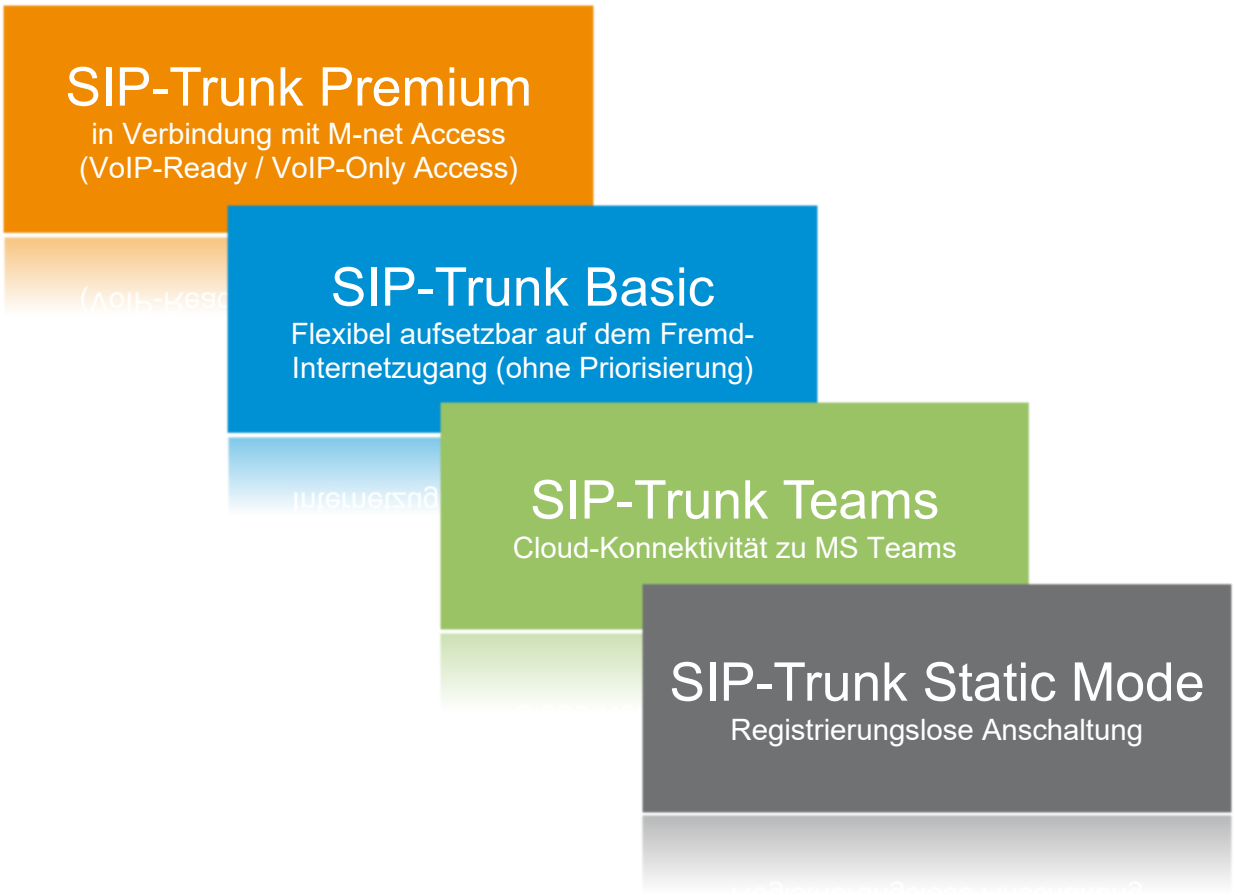
Technische Hinweise
für die Anschaltung SIP-Trunk



Bitte leiten Sie dieses Dokument an den zuständigen Techniker bzw. Systemintegrator weiter!

-Beachten Sie hinsichtlich möglicher Kosten bitte die Hinweise in Kapitel 1.1

Technische Hinweise
für die Anschaltung SIP-Trunk

Inhaltsverzeichnis

Technische Hinweise
für die Anschaltung SIP-Trunk

1. Dokumenteninformationen

1.1 Zweck des Dokuments

Diese technischen Informationen ergänzen die Produktbeschreibung und werden im Rahmen des Vertragsabschlusses gestellt. Sie stellen damit einen verbindlichen Bestandteil für die vertragliche Leistungserbringung dar.

Soweit während oder nach der Inbetriebnahme des SIP-Trunks, Administrations- bzw. Service-Aufwände durch M-net erbracht werden, die auf Grund Unkenntnis oder Nichtbeachtung dieser Unterlage durch den Kunden entstehen, behält sich M-net vor, diesen Aufwand als kostenpflichtige Service-Leistung in Rechnung zu stellen.

Es handelt sich um öffentliche Informationen, die zudem über den Download-Bereich der M-net Homepage (www.m-net.de) in der aktuell gültigen Version allgemein zugänglich ist.

Informationen zu SIP-Trunk TEAMS finden Sie im Dokument „Technische Hinweise SIP-Trunk TEAMS“.

1.2 Definitionen und Abkürzungen

Abkürzung	Erklärung
M-net Vermittlungssystem	M-net VoIP-Infrastruktur (Sprachplattform).
RTP	Real Time Transport Protocol (Protokoll zur Übertragung von audiovisuellen Daten)
RTCP	Real Time Control Protocol (Zur Aushandlung von QoS-Parametern)
(IP-) PBX	Private Branch Exchange (SIP-fähige Telefonanlage)
VLAN	Virtual Local Area Network (Logisches Teilnetz)
DDI	Direct Dial In (Durchwahl)
PSTN	Public Switched Telephone Network (Öffentliches Telefonnetz)
URI	Uniform Resource Identifier (Stellt als SIP-URI die Kontaktadresse eines SIP-fähigen-Endsystems dar)
ITU	International Telecommunication Union
NAT	Network Adresse Translation (Adressumsetzung von IP-Adressen)
DTMF	Dual-tone multi-frequency (Mehrfrequenzwahlverfahren)
SIP	Session Initiation Protocol (Protokoll zum Aufbau einer Kommunikationsverbindung)
RFC	Requests for Comments (Sammlung technischer Dokumente der „Internet Engineering Task Force” u.a. zur Entwicklung von VoIP)
QoS	Quality of Service
SBC / E-SBC	Der Session Border Controller ist Teil des M-net Vermittlungssystems. Der Enterprise Session Border Controller ist Teil des Kundensystems.
SDP	Session Description Protocol Wird zusammen mit SIP bzw. H.323 zur Aushandlung von Codec verwendet
CPE	Customer Premises Equipment. („Ausrüstung in den Räumlichkeiten des Kunden.“ Dem Kunden zur Verfügung gestelltes Gerät z.B. Router.)
TLS	Transport Layer Security (Protokoll zur Verschlüsselung von Datenpaketen)
SRTP	Secure Real Time Protocol (Verschlüsselte RTP-Pakete)
STUN	Session Traversal Utilities for NAT (Netzwerkprotokoll zum Erkennen und durchdringen von NAT)
DSCP	Differentiated services code point
FQDN	Fully Qualified Domain Name

1.3 Liste der Abbildungen und Tabellen

1.3.1 Abbildungsverzeichnis

2. Die M-net SIP-Trunk Produktvarianten

Basic | Premium | Teams | Static

M-net stellt mit den SIP-Trunk Produkten einen Dienst zur Verfügung, welcher eine IP-fähige Kundennebenstellenanlage (IP-PBX) über das IP-Protokoll mit dem öffentlichen Telefonnetz verbindet.

Zur Steuerung der Kommunikation mit der Gegenstelle verwendet die IP-PBX das Session Initiation Protocol (SIP). Die Sprachinformationen werden über das Real Time Protocol (RTP) übertragen.

Für die Daten zur Qualität werden optional mit dem Real Time Control Protocol (RTCP) übertragen.

Die physikalische Anschaltung der IP-PBX wird über einen IP basierten Anschluss, mit ausreichender Bandbreite realisiert. Dieser Anschluss wird für den Transport der Protokolle SIP, RTP und RTCP zwischen der IP-PBX und der M-net VoIP-Infrastruktur (nachfolgend M-net Vermittlungssystem) benötigt.

Es werden folgenden Rufnummernpläne unterstützt:

	Basic	Premium	Teams	Static
ein oder mehrere Rufnummernblöcke	✓	✓	✓	✓
nur Einzelrufnummern (mind. 3 Rufnummern)	✓	✓	✓	
Kombination aus Rufnummernblöcke und Einzelrufnummern	✓	✓	✓	

Da das M-net Vermittlungssystem georedundant aufgebaut ist, ist bei der Verwendung eines M-net VoIP-Ready- oder VoIP-Only-Access die Option „Backup“ möglich.

2.1 SIP-Trunk Premium

Die Anschlusskonfiguration erfolgt im Registration-Mode.

Der Dienst SIP-Trunk Premium wird über einen, von M-net bereitgestellten IP basierten Anschluss (sog. VoIP Ready Access) realisiert. In diesem Fall wird Quality of Service (QoS) zwischen dem M-net Router (CPE) und dem M-net Vermittlungssystem garantiert. QoS stellt sicher, dass der RTP-Strom von, bzw. zum M-net Vermittlungssystem bis zu der beauftragten Kanalzahl gegenüber dem sonstigen IP-Traffic, der vom Kunden erzeugt wird, vorrangig/priorisiert übermittelt wird. Dadurch werden Verzerrungen, Echo-Effekte oder ähnliche Qualitätsmängel verhindert. Die Priorisierung erfolgt dynamisch, d.h. soweit die Sprachkanäle keine Nutzdaten übertragen, steht die Bandbreite für den sonstigen IP-Traffic zur Verfügung.

Zu beachten ist, dass QoS aus technischen Gründen nicht Ende-zu-Ende bereitgestellt werden kann bzw. aus regulatorischen Gründen auch nicht darf.

2.2 SIP-Trunk Basic

Die Anschlusskonfiguration erfolgt im Registration-Mode.

Der SIP-Trunk Basic wird über einen frei wählbaren IP basierten Anschluss realisiert. Allerdings kann QoS aus der Tatsache heraus, dass M-net keinen Durchgriff auf andere Access-Provider hat, in dieser Variante nicht realisiert werden.

2.3 SIP-Trunk Teams

Beim SIP-Trunk Teams handelt es sich um eine registrierungslose Anschaltung von MS-Teams an das M-net Vermittlungssystem. Alle notwendigen Informationen für die Einrichtung finden Sie in Ihrem Kundenportal.

2.4 SIP-Trunk Static Mode

Beim SIP-Trunk Static Mode handelt es sich um eine registrierungslose Anschaltung der IP-PBX an das M-net Vermittlungssystem. Der Dienst kann ausschließlich über einen M-net VoIP Ready Access realisiert werden.

Da die meisten IP-PBXen den Static Mode, also die registrierungslose Anschaltung nicht unterstützen, empfehlen wir die Verwendung eines Enterprise Session Border Controller (E-SBC). Darüber hinaus kann diese Anschalt-Variante nur in Verbindung mit einer Projektberatung durch M-net beauftragt werden. Weitere Informationen zu QoS finden Sie im Kapitel 9.4.

3. Übersicht der M-net SIP-Trunk Produktvarianten

	Basic	Premium	Teams	Static
SIPconnect 1.1 unterstützt	✓	✓	✓	✓
Verschlüsselung mit TLS/SRTP möglich	✓	✓	✓	✓
Quality of Service		✓		✓
Verwendung mehrerer SIP-Trunk Accounts	✓	✓	✓	✓
Registrierung am M-net Vermittlungssystem	✓	✓		
Re-Registrierung nötig?	✓	✓		
HD-Telefonie	✓	✓	✓	✓
DTMF:				
Nach RFC 2833 bzw. RFC 4733	✓	✓	✓	✓
DTMF INBAND (bei HD-Telefonie nicht möglich)	✓	✓	✓	✓
Fax:				
Faxen mit G.711 A-law möglich	✓	✓		✓
Faxen mit T.38 möglich	✓	✓		✓
Redundanz der Anbindung zur IP-PBX über weiteren Access möglich		✓		✓
Authentifizierung bei abgehenden Gesprächen	✓	✓		✓
Leistungsmerkmale (z.B. Clip - no screening)	✓	✓	✓	✓
Unterstützung von SIP-Methoden (z. B. INVITE, BYE etc.)	✓	✓	✓	✓
Feste IP-Adresse in Richtung M-net			✓	✓
Feste Portnummer in Richtung M-net			✓	✓
Transportprotokoll: UDP	✓	✓		✓
Transportprotokoll: TCP	✓	✓		✓
Unterstützte IP Protokoll Version 4 (IPv4)	✓	✓	✓	✓
Loadbalancing			✓	✓

4. Allgemeine technische Infos

Da es bei den Produktvarianten „Basic, Premium und Static Mode“ technische Unterschiede gibt, werden diese im weiteren Verlauf gesondert beschrieben. Sie werden über jedem Hauptkapitel einen Hinweis finden, für welche Produktvariante der jeweilige Abschnitt gilt.

Die Unterkapitel in diesem Abschnitt gelten für alle drei Produktvarianten.

4.1 Der Standard: SIPconnect 1.1

Mit SIPconnect 1.1 wurde ein branchenweiter standardisierter technischer Ansatz geschaffen, um eine IP-PBX Mittels SIP-Trunk an die VoIP-Infrastruktur eines Providers anzuschalten. Dieser Standard sagt unter anderem aus, wie beispielsweise die Rufnummernformate zu übermitteln sind.

Da der SIPconnect 1.1 die Anschaltung der IP-PBX vereinfacht, wird dieser Standard auch vom M-net Vermittlungssystem unterstützt.

4.2 Freigegebenen IP-PBX für SIP-Trunk Premium und Basic

Obwohl M-net den SIPconnect 1.1 Standard unterstützt, prüfen wir stetig IP-PBXen unterschiedlicher Hersteller auf Kompatibilität. Nur dadurch können wir eine grundsätzliche Funktion im dokumentieren Funktionsumfang der jeweilen IP-PBXen mit den SIP-Trunk Varianten Premium und Basic von M-net zusagen und im Rahmen des vertraglichen Services support erbringen.

Die hier beschriebenen Punkte beziehen sich deswegen ausschließlich auf die von M-net auf Kompatibilität getesteten IP-PBX Anlagen und die jeweiligen Softwareversionen.

Es können auch nicht zertifizierte IP-PBXen an das M-net Vermittlungssystem angeschaltet werden. Voraussetzung dafür ist, dass sie die technischen Hinweise für die Anschaltung SIP-Trunk (SIPconnect 1.1) erfüllen. M-net kann für nicht zertifizierte IP-PBXen weder eine Gewährleistung noch einen qualifizierten Support zur Grundanschaltung und insbesondere zu bestimmten Leistungsmerkmalen leisten.

4.3 Freigegebenen IP-PBX für SIP-Trunk Static Mode

Beachten Sie bitte, dass die Produktvariante SIP-Trunk Static Mode weitreichende, individuelle Tests und Konfigurationsmaßnahmen erfordert. Deswegen gelten die Angaben zu den freigegeben IP-PBXen nur hinsichtlich der grundlegenden Systemverträglichkeit. Der Vertragsschluss, sowie die Anschaltung der IP-PBX im Static Mode ist daher ausschließlich über eine individuelle Projektberatung möglich.

4.4 Freigebende E-SBC

Für IP-PBX-Systeme, die nicht per Zertifizierung am M-net SIP-Trunk in der Freigabeliste aufgeführt sind, wird die Vorschaltung eines geeigneten zertifizierten E-SBC empfohlen. Diese sind ebenfalls in der Freigabeliste enthalten. In der Regel führen die Hersteller der IP-PBXen ebenfalls eine Auflistung von getesteten E-SBCs. Damit kann die grundlegende Anschaltung an M-net SIP-Trunk indirekt sichergestellt werden. der E-SBC übernimmt in diesem Fall die Registrierungs- und Schnittstellenfunktion.

