



**NEXT GENERATION MEASUREMENT**

# Whitepaper

Vormessungen in VoIP/UC-Netzen sind Pflicht



NEXT  
GENERATION  
MEASUREMENT

Kein Teil dieser Broschüre darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie, Mikrofilm oder in einem anderen Verfahren) ohne unsere vorherige schriftliche Genehmigung reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Wir weisen darauf hin, dass die im Buch verwendeten Bezeichnungen und Markennamen der jeweiligen Firmen im Allgemeinen warenzeichen-, marken- oder patentrechtlichem Schutz unterliegen.

---

Copyright: 2010 Nextragen GmbH  
Stand: 08/2010

---

Herausgeber: Nextragen GmbH  
Lise-Meitner-Str.2  
24941 Flensburg

---

---

# Vormessungen in VoIP/UC-Netzen sind Pflicht

## Management Summary

Dieses Whitepaper erklärt die Bedeutung der Vormessung (Predeployment) in Voice over IP (VoIP) Projekten und erklärt welche Schritte für eine erfolgreiche VoIP-Implementierung in Unternehmensnetzen notwendig sind.

Die Qualität und die Performance von Netzen und Applikationen werden durch viele Faktoren bestimmt: Die Leistungsmerkmale sowie -grenzen einzelner Komponenten, die optimierte Konfiguration von Netzkomponenten selbst unterschiedlicher Hersteller und auch die standardkonforme Protokollimplementierung von Diensten und Applikationen. Dieses Gemisch aus Performance-Parametern ist darüber hinaus Ende-zu-Ende zu untersuchen, über verschiedene Netzsegmente hinweg. Das Netzwerk von heute ist als System zu begreifen und zu testen. Am besten schon vor der Inbetriebnahme neuer Technologien, Applikationen oder Netzstrecken. Nur so wird verhindert, dass zum Beispiel die gerade neu angeschaffte Netzwerkkomponente nicht innerhalb kürzester Zeit schon wieder zum alten Eisen zählt. Aus diesem Grund beginnt die Qualitätssicherung nicht erst mit der Installation und Inbetriebnahme neuer Anwendungen und Netzkomponenten, sondern bereits direkt nach der VoIP-Planung. Durch eine Vormessung wird dafür gesorgt, dass der Netzbetreiber genau darüber Bescheid weiß mit welcher Performance und Qualität bei VoIP/UC-Applikationen zu rechnen ist und das eventuelle Mängel und Fehler schnell und kostengünstig bereits vor der Inbetriebnahme beseitigt werden.

Die Telefon- und Datenkommunikation ist im heutigen geschäftlichen Umfeld als Kommunikationsmittel wichtiger denn je. Immer mehr Applikationen aus der Telefon-, Video- und Datenwelt sind bereits oder werden in naher Zukunft untrennbar im so genannten Unified Communications (UC) miteinander verknüpft. Die Bereitstellung von Sprachanwendungen (VoIP) erfordert die Anpassung der Netzwerke an die erhöhten Anforderungen der Echtzeitanwendungen. Die Integration von Daten, Sprach- und Videoanwendungen benötigt die Bereitstellung einer garantierten Bandbreite als Grundlage der applikationsspezifischen Merkmale auf einer Ende-zu-Ende-Basis (von Endgerät zu Endgerät). Der Einsatz von Echtzeitanwendungen erfordert jedoch ein barrierefreies Zusammenspiel zwischen den Anwendungen und den Transportkanälen.

Herkömmliche Videosignale beruhen auf der Analogtechnik. Sie werden über teure Übertragungsnetze übermittelt. Fortschritte in der digitalen Videokomprimierung machen es möglich, kombinierte Audio-/Videosignale über typische IP-Netze zu übertragen. Video over IP konkurriert dabei um die gleichen Rechner- und Übertragungsressourcen wie beispielsweise Voice over IP (VoIP). Beide Echtzeitanwendungen weisen jedoch gemeinsame Merkmale auf. Diese müssen mit Hilfe der Quality of Service (QoS) Funktionen im Netzwerk bereit gestellt werden.

VoIP ist im Vergleich zu anderen Anwendungen im Netzwerk extrem empfindlich gegen Verzögerungen und Paketverluste. Aus diesem Grund ist es notwendig, sich bereits vor der Installation mit den spezifischen VoIP-Parametern auseinanderzusetzen, um in der Praxis die richtigen Messdaten erheben zu können. Aus diesem Grund sollte der Planungs- und Realisierungsphase von VoIP/UC-Projekten ein erheblicher Planungsaufwand voraus gehen. Grundlage jeder Integration von VoIP/UC-Geschäftsprozessen ist eine umfassende Überprüfung der vorhandenen Netzwerke und Rechnerinfrastrukturen. Die Planungsgrundlagen und Annahmen werden dadurch in der Praxis getestet und der Netzplaner versichert sich vor der Umstellung auf das neue System, dass die neuen Anwendungen in Zukunft problemlos im Netzwerk arbeiten.



---

## Aspekte der VoIP-Readiness

Um die VoIP-Readiness eines oder mehrerer Unternehmensnetzwerke festzustellen zu können, müssen nicht zuerst die geplanten VoIP/UC-Komponenten (Telefone, Server, Gateways) angeschafft und installiert werden. VoIP-Simulatoren bzw. Analysatoren übernehmen die Aufgabe, tausende von Anwendern und deren Telefonverhalten nachzubilden und Schritt für Schritt in das Netzwerk einzuspielen.

Die VoIP/UC-Technologien stellen besondere Anforderungen an die Netzinfrastruktur. Daher bildet eine umfassende und qualitative Aussage (Messungen), ob und welche Teile des vorhandenen Netzwerks VoIP-fähig sind, die Basis für den Umbau der Dienste und der Netze. Dabei liegen vor allen folgende Eigenschaften im Vordergrund der Messungen: Gesprächsqualität, Minimierung der Verzögerungen und die Sicherstellung der Zuverlässigkeit. Voraussetzung jeder Multi-medialösung ist die genaue Kenntnis der Kommunikationsflüsse. Damit wird der Netzbetreiber in die Lage versetzt, die Bereitschaft der vorhandenen Netze für den VoIP-Verkehr zu bestimmen. Die dauerhafte Überwachung der Leistung und Sicherheit von VoIP-Servern, dem zugrunde liegenden IP-Netzwerk und der Gesprächsqualität, gehören somit zum Pflichtprogramm.

Bei einer Vormessung sollten die Anwendungsbedingungen über einen längeren Zeitraum hinweg erfasst werden. Ein zu kurzer Mess- und Testintervall berücksichtigt oftmals nicht die verkehrsreichsten Zeiten. Bei Voice over IP besteht die Herausforderung darin, die Sprache in hoher Qualität und ohne Performance-Einbußen für die bestehenden Anwendungen zur Verfügung zu stellen. Die Basis dafür bilden die Funktionalität und Skalierbarkeit der VoIP-Komponenten. Die Akzeptanz bestimmen den Quality of Service (QoS) der Signalisierung und der eigentlichen Sprachübermittlung.

Die Qualität der Komponenten im Zusammenwirken mit dem vorhandenen Netzwerk- und Server-Systemen spielt eine wichtige Rolle, wenn es um die Voice-Readiness des Netzwerks geht. Kleinste Ungereimtheiten können oft eine Kettenreaktion auslösen. Die Suche nach der Ursache der Schwachstellen wird oft zur Suche nach der Nadel im Heuhaufen. Bei der VoIP Vormessung wird überprüft:

- ob das Netzwerk VoIP-Ready ist,
- wie gut die Anwendung VoIP im bestehenden Netzwerk funktionieren wird,
- an welchen Stellen im Netzwerk Engpässe bestehen und/oder nachgebessert werden muss.

