Wireless LANs

802.11-WLAN-Technologie und praktische Umsetzung im Detail

von
Jörg Rech

4., akt. u. erw. Aufl.

Wireless LANs – Rech

schnell und portofrei erhältlich bei beck-shop.de DIE FACHBUCHHANDLUNG

Thematische Gliederung:

Mobilfunk- und Drahtlosnetzwerke & Anwendungen

Heise Zeitschriften 2012

Verlag C.H. Beck im Internet:
www.beck.de
ISBN 978 3 936931 75 4

Inhaltsverzeichnis: Wireless LANs – Rech

Jörg Rech

Wireless LANs

802.11-WLAN-Technologie und praktische Umsetzung im Detail

- **802.11a/h**
- **802.11b**
- **802.11g**
- **802.11i**
- **802.11n**
- **802.11d**
- **802.11e**
- **802.11f**
- **802.11s**
- **802.11ac**
- **802.11ad**

4., aktualisierte und erweiterte Auflage

Heise

Jörg Rech
joerg.rech@t-online.de

Lektorat: Dr. Michael Barabas
Copy-Editing: Anette Schwarz, Ditzingen; Ursula Zimpfer, Herrenberg
Satz & 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 978-3-936931-75-4

4., aktualisierte und erweiterte Auflage 2012
Copyright © 2012 Heise Zeitschriften Verlag GmbH & Co. KG, Hannover

Alle deutschprachigen 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, sodass 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 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 vierten Auflage

WLAN feiert 2012 seinen fünfzehnten Geburtstag, denn der IEEE-802.11-Standard wurde 1997 verabschiedet. Die erste WLAN-Version lieferte gerade mal eine Datenrate von 1 MBit/s und 2 MBit/s. Noch Ende dieses Jahres soll die IEEE-802.11ad-Erweiterung verabschiedet werden und 2013 die IEEE-802.11ac-Erweiterung. Beide Varianten liefern Datenraten von knapp 7 GBit/s. Durchbrach IEEE 802.11n mit 600 MBit/s einst die magische Grenze von Fast Ethernet, so wird nun auch der Meilenstein von Gigabit Ethernet durch drahtlose Netzwerklösungen überschritten. Als Faktor betrachtet entsprechen die beiden Lösungen einer Steigerung in der Datenrate um das knapp 3500-Fache. Zweifellos eine beachtliche Leistung und Herausforderung in der technologischen Umsetzung, die sich 1997 niemand hätte vorstellen können. Zudem ein spannendes Thema, dem ich ein zusätzliches Kapitel in meinem Buch gewidmet habe. Des Weiteren habe ich das 802.11n-Kapitel überarbeitet, dessen Standard mittlerweile verabschiedet wurde, und Erfahrungen in das Werk einfließen lassen, die ich seit der letzten Auflage gewinnen konnte. Ich hoffe, Ihnen damit wieder ein Werk liefern zu können, das den aktuellen WLAN-Entwicklungen und dem Trend gerecht wird.

Viel Spaß beim Lesen wünscht Ihnen

Jörg Rech
Mai 2012

Vorwort zur dritten Auflage

Die Veröffentlichung der letzten Auflage meines WLAN-Buchs liegt gerade mal zwei Jahre zurück. Diese Zeitspanne zur nächsten Auflage eines Fachbuchs unterstreicht die Akzeptanz dieses Werks und ehrt mich als Autor persönlich sehr. Auch wenn diese Zeit relativ kurz war, ist in der WLAN-Welt zwischenzeitlich einiges passiert. Schlagwörter wie MIMO, Mehrantennensysteme, Mehrwegeausbreitung und Datenraten jenseits der bisher gewohnten Grenze von 54 MBit/s sind derzeit in den IT-Fachkreisen in aller Munde. Die 802.11n-Standarderweiterung, die die nächste WLAN-Generation spezifiziert und sicherlich ein neues Zeitalter der WLAN-Technologie einläuten wird, steht kurz vor der Verabschiedung. 802.11n-konforme WLAN-Produkte versprechen Datenraten von bis zu 600 MBit/s und werden mit dieser Performance sicherlich die Vorteile der WLAN-Technologie bestärken. Die Erzielung der hohen Datenraten stellte eine große Herausforderung für die Arbeitsgruppe des IEEE dar und technisch betrachtet ist es schon eine beachtliche Leistung, diese Performance bei der drahtlosen Datenübertragung zu realisieren. Auf jeden Fall ist es ein spannendes Thema, das mir ausreichend neuen Stoff für die dritte Auflage meines WLAN-Buchs geliefert hat. Somit liegt der Erweiterungsschwerpunkt dieser Auflage in der Darstellung der 802.11n-Standarderweiterung, der ich ein eigenes und ausführliches Kapitel gewidmet habe. Zudem sind natürlich wieder eine Vielzahl eigener, aktueller und praxisrelevanter Erfahrungen in diese Auflage eingeflossen.

