

Vorwort

Das Internet ist inzwischen zum unabdingbaren Kommunikationsmedium geworden, über das jeder zu jeder Zeit Information über fast alles abrufen sowie Nachrichten senden und empfangen kann. Unsere heutige Gesellschaft kann man sich ohne Internet kaum noch vorstellen. Voraussetzung zur Kommunikation zwischen Rechnern sind bestimmte Regeln, die vor allem die Datenformate und die Prinzipien der Datenübermittlung festlegen. Diese Regeln werden als Kommunikationsprotokolle bezeichnet. TCP/IP (*Transmission Control Protocol / Internet Protocol*) stellt eine derartige Protokollfamilie dar, sie wird im weltweiten Internet, in privaten Intranets und in anderen Netzen verwendet. Netze, die auf dieser Protokollfamilie aufbauen, bezeichnet man als *IP-Netze*.

Begriff: IP-Netze

Ein IP-Netz – und insbesondere das Internet – besteht nicht nur aus mehreren Rechnern und IP/TCP dazwischen, sondern dahinter verbergen sich sehr komplexe Vorgänge. Das Internet stellt einen weltweiten Dienst zur Übermittlung nicht nur von Daten, sondern auch von audiovisuellen Informationen, also von Audio und Video, in Form von IP-Paketen dar. Vergleicht man diesen Dienst mit dem Briefdienst der Post, so entspricht ein IP-Paket einem Brief und die sogenannte IP-Adresse einer postalischen Adresse. Das massive Wachstum des Internet und die dabei entstehenden Probleme und neuen Anforderungen haben die Entwicklung sowohl eines neuen Internetprotokolls, des IPv6, als auch von Techniken MPLS und GMPLS für die Übermittlung der IP-Pakete über Hochgeschwindigkeitsnetze, insbesondere über optische Netze, vorangetrieben. Noch in der ersten Dekade dieses Jahrhunderts hat man von *Next Generation IP Networks* gesprochen und sie sind bereits Realität geworden.

