

# Schnittstellenbeschreibung für SIP-Anschlüsse

Die folgenden Schnittstellenspezifikationen gelten für die Produkte der:

- Deutsche Glasfaser Business GmbH
- inexio Informationstechnologie und Telekommunikation GmbH

Ansprechpartner: [Schnittstellenspezifikation@deutsche-glasfaser.de](mailto:Schnittstellenspezifikation@deutsche-glasfaser.de)

## Vorwort

Dieses Dokument beschreibt die Konfigurationsabhängigkeiten des SIP-TK-Anlagenanschluss und SIP-TK-Mehrgeräteanschluss im Zusammenhang mit daran angeschlossenen Endgeräten (TK-Anlagen / PBXs). Es dient dazu, die Telekommunikationsend-einrichtungen (in diesem Fall TK Anlagen, PBX, ATA) so zu konfigurieren, dass sie den angebotenen Dienst (in diesem Fall SIP Trunking) nutzen können. Als Signalisierungsprotokoll dient SIP (nach RFC 3261), insbesondere in der Ausprägung SIP-Connect 1.0/1.1 des gleichnamigen Industrie-Forums<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> <http://www.sipforum.org/sipconnect>

# Schnittstellenbeschreibung für SIP-Anschlüsse

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Voice-over-IP (VoIP)</b> .....	<b>3</b>
1.1	Glossar .....	3
<b>2</b>	<b>SIP TK Anlagenanschluss der inexo</b> .....	<b>3</b>
2.1	Netzübersicht SIP TK Anlagenanschluss.....	4
2.2	Generelle Funktionsweise .....	4
2.3	Unterstützte SIP-Nachrichten.....	4
2.4	SIP Registrierung.....	5
2.5	Network Address Translation (NAT) .....	5
2.6	Call Szenarien .....	5
2.7	Ankommender Ruf zu einer Nebenstelle der TK-Anlage.....	6
2.8	Umgeleiteter Ruf zu einer Nebenstelle der TK-Anlage .....	6
2.9	Abgehender Ruf von einer Nebenstelle der TK-Anlage.....	6
2.10	CLIP no Screening .....	7
2.11	Rufnummernübermittlung .....	7
2.12	Rufnummernunterdrückung CLIR.....	7
2.13	CD (Call Deflection).....	7
2.14	Faxübertragung .....	7
2.15	DTMF .....	7
<b>3</b>	<b>SIP Mehrgeräteanschluss der inexo</b> .....	<b>7</b>
3.1	Netzübersicht SIP Mehrgeräteanschluss .....	8
3.2	Generelle Funktionsweise .....	8
3.3	Unterstützte SIP-Nachrichten.....	8
3.4	SIP Registrierung.....	9
3.5	Network Address Translation (NAT) .....	9
3.6	Call Szenarien .....	9
3.7	Ankommender Ruf zum SIP Endgerät .....	10
3.8	Abgehender Ruf vom SIP Endgerät .....	10
3.9	Rufnummernübermittlung .....	10
3.10	Rufnummernunterdrückung CLIR.....	10
3.11	Anrufweitschaltung .....	10
3.12	Anklopfen, Makeln und Konferenzschaltung.....	11
3.13	Faxübertragung .....	11
3.14	DTMF .....	11
<b>4</b>	<b>Weitere Informationen</b> .....	<b>11</b>
4.1	SIP-Einstellungen (Class 5; User-/Passwort-Authentifiziert) .....	11
4.2	Unterstützte Standards.....	11
4.3	Netze zum Freigeben: .....	11

# 1

## Voice-over-IP (VoIP)

Die technische Umstellung der Telekommunikation auf das Internetprotokoll (IP) schreitet kontinuierlich voran und findet unter dem Begriff Voice-over-IP (VoIP) weltweit Verbreitung. In privaten Netzen (Firmennetzen, Enterprise Networks) kommen IP-basierte TK Systeme (IP-TK-Anlagen, auch: IP-PBX) zum Einsatz. Gleichmaßen fand in den öffentlichen Netzen der Umbau zum IP-basierten Next-Generation-Network (NGN) statt.

Seit einigen Jahren betreibt inexio erfolgreich ein IP-basiertes Next-Generation-Network (NGN) und bietet seinen Kunden TK-Anlagenanschlüsse auf SIP Basis an.

### 1.1 Glossar

Begriff	Beschreibung
Ausgehender Anruf	Anruf von der kundeneigenen IP-TK-Anlage über das Backbone der Inexio bzw. DG.
Eingehender Anruf	Anruf über das Backbone der Inexio bzw. DG zur kundeneigenen IP-TK-Anlage.
IP-TK-Anlage	Im Gegensatz zu herkömmlichen TK-Anlagen bei denen die Funktionalität meist über eine feste Verdrahtung erfolgt, wird die Funktionalität bei VOIP-TK-Anlagen über eine Software realisiert.
DTMF	Dual tone multi frequency - Mehrfrequenzwahlverfahren, in der analogen Telefontechnik gebräuchliche Wähltechnik.
WBCI	Wita Based Carrier Interface
CLIP	Calling Line Identification Presentation. Leistungsmerkmal für ankommende Anrufe bzw. die Übermittlung der Rufnummer des Anrufers.
CLIP no screening	Leistungsmerkmal für abgehende Anrufe. Zusätzlich zur netzseitigen Rufnummer des Anrufers kann hier noch eine vom Anrufer selbst festgelegte kundenspezifische Rufnummer dem Angerufenen übersendet werden. No screening bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die übermittelte Rufnummer nicht von dem vermittelnden Telefonnetz auf Richtigkeit überprüft werden muss. Sie unterliegt teilweise Einschränkungen, beispielsweise kann sie nach § 66k TKG nur eine andere im Nutzungsrecht des Anrufers befindliche Rufnummer sein. Zur Sicherstellung ist der Dienstleister verpflichtet, die Verantwortung zur Beachtung der Einschränkungen obliegt ausschließlich dem Nutzer, da er diese Nummer übermittelt.
DDI	Direct Dialling In – Durchwahl bei Anlagenanschluss, definiert einen Rufnummernblock, durch den Endgeräte einer Telefonanlage direkt angewählt werden können.
CLIR	CLIR (Calling Line Identification Restriction) ist ein Leistungsmerkmal für abgehende Rufe. Mit CLIR ist es möglich, die Übermittlung der eigenen Rufnummer zum gerufenen Teilnehmer zu unterdrücken bzw. einzuschränken. Es wird deshalb auch als Rufnummernunterdrückung bezeichnet. Sie ist nur eingeschränkt möglich, da Notrufzentralen der Polizei, Feuerwehr und Rettungsdienste davon ausgenommen sind (CLIRO).
UDP	Das User Datagram Protocol, kurz UDP, ist ein minimales, verbindungsloses Netzwerkprotokoll, das zur Transportschicht der Internetprotokollfamilie gehört. UDP ermöglicht Anwendungen den Versand von Datagrammen in IP-basierten Rechnernetzen.
SBC	Session Border Controller

# 2

## SIP TK Anlagenanschluss der inexio

Private, IP-basierende Telekommunikationssysteme (IP TK Anlagen) können direkt an das IP-Netz der inexio angeschlossen werden.

