

**PC WELT**

SONDERHEFT

Jan./Feb./März 2005  
www.tecChannel.de

**NEU!**

Empfohlen als  
Vorlesungsskript  
an Hochschulen

tecCHANNEL

# tecCHANNEL

## COMPACT

KOMPENDIUM FÜR IT-PROFIS

€ 9,90 Österreich € 10,90 Benelux € 11,40 Schweiz SFR 19,80

# Netzwerk- Know-How

100% Wissen kompakt und verständlich

- Ethernet, WLAN, ATM und Token Ring
- Alle Details zu IP, TCP und UDP
- So funktionieren HTTP, SMTP und VoIP
- Sicherheit durch Firewall und VPN
- Verschlüsselung mit DES und RSA
- Netzwerkprogrammierung mit Java und C

## Großer Praxisteil

### PROGRAMMIERUNG

- › Client&Server-  
Programmierung
- › TCP- und UDP-  
Sockets mit C und Java

### NETZWERK-SNIFFING

- › Grundlagen, kostenlose  
Tools, Analyse im LAN
- › Sniffing im WLAN,  
Angreifer entlarven

### ÜBUNGEN & LÖSUNGEN

- › Umfangreiche Trainings-  
aufgaben zu den Kapiteln
- › Detaillierte Lösungen  
und Listings



# Impressum

Chefredakteur: Michael Eckert (verantwortlich, Anschrift der Redaktion)

Chef vom Dienst / Textchef: Kerstin Lohr

Grafik: stroemung, Michael Rupp, Oliver Eismann; Yvonne Reittinger, Bernd Maier-Leppla

Titelgestaltung: Twentyfirst Communications

**Redaktion tecCHANNEL:**

Leopoldstraße 252b, 80807 München,

Tel.: 0 89/3 60 86-897, Fax: -878

Homepage: [www.tecChannel.de](http://www.tecChannel.de),

E-Mail: [redtecchannel@idginteractive.de](mailto:redtecchannel@idginteractive.de)

Autoren dieser Ausgabe: Prof. Dr. Stephan Euler, Mike Hartmann

**Copyright:** Das Urheberrecht für angenommene und veröffentlichte Manuskripte liegt bei der IDG Interactive GmbH. Eine Verwertung der urheberrechtlich geschützten Beiträge und Abbildungen, vor allem durch Vervielfältigung und/oder Verbreitung, ist ohne vorherige schriftliche Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar, soweit sich aus dem Urheberrechtsgesetz nichts anderes ergibt. Eine Einspeicherung und/oder Verarbeitung der auch in elektronischer Form vertriebenen Beiträge in Datensysteme ist ohne Zustimmung des Verlags nicht zulässig.

**Bildquelle Titel:** Sun Microsystems

**Anzeigen:**

Anzeigenleitung: Dirk Limburg,

Tel.: 0 89/3 60 86-871

Anzeigendisposition: Rudolf Schuster (leitend),

Tel.: 0 89/3 60 86-135, Fax: -328

Anzeigentechnik: Martin Mantel, Andreas Mallin

Digitale Anzeigenannahme: Thomas Wilms

(leitend), Tel.: 0 89/3 60 86-604, Fax: -328

**Vertrieb / Produktion:**

Vertrieb: Josef Kreitmair (leitend), Katrin Elsler

Vertriebsmarketing: Peter Priewasser (leitend), Stefanie Kusseler

Vertrieb Handelsauflage: MZV Moderner Zeitschriften Vertrieb, Breslauer Straße 5, 85386

Eching, Tel.: 0 89/3 19 06-0, Fax: -113, E-Mail:

[mzv@mzv.de](mailto:mzv@mzv.de), Website: [www.mzv.de](http://www.mzv.de)

Produktionsleitung: Heinz Zimmermann

**Druck:** Schoder Druck, Gutenbergstraße 12,

86368 Gersthofen

**Haftung:** Eine Haftung für die Richtigkeit der Beiträge können Redaktion und Verlag trotz sorgfältiger Prüfung nicht übernehmen. Veröffentlichungen in tecCHANNEL-Compact erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt. Veröffentlichung gemäß § 8, Absatz 3 des Gesetzes über die Presse vom 8.10.1949: Alleiniger Gesellschafter der IDG Interactive GmbH ist die IDG Communications Verlag AG, München, eine 100-prozentige Tochter der IDG Inc., Boston, Mass., USA

**Verlag:** IDG Interactive GmbH, Leopoldstraße

252b, 80807 München, Tel.: 0 89/3 60 86-0,

Fax: -501, Website: [www.idg-verlag.de](http://www.idg-verlag.de)

