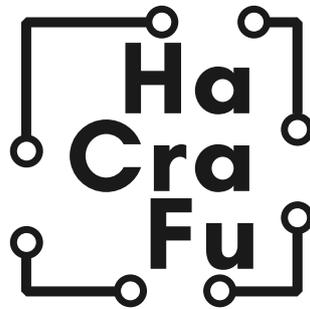


Freifunk im Doppeldorf

Konzept zur Bereitstellung von freiem WLAN an weiteren Standorten in Petershagen Eggersdorf

Hacken Craften Funken e.V.

12. August 2024



Inhaltsverzeichnis

1 Standort Försterpark	5
1.1 Standortanalyse	5
1.2 Funkbedingungen	7
1.3 Stromversorgung	8
1.4 Installation und Inbetriebnahme	13
1.5 Benutzerdokumentation / Haftungsfragen	15
1.6 Budgetplanung	16
1.7 Wartung und Betrieb	17
1.8 Zusammenfassung	17
2 Standort Strandbad	18
2.1 Standortanalyse	18

2.2	Funkbedingungen	19
2.3	Stromversorgung	20
2.4	Installation und Inbetriebnahme	21
2.5	Benutzerdokumentation, Haftung, Budgetplanung, Wartung und Betrieb . . .	21
2.6	Zusammenfassung	22
3	Standort Apothekerteich - Park am Dorfbanger	22
3.1	Standortanalyse	22
3.2	Funkbedingungen	23
3.3	Stromversorgung	23
3.4	Installation und Inbetriebnahme	24
3.5	Benutzerdokumentation, Haftung, Budgetplanung, Wartung und Betrieb . . .	24
3.6	Zusammenfassung	24
4	Standort Eggersdorf am Markt - Rathaus	24
4.1	Standortanalyse	24
4.2	Funkbedingungen, das Rathaus als Herz des Doppeldorf-Backbones	26
4.3	Stromversorgung	27
4.4	Installation und Inbetriebnahme	28
4.5	Benutzerdokumentation / Haftungsfragen	28
4.6	Budgetplanung	28
4.7	Wartung und Betrieb	28
4.8	Zusammenfassung	29
5	Standort Waldsportplatz	29
5.1	Standortanalyse	29
5.2	Funkbedingungen	31
5.3	Installation und Inbetriebnahme	31
5.4	Benutzerdokumentation, Haftung	31
5.5	Wartung und Betrieb	31
5.6	Budgetplanung	32
5.7	Zusammenfassung	32

Präambel

Unser Verein HaCraFu¹ betreibt im Jugendclub jeden Freitag einen Techniktreff. Dieser involviert eine größere Anzahl junger Menschen in technisch-wissenschaftliche und technikethische Fragestellungen. Neben vielen Anderen² ist der Freifunk Vereinszweck:

Stück für Stück arbeiten wir an der Realisierung eines freien, redundanten und die MitbürgerInnen einbeziehenden WLAN-Netzes. Auf größeren Gemeindeveranstaltungen haben wir bereits mehrfach ad hoc-Netzwerke aufgebaut und den Anwesenden Internetzugang geboten.³

Wichtig ist uns die öffentliche Wahrnehmung unserer Gemeinde als modern, digital und vernetzt.

Mit Hilfe von MitbürgerInnen sind schon an vielen Stellen im Doppeldorf feste Installationen entstanden. Diese »Fensterbank-Router« stellen vor Ort per WLAN kostenfreien Internetzugang für jedermann bereit. Die Standorte sind:⁴

Seeschloss am Bötzsee	K.-Liebknecht-Str. E.-dorf(3x)	Lindenstraße (3x)
Stiller Grund	Neue Straße	Fredersdorfer Str.
Fichtenstraße	Havelstraße	Dorfstraße
Gartenstraße	Elbestraße	Wasserstraße
K.-Liebknecht-Str. P.-hagen	Anger (2x, Angerscheune)	



Wohnt man in der Nähe zu solch einem Zugangspunkt, stellt man einen weiteren Router auf seine Fensterbank und das Netz wächst. Auch existieren sog. Linkstrecken, die per Richtfunk größere Distanzen überwinden,⁵ bspw. ist das Dach des ehemaligen Ambulatoriums (Nähe der Feuerwache Eggersdorf) auf diese Weise angebunden.⁶

Das sukzessive Wachstum dieses Netzes zu befördern ist Anlass dieses Konzeptes. Kumuliert mit etwa 150 individuellen Nutzern im Tagesverlauf wird unsere Netz bereits jetzt intensiv

1 Hacken Craften Funken e. V. c/o Silvio Kunze Wasserstr. 14, 15370 Petershagen/Eggersdorf.

2 »... Förderung von Wissenschaft und Forschung, der Jugendhilfe, von Kunst und Kultur, der Bildung, des Amateurfunkens, internationaler Gesinnung, der Toleranz auf allen Gebieten der Kultur und des Völkerverständigungsgedankens...« Vgl. <https://www.hacrafu.de/verein/>.