Mit dem SIP-TK-Anlagenanschluss ist es möglich, die wesentlichen Leistungsmerkmale von ISDN auf Anlagenbasis darzustellen. Dazu gehört insbesondere das sogenannte DDI, mit welchem einzelne Telefonnummern als Durchwahlnummern (DDI-Nummern) an Nebenstellen und Abteilungen direkt vergeben werden können. Der Anrufer hat dadurch die Möglichkeit, diese ohne Umweg über die Telefonzentrale direkt anzuwählen.

Im Wesentlichen wird diese Zusammenschaltung über SIP, d.h. durch die Implementierung des Session Initiation Protocols (SIP) auf beiden Seiten realisiert. SIP ist in RFCs der IETF beschrieben und hat sich zum de-facto-Standard entwickelt.

Dennoch existieren zahlreiche Variationen in der Implementierung, z.B. durch optionale Felder oder fehlende landesspezifische Anpassungen, woraus Probleme in der Interoperabilität zwischen Systemen resultieren können.

Um eine einfache Anschaltung zu gewährleisten, wird im Folgenden auf die Anforderungen an die TK Anlagen hinsichtlich Signalisierung eingegangen.

Um ein SIP-Telefonat zu führen, braucht es mehr als nur SIP, denn es dient lediglich dazu, die Kommunikationsmodalitäten zu vereinbaren bzw. auszuhandeln – die eigentlichen Daten für die Kommunikation werden über andere, dafür geeignete Protokolle ausgetauscht. Hierzu wird das Session Description Protocol (SDP, RFC 4566) eingebettet, um die Details der Audio-Übertragung auszuhandeln. Dabei teilen sich die Endpunkte (SIP-TK-Anlage und NGN der inexio) gegenseitig mit, welche Methoden der Audio-Übertragung sie beherrschen (die sogenannten Codecs), mit welchem Protokoll sie das tun möchten und an welcher Netzadresse und -port sie senden und empfangen wollen.

Diese Medien-Aushandlung ist kein direkter Bestandteil von SIP, sondern wird dadurch erreicht, dass in SIP ein weiteres Protokoll mit eingebettet wird. Diese Trennung von Sitzungs- und Medienaushandlung ist einer der Vorteile von SIP, da sie eine große Flexibilität bei der unterstützten Nutzlast erlaubt.

Bei der IP-Telefonie findet für die Medienübertragung das Realtime Transport Protocol (RTP, RFC 3550) Verwendung. SIP handelt hier die Sitzung aus, das eingebettete SDP handelt die Medien-Details aus, und RTP ist dann dasjenige Protokoll, welches letztendlich die Audio-Ströme überträgt.

SIP stellt mehrere Dialoge zur Verfügung um eine Sitzung zwischen zwei Teilnehmern (User Agent) aufzubauen. Die Dialoge bestehen aus einer Anforderung/Anfrage (Request) und einer Rückmeldung/Antwort (Response). Requests werden vom User Agent Client erzeugt und an den User Agent Server gesendet. Responses werden vom User Agent Server erzeugt und an dem User Agent Client gesendet.

Je nach Anrufrichtung ist einmal die TK-Anlage der User Agent Client und das NGN der inexio User Agent Server und umgekehrt.

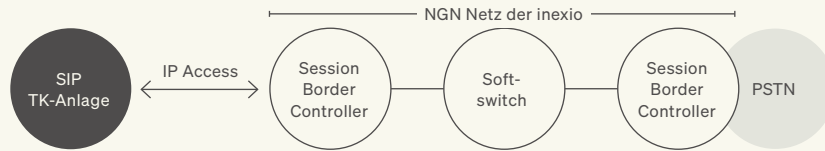
## 2.1 Netzübersicht SIP TK Anlagen-anschluss

IP TK Anlagen können direkt mit dem NGN Netz der inexio gekoppelt werden.

Dazu wurde eine komplette, auf einem NGN basierende VoIP-Plattform installiert, welche alle Möglichkeiten zur Nutzung von VoIP beinhaltet und mit dem bestehenden PSTN gekoppelt ist, um eine Erreichbarkeit aus und in das öffentliche Telefonnetz zu ermöglichen.

Dieses Netz enthält im Wesentlichen folgende Komponenten:

- Softswitch als NGN Vermittlungsplattform
- Session Border Controller als Sicherheitselement



Die SIP-TK-Anlage ist der Gegenpunkt und damit alleiniger „Ansprechpartner“ aus dem NGN der inexio.

## 2.2 Generelle Funktionsweise

Entsprechend der Spezifikation besteht bei SIP ein fester Zusammenhang zwischen den SIP-Teilnehmern und einer zugehörigen öffentlichen SIP-Adresse bzw. Telefonnummer. Beim SIP-TK-Anlagenanschluss wird diese Funktion erweitert und die Nutzung weiterer Ziffern hinter der Kopfrufnummer ermöglicht.

Die SIP-TK-Anlage kann somit Gespräche für einzelne Nebenstellen aufbauen, so dass die Durchwahl der Nebenstelle korrekt in das öffentliche Telefonnetz signalisiert wird und ein direkter Rückruf ermöglicht wird.

Beim SIP-reg-Anlagenanschluss muss die TK-Anlage per SIP registriert werden. Die Zuordnung und Erkennung erfolgt über Benutzernamen und Passwort. Damit können auch TK-Anlagen angeschlossen werden, die mit dynamischen öffentlichen IP-Adressen versehen sind.

