



Foto: M. Florito

Vergleichstest Funknetze

Netz ohne Draht

Was tun, wenn der Hausbesitzer im denkmalgeschützten Altbau alle Kabelschächte für das Netzwerk verbietet? CHIP testet fünf drahtlose Alternativen für zu Hause und fürs Büro.

■ Nicht nur Notebook-Besitzer verzichten liebend gern auf das An- und Umstöpseln ihrer Rechner. Die mobile Arbeitswelt verlangt immer öfter nach einer „freilaufenden“ Datenverarbeitung, deren Bewegungsradius nicht durch Kabel eingengt wird. Die Lösung: ein drahtloses Funknetz, Wireless LAN (WLAN) genannt.

Neben den klassischen Einsatzgebieten, etwa im Handel oder in der Medizin, sind Funknetze auch für Arbeitsgruppen im Small-Office- oder Home-Office-Bereich interessant. Der Installationsaufwand für eine kabelgebundene Vernetzung ist kleinen Bürogemeinschaften meist zu hoch, zumal die Kosten beim nächsten Umzug abzuschreiben sind.

Zwei entscheidende Einschränkungen haben jedoch den breiten Einsatz drahtloser Netze lange verhindert: Die fehlende Standardisierung und die begrenzten Übertragungsraten. Beides

hat sich inzwischen geändert: Seit Mitte 1997 steht, nach langem Hin und Her in den Normungsgremien, eine verbindliche Luftschnittstelle zur Verfügung: IEEE 802.11, eine Variante des klassischen Ethernets.

Standard mit Variationen: die Ethernet-Variante IEEE 802.11

Der Funknetz-Standard definiert einen gemeinsamen MAC-Layer (Medium Access Control) für drei spezifizierte Physical Layer (PHY). Zwei davon beziehen sich auf Funk-LANs, einer auf Infrarotnetze. Als Frequenzbereich nutzt IEEE 802.11 den auch bisher verwendeten ISM-Bereich im 2,4-GHz-Band von 2.400 bis 2.485 MHz.

Auf dem gemeinsamen MAC-Layer von IEEE 802.11 setzen drei verschiedene physikalische (PHY-)Varianten auf. Der Infrarot-PHY operiert mit Frequenzen von 850 bis 950 Nanometer. Die verwendete diffuse IR-Übertra-

gung erfordert weder exakte Ausrichtung von Sender und Empfänger noch eine hindernisfreie Sichtlinie, überbrückt jedoch maximal zehn Meter. Die zwei alternativen Radio-PHYs arbeiten mit Bandspreizungsverfahren, die das Signal über ein möglichst breites Frequenzspektrum aufteilen (► 194).

Inhalt

196	Compaq WL
196	Elsa LANCOM Wireless IL-11
198	Lucent WaveLAN/IEEE Turbo
198	RadiolAN
198	Breezenet Pro.11
190	Tipps & Tricks zur Installation
194	Bandspreizungsverfahren: Abhörsicher und störungsfrei
200	Fazit und Test-Ergebnisse im Überblick
201	So testet CHIP Funknetze

Um Missverständnissen vorzubeugen: Auch 802.11-zertifizierte WLANs arbeiten nur dann zusammen, wenn sie auf demselben Physical Layer basieren. Dass Infrarotgeräte nicht mit funkbasierten WLANs kommunizieren, ist klar. Doch auch bei den Radio-LANs existieren zwei unterschiedliche PHY-Techniken: Direct Sequence und Frequency Hopping (siehe [☞ 194](#)).

Als Mindestbandbreite definiert der Standard ein MBit/s, optional sind zwei MBit/s vorgesehen. Auch wenn das für die meisten Anwendungen ausreicht, mit der klassischen Ethernet-Geschwindigkeit von zehn MBit/s kann sich dieser Standard nicht messen. Der IEEE 802.11b sieht deshalb maximal elf

fungiert quasi als Repeater und verdoppelt so die Reichweite. Ein solches Basic Service Set (BSS) findet sich typischerweise in kleineren Installationen.

In vielen Fällen bildet das WLAN allerdings eine Erweiterung des bestehenden, kabelgestützten LANs. Hier bietet der Access Point den Clients den Zugang zu Ressourcen im Festnetz. Mit Hilfe mehrerer APs mit überlappenden Basic Service Sets lassen sich große Areale verbinden. In einem solchen, aus mehreren BSS bestehenden, so genannten Extended Service Set (ESS) können sich mobile Clients frei bewegen. Ein Übergabeverfahren (Roaming) zwischen den Access Points hält dabei die Netzverbindung aufrecht. Daneben stellt der AP nach dem IEEE-802.11-Standard eine ganze Reihe weiterer Managementfunktionen bereit.

Durch das besondere Übertragungsverfahren ergeben sich bei Funknetzen spezielle Schwierigkeiten. Eine drahtlose Sendestation kann beispielsweise keine Signalkollisionen feststellen, da das eigene Signal die Sendungen der anderen Stationen überstrahlt.

Aus diesem Grund lässt sich der im drahtgebundenen Ethernet übliche CSMA/CD-Zugriff (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) nicht anwenden. Stattdessen verhindert bei WLANs ein CSMA/CA (CSMA with Collision Avoidance) Kollisionen.

So kommunizieren Sender und Empfänger störungsfrei

Eine sendebereite Station horcht zunächst ins Netz, ob bereits ein Datenaustausch erfolgt. Kann sie während einer definierten Zeitspanne kein Signal feststellen, schaltet sie auf Sendebereitschaft und wartet erneut. Tritt jetzt immer noch kein Datenverkehr auf, beginnt sie zu senden.

