

# Auf den Zahn geföhlt

## Ist mein Netz überhaupt VoIP-tauglich?

**Volker Neumann**

**Voice over IP (VoIP) tritt derzeit nach einer Phase der Stagnation seinen Siegeszug an. Fast jede neuere Telefonanlage hat zumindest eine VoIP-Option. Dabei bietet der Einsatz von VoIP den Vorteil, daß nur eine Art der Verkabelung notwendig ist. Die für die LAN-Kommunikation aufgebaute Netzinfrastruktur kann mitbenutzt werden, und die Telefonie sitzt quasi Huckepack als eine weitere Anwendung auf dem Netz. Leider läßt sich VoIP aber nicht in jedem existierenden Netz erfolgreich einsetzen. Dieser Beitrag zeigt eine einfache Möglichkeit, Netze auf deren VoIP-Fähigkeit zu testen, und beschreibt, wie man Netze VoIP-fähig machen kann.**

Eine Eigenschaft macht Voice over IP zur Besonderheit: Probleme im Netz merkt man bei den Telefongesprächen zuerst und unmittelbar. Die Stärken und Schwächen der Infrastruktur schlagen sich direkt auf die Qualität und Verfügbarkeit der Telefonie nieder. Voice over IP ist daher ein guter Indikator dafür, ob die Netzinfrastruktur gesund ist, da Telefongespräche in Echtzeit (Realtime) abgewickelt werden.

Die Nutzdaten des Echtzeitverkehrs werden in UDP-Paketen versandt. UDP (User Data Datagram) garantiert aber keine Ende-zu-Ende-Kontrolle, d.h., es sorgt nicht für eine nochmalige Sendung von nicht erhaltenen oder korrupten IP-Paketen. Das wäre wegen der Echtzeitanforderung auch sinnlos, da das Paket dann zu spät käme. Will man VoIP im Unternehmen einsetzen, ist es daher fast zwingend, schon zuvor zu wissen, ob das Netz dafür geeignet ist.

### Ist mein LAN VoIP-fähig?

Bezogen auf ein LAN benötigt VoIP nicht viel Bandbreite, dafür aber einen konstanten Durchsatz (ca. alle 30 oder 60 ms ein Paket mit einer Länge, die von der Codierung abhängig ist), möglichst geringe Laufzeit (Delay) und niedrigen Jitter (Schwankungen der Laufzeit). Die Laufzeit selbst beeinflußt die Sprachgüte indirekt. Delays von bis zu 30 ms nimmt das menschliche Ohr kaum wahr. Liegt die Laufzeit aber über 150 ms, wird der Kommunikationsfluß zwischen den Menschen stockend. Ein zu großer Jitter verursacht Paketverluste bei VoIP. Um Übertragungsverzögerungen ausgleichen zu können, müssen die empfangenen Daten für eine gewisse Zeit gepuffert werden (Dejittering). Pakete, die trotz Pufferung nicht rechtzeitig ankommen, werden als verlorene Pakete angesehen. Diese durch den Audiocodec

bedingten Paketverluste addieren sich also zum „echten“ Paketverlust. Nach dem Standard G.114 der ITU für Sprachübertragung gelten Paketverluste von bis zu 5 % als akzeptabel.

