Andreas Kanbach

SIP – Die Technik

Aus dem Bereich IT erfolgreich gestalten

Grundkurs JAVA

von Dietmar Abts

Grundkurs MySQL und PHP

von Martin Pollakowski

Die Kunst der Programmierung mit C++

von Martin Aupperle

Rechnerarchitektur

von Paul Herrmann

Grundkurs Verteilte Systeme

von Günther Bengel

Erfolgreiche Datenbankenanwendung mit SQL3

von Jörg Fritze und Jürgen Marsch

Wireless LAN in der Praxis

von Peter Klau

Exchange Server

von Thomas Joos

Terminalserver mit Citrix Metaframe XP

von Thomas Joos

Web-basierte Systemintegration

von Harry Marsh Sneed

und Stephan S. Sneed

IT-Projekte strukturiert realisieren

von Ralph Brugger

C# .NET mit Methode

von Heinrich Rottmann

Visual Basic .NET mit Methode

von Heinrich Rottmann

Warum ausgerechnet .NET?

von Heinrich Rottmann

Web-Programmierung

von Oral Avcı, Ralph Trittman und Werner Mellis

Profikurs PHP-Nuke

von Jens Ferner

Profikurs Eclipse 3

von Gottfried Wolmeringer

Profikurs ABAP®

von Patrick Theobald

SAP R/3® Kommunikation mit RFC und Visual Basic

von Patrick Theobald

Projektmanagement der SW-Entwicklung

von Werner Mellis

Praxis des IT-Rechts

von Horst Speichert

IT-Sicherheit – Make or Buy

von Marco Kleiner, Lucas Müller und Mario Köhler

Management Software-Entwicklung

von Carl Steinweg

Unternehmensweites Datenmanagement

von Rolf Dippold, Andreas Meier, Walter Schnider und Klaus Schwinn

Mehr IT-Sicherheit durch Pen-Tests

von Enno Rey, Michale Thumann und Dominick Baier

IT-Sicherheit mit System

von Klaus-Rainer Müller

IT-Risiko Management mit System

von Hans-Peter Königs

Six Sigma in der SW-Entwicklung

von Thomas Michael Fehlmann

Netzarchitektur – Kompass für die Realisierung

von Thomas Spitz, Markus Blümle und Holger Wiedel

SIP – Die Technik

von Andreas Kanbach

www.vieweg-it.de

Andreas Kanbach

SIP – Die Technik

**Grundlagen und Realisierung
der Internet-Technik – Für VoIP,
Videotelefonie, Instant Messaging
und Presence Service**

Mit 110 Abbildungen

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <<http://dnb.ddb.de>> abrufbar.

Das in diesem Werk enthaltene Programm-Material ist mit keiner Verpflichtung oder Garantie irgendeiner Art verbunden. Der Autor übernimmt infolgedessen keine Verantwortung und wird keine daraus folgende oder sonstige Haftung übernehmen, die auf irgendeine Art aus der Benutzung dieses Programm-Materials oder Teilen davon entsteht.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne von Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Höchste inhaltliche und technische Qualität unserer Produkte ist unser Ziel. Bei der Produktion und Auslieferung unserer Bücher wollen wir die Umwelt schonen: Dieses Buch ist auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier gedruckt. Die Einschweißfolie besteht aus Polyäthylen und damit aus organischen Grundstoffen, die weder bei der Herstellung noch bei der Verbrennung Schadstoffe freisetzen.

1. Auflage Oktober 2005

Alle Rechte vorbehalten

© Friedr. Vieweg & Sohn Verlag / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2005

Lektorat: Dr. Reinald Klockenbusch / Andrea Broßler

Der Vieweg-Verlag ist ein Unternehmen von Springer Science+Business Media.

www.vieweg-it.de

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Konzeption und Layout des Umschlags: Ulrike Weigel, www.CorporateDesignGroup.de

Umschlagbild: Nina Faber de.sign, Wiesbaden

ISBN-13: 978-3-8348-0052-7

e-ISBN-13: 978-3-322-82039-6

DOI: 10.1007/978-3-322-82039-6

Vorwort

Die Telekommunikation und Informationstechnik hat sich in den vergangenen Jahren enorm weiter entwickelt. Das ISDN hat sich zwar als ein zuverlässiges „digitales Universalsnetz“ etabliert, kann aber für einen Internetzugang nur bis zu einer maximalen Übertragungsgeschwindigkeit von bis zu 128 kbit/s genutzt werden. Die Nachfrage nach höheren Übertragungskapazitäten im mobilen wie auch stationären Teilnehmeranschlußbereich ist spürbar geworden. Neue Technologien im Teilnehmeranschlußbereich haben schon jetzt die Übertragungskapazitäten gegenüber dem ISDN um eine Zehnerpotenz erhöht. Die multimedialen Anwendungen im Internet werden auch zukünftig die Akzeptanz für einen immer schnelleren Internetzugang fördern.

