

Ethernet



Jörg Rech, Jahrgang 1968, arbeitet heute als Team Leader Training Middle Europe bei der Axis Communications GmbH und ist dort für die technischen Schulungen und Beratungen im Bereich IP-Video verantwortlich.

Seinen Weg zur Ethernet- und WLAN-Technologie fand er 1993 nach dem Abschluss seiner Ausbildung zum staatlich geprüften Techniker der Informationstechnologie bei der Compu-Shack GmbH. Dort war er mehrere Jahre in der Entwick-

lungsabteilung und danach als Senior Consultant beschäftigt. Außerdem war Jörg Rech später als Projektleiter bei der DLoG GmbH für den WLAN-Bereich verantwortlich und plante dort für große Logistikzentren komplexe WLAN-Infrastrukturen.

Seit 1998 schreibt Jörg Rech nebenberuflich als freier Fachautor Artikel für namhafte Fachzeitschriften zu den Themen Ethernet-Netzwerke und WLAN. Darüber hinaus hält er regelmäßig Fachvorträge zu beiden Themen. Im Februar 2002 wurde sein erstes Buch mit dem Titel „Ethernet – Technologien und Protokolle für die Computervernetzung“ und im März 2004 sein zweites Buch mit dem Titel „Wireless LANs – 802.11 WLAN-Technologie und praktische Umsetzung im Detail“ im Heise-Verlag veröffentlicht.

Jörg Rech

Ethernet

**Technologien und Protokolle
für die Computervernetzung**

3., aktualisierte und erweiterte Auflage



Heise

Jörg Rech
joerg.rech@t-online.de

Lektorat: Dr. Michael Barabas
Copy-Editing: Ursula Zimpfer, Herrenberg
Herstellung: Birgit Bäuerlein
Umschlaggestaltung: Helmut Kraus, www.exclam.de
Druck und Bindung: M.P. Media-Print Informationstechnologie GmbH, 33100 Paderborn

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISBN 978-3-944099-04-0

3., aktualisierte und erweiterte Auflage 2014
Copyright © 2014 Heise Zeitschriften Verlag GmbH & Co. KG, Hannover

Alle deutschsprachigen Rechte vorbehalten. Kein Teil dieses Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder andere Verfahren), auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Bei der Zusammenstellung wurde mit größter Sorgfalt vorgegangen. Fehler können trotzdem nicht völlig ausgeschlossen werden, so dass weder Verlag noch der Autor für fehlerhafte Angaben und deren Folgen eine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung übernehmen. Warennamen sowie Marken- und Firmennamen werden ohne Gewährleistung der freien Verwendbarkeit benutzt.

Die in diesem Buch erwähnten Software- und Hardwarebezeichnungen sind in den meisten Fällen auch eingetragene Warenzeichen und unterliegen als solche den gesetzlichen Bestimmungen. IEEE, 802, 802.3, 802.5 und 802.11 sind eingetragene Warenzeichen des Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.

Der Verlag übernimmt keine Gewähr dafür, dass beschriebene Programme, Schaltungen, Baugruppen etc. funktionsfähig und frei von Schutzrechten Dritter sind. Für Verbesserungsvorschläge und Hinweise auf Fehler ist der Verlag dankbar.

