

Sprachpakete

Voice over IP – dank Standards besser kommunizieren

Wolfgang Schulte

Die Faszination, weltweit zum Ortstarif telefonieren zu können – über „ein Netz für alles“ –, war eine entscheidende Motivation für die Internettelefonie. Standards öffnen hierbei Märkte: Diese Erfahrung machen die Hersteller von Produkten aller Art sowie Diensteanbieter und Netzbetreiber. Gleich mehrere internationale Gremien arbeiten an der Standardisierung paketbasierter Sprachübertragung. Welche internationalen Standards sich durchsetzen werden – die von IETF, ITU-T oder aus einer Zusammenarbeit der Standardisierungsgremien? –, ist jedoch noch offen.

Datenetze wie das paketorientierte weltweite Internet oder lokale Netze (Local Area Network – LAN) wurden ursprünglich für den Transport zeitlich unkritischer Nachrichten entwickelt. Mit der Telefonie über das Internetprotokoll (Voice over Internet Protocol – VoIP) sollen in diesen Netzen inzwischen jedoch Sprach- oder Videodaten in Echtzeit vermittelt und übertragen werden, nach der Devise „Voice is Data“.

Bei der ersten Generation bauten Rechner mit Telefonanschluss eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung auf; die kleine israelische Firma Vocaltec implementierte dieses Verfahren 1995. Im nächsten Schritt wurde die IP-Adresse auf die Telefonnummer abgebildet und von Internet Providern über ein Gateway zu jedem Telefonanschluss vermittelt.

Die dritte Generation benutzt Server zur Vermittlung von Verbindungen zwischen den Teilnehmern im Internet.

Internettelefonie: auf Bewährtem aufgebaut

Die Bemühungen der internationalen Standardisierung zielten darauf ab, die Protokolle bestehender Standards wie der ITU-T-Empfehlung H.323 „Visual Telephone Systems and Equipment for Local Area Networks which provide a Non-Guaranteed Quality of Service“ einzusetzen. Diese übergeordnete Empfehlung umfasst zusätzlich die Empfehlungen H.225 und H.245 sowie Codec-Standards wie etwa G.711 Pulse Code Modulation (PCM) und andere Standards der G-Serie.

Hinzu kommen die Protokolle der Internet Engineering Task Force (IETF) wie das Real-Time Protocol (RTP) nach RFC 3550 für die Übertragung der Mediadaten. Es wurde durch den RFC 3711 Secure Real-Time Transport Pro-

ocol (SRTP) ergänzt und im April 2009 mit RFC 5506 erweitert.

Letztlich ist das Session Initiation Protocol (SIP) nach RFC 3261 zu nennen, das zur Kommunikation von Multimediatdaten zwischen den Anwendern eingesetzt wird.

Bei VoIP wird zwischen den Datenpaketen zum Verbindungsauf- und -abbau (Signalisierung) und den Paketen zur Sprachübertragung unterschieden.

Die Signalisierungspakete werden mittels TCP sicher übertragen. Bei diesen Paketen spielt die Laufzeit der Daten im Netz keine Rolle.

Bei den Sprachpaketen kommt es nicht auf die Sicherheit der Übertragung an; diese Datenpakete müssen vielmehr schnell und verzögerungsfrei von Teilnehmer zu Teilnehmer übertragen werden.

Wie bei allen Datenpaketen, so werden auch die digitalisierten Sprachpakete – je nach Teilnetz mit unterschiedlichen Headern versehen – durch die verschiedenen Teilnetze wie WAN (Wide Area Network) oder LAN transportiert.

Die Standards der ITU-T

Das Zusammenwirken der vielen benötigten Empfehlungen des Standardisierungssektors der International Telecommunication Union ITU-T für VoIP ist in *Bild 1* dargestellt. Die ITU-T-Empfehlungen setzen auf den Protokollen der vorhandenen RFCs der IETF auf.

Vier Säulen tragen demnach die Konzeption der Internettelefonie:

Der H.323-Protokollstapel für die Multimediaterminals mit den Empfehlungen H.225 und H.245, die zwei Gruppen der Codecs, definiert in der G-Serie für Sprache und Videos, und die Empfehlungen T.12x für Echtzeit-Datenanwendungen wie Faxübertragungen, Filetransfer, sog. Whiteboard

Sharing, Instant Messaging und andere Anwendungen. Zum besseren Verständnis wird in *Bild 2* dem TCP/IP-OSI-Modell der IETF das VoIP-Modell der ITU gegenübergestellt.

