

# Multiservice-Technologie

---

## Beschreibung

Frame Relay hat sich von seinen Anfängen als eine Ersatztechnologie für Mietleitungen für das WAN hin zu einer Multiservice-Technologie entwickelt, die in der Lage ist, eine Vielzahl von Daten und anderen Anwendungen über eine einzelne Anbindung zu vermitteln. Das weitere Wachstum des Frame Relay wird von einigen Anwendungen genährt, darunter:

- Leistungsüberwachung, Netzwerkoptimierung und Vereinbarungen über Dienstebenen
- Sprach-, Fax- und Videovermittlung
- SNA
- Internet
- LAN/LAN-Verbindungen

## Leistungsüberwachung, Netzwerkoptimierung und Vereinbarungen über Dienstebenen (Service Level Agreements, SLA)

Viele Anwender des Frame Relay, die eine Vielzahl von Industrien, Firmen verschiedener Größen und Netzwerke mit unterschiedlichen Auslegungen repräsentieren, haben herausgefunden, dass die Zuverlässigkeit, Flexibilität und die Leistung des Frame Relay die kritischen Anforderungen der WANs erfüllt. Mit dem Aufkommen neuer Anwendungen, die sehr stark von Netzwerkverzögerungen abhängen, und mit dem Übergang wichtiger Anwendungen von SNA auf Frame Relay steigt das Interesse dieser Anwender an der Servicequalität des Frame Relay.

Datenverbindungen, die TCP/IP benutzen, sind für Rahmenverluste im Netzwerk weniger empfindlich als verzögerungsempfindlichen Anwendungen. Schaltzentralen für Frame Relay sind in der Lage, selbst große Rahmen für TCP/IP-Verkehr einfach zu vermitteln. Falls das Netzwerk irgendwelche Stau-Probleme aufweist, reduzieren die Endsysteme den Netzwerkverkehr entsprechend und erhöhen den Verkehr dann wieder allmählich. Die Anwender können während dieser Zeit einen geringeren Datendurchsatz wahrnehmen, aber die Daten kommen am Ende ohne Fehler an.

Im Gegensatz dazu sind die verzögerungsempfindlichen Anwendungen, wie zum Beispiel die Sprachvermittlung, erheblich anspruchsvoller bei der Benutzung von Netzwerk-Ressourcen. Im allgemeinen können Sprachanwendungen einen Netzwerkstau nicht wahrnehmen oder darauf reagieren. Frame Relay-Netzwerke können diese Anwendungen dadurch gut unterstützen, dass sie diesen eine höhere Service Level zuweisen.

Die Messdaten über die Service Level sind wichtig, um den Kunden die

Leistungsüberwachung des Netzwerks und die Netzwerkoptimierung zu ermöglichen. Dies gilt besonders dann, wenn das Frame Relay-Netzwerk verzögerungsempfindliche oder wichtige Daten überträgt. Messdaten über die Service Level geben aber auch dem Dienstleister wertvolle Informationen zur Netzwerkplanung und -optimierung. Die Service Level-Messdaten bestehen primär aus drei Angaben: Verzögerung, Rahmenanlieferungsrate und Verfügbarkeit. Diese Messdaten sind die wesentlichen Bestandteile sog. Service Level Agreement. Sie werden als Eckgrößen betrachtet, wenn es um die Messung von Netzwerkleistung und Netzwerkverfügbarkeit geht, ganz gleich, ob es sich um ein privates oder ein öffentliches Netzwerk handelt.

Messdaten für die Verzögerung messen die Zeit, die benötigt wird, um Daten von einem Ende des Netzwerks zum anderen zu schicken. Verzögerung bestimmt ganz wesentlich die Effektivität eines Netzwerks, ganz gleich, ob es sich um Transaktionen oder um Echtzeit-Anwendungen handelt, wie zum Beispiel Sprachvermittlung.

Messdaten für die Rahmenanlieferungsrate geben an, wie häufig ein Rahmen erfolgreich am Bestimmungsort angeliefert wurde. Das Verhältnis von angelieferten Rahmen zu gesendeten Rahmen wird hierbei gemessen. Dabei werden drei Verhältnisse mitbestimmt: Die Anlieferungsrate für alle Rahmen, für die Rahmen, die mit der zugesicherten Übertragungsrate (CIR, Committed Information Rate) übereinstimmen, und für die Rahmen, die über die zugesicherte Übertragungsrate hinausgehen.

Messdaten für die Verfügbarkeit messen die Betriebsbereitschaft des Netzwerks und die Auswirkungen von Netzwerkstörungen. Dabei werden die folgenden Einzeldaten mitbestimmt: Verfügbarkeit von Verbindungen, mittlere Reparaturdauer für Verbindungen und die mittlere Zeitdauer zwischen Verbindungsunterbrechungen.

Die Vereinbarung von SLAs ermöglicht es die Leistung des Netzwerks zu überwachen, obwohl es das Netzwerk des Dienstleisters ist. Die Frame Relay Anwender können Vereinbarungen aushandeln, mit denen verschiedene Parameter gemeldet werden: Ansprechzeiten, Anzahl der gesendeten und empfangenen Rahmen, Definition der Netzwerkverfügbarkeit. Es kann sowohl das gesamte Netzwerk (end-to-end) als nur eine Strecke zwischen den Anschlusspunkten (point-of-presence to point-of-presence) mit Hilfe der Berichte über die entsprechenden Parameter überprüft werden. Das technische Komitee des Frame Relay Forum arbeitet an einer Definition eines Industriestandards für wichtige SLA-Messdaten und an der Entwicklung der Mechanismen in den Bereichen Betrieb, Verwaltung und Wartung (OA&M, Operations, Administration & Maintenance), mit denen die Qualität der Dienstebenen gemessen werden kann.