4.5 Rufnummernformat

Die IP-PBX muss alle Rufnummern im internationalen Nummernformat entsprechend ITU-T Empfehlung E.164 und E.123 handhaben können.

Beispiel: [+] [Landeskennziffer] [Ortsnetzkennziffer] [Teilnehmer Rufnummer]

+	49	89	189291230

4.5.1 Rufnummerndefinition

Rufnummer	Rufnummerndefinition	Beispiel
Hauptrufnummer, Durchwahl-rufnummer	Die Hauptrufnummer kann für die Zentrale verwendet werden. Wird bei abgehenden Gesprächen im FROM-Header ein ungültiger Eintrag gesendet, wird dieser durch die Hauptrufnummer ersetzt und übertragen (ohne aktiviertes Leistungsmerkmal „Clip no Screening“).	+4989189291230
Zentrale	Die Zentrale ist das „Eingangstor“ bzw. der Empfang. Die Zentrale kann die Hauptrufnummer sein. Die Verwendung einer Zentrale ist optional.	+4989189291230
Durchwahl-nummer (DDI)	Über die Durchwahlnummern kurz DDI sind die jeweiligen Nebenstellen direkt erreichbar. DDI-Fähigkeit **muss von der IP-PBX unterstützt werden.**	+49891892912312

Einzelrufnummer	Alternativ oder zusätzlich zum Durchwahlbereich können Einzelrufnummern auf dem SIP-Trunk-Anschluss verwendet werden, soweit dies von der IP-PBX unterstützt wird.	+49891234567

4.6 Notruf

Beachten Sie bitte, dass bei einem Notruf die Zielrufnummer (110/112) im lokalen Format ohne Vorwahl an das M-net Vermittlungssystem zu übermitteln ist.

Beispiel der Request-Line: INVITE sip:112@business.mnet-voip.de

4.7 Empfohlenes Transportprotokoll: UDP

Bei UDP handelt es sich um ein Netzwerkprotokoll, dass u.a. zur Übertragung von Sprache verwendet wird. Im Gegensatz zu TCP arbeitet UDP ohne Sicherung der Datenübertragung, da es durch die Sicherung bei TCP zu Verzögerungen in der Sprachübertragung kommt und somit Einbußen bei der Sprachqualität resultieren. Ein weiterer Nachteil von TCP wäre, dass die Anbindung zwischen der IP-PBX und dem M-net Vermittlungssystem dauerhaft offengehalten werden muss. Bricht die TCP-Verbindung zusammen, kann dies zu Gesprächsabbrüchen und zu einer eingeschränkten Erreichbarkeit der IP-PBX führen.

Aus diesen Gründen empfiehlt M-net die Verwendung von UDP.

4.8 Aufbau einer SIP-Nachricht

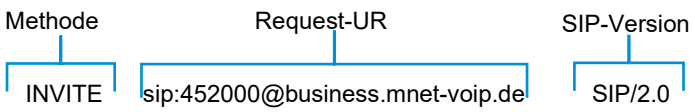
Das Session Initiation Protokoll (SIP) wir zur Steuerung, sowie zum Auf- und Abbau einer Kommunikationsverbindung benötigt und ist im RFC 3261 spezifiziert.

Eine SIP-Nachricht ist, wie im Beispiel einer INVITE-Nachricht aufgebaut:

INVITE sip:452000@business.mnet-voip.de SIP/2.0	Request Line
Via: SIP/2.0/UDP 192.168.178.123:5060;branch=z9hG4bK_AI2016Jul1435563334520083982 55;rport To: sip:452000@business.mnet-voip.de From: "SIP Telefon 12" <sip:+49891892912312@business.mnet-voip.de>;tag=12345 Call-ID: AI0AD3049CEB9CEF54@192.168.178.123 CSeq: 1 INVITE Allow: ACK,BYE,CANCEL,INVITE,NOTIFY,OPTIONS,PUBLISH,UPDATE,REFER,PRACK Allow-Events: presence,dialog,message-summary,refer Max-Forwards: 70 User-Agent: IP-PBX Supported: 100rel Content-Type: application/sdp Privacy: none Accept: application/sdp Contact: <sip:+49891892912312@192.168.178.123:5060;line=AI31A0DBF9D4721556> Content-Length: 281	Message Header (SIP)
v=0 o=ippbx 1831823547 1831823547 IN IP4 192.168.178.123 s=call c=IN IP4 192.168.178.123 t=0 0 m=audio 3000 RTP/AVP 8 9 101 a=rtpmap:8 PCMA/8000 a=rtpmap:9 G722/8000 a=rtpmap:101 telephone-event/8000 a=fmtp:101 0-15 a=sendrecv a=ptime:20 a=silenceSupp:off - - - -	Message Body (SDP)

Abbildung 1: Beispiel einer abgehenden INVITE Nachricht

Die Request Line ist die Startzeile und enthält die Ziel-SIP-Adresse. Die Request Line besteht aus dem „Method-Name“, der „Request-URI“ und der Angabe „SIP-Version“. In der Request-URI muss das Ziel im SIP-URI Format angegeben werden:



Der Message Header beinhaltet u.a. Angaben in Form von sogenannten Header-Feldern (FROM, TO etc.). Der Message Body ist eine optionale Angabe. Er wird beispielsweise bei einer INVITE-Nachricht benötigt, da er Daten zur Aushandlung des Medienstroms (RTP) enthält.

4.9 Unterstütze Codecs

Bei der Kommunikation über VoIP werden die Sprachdaten erst digitalisiert und dann codiert. Der zu verwendete Codec wird von den jeweiligen Endgeräten ausgehandelt. Die IP-PBX muss mindestens den Codec G.711a unterstützen.

Hinweis: Aktuell wird vom M-net Vermittlungssystem kein Video-Codec zugelassen.

Beim **Übergang in das PSTN/Mobilfunk-Netz** werden folgende Codecs unterstützt:

Codec	benötigte Bandbreite pro Kanal (Brutto)	RTP Packetizing Period (ms)
G.711a (DTMF INBAND)	120 KBit/s	20
G.722 (DTMF RFC 2833/4733)	120 Kbit/s	20
OPUS	6 bis 40 KBit/s (Sprache)	20
DTMF nach RFC 2833/4733	-	-

Innerhalb des M-net-VoIP-Netzes sind folgende Codecs zugelassen:

Codec	benötigte Bandbreite pro Kanal (Brutto)	RTP Packetizing Period (ms)
G.711a (DTMF INBAND)	120 Kbit/s	20
OPUS	6 bis 40 Kbit/s (Sprache)	20
G.726 32kbps	88 Kbit/s	20
G.722 (DTMF RFC 2833/4733)	120 Kbit/s	20
ILBC	69 Kbit/s	30
DTMF nach RFC 2833/4733	-	-
CLEARMODE/8000	120 KBit/s	20

4.10 DTMF Töne

Die Übertragung von „Dual Tone Multi Frequency (DTMF)“ Signalen wird z.B. für die Steuerung von Konferenzserver, Automatischer Ansagen-Auswahl und Voicemail benötigt. Für die Übertragung von DTMF-Tönen unterstützt M-net zwei Möglichkeiten:

4.10.1 DTMF nach RFC 2833 bzw. RFC 4733

Hierbei werden die DTMF-Töne in dafür spezifizierten Nachrichten übertragen. Diese Methode wird von M-net bevorzugt.

4.10.2 DTMF INBAND

Bei INBAND wird der DTMF-Ton als Tonsequenz digitalisiert und im RTP übertragen. Die fehlerfreie Übertragung ist hierbei nur möglich, wenn QoS garantiert ist.

Bei der Verwendung des sog. HD-Codec (G.722) können DTMF-Töne nur nach RFC 2833/4733 übertragen werden. Die Verwendung von DTMF INBAND ist hier nicht möglich.

4.11 Unterstützte SIP-Methoden

Für die M-net SIP-Trunk werden folgende SIP-Methoden unterstützt:

SIP Methode	RFC	im M-net Vermittlungssystem	bei Übergang ins PSTN	Erklärung
REGISTER	RFC 3261	ja	ja	Zur Registrierung am M-net Vermittlungssystem
INVITE	RFC 3261	ja	ja	Initiiert eine Verbindung zu einem anderen Client. Kann auch mit einem Re-INVITE die Parameter verändern
ACK	RFC 3261	ja	ja	Positive Bestätigung einer endgültigen Antwort
BYE	RFC 3261	ja	ja	Beendet eine Verbindung
CANCEL	RFC 3261	ja	ja	Abbruch eines Verbindungsaufbaus
MESSAGE	RFC 3428	nein	nein	Zum Transport von Instant Messages über SIP
SUBSCRIBE	RFC 3265	nein	nein	Zur Übermittlung bestimmter Ereignisse
NOTIFY	RFC 3265	nein	nein	Wird bei Statusänderungen geschickt
PUBLISH	RFC 3903	nein	nein	Vergleichbar mit REGISTER.
OPTIONS	RFC 3261	ja	ja	Zur Bereitstellung oder Abfrage von Informationen zu den Eigenschaften von Endsystemen
PRACK	RFC 3262	ja	ja	vorläufige Bestätigung
UPDATE	RFC 3311	ja	ja	Modifizierung von Parametern während eines Verbindungsaufbaus

4.12 Vorläufige Bestätigung (Provisional Responses)

Für die SIP-Nachricht „180 Ringing“ und „183 Session Progress“ sind sogenannte „Provisional Responses“ relevant. Die Methode ist in RFC 3262 definiert und wird in einer INVITE-Nachricht im Header Field mit einem „Supported: 100rel“ angegeben. Dieser 100rel Parameter zeigt an, dass die Methode „Preliminary Acknowledgements“ (kurz PRACK) unterstützt wird.

Die SIP-Funktion „Provisional Responses“ 100rel nach RFC 3262 wird vom M-net Vermittlungssystem unterstützt.

4.13 Voice Activity Detection (VAD)

Bei Voice Activity Detection (VAD) werden Sprachpausen erkannt und Sprachpakete ohne Sprachinformationen nicht übertragen. VAD wird bei M-net nicht unterstützt.

4.14 SIP Application Layer Gateway

Das SIP Application Layer Gateway (kurz: SIP ALG) ist in einer Vielzahl von modernen Routern zu finden. Durch die Funktion des SIP ALG sollen etwaige Probleme mit NAT umgangen werden.

Das M-net Vermittlungssystem verfügt über wirksame Methoden, die den Einsatz eines SIP ALG überflüssig machen.

Das SIP ALG ist deshalb zu deaktivieren.

Es ist nur zu aktivieren, wenn über den Inhalt und Funktion des SIP-Nachrichtenverlaufes in Kombination mit NAT-traversal detaillierten Kenntnissen bestehen.

4.15 Telefax

Während bei der Übermittlung von Sprachdaten das Fehlen einzelner Sprachpaketes für den Empfänger nicht als störend empfunden wird, führt es beim Übertragen von Fax-Nachrichten zum Verbindungsabbruch.

Faxgeräte sind aber nicht nur auf einen vollständigen, sondern auch auf einen kontinuierlichen Datenstrom angewiesen. Kommt es zu Laufzeitschwankungen bei der Übertagung, verliert das Faxgerät die Synchronisierung und bricht die Verbindung ab.

Diese Grundaussage gilt für die gesamte Übertragungskette, vom Sendergerät über alle beteiligten Vermittlungs- und Übertragungsstecken, sowie das Empfangsgerät. Der Einfluss von M-net beschränkt sich hierbei technisch bedingt ausschließlich auf die eigenen Netzteile.

4.15.1 Codec für Faxübertragung

Die ITU-T Empfehlung T.38 beschreibt ein Verfahren zur Übertragung von Fax über IP. Bei T.38 werden die Faxdaten in ein Bild gewandelt, direkt als IP-Stromübertragen und im Zielgerät wieder ausgegeben, ohne Konvertierung in einen Audiostrom. Das spart Bandbreite und reduziert das Risiko des Verlusts von Datenpaketen.

Faxgeräte können somit im T.38 Modus senden und empfangen, soweit das Protokoll von allen Netzanbietern und dem Gegengerät unterstützt wird. Wird das Protokoll auf Teilabschnitten, die nicht im Verantwortungsbereich der M-net liegen, nicht unterstützt, ist die T.38-Übertragung nicht möglich.

- Bei gehenden Verbindungen findet im M-net-Netz in diesem Fall ein Fall-back auf das Übertragungsprotokoll G.711 statt, wobei hier das Zielgerät ebenfalls ein Fallback auf G.711 unterstützen muss.
- Bei kommenden Verbindungen obliegt es dem sendenden Netzbetreiber, das Fallback-Szenario zu unterstützten und auszulösen. Ebenfalls muss auch das Zielgerät ein Fallback auf G.711 unterstützen.

4.15.2 ECM

Das ECM sollte bei Faxübertragung über den SIP-Trunk deaktiviert werden.

Erklärung: Moderne Faxgeräte haben das Error Correction Mode (kurz ECM) integriert. Bei Verwendung von ECM wird das zu empfangene Dokument in Segmente zerlegt, gespeichert und auf Fehler überprüft. Mit Fehler behaftete Segmente werden beim Sender neu angefordert.

Durch die Neuanforderung von fehlerhaften Segmenten steigt die Übertragungsdauer. Das sollte vermieden werden, da bei einer längeren Übertragungsdauer die Gefahr von Laufzeitschwankungen oder Paketverlusten zunimmt. Dies kann wiederum schnell zu einem Abbruch der Übertragung führen. Die Übertragung ist dann abhängig von der Leitungsqualität und der Qualität der verwendeten Faxgeräte.

5. Technische Details SIP-Trunk Premium und Basic

Basic Premium

Bei den Produkten SIP-Trunk Premium und Basic muss sich die IP-PBX in bestimmten Zeitabständen zur Authentifizierung am M-net Vermittlungssystem registrieren.

Damit die SIP- und RTP-Pakete auch das M-net Vermittlungssystem erreichen, sind folgende Domains bzw. IP-Adressen und Protokollversion in Ihrer IP-PBX bzw. Ihrer Firewall zu administrieren.

Protokolle	**IP-Adressen und Ports der Domain business.mnet-voip.de**
Signalisierung (SIP)	62.216.220.1 und 62.216.221.1 * Port 5060
Mediadaten (RTP)	62.216.222.1 und 62.216.222.33 Portrange: 16384 - 65535
Verschlüsselung (TLS/SRTP)	62.216.220.1 und 62.216.221.1 * Port 5061
Internet Protocol Version (IPv)	4

**Bitte beachten Sie, dass Ihre IP-PBX die RFC 3263 richtig erfüllt. Ansonsten tragen Sie nur eine IP ein um die IP-PBX am M-net Vermittlungssystem zu registrieren.*

Im Weiteren sind für die Authentifizierung ihrer IP-PBX am M-net Vermittlungsystem Zugangsdaten erforderlich, die ihnen, bzw. dem Vertragsnehmer im Kundenportal zur Verfügung gestellt werden. Diese Zugangsdaten sind vertraulich.

5.1 Registrierungsablauf der IP-PBX am M-net Vermittlungssystem

Für die Registrierung am M-net Vermittlungssystem muss die IP-PBX das SIP Digest Authentication Verfahren nach RFC 3261 anwenden. Hierbei sendet die IP-PBX eine Registrierungsanfrage (REGISTER

Request) zum M-net Vermittlungssystem. Die von der IP-PBX geschickte Registrierungs-Nachricht muss ein Request-URI enthalten.

