen mit den jeweiligen Herstellern.
- Test der vorgestellten Leistungsmerkmale.
- Sammeln von Erfahrung mit dem Umgang unterschiedlicher Switches.
- Bewertung der Testergebnisse für spätere Projekte.
- Veröffentlichung der Ergebnisse im ATM-Handbuch des Hüthig-Verlags.
- Zusammenfassung der Ergebnisse in einem Endbericht für Kundeninteressenten.

# ATM-Messungen



GFC	Generic Flow Control	SN	Sequence Number
VPI	Virtual Path Identifier	UN	Unused
VCI	Virtual Channel Identifier	CRC	Cyclic Redundancy Check
PT	Payload Type	TS	Timestamp
CLP	Cell Loss Priority	RES	Reserved
HEC	Header Error Control		

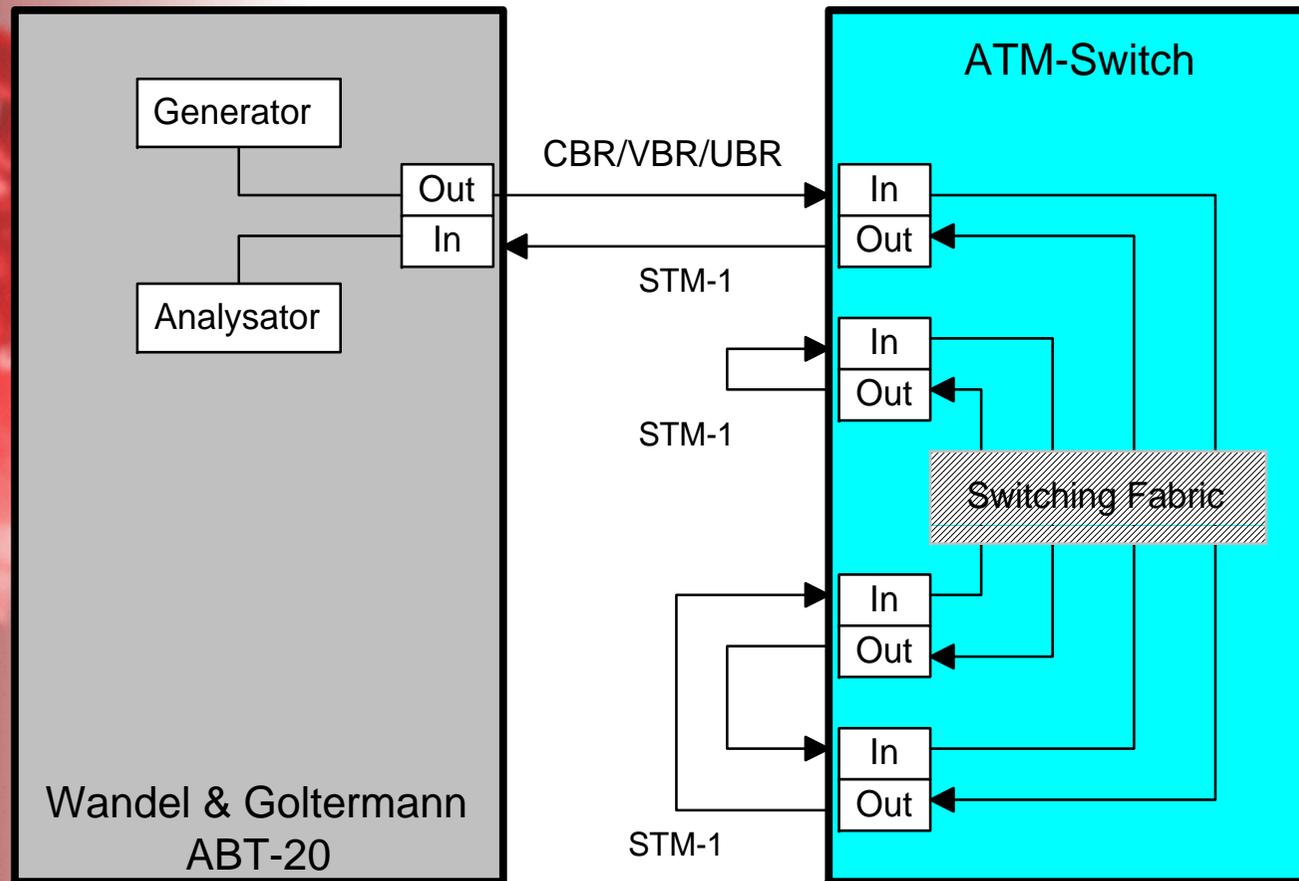
# O.191-Testzellenfelder

- O.191 beschreibt ein Diagnosemodell zur Performance-Analyse.
- Performance-Messungen auf Zellen-Basis handelt und somit auf der ATM-Schicht.
- Die Funktionalität und Leistungsfähigkeit der einzelnen Anpassungsschichten (AAL) müßte man separat betrachten.
- Sequence Number (SN): SN ist für die Erfassung der Zellenverluste (Cell Loss) und Zellenintegrität (Cell Integrity) verantwortlich.
- Time Stamp (TS): Messung der Zellenverzögerung (Cell Delay), Zellen-Jitter (Cell Jitter), Zellverteilung (Cell Distribution).

# Switching mit 2 Ports

- Betrachtung der ATM-Switches als Black-Box.
- Die Switches werden lokal betrachtet, d.h. als isolierte Elemente betrieben.
- Feststellung der Latenzzeiten mit geringer Belastung.
- Kritische Lastsituationen des Switches werden Multiplex- und Demultiplexbetrieb mit unterschiedlichen Dienstklassen (CBR, VBR und UBR) betrieben.
- Dadurch lassen sich unterschiedliche Verkehrsprofile am Switch untersuchen, um die Leistungsfähigkeit beurteilen zu können.