Im Jahr 1998 bzw. 2003 hatten 8 % bzw. 51 % der deutschen Haushalte einen Internetzugang, Tendenz weiter steigend. Der Personal Computer (PC und Notebook) ist derzeit das meist genutzte Gerät für den Internetzugang. Allerdings sind es die analogen Telefon- und ISDN-Anschlüsse, die in 80 % der deutschen Haushalte noch immer für den Internetzugang genutzt werden. Dagegen werden die Breitbandverbindungen für den schnellen Internetzugang (DSL, Kabel-TV-Netz) in 17 % der Online-Haushalte genutzt.

Noch wird das Internet für die Informationsbeschaffung (Produkte und Dienstleistungen) und den Austausch von Mitteilungen (E-Mail) benutzt. Etwa 80 % der derzeitigen Internetnutzer nutzen diese Formen der Kommunikation. Mediale Anwendungen wie z.B. Radiohören, Fernsehen, aber auch die Internettelefonie spielen heute noch eine untergeordnete Rolle. Das wird sich aber mit der Einführung von neuen multimedialen Anwendungen ändern. Das Internet erlernt mit Voice over IP (VoIP) das „Sprechen“ und mit Video over IP das „Laufen“ der Bilder.

Doch was macht SIP (Session Initiation Protocol) für die mobilen und stationären Internetnutzer so interessant? SIP wird die Triebfeder für die Einführung neuer multimedialer Anwendungen sein, und das nicht nur für das Internet. Auch an die Nutzer des zellularen Mobilfunks wurde gedacht und das SIP-Protokoll im Mobilfunknetz der 3. Generation (IMS Rel. 5: IP Multimedia Subsystem) vorgesehen. Die vielen privaten und öffentlichen Funknetze (WLAN) erlauben ebenfalls den Zugang zum Internet.

Motiviert durch den Zuspruch der Leser des Buches „ISDN - Die Technik“ habe ich das vorliegende Buch „SIP - Die Technik“ verfaßt. Dabei wurden die Themen, die mit SIP mittelbar und auch unmittelbar in Verbindung stehen, in dem Buch aufgenommen. Aufgrund der Komplexität des Internets sind einige ausgewählte Themen mal mehr mal weniger detailliert dargestellt. All die Themen, die jedoch in einem unmittelbaren Zusammenhang zum SIP stehen, wurden möglichst detailliert beschrieben.

Es ist nicht auszuschließen, dass sich trotz größter Sorgfalt dennoch Fehler und Ungenauigkeiten eingeschlichen haben. Zur Behebung der Fehler und für sonstige Anregungen im Sinne eines „Living Documents“ bin ich auf die Mitarbeit der fachkundigen Leser angewiesen. Für diesen Zweck biete ich die folgende Meckerecke an:

- <mailto:sip-die-technik@online.de>

Die Lösungen für die in diesem Buch gestellten Aufgaben sind unter der folgenden Internetadresse zu finden:

- <http://www.kanbach.info>

Ich werde bemüht sein, die Anregungen und Verbesserungsvorschläge für die nächste Ausgabe des Buches aufzunehmen. Für die Mitwirkung zur Verbesserung des Inhalts bedanke ich mich im voraus bei allen Lesern.

Das vorliegende Buch soll alle diejenigen ansprechen, die sich mit der modernen Kommunikationstechnik im Internet vertraut machen wollen. Es soll den technisch Interessierten ebenso informieren wie den Studenten der Informatik und Nachrichtentechnik sowie den Anwender in der informationstechnischen Industrie, bei Netzbetreibern und Diensteanbietern.

Die druckfertige Vorlage des Buches wurde mit Hilfe von Apple-Macintosh-Systemen, des Text- und Layoutprogramms FrameMaker sowie verschiedener Zeichenprogramme erstellt.

All denen, die durch Geduld und Nachsicht das Entstehen des Buches gefördert haben, sei herzlich gedankt. Einen besonderen Dank bin ich meiner Frau verpflichtet, die mir bei der Vollendung des Buches den notwendigen Freiraum (mal wieder) gegeben hat.