### **Sprach-, Fax- und Videovermittlung**

Der Übergang von Mietleitungsnetzwerken zu Frame Relay-Netzwerken stellte für viele Anwender eine kostengünstige Lösung für die Datenanforderungen dar. Da jedoch viele der Mietleitungsnetzwerke auch für die Sprachvermittlung benutzt wurden, musste nach einer Lösung gesucht werden, die die Anforderungen für die Sprachvermittlung in Unternehmen erfüllte.

Die Sprachvermittlung über Frame Relay (VoFR, Voice over Frame Relay) bietet den

Telekommunikations- und Netzwerkmanagern die Gelegenheit, Sprachverkehr und Datenverkehr im Sprachband (zum Beispiel Fax und analoge Modems) mit den Datendiensten ueber Frame Relay zusammenzulegen. Im Endergebnis werden damit moegliche Kosten eingespart und der Netzbetrieb vereinfacht. Die Hersteller und Anwender von VoFR betonen, dass VoFR nicht nur hilft, Kosten zu sparen, sondern dass VoFR auch die gleiche Sprachqualitaet wie herkoemmlische Sprachvermittlung aufweist.

Das vom Frame Relay Forum herausgegebene FRF.11 Implementation Agreement fuer die Sprachvermittlung ueber Frame Relay (Voice Over Frame Relay IA), welches 1997 ratifiziert wurde, setzte den Standard fuer die Sprachvermittlung ueber Frame Relay fest. FRF.11 definiert die Standards fuer die Interoperabilitaet von Geraeten verschiedener Hersteller, die die Sprachvermittlung ueber ein oeffentliches Frame Relay-Netzwerk eines Netzbetreibers bewerkstelligen, und es ermoeoglicht den Herstellern, Geraete und Dienste zu entwickeln, die zusammen betrieben werden koennen. Die Vereinbarung macht es auch einfacher fuer die Netzwerkmanager, VoFR als eine Alternative zu herkoemmlischer Sprachvermittlung in Betracht zu ziehen, damit Kommunikationskosten eingespart und die Kapazitaeten im Frame Relay-Netzwerk genutzt werden koennen. In manchen Faellen haben die Anwender einen Kapazitaetsueberhang im Frame Relay-Netzwerk, der wirksam fuer die Unterstuetzung von Sprachverkehr genutzt werden koennte. Die Kostenrechnung anderer Anwender zeigt oft, dass die Ausgaben fuer zusaetzliche Bandbreiten im Frame Relay-Netzwerk fuer den Transport von Sprachverkehr oft kostenguenstiger als die Dienstangebote von Netzbetreibern sind.

VoFR bietet eine kostenguenstige Alternative fuer die Sprachvermittlung zwischen verschiedenen Standorten einer Firma. Der Netzwerkmanager kann damit zum Beispiel einige Sprachkanaele mit der seriellen Datenvermittlung zwischen einer Zweigstelle und dem Firmenhauptquartier ueber Frame Relay integrieren. Indem die Sprach- und Datenvermittlung ueber eine bereits bestehende Frame Relay-Verbindung kombiniert wird, koennen Firmen die internen Telefonverbindungen preiswert herstellen und dabei noch die verbleibende Bandbreite im Netzwerk ausnutzen.

Ein weiteres Beispiel fuer eine Echtzeitanwendung ueber Frame Relay, die immer mehr an Popularitaet gewinnt, ist Video. Diese Anwendung wird wesentlich durch die Einfuehrung von Video-Codecs (Coder/Decoder) mit integrierter Frame Relay-Schnittstelle beguenstigt. Da Videouebertragungen einen staendigen Bitstrom benoetigen, um Bilder ohne Verzerrungen, Schatten und Flimmern zu uebertragen, haengt die uebertragene Videoqualitaet ganz entscheidend davon ab, wie der Video-Codec das Bild puffert und verwaltet, und wie die Bildkomprimierung und die Aenderungen im Bild von Rahmen zu Rahmen gehandhabt werden.

Das Interesse an Video ueber Frame Relay waechst weltweit, da die Anwender die Kosten und Verfuegbarkeit des Frame Relay gegen die Kosten von Mietleitungen und ISDN abwaegen, besonders in den Teilen der Welt wie Asien, in denen ISDN nicht weit verbreitet ist oder nicht existiert.

Da die Integration von Sprach-, Fax-, Video- und Datenverkehr ueber einen einzelnen Zugang zum Netzwerk die Netzwerkarchitektur nicht besonders kompliziert und keine Erhoehung der Anbindungsgeschwindigkeiten oder der zugesicherten Uebertragungsrates (CIR, Committed Information Rate) notwendig macht, stellt diese Integration eine wirkungsvolle Alternative fuer Netzwerkmanager dar und ist ein Beispiel mehr fuer die neuen und nicht traditionellen

Anwendungen von Frame Relay.