5 4 3 2 1 0

Vorwort zur dritten Auflage

2013 feierte Ethernet gleich zwei Geburtstage, denn vor vierzig Jahren wurde Ethernet mit einer Datenrate von 2,94 MBit/s von Robert Metcalfe präsentiert und vor dreißig Jahren wurde vom IEEE der Ethernet-Standard mit einer Datenrate von 10 MBit/s verabschiedet. In der Zwischenzeit hat sich einiges getan – die Datenraten wurden stetig erhöht und neue Übertragungsmedien in den IEEE-802.3-Standard aufgenommen. Jüngste Standarderweiterungen haben 40/100Gbit-Ethernet spezifiziert, mit denen die Datenrate nochmals um das Vier- oder Zehnfache gesteigert werden konnte. Somit sollte Ethernet für die nächsten Jahre gewappnet sein, um sich weiterhin als die Highspeed-Netzwerktechnologie im LAN- und WAN-Bereich behaupten zu können. Das Thema Stromversorgung von Endgeräten tritt im LAN-Bereich ebenfalls immer mehr in den Vordergrund. Der Ethernet-Standard wurde diesem Trend gerecht, indem die PoE-Speiseleistung auf bis zu 30 W erhöht wurde. Somit können auch Endgeräte mit höherer Leistungsaufnahme über das Netzwerk versorgt werden. Zudem wurde auch das Thema Energieeffizienz adressiert, indem Maßnahmen definiert wurden, die den Energieverbrauch von Ethernet-Komponenten, die mit 10, 100, 1.000 oder 10.000 MBit/s arbeiten, drastisch senken können.

Alles in allem viel Neues, was mir ausreichend Stoff und Inspiration für diese Neuauflage geliefert hat. Zusätzlich sind diverse Aktualisierungen in das Werk mit eingeflossen. Ich wünsche Ihnen viel Spaß auf der Reise durch die Ethernet-Welt.

Jörg Rech
Mai 2014

Vorwort zur zweiten Auflage

Seit der Veröffentlichung der ersten Auflage im Februar 2002 hat sich im Bereich Ethernet einiges getan. Damals war gerade mal das Thema Gigabit-Ethernet aktuell und die 10Gigabit-Ethernet-Technologie noch reine Zukunftsmusik. Mittlerweile ist eine Datenrate von 10 GBit/s Realität geworden, denn das IEEE hat zwischenzeitlich drei 10Gigabit-Ethernet-Standarderweiterungen verabschiedet, die eine Datenübertragung auf Glasfasern und Kupferkabeln spezifizieren. Vergleicht man die anfängliche Ethernet-Datenrate von 10 MBit/s mit der heutigen Datenrate von 10 GBit/s (10.000 MBit/s), so handelt es sich hier um eine Steigerung um den Faktor 1000. Gerade die letzte Anhebung von 1 GBit/s auf 10 GBit/s hat technologisch betrachtet eine große Herausforderung dargestellt und ausreichend interessanten Stoff für die Erweiterung und Neuauflage dieses Werkes geboten.

In der vorliegenden zweiten Auflage des Buches „Ethernet – Technologien und Protokolle für die Computervernetzung“ wurden gegenüber der vorherigen Auflage einige Aktualisierungen und Erweiterungen vorgenommen. Dem Thema WLAN habe ich zwischenzeitlich ein eigenes Werk gewidmet, sodass ich das WLAN-Kapitel aus diesem Werk herausgenommen habe. Aber keine Angst! Sie werden jetzt keine leeren Seiten in diesem Buch finden, sondern einen Großteil von dem, was Ethernet in den letzten Jahren als Neuerung zu bieten hat. Schwerpunkt dabei ist die ausführliche Darstellung der 10Gigabit-Ethernet-Technologie und der Power-over-Ethernet-Funktion. Somit wird dieses Werk hoffentlich seine Tradition weiterführen, als ein anerkannter und geschätzter Netzwerkleitfaden alle Fakten zu liefern, um die heutige Ethernet-Welt zu verstehen. Viel Spaß beim Lesen wünscht Ihnen

Jörg Rech
November 2007

Vorwort zur ersten Auflage

Ethernet beziehungsweise Netzwerke auf Ethernet-Basis haben etwas Zeitloses, bei recht euphorischer Betrachtungsweise sogar etwas zeitlos Schönes – immerhin ist eine vor Jahren gekaufte Ethernet-Karte mit Twisted-Pair-Anschluss auch heute noch in jedem Ethernet-Netzwerk einsetzbar. Richtig zu schätzen weiß man dies möglicherweise aber nur, wenn man mit dem Begriff Twisted Pair überhaupt etwas anfangen kann – und dementsprechend Western-Stecker und -Buchse von einem BNC-Anschluss zu unterscheiden in der Lage ist.

