

PDH und SDH

Vorlesung

Rechnernetze und Internet – Technische Grundlagen

18. Januar 2001

WS 2000/2001 – Veranstaltungsnummer 260163

Guido Wessendorf

Zentrum für Informationsverarbeitung

Westfälische Wilhelms-Universität Münster

E-Mail: wessend@uni-muenster.de



Themen

- Plesiochrone Digitale Hierarchie (PDH)
- Synchrone Digitale Hierarchie (SDH)



Plesiochrone Digitale Hierarchie (PDH)

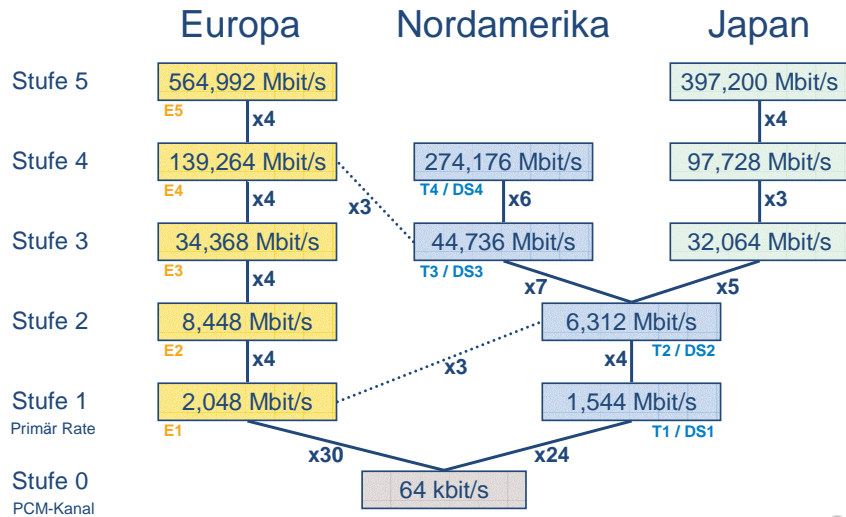


Multiplexing – Historie

- Anfang 30er: jedes Telefongespräch auf eigener physischer 2-Draht Kupferverbindung...
- 1937: Frequency Division Multiplexing (FDM)
- 60er: Einführung von Pulse Code Modulation (PCM)
 - analoges Telefonsignal (Bandbreite 3,1 kHz) digital abtasten und quantisieren: $8000 \times 8\text{-Bit/s}$: 64 kbit/s
 - Anfang der digitalen Telefonie
- Anfang 70er: Multiplex-Hierarchie um höhere Bitraten bzw. mehr Kanäle gleichzeitig zu übertragen:
 - Time Division Multiplexing (TDM)
 - Plesiochrone Digitale Hierarchie (PDH)
 - » Standards: ITU G.702, G.703
 - Primärrate: 30 Kanäle á 64 kbit/s = 2 Mbit/s (inkl. 2 Kontroll-Kanäle)



Plesiochrone Digitale Hierarchien



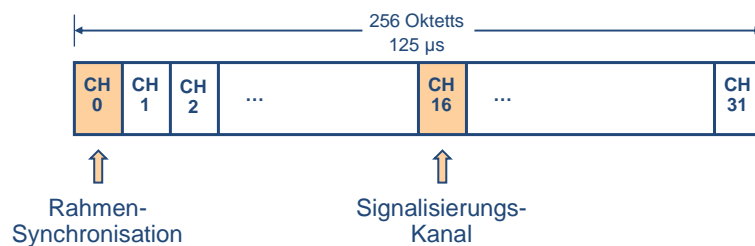
PDH und SDH - Grundlagen, 18. Januar 2001, Guido Wessendorf

5



E1-Rahmen

30 PCM-Nutzkanäle + 2 Kontroll-Kanäle:



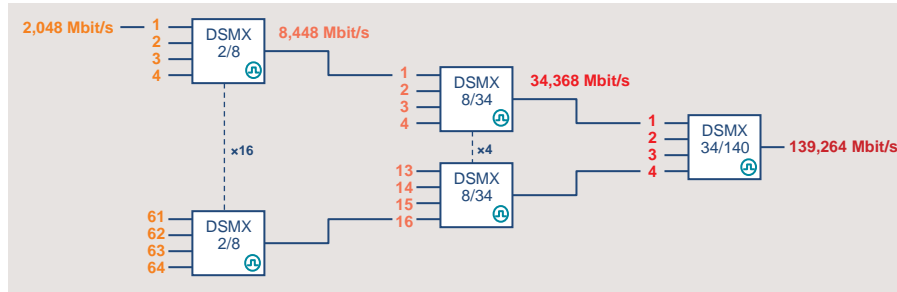
E1-Bitrate: $(32 \times 8 \text{ Bit}) / 125 \mu\text{s} = 2,048 \text{ Mbit/s}$

