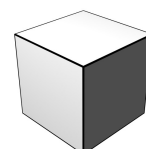




Leitfaden zur IP-Telefonie - Die Sprachqualität



Cubewerk GmbH
IT Dienstleistungen made in Bavaria

Telefonie damals und heute

Einleitung

Die heutige Telefonie und die damit verbundene Technik hat sich gravierend verändert. Die Bundesnetzagentur spricht in ihrem Jahresbericht 2014 von 36,89 Millionen Telefonanschlüssen in der Bundesrepublik Deutschland. Davon entfallen 32,36 % auf herkömmliche Analoganschlüsse, 20,94 % auf ISDN-Basis- und Primärmultiplex-Anschlüsse und der bereits größte Anteil mit 46,59 % auf VoIP-Telefonanschlüsse über DSL oder Glasfaser. Den Rest spricht man öffentlichen Telefonstellen zu.

Bei Analog- oder ISDN-Telefonanschlüssen - häufig in Kombination mit einem DSL-Internetzugang, wird die herkömmliche Zweidrahtverkabelung verwendet, die im Gebäude bei der ersten Telefondose terminiert. Die Signale für Telefonie und Datenverbindung (Internet) werden über das selbe Medium übertragen - sind jedoch unabhängig voneinander nutzbar. Bei VoIP-Telefonanschlüssen existiert lediglich noch eine Datenverbindung (Internet). Über diese wird die Telefonie realisiert.

Dies bringt die bereits bekannten Probleme mit sich. Existiert eine Internetstörung ist keine Telefonie möglich. Ähnlich zeigt es sich bei einem Stromausfall. War bei der herkömmlichen Telefonie noch eine Amtsspeisung der Endgeräte vorgesehen, ist dies bei VoIP-Anschlüssen nicht mehr möglich.

Auch die hausinterne Verkabelung erfährt eine Umstellung beim Anschluss von Telefonen auf die IP-Anschlusstechnik.

Verwendete man bei Analog- und ISDN-Telefonen noch eigene Kabel für die ausschließliche Anbindung der Telefone, benötigt man bei IP-Telefonen eine Netzwerkverkabelung auf Kupferbasis. Hier wird in der Regel das bereits bestehende Netzwerk mitverwendet.

Gründe für unzureichende Sprachqualität bei der Telefonie

Unzureichende Sprachqualität kann sich sehr unterschiedlich auswirken. Angefangen von Aussetzern, Verzögerungen, blecherner Sprache oder einem Echo oder Rauschen auf der Leitung. Nicht immer ist jedoch die Umstellung auf die IP-Telefonie der Grund für die auftretenden Probleme.

Durch die Vermischung von Daten (Internet) und Telefonie auf Anbieter- und Kundenseite und dem Umstand, dass jedes Übertragungsmedium einer natürlichen Limitierung unterliegt, konkurrieren Telefonie- und Datenverbindungen zwangsläufig. Eine Erhöhung der Bandbreite verschleppt das Problem lediglich.

Auch die in der Regel asynchronen Internetanschlüsse (mehr Download als Upload) schaffen einen zusätzlichen Flaschenhals.

Zwar existieren für die an der IP-Telefonie beteiligten Technologien Standards, deren Interpretation ist jedoch von Anbieter zu Anbieter nicht immer gleich.

Unabhängig von der Übertragungstechnologie (Analog, ISDN, VoIP) sind bei einem Telefonat immer zwei Parteien beteiligt. Der Rufende und der Angerufene. Die Gründe für eine unzureichende Sprachqualität eines speziellen Gespräches nur bei sich zu suchen, wäre falsch.

Aufgrund der rasanten Umstellung aller Analog- und ISDN-Anschlüsse auf IP-basierte Telefonie in Deutschland, ist vielen Angerufenen gar nicht bewusst, dass ihre Telefonie bereits auf VoIP basiert.

Beim klassischen Telefonhörer selbst befindet sich Mikrofon und Lautsprecher in ausreichendem Abstand zueinander. Anders bei Mobiltelefonen. Hier liegt häufig Mikrofon und Hörer dichter beieinander. Dies kann ein Grund für eine Echobildung sein, da das Gehörte über das Mikrofon erneut wiedergegeben wird.

Auch die Lautstärke des eigenen oder entfernten Apparates kann das zuvor beschriebene Verhalten unterstützen bzw. verstärken. Ist die Lautstärke des Telefons des Angerufenen sehr laut eingestellt, oder nutzt dieser gar die Freisprechfunktion, verursacht dies ebenso häufig eine Echobildung.

Eine weitere Störungsquelle kann die Kombination von interner IP-Telefonie über bestehende Analog- oder ISDN-Anschlüsse sein. Hierbei kommt es unter Umständen zu einer Wandlung der verwendeten

Sprachkodierungen zwischen internen und externen Gerätschaften.