Das M-net Vermittlungssystem antwortet darauf mit einer Aufforderung zur Authentifizierung, einer sogenannten Challenge-Message in Form einer „SIP 401 unauthorized“ worauf die IP-PBX eine weitere Registrierungsanfrage mit den Authentifizierungsdaten (REGISTER Request mit Authorization Header) sendet. Die erfolgreiche Registrierung wird vom M-net Vermittlungssystem mit „200 OK“ bestätigt.

REGISTER sip:business.mnet-voip.de SIP/2.0	Request Line
Via: SIP/2.0/UDP 192.168.178.105:5060;branch=z9hG4bK2C9A3769C6313C10984FD43DF38CCA61;rport From: <sip:**SIP-Benutzername@business.mnet-voip.de**>;tag=66F7C598C1313C1097BAD43DF38CCA61 To: <sip: **SIP-Benutzername@business.mnet-voip.de**> Call-ID: 1216C19BC1313C1097BBD43DF38CCA61 CSeq: 75 REGISTER Contact: sip:**SIP-Benutzername**@192.168.178.105:5060;transport=udp;line=66F7C598C1313C1097BAD43DF38CCA61 Max-Forwards: 70 Allow: ACK, BYE, CANCEL, INFO, INVITE, NOTIFY, MESSAGE, SUBSCRIBE, UPDATE, PRACK, REFER Supported: 100rel, replaces User-Agent: IP-PBX Expires: 1200 Authorization: Digest algorithm=MD5, username=„**SIP-Benutzername**", uri="sip:business.mnet-voip.de", realm="business.mnet-voip.de", nonce="5e26d6cd8985", qop=auth, nc=00000001, cnonce="9CDE3769C6313C109850D43DF38CCA61", response="93b50ca42de713fe3655b32234d660d0" Content-Length: 0	Message Header (SIP)

Abbildung 2: Beispiel eines REGISTER Requests bei Registrierung auf der Domain business.mnet-voip.de

In der Request Line stehen der Method-Name (REGISTER) und die Request-URI (hier der Realm, an den die Registrierungsanfrage geschickt werden soll)

Im Message Header muss bei der Registrierung im FROM- und TO-Header den SIP-Benutzernamen, sowie im Host-Part der M-net Domain-Name enthalten sein.

Im Contact-Header sollte im Host-Part die (private) IP-Adresse des Endpunktes, an dem der SIP-Trunk terminiert wird (z. B. die IP-PBX) eingetragen werden.

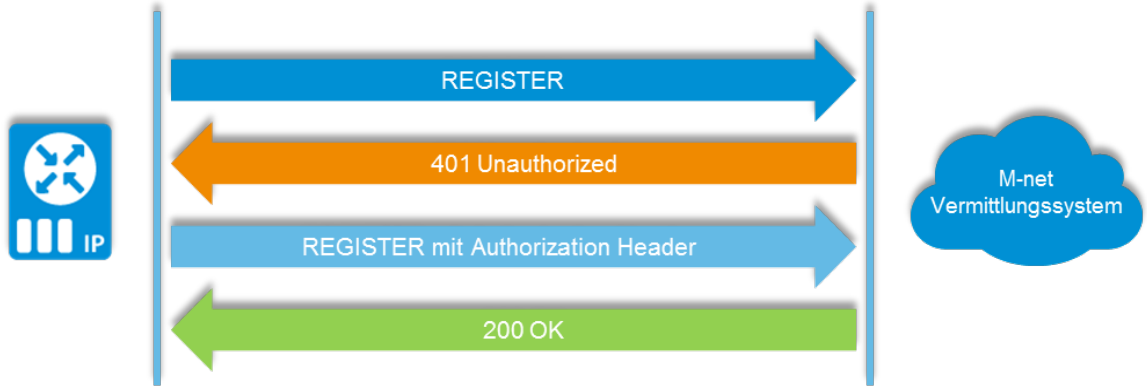
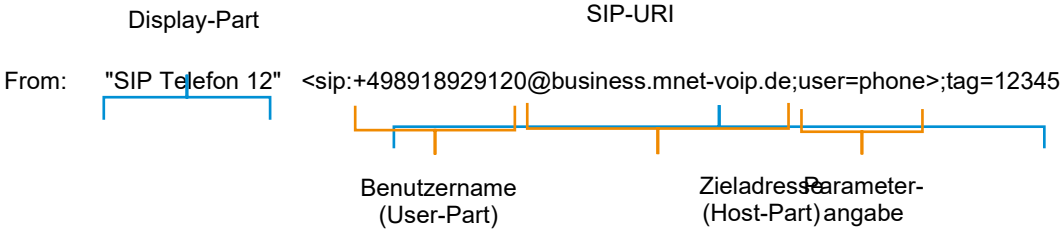


Abbildung 3: Beispiel Registrierungsablauf bei der Registrierung

5.2 Aufbau der SIP-Header Felder und SIP-URI in INVITE / UPDATE -Nachrichten

Das Header Field besteht aus dem Display-, User- und Host Part. User- und Host-Part bilden wiederum den SIP-URI (auch SIP-Adresse). Der SIP-URI dient der Adressierung von Teilnehmern auf SIP Basis und ist im RFC 3261 definiert. Außerdem können in einer SIP-URI weitere Parameter mitgesendet werden. Im unten angegeben Beispiel ist das „user=phone“. Mit dieser Parameterangabe wird besagt, dass es sich bei der betreffenden Zahlenkombination in der SIP-URI um eine PSTN-Rufnummer handelt.



Beispiel und Aufbau eines Header Field (hier FROM-Header) in einer INVITE-Nachricht

5.3 Verwendung von DNS – Domain Name System

Das Domain Name System (kurz DNS) ist ein Internetdienst, der die Anfragen zur Namensauflösung beantwortet.

Da das M-net Vermittlungssystem aus Redundanzgründen an zwei Standorten in Betrieb ist, können bei der Auflösung der Domain business.mnet-voip.de auch zwei unterschiedliche IP-Adressen zurückgegeben werden.

5.3.1 Empfehlung: SRV-Records

Verarbeitet die IP-PBX nur A-Records, so wird jeweils eine IP-Adresse vom DNS-Server an die IP-PBX zurückgegeben.

Damit die IP-Adressen inkl. einer Priorisierung der Standorte des M-net Vermittlungssystems vom DNS-Server an die IP-PBX zurückgegeben werden, wird die Verwendung von SRV-Records empfohlen.

5.4 Konfiguration mehrerer SIP-Trunk Accounts auf einer IP-PBX

5.4.1 Unterschiedliche CONTACT-Header für SIP REGISTER und INVITE

In Summe können maximal 12 M-net SIP-Trunk Accounts auf einer IP-PBX, bzw. auch auf einem Cloud-System auf mehreren verschiedenen IP-PBXen betrieben werden. Wenn die IP-PBX bzw. alle IP-PBXen jegliche SIP-Nachrichten immer von der gleichen Source IP-Adresse und Port zum M-net SBC schicken und der CONTACT-Header in den REGISTER- und INVITE- Nachrichten unterschiedlich ist, sind für die Erweiterung, ab dem 2. Account, folgende Konfigurationseinträge in der IP-PBX (Feld: Outbound-Proxy) zu verwenden:

Einträge	**FQDN** (Outbound-Proxy)	*IP-Adressen (DNS-Auflösung) informativ*
Für den **2. SIP-Trunk Account**	**business02.mnet-voip.de**	*62.216.220.2, 62.216.221.2*
Für den **3. SIP-Trunk Account**	**business03.mnet-voip.de**	*62.216.220.3, 62.216.221.3*
Für den **4. SIP-Trunk Account**	**business04.mnet-voip.de**	*62.216.220.4, 62.216.221.4*
Für den **5. SIP-Trunk Account**	**business05.mnet-voip.de**	*62.216.220.5, 62.216.221.5*
Für den **6. SIP-Trunk Account**	**business06.mnet-voip.de**	*62.216.220.6, 62.216.221.6*
Für den **7. SIP-Trunk Account**	**business07.mnet-voip.de**	*62.216.220.7, 62.216.221.7*
Für den **8. SIP-Trunk Account**	**business08.mnet-voip.de**	*62.216.220.8, 62.216.221.8*
Für den **9. SIP-Trunk Account**	**business09.mnet-voip.de**	*62.216.220.9, 62.216.221.9*
Für den **10. SIP-Trunk Account**	**business11.mnet-voip.de**	*62.216.220.11, 62.216.221.11*
Für den **11. SIP-Trunk Account**	**business12.mnet-voip.de**	*62.216.220.12, 62.216.221.12*
Für den **12. SIP-Trunk Account**	**business13.mnet-voip.de**	*62.216.220.13, 62.216.221.13*

Die FQDNs werden über jeden DNS-Server aufgelöst, die DNS-Konfiguration entspricht RFC 3263: Locating SIP Servers und gewährleistet M-net-seitig die Redundanz der Vermittlungssystems. Diese Redundanz ist nicht gegeben, wenn kundenseitig

- die IP-PBX keine Verbindung zu einem DNS-Server hat -oder
- die IP-PBX RFC 3263 nicht unterstützt oder
- nur eine IP-Adresse im Proxy-Feld der IP-PBX eintragen werden kann bzw. ist
  In dem unwahrscheinlichen Fall, dass die gewählte IP-Adresse nicht erreichbar sein sollte, tragen Sie bitte die zweite IP-Adresse als Proxy ein.

5.4.2 Gleiche CONTACT-Header für SIP REGISTER und INVITE

Sie können auch unbegrenzt M-net SIP-Trunk Accounts auf einer IP-PBX, sowie auch auf einem Cloud-System auf mehreren verschiedenen IP-PBXn betreiben. Wenn die IP-PBX bzw. alle IP-PBXn jegliche SIP-Nachrichten immer von der gleichen Source IP-Adresse und Port zum M-net SBC schicken und der CONTACT-Header in den REGISTER- und INVITE- Nachrichten immer gleich ist, muss dazu folgende Konfiguration in der IP-PBX vorgenommen werden:

Hinweis zum Outbound-Proxy	**FQDN**
Für **alle SIP-Trunk Accounts** verwenden Sie bitte den Outbound-Proxy:	sip1proxy.mnet-voip.de

Beispiele: REGISTER und INVITE Nachricht mit gleichem CONTACT-Header mit Verschlüsselung (TLS)

REGISTER sip:business.mnet-voip.de;transport=tls SIP/2.0	Request Line
Via: SIP/2.0/TLS 3.123.102.62:5061;branch=z9hG4bK23de.443cd36b23de4202dda5935b5d3321e5.0;i=351;rport From: <sip: **SIP-Benutzername**@business.mnet-voip.de>;tag=8f26c50e-3150-4554-90e8-84037034c146 To: <sip: **SIP-Benutzername**@business.mnet-voip.de> Call-ID: fdb9429e-4158-48b3-892b-ae891387829e CSeq: 119919 REGISTER Expires: 490 Allow: OPTIONS, REGISTER, SUBSCRIBE, NOTIFY, PUBLISH, INVITE, ACK, BYE, CANCEL, UPDATE, PRACK, MESSAGE, REFER Max-Forwards: 69 User-Agent: IP-PBX Authorization: Digest username="**SIP-Benutzername**", realm="business.mnet-voip.de", nonce="82e0a141ccb4", uri="sip:sip1proxy.mnet-voip.de;transport=tls", response="d9e6a71a8fcbc29ea9005f022aeae518", algorithm=MD5, cnonce="f80477f73f264ff0b9587d9f393c5bf2", qop=auth, nc=00000001 Content-Length: 0 **Contact: <sip:SIP-Benutzername@192.168.178.105:5061;tid=6467929d-bjqmryt;transport=tls>**	Message Header (SIP)

INVITE sip:+4989XXX123@sip1proxy.mnet-voip.de;transport=tls SIP/2.0	Request Line
Via: SIP/2.0/TLS 192.168.178.123:5061;branch=z9hG4bKc80e.6b2474a9a2a7b35eed49d62059a80c14.0;i=351;rport From: "+498918XXXXX24" <sip:+498918XXXXX24@business.mnet-voip.de>;tag=bbea55a0-04bc-4732-b35f-c9fee6238563 To: <sip:+4989XXX123@sip1proxy.mnet-voip.de> Call-ID: 2fb28767-680e-440b-b1b2-b25c0e613e08 CSeq: 21166 INVITE Allow: OPTIONS, REGISTER, SUBSCRIBE, NOTIFY, PUBLISH, INVITE, ACK, BYE, CANCEL, UPDATE, MESSAGE, REFER Supported: timer, replaces, norefersub, histinfo Session-Expires: 1800 Min-SE: 90 P-Asserted-Identity: <sip:+498918XXXXX24@business.mnet-voip.de> Max-Forwards: 69 User-Agent: IP-PBX Content-Type: application/sdp Content-Length: 444 **Contact: <sip:SIP-Benutzername@192.168.178.107:5061;tid=6467929d-bjqmryt;transport=tls>** v=0 o=- 2031036155 2031036155 IN IP4 192.168.178.123 s=Asterisk c=IN IP4 192.168.178.123 t=0 0 m=audio 19600 RTP/SAVP 9 8 101 a=maxptime:150 a=rtpmap:9 G722/8000 a=rtpmap:8 PCMA/8000 a=rtpmap:101 telephone-event/8000 a=fmtp:101 0-16 a=sendrecv a=rtcp:31725 a=crypto:1 AES_CM_128_HMAC_SHA1_80 inline:gEQhsA8Jc1JWan7UXJKEyeMtbKCqKjd9hG4HEobQ a=crypto:2 AES_CM_128_HMAC_SHA1_32 inline:hLmPw+kz7tvS+5kQmJRXcPvSvXxc+z+JflOHMlBa a=ptime:20	Message Header (SIP)

5.5 Verschlüsselung (optional)

5.5.1 TLS und SRTP

SIP-Pakete werden mit dem Transport Layer Security Protokoll, kurz TLS verschlüsselt. Das M-net Vermittlungssystem unterstützt ausschließlich TLS 1.2 (Mindestversion) und TLS 1.3. Als Grundlage für TLS gilt der RFC 8446.

Für die Verschlüsselung der RTP-Pakete zwischen IP-PBX und M-net Vermittlungssystem wird das Secure Real-Time Transport Protocol, kurz SRTP verwendet. Der Schlüsselaustausch für SRTP findet im Session Description Protocol (SDP) in Klarschrift statt. Damit der Austausch gesichert abläuft, ist zuvor eine Verschlüsselung der Signalisierung mit TLS erforderlich.

5.5.2 TLS und SRTP nur gemeinsam

Da die Verschlüsselung mit TLS und SRTP gemeinsam sinnvoll ist, lässt das M-net Vermittlungssystem auch nur eine gemeinsame Verschlüsselung von SIP und RTP (d.h. TLS und SRTP) zu.

Eine ausschließliche Verschlüsselung von RTP (SRTP) - ohne TLS - wird vom M-net Vermittlungssystem mit einem Fehlercode abgelehnt.

5.5.3 Erhöhte Sicherheit: Das Perfect Forward Secrecy Verfahren

Um die Sicherheit nochmals zu erhöhen, unterstützt M-net bei der Verschlüsselung das sogenannte Perfect Forward Secrecy Verfahren. Dadurch ist auch ein nachträgliches Entschlüsseln eines aufgezeichneten Nachrichtenstroms unmöglich.

5.5.4 SIPS (SIP Secure)

Das M-net Vermittlungssystem unterstützt den SIPS-Standard nicht in abgehenden Nachrichten und ignoriert SIPS URI Einträge in ankommenden Nachrichten.

Normalerweise werden SIP-Pakete über UDP gesendet. Damit eine verschlüsselte Verbindung von der IP-PBX initiiert werden kann, wird allerdings das Transmission Control Protocol (TCP) und der Destination-Port 5061 verwendet.

