

- Als Übertragungswege für ATM-Netze im öffentlichen Bereich sind mehrere Techniken und etliche Geschwindigkeiten definiert worden. Die wichtigsten sind:
  - **Plesiochrone Digitale Hierarchie (PDH):**
    - USA 1,5 Mbps, 45 Mbps (DS 1 (T1), DS 3 (T3))
    - Europa 2 Mbps, 34 Mbps, 140 Mbps (E1, E3, E4)
  - **Synchrone Digitale Hierarchie (SDH):**
    - USA Sonet (Synchronous Optical Network)
    - Europa SDH (Synchronous Digital Hierarchy)
    - mit den Geschwindigkeiten:
      - 155,52 Mbps (Sonet OC-3c (STS-3c); SDH STM-1)
      - 622,06 Mbps (Sonet OC-12c (STS-12c); SDH STM-4)
      - 2488,32 Mbps (Sonet OC-48c (STS-48c); SDH STM-16)

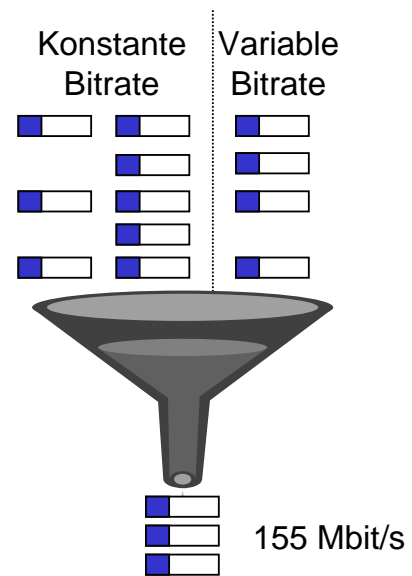
Aus Conrads: „Netzdienste der Telekom“



Die Folien zu ATM sind aus der Vorlesung „Hochleistungskommunikation“, die von Prof. Dr. Wilfried Juling und Dr. Hajo Wiltfang am Institut für Telematik der Universität Karlsruhe gehalten wurde, ausgewählt und zum Teil verändert worden.



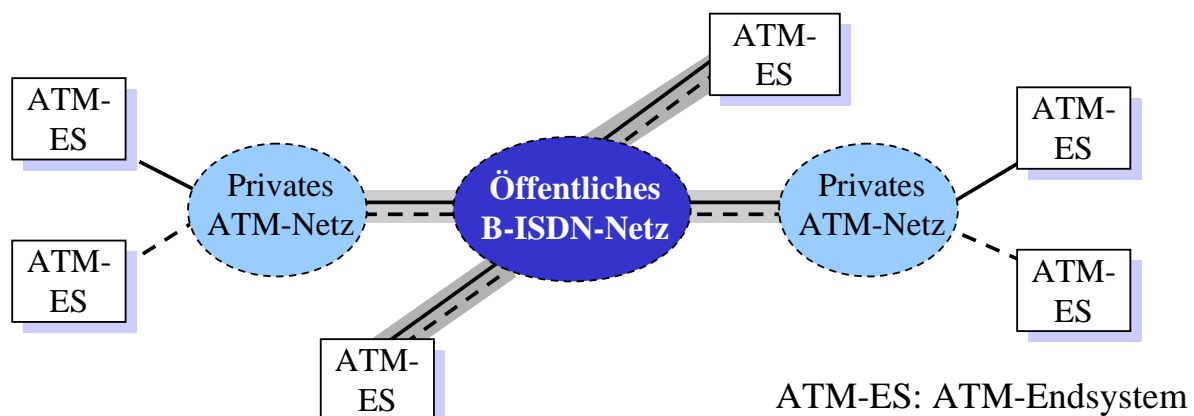
- ❑ Hohe Flexibilität
  - ❑ Realisierung mehrerer Dienste (Audio, Video, Daten)
  - ❑ Unterstützung unterschiedlicher Bitraten
- ❑ Hohe Datenraten
  - ❑ Komplexität in Endsysteme verlagert
  - ❑ Einfache Verarbeitung in den Vermittlungssystemen (Minimierung von Vermittlungskomplexität, Prozessorleistung und Speicherkomplexität)
- ❑ ATM-basierte Netze: B-ISDN, drahtloses ATM DQDB (Distributed Queue Dual Bus), SMDS (Switched Multi-Megabit Data Service)



