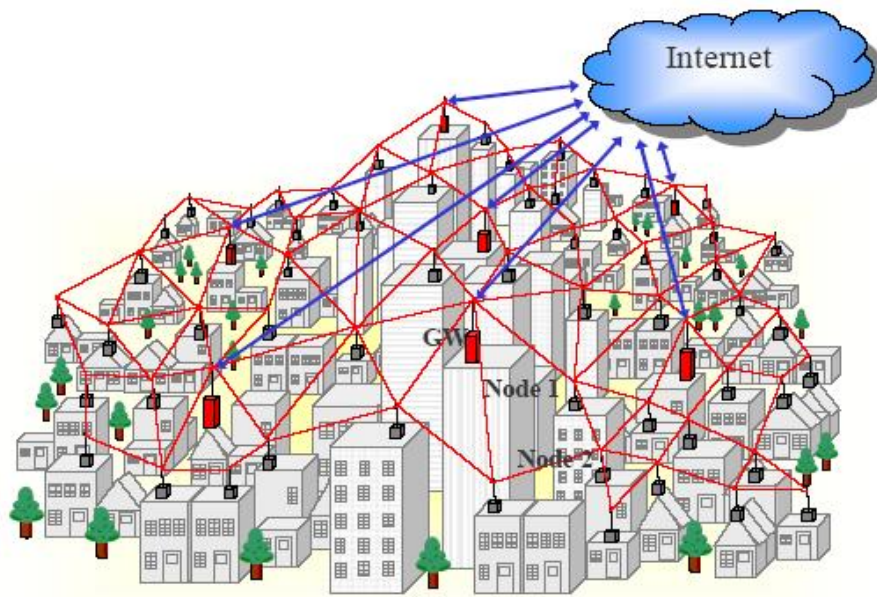


Mesh

Version 1.1.1 (27. Dezember 2007)



Autoren

Sergey Telejnikov

Alex Egorenkov



Versionshistorie

Version	Datum	Änderungen
alpha	06.11.2007	Inhaltsverzeichnis und Struktur

Zusammenfassung

Mesh-Netze sind drahtlose Ad-hoc-Netze bestehend aus stationären Mesh-Routern, die einen Routing-Backbone bilden, und mobilen oder stationären Mesh-Clients. Die Mesh-Clients kommunizieren über den Backbone mit anderen Mesh-Clients oder erlangen über den Backbone Zugang zum Internet. Mesh-Netze können dabei auch größere Bereiche, beispielsweise ganze Städte, abdecken (entsprechende Stadtnetze werden aktuell z.B. durch Google installiert).

Ein entsprechendes Mesh-Netz ist für die Forschungszwecke im Informatikbau der Uni-Stuttgart oder dem Campus für Nexus einzurichten.



Inhaltsverzeichnis

1	Abstract	5
2	Einleitung	5
2.1	Nexus	5
2.2	Ad-Hoc	5
2.3	Mesh-Netz	5
2.4	IEEE 802.11a/b/g	5
3	Grundlagen von Mesh Netzen	6
3.1	Linux MadWiFi-Treiber	6
3.2	Ad-Hoc Routing-Protokolle	7
3.2.1	OLSR (Optimized Link State Routing)	7
3.2.2	B.A.T.M.A.N. (BETTER APPROACH TO MOBILE ADHOC NETWORKING)	7
4	Hardware-Lösungen für den Aufbau eines Mesh-Netzwerkes	8
4.1	PCs + WLAN-Karten	8
4.1.1	PCI-WLAN-Karten	8
4.1.1.1	Linksys WMP55AG	9
4.1.1.2	Netgear WAG311	10
4.1.1.3	D-Link DWL-A520	12
4.1.1.4	Gigabyte GN-WPEAG	13
4.1.1.5	Andere PCI-WLAN-Karten	15
4.1.2	Mini-PCI WLAN-Karten	15
4.1.2.1	Wistron CM9 Atheros AR5213A	16
4.1.2.2	Intel PRO/Wireless 3945	17
4.1.2.3	Intel PRO/Wireless 2915	19
4.1.2.4	Intel Wireless WiFi Link 4965AGN	20
4.1.3	PCMCIA WLAN-Karten	21
4.1.3.1	Proxim Orinoco Gold 8480-WD	21
4.1.3.2	Netgear WAG511	23
4.1.3.3	SMC 2536W-AG	24
4.1.3.4	Linksys WPC55AG	25
4.1.3.5	Andere PCMCIA-WLAN-Karten	27
4.2	WLAN-Router	28
4.2.1	SoHo-Router	28
4.2.1.1	OpenWRT	28
4.2.1.2	Linksys WRT54G v1.0	29
4.2.1.3	Linksys WRT55AG	30
4.2.1.4	Asus WL500G/GP	32
4.2.1.5	Andere WLAN-Router	33
4.2.2	Professionelle Router	33



4.3 PDAs und Handys	33
-------------------------------	----

5 Fazit	34
----------------	-----------

Abbildungsverzeichnis

1	Linksys WMP55AG	9
2	Netgear WAG311	11
3	D-Link DWL-A520	12
4	Gigabyte GN-WPEAG	14
5	Wistron CM9 Atheros AR5213A	16
6	Intel PRO/Wireless 3945	17
7	Intel PRO/Wireless 2915	19
8	Intel Wireless WiFi Link 4965AGN	20
9	Proxim Orinoco Gold 8480-WD	22
10	Netgear WAG511	23
11	SMC 2536W-AG	24
12	Linksys WPC55AG	26
13	Linksys WRT54G v1.0	29
14	Linksys WRT55AG	31
15	Asus WL500G/GP	32
16	Mesh Netz	34



1 Abstract

2 Einleitung

In diesem Abschnitt werden einige wichtige Begriffe, die im Laufe des Dokument auftauchen werden, kurz erläutert.