Die Festlegung auf TCP und dem Destination-Port 5061 wird eigentlich von der IP-PBX vorgenommen, in dem in der initialen INVITE-Nachricht bei einem abgehenden Call als Request-URI entweder ein SIP oder eine SIPS URI eingetragen wird.

- Beispiel URI (ohne SIPS): INVITE sip:452000@business.mnet-voip.de SIP/2.0
- Beispiel URI (mit SIPS): INVITE sips:452000@business.mnet-voip.de SIP/2.0

Danach wird die Verbindung über TCP aufgebaut.

Somit muss die Umstellung von UDP auf TCP bzw. TLS und die Änderung des Ports von 5060 auf 5061 manuell in der IP-PBX vorgenommen werden.

5.5.5 Cipher Suite

Um eine gesicherte Verbindung mit TLS aufzubauen, wird im Protokoll durch die Cipher Suite festgelegt, welche Algorithmen verwendet werden sollen. Die Cipher Suite besteht aus einer Kombination von vier Algorithmen:

1. Schlüsselaustausch (Beispiel: RSA, DH etc.)
2. Authentifizierung (Beispiel: RSA, DSA etc.)
3. Hashfunktion (ausschließlich SHA)
4. Verschlüsselung (u. a. DES, IDEA, AES)

Folgende TLS Cipher Suites werden vom M-net Vermittlungssystem unterstützt:

TLS_DHE_RSA_WITH_AES_128_CBC_SHA (dh 1024)
TLS_DHE_RSA_WITH_AES_128_CBC_SHA256 (dh 1024)
TLS_DHE_RSA_WITH_AES_128_CCM (dh 1024)
TLS_DHE_RSA_WITH_AES_128_CCM_8 (dh 1024)
TLS_DHE_RSA_WITH_AES_128_GCM_SHA256 (dh 1024)
TLS_DHE_RSA_WITH_AES_256_CBC_SHA (dh 1024)
TLS_DHE_RSA_WITH_AES_256_CBC_SHA256 (dh 1024)
TLS_DHE_RSA_WITH_AES_256_CCM (dh 1024)

TLS_DHE_RSA_WITH_AES_256_CCM_8 (dh 1024)
TLS_DHE_RSA_WITH_AES_256_GCM_SHA384 (dh 1024)
TLS_ECDHE_RSA_WITH_AES_128_CBC_SHA (secp256r1)
TLS_ECDHE_RSA_WITH_AES_128_CBC_SHA256 (secp256r1)
TLS_ECDHE_RSA_WITH_AES_128_GCM_SHA256 (secp256r1)
TLS_ECDHE_RSA_WITH_AES_256_CBC_SHA (secp256r1)
TLS_ECDHE_RSA_WITH_AES_256_CBC_SHA384 (secp256r1)
TLS_ECDHE_RSA_WITH_AES_256_GCM_SHA384 (secp256r1)
TLS_RSA_WITH_AES_128_CBC_SHA (rsa 2048)
TLS_RSA_WITH_AES_128_CBC_SHA256 (rsa 2048)
TLS_RSA_WITH_AES_128_CCM (rsa 2048)
TLS_RSA_WITH_AES_128_CCM_8 (rsa 2048)
TLS_RSA_WITH_AES_128_GCM_SHA256 (rsa 2048)
TLS_RSA_WITH_AES_256_CBC_SHA (rsa 2048)
TLS_RSA_WITH_AES_256_CBC_SHA256 (rsa 2048)
TLS_RSA_WITH_AES_256_CCM (rsa 2048)
TLS_RSA_WITH_AES_256_CCM_8 (rsa 2048)
TLS_RSA_WITH_AES_256_GCM_SHA384 (rsa 2048)
TLS_DHE_RSA_WITH_AES_128_CBC_SHA (dh 1024)

Welche Cipher Suite endgültig verwendet wird, hängt davon ab, auf welche Suite sich die IP-PBX und das M-net Vermittlungssystem einigen. Grundsätzlich wird die höchstpriorisierte Suite verwendet.

5.5.6 Der Verschlüsselungsablauf (TLS-Handshake)

Vier Schritte werden beim TLS-Handshake durchlaufen (Beispiel):

1. Bevor die eigentliche Verbindung aufgebaut wird, signalisiert die IP-PBX mit der Nachricht „Client Hello“ den Verschlüsselungswunsch. Mit dieser Nachricht werden u. a. auch die möglichen Cipher Suites an das M-net Vermittlungssystem geschickt.
2. Das M-net Vermittlungssystem antwortet mit einem „Server Hello“. Auch in dieser Nachricht wird u. a. die zu verwendete Cipher Suite mitgesendet.
3. In diesem Schritt identifiziert sich das M-net Vermittlungssystem gegenüber der IP-PBX und sendet ein entsprechendes Zertifikat und ein Intermediate-Zertifikat mit (inkl. öffentlichen Schlüssel).
4. Die IP-PBX identifiziert sich gegenüber dem M-net Vermittlungssystem und verifiziert die erhaltenen Zertifikate. Damit die Verifizierung durchgeführt werden kann, ist der Zertifikats-Pfad (Certificate Chain) ausschlaggebend. Die IP-PBX verschlüsselt das sogenannte „pre-master-Secret“ mit dem öffentlichen Schlüssel und sendet dieses zurück zum M-net Vermittlungssystem. Das „pre-master-Secret“ kann nur mit dem privaten Schlüssel entschlüsselt werden
5. Aus dem „pre-master-secret“ kann jetzt das „Master Secret“ abgeleitet werden. Daraus wiederum ein wird der einmalige Sitzungsschlüssel generiert. Dieser Schlüssel wird während der gesamten Verbindung zum Ver- und Entschlüsseln der SIP-Pakete genutzt.

Erst nach erfolgreichem TLS-Handshake wird die Verbindung aufgebaut. Tritt während des beschriebenen Vorgangs ein Fehler auf, wird die Verbindung unterbrochen. Nun kann auch der Schlüsselaustausch für SRTP stattfindet.

5.5.7 Verschlüsselung Konfigurationsschritte für die IP-PBX

M-net stellt für die Verschlüsselung ein vertrauenswürdiges Root-Zertifikat zum Download zur Verfügung. Damit die SIP- und RTP-Pakete verschlüsselt übertragen werden, führen Sie bitte folgende Schritte durch:

1. Das Root-Zertifikat muss heruntergeladen und in der IP-PBX hinterlegt werden. Aktivieren Sie ggf. in der IP-PBX die Funktion zum Überprüfen des Zertifikates.
2. Nun muss die IP-PBX von UDP und Port 5060 auf TCP und Port 5061 umkonfiguriert werden und SRTP konfiguriert werden.
3. a) Für IP-PBXs mit einem SIP Trunk Account: Der FQDN business.mnet-voip.de muss verwendet werden.

   b) Für IP-PBXs mit mehreren SIP Trunk Account: es gelten die Informationen wie unter Kapitel „5.4“.

4. Konfiguration abschließen

Die IP-PBX baut jetzt eine TCP-Verbindung auf, darüber dann eine TLS-Verbindung, und über diese TLS-Verbindung können dann SIP-Nachrichten geschickt werden.

6. Backup

Premium

Voraussetzung für die Verwendung von Backup ist ein weiterer VoIP-Ready Access (Weitere Informationen zum Access finden Sie im Kapitel 9), der als Backup-Leitung betrieben wird. Fällt die erste Leitung aus, wird auf die Backupleitung per VRRP-Protokoll umgeschaltet. Hierbei sind folgende Punkte zu beachten, um die Ausfallzeit seitens der IP-PBX so gering wie möglich zu halten.

6.1 IP-PBX ohne NAT

Wird die IP-PBX ohne NAT betrieben, wird für die Dauer der Umschaltung kein Audio übertragen. Die aktiven SIP-Verbindungen bleiben i. d. R. in dieser Zeit bestehen. Neben den (S)RTP-Paketen können während der Umschaltphase auch keine SIP-Nachrichten mit dem M-net Vermittlungssystem ausgetauscht werden.

Sollte die IP-PBX während des Zeitraums der Umschaltung ein re-REGISTER senden, kann dies zu einem Abbruch aller aktiven SIP-Verbindungen führen, da die Anfrage vom M-net Vermittlungssystem nicht beantwortet werden kann. Die IP-PBX ist dann erst nach einer Neuregistrierung erreichbar.

6.2 IP-PBX mit NAT

Wird die IP-PBX hinter NAT betrieben, werden alle aktiven SIP-Verbindungen unterbrochen. Die IP-PBX muss nach der Umschaltung erst eine neue Registrierungsanfrage an das M-net Vermittlungssystem senden (kein re-Register).

Erst nach einer Neuregistrierung ist die IP-PBX wieder erreichbar. Dies gilt auch bei einer Umschaltung von der Backup- auf die Erstleitung. Wann die IP-PBX die Anfrage sendet, ist von Hersteller zu Hersteller unterschiedlich.

7. SIP-Trunk Static Mode

Static Mode

Bei der Produktvariante SIP-Trunk Static Mode ist keine Registrierung erforderlich.

Die Anbindung der IP-PBX erfolgt ausschließlich über M-net Access (VoIP-Ready) an das M-net Vermittlungssystem.

Die IP-PBX muss allerdings mit einer statischen IP-Adresse und einer statischen Portnummer konfiguriert werden. Diese werden im M-net Vermittlungssystem hinterlegt. Die IP-PBX sendet wiederum SIP- und RTP-Daten nur an die statische IP-Adresse und statischen Port des M-net Vermittlungssystems. Diese Daten werden von M-net mitgeteilt und müssen in der IP-PBX oder im E-SBC hinterlegt werden. Auch die Firewall muss für die verwendeten statischen IP-Adressen und Ports geöffnet werden.

Auch beim SIP-Trunk Static Mode gibt es mehrere Optionen, die IP-PBX an das M-net Vermittlungssystem anzuschalten. Die individuellen Konfigurationen sind im Rahmen einer bilateralen Projekt- und Inbetriebnahme-Beratung abzustimmen und zu testen.

7.1 Verwendete IP-Protokollversionen, Domains, IP-Adressen und Ports

Protokolle	IP-Adressen und Ports der Domain business.mnet-voip.de
Signalisierung (SIP)	Standort 1: 62.216.220.10 oder FQDN business10-wei.mnet-voip.de Standort 2: 62.216.221.10 oder FQDN business10-hwk.mnet-voip.de Port 5060
Mediadaten (RTP)	80.81.4.186 und 80.81.4.203 Portrange: 16384 - 65535
Internet Protocol Version (IPv)	4

Auf Ihrer IP-PBX muss die Signalisierungs-IP(s) oder die FQDN(s) als (Outbound-)Proxy konfiguriert werden. Nur wenn Ihre IP-PBX keine Verbindung zu einem DNS-Server hat (die FQDNs werden über jeden öffentlichen DNS-Server aufgelöst) oder wenn Ihre IP-PBX es nicht erlaubt, einen FQDN als Outbound-Proxy zu konfigurieren, dann tragen Sie bitte eine von beiden IP Adressen ein.

7.2 Static Mode ohne Redundanz

Bei dieser Anschaltung wird die IP-PBX über (nur) einen M-net VoIP Ready Access, mit (nur) einem SBC des M-net Vermittlungssystem verbunden. Damit die IP-PBX erfolgreich VoIP-Daten (SIP/RTP) sendet und empfängt, konfigurieren Sie bitte wie unter 7.1 beschrieben den (Outbound-)Proxy auf der IP-PBX mit der abgesprochenen M-net SIP-Signalisierung-IP respektive FQDN.

Außerdem müssen die statische IP-Adresse und der statische Port in der Firewall freigegeben werden. Gleichzeitig werden die statische IP-Adresse und Port der IP-PBX im M-net Vermittlungssystem hinterlegt.

Bei gehendem INVITE muss die IP-PBX einen P-Asserted-Identity-Header (PAI) mit der Hauptrufnummer oder DDI aufsetzen. Weitere Informationen im Kapitel 8.1.1.1.

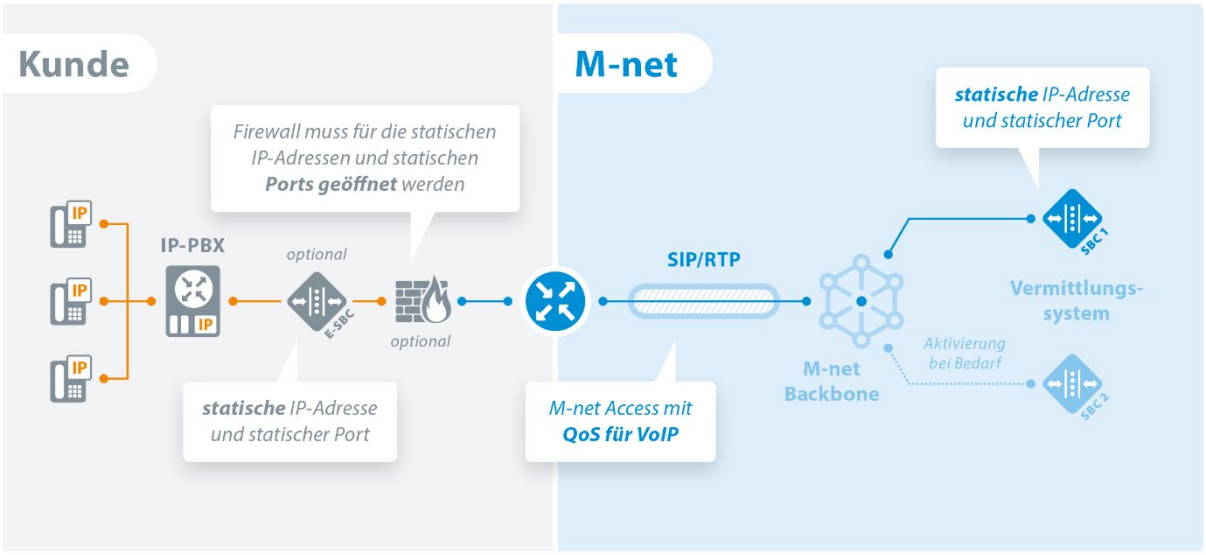


Abbildung 4: Beispiel Einfache Anschaltung einer IP-PBX im SIP-Trunk Static Mode

7.3 Static Mode mit Loadbalancing

Da das M-net Vermittlungssystem georedundant aufgebaut ist, besteht auch die Möglichkeit, den VoIP-Verkehr von der bzw. zur IP-PBX mit dem sogenannten Loadbalancing auf beide M-net Instanzen gleichmäßig zu verteilen. Ziel der SIP- und RTP-Daten, die von der IP-PBX gesendet werden, sind zwei je Instanzen, mit unterschiedliche statische IP-Adressen und Ports des M-net Vermittlungssystems. Die IP-PBX sollte gehende Verbindungen über beide Signalisierungswege gleich verteilen, das M-net Vermittlungssystem verteilt kommende Gespräche ebenfalls gleich auf beide Signalisierungswege (50:50).

Beide statischen IP-Adressen oder FQDNs und Ports des M-net Vermittlungssystems sind in der IP-PBX als (Outbound-)Proxy einzutragen (siehe Kap. 7.1). Dafür sind kundenseitig jeweils die statischen IP-Adressen, sowie der statische Port gemäß der Projektierungsabsprachen in der Firewall freizugeben. In gleicher Weise administriert M-net das Vermittlungssystem.