Während dieser Mechanismus in einem unabhängigen BSS (Ad-hoc-Netz) zur Kollisionsvermeidung ausreicht, versagt er in den Funknetzen, die mit Access Points arbeiten. Hier tritt das so genannte Hidden-Node-Problem auf: Stationen können bis zum Doppelten ihrer Sendereichweite auseinander liegen, so dass das oben geschilderte Clear Channel Assessment (CCA) versagt. Dies gilt erst recht für Extended Service Sets. Daher sendet die Datenquelle ►

Unabhängiges Funknetz



Spontanes Netz: Die Stationen kommunizieren direkt über ihre WLAN-Adapter (Independent Basic Service Set, IBSS).

Quelle: CHIP

MBit/s vor. Sacken auf größere Distanzen die Transferraten durch steigendes Fehlerraten zu sehr ab, halbiert sich die Datenrate auf 5,5 MBit/s.

Reichweite und Aufbau der drahtlosen Netze

Die Topologie des drahtlosen Netzes variiert je nach Einsatz-Zweck. Im simpelsten Fall kommunizieren zwei oder mehr Rechner direkt über ihre WLAN-Adapter. Ein solches Ad-hoc-Netz eignet sich vor allem für temporäre Vernetzungen. Diese Topologie nennt sich Independent Basic Service Set (IBSS).

Genügt die beschränkte Reichweite eines spontanen WLANs den Anforderungen nicht, lässt sie sich durch den Einsatz eines Funk-Hubs, neudeutsch: Access Point (AP), erweitern. Der AP

TIPPS ZUM AUFBAU

Installations-Tücken

1 Solange sich Client und Access Point (AP) in Sichtlinie befinden, entstehen keine Probleme. Installieren Sie APs deshalb, wenn möglich, hoch an der Wand oder Decke.

2 Wände in Leichtbauweise stören kaum. Dagegen können stahlarmierte Wände, Decken oder Brandschutztüren die Reichweite zwischen AP und Client stark einschränken.

3 Oft bilden sich hinter Ecken oder in Nischen Funklöcher. Nur wenige Systeme erlauben es, die Antenne des Clients über ein Zwischenkabel vom Rechner abzusetzen – oft hilft nur ein zusätzlicher AP.

4 Gegen zu niedrige Datenraten helfen spezielle Antennen. Die meisten Hersteller bieten umfangreiches Zubehör an, darunter auch Außenantennen.

5 Wenn Sie den AP via Terminalprogramm konfigurieren müssen, können Sie dies meist an einem beliebigen PC tun: Fast alle APs legen die Konfigurationsdaten in einem nichtflüchtigen Speicher ab.

6 Halten Sie bei der Einrichtung von Client-Rechnern unter Windows stets die Betriebssystem-CD griffbereit. Falls Ihr Notebook mit dem Swappen der Laufwerke Probleme hat, sollten Sie vorab die Treiberdisketten auf den Mobilrechner kopieren und vor dem Start der Installation zum CD-ROM-Drive wechseln. (Treiber und Software der PC-Card befinden sich meist auf Disketten, das Betriebssystem aber auf CD). Abgebrochene Setups führen oft zum Absturz. Bootet der Rechner aber noch bis ins Betriebssystem, bringt ein Treiber-„Update“ im Gerätemanager die Situation meist wieder unter Kontrolle.

7 Um miteinander eine Verbindung aufbauen zu können, müssen sich APs im selben Funknetz befinden. Achten Sie deshalb bei der Konfiguration aller Komponenten speziell auf dieses Setting (identische BSSIDs). Falls alle Stricke reißen, setzen Sie AP und Clients auf die Werks-Einstellungen zurück – so klappt zumindest die Verbindung via Funk. Nach der Einrichtung der korrekten IP-Adressen steht auch die Netzverbindung.

zunächst einmal einen RTS-Frame (Request to send), der für die Stationen als Besetzt-Zeichen wirkt. Der Empfänger quittiert mit einem CTS-Frame (Clear to send) und hindert andere Teilnehmer am Senden. Sowohl RTS- als auch CTS-Frame enthalten Reservierungsinformationen, die nicht beteiligte Stationen speichern und zusätzlich nutzen, um Kollisionen zu vermeiden.

Nach dem RTS/CTS-Austausch beginnt die eigentliche Datenübertragung. Sie endet mit einem ACK (Acknowledgement) von Seiten des Empfängers. Bleibt dieses aus, hat trotz aller Vorsichtsmaßnahmen eine Kollision oder ein Übertragungsfehler stattgefunden, das Spiel beginnt dann von neuem.

Spezialverfahren für zeitkritische Aktionen im Netz

Neben dieser als Distributed Coordination Function (DCF) bezeichneten Vorgehensweise – sie verteilt die Zugriffsregelung auf die Stationen – sieht IEEE 802.11 optional die Abwicklung zeitkritischen Datenverkehrs vor. Bei diesem als Point Coordination Function (PCF) bezeichneten Verfahren übernimmt der Access Point die Regie. Er blockt zunächst den Zugriff, indem er ein belegtes Medium signalisiert. Anschließend erhalten alle Stationen reihum die Aufforderung zum Senden.

Ein regelmäßiger Wechsel zwischen Distributed und Point Coordination ermöglicht den PCF-fähigen Teilneh-

mern das Absetzen zeitkritischer Daten, verschafft aber auch Stationen ohne diese Fähigkeit Zugang zum Medium.