Vor dem ersten VoIP-Einsatz ist also eine Analyse der vorhandenen Netzinfrastruktur erforderlich. Dabei gibt es einige „Kill-Kriterien“, die schon durch eine einfache Bestandsaufnahme abgeklärt werden können. Dazu gehört z.B. der Einsatz von Shared Ethernet (über Hubs oder alte Busverkabelungen). Hier wird die Bandbreite permanent unter allen angeschlossenen Komponenten geteilt. Die Mindestvoraussetzung für den Einsatz von VoIP aber ist ein geschwichtetes Ethernet, in dem jedem Anschluß sein eigenes Ethernet-Segment zur Verfügung steht. Auch eine Berücksichtigung der verwendeten Netzprotokolle ist wichtig: Protokolle mit starkem Broadcast-Verhalten wie NetBEUI oder Appletalk sollten vermieden oder zumindest vom VoIP-Verkehr getrennt werden können. Grob vereinfacht kann man zwar sagen: Je älter die Infrastruktur, desto wahrscheinlicher ist es, daß sie sich nicht für VoIP eignet. Es muß allerdings auch nicht ein Netz sein, in dem nur die neuesten Switches mit Layer-3-Switching zum Einsatz kommen und QoS-Funktionen durchgängig integriert sind. Abhängig von der Netznutzung und Auslastung kann der VoIP-Einsatz auch in nicht so modernen Umgebungen möglich sein.

### Aktives Messen

Mit Hilfe eines PC-basierten Meßsystems können die wesentlichen VoIP-Eigenschaften von IP-Netzen schon vor der Installation erfaßt werden. Am Beispiel der Software RzK NetQuality VoIP werden die Möglichkeiten eines solchen Systems kurz dargestellt. Zur Messung gibt es zwei Betriebsmodi:

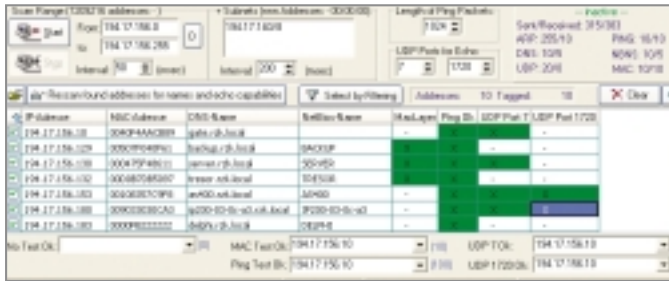


Bild 1: Suche nach Testpartnern im Netz

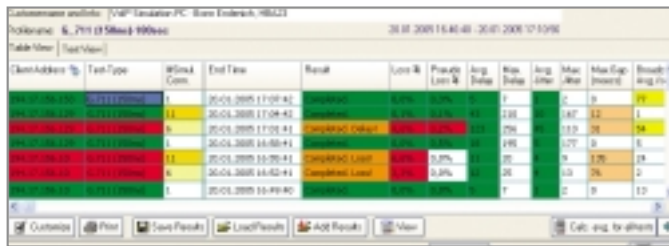


Bild 2: Testergebnisse

- Schnelltest mittels Real-Time-Protocol-Simulation (RTP) über ICMP-Echo (Internet Control Message Protocol);
- Feintest durch die Simulation von VoIP-Gesprächen mit UDP-Test-Clients.

Behandelt werden jeweils die Parameter Packet Loss, Jitter und Delay, wobei man nicht auf Messungen zwischen Routern beschränkt ist. Die Parameter werden anhand der RTP-Eigenschaften bewertet und liefern eine klare Aussage über die VoIP-Qualität des Netzes. Treten bei einer VoIP-Verbindung Paketverluste burstartig auf, leidet die Sprachqualität massiv. Es gilt also, nicht nur den prozentualen Paketverlust zu bewerten, sondern auch dessen Verteilung innerhalb der Tests. Zusätzlich wird die Broadcast-Last des Netzes erfaßt und mit Hilfe von Hardware-Profilen bestimmter IP-Telefone bei der Messung miteinbezogen. Broadcast-Pakete müssen von allen Geräten im LAN prozessiert werden. Abhängig von der Leistungsfähigkeit der VoIP-Hardware können Broadcasts daher zu Ausfällen im Gespräch führen.