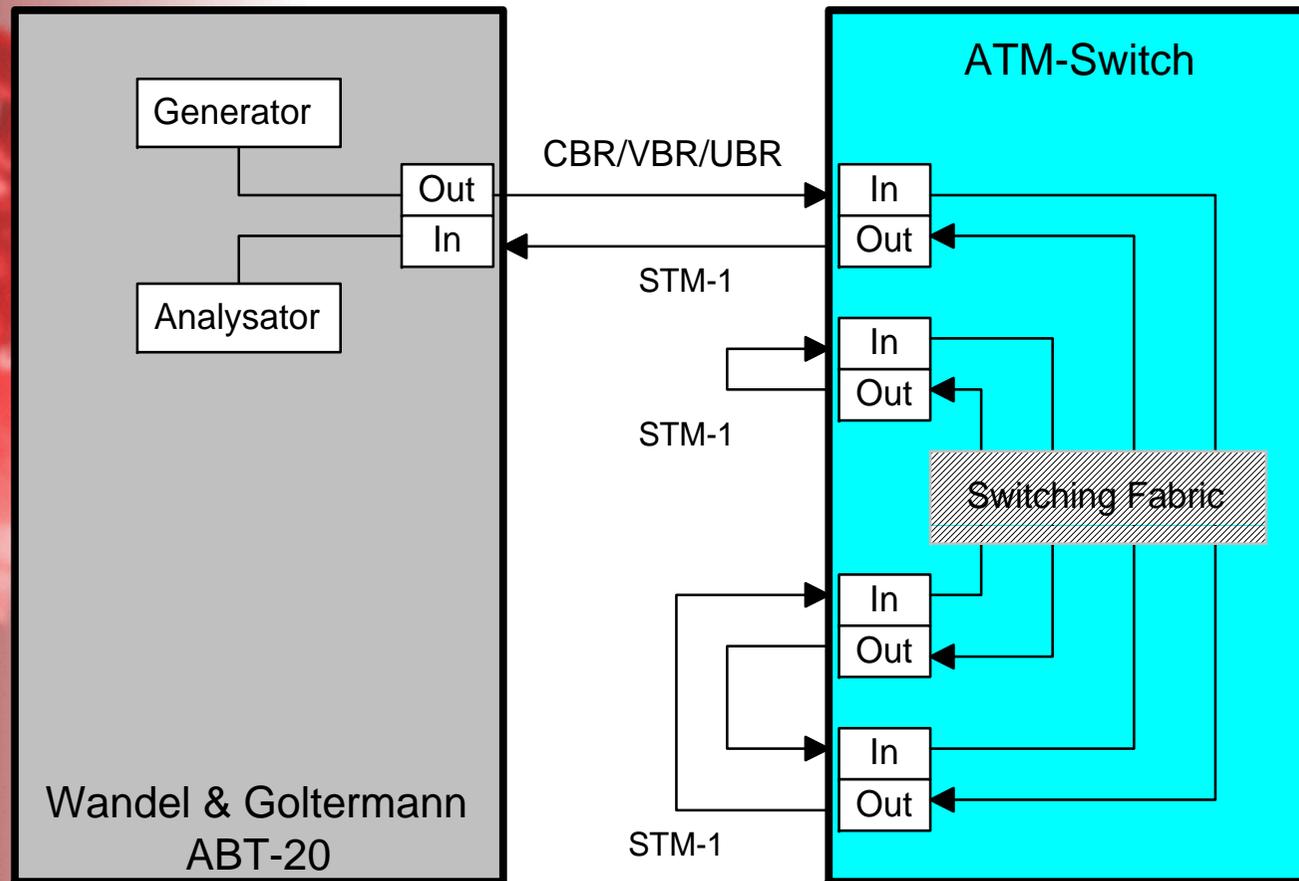
# Switching zwischen 4 Ports



# Switching zwischen 4 Ports

- Im zweiten Schritt wird der Datenstrom auf die mögliche Nettoübertragungsrate eines STM-1-Datenstroms von 149,8 MBit/s erhöht.
- Messung von CBR-Verkehr.
- Die Time-Outs bzw. Zellenverzögerung der Switches werden durch die höhere Belastung weiter erhöht.
- Latenzzeiten stellen allerdings nur ein Problem für Echtzeitapplikationen dar.
- Für eine Abschätzung wurde die Cell Delay Variation (CDV) gemessen, die mit einem Jitter vergleichbar ist.
- ILMI-Protokoll wurde ausgeschaltet, da beide Meßgeräte (ABT-20, ANT-20) dies nicht implementiert hatten.

