



# Einmal Hotspot, bitte!

## So finden Sie den passenden Freifunk-Router

**Beim Kauf eines Routers, der sich für Freifunk eignet, hat man die Qual der Wahl: Die Anzahl unterstützter Geräte ist groß, aber ein zukunftsfähiges Modell auszumachen, ist schwierig. Wir helfen, das passende Modell zu finden und haben fünf attraktive Geräte unter die Lupe genommen.**

**Von Vincent Wiemann**

**E**inen Freifunk-Router auszuwählen erscheint auf den ersten Blick gar nicht so einfach, denn das größte Bürgernetz Deutschlands verwendet hauptsächlich selbstgeschriebene Software – nicht alle Router können damit arbeiten. Als Basis dient das quelloffene

Router-Betriebssystem OpenWrt. Hinzu kommt, dass Freifunk den Gedanken der Dezentralität als ideologischen Grundsatz hat. Freifunk ist deshalb in viele kleine regional aktive Vereine gruppiert, die alle eigene mehr oder minder angepasste Router-Software anbieten. Insbesondere bei neuen Routern gibt es Unterschiede: Manche Vereine sind ganz vorne dabei und unterstützen neue Geräte bereits nach wenigen Wochen, andere kümmern sich weniger darum, aktuelle Software anzubieten, und hinken bei neueren Routern hinterher. Unabhängig von den Testergebnissen in diesem Artikel sollten Sie also vor dem Kauf auf die Webseite Ihres regional aktiven Vereins schauen, ob Ihr favorisiertes Modell unterstützt wird.

Die vielen Communities haben über Jahre allerhand unterschiedliche Software entwickelt, sodass derzeit neun Software-

baukästen für Freifunk-Firmware existieren. Es gibt also nicht „die Freifunk-Firmware“. Wir haben uns in diesem Test für den bei vielen Communities beliebten Baukasten „Gluon“ entschieden. Unsere Ergebnisse basieren auf der zum Testzeitpunkt aktuellen Version v2018.2.2 in der von Freifunk Hannover verwendeten Konfiguration.

Unsere Testkandidaten sind größtenteils schon sehr beliebt bei Freifunk: Der TP-Link Archer C7 und die AVM Fritzbox 4040 haben den Ruf der Freifunk-Flaggschiffe und der schlanke Ubiquiti UniFi AC Mesh gehört zu den favorisierten Outdoor-Basen. Der RE450 ist weniger etabliert, erschien uns als kompakter Wohnungsrouter und Mesh-Erweiterer jedoch spannend. Der TP-Link Archer C50 ist komplett neu, wird bereits von OpenWrt unterstützt und ist aufgrund seines geringen Preises besonders spannend.

## Juristischer Tunnel

Wer einen unverschlüsselten WLAN-Zugang anbietet – beispielsweise mit dem Gastnetzzugang seines Routers – kann in juristische Schwierigkeiten geraten, wie auf Seite 70 erklärt. Um Rechtssicherheit zu schaffen, bieten Freifunk-Communities Dienste als Internet-Provider an: Sie verbinden Ihren Freifunk-Router per Kabel mit Ihrem heimischen Router und wenn jemand über das offene WLAN Ihres Freifunk-Routers im Internet surft, wird der Datenverkehr über einen VPN-Tunnel an den Freifunk-Server geleitet und von dort ins offene Internet. Die IP-Adresse Ihrer heimischen Internetverbindung ist also nur für den Freifunk-Server sichtbar – Sie können somit nicht in juristische Schwierigkeiten geraten, wenn über Ihren Anschluss Unfug getrieben wird. Neben Ihrer Verbindungsgeschwindigkeit bestimmt der VPN-Durchsatz am Ende die nutzbare Geschwindigkeit ins Internet und das restliche Freifunk-Netz.

Die meisten Freifunk-Communities nutzen heute „fastd“ als VPN-Software. Die Eigenentwicklung der Freifunker ist

zwar etwas in die Jahre gekommen und kann die Leistung der Router nur mittelmäßig ausschöpfen, sie ist aber trotz guter Verschlüsselung sehr speichersparend.