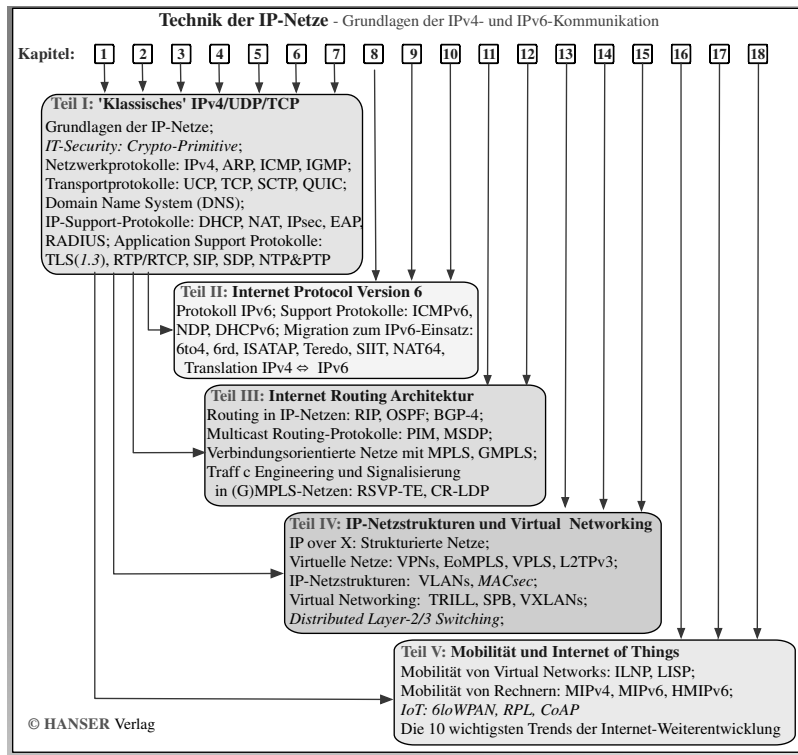
Komplexität und Weiterentwicklung

Dieses Buch gibt eine fundierte Darstellung zentraler Komponenten der TCP/IP-Protokollfamilie, wie z.B. IP, TCP, UDP, DNS und DHCP, sowie von Routing sowohl beim klassischen IP, IPv4 genannt, als auch beim IPv6. Das Buch erläutert die Strategien für die Migration zum Einsatz von IPv6, präsentiert die Konzepte zum Aufbau der IP-Netze auf Basis verschiedener Netztechnologien, wie LANs, WLANs, SDH und WDM, und geht auch auf die IP-Weitverkehrsnetze mit (G)MPLS ein. Die Themen wie die Realisierung von VPNs, *Virtual Networking* in LANs durch die Bildung von VLANs und VXLANs, Konzepte und Einsatz von TRILL und *Shortest Path Bridging* werden ebenso präsentiert. Die Darstellung der Protokolle MIPv4, MIPv6 und HMIPv6 zur Unterstützung der Mobilität von Rechnern wie auch der Protokolle ILNP und LISP, mit denen man die Mobilität virtueller Netzwerke erreichen kann, rundet den Inhalt dieses Buches ab.

Ziel des Buches

Das Buch ist so aufgebaut, dass sowohl die notwendigen technischen Grundlagen fundiert dargestellt als auch verschiedene Aspekte bei der Planung und Verwaltung der IP-Netze diskutiert werden. Damit eignet es sich nicht nur als Lehrbuch für Studenten und Neueinsteiger, sondern auch als Nachschlagewerk für alle Interessenten, die für die

An wen richtet sich das Buch?



Planung, Realisierung, Verwaltung und Nutzung des Internet, von privaten Intranets und anderen IP-Netzen verantwortlich sind.

Aufbau des
Buches

Zurzeit ist kein Buch verfügbar, in dem die Technik der IP-Netze so breit dargestellt wäre. Daher kann dieses Buch als ein Handbuch für alle Netzwerk-Verantwortlichen dienen. Durch die fundierte und praxisorientierte Darstellung der Inhalte eignet sich gut dieses Buch auch für alle 'Internet-Fans' zum Selbststudium. Dieses Buch präsentiert in 17 Kapiteln, die auf fünf Teile verteilt sind, alle wichtigen Aspekte der IP-Netze und kann nicht wie ein spannender Roman in einem Schlag durchgelesen werden. Das vorliegende Bild zeigt dessen logische Struktur und Abhängigkeiten zwischen Inhalten einzelner Teile, um den Lesern eine Orientierung zu geben, aus welchen Teilen man Kenntnisse benötigt, um beim Lesen verschiedene, voneinander abhängige Themenbereiche besser zu verstehen.

Inhalte der
Kapitel

Betrachtet man die einzelnen Kapitel dieses Buches etwas detaillierter, so lassen sie sich wie folgt kurz charakterisieren:

Kapitel 1

Kapitel 1 präsentiert die Entwicklung des Internet sowie die notwendigen Grundlagen der Rechnerkommunikation und der *Kommunikationsprotokolle* und geht u.a. daher auf die folgenden Probleme ein: Welche Funktionen liegen den Kommunikationsprotokollen zugrunde und wie kann die Kommunikation in IP-Netzen mittels eines Schichtenmodells anschaulich dargestellt werden? Wie können die verbindungslo-

se und die verbindungsorientierte Kommunikation in IP-Netzen interpretiert werden und welche Bedeutung hat die Transportschicht? Welche Sicherheitsziele werden in IP-Netzen verfolgt und wie können diese technisch umgesetzt werden? Wie koordiniert die IETF die technologische Entwicklung des Internet und wie können wir diese verfolgen?

Kapitel 2 führt den Leser in die Problematik der IT-Security ein: Netze sind *Vermittlungsnetze*, die Nachrichten *zuverlässig* und *unveränderlich* von A nach B transportieren sollen. Heute besteht der Bedarf aber auch darin, dass der Nachrichtentransport *vertraulich* erfolgt. Wie das zu bewerkstelligen ist, versucht Kapitel 2 zu vermitteln, indem vier Krypto-Primitive eingeführt und erklärt werden. Moderne Kryptographie (Pre-Quantum) kommt nicht ohne Elliptische Kurven aus, deren Bedeutung und Einsatz hier erläutert wird. Auch die Frage der Benutzer- und Rechnerauthentifizierung als 'Digitale Identitäten' mit und ohne *X.509 Zertifikate* wird beleuchtet. Kapitel 2