Abschließend ist die eigentliche aktive Verkabelung und die beteiligten Netzwerkkomponenten zu betrachten. Minderwertige oder gar ungeschirmte Kabel unterliegen äußeren Störeinflüssen. Auch kann bei einer Überschreitung der maximal erlaubten Kabellänge bei Kupferverkabelungen, die Übertragung beeinträchtigt werden.

Ebenso können einzelne defekte Netzwerkports an Router oder Switches zu Paketverlust und damit zu Einschränkungen bei der Datenübertragung führen.

Es bleibt festzuhalten, dass die Gründe nur in einer detaillierten Analyse vor Ort festgestellt werden können. Diese umfasst neben einer genauen Protokollierung der Störungen auch bedarfsgerechte Messungen sowie die schrittweise Kontrolle der beteiligten Komponenten.

Verkehrspriorisierung

In diesem Leitfaden soll konkret auf die Möglichkeiten der Verkehrspriorisierung (QOS) eingegangen werden.

Könnte in einer ersten Analyse ein Hardwaredefekt aller beteiligten Komponenten ausgeschlossen werden und lässt sich die unzureichende Sprachqualität auf eine Überlastung des Übertragungsmediums zurückführen, ist der Softwareansatz Verkehrspriorisierung auszuwählen.

Für ein VoIP-Gespräch ist jeweils knapp 100kbit pro Richtung nötig. Somit ergibt dies 200kbit für ein Telefonat (Sende- und Empfangskanal). Die typischen ADSL-Anschlüsse besitzen häufig nur 512kbit Upload. 5 gleichzeitige Telefongespräche würden die Leitung komplett auslasten. Bei zusätzlichem Netzwerkverkehr gäbe es bereits ein Konkurrieren der einzelnen Verbindungen um die vorhandene Bandbreite. Eine eingeschränkte Sprachqualität wäre die Folge.

Durch Verkehrspriorisierung werden zeitkritische Netzwerkpakete wie VoIP-Telefonie mit einem Prioritätsstempel versehen und somit klassifiziert. Die Einstufung kann das Telefon selbst oder eine Netzkomponente im lokalen Netzwerk vornehmen.

Eilige VoIP-Pakete erhalten die höchste Priorität. Nicht eilige Pakete wie HTTP-Verkehr oder Dateiübertragungen werden nicht markiert. Im Anschluss werden die zu übertragenden Daten – je nach Priorität, bevorzugt oder benachteiligt.

Alternativ oder optional kann kritischen Netzwerkpaketen auch eine feste und garantierte Bandbreite zugesichert werden. So werden an einem VoIP-Anschluss mit zwei gleichzeitig nutzbaren Kanälen für die Telefonie, immer 200kbit reserviert. Finden keine Telefonate statt, kann die Bandbreite von anderen Paketen ausgeliehen werden.

Typische Netzabschlusskomponenten (Router) der Internetprovider verwenden bereits größtenteils QOS. Auch hier ist die Umsetzung jedoch sehr unterschiedlich und muss im Einzelfall genauer betrachtet werden.

Eine große Einschränkung gibt es jedoch auch bei QOS:

Die Priorisierung und die damit verbundene bevorzugte Behandlung oder die künstliche Verlangsamung, kann nur mit Daten geschehen, die das eigene Netzwerk verlassen. Ankommende Daten – also die an uns

gerichteten Daten von anderen Absendern, können nicht durch uns bevorzugt oder gar limitiert werden. Zu dem Zeitpunkt, an welchem uns die Daten bereits erreicht haben, ist eine Priorisierung hinfällig. Die unterschiedlichen Daten wie z.B. VoIP-Pakete und HTTP-Verkehr haben bereits auf dem Medium konkurriert. Es ist also möglich, dass der Netzbetreiber auch zeitkritische Daten aufgrund von Leitungsüberlastungen bereits verworfen hat.

Das TCP-Protokoll liefert zwar automatische Möglichkeiten mit, verlorene Pakete zu erkennen und erneut anzufordern, durch diese Verzögerung wären die nachgelieferten Daten jedoch unbrauchbar, da sie zu spät eintreffen würden. Das zustandsorientierte TCP-Protokoll findet in der Regel keine Anwendung bei Sprachverbindungen.

Neben der begrenzten totalen Bandbreite, gibt es zwei weitere wichtige Faktoren die die Übertragungsqualität wesentlich beeinflussen können. Latenz – also die Dauer die ein Paket auf dem Weg zwischen Sender und Empfänger benötigt, sowie der Jitter – die Schwankung bei der Laufzeit.