2.1 Nexus

Uni-Stuttgart - NEXUS <http://www.nexus.uni-stuttgart.de/>

2.2 Ad-Hoc

Ein Ad-hoc-Netz bezeichnet in der Informationstechnologie eine drahtlose Netzwerktopologie zwischen zwei oder mehr Endgeräten, die ohne feste Infrastruktur auskommt.

2.3 Mesh-Netz

In einem vermaschten Netz (Mesh-Netz) ist jeder Netzwerkknoten mit einem oder mehreren anderen verbunden. Die Informationen werden von Knoten zu Knoten weitergereicht, bis sie das Ziel erreichen. Vermaschte Netze sind im Regelfall selbstheilend und dadurch sehr zuverlässig: Wenn ein Knoten oder eine Verbindung blockiert ist oder ausfällt, kann sich das Netz darum herum neu stricken. Die Daten werden umgeleitet und das Netzwerk ist nach wie vor betriebsfähig. In conjunction with the research cluster UMIC, the Mobile Communications Group (MCG) @ Informatik 4 is building up a hybrid wireless mesh network testbed - UMIC-Mesh (previously known as MCG-Mesh). The goal of this project is twofold. From the scientific point of view the goal is to build a large and scalable mesh network to conduct various networking studies. From the application point of view the goal is to provide the members of the Computer Science Department and the students with a simple and comfortable way to get high bandwidth network access anywhere in the computer science center.

2.4 IEEE 802.11a/b/g

IEEE 802.11 (auch: Wireless LAN, WLAN, WiFi) bezeichnet eine IEEE-Norm für drahtlose Netzwerkkommunikation. Herausgeber ist das Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).

802.11a spezifiziert eine weitere Variante der physikalischen Schicht, die im 5-GHz-Band arbeitet und Übertragungsraten bis zu 54 MBit/s ermöglicht.

802.11b ist ebenfalls eine alternative Spezifikation der physikalischen Schicht, die mit dem bisher genutzten 2,4-GHz-Band auskommt und Übertragungsraten bis zu 11 MBit/s ermöglicht.

2,4-GHz-Vorteile gebührenfreies freigegebenes ISM-Frequenzband hohe Verbreitung und daher geringe Gerätekosten



2,4-GHz-Nachteile Frequenz muss mit anderen Geräten/Funktechniken geteilt werden (Bluetooth, Mikrowellenherde, etc.)

storungsfreier Betrieb von nur maximal 3 Netzwerken am selben Ort möglich,

da effektiv nur 3 brauchbare (kaum überlappende) Kanäle zur Verfügung stehen (in Deutschland: 1, 7, 13)

5-GHz-Vorteile weniger genutztes Frequenzband, dadurch häufig störungsfreier Betrieb möglich

in Deutschland 19 (bei BNetzA-Zulassung) nicht überlappende Kanäle höhere Reichweite, da mit 802.11h bis zu 1000 mW Sendeleistung möglich

5-GHz-Nachteile stärkere Regulierungen in Europa: auf den meisten Kanälen DFS nötig; auf einigen Kanälen kein Betrieb im Freien erlaubt; falls kein TPC benutzt wird, muss die Sendeleistung reduziert werden

Ad-hoc-Modus wird von den meisten Geräten nicht unterstützt geringere Verbreitung, daher wenig verfügbare Geräte auf dem Markt und hohe Kosten

3 Grundlagen von Mesh Netzen

3.1 Linux MadWiFi-Treiber

Linux MadWifi-Treiber ist Linux Kernel Treiber für WLAN-Karten mit Atheros Chipsatz. Linux MadWifi-Treiber ist heutzutage einer der fortgeschrittensten Linux Treiber für WLAN-Karten. Der Treiber ist stabil und hat eine große Benutzergemeinschaft. Der MadWifi-Treiber selbst ist Open-Source, verwendet aber eine proprietäre Softwareschicht Hardware Abstraction Layer (HAL), die nur in binärer Form vorhanden ist.

Das Hardware Abstraction Layer (HAL) wird vom MadWifi-Treiber gebraucht, um die Atheros-Chips ansprechen zu können. Dafür wurde bisher ein Closed-Source-Modul verwendet. Dies hat unter anderem damit zu tun, dass die Atheros-Chipsätze prinzipiell auf Frequenzen funken konnten, für die sie nicht zugelassen sind - beispielsweise weil diese vom Militär zur Kommunikation verwendet werden.

Durch das proprietäre Modul war der Madwifi-Treiber bisher jedoch von einer Aufnahme in den Linux-Kernel ausgeschlossen. Die Entwickler hatten außerdem das Problem, dass sie Fehler unter Umständen nicht beheben konnten, da sie nicht nachvollziehen konnten, wie der HAL-Baustein arbeitet.

MadWifi selbst wird daher ab sofort nicht weiterentwickelt. Stattdessen setzen die Programmierer auf OpenHAL, eine Linux-Portierung des HAL-Modules des in OpenBSD verfügbaren freien Atheros-Treibers. In der Vergangenheit wurde vom Software Freedom Law Center (SFLC) bestätigt, dass die durch Reverse Engineering entstandene Software keine Copyrights verletzt. Solche Behauptungen hatten die Entwicklung lange ausgebremst.

Der neue Treiber „Ath5k“ wird MadWifi nun ersetzen und soll nicht nur die freie Komponente OpenHAL einsetzen, sondern auch mit dem neuen Linux-WLAN-System Mac80211 zusammenarbeiten, so dass der Treiber in den offiziellen Linux-Kernel gelangen kann. MadWifi soll jedoch weiter mit Fehlerkorrekturen und HAL-Updates versorgt werden.