Kapitel 3 stellt sowohl IPv4 als auch dessen Hilfsprotokolle ARP und ICMP umfassend dar und erläutert u.a. folgende Fragestellungen: Wie sind IPv4-Pakete aufgebaut und welche Steuerungsangaben kann der Header eines IPv4-Pakets enthalten? Welche Arten von IPv4-Adressen gibt es und wie werden sie aufgebaut? Wie erfolgt die *Adressierung* in IP-Netzen und wie werden Subnetze gebildet? Welche Bedeutung haben die Protokolle ARP und ICMP und wie funktionieren sie? Wie realisiert man *Multicasting* in IP-Netzen mit dem Protokoll IGMP? Kapitel 3

Von großer Bedeutung in IP-Netzen ist die sogenannte *Transportschicht* mit den klassischen Protokollen TCP und UDP; hierzu kommen noch die neuen Protokolle SCTP und UDP-Lite. Weil das IP keine zuverlässige Übermittlung der Pakete garantiert, verwendet man hauptsächlich das TCP und in einigen Fällen das SCTP, um die zuverlässige Übermittlung der IP-Pakete zu gewährleisten. Kapitel 4 präsentiert die Aufgaben der Transportschicht. Diese können einfach gestaltet sein, wie bei UDP, das verbindungslos fungiert; aber auch komplex, wie bei TCP. Hier werden *Sessions* aufgebaut und unterhalten und sich um den Datenfluss gekümmert. Aufbauend hierauf wurde das Protokoll SCTP entwickelt. Einen anderen Ansatz stellt QUIC dar, das auf UDP aufsetzt, intern aber über umfangreiche Mechanismen zur Steuerung und vor allen Datenverschlüsselung entsprechend TLS verfügt. Deren prinzipielle Arbeitsweise wird hier dargestellt und speziell betrachtet: Wie funktioniert der gemeinsame Datenfluss über ggf. mehrere Übertragungsmedien? Kapitel 4

Die Rechner in IP-Netzen werden zwar durch ihre IP-Adressen lokalisiert, aber es ist sinnvoll, statt einer IP-Adresse einen Rechner über seinen Namen anzusprechen – wie es auch unter Menschen üblich ist. Dies ist mit dem *Domain Name System* (DNS) möglich. Kapitel 5 liefert eine fundierte Darstellung von DNS, geht auf verschiedene Möglichkeiten des DNS-Einsatzes ein und erörtert u.a. die folgenden Probleme: Wie funktioniert DNS und welche Aufgaben kann DNS wahrnehmen? Wie erfolgt die Ermittlung der IP-Adresse aufgrund des Hostnamens und umgekehrt? Welche Informationen als Resource Records enthält DNS und wie werden diese strukturiert? Welche Ziele werden mit ENUM, DynDNS und DNSSEC und DNSCurve verfolgt? Kapitel 5

Kapitel 6 stellt, als *IP-Support-Protokolle* bezeichnete, ergänzende Lösungen für das IPv4-Protokoll dar und erläutert hierbei u.a. die folgenden Aspekte: Wie können sich Kapitel 6

Rechner mittels DHCP automatisch eine gültige IPv4-Adresse zuweisen? Welche Lösungen für die Nutzung von privaten IPv4-Adressen mithilfe von NAT (*Network Address Translation*) gibt es und welche Probleme entstehen dabei – insbesondere bei der audiovisuellen Kommunikation? Wie kann *IPsec* zum verschlüsselten und authentisierten Austausch von IP-Paketen genutzt werden? Welche Probleme verursacht NAT bei IPsec und wie können diese bewältigt werden? Welche Probleme ergeben sich bei der Überprüfung von 'Digitalen Identitäten' unter Einsatz von EAP, RADIUS und LDAP?