Strom sparen: Synchronisation und Power Management

Für mobile, batteriebetriebene Stationen spielt der Energieverbrauch eine große Rolle. Während die PC-Card im regulären Betrieb 200 bis 300 mA verbraucht, nimmt sie im Sleep Mode nur vier bis sechs mA auf. Daher sieht IEEE 802.11 ein Power Management vor, das den Stationen erlaubt, überwiegend im Sleep-Modus zu operieren.

Dazu sendet der Access Point in regelmäßigen Intervallen eine Rundsendung – den so genannten Beacon – aus, der vor allem der Zeitsynchronisation im BSS dient. Zudem enthält er Informationen zu Beacon-Intervall, ESS-Kennung oder durch den AP unterstützte Datenraten. Die Funkadapter der Clients stellen jeweils zur vorgesehenen Beacon-Zeit Betriebsbereitschaft her, warten den Empfang ab und gehen anschließend wieder in den Sleep-Modus. Treffen in der Zwischenzeit Daten für eine schlafende Station beim Access Point ein, puffert er diese. Die Information, für welche Station Daten anstehen, legt er in einer Traffic Indication Map (TIM) ab, die er mit jedem Beacon an alle Stationen weitergibt. Betroffene Stationen fordern per PS-Poll (Power Save Poll) die

Zustellung der Daten an. Nach dem Empfang der Informationen können sie wieder in den Sleep-Modus übergehen.

Auch an das gesamte Netz oder bestimmte Stationsgruppen gerichteten Datenverkehr leitet der AP nicht sofort weiter, sondern puffert ihn ebenfalls. Allerdings erfolgt die Weitergabe dieser Informationen nicht zum nächsten Beacon/TIM-Zeitpunkt, sondern in einem Intervall, dessen Länge ein mehrfaches der Beacon-Frequenz beträgt. Diese Zeitspanne wird auch als DTIM-Intervall (Delivery TIM) bezeichnet.

Mobile Stationen finden: Scanning und Roaming

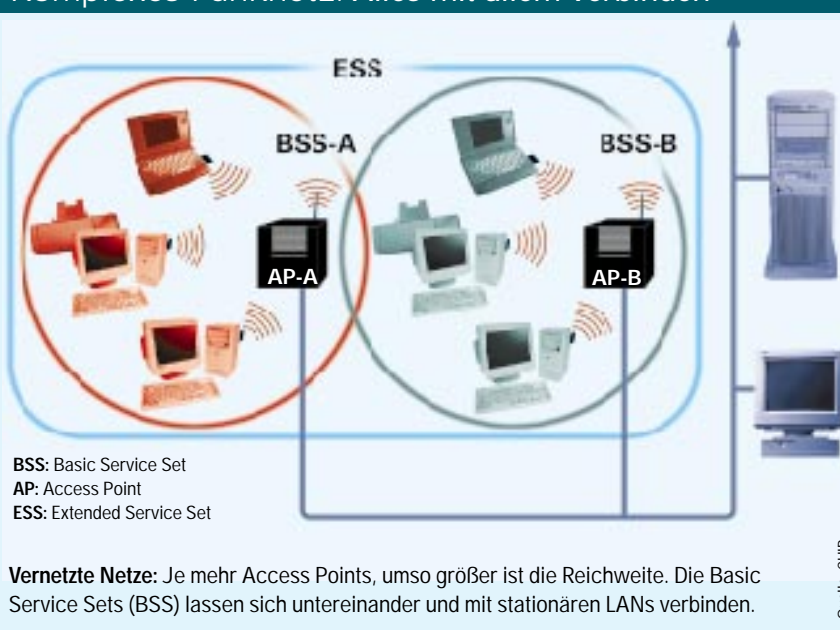
Um das Funknetz zu finden, müssen mobile und feste Stationen danach scannen. Dies gilt für Ad-hoc-LANs als auch für BSS/ESS-Netze. Relativ einfach ist das passive Scanning: Die Station lauscht auf vorhandene Beacons. Je nach Empfangsstärke hängt sie sich dann per Association Request in die Verbindung ein. Beim aktiven Scanning sendet die Station zunächst eine spezielle Rundsendung, die so genannte Probe (Sonde). Alle APs in Empfangsreichweite quittieren deren Empfang. Die Station antwortet mit einem Association Request an den AP, dessen Antwort mit der größten Empfangsstärke ankam. Dieser bestätigt den Empfang und trägt die Station in seine Teilnehmertabelle ein. Damit kann sie ab jetzt aus dem gesamten Fest- und Funknetz über die Adresse des lokalen BSS erreicht werden.

Ganz ähnlich verläuft auch das Roaming, also der Wechsel mobiler Rechner zwischen zwei BSS. Stellt eine Station fest, dass die Verbindung zum zugeordneten AP abzureißen droht, sucht sie per Scanning einen neuen Access Point. An diesen sendet sie umgehend einen Reassociation-Frame. Der AP quittiert dessen Empfang mit der Zuteilung einer neuen Stations-ID und informiert gleichzeitig den abgelösten AP über den erfolgten Wechsel.

Abhörsichere Funkübertragung dank Verschlüsselung

Zwar wurden die physikalischen Methoden der Datenübertragung ohnehin unter besonderer Berücksichtigung der Abhörsicherheit entwickelt. Dennoch integriert der WLAN-Standard ►

Komplexes Funknetz: Alles mit allem verbinden



zusätzlich einen eigenen Encryption-Mechanismus. Die für den Verkehr zwischen einzelnen Stationen vorgesehene Wired Equivalency Privacy, kurz WEP, verschlüsselt die Nutzdaten jedes Frames mittels des RC4-Algorithmus bei Key-Längen zwischen 40 und 128 Bit.