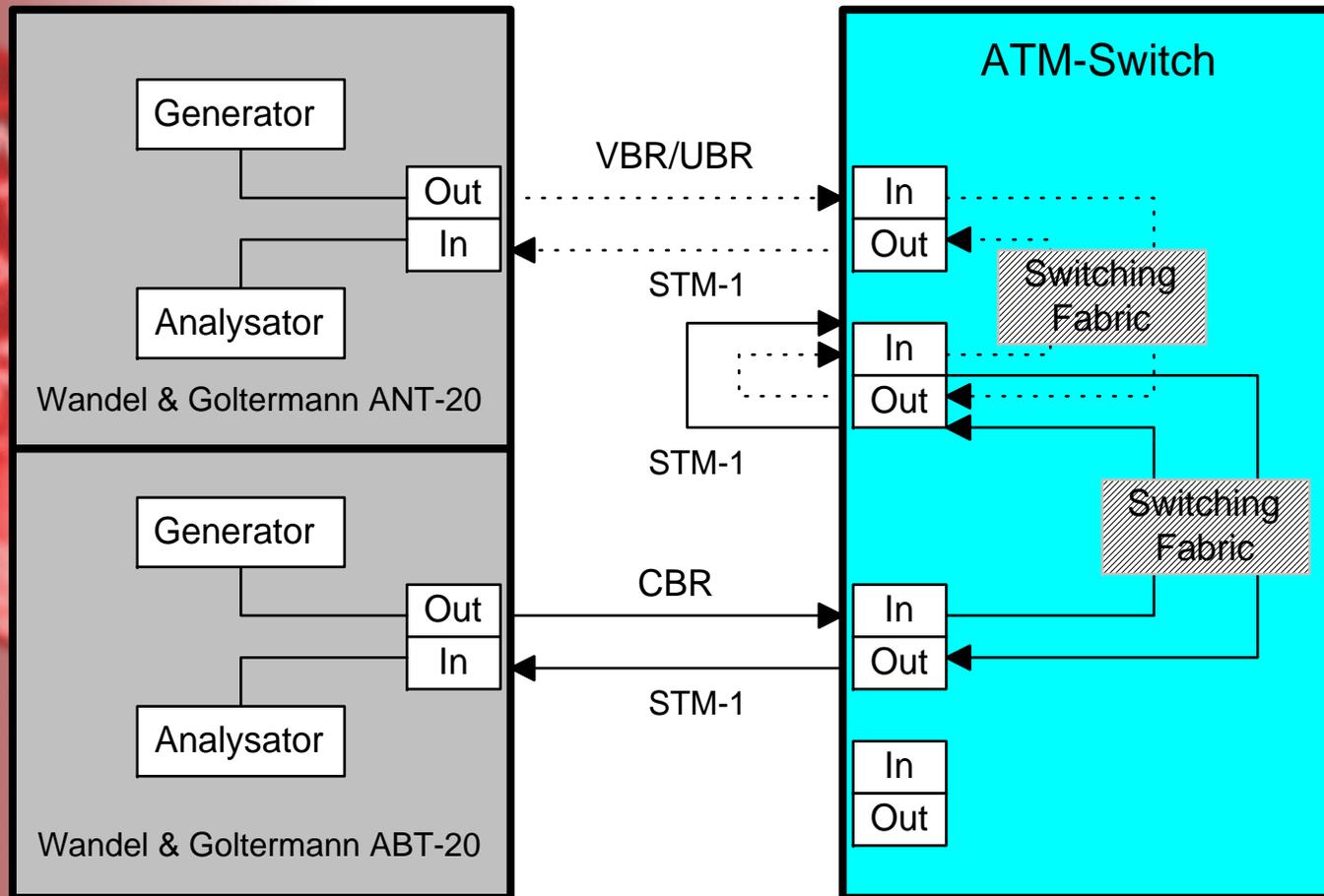
# Switching zwischen 4 Ports



# Switching mit Verkehrsmanagement

- Switch-Mechanismen für das Verkehrsmanagement:
  - Separate Pufferwarteschlangen für hohe Priorität des Datenverkehrs.
  - Usage Parameter Controls (UPCs), um Bandbreite zu reservieren.
  - Cell Loss Priority (CLP), um Datenverkehr zu kennzeichnen, der verworfen werden kann.
  - Proprietäre Fairness-Algorithmen, um dedizierte Bandbreite für spezielle Verbindungen bereitstellen zu können.
- Pufferwarteschlangen für Prioritätsvergabe in den Switches.
- UPC ist Teil des Traffic Management 4.0 und besteht aus Algorithmen zur effektiven Bandbreitenzuteilung.
- Leaky-Bucket-Algorithmus für VBR-Verkehr: Überwachung der Peak Cell Rate (PCR) und Sustainable Cell Rate (SCR).
- CLP für Tagging von ATM-Zellen.