3.2 Ad-Hoc Routing-Protokolle

3.2.1 OLSR (Optimized Link State Routing)

Optimized Link State Routing, kurz OLSR, ist ein Routingprotokoll für mobile Ad-hoc-Netze, das eine an die Anforderungen eines mobilen drahtlosen LANs angepasste Version des Link State Routing darstellt. Es wurde von der IETF mit dem RFC 3626 standardisiert. Bei diesem verteilten flexiblen Routingverfahren ist allen Routern die vollständige Netztopologie bekannt, sodass sie von Fall zu Fall den kürzesten Weg zum Ziel festlegen können. Als proaktives Routingprotokoll hält es die dafür benötigten Informationen jederzeit bereit.

Ein in Mesh-Netzwerken bekannter Vertreter von LSR ist OLSR von olsr.org. Inzwischen existieren für OLSR spezielle Erweiterungen. Mit der ETX-Erweiterung wird dem Umstand Rechnung getragen, dass Links asymmetrisch sein können. Mit dem Fisheye-Algorithmus ist OLSR auch für größere Netzwerke brauchbar geworden, da Routen zu weiter entfernten Knoten weniger häufig neu berechnet werden. Der entscheidende Nachteil ist aber der trotz Fisheye-Algorithmus noch recht hohe Rechenaufwand von OLSRD, sobald die Anzahl an Knoten ein gewisses Maß übersteigt (siehe Erfahrungen mit den kapazitiv arg begrenzten CPUs der kleinen Meshrouter im Berliner Freifunk-Netz).

3.2.2 B.A.T.M.A.N. (BETTER APPROACH TO MOBILE ADHOC NETWORKING)

Ausgehend von den Erfahrungen mit Freifunk-OLSR begannen die Entwickler aus der Freifunk-Community im März 2006 in Berlin damit, ein neues Routingprotokoll für drahtlose Meshnetzwerke zu entwickeln. Alle bisher bekannten Routingalgorithmen versuchen, Routen entweder zu berechnen (proaktive Verfahren) oder sie dann zu suchen, wenn sie gebraucht werden (reaktive Verfahren). Das neue Protokoll B.A.T.M.A.N. berechnet oder sucht im Gegensatz zu diesen Protokollen keine Routen – es erfasst lediglich, ob Routen zu anderen Knoten existieren und überwacht ihre Qualität. Dabei interessiert es sich nicht dafür, wie eine Route verläuft, sondern ermittelt lediglich, über welchen direkten Nachbarn ein bestimmter Netzwerkknoten am besten zu erreichen ist, und trägt diese Information proaktiv in die Routingtabelle ein.



4 Hardware-Lösungen für den Aufbau eines Mesh-Netzwerkes

Es gibt verschiedene Möglichkeiten ein Meshnetzwerk aufzubauen. Im Weiteren werden einige davon im Detail beschrieben.

4.1 PCs + WLAN-Karten

Die einfachste Möglichkeit wäre die herkömmlichen PCs mit WLAN-Karten zu einem Mesh-Router einzurichten.

Man nimmt dabei einfach die WLAN-Karten (PCI, Mini-PCI oder PCMCIA) und baut diese in PCs oder in Laptops ein. Generelles Problem: Ad-Hoc Modus bei Karten im 5GHz Bereich ist von unausgereift bis nicht vorhanden.

Hersteller haben gespart an der Entwicklung, da Ad-hoc modus einigermaßen kompliziert ist, und alle meist nur Infrastrukturmodus benutzt haben. Fehler liegen in Firmware von Chipsatz und im Treiber.

Es gibt einen MadWiFi-Treiber, der für eine Vielzahl von Chipsätzen entwickelt wurde und mit dem sollte es einigermaßen funktionieren, sobald dieser noch zusätzlich gepatcht ist, und Firmware der Karte Ad-hoc zulässt.

Generell wegen der geringen Verbreitung von 802.11a in Europa, sind nur wenige Karten erhältlich. z.B. konnten Karten mit Atheros Chipsatz, z.B. AR5004X, uns weiterhelfen.

Vorteile:

- Hardware kann noch nützlich sein
- relativ einfache Installation
- Software Unterstützung
- mehrerer WLAN- und Ethernet Interfaces möglich

Nachteile:

- gross
- nicht mobile
- Stromversorgung
- schlechte Sende- und Empfangsqualität, da die Antenne im elektromagnetischen Störnebel des PCs befindet

4.1.1 PCI-WLAN-Karten

PCI-WLAN-Karten werden auf einem freien PCI-Steckplatz des Mainboards gesteckt.

Ein Vorteil von PCI-WLAN-Karten ist die bessere Stabilität im Betrieb. Weiterhin besitzen die meisten PCI-WLAN-Karten die Möglichkeit die mitgelieferte Antenne gegen eine andere zu tauschen. Zu beachten ist, dass die Antenne üblicherweise direkt hinten an der Karte angebracht ist und somit in unmittelbarer Nähe zum PC-Gehäuse ist. Dies



kann jedoch negative Auswirkungen auf die Reichweite oder den Datendurchsatz haben. Deshalb kann es für eine bessere Verbindung notwendig sein, die Antenne mit einem Koaxialkabel vom Rechnergehäuse zu entfernen.

Vorteile:

- meistens abschraubbare Antenne
- verschwinden im Gehäuse, Platz wird nicht verschwendet

Nachteile:

- oft recht schlechte Empfangs/Sendeleistung, weil die kleine Antenne ja direkt hinten am Rechner rauskommt (Lösung: zusätzliche Antenne)

4.1.1.1 Linksys WMP55AG



Abbildung 1: Linksys WMP55AG

Chipsatz:

- Atheros AR5213A

IEEE Standards:

- 802.11a/b/g

Betriebsart:

- Ad-Hoc
- Infrastruktur

**Sicherheit:**

- WEP (40-, 104-, 128-bit)
- WPA
- LEAP

Treiber:

- Sehr gute Linux-Unterstützung, madwifi-Treiber funktioniert mit dieser WLAN PCI-Karte ohne Probleme. Windows-Treiber werden von Linksys bereitgestellt.

