

Data Networking – Technologien im WAN

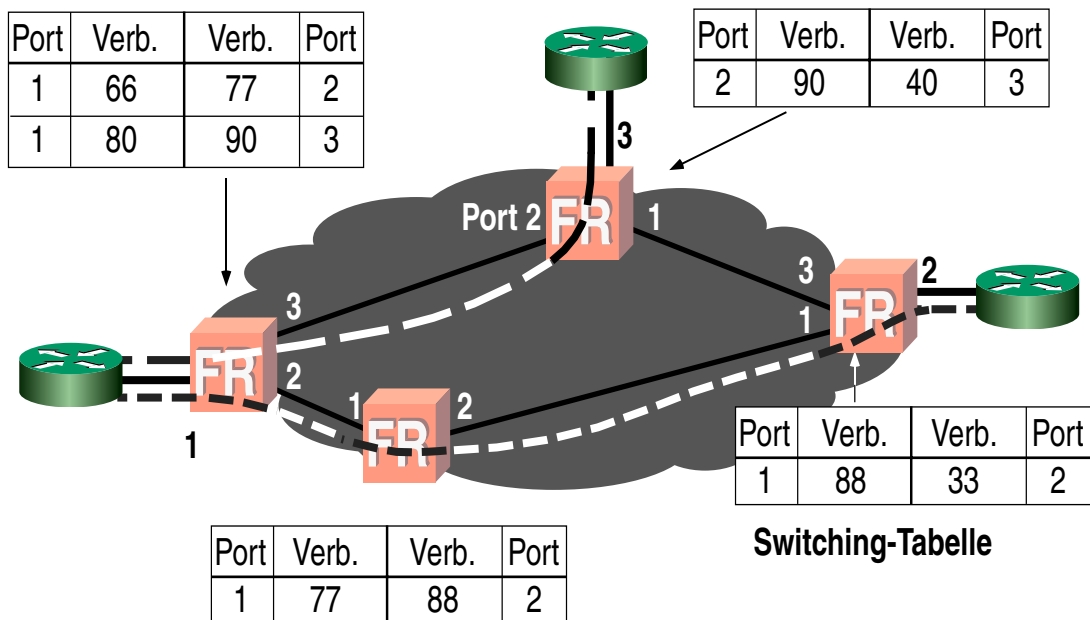
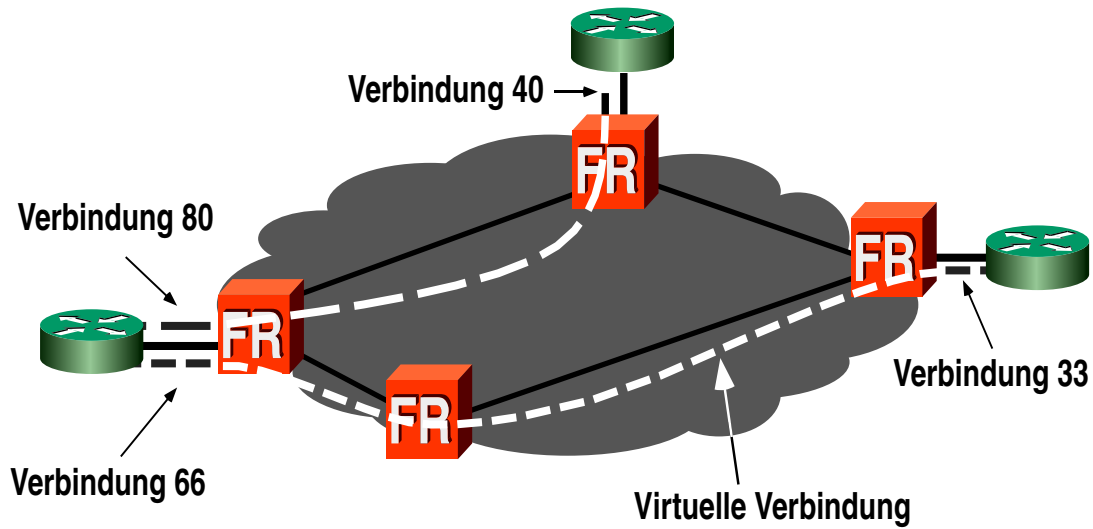
Kapitel 4