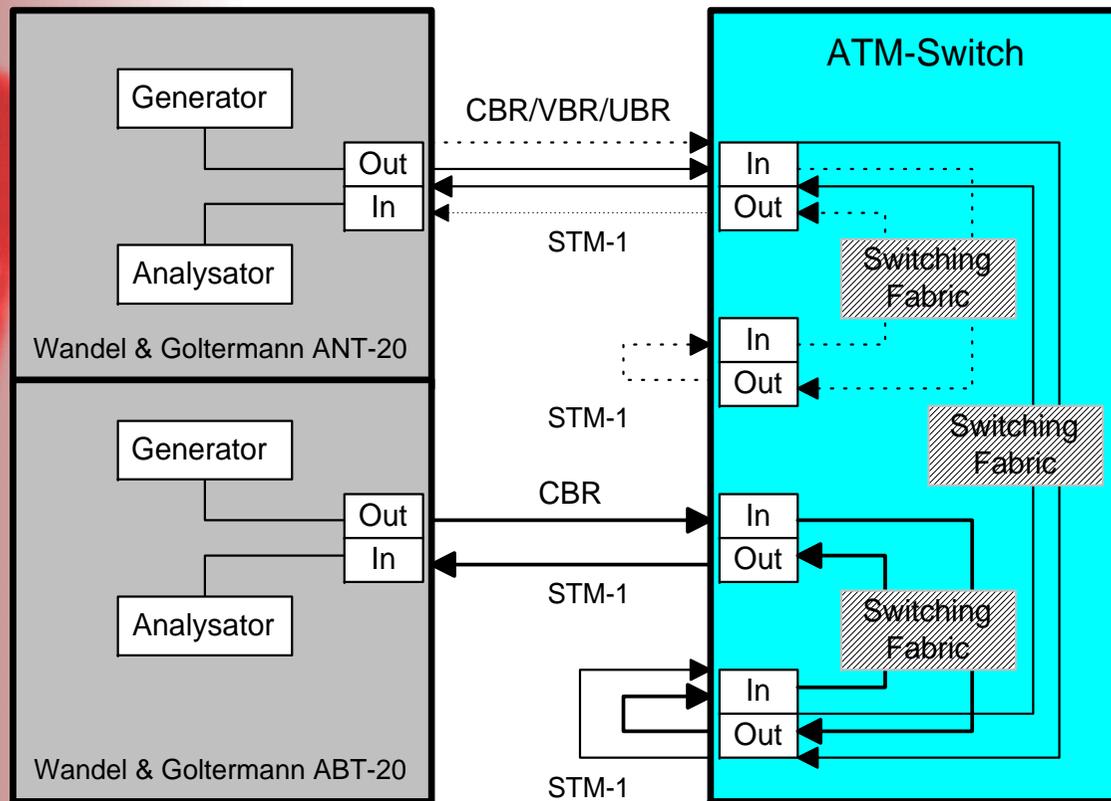
# Switching mit Verkehrsmanagement



# Head-of-Line-Blocking

- Head-of-Line-Blocking zeigt Grenzen der Switch-Architektur auf, da Datenverkehr von unabhängigen Ports einen Rückstau ermöglichen kann.
- Möglichkeiten einer Switch-Architektur:
  - ATM-Switches mit Eingangsspeicher
  - ATM-Switches mit Ausgangsspeicher
  - ATM-Switches mit zentralem Speicher
  - ATM-Switches mit verteiltem Speicher
- Bei ATM-Switches mit Eingangsspeichern ist die Blockierungswahrscheinlichkeit am größten.
- Bei ATM-Switches mit Ausgangsspeicher kann man ein ähnliches Verhalten feststellen: erfolgt Speicherfüllung schneller als Leerung folgt Datenverlust.
- Zentralspeicher: Verteilung der Ressourcen im Switch.

# Head-of-Line-Blocking

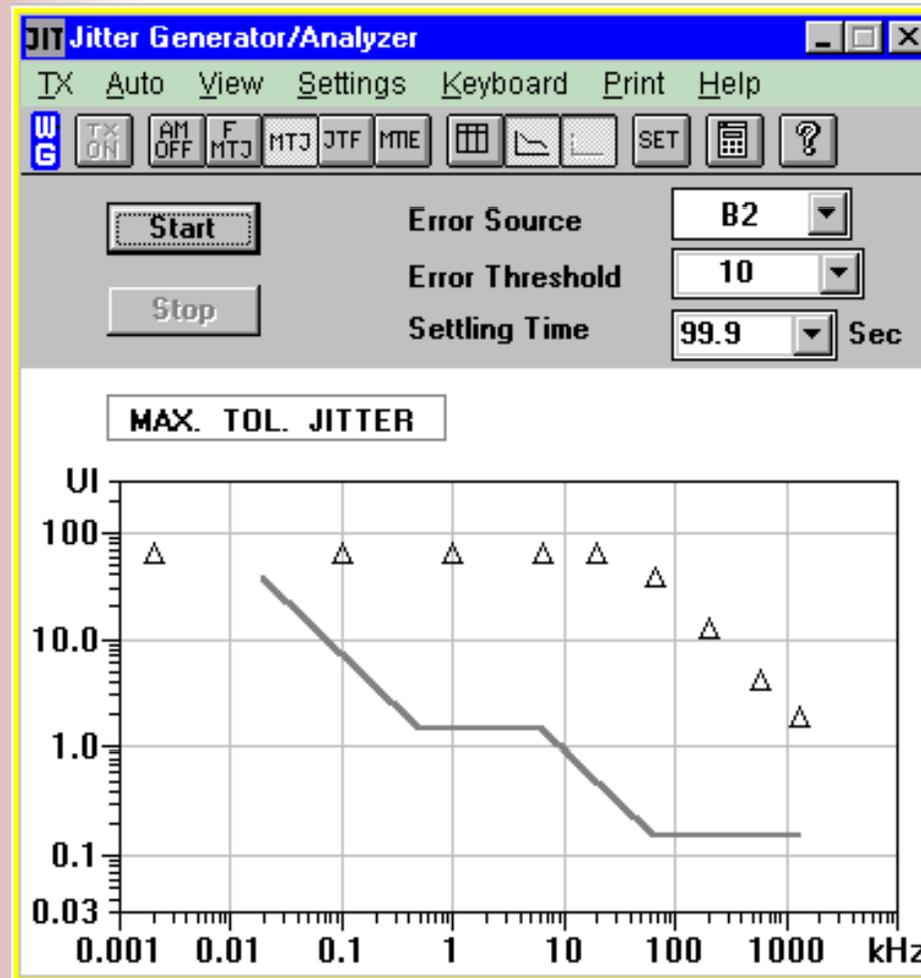


- ..... 7,448 MBit/s
- 7,448 MBit/s
- 149,8 MBit/s

# Physikalische Jitter-Messungen

- Der Engpaß der Leistungsfähigkeit hängt nicht nur von der Performance der Switches und der Endgeräte, sondern auch entscheidend von dem Eigen-Jitter der Switches.
- In großen Netzen addiert sich die Anzahl der Einzel-Jitter.
- Die Jitter-Übertragungsfunktion stellt fest, inwieweit ein am Eingang vorhandener Jitter an den Ausgang weitergegeben wird.
- Die Jitter-Verträglichkeit zeigt an, ob Störereignissen wie Bitfehler, Bit-Slips oder Alarmen durch zulässige Jitter-Werte verursacht werden.
- Die Messung von Jitter ermöglicht eine Beurteilung über die Fehlertoleranz eines Systems oder des gesamten Netzes.
- Spätere Systemausfälle können dadurch vermieden werden.

