

**Zeitschrift:** Comtec : Informations- und Telekommunikationstechnologie = information and telecommunication technology

**Herausgeber:** Swisscom

**Band:** 79 (2001)

**Heft:** 5

**Artikel:** Migration und LAN-Tauglichkeit als heikle Themen

**Autor:** Sellin, Rüdiger

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-876538>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 13.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Voice over IP (VoIP)

# Migration und LAN-Tauglichkeit als heikle Themen

Theoretisch ist alles ganz einfach: Man nehme ein Ethernet-LAN, kaufe einen IP-Telefonserver mit LAN- und WAN-Anschluss, nehme dazu die benötigte Anzahl von IP-Telefonen und fertig ist die VoIP-Lösung. Wenn es so einfach wäre, dann gäbe es konventionelle Telefonanlagen bereits längst nicht mehr. Dieser Beitrag bewertet die in comtec 10/00 vorgestellten VoIP-Konzepte und vergleicht das bestehende Angebot unter dem Aspekt der Migration.

Für die Realisierung von VoIP in Unternehmensnetzen existieren drei Konzepte: Soft-PBX, LAN-PBX und konventionelle PBX mit IP-Gateway (PBX: Private Branch Exchange, auf Deutsch TK-Anlage). Bei einer Soft-PBX handelt

auch Hybridtypen genannt, weil man IP-Phones über ein Ethernet-LAN, aber auch ganz konventionelle ISDN- oder gar analoge Telefon- und Faxgeräte anschliessen kann. Schliesslich können viele bestehende PBXs mit einem IP-Gateway oder einem Router mit Voice-Interface erweitert werden. Hier steht die Erhaltung der vollen PBX-Funktionen bei Senkung der internen Kommunikationskosten mit Hilfe einer Standortvernetzung mit IP im Vordergrund. Die Tabelle 1 fasst die Merkmale sowie die Vor- und Nachteile aller Lösungen zusammen und bewertet sie. Bild 1 zeigt alle drei Typen in einer gemischten Voice-/Datenkommunikationsumgebung mit LAN-Vernetzung.

RÜDIGER SELLIN

es sich um eine lokale Telefonanlage, die als reine Software-Anwendung auf Standard-Hardware, beispielsweise einem NT- oder Linux-Server, realisiert wird. LAN-PBXs bieten bei begrenzter Ausbaufähigkeit den Vorteil eines meist schnelleren und einfacheren Aufbaus. Sie werden oft

## Fragenkatalog

Bei der Einführung von VoIP konzentriert man sich nur allzu oft auf technische Fragen. Obwohl dieser Teil durchaus wichtig ist, entscheiden oft organisatorische Fragen über den Erfolg einer VoIP-Lösung. Ein erster Fragenkatalog könnte etwa so aussehen:

## Technische Fragen

- Soll die bestehende TK-Anlage weiter verwendet werden? (-> IP-Gateway)
- Sollen bestehende Endgeräte (analog und ISDN) weiter verwendet werden? (-> Router oder LAN-PBX)
- Welche Leistungsmerkmale sind ein Muss, welche sind «nice to have» und welche völlig überflüssig?
- Ist die Einführung eines Call Center mit Unified Messaging ein Thema? (-> Soft-PBX)
- Ist das LAN inklusive aller Elemente (z. B. Switches, Router) für VoIP geeignet?

