

Welche Faktoren beeinflussen die Qualität von Telefongesprächen?

"Was versteht man unter: „Qualität der Telefonie"?

Qualität von Telefongesprächen lässt sich nicht einfach definieren. Aufgrund eigener Erfahrungen hat jeder Anwender Anforderungen wie ein Telefonat aus technischer Hinsicht abzulaufen hat.

Betrachten wir die Qualität etwas genauer, so teilen wir ein Telefonat in drei Phasen auf:

1. wie wird das Telefonat eingeleitet?
2. wie wird es durchgeführt?
3. wie wird es wieder beendet?

Für jede dieser drei Phasen gibt es wiederum dedizierte Qualitätsfaktoren.

Faktoren beim Gesprächsaufbau

Vor dem Kontaktaufbau per Telefon stellt sich zuerst die Frage nach der Ruf-/Verbindungsnummer.

Folgende Möglichkeiten stehen nun zur Auswahl:

Die Rufnummer:

- hat man im Gedächtnis
- steht in einen persönlichen Telefonbuch
- steht im öffentlichen Telefonbuch
- steht in einen Firmenadressbuch
- wird von der Auskunft übermittelt
- ist im Telefon auf einer Taste bzw. Telefonbuch abgespeichert
- steht in einen Rufjournal

Bei der anschließenden Wahl gibt es die verschiedenen Möglichkeiten, dass die Nummer per Hand (Ziffer für Ziffer), per Knopfdruck auf den Nummernspeicher oder, gleich nach der Suche im elektronischen Telefonbuch, per Mausclick zu wählen.

Diese Faktoren bezeichnen wir als sogenannte Soft-Facts (nicht rein messtechnisch erfassbare Fakten), die Einfluss auf die Bewertung der Qualität des Aufbaus von Telefongesprächen haben.

Verfügbarkeit

Anders sieht es aus, wenn der Aufbau von Telefongesprächen fehlschlägt, sei es durch Ausfall des zentralen Kommunikationsservers, einzelner Endgeräte oder des Übertragungsweges. Diese lässt sich über den Kennwert „Verfügbarkeit“ darstellen.

Desweiteren ist die Dauer des Verbindungsaufbaus relevant. Dauerte früher - bedingt durch die Technik der Hebdrehwähler in den Vermittlungsstellen - das Durchschalten der Verbindungen einige Sekunden, so geschieht dies mit der digitalen Technik ISDN quasi in Echtzeit. Bei der Verwendung von VoIP oder GSM hat sich die Dauer für den Rufaufbau dagegen wieder verlängert.

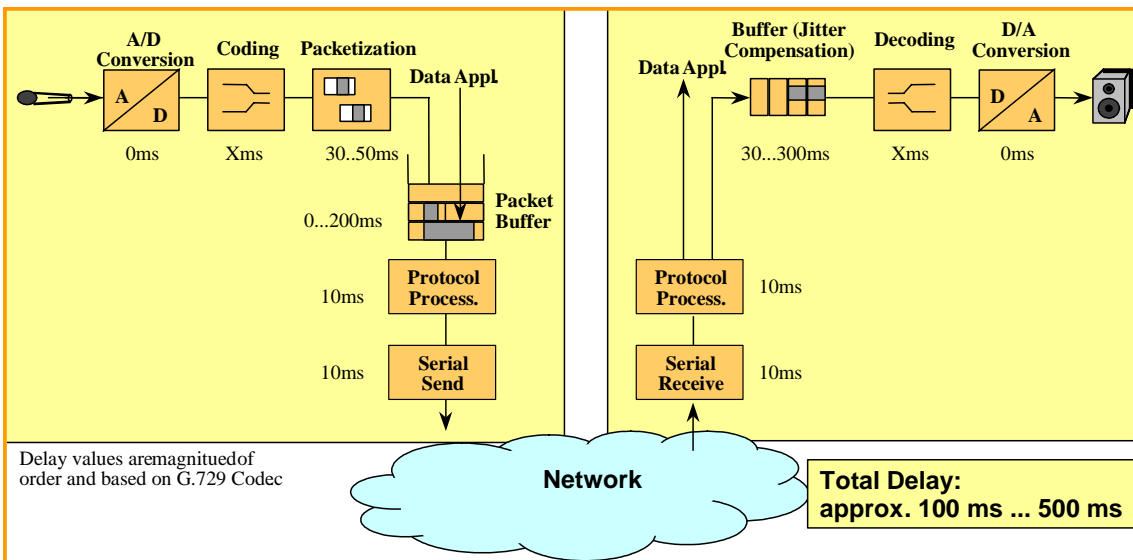
Faktoren während des Gesprächs

Nach dem Gesprächsaufbau müssen zur Bewertung der Sprachqualität mehrere Parameter berücksichtigt werden.