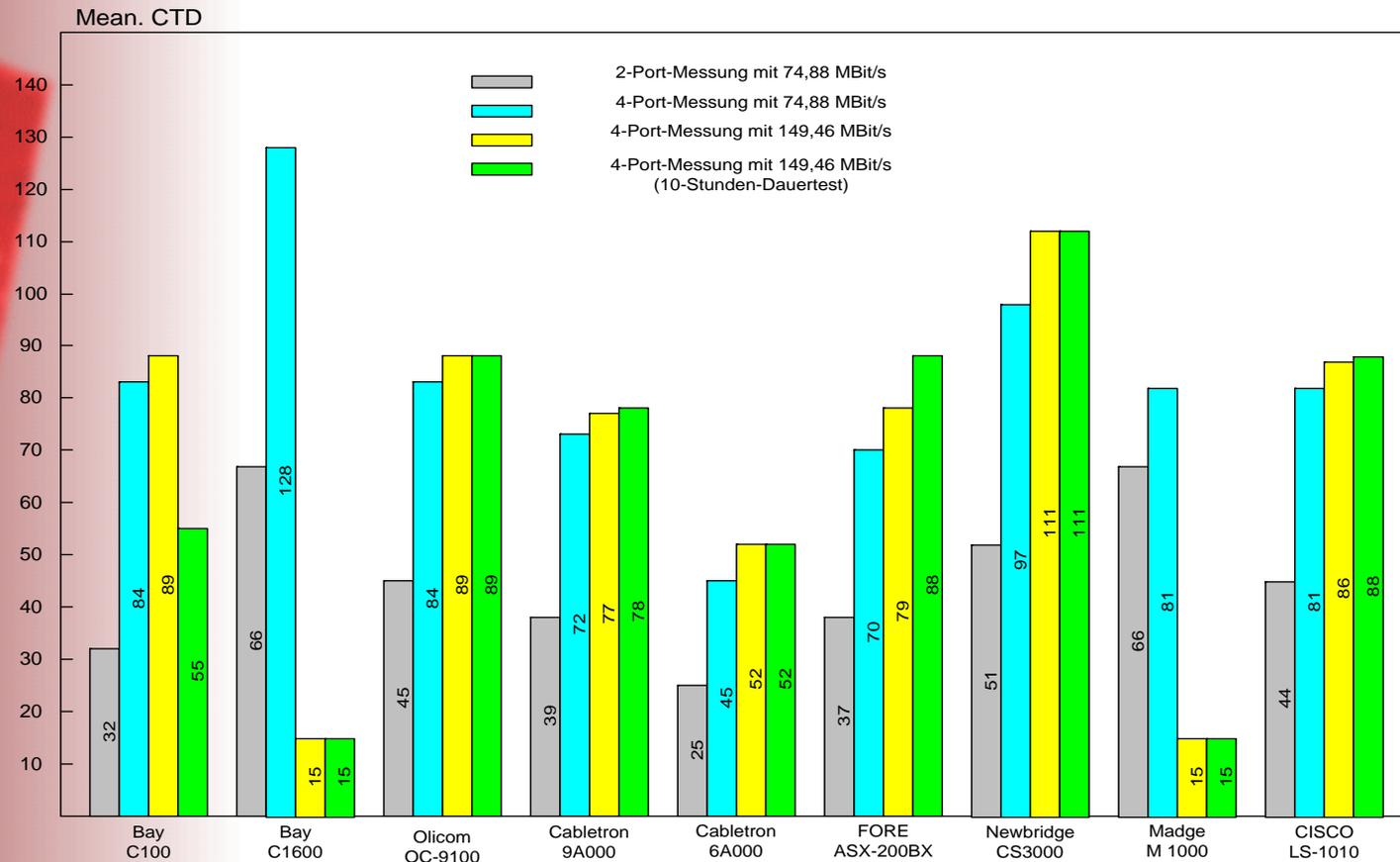
# Physikalische Jitter-Messungen



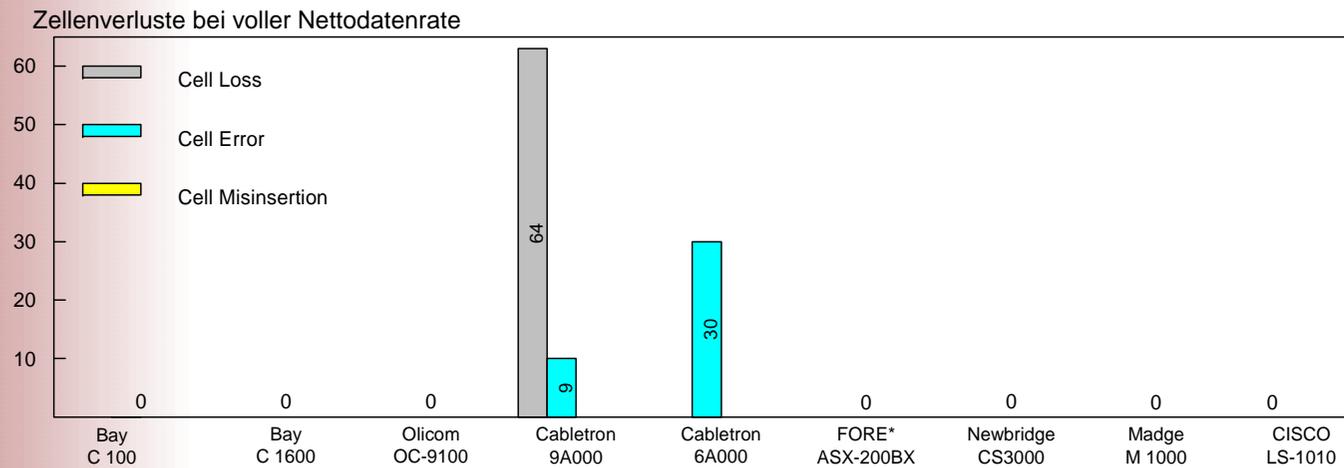
# Getestete ATM-Switches

- Bay Networks:
  - Centillion 100 (Edge Device) mit ATM-Modul ATMSpeed MDA MCP
  - Centillion 1600 mit OC-3 Modul 155M-SMFS
- Cabletron Systems:
  - 6A000-02 mit ATM-Modul 6E132-25
  - 9A000 mit ATM-Modul NM-4/155MMSCC
- Olicom: CrossFire OC-9100 mit OC3-Modul
- FORE Systems: ASX-200BX mit ATM-Modul NM-4/155MMSCSL
- Newbridge Networks: CS3000 mit ATM OC-3 Modul
- Madge (LANNET): Meritage 1000 mit OC-3 Modul
- CISCO: Lightstream 1010 mit OC-3 Modul