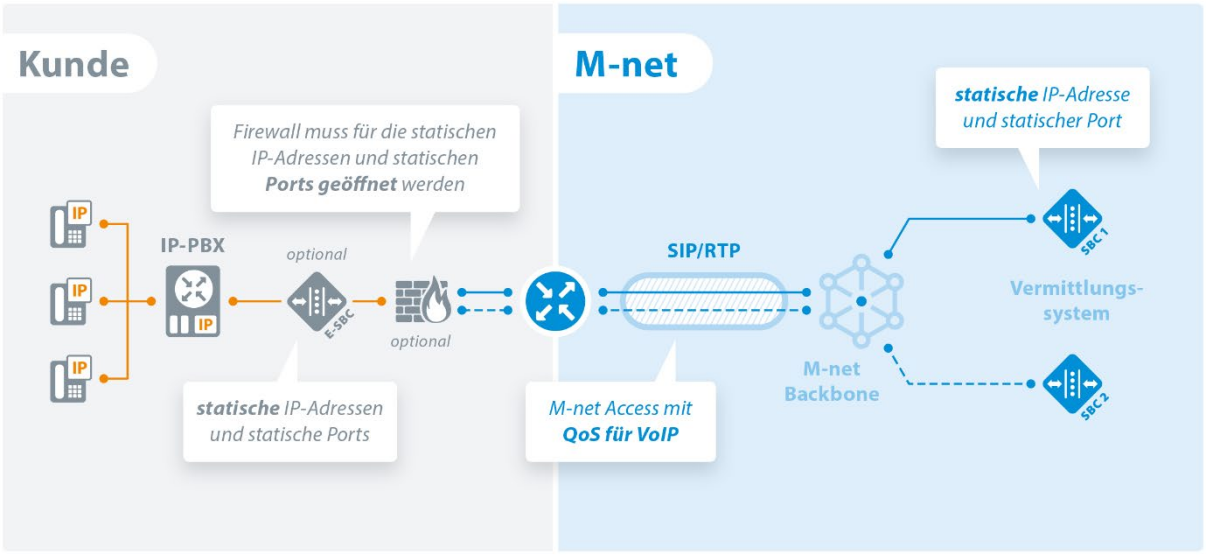


Abbildung 5: Anschaltung einer IP-PBX im SIP-Trunk Static Mode und Loadbalancing

7.4 Static Mode mit 1:1 Redundanz und Loadbalancing

Eine weitere Implementierungsstufe ist Redundanz inklusive Loadbalancing. Die SIP-Konfiguration für das Loadsharing wird grundsätzlich wie in Kapitel 7.3 realisiert. Für die Redundanz werden in diesem Fall zwei M-net Access (VoIP-Ready) verwendet, die über das M-net Backbone Netz jeweils einem der beiden Standorte des M-net Vermittlungssystem zugeführt werden. Der Vorteil bei dieser Variante ist, dass die beiden Access unterschiedlich ausgelastet werden können (Loadbalancing). Im Besonderen ist bei dieser Realisierung zu beachten, dass beide Accesse in der Lage sein müssen, die gesamte Kanalzahl zu übertragen, um bei Ausfall eines Accesses keine IP-Überlast zu erzeugen, die ggf. einen temporären oder kompletten Systemausfall nach sich zieht.

Standardmäßig ist Standort 1 des M-net Vermittlungssystems die Hauptroute. Standort 2 kann als Alternativroute verwendet werden. Die Auslastung der beiden Routen wird anhand einer Gewichtung festgelegt. Kundenseitige Voraussetzung sind zwei IP-PBX-Instanzen und/oder zwei E-SBC, die jeweils mit der statischen IP-Adresse und dem statischen Port der beiden Standorte konfiguriert werden. Im M-net Vermittlungssystem werden am Standort 1 und am Standort 2 wiederum die statischen IP-Adressen und die statischen Ports der IP-PBXen bzw. der E-SBC gemäß der Projektabsprachen hinterlegt.

Bei abgehendem INVITE muss die IP-PBX einen P-Asserted-Identity-Header (PAI) mit der Hauptrufnummer oder DDI aufsetzen. Weitere Informationen zur INVITE Nachricht sind im Kapitel 8.1.1.1 zu finden

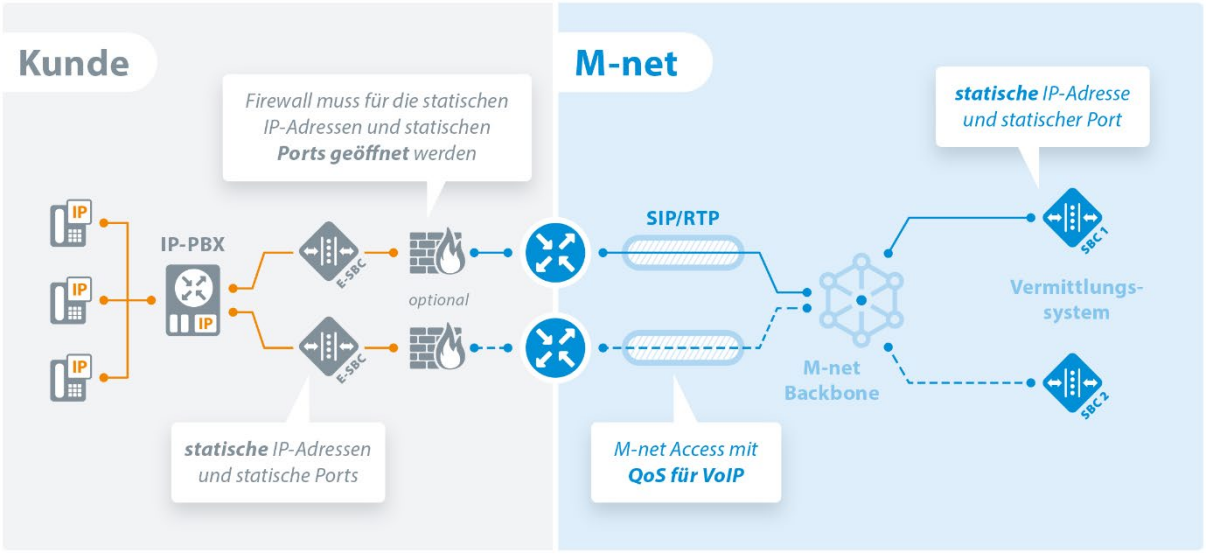


Abbildung 6: Anschaltung eines SIP-Trunk Accounts im SIP-Trunk Static Mode mit Redundanz und Loadbalancing

7.5 Static Mode mit Redundanz und Loadbalancing bei Vollvermaschung

Die komplexeste Variante stellt Redundanz inkl. Loadbalancing mit Vollvermaschung dar. Die Anschaltung ist grundsätzlich wie in Kapitel 7.4 realisiert. Die Vollvermaschung bedingt, dass die kundenseitigen E-SBCs in der Lage sein müssen, Querwege zwischen den beiden M-net Accessen zu verwalten.

Beide E-SBCs werden sowohl mit der statischen IP-Adresse oder FQDN und dem statischen Port des Standortes 1 konfiguriert als auch mit der statischen IP-Adresse oder FQDN und dem statischen Port des Standortes 2 konfiguriert (siehe dazu auch Kapitel 7.1). Im M-net Vermittlungssystem werden am Standort 1 und am Standort 2 wiederum die statischen IP-Adressen und die statischen Ports der IP-PBXen bzw. der E-SBCs hinterlegt.

Bei einem abgehenden INVITE muss die IP-PBX einen P-Asserted-Identity-Header (PAI) mit der Hauptrufnummer oder DDI aufsetzen. Weitere Informationen zur INVITE Nachricht sind im Kapitel 8.1.1.1 zu finden

Die schematische Darstellung entspricht der aus Kapitel 7.4, die erweiterte Redundanz bezieht sich nur auf die VoIP-Verbindung.

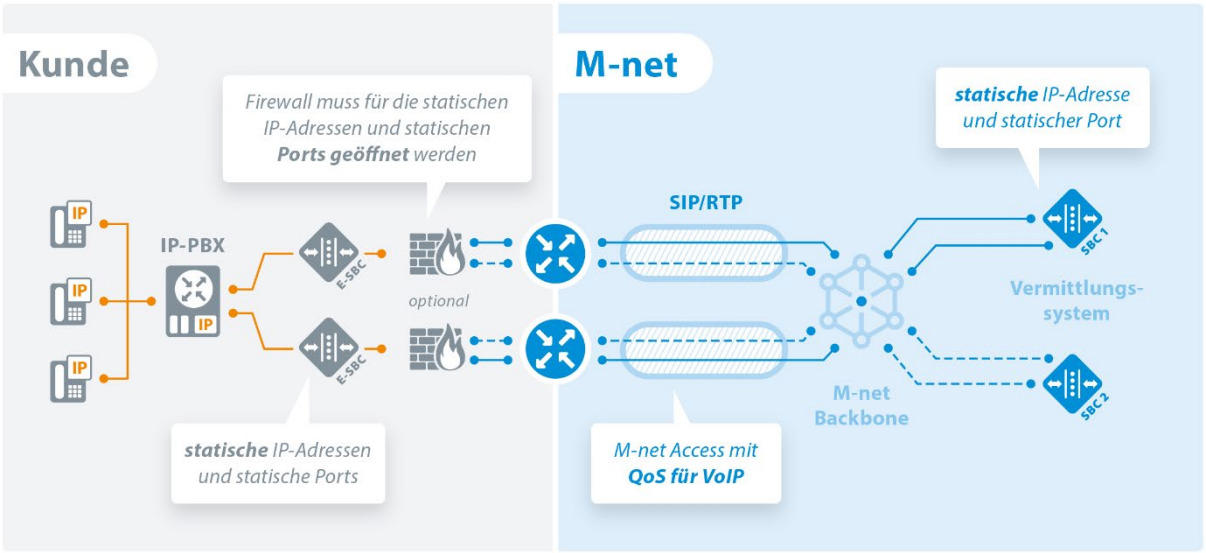


Abbildung 7: Anschaltung eines SIP-Trunk Accounts im SIP-Trunk Static Mode mit Redundanz und Loadbalancing bei Vollvermaschung

7.6 Verwendung mehrerer SIP-Trunk Accounts im SIP-Trunk Static Mode

Es besteht auch bei der Produktvariante SIP-Trunk Static Mode die Möglichkeit, mehrere SIP-Trunk Accounts zu verwenden. Hierbei ist es wichtig, dass je verwendeten SIP-Trunk Account, die IP-PBX im P-Asserted-Identity-Header (PAI) die Hauptrufnummer oder die DDI mitsendet. Weitere Informationen zur INVITE Nachricht ist im Kapitel 8.1.1 zu finden.

Es ist klarzustellen, dass M-net-seitig bzw. vertragsrechtlich jeder Vertrag eigene Zugangsdaten verwaltet, die nur und ausschließlich dem Vertragsnehmer ausgehändigt werden. Diese Zugangsdaten sind vertraulich. Sie werden insbesondere zur eindeutigen Zuordnung und Abrechnung der Verbindungsdaten verwendet. In diesem Zusammenhang gilt die Aussage „mehrere SIP-Trunk Accounts“ ausschließlich für ein Kundenverhältnis, dem mehrere SIP-Verträge zugeordnet sein können.

7.7 Verschlüsselung bei SIP-Trunk Static Mode

Bei der Produktvariante SIP-Trunk Static Mode wird die Verschlüsselung nur auf Projektbasis angeboten.

7.8 Zusammenfassung SIP-Trunk Static Mode

Bitte beachten Sie die folgenden Punkte:

1. In der IP-PBX und/oder im E-SBC muss die statische IP-Adresse und der statische Port des M-net Vermittlungssystems konfiguriert werden

2. Dem M-net Vermittlungssystem muss die statische IP-Adresse und der statische Port der IP-PBX bekannt sein.
3. Die IP-Adressen und Ports müssen auch in der Firewall freigegeben werden.
4. Bei abgehenden Anrufen muss die IP-PBX einen P-Asserted-Identity-Header (PAI) mit der Hauptrufnummer oder DDI aufsetzen

8. Telefonieren über den M-net SIP-Trunk

Basic Premium Static

Die folgenden Unterkapitel gelten für alle drei Produktvarianten.

8.1 SIP-Protokoll: gehende Verbindung

Um ein abgehendes Gespräch zu initiieren, muss von der IP-PBX eine SIP Request (SIP-Anfrage) in Form einer INVITE Nachricht gesendet werden.

8.1.1.1 INVITE Nachricht

INVITE sip:452000@business.mnet-voip.de SIP/2.0	Request Line
Via: SIP/2.0/UDP 192.168.178.123:5060;branch=z9hG4bK_AI2016Jul143556333452008398255;rport To: sip:452000@business.mnet-voip.de From: "SIP Telefon 12" <sip:+49891892912312@business.mnet-voip.de>;tag=12345 Call-ID: AI0AD3049CEB9CEF54@192.168.178.123 CSeq: 1 INVITE Allow: ACK,BYE,CANCEL,INVITE,NOTIFY,OPTIONS,PUBLISH,UPDATE,REFER,PRACK Allow-Events: presence,dialog,message-summary,refer Max-Forwards: 70 User-Agent: IP-PBX Supported: 100rel Content-Type: application/sdp Privacy: none Accept: application/sdp Contact: <sip:+49891892912312@192.168.178.123:5060;line=AI31A0DBF9D4721556> Content-Length: 281	Message Header (SIP)
v=0 o=ippbx 1831823547 1831823547 IN IP4 192.168.178.123 s=call c=IN IP4 192.168.178.123 t=0 0 m=audio 3000 RTP/AVP 8 9 101 a=rtpmap:8 PCMA/8000 a=rtpmap:9 G722/8000 a=rtpmap:101 telephone-event/8000 a=fmtp:101 0-15 a=sendrecv a=ptime:20 a=silenceSupp:off - - - -	Message Body (SDP)

Abbildung 8: Abgehende INVITE-Nachricht

Die INVITE-Nachricht setzt sich zusammen aus der Request Line, dem Message Header und dem Message Body.

Hinweis: Die SDP-Angaben zu den Session-Attributen (a) können je nach IP-PBX von angegeben Beispiel abweichen. Die IP-PBX muss mindestens den Sprachcodec G.711a unterstützen und anbieten.

Die im FROM-Header mitgesendete SIP-URI enthält die Hauptrufnummer oder die Nebenstelle (DDI) des M-net SIP-Trunk Accounts. Sie muss aus dem von M-net zugeteilten Rufnummernbereich stammen. Die Nummer ist im internationalen Format, entsprechend ITU-T Empfehlung E.164 und E.123, anzugeben. Die im FROM-Header wird zur Authentifizierung und Vergebührung des Anrufes verwendet. Im Host-Part des FROM-Headers muss die Domain business.mnet-voip.de eingetragen werden. Der Display Part des FROM-Headers wird nicht übertragen. Außerdem muss die IP-PBX den Statusparameter „user=phone“ unterstützen

Bei der Verwendung von CLIP –no screening kann eine beliebige Rufnummer im FROM-Header eingetragen werden. Hierzu bitte Kapitel 8.3.1.2 beachten.

Beispiel FROM-Header:

Display-Part SIP-URI

From: "SIP Telefon 12" <sip:+49891892912312@business.mnet-voip.de;user=phone>; tag=12345

Im TO-Header kann die Zielnummer abhängig vom Zielort angegeben werden:

	Beispiel
im internationalen Format mit „00“	004989452000
im internationalen Format mit führendem „+“	+4989452000
im nationalen Format	089452000
oder im lokalen Rufnummernformat	452000

Ein mitgeschickter P-preferred-identity-Header (PPI) wird vom M-net Vermittlungssystem nicht verwendet.

Wie im SIPConnect Standard 1.1 festgelegt, muss die IP-PBX einen P-Asserted-Identity-Header (PAI) mit der Hauptrufnummer oder DDI aufsetzen. Da es sich bei der sog. PAI um einen „trusted“ Header handelt, wird dieser vom M-net Vermittlungssystem neu aufgesetzt. Hierfür wird die verifizierte Rufnummer des FROM-Headers verwendet. Dies gilt nicht, wenn „CLIP no screening“ im M-net Vermittlungssystem aktiviert ist.