Ein gesetztes WEP-Bit im Frame Control Field des Datenpakets signalisiert dem Empfänger, dass die Nutzdaten verschlüsselt vorliegen. Da RC4 als Stromchiffrierung gegen Angriffe durch Einfügen empfindlich ist, geht den Daten ein Initialisierungsvektor voraus. Ein verschlüsselter CRC-Wert am Ende eines jeden Pakets ermöglicht eine Integritätsüberprüfung. Scheitert diese, bestätigt der Empfänger zwar den Erhalt, verwirft jedoch die Daten.

Die Zukunft: Schnellere Übertragung, alternative Techniken

An schnelleren Nachfolgern für den 802.11(b)-Standard basteln diverse Gremien bereits geraume Zeit: Das IEEE-Projekt 802.11a beschäftigt sich mit Funknetzen im 5-GHz-Band und Datenraten bis zu 50 MBit/s. Ebenfalls im 5-GHz-Band soll das ähnlich schnelle, europäische HiperLan II arbeiten, das allerdings frühestens 2002 auf der Bildfläche erscheint.


Aber auch langsamere Konkurrenz meldet sich in Form des ein MBit/s „schnellen“ Bluetooth-Verfahrens zu Wort. Bei Bluetooth handelt es sich aber eher um einen Kabelersatz auf kurze Distanzen, als um eine WLAN-Technik. Immerhin eignet es sich aber für eine Ad-hoc-Vernetzung von Devices wie Handys oder Palmtops, auf längere Sicht wird es wohl die Infrarot-Schnittstelle der Notebooks ablösen.

Das Testfeld: Drei verschiedene Kategorien

Für unseren Test standen uns fünf Systeme in drei verschiedenen Kategorien zur Verfügung. Zu den maximal zwei MBit/s schnellen Systemen (IEEE 802.11) zählt Breezenet. Mit bis zu elf MBit/s (IEEE 802.11b) operieren Compaqs WL-Serie, die WaveLAN/IEEE-Turbo-Familie von Lucent und die neue 11-MBit/s-Wireless-Variante des LANCOM Wireless von Elsa. Das RadioLAN des gleichnamigen US-Herstellers setzt auf eine proprietäre Technologie.  A. WINTERER ►

BANDSPREIZUNGS-VERFAHREN

Abhörsicher und störungsfrei

Damit die Funkverbindungen weder gestört noch abgehört werden können, sind im Standard-IEEE-802.11 (siehe  188) verschiedene Techniken festgelegt. Die Infrarot-Variante erfordert weder eine exakte Ausrichtung von Sender und Empfänger noch eine hinderisfreie Sichtlinie, überbrückt jedoch maximal zehn Meter.

Die zwei Radio-Varianten arbeiten mit Bandspreizungsverfahren, die das Signal über ein möglichst breites Frequenzspektrum aufteilen. Das erschwert nicht nur das Abhören des Signals, sondern minimiert auch den Einfluss von schmal- und breitbandigen Störungen. Die ersten Bandspreizungsverfahren wurden im 2. Weltkrieg entwickelt, um den militärischen Datenverkehr gegen Lauschangriffe und Störmaßnahmen zu sichern. Im zivilen Bereich sind vor allem Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) und Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS) gebräuchlich. Die unterschiedlichen Verfahren sind nicht kompatibel.

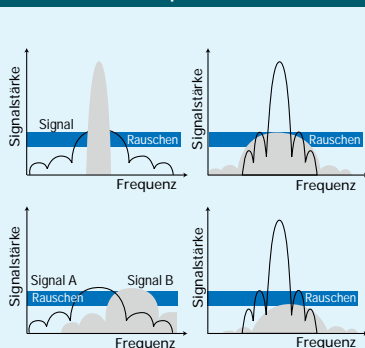
Direct Sequence Spread Spectrum verrauscht das Originalsignal mittels einer Pseudozufallsfolge aus mehreren Bits, den so genannten Chips. Der Standard-802.11 verwendet dazu elf Bits bei einer Symbolrate von einem MHz. Diese werden über ein spezielles Verfahren dem Originalsignal aufmoduliert und das Resultat anschließend mit dem Trägersignal multipliziert. Diese Technik spreizt das Signal über die gesamte verfügbare Bandbreite und reduziert dadurch die Abstrahlenergie auf den Einzelfrequenzen. So verliert sich die Sendung für unautorisierte

Zuhörer im Hintergrundrauschen. Erst die Umkehr der Bandspreizung beim Empfänger hebt das Signal wieder über den Noise-Pegel an. Gegenüber schmalbandigen Störungen wirkt das Regenerierungsverfahren gleichzeitig als Filter und drückt sie unter die Rauschschwelle (linke Grafik, oben). Ein ähnlicher Effekt tritt auch gegenüber frequenzverschobenen Nutz-Signalen anderer Stationen auf, so dass sich mehrere Kanäle im Frequenzband nutzen lassen (linke Grafik, unten).