Zusammenfassung

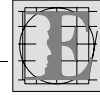
Auf den folgenden Seiten finden Sie einen Auszug aus den Schulungsunterlagen unseres Kurses Netzwerktechnologien. Die Kursteilnehmer erhalten die Unterlagen in gedruckter Form. Während des Kurses präsentiert der Trainer die Inhalte in Form von [HTML](#) über einen Beamer. Gedruckte Unterlagen und Präsentation werden aus einer Quelle erstellt.



..... 4.2 Virtuelle Verbindungen



- **Feste Wege durch das Netzwerk**
- **Verbindungskennung auf jeder Teilstrecke**
- **Verwaltung durch Switching-Tabellen**



Virtuelle Verbindungen

- Virtual Circuit oder Connection** Das zentrale Konzept der Technologien X.25, Frame Relay und ATM ist die virtuelle Verbindung (Virtual Connection oder auch Virtual Circuit). Virtuelle Verbindungen sind fest durch das Netzwerk geschaltete Verkehrsbeziehungen, die durch Verbindungskennungen unterschieden werden.
- Verbindungskennung** Jedes Datenpaket wird vom Absender mit der Verbindungskennung der virtuellen Verbindung versehen, die vom Paket benutzt werden soll.
- Nachschlagen in Switching-Tabelle** Der Netzknoten wird die Verbindungskennung des Pakets auswerten. Falls er sie in seiner Switching-Tabelle findet, wird die Kennung gegen eine neue aus der Tabelle ausgetauscht und das Paket über den Port weitergeschickt, der in der Tabelle vermerkt war.
- Schnell erledigt** Switching-Tabellen haben normalerweise nur einige hundert Einträge. Sie können deshalb sehr einfach und schnell durchsucht werden.
- Hohe Effizienz** Der Vorteil dieser Technologie ist die hohe Effizienz. Nur einmal (vor dem Verbindungsaufbau) muss die komplizierte Aufgabe der Wegewahl durch das Netzwerk gelöst werden. Der Nachteil ist die relativ geringe Flexibilität. Es muss erst ein Verbindungsaufbau beantragt und durchgeführt werden, bevor Pakete verschickt werden können.