## 2.3 Unterstützte SIP-Nachrichten

Die NGN-Plattform der inexio lauscht auf Port 5060 und unterstützt die folgenden SIP Methoden entsprechend RFC 3261:

INVITE	Initiiert eine Verbindung oder verändert (re-INVITE) die Parameter einer bereits aufgebauten Verbindung.
BYE	Beendet eine Verbindung.
CANCEL	Bricht einen Verbindungsaufbau (INVITE) ab.
UPDATE	Modifiziert Parameter einer Verbindung, die sich noch im Aufbau befindet (RFC 3311).
ACK	Bestätigt eine endgültige Antwort.
REGISTER	Registriert die TK Anlage im Netz der inexio.
OPTIONS	Ermöglicht Endgeräten die Fähigkeiten anderer beteiligter Geräte anzufragen.

Die Antworten der NGN-Plattform auf diese Anfragen enthalten jeweils einen numerischen Code:

1xx	Fortschrittsanzeigen
2xx	Erfolgreiche Bearbeitung der Anfrage
3xx	Umleitungen, Weiterleitungen
4xx	Clientseitiger Fehler
5xx	Server-Fehler
6xx	Sonstige Fehlermeldungen

Über den IP-TK-Anlagenanschluss der inexio können Verbindungen mit folgenden Codecs und Parametern hergestellt werden:

G.711a	A-law nach ITU-T Recommendation mit einer Paketierung von 20ms zur Sprach- und Faxübertragung
G.722	HD Sound 7 kHz audio-coding mit 64 kbit/s nach ITU-T Recommendation zur Sprachübertragung
Clearmode	64 kbit/s Channel-Daten transparent

SIP Nachrichten können von einem beliebigen Port des SIP-Endgerätes gesendet bzw. empfangen werden. Das NGN Netz der inexio lauscht auf Port 5060.

---

## 2.4 SIP Registrierung

Der Registrar wird per DNS-Auflösung realisiert, das heißt bei der Einrichtung muss die folgende FQDN `business.voip.inexio.net` verwendet werden. Beim SIP-reg-Anlagenanschluss muss die TK-Anlage per SIP (basierend auf RFC3261) registriert werden. Zunächst sollte die TK-Anlage dazu eine REGISTER Anfrage senden:

```
REGISTER sip:business.voip.inexio.net SIP/2.0
From: <sip:+4968311234567@business.voip.inexio.net>;tag=da43b28730
To: <sip:+4968311234567@business.voip.inexio.net>
Call-ID: 2679ec74974aa79b
CSeq: 3 REGISTER
Contact: <sip:+4968311234567@192.168.178.100:5060>
Expires: 600
Max-Forwards: 70
Content-Length: 0
```

Das Netz der inexio verwendet das Digest Authentication Verfahren, um einen Teilnehmer zu authentifizieren.

Daher wird die erste Registrierung vom Softswitch der inexio zunächst mit einer 401 Antwort abgelehnt, mit der aber gleichzeitig die TK-Anlage aufgefordert wird (Challenge), die Authentifizierung nach Digest vorzunehmen:

```
SIP/2.0 401 Unauthorized
From: <sip:+4968311234567@business.voip.inexio.net>;tag=da43b28730
To: <sip:+4968311234567@business.voip.inexio.net>;tag=00-08182-015f1efa-4b240da42
Call-ID: 2679ec74974aa79b
CSeq: 3 REGISTER
WWW-Authenticate: Digest realm="business.voip.inexio.net", nonce="015f1ee34bd60287780d8ca80af80eac", opaque="015f1d0b0c98477", stale=false, algorithm=MD5
Content-Length: 0
```

Die TK-Anlage muss diese Challenge annehmen und einen Hashwert mit den übermittelten Parametern und dem in der TK-Anlage lokal gespeicherten SIP-Passwort bilden. Dieser Hashwert sollte anschließend in eine neue Registrierung aufgenommen werden:

```
REGISTER sip:business.voip.inexio.net SIP/2.0
From: <sip:+4968311234567@business.voip.inexio.net>;tag=da43b28730
To: <sip:+4968311234567@business.voip.inexio.net>
Call-ID: 2679ec74974aa79b
CSeq: 3 REGISTER
Authorization: Digest username="4968311234567", realm="business.voip.inexio.net", nonce="015f1ee34bd60287780d8ca80af80eac", uri=sip:business.voip.inexio.net, response="bb3a157079b5548c1d53c4ddd4a99418", algorithm=MD5, opaque="015f1d0b0c98477"
Contact: <sip:+4968311234567@192.168.178.100:5060>
Expires: 600
Max-Forwards: 70
Content-Length: 0
```

Eine erfolgreiche Registrierung wird mit einer 200 OK Nachricht bestätigt.

```
SIP/2.0 200 OK
From: <sip:+4968311234567@business.voip.inexio.net>;tag=da43b28730
To: <sip:+4968311234567@business.voip.inexio.net>
Call-ID: 2679ec74974aa79b
CSeq: 3 REGISTER
Contact: sip:+4968311234567@192.168.178.100:5060;expires=600
Expires: 600
Max-Forwards: 70
Content-Length: 0
```

Die Registrierung muss durch das SIP Endgerät in regelmäßigen Abständen wiederholt werden. Im Netz der inexio wird eine Registrierungszeit von 600 – 3.600 Sekunden erwartet (Expires Header).

Für eine sichere und saubere Funktion kann beim SIP-reg-Anlagenanschluss nur eine SIP TK Anlage gleichzeitig registriert werden, das so genannte Forking wird nicht unterstützt.

---

## 2.5 Network Address Translation (NAT)

Network Address Translation (NAT) ist in IPv4-Netzen ein Verfahren, um automatisiert Adressinformationen in IP-Paketen durch andere ersetzen, um z.B. private und öffentliche Netze zu verbinden.

Befindet sich die TK-Anlage in einem privaten IP-Adressbereich und ein lokaler Router führt NAT durch und ersetzt die private IP-Adresse durch seine öffentliche Adresse im IP-Header, so befindet sich in der SIP Signalisierung der TK-Anlage immer noch die privaten IP Adressen.

Das NGN der inexio verwendet ein Verfahren für NAT Traversal zum Aufbau und Halten von SIP Verbindungen über NAT Router hinweg.