Kapitel 7

Mehrere ergänzende Lösungen sind nicht nur für das IPv4 nötig, sondern in Form spezieller Protokolle auch für Applikationen, sodass wir von *Application Support Protokollen* sprechen. Kapitel 7 präsentiert diese, erläutert deren Aufgaben und geht u.a. auf folgende Fragestellungen ein: Wie kann der Datentransport zwischen Applikationen mittels TLS (1.3) gesichert realisiert werden und welche Voraussetzungen sind hierfür nötig? Welche Protokolle zur Realisierung der Echtzeitkommunikation in IP-Netzen benötigt werden, welche Aufgaben haben sie und wie werden sie konzipiert? Gerade diese Protokolle benötigen eine Zeitsynchronisation zwischen den Teilnehmern. Wie wird dies mittels NTP und PTP ermöglicht, und welche Zeitformate und -referenzen werden hierbei genutzt?

Kapitel 8

Um den steigenden Anforderungen an IP-Netze gerecht zu werden, wurde das IPv6 als '*IP der nächsten Generation*' entwickelt und die Ära von IPv6 hat bereits begonnen. IPv6 bringt neue Möglichkeiten und diese reichen von Sicherheitsfunktionen über mehr Flexibilität bis hin zur Unterstützung von neuartigen Anwendungen. Das IPv6 ermöglicht die automatische Konfiguration von Rechnern, sodass man sogar von *Plug&Play-Konfiguration* spricht. Kapitel 8 stellt das IPv6 ausführlich dar und geht u.a. auf die folgenden Probleme ein: Welche Ziele wurden bei der Entwicklung von IPv6 verfolgt? Welche neuen Funktionen bringt IPv6 mit sich? Welche Arten von IPv6-Adressen gibt es und wie können sie den Rechnern zugewiesen werden?

Kapitel 9

Ein wichtiges Ziel bei der Entwicklung von IPv6 war die Unterstützung der automatischen Konfiguration von Rechnern. Hierfür stehen die Protokolle ICMPv6, NDP und DHCPv6 zur Verfügung. Diese *IPv6 Support Protokolle* stellt Kapitel 9 dar und geht hierbei u.a. auf folgende Aspekte ein: Wie wurde ICMPv6 konzipiert und welche Aufgaben hat es? Welche Funktionen liefert NDP, um die automatische Konfiguration von Rechnern mit IPv6 zu unterstützen? Wie bekommt ein IPv6-Rechner seine Netzkonfiguration automatisch zugewiesen?

Kapitel 10

Da die Umstellung von allen Rechnern, in denen das klassische IPv4 verwendet wird, auf das IPv6 nicht auf einen Schlag geschehen kann, benötigt man geeignete Systemlösungen für die Migration zum IPv6-Einsatz. Kapitel 10 präsentiert verschiedene Ansätze und Systemlösungen für die Koexistenz von IPv4 und IPv6 – vor allem die Konzepte *IPv6 over IPv4* und *IPv4 over IPv6*. Die Integration der IPv4- und der IPv6-Netze dank der Translation $IPv4 \leftrightarrow IPv6$ wird ebenso präsentiert. Hier werden u.a. folgende Probleme erörtert: Wie kann man sich die Koexistenz von IPv4 und IPv6 in einem Rechner vorstellen, wann ist diese Koexistenz möglich und welche Bedeutung hat sie? Wie kann die IPv6-Kommunikation über IPv4-Netze erfolgen? Wie lassen sich IPv6-Netzsegmente über IPv4-Netze verbinden? Wie können die Rechner aus

IPv6-Netzen auf das IPv4-Internet zugreifen? Wie erfolgt die Translation IPv4 \leftrightarrow IPv6 und was ermöglicht sie?

Router fungieren in IP-Netzen als Knoten, ermitteln optimale Übermittlungswege, die sogenannten *Routen*, für die empfangenen IP-Pakete und leiten sie weiter. Kapitel 11 vermittelt eine kompakte Darstellung von Routing-Grundlagen und -Protokollen. Es werden hier die *Routing-Protokolle* RIP-1, RIP-2 und OSPF sowie BGP-4 erläutert. Dieses Kapitel zeigt auch, wie eine redundante Router-Auslegung mithilfe der Protokolle HSRP und VRRP erfolgen kann, und stellt die Protokolle PIM-SM und MSDP für das *Multicast-Routing* dar. Hierbei werden u.a. folgende Fragen beantwortet: Welche Aufgabe haben die Router und wie funktionieren sie? Welche Prinzipien liegen den Routing-Protokollen zugrunde? Wie verlaufen die Routing-Protokolle RIP und OSPF? Welche Erweiterungen dieser Protokolle sind für IPv6 notwendig? Wie funktioniert BGP-4, für welche Zwecke und wie kann es eingesetzt werden? Wie können die Router am Internetzugang redundant ausgelegt werden? Wie realisiert man Multicast-Routing in IP-Netzen?