Preis:

- ca. 90 Euro

Installation:

- Lasst sich leicht sowohl unter Windows als auch unter Linux (madwifi-Treiber) installieren. <http://madwifi.org/wiki/UserDocs/FirstTimeHowTo>

Links:

- <http://madwifi.org/wiki/Compatibility/Linksys>
- <http://forums.fedoraforum.org/showthread.php?t=91165>
- http://www.pcworld.com/product/specs/prtprdid,704176/wireless_ag_54mbps_pci_adptr_80211a80211b80211g_compatible.html
- http://www.linksys.com/servlet/Satellite?c=L_CASupport_C2&childpagename=US%2FLayout&cid=1169671168007&pagename=Linksys%2FCommon%2FVisitorWrapper&lid=6800768007N09

4.1.1.2 Netgear WAG311



Abbildung 2: Netgear WAG311

Chipsatz:

- Atheros AR5212

IEEE Standards:

- 802.11a/b/g

Betriebsart:

- Ad-Hoc
- Infrastruktur

Sicherheit:

- WEP (40-, 104-, 128-bit)
- WPA, WPA-PSK
- PPTP, P2TP, IPSec VPN pass-through

Treiber:



- Sehr gute Linux-Unterstützung, madwifi-Treiber funktioniert mit dieser WLAN PCI-Karte ohne Probleme.

Preis:

- ca. 50-60 Euro

Installation:

- <http://madwifi.org/wiki/UserDocs/FirstTimeHowTo>
- http://www.packetpro.com/~peterson/linux-netgear_wg311t_pci.html

Weitere Informationen:

- Externe Antenne, die mit der WLAN-PCI-Karte durch langes Kabel verbunden ist. Das Kabel lässt sich nicht von der PCI-Karte trennen.

Links:

- <http://www.netgear.com/Products/Adapters/AGDualBandWirelessAdapters/WAG311.aspx>
- <http://madwifi.org/wiki/Compatibility/Netgear>
- <http://www.linuxquestions.org/questions/mandriva-30/using-netgear-wag311-via-ma>
- http://www.packetpro.com/~peterson/linux-netgear_wg311t_pci.html
- http://www.netgear.com/upload/product/wag311/enus_ds_wag311.pdf

4.1.1.3 D-Link DWL-A520



Abbildung 3: D-Link DWL-A520

**Chipsatz:**

- Atheros AR5210

IEEE Standards:

- 802.11a

Betriebsart:

- Ad-Hoc
- Infrastruktur

Sicherheit:

- WEP (40-, 104-, 128-bit)

Treiber:

- Von D-Link werden nur Treiber für Windows bereitgestellt. Sehr gute Linux-Unterstützung, madwifi-Treiber funktioniert mit dieser WLAN PCI-Karte ohne Probleme.

Preis:

- ca. 70-80 Euro

Installation:

- <http://madwifi.org/wiki/UserDocs/FirstTimeHowTo>

Weitere Informationen:

- Antenne ist nicht abschraubbar.

Links:

- <http://support.dlink.com/products/print.asp?productid=DWL-A520>
- <http://madwifi.org/wiki/Compatibility/D-Link>

4.1.1.4 Gigabyte GN-WPEAG

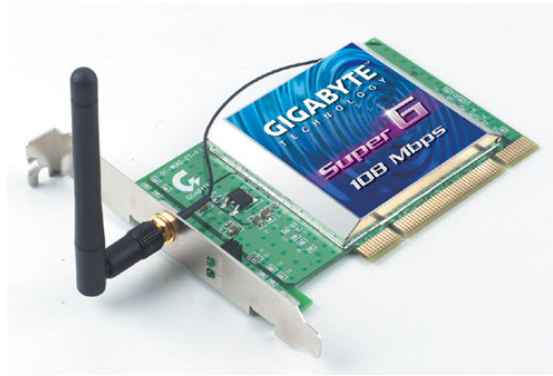


Abbildung 4: Gigabyte GN-WPEAG

Chipsatz:

- Atheros AR5212

IEEE Standards:

- 802.11a/b/g

Betriebsart:

- Ad-Hoc
- Infrastruktur

Sicherheit:

- WEP (40-, 104-, 128-bit)
- WPA
- WPA2

Treiber:

- Von Gigabyte werden nur Treiber für Windows bereitgestellt. http://www.gigabyte.com.tw/Support/Communication/Driver_Model.aspx?ProductID=952 Sehr gute Linux-Unterstützung, madwifi-Treiber funktioniert mit dieser WLAN PCI-Karte ohne Probleme. <http://madwifi.org/wiki/UserDocs/FirstTimeHowTo>

Preis:

- ca. 70-80 Euro

Installation:

- <http://madwifi.org/wiki/UserDocs/FirstTimeHowTo>



Weitere Informationen:

- Abschraubbare Antenne mit reversed SMA. Eigentlich ist das eine Mini-PCI-Karte mit PCI-Adapter.

Links:

- http://www.gigabyte.com.tw/Products/Communication/Products_Spec.aspx?ProductID=952
- http://www.gigabyte.com.tw/Support/Communication/Driver_Model.aspx?ProductID=952
- <http://madwifi.org/wiki/Compatibility/Gigabyte>

4.1.1.5 Andere PCI-WLAN-Karten

- Intel PRO/Wireless 5000
Chipsatz: Intel
802.11a WLAN PCI-Karte, unterstützt Ad-Hoc- und Infrastruktur-Modus, Treiber von Intel nur für Windows vorhanden, für Linux werden keine Treiber entwickelt, kostet ca. 200 Euro
<http://support.intel.com/support/wireless/wlan/pro5000/pciadapter>
ftp://download.intel.com/support/wireless/wlan/pro5000/PRO5000_INFO.pdf
- D-Link DWL-AG530
Chipsatz: Atheros AR5212 oder AR5213
802.11a/b/g WLAN-Karte
Madwifi-Treiber Unterstützung
Externe abschraubbare Antenne, kostet ca 80 Euro
<http://www.dlink.com/products/?pid=306>
<http://madwifi.org/wiki/Compatibility/D-Link>
- D-Link DWL-G550
Chipsatz: Atheros AR5212
802.11a/b/g WLAN-Karte
Madwifi-Treiber Unterstützung
Externe abschraubbare Antenne, kostet ca 60 Euro
<http://www.dlink.com/products/?pid=414>
<http://madwifi.org/wiki/Compatibility/D-Link>