Der erste „via-Header“ in der INVITE-Nachricht muss mit dem „via-Header“ der REGISTER-Request übereinstimmen. Der „branch-Parameter“ ist davon ausgenommen. (vgl. „via-Header“ in „Beispiel einer initialen REGISTER Request“ und „Beispiel einer abgehenden INVITE Nachricht“)

8.1.1.2 Message Body

Im Message Body werden - mit Hilfe des SDP – u.a. den Codec, die die IP-PBX verwendet, dem Zielendgerät angeboten. Auch die Art des Medientyps, sowie Port und Protokolle für den Transport der Medienströme werden an das Ziel übermittelt. Neben diesen Informationen beinhaltet das SDP weitere Angaben zur initiierten Session (s. Kapitel 8.1.1.1 Beispiel einer abgehenden INVITE Nachricht)

8.1.2 Authentifizierung

Bei jedem abgehenden Verbindungsversuch wird die IP-PBX vom M-net Vermittlungssystem aufgefordert, diesen zu authentifizieren. Nach dem initialen INVITE schickt das M-net Vermittlungssystem ein „401 Unauthorized“ zurück. Daraufhin sendet die IP-PBX eine weitere INVITE Nachricht mit einem „Authorization-Header“.

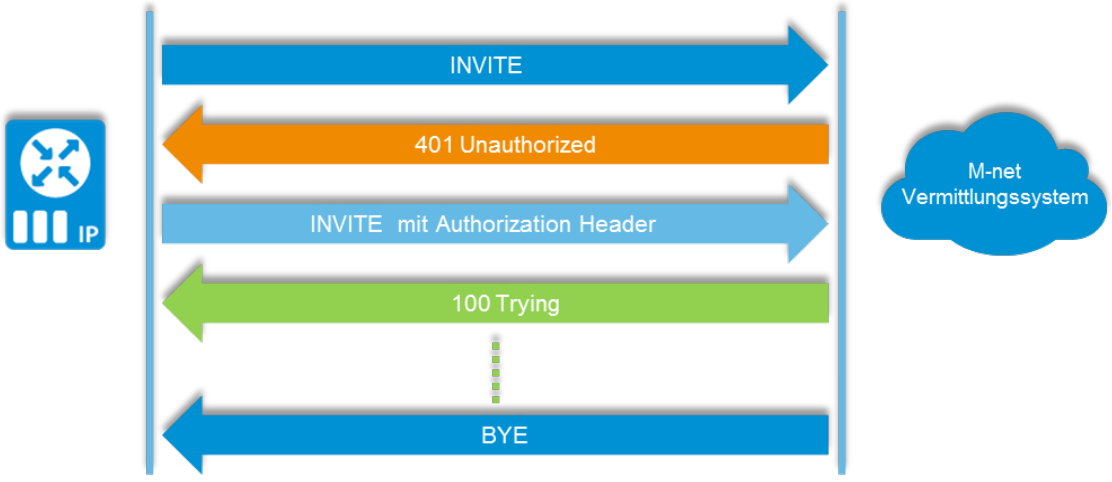


Abbildung 9: Beispiel Gesprächsauthentifizierung

Der Response 407 Proxy-Authentication Required wird vom M-net Vermittlungssystem nicht unterstützt bzw. angewendet.

8.2 SIP-Protokoll: kommende Verbindung

Wie bei einem abgehenden Gespräch, besteht auch die INVITE Nachricht bei einem ankommenden Gespräch aus der Request Line, dem Message Header und dem Message Body.

INVITE sip:+49891892912312@192.168.178.123:5060;line=AIB634BB98E7969A90 SIP/2.0	Request Line
Via: SIP/2.0/UDP 80.81.4.125:5060;rport;branch=z9hG4bK+2cfc8627adbc7973d123fc7cbc5ed7621+sip+5+a65bcda9 From: <sip:+4989452000@business.mnet-voip.de>;tag=business.mnet-voip.de+5+c2d1a919+aba6a05a To: <sip:+49891892912312@business.mnet-voip.de> CSeq: 565355236 INVITE Expires: 180 Content-Length: 221 Supported: resource-priority, histinfo Contact: <sip:ef8656f92d319f9b5a785123456789@business.mnet-voip.de:5060> Content-Type: application/sdp Call-ID: 0gQAAC8WAAACBAAALxYAAOLRAJdoAqpYCbqX9wa2bBweOfP9ycvHJs9dK5bUAihq@business.mnet-voip.de Max-Forwards: 56 History-Info: <sip:+49891892912312@osp.mnet-voip.de;user=phone>;index=1 History-Info: <sip:d31dea775a52569fbb1fee85b22b1bc6@172.24.53.170:5060;line=AIB634BB98E7969A90>;index=1.1;rc=1 Accept: application/sdp, application/dtmf-relay	Message Header (SIP)
v=0 o=- 80742731454362 80742731454362 IN IP4 80.81.4.126 s=- c=IN IP4 80.81.4.123 t=0 0 m=audio 17424 RTP/AVP 8 18 100 110 a=rtpmap:100 telephone-event/8000 a=rtpmap:110 PCMU/8000 a=fmtp:18 annexb=no a=ptime:20	Message Body (SDP)

Abbildung 10: Beispiel einer ankommenden INVITE-Nachricht

Die SIP-URI im TO-Header des ankommenden SIP INVITE enthält die DDI (Hauptrufnummer + Nebenstellennummer) der IP-PBX und den M-net Domain-Namen. Der Request-Header beinhaltet die SIP-URI, bestehend aus der DDI der jeweiligen Nebenstelle und der IP-Adresse der IP-PBX und dem internen Port. Die Rufnummer ist im internationalen Format mit einem führendem „+“ angegeben.

Die Rufnummer im FROM-Header wird vom M-net Vermittlungssystem wie im SIPconnect Standard 1.1 gefordert, im internationalen Format mit einem führendem „+“ an die IP-PBX übermittelt. Entsprechend der ITU-T Empfehlung E.164.

8.3 Leistungsmerkmale

Im folgenden Kapitel sind die für SIP-Trunk verfügbaren Leistungsmerkmale aufgelistet. Hinweis: Bestimmte Leistungsmerkmale sind erst nach Beauftragung verfügbar. Eine ergänzende Erklärung der einzelnen Leistungsmerkmale ist in der Leistungsbeschreibung zu finden.

8.3.1 Leistungsmerkmale des M-net Vermittlungssystems

Leistungsmerkmale, die im M-net Vermittlungssystem realisiert werden, können nur auf die gesamte IP-PBX angewendet werden.
Um die Leistungsmerkmale des M-net Vermittlungssystems per Telefon zu steuern ist es, je nach Konfiguration der IP-PBX nötig, die Amtsholungsziffer zu wählen. Die angegebenen Leistungsmerkmale können über die Nebenstellen nur dann aktiviert bzw. deaktiviert werden, wenn der jeweilige Featurecode nicht von der IP-PBX abgefangen und ausgewertet wird.

Für SIP-Trunk werden die in der folgenden Tabelle aufgeführten Leistungsmerkmale vom M-net Vermittlungssystem zur Verfügung gestellt:

Leistungsmerkmal	Aktivierung Deaktivierung	Ausführende Einheit
ACR	*52# #52#	IP-PBX [1], Vermittlungssystem [2]
CLIP		Vermittlungssystem [2]
CLIP -no screening	Weitere Hinweise unter Punkt 8.3.1.2	Vermittlungssystem [2]
CLIR 1		Vermittlungssystem [2]
CLIR 2 (CLIRREQ)	*31*RN#	Vermittlungssystem [2]
CFU CFV (DIVI)	*21*RN# #21#	IP-PBX [1], Vermittlungssystem [2]

CFB (DIVBY)	*67*RN# #67#	IP-PBX [1], Vermittlungssystem [2]
CFNA CFDA CFNR (DIVDA)	61*RN# #61#	Vermittlungssystem [2]
PR (Partial Rerouting – SIP 302)	Weitere Hinweise unter Punkt 8.3.1.1	IP-PBX [1], Vermittlungssystem [2]
CFD (CFALD)		Vermittlungssystem [2]
DDI		IP-PBX [1]
MCID Fangen		Vermittlungssystem [2]

8.3.2 Leistungsmerkmal „Bedingte Anrufweiterleitung“ (PR)

Das Leistungsmerkmal „Bedingte Anrufweiterleitung“ (Partial Rerouting) ist aktiviert. Um dieses Leistungsmerkmal nutzen zu können, muss ggf. in der IP-PBX die Umlenkart "Rufumlenkung extern" bzw. "Bridge mode = none" aktiviert sein. Die Umlenkung wird in der Vermittlungsstelle durchgeführt. Die IP-PBX initiiert Partial Rerouting durch die SIP-Message 302 Moved Temporarily. Diese muss einen Referred-By bzw. Diversion Header / History-Info enthalten, welcher die umlenkende Rufnummer identifiziert. Die umlenkende Rufnummer muss in dem von M-net zugeteilten Rufnummernbereich liegen. Das Umlenkziel muss im SIP-URI Format im Contact Header der SIP-Nachricht „302 Moved Temporarily“ stehen.

Das Rufnummernformat der umlenkenden Rufnummer ist im Kapitel 4.5 „Rufnummernformat“ beschrieben.

Die SIP-Message 302 kann ein Diversion-Header entsprechend RFC 5806 oder eine History-Info entsprechend RFC 4244 enthalten.

Beispiel: Die Nebenstelle 0894622123 ist eine Nebenstelle der IP-PBX und hat eine externe Rufumleitung auf die 089452001234 konfiguriert. Bei einem Anruf auf die 0894622123 schickt die IP-PBX eine „302 Moved Temporarily“ Nachricht zurück. Das umgelenkte Ziel wird im Contact Header angegeben. Die Weiterleitung wird daraufhin in der Vermittlungsstelle aktiv.

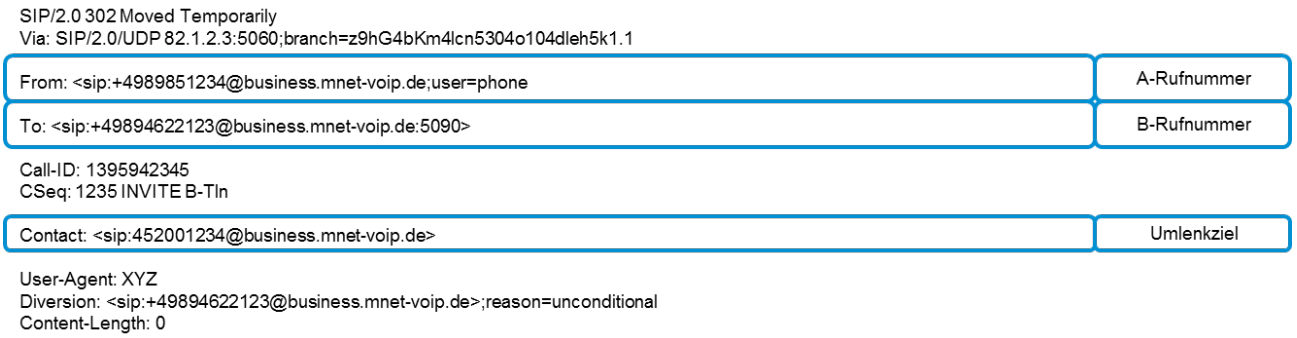


Abbildung 11: Beispiel einer „302 – Moved Temporarily“ Nachricht

8.3.2.1 Leistungsmerkmal CLIP –no screening

Bei aktivierten CLIP-no screening kann im FROM-Header eine beliebige gültige Rufnummer, im internationalen Format mit einem führendem „+“ eingetragen werden. Ist das Leistungsmerkmal im M-net Netz für den SIP-Trunk nicht aktiv und im FROM-Header wird eine beliebige Rufnummer mitgeschickt, wird beim Ziel die Hauptrufnummer angezeigt. Dies ist auch der Fall, wenn im FROM-Header eine fehlerhafte Rufnummer eingetragen wird.

Außerdem muss die IP-PBX einen PAI-Header mit der Hauptrufnummer oder der Durchwahlnummer in der INVITE Nachricht mitsenden.

---

[1] Realisierung in IP-PBX für einzelne Nebenstellen.

[2] Realisierung im M-net Vermittlungssystem für gesamte IP-PBX.

Die Vergebührung von Anrufen erfolgt bei aktiviertem CLIP –no screening auf die Hauptrufnummer.

8.3.3 (Fallweise) Unterdrückung der Rufnummer (CLIR und CLIREQ)

Soll die Rufnummer des Anrufers beim Angerufenen nicht angezeigt werden (CLIR), muss entsprechend RFC 3323 und RFC 3325 die IP-PBX einen "Privacy: id" Header in die SIP INVITE Nachricht einfügen. Im FROM-Header muss die DDI der jeweiligen Nebenstelle eingetragen werden. Diese A-Teilnehmernummer muss aus dem von M-net dem Kunden zugeteilten Rufnummernbereich entnommen sein und aus Durchwahlnummer der Nebenstelle (DDI) bestehen.

Diese Nummer muss im internationalen Format angegeben werden beginnend mit "+", entsprechend ITU-T Empfehlung E.164 und E.123.

Die A-Teilnehmernummer wird zur Vergebührung des Anrufes verwendet (z.B.: FROM: "Anonymous"<sip:+49894622123@business.mnet-voip.de).

Sendet die IP-PBX einen fehlerhaften bzw. komplett anonymisierten FROM-Header, z.B. "sip:anonymous@anonymous.invalid" kann die SIP-Request nicht authentifiziert werden und wird der Hauptrufnummer zugeordnet.

Auch durch voranstellen der *31* vor der Zielrufnummer durch die IP-PBX bzw. Nebenstelle kann die Rufnummer fallweise unterdrückt werden (CLIREQ).
Beispiel To-Header: To: <sip:*31*452000@business.mnet-voip.de>

Hinweis: Bei der Verwendung von CLIR bzw. CLIRREQ wird die IP-PBX-Hauptrufnummer mit den Gesprächsgebühren belastet.

8.3.3.1 Call Forwarding Busy

Um das Leistungsmerkmal „Call Forwarding Busy“ (CFB) nutzen zu können muss in der IP-PBX „Anklopfen“ deaktiviert sein. Dadurch schickt das Endgerät des Zielteilnehmers im Besetztfall ein „486 Busy Here“ zurück. Durch diese SIP-Message wird die Weiterleitung zu einem anderen Ziel durch das Vermittlungssystem initiiert.

8.3.4 Unterstützte IP-PBX Leistungsmerkmale

Die in den folgenden Tabellen aufgeführten Leistungsmerkmale sind Leistungsmerkmale der IP-PBX, welche ohne Mithilfe des M-net Vermittlungssystem bzw. M-net Transportnetzes realisiert werden.

Leistungsmerkmal	Erläuterung
CW	Call Waiting (Anklopfen, es werden 2 SIP-Sessions aufgebaut)
CH	Call Hold (Halten, Rückfrage,Makeln, es werden 2 SIP-Sessions aufgebaut)
MOH	Music on Hold (Wartemusik bei Call Hold)
3PTY	Three Party (Dreierkonferenz, es werden 2 SIP-Sessions aufgebaut)
CT	Call Transfer (Vermitteln in IP-PBX es werden 2 SIP-Sessions aufgebaut)

8.3.4.1 IP-PBX Leistungsmerkmale Call Forwarding (CF) und Call Transfer (CT)

Die Umlenkung wird in der IP-PBX, z.B. mit der IP-PBX-Funktion „Rufumlenkung intern“ durchgeführt. Für CF bzw. CT wird jeweils eine zweite gehende SIP-Session aufgebaut.