- ❑ Minimale Funktionalität im Netz
  - ❑ hohe Datenraten: 155 Mbit/s, 622 Mbit/s, 2.4 Gbit/s
- ❑ ATM arbeitet verbindungsorientiert (virtuelle Verbindungen)
- ❑ Datenübertragung in kleinen Paketen (Zellen) fester Länge
- ❑ Asynchrones Multiplexen der Zellen auf das Übertragungsmedium
- ❑ Die Übertragung der Zellen kann synchron oder asynchron erfolgen
- ❑ Vermittlung der Zellen über lokal eindeutige Kennungen im Zellkopf



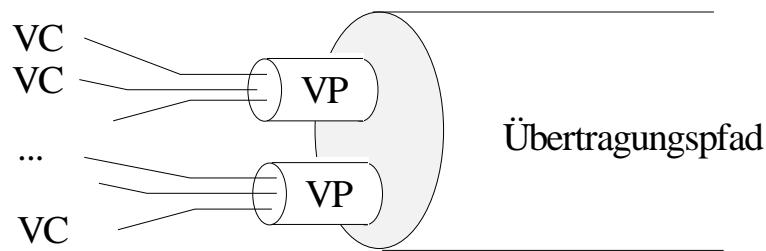
- ❑ Bei einer Netzgeschwindigkeit von 155 Mbit/s stehen für das Weiterleiten einer Zelle im Zwischensystem ca. 2.8  $\mu$ s (53Byte / 155Mbit/s) zur Verfügung
- ❑ Bei 622 Mbit/s nur noch ca. 680 ns
- ❑ Verlagerung von Funktionen in Endsysteme
  - ❑ Fehler- und Flusskontrolle Ende-zu-Ende, nicht Link-zu-Link wie bei X.25
  - ❑ Keine Übertragungswiederholung auf Links
    - niedrige Bitfehlerrate
    - Ressourcenreservierung und geeignete Dimensionierung von Warteschlangen
- ❑ Verbindungsorientiertes Konzept (Virtuelle Verbindungen)
  - ❑ Zugehörigkeit der Zellen zu Verbindungen im Zellkopf vermerkt
  - ❑ effiziente Vermittlung



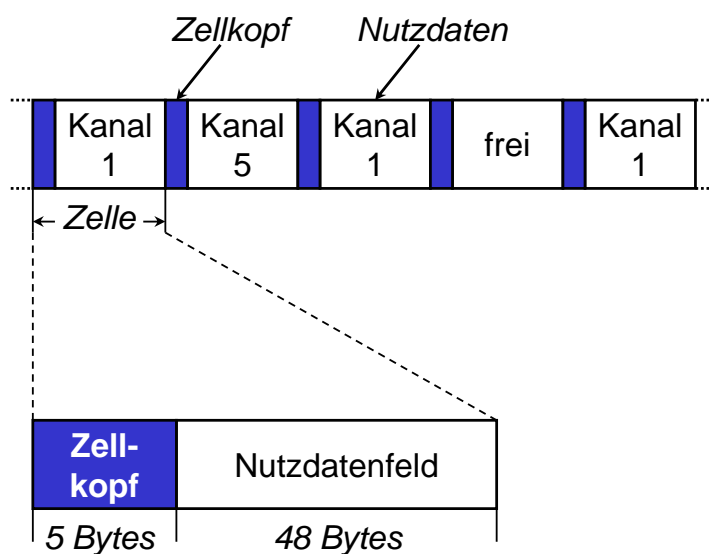
- ❑ Bereitstellung einer "Virtuellen Standleitung" über das Breitband-ISDN zur Kopplung von LANs oder MANs
- ❑ Bündeln zusammengehörender Datenströme zwischen ATM-Stationen
  - ❑ z.B.: alle Daten (Video-, Audio- und Datenstrom) einer Konferenz zwischen Multimedia-Rechnern

Definition eines *hierarchischen Verbindungskonzepts*





- Definition von zwei unterschiedlichen Verbindungstypen:
  - **Virtueller Kanal (Virtual Channel, VC):**  
virtuelle Verbindung
  - **Virtueller Pfad (Virtual Path, VP):**  
Bündel virtueller Kanäle mit gleichen Endpunkten (Endgeräte, Vermittlungsknoten)
- Zuordnung über Kennungen im Kopf der ATM-Zelle:
  - Virtuelle Kanalkennung: **Virtual Channel Identifier (VCI)**
  - Virtuelle Pfadkennung: **Virtual Path Identifier (VPI)**