In einigen Vereinen kommt L2TP zum Einsatz, das zwar großen Datendurchsatz, aber keine Verschlüsselung bietet. Zwar ist ein Großteil des Internetverkehrs heute Ende-zu-Ende verschlüsselt, jedoch können potenzielle Überwacher Bewegungen im Netzwerk sehr einfach und ohne Aufwand nachvollziehen – so einfach sollte man es Big Brother nicht machen.

WireGuard ist neu im Spiel: Es liefert trotz Verschlüsselung auch auf kleineren Prozessoren gute Durchsatzraten. Sobald seine Entwicklung abgeschlossen ist, könnte es die alten Protokolle ersetzen. Derzeit testen einige Communities das Protokoll.

Welches VPN-Protokoll zum Einsatz kommt, verraten Vereine in der Regel in ihren Wikis oder auf Nachfrage.

## Flottes Funknetz

Freifunk-Router in gegenseitiger Reichweite verbinden sich zu einem sogenann-

## TP-Link WR841N

Lange Zeit war er die erste Wahl für Freifunk: der WR841N von TP-Link. Doch mit steigender Speicherauslastung dämmert es langsam für das Modell, denn es hat nur 4 MByte Flash-Speicher und 32 MByte RAM. Ein Kauf ist nicht mehr sinnvoll. Liegt aber noch einer im Schrank, können Sie die Flash- und RAM-Chips tauschen. Wie, das erfahren Sie Schritt für Schritt in c't 14/2019 auf Seite 128.

ten Mesh-Netzwerk, über das direkte Verbindungen ohne kommerzielle Internetverbindung aufgebaut werden können (siehe „Vermaschte Netze“ ab Seite 67). Weil die Router deshalb nicht nur Nutzer-, sondern auch Transitverkehr weiterleiten müssen, sind hohe WLAN-Übertragungsraten für Freifunk von Vorteil. Insbesondere an Versammlungsorten oder