Substandards für die Signalisierung und Kontrolle

Die Ende-zu-Ende-Signalisierung umfasst die Empfehlungen H der ITU-T für „Transmission of Non-telephone Signals“ der ITU-T mit den folgenden Protokollen:

H.225 – Media Stream Packetization and Synchronization on Non-guaranteed Quality of Services LAN – für den Transport von Audio, Video, Daten- und Kontrollinformationen zwischen H.323-Terminals, die an LANs angeschlossen sind. Mit H.225 wird der Verbindungsauf- und -abbau mittels TCP durchgeführt (TCP-Port 1720). Die Implementierungen sollen der ISDN-Q.931-Empfehlung bezüglich der Rahmenformate für Initialization und Call Setup folgen.

H.225 verwendet das RTP/RTCP (Real-Time Protocol/Real-Time Control Protocol) für die Paketierung und Synchronisation der Daten über das LAN. Die Layer-1-Protokolle H.221 und H.242 beschreiben die Frame-Struktur und die Punkt-zu-Punkt-Steuerung der Terminals.

H.245 – Control Protocol for Multimedia Communication – für die In-band-Aushandlung von Terminal Information Messages zum Aufruf der geforderten Dienste. H.245 erfordert einen zuverlässigen Transport-Layer und nutzt deshalb ebenfalls TCP/IP für die Layer-3-4-Übertragung. Die Portnummer ist dynamisch zuzuordnen.

Die geforderten Dienste sind u.a. die Beschreibung der Terminal Capabilities, die Master-Slave-Determination und die Festlegungen für die benötigten Logical Channels.

Das Rahmenformat für H.225 enthält sowohl verpflichtende als auch wahlfreie Informationselemente (IE).

Wie in Q.931, der Signalisierung für ISDN, ist beispielsweise im Paket mit dem Protocol Discriminator (PD) 08 die Referenz auf eine User-Network Call Control Message angegeben. Ein MT (Message Type) definiert dann den

Befehl, zum Beispiel Setup. Weitere Daten ergänzen den Befehl um zusätzliche Angaben, die zur Ausführung des Befehls erforderlich sind. In darauffolgenden User-zu-User-Informationen-Elementen (IE) werden die Optionen für die weiteren Protokolle angegeben.

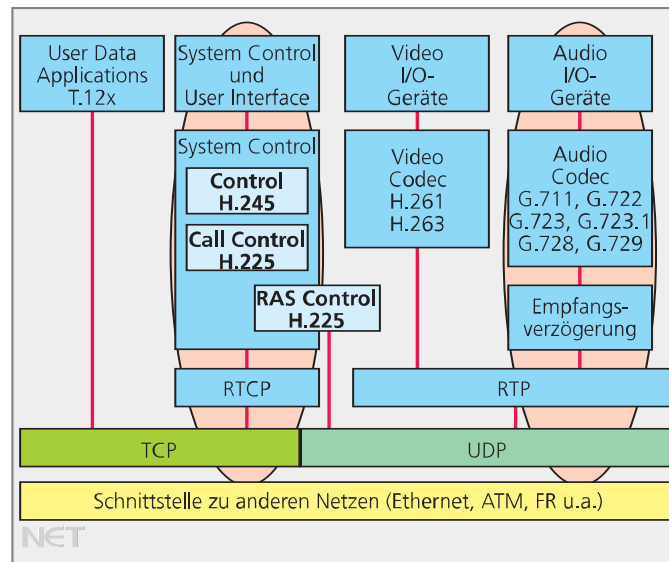


Bild 1: Zusammenarbeit der verschiedenen ITU-T-Empfehlungen

Weitere MT-Befehle sind:

- Call Proceeding zur Information, dass der Verbindungsaufbau eingeleitet wird;
- Alert für die Bestätigung des Freirufes beim gerufenen Teilnehmer;
- Connect zum Verbindungsaufbau;
- Release zum Verbindungsabbau (kein Disconnect wie bei ISDN).