Frequency Hopping verwendet ein völlig anderes Prinzip, um Lauscher auszusperrt: Es wechselt nach einem Pseudozufallsmuster die Sendefrequenz (rechte Grafik). Dazu stehen im zugeordneten 2,4-GHz-Band insgesamt 79 verschiedene Kanäle im 1-MHz-Abstand zur Verfügung. Die vorgeschriebene Mindestsprungdistanz beträgt sechs MHz. Insgesamt lassen sich so im Frequenzbereich bis zu 26 parallel operierende Basisnetze (BSS) unterbringen. Diese Technik zeigt sich relativ unanfällig gegen Störungen, durch das Aussparen störintensiver Frequenzen aus den Sprungmustern lässt sich dies nochmals verbessern.

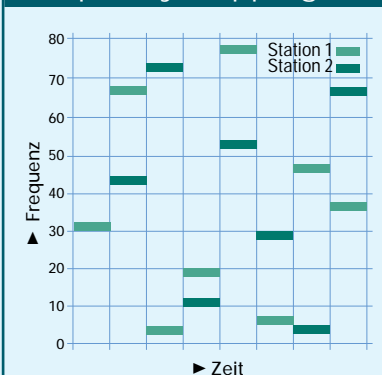
Viele 802.11-WLANs basieren auf FHSS, das nicht nur relativ kostengünstig, sondern auch mit geringem Stromverbrauch zu realisieren ist. Jedoch drückt der hohe Verwaltungs-Overhead für das Frequenzspringen die Nutzdatenrate und kompliziert das Roaming. Daher nutzen 802.11b-Systeme DSSS, das auch bei der Überbrückung großer Distanzen für eine schnelle Datenübertragung sorgt.

Direct Sequence



Verrauschen: Signale unter der Rauschschwelle versteht nur der Empfänger.

Frequency Hopping



Frequenzwechsel: Empfänger und Sender stimmen die Frequenzen ab.



Platz 1

sehr gut
(1,35)

- + Einfache Installation und Konfiguration
- + Schnell
- + Gute Software-Ausstattung

Kategorie: 802.11b (11 MBit/s)

Preis: AP WL-400: 2.235 Mark, weitere Module s. Tabelle

Info: www.compaq.de



AP-Manager: Das Tool hilft beim Konfigurieren und überwacht das System.

Compaq WL

Einfach und gut

Ein Funknetz, wie es sein soll: guter Datendurchsatz, unkomplizierte Installation, einfache Bedienung.

In der Klasse der elf MBit/s schnellen Funknetze positioniert sich Compaq mit der nach dem Direct-Sequence-Prinzip (siehe 194) arbeitenden Produktfamilie Compaq WL. Sie umfasst eine PC-Card, einen passenden PCI-Adapter für Desktop-Rechner sowie einen optisch an Colani-Designs erinnernden Access Point.

Bei der Installation und Einrichtung unter Windows bereiten weder PC- noch PCI-Card Probleme. Deshalb ist es auch zu verschmerzen, dass die Informationen im Handbuch relativ knapp gehalten sind. Als einziges Produkt in der Testriege hat das Compaq-Funknetz auch deutsche Installationsanweisungen (und solche in acht anderen europäischen Sprachen).

Mit Hilfe eines ausgezeichneten Konfigurationswerkzeugs lassen sich alle notwendigen Einstellungen treffen sowie die Funktion der Funkadapter

überwachen. Auch für die Einrichtung des Access Points stellt Compaq eine leicht zu bedienende Software bereit. Sie identifiziert noch nicht konfigurierte APs selbstständig und erlaubt die zentrale Kontrolle aller Systeme von einem Punkt aus. Steht im Netz ein DHCP-Server zur Verfügung, bezieht der neue Access Point von diesem eine passende IP-Adresse. Eine Besonderheit: Der mitgelieferte „Software-AP“ (für Windows 9x und NT) WL300 baut in Verbindung mit einer Compaq-Funknetz-karte einen vorhandenen Rechner zum Access Point aus.

Die Durchsatzmessung ergab mit gut 4,6 MBit/s eine ordentliche Transferrate, wenn auch nicht die beste unter den 802.11b-WLANs. Trotzdem, das Gesamtbild überzeugt rundum.

Die Compaq-Lösung eignet sich damit besonders für den Einsatz in größeren Büro-Umgebungen.



Platz 3



gut
(2,43)

- + Integrierter ISDN-Router
- + Gute Software-Ausstattung
- In der 802.11b-Klasse relativ langsam

Kategorie: 802.11b (11 MBit/s)

Preis: AP Elsa L-11: 1.399 Mark, weitere Module s. Tabelle

Info: www.elsa.de



Web-Kontrolle: Ist eine IP-Adresse zugeteilt, kann übers Web eingestellt werden.

Elsa LANCOM Wireless IL-11

Die Büro-Kombination

Die Verbindung von Wireless LAN und Router ist vor allem für private PC-Parks oder kleine Bürogemeinschaften interessant.

Der Clou bei diesem System: Die Basisstation kombiniert Access Point und ISDN-Multiprotokoll-Access-Router (IP- und IPX-Support) und unterstützt sowohl die Einwahl von außen, als auch gemeinsame Dial-ups der Clients – Internet-Zugang über eine Internet-Adresse inklusive. Daneben lassen sich auch alle ISDN-Kommunikationsvarianten nutzen, etwa Gebührenmanagement auch mit zeitabhängiger Verbindungsbegrenzung und Least-Cost-Routing im Call-by-Call-Verfahren.

