

Vorwort

Die heutige Gesellschaft ist ohne Telefon und Internet nicht mehr vorstellbar. Das Internet ist zum unabdingbaren Kommunikationsmedium geworden, über das jeder jederzeit Zeit Informationen über fast alles abrufen sowie Nachrichten senden und empfangen kann. Das Internet ist ein weltweites Rechnernetz, in dem die Daten nach dem sog. *Internet Protocol* (IP) übermittelt werden. Man kann es auch als Dienst für die Übermittlung von Informationen in Form von IP-Paketen ansehen. Vergleicht man diesen Dienst mit dem Briefdienst der Post, so entspricht ein IP-Paket einem Brief und die sog. *IP-Adresse* einer postalischen Adresse. Auch in anderen Netzen werden Daten als IP-Pakete übermittelt. Alle Rechnernetze mit dem Protokoll IP werden als *IP-Netze* bezeichnet. Sie dienen unter anderem zur Sprachkommunikation. Die Übermittlung von Sprache in IP-Paketen wird als *Sprache über IP* bzw. kurz *VoIP* (*Voice over IP*) bezeichnet.

VoIP bedeutet nicht nur zwei Telefone und IP dazwischen. Hinter diesem Begriff verbergen sich sehr komplexe Vorgänge. Hierzu gehören sog. *Signalisierungsprotokolle*, nach denen eine Verbindung zwischen Telefonen vor einem Telefongespräch aufgebaut und danach abgebaut werden kann. Die Signalisierungsprotokolle H.323 und SIP sind in der „IT-Welt“ geläufig. Ein Telefon für VoIP, d.h. ein *IP-Telefon*, ist nicht nur ein Telefon, sondern ein Rechner an einem IP-Netz, der eine IP-Adresse hat. Das IP-Telefon hat zusätzlich eine VoIP-spezifische Adresse, die eine Telefonnummer sein kann. Eine Telefonverbindung im Telefonnetz wird unter einer Telefonnummer aufgebaut. Bei VoIP wird zwar das Ziel der Verbindung mit einer VoIP-spezifischen Adresse – z.B. einer Telefonnummer – angegeben, aber diese Verbindung kann bei IP nur unter einer IP-Adresse aufgebaut werden. Das ist ein Beispiel für die vielen Probleme bei VoIP.

Dieses Buch stellt sowohl die Technik von VoIP als auch die Migration zu VoIP und die VoIP-Sicherheit fundiert dar. Hierfür geht es u.a. auf folgende Themen ein: die Perspektiven der Sprachkommunikation, die Signalisierung im Telefonnetz und im ISDN, die Internetprotokollfamilie, Quality of Service, wichtige Sprachcodierungsverfahren, die Prinzipien der Echtzeitkommunikation mit RTP/RTCP und mit Secure RTP, den Standard H.323 und das Protokoll SIP, VoIP-Gateways, Peering bei VoIP, SIP Security, VoIP-Notrufdienste, VoIP mit Peer-to-Peer SIP und WebRTC als Videotelefonie übers Internet. Dieses Werk vermittelt unabdingbare Informationen, um die Sprachkommunikation in IP-Netzen (z.B. im Internet) besser verstehen, diese nutzen und neue VoIP-Anwendungen konzipieren bzw. auch entwickeln zu können.

