

Frame Relay- Netze

**Der Standardleitfaden
für Frame Relay-Netze
herausgegeben vom
Frame Relay Forum**

Frame Relay Forum
www.frforum.com

Frame Relay-Netze

**Der Standardleitfaden für Frame Relay-Netze
herausgegeben vom Frame Relay Forum**

Frame Relay Forum
www.frforum.com

Hinweis

Beiträge:

Todd Bahner, ADC Kentrox

Skip Carlson, Cabletron Systems

Anne Exter, Bell Atlantic

Mark Kaplan, Newbridge Networks

Chris Nicoll, Current Analysis, Inc.

Cheryl Vandegriff Hyon, Sync Research

Weitere beteiligte Unternehmen:

MCI, Visual Networks, Netrix

Herausgeber

Jan Thibodeau

JT Communications LLC

Gestaltung

Alan Greco Design

Copyright ©1998 Frame Relay Forum

Frame Relay Forum

39355 California Street Suite 307

Fremont, California 94538

Es ist untersagt, dieses Dokument ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung durch das Frame Relay Forum in irgendeiner Form (Fotokopien, Aufzeichnungen jeglicher Art) elektronisch oder mechanisch ganz oder auszugsweise zu reproduzieren oder unter Verwendung elektronischer Systeme zu verarbeiten, zu vervielfältigen oder zu verbreiten.

INHALTSVERZEICHNIS

Einführungiii

Kapitel 1

Grundausrüstung.....7

Kapitel 2

Die Arbeitsweise von Frame Relay.....17

Kapitel 3

Frame Relay-Signalisierungsmechanismen.....26

Kapitel 4

Frame Relay-Standards und Kompatibilität40

Kapitel 5

Die Einsatzbereiche von Frame Relay.....46

Kapitel 6

Planung Ihres Frame Relay-Netzes70

Frame Relay-Glossar.....75

Anhang.....85

EINFÜHRUNG

Richtige Nutzung dieses Leitfadens

Verständnis für eine neue Technologie zu gewinnen, ist mit einer Trekking-Tour durch unbekanntes Gelände vergleichbar: Es ist auf alle Fälle gut, einen erfahrenen Führer dabei zu haben. Da wir leider nicht die Möglichkeit haben, Sie persönlich auf Ihrem Weg zu begleiten, haben wir uns für die zweitbeste Lösung entschieden: Wir stellen Ihnen einen zuverlässigen Begleiter anhand des vorliegenden Leitfadens an die Seite, der Ihnen helfen soll, die Strecke zu meistern. Dabei setzen wir allerdings voraus, daß Sie kein völlig ungeübter Zeitgenosse sind. In unserem Kontext bedeutet dies, daß Sie ein gewisses Basiswissen im Bereich der Datenkommunikation und zu den grundlegenden Begriffen der Vernetzung sowie zu Datenkommunikationsgeräten und ihrer Funktionsweise mitbringen sollten.

Dabei haben wir versucht, alle Informationen in eine leicht verständliche Form zu bringen. Legen Sie zunächst am *Basis-Camp* jedes Kapitels einen kurzen Stop ein. Dort erfahren Sie, welche Informationen Sie im folgenden Kapitel erwarten und wie diese aufgebaut sind. Normalerweise werden im Rahmen des *Hauptwegs* grundlegende Informationen zum Kapitelthema bereitgestellt. Auf der *Profistrecke* dagegen wird der Inhalt bereits etwas anspruchsvoller: Die Thematik wird vertieft und es werden verstärkt technische Begriffe verwendet.

Im Basis-Camp werden zusätzlich die wichtigsten *Aussichtspunkte* des jeweiligen Kapitels vorgestellt, also alles, was „sehenswert“ ist, wie Tabellen, Diagramme, Bilder. Wenn Sie nur wenig Zeit, ca. 20 Minuten, zur Verfügung haben, nutzen Sie die *Abkürzung*.

Wir sind der Überzeugung, daß die meisten Netzwerkplaner vor allem dann von diesem Leitfaden profitieren werden, wenn sie ihn schrittweise und vollständig durcharbeiten. Wir wissen aber auch, daß man bei dem üblichen Termindruck im modernen Netzwerkbusiness möglicherweise gezwungen ist, das Buch zunächst einmal nach den wichtigsten Aspekten zu durchkämmen und einen ruhigeren Moment abzuwarten, um sich den Details zu widmen. Die *Abkürzungen* beinhalten zusammenfassend die wichtigsten Aspekte, die dem Leser über Frame Relay-Netze geläufig werden sollten. So kann man durch kurzes Überfliegen feststellen, welche Abschnitte für die eigenen Planungsanforderungen besondere Relevanz besitzen. Der Inhalt stellt sich wie folgt dar:

Im ersten Kapitel erhalten Sie Ihre Grundausrüstung: Hintergrundwissen zu den Entwicklungsmotiven der Frame Relay-Technik und ihren Vorteilen.

[Bilder:]

<i>Basic Trail</i>	<i>Hauptweg</i>
<i>Advanced Trail</i>	<i>Profistrecke</i>
<i>Base Camp</i>	<i>Basis-Camp</i>

In der *Profistrecke* wird erläutert, weshalb traditionelle Leitungvermittlung und X.25-Vermittlung für den modernen Einsatzbereich alles andere als ideal sind und inwieweit sie den Anforderungen einiger innovativer Anwendungen in Hochgeschwindigkeitsnetzen gerecht werden können.

Kapitel 2 beschreibt die einfache Art und Weise, mit der die Datenvermittlung basierend auf der Adresse am Anfang eines Frame in Frame Relay realisiert wird.

Kapitel 3 erläutert die unterschiedlichen Mechanismen, die in Frame Relay-Netzen zur Kommunikation mit den Benutzerendgeräten genutzt werden, um Netzüberlastungen zu verhindern und ein Recovery nach Überlastsituationen sowie die Statusübermittlung unterschiedlicher Verbindungen sicherzustellen.

Kapitel 4 behandelt Standard- und Kompatibilitätsfragen zu Frame Relay und die Arbeit des Frame Relay-Forums.

Kapitel 5 untersucht verschiedene allgemeine Applikationen, die in Frame Relay-Netzen zum Einsatz kommen.

Kapitel 6 vertieft alle Einzelschritte und möglichen Fragen, die zur Planung eines Frame Relay-Netzes relevant sind.

Am Ende des Buches finden Sie als Ergänzung ein umfassendes Glossar zum Thema Frame Relay.

Füllen Sie also Ihre Trinkflasche auf, schnüren Sie die Bergstiefel, und machen Sie sich mit uns auf den Weg.

<i>View Points</i>	<i>Aussichtspunkte</i>
<i>Shortcut</i>	<i>Abkürzung</i>

KAPITEL 1

GRUNDAUSRÜSTUNG

Basis-Camp

In diesem Kapitel wollen wir Sie mit den Grundlagen der Frame Relay-Technik vertraut machen und ihre allgemeine Funktionsweise vorstellen. Sie erhalten von uns mit anderen Worten die Grundausrüstung, die Sie für die Fortsetzung Ihrer Expedition benötigen.

Hauptweg: Der Hauptweg definiert Frame Relay zunächst als Technologie. Anschließend wollen wir jene Trends im modernen Netzgeschäft näher erkunden, die zu einer Marktnachfrage nach Frame Relay-Technik führten. Zum Abschluß wollen wir die Vorteile ansprechen, die Frame Relay auch Ihrem Netz bieten kann.

Profistrecke: Wenn Sie die Profistrecke wählen, erhalten Sie einen Vergleich zwischen den Eigenschaften von Frame Relay und anderen Netzvermittlungstechnologien, wie insbesondere Zeitmultiplexing (TDM), Leitungsvermittlung und X.25-Paketvermittlung (eine ausführliche Gegenüberstellung zwischen den Frame Relay- und den X.25-Verarbeitungsmethoden ist Kapitel 2 zu entnehmen).

Aussichtspunkte:

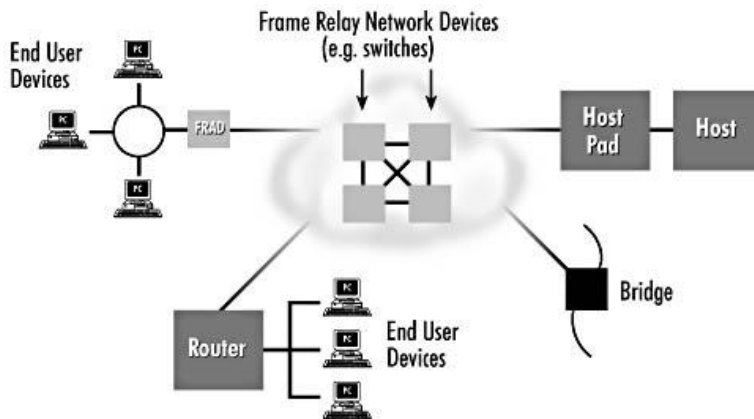


Bild 1: Frame Relay-Netz

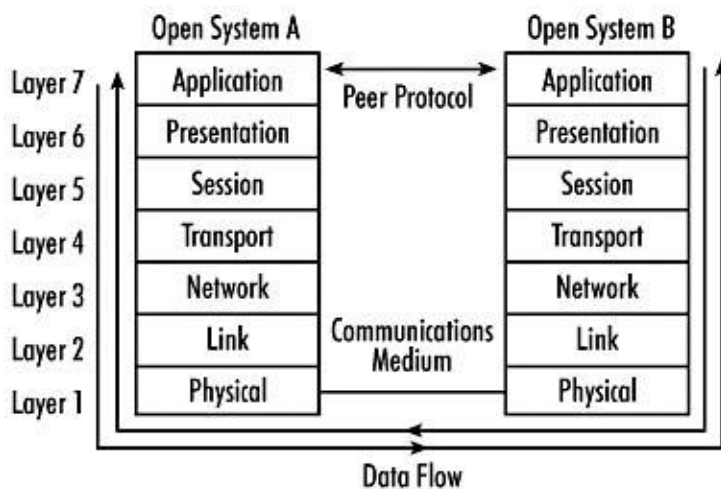


Bild 2: Open Systems Interconnection (OSI)-Modell

Tabelle 1: Gegenüberstellung von TDM, Leitungsvermittlung, X.25 und Frame Relay

Abkürzung: Wenn Sie nur ein paar Minuten Zeit haben, nehmen Sie einfach die Abkürzung. Hier erhalten Sie eine kurze Übersicht über die Entwicklung und Vorteile der Frame Relay-Technik.

Hauptweg Was ist Frame Relay?

Bei Frame Relay handelt es sich um eine Hochgeschwindigkeits-Übertragungstechnologie, die weltweit in Hunderten von Netzen zur Verbindung von LAN, SNA, Internet und sogar Sprachanwendungen genutzt wird. Einfach ausgedrückt, werden mit Frame Relay Informationen in Form von Frames oder Paketen in Weitverkehrsnetzen (WAN) übermittelt. Jeder Frame besitzt eine Adresse, anhand derer ein Netz das Ziel des Frame leicht identifizieren kann. Die Frames bewegen sich über eine Reihe von Switches innerhalb des Frame Relay-Netzes bis zu ihrem Ziel. Frame Relay nutzt eine einfache Variante der Paketvermittlung, die besonders für leistungsstarke PCs, Workstations und Server geeignet ist, die mit intelligenten Protokollen, wie SNA und TCP/IP arbeiten. Dabei ermöglicht Frame Relay hohe Durchsatzraten und hervorragende Zuverlässigkeit – Faktoren, die für eine breite Palette von modernen Geschäftsanwendungen die optimale Voraussetzung bilden.

Kurze Übersicht über Frame Relay-Netze

Frame Relay-Netze werden aus Endpunkten (z.B. PCs, Server, Hostrechner), Frame Relay-Zugangseinrichtungen (z.B. Bridges, Routers, Hosts, Frame Relay-Zugangsgeräte) sowie Netzeinrichtungen (z.B. Switches, Netz-Router, T1/E1-Multiplexer) gebildet.

Beim Zugang zu einem Netz über eine Standard-Frame-Relay-Schnittstelle übernehmen die Frame Relay-Zugangseinrichtungen die Zustellung von Frames an das Netz im vorgeschriebenen Format. Die Aufgabe der Netzeinrichtung besteht darin, den Frame durch das Netz zum richtigen Benutzerendgerät am Ziel zu schalten (Switching) oder zu routen (siehe Bild 1).

Frame Relay-Netze werden häufig als „Network Cloud“ dargestellt, da es sich nicht um einfache physikalische Verbindungen zwischen zwei Endpunkten handelt, sondern vielmehr ein logischer Pfad innerhalb des Netzes definiert wird. Dieser logische Pfad wird als virtuelle Verbindung bezeichnet. Solange Daten übertragen werden sollen, wird die benötigte Bandbreite zugewiesen. Anschließend erfolgt die Zuweisung der Bandbreiten innerhalb des Netzes auf Paketbasis. Der logische Pfad wird als virtuelle Verbindung bezeichnet.

Im nächsten Kapitel werden wir uns eingehender mit virtuellen Verbindungen, d.h. sowohl dauernd bereitgestellten Verbindungen (Permanent Virtual Circuits PVC) als auch Wählverbindungen (Switched Virtual Circuits SVC) beschäftigen. Zudem wird erläutert, auf welche Weise ein „Relay“ der Frames oder Pakete im Netz erfolgt. Bevor es jedoch gleich zu technisch wird, wollen wir zunächst unser Augenmerk darauf richten, wie und warum es überhaupt zur Entwicklung von Frame Relay kam.

Die Entwicklung von Frame Relay

Am Anfang ihrer Karriere wurde Frame Relay von den Anwendern begeistert begrüßt. Die Entwicklung dieser innovativen Technologie basierte auf einer deutlichen Nachfrage des Marktes: dem Bedarf an einer Hochgeschwindigkeits- und Hochleistungsübertragungstechnik. Zudem förderte Frame Relay die kosteneffektive Nutzung von geographisch weit gestreuten digitalen Einrichtungen sowie die kostengünstige höchste Verarbeitungsleistung der Benutzerendgeräte. Entwickelt von und für Datenkommunikationsnutzer bot Frame Relay schlicht und einfach die richtige Technologie zum richtigen Zeitpunkt. Lassen Sie uns die Netzendenzen, die zur Entwicklung der Frame Relay-Technologie führten, etwas genauer unter die Lupe nehmen.

Gegen Ende der achtziger Jahre erwuchs aus der Kombination unterschiedlicher Tendenzen eine steigende Nachfrage nach höheren Datenübertragungsgeschwindigkeiten in Weitverkehrsnetzen, aus u.a. folgenden Hauptgründen:

- Trend von Text- zu Grafikanwendungen

- Zunahme von „diskontinuierlichen“ Verkehrsanwendungen („Bursty Traffic“)

- Intelligentere Endgeräte (PCs, Workstations, X-Windows-Terminals) mit höherer Rechnerleistung

- Verbreitung von LANs und Client/Server-Anwendungen

- Weit gestreute digitale Netze

[Bildlegende]

End User Devices	Endgeräte
Frame Relay Network Devices (e.g. switches)	Frame Relay-Netzeinrichtungen (z.B. Switches)
Router	Router
Bridge	Bridge
Host Pad	Host-Pad
Host	Host
FRAD	FRAD

Bild 1: Frame Relay-Netz

Höhere Geschwindigkeiten

Heutzutage ist für uns die rasante Abfrage und Speicherung von Bildern aus interaktiven Anwendungen so selbstverständlich geworden, wie in den siebziger und achtziger Jahren die Übertragung von Bildschirmladungen voller Text. Die Pioniere der Grafikanwendungen, die schnellen Informationstransfer über ihre LANs gewohnt waren, erwarteten zunächst ähnliche Antwortzeiten bei der Übertragung über Weitverkehrsnetze. Da die Anforderungen an die Spitzenbandbreite bei Grafiken jedoch die von Texttransfer bei weitem übersteigen, mußten deutlich höhere Bandbreiten und Durchsatzraten geschaffen werden, wenn die Erwartungen an adäquate Antwortzeiten erfüllt werden sollten.

Dynamische Bandbreiten

Die LAN-Nutzer beanspruchten diskontinuierlich hohe Bandbreiten, gefolgt von Zeiten ohne jegliche Nachfrage. Dieser sogenannte diskontinuierliche oder auch als "bursty" bezeichnete Verkehr ist optimal für die statistische Teilung von Bandbreiten geeignet: ein Hauptmerkmal der Frame Relay-Technologie.

Intelligenter Endgeräte

Mit den Änderungen der Netzanforderungen ging zugleich auch ein Wandel in der allgemeinen Rechenleistung einher. Sinkende Kosten der Prozessorleistung führten zu einer zunehmenden Verbreitung von intelligenten PCs sowie leistungsstarken Workstations und Servern, die über LANs miteinander verbunden waren. Diese neuartigen Endbenutzergeräte eröffneten die Möglichkeit der Protokollverarbeitung, wie Fehlererkennung und -behebung. Auf diese Weise wurde der Weg frei für eine Entlastung der Weitverkehrsnetze von der Protokollverarbeitung auf der Anwendungsschicht –was dem Einsatz von Frame Relay perfekt entgegen kam.

Die Endgeräte konnten an Intelligenz hinsichtlich der Fehlererkennung und der erneuten Übertragung von Paketen deutlich zulegen, während zugleich digitale Einrichtungen eine spürbare Reduzierung der Fehlerraten innerhalb der Netze erzielten.

Zusätzlich förderten höherschichtige Protokolle entsprechend dem Branchenstandard, wie TCP/IP, die Intelligenz der Endgeräte. Ohne den für Fehlererkennung und -behebung gewohnten Overhead ermöglicht Frame Relay wesentlich höhere Durchsatzraten als andere Übertragungssysteme, wie beispielsweise X.25.

Höhere Performance

Der zunehmende Einsatz von LANs im allgemeinen und der Internet Protocol (IP)-LANs im besonderen schürten den Bedarf an einer stärkeren Vernetzung (Internetworking) der LANs innerhalb der Weitverkehrsnetze: ein weiterer entscheidender Faktor zugunsten der öffentlichen Frame Relay-Dienste.

Einige Anwender versuchten die Herausforderungen der Vernetzung durch ein einfaches Verknüpfen von LAN-Bridges oder Routern über dedizierte Standleitungen zu bewältigen. Diese Methode verzeichnete in einfachen Netzen Erfolge, mit zunehmender Komplexität wurden jedoch die Nachteile deutlich: höhere Übertragungskosten, geringere Zuverlässigkeit, beschränkte Netzmanagement- und Diagnosefunktionalität sowie verborgene Ineffizienz.

Wie sich bald herausstellte, bestand die bessere Methode der LAN-Vernetzung darin, Bridges und Router in einem zuverlässigen, gut verwalt- und steuerbaren WAN-Backbone zu verbinden, der eine optimale Nutzung der Einrichtungen und die von den Anwendern geforderte höchste Performance sicherstellte. Die Frame Relay-Technologie bot eine breite Palette an Vorteilen zum Einsatz in Weitverkehrsnetzen. Dabei wird ein effizienteres WAN-Protokoll im Vergleich zu IP genutzt, wobei nur fünf Overhead-Bytes gegenüber 20 bei IP benötigt werden. Daneben bietet Frame Relay ein besonders einfaches Switching-Verfahren. IP-Switching war innerhalb von WAN nicht sehr weit verbreitet; IP-Routing dagegen führte zu unnötigen Verzögerungszeiten und benötigte selbst zusätzliche Bandbreite innerhalb des Netzes.

Weit gestreute digitale Einrichtungen

Mit dem Übergang der öffentlichen Telekommunikationsinfrastrukturen von analogen zu digitalen Einrichtungen, die höchste Qualität boten, stieg zugleich die verfügbare Bandbreite, während die Fehlerraten zurückgingen. Die Fehlerkorrekturfunktionen von X.25 und SNA, die zur Behebung typischer Fehler in analogen Verbindungen konzipiert waren, verloren in den digitalen Weitverkehrsnetzen ihre Bedeutung.

Die Anfänge

Während die Verantwortlichen in der Telekommunikationsbranche sich mit der Frage befaßten, auf welche Weise die steigenden Benutzeranforderungen und die zunehmende Komplexität der Netze bewältigt werden könnten, wurde Frame Relay als Teil der ISDN-Spezifikation in den Bell Labs entwickelt. Innerhalb kurzer Zeit gelang es Frame Relay, seine Position als eigenständiger Netzdienst zu behaupten. 1990 schlossen vier Unternehmen ihre Bestrebungen hinsichtlich einer Verfeinerung der Frame Relay-Spezifikation zusammen. "Die Vierer-Bande", wie sie genannt wurde, bildete das spätere Frame Relay-Forum, das schließlich 1991 ins Leben gerufen wurde. Seitdem hat das Frame Relay-Forum über 300 Mitglieder gewonnen. Dies beweist die weit verbreitete Akzeptanz von Frame Relay als erste Wahl für den Einsatz in Hochgeschwindigkeitsnetzen.

Eine ausführliche Beschreibung der Arbeit des Frame Relay-Forums finden Sie in Kapitel 4. Zunächst wollen wir nun die Vorteile der Frame Relay-Technologie einer genaueren Betrachtung unterziehen.

Ökonomisches Frame Relay

Der Erfolg einer neuen Technologie wird häufig von den ökonomischen Gründen bei ihrer Implementierung bestimmt. Seit den Anfängen haben sich in der Frame Relay-Praxis eine Reihe von Vorteilen gegenüber den übrigen Technologien herauskristallisiert:

1. niedrigerer Gesamtaufwand
2. etablierte und weit akzeptierte Standards, die eine offene Architektur und eine Plug-and-Play-Dienstimplementierung unterstützen
3. niedriger Overhead bei gleichzeitig hoher Zuverlässigkeit
4. Netzskalierbarkeit, Flexibilität und Katastrophen-Recovery
5. Kompatibilität zu anderen neuen Diensten und Applikationen, wie z.B. ATM.

Nutzungskosten

Frame Relay ermöglicht seinen Benutzern einen niedrigeren Gesamtaufwand als vergleichbare konkurrierende Technologien.

Die Gründe sind:

Frame Relay unterstützt verschiedene Benutzeranwendungen, wie TCP/IP, NetBIOS, SNA und Sprachdienste, wobei der Einsatz mehrfacher Mietleitungen durch die Unterstützung unterschiedlicher Anwendungen von einem einzigen Standort aus ersetzt wird.

Frame Relay ermöglicht mehreren Nutzern an einem Standort den Zugriff auf einen einzigen Verbindungs- und Frame Relay-Port; zugleich werden die Bandbreiten dank seiner statistischen Multiplexing-Funktion mit höchster Effizienz genutzt.

Da für jeden Standort nur ein einziger Zugang und ein Port benötigt werden, können insbesondere bei den wiederkehrenden Kosten aus den Übertragungseinrichtungen vielfach erhebliche Einsparungen erzielt werden.

Die Kunden erreichen eine deutliche Reduzierung des Hardwareaufwands, wie z.B. die Anzahl der Router-Karten und benötigten DSU/CSUs; dabei werden Anschaffungskosten und laufende Wartungskosten im Vergleich zu Punkt-zu-Punkt-Technologien gesenkt.

Standards

Etablierte und weithin akzeptierte Standards bilden die Grundlage für die Gerätekompatibilität und effiziente Ausschöpfung des investierten Kapitals. Mit Frame Relay können die Anwender unbesorgt sein: Frame Relay-Standards sind sowohl in den USA als auch in der übrigen Welt fest verankert. Damit wird sichergestellt, daß die heutigen Einrichtungen und Dienste langfristig im Einsatz bleiben werden. Die konsequente Weiterentwicklung der Standards wird neue Anwendungen unterstützen und die Anforderungen der dynamischen Märkte optimal abdecken.

Geringer Overhead bei höchster Zuverlässigkeit

Durch die Nutzung von lediglich zwei bis fünf Overhead-Bytes ermöglicht Frame Relay eine besondere Effizienz für jeden Frame. Damit wird ein größerer Teil der Frame Relay-Bandbreite zur Übertragung von Benutzerdaten und nur ein geringer Anteil für den Overhead benötigt. Die Bandbreitennutzung von Frame Relay entspricht somit nahezu der Effizienz von Standleitungen und hebt sich auch in diesem Bereich deutlich von zahlreichen anderen Technologien ab, wie z.B. X.25- oder IP-Switching. Beim Einsatz in großen Netzen mit mehreren Standorten zeigt sich eine exponentielle Optimierung der positiven Auswirkungen:

- Vereinfachtes Switching bedeutet geringere Verzögerungen
- Statistisches Multiplexing resultiert in einer effizienteren Bandbreitennutzung
- Niedriger Overhead bedeutet eine exklusive Nutzung der Bandbreite für die Benutzerdaten statt für den Informationstransport.

Netzskalierbarkeit, Flexibilität und Katastrophen-Recovery

Frame Relay-Netze stellen sich dem Endbenutzer als absolut problemlos dar:

Der erste Benutzer wird direkt mit der Frame Relay-Cloud verbunden. Frame Relay-Netze basieren auf virtuellen vermaschten oder Punkt-zu-Punkt-Verbindungen, die entweder dauernd bereitgestellt oder Wählverbindungen sind. (Nähere Einzelheiten hierzu: siehe Kapitel 2.)

Aufgrund dieser Struktur ist Frame Relay wesentlich leichter skalierbar als ein festes Punkt-zu-Punkt-Netz. Alle Ergänzungen und Änderungen innerhalb des Netzes erfolgen mit hundertprozentiger Transparenz für den Endbenutzer. Die Telekommunikationsadministratoren verfügen über die nötige Flexibilität, Netztopologien unproblematisch zu verändern und ihre Netze entsprechend zunehmender Anwendungen und zusätzlicher Standorte zu skalieren.

Diese Frame Relay-spezifische Flexibilität bietet zudem die optimalen Voraussetzungen für die Bereitstellung alternativer Strecken zu speziellen Katastrophen-Recovery-Standorten, die ebenfalls vielfach für den Endbenutzer transparent sein können.

Kompatibilität zu neuen Anwendungen und Diensten

Im Vergleich zu Punkt-zu-Punkt-Mietleitungen fügt sich Frame Relay gleich gut sowohl in vermaschte Netze als auch in Speichernetze ein. Frame Relay kann sowohl neue Anwendungen als auch eine veränderte Ausrichtung bestehender Netze, wie z.B. die Migration von SNA zu APPN, problemlos verkraften.

Um die optimale Kooperation mit neu entwickelten Diensten wie ATM sicherzustellen, wurden entsprechende Frame Relay-Standards erarbeitet. Mit der Entwicklung neuer Anwendungen und/oder steigenden Bandbreitenanforderungen ist eine nahtlose Migration der Netze zur am besten geeigneten Technologie möglich, ohne die bestehenden Netzeinrichtungen in Frage zu stellen.

Profistrecke

Wenn Sie bereits ein erfahrener „Trekking-Profi“ sind, liegt nun eine anspruchsvollere Route vor Ihnen. In diesem Abschnitt erfahren Sie, aus welchen Gründen Frame Relay einen klaren Vorteil gegenüber anderen Technologien bietet.

Frame Relay: Ein perfekter Mix

Frame Relay kombiniert X.25-Charakteristika wie statistisches Multiplexing sowie Funktionen zur gemeinsamen Port-Nutzung mit klassischen TDM-Eigenschaften, d.h. hohe Geschwindigkeiten und geringe Verzögerungszeiten. Als sogenannter „Paket-Dienst“ organisiert Frame Relay die zu versendenden Daten in individuell adressierten Einheiten – den Frames – anstatt sie in festen Zeitschlitzen zu platzieren. Somit nutzt Frame Relay auf perfekte Weise die Eigenschaften des statistischen Multiplexing und der gemeinsamen Port-Nutzung. Im Gegensatz zu X.25 schließt Frame Relay die gesamte Layer-3-Verarbeitung komplett aus (siehe Bild 2).