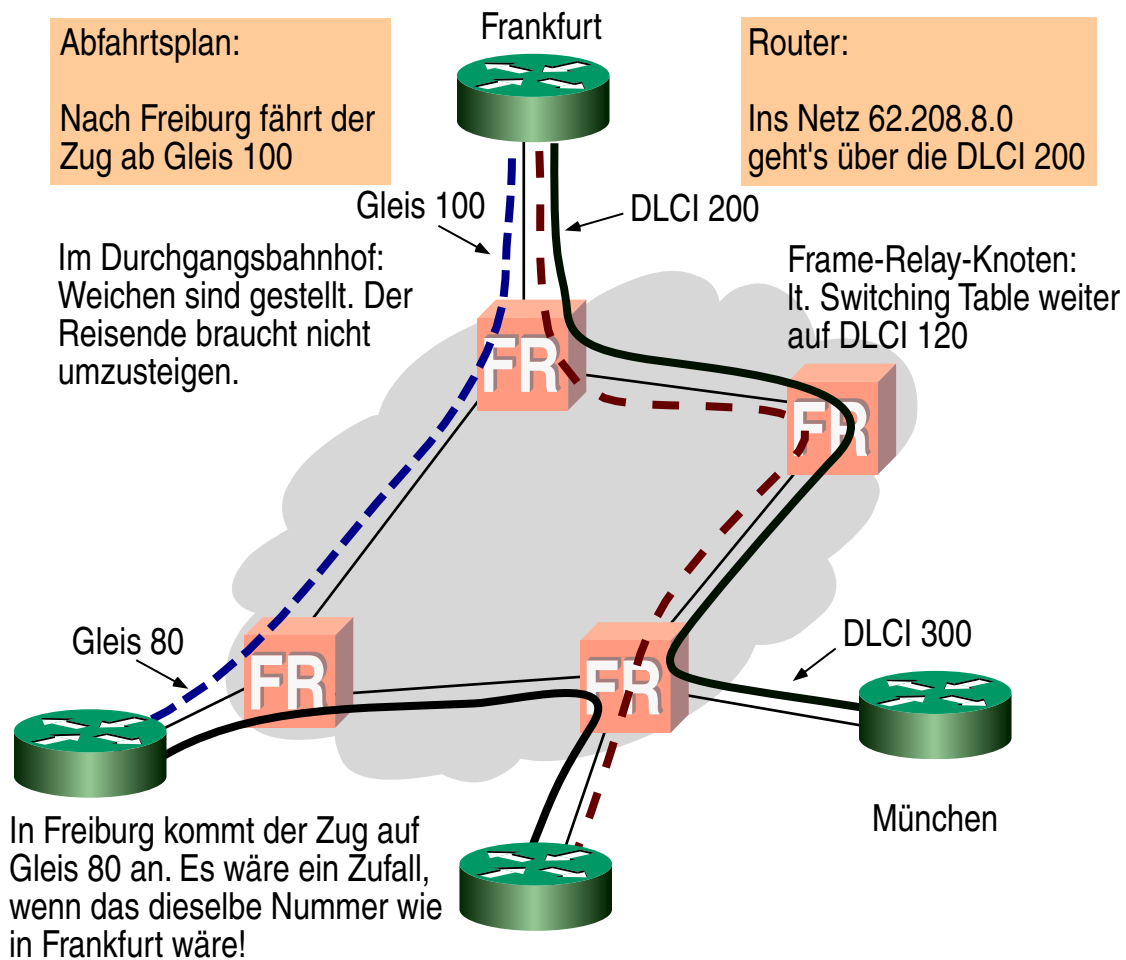
.....~~X~~ Virtuelle Bahnverbindung?

Reisender nach Freiburg,
Parkstraße 14

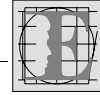
Abfahrtsplan:

Nach Freiburg fährt der
Zug ab Gleis 100

Im Durchgangsbahnhof:
Weichen sind gestellt. Der
Reisende braucht nicht
umzusteigen.



- **Analogie zu einer Bahnreise**
- **Router schaut auf Abfahrtsplan (Routing-Entscheidung)**
- **Verbindungskennung (z.B. DLCI) entspricht Gleisnummer**
- **Zug nimmt automatisch richtigen Weg**