*VoIP:
nicht nur
zwei Telefone
und IP*

*Ziel des
Buches*

- An wen richtet sich das Buch?* Das Buch ist so aufgebaut, dass jeweils zunächst die Grundlagen fundiert dargestellt und danach praktische Anwendungen diskutiert werden. Damit eignet es sich nicht nur als Lehrbuch für Studenten und Neueinsteiger, sondern auch als Nachschlagewerk für alle Experten, zu deren Aufgaben *die Entwicklung, Planung oder Betreuung* verschiedener Netzwerke oder Netzwerkanwendungen gehört. Die praxisorientierte und reichlich illustrierte Darstellung der Inhalte verfolgt das Ziel, allen „Netzwerk-Fans“ die Nutzung dieses Buches im Selbststudium zu ermöglichen.
- Kapitel 1* Kapitel 1 enthält einen kompakten Überblick über klassische Netze zur Sprachkommunikation, Mobilfunknetze (GSM, UMTS), Ansätze für VoIP sowie eine Einführung in Next Generation Networks (NGN), die durch die Konvergenz von Netzen entstehen. Die VoIP-Aktivitäten der verschiedenen Standardisierungs-gremien, Konsortien und Foren werden hier ebenfalls kurz dargestellt.
- Kapitel 2* Kapitel 2 widmet sich den *Signalisierungsprinzipien*, also der Übermittlung der Steuerung beim Auf- und Abbau von Telefonverbindungen. Die Schwerpunkte liegen hier auf einer fundierten Darstellung des D-Kanal-Protokolls aus dem ISDN und des Signalisierungssystems Nr. 7. Diese Inhalte sind Basiswissen in Bezug auf VoIP.
- Kapitel 3* Kapitel 3 vermittelt die Grundlagen der bei VoIP benötigten Internetprotokollfamilie (IP, TCP, UDP, SCTP ...). Insbesondere wird hier auf die Bedeutung von DNS (*Domain Name System*) bei VoIP mit SIP eingegangen. In diesem Kapitel wird auch das Konzept ENUM präsentiert, nachdem Telefonnummern auch bei VoIP verwendet werden können.
- Kapitel 4* Hinsichtlich der Qualität der Sprachübermittlung in IP-Netzen werden bestimmte Anforderungen an diese Netze gestellt, die als QoS-Anforderungen bezeichnet werden. Kapitel 4 zeigt, welche Konzepte zur Erfüllung dieser Anforderungen es gibt. Insbesondere werden die für VoIP wichtigen QoS-Parameter, Differentiated Services, Queue-Management und das Protokoll RSVP zur Reservierung der Bandbreite dargestellt.
- Kapitel 5* Sprachkommunikation ist Echtzeitkommunikation. Sie wird mittels der Protokolle RTP und RTCP realisiert. Kapitel 5 zeigt zuerst, wie Sprache nach verschiedenen Verfahren codiert und mit Hilfe von RTP/RTCP übermittelt wird. Im Weiteren präsentiert dieses Kapitel Secure RTP sowie die Möglichkeiten der Kompression des RTP/UDP/IP-Headers und erläutert die Bedeutung von VoIP-Metriken.
- Kapitel 6* Die ersten VoIP-Systemlösungen basierten auf dem Standard H.323. H.323 ist ein komplexes Rahmenwerk, das regelt, wie weitere Signalisierungsprotokolle wie H.225.0 und H.245 verwendet werden. Kapitel 6 ist dem VoIP-Konzept nach H.323 gewidmet. Hier werden auch die sog. *Supplementary Services* nach H.450.x und die Möglichkeiten zur Unterstützung der Mobilität von VoIP-Teilnehmern präsentiert.

Das Protokoll SIP (*Session Initiation Protokoll*), das bei VoIP als Signalisierungsprotokoll dient, gehört zu den wichtigsten Internetprotokollen. Kapitel 7 erläutert, wie SIP konzipiert wurde und zeigt mittels verschiedener SIP-Abläufe, wie es sich einsetzen lässt. Hierbei wird auf verschiedene SIP-Funktionen und Leistungsmerkmale von VoIP mit SIP eingegangen und auch darauf, wie SIP mit H.323 koexistieren kann. *Kapitel 7*

VoIP-Systeme entstehen nicht auf der „grünen Wiese“, sondern müssen in bereits vorhandene Systemkomponenten und Netze zur Sprachkommunikation integriert werden, um die Sprachkommunikation auch zwischen klassischen Telefonen und IP-Telefonen zu ermöglichen. Hierfür sind verschiedene VoIP-Gateways und Protokolle für die Steuerung dieser Gateways nötig. Auf diese Aspekte geht Kapitel 8 ein. *Kapitel 8*

Kapitel 9 zeigt die Prinzipien, nach denen das sog. *Telefonie-Routing* realisiert werden kann, um VoIP weltweit zwischen beliebigen administrativen Domänen (öffentlichen Verwaltungen, Unternehmen, ...) zu ermöglichen. Hierbei ist das Konzept TRIP von großer Bedeutung. Dieses Kapitel geht auch auf die Realisierung von Peering bei VoIP mit SIP ein. *Kapitel 9*

Der Einsatz von VoIP wird heute in keinem Netzwerkprojekt außer Acht gelassen. Die Migration zu VoIP in Unternehmen und anderen Institutionen ist ein komplexes Projekt, bei dem diverse Aspekte berücksichtigt werden müssen. Kapitel 10 widmet sich diesem Thema und erläutert technische Lösungen wie z.B. STUN, TURN und ICE, die eine Nutzung von VoIP mit SIP in Netzwerken mit privaten IP-Adressen ermöglichen. *Kapitel 10*

Um *VoIP-Sicherheit* zu gewährleisten und VoIP-Netzwerke gegen böswillige Angriffe zu schützen, sind bestimmte technische Lösungen und Maßnahmen nötig. Kapitel 11 vermittelt einen fundierten Überblick über Bedrohungen und Sicherheitsmechanismen bei VoIP – insbesondere bei VoIP mit SIP – sowie über die Planung der VoIP-Sicherheit. *Kapitel 11*

