
Freifunk

Wie man sich ein stadtweites Internet baut

Martin Hübner, Freifunk Berlin

8. Februar 2024

- Es ist 2003.
- ganz Berlin ist mit schnellem Internet versorgt
- ganz Berlin?
- **Nein!**
- Ein paar Bezirke haben bereits Glasfasertechnik und deshalb kein schnelles Internet.

Häh?

Das "OPAL-Ghetto"

Scherzbegriff aus den 1990er und frühen 2000er Jahren

- **OP**-tische **A**-nschluss **L**-eitung¹
- Bundespost verlegt nach Wende in neuen Bundesländern kombinierte Glasfaser-Kupfer-Netze
- DSL setzt sich als billigere Technik durch, erfordert aber durchgehende Kupferleitungen

⇒ manche Bezirke, wie z.B. Friedrichshain, auf Jahre von schnellerem Internet abgeschnitten

¹https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Optische_Anschlussleitung&oldid=233300507

Was kann man dagegen machen?

WLAN-Technik kommt auf

4

- erste Standards 1997, bzw. 1999²
- zunächst als PCI-Erweiterungskarten

WLAN-Router werden erfunden

- z.B. Linksys WRT54G, ab Dez. 2002 auf Markt³
- 2004 Linksys WRT54G-Firmware muss wegen GPL veröffentlicht werden

⇒ DSL-Internet über WLAN in OPAL-Bezirke bringen

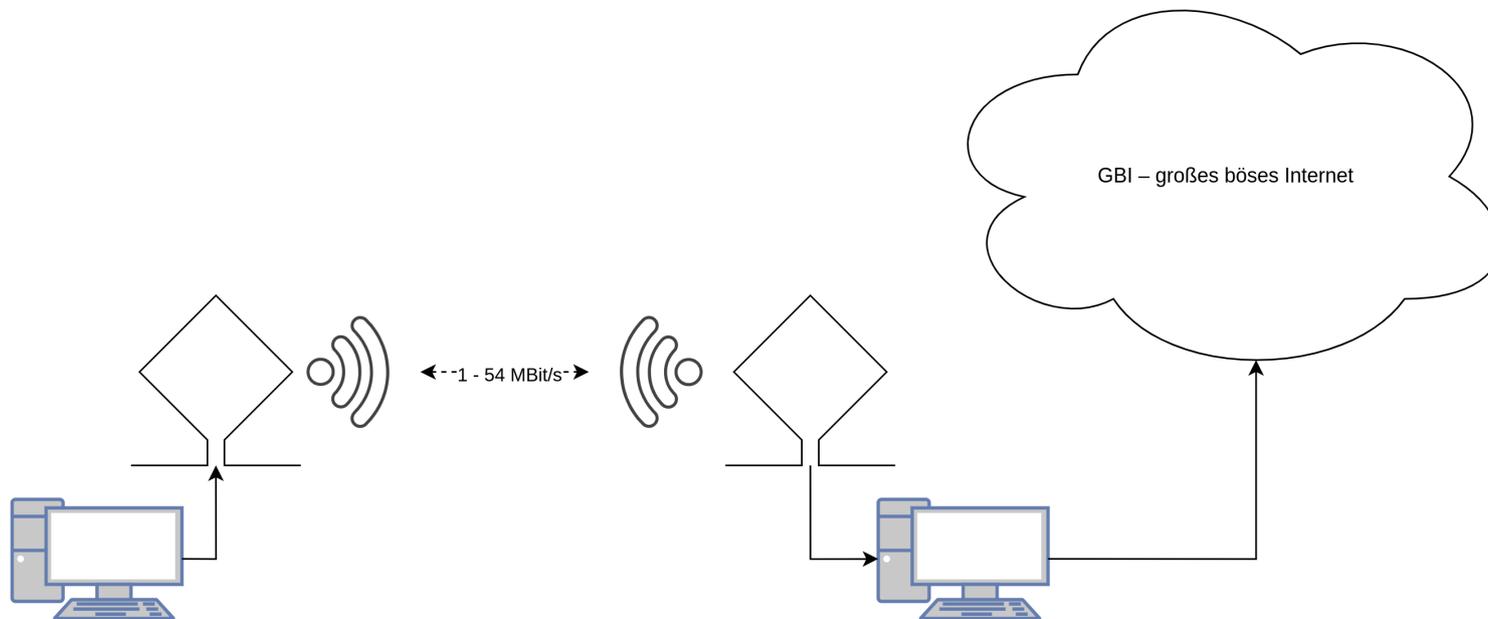


²https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=IEEE_802.11&oldid=240176266#%E2%80%9EBasis%E2%80%9C-Standards_in_zeitlicher_Reihenfolge

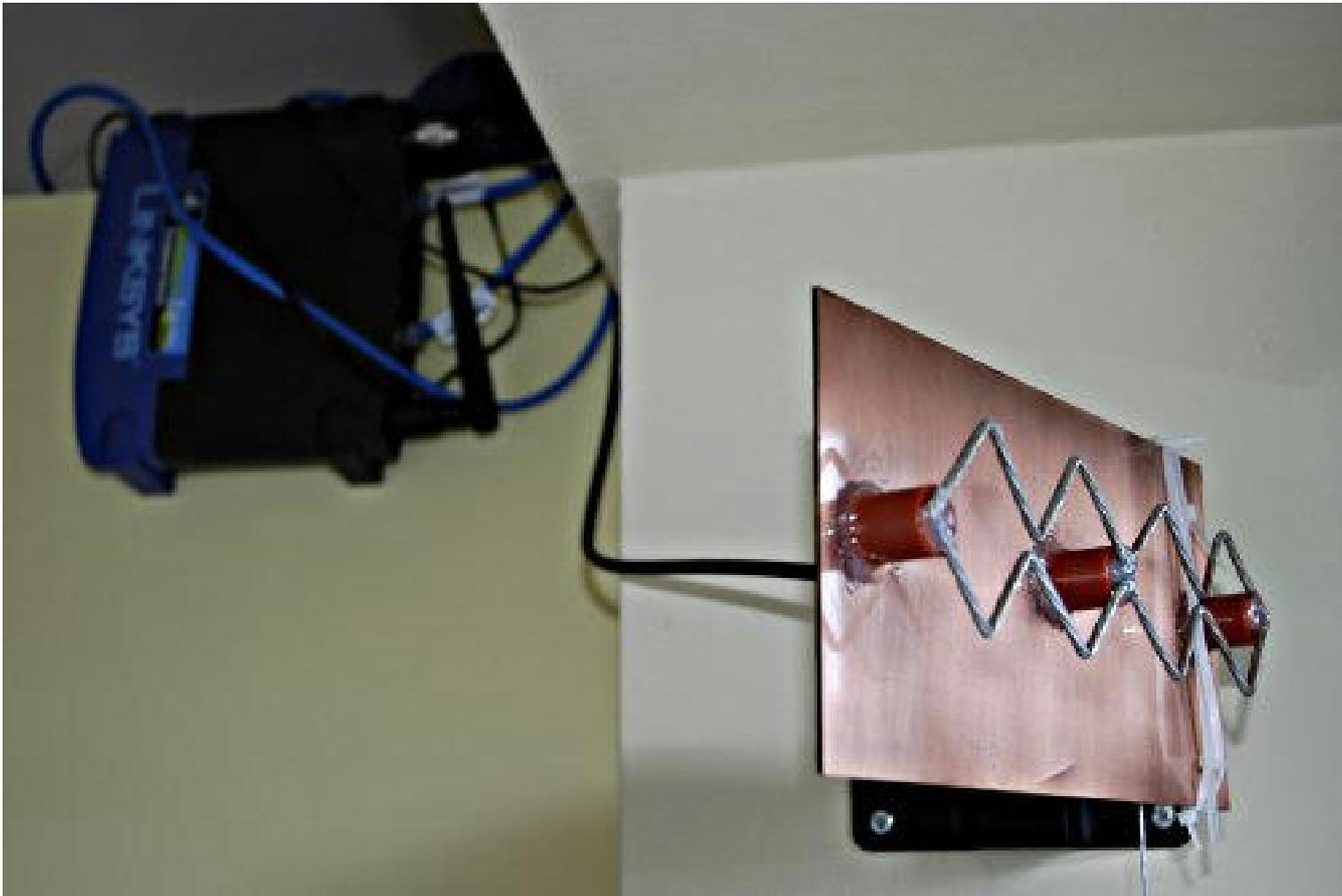
³https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Linksys_WRT54G&oldid=236642086

