DECOIT

BremSec-Forum

VoIP-Security

Gefährdungen, Sicherheitsmaßnahmen und Projekterfahrung

Prof. Dr.-Ing. Kai-Oliver Detken
URL: http://www.decoit.de
URL2: http://www.detken.net
E-Mail: detken@decoit.de

Inhalt

- VoIP-Definition
- Potenzielle Gefährdungslagen und Risiken
- Mögliche Sicherheitsmaßnahmen und -mechanismen
- Projekterfahrungen
- Fazit/Ausblick

Portfolio der DECOIT GmbH

- **Technologie- und Markttrends**, um strategische Entscheidungen für und mit dem Kunden vor einer Projektrealisierung treffen zu können
- **Solutions (Lösungen)** zur Identifizierung der Probleme und Angebot einer Lösung für die Umsetzung eines Projekts
- Kundenorientierte **Workshops, Coaching, Schulungen** zur Projektvorbereitung und -begleitung
- **Software-Entwicklung** zur Anpassung von Schnittstellen und Entwicklung von Internet-Projekten
- Schaffung innovativer eigener **Produkte**
- Nationale und internationale **Förderprojekte** auf Basis neuer Technologien, um neues Know-how aufzubauen oder Fördermöglichkeiten aufzuzeigen

Voice-over-IP (VoIP)

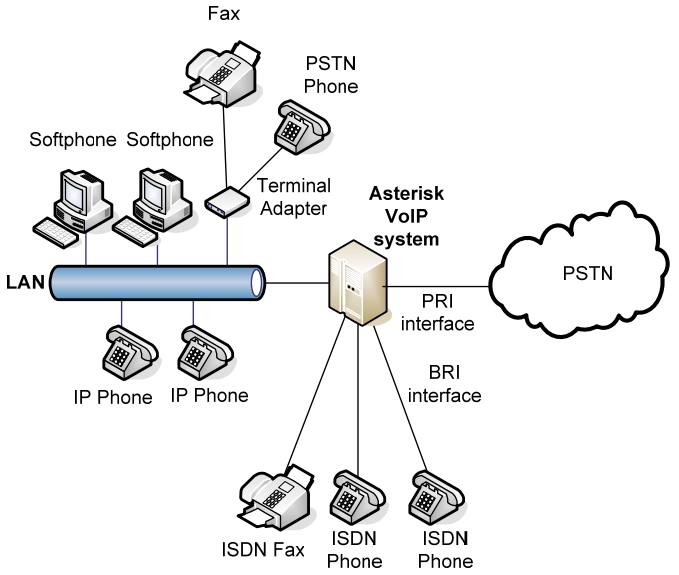
- Sprachdaten, die über ein IP-basiertes Datennetz transportiert werden
- Dabei sind Echtzeitdaten im Weitverkehrsumfeld gemeint
- VoIP hängt in seiner Qualität stark von den Begebenheiten der Internet-Protokolle ab
- VoIP kann dabei sehr unterschiedlich, stark anhängig vom Hersteller, realisiert werden

IP-Telefonie (IPT)

- IP-Telefonie beschränkt sich auf den lokalen Bereich und meint vornehmlich den Einsatz von IP-Endgeräten zur VoIP-Kommunikation
- Mittels VoIP ist die Anbindung an bestehende TK-Netze möglich
- Endgeräte für IP-Telephonie sind mannigfaltig am Markt vorhanden
- Software-basierte Lösungen sind neben Hardware-Geräten verfügbar (u.a. über die TAPI-Schnittstelle)

VoIP-Szenarien

- **Campus VoIP:** es wird eine Nebenstellenanlage auf IP-Basis verwendet. IP-Telefone und/oder Softphones sind mit dieser IP-PBX verbunden. Der Verbindungsaufbau in das öffentliche Telefonnetz wird über Gateways ermöglicht.
- **IP Centrex / Hosted IP:** beinhaltet eine virtuelle, IP-basierte PBX, die von einem Provider zur Verfügung gestellt wird. Der Provider ist hierdurch in der Lage, eigene Sprachdienste anzubieten, ohne dass ein Unternehmen eigene Gateways oder PBX-Systeme anschaffen muss. Aus Sicht des Unternehmens muss nur eine ausreichende Internet-Anbindung vorhanden sein und IP-Telefone und/oder Softphones müssen angeschafft werden.
- **VoIP-Trunks:** VoIP-Trunkverbindungen lösen zunehmend herkömmliche verbindungsorientierte Telefonverbindungen ab.