3 Sattelfest, Weihnachtsmarkt, S5-Aktion u.v.m. Vgl. <https://www.hacrafu.de/blog>.

4 Sinnvollerweise begleiten wir unsere Installationen mit Werbemitteln, auf denen ein QR-Einwahlcode die »Anmeldung« vereinfacht. In der Nähe eines Accespoints reduziert er den Aufwand auf 1 x scannen und bestätigen. Er findet sich im aktuellen Flyer zum Dorffangerfest. Vgl. https://doppeldorf.de/fileadmin/user_upload/aktuelles/Kultur/2024-09-08_Flyer_Dorffangerfest_2024.pdf.

5 Momentan funken wir über bis zu 350m, 10km sind technisch möglich.

6 Aus diesen Linkstrecken soll ein sog. Backbone wachsen, das Breitband-Internet an abgelegenen Orten verfügbar macht, indem auf hohen Gebäuden Sektorantennen bereitstehen.

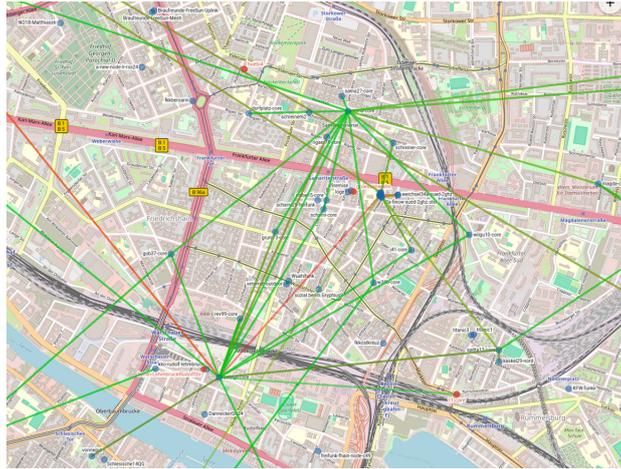


Abbildung 1: Mesh-Netzwerk Beispiel Berlin-Friedrichshain. Viele Standorte sind untereinander vernetzt. Jede/-r Bürger/-in der einen der Standorte in Sichtweite hat, kann Netzteilnehmer werden.

genutzt. Der Charme unseres Mesh-Netzwerk-Ansatzes⁷ ist aber gerade nicht das Aufstellen von möglichst vielen statischen Accesspoints, sondern die Vernetzung über Linkstrecken bzw. Richtfunkverbindungen. So kann unkompliziert Internetzugang in jedem Winkel der Gemeinde hergestellt werden, solange eine Sichtverbindung mit bestehenden Installationen besteht. Hat sich ein Endgerät einmal mit einem unserer Accesspoints verbunden besteht automatisch auch Konnektivität an jedem anderen Freifunk-Standort im Gemeindegebiet.

Mit großem Interesse haben wir Freizeitstättenkonzept der Gemeinde⁸ wahrgenommen. Wir wissen auch um die Studie der Gemeinde zur Versorgung mit öffentlichem WLAN im Rahmen der Initiative Wifi4EU und die Problematik der Finanzierung der Netzanbindung.⁹ Gern würden wir an allen relevanten Freizeitstätten kostenlosen Internetzugang per WLAN für alle BürgerInnen schaffen.¹⁰ Personell sind wir aber durch die Einbindung in die Jugendarbeit bei

7 Freifunk ist damit faktisch die offene, frei eund öffentliche Variante des in Endnutzeranwendungen recht neuen Mesh-WLAN-Technik. Vgl. hierzu <https://de.wikipedia.org/wiki/Mesh-WLAN> .

8 Von der Gemeindevertretung am 16.05.2024 mehrheitlich beschlossen, vgl. <https://sessionnet.krz.de/petershagen-eggersdorf/bi/getfile.asp?id=40822&type=do> . Alle in vorliegendem Konzept angedachten weiteren Standorte, an denen freie Internetzugänge entstehen sollen, finden sich im Freizeitkonzept als Spielplatz, Treffpunkt, Naturraum oder Sport- bzw. Kulturstätte.

9 Vgl. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/de/activities/wifi4eu> ; Unseres Wissens nach scheiterte die Umsetzung nach Abdeckungsmessung und Standortanalyse an den Fördererfordernissen der Anbindung der Accesspoints (kostenintensive Erdarbeiten des Breitbandausbaus). Vgl. https://sessionnet.krz.de/petershagen-eggersdorf/bi/to0050.asp?__ktonr=3524 mit der Stellungnahme des damaligen Bürgermeisters.

10 Es hat sich gezeigt, dass eine aktive Bewerbung zeitnah für großen Zuspruch zum kostenfreien Internetzugang führt. Hierfür haben sich Aufsteller / Aushänge mit QR-Codes und Bewerbung in den verschiedenen Kanälen (Website, Facebook, Instagram usw.) bewährt. Vgl. dazu z. B. den Flyer zum Dorffangerfest 2024, https://doppeldorf.de/fileadmin/user_upload/aktuelles/Kultur/2024-09-

weitem nicht in der Lage, in kurzen Fristen eine vollständige Netzabdeckung im Gemeindegebiet zu erreichen. Gleichwohl wollen wir gern unseren Beitrag leisten und den Netzausbau mit Leuchtturmprojekten Stück für Stück vorantreiben.