## Organisatorische Fragen

- Welches Budget steht zur Verfügung?
- Steht eine eigene Mannschaft für den

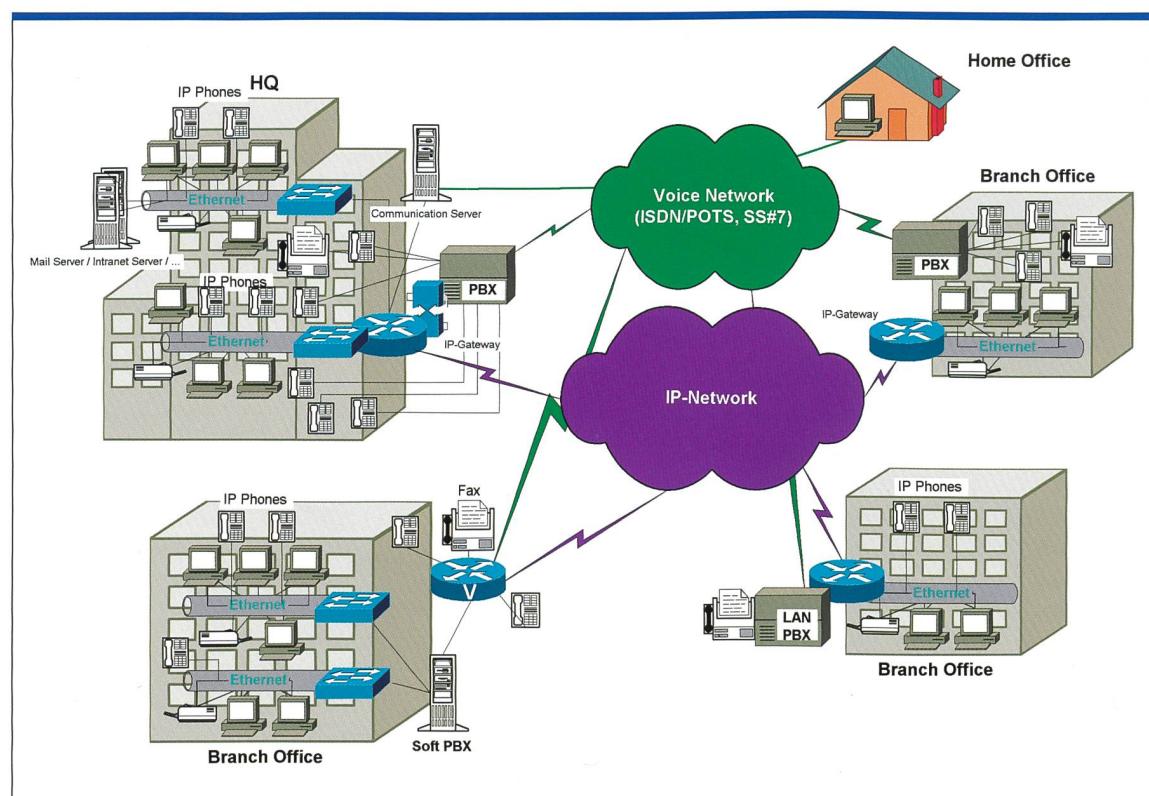


Bild 1. Einheitliche IP-Infrastruktur im Unternehmensnetz für die Sprach- und Datenkommunikation. PBX mit IP-Gateway: Standorte oben links und oben rechts; Soft-PBX: Standort unten links; LAN-PBX: Standort unten rechts; ISDN als Voice-Backbone und öffentlicher Zugang sowie als Remote Access für Teleworker im Unternehmen.

- IT- und TK-Support bereit? Wer trägt die Verantwortung für die Einführung?
- Welche Rolle nimmt der Lieferant der VoIP-Lösung ein? Welche Leistungen sind gewünscht, wie werden diese verrechnet? (Achtung: Kostenexplosionsgefahr)
  - Bei Call Centers: Wer analysiert den Arbeitsablauf in der Firma? Wer optimiert diesen und führt ihn in der Firma ein? (Achtung: grosses Einspar-, aber auch Frustpotenzial)

Zwar lässt sich diese Liste fast beliebig verlängern, sie zeigt aber exemplarisch auf, wie einige Antworten den einzuschlagenden Weg oft bereits vorweg nehmen. Eines jedenfalls ist klar: VoIP erfordert eine ganze Reihe von gründlichen Abklärungen vor der Einführung, denn sonst endet das ganze im Chaos mit Begeisterscheinungen wie unerwartete Kostenexplosionen, frustrierte Mitarbeiter, verärgerte Lieferanten und im schlechtesten Fall schlecht bediente Kunden. Das muss nicht sein, denn eine gewissenhafte Projektleitung vermag das zu verhindern. Zudem stellt sich auch im Verkaufsprozess die Frage, wie man sich an das Thema VoIP annähert – oft existieren gerade in Grossunternehmen zwei getrennte Mannschaften für Voice und Data/IT. Beide sollten gleichberechtigt an der Einführung von VoIP beteiligt sein und sich nicht als Konkurrenten, sondern als Team betrachten.