Es werden lediglich einige Layer-2-Funktionen, d.h. einige Hauptaspekte, wie die Überprüfung gültiger, fehlerfreier Frames genutzt, wobei allerdings auch bei Fehlererkennung z.B. keine Aufforderung zur erneuten Übertragung ergeht. Eine Reihe von Protokollfunktionen, die bereits auf höheren Ebenen ausgeführt werden, wie Sequenznummern, Window Rotation (Fensterumlauf), Quittierungs- und Überwachungs-Frames, werden innerhalb des Frame Relay-Netztes nicht dupliziert.

Layer 7	Schicht 7
Layer 6	Schicht 6
Layer 5	Schicht 5
Layer 4	Schicht 4
Layer 3	Schicht 3
Layer 2	Schicht 2
Layer 1	Schicht 1
Application	Anwendungsschicht
Presentation	Darstellungsschicht
Session	Kommunikationssteuerungsschicht
Transport	Transportschicht
Network	Vermittlungsschicht
Link	Verbindungsschicht
Physical	Bitübertragungsschicht
Peer Protocol	Peer-Protokoll
Communications Medium	Kommunikationsmedium
Data Flow	Datenstrom
Open System A	Offenes System A
Open System B	Offenes System B

Bild 2: Open Systems Interconnection (OSI)-Modell

Durch das Herausnehmen dieser Funktionen aus dem Frame Relay-System werden erhebliche Durchsatzsteigerungen erzielt (d.h. Zahl der verarbeiteten Frames pro Sekunde für einen bestimmten Hardware-Kostensatz), da für jeden Frame ein deutlich geringerer Verarbeitungsaufwand erforderlich wird. Aus demselben Grund weist Frame Relay im Vergleich zu X.25 ebenfalls kürzere Verzögerungszeiten auf; TDM dagegen unterbietet dies noch, da hier überhaupt keine Verarbeitung erfolgt. Damit die Funktionen aus dem Frame Relay-Netz herausgenommen werden können, müssen die Endgeräte eine fehlerfreie Ende-zu-Ende-Datenübertragung sicherstellen. Günstigerweise besitzen die meisten Geräte die notwendige Intelligenz und Verarbeitungsleistung, um diese Funktion auszuführen; dies gilt insbesondere für Geräte, die mit LANs verbunden sind. Tabelle 1 liefert eine Übersicht über die Hauptmerkmale von TDM-Leitungsvermittlung, Paketvermittlung (Packet Switching) und Frame Relay.

	TDM- Leitungsvermittlung	X.25-Paketvermittlung	Frame Relay
Zeitmultiplexing	ja	nein	nein
Statistisches Multiplexing (virtueller Verbindungen)	nein	ja	ja
gemeinsame Port-Nutzung	nein	ja	ja
Hochgeschwindigkeit (je \$)	ja	nein	ja
Verzögerungszeit	sehr niedrig	hoch	niedrig

Tabelle 1: Vergleich zwischen TDM-Leitungsvermittlung, Paketvermittlung und Frame Relay

Frame Relay nutzt unter Berücksichtigung der Benutzerdaten Frame-Strukturen mit variabler Länge, wobei Größen zwischen einigen wenigen und mehreren tausend Zeichen möglich sind. Diese Funktion, die Ähnlichkeit zu X.25 besitzt, ist zur Sicherung der Kompatibilität mit LANs und anderem synchronen Datenverkehr essentiell, da hier variable Frame-Größen vorausgesetzt werden. Dies bedeutet auch, daß die Verkehrsverzögerungszeiten (obwohl grundsätzlich kürzer als bei X.25) je nach Frame-Größe variieren können. Einige Verkehrsarten tolerieren Verzögerungszeiten, vor allem variabler Natur, allerdings nur relativ schlecht. Dennoch wurde Frame Relay insbesondere auch zur Übertragung von verzögerungssensitivem Verkehr, wie z.B. von Sprache, implementiert.

Abkürzung

Gegen Ende der achtziger Jahre entstand aus der Kombination unterschiedlicher Netzrends der Bedarf an einer neuen Form der Datenübertragung in Weitverkehrsnetzen:

Ausbreitung von Anwendungen mit Bedarf an hohen Geschwindigkeiten und großen Durchsatzraten

Massenverbreitung von Endgeräten

zunehmende Verfügbarkeit von fehlerfreien Hochgeschwindigkeits-Übertragungsleitungen.

Die Entwicklung neuer Übertragungstechnologien in Weitverkehrsnetzen erforderte hohe Geschwindigkeiten, kurze Verzögerungszeiten, gemeinsame Port- und Bandbreitennutzung basierend auf virtuellen Verbindungen. Obwohl die bereits etablierten Techniken, wie TDM-Leitungsvermittlung und X.25-Paketvermittlung bereits einige der geforderten Merkmale aufwiesen, war Frame Relay die einzige Technologie, die eine vollständige Ergänzung bot. Seine Eigenschaften machten Frame Relay zur idealen Lösung für diskontinuierliche Verkehrsquellen in der LAN-WAN-Vernetzung.

Frame Relay bietet gegenüber den übrigen Technologien eine breite Palette an Vorteilen:

1. niedrigerer Gesamtaufwand
2. etablierte und weit akzeptierte Standards, die eine offene Architektur und eine Plug-and-Play-Dienstimplementierung unterstützen
3. niedriger Overhead bei gleichzeitig hoher Zuverlässigkeit
4. Netzskalierbarkeit, Flexibilität und Katastrophen-Recovery
5. Kompatibilität zu anderen neuen Diensten und Applikationen, wie z.B. ATM.

Frame Relay bietet seinen Benutzern die Möglichkeit, für eine Reihe wichtiger Netzanwendungen die Performance (d.h. Antwortzeiten) zu verbessern und die Übertragungskosten deutlich zu senken. Um ein effektives Arbeiten sicherzustellen, sind im Rahmen von Frame Relay zwei Voraussetzungen zu erfüllen:

1. die Endgeräte müssen auf einem intelligenten Protokoll einer höheren Schicht basieren
2. die Übertragungsleitungen müssen virtuell fehlerfrei arbeiten.

Die übrigen Weitverkehrs-Übertragungstechnologien, wie X.25-Paketvermittlung und TDM-Leitungsvermittlung, behalten ihre Bedeutung in Umgebungen mit geringer Leitungsqualität, wobei vom Netz selbst fehlerfreie Übermittlung erwartet wird bzw. wenn der Verkehr keine Verzögerungszeiten toleriert.

KAPITEL 2

DIE ARBEITSWEISE VON FRAME RELAY

Basis-Camp

In diesem Kapitel wollen wir die Arbeitsweise der Frame Relay-Technik detailliert erläutern. Dabei konzentrieren wir uns auf den Basisdatenstrom innerhalb eines Frame Relay-Netzes.

Hauptweg: Der Hauptweg bietet den weniger erfahrenen Lesern eine Übersicht über die Grundlagen virtueller Verbindungen. Anschließend wird der Frame Relay-Frame und sein Aufbau sowie seine Bewegung durch ein Frame Relay-Netz in Augenschein genommen. Abschließend wollen wir Ihnen das Prinzip vorstellen, nach dem Frames verworfen werden können.

Profistrecke: Wenn Sie die Profistrecke wählen, erhalten Sie eine Gegenüberstellung von X.25- und Frame Relay-Verarbeitungsmethoden sowie eine ausführliche Beschreibung des Fehler-Recovery durch Protokolle höherer Schichten.

Aussichtspunkte:

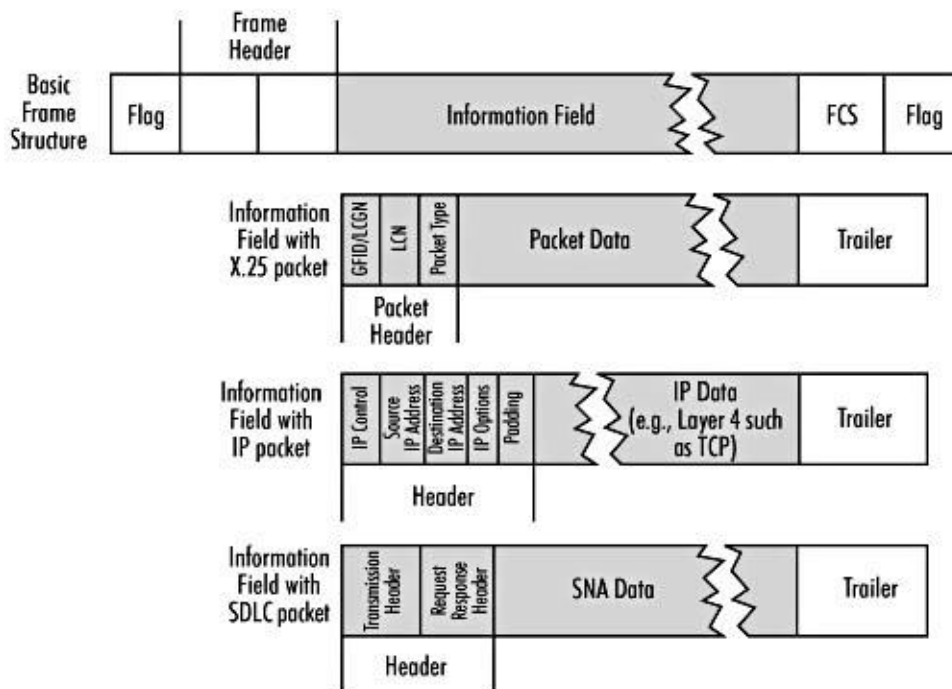
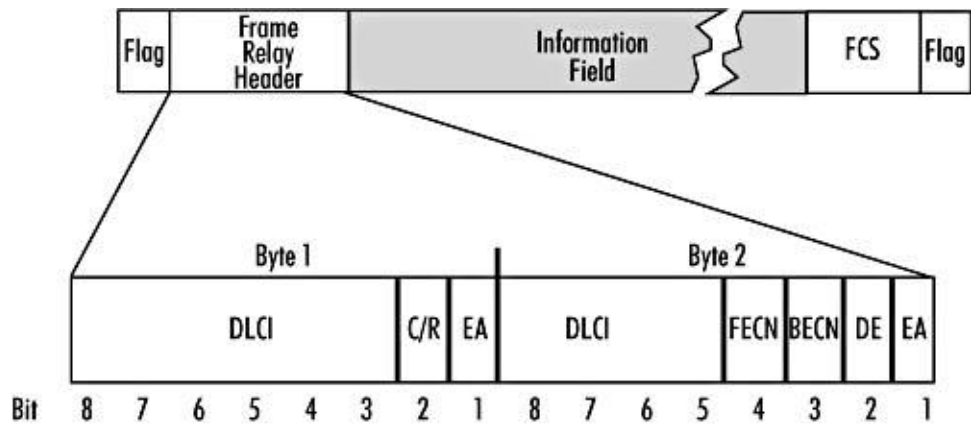


Bild 3: Frame-Grundstrukturen verbreiteter synchroner Protokolle



- DCLI = Data Link Connection Identifier
- C/R = Command/Response Field Bit (application specific - not modified by network)
- FECN = Forward Explicit Congestion Notification
- BECN = Backward Explicit Congestion Notification
- DE = Discard Eligibility Indicator
- EA = Extension Bit (allows indication of 3 or 4 byte header)

Bild 4: Frame-Struktur und Header-Format von Frame Relay-Frames

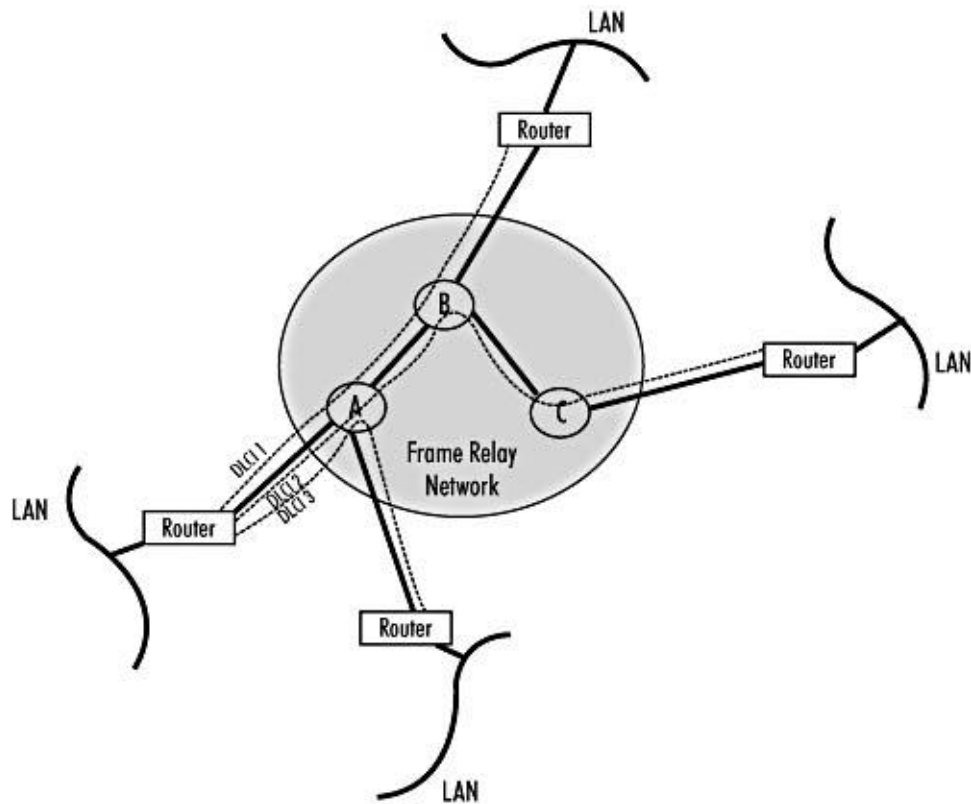


Bild 5: DLCI-Pfad im Netz

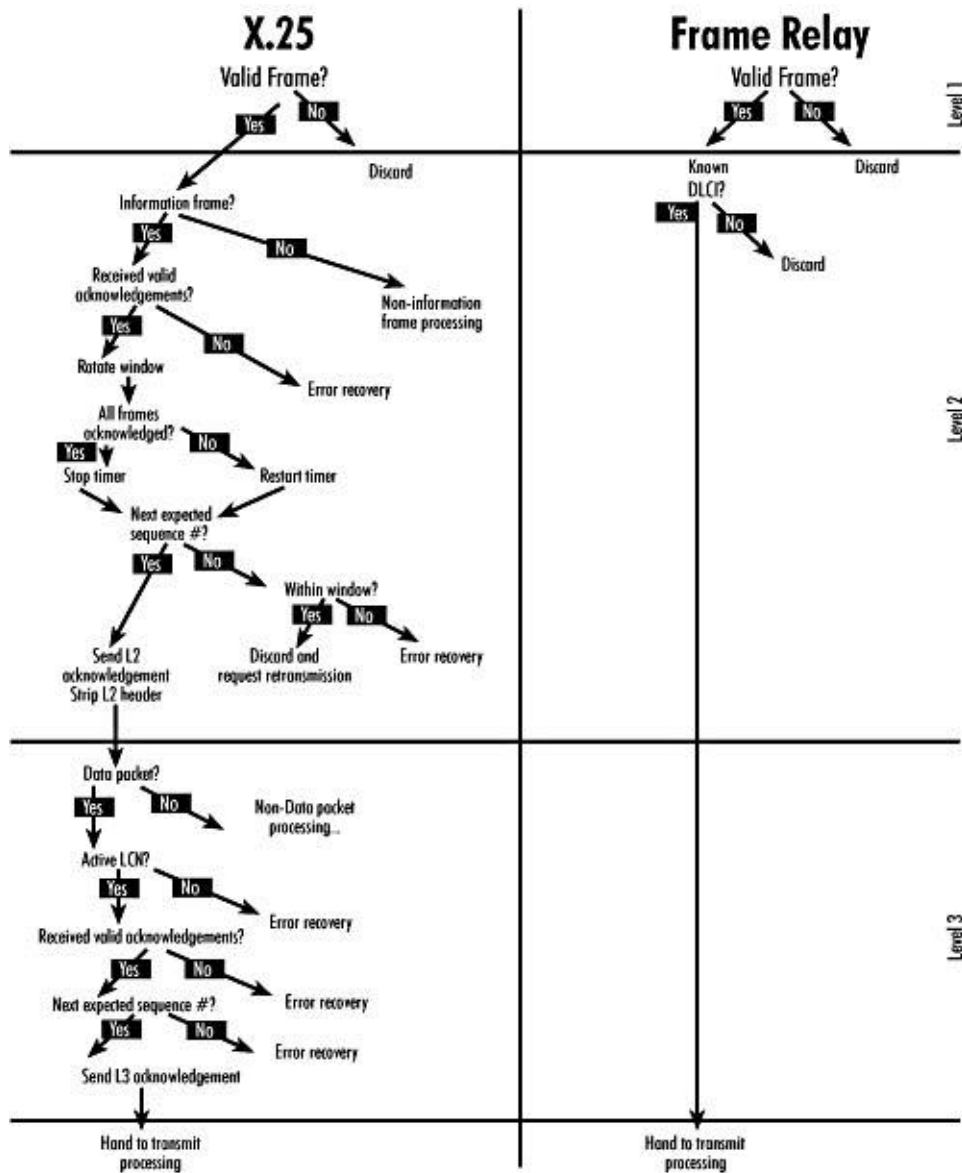


Bild 6: Gegenüberstellung des X.25- und Frame Relay-Verarbeitungsflusses

Abkürzung: In der Abkürzung wird eine Übersicht über den Basisdatenstrom in Frame Relay-Netzen bereitgestellt.

Hauptweg Virtuelle Verbindungen in Frame Relay

Die Frame Relay-Technologie setzt auf dem Prinzip virtueller Verbindungen (VC) auf. VCs sind zweiseitige, anhand einer Software definierte Datenverbindungen zwischen zwei Ports, die als Ersatz für Standleitungen innerhalb eines Netzes agieren. Zwar kommen heute bereits zwei Arten von Frame Relay-Verbindungen zum Einsatz, d.h. Wählverbindungen (SVC) und dauernd bereitgestellte Verbindungen (PVC), doch bildeten PVCs ursprünglich das einzige Dienstangebot. Bislang gelten PVCs daher nach wie vor als weiter verbreitet, wobei SVC-Produkte und -Dienste sich ebenfalls zunehmender Beliebtheit erfreuen. Eine ausführliche Beschreibung zu den SVCs und ihren Vorteilen ist in Kapitel 3 enthalten. Wir wollen nun zunächst die grundlegenden Unterschiede zwischen PVC und SVC erläutern.

Einsatzbereiche von PVC

Die Einrichtung von PVCs erfolgt anhand eines Netzmanagementsystems durch den jeweiligen „Netzbetreiber“, d.h. den direkten Betreiber eines Privatnetzes oder durch den Diensteanbieter in öffentlichen Netzen.

PVCs werden zu Anfang als Verbindung zwischen zwei Standorten oder Endpunkten definiert. Wenn Bedarf an neuen Standorten, zusätzlichen Bandbreiten oder Routing entsteht oder neue Anwendungen weitere Verbindungen zwischen den bestehenden Ports erfordern, können neue PVCs ergänzt werden. Bei PVCs handelt es sich um feste Wege, die nicht nach Bedarf oder auf Call-by-Call-Basis bereitgestellt werden können. Obwohl der tatsächlich durch das Netz genutzte Weg zeitweise abweichen kann, wenn beispielsweise automatisches Rerouting erfolgt, bleiben Anfang und Ende der PVC-Verbindung unverändert. PVCs gelten somit als dedizierte Punkt-zu-Punkt-Verbindungen. Sie werden häufig genutzt, da sie eine kostengünstige Alternative zu Mietleitungen darstellen. Die Einrichtung von PVCs erfordert eine gründliche Planung sowie umfassende Kenntnisse über unterschiedliche Verkehrsmuster und hinsichtlich der Bandbreitennutzung. Im Rahmen der Installation gelten feste Zeitvorgaben, die das bedarfsweise Ergänzen von Diensten für kurze Einsatzzeiträume einschränken.

Einsatzbereiche von SVC

Wählverbindungen stehen dagegen auf Call-by-Call-Basis zur Verfügung.

Der Aufbau einer Verbindung mit Hilfe des SVC-Signalisierungsprotokolls (Q.933) ist mit einem normalen Telefongespräch vergleichbar. Der Benutzer spezifiziert die Zieladresse, ähnlich wie eine Telefonnummer.

Die Implementierung von SVCs in einem Netz stellt sich im Vergleich zu den PVCs als etwas komplexer dar, ermöglicht dem Endbenutzer allerdings vollständige Transparenz. Zunächst muß das Netz basierend auf den Anfragen einer Vielzahl von Benutzern dynamisch Verbindungen aufbauen (im Gegensatz zu PVCs, bei denen ein zentraler Netzbetreiber das Netz konfiguriert). Der Verbindungsaufbau muß rasch realisiert werden und eine Zuweisung der Bandbreite entsprechend den Anforderungen des Benutzers erfolgen. Zudem hat das Netz die Aufgabe, alle Verbindungen zu protokollieren und entsprechend den in Anspruch genommenen Diensten abzurechnen.

Obwohl SVCs bereits in den anfänglichen Frame Relay-Spezifikationen definiert wurden, erfolgte zu Beginn der Entwicklung noch keine Implementierung durch die ersten Carrier oder Hersteller von Frame Relay-Lösungen. Heute fördert die Verbreitung von Anwendungen, die optimal für den Einsatz von SVCs geeignet sind, deren zunehmende Nutzung. Während PVC den statistischen Bandbreitenvorteil von Frame Relay unterstützt, bietet SVC sogenannte Any-to-Any-Verbindungen, die weitere Einsparungen und die Flexibilität des Netzes fördern. (Siehe Kapitel 3 für eine umfassende Beschreibung der SVC-Anwendungen und ihrer Vorteile.)

Frame Relay-Header und DLCI

Wir kennen nun das Prinzip virtueller Verbindungen und die grundlegenden Unterschiede zwischen PVC und SVC. Es ist nun an der Zeit, einen genaueren Blick auf die Grundstrukturen der Frame Relay-Frames zu werfen und ihr Zusammenwirken mit anderen Technologien zu untersuchen.

In den meisten bekannten synchronen Protokollen werden Daten in ähnlich strukturierten Frames (siehe Bild 3) über Verbindungsleitungen übertragen.

Basic Frame Structure	Frame-Grundstruktur
Flag	Flag
Frame Header	Frame-Header
Information Field	Datenfeld
FCS	FCS
Information Field with X.25 Packet	Datenfeld im X.25-Paket
GFIE/LCGN	GFIE/LCGN
LCN	LCN
Packet Type	Pakettyp
Packet Header	Paket-Header
Packet Data	Paket-Daten
Trailer	Trailer
Information Field with IP packet	Datenfeld im IP-Paket
IP Control	IP-Steuerung
Source IP Address	IP-Quelladresse
Destination IP Address	IP-Zieladresse
IP Options	IP-Optionen
Padding	Padding
IP Data (e.g. Layer 4 such as TCP)	IP-Daten (z.B. Layer-4-Daten, wie TCP)
Information Field with SDLC packet	Datenfeld im SDLC-Paket
Transmission Header	Übertragungs-Header
Request Response Header	Request-Response-Header (Anfrage-Antwort-Header)
SNA Data	SNA-Daten
Header	Header (Kopfeintrag)

Bild 3: Frame-Grundstruktur für einige der bekanntesten synchronen Verbindungsprotokolle

Innerhalb der Frame Relay-Frames bleiben die Benutzerdatenpakete unverändert. Frame Relay hängt dem Frame lediglich einen 2-Byte-Header an. In Bild 4 sind die Frame-Struktur unter Frame Relay und seine zugehörigen Header ausführlich dokumentiert.

Wir wollen zunächst den größten Teil des Headers, den DLCI, näher betrachten. Die übrigen sechs Bits des Frame Relay-Headers werden im nächsten Kapitel erläutert.

Der Frame Relay-Header beinhaltet eine 10-Bit-Nummer, den sogenannten Data Link Connection Identifier (DLCI). Bei DLCI handelt es sich um eine virtuelle Verbindungsnummer (mit lokaler Relevanz) in Frame Relay, die auf ein bestimmtes Ziel hinweist. (Bei LAN-WAN-Vernetzung bezeichnet DLCI den Port, mit dem das Ziel-LAN verknüpft ist.) Wie in Bild 5 dargestellt, werden die Frames mit Hilfe von Routingtabellen an jedem beteiligten Frame Relay-Switch über die private oder öffentliche Frame Relay-Strecke an das entsprechende Ziel durchgeschaltet.

Anmerkung: In den vorliegenden Bildern, die die Frame Relay-Netze illustrieren sollen, werden die Benutzergeräte häufig als LAN-Router dargestellt, da es sich hierbei um eine häufige Frame Relay-Applikation handelt. Es könnten allerdings ebenfalls LAN-Bridges, Hosts, Front-end-Prozessoren, FRADs oder ein beliebiges anderes Gerät mit Frame Relay-Schnittstelle verwendet werden.

Flag	Flag
Frame Relay Header	Frame Relay-Header
Information Field	Datenfeld
FCS	FCS
Byte 1	Byte 1
Byte 2	Byte 2
DLCI	DLCI
C/R	C/R
EA	EA
FECN	FECN
BECN	BECN
DE	De
DLCI = Data Link Connection Identifier	DLCI=Data Link Connection Identifier
C/R = Command/Response Field Bit (application specific - not modified by network)	C/R=Command/Response Field Bit (anwendungsspezifisch-wird nicht durch das Netz verändert)
FECN = Forward Explicit Congestion Notification	FECN=Forward Explicit Congestion Notification
BECN = Backward Explicit Congestion Notification	BECN=Backward Explicit Congestion Notification
DE = Discard Eligibility Indicator	DE=Discard Eligibility Indicator
EA = Extension Bit (allows indication of 3 or 4 byte header)	EA=Extension Bit (ermöglicht 3- oder 4-Byte-Header)

Bild 4: Frame-Struktur und Header-Format in Frame Relay.

Durch den Einsatz von DLCI können Daten, die an einem Frame Relay-Switch (häufig auch als „Knoten“ bezeichnet) eingehen, anhand eines einfachen, dreistufigen Verfahrens durch das Netz gesendet werden. Das entsprechende Verfahren ist in Bild 6 in diesem Kapitel als Flußdiagramm dargestellt.

1. Überprüfung der Vollständigkeit des Frames mit Hilfe der Blockprüfzeichenfolge (Frame Check Sequence FCS) — bei Fehlererkennung wird der Frame verworfen.
2. Überprüfen des DLCI in der Tabelle — falls DLCI nicht für diese Verbindung definiert ist, wird der Frame verworfen.
3. Weiterleiten des Frame an sein Ziel, durch Senden aus dem/der in der Tabelle spezifizierten Port oder Leitung.

Simplex Prinzip: Probleme? Verwerfen Sie die Daten!

Um eine größtmögliche Vereinfachung von Frame Relay zu erreichen, tritt ein ganz einfaches Prinzip in Anwendung, sobald ein Problem mit einem Frame auftaucht: der Frame wird in diesem Fall einfach verworfen.

Es gibt zwei Hauptgründe, weshalb Frame Relay-Daten verworfen werden:

- Erkennung von Fehlern innerhalb der Daten
- Überlast (Netzüberlastung).

Wie ist es jedoch möglich, daß das Netz Frames verwerfen kann, ohne gleichzeitig die vollständige Verbindung zu zerstören? Die Antwort basiert auf der integrierten Intelligenz der Endgeräte, wie PCs, Workstations und Hosts. Diese Geräte am Endpunkt einer Verbindung arbeiten mit Multilevel-Protokollen, die Datenverluste im Netz erkennen und ausgleichen können.