Einige Hersteller und Dienstleister geben die Sprachqualität zwar mittels eines MOS-Wertes (Mean Opinion Score) an, doch dieser kann nur als Anhaltspunkt dienen.

Der Grund ist, dass der MOS-Wert durch rein subjektives Bewerten von Telefongesprächen ermittelt wird. So wird bei Messsystemen ein gespeichertes Sprachmuster (sample) mit den gemessenen Werten verglichen und bewertet.

Für die Ursachenforschung über das Zustandekommen der Sprachqualität kann dieses Verfahren nicht dienen, da dieser Wert nicht auf die einzelnen Parameter der Sprachqualität, wie Delay, Packet Loss / Packet Order, Sample Rate (Abtastrate) und Jitter eingeht.



Delay

Unter Delay versteht man die Laufzeit der Sprache zwischen den Teilnehmern A und B.

Delay-Einflussfaktoren:

- Schallumwandlung von Akustik in ein elektrisches, analoges Signal in einem Mikrofon
- Umwandlung von Analog- auf Digitaldarstellung
- Komprimierung und Kodierung des Signals (Codec G.711 (unkomprimiert), G.729, usw.)
- Verpacken der Sprachpakete auf der Senderseite in Datenpakete für die Übertragung (z.B. Ethernetpakete)
- Übertragung der Datenpakete
- Entpacken der Datenpakete auf der Empfängerseite und deren Umwandlung in ein Sprachsignal
- Dekomprimierung des Signals
- Umwandlung von Digital- auf Analog-Darstellung
- Schallumwandlung des Analog-Signals als Schallsignal in einem Lautsprecher

Während in der traditionellen Telephonie das Delay weit unter 15 ms liegt (außer Satelliten – Verbindungen) sind im VoIP-Umfeld 100 ms keine Seltenheit.

Je höher das Delay ist, desto empfindlicher ist das Gespräch gegenüber dem Echo-Effekt. Echos irritieren die kommunizierenden Personen und werden subjektiv als störend empfunden. Um bei hohem Delay das Echo zu unterdrücken, sind sehr gute (Echo-)Kompensatoren notwendig.

Studien über die Verzögerung zeigen folgendes Bild:

- Kleine Delays unter 15 ms sind für die Sprachqualität optimal. Aufgrund der Eigenschaft des menschlichen Gehörs ist der Einsatz von Echokompensatoren für elektronische und akustische Systeme nicht notwendig, da ein Echo für die Benutzer bei diesem Wert nicht wahrnehmbar ist.
- Ein Delay bis 150 ms benötigt eine Echokompensation, mit dessen Hilfe das Kommunikationsverhalten zwischen den Benutzern noch nicht beeinflusst wird.
- Liegt die Laufzeit zwischen 150 und 400 ms, stoßen die Echokompensatoren an ihre Grenzen, d.h. ein geringes Echo kann je nach System wahrgenommen werden. Der Redner hört sich selbst zeitversetzt sprechen, was die Konzentration und Kommunikation außerordentlich stören kann. So ist häufig zu beobachten, dass sich die Gesprächsteilnehmer zunehmend unabsichtlich ins Wort fallen.
- Bei einer Laufzeit von über 400 ms ist die Kommunikation äußerst schwierig und nur unter der Nutzung von Absprachen untereinander möglich.

Packet Loss

Unter Paket Loss (Paketverlust) versteht man den Verlust von IP-Paketen. Damit entstehen Datenlücken, die Sprachinformationen verfälschen. Zu Datenverlust kommt es, wenn Pakete auf dem Übertragungsweg verworfen werden oder zu spät ankommen. Ein häufiger Fehler bei Qualitätsbewertungen ist die Angabe des Paketverlustes für das gesamte Telefonat. Dieses Vorgehen ist für eine verwertbare Qualitätsaussage unzureichend.

Beispiel:

Während eines 15 minütigen Telefonates tritt ein Paketverlust von 1% auf.

Was bedeutet dieser Messwert für die subjektive Sprachqualität?

Sind die Verluste über das gesamte Telefonat gleichmäßig verstreut, so wird dies vom Telefonierenden in der Regel kaum wahrgenommen. Gehen allerdings zusammenhängende Pakete in einen kurzen Zeitraum verloren, ist mit Einbußen bzw. Aussetzern der Sprache zu rechnen.

Demnach ist entscheidend, wieviel Pakete in Folge verloren gehen ("Consecutive Packet Loss") und wie lange die Verbindung - zwischen Paket-Verlusten - in Ordnung ist ("Consecutive Good Packets").