#### Fragen rund ums LAN

Ein hohes Einsparpotenzial ergibt sich aus der Nutzung einer Kommunikationsinfrastruktur im LAN wie auch im WAN. Man sollte sich allerdings nicht der Illusion hingeben, dass das Telefonieren im WAN über IP in jedem Fall günstiger ist als über ISDN – dies im Zeichen sinkender Tarife bei scharfem Wettbewerb. Das Motto «Everything over IP – IP over Everything» wirkt sich erst dann kostenmäßig positiv aus, wenn IP durchgängig von Desktop zu Desktop verwendet wird. In den LANs ist dies in den meisten Fällen längst Realität, denn nach Ethernet (Marktanteil über 85%) hat auch IP längst seinen Siegeszug angetreten. Allerdings wurden die meisten LANs bisher vorwiegend für die lokale Datenkommunikation eingesetzt. Mit VoIP im Unternehmensnetz stellt sich schnell die Frage nach der Eignung für die Sprachübertragung. Denn weder IP (auf OSI-Schicht 3) noch Ethernet (auf OSI-Schicht 2) wurden ursprünglich für die Sprachkommunikation konzipiert, da deren Charakteristik gänzlich von derjenigen der Datenübertragung abweicht. IP kann weder garantieren, dass alle IP-Pakete ankommen, noch dass eine feste Laufzeit eingehalten wird. Bei Sprach- und noch mehr bei Videoübertragungen müssen die Laufzeiten möglichst kurz und die Datenverluste möglichst klein sein. Bei Datenübertragungen hingegen dürfen keine Daten verloren gehen, dafür sind grössere Laufzeiten in der Regel unkritisch. Im LAN und im LAN-Verbund über WAN müssen daher besondere Massnahmen getroffen werden, um VoIP zu realisieren. Dies bedingt in jedem Fall eine gründliche LAN-Analyse (falls bereits eines vorhanden ist), eine durchdachte Design- und eine sorgfältig geplante Realisierungsphase (Bild 2).

Relativ langsame LANs wie ein Standard-Ethernet mit 10 Mbit/s sind nur bei einer sehr begrenzten Anzahl Benutzer geeignet, um als Kommunikationsbasis für VoIP zu dienen. Eine erste grobe Empfehlung bei dem heute verfügbaren VoIP-Equipment könnte also heissen, dass Standard-Ethernet nur bis rund zehn Benutzern beansprucht werden kann, wenn alle diese Benutzer auch noch einen PC am LAN angeschlossen haben. Ein kleiner lokaler Ethernet-Switch sollte am Desktop beim Benutzer sicherstellen, dass der Sprachverkehr Vorrang vor dem Datenverkehr hat. Erste Messungen und Erfahrungen zeigen aber, dass auch Fast Ethernet keinen Quantensprung bei der Anzahl Benutzer bringt. Ohne Zusatzmassnahmen liegt die Zahl der Benutzer mit IP-Phone und PCs am gleichen LAN auch nur bei zwanzig. Diese Faustregeln beziehen sich auf gesharetes Ethernet, sodass dem VoIP-Interessent im LAN ohne Zögern geswitchtes Ethernet empfohlen sei. Switches funktionieren wie eine intelligente Weiche, welche die Daten an den richtigen Empfänger weiterleitet und dafür sorgt, dass die Datenpakete (in diesem Fall IP-Pakete) nacheinander auf die Reise geschickt werden und somit die Datenintegrität gesichert ist. Dies ist in einem gesharten LAN nicht möglich, da sich hier die angeschlossenen Endgeräte das Medium LAN nach dem Zufallsprinzip teilen und alle Daten in alle Richtungen fliessen. Somit ist ein geswitchtes LAN zu bevorzugen, da sich dort Verzögerungen minimieren oder ganz vermeiden lassen. Daneben sollte von einem Einsatz von Hubs in LANs mit VoIP abgesehen werden, denn

- Analyse
- Design
- Implementation
- Abschliessende Tests und Einführung
- Betrieb

Bild 2. VoIP: Planung ist alles.

Hubs sind nicht in der Lage, den Datenverkehr zu regeln oder Kollisionen von Datenpaketen zu verhindern. Hubs wirken wie eine Mehrfachsteckdose bei der Stromverteilung. Ein weiterer Punkt betrifft das Alter der Routers. Es hat sich gezeigt, dass diese möglichst jünger als zwei bis maximal fünf Jahre alt sein sollten, denn VoIP stellt gewisse Anforderungen an die Routers, beispielsweise was die Schnelligkeit des Routingprozesses selbst oder die Eignung für H.323 betrifft. Vor einer Vernetzung von TK-Anlagen über Routers ist abzuklären, ob die beteiligten Router zwischen den TK-Anlagen für das Protokoll Q-SIG durchlässig sind, falls dessen Einsatz vorgesehen ist<sup>1</sup>.