# 2/4-Port-Messung, Mean. CTD.



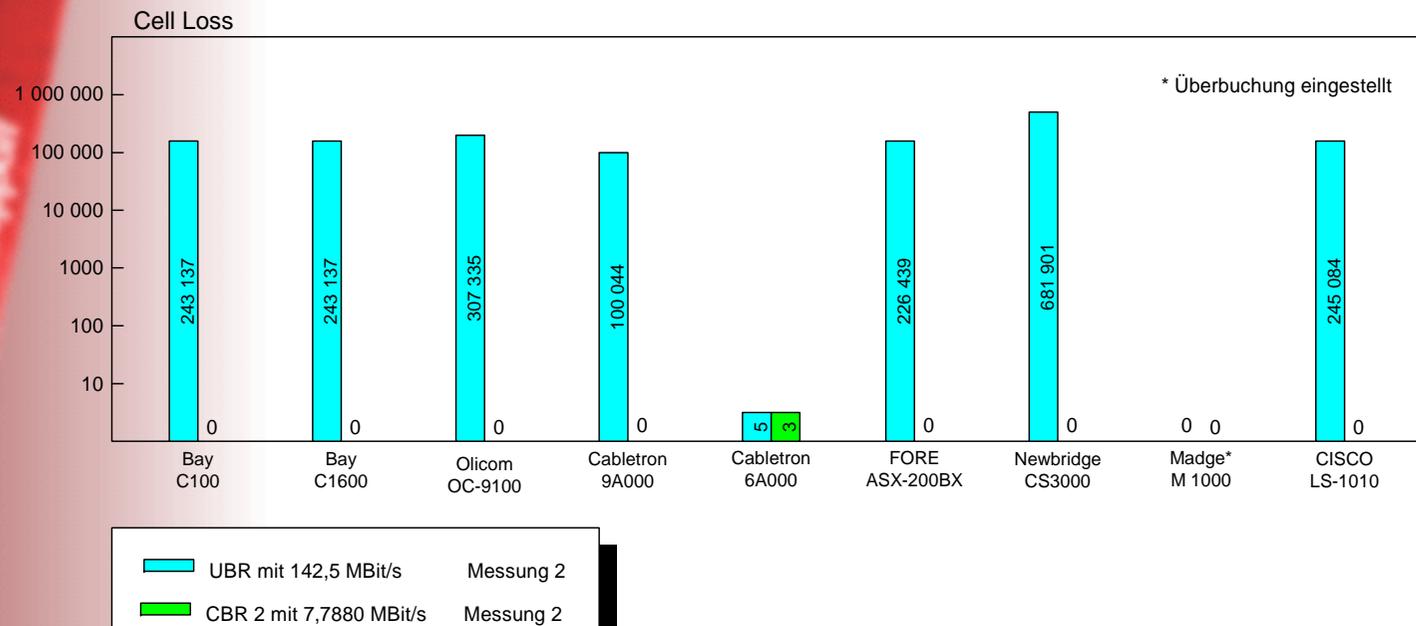
# 2/4-Port-Messung, Cell Loss



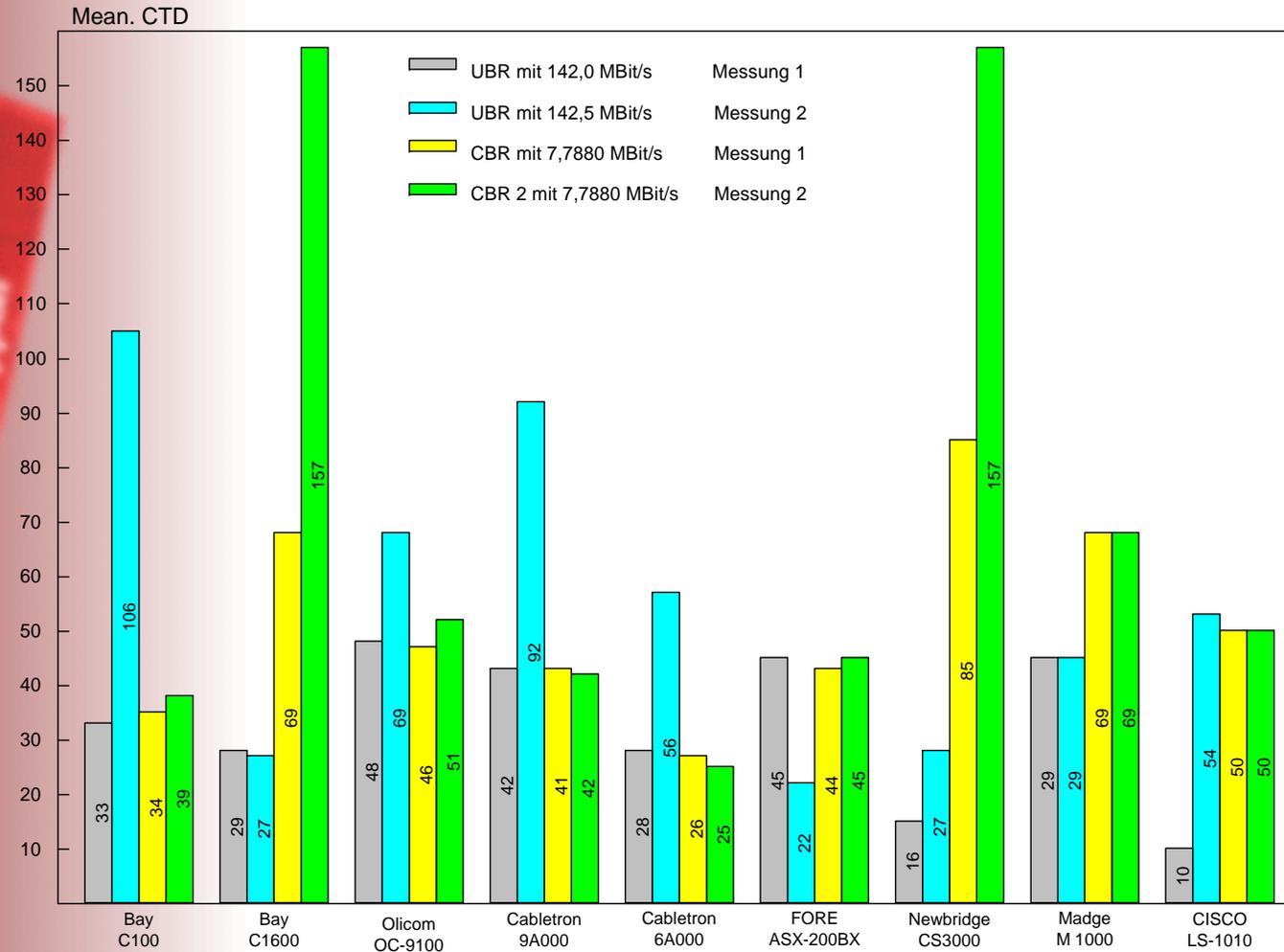
# 2/4-Port-Messung-Auswertung

- 10-Stunden-Messung ging an die Grenze der Belastung.
- Olicom hielt 3 Tage ohne einen einzigen Meßfehler aus!
- Laufzeitschwankungen stiegen bei der 10-Stunden-Messung beim Centillion 1600 und Meritage 1000 deutlich.
- Alle Switches ließen keine größeren Laufzeitschwankungen (2-pt. CDVpp) zu.
- Zellenverluste bzw. Cell Misinsertion trat bei den Switches von Cabletron (6A000 und 9A000) auf!
- Meßfehler entstand bei Centillion 1600 und Meritage 1000 (Wandel & Goltermann).
- Zellenfehler können Verluste großer Pakete verursachen.