4.1.2 Mini-PCI WLAN-Karten

Mini-PCI ist eine vor allem für die Nutzung in Notebooks und Laptops miniaturisierte Version des PCI Steckplatzes, wie er in allen Desktop PCs vorkommt. PCI steht dabei für Peripheral Component Interconnect. Die Abmessungen einer Mini-PCI Card betragen 6,0 x 4,6 x 0,5 cm. Mini-PCI Wlan-Karten sind ursprünglich für Laptops gedacht, sind aber mit entsprechenden Adaptoren (PCI-zu-MiniPCI) und externen Antennen auch im



normalen PCs zu verwenden. Als Vorteil ist dabei die Flexibilität zu nehmen. Als Nachteil - die Zusätzliche Kosten und Installationen. Meist sind Mini-PCI Cards für Wireless LAN bereits vom Hersteller eingebaut. Der Vorteil der Ausführung als standardisiertes Modul liegt darin, daß eine Mini-PCI Card in aller Regel einfach gegen eine andere Card - auch eines anderen Herstellers - ausgetauscht werden kann. Im Falle der WLAN Mini-PCI Module kann z.B. problemlos vom langsameren 802.11b Standard auf ein schnelleres WLAN Modul nach 802.11g gewechselt werden.

Vorteile:

- kann mit Hilfe eines Adapters zu einer PCI-WLAN-Karte umgebaut werden
- können leicht ausgetauscht werden

Nachteile:

- meistens kostenintensiv

4.1.2.1 Wistron CM9 Atheros AR5213A



Abbildung 5: Wistron CM9 Atheros AR5213A

Chipsatz:

- Atheros AR5213A

IEEE Standards:

- 802.11a/b/g

Betriebsart:

- Ad-Hoc
- Infrastruktur

Sicherheit:



- WEP (40-, 104-, 128-bit)
- WPA
- WPA2

Treiber:

- Hervorragende Unterstützung von Madwifi-Treiber, auch Ad-Hoc-Modus.
<http://madwifi.org/>

Preis:

- ca. 40 Euro

Installation:

- <http://madwifi.org/wiki/UserDocs/FirstTimeHowTo>

Links:

- <http://www.alix-board.de/produkte/wistroncm9.html>
- <http://www.pcengines.ch/cm9.htm>
- <http://forum.openwrt.org/viewtopic.php?pid=10213>
- <http://madwifi.org/>
- <http://madwifi.org/ticket/1209>

4.1.2.2 Intel PRO/Wireless 3945



Abbildung 6: Intel PRO/Wireless 3945

Chipsatz:



- Intel

IEEE Standards:

- 802.11a/b/g

Betriebsart:

- Ad-Hoc
- Infrastruktur

Sicherheit:

- WEP (40-, 104-bit)
- WPA
- WPA2

Treiber:

- Es werden von Intel Treiber sowohl für Windows als auch für Linux bereitgestellt. http://downloadcenter.intel.com/Product_Filter.aspx?ProductID=2259 Von Intel wurde ein Projekt für die Unterstützung von Intel PRO/Wireless 3945 erstellt. <http://ipw3945.sourceforge.net> Der ipw3945-Treiber funktioniert auch im AD-Hoc-Modus, aber nicht sehr stabil, es kommt oft zu Verbindungsabbrüchen.

Preis:

- ca. 20-30 Euro

Installation:

- Im Gegensatz zu den "klassischen" Intel Wireless-Chipsätzen 2100- und 2200BG-Chipsätzen ist der Treiber für den 3945ABG noch nicht im Kernel verfügbar. Um auch damit kabellos ins Internet zu gehen, sind ein paar Handgriffe notwendig. <http://ipw3945.sourceforge.net/README.ipw3945> <http://ipw3945.sourceforge.net/INSTALL>

Links:

- http://www.intel.com/network/connectivity/products/wireless/prowireless_mobile.htm
- http://downloadcenter.intel.com/Product_Filter.aspx?ProductID=2259
- <http://ipw3945.sourceforge.net/>
- <http://ipw3945.sourceforge.net/README.ipw3945>
- <http://ipw3945.sourceforge.net/INSTALL>



4.1.2.3 Intel PRO/Wireless 2915



Abbildung 7: Intel PRO/Wireless 2915

Chipsatz:

- Intel

IEEE Standards:

- 802.11a/b/g

Betriebsart:

- Ad-Hoc
- Infrastruktur

Sicherheit:

- WEP (40-, 104-bit)
- WPA
- WPA2

Treiber:

- Es werden von Intel Treiber sowohl für Windows als auch für Linux bereitgestellt. http://downloadcenter.intel.com/Product_Filter.aspx?ProductID=1847 Von Intel wurde ein Projekt für die Unterstützung von Intel PRO/Wireless 2915 erstellt. <http://ipw2200.sourceforge.net> Der ipw2200-Treiber funktioniert auch im AD-Hoc-Modus, aber nicht sehr stabil, es kommt oft zu Verbindungsabbrüchen. Der ipw2200-Treiber ist im Kernel 2.6 enthalten, kann aber auch separat als Modul kompiliert werden. Der im Kernel enthaltene Treiber unterstützt den Monitor-Modus nicht.