## Freifunk-Router

| Modell                                                                                                                           | RE450                             | Archer C7                      | Archer C50                     | UniFi AC Mesh                                  | Fritz!Box 4040                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------|
| Hersteller/Marke                                                                                                                 | TP-Link                           | TP-Link                        | TP-Link                        | Ubiquiti                                       | AVM                            |
| Version                                                                                                                          | v1                                | v5                             | v4                             | –                                              | –                              |
| <b>Hardware</b>                                                                                                                  |                                   |                                |                                |                                                |                                |
| Prozessor / Takt / Cores                                                                                                         | Qualcomm QCA9558 / 720 MHz / 1    | Qualcomm QCA9563 / 750 MHz / 1 | Mediatek MT7628A / 580 MHz / 1 | Qualcomm QCA9563 / 775 MHz / 1                 | Qualcomm IPQ4018 / 638 MHz / 4 |
| Architektur                                                                                                                      | MIPS 74Kc                         | MIPS 74Kc                      | MIPS 24Kec                     | MIPS 74Kc                                      | ARM Cortex A7                  |
| RAM                                                                                                                              | 128 MByte                         | 128 MByte                      | 64 MByte                       | 128 MByte                                      | 256 MByte                      |
| Systemspeicher                                                                                                                   | 8 MByte                           | 16 MByte                       | 8 MByte                        | 16 MByte                                       | 32 MByte                       |
| WLAN-Chips: 2,4 GHz / 5 GHz                                                                                                      | Qualcomm QCA9558 + QCA9880        | Qualcomm QCA9563 + QCA9880     | Mediatek MT7628A + MT7612E     | Qualcomm QCA9563 + QCA9886                     | Qualcomm IPQ4018               |
| MIMO-Streams: 2,4 GHz / 5 GHz                                                                                                    | 3 / 3                             | 3 / 3                          | 2 / 2                          | 2 / 2                                          | 2 / 2                          |
| Stromversorgung                                                                                                                  | Eurostecker (Netzteil integriert) | 12-Volt-Netzteil (Hohlstecker) | 9-Volt-Netzteil (Hohlstecker)  | 24 V (passiv) / 802.11af (Power over Ethernet) | 12-Volt-Netzteil (Hohlstecker) |
| <b>Messwerte</b>                                                                                                                 |                                   |                                |                                |                                                |                                |
| Theoretischer Durchsatz (2,4 / 5 GHz)                                                                                            | 450 / 1300 MBit/s                 | 450 / 1300 MBit/s              | 300 / 867 MBit/s               | 300 / 867 MBit/s                               | 400 / 867 MBit/s               |
| WLAN-Durchsatz 2,4 GHz nah / 20 m                                                                                                | 87 / 34 MBit/s                    | 101 / 66 MBit/s                | –                              | 100 / 40 MBit/s                                | 101 / 38 MBit/s                |
| WLAN-Durchsatz 5 GHz nah / 20 m                                                                                                  | 120 / 29 MBit/s                   | 143 / 49 MBit/s                | 87 / 50 MBit/s                 | 144 / 40 MBit/s                                | 142 / 42 MBit/s                |
| fastd-Durchsatz                                                                                                                  | 15 MBit/s                         | 16 MBit/s                      | 11 MBit/s                      | 16 MBit/s                                      | 28 MBit/s                      |
| WireGuard-Durchsatz                                                                                                              | 72 MBit/s                         | 75 MBit/s                      | 43 MBit/s                      | 74 MBit/s                                      | 479 MBit/s                     |
| Leistungsaufnahme Stromnetz <sup>1</sup>                                                                                         | 3 Watt                            | 4 Watt                         | 3 Watt                         | 4 Watt                                         | 4 Watt                         |
| jährliche Stromkosten (Dauerbetrieb, 30 ct/kWh)                                                                                  | 8 €                               | 11 €                           | 8 €                            | 11 €                                           | 11 €                           |
| <b>Bewertung</b>                                                                                                                 |                                   |                                |                                |                                                |                                |
| Installation                                                                                                                     | ⊕⊕                                | ⊕⊕                             | ⊖⊖                             | ⊕⊕                                             | ⊖                              |
| WLAN-Durchsatz                                                                                                                   | ⊕                                 | ⊕⊕                             | ⊖                              | ⊕                                              | ⊕                              |
| VPN-Durchsatz                                                                                                                    | ⊕                                 | ⊕                              | ○                              | ⊕                                              | ⊕⊕                             |
| Energieverbrauch                                                                                                                 | ⊕                                 | ⊕                              | ○                              | ⊕                                              | ⊕⊕                             |
| Preis                                                                                                                            | 55 €                              | 70 €                           | 30 €                           | 90 €                                           | 70 €                           |
| <sup>1</sup> idle, ohne WLAN-Clients, WAN verbunden, netzseitig des mitgelieferten Steckernetzteils/Injektors                    |                                   |                                |                                |                                                |                                |
| ⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht   ✓ vorhanden   – nicht vorhanden   k. A. keine Angabe |                                   |                                |                                |                                                |                                |

belebten Straßen sollten Sie darauf achten, dass der Router bei den WLAN-Messungen gut abschneidet.

Nachbarschaftliche Netze und andere Funktechniken lasten das klassische WLAN-Band bei 2,4 GHz stark aus – verzichten Sie deshalb auf keinen Fall auf das zweite WLAN-Band bei 5 GHz. Es bietet deutlich mehr Bandbreite und Datendurchsatz: Während im alten Band nach IEEE 802.11n das Netz bereits bei 20 Nutzern ins Stocken geraten kann, sind mit einem Dual-Band-Gerät nach dem neueren Standard IEEE 802.11ac problemlos 70 oder mehr Nutzer möglich. Wir haben deshalb ausschließlich moderne Dual-Band-Router getestet.

MIMO (Multiple Input Multiple Output) ist ein weiterer WLAN-Beschleuniger, der sich für Freifunk lohnt: Das Signal wird dabei über mehrere Antennen gesendet und erreicht den Empfänger auf unterschiedlichen, räumlich getrennten Wegen, genannt Streams. Diese entstehen durch Reflexionen an Hindernissen. Trotz gleicher Frequenz können auf jedem Stream gleichzeitig unterschiedliche Datenströme gesendet werden – das erhöht die Datenrate. Zwei Streams sind heute Grundausstattung, drei Streams sind etwas teurer. Lassen Sie sich aber nicht irritieren: Einige Router kommen mit vier Antennen, beherrschen aber nur zwei Streams. Hier hat der Hersteller dann zwei Antennen pro Band eingebaut statt zwei Dual-Band-Antennen.