LAN	LAN
Router	Router
Frame Relay Network	Frame Relay-Netz
DLCI 1	DLCI 1
DLCI 1	DLCI 2
DLCI 1	DLCI 3

Bild 5: DLCI bezeichnet den Port, auf dem sich das Ziel befindet

Die Idee der Nutzung intelligenter Protokolle höherer Schichten in Backbone-Netzen ist nicht ganz neu. Um eine zuverlässige Kommunikation im gesamten Netz sicherzustellen, basiert das Internet ebenfalls auf dieser Methode. Wenn Sie mehr darüber erfahren möchten, wie die Protokolle höherer Schichten Frame-Verluste ausgleichen und welche Gründe zum Verwerfen von Frames führen können, lesen Sie in der anschließenden *Profi-Strecke* weiter. Wenn Sie lieber gleich zu Kapitel 3 wechseln möchten, finden Sie dort Details dazu, wie Frame Relay-Netze mit Überlast und verworfenen Frames umgeht.

Profistrecke

Verarbeitung: Frame Relay kontra X.25

Im Frame Relay-Knoten werden die Daten im Vergleich zu funktionsreicheren Protokollen, wie X.25, auf relativ einfache Weise verarbeitet. Bild 6 stellt die Einfachheit von Frame Relay der komplexeren Verarbeitungsweise in X.25 gegenüber.

(Der Einfachheit halber spiegelt das Diagramm den Pfad eines gültigen Datenpakets wider, da die Schritte bei einem Fehler-Recovery und der informationslosen Frame-Verarbeitung in X.25 die Darstellung unnötig verkomplizieren würden.)

Recovery durch höherschichtige Protokolle

Wie in Bild 6 dargestellt, vereinfacht der Einsatz von Frame Relay-Technologie die Verarbeitung deutlich, wobei sie sich zum Ausgleich von Frame-Verlusten auf die Endgeräte verläßt.

Auf welche Weise erfolgt das Recovery eines Frame-Verlusts? Die Aufgabe der höherschichtigen Protokolle besteht darin, die Sequenznummern der unterschiedlichen gesendeten und empfangenen Frames zu verfolgen. Dabei werden Quittungen übermittelt, um das Sendeende zu informieren, welche Frame-Nummern erfolgreich empfangen werden konnten. Bei fehlender Sequenznummer fordert das Empfangsende nach Ende des „Time-out“-Zeitraums (Zeitablauf) eine erneute Übertragung. Auf diese Weise wird durch die beiden Endgeräte sichergestellt, daß alle Frames ohne Fehler empfangen werden. Diese Funktion ist im Rahmen von Schicht 4, der Transportschicht, in Protokollen wie TCP/IP und der OSI-Transport Class 4 möglich. Dagegen realisieren X.25-Netze diese Funktion auf den Schichten 2 und 3, wobei eine Duplizierung der Funktion in Schicht 4 durch die Endpunkte nicht erforderlich ist.

Während in höheren Schichten im Fall von verworfenen Frames ein zuverlässiges Recovery sichergestellt ist, erweist sich Ende-zu-Ende-Recovery als aufwendig, da bei jedem einzelnen verlorenen Frame eine Neuübertragung aller nicht quittierten Frames erfolgt. Diese Recovery-Methode erfordert zusätzliche Zyklen und Speicher in den Endrechnern und beansprucht außerdem Bandbreiten zur Übertragung der mehrfachen Frames. Außerdem werden auf diese Weise lange Verzögerungszeiten aufgrund des Time-out in den höheren Schichten (d.h. die benötigte Wartezeit bis zum Eintreffen eines Frames und seine Verlusterklärung) sowie der zur Neuübertragung benötigten Zeit verursacht.

Die Recovery-Funktionalität der höheren Schichten im Fall von verworfenen Frames ist ohne Frage ein wichtiger Aspekt. Entscheidend für die Gesamt-Performance eines Netzes ist jedoch seine Fähigkeit, den Umfang verworfener Frames zu minimieren. Frames werden aufgrund von Bitfehlern und Überlast verworfen.

X.25	X.25
Frame Relay	Frame Relay
Valid Frame?	Gültiger Frame?
Discard	Verwerfen
Information Frame?	Daten-Frame
Received valid acknowledgements?	Gültige Quittung empfangen?
Non-information frame processing	informationslose Frame-Verarbeitung
Rotate window	Window Rotation (Fensterumlauf)
Error recovery	Fehler-Recovery
All frames acknowledged?	Alle Frames quittiert?
Restart timer	Zeitgeber starten
Stop timer	Zeitgeber anhalten
Next expected sequence #?	Nächste erwartete Sequenznummer
Send L2 acknowledgement Strip L2 header	Senden der L2-Quittung L2-Header entfernen
Within window?	Im Fenster?
Discard and request retransmission	Verwerfen und Übertragungswiederholung anfordern
Error recovery	Fehler-Recovery
Data packet?	Datenpaket?
Non-Data packet processing...	Verarbeitung von Nicht-Datenpaketen
Active LCN?	LCN aktiv?
Error recovery	Fehler-Recovery
Received valid acknowledgement	Gültige Quittung empfangen
Next expected sequence #?	Nächste erwartete Sequenznummer?
Send L3 acknowledgement	Senden der L3-Quittung
Hand to transmit processing	Weitergabe an Übertragungsverarbeitung
Known DLCI?	DLCI erkannt?
Discard	Verwerfen
Level 1	Ebene 1
Level 2	Ebene 2
Level 3	Ebene 3
yes	ja
no	nein

Bild 6: Vereinfachte Darstellung von X.25- und Frame Relay-Verarbeitungsmethoden

Verworfenne Frames aufgrund von Bitfehlern

Fehler in Frames werden häufig durch Störungen in der Übertragungsleitung verursacht. Ihre Identifizierung erfolgt mit Hilfe der Frame Check Sequence (FCS) bei Empfang eines Frame. (Siehe Bild 4.)

Im Gegensatz zu X.25 erfolgt bei Fehlererkennung durch den Frame Relay-Knoten keine Aufforderung an den Sender, den Fehler durch Neuübertragung des Frame zu korrigieren. Der Knoten verwirft den betroffenen Frame stattdessen einfach und fährt mit dem Empfang des nächsten Frame fort. Es ist also die Aufgabe des intelligenten PC oder der Workstation, die die Daten zu übertragen, den Fehler zu erkennen und den betroffenen Frame erneut zu senden. Da der Aufwand für diese Recovery-Methode, die auf höheren Schichten arbeitet, sehr groß ist, kann dieser Ansatz nur in Netzen genutzt werden, die relativ störungsfrei arbeiten und daher generell nur wenige Fehler aufweisen.

Backbone-Verbindungen basieren jedoch mittlerweile größtenteils auf Glasfasern mit besonders niedrigen Fehlerraten. Auf diese Weise wird die Recovery-Häufigkeit aufgrund von Fehlern stark gesenkt und das Problem somit weitgehend beseitigt. Frame Relay ist folglich eine sinnvolle Methode zum Einsatz in störungsarmen, digitalen Verbindungen mit niedrigen Fehlerraten, während X.25 in Verbindungen bei höheren Fehlerraten eine gute Performance liefert.

Verworfenne Frames aufgrund von Überlast

Eine Überlast im Netz kann zwei Ursachen besitzen: Es ist zum einen möglich, daß ein Netzknoten mehr Frames empfängt als er verarbeiten kann – dann herrscht eine sogenannte Empfangsüberlast. Als zweite Möglichkeit muß ein Netzknoten eventuell mehr Frames über eine bestimmte Leitung senden, als die Verbindungsgeschwindigkeit zuläßt. In diesem Fall spricht man von einer Leitungsüberlast. In beiden Fällen sind die Buffer (temporäre Speicher für ankommende Frames, die auf ihre Verarbeitung warten, bzw. abgehende Frames, die versendet werden wollen) des Netzknotens voll und der Knoten ist daher gezwungen, Frames zu verwerfen, bis wieder Platz im Buffer frei wird.

Da LAN-Verkehr sich grundsätzlich durch große Diskontinuität auszeichnet, ist Überlast ein häufiges Problem, sofern sowohl die Leitungen als auch die Switches nicht deutlich überkonfiguriert werden, was seinerseits die Netzkosten künstlich in die Höhe treiben würde. Es ist daher sehr wichtig, daß ein Frame Relay-Netz über besonders effiziente und zuverlässige Überlast-Managementfunktionen verfügt, um sowohl das Auftreten als auch den Umfang von Überlast zu begrenzen und die Auswirkungen aufgrund verworfener Frames gegebenenfalls zu minimieren. Eine ausführliche Beschreibung der Überlast-Managementfunktionen entnehmen Sie bitte dem nächsten Kapitel.

Abkürzung

Der Basis-Datenstrom eines Frame Relay-Netzes läßt sich anhand von einigen Grundprinzipien beschreiben:

Die Daten werden unter Verwendung des Data Link Connection Identifier DLCI (Datenstrecken-Verbindungskennung) zur Identifizierung des Frame-Ziels durch das Frame Relay-Netz gesendet.

Sobald bei der Verarbeitung eines Frames im Netz ein Problem aufgrund eines Verbindungsfehlers oder einer Überlast auftaucht, wird der Frame verworfen.

Frame Relay-Netze realisieren selbst keine Fehlerkorrekturen, sondern verlangen von den Protokollen der höheren Schichten in den intelligenten Benutzerendgeräten eine entsprechende Recovery-Maßnahme durch Wiederholung der verlorenen Frames.

Das Fehler-Recovery durch höherschichtige Protokolle ist trotz seiner zuverlässigen, automatisierten Methode im Hinblick auf Verzögerungszeit, Verarbeitung und Bandbreitenanforderungen relativ kostenaufwendig; ein Reduktion des Umfangs verworfener Frames ist aus diesem Grund für den effizienten Netzbetrieb unerlässlich.

Frame Relay erfordert für eine gute Performance den Einsatz von Verbindungsleitungen mit geringen Fehlerraten.

In störungsarmen Leitungen besteht die häufigste Ursache für das Verwerfen von Frames in Überlastproblemen. Aus diesem Grund ist die Fähigkeit eines Netzes, Überlast zu vermeiden und gegebenenfalls entsprechend zu reagieren, entscheidend für die gesamte Netzperformance.

KAPITEL 3

SIGNALISIERUNGSMECHANISMEN IN FRAME RELAY

Basis-Camp

Im vorliegenden Kapitel wollen wir näher erläutern, auf welche Weise Frame Relay die Schnittstellen-Signalisierung zur Steuerung nutzt. Klingt kompliziert? Stellen Sie es sich einfach wie folgt vor: Die Schnittstellen-Signalisierung liefert Informationen dazu, was sich im Netz ereignet, so daß den Benutzern die gewünschte Antwortzeit sichergestellt werden kann und das Netz mit größtmöglicher Effizienz arbeitet. Signalisierungsmechanismen stellen außerdem Möglichkeiten bereit, unterschiedliche Arten von Frame Relay-Netzen einzurichten, die spezifisch auf Ihre Anwendungen und die gewünschte Performance zugeschnitten sind.

Hauptweg: Im Hauptweg werden wir Sie mit den unterschiedlichen Arten von Signalisierungsmechanismen in Frame Relay vertraut machen:

- Mechanismen zur Überlastmeldung
- Verbindungsstatus
- SVC-Signalisierung

Profistrecke: Wenn Sie die Profistrecke wählen, erfahren Sie mehr über den Verbindungsstatus-Mechanismus der Local Management Interface (LMI)-Spezifikation.

Aussichtspunkte:

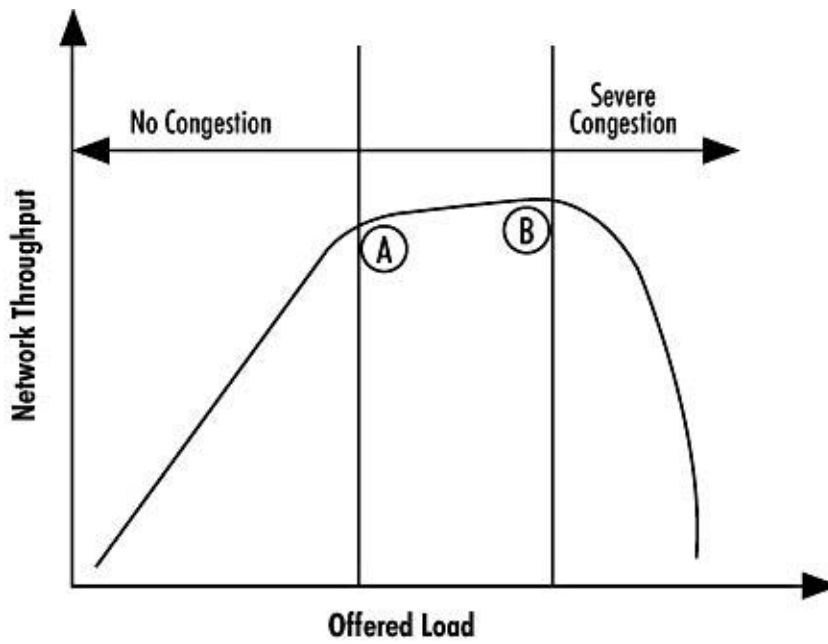


Bild 7: Bedeutung von Überlast-Management

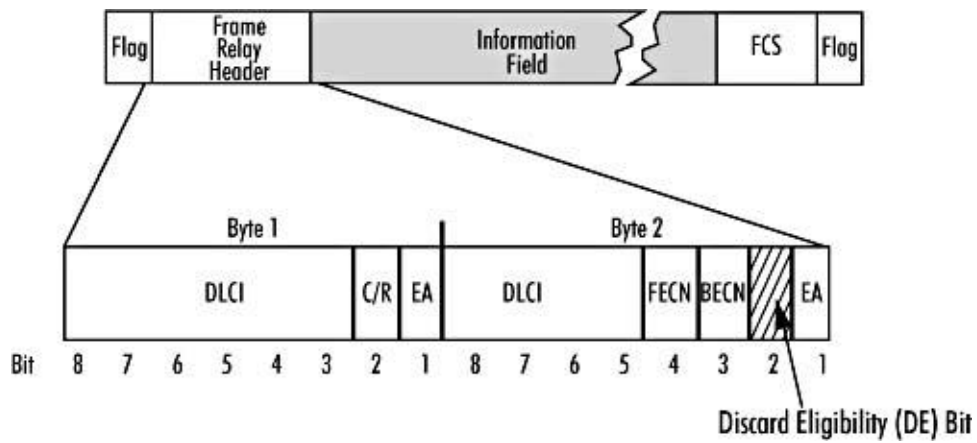


Bild 8: Frame Relay-Frame mit FECN-, BECN- und DE-Bits

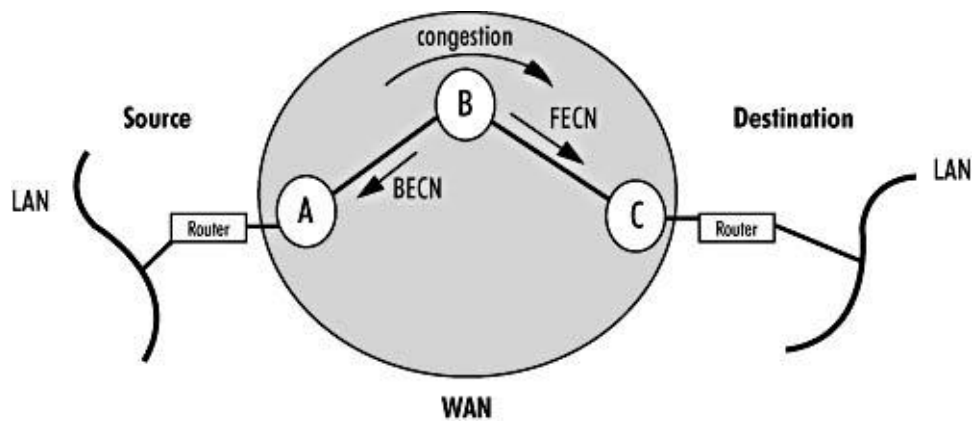


Bild 9: Einsatz von FECN und BECN in Überlastmeldungen

Protocol	Specification
LMI	Frame Relay Forum Implementation Agreement (IA) FRF.1 superceded by FRF.1.1
Annex D	ANSI T1.617
Annex A	ITU Q.933 referenced in FRF.1.1

Tabelle 2: LMI-Spezifikationen

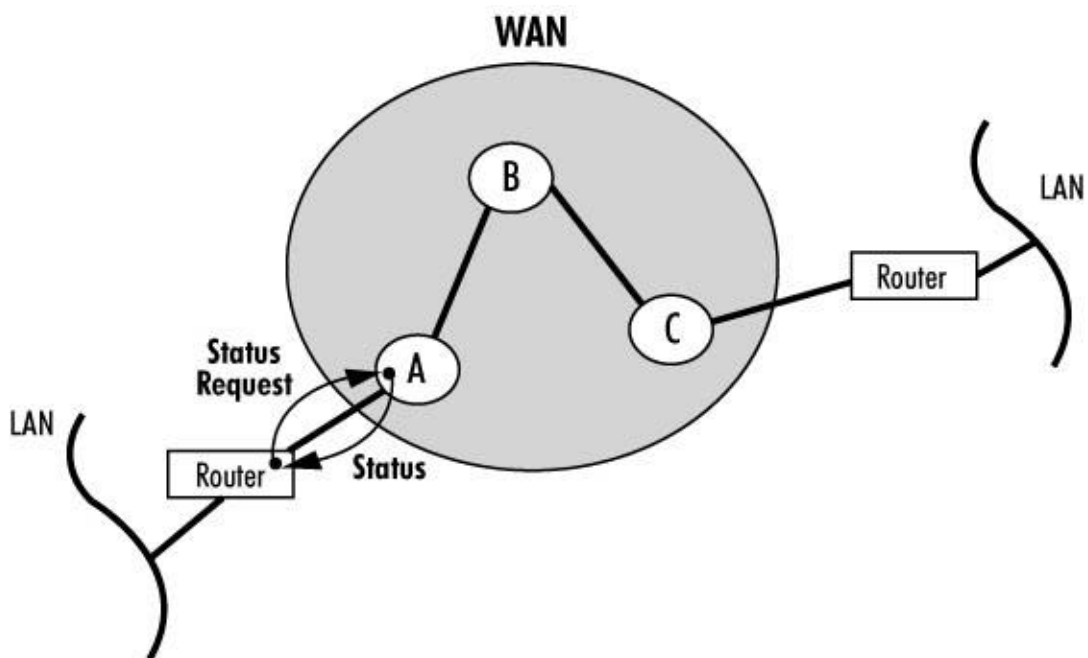


Bild 10: PVC-Signalisierung mit Hilfe der LMI-Spezifikation

Tabelle 2: LMI-Spezifikation

Abkürzung: In der Abkürzung werden alle drei Arten von Überlast-Management kurz behandelt und die Hauptaspekte der beiden in diesem Kapitel beschriebenen Schnittstellen-Signalisierungsarten, d.h. PVC-Status und SVC-Signalisierung, vorgestellt.

Hauptweg Bedarf an Signalisierungsmechanismen

Am Anfang der Frame Relay-Technologie stand ein simples Prinzip: Beim Einsatz eines besonders einfachen Netzprotokolls sollten alle Probleme durch die höherschichtigen Protokolle in den Endgeräten gelöst werden. Im Zuge der Entwicklung kam man jedoch in den Standardisierungsorganisationen zu dem Schluß, daß die Implementierung von Frame Relay in der Praxis die Spezifizierung von Signalisierungsmechanismen erforderte, um drei Schlüsselaspekte abzudecken:

- Signalisierung von Überlast durch das Netz
- Statusübermittlung der Verbindungen (PVCs)
- Aufbau von Neuverbindungen (SVCs)

Obwohl diese Mechanismen Frame Relay vordergründig komplexer gestalten, sichern die Standards in erster Linie das einfache Grundprinzip von Frame Relay: Der Einsatz von Signalisierungsmechanismen ist grundsätzlich optional. Ein Anbieter ist also nicht gezwungen, diese Funktionen tatsächlich zu implementieren.

Auch ohne Nutzung der Signalisierungsmechanismen bleibt die Frame Relay-Schnittstelle standardkonform und der Datenstrom wird problemlos fortgesetzt. Durch den Einsatz der Signalisierungsmechanismen können jedoch Netzdurchsatz, Antwortzeit sowie Leitungs- und Hosteffizienz deutlich verbessert werden. Aber wie arbeiten die Signalisierungsmechanismen in Frame Relay?

Mechanismen zur Überlastmeldung

Überlast-Management-Mechanismen sind ebenso wie die übrigen Signalisierungsmechanismen grundsätzlich optional einsetzbar, wobei nicht die Kompatibilität, aber die Performance beeinflußt werden. Die Bedeutung von Überlast-Management wird in Bild 7 dargestellt.

Der Verkehr, der ein Netz erreicht, wird als „angebotene Last“ bezeichnet. Mit der Zunahme der angebotenen Last steigt auch der tatsächliche Netzdurchsatz linear an. Punkt A entspricht dem Überlastanfang, sobald das Netz den ankommenden Verkehr nicht mehr sofort verarbeiten kann und die Flußsteuerung startet.

Wenn der ankommende Verkehr weiter zunimmt, wird eine starke Überlast an Punkt B erreicht, wobei der tatsächliche effektive Durchsatz des Netzes aufgrund des Umfangs von erneuten Übertragungen abzunehmen beginnt.

No Congestion	keine Überlast
Severe Congestion	starke Überlast
Network Throughput	Netzdurchsatz
Offered Load	angebotene Last

Bild 7: Bedeutung des Überlast-Management

Auf diese Weise muß jeder Frame mehrfach in ein Netz gesendet werden, ehe er erfolgreich verarbeitet werden kann. In starken Überlastsituationen geht daher häufig der gesamte Netzdurchsatz zurück. Die einzige Möglichkeit, diese Situation wieder zu stabilisieren, besteht in der Reduktion des Verkehrs durch die Benutzerendgeräte. Vor diesem Hintergrund wurde eine Reihe von Mechanismen entwickelt, die den Benutzerendgeräten mögliche Überlastsituationen melden und sie zur Reduzierung ihrer angebotenen Last auffordern.

Ein Netz sollte in der Lage sein, die Gefahr von Überlast (Punkt A) frühzeitig zu erkennen und die betreffenden Endgeräte zur Reduzierung ihres Verkehrs zu veranlassen, anstatt zu warten, bis Punkt B erreicht ist. Rechtzeitige Information kann starke Überlast vermeiden helfen. Die ANSI-Spezifikationen liefern eine eindeutige Beschreibung zu den Mechanismen, die zur Überlastmeldung im Netz eingesetzt werden können. Grundsätzlich stehen zwei Flußsteuerungs-Mechanismen zur Minimierung und Erkennung von Überlastsituationen sowie zur anschließenden Stabilisierung bereit:

- Explicit Congestion Notification
- Discard Eligibility

Als weitere Möglichkeit kann auch eine implizite Überlastmeldung durch die Endgeräte genutzt werden.

Alle genannten Mechanismen nutzen spezifische Bits, die innerhalb des Headers der einzelnen Frames enthalten sind.

Die Stellen, an denen die spezifischen Bits (FECN, BECN und DE) enthalten sind, sind in Bild 8 dargestellt. Wir wollen nun die Funktionsweise der unterschiedlichen Mechanismen näher betrachten.

Flag	Flag
Frame Relay Header	Frame Relay-Header
Information Field	Datenfeld
FCS	FCS
Byte 1	Byte 1
Byte 2	Byte 2
DLCI	DLCI
C/R	C/R
EA	EA
FECN	FECN
BECN	BECN
Discard Eligibility (DE) Bit	Discard Eligibility (DE)-Bit
DLCI = Data Link Connection Identifier	DLCI=Data Link Connection Identifier
C/R = Command/Response Field Bit (application specific - not modified by network)	C/R=Command/Response Field Bit (anwendungsspezifisch - wird nicht durch das Netz verändert)
FECN = Forward Explicit Congestion Notification	FECN=Forward Explicit Congestion Notification
BECN = Backward Explicit Congestion Notification	BECN=Backward Explicit Congestion Notification
DE = Discard Eligibility Indicator	DE=Discard Eligibility Indicator
EA = Extension Bit (allows indication of 3 or 4 byte header)	EA=Extension Bit (ermöglicht 3- oder 4-Byte-Header)

Bild 8: Frame Relay-Frame mit FECN-, BECN- und DE-Bits

Explicit Congestion Notification (ECN)-Bits (Explizite Überlastmeldung ECN)

Im ersten Mechanismus werden zwei ECN-Bits im Frame Relay-Header genutzt: Dabei handelt es sich um das Forward Explicit Congestion Notification (FECN)-Bit und das Backward Explicit Congestion Notification (BECN)-Bit. Bild 9 illustriert den Einsatz dieser Bits.

Source	Quelle
Destination	Ziel
LAN	LAN
WAN	WAN
FECN	FECN
BECN	BECN
congestion	Überlast

Bild 9: Einsatz von FECN und BECN im Fall einer expliziten Überlastmeldung (ECN)

Anhand eines Beispiels ist die praktische Funktionsweise erheblich einfacher zu verstehen: Wir gehen davon aus, daß Knoten B von einer Überlastsituation bedroht ist. Ursache hierfür kann eine temporäre Spitze im ankommenden Verkehr aus unterschiedlichen Quellen oder eine Spitze im Verbindungsverkehr zwischen B und C darstellen. In diesem Fall würde FECN zum Einsatz kommen:

Knoten B erkennt die Gefahr einer Überlastsituation mit Hilfe interner Methoden, wie dem Speicher-Buffer oder der Warteschlangenlänge.

Knoten B signalisiert die Überlast an Knoten C (d.h. dem Downstream-Knoten Richtung Ziel), indem er die in allen Frames an Knoten C enthaltene FECN von 0 auf 1 setzt.

Alle dazwischenliegenden Downstream-Knoten sowie die zugehörigen Benutzerendgeräte werden auf diese Weise über die Überlast informiert, die sich in der/den betreffenden DLCI(s) ereignet.

Je nach eingesetzten Protokollen und den Funktionen des CPE-Geräts und der Netz-Switches kann es häufig sinnvoller sein, die Verkehrsquelle über eventuelle Überlast zu informieren, so daß die Quelle den Verkehr beschränken kann, bis die Gefahr beseitigt wurde. Voraussetzung hierfür ist die Fähigkeit der Quelle, auf den Empfang von ECN-Signalen zu reagieren. Diese Funktion wird auch als Backward Congestion Notification bezeichnet und wird wie folgt eingesetzt:

Knoten B überwacht die Frames, die aus der anderen Richtung der Verbindung ankommen.

Knoten B veranlaßt das Backward-ECN-Bit innerhalb der betroffenen Frames zur Signalisierung an den/die Upstream-Knoten und die zugehörigen Benutzerendgeräte.

FECN- und BECN-Prozesse können gleichzeitig auf mehreren DLCIs entsprechend der Überlast auf bestimmten Leitungen oder in spezifischen Knoten ausgeführt werden und somit mehrfache Quellen und Ziele über die Überlastsituation informieren. Die ECN-Bits stellen ein wichtiges Werkzeug zur Minimierung von schweren Überlastsituationen dar.

Implicit Congestion Notification (Implizite Überlastmeldung)

Einige Protokolle höherer Schichten, wie beispielsweise das Transport Control Protocol (TCP), die direkt in den Endgeräten arbeiten, verfügen über eine implizite Form der Überlasterkennung. Diese Protokolle stellen Überlast z.B. durch eine Zunahme der benötigten Umlaufzeit oder aufgrund von Frame-Verlusten fest. Als implizite Überlastmeldung wird eine Methode bezeichnet, nach der Überlast basierend auf den Verkehrseigenschaften in einem Netz identifiziert wird.