Dazu wird auf IP Ebene die öffentliche IP und Port des Routers aus den ankommenden IP Paketen extrahiert. Dies betrifft neben der SIP Signalisierung auch den Medienstrom (RTP). Dazu ist es erforderlich, dass die TK-Anlage beim Zustandekommen zuerst einer Verbindung von sich aus einen Medienstrom (RTP Pakete) sendet.

Die Network Address Translation (NAT) im Router verwendet oft einen Timer, für den die Übersetzung internes-externes Netz gültig ist. Damit die TK-Anlage auch vom NGN der inexio jederzeit für ankommende Gespräche erreichbar ist, muss eine regelmäßige SIP Signalisierung zwischen TK-Anlage und NGN stattfinden.

Dazu kann das SIP Endgerät sogenannte SIP keep-alive Pakete regelmäßig senden. Die TK-Anlage selbst kann die öffentliche IP-Adresse ermitteln (STUN, ICE, TURN), dann ist keine private IP-Adresse im SIP-Paket enthalten.

---

## 2.6 Call Szenarien

In einer SIP-Verbindung wird der Anrufer als User Agent Client (UAC) und der Angerufene als User Agent Server (UAS) bezeichnet. Je nach Anrufrichtung ist einmal die TK-Anlage der User Agent Client und das NGN der inexio User Agent Server und umgekehrt. Alle Rufnummern (FROM und TO) müssen im erweiterten E.164 Format (+<CC><NDC><SN>) übertragen werden.

## 2.7 Ankommender Ruf zu einer Nebenstelle der TK-Anlage

Das NGN der inexio signalisiert ankommende Rufe zu einer Nebenstelle direkt an die TK-Anlage.



### Beispiel 1

– Anruf vom öffentlichen Netz (+49301234567) an die Kopfrufnummer der TK-Anlage (+4968311234567)

```
INVITE sip:+4968311234567@business.voip.inexio.net SIP/2.0
From: <sip:+49301234567@business.voip.inexio.net>;tag=16562-TT-015efc8-6d6fb1406
To: <sip:+4968311234567@business.voip.inexio.net>
[...]
```

### Beispiel 2

– Anruf vom öffentlichen Netz (+49301234567) an eine Nebenstelle der TK-Anlage (+4968311234599)

```
INVITE sip:+4968311234599@business.voip.inexio.net SIP/2.0
From: <sip:+49301234567@business.voip.inexio.net>;tag=16562-XX-015efc8-6d6fb1406
To: <sip:+4968311234599@business.voip.inexio.net>
[...]
```

Die A-Rufnummer wird dabei im internationalen Format im FROM Header übertragen.

Die B-Rufnummer wird dabei im internationalen Format in der Request URI und im TO Header übertragen, wobei die TK Anlage das Ziel auf die Request URI zu prüfen hat.

## 2.8 Umgeleiteter Ruf zu einer Nebenstelle der TK-Anlage

Die Besonderheit für im PSTN auf eine DDI umgeleitete DDI besteht darin, dass im TO-Header die umleitende RN signalisiert wird:

```
INVITE sip:+4968311234599@business.voip.inexio.net SIP/2.0
From: <sip:+49301234567@business.voip.inexio.net>;tag=16562-YY-015efc8-6d6fb1406
To: <sip:+49401234567@business.voip.inexio.net>
[...]
```

Die A-Rufnummer wird dabei im internationalen Format im FROM Header übertragen.

Die B-Rufnummer wird dabei im internationalen Format in der Request URI übertragen.

Die ursprünglich gerufene RN wird im TO Header übertragen.

## 2.9 Abgehender Ruf von einer Nebenstelle der TK-Anlage

Die TK-Anlage signalisiert abgehende Rufe zu einer öffentlichen Rufnummer direkt an das NGN der inexio.



### Beispiel 1

– Anruf von einer Nebenstelle der TK-Anlage (+49683112345-99) an öffentliches Netz (+49301234567)

```
INVITE sip:+49301234567@business.voip.inexio.net SIP/2.0
From: <sip:+4968311234599@business.voip.inexio.net>;tag=2fe6222093
To: <sip:+49301234567@business.voip.inexio.net>
P-Asserted-Identity: <sip:+4968311234599@business.voip.inexio.net>
[...]
```

Die gültige, dem Anschluss zugeordnete, Kopfrufnummer (also: Hauptnummer des DDI-Blocks) muss im FROM Header übertragen werden und kann zusätzlich im P-Preferred-Identity Header oder P-Asserted Identity Header übertragen werden.

Die B-Rufnummer muss in der Request URI übertragen werden.

Die Rufnummern werden im internationalen Format übertragen.

Das Netz der inexio verwendet das Digest Authentication Verfahren, um einen Teilnehmer zu authentifizieren.

Daher wird die erste INVITE-Anfrage vom Softswitch der inexio zunächst mit einer 407-Antwort abgelehnt, mit der aber gleichzeitig die TK-Anlage aufgefordert wird (Challenge), die Authentifizierung nach Digest vorzunehmen:

```
SIP/2.0 407 authentication required
From: <sip:+4968311234599@business.voip.inexio.net>;tag=2fe6222093
To: <sip:+49301234567@business.voip.inexio.net>
Proxy-Authenticate: Digest realm="business.voip.inexio.net", nonce="015f3aad23957d0a11a9fbf41c
cb5978", opaque="015fld0b0c98477", stale=false, algorithm=MD5
[...]
```

Die TK-Anlage muss diese Challenge annehmen und einen Hashwert mit den übermittelten Parametern und dem in der TK-Anlage lokal gespeicherten SIP-Passwort bilden. Dieser Hashwert sollte anschließend in einer erneuten INVITE-Anfrage aufgenommen werden:

```

INVITE sip:+49301234567@business.voip.inexio.net SIP/2.0
From: <sip:+4968311234599@business.voip.inexio.net>;tag=2fe6222093
To: <sip:+49301234567@business.voip.inexio.net>
P-Asserted-Identity: <sip:+4968311234599@business.voip.inexio.net>
Proxy-Authorization: Digest username="49683112345", realm="business.voip.inexio.net", nonce="015f3aad23957d0a11a9fbf41ccb5978", uri="sip:business.voip.inexio.net", response="01324ff52f5fd9dbda3eba2c153b3ec8", algorithm=MD5, opaque="015f1d0b0c98477"
[...]