Für einige weitere Standorte benötigen wir nun Hilfe bzw. eine Billigung/Genehmigung seitens der Gemeinde bzw. des Bürgermeisters:

1 Standort Försterpark

1.1 Standortanalyse

1.1.1 Geografische Lage und Gelände

Der Försterpark liegt in der Gemeinde Petershagen-Eggersdorf und erstreckt sich über eine Nord-Süd-Ausdehnung von etwa 50 Metern und eine Ost-West-Ausdehnung von etwa 60 Metern im begehbaren Parkbereich. Die Parklandschaft ist mit reicher Rondellbepflanzung (Kräuter- und Apothekergarten) einladend gestaltet. Zahlreiche Sitzmöglichkeiten, einige Bäume und ein bepflanztes Rückzugskarré schaffen eine angenehme Atmosphäre, die Besucher aller Altersgruppen zum Verweilen und Entspannen einlädt. Die Bepflanzung, einschließlich der Hecken und Bäume, sowie das Fehlen von Erdwällen oder anderen Hindernissen stört die WLAN-Abdeckung – wie Messungen gezeigt haben –¹¹ im Park kaum, was der Eignung des Standorts als WLAN-Hotspot zuträglich ist.

1.1.2 Zugänglichkeit, Besucher und Besucherfrequenz

Der Park ist gut zugänglich und leicht erreichbar. Direkt am Parkgelände befindet sich die Kita Burattino mit einem eigenen Parkzugang. Wege führen vom Park zum verkehrsberuhigten Ortskern »Am Markt« mit seinem reichen Nahversorgungsangebot,¹² zur Gartenstraße (Weg zur S-Bahn) und zur Bahnhofstraße (Bushaltestelle). Nicht nur diese günstige Verkerssituation und die Nähe zu wichtigen Einrichtungen machen den Försterpark zu einem *zentralen Treffpunkt* im Ortsteil Eggersdorf. Sinnfällig weist ihn auch das Freizeitstättenkonzept als solchen aus.¹³ Er zieht als kleine grüne Oase Besucher zu verschiedenen Tageszeiten an, darunter Familien, Senioren, Jugendliche und Erwachsene, die die Annehmlichkeiten des Parks nutzen, sich entspannen, spazierengehen oder spielen. Zu »Stoßzeiten« sind etwa 30 Personen gleichzeitig im Park anzutreffen, selten weniger als 5.

o8_Flyer_Dorfangerfest_2024.pdf .

11 Siehe I.4.1 unten.

12 Vgl. Abschnitt 4.1 unten.

13 Vgl. Freizeitstättenkonzept (Fußnote 8), S. 77.

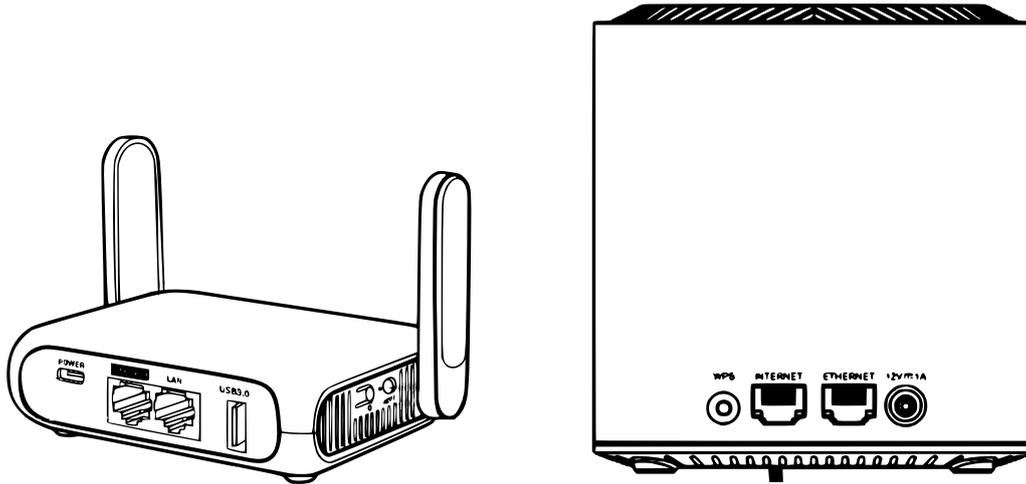


Abbildung 2: Die beiden möglichen WiFi6-Routertypen, GL-inet MT3000 (links) und D.Link COVR1860 (rechts)