**Handelsregisternummer:** HR 127140

**Umsatzidentifikationsnummer:** DE 203 066

**Geschäftsführer:** York von Heimburg

**Group Publisher:** Stephan Scherzer

**Verlagsleitung:** Frank Klinkenberg

**Vorstand:** York von Heimburg, Keith Arnot,

Pat Kenealy

**Mitglieder der Konzerngeschäftsleitung:**

Karin Gifflhorn, Stephan Scherzer, Josef Lohner

**Aufsichtsratsvorsitzender:**

Patrick J. McGovern

Dieses tecCHANNEL-Compact wurde mit der Adobe Creative Suite CS produziert. tecCHANNEL-Compact erscheint im Verlag der PC-WELT. Zu unserer Verlagsgruppe gehören folgende Zeitschriften:

COMPUTERWOCHE  
**Macwelt**

**ComputerPartner**  
**GameStar**

**PC-WELT**  
**CIO**

**DigitalWorld**  
**game2go**

**Leser- und Abo-Service:**

Dialog-Service-Center GmbH, Konrad-Zuse-Straße 16, 74172 Neckarsulm, Telefon: 0 18 05/9 99-802,

Fax: 0 71 32/9 59-166, E-Mail: [tecchannel@d-s-center.de](mailto:tecchannel@d-s-center.de)

---

# Inhalt

	<b>Editorial</b>	<b>3</b>
	<b>Impressum</b>	<b>4</b>
<b>1.</b>	<b>Einführung</b>	<b>9</b>
<b>2.</b>	<b>Netzwerkgrundlagen</b>	<b>11</b>
2.1	Vermittlungsverfahren	11
2.2	Leistungsfähigkeit	12
2.2.1	Bedeutung von Bandbreite und Latenz	14
2.2.2	Verzögerung-Bandbreite-Produkt	14
2.2.3	Anwendungen	15
2.3	Netzwerktypen und -topologien	16
2.3.1	Größe	16
2.3.2	Topologien	17
2.4	Referenzmodelle	20
2.4.1	Protokollstapel	20
2.4.2	OSI-Referenzmodell	21
2.4.3	Bedeutung des OSI-Referenzmodells	23
<b>3.</b>	<b>Rechner-zu-Rechner-Verbindung</b>	<b>25</b>
3.1	Übertragung von Bits	25
3.2	Rahmenerstellung	27
3.2.1	Markierungszeichen	27
3.2.2	Zeichenzähler	28
3.3	Fehlererkennung	29
3.3.1	Parität	30
3.3.2	Zyklische Redundanzprüfung	32
3.4	Sichere Übertragung von Rahmen	34
3.4.1	Stop-and-Wait-Algorithmus	35
3.4.2	Sliding-Window-Algorithmus	36
<b>4.</b>	<b>Ethernet &amp; Co.</b>	<b>38</b>
4.1	Ethernet	38
4.1.1	Adressen	38
4.1.2	Rahmenformat	39
4.1.3	Medienzugriff	39
4.1.4	Physikalische Eigenschaften	41
4.1.5	Bewertung	42

4.2	Token Ring	42
4.2.1	Medienzugriff	43
4.2.2	Netzüberwachung	44
4.3	Drahtlose LAN	44
4.4	Andere Netztechnologien	46
<b>5.</b>	<b>Vermittlung</b>	<b>49</b>
5.1	Datagramme	51
5.1.1	Lernende Bridges	52
5.2	Virtuelle Verbindungen	52
5.3	Design von Switches	54
5.3.1	Weiterleitung	55
5.3.2	Knockout-Switch	56
5.3.3	Batcher- und Banyan-Netzwerke	56
<b>6.</b>	<b>Internet-Protokoll IP</b>	<b>58</b>
6.1	Adressen	58
6.2	Paketformat	61
6.3	Weiterleitung	62
6.4	Zuordnung IP-Adresse zu Ethernet-Adresse	63
6.5	Internet Control Message Protocol	64
6.6	Routing – eine kurze Einleitung	65
6.7	Distanzvektor-Routing	67
6.8	Interdomain-Routing	69
6.9	Domain Name System DNS	70
6.10	Internet-Standards	71
<b>7.</b>	<b>UDP und TCP</b>	<b>73</b>
7.1	UDP	73
7.2	TCP	75
7.2.1	Segmentierung	75
7.2.2	Verbindungsaufbau	77
7.2.3	Sliding Window	77
7.2.4	Überlastkontrolle	79
<b>8.</b>	<b>ATM-Netzwerktechnologie</b>	<b>81</b>
8.1	ATM-Grundlagen	82
8.2	ATM-Zellengrößen	83
8.3	ATM-Zellen-Header	84
8.4	ATM-Anpassungsschicht	85
8.5	Übergänge zwischen LAN und ATM	86