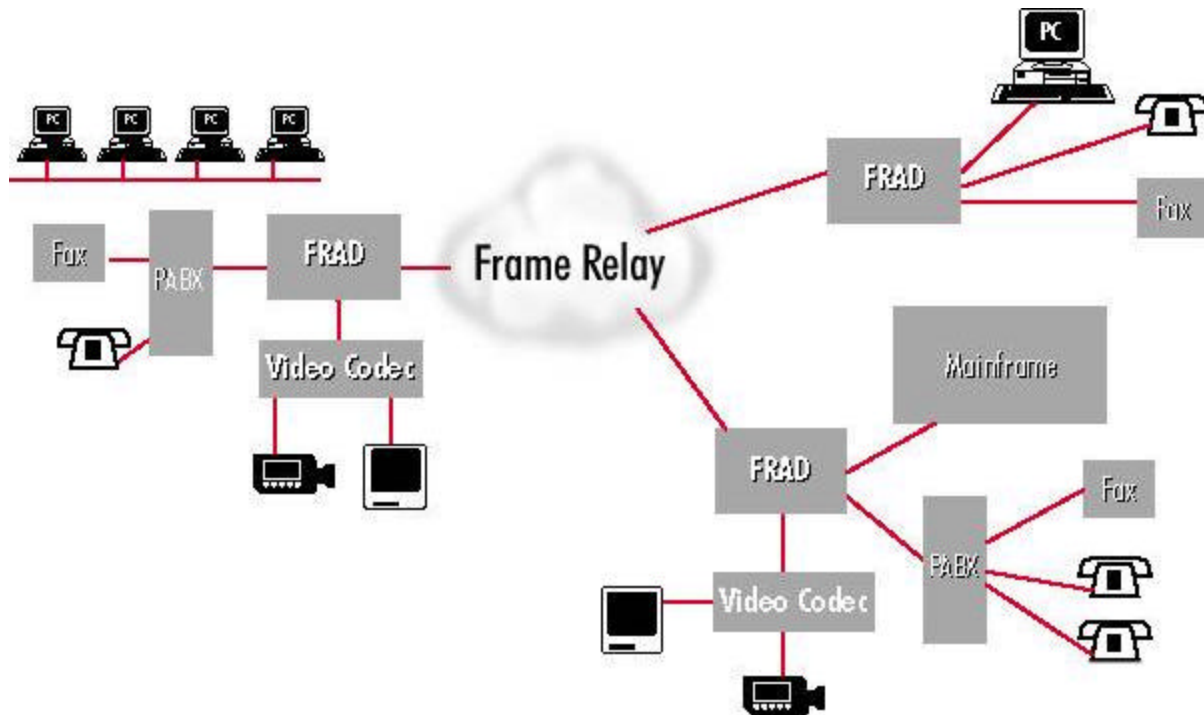


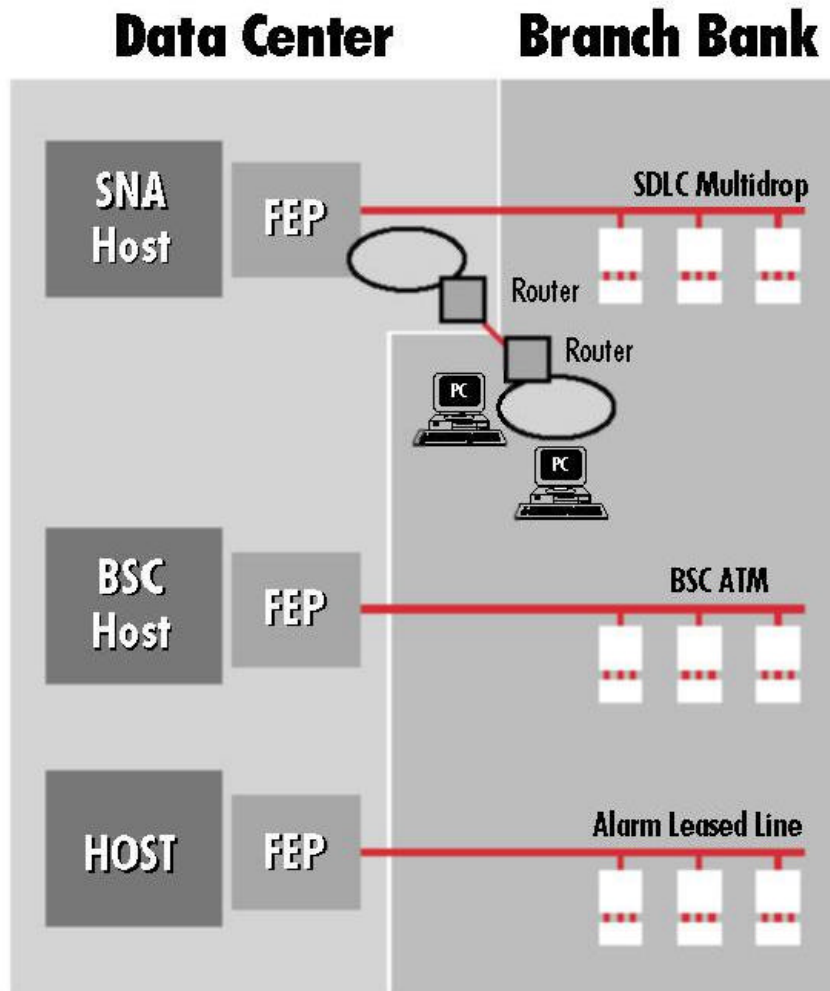
Abbildung 1: Integriertes Netzwerk fuer Sprache, Fax, Video und Daten

### SNA ueber Frame Relay

In den letzten Jahren wird Frame Relay immer haeufiger fuer SNA-Datenverkehr (Systems Network Architecture) benutzt. Die fuer die Banken und andere Finanzinstitute typischen, kritischen SNA-Anwendungen wurden bislang meist ueber Mietleitungen vermittelt.