Der Einfluss der Packet Losses auf die Sprachqualität ist zudem abhängig vom verwendeten Voice Codec. Voice Codecs (Algorithmen) werden eingesetzt um die zu übertragene Datenmenge durch Komprimierung zu minimieren. Zu beachten ist, dass ein komprimierender Codec (z.B. G.723 oder G.729) wesentlich sensibler auf Packet Loss reagiert, als eine unkomprimierte Übertragung (G.711).

Sample Rate (Abtastrate)

Ein weiterer Einfluss auf die Sprachqualität ist durch die sog. Sample Rate definiert. Diese bestimmt wieviel Sprach-Samples (Abtastwerte) pro Paket übertragen werden. Aufgrund unvermeidbarer additiver Verwaltungsinformationen pro Paket (Header 58 Byte) ist es äußerst uneffektiv jedes Sample in einem eigenen Paket zu übertragen. Je mehr Samples das Paket beinhaltet, desto stärker sinkt die Sample-Rate. Aus diesem Grund werden, je nach Codec und Einstellung, mehrere Samples zu einem Paket zusammengeführt und übertragen. Der Nachteil eines solch umfangreichen Paketes ist, dass sein Verlust weitaus höheren Einfluss auf die Sprachqualität als der kleinerer Pakete.

Jitter

In einem „idealen“ Netzwerk werden die Sprachpakete isochron vom Sender zum Empfänger übertragen, d.h. das Zeitintervall zwischen zwei Paketen (Interarrival Time) ist stets konstant. In einem realen Netzwerk verändern sich jedoch die Übertragungszeiten permanent, sodass die Interarrival Time variiert.

Diese Varianz nennt man Jitter.

Um Jitter zu eliminieren, setzt man üblicherweise einen Jitter-Buffer ein. Dieser verzögert die Wiedergabe um eine eingestellte Wartezeit, damit kann der in der Praxis auftretende Jitter ausgeglichen werden.

Der Preis hierfür ist allerdings ein höheres Delay sodass man den Jitter-Buffer in der Regel so kurz wie möglich justiert.

In der Praxis gilt:

Um gute Sprachqualität zu erreichen, sollte der Jitter nicht über 10 ms liegen.

Fehlerbilder

Meist werden bei der Darstellung der Qualitätsprobleme von Sprachübertragungen sog. Fehlerbilder beschrieben.

So „knackt“ es während eines Gesprächs oder es werden Silben „verschluckt“.

Aufgrund dieser Beschreibungen können schon erste Rückschlüsse auf mögliche Ursachen gemacht werden und welche davon ggf. in einer Analyse zuerst überprüft werden müssen.

Die folgende Tabelle stellt einen Überblick der Fehlerbilder und deren Ursache dar.

Fehlerbild \ Ursache	Delay	Jitter	Packet Loss	Echo Compensation	Voice Activity Detection	DTMF Detection	Loudness (Lautstärke)
Knacken		X	X				
Rauschen	X			X			X
Silbenverlust	X	X	X		X		
Echo, Hall	X			X		X	X
Verzerrungen („Mickey Mouse“ Sprache)	X			X			X

Die gezeigten Beispiele machen deutlich, dass Sprachkommunikation über Internet-Technologie nicht einfach zu beherrschen ist. Unvermeidbare Störeffekte und eine Vielzahl veränderlicher Parameter machen das Management aller beteiligten Gruppen in Verbindung mit den Technologien sehr anspruchsvoll. Es ist nicht absehbar, dass es jemals eine einfache, für jeden Fall zuverlässig anwendbare Lösung geben wird. So sind für jeden Einzelfall die komplexen Abhängigkeiten zu prüfen und zu optimieren. Dazu gehören Übertragungsqualität, Übertragungsbandbreite der Übertragungsstrecken und Einstellungen in den Endgeräten. Die Randbedingungen ändern sich permanent und unvorhersehbar. Aus diesem Grund kann selbst eine optimale Einstellung nicht grundsätzlich eine für den Anwender zufriedenstellende Qualität der Telefonie gewährleisten. Dieses Spannungsfeld zwischen der Erwartung der Kunden und der technischen Machbarkeit beim Netzbetreiber stellen das Management von Voice over IP Lösungen vor immense Herausforderungen. Durch die Methoden des IT-Performance-Managements ist es unseren Spezialisten heute jedoch möglich, diese dynamischen Zustände zu stabilisieren (messtechnisch zu erfassen, ggfs. Gegenmassnahmen vorzuschlagen) und somit eine exzellente Sprachqualität zu erreichen.

Roland Schäfer
Siemens AG Industrial IT

Falls Sie Fragen zu diesen Themen oder Bedarf an den hier geschilderten Leistungen haben, wenden Sie sich bitte an:
Andreas Schmittwolf, Com ESR VAR INP (Industrial IT)
Andreas.schmittwolf@siemens.com
Tel: +49 9131 98 3982