Preis:



- ca. 30 Euro

Installation:

- <http://ipw2200.sourceforge.net/README.ipw2200> <http://ipw2200.sourceforge.net/INSTALL>

Links:

- <http://support.intel.com/support/wireless/wlan/pro2915abg>
- http://download.intel.com/support/wireless/wlan/pro2915abg/sb/303330002us_channel.pdf
- <http://ipw2200.sourceforge.net/>
- <http://www.intel.com/cd/personal/computing/emea/deu/234998.htm>
- http://downloadcenter.intel.com/Product_Filter.aspx?ProductID=1847

4.1.2.4 Intel Wireless WiFi Link 4965AGN

Abbildung 8: Intel Wireless WiFi Link 4965AGN

Chipsatz:

- Intel

IEEE Standards:

- 802.11a/b/g/n(draft)

Betriebsart:



- Ad-Hoc
- Infrastruktur

Sicherheit:

- WEP (40-, 104-bit)
- WPA
- WPA2

Treiber:

- <http://www.intellinuxwireless.org/>

Preis:

- ca. 30 Euro

Installation:

- <http://www.intellinuxwireless.org/>

Links:

- http://www.intel.com/network/connectivity/products/wireless/wireless_n/overview.htm
- <http://www.intellinuxwireless.org/>
- <http://www.wifi-info.de/intel-kuendigt-11n-chipsatz-fuer-centrino-notebooks-an/01/2007/>
- http://downloadcenter.intel.com/filter_results.aspx?strTypes=all&ProductID=2753&OSFullName=Linux*&lang=eng&strOSs=39&submit=Go%21

4.1.3 PCMCIA WLAN-Karten

Diese WLAN-Karten sind für Notebooks gedacht. Heutzutage ist es jedoch üblich, dass die Notebooks schon ein integriertes WLAN-Modul (Mini-PCI) eingebaut haben. Damit ist die Notwendigkeit dieser Module nur noch für Notebooks älterer Generationen notwendig. Die meisten Module haben keinen Anschluss für eine externe Antenne.

4.1.3.1 Proxim Orinoco Gold 8480-WD



Abbildung 9: Proxim Orinoco Gold 8480-WD

Chipsatz:

- Atheros AR5212

IEEE Standards:

- 802.11a/b/g

Betriebsart:

- Ad-Hoc
- Infrastruktur

Sicherheit:

- WEP (40-, 104-bit)
- WPA
- WPA2

Treiber:

- Unter Linux hervorragende Unterstützung von Madwifi-Treiber, auch Ad-Hoc-Modus. <http://madwifi.org/>

Preis:

- ca. 80 Euro

Installation:



- <http://madwifi.org/wiki/UserDocs/FirstTimeHowTo>

Links:

- <http://www.proxim.com/products/wifi/client/abgcard/index.html>
- <http://madwifi.org/wiki/Compatibility/Proxim>

4.1.3.2 Netgear WAG511



Abbildung 10: Netgear WAG511

Chipsatz:

- Atheros AR5001X+

IEEE Standards:

- 802.11a/b/g

Betriebsart:

- Ad-Hoc
- Infrastruktur

Sicherheit:

- WEP (40-, 104-, 128-bit)
- WPA
- WPA2
- PTP, P2TP, IPSec, VPN pass-through

Treiber:



- Von Netgear werden nur Windows Treiber angeboten. <http://www.netgear.de/de/Support/download.html?func=Detail&id=10676> Unter Linux hervorragende Unterstützung von Madwifi-Treiber, auch Ad-Hoc-Modus. <http://madwifi.org/>

Preis:

- ca. 50-60 Euro

Installation:

- http://www.lrz-muenchen.de/services/netz/mobil/funklan-installation/installation/windowsxp_wg511/flan-instwpx.html <http://madwifi.org/wiki/UserDocs/FirstTimeHowTo>

Links:

- <http://www.netgear.com/Products/Adapters/AGDualBandWirelessAdapters/WAG511.aspx>
- <http://www.netgear.de/de/Support/download.html?func=Detail&id=10676>
- <http://www.netgear.de/Produkte/Wireless/DualBand/WAG511/index.html>
- <http://madwifi.org/wiki/Compatibility/Netgear>

4.1.3.3 SMC 2536W-AG



Abbildung 11: SMC 2536W-AG

Chipsatz:

- Atheros AR5001

IEEE Standards:

- 802.11a/b/g

Betriebsart:

- Ad-Hoc



- Infrastruktur

Sicherheit:

- WEP (40-, 104-, 128-bit)
- WPA
- WPA2

Treiber:

- Von SMC werden nur Treiber für Windows angeboten. http://www.smc.com/index.cfm?event=downloads.searchResultsDetail&localeCode=EN_USA&productCategory=9&partNumber=2916&modelName=348&knowsPartNumber=false&userPartNumber=&docId=3103 Unter Linux hervorragende Unterstützung von Madwifi-Treiber, auch Ad-Hoc-Modus. <http://madwifi.org/>

Preis:

- ca. 80 Euro

Installation:

- <http://madwifi.org/wiki/UserDocs/FirstTimeHowTo>

Links:

- <http://www.smc.com/index.cfm?event=viewProduct&cid=9&scid=49&localeCode=EN%5FUSA&pid=348>
- http://www.smc.com/files/AC/2536Wag_Ds_ww.pdf
- <http://madwifi.org/wiki/Compatibility/SMC>
- <http://forums.fedoraforum.org/archive/index.php/t-101517.html>

4.1.3.4 Linksys WPC55AG



Abbildung 12: Linksys WPC55AG

Chipsatz:

- Atheros AR5212 oder AR5006X

IEEE Standards:

- 802.11a/b/g

Betriebsart:

- Ad-Hoc
- Infrastruktur

Sicherheit:

- WEP (40-, 104-, 128-bit)
- WPA
- WPA2

Treiber:

- Von Linksys werden nur Treiber für Windows bereitgestellt. http://www.linksys.com/servlet/Satellite?c=L_Product_C2&childpagename=US%2FLayout&cid=1115416827328&pagename=Linksys%2FCommon%2FVisitorWrapper Auch hier kann man Treiber für Windows finden. <http://www.phoenixnetworks.net/atheros.php> Unter Linux hervorragende Unterstützung von Madwifi-Treiber, auch Ad-Hoc-Modus. <http://madwifi.org/>

Preis:

- ca. 50-60 Euro



Installation:

- <http://madwifi.org/wiki/UserDocs/FirstTimeHowTo>

Links:

- http://www.linksys.com/servlet/Satellite?c=L_Product_C2&childpagename=US%2FLayout&cid=1115416827328&pagename=Linksys%2FCommon%2FVisitorWrapper
- <http://www.phoenixnetworks.net/atheros.php>
- <http://madwifi.org/>
- <http://madwifi.org/wiki/Compatibility/Linksys>
- http://reviews.cnet.com/adapters-nics/linksys-wpc55ag-dual-band/4505-3380_7-21128291.html
- <http://www.google.de/search?q=Linksys+WPC55AG>
- <http://lists.funkfeuer.at/pipermail/discuss/2006-September/001592.html>
- <http://www.uk-surplus.com/manuals/brochures/linksyswpc55duser.pdf>

4.1.3.5 Andere PCMCIA-WLAN-Karten

- Intel PRO/Wireless 5000
Chipsatz: Intel
802.11a WLAN PCIMCIA-Karte, unterstützt Ad-Hoc- und Infrastruktur-Modus, Treiber von Intel nur für Windows vorhanden, für Linux werden keine Treiber entwickelt, kostet ca. 150 Euro
<http://www.intel.com/support/wireless/wlan/pro5000/lancardbus>
- Netgear WAB501
Chipsatz: Atheros AR5211
802.11a/b WLAN-Karte
Madwifi-Treiber Unterstützung
<http://kbserver.netgear.com/products/WAB501.asp>
<http://madwifi.org/wiki/Compatibility/Netgear>
- Netgear WG511U
Chipsatz: Atheros AR5004X
802.11a/g WLAN-Karte
Madwifi-Treiber Unterstützung
<http://www.netgear.com/Products/Adapters/AGDualBandWirelessAdapters/WG511U.aspx>
<http://madwifi.org/wiki/Compatibility/Netgear>
- Proxim Orinoco Silver 8481-WD
Chipsatz: Atheros AR5001X+



802.11a/b/g WLAN-Karte

Madwifi-Treiber Unterstützung

kostet ca 80-90 Euro

<http://www.proxim.com/products/wifi/client/abgcard/index.html>

<http://madwifi.org/wiki/Compatibility/Proxim>

- Cisco Aironet CB21AG
Chipsatz: Atheros 5212
802.11a/b/g WLAN-Karte
Madwifi-Treiber Unterstützung
kostet ca 100 Euro
<http://madwifi.org/wiki/Compatibility/Cisco>

4.2 WLAN-Router

4.2.1 SoHo-Router

Man kann herkömmliche WLAN-Router für Heimanwender (SoHO-Router -small or home office) zu kaufen, die sich mit alternativer Firmware (spezielle Linux software mit OLSR Implementierung) zu einem Mesh-Router umrüsten lassen. Ein WLAN-Router ist die Kombination von einem normalen Router (Kabelrouter) und mit einem Accesspoint. Es gibt solche mit eingebauten Modem und andere mit einem Anschluss (WAN-Port) dafür (für Modems mit LAN-Anschluss). Ein Nachteil ist, dass es viele Modelle gibt, die eine fix verbaute Antenne haben, die nicht gewechselt werden kann.

Kosten in der Regel etwa 40-80 euro, haben gute Reichweite, sind klein und handlich.
Vorteile:

- klein
- mobil
- günstig
- gute Reichweite
- wenig Strom

Nachteile:

- meistens fix verbaute Antenne

Durch das Öffnen von Geräten und das Einspielen von fremder Firmware erlischt die Garantie des Herstellers !!!

4.2.1.1 OpenWRT OpenWRT ist eine GNU/Linux-Distribution für WLAN-Router. Anstatt einer statischen Firmware setzt OpenWRT auf ein voll beschreibbares Dateisystem sowie einen Paketmanager. OpenWRT läuft unter anderem auf Geräten der Firmen Linksys, ALLNET, ASUS, Belkin, Buffalo, Microsoft und Siemens.

Vorteile:



- Flexibilität
- Erweiterbarkeit
- Individualisierbarkeit
- Sicherheit
- Gewohnte Linux-Flexibilität und Funktionsumfang!!!

Nachteile:

- Standardmäßig sind nur die nötigsten Unix-Tools vorhanden

Links:

- <http://openwrt.org/>
- <http://toh.openwrt.org/>

4.2.1.2 Linksys WRT54G v1.0



Abbildung 13: Linksys WRT54G v1.0

IEEE Standards:

- 802.11b/g
- 802.11a/b/g (wenn man die mitgelieferte Mini-PCI WLAN-Karte durch z.B. Atheros 802.11a/b/g WLAN-Karte austauscht)

Betriebsart:



- Ad-Hoc
- Infrastruktur

Firmware:

- Es sind mehrere fremde frei verfügbare Firmware für dieses Gerät. Alle unten aufgeführten Firmware sind Open-Source Projekte: OpenWRT <http://wiki.openwrt.org/OpenWrtDocs/Hardware/Linksys/WRT54G> DD-WRT http://www.dd-wrt.com/wiki/index.php/Linksys_WRT54G/GL/GS/GX

Preis:

- ca. 40-50 Euro

Installation:

- Die mitgelieferte Mini-PCI WLAN-Karte durch z.B. Atheros 802.11a Mini-PCI austauschen und oben erwähnte frei verfügbare Firmware installieren (siehe oben Firmware).