Nach der Ratifizierung von Standards der Internet Engineering Task Force (IETF) und des Frame Relay Forums wurde die Einbettung (Encapsulation) von mehreren Protokollen, darunter SNA, ueber Frame Relay moeglich. Zusammen ergeben sie eine Standardmethode, mit der SNA- und LAN-Datenverkehr ueber eine einzelne Datenverbindung kombiniert uebertragen werden koennen, und mit der die Zugangsgeraete zum Frame Relay (FRAD) sowie die Router sowohl zeitkritische SNA-Daten als auch stossweise auftretenden LAN-Verkehr gleichzeitig vermitteln koennen.

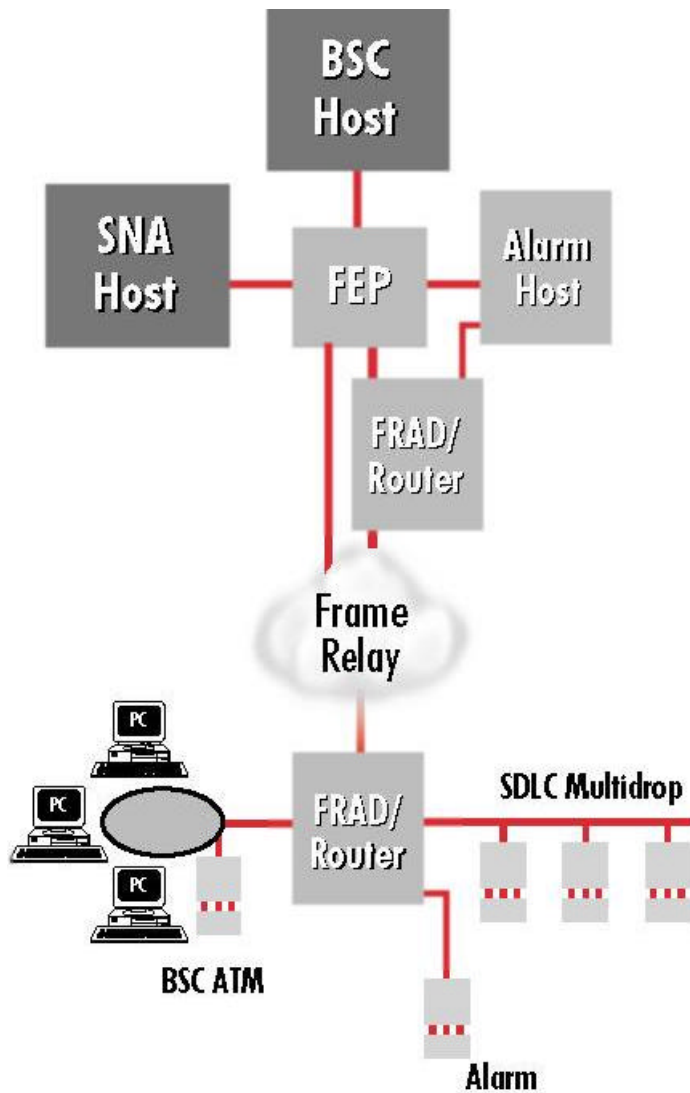
Im herkoemmlichen Mietleitungsnetzwerk einer Bank sind SNA- und BSC-Geraete (Binary Synchronous Communications) in den gleichen Standorten wie LANs untergebracht, was zu parallelen Nebenstellennetzwerken und hohen monatlichen WAN-Kosten fuehrt (siehe Abbildung 2).



**Abbildung 2: Parallele Netzwerke fuer SNA, BSC, Alarme, und LAN**

Die Konsolidierung von Verkehrsarten auf beim Kunden installierten Geraten (Customer Premises Equipment, CPE) fuer Frame Relay beseitigt die parallelen Netzwerke fuer die Seriellen- und LAN-Protokolle in jeder Zweigstelle. Das CPE stellt die Integration dar, die normalerweise in Zweigstellen mit Client/Server-Anwendungen vorgefunden wird.

Die Umsetzung von BSC/SNA wird vom Frame Relay-CPE durchgefuehrt, und die BSC-ATM Standorte werden durch einen SNA-Hostcomputer im Datenzentrum unterstuetzt, wodurch die Gerateinvestitionen der Bank sinnvoll ausgenutzt werden. (Siehe Abbildung 3.)



**Abbildung 3: Konsolidiertes Bankennetzwerk**

Die SNA-Kunden haben die Benutzung der Frame Relay-Netzwerke ausgedehnt, da diese Technologie sich als bewährt, ausgereift und stabil gezeigt hat. Außerdem ist Frame Relay sehr gut geeignet die Anforderungen an die Skalierbarkeit und die Leistungsfähigkeit, die von SNA-Netzwerken und deren Anwendungen gestellt werden zu erfüllen. Die erforderliche Sicherheit wird durch Verschlüsselung im Frame Relay besorgt, womit eine vertrauliche und autorisierte Vermittlung bei allen Frame Relay-Verbindungen mit dieser Schnittstelle zugesichert wird.