Es wird ein bestehendes und für andere Anwendungen genutztes Netzwerk auf VoIP-Readiness getestet. Zwischen im Netz verteilten Messendpunkten (Mess-Software) wird der VoIP-Verkehr entsprechend eines zu definierenden VoIP-Nutzungsprofils erzeugt. Dabei können tausende VoIP-/UC-Anwender mit entsprechendem VoIP-Codec simuliert werden. Durch die Simulation in einem solchen Umfang erreicht man Aussagen über die Qualität in einem Szenario, welchen den späteren Einsatz der UC-Lösung perfekt nachbildet.

Der Oberbegriff Quality of Service (QoS) beschreibt eine Serie von Parametern, die für eine fehlerfreie Übermittlung von Sprache und Videos notwendig sind. Erst die Einhaltung dieser Parameter auf der gesamten Strecke sorgt für die notwendige Übertragungsqualität und Serviceverfügbarkeit. Die ultimative Messgröße zur Beurteilung der Übertragungsqualität ist der Anwender. Bei der Sprachübermittlung hängt die Beurteilung der Güte von subjektiven Kriterien ab. Die wichtigsten



---

Parameter sind:

- Sprachqualität
- Verzögerung
- Jitter
- Paketverluste
- Priorisierung

## Fehlerlokalisierungen mit aktiver Messtechnik

Geprüfte VoIP-Qualität vor dem VoIP Rollout erhält man – trotz optimaler Konfiguration der Komponenten – nur durch ein aktives Testen der Infrastruktur mit synthetischen VoIP-Gesprächen zwischen verschiedenen Messpunkten. Die Software Trafficlyser TraceSim VoIP von der Firma Nextragen GmbH wurde speziell für das umfassende Messen von VoIP-Systemen entwickelt. TraceSim VoIP ist ein Softwaretool zur Simulation von VoIP-Gesprächen. Diese lassen sich an einem beliebigen Netzknoten im Netzwerk einspeisen. Der Trafficlyser TraceSim VoIP ist in der Lage, bis zu 300 parallele Gespräche zu generieren. Als Gegenpunkte für die Messungen dienen die so genannten TraceSim VoIP Clients. Die TraceSim VoIP Clients sind in unbegrenzter Anzahl kostenlos verfügbar. Dabei handelt es sich um eine Testsoftware, die auf einem Windows- bzw. Linux-PC einsetzbar ist, und als Gegenstelle zur aktiven Lokalisierung von Fehlern/Problemen in einzelnen Netzwerksegmenten genutzt wird. Alternativ kann der Trafficlyser NTG|Small als leistungsfähige Hardware-Messprobe eingesetzt werden.

### Anzahl der simulierten Gespräche

Um in konvergenten Netzen die Sprachqualität richtig messen zu können, ist es notwendig alle Netzsegmente in der Messung zu erfassen. Nur so ist eine durchgängige Qualitätsaussage von Ende-zu-Ende möglich. Der Trafficlyser TraceSim VoIP ist in der Lage, bis zu 300 parallele Gespräche zu generieren. Dies bedeutet, dass zu 300 unterschiedlichen Messpunkten im Netz, aber auch mehrere gleichzeitige Verbindungen zu ein und demselben Messpunkt aufgebaut werden können. Dadurch ist die Simulation des realen Telefonverhaltens (Unterschiedlich Telefongespräche) im Unternehmen zu unterschiedlichen Tages- und Wochenzeiten jederzeit möglich. Durch eine Simulation zu unterschiedlichen Messpunkten und mit unterschiedlichen Lasten werden realistische VoIP-Szenarien erzeugt und somit die Schwachstellen im Netzwerk aufgedeckt. Durch eine sternförmige Messung (alle Messungen starten von TraceSim VoIP) lassen sich beispielsweise von einem Rechenzentrum aus alle angebotenen Außenstellen ansprechen.



---

## Verhalten der simulierten Endgeräte

TraceSim VoIP ist in der Lage, mehrere Betriebs- bzw. Testmodes zu unterstützen. Diese dienen der exakten Überprüfung der jeweiligen Anwendungsszenarien.

### Terminal-Endgerät (TE) Mode

Im TE-Modus verhält sich TraceSim VoIP wie ein normales VoIP-Endgerät. Damit wird eine Verbindung zu einem definierten Ziel aufgebaut. In Verbindung mit einem Headset lässt sich TraceSim VoIP als Softphone einsetzen. Dieser Basis-Test stellt fest, ob die rudimentären VoIP-Funktionen korrekt arbeiten.

### Call-Generator (CG) Mode

Im Call-Generator-Mode werden automatisch mehrere Verbindungen mit einstellbarer Dauer und Pausen aufgebaut. TraceSim VoIP ermöglicht in diesem Testmodus den Aufbau von parallelen Verbindungen und generiert über das Netzwerk somit eine entsprechende VoIP-Last. Dabei wird die technische Ausrüstung des Netzwerks auf dessen Echtzeitfähigkeit getestet.

Hierzu müssen auf den Gegenstellen die entsprechenden TraceSim VoIP - Clients aktiviert werden. Werden mehrere Ziele (mehrere TraceSim VoIP-Clients) konfiguriert, lassen sich diese automatisch überprüfen. Dadurch wird eine realistische Belastung des Netzwerks durch parallele VoIP-Telefonate erreicht.

Eine Beispielkonfiguration sieht wie folgt aus: Über das Netzwerk hinweg werden 30 VoIP-Verbindungen aufgebaut. Nach dem ersten Verbindungsaufbau wird 20 Sekunden gewartet und anschließend die nächste Verbindung aktiviert. Die Dauer der Telefonverbindungen wird in diesem Fall zufällig gewählt und variiert zwischen 1 bis 60 Sekunden.

### Voice-Quality (VQ) Mode

Im VQ-Mode werden VoIP-Verbindungen auf ausreichende VoIP-Leistung (auf Basis des PESQ-Mechanismus) im Peer-to-Peer-Modus (bei Bedarf auch im Proxy-Modus) geprüft. Hierfür ist als Gegenstelle ein Rechner mit aktiviertem TraceSim VoIP - Client notwendig. Werden mehrere Ziele konfiguriert, lassen sich diese automatisch überprüfen. Auch das Testen der Netzwerkverbindung mit verschiedenen Codecs ist möglich. Dabei werden die gewählten Codecs zyklisch durchlaufen. Nach Beendigung des Tests werden die einzelnen Verbindungen analysiert und der jeweilige PESQ-Wert in der Verbindungsliste angezeigt. Diese Analyse lässt eine detaillierte Aussage über die erzielte Ende-zu-Ende Qualität zu.



---

## Codecs

Als Codec (Coder und Decoder) bezeichnet man ein Verfahren, das Daten oder Signale digital kodiert und dekodiert. Bei der Sprachkodierung werden die analogen Signale nicht verlustfrei digitalisiert, sondern es wird eine Dynamikreduktion des analogen Signals sowie eine Datenkompression des digitalen Signals vorgenommen. Damit wird eine Verringerung der für die Übertragung des digitalen Signals notwendigen Bandbreite erreicht.

Das Dekodieren und Enkodieren ist je nach Verfahren mehr oder weniger aufwendig. Je aufwendiger ein Codec ist, desto länger dauert das Encodieren und auch das Decodieren, und desto größer ist die Verzögerung. Es gibt auch einen Zusammenhang zur Datenrate. Je stärker ein Signal komprimiert wurde, desto kleiner ist das Datenaufkommen und somit die Datenrate.