⁴https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Linksys_WRT54G.jpg

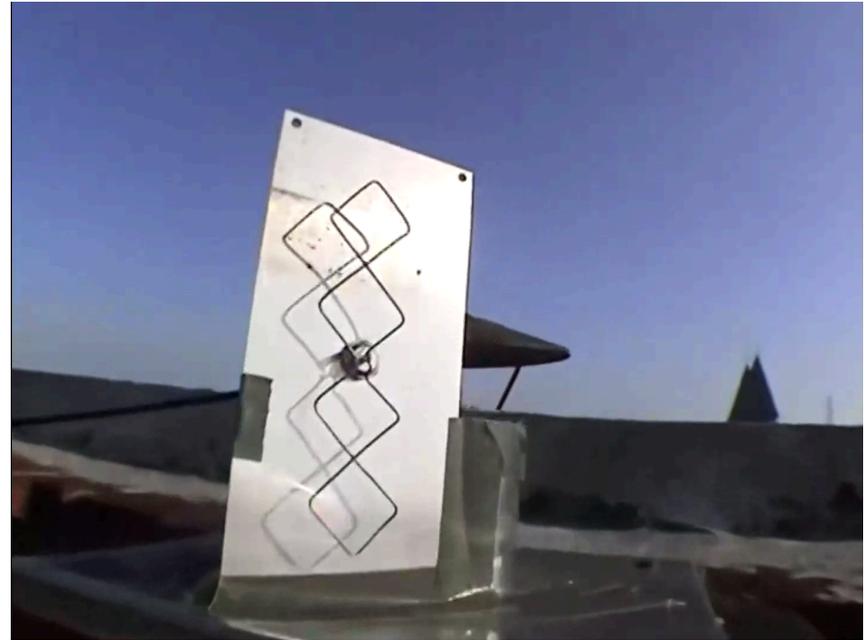
Internet teilen – Prinzipskizze



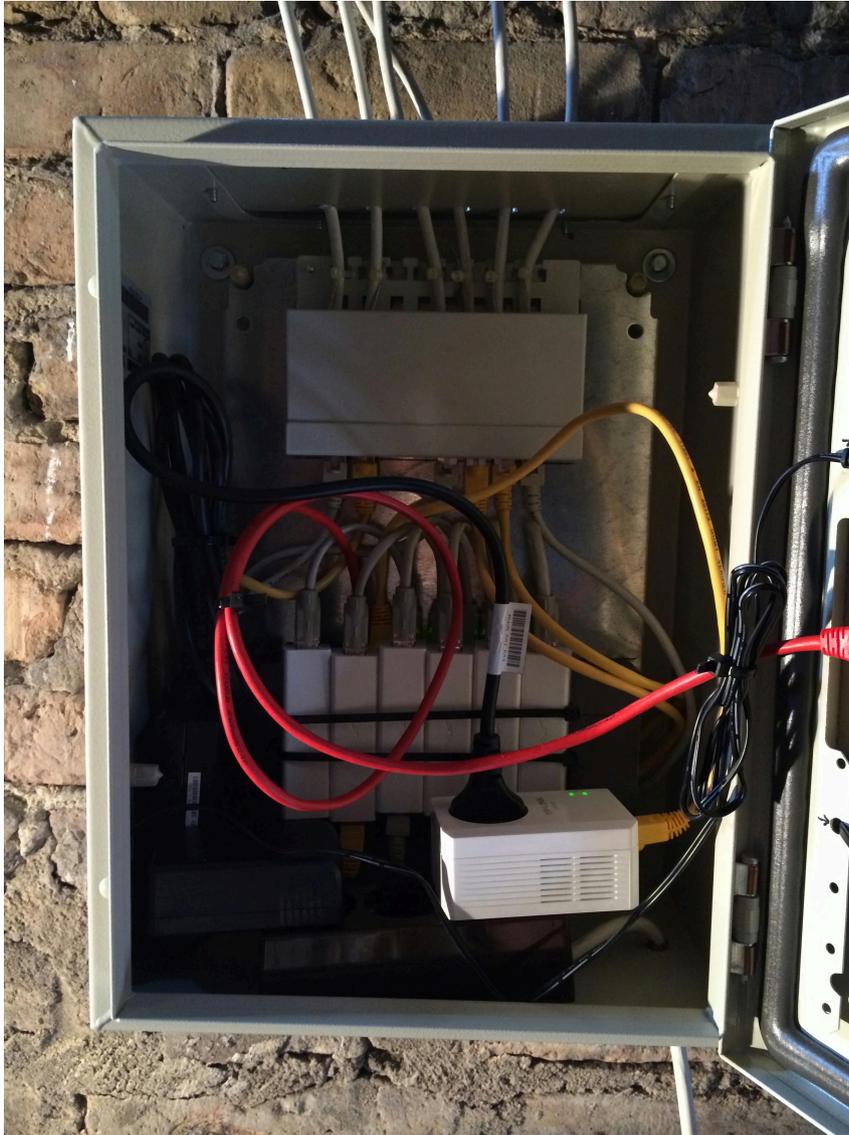
Antennen selber löten



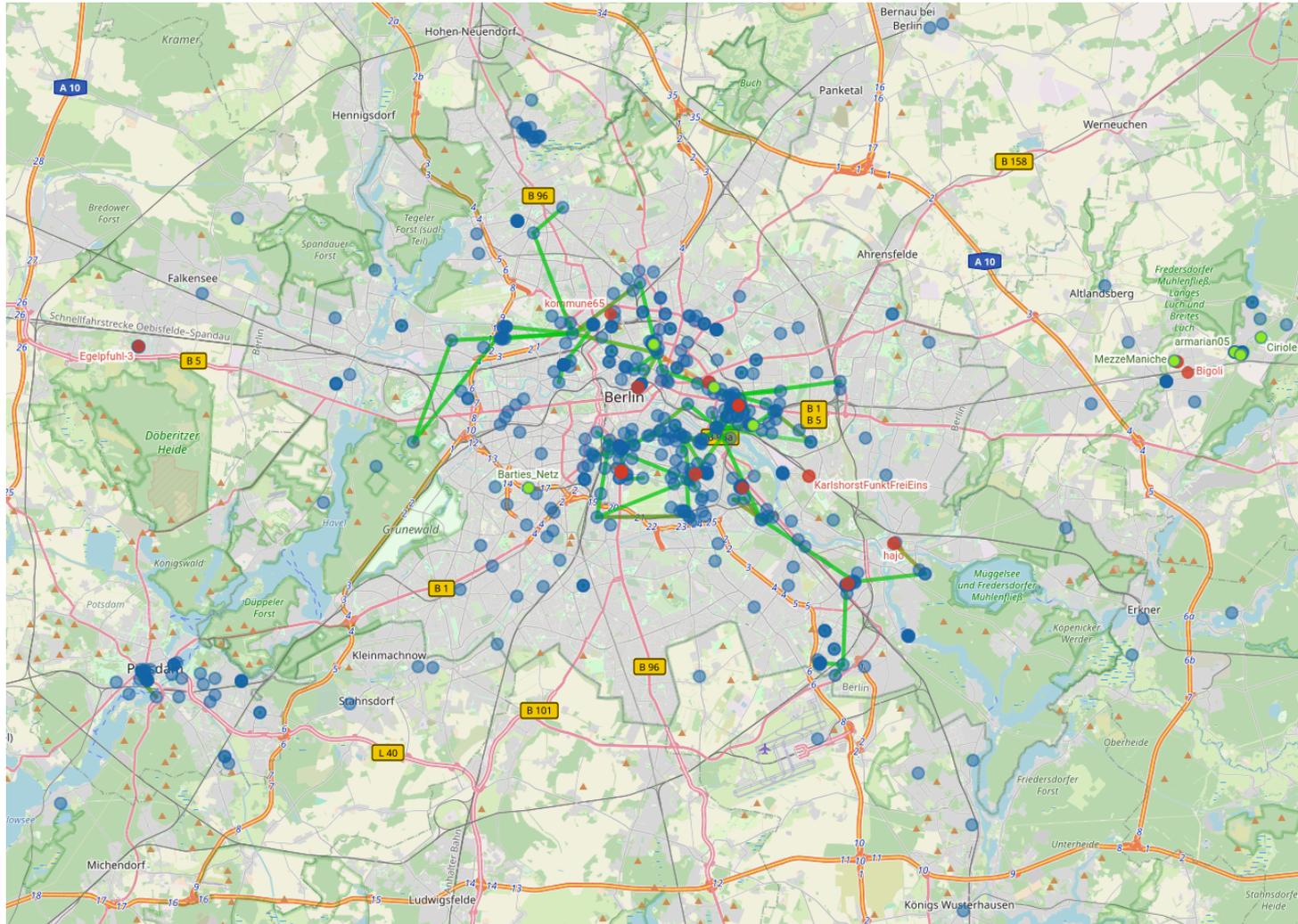
Freifunkinstallation um 2003



Freifunkinstallation heute



Übersicht Berlin



Warum macht man das?

Warum macht ihr das eigentlich?

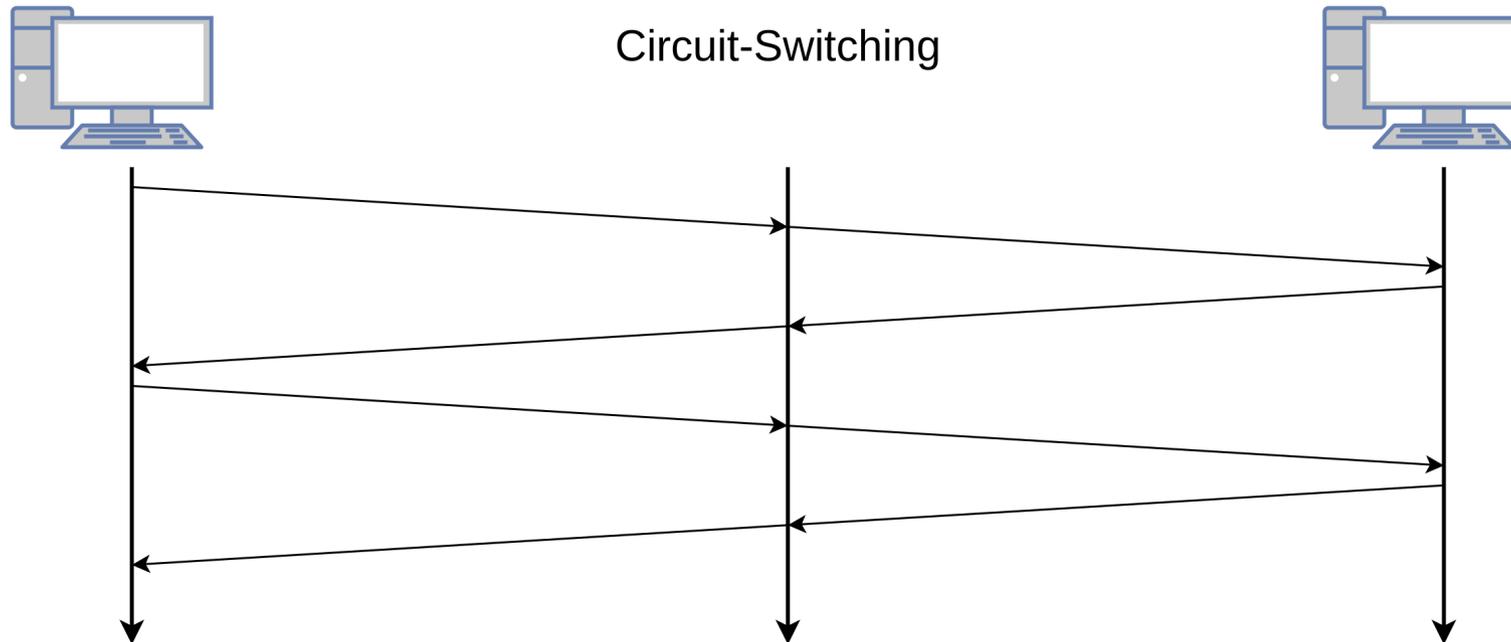