Hierzu muss von der IP-PBX eine INVITE-Nachricht zur Zielrufnummer generiert werden. In dieser zweiten INVITE wird die ursprüngliche A-Rufnummer im FROM-Header von der IP-PBX eingetragen. Diese Nummer muss im internationalen Format angegeben werden beginnend mit "+".

Ist CLIP –no screening im Netz aktiviert, wird beim Zielteilnehmer die ursprüngliche A-Rufnummer angezeigt. Die Vergebührung des Anrufes erfolgt auf die Hauptrufnummer. Ist CLIP –no screening netzseitig nicht aktiv oder der FROM-Header enthält einen fehlerhaften Eintrag, wird die Hauptrufnummer des SIP-Trunks beim Zielteilnehmer angezeigt.

8.3.5 Nicht unterstützte Leistungsmerkmale

Nicht alle Leistungsmerkmale aus der klassischen (ISDN-)Telefonie können auf der VoIP-Technologie abgebildet werden. In der folgenden Tabelle sind Leistungsmerkmale aufgeführt, die nicht unterstützt werden.

Leistungsmerkmal	Bedeutung
AOC, AOC99	Advice of charge (Übermittlung von Gebühreninformationen)
COLP	Anzeige der Nummer des Angerufenen Teilnehmer
COLR	Unterdrückung der Nummer des Angerufenen Teilnehmer
CUG	Closed User Group
SUB	Subaddressing (teilnehmerseitige Erweiterung der Rufnummer über den öffentlichen Nummerierungsplan hinaus
UUS	User to User Signaling
MSN	Multiple Subscriber Number (Mehrfachrufnummer)
TP	Terminal Portability (Parken eines Gesprächs in der Vermittlungsstelle)
CCBS, CCNR	Call Complete Busy Subscriber (Rückruf bei Besetzt), Completion of Calls on No Reply Subscriber (Automatischer Verbindungsaufbau in der Vermittlungsstelle zu einem Teilnehmer, der sich nicht meldet)
CNAP	Calling Name Presentation

9. Physikalische Anschaltung der IP-PBX am M-net VoIP-Ready Access

Premium | Static Mode

Hinweis für SIP-Trunk Static Mode: Dieses Kapitel gilt nur, wenn ein M-net Access verwendet wird!

Die für den SIP-Trunk benötigte Anschlussbandbreite wird anhand der beauftragten Sprachkanäle ermittelt. Die Begrenzung der gleichzeitigen Gespräche wird vom M-net Vermittlungssystem vorgenommen. Verbindungsversuche, die über dem Limit der beauftragen Sprachkanäle liegen werden von der Begrenzungskontrolle abgewiesen. Dies umfasst kommende und gehende Verbindungen in Summe.

9.1 Beispiel Anschaltung einer IP-PBX mit NAT

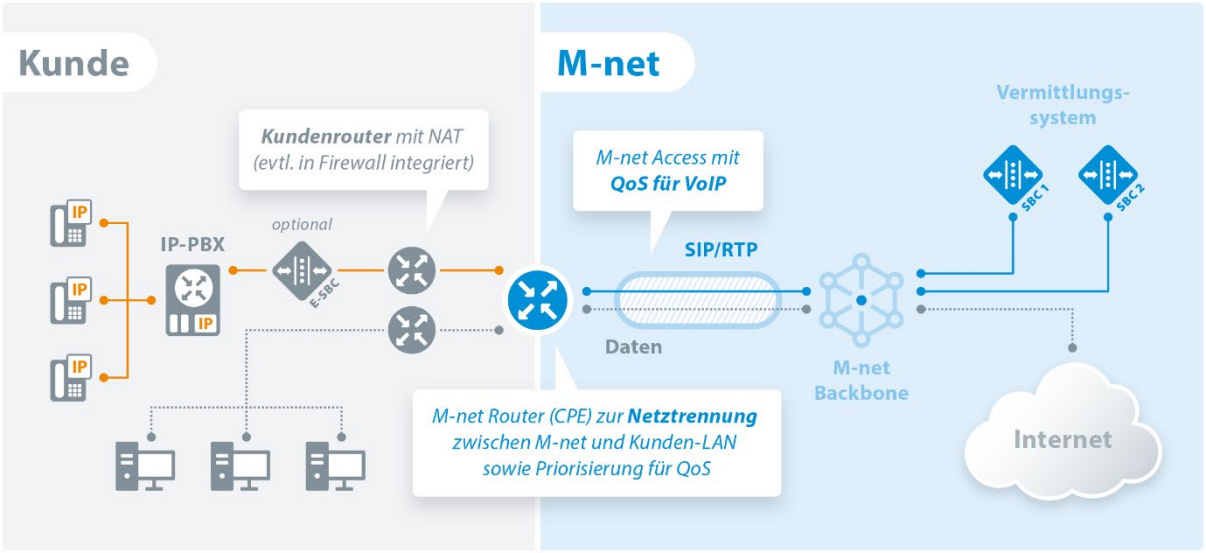


Abbildung 12:Abbildung 12: Beispiel Anschaltung der IP-PBX an die M-net Infrastruktur mit Verwendung eines Kundenrouters

Bei der Verwendung eines kundeneigenen Routers sollte die IP-PBX mit diesem verbunden werden. Ist NAT auf dem Kundenrouter aktiv, muss NAT im M-net Router (CPE) deaktiviert sein[3], um NAT-Erkennung durch das M-net VoIP Vermittlungssystem eindeutig sicherzustellen. Die jeweiligen (S)RTP- und SIP-Ports müssen evtl. im Kundenrouter konfiguriert werden, damit die Sprachpakete fehlerfrei übertragen werden können.

Zwischen dem Kundenrouter und der IP-PBX bzw. dem Kunden-LAN können Layer2-Geräte (Switches) liegen.

9.2 Beispiel Anschaltung einer IP-PBX mit Verwendung einer Firewall

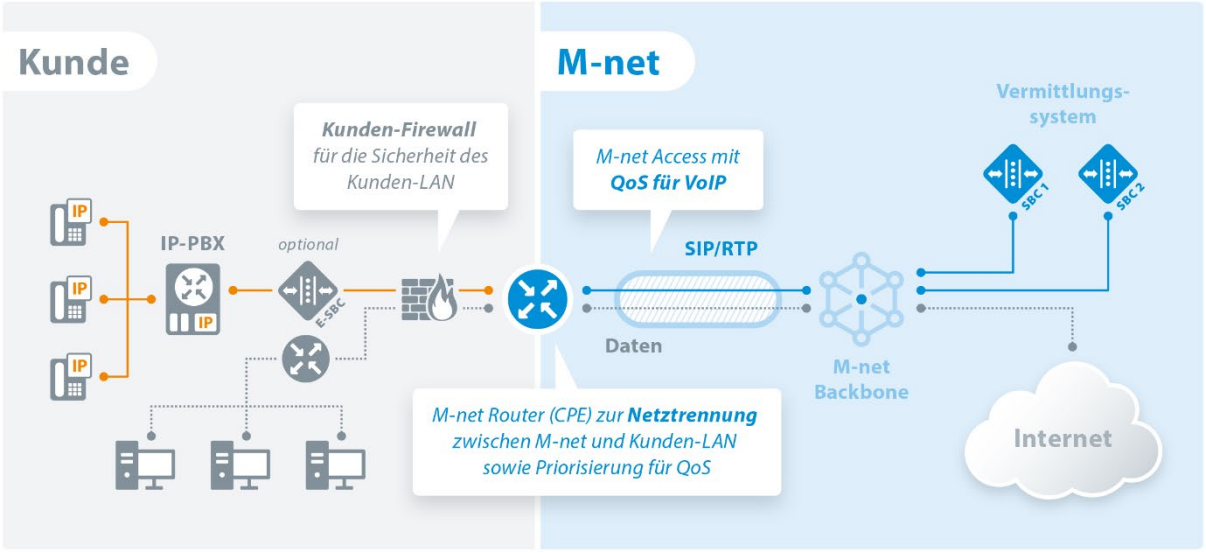


Abbildung 13: Beispiel Anschaltung der IP-PBX an die M-net Infrastruktur mit Verwendung einer Kunden-Firewall.

Die Darstellung der Firewall im Kunden LAN ist logisch als zwei Einheiten dargestellt. Physikalisch kann es sich um dasselbe Gerät handeln, welches über zwei getrennte Interfaces oder über ein Interface mit dem M-net Router (CPE) verbunden ist.

Die Firewalls können auch über Layer2-Geräte (Switches) mit dem M-net Router verbunden werden.

Die jeweiligen (S)RTP- und SIP-Ports müssen evtl. in der Firewall konfiguriert werden, damit die Sprachpakete fehlerfrei übertragen werden können.

Je nach Modell des M-net Routers, stehen ein oder vier FastEthernet bzw. GigabitEthernet Interfaces LAN-seitig zur Verfügung.

9.3 Anbindung des Kundennetzes

Alle vorhandenen Switchports am CPE sind als Access Ports definiert und gehören zum nativen VLAN1. Daher werden nur Datenpakete ohne 802.1q tag vom Kundennetz erwartet. Datenpakete mit 802.1q tag werden hingegen verworfen.

Die Markierung der Datenpakete für QoS in Richtung M-net Vermittlungssystem wird durch das CPE vorgenommen und ist in 9.4.3 näher beschrieben. Eine Übergabe per VLAN wird derzeit nicht unterstützt.

9.4 Quality of Service (QoS) bei SIP-Trunk Premium

Unter Quality of Service (QoS) sind bestimmte Parameter in der ITU Empfehlung G.114 beschrieben, die für die Übertragungsqualität von Sprachdaten wichtig sind. Dazu zählen die Paketlaufzeit, die Paketlaufzeitschwankungen, die Paketverlusthäufigkeit und die Paketfehlerhäufigkeit.

Um die ITU-Empfehlungen einzuhalten, werden beim Produkt SIP-Trunk Premium die Sprachdaten ((S)RTP Ströme) vom Kunden LAN ab dem M-net CPE (Upstream) höher gegenüber dem sonstigen IP-Strom

[3] NAT ist im M-net Router bei den Accessvarianten SDSL, Glasfaser-SDSL und Direct Access deaktiviert und muss gesondert beauftragt werden.

priorisiert und somit vorrangig übertragen. Dies geschieht anhand der IP-Adressen des M-net Vermittlungssystems.

Ebenfalls werden die Sprachdaten vom M-net Vermittlungssystem zum Kunden gehend (Downstream) im M-net Netzwerk, einschließlich M-net CPE, höher priorisiert.

Ab der bzw. bis zur Verkehrsübergabe im CPE ist der Kunde selbst dafür verantwortlich, dass Sprachpakete im LAN in beide Richtungen (Upstream und Downstream) priorisiert übertragen werden.

Im Vermittlungsnetz zwischen den Netzbetreibern (IC-Verbindungen) sind dezidierte Bandbreiten für die Sprachverbindungen reserviert. Daher ist eine Priorisierung im IC-Netz nicht erforderlich und regulatorisch auch nicht zulässig.

Inwiefern im Zielnetz (Provider-Netz des Angerufenen) Priorisierungen zwischen dessen Vermittlungssystem und der Ziel-IP-PBX in vergleichbarer Weise vorgenommen werden, obliegt ausschließlich dem jeweiligen Netzanbieter. M-net hat darauf weder einen Einfluss noch eine Durchgriffsmöglichkeit.

Aus diesem Gesamtzusammenhang ergibt sich, dass M-net keine Ende-zu-Ende-Priorisierung zum/vom Gesprächsempfänger leisten kann.

9.4.1 Bandbreite, Zuweisung und Begrenzung

Die Bandbreitenbegrenzung zwischen dem Kunden-LAN und dem M-net Netz bezieht sich auf die Gesamtbandbreite aller Verkehrsarten, d.h. High-Speed Internet (HSI) und VoIP. Es werden nur zwei Verkehrsarten, „Daten“ und „VoIP“ unterschieden. Um die beste Qualität für VoIP zu erzielen und gleichzeitig die optimale Auslastung der verfügbaren Bandbreite zu nutzen, wird die verfügbare Bandbreite für HSI und VoIP dynamisch aufgeteilt (siehe 9.4.4).

Zusätzlich wird die Begrenzung der möglichen gleichzeitigen Gespräche durch die Begrenzungskontrolle am M-net Vermittlungssystem vorgenommen.

9.4.2 Classification – Erkennung von Datenpakete

Unter „Classification“ versteht man die Kriterien, nach denen ein Netzelement, z.B. das CPE, die VoIP- und Daten-Pakete als solche erkennt und klassifiziert. Die Erkennung der einzelnen Datenpakete erfolgt im CPE Richtung M-net Netz (Upstream) anhand der Ziel-IP-Adresse. Wird ein Paket mit der Ziel-IP-Adresse des M-net Vermittlungssystem versehen, wird es im CPE als VoIP-Paket (SIP und (S)RTP) klassifiziert und priorisiert an das M-net Vermittlungssystem gesendet.

Die Layer 3 Markierung (DSCP oder Precedence), die ggf. ein Netzelement in Kunden LAN setzt, wird nicht beachtet.

Alle Pakete, die nicht als VoIP-Pakete markiert sind, werden als „Daten“-Paket klassifiziert und daher nach „Best-Effort“ übertragen.

9.4.2.1 Classification im Detail

- Die Klassifizierung erfolgt anhand der oben genannten Kriterien.
- Es findet keine Analyse der Nutzlast (Daten/Sprache) auf Applikationsebene (Deep packet Inspection) statt, um festzustellen, ob die Datenpakete als „Daten“ oder „VoIP“ zu behandeln sind.
- Wenn ein Paket vom Kunden-LAN mit der Ziel-IP-Adresse des M-net Vermittlungssystems am CPE-Switchport ankommt, wird es als VoIP-Paket markiert, unabhängig davon, ob es sich um ein SIP- oder um ein RTP-Paket handelt. Daher wird es entsprechend priorisiert und belegt die für VoIP vorgesehene Bandbreite.
- Wird die für VoIP vorgesehene Bandbreite im Upstream überbucht (am CPE ist Bandbreite der ankommenden Pakete höher als die gesamte Produktbandbreite), werden zwangsläufig VoIP-klassifizierte Pakete verworfen. Es leidet daher die Qualität der tatsächlichen VoIP-Ströme und die der weiteren als VoIP-klassifizierten Ströme gleichermaßen darunter.
- Es erfolgt keine Klassifizierung anhand von Layer 2 Markierung (P-bit in 802.q header), da Pakete mit VLAN-Markierung im M-net CPE verworfen werden.

9.4.3 Markierung von VoIP-Paketen

Bei den Produkten SDSL und Glasfaser-SDSL erfolgt auf Layer 3 für (S)RTP-Pakete aus dem Kunden-LAN keine erneute QoS Markierung. Daher wird die Markierung, die im Kunden LAN gesetzt wird, transparent im Upstream übertragen.

Beim Produkt „Direct Access“ mit der Option „VoIP-Ready“ hingegen erfolgt eine erneute Markierung, d.h. das DSCP-Feld im IP-Header wird immer überschrieben. Daten Pakete werden mit DSCP=0 neu markiert. VoIP-Pakete werden mit DSCP=EF markiert. D.h. es wird beim Direct Access, im Gegensatz zu SDSL und Glasfaser-SDSL, keine DSCP Transparenz unterstützt.

Bei allen Produkten wird die vorhandene Layer 3 Markierung (DSCP- oder Precedence), wie vom Kundenequipment gesetzt, nicht beachtet.