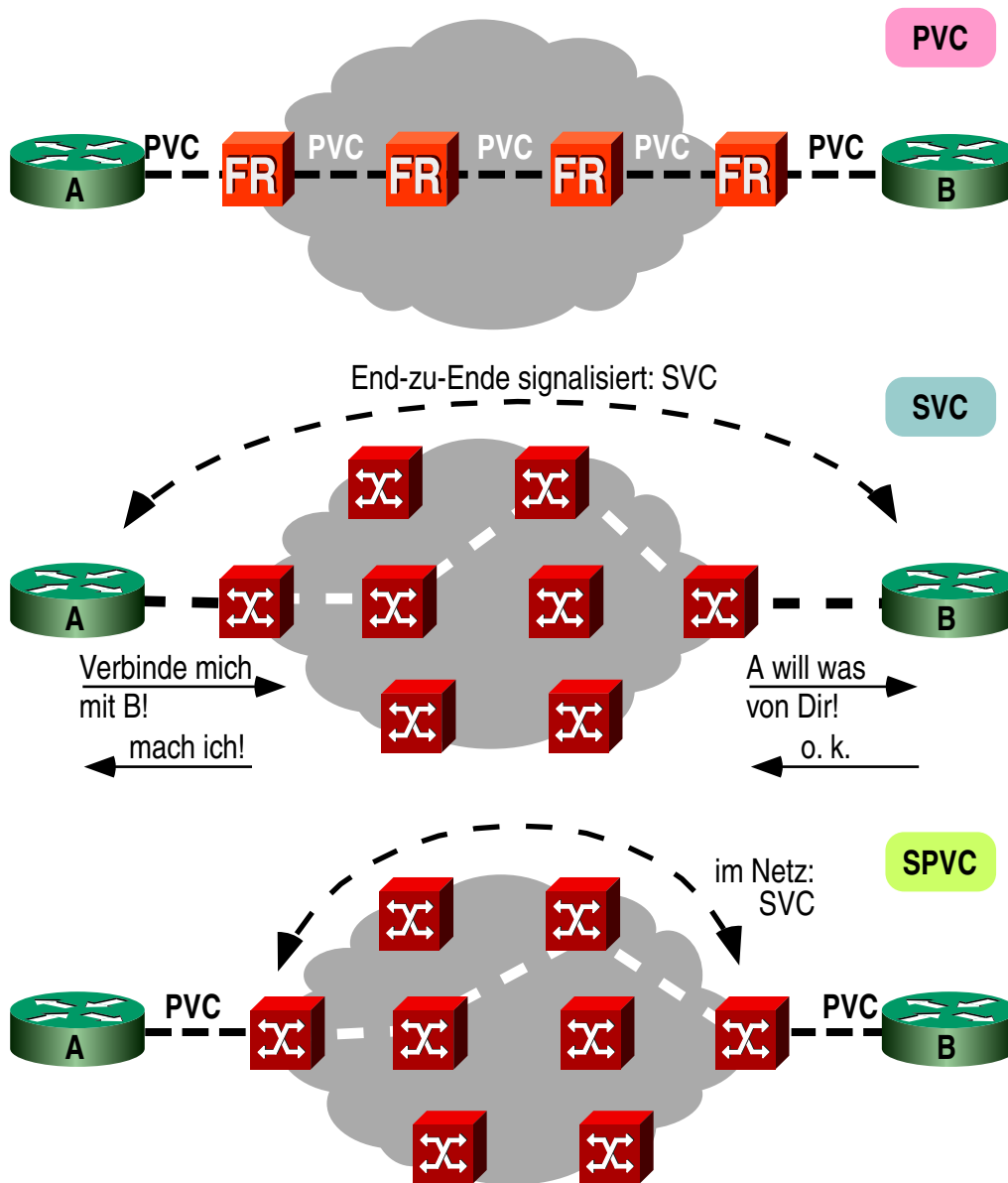


Virtuelle Bahnverbindung?

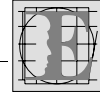
- Gleisnummer** Eine Verbindungskennung kann man sich wie die Gleisnummer an einem Bahnhof vorstellen. Man liest am Ursprungsbahnhof am Abfahrtsplan ab, auf welchem Gleis (also welcher virtuellen Verbindung) der Zug zum Zielbahnhof (Netzwerkadresse) abfahren wird. Im Netzwerk wird der Router in seiner Routingtabelle (entspricht dem Abfahrtsplan) nachschlagen.
- Weichen sind gestellt** Nachdem der Zug bestiegen wurde, muss keine weitere Anstrengung zur Wegfindung aufgewendet werden. Die Weichen in den Transitbahnhöfen sind gestellt. Das muss natürlich vor der Bahnfahrt erledigt worden sein (die Verbindung muss eben einmal durch die richtigen Weichenstellungen in den Transitbahnhöfen aufgebaut worden sein).
- Kein Routing im Netz erforderlich** Nachdem die Weichen einmal gestellt sind, können ohne großen Aufwand weitere Züge diesen Weg nehmen. In den Transitbahnhöfen ist keine Information darüber erforderlich, wo der Zug genau herkommt, oder wohin er letztlich fahren möchte. Genauso wenig wird die Information benötigt, von wo nach wo die Reisenden denn genau wollen. Die Transitbahnhöfe müssen nicht routen!
- Lokal gültig** Am Zielbahnhof kann es sein, dass der Zug zufällig auf demselben Gleis wie am Ursprungsbahnhof einläuft. Normalerweise ist die Gleisnummer aber nur eine lokal gültige Größe.