#### Zusatz-Delay durch Softphones und DSP

Betreffend Verzögerung (Delay) ist zudem Vorsicht beim Einsatz von Softphones geboten (der Emulation eines Telefons als Software auf einem PC). Statt zweier Endgeräte (der PC für die Datenbearbeitung und das IP-Telefon bzw. ein konventionelles Telefon für die Sprachkommunikation) steht dann nur noch ein Endgerät, nämlich der PC mit angeschlossener Hör-/Sprecheinheit, für alle Anwendungen zur Verfügung. In Call Centers ist dies von Vorteil, da sich die Datenbearbeitung leicht mit CTI-Funktionen verbinden lässt (Computer Telephony Integration). Nachteilig kann sich neben der verminderten Ausfallsicherheit des Telefonieparts auswirken, dass Softphones eben aus Software bestehen und eine gewisse Verzögerung des Sprachverkehrs zur Folge haben. In den ersten Lösungen mit Microsoft NetMeeting™ traten Verzögerungen von bis

<sup>1</sup> Das Q-SIG-Protokoll wurde von der ECMA (European Computer Manufacturers Association) entwickelt und kommt häufig dann zum Einsatz, wenn TK-Anlagen verschiedener Hersteller untereinander vernetzt werden sollen. Q-SIG wird im Markt aber nur als eine Notlösung angesehen, da die proprietären Protokolle eines Herstellers fast immer einen grösseren Funktionsumfang bieten als Q-SIG, der bei einer Zusammenschaltung der TK-Anlagen mit Q-SIG verloren geht.

zu 150 ms auf, was nicht mehr vernachlässigt werden kann. Dieser Punkt verdient vor allem vor dem Hintergrund Beachtung, dass das bei VoIP erforderliche Gateway von IP nach ISDN (und umgekehrt) weitere Verzögerungen zur Folge hat. Dadurch kann die Gesamtverzögerung vor allem bei der Kaskadierung von Gateways (VoIP im LAN, erstes Gateway in das öffentliche ISDN, zweites Gateway wieder ins LAN, dort wieder VoIP) den kritischen Wert von 250 ms schnell einmal überschreiten – besonders in Kombination mit Softphones. Falls die Vernetzung über IP erfolgt, entfällt die Zusatz-Verzögerung durch das Gateway, bei der

in jedem Fall notwendigen Anbindung an das öffentliche ISDN jedoch tritt sie auf.

Weitere Delays können nämlich digitale Signalprozessoren (DSP) verursachen, eine bei VoIP-Lösungen durchaus übliche Einrichtung. DSP gleichen bei gestörten VoIP-Übertragungen (etwa wegen verloren gegangener IP-Pakete) Unterbrechungen mit Rechenvorgängen wie Interpolation in gewissen Grenzen aus. Die DSP sorgen zudem für ein künstliches Rauschen im Ohrhörer des Soft- oder IP-Telefon, beispielsweise dann, wenn in Sprechpausen keine IP-Pakete erzeugt werden müssen, da es dann ja

auch nichts zu transportieren gibt. In diesem Fall herrscht normalerweise absolute Stille auf der Leitung – aber nur scheinbar, weil im LAN fast ständig Daten verschiedener Benutzer befördert werden. Dieser typische VoIP-Effekt beunruhigt oder verwirrt die Benutzer eines Soft- oder IP-Phones, sodass DSP ein dezentes Rauschen erzeugen, um dem Gesprächspartner die Frage zu ersparen, ob der Partner am anderen Ende wirklich noch da ist und zu hört. DSP besorgen daneben die Kompression des Sprachsignals. Die Kompression dient dem Sparen von Bandbreite – denn rein theoretisch betrachtet genügen 8 kbit/s zur