Die wesentlichen Vorteile von Frame Relay für SNA-Anwendungen sind die Kostenreduzierung und die Vereinfachung des Netzwerks, ohne dabei die Leistungsfähigkeit, die Praktiken des Netzwerkmanagements oder die Übergangsstrategie einzuschränken. Einige Anwender sehen die monatlichen Telekommunikationskosten um bis zu 30 bis 40 Prozent verringert. Darüber hinaus kann die Auslegung der Vorrechner verringert und das bestehende Geräteinventar sinnvoll genutzt werden.

Frame Relay kann ohne grossere Unterbrechungen in SNA-Netzwerke integriert werden. Anwender koennen zu Frame Relay uebergehen, ohne die Hardware der Vorrechner oder deren Software, die Namensgebung der SNA-Architektur oder die Netzwerktopologie aendern zu muessen.

Frame Relay ermoeoglicht die weitere Benutzung der vertrauten NetView Managementwerkzeuge und Praktiken. Es besteht keine Notwendigkeit, den Netzbetrieb neu zu organisieren oder das Betriebspersonal umzuschulen. Damit koennen Anwender den Uebergang zum herstellernerneutralen Netzwerkmanagement, wie zum Beispiel SNMP, gemaess der eigenen Anforderungen betreiben.

Da Frame Relay mit der offiziellen Ausrichtung von SNA konsistent ist, besteht fuer die Anwender die beruhigende Gewissheit, dass die gewaehlte Uebergangsstrategie das SNA-Netzwerk in ein verteiltes Unternehmensnetzwerk ueberfuehrt. Die Anwender geniessen die verbesserten Ansprechzeiten und Anrufverfuegbarkeiten mit hoeherer Leistungsfahigkeit gegenueber der herkoemmlichen Netzwerke.

## **Internet-Anwendungen ueber Frame Relay**

Frame Relay spielt eine immer wichtigere Rolle in der sich entwickelnden Internet-Infrastruktur, in der die Dienstanbieter (ISP, Internet Service Provider) sich bemuehen, mit dem explosiven Wachstum Schritt zu halten.

Die Dienstanbieter sehen sich der Herausforderung gestellt, eine grosse Anzahl von Anschlussstellen mit Geschwindigkeiten von 14,4 kbps bis hin zu 45 Mbps zu schaffen und dabei das Transportnetzwerk mit immer hoeheren Kapazitaeten zu betreiben.

Frame Relay-Netzwerke stellen einen wirtschaftlichen, skalierbaren und sofort verfuegbaren lokalen Anschluss zwischen dem ISP und dem Kunden dar. Die ISPs koennen die Faehigkeit des Frame Relay nutzen, mit stossweise auftretendem Verkehr fertig zu werden und dem Kunden damit einen einfachen Service zu einem festen Preis anbieten. Sie koennen den Kunden aber auch zusaetzliche Bandbreiten dann anbieten, wenn diese zur Verfuegung stehen. Die Faehigkeit des Frame Relay, die zur Verfuegung stehende, durch die CIR definierte Bandbreite schnell bis hin zur Anschlussgeschwindigkeit zu erhoehen, macht die Aufbesserung von Zugangsgeschwindigkeiten einfach und leicht.

Internet-Netzwerke haben bislang immer Router eingesetzt, um die IP-Pakete an den Zielort zu schicken. Router sind dabei auch als CPE-Geraete eingesetzt worden, mit denen das LAN des Anwenders an das Internet angeschlossen wurde, als Anschlussgeraete an den POP des Internet Anschlussanbieters, um eintreffende Pakete zu empfangen und weiter zu vermitteln, und als Transit-Schaltzentralen innerhalb des Netzwerks.

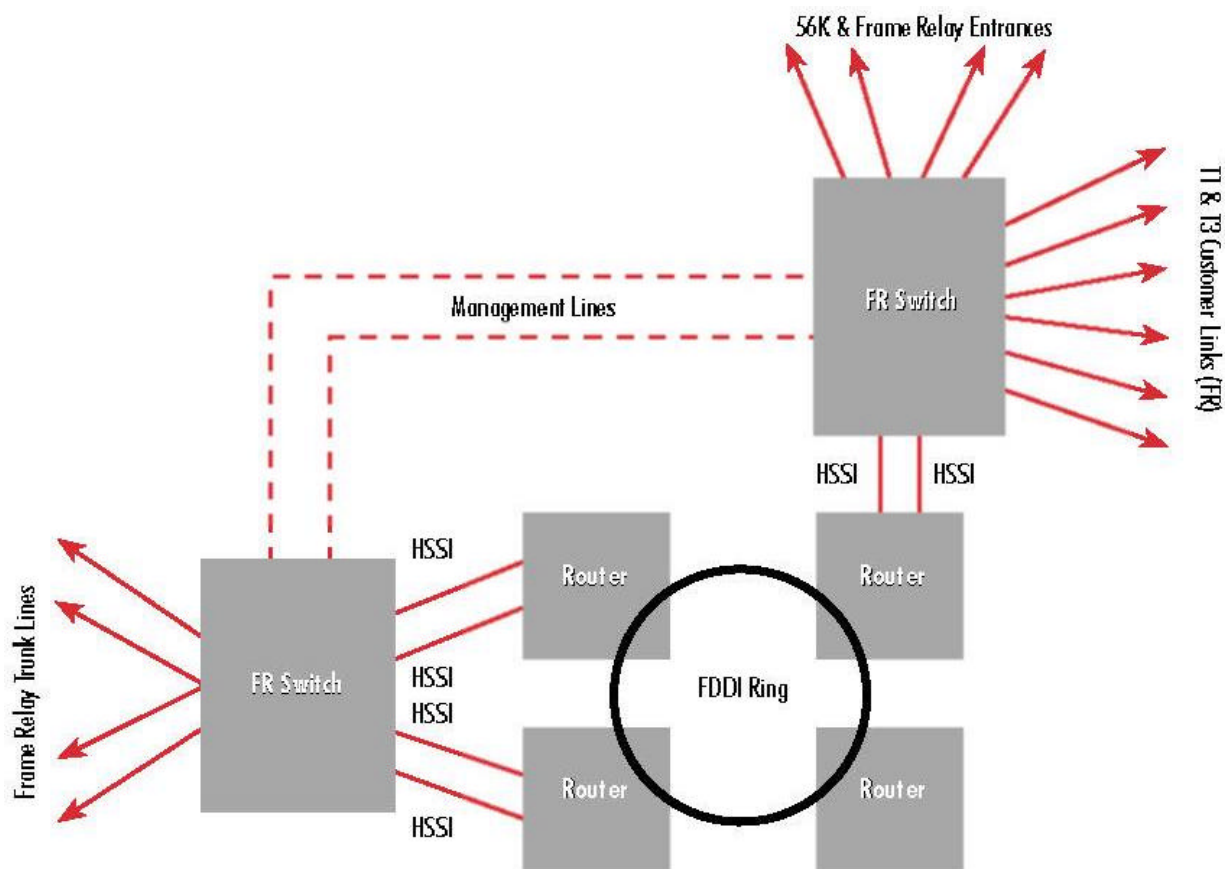
Diese Benutzung funktionierte so lange gut, wie die betreffenden Netzwerke eine bestimmte Groesse nicht ueberschritten. Mit dem steten Wachstum der ISP-Netzwerke wurde es jedoch klar, dass eine schnellere Technologie auf Layer 2, zum Beispiel Frame Relay, benoetigt wurde, um die Transit-Schaltzentralen besser umzusetzen.