Mit Bedacht gewählte Aufstellorte für den Freifunk-Router und Antenneneinstellungen bringen besseren Datendurchsatz und größere Reichweite: Am Fenster erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, einen Mesh-Partner zu finden. Möchten Sie



### TP-Link Archer C50 (v4)

Der Archer C50 ist mit 30 Euro das günstigste Modell im Test. Jedoch muss man hierfür auch einige Abstriche machen: Sowohl CPU als auch 5-GHz-Modul sind von Mediatek. Chips dieses Herstellers laufen bisher nur mittelmäßig mit OpenWrt: Das 2,4-GHz-WLAN funktionierte im Test gar nicht. Bei 5 GHz konnten sich zwar Clients verbinden, Mesh-Partner verloren jedoch regelmäßig die Verbindung.

Die Installation wird Einsteiger abschrecken: Die Firmware muss umständlich bearbeitet werden, bevor der Bootloader sie per TFTP akzeptiert.

- ↑ günstig
  - ↑ gute Antennen
  - ↓ Software nicht ausgereift
  - ↓ Installationsweg kompliziert
- Preis: 30 Euro



### AVM Fritz!Box 4040

Die Fritzbox 4040 hat kein Modem und ist damit bei AVM eher ein Nischenprodukt. Doch die Box ist ein echtes Rechenwunder, das sich für Freifunk lohnt: Ein vierkerniger ARM-Prozessor mit 256 MByte RAM bildet das Herzstück. Die gemessene VPN-Leistung hebt sich beachtlich von den anderen Modellen ab. Die Fritzbox kostet so viel wie der Archer C7.

Zwei kleine Mankos hat sie aber dennoch: Die Installation muss aus der Kommandozeile per FTP erfolgen – eine Hürde für Einsteiger. Zudem sitzen die Antennen im Gehäuse und lassen sich nicht separat ausrichten.

- ↑ hohe Rechenleistung
  - ↑ flottes WLAN
  - ↑ kein Versions-Chaos
  - ↓ schwierige Installation
- Preis: 70 Euro

einen Platz oder eine Straße von einer erhöhten Position aus versorgen, winkeln Sie die Antennen leicht an. Ebenerdig, ob auf der Straße oder im Haus, sollte der Router mit senkrechten Antennen mög-

lichst frei stehen. Alle Router im Test haben Rundstrahlantennen – sie strahlen hauptsächlich an ihrer Längsseite. Falsch eingestellt geht also ein Teil der Leistung im Boden oder in der Decke verloren.



Das Aufspielen alternativer Firmware ist bei TP-Link traditionell einfach im Webinterface zu erledigen. Neuere Mediatek-Geräte brechen jedoch mit dieser Tradition.

### Obacht beim Speicher

Die Speichergröße ist ausschlaggebend für die Zukunftsfähigkeit eines Freifunk-Routers: Ähnlich wie ein großer Computer hat ein Router einen Arbeitsspeicher und einen Flash-Baustein als Systemspeicher, auf dem das Betriebssystem gespeichert ist. Sowohl die Basis OpenWrt als auch die zusätzliche Freifunk-Software wachsen kontinuierlich – so reichten vor einigen Jahren noch 4 MByte Systemspeicher und 32 MByte Arbeitsspeicher. Heute passt die Firmware nur noch mit Biegen und Brechen auf solche kleinen Chips. OpenWrt 19.07 wird voraussichtlich die letzte Version, die 4/32-MByte-Geräte unterstützt.



### TP-Link RE450 (v1)

Der RE450 ist als kompakter Mesh-Erweiterer oder diskreter Router zur Wohnungsversorgung toll geeignet. Er liefert guten WLAN-Durchsatz und genug VPN-Leistung für die Gäste einer kleinen Party. Die Freifunk-Firmware läuft nach wenigen Klicks im Web-Interface problemlos.

Während die von uns getestete Version 1 noch 128 MByte RAM mitbrachte, hat TP-Link den Speicher bei Version 2 leider halbiert. Die Antennen sind auf mehretagige Wohnungen ausgelegt.