Protokolle und Standards bei VoIP

<table>
<tr><td>Audio-
Applikationen</td><td>Video-
Applikationen</td><td colspan="4">Terminal Kontrolle und Management</td><td>Daten</td></tr>
<tr><td rowspan="2">G.711
G.722
G.723
G.728
G.729</td><td rowspan="2">H.261
H.263</td><td rowspan="3">RTCP</td><td rowspan="3">Terminal zu
Gatekeeper
Signalisierung

RAS</td><td rowspan="3">H.255.0
Q.931
Verbindungs-
signalisierung
(Call Setup)</td><td rowspan="3">H.245
Kontroll-
kanal</td><td>T.124</td></tr>
<tr><td colspan="2">RTP</td><td rowspan="2">T.125</td></tr>
<tr><td colspan="4">Unzuverlässiger Transport (UDP)</td><td colspan="2">Zuverlässiger Transport
(TCP)</td><td rowspan="3">T.123</td></tr>
<tr><td colspan="6">Netzwerkschicht (IP)</td></tr>
<tr><td colspan="6">Sicherheitsschicht (IEEE 802.3)</td></tr>
<tr><td colspan="7">Bitübertragungsschicht (IEEE 802.3)</td></tr>
</table>

Bedrohungen und Attacken

- Netzwerkattacken
  - Denial-of-Service (DoS)
  - ARP, MAC, IP, UDP, IRDP Spoofing
  - SYN-, PING- oder MAC-Flooding
  - TCP-Session-Hijacking
  - RST-Attack
  - Data Injection through ISN-Guessing
  - Sniffing
  - Replay
- Angriffe gegen die Applikationsschicht
  - Abfangen der Anschlussgebühren
  - Rufmanipulation
  - Nichtautorisierte Nutzung (Phreaking)
  - Dialer
  - Verletzung der Privatsphäre
  - Spam over IP Telephony (SPIT)

Protokoll-Risiken (1)

- H.323
  - Wesentliche Angriffspunkte sind Täuschung der Identität seitens des anrufenden Teilnehmers sowie Manipulation der Nachrichten mit Hilfe von MitM-Attacken
  - Auch können beim Verbindungsaufbau die Transportadressen der Sprachströme verändert werden, wodurch diese an eine beliebige IP-Adresse umgeleitet, und dort abgehört, aufgezeichnet oder gar verändert weitergeleitet werden können
  - Die Bedrohungen betreffen Endgeräte ebenso wie Gateways
- Session Initiation Protocol (SIP)
  - Bietet eine Sicherung der Nachrichten unter Verwendung kryptographischer Hashes und Verschlüsselungsmechanismen an
  - Dies erlaubt eine zuverlässige Authentifizierung und Absicherung gegen Veränderungen der Signalisierungsnachrichten
  - Allerdings sind nicht alle Header durch Hashing abgedeckt, wodurch eine Manipulation der Absenderkennung möglich ist
  - Wird keine Absicherung der SIP-Nachrichten mit Hashes vorgesehen, so können die im Bereich H.323 beschriebenen Angriffe sogar mit noch einfacheren Mitteln realisiert werden, da die Nachrichten im ASCII-Text codiert werden
  - Die Bedrohungen betreffen Endgeräte ebenso wie Gateways

Protokoll-Risiken (2)