Über einen DHCP-Server versorgt der AP die Clients automatisch mit IP- und Broadcast-Adresse, Netzmaske, den IP-Nummern der Name-Server sowie des Default-Gateways. Client-IPs übernimmt der AP wahlweise aus einem Pool oder ermittelt sie selbstständig aus der eigenen Adresse. Die dynamische Vergabe lässt sich aktivieren

oder unterdrücken, alternativ schließt sich der AP per Auto-Modus mit vorhandenen DHCP-Servern kurz. Der DNS-Server löst die Namen der DHCP-Clients und NetBIOS-Stationen automatisch auf. Weitere Zuordnungen werden manuell in eine Tabelle eingetragen. Bei der Einwahl von außen kann nach Namen (inklusive PAP/CHAP-Authentisierung) oder Rufnummer gefiltert werden. Bei Letzterem unterstützt der Router auch Call-back. Spoofing vermeidet das unnötige Hochziehen der Leitung, über Proxy-ARP lassen sich auch Tele-Arbeitsplätze integrieren. Im Test (vier MBit/s) ist das System allerdings das langsamste der 802.11b-Klasse.

Elsa bietet für rund 240 Mark ein Upgrade von der älteren 2-MBit-Version an, zur Zeit läuft eine Aktion mit kostenfreiem Upgrade für den AP.





Platz 2

gut
(1,98)

- + Schnell
- + Gute Software-Ausstattung
- Mühsamer Aufbau

Kategorie: 802.11b (11 MBit/s)

Preis: AP Wave Point II: 2.159 Mark, weitere Module s. Tabelle

Info: www.wavelan.com

Lucent WaveLAN/IEEE Turbo

Bausatz mit hohem Durchsatz

Nach dem umständlichen Aufbau belohnen eine einfache Konfiguration und hohe Transferraten den Aufwand.

Der Access Point (mit 10Base-2- und 10Base-T) muss aus diversen Einzelteilen zusammengesetzt, Strom- und Netzkabel mühsam eingefädelt werden. Als Sende- und Empfangsmodule dienen PC-Cards, von denen der AP zwei aufnehmen kann. Der AP lässt sich problemlos installieren, rasch ist eine passende IP-Adresse zugeteilt. Seinen Betriebszustand signalisiert der Funk-Hub mit insgesamt vier LEDs für Power, LAN-Interface und die beiden

PC-Cards. Ähnlich problemlos funktioniert die Einrichtung der Clients, ein umfangreiches Treiberportfolio von DOS über Mac und alle Windows-Varianten bis hin zu Linux steht zur Verfügung. Allerdings beschreiben die englischen Handbücher nur die Installation unter Windows. Im Durchsatztest gibt sich das WaveLAN-System sehr performant und erreicht mit gut 4,5 MBit/s Geschwindigkeit die beste Transferrate der 802.11b-Klasse.



Platz 4

befriedigend
(3,19)

- + Schnellste Transferrate im Test
- + Hohe Reichweite
- Kompliziert, proprietär

Kategorie: proprietär

Preis: AP Wireless Backbone LINK: 1.898 Mark, weitere Module s. Tabelle

Info: www.radiolan.com

RadioLAN

Blitzschnelle Extrawurst

Dieses System kocht beim Übertragungsmodus sein eigenes Süppchen: Das Funknetz operiert proprietär im 5-GHz-Band.

Während sich die auf Windows-Rechnern einsatzfähigen Client-Komponenten problemlos einrichten lassen, macht der Access Point Schwierigkeiten. Ein fabrikneuer AP soll sich über das Konfigurationsprogramm unter Windows mit einer IP-Adresse versehen lassen. Der AP besitzt aber schon eine Adresse. Auch bei der alternativen Konfiguration via Web-Browser streikt unser Testgerät. Erst die Einrichtung über die serielle Schnittstelle mittels

Terminal-Programm führt zum Erfolg. Allerdings sind zuerst die korrekten Verbindungsparameter zu erraten, die das Handbuch leider verschweigt. Der Durchsatztest entschädigt für die Mühe: Selbst seine mittlere Datenrate liegt mit 5,7 MBit/s noch über der Performance der getesteten IEEE-802.11b-Systeme, in der Spitze erreicht es eine Geschwindigkeit von über 6,8 MBit/s. Das wäre selbst für ein drahtgestütztes 10-MBit/s-LAN in Ordnung.



Platz 5

befriedigend
(3,35)

- + Robust und flexibel
- + Hohe Reichweite
- Langsam

Kategorie: 802.11 FHSS (2 MBit/s)

Preis: AP-10: 3.478 Mark, weitere Module s. Tabelle

Info: www.breezecom.com

Breezecom Breezenet Pro.11

Der Outdoor-Spezialist

Wer mit einem Terminalprogramm umgehen kann und vor allem im Outdoor-Bereich arbeitet, wird zufrieden sein.

Eine ungewöhnliche Lösung: Der PC-Card-Adapter verfügt über zwei auszieh- und klappbare Stabantennen. Für kurze Entfernungen können diese eingeschoben bleiben. Ein externer Adapter wird an eine im PC eingebaute Netzwerkkarte angeschlossen und operiert quasi als Funkmodem. Der Access Point ist äußerlich kaum davon zu unterscheiden, beide sind mit 10Base-T-Interfaces versehen. Die Einrichtung von Treibersoftware entfällt, konfigu-

riert wird über ein mitgeliefertes serielles Kabel per Terminalprogramm. Für den PC-Card-Adapter liegen Treiber für alle gängigen Betriebssysteme bei. Übersichtliche Konfigurations- und Überwachungstools sorgen unter Windows für reibungslose Arbeit. Breezenet verfügt zusätzlich noch über einen eigenen Transfermodus mit einer Geschwindigkeit von drei MBit/s. Hier erreicht es beim Durchsatztest eine Transferrate von nahezu zwei MBit/s.