 **X** SVCs und PVCs



- **PVC: manuell fest ins Netz genagelt**
- **SVC: auf Wunsch des Endgeräts**
- **SPVC: zum Endgerät wie PVC und im Netz wie SVC**



SVCs und PVCs

PVCs und SVCs Virtuelle Verbindungen können in verschiedenen Ausprägungen vorkommen. Sie können entweder einmal fest durch den Administrator des Netzwerks vorkonfiguriert werden (Permanent Virtual Connections, PVCs) oder aber flexibel auf Wunsch des Endgeräts aufgewählt werden (Switched Virtual Connections, SVCs).

PVCs: Aufwand im Netzwerk PVCs werden vor allem dann zum Einsatz kommen, wenn eine Verbindung über längere Zeiträume verwendet wird. Zur Kopplung von Routern sind beispielsweise fast ausschließlich PVCs im Einsatz. Der Konfigurationsaufwand im Netzwerk ist dann bei Einrichtung der PVCs erheblich. Dafür ist der Aufwand bei der Einrichtung der Endgeräte eher gering.

SVCs: Aufwand im Endgerät SVCs bieten eine große Flexibilität. Verbindungen können abgebaut werden, wenn sie nicht mehr benötigt werden, und jedes Endgerät kann für sich entscheiden, wann es welche Gegenstation erreichen möchte. Dafür ist der Konfigurationsaufwand in den Endgeräten höher, denn den Endgeräten muss die Netzwerkadresse der Gegenstelle bekannt sein.

Kompromiss: SPVCs In der Realität hat sich an Stelle der rein manuell anzulegenden PVCs eine Kompromisstechnologie zwischen PVCs und SVCs durchgesetzt: die Smart oder Soft PVCs (SPVCs).

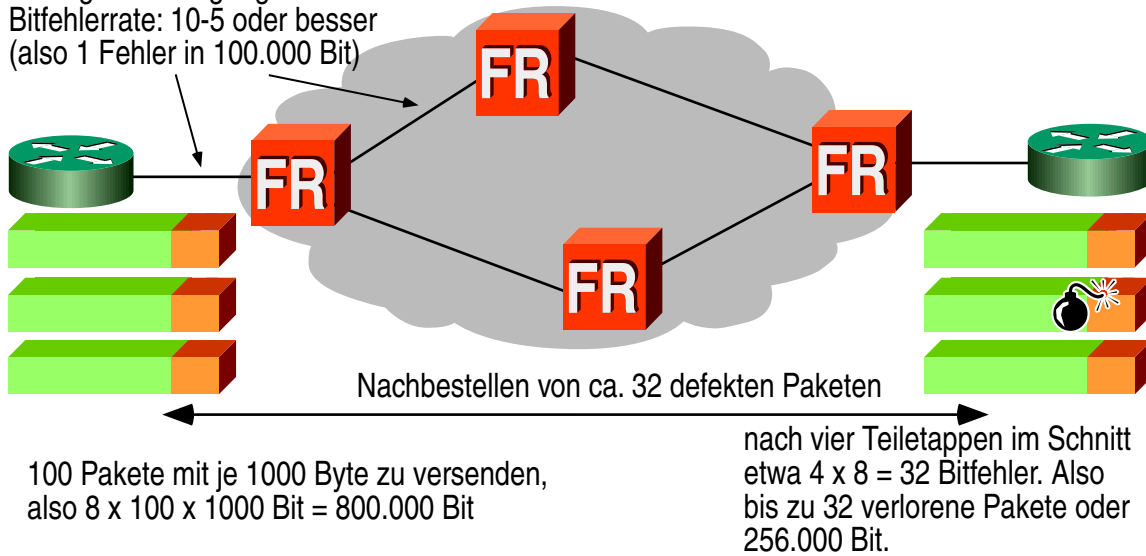
Sicher und bequem Ein SPVC ist aus Sicht des Endgeräts ein ganz normaler PVC. Um seine Aktivierung muss sich das Endgerät nicht kümmern. Im Netzwerk wird der SPVC aber wie ein SVC behandelt. Die netzwerkeigenen Fähigkeiten zur Wegwahl durch das Netz können so auch für PVCs eingesetzt werden. Der Vorteil ist ein geringerer Konfigurationsaufwand bei hoher Ausfallsicherheit.