Kapitel 11

Die IP-Netze im Weitverkehrsbereich basieren überwiegend auf dem MPLS-Konzept und auf der, als GMPLS (*Generalized MPLS*) bezeichneten, dessen Erweiterung. Die Techniken MPLS und GMPLS ermöglichen die Konvergenz von Ethernet u.a. mit SDH- und WDM-Netzen. Dank dieser Konvergenz können Ethernet heutzutage nicht nur als LAN eingerichtet werden, sondern *Ethernet-Services* können sogar weltweit verfügbar gemacht werden. Kapitel 12 stellt die Konzepte und Protokolle zum Aufbau der IP-Netze mit dem MPLS und dem GMPLS vor und geht u.a. auf die folgenden Probleme ein: Worin bestehen die Konzepte MPLS und GMPLS und welche Möglichkeiten entstehen durch deren Einsatz? Welche Services werden durch *Traffic Engineering* in IP-Netzen erbracht? Wie werden (G)MPLS-Netze aufgebaut und wie wird die IP-Kommunikation über sie realisiert? Wie erfolgt die IP-Kommunikation über optische Netze? Wie können Datenpfade über (G)MPLS-Netze dynamisch eingerichtet werden?

Kapitel 12

In vielen Unternehmen können gleichzeitig unterschiedliche Netztechnologien eingesetzt und entsprechend integriert werden. Sie lassen sich mithilfe von *Tunneling-Techniken* so einsetzen, dass virtuelle Standleitungen für den Transport von Daten über öffentliche IP-Netze aufgebaut werden können. Diese Idee hat zur Entstehung von VPNs geführt. Somit erläutert Kapitel 13 einerseits die Konzepte für den IP-Einsatz in Netzen mit klassischen LANs (Ethernet), Punkt-zu-Punkt-Verbindungen (z.B. physikalischen Standleitungen, Satellitenverbindungen) und WLANs. Andererseits präsentiert dieses Kapitel auch die Lösungen und Protokolle für den Aufbau von VPNs auf Basis sowohl klassischer IP-Netze mittels des IPsec als auch der IP-Netze mit den Techniken MPLS bzw. GMPLS, die auch als *Provider Provisioned VPNs* bezeichnet werden. Hierbei geht dieses Kapitel u.a. auf folgende Fragestellungen ein: Wie kann man sich ein logisches LAN-Modell vorstellen und wie kann die *Multiprotokollfähigkeit in LANs* erreicht werden? Welche Ideen liegen den WLANs nach IEEE 802.11 zugrunde und wie werden WLANs mit einem Ethernet gekoppelt? Welche Typen von virtuellen Netzen gibt es, wie werden sie aufgebaut und wie können sie genutzt werden? Wie lassen sich sichere, virtuelle IP-Netze aufbauen?