VoIP-Konzept	Soft-PBX	LAN-PBX	PBX mit IP-Gateway
wesentliche Merkmale	<ul style="list-style-type: none"> <li>Neuinstallation von Telefonie-SW auf Standard-HW</li> <li>Installation entweder als Stand-alone-Lösung oder als Ergänzung zur bestehenden PBX</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Neuinstallation von vorkonfigurierter HW/SW zum Angebot von Sprachdiensten in einem meist bestehenden LAN</li> <li>Stand-alone-Lösung oder eher selten als Ergänzung zur bestehenden PBX</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erweiterung einer bestehenden, konventionellen TK-Anlage durch ein IP-Gateway</li> <li>Anschluss von IP-Telefonen im LAN via IP-Gateway an die TK-Anlage</li> </ul>
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>eine Kommunikationsinfrastruktur für alle Dienste</li> <li>direkter Anschluss von IP- oder Softphones an das LAN</li> <li>mögliche Integration verschiedener Kommunikationsformen (Unified Messaging) in klassische PC-Anwendungen (E-Mail, WWW, Terminplanung usw.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>eine Kommunikationsinfrastruktur für alle Dienste</li> <li>direkter Anschluss von IP- oder Softphones an das LAN</li> <li>Integration verschiedener Kommunikationsformen (Unified Messaging) in PC-Umgebung</li> <li>direkter Anschluss analoger Endgeräte möglich</li> <li>relativ einfache Installation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beibehaltung aller System-Features der bestehenden TK-Anlage</li> <li>Investitionsschutz für die proprietäre TK-Anlage, inklusive der teuren Systemapparate</li> <li>möglicher Parallelbetrieb (konventionell wie bisher, VoIP im LAN)</li> <li>«sanfte» Migration in Richtung VoIP im LAN</li> </ul>
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>profundes IT-Know-how für Installation und Betrieb erforderlich</li> <li>Anschluss analoger Endgeräte (Fax, Telefon) nur über externe Routers mit Voice-Interface</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>beschränkte Skalierbarkeit</li> <li>beschränkte Funktionalität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>nur beschränkte Wirksamkeit der VoIP-Vorteile (siehe Soft- und LAN-PBX)</li> <li>proprietäre Systemumgebung bleibt mit allen Kosten nachteilen erhalten</li> </ul>
weitere Entwicklung	<ul style="list-style-type: none"> <li>einfachere Installation und Wartung (etwa über Webbrower-basierte Schnittstellen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erweiterung, Skalierbarkeit</li> <li>Erweiterung der Leistungsmerkmale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung einer LAN-Schnittstelle (Ethernet) bei konventionellen TK-Anlagen zum Anschluss von IP-Phones via LAN</li> </ul>
Kosten	<ul style="list-style-type: none"> <li>mittel bis hoch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>eher tief bis mittel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>eher hoch</li> </ul>
Empfehlung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ersatz alter TK-Anlagen und bei kompletten Neuinstalltionen</li> <li>bestens geeignet als technische Basisinfrastruktur für Call Centers</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>gut geeignet für den Ersatz kleinerer TK-Anlagen (unteres KMU-Segment)</li> <li>erfordert keine umfangreichen IT-Kenntnisse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ehler für den konservativen LAN- und TK-Anlagen betreiber mit langen Abschreibungsfristen geeignet</li> </ul>

Tabelle 1. Merkmale sowie Vor- und Nachteile der drei VoIP-Konzepte.

Übertragung eines Sprachkanals – sowie dem einfacheren Transport von Sprache über IP-Netze, denn je kürzer die zu übertragende Information wird, mit umso weniger Verzögerung erfolgt deren Übertragung im IP-Netz. Heutige integrierte VoIP-Bausteine, wie etwa jene von Motorola, enthalten alle DSP-Funktionen hochintegriert auf einem VoIP-Chip.

### Migration

Bei der Migration einer lokalen, gemischten Sprach- und Datenkommunikationsumgebung (in der Regel bestehend aus einer TK-Anlage mit Sternverkabelung für Voice und einer Client/Server-Umgebung mit Peripheriegeräten, alle angeschlossen an einem LAN für Data) gibt es mehrere Möglichkeiten. Entweder beginnt man mit LAN- oder Soft-PBXs an den kleineren und mittleren Standorten oder man erweitert die bestehende TK-Anlage an den grösseren Standorten mit einem IP-Gateway. Diese zweite Variante bringt für den Eigentümer und Betreiber dieser Anlage einen gewissen Investitionschutz. Einerseits kann er die bestehenden Teilnehmer (Systemapparate, analoge Endgeräte) weiterhin mit den üblichen Diensten in der gewohnten Qualität und Zuverlässigkeit über die sternförmige Verkabelung versorgen. Andererseits ist es mit dem IP-Gateway aber auch möglich, die bestehende TK-Anlage an das, in den meisten Fällen bereits vorhandene LAN und damit IP-Phones an das LAN anzuschliessen. Einige IP-Gateways erlauben aber auch den Anschluss einer bestehenden TK-Anlage an ein öffentliches IP-Netz zu Vernetzungszwecken oder zur Bildung von Virtual Private Networks (VPN) über IP. So dient beispielsweise das ITG 2.0 von Nortel der Erweiterung einer bestehenden Meridian 1 in Richtung VoIP im LAN oder der IP-Vernetzung mehrerer Meridians untereinander.