Sie merken vielleicht schon: Dieses Buch wird keine leichte Bettlektüre, kein Krimi, der sich an einem Stück weglesen lässt. Das ist natürlich auch nie meine Absicht gewesen, als ich mit diesem Projekt begann. Eigentlich wünschte ich mir nur selbst endlich ein Arbeitsbuch, eines, das mir alle Informationen bot, die ich in meiner täglichen Arbeit benötigte; ein Arbeitsbuch, welches vielleicht nicht alles Wissen, aber das entscheidende versammelt, das man bei der Beschäftigung mit Netzwerken benötigt. Und da ich auf dem deutschen Buchmarkt nicht fündig wurde, musste ich es wohl oder übel selbst schreiben.

So weiß ich auch nicht, ob ich Sie zum Kauf des Buchs beglückwünschen oder mein herzliches Beileid aussprechen soll: Denn einfach mache ich es Ihnen nicht. Sie finden auf den folgenden Seiten keine 1111 Tipps und Tricks für das perfekte Netzwerk; Sie finden keine Schritt-für-Schritt-Anleitungen nach dem Motto „Klicken Sie hier, dann wird alles gut“. Ich habe mich bewusst gegen ein solches Anleitungsbuch entschieden, das in manchen Fällen sogar unter der Rubrik „Dies oder das – für Dumme“ auf den Markt kommen würde. Nicht, dass solche Schwarten etwa keine Berechtigung hätten – diese Herangehensweise erschien mir allerdings nicht angebracht.

Denn gerade bei Netzwerken stellt man immer wieder fest, dass der Versuch, alle möglichen Hürden durch vorausseilende Anleitungen zu ihrer Überwindung aus dem Weg zu räumen, zum Scheitern verurteilt ist. Daher zieht sich eines wie ein roter Faden durch dieses Buch: Ich möchte Ihnen alle notwendigen Informationen an die Hand geben, so dass Sie selbst entscheiden können, was zu tun ist. Auch wenn es schwere Lektüre sein mag: Dies soll ein Arbeitsbuch sein, das Sie in die Lage versetzt zu verstehen,

was ein Netzwerk ist, wie es funktioniert und womit Sie konfrontiert werden, wenn Sie eines aufbauen oder warten sollen.

Dafür macht es übrigens keinen Unterschied, ob Sie zu Hause Ihren PC mit dem Ihres Sohnes vernetzen (oder dem Alten endlich einmal Internetzugang über das heimische LAN verschaffen) wollen – oder ob Sie das Netz eines Großunternehmens warten. Eine Sache, die die eingangs erwähnte zeitlose Schönheit eines Ethernet ausmacht, ist genau dies: Die benötigten Basis-Informationen sind dieselben; wie tief man in die Details der Technik einsteigen muss, entscheidet sich eigentlich nur am eigenen Wissensdurst – und an eventuell doch auftretenden Problemen oder Vorhaben. Der Entwickler eines Ethernet-Chips braucht natürlich andere Informationen als der Kabelverleger im heimischen Arbeitszimmer.

Und trotzdem gibt es eigentlich kaum Voraussetzungen, um mit diesem Buch arbeiten zu können. Sicher sollte man sich nicht fragen müssen, wozu ein Netzwerk überhaupt gut ist. Dies beantworte ich nicht, sondern gehe eigentlich davon aus, dass das völlig einleuchtend ist: Selbst zu Hause in der Wohnung oder im Eigenheim ist es billiger, einen einzigen Internetanschluss von allen PCs aus zu nutzen, ist es praktischer, Daten übers Netz zu verschicken als per Diskette von Rechner zu Rechner zu tragen. Diese, manches Mal wegen der Sneakers, i.e. Turnschuhe, sogenannten Sneaker-nets sind schon lange aus der Mode.