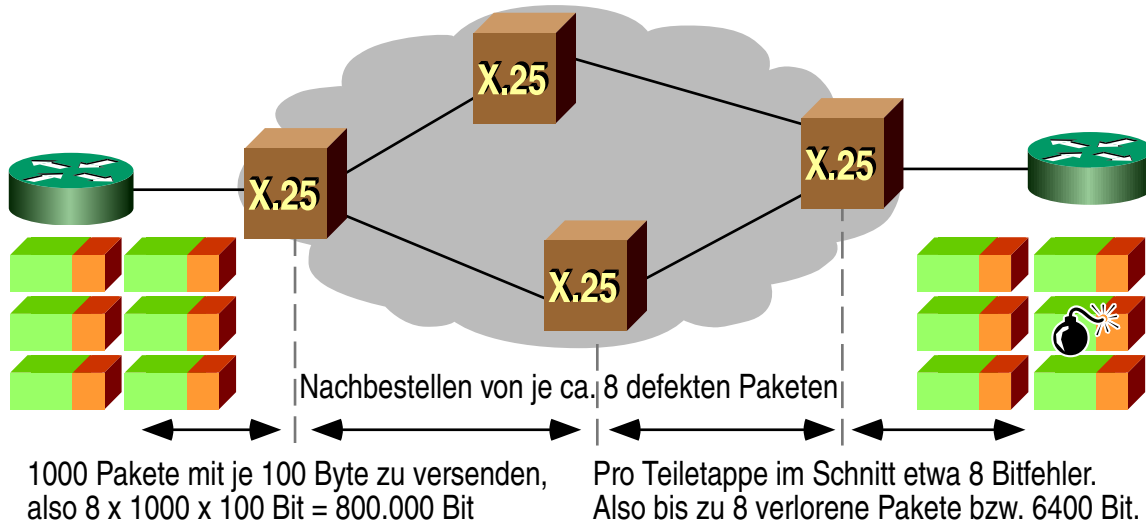
.....✗ Sichern – aber wie?

80er Jahre:
Analoge Übertragungstechnik
Bitfehlerrate: 10^{-5} oder besser
(also 1 Fehler in 100.000 Bit)

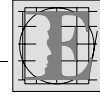
Ende-zu-Ende-Sicherung



Teilstreckensicherung



- **Viele Bitfehler: Teilstreckensicherung**
- **Wenige Bitfehler: Ende zu Ende sichern**
- **Heute: wenig Bitfehler (besser als 10^{-7})**



Sichern – aber wie?

Sicherung gegen Fehler und Verlust

Als man Ende der 60er Jahre erste Überlegungen zu Paketnetzwerken anstellte, wurde über die günstigste Form der Sicherung gegen Beschädigung oder Verlust von Paketen nachgedacht. Die Prämissen in den 70er- und 80er-Jahren waren durch analoge Übertragungstechnik mit hohen Bitfehlerraten gegeben. Die Frage, wie eine Absicherung gegen Datenverluste durch Bitfehler zu geschehen hatte, musste dringend gelöst werden.

Ende zu Ende oder Teilstrecken

Zwei Methoden standen zur Debatte: eine Sicherung durch die Endgeräte (Ende zu Ende) oder eine Sicherung nach jeder Teiletappe (Teilstreckensicherung). Was ist effizienter?

Viele Bitfehler? Teilstrecken

Eine Betrachtung zeigt, dass bei hohen Bitfehlerraten eine Sicherung durch die Endgeräte (also Ende zu Ende ohne Mitwirkung des Netzwerks) nicht effizient ist. Zu viele Pakete müssen quer durch das Netzwerk nachbestellt werden. Eine Teilstreckensicherung ist sinnvoll.

Wenige Bitfehler? Ende zu Ende

Bei geringen Bitfehlerraten ist der Gewinn an Effizienz durch die Teilstreckensicherung gering. Gleichzeitig bremst der notwendige Quittungsmechanismus die Übertragung aus. Eine End-to-End-Sicherung ist besser.