Kapitel 13

- Kapitel 14 In den letzten Jahren haben sich einige Megatrends auf der 'Netzwerkwelt' herauskristallisiert. In privaten Netzwerken spricht man heute von *Layer-3-Switching* und von VLANs (*Virtual LANs*). Dabei stellt die Virtualisierung von Rechnern neue Anforderungen an IP-Netze. Die Unterstützung der Mobilität virtueller Rechner und virtueller Netzwerke sowie der Wunsch nach flexibler Möglichkeit, einen Rechner bzw. ein Netzwerk an das Internet parallel anbinden zu können, sind nur die wichtigsten von ihnen. Diese Probleme erläutert Kapitel 14 und präsentiert neue Konzepte und Protokolle hierfür, um diesen Anforderungen gerecht zu werden. Hervorgehoben sei hier *Shortest Path Bridging* (SPB), TRILL, VXLANs, ILNP und LISP. Dieses Kapitel geht u.a. auf folgende Fragen ein: Wie werden moderne IP-Netzwerke physikalisch und logisch strukturiert? Wie funktionieren Layer-2- und Layer-3-Switches, wo und wie werden sie eingesetzt? Wie können komplexe, auch virtuelle Rechner enthaltene VLANs gebildet werden und welche Bedeutung dabei hat VLAN Tagging? Worin bestehen die Ideen von TRILL, SPB, VXLAN, ILNP und LISP? Welche Möglichkeiten der Integration von IPv4 und IPv6 liefert LISP?
- Kapitel 15 Der Gedanke der Virtuellen Netze kann aber von einer IP-basierten Infrastruktur gelöst werden und sehr effizient auf dem Layer 2 umgesetzt werden. Hiermit ergeben sich Konvergenzen von Layer 2 und Layer 3 Verfahren, die unter dem Stichwort 'Distributed Layer-2/3 Switching in Kapitel 15 vorgestellt werden, die bis zu auf Ethernet basierten virtuellen Netzen reicht, sowie so wie sie heute im Provider-Umfeld angeboten werden.
- Kapitel 16 Um die Mobilität in IP-Netzen zu ermöglichen, wurden die Protokolle MIP (*Mobile IP*), MIPv6 (*Mobile IPv6*) und HMIPv6 (*Hierarchical MIPv6*) entwickelt. Kapitel 16 zeigt, wie diese Protokolle funktionieren und was gemacht werden muss, damit ein mobiler Rechner während bestehender Verbindungen ein Subnetz verlassen und in ein neues hinein bewegen kann, ohne die bestehenden Verbindungen abbrechen zu müssen. Auch die Integration von Hotspots mit dem Internet und die Möglichkeiten von Roaming zwischen Hotspots werden präsentiert. Darüber hinaus werden u.a. die folgenden Aspekte erörtert: Welche Ansätze und Protokolle zur Unterstützung der Mobilität in IP-Netzen gibt es? Wie kann *Roaming* zwischen Hotspots realisiert werden? Wie verläuft die Kommunikation beim Einsatz von MIP bzw. von MIPv6?
- Kapitel 17 Ein in der Tat neues 'Kapitel' haben wir mit der Diskussion um das 'Internet of Things' IoT Kapitel 17 aufgeschlagen. Hier stellen wir die wesentlichen Konzepte des 'Internet der Dings', die Adaption von IPv6 für IoT – 6LoWAPN – die nun notwendigen Routingverfahren, sowie das Applikationsprotokoll CoAP vor.
- Kapitel 18 Der Zukunft des Internet und seine möglichen Anwendungen und Perspektiven ist Kapitel 18 gewidmet. Wir wissen ja: "Schwer zu sehen, in ständiger Bewegung die Zukunft ist." (Meister Joda). Trotzdem ist hier der Versuch gewagt, die beherrschenden Tendenzen in systematischer Weise zu betrachten und die aktuelle Diskussion in den Internet-Gremien zu referenzieren.
- Verständnisfragen Zu jedem einzelnen Kapitel gibt es ergänzend 'Verständnisfragen', durch die der geneigte Leser sein Wissen um zentrale Punkte der einzelnen Kapiteln überprüfen

und ggf. vertiefen kann. Die Antworten auf diesen Fragen finden sich Online auf der Webseite des Buchs.

Vorwort zur vierten Auflage

Geschuldet der schnellen Entwicklung der Internet-Technologien und der guten Akzeptanz unserer 'Technik der IP-Netze' haben wir unsern 'siebenjährigen' Updatezyklus (erste, zweite und dritte Auflage) etwas beschleunigt und stellen nun mit der vierten Auflage eine aktualisierte Version zur Verfügung. Neben obligatorischen Verbesserungen und Richtigstellungen in einigen Details, sind folgende Aspekte neu hinzugekommen:

- Die heutzutage als unentbehrliche IT-Security bei der Internetnutzung wird auf dem aktuellen Stand umfangreich diskutiert und in Kapitel 2 an zentraler Stelle untergebracht. Wir führen hier die vier zentralen *kryptographischen Primitiven* vor, die eine hervorgehobene Rolle einnehmen.
- Die Switching-Technologien für IP-Netze umfassen nun Layer-2 und Layer-3 Eigenschaften, deren Würdigung in Kapitel 16 zu finden ist.
- Ein wichtiger neuer Aspekt stellt das *Internet of Things* (IoT) dar. Dies würdigen wir in den Kapiteln 17 und 18. Während zunächst Lösungen für Komponenten mit Ressourcen-beschränkter und im Besonderen geringer elektrischer Leistung (6LoWAPN) und die hieraus erwachsenden Konsequenzen, die sich für das Routing und für Applikationen, wie dem *Constrained Application Protocol* (CoAP) ergeben, beschrieben werden, spannen wir in Kapitel 18 dieses neue Umfeld mit seinen vielfältigen Facetten in Gänze auf.

Die vierte Auflage wurde auch typographisch aufgefrischt:

- Das Layout wurde über die vielen Kapitel vereinheitlicht und die Tabellen mit einem modernen Design versehen.
- Beispiele im Buch werden – wie in diesem Fall – mit einem links-seitigen Balken hervorgehoben.

Layout-
Anpassungen und
Beispiele

Vorwort zur fünften Auflage

Diese Auflage beinhaltet im wesentlichen redaktionelle Änderungen und Anpassungen, die der Entwicklung des Internets und seiner Protokolle geschuldet sind. Allerdings verweist diese Auflage bereits auf das nächste Projekt der Autoren, das virtuellen Netzstrukturen gewidmet sein wird.

- *Redaktionelle* Änderungen betreffen die Verlinkung der Inhalte und die Verbesserung der Nutzung des Buchs als PDF-Dokument. Somit kann man im PDF nun zwischen Kapiteln und Abschnitten navigieren. Alle Links zu den IETF-Quellen wurden von *http* auf *https* umgestellt; das trägt zum Komfort bei, da dort keine 'Umleitung' gesetzt wurde. Wir wurden gelegentlich gefragt: *Warum gibt es das Buch nicht als eBook?* Die Antwort ist einfach: 'Technik der IP-Netze' wurde im

Redaktionelles

aktuellen Format mittels \LaTeX gesetzt. Darstellung, Seitenumbruch und Lesbarkeit sind darauf abgestimmt. Bei einem eBook-Format ginge dies verloren.

Bei den Abbildungen, wo wir Bitstrukturen erklären, halten wir es nun mit *Edsger Dijkstra* (siehe Vorspann zum Thema 'Internet-Routing-Architektur') und fangen bei '0' zu zählen an: Das erste Bit wird mit '0' nummeriert. Das ist auch die übliche Schreibweise in der Literatur.

Wurde das Manuskript bislang unter MacOS erstellt, findet nun Linux Anwendung. Die neuen Abbildungen wurden mit *InkScape* erstellt, an dessen Nutzung sich der Autor noch gewöhnen muss ;-)

Inhaltliches

- *Inhaltliche* Änderungen sind überschaubar, und es mussten lediglich einige wenige Fehler korrigiert werden. In Kapitel 2 wurde die ECC-Kryptographie endlich entsprechend ihrer Bedeutung nach eingeführt. Trotzdem ist 'Technik der IP-Netze' weder ein Lehrbuch der Kryptographie noch der 'IT-Security'. Allerdings ist die Literatur zu diesen Themen relativ überschaubar, sodass wir einen aktuellen Abriss hierzu als notwendig betrachtet haben.

Das Kapitel 4 integriert nun endlich auch Multipath-TCP an der richtigen Stelle, und es wurde dem QUIC-Protokoll ein eigener Abschnitt gewidmet, der versucht, dieses doch recht komplexe Protokoll zumindest in seinen Grundzügen zu erklären. In verteilten System spielt die Zeitsynchronisation von IT-Systemen eine wichtige Rolle (auch weil man Eindringlinge erkennen will). Daher haben wir in Kapitel 7 sowohl die Protokolle NTP als auch PTP beschrieben; nicht immer zur Zufriedenheit des Autors.