Die höherschichtigen Protokolle wurden zum effektiven Einsatz in Netzen mit unbestimmter Kapazität entwickelt. Protokolle dieser Art begrenzen den durch sie durch das Netz versendeten Verkehr mit Hilfe von sogenannten „Fenstern“ (Windows). Diese Fenster lassen nur eine begrenzte Zahl von Frames zu, die vor Empfang einer entsprechenden Quittung gesendet werden können. Bei Eintreten einer Überlastsituation können diese Protokolle die Fenstergröße reduzieren und somit die Netzlast entsprechend verringern. Mit dem Rückgang der Überlast wird im Gegenzug die Fenstergröße wieder schrittweise vergrößert.

Die Benutzerendgeräte reagieren normalerweise ebenfalls über eine Anpassung der Fenstergröße auf explizite Überlastmeldungen, wie FECN und BECN. Nach ANSI-Standards werden implizite und explizite Überlastmeldung als komplementär bezeichnet und ihre gemeinsame Nutzung für optimale Resultate empfohlen.

Discard Eligibility

Nach den Frame Relay-Standards besteht die Aufgabe der Benutzerendgeräte darin, bei Überlastmeldung ihren Verkehr einzuschränken. Durch die Implementierung der empfohlenen Maßnahmen durch das Benutzerendgerät wird eine Abnahme des Verkehrs innerhalb eines Netzes erreicht und somit die Überlast abgebaut. Wenn das Benutzerendgerät nicht auf Signalisierungsmechanismen reagieren kann, sondern sie einfach ignoriert, werden die Daten unvermindert weiter übertragen: Die Überlastsituation setzt sich fort oder spitzt sich weiter zu.

Wie kann sich ein Netz in einem solchen Fall selbst schützen? Eine klare Antwort findet sich im Grundprinzip, nach dem Frame Relay arbeitet: Gibt es ein Problem, werden die Daten einfach verworfen. Wenn also durch Datenstau eine Überlastsituation verursacht wird, werden immer mehr Frames verworfen, die Antwortzeiten verlängern sich und der gesamte Netzdurchsatz wird reduziert, ohne daß es jedoch zu einem Komplettausfall des Netzes kommt.

Im Falle von Überlast muß durch die Knoten festgelegt werden, welche Frames verworfen werden sollen. Als einfachste Methode bietet sich dabei eine zufällige Auswahl an. Dies hat jedoch den Nachteil, daß die Zahl der Endpunkte, die ein Fehler-Recovery aufgrund fehlender Frames einleiten, deutlich steigt. Günstiger ist es daher, die zu verwerfenden Frames im Vorfeld festzulegen.

Möglich wird dieser Ansatz mit Hilfe der Committed Information Rate (CIR). Dabei handelt es sich um die durchschnittliche Übertragungskapazität einer virtuellen Verbindung. Wenn Sie die Frame Relay-Dienste Ihres Carriers in Anspruch nehmen möchten, spezifizieren Sie zunächst die Übertragungskapazität, die Sie für Ihr Netz benötigen.

In jedem Frame-Header ist ein sogenanntes Discard Eligibility (DE)-Bit enthalten (siehe Bild 8). Das DE-Bit wird durch das CPE-Gerät oder den Netz-Switch auf 1 gesetzt, wenn der Frame die festgelegte CIR übersteigt. Wenn das DE-Bit auf 1 gesetzt ist, kann der Frame im Fall einer Überlastsituation verworfen werden. Frames mit einem DE-Bit von 1 werden vor den sogenannten Non-Discard-Eligible-Daten (Frames ohne Auswahloption mit einem DE-Bit von 0) verworfen.

Wenn das Verwerfen von DE-auswählbaren Daten nicht genügt, um eine starke Überlastsituation zu stabilisieren, werden alle weiteren ankommenden Frames ohne Berücksichtigung ihres individuellen DE-Bit verworfen.

Verbindungsstatus (PVC und SVC)

Mit Hilfe eines weiteren optionalen Signalisierungsmechanismus wird festgelegt, auf welche Weise die beiden Seiten einer Frame Relay-Schnittstelle (z.B. Netz und Router) hinsichtlich des Schnittstellenstatus und der unterschiedlichen PVCs an der Schnittstelle miteinander kommunizieren.

Auch hierbei handelt es sich um optionale Parameter. D.h. Frame Relay-Schnittstellen können implementiert und Daten übertragen werden, ohne daß diese Parameter eingerichtet wurden. Dieser Signalisierungsmechanismus liefert lediglich zusätzliche Informationen zum Status einer Netzverbindung.

Die Statusinformation wird mit Hilfe spezieller Management-Frames mit eigener DLCI-Adresse bereitgestellt, die zwischen Netz und Zuganggerät übertragen werden kann.

Die Frames überwachen den Verbindungsstatus und liefern folgende Angaben:

- Aktivität der Schnittstelle, d.h. "Keep-alive" oder "Heartbeat"-Signal

- Gültige DLCIs, die für die entsprechende Schnittstelle definiert wurden

- Status der einzelnen virtuellen Verbindungen, z.B. Meldung von Überlastsituationen.

Der Verbindungsstatus-Mechanismus wird über die LMI-Spezifikation (Local Management Interface) festgelegt.

Folgende drei Versionen der LMI-Spezifikation sind gegenwärtig im Einsatz:

Protokoll	Spezifikation
LMI	Frame Relay Forum-Implementierungsvereinbarung (IA) FRF.1 aktualisiert durch FRF.1.1
Annex D	ANSI T1.617
Annex A	ITU Q.933 unter Bezug auf FRF.1.1

Tabelle 2: LMI-Spezifikationen

Die Bezeichnung LMI wurde zwar früher umgangssprachlich für die IA FRF.1 verwendet, doch kann sie heute auch als Oberbegriff für alle relevanten Protokolle stehen.

In der Frame Relay Forum-IA FRF.1.1 wird die obligatorische Implementierung von Annex A der ITU-Empfehlung Q.933 gefordert, da für jede Version in der Praxis eine leicht divergierende Variante des Managementprotokolls genutzt wird. Theoretisch wird LMI durch alle und Annex D durch einen Großteil der Lieferanten, Annex A dagegen nur durch einige wenige Hersteller unterstützt. Um die Kompatibilität eines Netzes mit Komponenten unterschiedlicher Hersteller sicherzustellen, muß an jedem Ende der Frame Relay-Verbindung die gleiche Version des Management-Protokolls eingesetzt werden.

In der *Profistrecke* des Kapitels finden Sie Hinweise zur Entwicklung von LMI und weitere Einzelheiten zu den Funktionen der unterschiedlichen Versionen.

Wählverbindungen (Switched Virtual Circuits SVC)

Als abschließenden Signalisierungsmechanismus wollen wir uns der SVC-Signalisierung widmen. Im Gegensatz zu den zuvor besprochenen Signalisierungsmechanismen, wie Überlast- und Verbindungsstatus, liefert die SVC-Signalisierung dem Betreiber eines Netzes keine Informationen über sein Netz, sondern bietet vielmehr eine Alternative zu dauernd bereitgestellten Verbindungen. Die SVC-Signalisierung ermöglicht Verbindungsaufbau und -abbau. Der Verbindungsaufbau liefert Informationen zur Verbindung, wie Details zu den gesendeten Daten, Datenannahme, Adressen und Bandbreitenparameter. SVCs bieten außerdem Optionen für neue Anwendungen und neue Netznutzungsmöglichkeiten. Im folgenden Abschnitt wollen wir Ihnen die Alternativen und Optionen näher vorstellen.

SVC-Implementierungsvereinbarung

Die Implementierungsvereinbarung (IA) FRF.4 legt alle zum Aufbau einer SVC erforderlichen Meldungen und Prozeduren fest. Das gewünschte Ziel einer ankommenden Verbindung wird durch das Netz informiert und kann dann entscheiden, ob die Verbindung angenommen werden soll. Wenn das Ziel die Verbindung annimmt, baut das Netz eine SVC über die Netz-Switches auf. Sobald die SVC hergestellt wurde, können die beiden Endpunkte die Daten übertragen. Wenn die Endpunkte die Verbindung nicht mehr benötigen, meldet einer der beiden dem Netz, die Verbindung zu beenden.

SVC und ihre Vorteile

Während die Leistungen von PVCs den Ansprüchen eines Großteils wenig komplexer Anwendungen genügen, gewinnen die SVC-Funktionen zunehmend an Bedeutung in öffentlichen Frame Relay-Netzen und sehr großen Privatnetzen. In SVCs verfügen die Benutzer über die Möglichkeit, den Aufbau virtueller Verbindungen nach Bedarf zu steuern sowie Durchsatzraten und Burst-Größe entsprechend ihren Anwendungen auszuhandeln.

SVC-Netzanwendungen

Einige der Vorteile werden deutlicher, wenn wir die unterschiedlichen Anwendungen, für die SVC-Technologie besonders geeignet ist, einer näheren Betrachtung unterziehen.

Anbindung abgesetzter Standorte

Am Rand eines Netzes oder an Orten, die nur wenig Kontakt zu den übrigen Standorten erfordern, bieten SVCs eine exzellente und besonders kosteneffektive Basis-Verbindungslösung. Der Kunde zahlt nur für die tatsächliche Netznutzung und beansprucht keine PVCs an der Benutzer-Netz-Schnittstelle. Diese Möglichkeit bietet sich besonders für abgesetzte Standorte an, die Frame Relay-Implementierungen in Hochgeschwindigkeit nutzen wollen.

Überlauf-Verkehr

Zu bestimmten Tages- oder Nachtzeiten kann es vorkommen, daß die Burst-Fähigkeit einer Haupt-PVC die Kapazitätsspitzen allein nicht mehr decken kann. Da SVCs die Möglichkeit einer bedarfsweisen Nutzung bieten, können diese gegebenenfalls saisonalen, sporadischen oder anderen zeitlich begrenzten Verkehr (teilweise) übernehmen und damit eine echte Bandwidth on Demand (Bandbreite auf Anforderung) bereitstellen.

Intranets und Extranets

Diese beiden Anwendungsbereiche bieten sich im Zusammenhang mit Frame Relay (mit SVCs) besonders an, da sie den Zugang zum Internet-Sektor eröffnen. Kunden, die mit den extremen Qualitätsschwankungen des Internet unzufrieden sind, bietet der Aufbau eines Intranet oder eines Extranet unter Einsatz von Frame Relay-Technologie häufig eine interessante Alternative. Für Carrier eröffnet sich damit zusätzlich ein völlig neues Dienstspektrum.

Wählzugang

Der Zugriff auf einen Frame Relay-Dienst erfolgt vom Carrier aus über eine örtliche Teilnehmerleitung, die die Benutzereinrichtungen mit dem nächsten Point-of-Presence (POP) des Betreibers verbindet. Bei dieser Teilnehmerleitung kann es sich entweder um eine Standleitung oder eine Wählverbindung handeln. Benutzer, die sich in ein Frame Relay-Netz einwählen, können entweder mit einem PVC- oder einem SVC-Netz verbunden werden.

Katastrophen-Recovery oder alternative Netzverbindungen

Allen Netzen, die Back-up- oder Recovery-Standorte nutzen oder mit Ersatzwegen im Netz arbeiten, bieten SVCs eine ökonomische Alternative zu Standleitungen, Wählbetrieb oder PVCs.

Sie liefern die erforderliche Netzflexibilität, wenn keine Standleitungen oder keine ausreichende Zeit für die Bereitstellung von PVCs zur Verfügung stehen.

Profistrecke

Im Rahmen der Profistrecke wollen wir zwei Themen ausführlicher vertiefen: die LMI-Spezifikation und die SVC-Implementierungsvereinbarung.

In diesem Abschnitt nehmen wir Bezug auf die beiden derzeit wichtigsten Standardisierungsorganisationen: das American National Standards Institute (ANSI) und die International Telecommunications Union, d.h. insbesondere deren Telecommunications Services Sector (ITU-T). Weitere Informationen zu den unterschiedlichen Standards sind Kapitel 4 zu entnehmen.

LMI-Spezifikation

Im Hauptweg wurden Ihnen bereits die drei Versionen der LMI-Spezifikation kurz vorgestellt: FRF. 1, mittlerweile aktualisiert durch FRF.1.1, ANSI T1.617 und ITU Q.933, unter Bezugnahmen auf FRF.1.1.

Die erste Definition zur PVC-Statussignalisierung bildet einen Bestandteil der LMI-Spezifikation. Dabei liefert das für LMI definierte Protokoll im Rahmen der "Statusabfrage"-Nachricht, die vom Benutzergerät (z.B. Router) gesendet wird, entweder eine einfache "Keep-alive"-Nachricht, die dem Netz mitteilt, daß die Verbindung mit dem Router weiterhin aktiv ist, oder eine Anfrage nach einem Bericht zum PVC-Status auf dem Port. Das Netz antwortet mit einer "Status"-Nachricht. Diese kann entweder in Form einer "Keep-alive"-Antwort oder als kompletter PVC-Bericht erfolgen. (Siehe Bild 10)

Zusätzlich ist eine optionale sogenannte "Status-Update"-Nachricht definiert, über die das Netz einen spontanen Bericht zu Änderungen des PVC-Status bereitstellt.

Es ist zu beachten, daß die LMI-Statusabfrage jeweils nur auf einer Seite die Anfrage und auf der anderen Seite die Antwort unterstützt. Dies bedeutet, daß nur das Benutzergerät (z.B. der Router) eine "Statusabfrage"-Nachricht senden und nur das Netz mit einer "Status"-Nachricht antworten kann. Obwohl diese Methode alle Vorteile einer besonders einfachen Implementierung aufweist, sind ihre Funktionen jedoch relativ begrenzt. Die Statusabfrage nach diesem Prinzip ermöglicht es den beiden Seiten der Schnittstelle nicht, mit den gleichen Befehlen und Antworten zu arbeiten.

Es wird lediglich die Benutzer-Netz-Schnittstelle (UNI) adressiert und somit eine Nutzung innerhalb der Netz-Netz-Schnittstelle (NNI) aufgrund der nur einseitig möglichen Kommunikation der Schnittstelle verhindert. UNI bildet die Endgeräteschnittstelle für ein Netz, während ein Netz über NNI die Möglichkeit für beidseitige Anfragen und Antworten besitzt. Stehen nur UNIs zur Verfügung, kann es innerhalb hybrider privater/öffentlicher Netze zu Problemen kommen, da in diesem Fall beispielsweise ein privater Netzknoten eine Frame Relay-NNI-Schnittstelle zu einem öffentlichen Frame Relay-Dienst unterhält.

WAN	WAN
LAN	LAN
Router	Router
Status Request	Statusabfrage
Status	Status

Bild 10: PVC-Status-Signalisierung als LMI-Spezifikation

Aus diesem Grund wurde kurz vor der Verabschiedung des geplanten Standards zur Frame Relay-Signalisierung eine Erweiterung durch ANSI vorgenommen, die im Rahmen der PVC-Statussignalisierung einen zweiseitig gerichteten symmetrischen Mechanismus vorsieht. Dadurch soll sichergestellt werden, daß beide Seiten einer Schnittstelle die gleichen Anfragen und Antworten ausgeben können. Dieser Mechanismus ist in T1.617/Annex D, kurz Annex D, definiert. Annex D gilt sowohl für UNI- als auch für NNI-Schnittstellen.

Im Gegensatz zu LMI (das mit DLCI 1023 arbeitet) ist DLCI 0 durch Annex D für die PVC-Statussignalisierung reserviert. Die aktuellen Anforderungen nach FRF.1.1, Annex A-Signalisierung, sind identisch zu Annex D, wobei auch mit DLCI 0 gearbeitet wird.

Damit die Kompatibilität auch in Multivendor-Netzumgebungen gewährleistet werden kann, muß an beiden Enden einer Frame Relay-Verbindung die gleiche Version des Managementprotokolls eingesetzt werden.

SVC-Implementierungsvereinbarung

Die SVC-Implementierungsvereinbarung basiert auf den geltenden SVC-Standards nach ANSI und ITU-T: T1.617 in ANSI und Q.933 in ITU-T. Diese beiden Dokumente bilden die Grundlage für Q.2931, dem Standard für die Zugangssignalisierung in ATM (Asynchronous Transfer Mode), sowie für die PVC-Managementprozeduren in Frame Relay.

Die SVC-Implementierungsvereinbarung unterstützt den Einsatz erweiterter Dienste in Frame Relay-Netzen. Zur Nutzung in internen Netzen müssen SVCs implementiert werden, die einen integrierten Bestandteil eines öffentlichen oder privaten Netzes bilden. SVCs behalten ihre Transparenz gegenüber den Benutzern, die ihre Benutzer-Netz-Schnittstellen-PVCs beispielsweise im Zusammenhang mit einem Katastrophen-Recovery warten. In Weitverkehrsnetzen können SVCs auch über sehr weite geographische Strecken, wie z.B. in Transatlantikverbindungen, genutzt werden, die ursprünglich einen zu hohen Kostenfaktor bedeuteten.

ISDN- und Wählzugang für PVCs und SVCs

Als weitere Zugangsmethode zu einem Frame Relay-Netz bietet sich der bedarfsweise Zugang für PVCs und SVCs an, wobei sowohl ein ISDN- oder ein Wählzugang genutzt werden kann. Der bedarfsweise Zugang ist insbesondere für entfernte Standorte empfehlenswert, die Frame Relay-Implementierungen mit Hochgeschwindigkeitszugang nutzen wollen.

Beim Wählzugang kann über ein normales Sprachnetz eine leitungsvermittelte Verbindung mit dem Frame Relay-Switch hergestellt werden. Der Switch erhält in diesem Fall eine Benachrichtigung, daß eine Frame Relay-Verbindung hergestellt wurde; er übernimmt dann die Verbindung und rechnet sie entsprechend ab. Der Kunde bezahlt dabei lediglich für die tatsächliche Nutzung der örtlichen Teilnehmerleitung, ohne daß PVCs an der Benutzer-Netz-Schnittstelle in Anspruch genommen werden. Die gleichen Vorteile gelten auch für ISDN-Zugänge sowie die E.164-Adressierung und ermöglichen echte Any-to-Any-Verbindungen über ISDN- bzw. Wählzugang.

Abkürzung

Anhand der Schnittstellen-Signalisierungsmechanismen werden Informationen zu einem Frame Relay-Netz bereitgestellt, die den Netzbetreibern erhebliche Effizienzverbesserungen ermöglichen.

Signalisierungsmechanismen bieten zusätzlich Optionen zur anwendungsspezifischen Konfiguration von Frame Relay-Netzen an. Dabei stehen drei Signalisierungsmechanismen in Frame Relay zur Auswahl:

- Mechanismen zur Meldung von Überlast

- Verbindungsstatus

- SVC-Signalisierung

Der ANSI-Standard definiert eine Methode zur Signalisierung von Überlast im Netz, die als Explicit Congestion Notification (ECN) bezeichnet wird.

Frame Relay nutzt FECN (Forward ECN) und BECN (Backward ECN)-Bits zur Meldung von Netzüberlast an betroffene Endgeräte. Das Frame Relay-Protokoll selbst kann nicht auf die Überlastmeldung reagieren. Diese Aufgabe übernehmen einige Protokolle höherer Schichten für die Endgeräte, die auf eine Implicit Congestion Notification reagieren, indem sie die Zunahme der Ende-zu-Ende-Verzögerungszeiten bzw. das Verwerfen von Frames bestätigen.

Das "Discard Eligibility" (DE)-Bit stellt ein wichtiges Instrument zur Steuerung des Durchsatzes dar; dabei werden die Verkehrsmessung sowie Dienstklassen-Garantien berücksichtigt. Die ANSI- und ITU-Standards definieren einen Mechanismus, der die Statusübermittlung von PVCs auf eine Frame Relay-Schnittstelle realisiert. Der Mechanismus basiert auf einer Variante der in der LMI-Spezifikation definierten Methode.

Der Einsatz von SVC-Signalisierung bietet eine Alternative zu den dauernd bereitgestellten Verbindungen und trägt zur Effizienzsteigerung eines Netzes bei. SVCs bieten zudem eine ideale Plattform für neue Anwendungen und innovative Netznutzung.

KAPITEL 4

FRAME RELAY-STANDARDS UND KOMPATIBILITÄT

Basis-Camp

Jede Beschreibung der Frame Relay-Technologie erfordert auch eine Erläuterung der zugehörigen Standards.

In diesem Kapitel wollen wir Sie mit den gegenwärtig aktuellen Frame Relay-Standards und ihrer Entwicklung vertraut machen. Zudem wollen wir Ihnen das Frame Relay Forum und die durch das Forum erarbeiteten Implementierungsvereinbarungen („Implementation Agreements“) zur Sicherstellung der Kompatibilität vorstellen.

Hauptweg: Der Hauptweg liefert einen Überblick über die Entwicklung der ANSI- und ITU-Standards für Frame Relay. Der Abschnitt faßt kurz die Arbeit des Frame Relay Forum zusammen und listet alle aktuellen Implementierungsvereinbarungen auf.

Dieses Kapitel enthält keine gesonderte *Profistrecke*.

Aussichtspunkte:

Tabelle 3: Frame Relay-Standards

Tabelle 4: Übersicht über die Frame Relay-Implementierungsvereinbarungen (IAs)

Abkürzung: Die Abkürzung faßt alle aktuellen Frame Relay-Standards und die Arbeit des Frame Relay Forums kurz zusammen.

Hauptweg Die Entwicklung der Frame Relay-Standards

Ein branchenweiter, außergewöhnlich breiter Konsens über die Notwendigkeit der Nutzung von Frame Relay in der Übertragungstechnik förderte die schnelle Entwicklung von entsprechenden Branchenstandards. In diesem Bereich sind namentlich zwei große Standardisierungsorganisationen zu nennen:

American National Standards Institute (ANSI)

International Telecommunications Union – Telecommunications Services Sector (ITU-T), die ehemalige CCITT (Consultative Committee for International Telephone and Telegraph).

Zum besseren Verständnis der Entwicklung von Frame Relay-Standards müssen wir einen Blick ins Jahr 1988 zurückwerfen. In jenem Jahr verabschiedete die ITU-T (damals CCITT) die Empfehlung I.122, einen sogenannten „Rahmen für zusätzliche paketorientierte Carrier-Dienste“ („Framework for additional packet mode bearer services“). I.122 war Teil einer ganzen Reihe von ISDN-bezogenen Spezifikationen. ISDN-Entwickler nutzten das sogenannte LAPD (Link Access Protocol- D-Channel) zur Übertragung der Signalisierungsinformation auf den D-Kanal in ISDN. (LAPD ist in der ITU-Empfehlung Q.921 definiert.)

Die Entwickler erkannten, daß LAPD Eigenschaften besaß, die auch in anderen Applikationen sehr nützlich sein konnten. Eine diese Eigenschaften bestand in der Unterstützung des Multiplexing virtueller Verbindungen auf Ebene 2, der Frame-Ebene (anstatt Ebene 3, die als Paketebene in X.25 agiert). Vor diesem Hintergrund wurde I.122 als allgemeiner Rahmen verfaßt, der die generelle Nutzung des Protokolls in der Nicht-ISDN-Signalisierung beschreiben sollte. Ab diesem Zeitpunkt vollzog sich die weitere Entwicklung in großen Schritten, die vor allem durch das ANSI-Komitee T1S1, unter Schirmherrschaft der Exchange Carrier Standards Association (ECSA), vorangetrieben wurde. Als Ergebnis seiner Arbeit präsentierte das Komitee einen umfassenden Satz von Standards, der Frame Relay auf sehr klare Weise definierte. Die wichtigsten Frame Relay-Standards sind in Tabelle 3 dargestellt.

Beschreibung	ANSI-Standard	Status	ITU-Standard	Status
Dienstbeschreibung	T1.606	Standard	I.233	freigegeben
Hauptaspekte	T1.618 (ehemals T1.6ca)	Standard	Q.922 Annex A	freigegeben
Zugangssignalisierung	T1.617 (ehemals T1.6fr)	Standard	Q.933	freigegeben

Tabelle 3: Frame Relay-Standards

T1.606 wurde Anfang 1990 verabschiedet und freigegeben. Dank der engagierten Arbeit des ANSI-Komitees und der starken Marktnachfrage absolvierten auch die übrigen ANSI-Standards den Standardisierungsprozeß im Eilschritt, um schließlich 1991 zum Abschluß zu gelangen.

Frame Relay-Standards

Die schnelle Entwicklung der Frame Relay-Standards durch ANSI basierte u.a. auf der hervorragenden Kooperation und dem breiten Konsens auf internationalem Niveau. Daraus resultierte eine ebenso rasche Verabschiedung der ITU-T-Empfehlungen in Übereinstimmung mit den ANSI-Standards. (Anmerkung des Verfassers: Der Einfachheit halber beziehen wir uns im vorliegenden Leitfaden vornehmlich auf ANSI-Standards, wobei die Erläuterungen weitgehend auch für ITU-T-Standards gelten.)

Kompatibilität und Standardkonformität

Bei der großen Zahl an Standardoptionen und dem breiten Spektrum an unterschiedlichen Hersteller-Designs stellt sich die Frage, worauf ein interessierter Kunde seine Entscheidung basieren kann, um Kompatibilität sicherzustellen?

Minimalanforderungen: Basisdatenverarbeitung

Zur Sicherstellung der Kompatibilität müssen die Netzeinrichtungen in Frame Relay Konformität mit der im ANSI-Standard spezifizierten Basisdaten-Transportmethode aufweisen. Der Standard setzt voraus, daß Frame Relay mit DLCI im 2-Byte-Frame Relay-Header arbeitet. Einzelheiten hierzu sind in Kapitel 2 beschrieben.

Sofern diese relativ einfache Bedingung erfüllt ist, ist Kompatibilität generell sichergestellt. Alle übrigen Anforderungen nehmen Bezug auf die Performance und Verwaltbarkeit eines Netzes.

Schnittstellensignalisierung für die Netz-Praxis

Die in Kapitel 3 erläuterten Schnittstellen-Steuerungsmechanismen sind optional, d.h. sie werden weder für den Datenfluß benötigt, noch bedeutet es eine Standardverletzung, wenn sie nicht genutzt werden.

In der Praxis erweist sich die Schnittstellensignalisierung jedoch als unerlässlich, um sicherzustellen, daß ein Netz die gewünschte Performance leistet. Andernfalls ist keine Überlaststeuerung in einem Netz möglich. D.h. mit der Zunahme des Verkehrs nimmt der Netzdurchsatz entsprechend ab. Der Durchsatzrückgang verstärkt zugleich die weitere Netzbelastung durch verworfene Frames und Übertragungswiederholungen.

Das Frame Relay Forum

Beim Frame Relay Forum handelt es sich um eine nicht gewinnorientierte Organisation zur Förderung der Verbreitung und Implementierung der Frame Relay-Technologie entsprechend den nationalen und internationalen Standards. Das Frame Relay Forum wurde 1991 gegründet und zählt heute mehr als 300 Mitgliedsunternehmen auf der ganzen Welt.

Das Forum entwickelt und verabschiedet sogenannte Implementierungsvereinbarungen (Implementation Agreements IA), die die Kompatibilität von Frame Relay sicherstellen und die Entwicklung von Konformitätsprüfungen nach einem Standardprotokoll für unterschiedliche Protokolle fördern sollen. Neben den ersten Frame Relay-IAs wurden weitere Funktionalitäten, wie Multicast, Multiprotocol-Encapsulation und Signalisierung in SVCs, in den nachfolgenden IAs berücksichtigt, um das Funktionsspektrum von Frame Relay zu erweitern. Die Arbeit des Frame Relay Forums erzielte bereits eine Reihe von Implementierungsvereinbarungen, die in Tabelle 4 dargestellt sind. Die Entwicklung von Vereinbarungen und Standards stellt jedoch einen kontinuierlichen Prozeß dar, an dem regelmäßig Optimierungen und Erweiterungen des Applikationsspektrums für den Frame Relay-Einsatz vorgenommen werden. Eine regelmäßig aktualisierte IA-Übersicht ist auf der Website des Frame Relay Forum unter www.frforum.com sowie dem vierteljährlichen Newsletter des Forums zu entnehmen.