Schnelles Internet ist heute in gesamt Berlin verfügbar. Warum mach ihr heute noch Freifunk?

Weil...

- ... wir finden, dass *freies* Internet für jede Person, gleich welcher Herkunft oder Geschlechts, verfügbar sein sollte!
- ... man dabei viel lernen kann
- ... Telekom-Firmen nur erschließen, was sich wirtschaftlich für sie lohnt.
- ... wir überzeugt sind, dass digitale Kommunikation dezentral sein sollte
- ... es uns Spaß macht

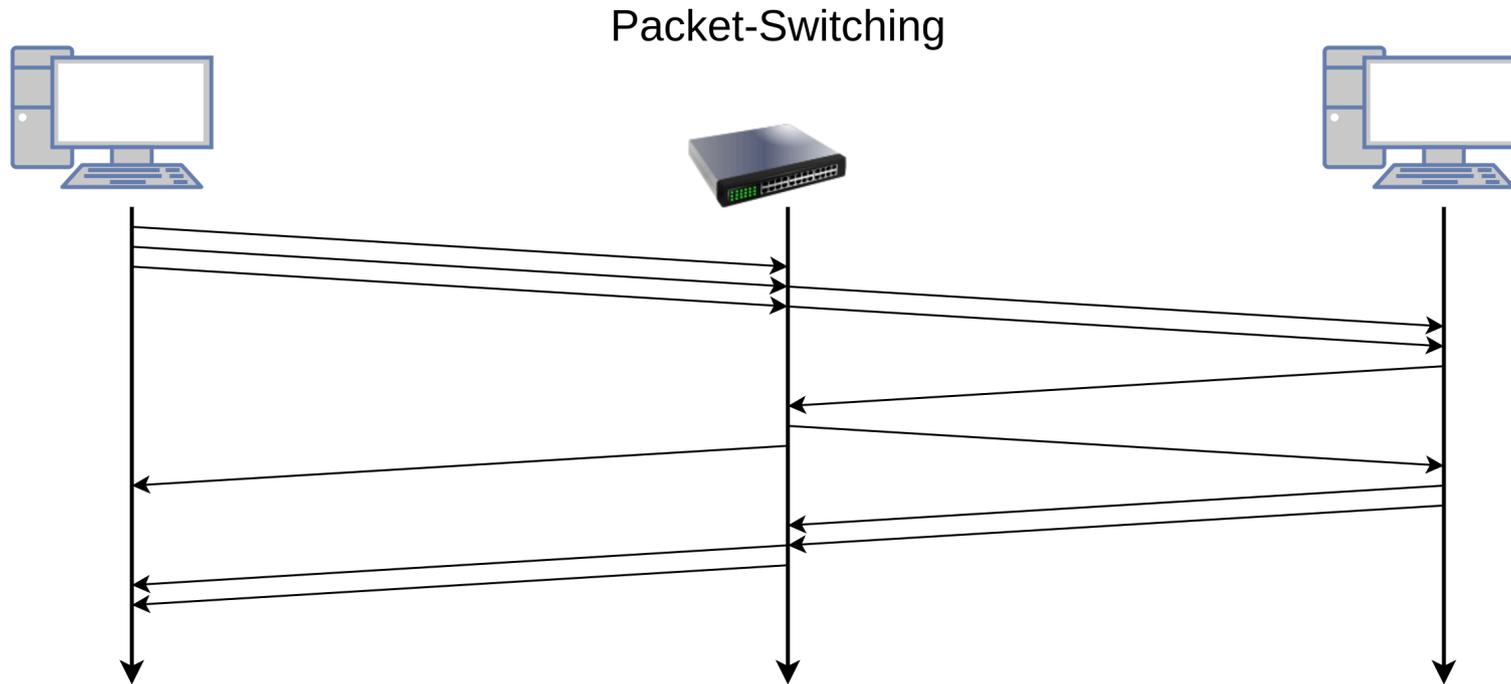
Wie funktioniert das ganze im
Detail?