Der TK-Anlagenbetreiber kann also mit IP-Gateways erste VoIP-Erfahrungen sammeln, ohne ein allzu grosses Risiko einzugehen (z. B. hohe Investitionen in die neue Technologie, kein zwingender Einstieg in die IT-Welt nötig wie bei den Soft- und LAN-PBXs usw.). Dadurch wird VoIP als Technologie gewissermassen «entmystifiziert», und die Akzeptanz in der Firma steigt deutlich. Allerdings sind die IP-Gateways im Vergleich zum Nutzen nicht gerade günstig und arbeiten in der Regel auch nur in einer homogenen

Systemumgebung (das heisst, alles kommt von einem Hersteller). Für heterogene Umgebungen eignen sie sich daher kaum, weshalb hier in den meisten Fällen die Vernetzung mit gewöhnlichen Routers und der Einsatz des Q-SIG-Protokolls immer noch das kleinere Übel darstellen. Für den LAN-Bereich allerdings ist das IP-Gateway unumgänglich, wenn IP-Telefone an bestehenden TK-Anlagen zum Einsatz kommen sollen.

### Fazit

Bei konsequenterem Einsatz einer modernen VoIP-Lösung resultieren wesentlich tiefere Total Cost of Ownership als bei getrennten Lösungen für den Sprach- und Datenbereich. Erste Erfahrungen mit VoIP-Lösungen ergaben bereits nach zwei bis drei Jahren Kostenvorteile gegenüber einer konventionellen TK-Anlage – besonders dann, wenn CTI- und Office-Funktionen integriert wurden (keine Medienbrüche mehr, durchgängige Kundenbetreuung, mehr Effizienz und weniger Frust bei der Auftragsbearbeitung usw.). Bei weiter verbessertem Preis-/Leistungsverhältnis stellen auch KMU oder Start-up-Companies eine attraktive Zielgruppe dar, da auch hier die Vorteile einer lokalen VoIP-Lösung schnell zum Tragen kommen. In diesem Marktsegment ist meistens keine eigene IT-Mannschaft vorhanden, sodass die Effizienz des eingesetzten Personals oft eine Überlebensfrage oder zumindest eine Renditefrage darstellt. Hier steht der Einsatz von LAN-PBXs im Vordergrund, da diese der «Plug-&-Play»-Philosophie

wesentlich näher stehen als Soft-PBXs oder die konventionellen PBXs. Soft-PBXs empfehlen sich für Firmen, in denen profundes IT- und TK-Know-how vorhanden ist, das «nur» noch um VoIP erweitert werden muss. IP-Gateways sind die richtige Lösung für eher konservative Unternehmen, welche die hohe Funktionalität und Zuverlässigkeit ihrer bestehenden TK-Anlage trotz entsprechend hoher Kosten bei hohem Investitionschutz unbedingt erhalten wollen.

6

**Dipl. Ing. Rüdiger Sellin** schloss das Studium der Nachrichtentechnik 1986 ab. Er war seitdem in verschiedenen Positionen in Entwicklung, Marketing und Vertrieb tätig und ist zurzeit bei Swisscom Mobile als PR-Manager im Marketing der Abteilung Value Added Portal Services angestellt. Daneben ist Rüdiger Sellin als Redaktor für verschiedene Zeitschriften und als Trainer für eine Reihe von Firmen aus der Telekom- und IT-Branche tätig.

## Summary

### Voice over IP (VoIP)

It's all very simple in theory: you set up an Ethernet LAN, buy an IP telephone server with LAN and WAN access and however many IP telephones you need and you've got your VoIP solution. The truth of the matter is that if it really was so easy then conventional telephone systems would have disappeared from the market a long time ago. What is the best solution: convert your existing telecommunications system into a VoIP system or simply replace it with a new one? Will a new system be as reliable? Will your existing LAN be sufficient in terms of performance? This article evaluates the VoIP designs presented in comtec 10/00 and compares them in respect of migration.