```

## 2.10 CLIP no Screening

CLIP no Screening ist ein Leistungsmerkmal für abgehende Rufe und kann nur für diese aktiviert oder deaktiviert werden. Zusätzlich zur netzseitigen Rufnummer (englisch: network provided) des Anrufers kann hier noch eine vom Anrufer selbst festgelegte kundenspezifische Rufnummer (englisch: user provided, not screened) dem Angerufenen gesendet werden.

'No Screening' bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die kundenspezifische Rufnummer des Anrufers nicht von dem vermittelnden Telefonnetz auf Richtigkeit überprüft wird. Sie kann irgendeine vom Anrufer selbst bestimmte Rufnummer beinhalten.

Generell werden beide Rufnummern des Anrufers, die netzseitige und die kundenspezifische (falls CLIP no Screening aktiviert), im öffentlichen Telefonnetz übertragen. Aktivierte Dienste wie CLIP/CLIR und COLP/COLR auf der jeweiligen Teilnehmerseite und Art des Anschlusses entscheiden aber darüber, welche Rufnummer zum Teilnehmer selbst übermittelt wird. Gerätespezifische Einstellungen auf der Empfängerseite entscheiden letztendlich, welche Rufnummer (oder ob beide) zur Anzeige kommen.

Das Mapping wird wie folgt durchgeführt:

Die Kopfnummer muss im From Header stehen. Die gewünschte zu übertragende Rufnummer (User provided) muss im P-preferred (PPI) Header stehen.

Hier ist zu berücksichtigen, dass es bei verschiedenen Carriern zu unterschiedlichen Anzeigen der User provided number kommen kann.

## 2.11 Rufnummern-übermittlung

Über den SIP-TK-Anlagenanschluss der inexio werden Rufnummern für ankommende und abgehende Gespräche übermittelt. Das Rufnummernformat wird nach erweitertem E.164 Format (+<CC><NDC><SN>) erwartet.

## 2.12 Rufnummern- unterdrückung CLIR

Sofern die anrufende Nebenstelle CLIR verwenden möchte, muss im PRIVACY Header der ID Token entsprechend RFC 3323 gesetzt sein (Privacy: id).

## 2.13 Rufumleitung im Amt

Das Leistungsmerkmal Fallweise Rufumleitung im Amt ist im Netz der inexio verfügbar und muss von der verwendeten TK-Anlage unterstützt werden.

Nach dem Empfang einer INVITE-Nachricht in der TK-Anlage, kann diese durch Senden einer „3xx“ SIP-Nachricht eine Weiterleitung auf ein neues Ziel signalisieren. Das Ziel ist im „CONTACT“ Header dieser Nachricht anzugeben. Die NGN-Plattform bestätigt die Umleitung mit einem „ACK“.

Contact: <sip:+49301234567@business.voip.inexio.net>

## 2.14 Faxübertragung

Über den IP-TK-Anlagenanschluss der inexio können Faxverbindungen mit folgenden Codecs und Parametern hergestellt werden:

G.711a	A-law nach ITU-T Recommendation mit einer Paketierung von 20ms
T.38	

## 2.15 DTMF

Inexio unterstützt das Verfahren nach RFC2833, bei dem dedizierte RTP Pakete entsprechend RFC2833 übertragen werden. Hierzu muss die IP-TK-Anlage die DTMF Töne entsprechend nach RFC2833 generieren und interpretieren können.



## SIP Mehrgeräte- anschluss der inexio

Private, IP-basierende Endgeräte (z.B. AVM FRITZ!Box) oder IP Telefone können direkt an das IP-Netz der inexio angeschlossen werden.

Mit dem SIP-Mehrgeräteanschluss ist es möglich, die wesentlichen Leistungsmerkmale von ISDN auf VoIP darzustellen.

Im Wesentlichen wird diese Zusammenschaltung über SIP, d.h. durch die Implementierung des Session Initiation Protocols (SIP) auf beiden Seiten realisiert. SIP ist in RFCs der IETF beschrieben und hat sich heute bereits zum de-facto-Standard entwickelt.

Dennoch existieren zahlreiche Variationen in der Implementierung, z.B. durch optionale Felder oder fehlende landesspezifische Anpassungen, woraus Probleme in der Interoperabilität zwischen Systemen resultieren können.

Um eine einfache Anschaltung zu gewährleisten, wird im Folgenden auf die Anforderungen an das SIP Endgerät hinsichtlich Signalisierung eingegangen.

Um ein SIP-Telefonat zu führen, braucht es mehr als nur SIP, denn es dient lediglich dazu, die Kommunikationsmodalitäten zu vereinbaren bzw. auszuhandeln – die eigentlichen Daten für die Kommunikation werden über andere, dafür geeignete Protokolle ausgetauscht. Hierzu wird das Session Description Protocol (SDP, RFC 4566) eingebettet, um die Details der Audio-Übertragung auszuhandeln. Dabei teilen sich die Endpunkte (SIP Endgerät und NGN der inexio) gegenseitig mit, welche Methoden der Audio-Übertragung sie beherrschen (die sogenannten Codecs), mit welchem Protokoll sie das tun möchten und an welcher Netzadresse und -port sie senden und empfangen wollen.

Diese Medien-Aushandlung ist kein direkter Bestandteil von SIP, sondern wird dadurch erreicht, dass in SIP ein weiteres Protokoll eingebettet wird. Diese Trennung von Sitzungs- und Medienaushandlung ist einer der Vorteile von SIP, da sie eine große Flexibilität bei der unterstützten Nutzlast erlaubt.

Bei der IP-Telefonie findet für die Medienübertragung das Realtime Transport Protocol (RTP, RFC 3550) Verwendung. SIP handelt hier die Sitzung aus, das eingebettete SDP handelt die Medien-Details aus, und RTP ist dann dasjenige Protokoll, welches letztendlich die Audio-Ströme überträgt.

SIP stellt mehrere Dialoge zur Verfügung um eine Sitzung zwischen zwei Teilnehmern (User Agent) aufzubauen. Die Dialoge bestehen aus einer Anforderung/Anfrage (Request) und einer Rückmeldung/Antwort (Response). Requests werden vom User Agent Client erzeugt und an den User Agent Server gesendet. Responses werden vom User Agent Server erzeugt und an dem User Agent Client gesendet.