Packet Switching vs. Circuit Switching



- durchgehende (elektrische) Verbindung zwischen Sender und Empfänger
- Verbindung exklusiv für Stationen → evtl. ineffizient ausgelastet
- nach (langem) Verbindungsaufbau kaum Latenz

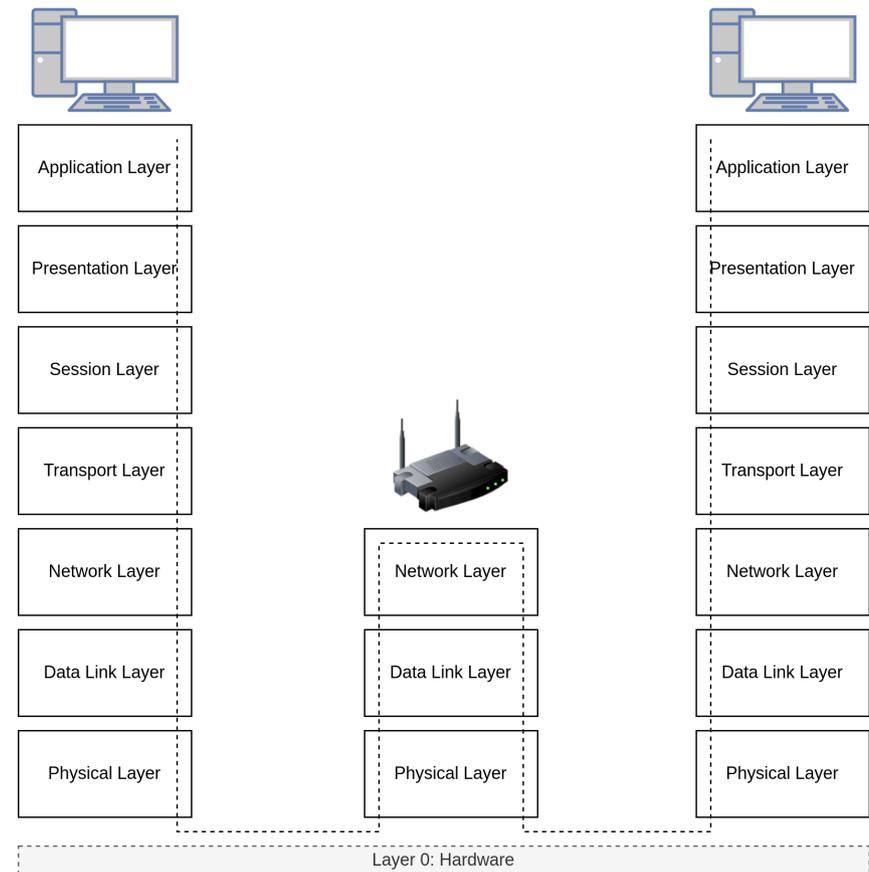
Packet Switching vs. Circuit Switching



- einzelne Verbindungen zwischen Knoten
- keine exklusive physische Verbindung
- kurze Latenz an jedem Knoten summiert sich
- fast keine Latenz bei Beginn einer Verbindung

OSI-Modell

- bisher nur über Hardware gesprochen (“Layer 0”)
- Packet Switching Netzwerk
- Schichten haben best. Aufgaben
- L1: Wie werden Bits übertragen? (Modulation)
- L2: Wann darf auf das Medium zugegriffen werden?
- L3: Welche Wege muss das Paket zum Ziel nehmen?



Layer 1 – Physical Layer

Wie werden Bits übertragen?

- Beschreibung, wie Bits/Bytes in (Funk-) Signale umgesetzt werden
- Modulationsarten sind in WLAN-Standard definiert, u.a.⁸
 - **DBPSK**: Differential Binary Phase Shift Keying
 - **DSSS**: Direct Sequence Spread Spectrum
 - **OFDM**: Orthogonal Frequency Division Multiplexing

⇒ Durch Hersteller/Standards bereits festgelegt

Layer 2 – Data Link Layer

Wann darf auf das Übertragungsmedium zugegriffen werden?

- Verhindert Kollisionen durch gleichzeitiges Senden mehrere Stationen
- Unterschiedliche Ansätze:
 - Koordinierende Station bestimmt Reihenfolge
 - Stationen einigen sich untereinander (CSMA/CA)

⇒ Durch Hersteller/Standards bereits festgelegt

Layer 3 – Network Layer

Welchen Weg soll unser Paket zum Ziel-Host nehmen?

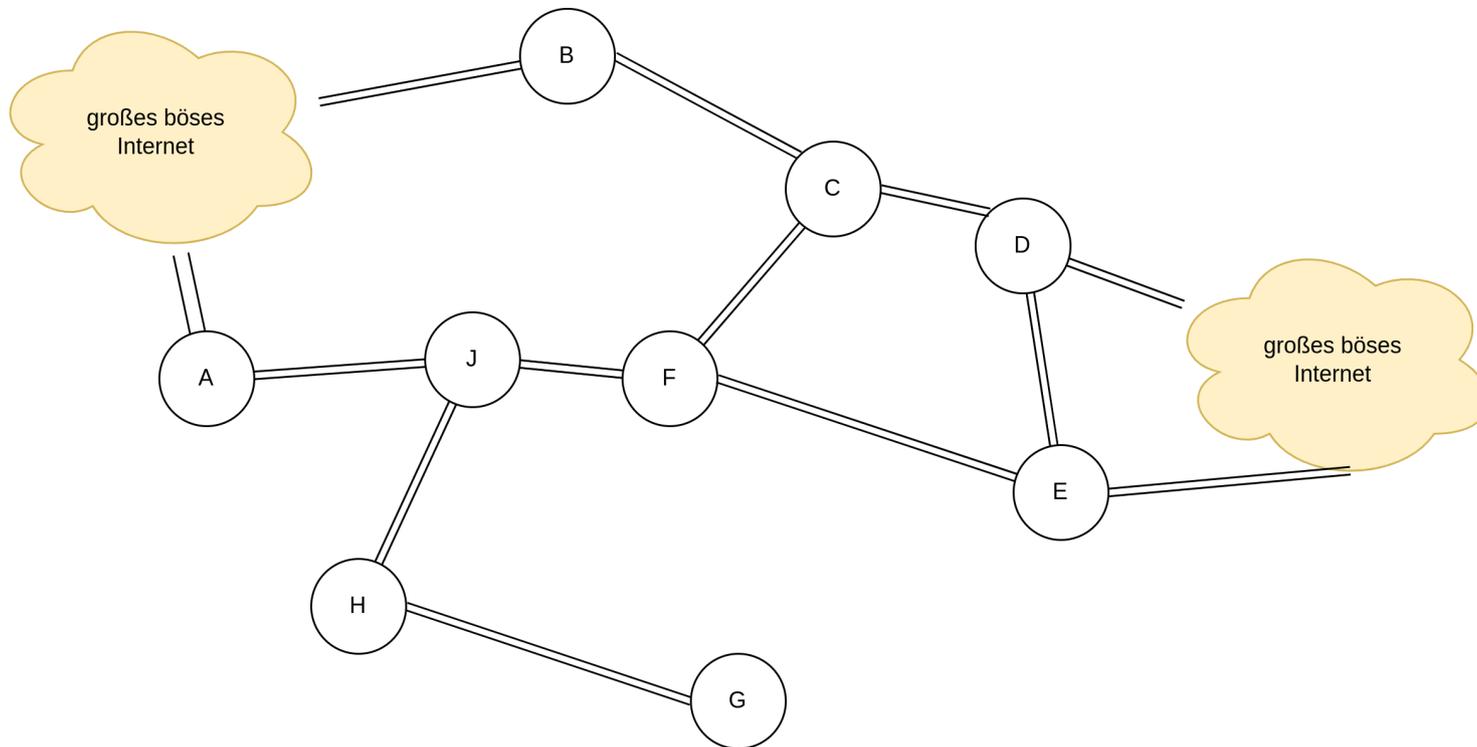
- Findet effiziente Wege durch das Netzwerk
- Legt fest, zu welchem Host ein Paket weitergeleitet wird
 - *Routingprotokoll*