Wenn ein Router als Transit-Schaltzentrale benutzt wird, dann muss fuer jedes Paket die gesamte IP-Adresse gelesen und umgesetzt werden. Das Paket kann nicht weitergeleitet werden, bis es

nicht vollständig vom Router empfangen wurde. Beide Vorgänge führen zu Verzögerungen.

Frame Relay kann auf extrem große Netzwerke angewandt werden, ohne dass dabei eine zusätzliche Verarbeitungsstufe für das gesamte IP-Paket notwendig wird. Frame Relay Schaltzentralen arbeiten auf Ebene 2 und verursachen eine nur minimale Verzögerung, wodurch ein örtliches Frame Relay-Netzwerk ideal für den ISP-Zugang geeignet ist.

Frame Relay bietet aber auch Vorteile, wenn es als die grundlegende Netzwerkinfrastruktur benutzt wird. Mehrere ISPs haben bereits Frame Relay-Schaltzentralen in ihre Infrastruktur eingebaut. Router spielen eine immer noch bedeutende Rolle als Anschluss-Schaltzentralen und als CPE-Geräte, aber ein Paket, das heute in das Transportnetzwerk eines ISP eintritt, trifft Router nur noch beim Eintritt und Austritt an. Im Netzwerk selbst werden Frame Relay-Schaltzentralen benutzt, wie in Abbildung 4 gezeigt.



**Abbildung 4: Typischer ISP-Knotenpunkt**

Eine weitere neue Internetanwendung für Frame Relay ist das virtuelle private Netzwerk (VPN), mit dem gesicherte Netzwerkdaten über das Internet geführt werden und dann durch eine Firewall in das firmeninterne Netzwerk gelangen. Frame Relay unterstützt VPNs wirksam und sicher, ohne jedoch durch die Nutzung von Mietleitungen entstehenden hohen Kosten zu verursachen. PVC-Verbindungen auf der Basis von Frame Relay zwischen den Standorten einer Firma verhindern es das Unbefugte an die Daten innerhalb des VPNs gelangen können. Die Sicherung des Zugangs kann dann auf einige Telefonzugangspunkte oder



oeffentliche IP-Netzwerkverbindungen konzentriert werden.

Das Frame Relay Forum arbeitet zur Zeit an einem Implementation Agreement für einen Verschlüsselungsstandard zur erhöhten Sicherheit in Frame Relay Netzen. Die Interoperabilität von Frame Relay mit ISDN und ATM ist ein weiterer Grund für den Erfolg des Frame Relay mit VPNs. Diese Interoperabilität sichert bei Bedarf eine Skalierung bis hin zur globalen Abdeckung zu.

## **LAN/LAN-Verbindungen**

Frame Relay wurde bereits früh als eine Lösung für die Verbindungen zwischen LANs erkannt. LAN-Anwender benötigen stossweise hohe Bandbreiten, die von Zeiten ohne Datenverkehr unterbrochen werden. Stossweise auftretender Verkehr ist gut für eine statistische Bandbreitennutzung geeignet, eine Charakteristik der Frame Relay-Technologie.