1.1.3 Hardware-Anforderungen

1. Zentraler Accesspoint mit hoher Reichweite und guter Signalstärke, d.h. gute Abdeckung im gesamten Park.
2. Dimensionierung der WLAN-Hardware entsprechend der Besucherfrequenz im Park, insbesondere zu Stoßzeiten, d.h. für mind. 60 Clients sollte der Zugang möglich sein.
3. Wetterfestigkeit gemäß IP67 (Witterungsbedingungen im Freien)
4. Widerständigkeit gegen Vandalismus
5. Geringer Stromverbrauch, auch per Adaption der Sendeleistung.¹⁴

Die Auswertung dieses Pflichtenhefts legt die Nutzung aktueller WLAN-Technik nahe, d.h. WiFi6 (802.11ax).¹⁵ Erfahrungen von den Installationen auf dem Sattelfest 2024 und der Installation an der Angerscheune sprechen für die Verwendung eines GL.inet MT3000, erschie-

¹⁴ Ressourcenschonender Umgang mit Elektrizität ist wirtschaftlich wie ökologisch sinnvoll. Eine Reduktion der Sendeleistung bei Nichtbenutzung ist im WiFi6-Standard bereits in Teilen implementiert. Anstehende Verbesserungen wie z. B. die kontinuierliche Anpassung der Sendeleistung an den niedrigstmöglichen Wert ohne Verlust an Datendurchsatz (wie im MPI-Projekt »Supraconex« in der Entwicklung befindlich) kann – insbesondere auf OPENWRT-Geräten, deren quellenoffene Software kontinuierlich weiterentwickelt wird – zehntausendmal per Software nachgerüstet werden. Vgl. hierzu <https://supraconex.de> und die rege Folge von Updates und Verbesserungen unter <https://openwrt.org/about/history>.

¹⁵ Die Vorteile von 802.11ax (2019/2023) gegenüber älteren WLAN-Standards sind mannigfaltig:

- Höhere Datenübertragungsraten: WiFi 6 bietet erheblich höhere Übertragungsraten im Vergleich zu früheren WLAN-Standards, d.h. schnellere Downloads, Nutzung mehrerer Geräte gleichzeitig.
- Verbesserte Effizienz: WiFi 6 ist effizienter in der Nutzung des verfügbaren Spektrums. Die Netzwerkkapazität wird optimiert, Engpässe sind in stark frequentierten Umgebungen minimiert.

nen QI/2023 oder einem D-Link COVR 1860 erschienen QI/2022, je in einem vom Verein zu fertigenden Outdoor-Gehäuse. Beide Router sind in ausreichender Stückzahl im Bestand des HaCraFu vorhanden und gut erprobt.

1.1.4 Netzzugang/ Konnektivität

Der WLAN-Hotspot im Försterpark soll über Mesh-Technologie (Freifunk) mit dem Internet verbunden werden. Wie oben beschrieben, ist Freifunk von der Idee des Mitmachens und Selbermachens getragen. Entsprechend ist es unsererseits zwar gern gesehen, wenn die Gemeinde Uplinks zur Verfügung stellt. Gleichwohl kann der Försterpark durch bestehende Infrastruktur kostenneutral mit Internet-Konnektivität versorgt werden. Hierzu ist eine Funkverbindung durch die »Schlucht« der Gartenstraße herzustellen. An der südlich des Parks gelegenen Kreuzung von Gartenstraße und Feldstraße ist nämlich bereits eine WLAN-Installation mit einem Uplink von 200Mbit/s aktiv.

1.2 Funkbedingungen

Von einer »Schlucht« zu sprechen, hat triftige Gründe: In der Gartenstraße müssen die Funk-signale ohne Beeinträchtigungen durch einen schmalen Spalt gesendet werden. Die volle Leistungs-fähigkeit dieser Funkverbindung ist nur gegeben, wenn die Fresnelzone¹⁶ weder von der Straßendecke, noch vom Blattwerk der Straßenbäume beeinträchtigt wird.

-
- Unterstützung von Mehrkanal-Funktionen: WiFi 6 kann mehrere Kanäle gleichzeitig nutzen, um Daten an mehrere Geräte zu übertragen. Nützlich ist das in Umgebungen mit vielen Nutzern.
 - MU-MIMO (Multi-User, Multiple-Input, Multiple-Output): Daten werden gleichzeitig an mehrere Geräte gesendet, anstatt nacheinander. Wartezeiten für die Nutzer reduzieren sich.
 - Beamforming: WiFi 6 kann das WLAN-Signal gezielt auf die verbundene Geräte ausrichten. Dadurch wird die Signalstärke und -qualität verbessert, was zu einer zuverlässigeren Verbindung führt.

16 Die Fresnelzone ist ein elliptisch geformter Bereich um die direkte Sichtlinie einer Funkverbindung. Reflexionen an Hindernissen innerhalb dieser Zone können das Nutzsignal schwächen oder verfälschen. Der Radius der Fresnelzone ist von der Länge der Funkstrecke und der Frequenz abhängig. Seine maximale Ausdehnung (genau in der Mitte zwischen Sender und Empfänger) kann mit folgender Näherungsformel berechnet werden: $r = 8,657 \cdot \sqrt{\frac{D}{f}}$ wobei

r : maximaler Radius der Fresnelzone in der Mitte (in Metern);

D : Entfernung zwischen den beiden Antennen (in Kilometern).

f : Frequenz in Gigahertz (GHz).