⇒ Zentrale Frage beim Aufbau von Freifunknetzen

- Unterschiedliche Ansätze
 - Link State Protokolle (z.B. OLSR)
 - Distance Vector Protokolle (z.B. AODV, Babel)

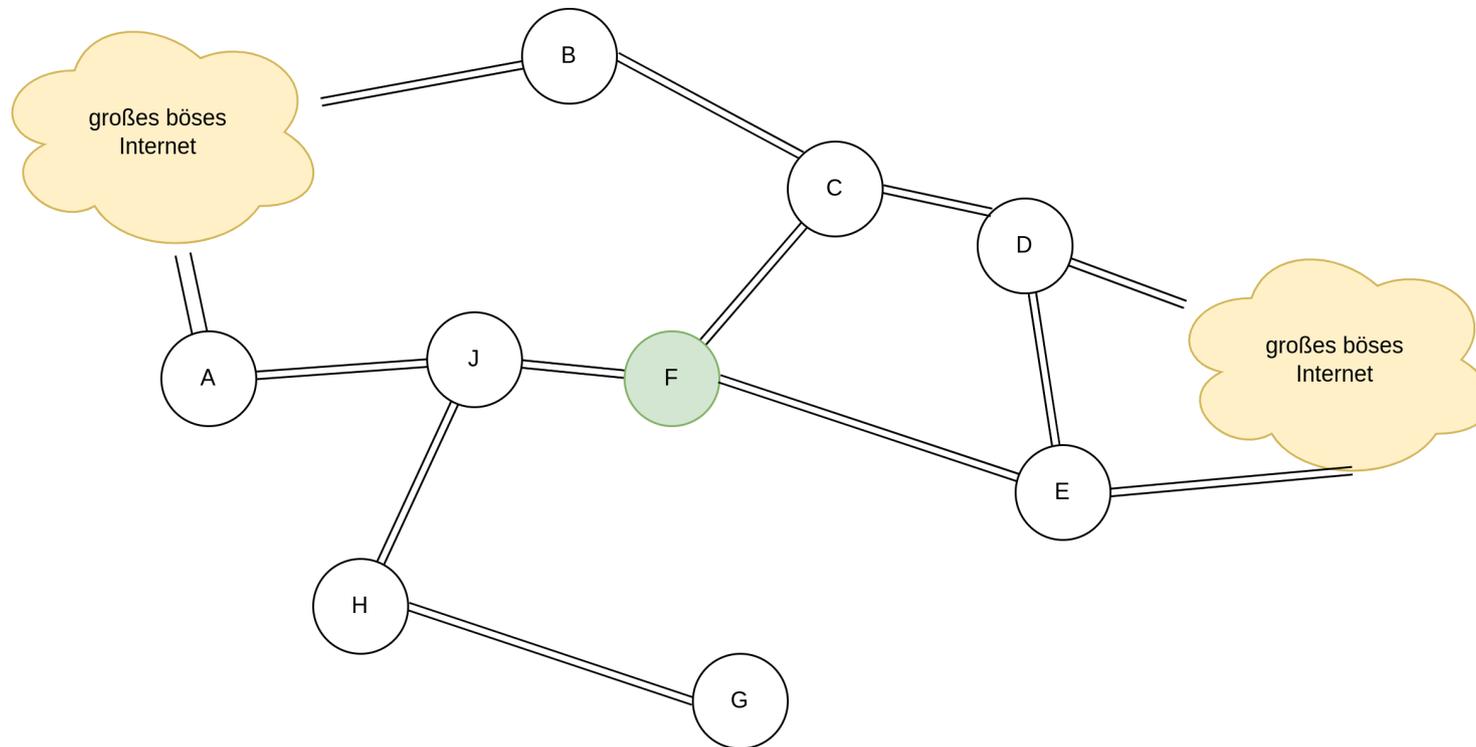
⇒ Routingprotokolle bauen eine Routingtabelle auf

Generisches Routing-Protokoll



Metrik: Hopcount (→ Alle Kanten haben Gewicht 1)

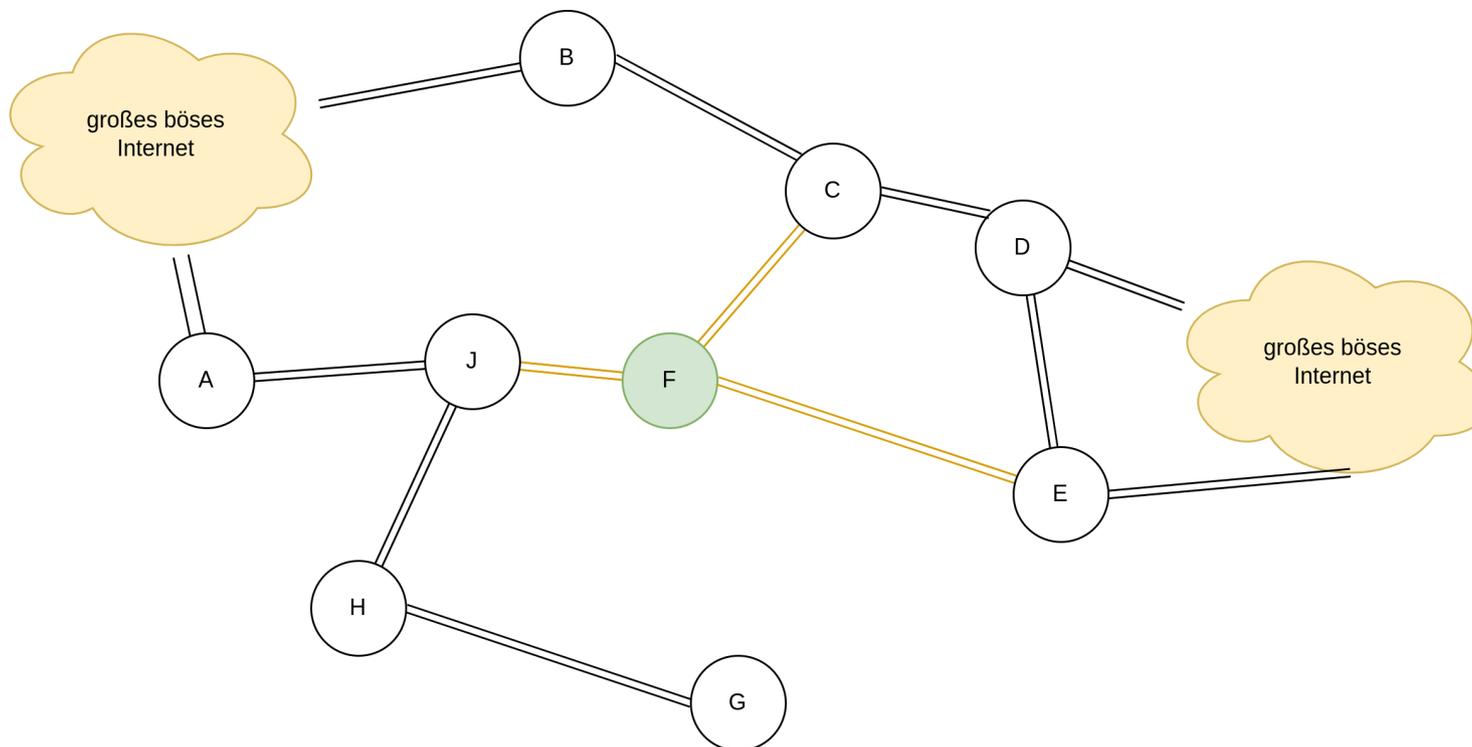
Generisches Routing-Protokoll



Dest	Via	Cost
Internet	-	-
F	F	0

Metrik: Hopcount (→ Alle Kanten haben Gewicht 1)