Die fünfte Auflage ist dem Internet-Aktivisten *Sven Guckes* gewidmet.

Technik der IP-Netze – Homepage

Die Homepage des Buches ist unter <https://www.fehcom.de/pub/tipn.html> erreichbar, wo sich auch Korrekturen einfinden werden. Ihre Kritik, Verbesserungsvorschläge und eventuell Ihre Korrekturen sind willkommen und wir nehmen sie gerne entgegen. Für Lehr- und Ausbildungszwecke stellen wir die Abbildungen auf Anfrage zur Verfügung.

Danksagung

Ein so umfangreiches Buch kann ohne Anregungen von außen und einen entsprechenden Erfahrungsaustausch nicht geschrieben werden.

Ein besonderer Dank gilt Herrn Dipl. math. Jürgen Müller (Darmstadt) und Herrn Dirk Müller (Koblenz) für die notwendige Sorgfalt, die dritte Auflage des Buches intensiv durchzuarbeiten und uns Korrekturen vorzuschlagen. Ebenso möchten wir Frau Hasselbach als primäre Ansprechpartnerin sowie Frau Irene Weihart und Frau Kristin Rothe und nicht zu vergessen Herrn Jürgen Dubau für das sorgfältige Lektorat auch in dieser Auflage danken. Bei einem so umfangreichen Projekt ergeben sich immer Inkonsistenzen, auf die die aufmerksame Leserschaft stößt.

Die Autoren

Prof. Dr.-Ing. Anatol Badach

Über 30 Jahre war er auf den Gebieten Informatik und Telekommunikation beruflich tätig; Promotion (1975), Habilitation (1983). Von Dezember 1985 bis August 2012 war er Professor im Fachbereich Angewandte Informatik an der Hochschule Fulda. Seine Schwerpunkte in Lehre und Forschung waren: Rechnerkommunikation, Netzwerktechnologien und Multiservice Networking. Er hat u.a. auf den Gebieten: Netzwerktechnologien und Protokolle, VoIP und Next Generation Networking geforscht und verfolgt mit Engagement einige wichtige Entwicklungen weiter.



Prof. Badach ist Autor zahlreicher Veröffentlichungen und u.a. zahlreicher anderer Fachbücher, darunter *Voice over IP – Die Technik, Netzwerkprojekte* (Mitautor), *Web-Technologien* (Mitautor), *Integrierte Unternehmensnetze*, *Datenkommunikation mit ISDN*, *High Speed Internetworking* (Mitautor), *ISDN im Einsatz*. Seine Erfahrung vermittelt er weiter als Leiter/Referent bei Fachkongressen und -seminaren, Berater bei innovativen Projekten und Entwicklungen, Autor von Fachbeiträgen.

<https://www.competence-site.de/Anatol-Badach>

Prof. Dr. Erwin Hoffmann

Jahrgang 1958, Studium der Physik und Astrophysik an der Universität Bonn und 1989 Promotion an der TU München (Max-Planck-Institut für Physik und Astrophysik). Durch seine Tätigkeit in der experimentellen Teilchenphysik am CERN und Fermilab verschaffte er sich Kenntnisse über unterschiedlichste Rechnerbetriebssysteme. Beruflich war er zunächst im Bereich Hochgeschwindigkeitsnetze (FDDI) engagiert sowie mit der Implementierung von TCP/IP auf IBM-Großrechnern.




Seit 1998 ist er an der Weiterentwicklung der Software von D.J. Bernstein involviert und veröffentlicht diese als *Public Domain*. Heute ist er Professor an der Frankfurt University of Applied Sciences mit den Schwerpunkten Rechnernetze, Betriebssysteme, IT-Security, Software Engineering sowie Verteilten Systeme.

<https://www.fehcom.de>

Dieses Buch möchten wir all jenen widmen, die dank ihrer technischen Schöpfungen zur Entstehung des Internet beigetragen haben, und ebenso denen, die sich dafür engagieren das Internet weiterzuentwickeln, es offen und aufrecht zu erhalten.

Prof. Anatol Badach (Fulda/Petersberg)

Prof. Erwin Hoffmann (Höhn-Schönberg) – im September 2022

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

[Hier zum Shop](#)