Der Faktor 8,657 basiert auf zugrundeliegenden Formeln und der Umrechnung für Kilometer und Gigahertz.

Sie hat für 5 Ghz WLAN über 134m einen Radius von etwa 80cm:

$$8,657 \cdot \sqrt{\frac{0,134}{5}} \approx 77cm.$$

Mit Blick auf wechselnden Bewuchs und andere Hindernisse ist die Anbringung der Router bei etwa in 1,70m über Straßenniveau sinnvoll. So gelingt es, dass die Mesh-Verbindung eine stabile und performante Internetanbindung für den WLAN-Accesspoint im Park herstellt. Ein Probebetrieb ist bereits erfolgt.¹⁷

In der obersten Etage des Wohnhauses, das in Richtung »Am Markt« an den Försterpark grenzt, ist schon ein Accesspoint aktiv, leider nur mit wenig Bandbreite (5MBit/s, via WLAN-Mesh). Für eine redundante Anbindung mit weiteren Uplinks (Rathaus? Bibliothek? MitbürgerInnen am Markt?) bestehen Vorüberlegungen, siehe Abschnitt 4.

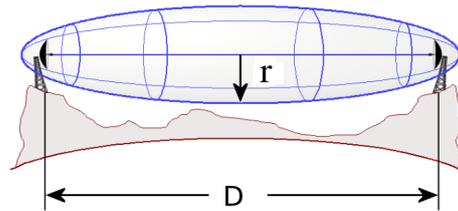


Abbildung 3: Fresnelzonenradius r einer Funkverbindung über die Distanz D.

1.3 Stromversorgung

1.3.1 Szenario I: Lokale Stromversorgung aus dem Laternenstrom

Sowohl die Laternen am Standort im Park als auch die Laterne der angedachten Gegenstelle Feldstraße/Gartenstraße könnten Betriebsstrom für die Router liefern. Es ist aber fraglich, ob dieser gantztägig verfügbar ist. Im Fall der Nutzung wäre über die mit der Straßenbeleuchtung befassten Stellen der Gemeinde zuerst zu klären, ob dieser Strom zentral über ein Schütz gesteuert wird (also gar nicht 24/7 Spannung anliegt) oder jederzeit Strom verfügbar ist. Ein weiteres Problem stellt die Zulässigkeit der Entnahme dar: Es ist zu prüfen ob das Ansinnen, aus den Laternenanlagen Niedrigspannung auszuleiten, mit deren technischen Zulassungen vereinbar ist. Nicht zuletzt sind die Stromkosten in den Blick zu nehmen: Es steht eine Stromentnahme je Standort von 30-50kWh im Jahr in Rede, also 3-6 Watt Dauerverbrauch je Accesspoint, der sich über das Jahr summiert..

1.3.2 Szenario II: Autarke Energieversorgung mit Solarstrom

Es gibt aber eine Lösung ohne Kosten und Aufwände für die Gemeinde: Mit kleinen Solarpanelen, intelligenter Solarpanel- und Batterieladeelektronik und Batterien ist möglich, die WLAN-Router ohne Stromversorgung durch die Laterne zu betreiben. Wir haben diese

¹⁷ Vgl. 1.4.1 unten.

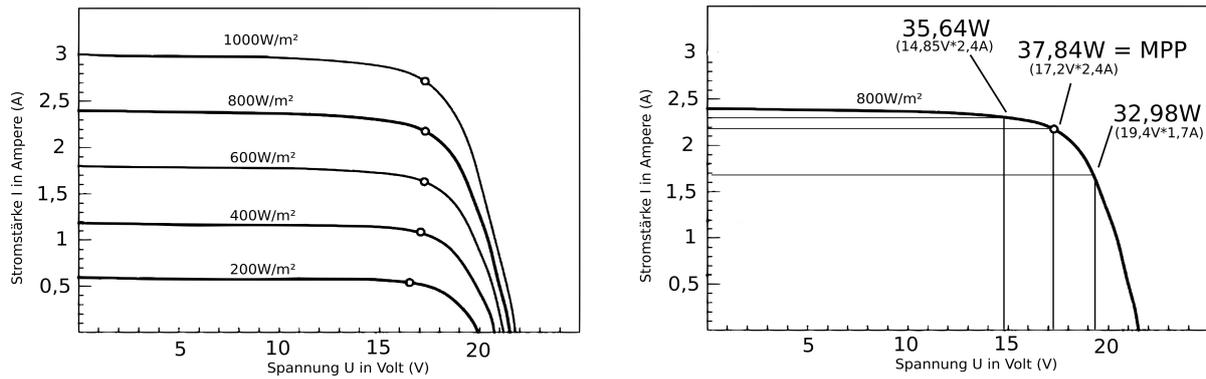


Abbildung 4: Kennlinien eines 50W-Solarpanels bei verschiedenen Sonnenintensitäten (links) und Maximum Power Point (MPP) und zwei weitere, weniger günstige Betriebsmodi bei einer Einstrahlung von 800W/m^2 (rechts).