FRF.1.1 User-to-Network (UNI) Implementation Agreement
FRF.2.1 Frame Relay Network-to-Network (NNI) Implementation Agreement
FRF.3.1 Multiprotocol Encapsulation Implementation Agreement (MEI)
FRF.4 Switched Virtual Circuit Implementation Agreement
FRF.5 Frame Relay/ATM PVC Network Interworking Implementation Agreement
FRF.6 Frame Relay Service Customer Network Management Implementation Agreement (MIB)
FRF.7 Frame Relay PVC Multicast Service and Protocol Description Implementation Agreement
FRF.8 Frame Relay/ATM PVC Service Interworking Implementation Agreement
FRF.9 Data Compression over Frame Relay Implementation Agreement
FRF.10 Frame Relay Network-to-Network Interface SVC Implementation Agreement
FRF.11 Voice over Frame Relay Implementation Agreement
FRF.12 Frame Relay Fragmentation Implementation Agreement

Tabelle 4: Die Implementierungsvereinbarungen (IA) des Frame Relay Forums

Abkürzung

Als die zwei größten Standardisierungsorganisationen sind zu nennen:

American National Standards Institute (ANSI)

International Telecommunications Union- Telecommunications Services Sector (ITU-T)

Der erste Frame Relay-Standard wurde 1990 durch die ANSI verabschiedet, die übrigen Standards folgten 1991 nach. Alle ITU-Empfehlungen zu Frame Relay wurden in Übereinstimmung mit den ANSI-Standards entwickelt.

Zur Sicherstellung von Kompatibilität müssen die Netzeinrichtungen in Frame Relay Konformität mit der im ANSI-Standard spezifizierten Basisdaten-Transportmethode aufweisen. Der Standard setzt voraus, daß Frame Relay mit DLCI im 2-Byte-Frame Relay-Header arbeitet. Schnittstellen-Steuerungsmechanismen sind grundsätzlich optional, erweisen sich jedoch als unerlässlich, um die gewünschte Netzperformance gewährleisten zu können.

Beim Frame Relay Forum handelt es sich um eine nicht gewinnorientierte Organisation zur Förderung der Verbreitung und Implementierung der Frame Relay-Technologie entsprechend den nationalen und internationalen Standards. Das Forum entwickelt und verabschiedet sogenannte Implementierungsvereinbarungen (Implementation Agreements IA), um die Kompatibilität von Frame Relay sicherzustellen.

Neben den ersten Frame Relay-IAs wurden weitere Funktionalitäten, wie Multicast, Multiprotocol-Encapsulation und Signalisierung in SVCs, in nachfolgenden IAs berücksichtigt, um das Funktionsspektrum von Frame Relay zu erweitern.

KAPITEL 5

EINSATZBEREICHE VON FRAME RELAY

Basis-Camp

In den vorhergehenden Kapiteln haben wir Ihnen die Prinzipien der Frame Relay-Technologie vorgestellt, d.h. die Grundlagen und Arbeitsweise von Frame Relay. In diesem Kapitel wollen wir uns auf die unterschiedlichen Anwendungen konzentrieren, um auf diese Weise einen besseren Einblick in den praktischen Nutzen von Frame Relay zu gewinnen. Dabei werden wir sowohl Frame Relay-Applikationen berücksichtigen, die bereits eine weite Verbreitung genießen, als auch innovative Neuentwicklungen.

Hauptweg: Der Hauptweg liefert eine Übersicht über die vier bekanntesten Anwendungen, die sich zunehmender Verbreitung erfreuen: LAN-Peer-to-Peer-Networking-over-Frame Relay, SNA-over-Frame Relay, Voice-over-Frame Relay (VoFR) und Frame Relay-to-ATM-Interworking.

Profistrecke: Im Rahmen der Profistrecke werden wir drei der im Hauptweg bereits angesprochenen Anwendungen detaillierter erläutern. Dabei werden Sie erfahren, wie FRF.3.1 die Kompatibilität in SNA-Netzen sicherstellt und auf welche Weise Verkehrsmanagement in SNA-over-Frame Relay realisiert ist. Zudem wird die Funktionsweise von Voice-over-Frame Relay erläutert und durch zugehörige Pro und Kontra-Überlegungen ergänzt. Abschließend wollen wir Ihnen die Interworking Function (IWF) und FUNI bzw. die ATM-Frame-basierte UNI näher vorstellen.

Aussichtspunkte:

Bild 11: Traditionelle Lösung für LAN oder Client/Server-Netze

Bild 12: Frame Relay-Lösung für LAN oder Client/Server-Netze

Bild 13: Parallele Bankfilialnetze

Bild 14: Konsolidiertes Bankennetz

Bild 15: Integrierte Sprach- und Datennetze
Bild 16: Frame/ATM-Network Interworking (Netzkooperation)
Bild 17: Frame/ATM-Service Interworking (Dienste-Kooperation)
Bild 18: Klassisches Mehrpunkt-SNA-Netz
Bild 19: Migration eines SNA-Netzes zu Frame Relay
Bild 20: NCP direct FRF.3.1-Netz
Bild 21: FRAD FRF.3.1-Netz
Bild 22: Normale Sprachkomponenten
Bild 23: Frame/ATM-Netz-Kooperation (Einkapselung)
Bild 24: Frame/ATM-Dienste-Kooperation (Transparent)
Bild 25: Frame/ATM-Dienste-Kooperation (Translation)
Bild 26: ATM DXI und ATM FUNI
Tabelle 5: Vergleich zwischen Frame Relay/ATM-Kooperation und FUNI und ATM DXI
Abkürzung: Die Abkürzung nennt die wichtigsten Aspekte der vier detailliert behandelten Applikationen und ihre jeweiligen Vorteile.

Hauptweg

Am Anfang verschaffte sich Frame Relay vornehmlich Respekt als optimale Lösung für Endbenutzer im Zusammenhang mit LAN-LAN-Verbindungen und bei der Erfüllung weiterer Datenübertragungsanforderungen. Als Hauptvorteil gegenüber konkurrierenden Technologien kann Frame Relay mit einer Senkung der Unterhaltskosten aufwarten:

Frame Relay unterstützt mehrfache Benutzeranwendungen, wie TCP/IP, NetBIOS, SNA und Sprachverbindungen, und macht somit den Bedarf an Mehrfacheinrichtungen zur Unterstützung der verschiedenen Anwendungen an einem Standort überflüssig.

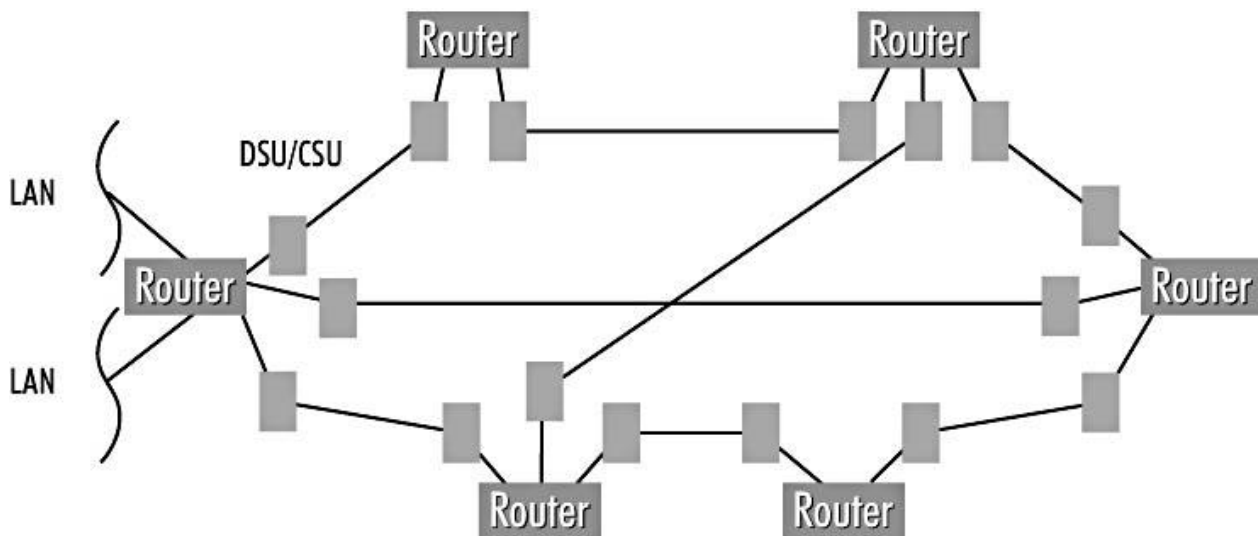
Frame Relay arbeitet mit statistischem Multiplexing und ermöglicht es somit mehreren Benutzern an einem Standort, auf ein und dieselbe Verbindung und den gleichen Frame Relay-Port zuzugreifen. Eine besonders effiziente Bandbreitennutzung wird auf diese Weise sichergestellt.

Da pro Benutzerstandort nur eine einzige Leitung und ein einzelner Port benötigt werden, können häufig erhebliche Einsparungen im Bereich der Übertragungseinrichtungen erzielt werden.

Kunden verzeichnen generell eine deutliche Reduzierung benötigter Routerkarten und DSU/CSU. Auf diese Weise werden im Vergleich zu den Punkt-zu-Punkt-Technologien sowohl Up-front-Kosten als auch laufende Wartungskosten deutlich verringert.

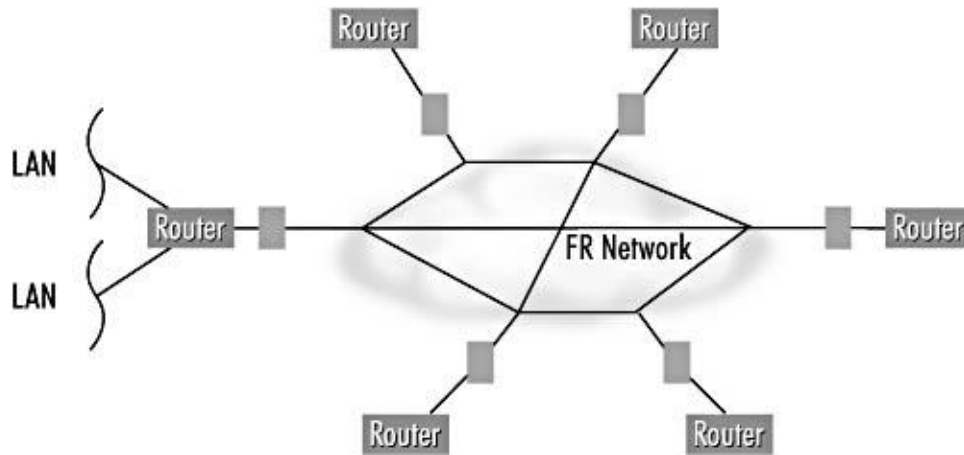
1. Anwendung: Vermaschte LAN-Peer-to-Peer-Netze

In klassischen Lösungen für LAN- oder Client/Server-Netze über WAN erfordern vermaschte Netzimplementierungen häufig einen hohen Kostenaufwand. Da die Preise für die Nutzung von Mietleitungen entfernungsabhängig gestaltet sind, steigen die Kosten für ein Netz mit seiner geographischen Streuung. Alle Änderungen innerhalb des Netzdesigns erfordern neben den erforderlichen Softwareänderungen in der Regel eine entsprechende physikalische Neukonfiguration. Damit wird die gesamte Änderungsprozedur zeitaufwendig. (Siehe Bild 11.)



Frame Relay für LAN oder Client/Server

Bei der Umstellung von LAN- oder Client/Server-Applikationen auf Frame Relay können bei minimalem Kostenaufwand zusätzliche VCs zwischen den Standorten eingerichtet werden. Ein Großteil der öffentlichen Frame Relay-Kosten ist entfernungsunabhängig. Virtuelle Verbindungen können anhand der Software konfiguriert werden und Änderungen sind entsprechend rasch realisierbar. Frame Relay ist daher die ideale Lösung für alle vermaschten Konfigurationen. (Siehe Bild 12.)



LAN	LAN
Router	Router
DSU/CSU	DSU/CSU

Bild 12: Frame Relay-Lösung für LAN oder Client/Server-Netze

LAN	LAN
Router	Router
FR Network	Frame Relay-Netz

Bild 11: Klassische Lösung für LAN oder Client/Server-Netze

2. Anwendung: SNA-over-Frame Relay

In den vergangenen Jahren konnte eine Migration klassischer Verkehrstechniken, wie BSC (binäre synchrone Kommunikation) und SNA (Systems Network Architecture), von Mietleitungen mit geringer Geschwindigkeit zu Frame Relay-Diensten festgestellt werden. Durch das Engagement der Internet Engineering Task Force (IETF) und des Frame Relay Forum wurde die Vereinbarung von Standards erreicht, die den Weg für die Einkapselung von Mehrfachprotokollen, wie die Nutzung von SNA in Frame Relay-Netzen, freimachten. Im Verbund stellen sie ein Standardverfahren zur Kombination von SNA- und LAN-Verkehr über eine einzige Frame Relay-Verbindung bereit. Auf diese Weise können FRADs und Router, die Netzverbindungen herstellen, gleichzeitig zeitsensitiven SNA- und diskontinuierlichen („Bursty“-) LAN-Verkehr verarbeiten.

Durch die Integration von klassischen Verkehrsarten und LAN-LAN-Verkehr wird den Netzadministratoren ein effizienteres, flexibleres und kostengünstigeres Netz sowie eine Reihe weiterer Vorteile in die Hand gegeben:

- Simplifizierung des Netzes
- Effizientere Nutzung der getätigten Investitionen
- Fortschritt basierend auf SNA mit Migrationsstrategien für verteilte und Peer-to-Peer-Unternehmensnetze
- Deutliche Reduzierung der Verbindungskosten: möglich sind 30% bis 40% im Vergleich zu herkömmlichen Mietleitungen
- Erhöhte Netznutzung bis zu 40% durch Frame Relay-Multiprotokoll-Unterstützung
- Ununterbrochender Netzbetrieb: Integrität und Steuerung der Netze wird durch NetView und SNMP-Management sichergestellt
- High-Performance-Netzbetrieb für Advanced Peer-to-Peer Networking (APPN)

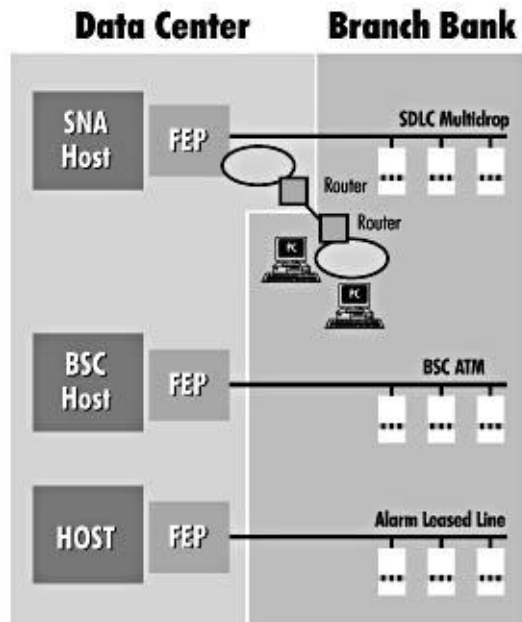
Wir wollen einige der genannten Vorteile näher betrachten. Frame Relay hat sich in SNA-Installationen vor allem aufgrund seiner ausgereiften, erprobten und stabilen Technologie verbreitet. Zusätzlich können die Benutzer eine effizientere Nutzung ihrer Investitionen erzielen und bewährte Netzmanagement-Methoden weiterführen.

Frame Relay ist einfach und ohne bzw. nur mit kurzer Betriebsunterbrechung in SNA-Netze integrierbar. Die Migration zu Frame Relay kann ohne Änderungen an der Hardware oder Software des Front End Processor (FEP) bzw. in den SNA-Namen oder den Netztopologien erfolgen. Frame Relay erspart seinen Nutzern auch die Notwendigkeit, neue Tools für den Netzbetrieb einzuführen sowie das entsprechende Mitarbeitertraining, da die Nutzung der bekannten NetView-Werkzeuge und Praktiken problemlos unterstützt wird. Auf diese Weise wird sichergestellt, daß jeder Nutzer die Migration zu einem Multivendor-Unternehmensnetz-Management wie SNMP ganz nach Bedarf realisieren kann.

Da Frame Relay den Vorgaben des SNA-Prinzips folgt, können die Nutzer vom Vorteil einer Migrationsstrategie profitieren, die auf verteilten Netzen und Peer-to-Peer-Unternehmensnetzen basiert und somit ihre SNA-Netze optimal weiterentwickelt und perfektioniert. Dabei zeichnet sich das neue Netzkonzept im Vergleich zu den ursprünglichen Mehrpunkt-Netzen vornehmlich durch verbesserte Antwortzeiten und Verfügbarkeit bei gleichzeitig höherer Performance aus. Wir wollen diese Vorteile anhand einer typischen Frame Relay-SNA-Applikation näher erläutern.

Frame Relay-Einsatz in einer Bankanwendung

In einer großen Bank mit einer Vielzahl von Zweigstellen an unterschiedlichen Standorten sind alle SNA- und BSC-Einrichtungen gemeinsam mit LANs installiert. Daraus entstehen parallele Zweigstellennetze, die hohe monatliche WAN-Kosten verursachen (siehe Bild 13).



Data Center	Datenzentrum
Branch Bank	Zweigstelle
SNA Host	SNA-Host
BSC Host	BSC-Host
FEP	FEP
SDLC Multidrop	SDLC-Mehrpunkt
Router	Router
BSC ATM	BSC ATM
Alarm Leased Line	Alarm-Mietleitung

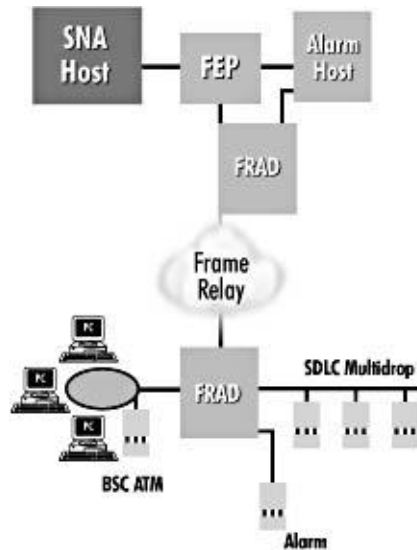
Bild 13: Parallele SNA-, BSC-, Alarm- und LAN-Zweigstellennetze

Im konsolidierten Verkehr der Frame Relay-Einrichtungen am Kundenstandort (CPE) werden serielle Protokoll-Netze und LAN-Netze in jeder Zweigstelle kombiniert. Die CPE sichern somit die Integration der normalerweise in einer Zweigstelle genutzten herkömmlichen Einrichtungen mit neu hinzugekommenen Geräten zur Unterstützung von Client/Server-Applikationen.

Wie ist das möglich? Die Frame Relay-CPE konsolidieren SNA/SDLC- (Synchronous Data Link Control) sowie BSC-Daten und LAN-Daten auf dem Frame Relay-basierten WAN. Auf diese Weise können mehrfache Mietleitungen, die mit Einzelprotokollen arbeiten und die Filialen mit ihren Host-Ressourcen verbinden, vermieden werden. Zudem werden die Vorteile von LANs mit höherer Performance zur Konsolidierung von seriellen und LAN-Verkehr im Gegensatz zu analogen Mietleitungsnetzen mit niedriger Geschwindigkeit voll ausgeschöpft.

Auf diese Weise werden bessere Performance, höhere Zuverlässigkeit und ein geringerer Kostenaufwand erzielt. Da Frame Relay-Zugangsleitungen genauso viele Standorte erreichen wie mehrfache Mietleitungen, wird zudem eine Reduzierung der Netzeinrichtungen erreicht.

Die monatlichen Telekommunikationskosten werden ebenfalls gesenkt und die Netze von Grund auf vereinfacht. Als weitere Vorteile ergeben sich eine effizientere Bandbreitennutzung, kalkulierbare und konsistente Antwortzeiten, erhöhte Zuverlässigkeit sowie vereinfachte Netztopologien und Fehlerbehebung. Beispielsweise kann ein Wechsel von BSC zu Frame Relay durch Frame Relay-CPE für Standorte mit BSC-Geldautomaten realisiert werden, die durch einen SNA-Host im Rechenzentrum unterstützt werden. Auf diese Weise werden die Ausrüstungsinvestitionen der Bank noch effizienter genutzt (siehe Bild 14).



SNA Host	SNA-Host
FEP Host	FEP-Host
Alarm Host	Alarm-Host
FRAD	FRAD
Frame Relay	Frame Relay
SDLC Multidrop	SDLC-Mehrpunkt
Alarm	Alarm
BSC ATM	BSC-ATM

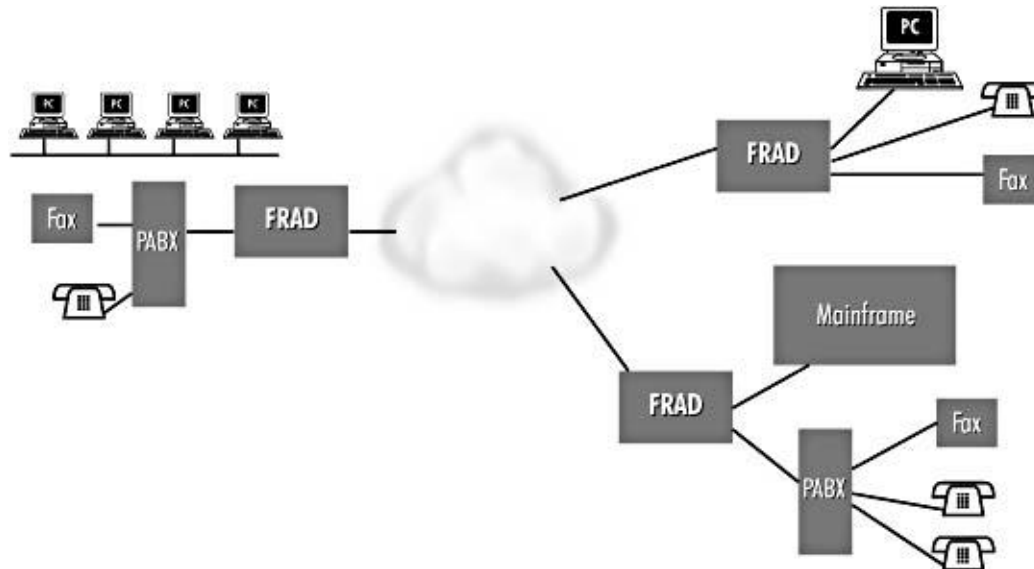
Bild 14: Konsolidiertes Bankennetz

SNA-over-Frame Relay zahlt sich aus

Frame Relay unterstützt eine verbesserte Performance und reduzierte Betriebskosten in unternehmenskritischen SNA-Netzen. Diese Einsparungen werden erzielt, da Frame Relay die Anforderungen an Antwortzeiten, Verfügbarkeit und Management in unternehmenskritischen Anwendungen erfüllt. Nähere Einzelheiten über den Einsatz von Frame Relay an Stelle von SDLC-Punkt-zu-Punkt-Netzen und über die Kompatibilitätsfunktionen von FRF.3.1 erfahren Sie im Abschnitt über SNA im Rahmen der *Profistrecke*.

3. Anwendung: Voice-over-Frame Relay (VoFR)

Mittlerweile nimmt auch die Verbreitung von unkonventionellen Frame Relay-Einsatzbereichen zu. So bietet eine der neuen Anwendungsmöglichkeiten, wie Voice-over-Frame Relay (VoFR), den Telekommunikations- und Netzbetreibern die Möglichkeit, Sprach- und Sprachbanddaten (z.B. Fax und Analogmodems) mit den Datendiensten über ein Frame Relay-Netz zu konsolidieren (siehe Bild 15).



Fax	Fax
PABX	Nebenstellenanlage PBX
FRAD	FRAD
PC	PC
Mainframe	Mainframe

Bild 15: Integriertes Sprach- und Datennetz

Die Migration von Mietleitungen zu Frame Relay-Netzen erschließt sich für viele Netzadministratoren als kostengünstige Lösung für ihren vielfältigen Übertragungsbedarf. Da über Mietleitungsnetze jedoch auch häufig Sprache übertragen wird, mußte eine Lösung gefunden werden, die auch die Sprachanforderungen von Unternehmen abdecken kann. Mit der Verabschiedung von FRF.11 wurden die erforderlichen Standards für Sprachübertragungen via Frame Relay bereitgestellt. U.a. definiert FRF.11 die Standards für den Einsatz unterschiedlicher Einrichtungen zum Transport von Sprache über das öffentliche Frame Relay-Netz eines Betreibers.

Maximierte Nutzung von Frame Relay-Netzen

FRF.11 gibt den Herstellern die Möglichkeit, Standard-basierte Geräte und Dienste zu entwickeln, die die erforderliche Kompatibilität sicherstellen. Zudem bietet sich VoFR als echte Alternative zu standardmäßigen Sprachdiensten für Netzbetreiber an, die ihre Kommunikationskosten senken und gleichzeitig die Nutzung ihres Frame Relay-Netzes maximieren möchten.

Häufig werden in Frame Relay-Netzen überschüssige Bandbreiten festgestellt, die ideal für die Unterstützung von Sprachverkehr genutzt werden können. In anderen Fällen wird der Kostenaufwand für die Einrichtung zusätzlicher Frame Relay-Bandbreiten für den Sprachverkehr als effektiver erachtet, als die durch Orts- oder Fernverbindungsbetreiber angebotenen standardmäßigen Sprachdienste.

VoFR liefert Endbenutzern eine kosteneffektive Alternative für den Sprachverkehr zwischen unterschiedlichen Unternehmensstandorten. So kann ein Netzadministrator beispielsweise mehrere Sprachkanäle und seriellen Datentransfer in einer Frame Relay-Verbindung zwischen einer Zweigstelle und dem Unternehmenshauptsitz integrieren. Durch die Kombination von Sprach- und Datenverkehr in einer bereits installierten Frame Relay-Verbindung erhält der Nutzer die Möglichkeit kosteneffektiver Sprachverbindungen zwischen den Unternehmensstandorten und einer effizienten Nutzung der Netzbandbreiten. Die Integration von Sprach-, Fax- und Datenverkehr über einem einzigen Zugang reiht sich in die wachsende Liste nicht klassischer Frame Relay-Applikationen ein und bietet Netzbetreibern eine echte, praxisfähige Lösung, da keine umfangreiche Erweiterung der Netzarchitektur, der Verbindungsgeschwindigkeiten oder CIR erforderlich werden. Einzelheiten zur Funktionsweise von VoFR entnehmen Sie bitte der *Profistrecke* in diesem Kapitel.

Wie die Erfahrungen zeigen, bietet Frame Relay einen weiteren signifikanten Vorteil: Das Zusammenwirken (Interworking) mit anderen fortschrittlichen und hochentwickelten Diensten, wie z.B. ATM.