Im ersten Betriebsmodus wird ein Schnelltest durchgeführt, der bereits eine gute Aussage ermöglicht. Dabei entfällt die zeitaufwendige Installation der remote Test-Clients. Statt dessen werden automatisch im Netz vorhandene Stationen mit ICMP-Echo getestet. Es kann gewählt werden, ob nur das lokale IP-Subnetz oder auch andere Netze (z.B. Filialen) getestet werden (Bild 1). Auch hierbei werden die RTP-Eigenschaften bewertet. Als zu simulierender Audiocodec kann z.B. G.711 (64 kbit/s) oder G.729 (8 kbit/s) gewählt werden, wobei mehrere Sprachverbindungen gleichzeitig simuliert werden können. Eine genauere Bewertung läßt die zweite Meßmethode zu. Hierzu werden im Netz Test-Clients installiert, die als „Gesprächspartner“ für simulierte Gespräche dienen.

Aus positiven Testergebnissen für ICMP-Tests kann in der Regel auch auf positive Ergebnisse von UDP-Echotests geschlossen werden, da die Priorisierung der ICMP-Pakete in Switchen und Routern nicht höher als die von UDP-Paketen ist. Es muß gewährleistet sein, daß das UDP-Protokoll

netzweit korrekt konfiguriert ist und nicht durch Firewalls geblockt wird.

### Kurze Messungen helfen wenig

Sehr wichtig ist der Zeitfaktor bei der Analyse des Netzes. Entscheidend bei der IP-Telefonie sind nicht der Durchschnitt des Bandbreitenbedarfs und die Netzauslastung, sondern ist die ständige Verfügbarkeit auch in Spitzenzeiten. Kurze Tests geben zwar Auskunft über die Qualität der Verbindungen zu einem bestimmten Zeitpunkt, sie berücksichtigen allerdings nicht die Dynamik des Netzes. Diese ist natürlich bestimmt durch das Verhalten der Nutzer, aber auch durch automatisch im Netz ablaufende Prozesse. Auch wenn sich diese Prozesse beim Datenverkehr ggf. kaum bemerkbar machen, können sie für VoIP tödlich sein. Daher sollte die Netzanalyse mindestens eine Woche laufen und idealerweise durch die Erfassung aussagekräftiger Statistikmeßdaten des Netzverkehrs begleitet werden. So können Zusammenhänge zwischen ggf. negativen Testergebnissen und dem Netzzustand zu diesem Zeitpunkt (und hoffentlich auch den Verursachern) gezogen werden. NetQuality liefert folgende Ergebnisparameter (Bild 2):

- Anzahl und Prozentsatz der empfangenen und fehlenden Pakete;
  - Anzahl und Prozentsatz der Pakete, die vom Realtime-Protokoll verworfen würden, weil sie zu spät eintrafen (Jitter);
  - Delay: Minimum (zum Erkennen von langsamen Netzverbindungen), Durchschnitt und Maximum;
  - Jitter: Durchschnitt und Maximum;
  - größte Anzahl von aufeinanderfolgenden fehlenden Paketen und die resultierende Zeitspanne, in der kein Antwortpaket empfangen wurde;
  - durchschnittlich und maximal gemessene Broadcast-Last;
  - absoluter und prozentualer Verlust, der durch hohe Broadcast-Last entstehen würde, da diese höher als die maximal vom simulierten VoIP-Gerät zu verarbeitende Paketlast war.
- Diese Daten werden in einer programminternen SQL-Datenbank gespeichert und können mit verschiedenen Reports ausgewertet werden.

Eine einzelne Programminstallation eines Testsystems sollte dort erfolgen, wo später die Telefonanlage positioniert wird. Die Software liefert dann eine sternförmige Struktur der Testergebnisse. Bei einem größeren Netz ist der zeitgleiche Einsatz von NetQuality an mehreren zentralen Punkten im LAN sinnvoll, so daß über die Kenntnis der Netzstruktur die Testergebnisse von Teilstrecken analysiert und Fehlerquellen besser lokalisiert werden können.