Technik auf dem Sattelfest eingehend getestet¹⁸ und betreiben bereits einen WLAN-Knoten vollkommen netzunabhängig auf dem Grundstück eines Vereinsmitglieds.

1.3.2.1 Die Technik: MPPT-Solarladeregler Gefördert vom BMBF, der Open Knowledge Foundation und dem Prototype Fund¹⁹ ist von Elektra Wagenrad und Knut Hühne eine Solarladeelektronik entwickelt worden, die genau auf den Betrieb solcher Kleinverbraucher »in the wild« ausgelegt ist. Ihr Projekt ISEMS²⁰ schafft Netzanbindung abgelegener Orte ohne Stromversorgung. Das Projekt ist weltweit (Indien, Kenia, Kanada, Tschechien, Polen u.v.m.) erprobt. Für die Crafting-Abteilung des Vereins – also diejenigen die neue (technische) Objekte konzipieren und herstellen – ist diese Lösung eine willkommene Herausforderung: Alle Unterlagen, Schaltpläne und Platinendesigns sind unter einer freien Lizenz veröffentlicht (Open Source Software & Open Source Hardware): Wir können die Ladeplatinen selbst bestücken, löten und (um-)programmieren.

Jedes Solarpanel hat je nach Einstrahlung und Temperatur variierende Leistungsdaten. Dieses elektrische Verhalten wird in Kennliniendiagrammen dargestellt. Jede Kennlinie spiegelt die mögliche Stromproduktion bei der jeweiligen Sonnenintensität (W/m^2) in Abhängigkeit von Stromstärke und Spannung wider. Die aktuelle Leistung ergibt sich durch Multiplikation von Stromstärke und Spannung am jeweiligen Arbeitspunkt. Dies entspricht einer Flächenberechnung verschiedener Rechtecke unter der Kennlinie. Der Arbeitspunkt, an dem die »Fläche« $U \times I$ bzw. die Leistung maximal ist, wird als Maximum Power Point (MPP) bezeichnet (siehe Abbildung 4, Beispielrechnungen für eine Einstrahlstärke von 800W/m^2).

¹⁸ Vgl. <https://www.hacrafu.de/2024/04/28/freifunk-auf-dem-sattelfest-2024/> Abschnitt I mit Bildern.

¹⁹ Vgl. <https://prototypefund.de/project/independent-solar-energy-mesh-system/>.

²⁰ Vgl. <http://isems.de>.

Jeder Betriebszustand einer Photovoltaikanlage hat also eigenen MPP, der durch MPPT (Maximum Power Point Tracking) ermittelbar ist. Die Solarpanelspannung wird an den Punkt mit der je nach Einstrahlstärke größten Energieausbeute (maximale Stromstärke) angepasst und in eine ideale Batterieladespannung gewandelt. Somit können auch bei geringer Sonneneinstrahlung höhere Energieausbeuten (siehe Abbildung 4) erreicht werden. Sobald die Batterie voll geladen ist, erhöht der MPPT die Spannung des Solarpanels schrittweise in einen Bereich mit geringerer Stromstärke (niedrigere Energieausbeute, in Abbildung 4 ganz rechts (20V, 21V oder 22V) um die Batterie nicht zu überladen. Es ist ein Betrieb mit einem 12V/20-24Ah Bleigelakku vorgesehen. Dies ist nicht nur eine Kostenfrage (Akkus sind im Vereinsbestand bereits vorhanden): LiIon-Akkus können unter dem Gefrierpunkt (in den Wintermonaten) nicht sicher geladen und chemisch instabil werden, es besteht akute Brandgefahr. Sollten neue Batterieentwicklungen (LiFePo, frostfähig) hier Verbesserungen bringen, ist es ein Leichtes, nachzusteuern und den Energiespeicher auszutauschen.

1.3.2.2 Energieautarkie und sicherer Betrieb Der Bleigel-Akku kann den Router ca. 60 Stunden komplett versorgen. Selbst bei schlechten Lichtverhältnissen ist er mit einem kleinen 50W Solarpanel innerhalb weniger Stunden wieder vollständig aufgeladen. Somit können die Router ganzjährig autark betrieben werden. Zusätzlich liefert der ISEMS-MPPT einen Tiefentladeschutz: Der Router wird automatisch abgeschaltet, sobald die Batterie Gefahr läuft, zu tief entladen und dadurch beschädigt zu werden. Auch eine zeitgesteuerte Abschaltung z.B. zwischen 2 und 5 Uhr ist technisch umsetzbar. Nicht zuletzt sorgt eine Temperaturüberwachung bei höheren Temperaturen auch für eine Spannungsanpassung: Die Akkus können also auch nicht ausgasen. Mit bewährter Blei-Technik sind wir im Sinne des Brand-schutzes also sowohl bei niedrigen als auch bei hohen Temperaturen auf der sicheren Seite.