Was ist effizienter?

Moderne Netze arbeiten mit digitalen Übertragungswegen und deshalb auch sehr geringen Bitfehlerraten. Also verzichten moderne Protokolle auf Teilstreckensicherung.

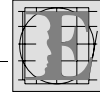
Paketgröße als Kompromiss

Je größer einzelne Pakete sind, desto höher ist der Schaden, der durch einen einzigen Bitfehler angerichtet wird. Deshalb ist es logisch, bei hohen Bitfehlerraten kleine Pakete zu verwenden. Da jedes Paket neben seiner Nutzlast auch noch Overhead trägt, sollten die Pakete aber auch nicht zu klein werden.



Technologien mit virtuellen Verbindungen

Eigenschaft	X.25	Frame Relay	ATM	MPLS
Im Einsatz seit ca.	1980	1990	1995	2000
Typische Bitraten	1,2kBit/s ... 64 kBit/s	64 kBit/s ... 2 MBit/s	2 MBit/s ... 2,5 GBit/s	10 MBit/s ... 10 GBit/s
Typ. Paketgröße	bis 128 Byte	bis 1600 Byte	exakt 53 Byte	bis 1600 Byte
PVC, SVC, SPVC?	PVC, SVC, SPVC	PVC, SPVC	PVC, SVC, SPVC	SPVC (Auto- konfiguration)
Bandbreiten- garantien	nein	im zeitlichen Mittel	absolut	nein
Laufzeitgarantien	nein	nein	ja	nein
Fehlererkennung (Prüfsumme)	ja	ja	nur für Hea- der	durch Ebene 2
Fehlerkorrektur (Nachbestellung)	ja	nein	nein	nein
Protokollebene	2 und 3	2	2	zwischen 2 und 3
Bündelung virtuel- ler Verbindungen	theoretisch ja	nein	ja	ja
Mögliche Anwendung	Geldausgabe- automaten, Lottoannah- mestellen, Reisebüros, Fahrkarten- drucker	LAN-Verbund (Kopplung von Routern)	Integration von Diensten (Sprache, Daten, Video), Kopplung von Routern, DSL-Netze	Internet Ser- vice Provider, Kopplung von Routern



Technologien mit virtuellen Verbindungen

- Viele nutzen virtuelle Verbindungen** Das Konzept der virtuellen Verbindung wird von mehreren Technologien genutzt. Der Vorreiter ist die X.25-Technologie, die bereits 1976 standardisiert wurde und seit 1980 fast unverändert verwendet wird.
- X.25** X.25 ist für den Betrieb mit analoger und somit stark fehlerbehafteter Übertragungstechnik optimiert. Die niedrige Bitrate und die geringe Paketgröße sind die Konsequenz aus den aufwändigen Mechanismen zur Fehlerkorrektur.
- Frame Relay** Frame Relay kann als Weiterentwicklung von X.25 unter neuen technischen Rahmenbedingungen betrachtet werden. Sobald digitale Übertragungstechnik zur Verfügung stand, war kein besonderer Grund mehr für die Zeit raubenden Fehlerkorrekturmechanismen von X.25 gegeben. Stattdessen wurde Frame Relay auf die Kopplung von Routern optimiert. SVCs existieren bei Frame Relay nur in der Theorie.
- ATM** ATM ergibt sich, wenn man Frame Relay so modifiziert, dass es echtzeitfähig wird. Dadurch eignet sich ATM nicht nur für Daten, sondern auch für Video- und Sprachanwendungen. ATM ist besonders erfolgreich bei der Integration verschiedener Anwendungen auf ein Netzwerk.
- MPLS** Multiprotocol Label Switching (MPLS) ist der Versuch, die Vorteile der virtuellen Verbindungen in der eigentlich verbindungslosen IP-Welt nutzbar zu machen. Im Gegensatz zu Frame Relay oder ATM ist MPLS kein eigenes Ebene-2-Protokoll, sondern wird als neue Protokollschicht zwischen eine herkömmliche Ebene 2 und IP als Ebene 3 eingefügt. MPLS ist vor allem für Internet Service Provider sehr interessant.