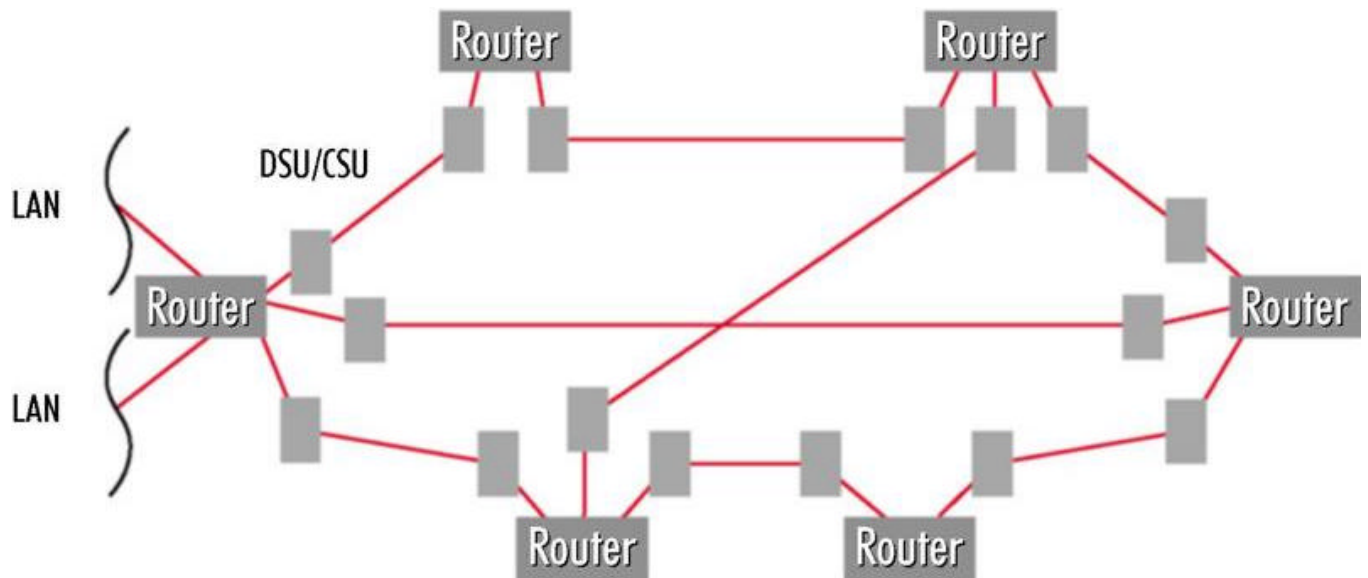
Die wachsende Zahl der LANs im allgemeinen und der IP-LANs im besonderen machte es dringend erforderlich, die LANs über das WAN zu verbinden. Dies war ein weiterer Faktor für das Anwachsen der öffentlichen Frame Relay-Dienste.

Einige Anwender haben versucht, eine Lösung für das Internetwork-Problem dadurch zu finden, dass sie LAN-Bridges oder Router über Mietleitungen verknüpfen. Dies funktioniert für einfache Netzwerke recht gut, für komplexe Situationen bringt dies jedoch einige Nachteile mit sich: höhere Übertragungskosten, geringere Zuverlässigkeit, eingeschränktes Netzwerkmanagement und -diagnostik, sowie versteckte Ineffizienz.

Es wurde bald offensichtlich, dass die bessere Vorgehensweise zur Verbindung von LANs darin bestand, Bridges und Router mit einem zuverlässigen, verwalteten WAN-Transportnetzwerk zu verbinden, das die bestehenden Einrichtungen maximal ausnutzte und das die hohe Leistung bot, die die Anwender verlangten.

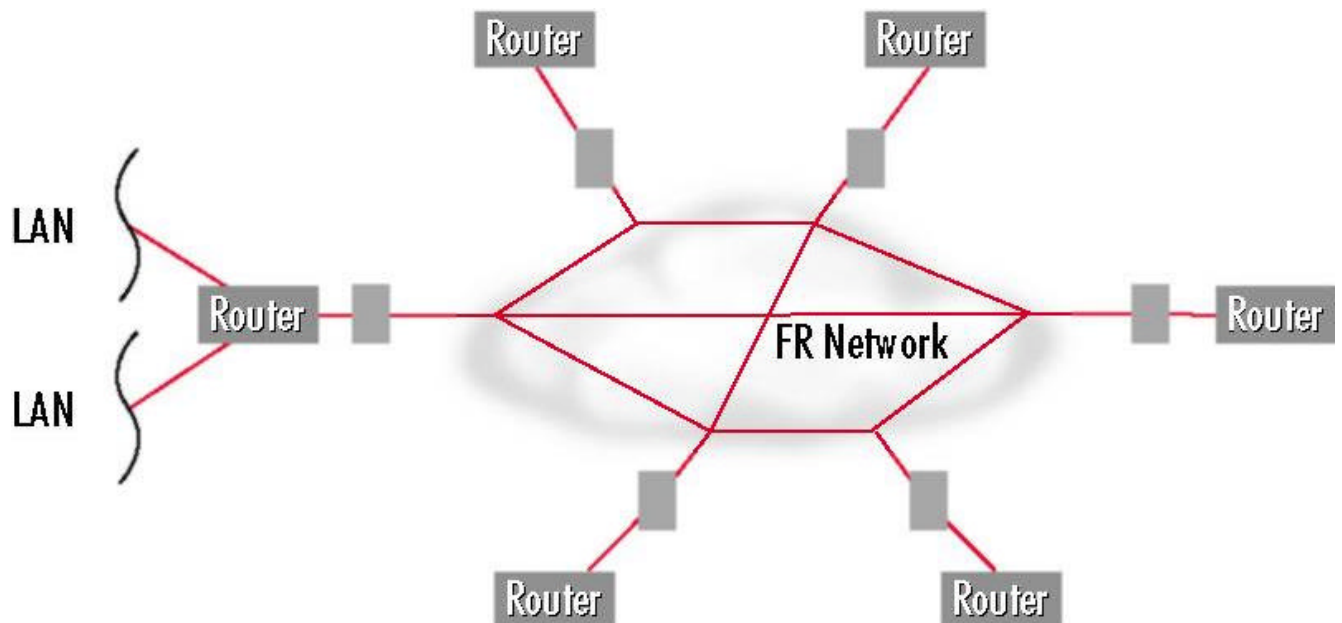
Frame Relay-Technologie bietet für das WAN eindeutige Vorteile. Zum einen ist dieses Protokoll wirksamer als IP, da es zur Verwaltung nur 5 Bytes anstatt 20 benutzt. Darüber hinaus kann mit Frame Relay einfach eine automatische Vermittlung aufgebaut werden. IP-Schaltzentralen im WAN waren dagegen nicht weitverbreitet, und IP-Routing führte zu unnötigen Verzögerungen und verbrauchte mehr Netzwerkbandbreite.