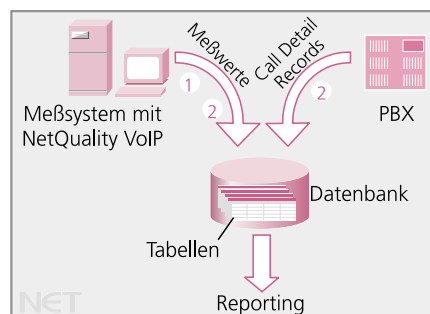


Bild 3: Erfassung der Qualitätsparameter in einer Datenbank vor (1) und nach (2) der Implementierung

### Gesichtspunkte bei der VoIP-Einführung

Zeigt es sich, daß das bestehende Netz nicht VoIP-fähig ist, ist die Infrastruktur zu erweitern bzw. zu optimieren. Bei der Auswahl neuer Komponenten sollte man auf folgende Eigenschaften achten:

- Möglichst kurze Ausfallzeiten bei Firmware-Upgrades (durchlaufender Betrieb ohne Reboot) oder Plattentausch (Hotplug-Fähigkeit);
- Einhalten offener Standards, um sich nicht von bestimmten Herstellern abhängig zu machen;
- Einbinden der Geräte in ein QoS-Konzept, das definiert, welche Anwendungen welche Dienstgüten bez. Verzögerung, Durchsatz und gesichertem Versand brauchen und wie diese Dienstgüten von den Routern und Switchen umgesetzt werden.
- VoIP sollte keine proprietäre Angelegenheit des jeweiligen Anlagenherstellers sein, sondern sich in einen LDAP-Verzeichnisdienst (Lightweight Directory Access Protocol) einbinden lassen. Die Einbindung in die verwendeten PC-Applikationen sollte möglich sein.

Gedanken machen sollte man sich in

jedem Fall über die Bedeutung der menschlichen Telefoniergewohnheiten. Dies bezieht sich nicht nur auf die Sprachqualität. Ein Problem der Akzeptanz der ersten IP-Telefone war z.B., daß Overlapped Sending nicht möglich war, d.h., die Rufnummer mußte komplett eingegeben und bestätigt werden, bevor der Anruf erfolgte.

Ein wichtiger Punkt ist auch die Sicherung der permanenten Verfügbarkeit. Bei einem Datennetz gilt eine Verfügbarkeit von 98 % als sehr akzeptabel. In der Sprachkommunikation liegen die Erwartungshaltungen aber bei mindestens 99,9 %. Um eine vergleichbare Betriebsverfügbarkeit wie eine Standard-TK-Anlage zu erreichen, sollten alle Switche (und Endgeräte, eventuell über die Switches) über unterbrechungsfreie Stromversorgungen betrieben werden, ebenso alle Netzkomponenten, die zu einem VoIP-Server führen. Auch Redundanzaspekte gewinnen an Bedeutung. Leider sind VoIP-Systeme auch Attacken durch Viren, Würmer, Trojaner und Hacker ausgesetzt. Eine wirkungsvolle Verteidigungsstrategie besteht darin, die Sprach- und Datennetze logisch durch VLANs (Virtual LAN) zu trennen. Durch diese Netzsegmentierung hat ein Angriff auf das Datennetz nicht zwangsläufig Auswirkungen auf den Sprachverkehr.

### Wie geht es weiter?

Wird die LAN-Analyse nicht erst reaktiv eingesetzt, sondern regelmäßig proaktiv, lösen sich die meisten Probleme (fast) von selbst. Es wird daher empfohlen, das Netz auch nach der VoIP-Implementierung permanent zu überwachen. NetQuality bietet hierzu die Möglichkeit, die von der PBX gesammelten Gesprächsparameter (Call Detail Records – CDR) in seiner Datenbank zu speichern und für eine spätere Auswertung bereitzustellen (Bild 3). Das macht sie auch nach der Installation der Anlage zu einem wertvollen Helfer bei der Analyse von Qualitätsproblemen. Bei Konfigurationsänderungen läßt sich durch eine vorherige und eine nachfolgende Messung der Erfolg belegen. (bk)