PDH und SDH - Grundlagen, 18. Januar 2001, Guido Wessendorf

6



Multiplexer-Hierarchie

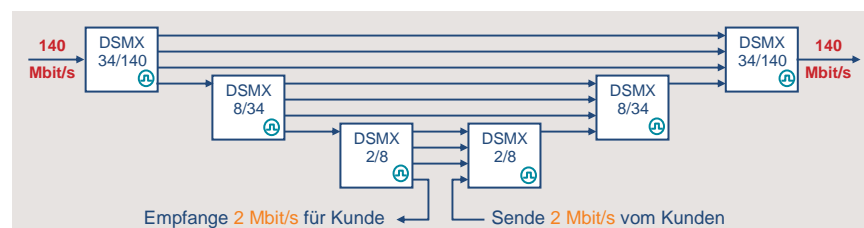


- Digitale Signal Multiplexer (DSMX) bilden PDH-Hierarchie
- da i.d.R. Multiplexer an verschiedenen Orten untergebracht, wird der Takt ⌚ jeweils separat erzeugt (daher „nahezu synchron“ \approx plesiochron)
- „Stopfbits“ in den Rahmen, damit bei der jeweiligen Taktanpassung keine Nutzdaten verloren gehen können



Probleme mit PDH

- Zugriff auf Quellsignale nur nach vorherigem *vollständigem* Demultiplexen möglich (keine Phasenbeziehung zwischen Rahmen und Nutzinformation vorhanden):



- international kein einheitliches Multiplexschema
- keine Reserve für Netzsteuerung, Dienstkanäle, Ersatzschaltungen, Monitoring, usw.



Synchrone Digitale Hierarchie (SDH)

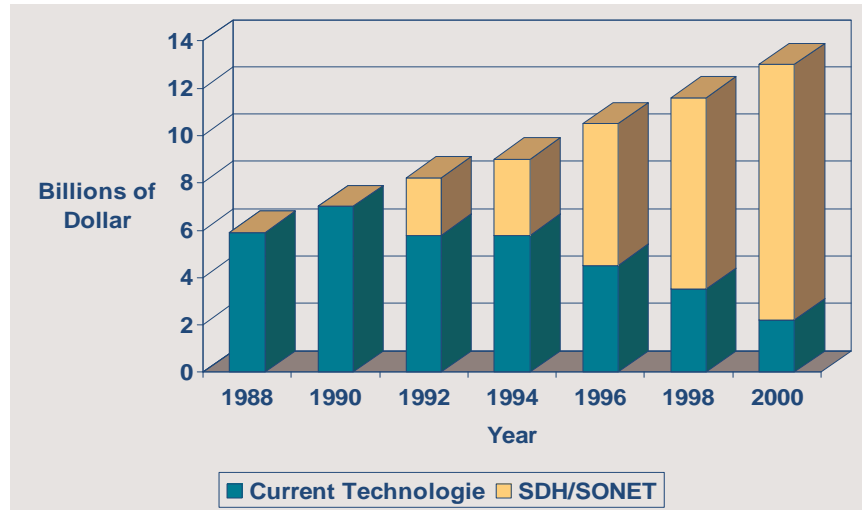


Synchrone Digitale Hierarchie (SDH)

- Internationaler ITU-Standard (G.707, G.708, G.709)
 - Einführung etwa 1988-1992
 - nordamerikanische Variante: SONET (Synchrones Optisches Netzwerk). Spezifizierung von SDH ermöglicht Übergänge zu SONET
- Ziele und Eigenschaften:
 - Internetworking zwischen verschiedenen (globalen) Carriern
 - hohe Übertragungsraten
 - » Basisrate von 155 Mbit/s (STM-1) bis z.Z. 40 Gbit/s (STM-256)
 - Übertragung von Signalen aus PDH
 - vereinfachtes Ein-/Auskoppeln von Signalen
 - » kein De-Multiplexen/Multiplexen mehr
 - rechnergestützte Synchronität
 - » zentrale „Masterclock“
 - » bei dennoch möglichen Phasenverschiebungen werden Daten über entspr. anzupassende Pointer weiterhin adressiert
 - hohe Verfügbarkeit, Sicherheit und Kapazitätäuslastung