4. Anwendung: Zusammenwirken von Frame Relay und ATM

Bei Frame Relay/ATM-Interworking handelt es sich um eine praxisfähige Lösung, die den Benutzern eine kostengünstige Zugangslösung zur Verbindung mit Hochgeschwindigkeitsnetzen offeriert. Seit ihrer Verabschiedung durch das ATM- und das Frame Relay Forum bieten die Frame Relay/ATM-PVC-Interworking-Implementierungsvereinbarungen (IA) eine standardbasierte Lösung zum Zusammenwirken von bereits bestehenden oder neuen Frame Relay-Netzen mit ATM-Netzen, ohne daß Änderungen für den Endbenutzer oder bei den Netzeinrichtungen erforderlich werden.

Aus welchem Grund wird ein Zusammenwirken von Frame Relay und ATM gewünscht? Während Frame Relay sich für eine Vielzahl von Anwendungen, wie z.B. LAN-Vernetzung, SNA-Migration und Fernzugriff eignet, können andere Applikationen, wie Broadcast-Video- und Server-Farm-Unterstützung besser in ATM-Netzen genutzt werden.

Zudem bieten die Möglichkeiten zum Zusammenwirken von Frame Relay- und ATM-Netzen den Nutzern eine gewisse Investitionssicherheit hinsichtlich bestehender Frame Relay-Netze sowie eine aktive Unterstützung bei Migrationsplanungen von Frame Relay zu ATM.

Entsprechende Frame Relay/ATM-SVC-Interworking-IAs befinden sich gegenwärtig noch in der Entwicklung.

Interworking Standards für Frame Relay und ATM

Für PVCs gelten zwei Frame Relay/ATM-Interworking-IAs, wobei jede IA eine eigene Art des Zusammenwirkens beschreibt. Die erste Variante, das sogenannte Frame Relay/ATM Network Interworking für PVCs (FRF.5), ermöglicht den Netzadministratoren eine Skalierung des Backbone mit Verbindungsleitungen von mehr als 45Mbit/s mit Unterstützung durch Frame Relay. Damit wird ein Standard bereitgestellt, der es ATM ermöglicht, als Hochgeschwindigkeits-Backbone für Frame Relay-PVC-Nutzer zu dienen. Als zweite Variante definiert Frame Relay/ATM Service Interworking für PVCs (FRF.8) die nahtlose Kommunikation von Frame Relay-PVC und ATM-PVC-Endbenutzern bzw. Systemen.

Frame Relay/ATM Network Interworking für PVCs kann als eine Art Einkapselung betrachtet werden, während Frame Relay/ATM Service Interworking für PVCs als Translation-Basis zwischen beiden Protokollen agiert. Wir wollen nun beide Standards etwas detaillierter betrachten.

Frame Relay/ATM Network Interworking für PVCs

Frame Relay/ATM Network Interworking ermöglicht die Kommunikation zwischen Frame Relay-Endbenutzern oder Netzeinrichtungen, wie z.B. FRADs oder Router, über ein als Backbone genutztes ATM-Netz.

Frame Relay	Frame Relay
FR-UNI	FR-UNI
IWF	IWF
ATM Network	ATM-Netz
Host	Host
PC	PC

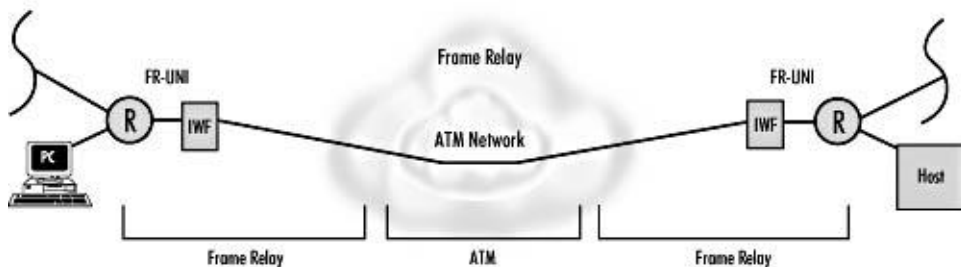


Bild 16: Frame Relay/ATM Network Interworking

Beispielsweise kommunizieren die mit FRADs verbundenen SNA-Endgerätenutzer in einer Zweigstelle mit Frame Relay-basierten IBM 3745 Communications Controllern, die sich am Hauptsitz des Unternehmens befinden, über ein Hochgeschwindigkeits-ATM-Netz als Backbone. Die Frame Relay-Einrichtungen verhalten sich genau so, als ob sie Frame Relay für die gesamte Verbindung nutzen, ohne Rücksicht auf das dazwischen befindliche ATM-Netz. ATM-Backbones zur Verbindung von mehrfachen Frame Relay-Netzen ermöglichen Skalierbarkeit und die Unterstützung hoher Geschwindigkeiten für eine Vielzahl von Standorten und Endgeräten, ohne notwendige Änderungen an den bestehenden Einrichtungen.

Frame Relay/ATM Service Interworking für PVCs

Frame Relay/ATM Service Interworking ermöglicht die Kommunikation zwischen einem ATM- und einem Frame Relay-Netz bzw. entsprechenden Endgeräten, d.h. die Kommunikation von vorhandenen Frame Relay-Geräten beispielsweise in entfernten Zweigstellen eines Unternehmens mit den Endbenutzern im Hauptsitz, die ATM-basierte Applikationen nutzen.

Da hierbei der Zugriff bestehender Einrichtungen auf neue ATM-basierte Applikationen möglich wird, gewährleistet Frame Relay/ATM Service Interworking damit die Investitionssicherheit für alle vorhandenen Geräte. Auf diese Weise wird die Entkopplung von Client- und Server-Seite des Netzes gefördert, wobei jede Seite die Ressourcen nutzen kann, die die jeweiligen Bandbreiten- und Kostenanforderungen am besten erfüllen.

Frame Relay	Frame Relay
FR-UNI	FR-UNI
IWF	IWF
ATM Network	ATM-Netz
Host	Host
PC	PC
ATM UNI	ATM-UNI

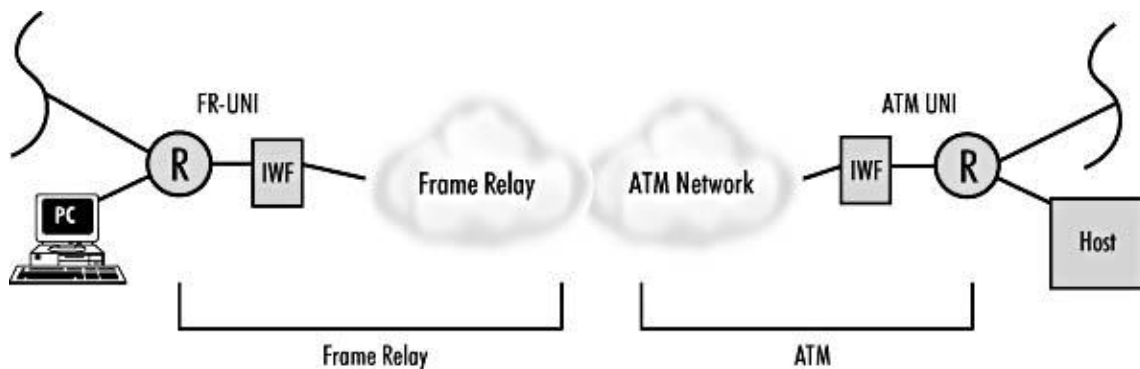


Bild 17: Frame Relay/ATM Service Interworking

Kurzer Überblick über IWF und FUNI

Bevor wir das Zusammenwirken von Frame Relay mit ATM abschließen, möchten wir noch zwei weitere interessante Themen an dieser Stelle kurz ansprechen: Die Interworking Function (IWF) und die Frame-basierte Benutzer-Netz-Schnittstelle (Frame Based User-to-Network Interface FUNI). Einzelheiten zu den beiden Themen erfahren Sie in der *Profistrecke*.

Als entscheidenden Vorteil bietet Frame Relay/ATM Interworking Lösungen zur Unterstützung der Kommunikation zwischen verschiedenen Frame Relay- und ATM-Umgebungen ohne notwendige Änderung der Endgeräte. Eine erfolgreiche Unterstützung der Ende-zu-Ende-Kommunikation in einer Frame Relay/ATM Interworking-Umgebung erfordert jedoch bestimmte technische Funktionen, um die Unterschiede zwischen Frame Relay und ATM zu kompensieren. Diese Funktionen sind im Rahmen der relevanten Frame Relay/ATM Service and Network Interworking-IAs definiert und werden durch IWF unterstützt, die sich im allgemeinen im Switch an der Grenze zwischen Frame Relay- und ATM-Diensten befindet.

Im Rahmen der Profistrecke werden Aufgaben und Funktionsweise von IWF detailliert erläutert.

Die FUNI wurde durch das ATM-Forum definiert. Ihre Aufgabe besteht darin, einen Frame-basierten Zugriff auf ATM-Netze sicherzustellen. Sie bietet eine echte Alternative zum Frame Relay/ATM Service Interworking und ist besonders im Bereich von Weitverkehrsinfrastrukturen, die ATM nutzen, sinnvoll. Die FUNI ermöglicht auch im Ende-zu-Ende-Einsatz eine Dienstgüte auf dem Niveau von ATM, und zwar im Hinblick auf Netzdurchsatz und Antwortzeiten. Dies wird trotz Frame-basierter Zugriffsmethode, statt nativem oder Zell-basiertem ATM, möglich.

Die durch das ATM-Forum im Jahr 1995 verabschiedete FUNI-Spezifikation liefert eine optimierte Effizienz der Zugangsbandbreiten. FUNI ermöglicht es den Benutzern außerdem, Frames mit variabler Länge (niedriger Overhead), anstatt Zellen mit fester Länge, zum ATM-Netz zu übertragen. In der *Profistrecke* werden die Unterschiede zwischen FUNI und ATM DXI (Data Exchange Interface) sowie die Vorteile von FUNI einer eingehenderen Betrachtung unterzogen.

Profistrecke

In der Profistrecke wollen wir die drei bereits im vorhergehenden Hauptweg angesprochenen Applikationen ausführlicher erläutern, d.h. SNA-over-Frame Relay, Voice-over-Frame Relay sowie Frame Relay/ATM Interworking.

Frame Relay als Alternative zu SNA SDLC-Punkt-zu-Punkt-Verbindungen

Klassische SNA-Netze basieren auf Mietleitungen, die mehrere Controller mit dem Front End Processor (FEP) verbinden. Dabei handelt es sich in der Regel um Analogverbindungen mit niedrigen Geschwindigkeiten, die als einzelner Point of Failure zwischen Benutzer und Host fungieren, wie in Bild 18 dargestellt.

SNA Host	SNA-Host
FEP	FEP
SDLC Multidrop	SDLC-Mehrpunkt
Cluster Controllers	Cluster-Controller



Bild 18: Klassisches Mehrpunkt-SNA-Netz

Mehrpunkt-Mietleitungsnetze bedeuten bekanntermaßen große Nachteile, da sie Netzbetreiber dazu zwingen, den komplexen Weg einer Vielzahl von Mietleitungen zu wählen. Trotz der mittlerweile gewaltigen Fortschritte in der Netztechnologie basieren viele Unternehmen ihre unternehmenskritischen SNA-Applikationen nach wie vor auf Mehrpunkt-Mietleitungen.

SNA-Netze mit nicht vermittelten Punkt-zu-Punkt-Verbindungen können ohne jegliche Änderung in den gewohnten Anwendungen oder der bestehenden Hardware von SDLC zu Frame Relay migrieren. In vielen Fällen wird lediglich ein simples Upgrade der Kommunikationssoftware in den Controllern benötigt.

Controller, die kein Upgrade zur Unterstützung von Frame Relay zulassen, können alternativ auch an FRAD oder einen geeigneten Router zur Frame Relay-Verbindung angeschlossen werden. Frame Relay nutzt die gleichen Hardwarekomponenten wie SDLC, so daß alle SDLC-Leitungsschnittstellen-Koppler, Modems und DSU/CSU auch in Frame Relay-Netzen weiter verwendet werden können.

Als weiterer wichtiger Aspekt beim Anschluß der Controller an ein Frame Relay-Netz ist die Funktionsweise zu berücksichtigen, mit der die FRADs oder Router mit den abgesetzten oder Host-Standorten in einem SNA-Netz verbunden werden. SNA verfügt über eine eigene Art der Wartungskommunikation, dem sogenannten „Polling“. Dabei führt jedes SNA-Gerät, das für ein bestimmtes Subnetz zuständig ist, regelmäßiges Polling am Downstream-Controller hinsichtlich des aktuellen Status durch; dabei wird auf zu übertragende Daten geprüft. An den abgesetzten Standorten antwortet der jeweilige lokale Controller.

Frame Relay-Zugangsgeräte ermöglichen entweder lokales oder entkoppeltes Polling, um auf diese Weise optimale Netzbedingungen sicherzustellen. Frame Relay-Zugangsgeräte können die jeweiligen Downstream-Geräte abfragen oder auch für sie antworten. Dieser als „Spoofing“ bezeichnete Prozeß beseitigt die Notwendigkeit von Polling im Netz, da die Daten ausschließlich im Ende-zu-Ende-Verfahren übertragen werden. Dadurch wird die nutzbare Netzbandbreite erhöht, was unmittelbaren Einfluß auf die Netzperformance ausübt.

Frame Relay bietet als virtueller Ersatz von Mietleitungen die direkte Migration von den komplexen Mietleitungen im Mehrpunktverfahren zu einem kostenwirksameren Netz mit deutlich höherer Performance.

Wie in Bild 19 dargestellt, kann die Migration von SNA-Netzen zu Frame Relay ohne jegliche Änderung in der FEP-Hardware oder Software erfolgen. Die Benutzer erzielen deutlich niedrigere monatliche WAN-Kosten und kompensieren somit die Frame Relay-Migration innerhalb weniger Monate.

SNA Host	SNA-Host
FEP	FEP
FRAD	FRAD
Frame Relay	Frame Relay
SDLC Multidrop	SDLC-Mehrpunkt
Cluster Controllers	Cluster Controller

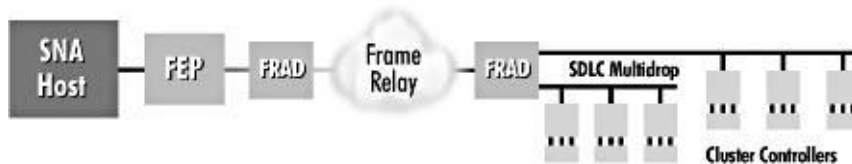


Bild 19: SNA-Netz-Migration zu Frame Relay

Ein Frame Relay-Upgrade ermöglicht voll vermaschte Netztopologien für optimale Redundanz und Backup-Sicherheit, ohne den andernfalls erforderlichen Verwaltungsaufwand für eine große Zahl von Mietleitungen. Das Hinzufügen und Entfernen von virtuellen Verbindungen erfolgt mit Hilfe des Netzmanagements im Rahmen der beanspruchten Dienste anstatt durch Ergänzen und Entfernen von Hardware. Für den Einsatz in Datenzentren mit großem Verkehrsvolumen unterstützt Frame Relay Zugriffsgeschwindigkeiten bis zu 45 Mbit/s (z.B. T3/E3).

Frame Relay ermöglicht zudem sogenannte "One-to-Many"- und "Many-to-Many"-Verbindungen über eine einzige Leitung, während SDLC bereits für eine "One-to-Many"-Konfiguration eine Mehrpunktleitung benötigt. SNA-Mehrpunkt-Hardware-Konfigurationen müssen zur Nutzung von Frame Relay in Punkt-zu-Punkt-Hardware-Konfigurationen umgewandelt werden. Dabei können alle Änderungen unter Berücksichtigung der besten ökonomischen Lösung durch die optimale Kombination aus Frame Relay-Switch-Anordnung und Frame Relay-Endgeräten realisiert werden. Frame Relay-Switches können beispielsweise so eingesetzt werden, daß sie eine optimale Nutzung der Punkt-zu-Punkt-Verbindungsstarife sicherstellen, während FRADs zur Bereitstellung von Frame Relay-to-SDLC-Interworking herangezogen werden, da SDLC-Mehrpunktverbindungen generell kostengünstiger sind. Wenn die Benutzer Wert auf weitere Kosteneinsparungen legen, bieten sich noch andere Migrationswege an. So kann beispielsweise ein FEP-Upgrade durchgeführt werden, das Direktverbindungen mit NCP (Network Control Program) von einem FRF.3.1-kompatiblen FRAD, wie in Bild 20 dargestellt, ermöglicht. Auf diesem Wege können FRAD oder Router am Host vermieden und somit Hardwarekosten eingespart sowie geringere Komplexität erzielt werden.

SNA Host	SNA-Host
NCP FEP	NCP-FEP
FRAD	FRAD
Frame Relay	Frame Relay
SDLC Multidrop	SDLC-Mehrpunkt
Cluster Controllers	Cluster Controller



Bild 20: NCP-direktes FRF.3.1-Netz

Alternativ kann auch ein FEP-Upgrade zu einer Token Ring-Verbindung von einer SDLC-Leitung erfolgen, wobei FRAD die Verbindung zum Host sicherstellt, siehe Bild 21. Zusätzliche Hardware auf dem Host kann somit eingespart werden.

SNA Host	SNA-Host
FEP	FEP
FRAD	FRAD
Frame Relay	Frame Relay
SDLC Multidrop	SDLC-Mehrpunkt
Cluster Controllers	Cluster Controller

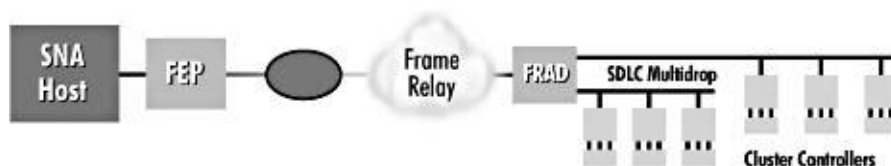


Bild 21: FRAD FRF.3.1-Netz

Durch die zusätzlichen Bandbreiten, die im Rahmen des Frame Relay-Einsatzes nutzbar werden, werden sowohl die Gesamtperformance als auch Verfügbarkeit und Antwortzeiten für die Benutzer in einem Netz wesentlich verbessert. Möglich wird dies durch die Migration von Mehrpunktverbindungen mit normalerweise 4,8/9,6 kbit/s zu Frame Relay-Verbindungen mit 56/64 kbit/s und schließlich zu T1/E1.

Auf welche Weise erzielt FRF.3.1 Kompatibilität?

Die Fähigkeit von Frame Relay-Netzen, mit mehrfachen Protokollen zu arbeiten, wurde bei der Entwicklung einer standardisierten Methode zur Einkapselung unterschiedlicher Protokolle in Frame Relay durch die Mitglieder der Internet Engineering Task Force (IETF) berücksichtigt. Dieses Prinzip der Multiprotokoll-Einkapselung wird entsprechend seiner IETF-Benennung als RFC 1490 bezeichnet. ANSI und das Frame Relay Forum verbesserten die Multiprotokoll-Einkapselung noch durch die Unterstützung von SNA-Protokollen (FRF.3.1). FRF.3.1 wurde von einer Vielzahl von Herstellern anerkannt und implementiert und ist vor allem in Multivendor-Umgebungen ein unerlässlicher Standard. FRF.3.1 übernimmt den Transport von SNA-Verkehr durch ein Frame Relay-Netz und kann auch zum IP-Transfer genutzt werden.

Protokolleinkapselung und Implementierungspraxis

Wie in der Frame Relay Forum FRF.3.1 IA kapseln SNA-Controller, Router und FRADs die SNA in Form von Multiprotokoll-Daten ein. Folgende SNA-Topologien werden innerhalb von Frame Relay-Netzen unterstützt:

Intermediate Network Node (INN)

Boundary Network Node (BNN)

SNA Network Interconnect (SNI)

Advanced Peer-to-Peer Networking (APPN), darunter High Performance Routing (HPR)

Boundary Access Node (BAN)

FRF.3.1 spezifiziert, auf welche Weise die Einkapselung der SNA-Subarea sowie SNA/APPN mit und ohne HPR innerhalb eines RFC 1490-Multiprotokoll-Rahmens erfolgt. Da alle Daten im Frame Relay-Netz transparent sind, ist Multiplexing von mehreren unterschiedlichen Protokollen über eine einzige Frame Relay-Schnittstelle möglich. Die Frame Relay-Netzzugangsknoten konvertieren die Benutzerdaten in ein geeignetes FRF.3.1-Format zur Nutzung im SNA- und LAN-Verkehr.

FRF.3.1 verfügt über weitere Optionen zum SNA-over-Frame Relay-Transport. Eine Möglichkeit nutzt Router zur Einkapselung von SNA-Daten in TCP/IP mit Hilfe eines Standards, wie z.B. Data Link Switching (DLSw) im Transport über die Sicherungsschicht.

Die Wahl der Transportmethode durch den Anwender bestimmt sich aufgrund der jeweiligen Applikation und der verwendeten Netzeinrichtung.

Überlegungen zum Verkehrsmanagement

Die Eigenschaften der SNA-Applikationen erfordern den Einsatz von geeigneten Methoden zur Priorisierung und Bandbreitenzuweisung, um lange Antwortzeiten und Störungen in den SNA-Sessions aufgrund von großen Bursts des übrigen Datenverkehrs von vornherein auszuschließen.

Eine denkbare Lösung besteht darin, SNA-Daten im Vergleich zu LAN IP/IPX-Daten eine höhere Priorität zuzuweisen, wenn beide über die gleiche virtuelle Verbindung gemultiplext werden. Alternativ können die Datenströme auch über zwei unterschiedliche virtuelle Verbindungen gesendet und der Frame Relay-CIR-Mechanismus zur dynamischen Bandbreitenzuweisung auf die einzelnen virtuellen Verbindungen genutzt werden.

Die CIR-basierte prozentuale Bandbreitenzuweisung wird ebenfalls von einigen FRADs und Routern unterstützt und erfordert keine getrennten PVCs. Dabei wird dem LAN-Verkehr eine etwas geringere Bandbreite (z.B. 20%) zugewiesen; der SNA-Verkehr erhält somit größere Übertragungsmöglichkeiten. Es wird außerdem empfohlen, daß sowohl die Frame Relay-Diensteanbieter als auch die Frame Relay-Einrichtungen geeignete Indikatoren zum expliziten Überlast-Management (Explicit Congestion Management), wie FECN/BECN und Discard Eligibility (DE), unterstützen.

Bei Unterstützung dieser Mechanismen erfolgt eine optimale Anpassung des SNA-Verkehrsflusses und eine Minimierung der Anzahl verworfener Pakete.

Ebenso wie andere Anwendungen im Rahmen von Frame Relay spielt das Überlastmanagement eine entscheidende Rolle bei der Unterstützung von SNA-Applikationen.

Konsultieren Sie in diesem Zusammenhang das zu SNA-over-Frame Relay bereitgestellte White Paper auf der Website des Frame Relay Forum (www.frforum.com) für nähere Einzelheiten zu den vielfältigen Optionen, die für SNA-over-Frame Relay verfügbar sind.

Voice-over-Frame Relay (VoFR)

Anders als die meisten Daten, die relativ verzögerungstolerant sind, muß Sprache nahezu in Echtzeit übertragen werden. Dies bedeutet, daß Übertragungs- und Netzverzögerungszeiten äußerst gering gehalten werden müssen, damit sie vom Benutzer unbemerkt bleiben. Bis vor kurzem war paketorientierte Sprachübertragung aufgrund der Bandbreitenanforderungen von Sprache und den im Zusammenhang mit paketbasierten Netzen bedingten Übertragungsverzögerungen nicht möglich.

Die menschliche Sprache wird durch eine umfangreiche Menge redundanter Information ergänzt, die für die Kommunikation im natürlichen Umfeld erforderlich ist, nicht jedoch für den Dialog an sich.

Wie Analysen von repräsentativen Sprachaufzeichnungen zeigen, enthalten lediglich 22% eines typischen Gesprächs essentielle Sprachkomponenten, die für eine eindeutige Sprachübertragung benötigt werden (siehe Bild 22). Der Rest setzt sich aus Pausen, Hintergrundgeräuschen und sich wiederholenden Mustern zusammen.

22% Essential Components	22% essentielle Komponenten
22% Repetitive Patterns	22% Wiederholungen
56% Pauses	56% Pausen

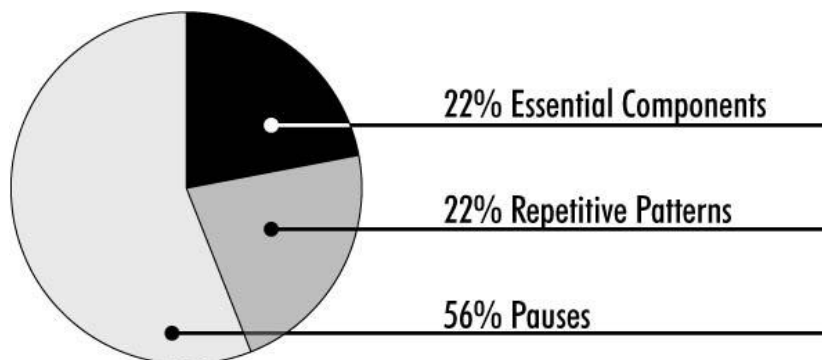


Bild 22: Normale Sprachkomponenten

Paketorientierte Sprachübertragung ist jedoch möglich und niedrige Bitraten können mit Hilfe der Analyse und Verarbeitung der lediglich essentiellen Komponenten eines Gesprächs erreicht werden. Diese Methode ist erheblich erfolgreicher als der Versuch, ein komplettes Gespräch mit allen Pausen und Wiederholungen zu digitalisieren. Die aktuelle Sprachverarbeitungstechnologie bringt den Digitalisierungsprozeß von Sprachinformation im Vergleich zu konventionellen Codierungsmethoden einen erheblichen Schritt voran.

Kontra VoFR

Bei der Implementierung von VoFR treten auch einige potentielle Kontra-Aspekte auf, wie z.B.:

- Qualitätsverluste, die allgemein mit Ferngesprächen aufgrund der in VoFR genutzten Sprachkomprimierung in Verbindung gebracht werden

- Verlust von Management und administrativer Vorteile im Zusammenhang mit Betreiber-Sprachdiensten (d.h. Verlust der konsolidierten Gesprächsabrechnung und Einzelgebührenerfassung, R-Gesprächsfunktionen beim Endbenutzer sowie anderer moderner Features, wie ID und Abrechnungscodes)

- fehlende Kompatibilität zwischen unterschiedlichen Herstellern von Kundeneinrichtungen

- fehlende Standards zur Festlegung geeigneter Qualitätsanforderungen bei Sprachtransfer über das Frame Relay-Netz eines Carriers

Diese Überlegungen müssen nicht unbedingt den gesamten Wert und die Qualitätsmerkmale von VoFR komplett in Frage stellen. Bedeutende Fortschritte im Bereich der digitalen Signalverarbeitung und Komprimierungsalgorithmen ermöglichen häufig eine Sprachübertragung, die der Qualität von Ferngesprächen entspricht, jedoch nur einen Bruchteil der Gebühren für öffentliche Telefondienste erfordert.

Nach wie vor werden innovative Features im Bereich von Management und Verwaltung durch die unterschiedlichen VoFR-Lieferanten entwickelt und angeboten. Dabei wird man auch in Zukunft in der Branche Standards erarbeiten, die geeignete Qualitäts- und Performancemaßstäbe zur Übertragung von Sprache über die Frame Relay-Netze der Carrier definieren.

Konsultieren Sie in diesem Zusammenhang das zu Voice-over-Frame Relay bereitgestellte White Paper auf der Website des Frame Relay Forum (www.frforum.com) für nähere Einzelheiten zur Funktionsweise von VoFR und Sprachkomprimierung.