Die Umsetzung eines vernetzten Netzwerks kann in einer herkömmlichen LAN-Lösung oder in einer Client/Server-Verbindung im WAN sehr kostspielig sein. Da die Preise für Mietleitungen entfernungsabhängig sind, erhöhen sich die Kosten für das Netzwerk, wenn dieses geografisch verstreut ist. Änderungen im Netzwerk erfordern dann normalerweise eine Umkonfigurierung der Geräte, zusätzlich zu den erforderlichen Softwareänderungen. Dadurch wird der Zeitraum für die Umsetzung der Änderungen erhöht. (Siehe Abbildung 5.)



**Abbildung 5: Traditionelle Lösung fuer LAN oder Client/Server Netzwerke**

Indem Frame Relay fuer die LAN- oder Client/Server-Anwendungen benutzt wird, koennen zusaetzliche virtuelle Verbindungen (VC, virtual connection) zu minimalen Kosten eingefuehrt werden. Virtuelle Verbindungen werden durch die Software konfiguriert und Aenderungen koennen relativ schnell durchgefuehrt werden. Damit wird Frame Relay ideal fuer vernetzte Konfigurationen. (Siehe Abbildung 6.)



**Abbildung 6: Frame Relay-Lösung fuer LAN oder Client/Server Netzwerke**

Der herausragende Vorteil des Frame Relay besteht darin, dass es im Vergleich zu anderen Technologien die Kosten senkt. Aufgrund des statistischen Multiplexverfahrens kann Frame Relay verschiedenen Anwendern an einem Standort den Zugang zu einer einzigen Leitung und

einem Anschluss gestatten, wodurch die Bandbreite effektiv genutzt wird. Da nur eine einzige Leitung und nur ein Anschluss fuer jeden Anwenderstandort notwendig sind, koennen Anwender oft erhebliche Einsparungen fuer die Kosten ihrer Uebertragungseinrichtungen erzielen. Darueber hinaus koennen auch die Anzahl der Routerkarten und der erforderlichen DSU/CSU-Geraete reduziert werden, was im Vergleich zu punktfoermigen Verbindungstechnologien die Anfangskosten und die Kosten fuer den Unterhalt herabsetzt.

## **Relevante Dokumente**

- IBM Frame Relay Guide (IBM GG24-4463-00)x
- Systems Network Architecture - Format and Protocol Reference Manual: Architectural Logic (IBM SC30-3112-2)
- System Network Architecture - Advanced Peer to Peer Networking: Architecture Reference (IBM SC30-3422-03)

## **Relevante Standards**

- FRF.1.1 Umsetzungsvereinbarung fuer die Anwender/Netzwerk-Schnittstelle (UNI, User-to-Network Interface IA)
- FRF.2.1 Umsetzungsvereinbarung fuer die Netzwerk/Netzwerk-Schnittstelle (NNI, Network-to-Network Interface IA)
- FRF.3.1 Umsetzungsvereinbarung fuer die Multiprotokoll-Einbettung (Encapsulation) (Multiprotocol Encapsulation IA)
- FRF.4 Umsetzungsvereinbarung fuer Anwender/Netzwerk SVC (User-to-Network SVC IA)
- FRF.5 Umsetzungsvereinbarung fuer das Frame Relay/ATM Network Interworking fuer PVC (FR/ATM PVC Network Interworking IA)
- FRF.6 Umsetzungsvereinbarung fuer das Management der Frame Relay Kundennetze (Frame Relay Customer Network Management IA)
- FRF.7 Umsetzungsvereinbarung fuer Frame Relay Multicast-Dienste ueber PVC-Verbindungen und Protokollbeschreibung (Frame Relay PVC Multicast Service and Protocol Description Implementation Agreement)
- FRF.8 Umsetzungsvereinbarung fuer das Frame Relay/ATM Service Interworking fuer PVC (FR/ATM PVC Service Interworking IA)
- FRF.9 Umsetzungsvereinbarung fuer die Datenkompression ueber Frame Relay (Data Compression Over Frame Relay IA)
- FRF.10 Umsetzungsvereinbarung fuer Frame Relay Netzwerk-Verbindungen fuer SVC (Frame Relay Network-to-Network SVC IA)

- FRF.11 Umsetzungsvereinbarung fuer die Sprachvermittlung ueber Frame Relay (Voice Over Frame Relay IA)
- FRF.12 Umsetzungsvereinbarung fuer die Frame Relay Fragmentierung (Frame Relay Fragmentation IA)