1.3.2.3 (Windlast) In diesem zweiten Szenario sind die beiden Laternen nurmehr reine Halterungen bzw. Ständer für eine etwa 14kg schwere Installation. Wird die Batterie nicht mit aufgehangen (Bodeninstallation) verringert sich die Last um 10kg. Die sehr stabile Stahlröhre eines Laternenmastes (Ø 75cm Durchmesser, üblicherweise 3mm Wandstärke) kann mit angegebener Traglastbegrenzung von 23 kg diese zusätzliche Last problemlos aufnehmen.²¹ Kritischer könnte die Windlast sein, die seitlich auftritt. Sie berechnet sich aus dem Ge-

²¹ Solarzelle und der Router sind nicht an der Laternenspitze angebracht. Es ergeben sich also (weniger Länge) geringere Hebelwirkungen. Angegebene »23kg Tragfähigkeit« sind daher nach oben zu korrigieren. Vgl. hierzu einen üblichen Laternenmast: »4m Laternenmast - Zopf ø 76 mm (konisch, Stahl, verzinkt)«; <https://www.megamast.de/stahlrohrmaste/konisch-erdmontage/4m-laternenmast-zopf-oe-76-mm-konisch-stahl-verzinkt> .

schwindigkeitsdruck, der je nach Windzone und Geländekategorie variiert.²² Grob kann man mit $0,39 \text{ kN/m}^2$ (Windzone 2) und einer vom Wind angegriffenen Fläche $0,2025 \text{ m}^2$ überschlagen. Anzunehmen ist damit eine seitliche Belastung des Laternenmastes von etwa 8 kg : $0,39 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,2025 \approx 0,78 \text{ kN/m}^2$.

Genauer und sicherer lässt sich die Windlast nach einem vereinfachten Verfahren auf der Grundlage von DIN EN 1991-1-4 : 2010-12 (Eurocode 1) und DIN EN 1991-1-4 / NA : 2010-12 (deutscher Nationaler Anhang) ermitteln.²³ Sie legt, basierend auf den Parametern der Windzone (2) und Geländekategorie (III) einen höheren Flächendruck von $0,5 \text{ kN/m}^2$ zu Grunde und ermöglicht es, Sog- und Druckkräfte in verschiedene Richtungen separat zu ermitteln.

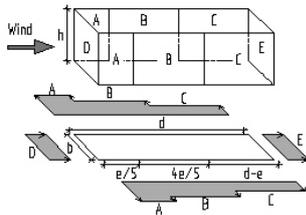
Windzonen			Geländekategorie	
Zone	Windgeschw.	Geschw.-druck in kN/m^2	Kat.	Beschreibung
1	22,5	0,32	I	Offenes Meer oder Seen mit mind. 5 km freier Fläche in Windrichtung, flach ohne Hindernisse
2	25,0	0,39	II	Gelände mit Hecken, vereinzelt kleinen Gehöften, Häusern oder Bäumen
3	27,5	0,47	III	Vorstädte oder Industrie- oder Gewerbegebiete mit niedriger Bebauung oder Wälder
4	30,0	0,56	IV	Stadtgebiet, viele Gebäuden, mindestens 15 % der Bauwerke überschreitet 15 m

22

Windzonen und Geländekategorien in der Übersicht. Das Doppeldorf ist in Zone 2, Kategorie III.

23 Vgl. http://ingenieur-praxis.de/lastannahmen/wind/en1991/wind_en1991_wand_1_2.php.

Wind in X-Richtung ($b=0,03\text{m}$, $h=0,54\text{m}$, $h/d=1,44$ [Dimensionen des Solarpanels])



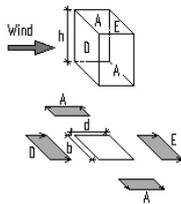
Wandflächen parallel zum Wind

Bereich A :	$W_{A,10} = q_p \cdot c_{pe,10} = 0,5 \text{ kN/m}^2 \cdot -1,22 = -0,61 \text{ kN/m}^2$
	$W_{A,1} = q_p \cdot c_{pe,1} = 0,5 \text{ kN/m}^2 \cdot -1,43 = -0,72 \text{ kN/m}^2$
Bereich B :	$W_{B,10} = q_p \cdot c_{pe,10} = 0,5 \text{ kN/m}^2 \cdot -0,8 = -0,4 \text{ kN/m}^2$
	$W_{B,1} = q_p \cdot c_{pe,1} = 0,5 \text{ kN/m}^2 \cdot -1,1 = -0,55 \text{ kN/m}^2$
Bereich C :	$W_{C,10} = q_p \cdot c_{pe,10} = 0,5 \text{ kN/m}^2 \cdot -0,5 = -0,25 \text{ kN/m}^2$
	$W_{C,1} = q_p \cdot c_{pe,1} = 0,5 \text{ kN/m}^2 \cdot -0,52 = -0,26 \text{ kN/m}^2$