Weltweite Anteile von PDH / SDH

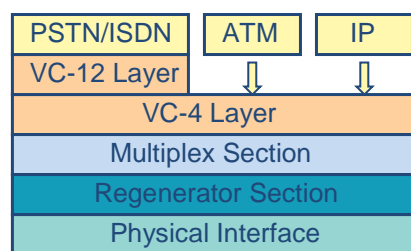


Quelle: Dataquest, 1997

11

SDH im Schichtenmodell

(vereinfachendes Beispiel)



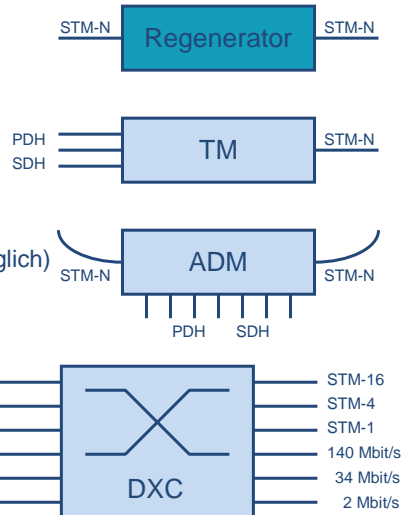
- **Physikalisches Interface:** I.d.R. Glasfaser, Richtfunk oder Satellitenlink
- **Regenerator:** Auffrischen der gedämpften und verzerrten Signale bezüglich Takt und Amplitude
- **Multiplexer:** plesiochrone oder/und synchrone Signale zu hochbandbreitigen SDH-Bit-Strömen zusammenfügen bzw. Signale einfügen/auskopplern
- **VC (Virtuelle Container):** transportieren Container mit Nutzdaten.
VC-4-Layer regelt das Ein-/Ausgliedern (Mapping) von 140 Mbit/s-Signalen und VC-12-Layer das Mapping von 2 Mbit/s-Signalen

PDH und SDH - Grundlagen, 18. Januar 2001, Guido Wessendorf

12

Funktionale Komponenten von SDH

- Regenerator
 - regeneriert Signale bevor Grenzwerte des (optischen) Übertragungssystems erreicht werden
- Terminal Multiplexer (TM)
 - faßt mehrere Nutzsignale zu einem STM-System zusammen
- Add Drop Multiplexer (ADM)
 - i.d.R. 2 Hauptschnittstellen (Ringe möglich)
 - kann Signale von Hauptschnittstellen hinzufügen/entnehmen (add/drop)
- Digitaler Cross Connect (DXC)
 - blockierungsfreies Vermittlungssystem zwischen beliebigen (STM) Schnittstellen
 - Verwendung im Kern-Netz-bereich und für Sterntopologien
 - Verkehrs-Flußsteuerung