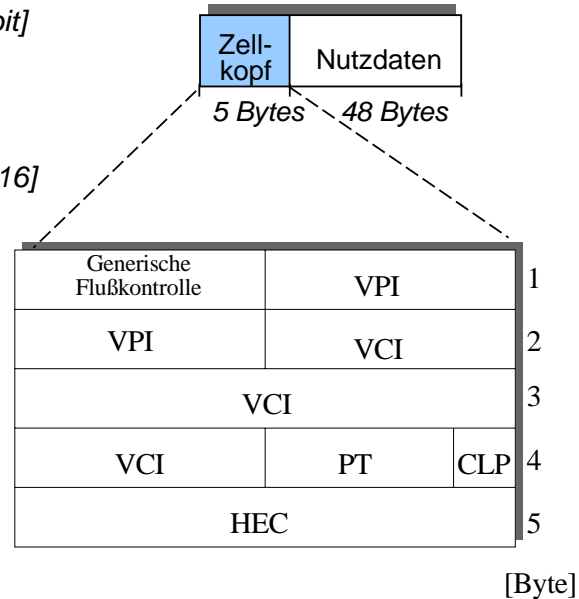


- Zellen stellen Basiseinheiten für die Datenübertragung dar
- ATM-Zellen sind Dateneinheiten fester Länge (53 Bytes)
- Zuordnung zwischen Zelle und Kanal ist variabel
- Zellkopf enthält Routinginformation



- ATM-Zellkopf an der Teilnehmer-Netz-Schnittstelle (UNI, User-to-Network-Interface):

- *GFC (Generic Flow Control)* [4 bit]  
Generische Flusskontrolle
- *VPI (Virtual Path Identifier)* [8]  
Virtuelle Pfadkennung
- *VCI (Virtual Channel Identifier)* [16]  
Virtuelle Kanalkennung
- *PT (Payload Type)* [3]  
Information über den Inhalt der Zelle
- *CLP (Cell Loss Priority)* [1]  
Kennzeichnung von Prioritäten
- *HEC (Header Error Control)* [8]  
Prüfsumme über Zellkopf



- Die Asynchronität von ATM bezieht sich nach der Definition der ITU-T-Empfehlung I.113 auf das **Multiplexen** von Daten:

**" ... it is asynchronous in the sense that the recurrence of cells containing information from an individual user is not necessarily periodic."**

- Die Asynchronität bezieht sich nicht auf die Übertragung
  - Übertragung in periodischen Übertragungsrahmen, in die Zellen asynchron gemultiplext werden, ist möglich
- ATM-Zellen werden auf der Leitung kontinuierlich gesendet; stehen keine Zellen zur Verfügung, werden *Leierzellen* gesendet.



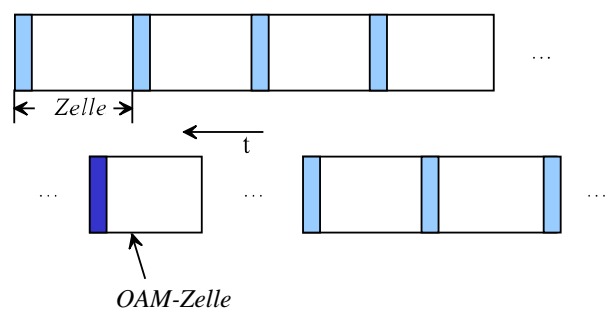
# Übertragung von ATM-Zellen

- ❑ Der asynchrone Transfermodus ATM ist unabhängig von der eingesetzten Übertragungstechnik.
- ❑ Die Zellen können sowohl **asynchron** gesendet werden als auch in einem **synchronen** Rahmen.
  - ❑ Übertragung in synchronen Rahmen
    - Integration ATM- und STM-basierter Daten
    - Kompatibilität mit vorhandenem Equipment und Signalisierung
    - Verwendung der Übertragungshierarchie SONET/SDH (auch in B-ISDN vorgeschlagen)
  - ❑ Asynchrone, zellenbasierte Übertragung über einen Zellstrom
- ❑ Spezifikation von Schnittstellen zu z.B. SDH/SONET, PDH, Fiber Channel, Zellstrom