Je nach Anrufichtung ist einmal das SIP Endgerät der User Agent Client und das NGN der inexo User Agent Server und umgekehrt.

SIP-fähige Telefone können direkt am Ethernet-Port des DSL Routers angeschlossen werden. Sollen vorhandene ISDN-fähige oder analoge Telefone angeschlossen werden, empfiehlt inexo den Einsatz einer AVM FRITZ!Box, die zudem auch Mobiltelefone nach dem DECT-Standard, VoIP Telefone über WLAN, wie auch Smartphones oder Tablets über die FRITZ!App FON als Nebenstellen integrieren kann. Auch G3 Faxgeräte und externe Anrufbeantworter lassen sich anschließen.

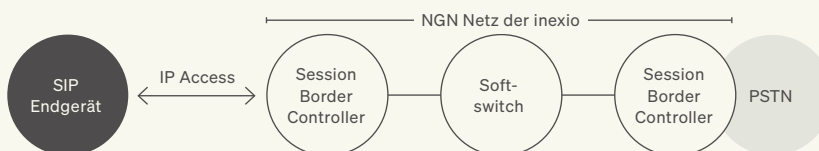
### 3.1 Netzübersicht SIP Mehrgeräte-anschluss

SIP Endgeräte können direkt mit dem NGN Netz der inexo gekoppelt werden.

Dazu wurde eine komplette, auf einem NGN basierende VoIP-Plattform installiert, welche alle Möglichkeiten zur Nutzung von VoIP beinhaltet und mit dem bestehenden öffentlichen Telefonnetz gekoppelt ist, um eine Erreichbarkeit aus und in das öffentliche Telefonnetz zu ermöglichen.

Dieses Netz enthält im Wesentlichen folgende Komponenten:

- Softswitch als NGN Vermittlungsplattform
- Session Border Controller als Sicherheitselement



Das SIP Endgerät ist der Gegenpunkt und damit "Ansprechpartner" aus dem NGN der inexo.

### 3.2 Generelle Funktionsweise

Entsprechend der Spezifikation besteht bei SIP ein fester Zusammenhang zwischen den SIP-Teilnehmern und einer zugehörigen öffentlichen SIP-Adresse bzw. Telefonnummer.

Beim Einzelaccount-Anschluss muss das Endgerät per SIP im NGN Netz der inexo registriert werden. Die Zuordnung und Erkennung erfolgt über Benutzername und Passwort. Damit können auch Endgeräten angeschlossen werden, die mit dynamischen öffentlichen IP-Adressen versehen sind.

### 3.3 Unterstützte SIP-Nachrichten

Die NGN-Plattform der inexo lauscht auf Port 5060 und unterstützt die folgenden SIP Methoden entsprechend RFC 3261:

INVITE	Initiiert eine Verbindung oder verändert (re-INVITE) die Parameter einer bereits aufgebauten Verbindung.
BYE	Beendet eine Verbindung.
CANCEL	Bricht einen Verbindungsaufbau (INVITE) ab.
UPDATE	Modifiziert Parameter einer Verbindung, die sich noch im Aufbau befindet (RFC 3311).
ACK	Bestätigt eine endgültige Antwort.
REGISTER	Registriert die TK Anlage im Netz der inexo.
OPTIONS	Ermöglicht Endgeräten die Fähigkeiten anderer beteiligter Geräte anzufragen.

Die Antworten der NGN-Plattform auf diese Anfragen enthalten jeweils einen numerischen Code:

1xx	Fortschrittsanzeigen
2xx	Erfolgreiche Bearbeitung der Anfrage
3xx	Umleitungen, Weiterleitungen
4xx	Clientseitiger Fehler
5xx	Server-Fehler
6xx	Sonstige Fehlermeldungen



Über den IP-TK-Anlagenanschluss der inexio können Verbindungen mit folgenden Codecs und Parametern hergestellt werden:

G.711a	A-law nach ITU-T Recommendation mit einer Paketierung von 20ms zur Sprach- und Faxübertragung
G.722	HD Sound 7 kHz audio-coding mit 64 kbit/s nach ITU-T Recommendation zur Sprachübertragung
Clearmode	64 kbit/s Channel-Daten transparent

SIP Nachrichten können von einem beliebigen Port des SIP-Endgerätes gesendet bzw. empfangen werden. Das NGN Netz der inexio lauscht auf Port 5060.

### 3.4 SIP Registrierung

Der Registrar wird per DNS-Auflösung realisiert, das heißt bei der Einrichtung muss die folgende FQDN tel.voip.inexio.net verwendet werden. Beim SIP-Einzelaccounts-Mehrgeräteanschluss muss das Endgerät per SIP registriert werden. Zunächst sollte das SIP Endgerät dazu eine REGISTER Anfrage senden:

```
REGISTER sip:tel.voip.inexio.net SIP/2.0
From: <sip:+4968311234567@tel.voip.inexio.net>;tag=3094026777
To: <sip:+4968311234567@tel.voip.inexio.net>
Call-ID: 162755C48E2C0914@10.10.10.10
CSeq: 1 REGISTER
Contact: <sip:+4968311234567@tel.voip.inexio.net>
Max-Forwards: 70
Content-Length: 0
```

Das Netz der inexio verwendet das Digest Authentication Verfahren, um einen Teilnehmer zu authentifizieren.

Daher wird die erste Registrierung vom Softswitch der inexio zunächst mit einer 401 Antwort abgelehnt, mit der aber gleichzeitig das SIP-Endgerät aufgefordert wird (Challenge), die Authentifizierung nach Digest vorzunehmen:

```
SIP/2.0 401 Unauthorized
From: <sip:+4968311234567@tel.voip.inexio.net>;tag=3094026777
To: <sip:+4968311234567@tel.voip.inexio.net>
Call-ID: 162755C48E2C0914@10.10.10.10
CSeq: 1 REGISTER
Contact: <sip:+4968311234567@tel.voip.inexio.net>
WWW-Authenticate: realm="tel.voip.inexio.net", nonce="015f0c326690266e7a103e8f1349770e",
opaque="015ee0a70bb1001", stale=false, algorithm=MD5
Content-Length: 0
```