- 👆 einfache Installation
  - 👆 gutes WLAN
  - 👇 Version 2 nur mit 64 MByte RAM
  - 👇 nur ein Netzwerk-Port
- Preis: 55 Euro



### TP-Link Archer C7 (v5)

Unsere Testergebnisse zeigen: Der Archer C7 ist aktuell zu Recht eines der beliebtesten Modelle für Freifunk. Der Router liefert über seine drei Antennen den besten WLAN-Durchsatz im Test und das auch auf größere Entfernung. Die Installation läuft wie beim RE450 mit wenigen Klicks über das Web-Interface. Einziges Manko, das wir finden konnten: TP-Link baut in unregelmäßigen Abständen neue Versionen des C7. In der Vergangenheit wurden die von Freifunkern aber schnell kompatibel gemacht.

- 👆 einfache Installation
  - 👆 sehr gutes WLAN
  - 👆 sehr gute Antennen
  - 👇 gehobener Preis
- Preis: 70 Euro



### Ubiquiti UniFi AC Mesh

Der UniFi AC Mesh ist der einzige Outdoor-Router im Testfeld. Ubiquiti baut bereits seit einigen Jahren Outdoor-Router und punktet beim AC Mesh mit für Außenbereiche wichtiger ordentlicher Verarbeitung und Abdichtung.

Auch an WLAN-Durchsatz mangelt es dem AC Mesh nicht. Große Menschenmengen sollte er aber nur versorgen, wenn ein zweiter Router den VPN-Verkehr übernimmt – sonst kommt der Prozessor in Bedrängnis.

- 👆 für den Außenbereich geeignet
  - 👆 sehr gute Antennen
  - 👆 kein Versions-Chaos
  - 👇 nur ein Netzwerk-Port
- Preis: 90 Euro

Damit der Router die nächsten Jahre taugt, sollten mindestens 8 MByte, besser 16 MByte Systemspeicher installiert sein. Auf Dual-Band-Router werden langfristig auch 64 MByte RAM knapp. Vorausschauend geht man mit 128 MByte auf Nummer sicher.

## Test

Bei der Installation wird die Hersteller-Firmware durch die Freifunk-Software ersetzt. Einige Router lassen sich nur über die Kommandozeile zur Installation überreden. Leichter geht es per Web-Interface.

Die nahezu funklose Umgebung des Heise-Telefonbuchkellers diente als störungsfreier Testort für die WLAN-Messungen. Wir prüften den Durchsatz sowohl im Nahbereich, also bei direkter Sicht auf das Gerät, als auch durch eine und eine zweite Betonwand.

Die VPN-Leistung der Router haben wir auf einem exklusiven Freifunk-Server

getestet, sodass keine Beeinträchtigungen durch den Verkehr anderer Nutzer entstanden. Unsere Kandidaten rüsteten wir jeweils mit der aktuellen hannoverschen Freifunk-Software (vH14) aus. Als aktuelle beziehungsweise künftig wichtige Protokolle haben wir fastd und WireGuard auf allen Routern getestet. L2TP ließen wir jedoch aus – es läuft im Kernel und hat keine Verschlüsselung, weshalb die Schnittstellen der Router und die verwendete Internetverbindung hier die Limits setzen.

Neben der Bitte der Vereine, etwas zu spenden, ist der Stromverbrauch ein Kostenfaktor: Wir haben alle Router mit den im Paket enthaltenen Netzteilen gemessen.

## Fazit

Das Schlusslicht des Tests nimmt zweifelsohne der Archer C50 ein. Der Preis lockt, doch die aktuelle Software macht

ihn wenig brauchbar – hinzu kommt die knifflige Installation. Ebenso schwer macht es einem die Fritzbox 4040. Doch hat man die Hürde überwunden, ist sie das Flaggschiff, zu dem Freifunk sie bereits erklärt hat.

Der Ubiquiti AC Mesh passt diskret an die Hauswand und liefert gute WLAN-Leistung. Bei größeren Menschenmengen sollte jedoch ein anderer Router den VPN-Dienst übernehmen. Der RE450 ist als kompaktes Steckdosengerät unser Einsteigerfavorit für kleine Installationen.

Die beste Kombination liefert aber der Archer C7: leichte Installation, gute WLAN- und VPN-Leistung, angemessener Preis.

(amo@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Vincent Wiemann, Organspende, TP-Link WR841N: RAM und Flash aufrüsten, c't 14/2018, S. 128

Vereinskarte: [ct.de/yaq3](https://ct.de/yaq3)