Weitere Informationen:

- Ein Mini-PCI Slot ist für eine WLAN-Karte vorhanden.

Links:

- <http://wiki.openwrt.org/OpenWrtDocs/Hardware/Linksys/WRT54G>
- http://www.dd-wrt.com/wiki/index.php/Linksys_WRT54G/GL/GS/GX
- <http://forum.opennet-initiative.de/thread.php?threadid=505&sid=56c53647db6353a41>
- <http://www.linksysinfo.org/forums/showthread.php?t=47124>

4.2.1.3 Linksys WRT55AG



Abbildung 14: Linksys WRT55AG

IEEE Standards:

- 802.11a/b/g

Betriebsart:

- Ad-Hoc
- Infrastruktur

Firmware:

- Open-Source Firmware befindet sich noch in Entwicklung. Modifizierte Version von OpenWRT Kamikaze <http://legacy.not404.com/cgi-bin/trac.fcgi/wiki/OpenWRT/Atheros/Linksys/WRT55AGv2#KamikazeKernelonWRT55AGv2>
OpenWRT <http://wiki.openwrt.org/OpenWrtDocs/Hardware/Linksys/WRT55AG>

Preis:

- ca. 70-80 Euro

Weitere Informationen:

- 2xMini-PCI Slots sind für WLAN-Karten vorhanden.

Links:

- <http://wiki.openwrt.org/OpenWrtDocs/Hardware/Linksys/WRT55AG>
- http://www.tomsnetworking.de/content/tests/j2003a/test_linksys_wrt55ag/index.html



- http://reviews.cnet.com/routers/linksys-wrt55ag-wireless-a/4505-3319_7-21131921.html
- <http://legacy.not404.com/cgi-bin/trac.fcgi/wiki/OpenWRT/Atheros/Linksys/WRT55AGv2>

4.2.1.4 Asus WL500G/GP



Abbildung 15: Asus WL500G/GP

IEEE Standards:

- 802.11b/g
- 802.11a/b/g (wenn man die mitgelieferte Mini-PCI WLAN-Karte durch z.B. Atheros 802.11a/b/g WLAN-Karte austauscht)

Betriebsart:

- Ad-Hoc
- Infrastruktur

Firmware:

- Es sind mehrere fremde frei verfügbare Firmware für dieses Gerät. Alle unten aufgeführten Firmware sind Open-Source Projekte: OpenWRT <http://wiki.openwrt.org/OpenWrtDocs/Hardware/Asus/WL500G> <http://wiki.openwrt.org/OpenWrtDocs/Hardware/Asus/WL500GP> FreeWRT <http://www.freewrt.org/trac/wiki/Documentation/Hardware/AsusWL500G> <http://www.freewrt.org/trac/wiki/Documentation/Hardware/AsusWL500GP> Olegs custom firmware <http://oleg.wl500g.info>

Preis:

- ca. 70-80 Euro



Installation:

- Die mitgelieferte Mini-PCI WLAN-Karte durch z.B. Atheros 802.11a Mini-PCI austauschen und oben erwähnte frei verfügbare Firmware installieren (siehe oben Firmware). http://wiki.opennet-initiative.de/index.php/Mini-PCI_Umbau

Weitere Informationen:

- Ein Mini-PCI Slot ist für eine WLAN-Karte vorhanden.

Links:

- <http://wiki.opennet-initiative.de/index.php/AP9>
- <http://wiki.openwrt.org/OpenWrtDocs/Hardware/Asus/WL500G>
- <http://wiki.openwrt.org/OpenWrtDocs/Hardware/Asus/WL500GP>
- <http://www.freewrt.org/trac/wiki/Documentation/Hardware/AsusWL500G>
- <http://www.freewrt.org/trac/wiki/Documentation/Hardware/AsusWL500GP>
- <http://wl500g.dyndns.org/>
- <http://oleg.wl500g.info/>
- <http://au.asus.com/products.aspx?l1=12&l2=43>
- http://www.freifunk-bno.de/component/option,com_smf/Itemid,88/topic,910.msg10357/
- http://www.cyber-wulf.de/a_wl500g.html
- <http://wiki.openwrt.org/OpenWrtDocs/Hardware/Asus/WL500G>
- <http://forum.opennet-initiative.de/print.php?threadid=505&page=6&sid=460903353d70c65fad4960105ab76cdd>
- <http://forum.openwrt.org/viewtopic.php?pid=41756>
- <http://www.familie-prokop.de/asus-wl500gp/index.html>

4.2.1.5 Andere WLAN-Router

- Netgear HR314
802.11a WLAN-Router, unterstützt Ad-Hoc- und Infrastruktur-Modus, keine Open-Source Firmware vorhanden, kostet ca. 30 Euro
<http://www.wi-fiplanet.com/reviews/article.php/1559091>

4.2.2 Professionelle Router

4.3 PDAs und Handys



5 Fazit

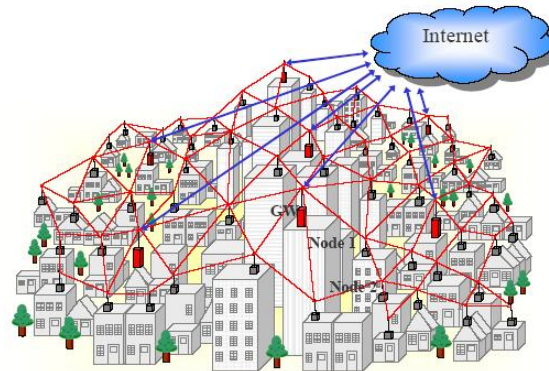


Abbildung 16: Mesh Netz

```
Position := Wurzel;  
for i in 1..m do  
  if (Position = Kante) then  
    if Zeichen auf dem Pfad im Baum =  $s'(i)$  then
```