Das SIP Endgerät muss diese Challenge annehmen und einen Hashwert mit den übermittelten Parametern und dem in dem SIP Endgerät lokal gespeicherten SIP-Passwort bilden. Dieser Hashwert sollte anschließend in eine neue Registrierung aufgenommen werden:

```
REGISTER sip:tel.voip.inexio.net SIP/2.0
From: <sip:+4968311234567@tel.voip.inexio.net>;tag=3094026777
To: <sip:+4968311234567@tel.voip.inexio.net>
Call-ID: 162755C48E2C0914@10.10.10.10
CSeq: 2 REGISTER
Contact: <sip:+4968311234567@tel.voip.inexio.net>
Authorization: Digest username="4968311234567", realm="tel.voip.inexio.net", nonce="015f0c326690266e7a103e8f1349770e", uri="sip:tel.voip.inexio.net", response="c68e7cfea394e17b74b812bf13be11b4", algorithm=MD5, opaque="015ee0a70bb1001"
Max-Forwards: 70
Content-Length: 0
```

Eine erfolgreiche Registrierung wird mit einer 200 OK Nachricht bestätigt.

```
SIP/2.0 200 OK
From: <sip:+4968311234567@tel.voip.inexio.net>;tag=3094026777
To: <sip:+4968311234567@tel.voip.inexio.net>
Call-ID: 162755C48E2C0914@10.10.10.10
CSeq: 2 REGISTER
Contact: <sip:+4968311234567@tel.voip.inexio.net>;expires=600
Content-Length: 0
```

Die Registrierung muss durch das SIP Endgerät in regelmäßigen Abständen wiederholt werden. Im Netz der inexio wird eine Registrierungszeit von 600 – 3.600 Sekunden erwartet (Expires Header).

Für eine sichere und saubere Funktion kann beim SIP-Einzelaccounts-Mehrgeräteanschluss nur ein SIP Endgerät pro Rufnummer registriert werden, das so genannte Forking wird nicht unterstützt.

### 3.5 Network Address Translation (NAT)

Network Address Translation (NAT) ist in IPv4 Netzen ein Verfahren, um automatisiert Adressinformationen in IP-Paketen durch andere ersetzen, um z.B. private und öffentliche Netze zu verbinden.

Befindet sich die SIP Endgerät in einem privaten IP-Adressbereich und die Endgerät bzw. ein lokaler Router führt NAT durch und ersetzt die private IP-Adresse durch seine öffentliche Adresse im IP Header, so befindet sich in der SIP Signalisierung der SIP Endgerät immer noch die privaten IP Adressen.

Das NGN der inexio verwendet ein Verfahren für NAT Traversal zum Aufbau und Halten von SIP Verbindungen über NAT Router hinweg.

Dazu wird auf IP Ebene die öffentliche IP und Port des Routers aus den ankommenden IP Paketen extrahiert. Dies betrifft neben der SIP Signalisierung auch den Medienstrom (RTP). Dazu ist es erforderlich, dass die SIP Endgerät beim Zustandekommen einer Verbindung zuerst immer von sich aus einen Medienstrom (RTP Pakete) sendet.

Die Network Address Translation (NAT) im Router verwendet oft einen Timer, für den die Übersetzung internes-externes Netz gültig ist. Damit die SIP Endgerät auch vom NGN inexio jederzeit für ankommende Gespräche erreichbar ist, muss eine regelmäßige SIP Signalisierung zwischen SIP Endgerät und NGN stattfinden.

Dazu kann das SIP Endgerät sogenannte SIP keep-alive Pakete regelmäßig senden. Die TK-Anlage selbst kann die öffentliche IP-Adresse ermitteln (STUN, ICE, TURN), dann ist keine private IP-Adresse im SIP-Paket enthalten.

---

### 3.6 Call Szenarien

In einer SIP-Verbindung wird der Anrufer als User Agent Client (UAC) und der Angerufene als User Agent Server (UAS) bezeichnet. Je nach Anrufichtung ist einmal das SIP Endgerät der User Agent Client und das NGN der inexio User Agent Server und umgekehrt. Alle Rufnummern (FROM und TO) müssen im erweiterten E.164 Format (+<CC><NDC><SN>) übertragen werden.

---

### 3.7 Ankommender Ruf zum SIP Endgerät

Das NGN der inexio signalisiert ankommende Rufe zum SIP Endgerät.

#### Beispiel 1

– Anruf vom öffentlichen Netz (+49301234567) an die SIP Endgerät (+4968311234567)

```
INVITE sip:+4968311234567@tel.voip.inexio.net SIP/2.0
From: <sip:+49301234567@tel.voip.inexio.net>;user=phone;tag=06252-PU-015f0dd8-61d1e2c93
To: <sip:+4968311234567@tel.voip.inexio.net:5060;user=phone>
[...]
```

Die A-Rufnummer wird dabei im internationalen Format im FROM Headern übertragen.

Die B-Rufnummer wird dabei im internationalen Format in der Request URI und im TO Header übertragen.

---

### 3.8 Abgehender Ruf vom SIP Endgerät

Das SIP Endgerät signalisiert abgehende Rufe zu einer öffentlichen Rufnummer direkt an das NGN der inexio.

#### Beispiel 1

– Anruf vom SIP Endgerät (+4968311234567) ins öffentliche Netz (+49301234567)

```
INVITE sip:+49301234567@tel.voip.inexio.net SIP/2.0
From: <sip:+4968311234567@tel.voip.inexio.net>;tag=090A4A9A0B6BCC98
To: <sip:+49301234567@tel.voip.inexio.net>
[...]
```

Eine gültige, dem Anschluss zugeordnete, A-Rufnummer muss im FROM Header übertragen werden und kann zusätzlich im P-Preferred-Identity Header übertragen werden.

Die B Rufnummer muss in der Request URI und im TO Header übertragen werden.

Die B Rufnummer kann im nationalen (mit und ohne Ortsnetzvorwahl) oder internationalen Format übertragen werden.

Das Netz der inexio verwendet das Digest Authentication Verfahren, um einen Teilnehmer zu authentifizieren.