Beziehungsfragen

Ist die physische Verbindung zwischen den Teilnehmern aufgebaut, werden anschließend mit Hilfe der H.245-Empfehlung zunächst die Terminalfähigkeiten beider Endteilnehmer ausgetauscht, z.B. Audio oder Video, der verwendete Audio Codec, der maximale Audio Delay Jitter usw. Diese Terminalfähigkeiten werden jeweils von der anderen Station bestätigt. Anschließend werden die Master-Slave-Beziehungen festgelegt und die zu verwendenden logischen Kanäle mit der entsprechenden IP-Adresse spezifiziert und jeweils bestätigt.

Die Audiodaten werden mittels RTP (RFC 1889/3550) übertragen. Im RTP-Header werden u.a. auch der Payload-Type (z.B. G.723 Dual Rate Speech

Coder), ein Timestamp und eine Sequenznummer für die zu übertragenden Daten spezifiziert.

Das RTCP (Kapitel 6 im RTP-RFC) dient zur Überwachung der Quality of Services (QoS) und der Datenübertragung. RTCP-Pakete werden in regelmäßigen Zeitabschnitten gesendet.

Zum Auf- bzw. Abbau der Verbindung zwischen zwei H.323-Stationen wird das verbindungsorientierte sichere TCP eingesetzt. Nach erfolgreichem Verbindungsaufbau durch „connect“ tauschen die Stationen ihre Fähigkeiten aus. Danach können die Daten, beispielsweise die Sprachinformationen, ausgetauscht werden. Der Austausch der Nutzinformation zwischen den Stationen wird mit RTP und RTCP-Rahmen auf Schicht 4 von UDP unterstützt.

SIP – alternatives Protokoll für die Verbindungssteuerung

Die Alternative zu H.323 ist das Session Initiation Protocol (SIP). Während die ITU-T die H-Empfehlungen für die IP-Telefonie (VoIP) vorsieht, hat die IETF mit SIP einen Alternativvorschlag für die gleichen Aufgaben in den RFC 2543 und RFC 3261 spezifiziert.

Im Vergleich von H.323 mit SIP wird H.323 mit all seinen Empfehlungen als zu komplex, schlechter erweiter- und anpassbar beschrieben.

SIP macht als Client-Server-Protokoll viele Anleihen bei HTTP, z.B. in der Syntax.

SIP wird jedoch nur für den Aufbau, die Steuerung und den Abbau einer Verbindung zwischen zwei oder mehreren Teilnehmern gebraucht.

IETF-VoIP-Modell		H.323-VoIP-Modell	
Teilnehmer		Teilnehmer	
Audio Codec (G.711, G.729, G.723.1)		E.164 Phone No.	
SAP SDP		Audio Codec (G.711, G.729, G.723.1)	
SIP		H.225/245 RTCP	RTP
TCP	UDP	TCP	UDP
IP		IP	
Data Link		Frame Relay DLCI 802.3 MAC, ATM VPI/VCI	
Physical		V.35, T1, T3, H.221/224	

Bild 2: Gegenüberstellung der Protokollstapel von IETF und H.323

Mit der Meldung Invite wird eine Nachricht vom Client an den Server zur Öffnung eines zuverlässigen Kanals gesendet, oder eine bereits eröffnete Sitzung kann damit modifiziert werden.

Der Server antwortet mit ACK zur Bestätigung. Die Nachricht Bye beendet eine aufgebaute Verbindung.

SIP nutzt eigene Mechanismen zur Sicherung einer Übertragung und stützt sich nicht auf TCP in der Schicht 4 ab.

Protokolle zur Unterstützung

Zur Verhandlung der Media-Informationen, z.B. Codec-Typ, wird bei SIP das Session Description Protocol (SDP) nach RFC 4566 verwendet. Im Gegensatz zur H.323 kann mit SIP nach Vereinbarung auch ein privater Codec benutzt werden.

Ein weiteres Protokoll, das SIP zur Seite steht, ist das Session Announcement Protocol (SAP) nach RFC 2974 zur Implementierung und Unterstützung von Multimedia-Sessions.

Das Real-Time Protocol (RTP) dient zur Datenübertragung sowie der Aushandlung und Einhaltung von QoS-Parametern durch den periodischen Austausch von Steuernachrichten zwischen Sender und Empfänger.