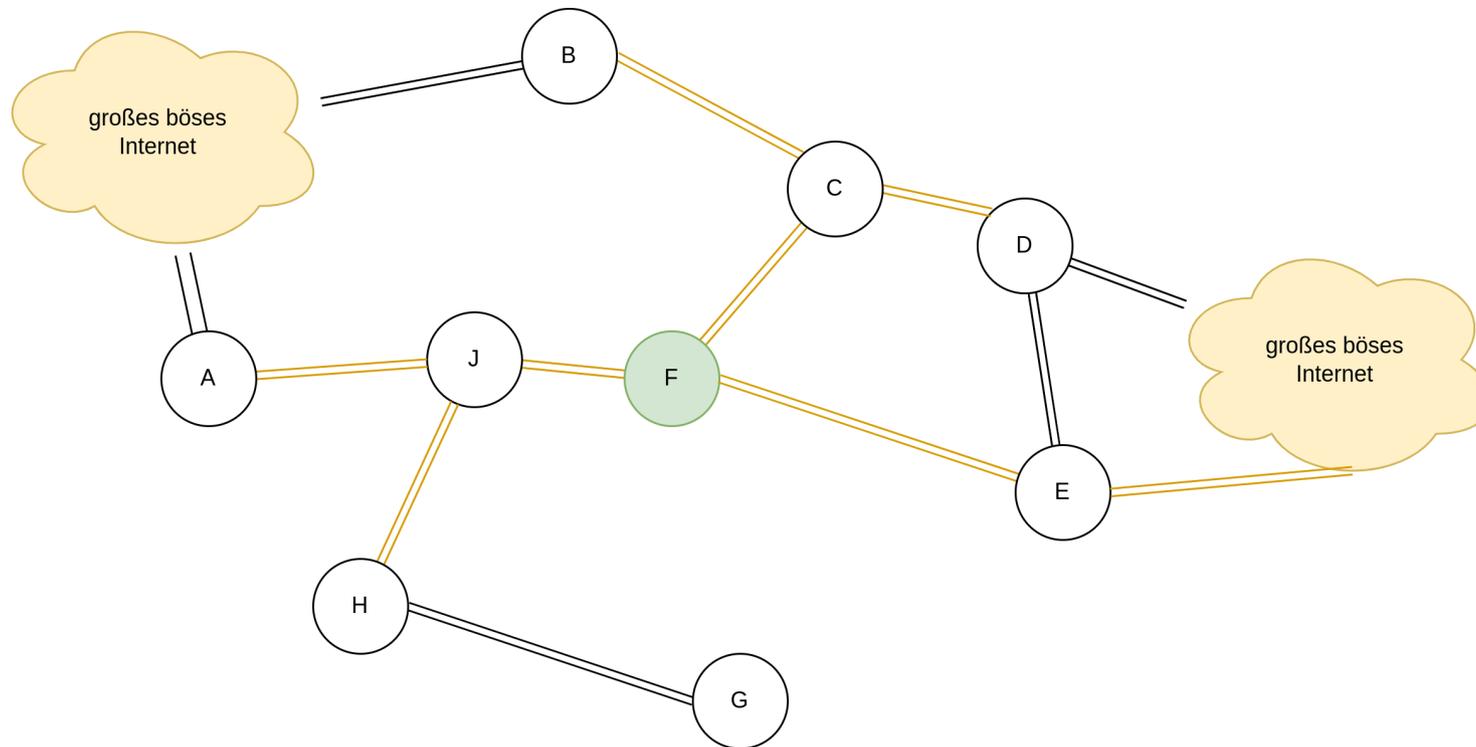
Generisches Routing-Protokoll



Dest	Via	Cost
Internet	-	-
F	F	0
J	F	1
C	F	1
E	F	1

Metrik: Hopcount (→ Alle Kanten haben Gewicht 1)

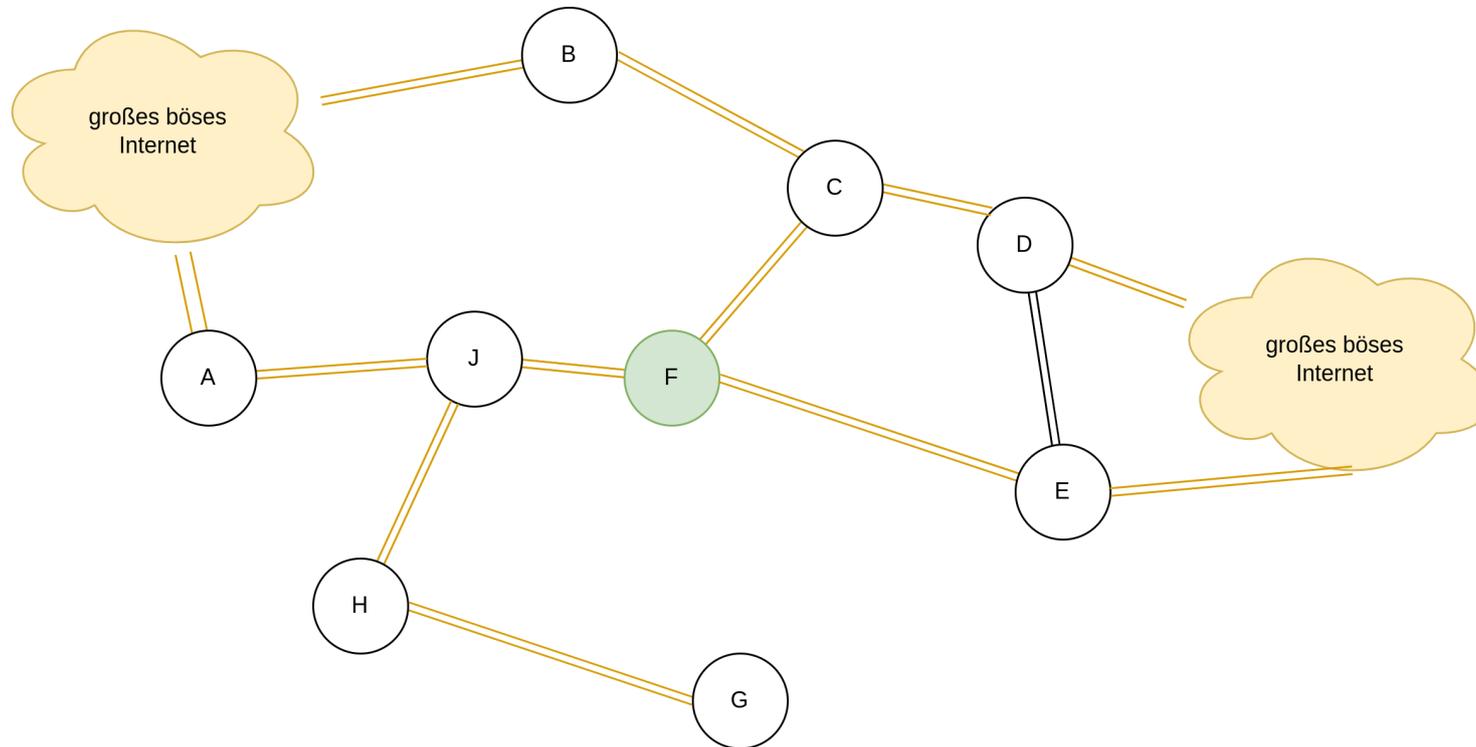
Generisches Routing-Protokoll



Dest	Via	Cost
Internet	E	2
F	F	0
J	F	1
C	F	1
E	F	1
A	J	2
H	J	2
B	C	2
D	C	2

Metrik: Hopcount (→ Alle Kanten haben Gewicht 1)