Eine spontane Rechnerkommunikation ermöglichen sog. *Peer-to-Peer-Netze* (*P2P-Netze*), welche auf der Idee serverloser Netzarchitekturen basieren. Für VoIP sind derartige Netze von enorm großer Bedeutung. Um die VoIP in P2P-Netzen zu ermöglichen, wurde eine als P2PSIP (*Peer-to-Peer SIP*) bezeichnete Ergänzung zum SIP entwickelt. Das P2PSIP ist ein komplexes Rahmenwerk, das zusätzliche Protokolle beschreibt und bestimmt, wie diese mit dem SIP kooperieren müssen. Kapitel 12 erläutert dies und vergleicht u.a. die Konzepte „VoIP mit SIP“ und „VoIP mit P2PSIP“. *Kapitel 12*

Eine wichtige Funktion öffentlicher Netze zur Sprachkommunikation ist es, Anrufe in Notsituationen zu ermöglichen. Uns allen sind die Notrufnummern 110 und 112 bekannt. Öffentliche Netze zur Sprachkommunikation bieten Notrufdienste an und öffentliche VoIP-Systeme müssen dies auch tun. VoIP-basierte Notrufdienste bringen mit Hilfe des Protokolls SIP neue Möglichkeiten *Kapitel 13*

der Hilfeleistung mit sich. So werden zwecks der Ermöglichung einer breiten Palette an Notrufdiensten spezielle Bezeichner in Form von URNs (*URN: Uniform Resource Name*) zur Identifikation verschiedener Notfälle verwendet – wie z.B. `urn:service:sos.police`. Eine besondere Aufgabe jedes VoIP-Notrufsystems ist die Abbildung eines URN auf die SIP-Adresse der zuständigen Notrufleitstelle. Hierfür wurde das Protokoll LoST (*Location-to-Service Translation*) entwickelt. Kapitel 12 stellt die Systemlösungen für die Realisierung von auf IP-Netzen –insbesondere auf dem Internet – basierender Notrufdienste vor.

Kapitel 14

Von großer praktischer Bedeutung ist die Integration multimedialer Echtzeitkommunikation, vor allem von VoIP, mit Webanwendungen im Internet. Diese Integration lässt sich weitgehend mit Hilfe des technischen Konzepts für WebRTC (*Web Real-Time Communication*) verwirklichen. Somit liegt die grundlegende WebRTC-Idee sämtlichen Systemlösungen zugrunde, die als technische Basis für die Einrichtung von Homeoffices anzusehen sind. Betrachtet man WebRTC aus rein technischer Sicht, stellt man fest, dass die Idee von VoIP bei WebRTC übernommen und um zusätzliche Funktionen erweitert wurde. Als Folge dieser WebRTC-Besonderheit können bei Bedarf verschiedene RTC-spezifische Funktionsmodule zur WebRTC-Realisierung von einem Webserver heruntergeladen und in den Webbrowser direkt „eingebaut“ werden. Kapitel 14 erläutert das technische Konzept und die Einsatzmöglichkeiten von WebRTC.

Die ersten vier Auflagen dieses Buches entstanden größtenteils auf der Basis von Skripten meiner Vorlesungen zu den Themen *Integrierte Netze* und *VoIP – Technik und Anwendungen*, die ich über mehrere Jahre an der Hochschule Fulda, Fachbereich Angewandte Informatik im Studienschwerpunkt *Telekommunikation*, gehalten habe. Die letzten drei Kapitel, welche die Themen *VoIP mit P2PSIP*, *VoIP-basierte Notrufdienste* und *WebRTC* präsentieren, sind die Ergebnisse meiner privaten Forschung.

Danksagung

An dieser Stelle möchte allen Personen danken, die mich mit ihren Anregungen und Bemerkungen unterstützt haben. Für die sehr gute Zusammenarbeit mit dem Hanser Verlag möchte ich mich herzlich bei Frau Margarete Metzger, Frau Irene Weilharth, Frau Brigitte Bauer-Schiewek, Frau Sandra Gottmann, Frau Kristin Rothe und Frau Sylvia Hasselbach bedanken. Nicht zuletzt richte ich meinen Dank auch an meine Tochter Katarzyna für das fleißige Korrekturlesen und meine Frau Ingeborg für Unterstützung während des Schreibens dieses Buches.