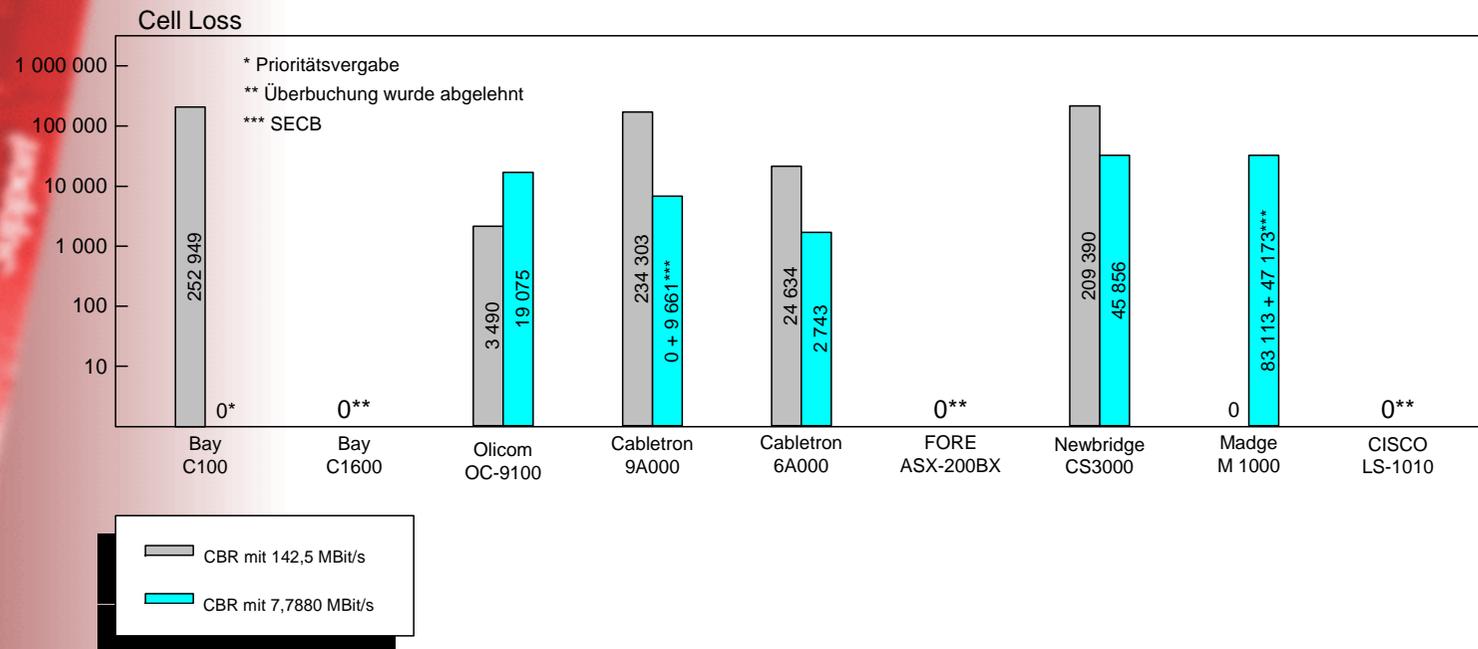
# 3-Port-Messung UBR-CBR, Cell Loss



# 3-Port-Messung UBR-CBR, CTD



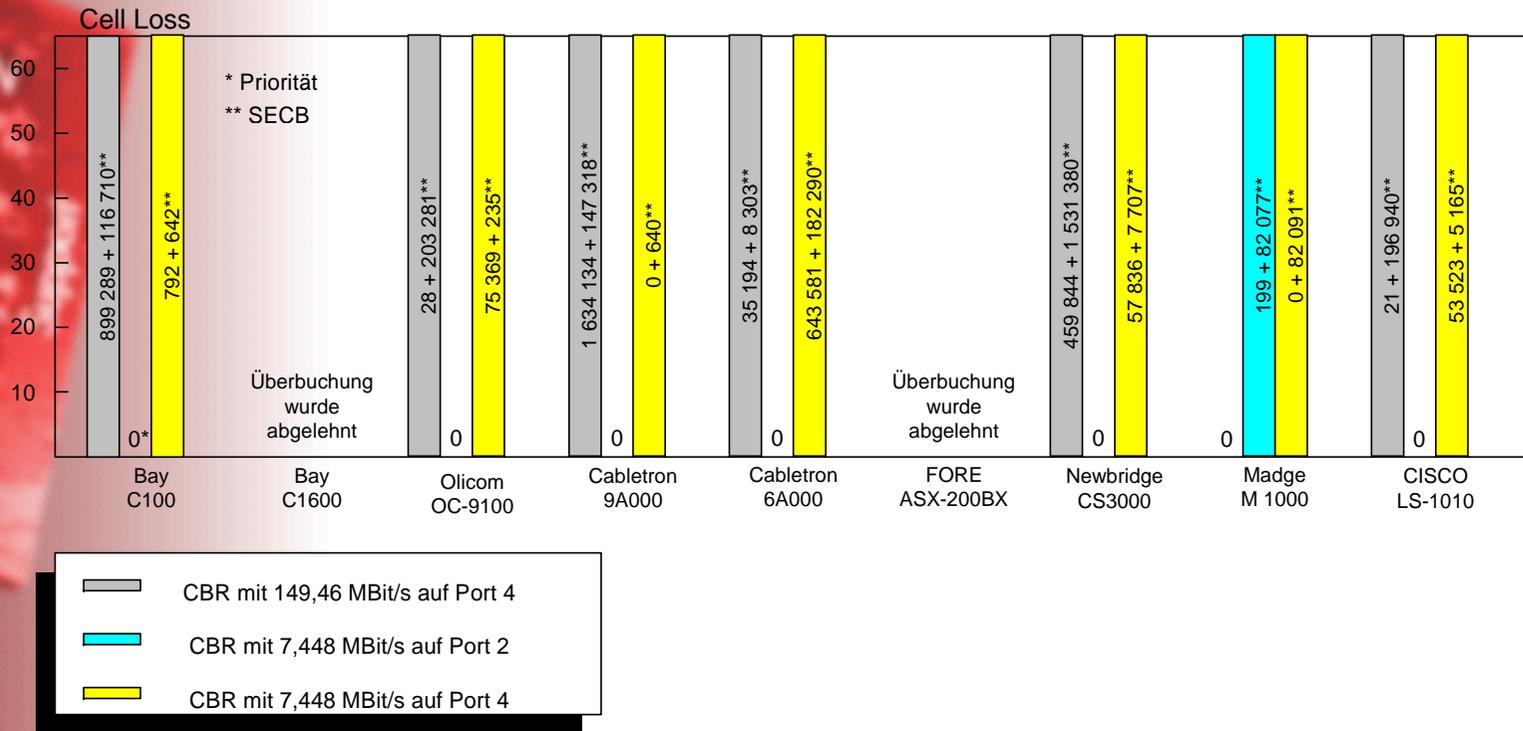
# 3-Port-Messung CBR-CBR



# Auswertung 3-Port-Messung

- Madges Meritage 1000 schaffte bei eingestellter Überbuchung (bis zu 1000% möglich laut Hersteller) beide CBR-Verkehrsströme ohne Verluste durchzuschalten!!!
- Centillion 1600, ASX-200BX und LS-1010 verweigerten eine Überbuchungskonfiguration.
- Alle anderen Switches versuchten beide CBR-Datenströme durchzuschalten und mußten beide mehr oder weniger stark verwerfen.
- Einführung von VBR-Verkehr veranlaßte den Centillion 1600 ebenfalls die Konfiguration abzulehnen!
- CBR-Verkehr wurde grundsätzlich bei allen Switches geschützt.
- Überbelastungen führten zur Abschaltung des Ports beim 6A000 Switch von Cabletron (RESET notwendig).

# Non-Blocking-Messung, Cell Loss



# Auswertung Non-Blocking-Messung

- Puffer versuchen erst die Überbelastung zu handhaben und werfen dann ganze Zellenblöcke (SECB).
- Überbuchung wurde wieder bei FORE Systems (ASX-200BX) und Bay Networks (Centillion 1600) abgelehnt.