- Real-time Transport Protocol (RTP)
  - Mit den RTP-Informationen kann eine Menge von Datenpaketen einer Verbindung in einer korrekten Reihenfolge mit dem passenden Codec decodiert und auf einem Ausgabegerät abgespielt werden, ohne auf die Signalisierung dieser Verbindung zurückgreifen zu müssen
  - Diese einfache Decodierung des Medienstroms versetzt einen Angreifer in die Lage, die Datenpakete eines Sprachstromes abzuhören und zu manipulieren, sobald er auf diese zugreifen kann
  - Dabei ist sogar die Reihenfolge der empfangenen Datenpakete unerheblich
  - Zwar entstehen Lücken bei der Decodierung, wenn bestimmte Datenpakete fehlen, jedoch ist dies nicht mit einem Synchronisationsverlust des Kanals verbunden
  - Die Bedrohungen betreffen Endgeräte ebenso wie Gateways
- Skinny Client Control Protocol (SCCP)
  - Proprietäres Cisco-Kommunikationsprotokoll, das für die Kommunikationssteuerung zwischen IP-Telefonen und dem Call Manager verwendet wird. Es ist nicht öffentlich dokumentiert und kann vom Hersteller jederzeit verändert werden
  - In älteren Protokollversionen, die immer noch in sehr vielen Endgeräten verwendet werden, wird lediglich die MAC-Adresse zur Authentifizierung übertragen. Diese Kommunikation lässt sich relativ einfach abhören
  - Für die Steuerung unterschiedlicher Leistungsmerkmale der Telefone wird verstärkt HTTP verwendet (ohne Verschlüsselung)
  - Identity-Spoofing sowie das Decodieren der Kommunikationsdaten zwischen IP-Telefonen und dem Gatekeeper ist möglich
  - Die Bedrohungen betreffen Endgeräte ebenso wie Gateways

Protokoll-Risiken (3)

- InterAsterisk eXchange Protocol (IAX)
  - Proprietär, jedoch offen
  - Signalisierungs- und Medientransport werden über einen einzigen Port (UDP 4569) abgewickelt. Dadurch ist das Protokoll IAX2 einfach über NAT-Umgebungen zu transportieren und die Regeln in Firewalls sind überschaubar
  - Schlank durch binäre Codierung und geringen Protokoll-Overhead. IAX weist ein Protokoll-Overhead von nur vier Bytes auf, um Sprach- und Videopakete auszutauschen
  - Die Bündelung mehrerer IAX-Verbindungen zwischen zwei Asterisk-Servern zu einem Trunk ist möglich
  - Im eigentlichen IAX-Protokoll wurden keine Sicherheitsmechanismen verankert
  - Manche Endgeräte bieten ebenfalls IAX-Unterstützung mit an
  - Die Bedrohungen betreffen Endgeräte ebenso wie Gateways
- MGCP und MEGACO
  - Bei den Protokollen MGCP und MEGACO sind Sicherheitsmechanismen nicht direkt vorgesehen
  - Gelingt es einem Angreifer, Datenströme abzuhören und zu manipulieren, so können diese decodiert und beliebig verändert werden
  - Falls die Daten mit ASN.1 oder in ASCII codiert sein sollten, ist für die Offenlegung ein ASN.1-Parser notwendig
  - Diese Protokolle werden nur zwischen VoIP-Servern und Gateways bzw. zwischen Gateways selbst eingesetzt
  - Von den Manipulationen der Protokoll-Nachrichten sind nur Gateways betroffen

Angriffstools

- Cain & Abel: bedient sich dem ARP-Spoofing, d.h. es werden ARP-Abfragen vorgetäuscht und MAC-Adressen gefälscht, wodurch der Sprachverkehr umgeleitet und abgehört werden kann.
- Vomit: wandelt ein Cisco-basiertes IP-Telefongespräch in ein WAV-File um, die mit jedem Audio-Player abgespielt werden kann. Vomit erfordert eine tcpdump-Ausgabedatei. Es arbeitet nur mit dem G.711-Codierungsstandard zusammen.
- VoIPong: erkennt und filtert VoIP-Calls in einem Datenstrom heraus. Es legt eine Kopie eines G.711-Gesprächs an und konvertiert dieses in ein WAV-File. Unterstützt werden die Protokolle SIP, H.323, SCCP, RTP und RCTP.
- SIP Vulnerability Scanner (SiVuS): untersucht VoIP-Installationen auf Fehler. Dies wird durch das Initiieren von Attacken vorgenommen. Es können auch eigene SIP-Nachrichten generiert werden.
- SIPcrack: als Protokoll-Login-Cracker enthält es zwei Programme: SIPdump, um die eingelogten SIP-User zu finden und SIPcrack, um die Passwörter der gefundenen SIP-User mittels Bruteforce-Attacks zu ermitteln.
- RingAll: ermöglicht DoS-Attacken auf ungeschützte SIP-Clients.