Einzelheiten zu IWF

Wie bereits im *Hauptweg* angesprochen, erfordert die Unterstützung von Ende-zu-Ende-Kommunikation in Frame Relay/ATM-Netzen technische Maßnahmen zur Kompensierung der Unterschiede zwischen Frame Relay und ATM. Die entsprechenden Funktionen werden durch IWF ausgeführt, die sich in der Regel im Switch an den Grenzen zwischen Frame Relay und ATM-Diensten befindet.

Die Hauptaufgabe der IWF-Dienste besteht in der Abbildung von mehreren Parametern oder Funktionen zwischen dem Frame Relay- und dem ATM-Netz, wie z.B.:

- geeignete Formatierung und Anfang- und Ende-Kennzeichnung von Frames oder Zellen
- Abbildung der „Discard Eligibility“ und Zellverlust-Priorität
- Senden oder Empfangen von Überlastwarnungen (Frame Relay-FECN wird auf ATM-FCI (Explicit Forward Congestion Indicator) abgebildet)
- Abbildung von DLCI auf VPI/VCI (Virtual Path Identifier/Virtual Circuit Identifier)

IWF unterstützt außerdem das Verkehrsmanagement durch die Konvertierung von ATM- und Frame Relay-Verkehrskonformitätsparametern, die PVC-Management-Interworking über Statusindikatoren unterstützen und die Einkapselung von höherschichtigen Protokollen sicherstellen.

Frame Relay to ATM Network Interworking für PVCs kann als Einkapselung von Frame Relay in ATM betrachtet werden, da ATM-Transport für beide Frame Relay-Benutzer transparent erfolgt. Die Protokoll-Suite des Endbenutzers bleibt erhalten. IWF erfüllt sämtliche Abbildungs- und Einkapselungsfunktionen, die sicherstellen, daß alle an die Frame Relay-CPE bereitgestellten Dienste durch den ATM-Transport unbeeinflusst bleiben. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von Frame Relay-Transport-over-ATM. (Siehe Bild 23.)

FR Network	FR-Netz
FR-NNI	FR-NNI
FR-UNI	FR-UNI
IWF	IWF
ATM UNI	ATM-UNI
ATM Network	ATM-Netz
Upper Layers	höhere Schichten
Q.922 Core	Q.922 Core
PHY (PHYSICAL)	PHY (Bitübertragungsschicht)
FR-SSCS	FR-SSCS
CPCS	CPCS
SAR	SAR
ATM	ATM
Frame Relay	Frame Relay

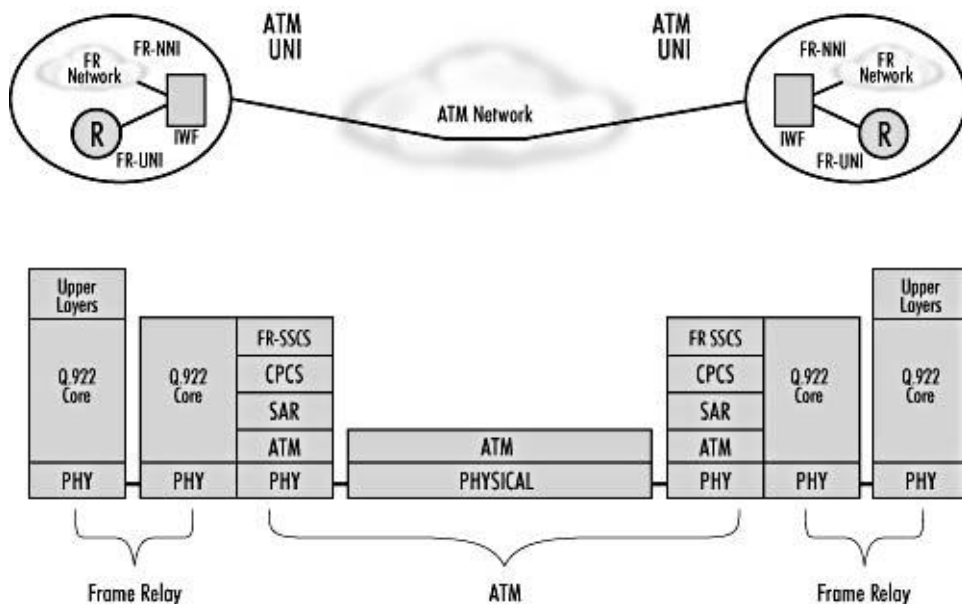


Bild 23: Frame/ATM Network Interworking (Einkapselung)

Bild 24 und 25 illustrieren die Interworkin- Funktion in einer Frame Relay/ATM Service Interworking-Umgebung. Um die Kommunikation zwischen einer Frame Relay-Desktop-Einrichtung und einer ATM-basierten Applikation sicherzustellen, übernimmt IWF alle Funktionen im Zusammenhang mit der Abbildung der Core-basierten Meldung der Frame Relay-Benutzer-Netz-Schnittstelle (UNI) Q.922 im Frame Relay-Netz auf die ATM UNI-Anpassungsschicht im ATM-Netz.

Bild 24 zeigt die transparente Protokollunterstützung. Bei allen Einkapselungsmethoden außer FRF.3.1 (RFC 1490) und 1483 bzw. bei einem einzigen Protokoll leitet IWF die betreffenden Daten unverändert weiter.

FR Network	FR-Netz
FR-NNI	FR-NNI
FR-UNI	FR-UNI
IWF	IWF
ATM UNI	ATM-UNI

ATM Network	ATM-Netz
ATM Router ist „NOT“ FR Aware	ATM-Router ignoriert FR
Protocol is passed transparently	Transparente Protokollverarbeitung
Transparent Payload Transport (No Protocol Processing)	Transparenter Lasttransport (ohne Protokollverarbeitung)
Upper Layers	höhere Schichten
Q.922 Core	Q.922 Core
PHY (PHYSICAL)	PHY (Bitübertragungsschicht)
Null SSCS	Null-SSCS
CPCS	CPCS
SAR	SAR
ATM	ATM
Frame Relay	Frame Relay

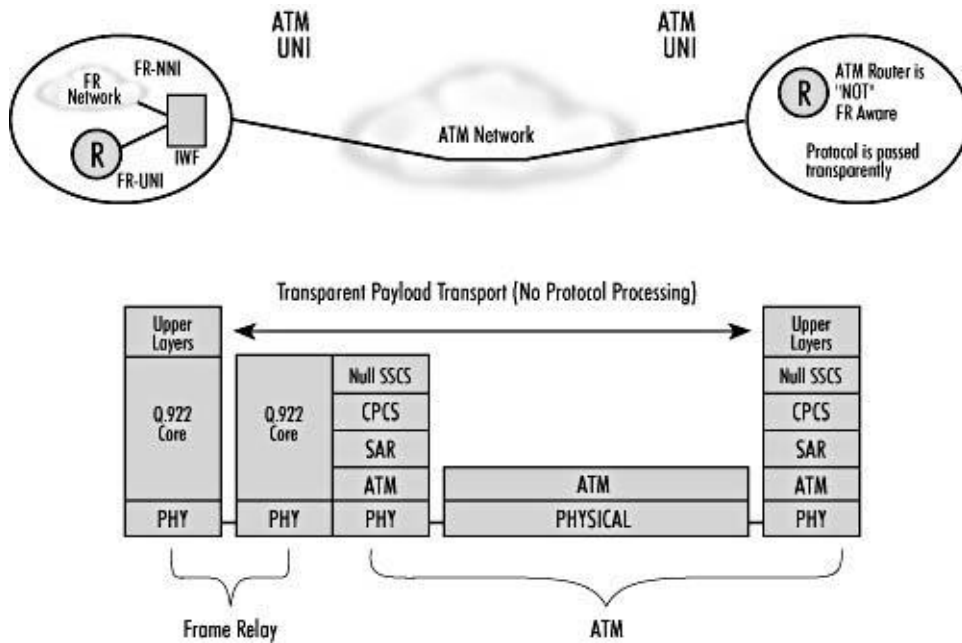


Bild 24: Frame/ATM Service Interworking (Transparent)

Der transparente Modus wird genutzt, wenn die Endgeräte auf der einen Seite von IWF die Einkapselungsmethode der Endgeräte auf der anderen Seite nutzen. So setzt beispielsweise ein ATM CPE die Einkapselungsmethode RFC 1490 ein, die direkt kompatibel mit der Frame Relay-Einrichtung ist und keine Translation (Übersetzung/Umsetzung) durch IWF erfordert.

Bild 25 stellt die Funktionsweise des Protocol Translation Mode dar. Die Einkapselungsmethoden zur Übertragung mehrfacher Benutzerprotokolle höherer Schichten (z.B. LAN-to-LAN) über eine Frame Relay-PVC bzw. eine ATM-PVC erfüllen FRF.3.1 bzw. RFC 1483. IWF realisiert die Abbildung zwischen den beiden Einkapselungsmethoden. Der Translation-Modus unterstützt die Kooperation zwischen gerouteten und/oder anhand einer Bridge übertragenen Protokollen (z.B. ARP-Translation). Weitere Einzelheiten finden Sie im White Paper zu Frame Relay und Frame-basiertem ATM auf der Website des Frame Relay Forum (www.frforum.com).

FR Network	FR-Netz
FR-NNI	FR-NNI
FR-UNI	FR-UNI
IWF	IWF
ATM UNI	ATM-UNI
ATM Network	ATM-Netz
ATM Router ist „NOT“ FR Aware	ATM-Router ignoriert FR
Protocol translation occurs	Protokoll-Translation
RFC 1490/FR-Protocol Translation-RFC 1483/ATM	RFC 1490/FR-Protokoll-Translation-RFC 1483/ATM
Upper Layers	höhere Schichten
Q.922 Core	Q.922 Core
PHY (PHYSICAL)	PHY (Bitübertragungsschicht)
Null SSCS	Null-SSCS
CPCS	CPCS
SAR	SAR
ATM	ATM
Frame Relay	Frame Relay

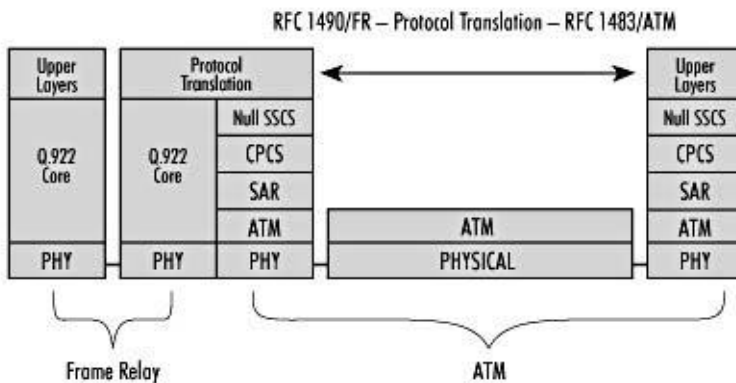


Bild 25: Frame/ATM Service Interworking (Translation)

Funktionsweise von FUNI

FUNI verlangt den Einsatz von FUNI-kompatibler Software in den Benutzereinrichtungen sowie eine zusätzliche Frame-basierte Schnittstelle und FUNI-Software im Switch, mit dem die Benutzereinrichtungen verbunden werden. Innerhalb der Switch-Schnittstelle werden die Zellen in Frames segmentiert und ins Netz gesendet. Die Zellen, die aus dem Netz kommen, werden in Frames gruppiert und so an den Benutzer weitergeleitet.

Auf diese Weise werden die benötigten Hardwarekosten zur Segmentierung und Gruppierung von den Benutzereinrichtungen zum Switch verlagert, wo sie sich durch die gemeinsame Nutzung auf eine Vielzahl von Benutzern verteilen.

Unterschiede zwischen FUNI und ATM DXI

Sowohl ATM DXI- (Data Exchange Interface) als auch ATM FUNI-Spezifikationen können Frames bis zu 2000 Byte in 53-Byte-ATM-Zellen übersetzen; sie unterscheiden sich lediglich durch den Ort, an dem die Translation stattfindet.

Der DXI-Standard erfordert eine DXI-optimierte DSU zur Umwandlung der Frames, die über eine Zugangsleitung in die Zellen gesendet werden sowie eine geeignete DXI-Software in der jeweiligen Benutzereinrichtung.

Im Gegensatz hierzu ermöglicht die FUNI-Spezifikation ein direktes Übersenden der Frames an den ATM-Switch, wo sie in Zellen geteilt werden. Diese Methode reduziert den Verarbeitungsaufwand und den Speicher-Overhead im abgesetzten Server oder der Workstation und unterstützt zudem eine effiziente Bandbreitennutzung in der Zugangsleitung. Bild 26 skizziert beide Ansätze.

Frames	Frames
Cells	Zellen
Switch	Switch
Router	Router
DXI	DXI
CSU	CSU
ATM Network	ATM-Netz
Router with FUNI Software	Router mit FUNI-Software
FUNI	FUNI

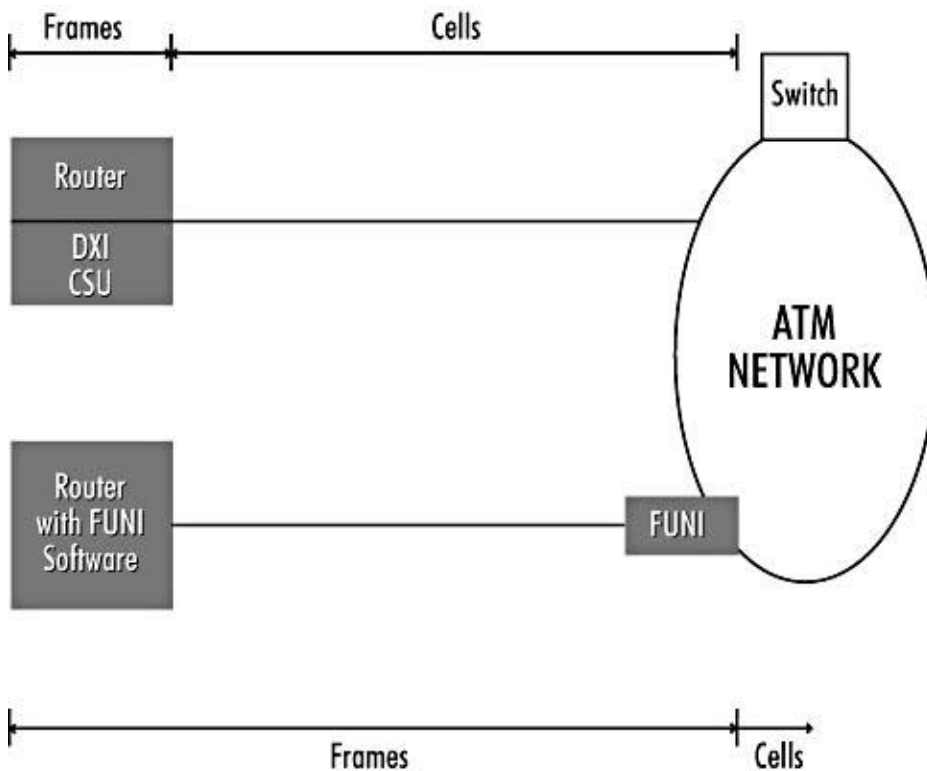


Bild 26: ATM DXI und ATM FUNI

Der Hauptvorteil von ATM FUNI besteht in ihrer "ATM-Eignung."

Obwohl eine Beschränkung auf VBR-Dienste (variable Bitrate) besteht, werden in den folgenden Bereichen die gleichen Prinzipien genutzt, wie für die Zellen-basierte ATM UNI:

höerschichtige Multiprotokoll-Einkapselung und Adreßauflösung

Verkehrsparameter

ILMI (Interim Length Management Interface)

OAM-Zellen (Betrieb, Verwaltung, Wartung) (zukünftige Anforderung)

ATM SVC-Signalisierung (zukünftige Anforderung)

In Frame Relay wird dagegen Frame Relay/ATM Interworking-Funktionalität erfordert, um die gleiche Kompatibilität zu erreichen.

Die aktuellen FUNI-Spezifikationen richten sich insbesondere an T1/E1 und fraktionales T1/E1 (256 VCs je Schnittstelle), während DXI das komplette T1/E1, jedoch kein fraktionales T1/E1 unterstützt. Die FUNI-Unterstützung in bezug auf CPE-Router basiert ebenso wie bei Frame Relay und DXI auf einer Softwarelösung.

Vergleich von Frame Relay/ATM Interworking und FUNI sowie ATM DXI

Die nachstehende Tabelle soll den Vergleich zwischen Frame Relay/ATM Interworking und Frame-basiertem ATM veranschaulichen.

	Frame Relay ATM Service Interworking	FUNI	ATM DXI
Access Transport	Frame-basiert	Frame-basiert	Zellen
Software-Anforderungen	IWF in Frame Relay- oder Cell Relay-Switch	FUNI-Software im Benutzerendgerät und im ATM-Netz-Switch	DXI-Software im Benutzerendgerät und der DSU
Hardware-Anforderungen	keine	keine	evtl. verbesserte DSU

Tabelle 5: Vergleich von Frame Relay/ATM Interworking und FUNI sowie ATM DXI

Unter welchen Voraussetzungen sollte man sich für FUNI, wann für Frame Relay-ATM Service Interworking entscheiden? Keine der beiden Technologien ist der anderen tatsächlich überlegen. Bei der Auswahl der richtigen Lösung sollte daher abgewogen werden, welche der beiden Möglichkeiten die individuellen Netzanforderungen, die bestehende Topologie und zukünftige Netzansprüche am besten abdeckt.

Da Frame Relay vor allem in Weitverkehrsarchitekturen und bei Verbindungen abgesetzter Standorte eine führende rollende Rolle spielt, bietet sich Frame Relay/ATM Service Interworking in den meisten Fällen als sinnvolle Lösung für einen Großteil heutiger Anwendungen an. Da ATM bereits in nahezu 50% der Weitverkehrsinfrastrukturen eingeführt ist, gewinnt der Einsatz von FUNI-basierten Zugängen zunehmend an Bedeutung.

Abkürzung

Inhalt dieses Kapitels bilden die vier bekanntesten Applikationen für Frame Relay: Vermaschtes LAN-over-Frame Relay, SNA-over-Frame Relay, Voice-over-Frame Relay (VoFR) sowie Frame Relay/ATM Interworking.

Frame Relay erzielt Performancesteigerungen und Kostensenkungen der Netze durch Erfüllung der Anforderungen an Antwortzeiten, Verfügbarkeit und Managementfunktionen, die moderne Geschäftsanwendungen verlangen.

Frame Relay unterstützt Peer-to-Peer- und vermaschte LAN-Vernetzung ohne den Aufwand für ein voll vermaschtes Mietleitungsnetz.

Frame Relay ermöglicht Performanceverbesserungen und Kosteneinsparungen in unternehmenskritischen SNA-Netzen durch Antwortzeiten, Verfügbarkeit und Managementfunktionen, die von unternehmenskritischen Anwendungen verlangt werden.

Mit kompatiblen Frame Relay-Netzzugangseinrichtungen können nahezu alle Geräte einer Zweigstelle ohne Hardware- oder Softwareänderungen mit Frame Relay verbunden werden. Durch Modifikationen in der Konfiguration oder Upgrades sind noch zusätzliche Einsparungen möglich.

Versteckte Betriebs- und Wartungskosten werden reduziert, da die Netzmanagement-Mitarbeiter auch bei der Migration zu einem Unternehmensnetz-Management über SNMP weiterhin ihre gewohnten Tools verwenden können.

Voice-over-Frame Relay (VoFR)-Technologie konsolidiert Sprache und Sprachbanddaten (z.B. Fax und Analogmodems) mit Datendiensten über ein Frame Relay-Netz. Auf diese Weise können Endbenutzer Zugangsbandbreiten und kosteneffektiven Sprachverkehr in der unternehmensinternen Kommunikation erheblich effizienter nutzen.

Einsparungen im Bereich der Weitverkehrsnetze werden durch die Zusammenarbeit von LAN, ATM, SNA und weiteren herkömmlichen Protokollen sowie durch den Sprachverkehr über Frame Relay basierend auf den aktuellen Branchenstandards möglich. Auf diese Weise können die CIRs in Zweigstellen und die Portzugangsgeschwindigkeiten reduziert werden, wobei auch CIRs und Portzugangsgeschwindigkeiten in den Datenzentren verringert werden. Ziel ist die Verbesserung der Antwortzeiten und eine Reduzierung von WAN-Kosten.

Frame Relay/ATM Network Interworking ermöglicht die Kommunikation zwischen Frame Relay-Endbenutzern bzw. Netzeinrichtungen, wie FRADs oder Router, über ein ATM-Netz.

Die Frame Relay-Einrichtungen können sich genau so verhalten, als ob sie Frame Relay für die gesamte Verbindung nutzen, ohne Rücksicht auf das dazwischen befindliche ATM-Netz.

Frame Relay/ATM Service Interworking sichert die Kommunikation zwischen ATM- und Frame Relay-Netz bzw. den entsprechenden Endgeräten. Kostengünstige Zugänge zu Hochgeschwindigkeitsnetzen werden durch die Fähigkeit von vorhandenen Geräten möglich, auch neue ATM-basierte Applikationen zu nutzen. Zugleich wird Investitionssicherheit für die vorhandenen Geräte gewährleistet.

KAPITEL 6

PLANUNG IHRES FRAME RELAY-NETZES

Basis-Camp

Im vorliegenden Kapitel wollen wir die wichtigsten Schritte und Fragen erläutern, die bei der Planung eines neuen Frame Relay-Netzes oder bei der geplanten Implementierung neuer Anwendungen in ein bestehendes Frame Relay-Netz berücksichtigt werden sollten.

Hauptweg: Im Hauptweg werden die vier Hauptschritte sowie mehrere Schlüsselüberlegungen erläutert, die Sie bei der Planung Ihres Frame Relay-Netzes unterstützen sollen.

Profistrecke: Die Profistrecke liefert ausführlichere Informationen und Hinweise zur Planung eines Frame Relay-Netzes.

Hauptweg

Unabhängig davon, wo Sie sich auf der Welt befinden oder welche Größe Ihr Telekommunikationsnetz aufweist: Sie haben mit Sicherheit eines gemeinsam: Sie wollen mit weniger Aufwand mehr schaffen und eine optimierte Nutzung Ihrer Telekommunikationseinrichtungen und -Dienste erzielen, um einen weiteren Bereich abzudecken.

Frame Relay bietet in diesem Zusammenhang außergewöhnliche Vorteile gegenüber herkömmlichen Mietleitungsnetzen im Hinblick auf Flexibilität, WAN-Kostenreduzierung und Skalierbarkeit. Die Migration aus einem Mietleitungsnetz erfordert jedoch eine sorgfältige Planung hinsichtlich der Netzanforderungen, da Einsparungen beim WAN-Aufwand keinesfalls auf Kosten von Netzperformance und Zuverlässigkeit gehen sollten.

In diesem Zusammenhang gilt es vier Hauptschritte und einige Schlüsselüberlegungen zu berücksichtigen, die Sie bei der Planung Ihres Frame Relay-Netzes unterstützen sollen.

Anforderungsprofil für Ihr Netz

Vor der Migration einer bestehenden Mietleitungsapplikation zu einem Frame Relay-Netz oder der Ergänzung eines vorhandenen Frame Relay-Netzes durch neue Anwendungen sollten folgende Fragen geklärt werden:

1. Welche durchschnittliche und welche Spitzenbandbreite erfordern ihre Zielapplikationen?
2. Welche maximale Netzlatenzzeit können die von Ihnen genutzten Applikationen ohne Einflußnahme auf die Endbenutzer tolerieren?
3. Welches sind Ihre Ziele hinsichtlich Anwendungs- und Netzverfügbarkeit?

Durch Beantwortung dieser Fragen werden Sie Klarheit über die für Ihre Ansprüche geeignete Verbindungsgeschwindigkeit, die erforderliche Committed Information Rate (CIR), Excess Information Rate (EIR) bzw. Burst-Kapazitäten sowie die optimalen Service Level Agreements (SLA) Ihres Carriers oder Diensteanbieters erhalten.

Der Markt bietet eine ganze Reihe unterschiedlicher Service Level Management-Produkte, mit denen alle essentiellen Informationen für Ihr Netz erschlossen werden können. Auf diese Weise erhalten Sie eine Übersicht über Ihre aktuelle Netzstruktur und einen Vergleich der Netzperformance mit Ihren SLAs.

Einfluß auf die Management-Prozeduren

Durch das „Outsourcing“ eines Großteils Ihres Netzes werden sich auch die Netzmanagement-Prozeduren ändern. Ein umfassendes Verständnis dieser Veränderungen und ihre Bedeutung für die Verfügbarkeit der Anwendungen ist entscheidend für den Erfolg Ihres Frame Relay-Netzes. Versuchen Sie daher zunächst folgende Fragen zu beantworten:

1. Was wird sich bei der Problemerkennung, -rückverfolgung und -lösung ändern?
2. Welche Aufgabe fällt dabei Ihrem Unternehmen selbst, welche Ihrem Carrier oder Diensteanbieter zu?
3. Verfügt Ihr Unternehmen selbst oder Ihr Diensteanbieter über geeignete Mittel zur Isolierung und Diagnose von Frame Relay-bedingten Problemen?

Service Level Agreements

In den Service Level Agreements (SLA) zwischen Ihrem Unternehmen und Ihrem Diensteanbieter werden alle verpflichtenden Vereinbarungen zur Netzperformance und -verfügbarkeit festgelegt.

Hierzu gibt es eine Reihe von Richtlinien:

1. Maximale Netzübertragungslatenzzeit (Verzögerungszeit): Einfluß auf die Antwortzeiten der Applikationen.
2. Netzverfügbarkeit: definiert die Messung der Diensteverfügbarkeit.
3. Wartezeit bis zu Wiederherstellung (Meantime to Restore): Dauer bis zur vollständigen Wiederherstellung der Dienstebereitschaft nach einem Ausfall.
4. Meßintervalle: Häufigkeit, mit der ein Diensteanbieter die Einhaltung der Vorgaben überprüft.
5. Berichterstattung: Form und Regelmäßigkeit mit der die SLA-Resultate berichtet werden.
6. Datenübertragungsrate (Durchsatz): Tatsächliche Bereitstellung Ihrer Daten am Ziel in Prozent.

Fortlaufende Kapazitäts- und Performanceplanung (Service Level Management)

Die Einführung Ihres Frame Relay-Netzes ist erst der Anfang.

Änderungen im Bereich Ihres Unternehmens, der Anwendungen und des Benutzerstamms erfordern eine kontinuierliche Anpassung des Netzes an Ihre aktuellen Anforderungen. Planen Sie daher bereits im voraus zukünftige Änderungen in Ihrem Netz ein. Folgende Faktoren können Ihr Netz beeinflussen:

1. Verbesserungen der vorhandenen Anwendungen
2. Implementierung neuer Applikationen
3. Erweiterung des Benutzerstamms
4. Übernahmen und Neuorganisation
5. Änderungen beim Diensteanbieter und der Übertragungslast

Profistrecke Konzipierung eines Frame Relay-Netzes

Vor der Konzipierung eines Frame Relay-Netzes müssen einige weitere entscheidende Fragen berücksichtigt werden:

Frame Relay - eine optimale Lösung auch für Ihr Netz?

Einige allgemeine Grundsätze sollen Ihnen helfen, die für den Einsatz von Frame Relay am besten geeigneten Anwendungsmöglichkeiten zu prüfen:

Verbindung unterschiedlicher Standorte: Frame Relay-Dienste sind besonders sinnvoll zur Verbindung einer Vielzahl von Standorten.

Hochgeschwindigkeit: Netze, die mit X.25 oder mehreren analogen Mietleitungen arbeiten und dabei an die Grenzen ihrer möglichen Bandbreite stoßen, erhalten durch den Einsatz von Frame Relay kostengünstig die Möglichkeit höherer Geschwindigkeiten und größerer Effizienz.