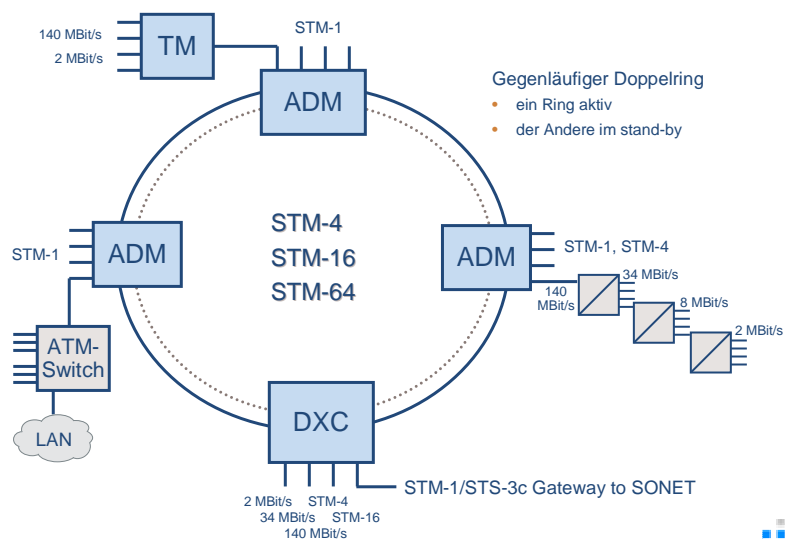


PDH und SDH - Grundlagen, 18. Januar 2001, Guido Wessendorf

13



Beispiel einer SDH-Ring-Struktur



PDH und SDH - Grundlagen, 18. Januar 2001, Guido Wessendorf

14



Multiplex-Level

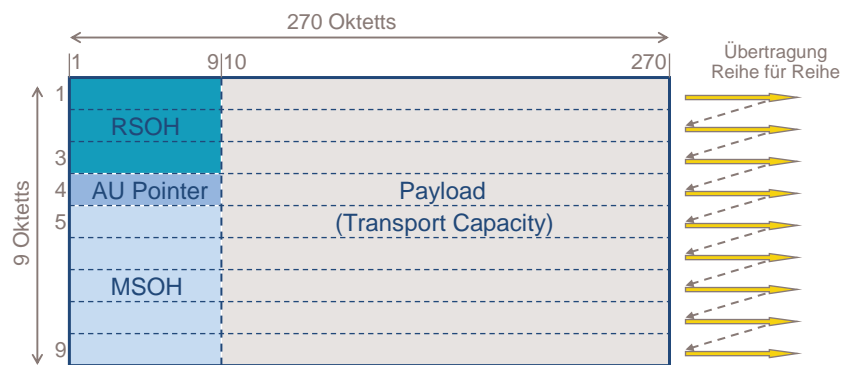
| SDH | SONET | | Bitraten |
|--------|---------|--------|----------------|
| STM-0 | STS-1 | OC-1 | 51,84 Mbit/s |
| STM-1 | STS-3 | OC-3 | 155,52 Mbit/s |
| | STS-9* | OC-9* | 466,56 Mbit/s |
| | STS-12 | OC-12 | 622,08 Mbit/s |
| STM-4 | STS-18* | OC-18* | 933,12 Mbit/s |
| | STS-36* | OC-36* | 1244,16 Mbit/s |
| | STS-48 | OC-48 | 2488,32 Mbit/s |
| STM-16 | STS-192 | OC-192 | 9953,28 Mbit/s |

(* unüblich, nur der Vollständigkeit halber aufgeführt)

STM = Synchronous Transport Modul
STS = Synchronous Transport Signal
OC = Optical Carrier



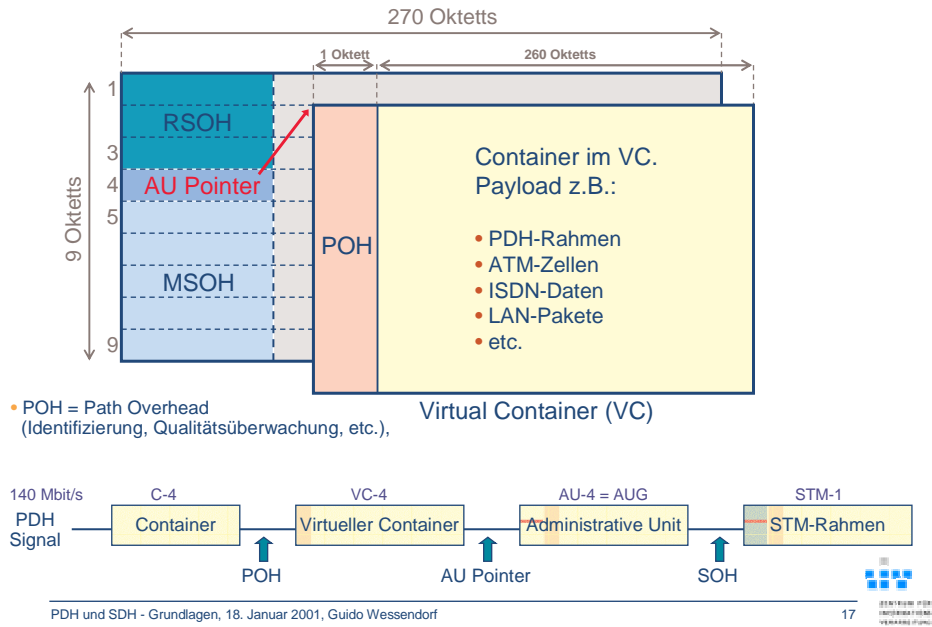
Aufbau eines STM-1 Rahmens



- die ersten 9x9 Oktetts sind „Overhead“ für Steuerinformationen (Rahmenausrichtung, Qualitätsmonitoring, Netzwerk-Management, Ton-Kanal für Service-Personal, Fehlererkennung, etc.):
 - RSOH = Regenerator Section Overhead
 - MSOH = Multiplex Section Overhead
- AU Pointer = Zeiger auf Virtuelle Container innerhalb des Payloads
- ein Rahmen wird mit 155,52 Mbit/s übertragen, 125µs / Rahmen, jedes Oktett im Payload kann für einen 64-kbit/s-PCM-Kanal stehen