Dazu kommt das eingebettete Real-Time Control Protocol (RTCP) für die asynchrone (Out-of-Band-) Übertragung von Statistik- und Steuerdaten.

Für die Adressen im URI-Format (Uniform Resource Identifier), beispielsweise sip:user@domain, können sinnvolle Namen vergeben werden. Mit Hilfe des Domain Name Systems (DNS) wird die Auflösung der Adressen zu Namen durchgeführt.

Aus dem Rahmenformat für SIP lässt sich erkennen, dass das Protokoll als Anwendung über UDP (User Datagram Protocol) angelegt ist und dass im Message Body die Angaben für das SDP enthalten sind.

Der Austausch der Informationen für SIP zwischen Client und Server geschieht mittels sog. Requests/Responses.

Requests mit Method, Request URI und SIP-Version; Methods sind:

- Register;
- Invite;
- ACK;
- Cancel;
- Options.

Response mit Status Line (Version, Status Code, Reason):

- Status 1xx – Provisional;
- 2xxx – Success;
- Status – 3xx Redirection;
- 4xx – Client Error;
- Status 5xx – Server Error.

Bild 3: Verbindung von zwei VoIP-Teilnehmern über zwei verschiedene SIP-Anbieter

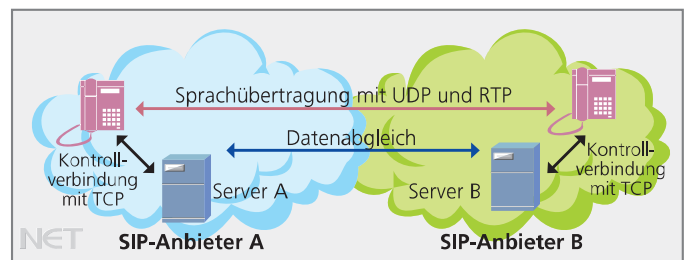


Bild 3 zeigt die Verbindung zwischen zwei VoIP-Teilnehmern bei zwei zusammengeschalteten SIP-Anbietern. Aus diesem Beispiel wird deutlich, dass die SIP-Anbieter ihre Datenbanken abgleichen müssen, um Dienste und Entgelte für ihre Teilnehmer zu harmonisieren. So lange das Telefonnetz noch getrennt vom Internet läuft, sind für diesen Übergang weiterhin zusätzliche Gateways notwendig.

Man trifft sich

Die Internet Engineering Task Force (IETF) mit der Arbeitsgruppe SIP für In-

stant Messaging and Presence Leveraging Extensions (SIMPLE) ist im Bereich der Real-Time Applications and Infrastructure (RAI) Gruppe für SIP und RTP derzeit die einzige ernsthafte aktive Arbeitsgruppe im Bereich der Internettelefonie.

In der ITU wiederum ist die Study Group 13 als Arbeitsgruppe für zukünftige Netze und Fixed-Mobile-Konvergenz tätig.

Bei der ECMA wurde 2009 der Technische Report TR/95 mit dem Thema Next Generation Corporate Networks (NGCN) zum Thema VoIP herausgegeben.

Im SIP-Forum, einer Industrieorganisation führender Firmen der IT- und der Kommunikationsbranche, werden Produkte und Dienste, die auf SIP basieren, gefördert.

Fazit

Neben mittlerweile zahlreichen Firmen bringt der weltweit größte Hersteller von Netzprodukten Cisco mit seiner intensiven Werbung und durch seine große Produktpalette die VoIP-Technik in den Markt. In Firmennetzen wird sich das gemeinsame Netz für

Daten- und Sprachkommunikation durchsetzen. Aus welchen Gründen auch immer – eine vollständige Aufgabe der Telefonnetze wird auf absehbare Zeit nicht erfolgen.

Auch im Bereich Small Office Home Office (SOHO) bleiben zunächst die Netze getrennt.

Ob sich H.323 oder SIP langfristig allein durchsetzt, ist zurzeit nicht absehbar. Die IETF mit SIP ist in der Regel schneller mit dem Erstellen der Protokolle und deren Erweiterungen fertig als die Empfehlungen bei der ITU-T. Die heutigen Produkte müssen folglich noch beide Standards für eine geraume Zeit abdecken. (we)