



Pascal Meier

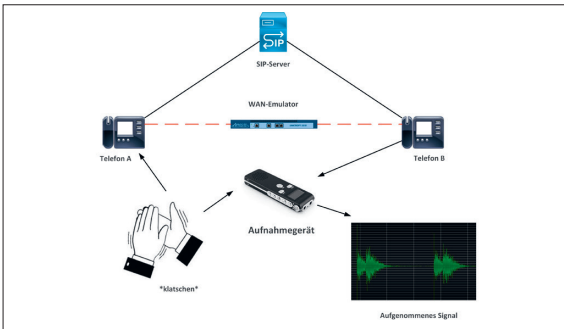


Max Obrist

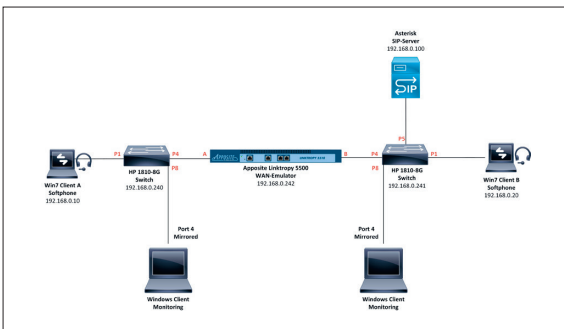
Diplomanden	Pascal Meier, Max Obrist
Examinator	Prof. Dr. Peter Heinzmann
Experte	Dr. Thomas Siegenthaler, CSI Consulting AG, Zürich, ZH
Themengebiet	Internet-Technologien und -Anwendungen
Projektpartner	Swisscom Schweiz AG, Zürich, ZH

VoIP-Qualitätsparameter

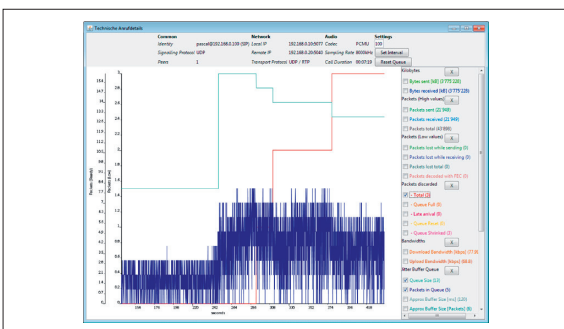
Mouth-to-Ear Delay



Messungen des M2E-Delays mittels Aufnahmegerät



Aufbau Testlabor für die VoIP-Messungen



Erweiterung des VoIP-Clients für die Echtzeitanalyse

Ausgangslage: Die Festnetztelefonie befindet sich in einem starken Wandel. Die konventionelle Telefonbuchse für die Analogtelefonie hat langsam, aber sicher ausgedient und wird von der IP-Technologie abgelöst. Die Swisscom sowie viele andere Provider im In- und Ausland planen in der näheren Zukunft den kompletten Umstieg auf All-IP. Dabei wird das Telefongespräch über das gewöhnliche Internet abgewickelt. Swisscom hat in Zusammenarbeit mit cnlab erste Messungen bezüglich der Verzögerung vom Mikrofon des Senders zum Lautsprecher des Empfängers, den sogenannten M2E-Delay durchgeführt. Dabei fiel auf, dass alleine durch diverse Analog-Digital-Wandlungen sehr unterschiedliche Verzögerungen zustande kommen. Im Rahmen dieser Arbeit sollen die verschiedenen Faktoren analysiert und erklärt werden, die für den M2E-Delay verantwortlich sind.

Vorgehen/Technologien: Nebst theoretischem Wissen wurde ein eigenes Testlabor aufgebaut, um der Frage nachzugehen, wie der M2E-Delay zustande kommt. Mithilfe des Asterisk-PBX-Servers, einer Software zur Steuerung und Vermittlung von VoIP-Anrufen, konnten umfangreiche Tests durchgeführt werden. Schrittweise wurden Elemente aus der Theorie in der Praxis abgebildet und auf ihre Plausibilität verifiziert. Um einzelne Bestandteile genauer zu verstehen, wurde im Rahmen dieser Arbeit ein Tool entwickelt, um Telefonstatistiken in Echtzeit darzustellen. Konkret wurde dabei ein bestehender VoIP-Client so weit modifiziert, dass sich die wichtigsten Leistungsparameter grafisch darstellen lassen.

Ergebnis: Es ist erstaunlich, wie viele Faktoren die Qualität eines Telefongesprächs beeinflussen können. Im Grunde genommen lassen sich die Qualität sowie der M2E-Delays auf drei Kategorien zurückführen. Entscheidend für das Klangerlebnis ist der verwendete Audio-Codec. Damit wird bestimmt, wie oft ein analoges Signal abgetastet wird und wie genau die menschliche Stimme digitalisiert wird. Dabei wird versucht, einen Kompromiss zwischen Qualität und Datenrate zu finden. Ein weiterer Faktor ist die Geschwindigkeit der Internetanbindung und die Netzwerkkonfiguration des Providers. Nur durch Priorisierung von Echtzeitanwendungen, wie es die Internettelefonie darstellt, können spürbare Schwankungen der Verzögerung verringert werden. Und nicht zuletzt ist der Telefonclient massgeblich mitverantwortlich, wie das Empfinden des M2E-Delay ausfällt. Je nach Implementation der Endanwendung können aufgrund von ungleichen Puffergrößen sehr unterschiedliche Ergebnisse festgestellt werden.