TraceSim VoIP unterstützt folgende Codecs:

Codec	Name	Übertragungsrate	Sprachqualität	Verzögerung
G.711 PCM	Pulse Code Modulation	64 kBit/s	sehr gut	nominell
G.726	Adaptiv Differential Pulse Code Modulation (ADPCM)	16 - 40 kBits/s	befriedigend	nominell
iLBC	Internet Low Bitrate Codec	13.33, 15.20 kBit/s	Gut	nominell
G.723.1 MP MLQ	Multiple Maximum Likelihood Quantization (MPMLQ)	6.4/5.3 kBit/s	Gut bis schlecht	hoch
G.729a ACELP	Conjugate Structure Algebraic Code Excited Linear Prediction (CSACELP)	8 kBit/s	befriedigend	gering

Tab. 1.1: Übersicht der verschiedenen Sprachkomprimierungsverfahren

In den Audioeinstellungen von TraceSim VoIP lässt sich vor Beginn der Messung festlegen, welche Codecs für die zu testenden Verbindungen genutzt und welche Wave-Dateien zum Senden und Empfangen verwendet werden sollen. Dadurch werden die Verbindungen zu den Messpunkten realistisch (auf Basis der echten VoIP-Daten) ausgemessen.

Alternativ kann auch ein automatischer Codec-Wechsel eingestellt werden. Durch diese Einstellung lässt sich beispielsweise ermitteln, welcher Codec sich am besten für die VoIP-Übertragung über das Netzwerk eignet. Die Eigenschaften eines Media-Gateways, entsprechend den Anforderungen der unterschiedlichen Codecs, lässt sich somit ohne großen Aufwand testen



---

## Individuelle SIP-Einstellungen für die Messungen

Die Einstellungen für das Kommunikationsprotokoll SIP (Session Initiation Protocol) lassen sich bei TraceSim VoIP individuell festlegen. Hierzu gehören beispielsweise:

- **Benutzername:** Definiert den SIP-Benutzername, mit der sich TraceSim VoIP zu erkennen gibt.
- **SIP-Port:** Legt den Port fest, den TraceSim VoIP auf eingehende Verbindungen überwacht und über den abgehende Verbindungen aufgebaut werden.
- **RTP-Basis-Port:** Definiert den ersten Port, der für RTP-Verbindungen genutzt wird. Werden mehrere RTP-Verbindungen parallel aufgebaut, werden für diese die nächsthöheren Ports genutzt.
- **SIP-Proxy:** Legt die Adresse des zu verwendenden SIP-Proxy/Registrars fest.

## Bewertung der Sprachqualität

Die korrekte Übermittlung von Sprache ist eine der Grundlagen der Geschäftskommunikation. An dieser Tatsache ändert auch die weltweite Umstellung der Telefonie auf Voice over IP (VoIP) nichts. Die Sprachinformationen müssen auch in einem IP-Netz unverzerrt und unverfälscht beim Empfänger ankommen. Somit steht die Sprachqualität im Vordergrund und erfordert technische Maßnahmen zum Erhalt der qualitativen Sprachgüte auf der gesamten Übermittlungsstrecke zwischen dem Anrufer und dem angerufenen Telefondienstteilnehmer. Die in der Vergangenheit in den Telefonnetzen genutzten Beurteilungsverfahren (MOS und E-Modell) zur Sprachgüte reichen durch die Umstellung auf die VoIP-Technologie nicht mehr aus. Erst eine Messung nach dem so genannten PESQ-Verfahren ergänzt die Meßmethoden um weitere wichtige Qualitätsaspekte und gibt eindeutige Hinweise für eine Ursachenanalyse, wenn die VoIP-Verbindungen qualitative Mängel aufzeigen.

Die Sprachqualität beschreibt, wie gut die Verständlichkeit einer menschlichen Stimme bei Aufzeichnung und Wiedergabe durch die technischen Einrichtungen (Endgeräte, Netzwerkkomponenten, Gateways) sind. Die Bewertungskriterien der Sprachqualität sind durch die ITU-Bewertungsmethoden im Standard P.800 spezifiziert.

Das bekannteste Sprachbewertungsverfahren ist der so genannte „**Mean Opinion Score**“ (**MOS**). Mit Hilfe des MOS werden die Übertragungsqualitäten unterschiedlicher Sprachströme und Codierungen miteinander verglichen. Der MOS-Wert wird subjektiv ermittelt, indem Sprechproben den Probanden vorgespielt, die einzelnen Bewertungen gewichtet und daraus die statistischen Ergebnisse ermittelt werden. Beim MOS handelt es sich um einen Wert zwischen eins und fünf, der für die Sprachqualität steht; wobei der Wert »1« eine mangelhafte Sprachqualität repräsentiert, bei der keine Verständigung möglich ist, der Wert »5« hingegen für eine exzellente Übertragungsqualität steht, die nicht von dem Original zu unterscheiden ist.

Die ITU-T-Empfehlung G.107 beschreibt mit dem **E-Modell** ein Berechnungsmodell zur Bestimmung von objektiven Qualitätsparametern für Sprachverbindungen. Anhand dieses Berechnungs-



---

modells wird die dem Nutzer in einem IP-Netzabschnitt zur Verfügung stehende Sprachqualität ermittelt. Das Ergebnis ist eine objektive Bewertung der Übertragungsqualität unter Berücksichtigung aller, die Übertragungsqualität beeinflussender Faktoren. Das E-Modell ist ein passives Modell zur Bestimmung der Sprachqualität. Das Messsystem berechnet aus einem übermittelten VoIP-Strom die für das E-Modell notwendigen Parameter. Nach der Übergabe der Parameter an das E-Modell gibt das Messsystem einen Übertragungsfaktor (**R-Faktor**) aus. Aus diesen Werten wird eine Vorhersage der Sprachqualität im Bereich 0 bis 100 getroffen, die auf der MOS-Skala abbildbar ist.

Der **PESQ**-Algorithmus spezifiziert in der ITU Vorschrift P.862 ein aktives Berechnungsmodell zur Bestimmung der Sprachqualität und basiert auf den realen Bedingungen einer Ende-zu-Ende-Sprachkommunikation. Das Verfahren berücksichtigt unter anderem Paketverluste, Rauschen und den verwendeten Sprachcodec. Bei der PESQ-Analyse wird ein Referenzsignal und das durch die Übermittlung über das Netzwerk geminderte Signal in das Testsystem eingegeben. Bei diesem Modell wird das Sprachsignal zur Beurteilung hinzugezogen. Dabei werden alle Fehler sichtbar, auch diese, die außerhalb des IP-Netzwerks liegen.

Die in den Messprodukten der Nextragen GmbH integrierte PESQ-Analyse erleichtert die komfortable Inbetriebnahme von VoIP-Systemen und die Fehlersuche an Triple Play-Anschlüssen. Die Analyseprodukte stellen sicher, dass die Dienstqualität auch in VoIP-Netzen den hohen Anforderungen der Netzbetreiber als auch der Nutzer entspricht. Daher verlassen sich europaweit zahlreiche Telekommunikationsunternehmen und Systemintegratoren auf die Vorteile des in den Nextragen-Produkten integrierten PESQ-Verfahrens.

Siehe hierzu auch das Whitepaper „VoIP- und Netzwerkfehlern auf der Spur – Welches ist das richtige Messverfahren?“ der Nextragen GmbH, zu finden unter [www.nextragen.de](http://www.nextragen.de).

## Ermittlung der realen Verzögerungen

Die Verzögerung beschreibt die Latenzzeit zwischen dem Auftreten eines Ereignisses und dem Auftreten eines erwarteten Folgeereignisses, um das ein Ereignis verzögert wird. In Netzwerken wird die Verzögerung oft mit dem Begriff Round Trip Time (RTT) beschrieben. Der Round Trip Delay beschreibt die Gesamtverzögerung (beide Wege) zwischen zwei IP Endpunkten. Bei Voice over IP Anwendungen und Videokonferenzen ist das so genannte One Way Delay (die Verzögerung in einer Richtung von Startpunkt zu Endpunkt) von Bedeutung. Netzwerkverzögerungen werden durch die physische Verzögerung der Übertragungsleitungen, der Queuing- und Pufferungsmechanismen in den Koppelkomponenten (Router, Switches, Gateways) verursacht und variieren in ihrem Ausmaß. Die so genannte Durchlaufzeit setzt sich aus zwei Größen zusammen:

- einer konstanten oder nur leicht variierenden Netzverzögerung
- und schnellen Schwankungen der Verzögerung, gemeinhin als Jitter bekannt.