Daher wird die erste INVITE Anfrage vom Softswitch der inexio zunächst mit einer 407 Antwort abgelehnt, mit der aber gleichzeitig das SIP Endgerät aufgefordert wird (Challenge), die Authentifizierung nach Digest vorzunehmen:

```
SIP/2.0 407 authentication required
From: <sip:+4968311234567@tel.voip.inexio.net>;tag=090A4A9A0B6BCC98
To: <sip:+49301234567@tel.voip.inexio.net>;tag=00-08178-015f0e5a-05b41def1
Proxy-Authenticate: Digest realm="tel.voip.inexio.net", nonce="015f0e363f35172e28ca50e86f07e297",
opaque="015ee0a70bb1001", stale=false, algorithm=MD5
[...]
```

Das SIP Endgerät muss diese Challenge annehmen und einen Hashwert mit den übermittelten Parametern und dem im SIP Endgerät lokal gespeicherten SIP-Passwort bilden. Dieser Hashwert sollte anschließend in eine erneute INVITE Anfrage aufgenommen werden:

```
INVITE sip:+49301234567@tel.voip.inexio.net SIP/2.0
From: <sip:+4968311234567@tel.voip.inexio.net>;tag=090A4A9A0B6BCC98
To: <sip:+49301234567@tel.voip.inexio.net>
Proxy-Authorization: Digest username="4968311234567", realm="tel.voip.inexio.net", nonce="015f0e363f35172e28ca50e86f07e297", uri="sip:tel.voip.inexio.net", response="b568c2da4319be9cbf1c1a94212eaca6", algorithm=MD5, opaque="015ee0a70bb1001"
[...]
```

---

### 3.9 Rufnummern-übermittlung

Über den SIP-Mehrgeräteanschluss der inexio werden Rufnummern für ankommende und abgehende Gespräche übermittelt.

---

### 3.10 Rufnummern-unterdrückung CLIR

Über den SIP-Mehrgeräteanschluss der inexio kann die eigene Rufnummer unterdrückt werden.

Sofern vom SIP Endgerät unterstützt, kann für CLIR auch im PRIVACY Header der ID Token entsprechend RFC 3323 gesetzt sein (Privacy: id).

---

### 3.11 Anrufweiter-schaltung

Anrufweiserschaltungen können endgeräteunabhängig im Netz der inexio konfiguriert werden.

### 3.12 Anklopfen, Makeln und Konferenzschaltung

Anklopfen, Makeln, Rückfrage und Konferenzschaltungen sind entsprechend des SIP Standards Leistungsmerkmale der SIP Endgerät und müssen folglich von dieser unterstützt werden (z.B. AVM FRITZ!Box). Mit einem SIP Mehrgeräteanschluss sind pro Rufnummer im Netz der inexo bis zu zwei parallelen Gesprächen möglich, die vom SIP Endgerät in eine Konferenz geschaltet oder zwischen denen gemakelt werden kann.

### 3.13 Faxübertragung

Über den SIP-Mehrgeräteanschluss der inexo können Faxverbindungen mit folgenden Codecs und Parametern hergestellt werden:

G.711a	A-law nach ITU-T Recommendation mit einer Paketierung von 20ms
T.38	

### 3.14 DTMF

inexo unterstützt das Verfahren nach RFC2833, bei dem dedizierte RTP Pakete entsprechend RFC2833 übertragen werden. Hierzu muss das SIP Endgerät die DTMF Töne entsprechend nach RFC2833 generieren und interpretieren können.

## 4

### Weitere Informationen

#### 4.1 SIP-Einstellungen (Class 5; User-/Passwort-Authentifiziert)

Username	Rufnummer im internationalen Format (Vorwahl ohne 0 sondern mit 49) Mehrgeräteanschluss: Bsp. 06831-4711 = 4968314711 Anlagenanschluss mit Durchwahlen: Bsp. 06831-4711-0 = 49683147110
Registrar/Domain	business.voip.dg-w.de
Port	5060 Transport-Protocol: UDP
STUN-Server	nicht benötigt
NAT	darf verwendet werden
Verschlüsselung	keine

#### 4.2 Unterstützte Standards

CLIPNoScreening	möglich (über P-Preferred-Identity); Beispiel: P-Preferred-Identity: <sip:+49301234567@iad.voip.inexo.net>
CFU (Rufumleitung bedingungslos/direkt)	ja
CFNR (Rufumleitung Nichterreichbarkeit)	ja
CFB (Rufumleitung besetzt)	ja
CLIP/CLIR	ja
DDI	ja
Partial Rerouting/Call Deflection	ja
DTMF	Inband, RFC 2833, SIP INFO (empfohlen Inband und RFC 2833)
Faxe	keine Unterstützung von G4
Unterstützte Codecs	G.711a, G722, CLEARMODE, T.38

#### 4.3 Netze zum Freigeben

IPv4 SIP	37.157.47.128/28; 128.0.99.128/28
IPv4 RTP	37.157.47.144/28; 128.0.99.144/28
IPv6 SIP	2a01:05c0:0006:0007::/64; 2a01:05c0:0006:0032::/64
IPv6 RTP	2a01:05c0:0006:0031::/64; 2a01:05c0:0006:0033::/64

Wichtige Information: Die Einstellungen für die oben genannten Parameter sind TK-Anlagen spezifisch. Wenden Sie sich bitte bei Fragen an Ihren TK-Anlagen Support, da Inexo und Deutsche Glasfaser Business die notwendigen Informationen zur Einrichtung Ihrer TK-Anlage nicht vorliegen.

Deutsche Glasfaser Wholesale GmbH · Kontakt: Am Kuhm 31 · 46325 Borken · [www.deutsche-glasfaser.de](http://www.deutsche-glasfaser.de) · [business@deutsche-glasfaser.de](mailto:business@deutsche-glasfaser.de) · Service-Nr. 02861 890 600  
Geschäftsführer: Andreas Pfisterer · Pascal Koster · Jens Müller · Ruben Queimano · Roman Schachtsiek  
Sitz der Gesellschaft: Gronau · Amtsgericht: Coesfeld · Registernummer: HRB 14325 · USt-IdNr. DE 287261064

inexio Breitband GmbH | Ein Unternehmen der Unternehmensgruppe Deutsche Glasfaser  
Kontakt: Am Saarlarm 1 · 66740 Saarlouis · [www.inexio.net](http://www.inexio.net) · Tel.: +49 6831-935-0  
Geschäftsführer: Andreas Pfisterer · Pascal Koster · Jens Müller · Ruben Queimano · Roman Schachtsiek  
Sitz der Gesellschaft: Saarlouis · Amtsgericht: Saarbrücken · HRB 19783 · USt-IdNr. DE306915748

DGB\_2789\_1