Generisches Routing-Protokoll



Dest	Via	Cost
Internet	E	2
Internet	J	3
Internet	C	3
F	F	0
J	F	1
C	F	1
E	F	1
A	J	2
H	J	2
B	C	2
D	C	2
G	J	3

Metrik: Hopcount (→ Alle Kanten haben Gewicht 1)

Wie verbindet man sich mit dem FF-Netz

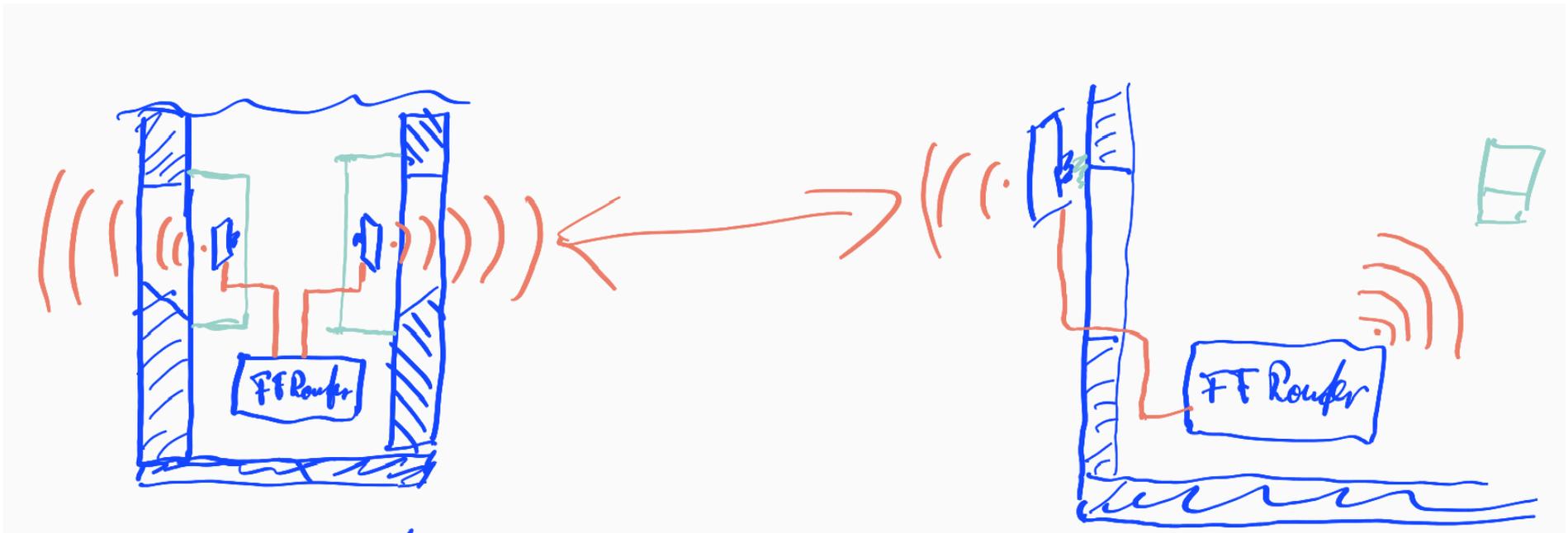
Router flashen

- Router werden mit neuer Firmware ausgestattet
- dadurch oftmals mehr Funktionen möglich, als mit Herstellerfirmware
- *eigene Routingprotokolle installierbar*
- maximale Anpassbarkeit
- alle unterstützten Router (über 2000 Modelle) in OpenWrt



⇒ Bei Interesse, näheres dazu unter <https://berlin.freifunk.net> oder in einem anderen Workshop

Internet für zuhause



Wir bauen ein "Core-Router Setup": Freifunkrouter über Richtfunkstrecke verbinden

Wie macht man das?

Freie Sichtverbindung ohne Hindernisse nötig

1. “Antenne” (i.A. mit Herstellerfirmware) als transparente Layer2-Bridge konfigurieren
 - Ergibt quasi ein “Kabel” durch die Luft
 - Einstellung heißt oft *WDS* oder ähnlich
2. Freifunkrouter mit neuer Firmware flashen
3. Router für Mesh-on-LAN einrichten
4. Antenne auf Gegenstelle richten und mit Freifunkrouter verbinden
 - Router beginnt, sich mit Gegenstelle zu vermeshen

Goal accomplished: Wir haben
Internet übers Freifunk-Backbone.

Wie kommt Freifunk selbst ins
Internet?

Gateways



[Registrierenoder](#) [Anmelden](#)

[Erweiterte Suche](#)
[Legacy Search](#)

Deutsch (Deutsch)

freifunk.net

Unternehmen	freifunk.net
Auch bekannt als	
Vollständiger Name	
Unternehmenswebseite	http://freifunk.net
ASN	44194
IRR as-set/route-set ?	AS-FREIFUNK-BERLIN
Routenserver URL	
Looking-Glass URL	
Network Types	Non-Profit
IPv4-Präfixe ?	10
IPv6-Präfixe ?	20
Verkehrsniveau	100-1000 Mbit/s
Trafficverhältnis	Ausgewogen
Geografischer Geltungsbereich	Europa
Unterstützte Protokolle	<input checked="" type="checkbox"/> Unicast IPv4 <input type="checkbox"/> Multicast <input checked="" type="checkbox"/> IPv6 <input type="checkbox"/> Niemals per Routerserver ?
Zuletzt aktualisiert	2022-07-27T05:34:29Z
Informationen zum öffentlichen Peering aktualisiert	2021-09-16T00:15:47Z
Informationen zur Peering-Lienschaft aktualisiert	2016-03-14T21:50:45Z
Kontaktdaten aktualisiert	2016-03-14T21:36:24Z
Notizen ?	
RIR-Status	ok
RIR-Status aktualisiert	2024-01-24T04:50:42Z

Öffentliche Peering Austauschpunkte

Austauschpunkt A-Z IPv4	ASN IPv6	Geschwindigkeit	RS-Peer
BCIX 193.178.185.82	44194 2001:7f8:19:1::aca2:2	10G	<input checked="" type="checkbox"/>
Community-IX 185.1.74.13	44194 2001:7f8:a5::4:4194:1	10G	<input checked="" type="checkbox"/>
Community-IX 185.1.74.14	44194 2001:7f8:a5::4:4194:2	1G	<input checked="" type="checkbox"/>
Community-IX 185.1.74.23	44194 2001:7f8:a5::4:4194:3	10G	<input checked="" type="checkbox"/>
MegalX Berlin 194.9.117.77	44194 2001:7f8:8:5:0:aca2:0:1	10G	<input checked="" type="checkbox"/>

Verbindungen zu Liegenschaften

Liegenschaft A-Z ASN	Land Stadt
CarrierColo Berlin Luetzow (I/P/B/ site B) 44194	Deutschland Berlin
Speedbone Berlin 44194	Deutschland Berlin

Was machen Gateways?

- Freifunk-Gateways sind Netzübergangsstellen vom Freifunk-Netz ins große böse Internet
- Machen NAT: Von außen nicht nachvollziehbar, von welchem Knoten Traffic kommt
 - Providerprivileg
- Inbound-Filtering: Eingehende Verbindungen aus Internet, ohne Quelle im FF-Netz werden geblockt

Welches Selbstverständnis hat
Freifunk?