Die netzimmanente Verzögerung erfordert das Senden mehrerer Frames in einem Paket, eine Technik zur Reduzierung des Protokoll-Overheads bei IP-Übertragungen. Die typischen Verzögerungszeiten von Netzwerkkomponenten hängen stark von der eingesetzten Hard- und Software-Komponente ab. Die Laufzeit setzt sich aus der Summe aller Verzögerungen, die während der



---

Übertragung auftreten, zusammen. Jedes Netzelement erzeugt durch die internen Verarbeitungsprozesse eine bestimmte Verzögerungszeit. Für die Übertragung von Informationen in Echtzeit muss die Verzögerungszeit gering sein. Die Delay - Spezifikation gemäß G.114 der ITU-T legt eine maximale Ende-zu-Ende-Verzögerung von 150 ms fest. Alle darüber hinausgehenden Verzögerungswerte verschlechtern die Sprachqualität.

Der Jitter wird bei jeder Verbindung und für jedes einzelne IP-Paket individuell berechnet. Dabei stehen dem Anwender folgende Werte zur Verfügung: minimaler Jitter, maximaler Jitter und der durchschnittliche Jitter. Diese Werte sollten bestmöglich nahe 0 ms liegen.

Der realistische Round-Trip-Delay in einem VoIP-Netzwerk ist nicht so einfach zu bestimmen. In der Praxis kann der Hin- und Rückweg zwischen zwei VoIP-Partnern über zwei unterschiedliche Wege führen. Aus diesem Grund muss zur Ermittlung des Round-Trip-Delays mit Hilfe eines speziellen Messmodus ermittelt werden. Hierzu werden spezielle Audiosignale generiert, die auf der Gegenseite erkannt werden und anhand derer die Verzögerung bestimmt wird. Um das Oneway-Delay berechnen zu können wird außerdem vorausgesetzt, dass die Testsysteme zeitsynchron arbeiten.

## Jitter

Als Jitter (gemessen in Millisekunden; ms) bezeichnet man allgemein ein Taktzittern bei der Übertragung von Digitalsignalen bzw. eine leichte Genauigkeitsschwankung im Übertragungstakt. In der Netzwerktechnik wird mit Jitter außerdem die Varianz der Laufzeit von Datenpaketen bezeichnet.

Für Genauigkeitsschwankung im Übertragungstakt über paketvermittelte Netze sind sowohl Voice over IP (VoIP) und Video als auch andere Echtzeitanwendungen anfällig. Die Genauigkeitsschwankung im Übertragungstakt ist insbesondere bei Multimedia-Anwendungen störend, da dadurch Pakete zu spät eintreffen können, um noch zeitgerecht mit ausgegeben werden zu können. Dies wirkt sich wie eine erhöhte Paketverlustrate aus. Treffen die Pakete einer Audioverbindung regelmäßig beim Empfänger ein, können diese direkt in Audiosignale umgesetzt werden. Da die Verzögerungen bei der Übertragung nicht konstant sind, entstehen Lücken im abgespielten Signal. Die Differenz zwischen den Verzögerungen einzelner Pakete wird als Jitter (Verzögerungsschwankung) bezeichnet.

Ein Jitter-Puffer hat die Aufgabe die im dekodierten Sprach-/Videostrom auftretenden Auswirkungen des Jitters zu beseitigen. Dabei wird jedes empfangene Paket kurzzeitig zwischengepuffert, bevor es an den Empfänger (Applikation) weitergeleitet wird. Im Jitter-Puffer werden die zu spät empfangenen Pakete direkt verworfen. Durch die Kontrollfunktion treten im Jitter-Puffer zusätzliche Verzögerung auf. Jitter-Puffer haben entweder eine feste Größe oder die Größe des Puffers wird dynamisch festgelegt. Letztere Varianten werden auch als adaptive Jitter-Puffer bezeichnet. Diese haben die Fähigkeit ihre Größe dynamisch zu optimieren, um sich optimal an die jeweiligen Verzögerungen/Datenverluste anzupassen.

Erfolgt beispielsweise eine schrittweise Veränderung der Verzögerung um 20 Millisekunden, hat dies kurzfristig einige Paketverluste zur Folge. Über diesen Zeitraum justiert sich der Jitter-Puffer jedoch neu und vermeidet somit weitere Datenverluste. Der Jitter-Puffer kann somit wie ein Zeitfenster angesehen werden. Auf der einen Seite des Fensters (der frühen Seite) werden die aktuellen Daten erfasst und auf die andere Seite des Fensters (der späten Seite) repräsentiert die



---

maximal zulässige Verzögerung (nach der ein Paket zu verwerfen ist).

Adaptive Jitter-Puffer reagieren der Regel entweder auf Ereignisse oder die Erhöhung des gemessenen Jitters. Wird ein zu spät empfangenes Paket festgestellt (und dies daher verworfen) wird automatisch der Jitter-Puffer vergrößert. Wird kein zu spät empfangenes Paket festgestellt, wird der Jitter-Puffer reduziert.

Treten in einem LAN häufiger Staus auf oder ändern sich die Routen häufig, dann liegen die Jitter-Ereignisse weit auseinander. Die durch adaptive Jitter-Puffer hervorgerufene Vergrößerung des Jitter-Puffers kann sich kontraproduktiv auf die Kommunikation auswirken. Die Verzögerungen werden durch das erste Ereignis adaptiv vergrößert. Aber es dauert zu lange bis das nächste Ereignis eintritt und der Jitter-Puffer automatisch wieder verringert wurde. Ein adaptiver Jitter-Puffer reagiert hervorragend, wenn Jitter in größeren Mengen (beispielsweise bei Staus auf WAN-Links) auftritt.

Da heute adaptive Jitter-Puffer hauptsächlich genutzt werden und deren Betrieb recht empfindlich auf die Jitter-Verteilung reagiert, ist es wichtig, dass die Jitter Messungen die zeitliche Verteilung einkalkulieren. Durch eine zusätzliche Emulation des Jitter-Puffers kann eine pragmatische Lösung erreicht werden, die dafür sorgt, dass sich daraus die Jitter-basierten Datenverluste abschätzen lassen.

Siehe hierzu auch das Whitepaper „Zur Analyse: Was bedeutet Jitter?“ der Nextragen GmbH. [www.nextragen.de](http://www.nextragen.de)

Ein Jitter im Netzwerk ist nicht zu verhindern. Aus diesem Grund ist es notwendig den Jitter im Blick zu behalten. Bei VoIP-Anwendungen können Jitter-Fehler zu unangenehmen Störungen der Sprachkommunikation führen. Die Mess-Software der Firma Nextragen prüft die spezifischen Echtzeiteigenschaften von VoIP-Diensten. Als festen Bestandteil der VoIP-Tauglichkeitsprüfung lässt sich das Netzwerk mit Hilfe der Software TraceSim VoIP unter realen VoIP-Verbindungen überprüfen. Anhand der durchgeführten Sprachqualitätsmessungen lassen sich die Folgen des Jitters in der jeweiligen Netzumgebung detailliert (Minimaler, maximaler und durchschnittlicher Jitter) darstellen.

