
Inhaltsverzeichnis

1	Ein kurzer Überblick	1
1.1	Peer-to-Peer-Netzwerke im Jahr 2006	1
1.2	Peer-to-Peer-Netzwerke seit 1999	4
1.3	Was ist ein Peer-to-Peer-Netzwerk?	6
1.4	Ein Überblick über dieses Buch	8
2	Das Internet — unter dem Overlay	11
2.1	Die Schichten des Internets	12
2.2	Die Vermittlungsschicht: IPv4	14
2.2.1	Routing und Paketweiterleitung	18
2.2.2	Autonome Systeme	24
2.2.3	ICMP, Ping und Traceroute	27
2.3	Die Transportschicht: TCP und UDP	28
2.3.1	UDP: User Datagram Protocol	28
2.3.2	TCP: Transmission Control Protocol	28
2.4	Das Internet im Jahr 2007	47
2.5	Zusammenfassung	53
3	Die ersten Peer-to-Peer-Netzwerke	55
3.1	Napster	55
3.2	Gnutella	57
3.3	Zusammenfassung	62
4	CAN: Ein Netzwerk mit adressierbaren Inhalten	63
4.1	Verteilte Hash-Tabellen	63
4.2	Einfügen von Peers	66
4.3	Netzwerkstruktur und Routing	69
4.4	Defragmentierung nach dem Entfernen von Peers	71
4.5	Weitere Konzepte in CAN	74
4.6	Zusammenfassung	79

5	Chord	81
5.1	Verteilte Hash-Tabellen in Chord	81
5.2	Netzwerkstruktur und Routing	85
5.3	Latenzoptimiertes Routing	92
5.4	Zusammenfassung und Vergleich	93
6	Pastry und Tapestry	95
6.1	Verfahren von Plaxton, Rajamaran und Richa	95
6.1.1	Das Modell	96
6.1.2	Netzwerkstruktur	97
6.1.3	Operationen	98
6.1.4	Ergebnisse	99
6.2	Pastry	100
6.2.1	Netzwerkstruktur	100
6.2.2	Routing	102
6.2.3	Einfügen von Peers	106
6.2.4	Lokalität	108
6.2.5	Experimentelle Resultate	111
6.3	Tapestry	115
6.3.1	Netzwerkstruktur	115
6.3.2	Daten und Routing	117
6.3.3	Surrogate-Routing	119
6.3.4	Einfügen neuer Peers	120
6.4	Zusammenfassung	123
7	Gradminimierte Netzwerke	125
7.1	Viceroy	126
7.1.1	Das Butterfly-Netzwerk	126
7.1.2	Übersicht	128
7.1.3	Netzwerkstruktur von Viceroy	128
7.1.4	Bestimmung der erforderlichen Ebenen	131
7.1.5	Routing	132
7.1.6	Einfügen eines Peers	135
7.1.7	Diskussion	136
7.2	Distance-Halving	136
7.2.1	Kontinuierliche Graphen	136
7.2.2	Einfügen von Peers und das Prinzip der vielfachen Auswahl	138
7.2.3	Routing im Distance-Halving-Netzwerk	140
7.3	Koorde	144
7.3.1	Das De-Bruijn-Netzwerk	144
7.3.2	Netzwerkstruktur und Routing	149
7.4	Zusammenfassung	154

8	Geordnete Indizierung	155
8.1	P-Grid	155
8.1.1	Netzwerkstruktur von P-Grid	157
8.1.2	Einfügen von Peers	159
8.1.3	Suche	159
8.1.4	Weitere Eigenschaften	161
8.1.5	Zusammenfassung	161
8.2	Skip-Net	162
8.2.1	Skip-Listen	162
8.2.2	Skip-Graph	164
8.2.3	Suche im Skip-Graphen	167
8.2.4	Einfügen von Peers	168
8.2.5	Deterministisches Skip-Net	170
8.2.6	Zusammenfassung	171
9	Selbstorganisation	173
9.1	Die Verbindungsstruktur von Gnutella	174
9.1.1	Der Durchmesser des Gnutella-Netzwerks	178
9.1.2	Small-World-Netzwerke	179
9.1.3	Vergleich von Gnutella und Small-World-Netzwerken	183
9.2	Selbstorganisierende Zufalls-Netzwerke	183
9.2.1	Standardmodelle für Zufallsgraphen	184
9.2.2	Ungerichtete reguläre Zufallsgraphen	186
9.2.3	Gerichtete Zufallsgraphen mit regulärem Ausgrad	189
9.3	Topologie-Management durch Selbstorganisation	194
10	Sicherheit	197
10.1	Methoden der Kryptographie	197
10.2	Sicherheitsanforderungen in Peer-to-Peer-Netzwerken	199
10.3	Die Sybil-Attacke	200
10.4	Das Problem der Byzantinischen Generäle	202
10.5	Ein zensorresistentes Peer-to-Peer-Netzwerk	206
11	Anonymität	209
11.1	Arten der Anonymität	209
11.2	Methoden	210
11.3	Free-Haven	219
11.4	Free-Net	221
11.5	Gnu-Net	223
11.6	Zusammenfassung	224
12	Datenzugriff: Der schnelle Download	225
12.1	IP-Multicast	225
12.2	Scribe	229
12.3	Splitstream	231

XIV Inhaltsverzeichnis

12.4 Bittorrent	232
12.5 Redundante Kodierung	236
12.6 Netzwerkkodierung	238
12.7 Zusammenfassung	241
13 Peer-to-Peer-Netzwerke in der Praxis	243
13.1 FastTrack	243
13.2 Gnutella-2	244
13.3 eDonkey	246
13.4 Overnet und Kademia	247
13.5 Bittorrent	247
13.6 Skype	248
14 Ausblick	249
14.1 Anwendungen	249
14.2 Juristische Situation	252
14.3 Offene Fragen	257
Mathematische Grundlagen	261
A.1 Algebra	261
A.2 Graphtheorie	263
A.3 Wahrscheinlichkeitstheorie	267
Eingetragene Warenzeichen	269
Literaturverzeichnis	271
Abbildungsverzeichnis	277
Tabellenverzeichnis	283
Sachverzeichnis	287