Das PPA.

Pico-Peering-Agreement¹⁰. Der “Rahmenvertrag” des Freifunks.

TL;DR:

1. Freier Transit

- (kosten-)freier Transit über eigene freie Netzwerkinfrastruktur
- passierende Daten weder beeinträchtigen, noch verändern

2. Offene Kommunikation

- Alle Infos fürs Verbinden veröffentlichen, unter *freier* Lizenz
- Eigentümer bleibt erreichbar, mindestens E-Mail-Adresse bekanntgeben.

3. Keine Garantie (Haftungsausschluss)

- keinerlei Garantie für die Verfügbarkeit / Qualität des Dienstes.
- keine Verpflichtung des Betreibers, Dienst kann jeder Zeit beschränkt oder eingestellt werden.

4. Nutzungsbestimmungen

- akzeptierbare Benutzungsrichtlinie (use policy) zu formulieren.
- Eigentümer kann Richtlinie selber zu formulieren, so lange diese nicht den Punkten 1 bis 3 widerspricht

¹⁰<https://www.picopeer.net/PPA-de.shtml>

Was bedeutet das PPA für uns?

Schlussfolgerungen aus dem PPA:

- Freifunk modifiziert keinen Traffic
 - keine Vorschaltseiten (nervig und i.a. nicht barrierefrei)
- Netzneutralität: Alle Pakete sind gleich wichtig
- Datensparsamkeit: Freifunk speichert deine Daten *nicht*
 - Verbindungsdaten (MAC, IP, ...) werden nach Verbindungsabbau sofort verworfen

Vorteile...

- dezentrale Kommunikation macht Netz ausfallsicherer
- “Digitales Glas Wasser” für Gäste
- Das Netz bildet Digitales Gemeingut: Jede Betreiber:in besitzt ein Stück
- Vernetzung der Freifunkenden und Unterstützung lokaler Gemeinschaften
- Bei Nutzung eines VPN (Standard in allen Communities), rechtlich unbedenklich

Ist das alles überhaupt sicher?

Ist das denn alles sicher?

Jain! Freifunk ist bewusst als barriere-armes Mitmach-Netz gedacht und gebaut.

- Innerhalb des FF-Netzes keine Firewalls (→ alle Geräte erreichen Alle)
- Zugangs-Wifi unverschlüsselt (kein Passwort)
 - WPA3/OWE neue Möglichkeit
- Routinginfos nicht kryptographisch abgesichert

Aber:

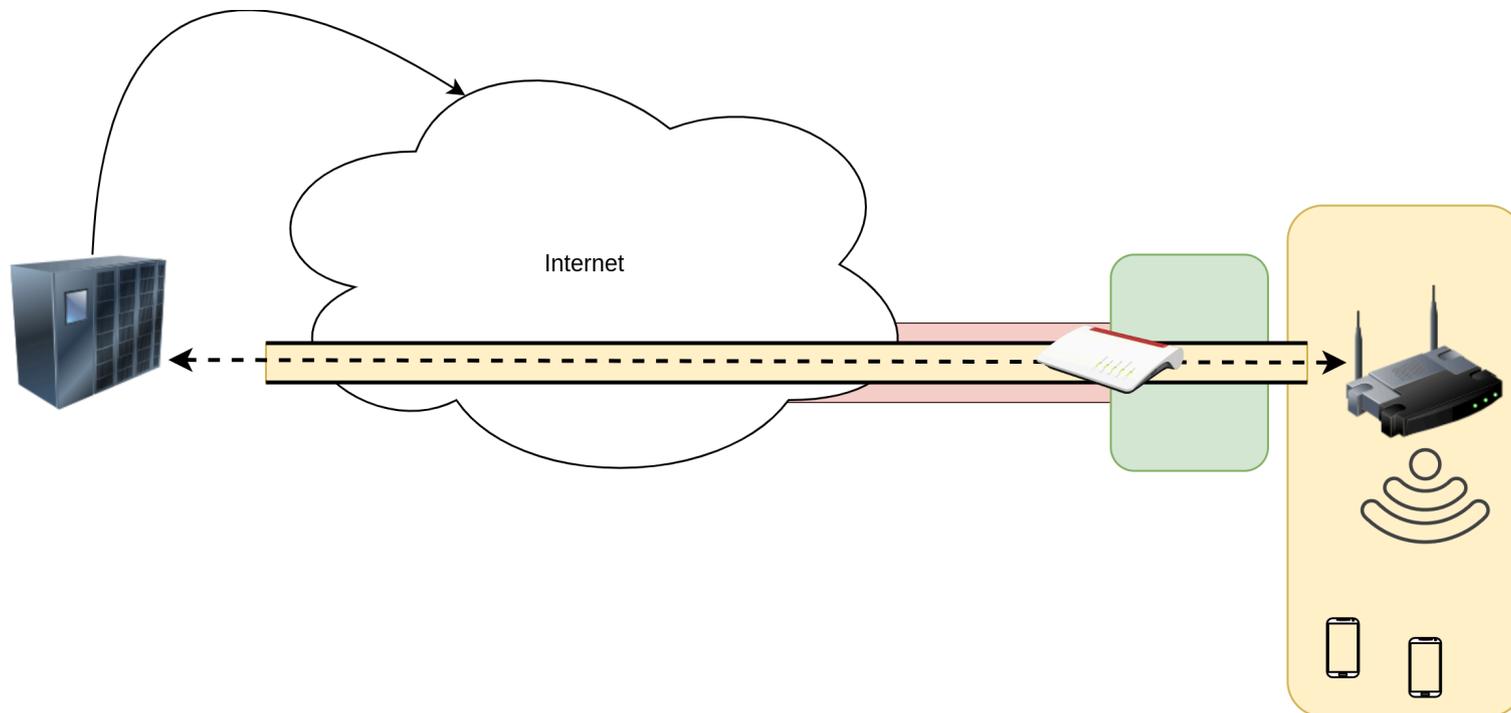
- höhere Layer verschlüsseln Ende-zu-Ende (z.B. https)
- Inbound-Filtering auf eigenem Knoten aktivierbar
- Client-Isolation im lokalen WLAN möglich

⇒ einfacher Zugang, auch für nicht-Informatikis, wichtig

Ich möchte mitmachen, habe aber
keine Sichtverbindung in Backbone.
Was nun?

Ich möchte mitmachen, sehe aber keine Peers

Standard-Setup: Freifunkrouter an Internet-Anschluss teilt Internet



Dienste für den Kiez – Freifunk als nicht-nur-Internet-Provider

Warum Freifunk mehr ist.

Viele Leute missverstehen Freifunk als eine Hotspot-Lösung. Aber Freifunk ist mehr!

Freifunk ist *Selbstmach-Internet*: Biete einen Dienst für dich und deine Mitmenschen an.

- Wetterstation (scherer8.olsr)
- Webcam mit Sonnenuntergang (k12-sunset.olsr)
- Gitea-Service (git.olsr)
- deinen eigenen Blog
- oder eben Internet...

Einfach mal gefahrlos Internet spielen.

Demo

Linksammlung

- Podcast über Freifunk, 2010 https://chaosradio.de/chaosradio_162
- Entstehungsgeschichte von Freifunk https://wiki.freifunk.net/Freie,_offene_Funknetze_im_deutschsprachigen_Raum
- Miniserie über Freifunk, frühe 2000er <https://api.media.freifunk.net/v/wcw-flo-fleissig-erklaert-freifunk-alle-folgen>
- Vorkompilierte Images zum Router-Flashen <https://selector.berlin.freifunk.net>

Platz für deine Fragen:

Wenn es dir gefallen hat, komm zum nächsten Freifunk-Treffen am
Mi, 6. März auf die **c-base** (Nähe Jannowitzbrücke)