## Paketverluste

Die Paketverlustrate ist ein Maß für die Übertragungsqualität einer Datenverbindung. Die Paketverlustrate definiert, wie viele Pakete eines Datenstroms zwischen einem Sender und einem oder mehreren Empfängern während der Übertragung verloren gegangen sind. Die Paketverlustrate berechnet sich aus dem Verhältnis der Anzahl verloren gegangener zur Anzahl gesendeter Datenpakete. Um eine gute Verbindung zu haben, sollte dieser Fehlerwert so klein wie möglich sein. Optimal ausgelegte und gut administrierte IP-Backbones weisen heute in der Regel eine Paketverlustrate von < 0,5 Prozent auf. Für die Übermittlung von VoIP-Datenströmen gilt eine Paketverlustrate bis zu 5 Prozent als noch akzeptable Qualität. Man muss folgende zwei unterschiedliche Arten der Paketverluste unterscheiden:

- Der Paketverlust einzelner Datenpakete über einen bestimmten Zeitraum



- 
- Der Paketverlust mehrerer aufeinander folgender Datenpakete über einen bestimmten Zeitraum

Der Verlust von mehrerer aufeinander folgender Datenpakete (Daten-Burst) ist vom Empfänger nicht mehr kompensierbar und wirkt sich als Übertragungsstörung aus. Vereinzelt Paketverluste werden vom Gehör/Gehirn interpoliert und fallen dem Zuhörer nicht auf.

Paketverluste wirken sich umso stärker aus, je länger der so genannte Payload (Sprach/Videoanteil im Paket) ist. Codecs weisen eine gewisse Toleranz gegenüber Paketverlusten auf. In Abhängigkeit vom genutzten Codec der Anwendung bemerkt der Nutzer die unterschiedlich stark aufgetretenen Paketverluste nicht.

Bei einer Paketverlustmessung werden alle nicht empfangenen Pakete gezählt und als Summe in einer Tabelle ausgegeben. Somit erhält man die tatsächliche Anzahl der verloren gegangenen Pakete und die daraus resultierende Prozentzahl. Das Messsystem ordnet die verloren gegangenen Pakete den einzelnen Verbindungen zu, so dass bei einer verteilten Messung bestimmt werden kann, in welche Richtung die Pakete verloren gegangen sind.

## Minimale Investitionen

Um die von der Nextragen GmbH entwickelte Messlösung TraceSim VoIP starten und betreiben zu können, muss der TraceSim Server mit dem mitgelieferte USB-Dongle (über einen freien USB-Port in den betreffenden Rechner integriert) frei geschaltet werden.

Durch die Sicherung der Lizenzen über einen USB-Dongle bietet die Nextragen-Lösung enorme Vorteile:

- Die Analyse-Software kann auf jedem beliebigen System installiert werden. Auf dem Gerät, welches über den USB-Dongle verfügt, kann die Software gestartet werden.
- Beispielsweise wird die Analyse-Software auf den Laptops von fünf Technikern installiert. Bei Bedarf bekommt der jeweilige Techniker den Dongle für seine Messung ausgehändigt. Da die Software bereits installiert ist, wird keine Zeit für Vorbereitung/Installation benötigt und die Messung kann direkt starten.

## Quality of Service (QoS)

Zur Sicherung der Übertragungsqualität bedarf es an genügend Bandbreite und den entsprechenden QoS-Merkmalen. Dehnbar ist diese Definition lediglich in ihrer Ausprägung, da die Übermittlung im LAN, WLAN und WAN ein unterschiedliches Handling erfordern.



User-Priority-Wert	Verkehrsklasse	Bemerkung
0	Best Effort	Normaler Datenverkehr
1	Background	Großvolumige Datensendungen die zeitunkritisch sind und keine besondere Priorität erhalten
2	Spare	
3	Excellent Effort	Wichtige Daten
4	Controlled Load	Zeitkritische Daten mit hoher Priorität
5	Video	Bildübertragung (Verzögerung < 100 ms)
6	Voice	Sprachübertragung (Verzögerung < 10 ms)
7	Network Control	Netzwerk-Management-Daten. Daten um den Netzbetrieb aufrechtzuerhalten. Daten die der Ermittlung der kürzesten Route dienen wie beispielsweise bei OSPF.

Tab. 1.2: Unterscheidung der Verkehrsklassen in die Verkehrsarten

## VLAN-Tagging

Die Integration von virtuellen LANs (VLANs) ist die einfachste Methode zur Verkehrssteuerung. Der Standard 802.1Q definiert die Architektur und die Dienste in Virtual-Bridge-LANs sowie die Protokolle, Algorithmen und Verfügbarkeit dieser Dienste. Dabei muss jedoch beachtet werden, dass es sich bei diesem Ansatz mehr um ein Sicherheitskonzept handelt als um eine Verbesserung der Dienstqualität. Aus diesem Grund wird dieses Konzept in der Regel mit anderen Bandbreitenmanagementmechanismen (beispielsweise den Differentiated Services) kombiniert. Durch VLANs werden die Sprachkomponenten exklusiv einem VLAN zugeordnet. Durch die VLAN-Technik wird ein Ethernet-Netzwerk in mehrere virtuelle Netzwerke aufgeteilt. Über ein bestimmtes VLAN können z. B. dann nur die Telefondatenströme von Ende-zu-Ende übermittelt werden. Die VLANs enden in der Regel an den WAN-Grenzen des lokalen Netzwerks. Hier müssen mit Hilfe von SLAs die individuellen Parameter gesichert werden.

Die VLAN stellen ein paralleles Netzwerk zur Verfügung. In diesem Netzwerk konkurrieren die aktiven Geräte um die verfügbare Bandbreite. Aus diesem Grund müssen auch in einem VLAN basierten Netzwerk die verfügbaren Bandbreiten genau kontrolliert und überwacht werden.

Die Unterscheidung der Pakete und der entsprechenden Zuordnung zu den Queues kann durch die Identifizierung der Prioritäten eines Paketes oder Frame erreicht werden. Der IEEE802.1p Standard empfiehlt die User-Priority und deren Umwandlung (Mappen) zu den Verkehrsklassen (Traffic-Classes) und damit zu den vorhandenen Queues.

Die angegebene User-Priority wird durch die Anwendung oder durch die Berechtigung des Nutzers definiert. Innerhalb eines Netzwerks werden die transportierten Informationen (Verkehrsarten oder Traffic-Types) unterschieden in:

Die Unterscheidung von sieben Verkehrsarten im Gegensatz zu acht definierten Verkehrsklassen



---

verringert die Anzahl der benötigten Queues auf sieben. Die Anzahl der Queues kann geringer sein, als die Anzahl der vorhandenen Verkehrsklassen.

Verfügt der Mess-PC auf dem die TraceSim VoIP Software installiert ist, über eine dementsprechend VLAN-geeignete Netzwerkkarte, kann der betreffende Rechner die Datenpakete mit dem notwendigen VLAN-Tag versehen. Über den Treiber der Netzwerkkarte wird das VLAN des zu versendenden Pakets eingestellt und übermittelt.

## Differentiated Services

Beim IP-Protokoll (Schicht 3) erfolgt die Datenübermittlung ungesichert und verbindungslos. Alle Pakete werden von IP unabhängig von anderen übertragen. Zur Realisierung einer skalierbaren QoS-Lösung mit unterschiedlichen Dienstklassen wurden von der IETF die Differentiated Services (DiffServ, RFC 2474 und 2475) entwickelt. Die Eigenschaften von Diffserv sind:

- Zuweisung von Ressourcen ist gebunden an die durch Diffserv definierten Serviceklassen.
- Jedes Paket enthält innerhalb des IP-Headers Informationen über die benötigte Verkehrsklasse.
- Die Markierung der eingehenden Pakete erfolgt an der Netzgrenze durch die Edge Router.
- Die Markierung eines Paketes entscheidet über die Weiterbehandlung und das Weiterleiten von Paketen innerhalb der Router. Daraus folgt, dass jeder Router innerhalb der Domäne in der Lage sein muss, die Werte innerhalb des DSCP Feldes zu interpretieren.