---

<b>9.</b>	<b>Sockets</b>	<b>88</b>
9.1	Verbindungsorientierte Kommunikation	88
9.1.1	Funktion „socket“	89
9.1.2	Funktion „bind“	90
9.1.3	Funktion „listen“	91
9.1.4	Funktion „accept“	91
9.1.5	Funktion „send“ und „recv“	92
9.1.6	Einfacher Server	92
9.1.7	Funktion „connect“	94
9.2	Verbindungslose Kommunikation	95
9.3	Realisierung in Perl	99
<b>10.</b>	<b>Remote Procedure Call RPC</b>	<b>100</b>
10.1	Grundlagen	101
10.2	RPC-Beispiel	101
10.3	RPC-Server	103
10.4	RPC-Client	104
10.5	Compilieren und Linken	106
10.6	Abfrage-Prozedur	107
<b>11.</b>	<b>Netzwerkanwendungen</b>	<b>110</b>
11.1	World Wide Web WWW	110
11.1.1	Das Protokoll HTTP	111
11.1.2	Universal Resource Identifier	113
11.1.3	HTTP-Cache	114
11.2	E-Mail	115
11.2.1	Das Protokoll SMTP	116
11.2.2	Nachrichtenformat und MIME	116
11.2.3	E-Mail-Adressierung	118
11.3	Usenet	119
11.4	Netzwerk-Management	120
11.5	Multimedia-Kommunikation	121
11.5.1	Real-Time Transport Protocol	121
11.5.2	RTP-Verbindungsaufbau	124
11.5.3	VoIP – Sprachübertragung über IP	124
11.5.4	Sprachkodierung	124
11.5.5	Telefonanwendungen	127
<b>12.</b>	<b>Java-Einsatz im Netzwerk</b>	<b>129</b>
12.1	Java Client-Sockets	129

---

---

# 1. Einführung

Netzwerke dienen der Kommunikation. Sie überbrücken dabei eine mehr oder weniger große Distanz zwischen den Teilnehmern. Betrachten wir zunächst den einfachen Fall einer Kommunikation zwischen lediglich zwei Teilnehmern. Einer der Teilnehmer fungiert als Sender (Quelle), der andere als Empfänger (Ziel) der Nachricht. Diese Rollen – Sender und Empfänger – stehen nicht für immer fest, sondern wechseln im Allgemeinen. Der Sender formuliert die Nachricht und schickt sie anschließend über das Netzwerk an den Empfänger. Seit jeher wurden für unterschiedliche Anwendungen auch unterschiedliche Netzwerke eingesetzt. Hierzu einige Beispiele:

- Der römische Kaiser schickt einen Befehl an einen Statthalter in einer entfernten Provinz. Als Netzwerk dienen berittene Boten.
- Sie schicken eine Ansichtskarte aus dem Urlaub nach Hause.
- Ein Professor ruft im Sekretariat seiner Hochschule an.
- Die Bankmitarbeiterin sendet eine elektronische Kursabfrage an die Börse.
- Ein Student verschickt eine Nachricht als SMS an einen Kommilitonen.
- Ein Benutzer schickt eine Datei zum Ausdrucken an einen Druck-Server.

Anhand dieser einfachen Beispiele lassen sich bereits einige der Hauptthematiken rund um Netzwerke erkennen. Das erste fundamentale Problem lautet: Wie kommt die Nachricht vom Sender zum Empfänger? Daraus ergibt sich die Frage nach der Adressierung und Vermittlung. Zunächst benötigt man eine eindeutige Zieladresse, um den Empfänger identifizieren zu können. Dann kann, ausgehend von der Startadresse, ein Weg zum Ziel festgelegt werden.

Weitere Grundfragen betreffen die Leistungsfähigkeit des Kanals: Wie schnell können wie viele Daten übertragen werden? Dabei sind sowohl physikalische Grenzen (wie viele Pakete passen in ein Postauto?) als auch die Verteilung der Last unter den verschiedenen Teilnehmern im Netzwerk zu betrachten. Im Zusammenhang mit Entwurf und Betrieb von Netzwerken spielen noch weitere Gesichtspunkte eine Rolle, wie unter anderem:

- Physikalische Realisierung
- Netzwerkarchitektur
- Gebühren
- Sicherheit gegenüber Dritten
- Zuverlässigkeit im Falle von Übertragungsfehlern
- Ausfallsicherheit

Im Rahmen dieses tecCHANNEL-Compacts werden wir uns mit der Verbindung zwischen Rechnern beschäftigen. Traditionell unterscheidet sich diese in Anforderung und Technik von Kommunikationsnetzen, wie sie für Telefonverbindungen genutzt werden. Bedingt durch die fortschreitende Digitalisierung verschwim-

---