- CISCO (LS-1010) ließ sich durch einen Trick überlisten: geringere Datenrate eingestellt und mit höherer gesendet.
- Madge (Meritage 1000) wurde wieder mit Überbuchung eingestellt. Dadurch entstand das Head-of-Line-Blocking.
- Der Cabletron Switch 6A000 schaltete wieder seinen Port ab und konnte nur durch einen RESET auf UP gesetzt werden.
- ASX-200BX konnte durch großen Speicher länger Überlastungen standhalten.

# Zusammenfassung

- CBR-Verkehr besaß immer eine höhere Priorität gegenüber VBR und UBR.
- Rt-VBR und nrt-VBR waren nicht überall zu unterscheiden.
- Non-Blocking-Messung verlief bei allen Switches (bis auf Meritage 1000) erfolgreich.
- Zellenverluste bei normaler Vollast traten bei zwei Switches auf (9A000, 6A000)!
- Latenzzeiten waren alle höher als die Herstellerangaben es auswiesen.
- Konfiguration war teilweise sehr umständlich.

# Dankeschön für ihre Aufmerksamkeit

E-Mail: [detken@optinet.de](mailto:detken@optinet.de)

Business URL: <http://www.optinet.de>

Private URL: <http://kai.nord.de>

**OptiNet GmbH**  
**Goebelstraße 46**  
**D-28865 Lilienthal**  
**Tel.: 04298/9365-0**  
**Fax: 04298/9365-22**