Fulda, April 2022

Anatol Badach

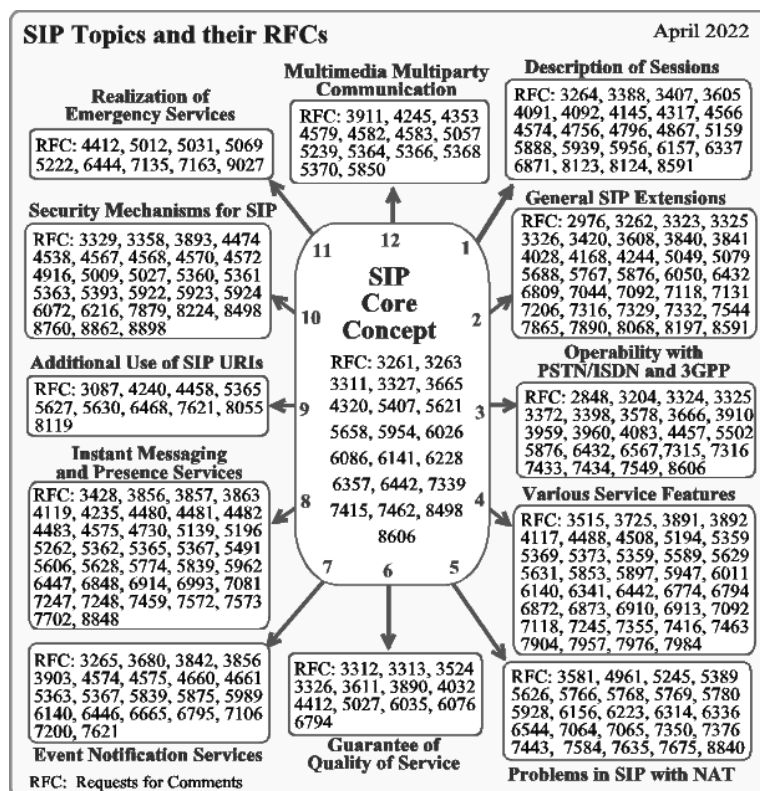
SIP als Kern dieses Buches

Seit Erscheinen der vierten Auflage dieses Buches sind über 10 Jahre vergangen. Während dieser Zeit haben diverse neue VoIP-betreffende Themen an Bedeutung gewonnen. Da die vierte Auflage, technische Probleme, die zeitliche Entwicklung und typische Nutzungsaspekte von VoIP in fundierter Form präsentiert, wurde die fünfte nur um aktuelle Themen erweitert – nämlich um: VoIP mit Peer-to-Peer SIP, VoIP-basierte Notrufdienste und das WebRTC-Konzept und dessen Einsatz.

Inhaltliche Erweiterungen in der 5. Auflage

Ein wesentlicher Teil dieses Buches betrifft das Protokoll SIP. Dieses wurde in seiner ersten Version im März 1999 lediglich als Signalisierungsprotokoll für VoIP konzipiert. Damals hätten dessen Entwickler nicht davon zu träumen gewagt, dass das Konzept von SIP so einem breiten Spektrum VoIP-relevanter Themen, wie das folgende Bild illustriert, zugrunde liegen würde.

Spektrum von SIP-relevanten Themen



Für nähere Informationen zu den hier aufgelisteten Themen sei verwiesen auf

<https://www.researchgate.net/publication/288493389>

Der Autor

Prof. Dr.-Ing. Anatol Badach arbeitet seit Beginn der 70er Jahre auf den Gebieten *Informatik* und *Telekommunikation*; Promotion (1975) auf dem Gebiet *Datenkommunikation*; Habilitation (1983) auf dem Gebiet *Rechnernetze*. Von 1985 bis 2012 war er Professor im Fachbereich *Angewandte Informatik* an der Hochschule Fulda. Seine Schwerpunkte in Lehre und Forschung waren: *Rechnerkommunikation*, *Netzwerktechnologien* und *Multiservice Networking*. Geforscht hat er im Bereich der Multimedia-Kommunikation über IP-Netze, dabei insbesondere in der Entwicklung intelligenter und multimedialer TK-Dienste.



Prof. Badach ist Autor zahlreicher Veröffentlichungen und mehrerer Fachbücher; dazu zählen u.a. beim Hanser-Verlag:

- *Technik der IP-Netze* (Mitautor),
- *Web-Technologien* (Mitautor),
- *Voice over IP – Die Technik*,
- *Netzwerkprojekte* (Mitautor).

und bei anderen Verlagen:

- *ISDN im Einsatz*,
- *High Speed Internetworking* (Mitautor),
- *Datenkommunikation mit ISDN*,
- *Integrierte Unternehmensnetze*.

Seine Erfahrung hat Prof. Badach auch als Leiter und Referent bei Fachkongressen und -seminaren vermittelt.


Abrufbar sind die Veröffentlichungen von Prof. Badach mit zahlreichen Abbildungen unter der Adresse:

<https://www.researchgate.net/profile/Anatol-Badach/research>

Ihre Kritik sowie Verbesserungsvorschläge und Korrekturen nimmt er gerne entgegen:

Anatol.Badach@informatik.hs-fulda.de

Auch stellt er Ihnen die Abbildungen gerne für Lehrzwecke zur Verfügung.

Diese Leseprobe haben Sie beim
 edv.buchversand.de heruntergeladen.
Das Buch können Sie online in unserem
Shop bestellen.

[Hier zum Shop](#)