Viel Spaß beim Lesen wünscht Ihnen

Jörg Rech
April 2008

Vorwort zur zweiten Auflage

Der große Erfolg der ersten Auflage hat mich besonders darin bestärkt, das vorliegende Werk zu überarbeiten und zu erweitern. Bedanken möchte ich mich in diesem Zusammenhang für die vielen Zuschriften von Professoren und Studenten – sie ehrten mich durch ihre fachliche Anerkennung meines WLAN-Buchs.

Die zahlreichen Verbesserungen und Erweiterungen, die seit der ersten Auflage in den WLAN-Standard eingeflossen sind, haben sicherlich ausreichendes Potenzial für den Ausbau dieses Werkes geboten. Zudem hat mir meine kontinuierliche und berufliche Nähe zur WLAN-Technologie viele Anregungen und Ideen für die Neuauflage geliefert. Somit wird dieses Werk hoffentlich wieder meinem Anspruch gerecht, für den deutschsprachigen Buchmarkt einen anerkannten und geschätzten WLAN-Leitfaden für technisch interessierte Leser geschaffen zu haben, die in die Tiefen der WLAN-Technologie eintauchen möchten.

Der Überarbeitungsschwerpunkt dieser Auflage liegt in Kapitel 10, in dem detailliert auf die WLAN-Sicherheitsverfahren eingegangen wird. Die WLAN-Sicherheit war bislang ein kritisches Thema, da den per Funk übertragenen Daten ein sicherer Schutzmechanismus als Bordmittel fehlte. Hier greift die 802.11i-Standarderweiterung, die eine zeitgerechte Sicherheit bietet, jedoch für die richtige Umsetzung Detailwissen verlangt. Des Weiteren geht die Neuauflage auf die nächste WLAN-Generation ein, die derzeit durch die 802.11n-Arbeitsgruppe definiert wird und Datenraten von bis zu 600 MBit/s verspricht. Eine Vielzahl eigener, aktueller und praxisrelevanter Erfahrungen sind ebenfalls in das Werk eingeflossen.

Jörg Rech
Mai 2006

Vorwort zur ersten Auflage

Der Bedarf an einem Informationsaustausch steigt in der heutigen Gesellschaft stetig. Flexibilität und Mobilität sind dabei die neuen Schlagwörter der modernen Kommunikationswelt. Haben einst drahtgebundene Netzwerklösungen wie Ethernet die Vernetzung von PCs ermöglicht und somit den Datenaustausch revolutioniert, so bahnt sich ein neuer Trend an. Daten werden heute nicht mehr ausschließlich über Draht transportiert, sondern zunehmend über das Medium Luft. Funknetzwerke oder sogenannte Wireless LANs (WLANs) etablieren sich zunehmend sowohl im gewerblichen als auch im privaten Bereich. Die Vorteile liegen klar auf der Hand: Ein fester Netzwerkanschluss wird nicht mehr benötigt, und der Datenaustausch kann innerhalb des vom WLAN ausgeleuchteten Bereichs ortsunabhängig erfolgen. So ist beispielsweise das Surfen vom Sofa aus heute keine Fiktion mehr, sondern Realität geworden.

Wegen des breiten Einsatzspektrums und der Vorteile, die sich durch den Einsatz der WLAN-Technologie ergeben, verwundert es auch nicht, dass der WLAN-Bereich als Wachstumsmarkt der derzeit krisenbehafteten IT-Branche betrachtet wird. Führende Marktforschungsinstitute prognostizieren für die kommenden Jahre stetig ansteigende Verkaufszahlen für WLAN-Komponenten. In naher Zukunft werden immer mehr Geräte durch WLAN-Interfaces erweitert, um die Vorteile des drahtlosen Datenaustausches zu nutzen. Zudem ist das Thema »Hotspot« zurzeit in aller Munde, wodurch der drahtlose Internetzugang in öffentlichen Bereichen per WLAN ermöglicht wird. Auch hier ergeben sich neue Möglichkeiten für Dienstleistungsanbieter und Internet-Provider.

Die unbestreitbaren Vorteile der WLAN-Technologie konnte ich am eignen Leib erfahren, als ich an diesem Werk gearbeitet habe. Musste ich mein erstes Fachbuch noch brav im Arbeitszimmer schreiben, wobei ich – ungeachtet des Wetters draußen – an den Schreibtisch

gefesselt war, so sah es beim vorliegenden Buchprojekt bereits anders aus. Dank WLAN konnte ich meine Arbeit wesentlich flexibler und vor allem ortsunabhängig gestalten. Im Sommer konnte ich sogar im Garten sitzen und während der Arbeit die Sonne genießen – ein wirklich angenehmer Vorteil der WLAN-Technologie.