DiffServ verwendet dazu das DiffServ (DS) Feld. Dieses besteht aus einem sechs Bit langem Differentiated Service Codepoint (DSCP) Feld für 64 mögliche QoS-Klassen.

DiffServ benötigt keine Signalisierung und Zustandsspeicherung in den Netzelementen, da jedes einzelne Paket individuell nach seiner Dienstklasse von den Netzelementen behandelt wird. Stattdessen definiert DiffServ eine kleine Anzahl von Regeln für Qualitätsklassen (Per Hop Behaviours PHBs), die von den Routern durch geeignete Maßnahmen unterstützt werden müssen.

DiffServ definiert die folgenden Qualitätsklassen:

- **Expedit Forwarding (EF, RFC 3246):** Diese Qualitätsklassen mit strikter Priorität über alle anderen Klassen bietet geringsten Paketverlust, sehr geringe Verzögerung und kleinen Jitter. Jeder Router reserviert einen bestimmten Prozentsatz seiner Kapazität für diesen Verkehr. Für die Anforderungen von VoIP-Verkehr in Richtung geringer Verzögerung eignet sich diese Qualitätsklassen ganz besonders.
- **Assured Forwarding (AF, RFC 2597):** Innerhalb dieses Dienstes werden vier unterschiedliche Qualitätsklassen und drei Levels für den Paketverwurf pro Qualitätsklassen definiert. AF belegt daher 12 DSCP Werte und dient für Verkehr, der sensitiv auf Paketverluste reagiert.
- **Best Effort (BE):** Keine Dienstgarantie, verbleibende Bandbreite



# QoS/ToS (IP Layer-3 Priorisierung)

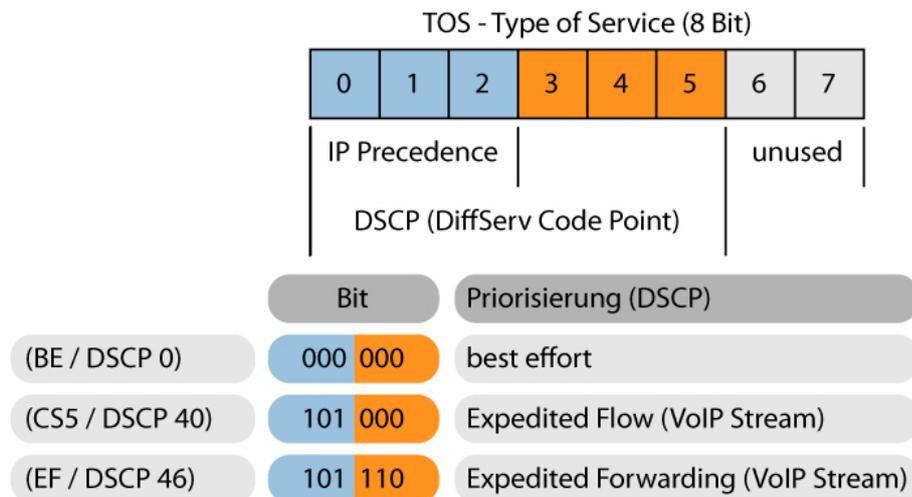


Abb. 1.1: DiffServ Feld

Die folgende Abbildung zeigt die DiffServ Architektur:

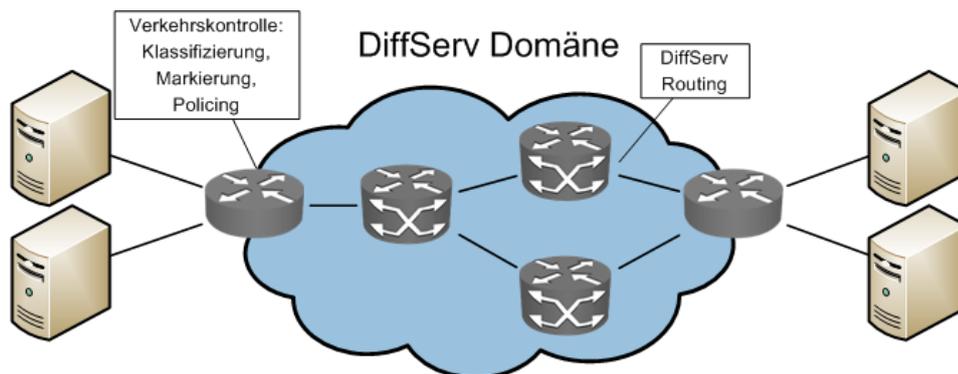


Abb. 1.2: DiffServ Architektur

Wie in der Abbildung ersichtlich setzt der Sender über die Service-Primitives der Applikation das DS-Feld im IP-Header. Im Edge Router erfolgt die Klassifizierung, indem bei jedem Paket das DS-Feld ausgewertet bzw. durch ein vom Administrator vorgegebenes DSCP-Feld ersetzt wird. Dieser „Stempel“ definiert die weitere Behandlung des IP-Pakets innerhalb der betreffenden DiffServ-Domäne. Die Werte des DSCP-Felds weisen auf die dazugehörigen PHBs. Die Core Router sind nur für das Routing der DiffServ-Pakete anhand der sechs DSCP Bits zuständig, d.h. sie schließen anhand des DSCP-Stempels, auf die Behandlung des Pakets. Bei DiffServ beschränkt sich daher die Intelligenz auf den Edge, während Core Router lediglich das DiffServ-Feld auswerten müssen.

Die von Nextragen entwickelten Messwerkzeuge TraceSim VoIP und TraceSim VoIP - Client unterstützen die Differentiated Services. Den VoIP-Paketen wird dabei für die richtige QoS-Behandlung im Netzwerk die entsprechende Klasse (Class Selector) und innerhalb dieser Klasse einer Behandlungsstufe (Drop Precedence) zugeordnet.

Entsprechen die im Netzwerk installierten Komponenten nicht den geforderten QoS-Merkmalen bzw. sind die Koppelkomponenten falsch konfiguriert resultiert dies in der Regel in einer verminderten Sprachqualität. Die Pakete werden in den Koppelkomponenten nicht richtig priorisiert und über eine geringer priorisierten Queue weitergeleitet. Die Folge von solchen Fehlkonfigurationen sind Jitter und Paketverluste.

## VoIP-Messungen über NAT-Komponenten

Durch die begrenzte Verfügbarkeit von öffentlichen IP-Adressen werden heute die privaten IP-Adressen mit den öffentlichen IP-Adressen durch die NAT (Network Address Translation)-Techniken verbunden. Dabei werden die IP-Adressen eines privaten Netzes über dynamisch erzeugte Adresstabellen den öffentlich registrierten IP-Adressen zugeordnet. Damit verändert das NAT die Pakete zwischen dem internen privaten Netz und dem äußeren öffentlichen IP-Netz.

Die VoIP-Kommunikation scheitert jedoch immer wieder am NAT. Bei den VoIP-Protokollen werden beim Verbindungsaufbau die Endpunktadressen (also die IP-Adressen der Endgeräte) signalisiert. Durch die von NAT hervorgerufenen Adressänderungen stimmen die signalisierten IP-Adressen nicht mehr und die Kommunikation zwischen den Endgeräten kommt nicht zustande.

Das Session Traversal Utilities für NAT (STUN) ist ein Mechanismus zur transparenten Weiterleitung von VoIP-Strömen über NAT-Systeme hinweg. STUN sorgt somit für die korrekte Bestimmung der öffentlichen IP-Adresse.

Eine frühere Version von STUN wurde im RFC 3489 beschrieben. Die in der Praxis gemachten Erfahrungen erforderten eine völlige Überarbeitung des STUN-Konzepts (RFC 5389).