Im Downstream (von M-net zum Kunden) werden die SIP- und (S)RTP-Pakete vom M-net Vermittlungssystem generiert und mit DSCP = AF31 für SIP und DSCP = EF für (S)RTP/RTCP versehen. Alle anderen Internet-Datenströme werden hinsichtlich der QoS Layer 3 Markierung transparent übertragen. Damit wird eine Implementierung der QoS-Mechanismen im Kunden-LAN erleichtert.

9.4.4 Priorisierung/Scheduling des VoIP-Verkehrs

Um QoS zu gewährleisten werden VoIP-Pakete strickt priorisiert. Die Up- und Downstream-Bandbreiten betragen bei der Option „VoIP-Ready“ 66% der Produktbandbreite (siehe Abbildung 14: Szenarien mit bzw. ohne Verlust bei Daten-/VoIP-Strömen). Dies ist erforderlich, um die Bandbreiten-Toleranzen der Accessprodukte bzw. Laufzeittoleranzen durch große Datenpakete (z.B. serialization delay oder hoher Jitter durch große Daten-Pakete) zu vermeiden und die Sprachqualität entsprechend der Service-Level sicherzustellen. Solange die maximale Produktbandbreite nicht überschritten wird, kann für den Datenstrom so eine optimale Qualität erreicht werden. Die Bandbreite wird dynamisch, bis zur 66%-Marke, den Daten- und/oder VoIP-Strömen zugeteilt. D.h. der Datenstrom nimmt die gesamte Produktbandbreite ein, solange keine VoIP-Telefonie aktiv ist.

Sobald SIP- bzw. RTP-Pakete gesendet bzw. empfangen werden, wird die dafür notwendige Bandbreite belegt. Wenn die Summe aller gleichzeitigen Datenströme die Produktbandbreite überschreitet, aber die maximale VoIP-Bandbreite nicht überschritten wird, werden ausschließlich Daten-Pakete (kein VoIP-Paket) verworfen, um die SLA´s einzuhalten. Wird die VoIP-Bandbreite überschritten, werden zwangsweise auch VoIP-Pakete verworfen. Dies kann sich auf alle Sprachverbindungen auswirken.

Wird die Anzahl gleichzeitiger VoIP-Gespräche (Calls) reduziert, steht die frei gewordene Bandbreite wieder für Datenströme zur Verfügung. Die verschiedenen Szenarien sind im nachfolgenden Bild dargestellt.

Die Nutzung von stärkeren Komprimierungsverfahren, sofern vom M-net Vermittlungssystem unterstützt, ist möglich. Die vertraglich festgelegte Anzahl maximaler Sprachkanäle bleibt jedoch unverändert, selbst wenn die maximale VoIP-Bandbreite nicht vollständig ausgenutzt ist, weil z.B. ein optimierter Codec ausgehandelt wird.

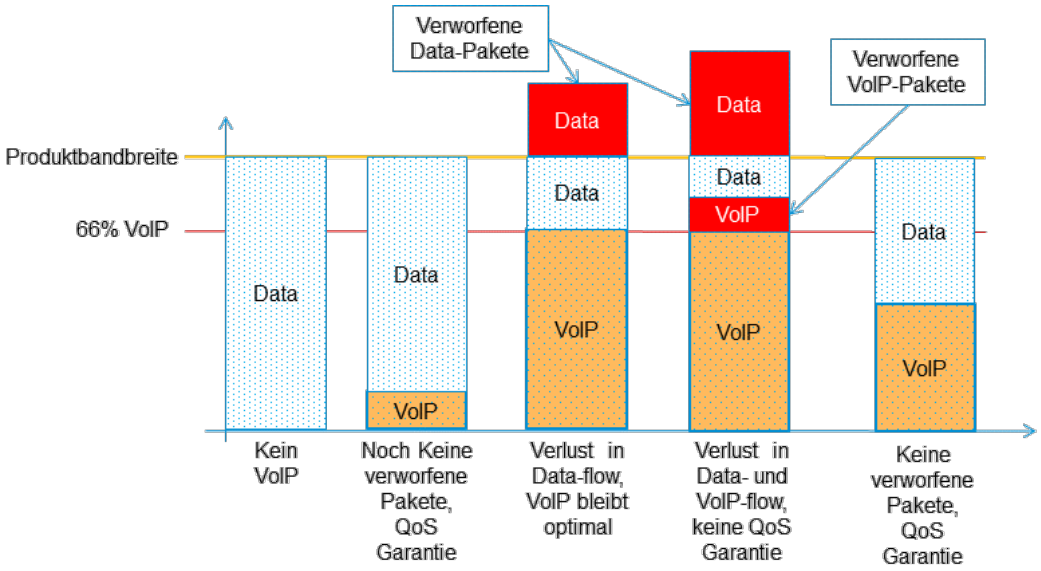


Abbildung 14: Szenarien mit bzw. ohne Verlust bei Daten-/VoIP-Strömen

9.5 Weitere Real-Time-Ströme (z.B. Video)

RTP-Pakete, die Video-Nutzdaten enthalten, haben andere Eigenschaften als (S)RTP-Pakete einer VoIP-Verbindung (z.B. kein konstanter Datenstrom bzw. sehr unterschiedliche Paketgröße). Es ist prinzipiell möglich (vorausgesetzt die Funktion wird vom M-net Vermittlungssystem unterstützt) eine Multimedia-Verbindung, statt einer VoIP-Verbindung zwischen SIP-Telefonen oder Softphones aufzubauen. Wenn der Videostrom als VoIP-Strom klassifiziert wird, (vgl. 9.4.2) wird die entsprechende Bandbreite belegt. Um QoS zu gewährleisten, ist dafür Sorge zu tragen, dass die maximal reservierte Bandbreite von 66% der Produktbandbreite, für VoIP-Gespräche und Video-Verbindungen, nicht überschritten wird. Die QoS-Option VoIP-Ready für M-net Accessprodukte ist so dimensioniert, dass die vertraglich festgelegte Anzahl von gleichzeitigen Gesprächen (Sprachkanäle) mit QoS-Garantie durchgeführt werden können, sofern erlaubte Codecs verwendet werden. Dabei ist der RTP-Taffic dieser Übetragungsarten nicht berücksichtigt

Gleiches gilt für VoIP-Verbindungen, die mehrere gleichzeitige SIP- bzw. RTP-Ströme erzeugen (z.B. Stereo) oder Codecs nutzen, die eine höhere Bandbreite als G.711 (z.B. High-Fidelity Audio) benötigen und dadurch die 66%-Regel überbuchen.

10. NAT (Network Address Translation)

Basic Premium

10.1 NAT traversal

RTP-Ströme und die dazugehörende RTP-Signalisierung (RTCP) müssen nach der IETF-SIP-Architektur direkt zwischen den Endpunkten fließen. Pro Richtung jeweils ein Strom, wie z.B. zwischen IP-fähigen Telefonen oder Softphones. Daher müssen die Endpunkte die routbaren IP-Adressen der jeweils anderen Seite kennen.

Wird NAT genutzt, kennt ein Endpunkt nur die private (und damit nicht routbare) Adresse und fügt diese der SIP-Signalisierung hinzu. Ohne weitere Maßnahmen wird diese private Adresse dann von der Gegenstelle adressiert. Somit kann das jeweilige Ziel nicht erreicht werden.

Unter NAT-traversal versteht man verschiedene technische Lösungen für dieses Problem.

10.1.1 Symmetrisches RTP im SIP-UA

Vom SIP-UA (SIP-User Agent) der Endpunkte werden die VoIP-Pakete zum NAT gesendet bzw. vom NAT empfangen. Ein Endpunkt kann sein:

- ein Telefon oder Softphone, wenn die IP-PBX den Ende-zu-Ende RTP-Strom zulässt
- eine IP-PBX (SIP-Telefonanlage)
- ein E-SBC (Enterprise Session Border Controller)

Bei symmetrischem RTP werden auf dem gleichen RTP/RTCP-Port Pakete gesendet und empfangen. Durch die ersten Pakete, die vom SIP-UA durch das NAT gehen, entsteht das sogenannte Binding. Das gleiche Binding wird genutzt, um Pakete vom M-net Vermittlungssystem zu empfangen. Die meisten SIP-UA unterstützen symmetrisches RTP/RTCP.

10.1.2 Far-End NAT Erkennung

M-net unterstützt die Far-End NAT Erkennung (symmetrisches RTP). Sofern der SIP-UA ebenso „symmetrisches RTP“ unterstützt, ist das Problem mit NAT traversal gelöst.

Die Far-End NAT Erkennung im M-net Vermittlungssystem erkennt NAT sowohl auf der SIP- als auch auf RTP-Ebene.

Das M-net Vermittlungssystem vergleicht dafür bei der Registrierung die Source-IP im IP-Header und die IP-Adresse im obersten via Header. Sind diese beiden IP-Adressen unterschiedlich, wird NAT verwendet. Daraufhin wird das Zeitintervall bis zur Re-Registrierung vom M-net Vermittlungssystem auf einen Wert von 30 Sekunden angepasst.

Um NAT auf RTP-Ebene zu erkennen, werden die Source-IP und der Source-Port des ersten RTP-Paketes, das von der IP-PBX beim M-net Vermittlungssystem eintrifft verwendet, um den Mediastrom an diese IP-Adresse und Port zu senden.

Ausnahme: Zwei symmetrische NATs liegen zwischen der IP-PBX des Kunden und dem M-net Vermittlungssystem. Auch wenn der SIP-UA „symmetrisches RTP“ unterstützt, kann er nur die bekannte private IP-Adresse routen und ist damit von außen nicht mehr erreichbar. Ohne Far-End NAT Erkennung,

wäre eine Alternative die Anwendung eines STUN-Servers. Der STUN-Server ermöglicht dem SIP-UA Pakete mit der öffentlichen IP-Adresse zu generieren (in Kapitel 11 erklärt).

10.1.3 Symmetrisches NAT

Symmetrisches NAT stellt die größte Schwierigkeit für NAT-traversal dar. Es erzeugt ein neues Binding für jede Verbindung, die vom gleichen SIP-UA erstellt wird. Da die SIP-Signalisierung und die RTP-Pakete zu unterschiedlichen Adresse-Port Paaren gesendet werden, behandelt symmetrisches NAT diese als unterschiedliche Verbindungen und weist ein neues Binding zu. Dies führt das M-net Vermittlungssystem mit Far-End NAT Erkennung zur falschen Manipulation der SIP Nachrichten, da die Port-Nummer im SDP vom M-net Vermittlungssystem nicht geändert wird.

Hinweis: Von der Anwendung eines symmetrischen NATs wird daher abgeraten.

10.2 Firewall (FW)

10.2.1 FW in CPE

Das CPE bietet keine Firewall-Funktion. Der Zugriff auf Funktionen für Management und Administration des CPEs sind M-net vorbehalten. Die NAT-Funktion, wenn vorhanden, bietet keine ausreichende Sicherheit.

10.2.2 FW im Kunden-LAN

Genau wie für NAT im Kunden-LAN, muss durch den Kunden sichergestellt werden, dass die Ports für die VoIP-Kommunikation (RTP, RTPC und SIP) in beide Richtungen geöffnet sind. Das CPE sperrt keine Ports zu IP-Adressen in dem Bereich, der dem Kunden zugewiesen ist.

11. Verwendung eines STUN-Servers

Basic Premium

Beim Einsatz von NAT kann es zu Problemen durch die Umsetzung der privaten auf eine öffentliche IP-Adresse kommen. Durch die Umsetzung wird dem Zielteilnehmer (In diesem Fall dem M-net Vermittlungssystem) als Source-IP-Adresse die öffentliche IP-Adresse der IP-PBX mitgeteilt und nicht die private IP-Adresse, die eigentlich als Zieladresse verwendet werden muss. Durch die Verwendung eines STUN-Servers (Simple Traversal of User Datagram Protocol (UDP) Through Network Address Translators (NATs)) kann diese Problematik umgangen werden.

Der STUN-Server ermöglicht, dass u.a. IP-PBXen ihre öffentliche IP-Adresse und den öffentlichen internet-seitigen Port ermitteln. Das STUN-Protokoll ist im RFC 3489 beschrieben und definiert. Bei der Registrierung auf der Domain business.mnet-voip.de bitte den STUN-Server stun.mnet-voip.de und den STUN-Standardport 3478 für UDP und TCP verwenden. Das Erneuern der Verbindung zum STUN-Server sollte alle 240 Sekunden (4 Minuten) durchgeführt werden. Bei Verwendung eines STUN-Servers muss die IP-PBX alle 20 Sekunden ein OPTIONS-Paket an das M-net Vermittlungssystem schicken. Nur so ist gewährleistet, dass die IP-PBX erreichbar ist.

Bei der Verwendung eines STUN-Servers werden im REGISTER Request die private Source-IP-Adresse und der private Source-Port im ersten via-Header und im Contact-Header durch die öffentliche Source-IP-Adresse und den öffentlichen Source-Port ersetzt:

REGISTER sip:business.mnet-voip.de SIP/2.0	Request Line
Via: SIP/2.0/UDP **83.111.222.333:62345**;branch=z9hG4bK802d2cf8d27ce611b7e6fde19d2be330;rport From: <sip:+4989189291230@business.mnet-voip.de> To: <sip:+4989189291230@business.mnet-voip.de> Call-ID: 802D2CF8-D27C-E611-B7E4-FDE19D2BE330@83.111.222.333 CSeq: 1 REGISTER Contact: <sip:+4989189291230@**83.111.222.333:62345**>;+sip.instance="<urn:uuid:001D3E01-C415-E611-8F16-FE123456789>" Allow: INVITE, ACK, BYE, CANCEL, INFO, MESSAGE, NOTIFY, OPTIONS, REFER, UPDATE Max-Forwards: 70 Allow-Events: presence,dialog,message-summary,refer User-Agent: IP-PBX Supported: replaces, timer, from-change, gruu Expires: 3600 Content-Length: 0	Message Header (SIP)

Abbildung 15: Beispiel einer REGISTER-Request bei Verwendung eines STUN-Server

Bei einem abgehenden Gespräch wird in der ersten INVITE-Nachricht, dass von der IP-PBX gesendet wird zusätzlich die private Source IP-Adresse im SDP durch die öffentliche Source IP-Adresse ersetzt:

INVITE sip:+4989452000@business.mnet-voip.de SIP/2.0	Request Line
Via: SIP/2.0/UDP **83.111.222.333**:**62345**;branch=z9hG4bK80ec8849d47ce611b7eafde19d123330;rport From: <sip:+4989189291230@business.mnet-voip.de>;tag=1732903747 To: <sip:+4989452000@business.mnet-voip.de> Call-ID: 80EC8849-D47C-E611-B7E9-FDE19D233333@83.111.222.333 CSeq: 4 INVITE Contact: <sip:+4989189291230@**83.111.222.333**:**62345**> Content-Type: application/sdp Allow: INVITE, ACK, BYE, CANCEL, INFO, MESSAGE, NOTIFY, OPTIONS, REFER, UPDATE Max-Forwards: 70 Supported: 100rel, replaces, from-change P-Early-Media: supported User-Agent: IP-PBX P-Preferred-Identity: <sip:+4989189291230@business.mnet-voip.de> Content-Length: 179	Message Header (SIP)
v=0 o=- 19054385611 IN IP4 **83.111.222.333** s=SIPPER for PhonerLite c=IN IP4 83.111.222.333 t=0 0 m=audio 62432 RTP/AVP 8 a=rtpmap:8 PCMA/8000 a=ssrc:505132282 a=sendrecv	Message Body (SDP)

Abbildung 16: Beispiel einer INVITE-Nachricht eines bei einem abgehenden Gespräch bei Verwendung eines STUN-Servers

Detaillierte Beschreibungen zu REGISTER-Request im Kapital 5.2. Weitere Informationen zur INVITE Nachricht sind im Kapitel 8.1.1 zu finden.