Erste Erfahrungen mit WLAN konnte ich bereits 1998 sammeln. Die Funktechnologie hat mich – trotz anfänglicher Schwierigkeiten – im wahrsten Sinne des Wortes fasziniert. Damals waren Datenraten von 2 MBit/s das Maximum dessen, was die damaligen WLAN-Produkte zu bieten hatten. Nur wenige Hersteller boten in den Anfängen entsprechende Produkte an. Zudem war das Produktportfolio der ersten WLAN-Hersteller sehr klein. So war es beispielsweise sehr schwer, WLAN-Antennen zu erwerben, mit denen sich die erzielbaren Reichweiten steigern ließen. Trotz aller Hürden war die Faszination, die in mir geweckt wurde, so groß, dass ich mich seit dieser Zeit intensiv mit der WLAN-Technologie beschäftigt habe. So konnte ich in den letzten Jahren die WLAN-Evolution detailliert verfolgen. Heute sind die WLAN-Produkte so weit herangereift, dass selbst Datenraten von 54 MBit/s problemlos realisiert werden können. Es gibt kaum noch Netzwerkhersteller, die keine WLAN-Produkte anbieten. Somit steht eine Vielzahl von WLAN-Komponenten zur Verfügung, die je nach Ausführung für den Einsatz im Privatbereich oder für den Einsatz im Büro- oder Industriebereich konzipiert sind.

Wer ein WLAN fachgerecht installieren möchte, muss sich natürlich mit der WLAN-Technologie vertraut machen und sich mit neuen Fachbegriffen wie Access Points, Antennengewinn, EIRP, SSID etc. auseinander setzen. Dies betrifft den Netzwerkeinsteiger wie den gestandenen Netzwerker gleichermaßen. Zudem gibt es relevante Unterschiede zwischen drahtgebundenen und drahtlosen Datenübertragungen, sodass ein generelles Umdenken in den technischen Betrachtungsweisen gefordert ist. Der zukunftsorientierte Netzwerkplaner, Consultant und Netzwerkadministrator sollte sich der drahtlosen Herausforderung stellen und sich mit der WLAN-Thematik vertraut machen, um den zukünftigen Anforderungen gerecht zu werden. Ein solides WLAN-Fachwissen ist für diese Personengruppe der Schlüssel zum Erfolg.

Das vorliegende Werk soll Ihnen eine solide Grundlage für den Einstieg in die WLAN-Technologie liefern. Wer sein WLAN nach dem Motto »Karton auspacken, Stecker einstecken und alles wird schon laufen« in Betrieb nehmen möchte, wird sich allerdings nicht in diesem Buch wiederfinden. Auch typische Mausschiebeorgien – klicke hier und klicke dort für den Weg zum Erfolg – werden in diesem Buch nicht

abgehandelt. Ich habe mich bewusst gegen ein solches Anleitungsbuch entschieden, wobei ich allerdings nicht die Aussage treffen möchte, dass solche Bücher keine Daseinsberechtigung haben. Dieses Werk widmet sich vorwiegend den wirklich technisch interessierten Lesern, die wissen möchten, wie ein Datenaustausch per Funk ermöglicht wird. Das Buch ist als Arbeitsbuch zu verstehen, das zwar nicht alles Wissen, aber jenes, das für das Verständnis der WLAN-Technologie von Bedeutung ist, zusammenfasst. Der Inhalt dieses Buches spiegelt die Erfahrungen wider, die ich in den letzten fünf Jahren mit WLAN sammeln konnte. Bei der Erstellung des Werkes haben mir nicht nur technische Erfahrungen geholfen, sondern auch viele Anregungen, die ich während meiner zahlreichen Vorträge zum Thema WLAN sammeln konnte. Anhand der Fragen und Diskussionen mit meinen Zuhörern habe ich erfahren, was ein Netzwerker wissen muss, um die drahtlose Netzwerktechnologie zu verstehen und ein WLAN in die Praxis umzusetzen. Der Inhalt ist so gegliedert, dass sich sowohl der Einsteiger als auch der fortgeschrittene Leser, der bereits einige Erfahrungen mit dem Einsatz von WLAN sammeln konnte, in dem Werk wiederfindet. So hoffe ich, ein Arbeitsbuch für den WLAN-Bereich geschaffen zu haben, das bislang auf dem deutschen Buchmarkt gefehlt hat.

Eines möchte ich aber keinesfalls vergessen, bevor es endlich in medias res geht: Ganz besonderer Dank gilt dem Heise Verlag für seine Unterstützung während der Arbeit an diesem Buch, besonders Herrn Dr. Michael Barabas und Herrn Steven Steinkraus. Ebenfalls möchte ich mich für die Kommentare und Vorschläge von Herrn Prof. Jörg Roth und Dirk von Suchodoletz bedanken, die das Buch technisch Korrektur gelesen haben. Frau Annette Schwarz danke ich für die sorgfältigen Lektoratsarbeiten und Frau Birgit Bäuerlein für die Erstellung des Layouts. Bedanken möchte ich mich auch bei Marko Kaufmann – er sorgte dafür, dass viele Abbildungen überhaupt den Weg in dieses Buch fanden.

Jörg Rech
Dezember 2003