# Asynchrone, zellenbasierte Übertragung

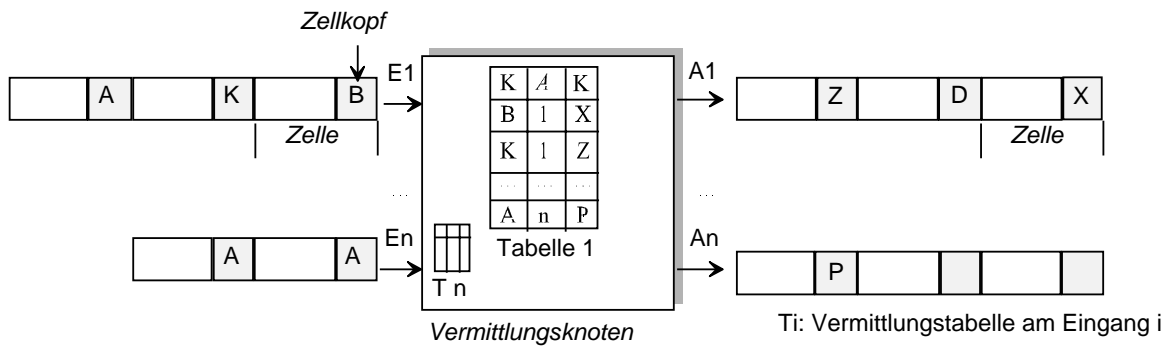
- ❑ Kontinuierlicher Strom aus Zellen
- ❑ Falls keine Zellen zum Senden vorhanden sind, werden Leerzellen in den Zellstrom eingefügt. Dieser Vorgang wird "cell rate decoupling" genannt.
- ❑ Erkennen der Zellengrenzen notwendig, wenn kein synchroner Rahmen vorhanden ist.
- ❑ Zusätzliche Zellen notwendig, die Information für Ablauf und Wartung enthalten (OAM-Zellen; Operations and Maintenance)



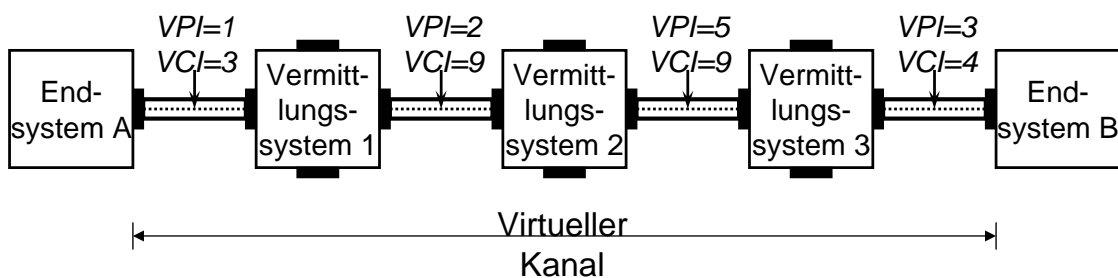
- ❑ OAM-Zellen können an festen Stellen (z.B. jede 27. Zelle) eingefügt werden, um so eine Rahmenstruktur zu generieren

$$26/27 * 155.520 \text{ Mbit/s} = 149.76 \text{ Mbit/s Nutzdatenrate}$$



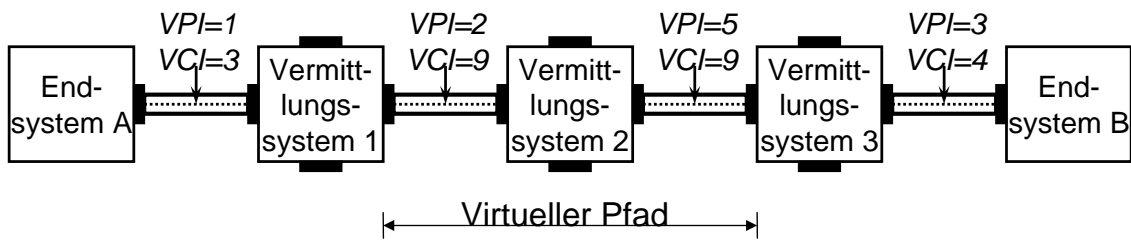


- Vermittlung von virtuellen Kanälen und virtuellen Pfaden
- Identifikation durch *lokal eindeutige* Kennungen
- Zellkopf enthält die relativ kurzen Kennungen
- Kennungen werden vom Vermittlungsknoten zur Weiterleitung der Pakete ausgewertet.
  - Schema: Eingangsport und Kennung werden für den Tabellenzugriff verwendet. Ergebnis ist Ausgangsport und eine neue Kennung für den Zellkopf.