Sicherheitserweiterungen (1)

- Secure RTP (SRTP)
  - Es wird eine AES-Verschlüsselung der Medienströme vorgenommen
  - Um eine Verschlüsselung zu gewährleisten, muss zunächst ein Schlüsselaustausch erfolgen
  - Durch die Verwendung von SHA-1 werden die Gesprächsteilnehmer authentifiziert
  - Der Schlüssel, welcher genutzt wird, um die Nutzdaten zu verschlüsseln, wird allerdings über SIP übertragen
  - Somit kann der Schlüssel ausgespäht werden, wenn SIP nicht ausreichend abgesichert ist
- SIP Security
  - Wurde um diverse Sicherheitsmechanismen wie TLS, HTTP Digest, IPsec mit IKE und S/MIME erweitert
  - Es wird Ende-zu-Ende-Sicherheit und Hop-by-Hop-Kommunikation angeboten
  - Zur Hop-by-Hop-Absicherung gehören TLS und IPsec und zur Ende-zu-Ende-Absicherung zählen SIP-Digest-Authentication und S/MIME
  - S/MIME ist im RFC-3261 allerdings nur optional definiert

Sicherheitserweiterungen (2)

- IAX2
  - Asterisk-Server können sich gegenseitig über eine PKI authentifizieren
  - Dazu findet ein RSA- oder alternativ ein Diffie-Hellman-Schlüsselaustausch statt
  - Zur Verschlüsselung der Nachrichten wird hier AES mit 128 Bit verwendet
  - Da IAX2 für den Verbindungsaufbau nur einen UDP Port (4569) benötigt, muss auch nur dieser Port in der Firewall geöffnet werden
  - Da die IP-Endgeräte heute bis auf Ausnahmen kein IAX2 unterstützen, muss auf die Sicherheitsmechanismen in der SIP-Spezifikation und SRTP ebenfalls zurückgegriffen werden
  - Zwischen Asterisk-Servern sollte heute nur auf IAX2 zurückgegriffen werden
- SCCP Security
  - Aktuelle Versionen von SCCP-basierten IP-Telefonen verwenden bei SCCPS für die Authentifizierung X.509-Zertifikate
  - SCCP Security verschlüsselt den TCP-Signalisierungsstrom mit Hilfe von TLS

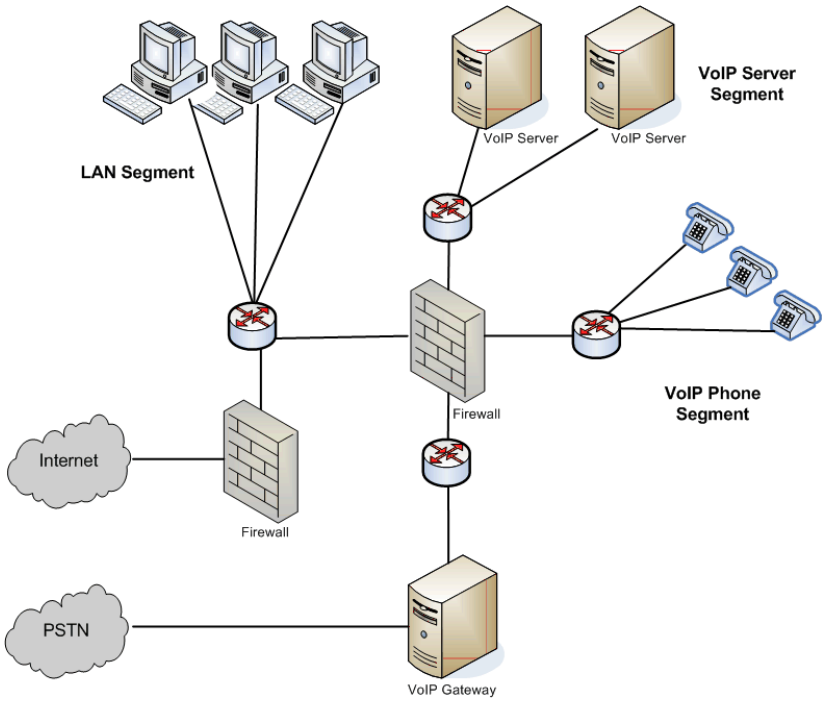
DECOIT

Projekterfahrung (1)