Für den Netzneuling mag es schwieriger sein, den Einstieg zu finden: Aber auch er findet alles Wissenswerte, was er für „Mein erstes LAN“ braucht. Der Profi hingegen kann das Buch als Arbeits- und Nachschlagewerk benutzen, das er zu Rate zieht, wenn bestimmte Aufgaben oder Probleme auftauchen, die nicht ad hoc zu lösen sind. So zumindest war mein eigener Anspruch. Und ich selbst messe daran, ob das Netzwerk nach der Lektüre keine undurchschaubare Blackbox für den Leser mehr ist, ob das Buch gelungen ist. Für Feed-back, Anregungen und Kritik in dieser Hinsicht bin ich jederzeit dankbar; der Verlag (www.dpunkt.de/buch/ethernet.html) nimmt entsprechende Mitteilungen gerne für mich entgegen.

Für den Hausgebrauch ist es wohl keine Frage, dass es sinnvoll ist, sich bei einem solchen Arbeitsbuch auf Ethernet zu konzentrieren – andere Techniken kommen praktisch nicht mehr in Frage. Mini-Vernetzungen auf Basis von USB oder gar Parallel- und Seriell-Kabeln dagegen sind reine Behelfs- und Bastellösungen, die für ernsthaften Einsatz nicht in Frage kommen. Für den Profi dürfte sich die Frage nach der Beschränkung eines Netzwerkbuches auf Ethernet auch kaum noch stellen: Wer heute noch mit Arcnet arbeitet, hat schon Schwierigkeiten, Ersatzteile zu bekommen; Token Ring spielt bei Neuinstallationen und Netzerweiterungen schon lange keine Rolle mehr, FDDI konnte zwar seine Position im Bereich der In-House-Backbones halten, mehr aber auch nicht. Und ATM konnte sich trotz aller Hypes (und möglicherweise auch mancher Vorteile gegenüber Ethernet) in seinen Anfangszeiten nicht als LAN-Technik durchsetzen, da

er für einen LAN-Einsatz verhältnismäßig kompliziert ist – für die Administratoren und Techniker bedeutete ATM völliges Neuland.

Dies gilt nicht für die neuesten Ethernet-Techniken wie Gigabit-Ethernet oder 10Gigabit-Ethernet. Trotz einiger gewichtiger Unterschiede zum Ur-Ethernet sind selbst Gigabit-Ethernet und 10Gigabit-Ethernet heutzutage recht einfach einzusetzen und fügen sich nahtlos in bestehende Ethernet-Infrastrukturen ein.

So hoffe ich, für die Leser ein relativ zeitloses Arbeitsbuch für eine recht zeitlose Netzwerktechnik erstellt zu haben – ein Buch also, das auch dann noch von Nutzen ist, wenn Ethernet eines fernen Tages möglicherweise einmal die Schallmauer von Terabit-Bandbreiten durchbricht. Und schüttele nun niemand ungläubig den Kopf, denn nichts ist unmöglich: Wer hätte bei den ersten zaghaften Ethernet-Ansätzen jemals überhaupt nur an eine Bandbreite von 1000 MBit/s (1 GBit/s), geschweige denn 10.000 MBit/s (10 GBit/s) gedacht? In diesem Sinn wünsche ich Ihnen trotz des harten Stoffs viel Spaß.

Eines gilt es aber keinesfalls zu vergessen, bevor es endlich in medias res geht: Ich habe dem Verlag Heinz Heise für seine Unterstützung während der Arbeit an diesem Buch zu danken, besonders Frau Christine Weber, Frau Susanne Rudi, Herrn Josef Hegele, Herrn Dr. Michael Barabas und Herrn Steven P. Steinkraus. Ganz besonderer Dank gilt Jürgen Kuri, der mich zu diesem Projekt motiviert hat und mir bei vielen Formulierungen des Buchs mit Rat und Tat beiseite gestanden hat. Ebenfalls möchte ich mich für die Kommentare und Vorschläge von Herrn Prof. Roland Kiefer bedanken, der das Buch technisch Korrektur gelesen hat. Bedanken möchte ich mich auch bei Brigitta Zurheiden und Marko Kaufmann – sie sorgten dafür, dass viele Darstellungen überhaupt den Weg in dieses Buch fanden.

Jörg Rech
Januar 2002