- **Virtuelle Kanalkennung (VCI):**
  - ist jeweils für einen Übertragungsabschnitt gültig (lokale Gültigkeit)
  - wird in jedem Vermittlungsknoten umgesetzt, der virtuelle Kanäle vermittelt
- Identifikation des virtuellen Kanals über eine Folge von VPI/VCI-Kombinationen. Im Beispiel: Virtueller Kanal zwischen Endsystem A und Endsystem B entspricht [VPI/VCI = 1/3, 2/9, 5/9, 3/4]





## ❑ Virtuelle Pfadkennung (VPI):

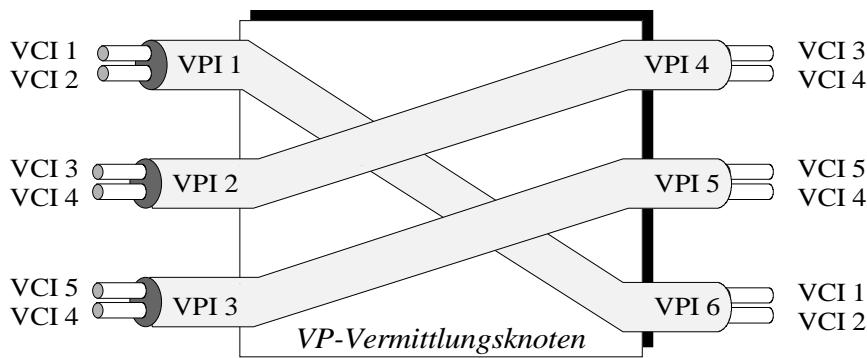
- ❑ ist jeweils für einen Übertragungsabschnitt gültig (lokale Gültigkeit)
- ❑ Identifikation eines virtuellen Pfades (VP) über eine Folge von VPIs
- ❑ Aber: Innerhalb eines virtuellen Pfades (VP) bleiben die virtuellen Kanalkennungen (VCI) konstant
- ❑ Vermittlungssysteme innerhalb eines virtuellen Pfades (VP) setzen lediglich die virtuelle Pfadkennung (VPI) um.
- ❑ Im Beispiel: Virtueller Pfad [ $VPI=2$ ,  $VPI=5$ ] zwischen den Vermittlungsknoten 1 und 3,  $VCI=9$  bleibt in diesem Pfad konstant



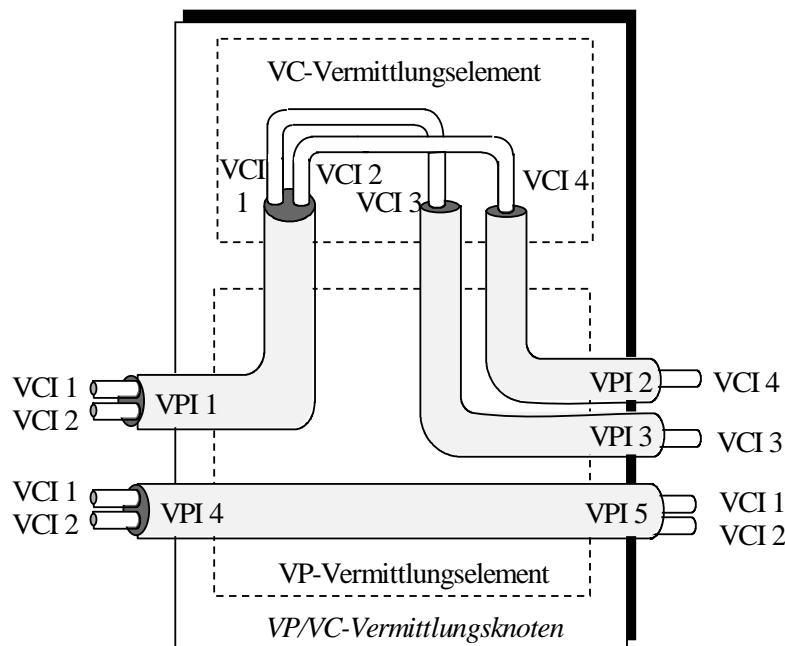
- ❑ Entsprechend der Hierarchie von Verbindungstypen werden zwei Arten von Vermittlungsknoten unterschieden:
  - ❑ **VP-Vermittlungsknoten**
    - ❑ Vermittlung von virtuellen Pfaden (VP)
    - ❑ Keine Auswertung der virtuellen Kanalkennung (VCI)
    - ❑ Virtuelle Kanalkennungen (VCI) bleiben unverändert
    - ❑ Unterschiedliche Anzahl virtueller Kanäle pro virtuellem Pfad möglich
  - ❑ **VP/VC-Vermittlungsknoten**
    - ❑ Auswertung der virtuellen Kanalkennung (VCI) und der virtuellen Pfadkennung (VPI)
    - ❑ Umsetzen der virtuellen Kanalkennung (VCI) und der virtuellen Pfadkennung (VPI)