CHIP-Autor
Andreas Winterer

Fazit

Der Einsatzort entscheidet

Welches Funknetz das beste ist, hängt unmittelbar von Einsatz-Zweck und -ort ab. Suchen Sie eine Lösung zur Rundum-Vernetzung im Büro, dann wählen Sie das Elsa LANCOM Wireless IL-11. Für größere Büro-Umgebungen eignet sich dagegen das Compaq-WL-System hervorragend.

Wer ein ausgewachsenes LAN drahtlos implementieren will, ist mit dem WaveLAN/IEEE Turbo von Lucent gut beraten, es eignet sich mit seinem universell montierbaren Access Point und der flexiblen Antennenausstattung ideal zur Campus-Vernetzung. Für Experten im Umgang mit LANs, die nur auf Geschwindigkeit Wert legen, ist RadioLAN eine gute Wahl. Es gleicht seine Nachteile – proprietäre Technik, komplizierte Konfiguration und Unhandlichkeit – mit einer hervorragenden Transferrate aus. Breezenet wiederum spielt mit externen „Funkmodems“ seine Stärken dort aus, wo LAN-fähige Komponenten drahtlos gekoppelt werden sollen: Etwa bei der Anbindung von Desktops, Network Appliances oder Netz-kameras. Für typische Büroanwendungen reicht auch die Geschwindigkeit aus.

Testsieger

Compaq WL und Elsa LANCOM Wireless IL-11

Als Allrounder auf dem letzten Stand der Technik präsentiert sich Compaqs WL-Familie. Sie kombiniert hohe Geschwindigkeit und einfache Konfiguration mit gefälligem Design, ihre Domäne ist die Büroumvernetzung. Daneben unterstützt das System auch den Aufbau von Campus-LANs, allerdings eignet sich der Access Point nur beschränkt zur dort üblichen Wand- oder Deckenmontage.

Die vergleichsweise günstige 11-MBit-Version von Elsas LANCOM Wireless überzeugt vor allem in der ISDN-Router-Kombination als Komplettlösung für kleine Büronetze.

A. WINTERER



1

2



Produktsérie	Compaq WL	Lucent WaveLAN/IEEE Turbo
Gesamtnote	Note: 1,35	Note: 1,98
Produkte	AP WL-400 (2.235 DM), PCI-Adp. WL-200 (498 DM), PC-Card WL-100 (445 DM), Software AP WL-300 (268 DM)	AP Wave Point II (2.159 DM), ISA-Adp. WaveLAN/IEEE Turbo (150 DM), PC-Card Wave LAN/IEEE Turbo (388 DM), Antenne (206 DM)
Hersteller	Compaq	Lucent
Internet	www.compaq.de	www.wavelan.com
Technische Daten		
Technologie	IEEE 802.11b DHSS	IEEE 802.11b DSSS
LAN-Schnittstelle	10Base-T	10Base-2, 10Base-T
Reichweite (außen/innen)	330 Meter / 100 Meter	550 Meter / 115 Meter
Unterstützte OS	Win CE, Win 9x, Win NT/2k	DOS, Mac, Linux, Win 3.1, Win CE, Win 9x, Win NT
Sonstiges	WEP-Verschlüsselung, SNMP-Management	WEP-Verschlüsselung
Datentransferrate		
Max. Datenrate	11 MBit/s	11 MBit/s
Fallback-Datenrate	5,5 MBit/s, 2 MBit/s, 1 MBit/s	5,5 MBit/s, 2 MBit/s, 1 MBit/s
Test: max. / mittl. Transferrate	4,63 MBit/s, 3,84 MBit/s	4,79 MBit/s, 4,04 MBit/s
Wertung	Punkte 0 50 100	Punkte 0 50 100
Installation	81	75
Betrieb	73	57
Ausstattung	50	72
Gesamtwertung	72	67
Fazit		
	Einfache Installation, gute Software-Ausstattung, befriedigende Geschwindigkeit.	Ein performantes und mit Ausnahme der Access-Point-Abdeckung solide verarbeitetes Funknetz.

● = ja – = nein

Gesamtes Testfeld — Einzelnes Produkt

Test-Ergebnisse im Überblick

Die Durchsatzraten geben an, wie schnell die Daten bei verschiedenen Paketgrößen übertragen werden. Würde ein System bei einer Blockgröße ungewöhnlich einbrechen, wäre dies ein Zeichen für schlechte Optimierung – die Kurven verlaufen jedoch bei allen Kandidaten normal.

Die Geschwindigkeitsmessungen variieren zwar stark, Sie sollten diesen Punkt jedoch nicht überbewerten:

RadioLAN ist nur dank proprietärer Technik das Schnellste, während das langsame, noch nach dem 802.11-Standard arbeitende Breezenet seine Stärken bei Reichweite und Stabilität ausspielt. Dass sich die Kurven der Compaq- und Lucent-Systeme so stark ähneln, lässt übrigens vermuten, dass auch unter der Compaq-Brust ein Lucent-Herz schlägt, allerdings mit reichlich Mehrwert versehen.