Multivendor- und Multiprotokollumgebungen: In Netzen mit einer Multivendor- und Multiprotokollumgebung bietet Frame Relay aufgrund seiner Netztransparenz eine gute Wahl.

Reduzierung der Netzkosten: Überdimensionierte Netze, die zur Erfüllung der Verbindungsanforderungen entwickelt wurden, erhalten mit Frame Relay eine kostengünstige Lösung.

Interaktiver oder diskontinuierlicher Verkehr („Bursty Traffic“): Frame Relay bietet eine optimale Lösung für interaktiven oder diskontinuierlichen Verkehr zwischen den Standorten.

Weite Standortstreuung: Frame Relay bietet eine hervorragende Wahl zur Verbindung besonders weit gestreuter Standorte, da seine Kostenstruktur entfernungsunabhängig ist; anders als bei den Mietleitungstarifen werden bei dieser Technik die Preise nicht nach der Entfernung in Kilometern berechnet.

Hat diese Prüfung ergeben, daß Frame Relay für Ihr Netz in Frage kommt, kann im nächsten Schritt das vorgeschlagene Frame Relay-Netz skizziert werden. Dabei sind die aktuelle Konfiguration, eine Markierung der unterschiedlichen Standorte, eine CPE-Liste und die WAN-Verbindungen einzubeziehen. Auf diese Weise erhalten Sie ein besseres Verständnis für die tatsächlichen Vorteile von Frame Relay in Ihrem Einsatzbereich.

Spezifisches Netzdesign

Der Entwurf eines Frame Relay-Netzes erfolgt in zwei Schritten:

Skizzieren Sie zunächst Ihr aktuelles Netz. Handelt es sich beispielsweise um eine zentrierte oder eine vermaschte Struktur? Welche Verbindungsgeschwindigkeiten werden derzeit erzielt?

Stellen Sie typische Verkehrsmuster und Eigenschaften Ihrer Datenströme fest, um die Anforderungen an die Bandbreiten und Verbindungen der logischen Ports festzulegen.

Wenn Sie die erste Skizze Ihres Frame Relay-Netzes fertig gestellt haben, sollten Sie gemeinsam mit Ihrem Technikerteam sicherstellen, daß alle Prinzipien und Anwendungen korrekt wiedergegeben sind. Beachten Sie: Frame Relay ist eine Schnittstelle und keine Architektur: Alle auf den verbundenen LANs oder anhand von klassischen Protokollen arbeitenden Applikationen müssen daher unbedingt Konformität zu einer verteilten Architektur aufweisen.

Abkürzung

Die größte Aufgabe bei der Migration von einem Mietleitungsnetz zu Frame Relay besteht darin, die durch Benutzer und Anwendungen geforderte Zuverlässigkeit, Performance und Netzverfügbarkeit sicherzustellen und zugleich eine maximale Nutzung des vorgegebenen WAN-Budget zu erzielen. Mit einer sorgfältigen Planung liegen all diese Ziele in greifbarer Nähe. Beim Planungsprozeß eines Frame Relay-Netzes sollten vier Hauptschritte berücksichtigt werden:

- Analyse Ihrer Netzanforderungen

- Analyse des Einflusses auf Ihre Managementprozeduren

- Überprüfen der Service Level Agreements

- Fortlaufende Kapazitäts- und Performanceplanung

Sie sollten zudem die Anwendungsmöglichkeiten eingrenzen, die für den Einsatz mit Frame Relay besonders gut bzw. nicht geeignet sind. Hierzu ist eine Analyse der Eigenschaften Ihres Netzes nützlich:

- Verbindung von unterschiedlichen Standorten

- Hohe Geschwindigkeit

- Multivendor- und Multiprotokoll-Umgebung

- Reduzierung der Netzkosten

- Interaktiver oder diskontinuierlicher Verkehr

- Weite Standortstreuung

FRAME RELAY-GLOSSAR

American National Standards Institute (ANSI) Entwickelt und schlägt Empfehlungen für internationale Kommunikationsstandards vor. Siehe auch Comité Consultatif International Telegraphique et Telephonique (CCITT) und International Telecommunications Union - Telecommunications Services Sector (ITU-T).

Asynchronous Transfer Mode (ATM) Verbindungsorientiertes, paketähnliches Switching- und Multiplexingverfahren mit hohen Bandbreiten und niedrigen Verzögerungszeiten. Die Nutzkapazität wird in 53-Byte-Zellen mit fester Größe unterteilt, die sich aus Header- und Datenfeldern zusammensetzen und bedarfsorientiert zugewiesen werden. Wird auch als Cell Relay bezeichnet.

ATM-Forum Branchenbezogene Organisation zur Förderung von Entwicklung, Standardisierung und Verbreitung von ATM.

Ausgang (Egress) Frame Relay-Frames, die ein Frame Relay-Netz in Richtung Zieleinrichtung verlassen. Gegenteil von: Eingang (Ingress).

Backward Explicit Congestion Notification (BECN) Dieses Bit wird vom Frame Relay-Netz eingerichtet, um eine Schnittstelleneinrichtung (DTE) zum Einleiten von Maßnahmen gegen Überlastentwicklung durch die Sendeeinrichtung aufzufordern.

Bandbreite Frequenzbereich in Kilobit pro Sekunde (kbit/s), der einen bestimmten Datenübertragungskanal in einem Frame Relay-Netz durchlaufen kann. Die Bandbreite legt die Rate, mit der Informationen über einen Kanal gesendet werden können, fest. Je größer die Bandbreite, desto mehr Daten können in einem bestimmten Zeitraum übertragen werden.

Bridge Ein Gerät zur Unterstützung von LAN-LAN-Verbindungen. Bridges (Brücken) können so eingerichtet werden, daß sie den von ihnen versorgten LAN-Geräten die erforderliche Frame Relay-Unterstützung liefern. Frame-Relay-fähige Bridges kapseln LAN-Frames in Frame Relay-Frames ein und übergeben die Frame Relay-Frames an einen Frame Relay-Switch zur Übertragung im Netz. Frame-Relay-fähige Bridges können außerdem Frame Relay-Frames aus dem Netz empfangen, aus dem LAN-Frame herausnehmen und den LAN-Frame an das entsprechende Endgerät weiterleiten. Bridges werden im allgemeinen zur Verbindung von LAN-Segmenten mit anderen LAN-Segmenten oder mit einem Weitverkehrsnetz (WAN) verwendet. Bridges realisieren das Verkehrs-Routing auf dem Ebene-2-LAN-Protokoll (z.B. Media Access Control-Adresse), das die untere Sub-Layer der LAN-OSI-Sicherungsschicht belegt. Siehe auch: Router.

Burstiness Im Zusammenhang mit einem Frame Relay-Netz bezieht sich „Burstiness“ (Diskontinuität) auf Daten, die eine sporadische Bandbreitennutzung erfordern, d.h. auf Informationen, die die gesamte Verbindungsbandbreite nicht ununterbrochen auslasten. Während der somit entstehenden Pausen bleiben Kanäle frei und es fließt in keiner Richtung Verkehr. Interaktive sowie LAN-LAN-Daten sind grundsätzlich diskontinuierlich („bursty“), da sie nur sporadisch gesendet werden. Zwischen den Übertragungsphasen bleibt der Kanal frei und wartet auf die Antwort und weitere Übertragungen von Daten durch die Benutzer.

Channel Service Unit (CSU) Eine Zusatzeinrichtung zur Anpassung der V.35-Schnittstelle auf einer Frame Relay-DTE an die T1- (oder E1-) Schnittstelle auf einem Frame Relay-Switch. Das T1- (oder E1-) SignalfORMAT auf dem Frame Relay-Switch ist nicht mit der V.35-Schnittstelle auf dem DTE kompatibel. Deshalb muß die zwischen DTE und Frame Relay-Switch plazierte CSU oder ein entsprechendes Gerät die erforderliche Konvertierung übernehmen.

Committed Burst Size (Bc) Maximale Datenmenge (in Bit), die ein Netz unter normalen Bedingungen und in einem bestimmten Zeitraum übertragen kann. Siehe auch: Excess Burst Size (Be).

Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique (CCITT) Internationaler Beratender Ausschuß für den Telegrafien- und Telefondienst: Eine Standardisierungsorganisation, die Empfehlungen für die internationale Kommunikation entwickelt und vorschlägt. Die CCITT ist heute unter dem Namen ITU-T bekannt, d.h. International Telecommunications Union, Telecommunications Services Sector. Siehe auch: American National Standards Institute (ANSI) und International Telecommunications Union (ITU-T).

Committed Information Rate (CIR) Vereinbarte Rate (in Bit pro Sekunde), mit der die Eingangsschnittstellen einer Verbindungsleitung und die Ausgangsschnittstelle in einem Frame Relay-Netz unter normalen Bedingungen Daten an ein Frame Relay-Zielsystem übertragen. Die Durchschnittsrates basiert auf dem Minimalzeitraum T_c .

Committed Rate Measurement Interval (T_c) Zeitraum, in dem ein Benutzer ausschließlich Daten entsprechend B_c und maximaler B_e senden darf. Im allgemeinen ist die T_c -Dauer proportional zum Umfang der "Burstiness" des Verkehrs. Die Berechnung von T_c erfolgt (basierend auf den Parametern CIR und B_c) über $T_c = B_c/CIR$. Bei T_c handelt es sich nicht um einen periodischen Zeitabschnitt. Er wird ausschließlich zur Messung

ankommender Daten genutzt, wobei er als eine Art verschiebbares Fenster agiert und von den ankommenden Daten gestartet wird. Siehe auch: Committed Information Rate (CIR) und Committed Burst Size (Bc).

Cyclic Redundancy Check (Zyklische Blockprüfung CRC) Eine Rechenmethode, um die Genauigkeit der zwischen unterschiedlichen Geräten in einem Frame Relay-Netz übertragenen Daten sicherzustellen. Dabei erfolgt die Berechnung jeweils vor der Übertragung des betreffenden Frames an der Sendeeinrichtung. Sein Zahlenwert wird basierend auf dem Frame-Inhalt berechnet. Er wird anschließend mit dem erneut berechneten entsprechenden Wert am Zielgerät verglichen. Siehe auch: Frame Check Sequence (Blockprüfzeichenfolge FCS).

Datenübertragungseinrichtung (DCE) Dieser sowohl durch das zuständige Frame Relay- als auch das X.25-Komitee definierte Begriff bezeichnet die Switching-Einrichtungen und ist von den mit dem Netz (DTE) verbundenen Einrichtungen zu unterscheiden. Siehe auch: DTE.

Data Link Connection Identifier (DLCI) (Kennung der Datenverbindungssteuerung) Individuelle Kenn-Nummer, die einem PVC-Endpunkt in einem Frame Relay-Netz zugewiesen ist. Sie bezeichnet einen bestimmten PVC-Endpunkt im Benutzerzugungskanal innerhalb von Frame Relay-Netzen und hat nur am spezifischen Port lokale Bedeutung.

Dauernd bereitgestellte Verbindung (Permanent Virtual Circuit PVC) Eine logische Frame Relay-Verbindung, deren Endpunkte und Teilnehmerklassen durch das Netzmanagement definiert werden. Analog zur dauernd bereitgestellten X.25-Verbindung setzt sich eine PVC aus der Ursprungsadresse des Frame Relay-Netzelements, der Ursprungs-DLCI, der Zieladresse des Frame Relay-Netzelements und der Ziel-DLCI zusammen. Als „Ursprung“ wird die Zugangsschnittstelle bezeichnet, von der aus eine PVC hergestellt wird. Als „Ziel“ wird dagegen die Zugangsschnittstelle benannt, an der eine PVC abgeschlossen wird. Häufig wird von Datennetzkunden eine PVC zwischen zwei Punkten gefordert. Datenendeinrichtungen, die eine ständige Verbindung benötigen, nutzen in der Regel PVCs. Siehe auch: Data Link Connection Identifier (DLCI).

Discard Eligibility (DE) Bit, das anzeigt, das ein bestimmter Frame in einer Überlastsituation vor anderen Frames verworfen werden kann, um auf diese Weise die vereinbarte Datenrate zu sichern. Siehe auch: Excess Burst Size (Be) und CIR.

Eingang (Ingress) Frame Relay-Frames aus einer Zugangseinrichtung, die ins Frame Relay-Netz strömen. Gegenteil zu: Ausgang (Egress).

Einkapselung (Encapsulation) Vorgang, bei dem durch die Schnittstelleneinrichtung spezifische Frames entsprechend dem im Endgerät genutzten Protokoll in einem Frame Relay-Frame plaziert. Das Netz akzeptiert ausschließlich Frames im eigenen Frame Relay-Format. Schnittstelleneinrichtungen, die als Schnittstelle zu einem Frame Relay-Netz fungieren, müssen daher die Einkapselung realisieren können. Siehe auch: Schnittstelleneinrichtung oder Frame-Relay-fähige Schnittstelleneinrichtung.

Endeinrichtung Letzte Quelle oder Ziel eines Datenstroms innerhalb eines Frame Relay-Netzes, das häufig auch als Datenendeinrichtung (DTE) bezeichnet wird. Als Quellgerät werden von hier aus Daten an eine Schnittstelleneinrichtung zur Einkapselung in einen Frame Relay-Frame übermittelt. Als Zielgerät werden hier die entkapselten Daten (d.h. der Frame Relay-Frame wird herausgenommen, so daß nur die Benutzerdaten übrig bleiben) aus der Schnittstelleneinrichtung in Empfang genommen. Siehe auch DCE. ANMERKUNG: Bei einer Endeinrichtung kann es sich um ein Anwendungsprogramm oder ein durch eine Bedienperson steuerbares Gerät (z.B. eine Workstation) handeln. In einer LAN-Umgebung wird die Endeinrichtung häufig durch einen Server oder einen Host dargestellt.

Excess Burst Size (Be) Maximale nicht zwingende Datenmenge (in Bit), die Bc übersteigt und im Zeitraum Tc vom Frame Relay-Netz übertragen werden kann. Diese Daten (Be) werden normalerweise mit geringerer Wahrscheinlichkeit zugestellt als Bc. Im Netz werden Be-Daten als „Discard Eligible“ behandelt, können also gegebenenfalls verworfen werden. Siehe auch: Committed Burst Size (Bc).

E1 Übertragungsrate von 2,048 Mbit/s auf E1-Übertragungsleitungen. E1-Einrichtungen können digitale Signale mit 2,048 Mbit/s übertragen. Siehe auch: T1 und Kanal.

File Server Im Zusammenhang mit Frame Relay-Netzen, die LAN-LAN-Verbindungen unterstützen, handelt es sich hierbei um ein Gerät, das eine Reihe von Workstations innerhalb eines LAN versorgt.

Forward Explicit Congestion Notification (FECN) Dieses Bit wird vom Frame Relay-Netz eingerichtet, um eine Schnittstelleneinrichtung (DTE) zum Einleiten von Maßnahmen gegen Überlastentwicklung durch die Empfangseinrichtung aufzufordern. Siehe auch: BECN.

Frame Check Sequence (FCS) (Blockprüfzeichenfolge) Eine standardmäßige zyklische 16-Bit-Redundanzprüfung für HDLC- und Frame Relay-Frames. FCS identifiziert Bitfehler in den Bits eines Frames zwischen der Eingangs-Flag und FCS; dabei werden ausschließlich Fehler in Frames erkannt, die 4096 Oktette nicht überschreiten. Siehe auch: Zyklische Blockprüfung (Cyclic Redundancy Check CRC).

Frame Relay-Zugangseinrichtung (Frame Relay Access Device FRAD) Dieses Gerät verarbeitet Daten zu Frames mit zugehörigem Header und Trailer-Information (Steuerinformation), bevor der Frame an den Frame Relay-Switch weitergegeben wird. Am Empfangende entfernt FRAD die Frame Relay-Steuerinformation, so daß die Zieleinrichtung die Daten in ihrer ursprünglichen Form erhält. Bei FRAD kann es sich um eine Standalone-Einrichtung handeln oder sie kann auch als Bestandteil eines Routers, Switch, Multiplexers oder eines ähnlichen Geräts eingesetzt werden.

Frame-Relay-fähige Schnittstelleneinrichtung Dies kann eine Übertragungseinrichtung zur Einkapselung oder ein Gerät mit integriertem FRAD sein. Frame-Relay-fähige Router und Bridges sind Beispiele für Schnittstelleneinrichtungen, die als Schnittstelle zwischen Kundeneinrichtung und Frame Relay-Netz agieren. Siehe auch: Schnittstelleneinrichtung und Einkapselung.

Frame Relay Forum Internationale Organisation von Frame Relay-Herstellern, Diensteanbietern, Endbenutzern und Beratern, zur Förderung von Entwicklung und Verbreitung der Frame Relay-Technologie. Internetadresse: www.frforum.com.

Frame Relay-Frame Dateneinheit mit variabler Länge im Frame Relay-Format, die ein Frame Relay-Netz als reines Datenelement durchläuft. Gegenteil zu: Paket. Siehe auch: Q.922A.

Frame Relay-Netz Telekommunikationsnetz, das auf der Frame Relay-Technologie basiert und in dem Daten gemultiplext werden. Gegenteil zu: Paketvermitteltes Netz.

High Level Data Link Control (HDLC) Ein durch die Internationale Standardisierungsorganisation (ISO) entwickeltes allgemeines Verbindungsprotokoll. HDLC steuert und verwaltet den synchronen, seriellen Datentransfer mit transparentem Code über eine Verbindung. Siehe auch: Synchronous Data Link Control (SDLC).

Hop Einzelne Verbindungsleitung zwischen zwei Switches in einem Frame Relay-Netz. Jeder eingerichtete PVC besteht aus einer bestimmten Anzahl von Hops, die die Strecke von der Eingangsschnittstelle zur Ausgangsschnittstelle in einem Netz überbrücken.

Host-Computer Kommunikationseinrichtung, mit der die Benutzer Anwendungsprogramme ausführen können, um Funktionen wie Textbearbeitung, Programmausführung, Zugriff auf Basisdaten, etc. zu nutzen.

International Telecommunications Union - Telecommunications Services Sector (ITU-T) Zuvor bekannt unter dem Namen Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique (CCITT) stellt die ITU-T eine Standardisierungsorganisation dar, die Empfehlungen für das internationale Kommunikationswesen entwickelt und vorschlägt. Siehe auch: Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique (CCITT).

Kanal Bezieht sich in der Regel auf den Benutzerzugangskanal, über die Frame Relay-Daten übertragen werden. In einer physikalischen T1- oder E1-Leitung kann ein Kanal je nach Leitungskonfiguration wie folgt gestaltet sein:

Unchannelized (nicht kanalisiert):

Die gesamte T1/E1-Leitung wird als Kanal betrachtet, der sich wie folgt charakterisiert:

T1 arbeitet mit 1,536 Mbit/s und besteht aus einem einzelnen Kanal mit 24 T1-Zeitschlitzten.

E1 arbeitet mit 1,984 Mbit/s und besteht aus einem einzigen Kanal mit 20 E1-Zeitschlitzten.

Channelized (kanalisiert):

Einer von n Zeitschlitzten auf einer Leitung bildet den Kanal, der sich wie folgt charakterisiert:

T1 besteht aus einem oder mehreren Kanälen. Jeder Kanal wird aus einem der 24 Zeitschlitzte gebildet. T1 arbeitet mit einem Vielfachen der Geschwindigkeiten 56/64 kbit/s bis 1,536 Mbit/s, wobei die Gesamtgeschwindigkeit 1,536 Mbit/s nicht übersteigen darf.

E1 besteht aus einem oder mehreren Kanälen. Jeder Kanal wird aus einem der 31 Zeitschlitzte gebildet. E1 arbeitet mit einem Vielfachen der Geschwindigkeiten von 64 kbit/s bis zu 1,984 Mbit/s, wobei die Gesamtgeschwindigkeit 1,984 Mbit/s nicht übersteigen darf.

Fractional (fraktional):

Der T1/E1-Kanal entspricht einer der folgenden Gruppierungen aus aufeinanderfolgenden oder nicht direkt aufeinanderfolgenden Zeitschlitzten:

n T1-Zeitschlitzte (NX56/64kbit/s wobei n = 1 bis 23 T1-Zeitschlitzte pro FT1-Kanal).

+ n E1-Zeitschlitzte (NX64 kbit/s, wobei n = 1 bis 30 Zeitschlitzte pro E1-Kanal).

Latenzzeit Durchlaufzeit einer Information durch ein Netz, die auch als Verzögerungszeit bezeichnet wird.

Link Access Procedure Balanced (LAPB) Verbesserte HDLC-Variante im gleichberechtigten Betrieb, die in paketvermittelten X.25-Netzen eingesetzt wird. Gegenteil zu: LAPD.

Link Access Procedure on the D-channel (LAPD) Ein Protokoll, das auf der Sicherungsschicht (Layer 2) der OSI-Architektur genutzt wird. Mit LAPD werden die Informationen zwischen Einrichtungen der Layer 3 im Frame Relay-Netz gesammelt. Im D-Kanal wird die Signalisierungsinformation zur Leitungsvermittlung genutzt. Gegenteil zu: LAPB.

Local Area Network (LAN) Privates Hochgeschwindigkeitsnetz zur Verbindung von Datenverarbeitungseinrichtungen innerhalb eines begrenzten geographischen Bereichs.

LAN-Protokolle Eine Reihe von LAN-Protokollen, die durch ein Frame Relay-Netz unterstützt werden; darunter u.a. Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP), Apple Talk, Xerox Network System (XNS), Internetwork Packet Exchange (IPX) und Common Operating System für DOS-basierte PCs.

LAN-Segment Im Zusammenhang mit einem Frame Relay-Netz, das LAN-LAN-Verbindungen unterstützt, wird ein LAN mit einem anderen über eine Bridge (Brücke) verbunden. Bridges ermöglichen es zwei LANs wie ein einziges großes LAN zu agieren, wobei Daten von einem LAN-Segment zum nächsten weitergegeben werden. Zu Kommunikationszwecken müssen die über eine Brücke verbundenen LAN-Segmente das gleiche ursprüngliche Protokoll nutzen. Siehe auch: Bridge.

Local Loop (Teilnehmerleitung) Physikalische Verbindung vom Teilnehmerendgerät oder einer Nebenstellenanlage zur Vermittlungsstelle der Telefongesellschaft.

Open Systems Interconnection (OSI)-Modell Einziger international anerkannter Standard zur Kommunikation zwischen unterschiedlichen Systemen verschiedener Hersteller; entwickelt durch die International Standards Organization (ISO).

Paket Eine Gruppe aus Bits mit festen Längen, u.a. Daten und Verbindungssteuerungssignale, die zusammengesetzt durch ein paketvermitteltes X.25-Netz als Ganzes übertragen werden. Daten, Verbindungssteuerungssignale und eventuelle Fehlersteuerungsinformationen werden in einem bestimmten Format angeordnet. Pakete werden nicht immer über den gleichen Weg übertragen, sondern zweiseitig in einer geeigneten Abfolge angeordnet, ehe die vollständige Nachricht an den Adressaten weitergeleitet wird. Gegenteil zu: Frame Relay-Frame.

Paketvermitteltes Netz Paketvermitteltes Telekommunikationsnetz, in dem ein Übertragungskanal nur für die Dauer der Übertragung eines Pakets belegt wird; häufig ein X.25-Paketnetz. Gegenteil zu: Frame Relay-Netz.

Parameter Numerischer Code zur Steuerung eines Aspekts des Endgeräte- und/oder Netzbetriebs, wie z.B. Paketgröße, Datenübertragungsgeschwindigkeit und Zeitablauf.

Point-of-Presence (POP) Physikalischer Ort, der eine Schnittstelle zwischen einem Verbindungsnetzbetreiber und dem Netz eines Ortsnetzbetreibers (LEC) darstellt.

Q.922 Annex A (Q.922A) Internationaler Standardentwurf zur Definierung von Frame Relay-Frame-Strukturen, basierend auf dem durch die CCITT entwickelten Q.922A-Frame-Format. Alle Frame Relay-Frames, die in ein Frame Relay-Netz eintreten, erfüllen automatisch diese Strukturvorgaben. Gegenteil zu: Link Access Procedure Balanced (LAPB).

Q.922A-Frame Dateneinheit mit variabler Länge im Frame Relay (Q.922A)-Format, die als reines Datenelement über ein Frame Relay-Netz übertragen wird (d.h. ohne Flußsteuerungsinformation). Gegenteil zu: Paket. Siehe auch: Frame Relay-Frame.

Router Ein Gerät zur Unterstützung von LAN-LAN-Kommunikation durch Verbindung mehrerer LAN-Segmente miteinander oder mit einem WAN. Router übernehmen die Verkehrsführung im Schicht-3-LAN-Protokoll (z.B. Internet Protocol (IP)-Adresse). Router können so eingerichtet werden, daß sie den von ihnen versorgten LAN-Geräten die erforderliche Frame Relay-Unterstützung liefern. Frame-Relay-fähige Router kapseln LAN-Frames in Frame Relay-Frames ein und übergeben die Frame Relay-Frames an einen Frame Relay-Switch zur Übertragung im Netz. Siehe auch: Bridge.

Schnittstelleneinrichtung Stellt eine Schnittstelle zwischen einer/mehreren Endeinrichtung(en) und einem Frame Relay-Netz durch Einkapselung des ursprünglichen Benutzerprotokolls in Frame Relay-Frames und Versenden der Frames über den Frame Relay-Backbone bereit. Siehe auch: Einkapselung und Frame-Relay-fähige Schnittstelleneinrichtung.

Statistical Multiplexing Interleaving Dateneingabe-Interleaving durch zwei oder mehrere Geräte auf einem einzigen Kanal oder einer Zugangsleitung zur Übertragung in einem Frame Relay-Netz. Das Interleaving von Daten erfolgt mit Hilfe von DLCI.

Synchronous Data Link Control (SDLC) Kommunikationsprotokoll der Verbindungsebene, das in IBM-Netzen basierend auf der SNA-Architektur eingesetzt wird und synchrone, Code-transparente, serielle Datenübertragungen über eine Verbindung steuert und verwaltet. SDLC bildet einen Bestandteil des allgemeinen High-Level Data Link Control (HDLC)-Protokoll, das durch die International Organization for Standardization (ISO) erarbeitet wurde.

T1 Übertragungsraten mit 1,544 Mbit/s auf T1-Verbindungsleitungen. T1-Einrichtungen können digitale Signale mit 1,544 Mbit/s übertragen; wird auch als Level-1-Digitalsignal (DS-1) bezeichnet. Siehe auch: E1 und Kanal.

Time Division Multiplexing (TDM) Übertragungsverfahren, das Bandbreiten basierend auf festen Zeitschlitzen oder Kanälen bereitstellt; wird auch als Leitungsvermittlung bezeichnet. Siehe auch: Kanal.

Verbindungsleitung (Trunk Line) Kommunikationsleitung; die zwei Frame Relay-Switches miteinander verbindet.

Virtuelle Verbindung Sprach- oder Datenverbindung, die sich den Benutzern als feste Punkt-zu-Punkt-Verbindung darstellt. Es handelt sich generell um logische Verbindungen.

Wählverbindung (Switched Virtual Circuit SVC) Eine virtuelle Verbindung, die bei Bedarf in einem Netz aufgebaut wird und nur für die Dauer des Datentransfers bestehen bleibt.

Zugangsleitung Kommunikationsleitung zur Verbindung von Frame Relay-kompatiblen Endgeräten (DTE) mit einem Frame Relay-Switch (DCE). Siehe auch: Verbindungsleitung.

Zugriffsrates (AR) Datenrate des Benutzerzugangskanals. Die Geschwindigkeit des Zugangskanals legt fest, wie schnell (Maximalrate) ein Endbenutzer Daten in ein Frame Relay-Netz senden kann.

ANHANG

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)

Frame Relay Forum
39355 California Street, Suite 307
Fremont, CA 94538