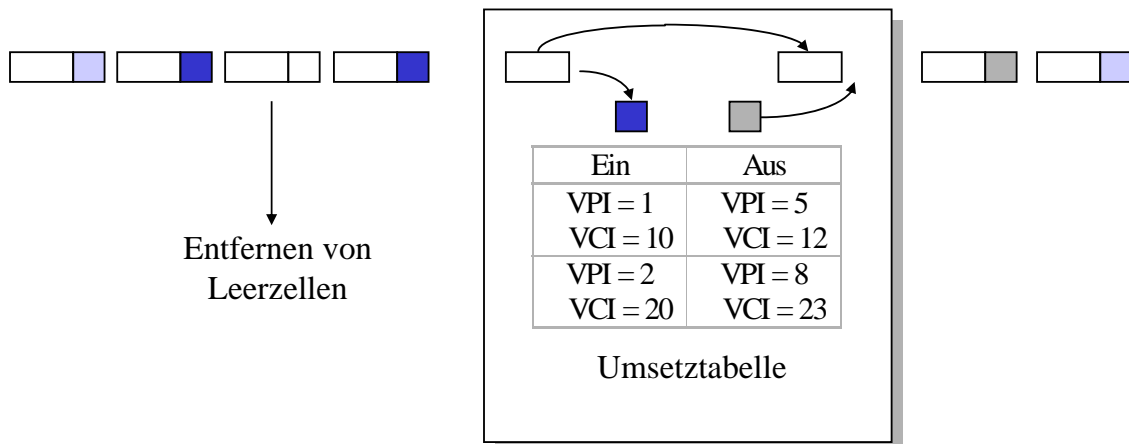


- ❑ Vermitteln von virtuellen Pfaden (VP)
- ❑ Berücksichtigt wird ausschließlich die virtuelle Pfadkennung (VPI) der ATM-Zellen; die virtuelle Kanalkennung (VCI) wird nicht ausgewertet
- ❑ Umsetzen der virtuellen Pfadkennung (VPI); die virtuelle Kanalkennung (VCI) bleibt unverändert



- ❑ Umsetzen der virtuellen Kanalkennung und der virtuellen Pfadkennung
- ❑ VCs aus einem VP können auf verschiedene VPs verteilt werden





- ❑ Auswertung ankommender ATM-Zellen und Erzeugung neuer Zellköpfe
- ❑ Leerzellen werden entfernt
- ❑ Kennungen (Tabelleneinträge) sind für gesamte Verbindungsdauer fest
- ❑ Vergabe von Kennungen für die jeweiligen Übertragungsabschnitte (Aufbau der Umsetztabelle) durch Signalisierung bzw. das Netzwerkmanagement



- ❑ **Permanente Verbindungen (PVC, Permanent Virtual Circuit)**
  - ❑ werden durch externe Mechanismen etabliert; typischerweise durch das Netzwerkmanagement (Managementebene)
  - ❑ VPIs und VCIs werden manuell vergeben
  - ❑ zeitaufwendig und wenig flexibel, daher zumeist nur für langlebige Verbindungen
- ❑ **Vermittelte Verbindungen (SVC, Switched Virtual Circuit)**
  - ❑ automatischer Aufbau während der Signalisierungsphase durch ein Signalisierungsprotokoll (Kontrollebene)
  - ❑ kein manueller Eingriff erforderlich
  - ❑ standardisierte Signalisierungsprotokolle (reservierter Kanal: VPI = 0; VCI = 5)
- ❑ PVCs schon lange im Einsatz; SVCs erst in jüngster Zeit (teilweise Probleme bei der Signalisierung zwischen Vermittlungsknoten unterschiedlicher Hersteller)