3


Elsa LANCOM Wireless 11 *
Note: 2,43

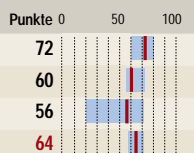
AP L-11 (1.399 DM), mit ISDN-Router (1.699 DM), PCI-Adp. Airlancer PCI-11 (549 DM), PC-Card Airlancer MC-11 (449 DM)

Elsa
www.elsa.de

IEEE 802.11b DHSS
10Base-T
300 Meter / 30 Meter
Win 9x, Win NT

WEP-Verschlüsselung,
ISDN-MPR integriert

11 MBit/s
5,5 MBit/s, 2 MBit/s,
1 MBit/s
3,74 MBit/s, 3,39 MBit/s



Langsam, aber dank der Kombination mit einem Router für Bürogemeinschaften interessant.

4


RadioLAN
Note: 3,19

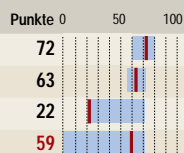
AP Wireless Backbone LINK (1.898 DM), ISA-Adpt. Wireless ISA CardLINK (663 DM), PCI-Adpt. PCI CardLINK (663 DM)

RadioLAN
www.radiolan.com

proprietär (5 GHz)
10Base-T (MDI/MDI-X)
800 Meter / 36 Meter
Win 9x, Win NT/2k

Verschlüsselung, SNMP-Management

10 MBit/s
keine
6,81 MBit/s, 5,72 MBit/s



Wer mit einer proprietären Lösung leben kann, ist mit dem schnellen RadioLAN gut bedient.

5


Breezenet Pro.11
Note: 3,35

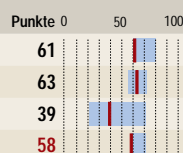
AP-10 (3.478 DM), Station Adpt. SA-10 (2.231 DM), Station Adpt. SA-40 (3.781 DM), PC-Card SA-PC (1.044 DM)

Breezecom
www.breezecom.com

IEEE 802.11 FHSS
10Base-T
600 Meter / 150 Meter
DOS, Win 3.1x, Win CE, Win 9x, Win NT/2k, Linux

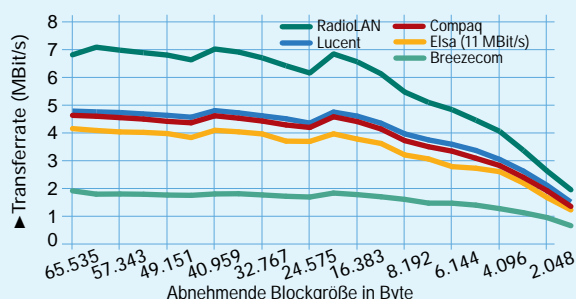
SNMP-Management

3 MBit/s
2 MBit/s, 1 MBit/s
1,92 MBit/s, 1,59 MBit/s



Eine simple und effektive Nachrüst-Lösung für Desktop-PCs. Ideal für Outdoor-Anwendungen.

* Die getestete Treiber-CD war noch eine Vorabversion (Pre-Release C, 14.4.2000).

Transferraten im CHIP-Test


Paket-Dienst: In kleine Blöcke aufgeteilte Daten werden langsamer übertragen, weil der Verwaltungsaufwand dafür größer ist.



SO TESTET CHIP

Funknetze

Als Testsystem für PC-Card-Adapter dient ein Notebook des Typs Maxdata Artist Denver mit P-II/366-CPU und 64 MByte Arbeitsspeicher unter Windows 98 SE (4.10.2222A). Plattform für die ISA- und PCI-Adapterkarten ist ein Noname-P-II/350 mit 128 MByte RAM unter Windows NT 4.0 Workstation (Build 1381, Service Pack 6).

Zur Ermittlung der effektiven Durchsatzraten wurden die Access Points (AP) in rund fünf Meter Entfernung von den Clients platziert und über einen managbaren 10/100-MBit/s-Workgroup-Switch (Accton SwitchHub 8mi SNMP) mit dem Funknetz verbunden. Anschließend haben wir in mehreren Durchgängen bei variablen Transfer-Blockgrößen die Übermittlungsraten zwischen dem Client und einem im Netz platzierten Network-Server gemessen. Als Werkzeug dient Perform5.

Aus den Datendurchsätzen bei Blockgrößen zwischen 64 KByte und 1.024 Byte errechneten wir die maximale und mittlere (arithmetisches Mittel) Transferrate.

Installation

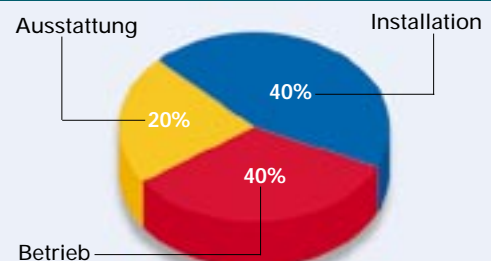
Wir bewerten, wie problemlos sich Adapter und Access Point einrichten lassen. Gute Treiber-Ausstattung, einfache Konfiguration und gute Schnittstellen-Ausstattung bringen einen Bonus. Englische Manuals und Adapterkarten mit den immer seltener werdenden ISA-Interfaces kosten Punkte.

Betrieb

Kandidaten mit guter Management-Software und mit Features wie Verschlüsselung oder SNMP-Fähigkeit machen Punkte. Für proprietäre Übertragungstechniken gibt es Abzüge. Auch die Datentransferrate fließt hier ein, allerdings jeweils in Relation zur Produktkategorie.

Ausstattung

Hier fließen Montage-Möglichkeiten des APs (Wand/Decke), die Art und Unterbringung des Netzteils sowie die Ausstattung mit Kabeln und Montagematerial ein.

So gewichtet CHIP


Gesamtwertung: Installation und Betrieb fließen mit je 40 Prozent ein, die Ausstattung mit 20.