Ab einer Laufzeit von 125 ms (1/8 Sekunde) kann ein Gespräch bereits als störend wahrgenommen werden. Die gesamte Laufzeit beinhaltet jedoch auch die Wandlung der Sprache in digitale Signale, die Paketerstellung, die eigentliche Übertragung und die Verarbeitung, sowie erneute Wandlung beim Empfänger. In unserer Testumgebung erreichen wir eine durchschnittliche Laufzeit von 15 ms für eine Strecke von 800 km zwischen München und Hamburg mit einem ADSL2 Anschluss.

Der Jitter stellt die Schwankung bei der Laufzeit dar. Gering höhere Laufzeiten stellen kein Problem für VoIP dar. Die unvorhersehbare Schwankung (mal schneller, mal langsamer) stellt ein Problem dar.

VoIP nutzt innerhalb des zustandslosen UDP-Protokolls zur Übertragung der eigentlichen Sprache, das Real-Time Transport Protocol (RTP). Dieses besitzt anders wie UDP die nötigen Sequenznummern, was eine spätere Sortierung ermöglicht. Standardmäßig werden die UDP-Pakete in der Reihenfolge verarbeitet, wie sie beim Empfänger eintreffen. Bei sehr hohem Jitter kann sich so die Sprache „überholen“.

Verkehrspriorisierung

Für dieses Problem existieren Jitter-Buffer in den beteiligten Telefonanlagen bzw. Endgeräten.

Der Jitterbuffer sammelt für eine vordefinierte Zeit (z.B. 20-50 ms), eingehende RTP-Pakete, sortiert diese nach deren Sequenznummern und stellt sie in der richtigen Reihenfolge zu. Treffen also Pakete in falscher Reihenfolge aufgrund von Jitter ein, können diese anschließend sortiert werden. Durch die Notwendigkeit einer geringen Paketlaufzeit, ist die verfügbare Zeit für das eigentliche Sortieren sehr beschränkt. Der Preis für einen Jitter-Buffer ist häufig eine längere Paketlaufzeit.

Kommt es durch Übertragungsprobleme gar zum Verlust von Paketen, versucht der Jitter-Buffer die fehlenden Daten vorherzusagen. Gelingt dies nicht, kommt es zu Knacken oder Aussetzern beim Telefonieren.

Abschließend darf nicht unbeachtet bleiben, dass nicht nur der Internetanschluss einen Flaschenhals darstellen kann. Ist das lokale Netzwerk ausgelastet, kann bereits auf dem Übertragungsweg im lokalen Netzwerk eine Verzögerung entstehen. Diese wird am Netzübergang in das Internet lediglich noch verstärkt.

Hier gibt es ähnliche Ansätze der Verkehrspriorisierung. Dies erfordert jedoch ein sauberes Zusammenspiel aller Netzwerkkomponenten und muss im Einzelfall beurteilt werden.

Referenzen / Quellen

Bericht 2014 – Bundesnetzagentur:

<http://www.bundesnetzagentur.de/DE/Allgemeines/Presse/Mediathek/Berichte/berichte-node.html>

Asymmetrisches DSL:

https://de.wikipedia.org/wiki/Asymmetric_Digital_Subscriber_Line

Abschirmung – Elektrotechnik:

https://de.wikipedia.org/wiki/Abschirmung_%28Elektrotechnik%29

Fehler auf Netzwerkpports erkennen:

https://de.wikipedia.org/wiki/Zyklische_Redundanzpr%C3%BCfung

Verkehrspriorisierung / QOS:

https://de.wikipedia.org/wiki/Quality_of_Service

Bandbreitenanforderungen – VoIP-Telefonat:

<https://de.wikipedia.org/wiki/IP-Telefonie#Durchsatz>

Latenz / Jitter – VoIP-Telefonat:

https://de.wikipedia.org/wiki/IP-Telefonie#Laufzeit_„28Latenz.29_und_Jitter

Paketklassen zur Priorisierung (englisch):

<http://lartc.org/howto/lartc.qdisc.classful.html>

TCP-Protokoll:

https://de.wikipedia.org/wiki/Transmission_Control_Protocol

UDP-Protokoll:

https://de.wikipedia.org/wiki/User_Datagram_Protocol

Paketlaufzeiten mit Ping messen:

https://de.wikipedia.org/wiki/Ping_%28Daten_%C3%BCbertragung%29

Real-Time Transport Protocol (RTP):

https://de.wikipedia.org/wiki/Real-Time_Transport_Protocol

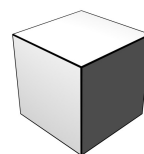
RTP / Jitter und De-Jitter-Buffer (englisch):

<http://kb.smartvox.co.uk/voip-sip/rtp-jitter-audio-quality-voip/>

Jitter-Buffer Konfiguration – Grandstream (englisch):

http://www.grandstream.com/sites/default/files/Resources/gxp16xx_administration_guide.pdf

www.cubewerk.de



Cubewerk GmbH
IT Dienstleistungen made in Bavaria