Die Aufgabe eines STUN-Servers besteht in der Bereitstellung der korrekten Transportadressen anhand der STUN Binding-Funktion.

STUN bietet für VoIP-Endpunkte einen Mechanismus zur korrekten Bestimmung der IP-Adresse und des aktuell genutzten Ports am anderen Ende eines NAT-Gateways/Routers (Übergang zwischen privatem und öffentlichen IP-Adressebereich).

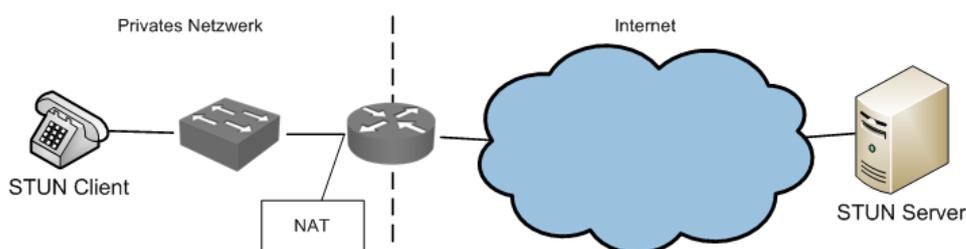


Abb. 1.3: STUN Konfiguration

In der voran gegangenen Abbildung gibt es zwei STUN-Agenten. Das Telefon arbeitet als Client und befindet sich im privaten Netzwerk 1. Dieses Netz ist mit dem privaten Netzwerk 2 über NAT 1 verbunden. Das private Netzwerk 2 verfügt über eine Verbindung zum öffentlichen Internet über NAT-2. Der STUN-Server befindet sich im öffentlichen Internet.

STUN ist ein Client-Server-Protokoll. Es unterstützt zwei Arten von Transaktionen:

- Mit Hilfe der Request/Response-Transaktion werden zwischen Client und Server Anfragen



und Antworten übermittelt.

- Die Informationstransaktion wird von beiden Agent (Client oder Server) generiert und wird vom Empfänger nicht beantwortet.

Mit einer Request/Response-Transaktion wird ein Binding-Request von einem Client an einen STUN-Server übermittelt. Empfängt ein STUN-Server einen Binding-Request, kann dieser bereits auf dem Weg zwischen STUN-Client und dem STUN-Server über ein oder mehrere NAT-Gateways übermittelt worden sein. Daher muss beim Transport durch ein NAT-Gateway der Binding-Request die darin enthaltenen Absenderadressen (die Source-IP-Adresse und den Source-Port) anpassen. Dies hat zur Folge, dass die Source-Adresse im Binding-Request beim Empfang auf dem STUN-Server die öffentliche IP-Adresse und die zugehörige Port-Adresse enthält. Diese Adresse wird auch „reflexive Transportadresse“ bezeichnet.

Der STUN-Server kopiert die reflexive Transportadresse in das XOR-mapped-Adress-Attribut der Binding-Response und sendet diese als Binding-Response an den STUN-Client zurück. Der Binding-Response durchläuft auf dem Weg zwischen STUN-Server und Client ebenfalls die auf dem Weg liegenden NAT-Gateways. Dabei wird jedoch nur die Adresse im IP-Header umgeschrieben. Die im XOR-mapped- Adress-Attribut enthaltenen öffentlichen IP-Adressen bleiben unverändert und der STUN-Client erfährt dadurch seine öffentlichen Adressen.

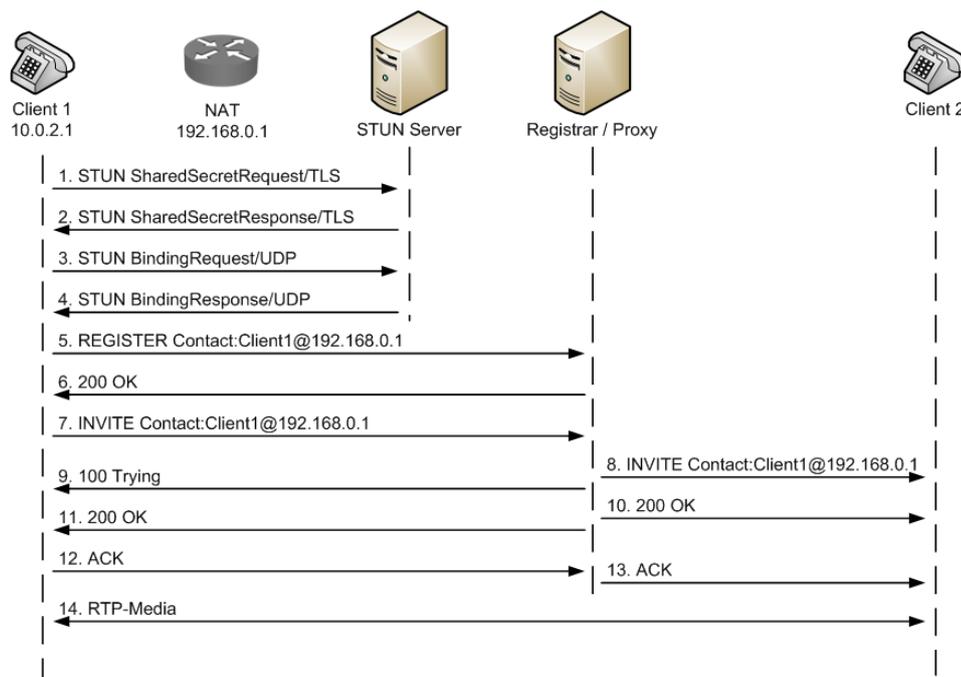


Abb. 1.4: Funktionsablauf STUN

In die von der Nextragen GmbH entwickelten Messwerkzeuge TraceSim VoIP und TraceSim VoIP - Client wurde die notwendige STUN-Funktionalität integriert. Wird im Netzwerk oder vom VoIP-Provider (beispielsweise SipGate, T-Online) ein STUN-Server bereitgestellt, so muss dessen IP-Adresse bei der Konfiguration in TraceSim VoIP bzw. TraceSim VoIP - Client eingetragen werden. Für die Messung in das öffentliche VoIP-Netz wird anschließend beim Verbindungsaufbau auf Basis der STUN-Messages die korrekte öffentliche IP-Adresse zum TraceSim VoIP - Client übermittelt.



---

## Verbindungsdetails

In der Verbindungsliste werden alle Verbindungen mit ihren wichtigsten Informationen vermerkt. Folgende Informationen werden für jede Verbindung bereitgestellt:

- von welcher IP- oder logischen Adresse der Anruf ausging
- welche IP- oder logische Adresse angerufen wurde
- Richtung des durchgeführten Verbindungstests
- Zeitpunkt des Verbindungsbeginns und Verbindungsendes
- die Dauer der Verbindung
- aktueller Status der Verbindung
- nähere Informationen, falls Probleme während der Verbindung auftraten
- PESQ-Wert nach erfolgreicher Voice-Quality-Analyse

Außerdem stehen für alle aufgezeichneten Verbindungen die detaillierten RTP-Informationen (in abgehender und ankommender Richtung) zur Verfügung. Hier werden folgende Daten bereitgestellt:

- Anzahl der übertragenen Pakete
- Anzahl der übertragenen Bytes
- Verwendeter Codec
- Session-Identifizier
- UDP-Ziel-Port
- Minimale, maximale und durchschnittliche Zwischenankunftszeit der RTP-Pakete
- R-Faktor und MOS



---

Für die ankommende RTP-Verbindung stehen zusätzlich noch Informationen über den minimalen, maximalen und durchschnittlichen Jitter und die Anzahl der verlorenen Pakete zur Verfügung.