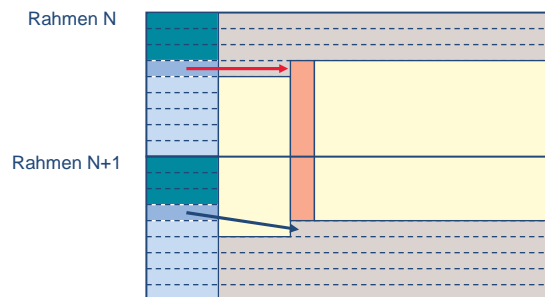


Virtueller Container im STM-1 Rahmen

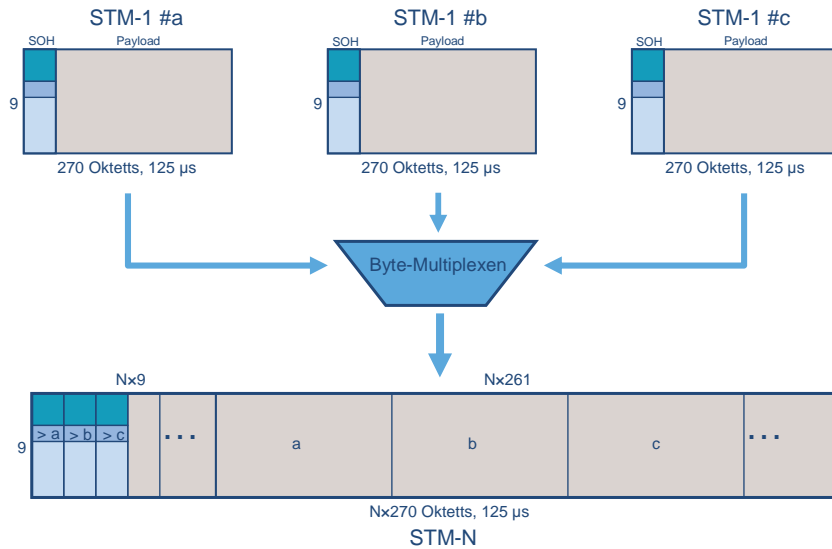


Anpassung der AU-Pointer möglich

- VC's nicht an Rahmengrenzen gebunden
- „wandernde“ VC's möglich
- Pointer können (nach Ankündigung) in jedem vierten Rahmen angepasst werden
- Pointerstruktur ggf. verkettet (Transportgruppen enthalten wiederum Container, usw.)



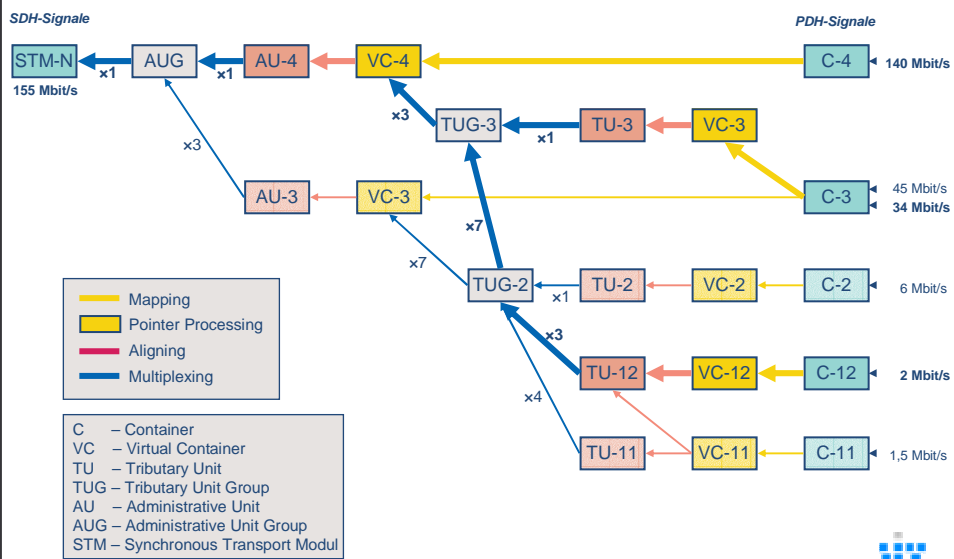
Aufbau eines STM-N-Signals



PDH und SDH - Grundlagen, 18. Januar 2001, Guido Wessendorf

19

Synchrone Multiplex-Hierarchie



PDH und SDH - Grundlagen, 18. Januar 2001, Guido Wessendorf

20