Berlin, im Oktober 2005

Andreas Kanbach

Inhaltsverzeichnis

1	Internet	1
1.1	Teilnehmerzugänge zum Internet.....	2
1.2	Internetnutzung	3
1.2.1	SIP als Triebfeder für multimediale Anwendung im Internet.....	4
1.2.2	Sprachübertragung im Internet	4
1.2.3	Bewegtbildübertragung im Internet.....	4
1.2.4	Telefonnummer im Internet.....	5
1.3	Videotelefonie mit SIP.....	5
1.4	Aufgaben zum Internet	9
1.5	Literatur zu Kapitel 1.....	9
2	Protokollarchitektur mit SIP	10
2.1	Netzschichten.....	11
2.1.1	IPv4.....	12
2.1.2	IPv6.....	15
2.1.3	Tunneling IPv6 over IPv4.....	22
2.1.4	Umsetzung IPv4/IPv6.....	22
2.2	Transportschichten.....	23
2.2.1	TCP.....	23
2.2.2	SCTP.....	25
2.2.3	UDP	32
2.2.4	RTP.....	33
2.2.5	RTCP.....	39
2.3	Applikationsschicht.....	41
2.3.1	SIP.....	41
2.3.2	SDP.....	52
2.3.3	MIME Mediatypen für ISUP-Nachrichten.....	59
2.4	ARP.....	61
2.4.1	ARP Rahmenstruktur.....	62
2.4.2	ARP-Anfrage/Antwort.....	62
2.5	Ethernet-II-Format.....	65
2.6	STUN.....	67
2.6.1	Nachrichtenablauf - STUN.....	69
2.6.2	Codierung - STUN.....	69
2.6.3	STUN bei Symmetric NAT.....	72
2.6.4	Binding Lifetime Discovery	73
2.7	TURN.....	73
2.7.1	TURN Codierung.....	74
2.7.2	TURN bei Symmetric NAT	74
2.8	ICE.....	75
2.8.1	Gather Addresses	76
2.8.2	Initiate SIP Messages.....	76
2.8.3	Accept SIP Messages.....	78
2.8.4	Connectivity Check.....	78
2.8.5	Media Stream.....	79
2.9	DNS.....	79

2.9.1	SIP und ENUM.....	87
2.10	UTF-8 Zeichensatz.....	87
2.10.1	UTF-Codierung.....	88
2.11	Aufgaben zur Protokollarchitektur mit SIP	89
2.12	Literatur zu Kapitel 2.....	90
3	Netzarchitekturen mit SIP	93
3.1	SIP im Internet.....	95
3.1.1	SIP-Registrierung.....	96
3.1.2	SIP-Routing	96
3.1.3	SIP-Applikation-Server	98
3.1.4	Session Policy.....	98
3.1.5	SIP- und RTP-Verbindungen über NAT-Gateway (NAT-GW).....	100
3.2	SIP zu ISUP (SIP-T).....	105
3.2.1	Interworking Internet/PSTN.....	105
3.2.2	Interworking Internet/ISDN.....	106
3.2.3	SIP-URI und Telefonnummern.....	107
3.3	SIP zu DSS1.....	108
3.4	SIP zu QSIG.....	109
3.5	ISUP zu SIP zu ISUP (SIP-T).....	113
3.6	Aufgaben zu Netzarchitekturen mit SIP	114
3.7	Literatur zu Kapitel 3.....	114
4	SIP-Codierung	116
4.1	Registrierung.....	116
4.1.1	Nachrichtenablauf - Registrierung.....	117
4.1.2	Codierung - Registrierung	118
4.1.3	Nachrichtenablauf - Registrierung mit symmetrischer SIP-Antwort	121
4.1.4	Codierung - Registrierung mit symmetrischer SIP-Antwort.....	121
4.2	Ereignis	123
4.2.1	Nachrichtenablauf - MWI.....	123
4.2.2	Codierung - MWI	124
4.3	Normalruf.....	129
4.3.1	Nachrichtenablauf - Normalruf.....	129
4.3.2	Codierung - Normalruf	130
4.4	SIP Zusatzdienste.....	137
4.4.1	Call Forwarding - Busy.....	138
4.4.2	Halten (Call Hold)	144
4.4.3	Rufweiterschaltung (Call Transfer)	148
4.5	SIP zu ISUP	152
4.5.1	Nachrichtenablauf - SIP zu ISUP	152
4.5.2	Codierung - SIP zu ISUP.....	153
4.6	DSS1 zu SIP.....	159
4.6.1	Nachrichtenablauf - DSS1 zu SIP.....	160
4.6.2	Codierung - DSS1 zu SIP	162
4.7	IP-Videotelefonie.....	182
4.7.1	Nachrichtenablauf - IP-Videotelefonie.....	182
4.7.2	Codierung - IP-Videotelefonie.....	184

4.8	Aufgaben zur SIP-Codierung.....	202
4.8.1	Allgemeine Aufgaben.....	202
4.8.2	Aufgaben zum Kapitel 4.6.2.....	204
4.8.3	Aufgaben zum Kapitel 4.7.1.....	205
4.9	Literatur zu Kapitel 4.....	205
5	SIP-basierte Anwendungen	207
5.1	Mediale und multimediale Anwendungen	207
5.2	Anwendungen mit und ohne SIP-AS.....	209
5.3	Zeit- und nicht-zeitkritische Anwendung.....	209
5.4	Instant Messaging (IM).....	210
5.5	Presence	215
5.5.1	Content Management (CM).....	217
5.5.2	Privacy Management (PM).....	217
5.5.3	Server-side Storage mit WebDAV oder XCAP.....	217
5.6	Streaming Services.....	220
5.6.1	IP-Telefonie (VoIP).....	221
5.6.2	IP-Videotelefonie.....	222
5.6.3	Audiokonferenz	223
5.6.4	Push-to-Talk (PTT).....	225
5.6.5	IP-Radio.....	228
5.6.6	IP-Karaoke.....	228
5.7	Aufgaben zu SIP-basierten Anwendungen	231
5.8	Literatur zu Kapitel 5.....	231
	Abkürzungsverzeichnis	232
	Sachwortverzeichnis	234