- Für die Absicherung von VoIP-Szenarien sind die Einsatzszenarien zu berücksichtigen
  - Campus VoIP: Diese Variante ist schwer von außen zu attackieren, da die Telefongespräche nicht über das Internet oder andere unsichere Netze geführt werden. Gleiches Gefährdungspotenzial wie bei traditionellen Telefonanlagen.
  - IP Centrex / Hosted IP: Attacken auf das VoIP-System können über das Intranet oder über das Internet (aus dem Providernetz) erfolgen. Erhöhtes Gefährdungspotenzial bei Einsatz der Standardprotokolle ohne Sicherheitserweiterungen.
  - VoIP-Trunks: Dabei kann es zu einem höheren Angriffspotenzial kommen, wenn die Übertragung über unsichere Netze realisiert wird. Erhöhtes Gefährdungspotenzial bei Einsatz der Standardprotokolle ohne Sicherheitserweiterungen.

Projekterfahrung (2)

- Einsatz von Firewalls und VLANs
  - Separation des Daten- und des VoIP-Bereichs über VLANs
  - Separate Abtrennung durch Firewalls
  - Separate Subnetze für Daten und Sprache
  - Einführung von Priorisierung auf den WAN-Strecken (Q-Tag, DiffServ)



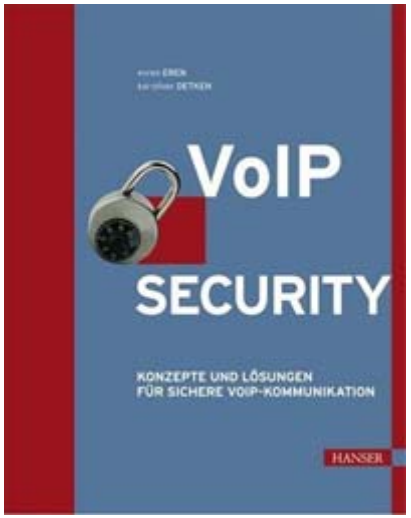
Risiken und Kompensationsverfahren

Risiken	Praxisansätze
Application Level Attacken	• Application Level Gateways, Firewalls und ISD/IPS
DoS/DDoS	• IDS/IPS • Aktuelle Patch-Levels • Anti-Virus-System • Policy-basierte Sicherheitszonen • VLAN
Abhören	• VPN zum isolieren von VoIP-Datenverkehr • Verschiedene Verschlüsselungen
Attacken gegen die Protokolle	• Application Level Gateways und IDS/IPS
SPIT	• Starke Authentifizierung, Autorisierung und IPsec
Nicht autorisiertes SIP-Monitoring und Spoofing	• Starke Authentifizierung, Autorisierung und IPsec

Fazit und Ausblick

- Die VoIP-Protokolle sind nachträglich mit Sicherheitsmechanismen erweitert worden
- Allerdings sind diese Möglichkeiten nicht in allen Gateways, Endgeräten und VoIP-Systemen verfügbar
- Trotz Absicherungen sind die Protokolle anfällig für DoS-Attacken (im Hosted-IP-Szenario)
- Das Phreaking (Manipulation von Telefonverbindungen) erlebt mit VoIP ein Revival (im Hosted-IP-Szenario)
- Spam over Internet Telephony (SPIT) könnte zukünftig ähnliche Bedeutung erlangen wie im Bereich der E-Mail-Kommunikation
- Für sicheres VoIP sollte daher momentan ein Campus-Szenario betrieben werden, aus dem heraus über ISDN kommuniziert wird
- VoIP sollte hier als zusätzlicher IP-Dienst begriffen werden, der vom restlichen Netz separiert operiert
- Zukünftig kann dann eine Anbindung an öffentliche VoIP-Provider vorgenommen werden, wenn die Signalisierungsstandards ein hohes Sicherheitsniveau übergreifend erreicht haben sowie Authentifizierung und Verschlüsselung auch von Providern angeboten werden

In eigener Sache: ausführlichere Infos



- VoIP Security: Konzepte und Lösungen für sichere VoIP-Kommunikation (ISBN: 3-4464-1086-4)
- In sechs Kapiteln beschäftigt sich das Buch mit allen wesentlichen Aspekten der VoIP-Sicherheit
- Es verzichtet dabei auf die Vermittlung von VoIP- und Security-Grundlagen

Danke für Ihre Aufmerksamkeit

DECOIT GmbH
Fahrenheitstraße 9
D-28359 Bremen
Tel.: 0421-596064-0
Fax: 0421-596064-09

Consultancy & Internet Technologies