Auf Basis des RTCP (Realtime Control Protocol) sind der TraceSim VoIP als auch der TraceSim VoIP-Client in der Lage, die individuellen über RTP übermittelten Sender-Reports auszuwerten. Hieraus lassen sich folgende Informationsdetails ermitteln:

- der R-Faktor und MOSCQE der empfangenden/abgehenden RTP-Session gemäß ITU.T G.107 (E-Model)
- Codec, Packetloss und Jitter der Sessions

Die Auflistung der Verbindungsdetails gibt Hinweise darauf, warum Verbindungen einen schlechten Qualitätswert aufweisen. Schlechte PESQ-Werte haben in der Praxis viele Ursachen. Der Blick auf die Verbindungsdetails läßt Aussagen zu, ob die Ursache eines Problems im IP-Netz liegt oder ob an anderer Stelle der Fehler gesucht werden muss. Eine schlechte Übertragungsqualität in Form von Paketverlusten und hohem Jitter sind Hinweise auf Probleme im Netzwerk bzw. auf die im Netz eingesetzten Kopplkomponenten (Router, Switches, Firewalls, NAT, Gateways).

Sind keine Auffälligkeiten in den Netzwerkparametern (Jitter, Packetloss) und werden trotzdem schlechte PESQ-Werte ermittelt, dann ist die Fehlerquellen beispielsweise in falsch eingestellten Mediagateways, Fehler in entfernten Netzsegmenten, Fehler in den TK-Anlagen usw. zu suchen.

## Sprachanalyse

Auf Basis der Sprachanalyse hat der Servicetechniker die Möglichkeit, die Voice-Quality-Verbindungen näher zu untersuchen. Dabei liefern die Details der PESQ-Messung zusätzliche Informationen zu der eigentlichen Sprachprobe. Der Signal/Rauschabstand beschreibt, welche Komponenten im Datenpfad ein erhöhtes Signalrauschen verursachen. Ein weiterer Hinweis zur Ursache der Signalverschlechterungen ist die Dämpfung. Dieser Wert beschreibt, um welchen Wert (in dB) das Signal gedämpft wurde. In vielen Fällen sind defekte Gateways die Ursache für die Signaldämpfung.

## Automatisierte Messungen

Mit Hilfe des JobPlaners lassen sich die durch den Messtechniker vorbereiteten bzw. abgespeicherten Messkonfigurationen zu beliebigen Zeitpunkten automatisch ausführen. Dabei greift der JobPlaner auf die Tasks des Taskplaners des Betriebssystems Windows zurück.

Die Messungen mit Tracesim VoIP lassen sich ein- oder mehrmalig ausführen.

Bei einer einmaligen Messung ist nur das gewünschte Datum und die gewünschte Uhrzeit anzugeben. Der JobPlaner übernimmt die jeweiligen Angaben und startet den Messvorgang automatisch.

Für wiederkehrenden Messungen läßt sich Tracesim VoIP wie folgt konfigurieren:



- 
- Ausführung mehrerer Messungen an einem Tag, aber zu unterschiedlichen Zeiten
  - Ausführung mehrerer Messungen an unterschiedlichen Tagen, aber zur gleichen Zeit
  - Ausführung mehrerer Messungen an unterschiedlichen Tagen und zu unterschiedlichen Zeiten

Die Automatisierung der Messung ermöglicht Tests in unterschiedlichen Messszenarien, welche zu unterschiedlichen Zeitpunkten abgearbeitet werden. Lastmessungen lassen sich somit zu Zeiten durchführen, an denen normalerweise nicht telefoniert wird. Die VoIP-Readiness-Checks lassen sich somit gezielt planen und die Messungen können automatisiert eine Woche (auch andere Zeitintervalle sind möglich) lang laufen. Die nach Ablauf des Messzeitraums gesammelten Messergebnisse stellt die ermittelten VoIP-Qualitäten entsprechend den zu Beginn der Messreihe festgelegten Eckpunkten dar.

## Individuelle Aufbereitung der Messergebnisse

Mit Hilfe des Reportingtools lassen sich aus den Messergebnissen von TraceSim VoIP aufbereitete Berichte erzeugen. Die gesammelten Daten lassen sich somit nachträglich begutachtet und auswerten. Durch eine individuelle Filterung der Messdaten werden die Mess-Reports so angepasst, dass diese nur die wesentlichen Aspekte der Messung hervorheben. Über Graphen können die Messdaten visualisiert werden, so dass dem Leser des Reports die wesentlichen Details der Messung deutlich herausgestellt werden.

Die Einbindung der entsprechenden Firmenlogos wertet den Messreport und sein Erscheinungsbild für den Kunden auf.

## Fazit

Auf der Basis einer „VoIP-Ready-Messung“ braucht nicht mehr pauschal in VoIP investiert werden, sondern gezielt nur da, wo das Netzwerk ein „Upgrade“ notwendig hat. Als Folge des VoIP-Predeployments verläuft die Installation und der Betrieb von VoIP- und UC-Anwendungen im Unternehmen wesentlich reibungsloser. Die Anwender dürfen eine von Anfang an gut funktionierende VoIP-Applikation in hoher Qualität erwarten. Die Firma Nextragen GmbH bietet mit Ihren Lösungen die optimale Messtechnik für den Betrieb von VoIP in Netzwerken. Darüber hinaus stellt Nextragen Ihr VoIP-Know-How auch in Form von Dienstleistungen zur Verfügung. Hierfür steht ein Spezialisten-Team für die Durchführung von VoIP-Readiness-Checks (VoIP-Predeployment), die Messunterstützung und zur Hilfestellung bei der Planung von netzübergreifenden VoIP-Systemen dem Kunden zur Verfügung.

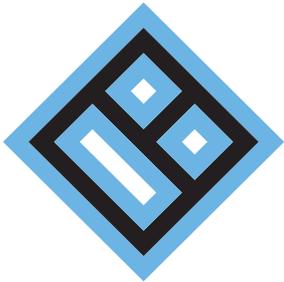


---

## Messtechnik von Nextragen

Die Nextragen GmbH ist ein führender Anbieter von Lösungen für Protokolle und Zugangsnetze zur Realisierung von Triple-Play-Installationen, -Überwachungen und -Troubleshooting in konvergenten IP- Anwendungen. Die erfolgreichen Tools des Trafficlyser-Messsystems erleichtern die sichere und komfortable Inbetriebnahme und Fehlersuche an Triple Play-Anschlüssen. Die Werkzeuge sind auf die Bedürfnisse der Anwender im Praxiseinsatz ausgerichtet und zeichnen sich durch ihre ausgesprochen unkomplizierte Bedienung aus.

Das Portfolio des Trafficlyser-Messsystems wird kontinuierlich weiterentwickelt und deckt stets die aktuellen ITK-Standards ab. Spezialisiert hat sich Nextragen auf die Sicherstellung der Dienstqualität (QoS, QoE) für Next Generation Networks (NGN) und den zugehörigen TriplePlay-Diensten. Die Nextragen GmbH bietet neben den Trafficlyser-Produkten auch Dienstleistungen in Form von Schulungen, Workshops, VoIP Readiness Checks (VoIP-Vormessung) und technischer Unterstützung bei Problemen mit Realtime-Anwendungen wie VoIP, IPTV usw. in Ihren Netzwerken. Zahlreiche Telekommunikationsunternehmen europaweit wissen diese Vorteile zuschätzen. Weitere Informationen erhalten Sie auf der Firmenwebsite unter: [www.nextragen.de](http://www.nextragen.de).



Nextragen GmbH  
Lise-Meitner-Str.2  
24941 Flensburg  
Telefon: +49 461 9041-4440  
Fax: +49 461 9041-4449  
**[www.nextragen.de](http://www.nextragen.de)**  
**[info@nextragen.de](mailto:info@nextragen.de)**

Änderungen und Irrtümer vorbehalten