Wandflächen senkrecht zum Wind

Bereich D :	$W_{D,10} = q_p \cdot c_{pe,10} = 0,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,8 = -0,4 \text{ kN/m}^2$
	$W_{D,1} = q_p \cdot c_{pe,10} = 0,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 1 = -0,5 \text{ kN/m}^2$
Bereich E :	$W_{E,10} = q_p \cdot c_{pe,10} = 0,5 \text{ kN/m}^2 \cdot -0,5 = -0,25 \text{ kN/m}^2$
	$W_{E,1} = q_p \cdot c_{pe,10} = 0,5 \text{ kN/m}^2 \cdot -0,52 = -0,26 \text{ kN/m}^2$

Wind in Y-Richtung ($b=0,03\text{m}$, $h=0,54\text{m}$, $h/d=1,44$ [Dimensionen des Solarpanels])



Wandflächen parallel zum Wind

Bereich A :	$W_{A,10} = q_p \cdot c_{pe,10} = 0,5 \text{ kN/m}^2 \cdot -1,4 = -0,7 \text{ kN/m}^2$
	$W_{A,1} = q_p \cdot c_{pe,1} = 0,5 \text{ kN/m}^2 \cdot -1,7 = -0,85 \text{ kN/m}^2$
Bereich B :	$W_{B,10} = q_p \cdot c_{pe,10} = 0,5 \text{ kN/m}^2 \cdot -0,8 = -0,4 \text{ kN/m}^2$
	$W_{B,1} = q_p \cdot c_{pe,1} = 0,5 \text{ kN/m}^2 \cdot -1,1 = -0,55 \text{ kN/m}^2$
Bereich C :	$W_{C,10} = q_p \cdot c_{pe,10} = 0,5 \text{ kN/m}^2 \cdot -0,5 = -0,25 \text{ kN/m}^2$
	$W_{C,1} = q_p \cdot c_{pe,1} = 0,5 \text{ kN/m}^2 \cdot -0,7 = -0,35 \text{ kN/m}^2$

Wandflächen senkrecht zum Wind

Bereich D :	$W_{D,10} = q_p \cdot c_{pe,10} = 0,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,8 = -0,4 \text{ kN/m}^2$
	$W_{D,1} = q_p \cdot c_{pe,10} = 0,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 1 = -0,5 \text{ kN/m}^2$
Bereich E :	$W_{E,10} = q_p \cdot c_{pe,10} = 0,5 \text{ kN/m}^2 \cdot -0,5 = -0,25 \text{ kN/m}^2$
	$W_{E,1} = q_p \cdot c_{pe,10} = 0,5 \text{ kN/m}^2 \cdot -0,52 = -0,26 \text{ kN/m}^2$

Druck (+), Sog (-), c_{pe} Werte interpoliert,

$W_{X,10}$... Wind für Flächen $>10 \text{ m}^2$ (z. B. für globale Nachweise),

$W_{X,1}$... Wind für Flächen $\leq 1 \text{ m}^2$ (z. B. für Verankerungsnachweise), Zwischenwerte $W_{X,1}$...

$W_{X,10}$ nach EC1

Auch nach dieser Berechnung ist eine ausreichende Widerständigkeit hinsichtlich der Windlast gegeben, wird doch

- ein Flächendruck von $0,85 \text{ kN/m}^2$ auf keiner Seite überschritten (entspricht einem seitlichen Druckkraft von max. $17,2 \text{ kg}$).
- die Belastung weit geringer als z.B. die eines handelsüblichen Wahlplakats sein.
- das Solarpanel nach Süden ausgerichtet, vorherrschend ist in Mitteleuropa aber Westwind, so dass nur Teilkräfte der in der Tabelle angegebenen wirken.
- die Kraft in der Laternenpfahlmittle aufzutreten und damit eine linear geringere Hebelwirkung entfalten (ca. $\frac{1}{2}$).

Die einzusetzenden Solarpanels bieten in visueller Hinsicht eine wenig aufregende, einfarbige Fläche. Ihre Größe führt zu einem wenig auffälligen optischen Eindruck. Mit nur $37,5\text{cm} \times 50\text{cm}$ sind sie keinesfalls bildprägend.

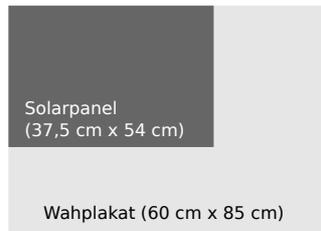


Abbildung 5: Größenvergleich von Solarpanel und Wahlplakat

Der visuelle Eindruck des Parkensembles wird kaum verändert. Der schon bei den Windlasten beigezogene Vergleich zu einem Wahlplakat sollte auch hier einschlägig sein.

1.4 Installation und Inbetriebnahme

1.4.1 Probetrieb Anfang Mai 2024 / Juni 2024

Rund um das erste Maiwochenende fand ein Probetrieb mit einer mobilen Stromversorgung statt. Am 2. Mai gegen 22:30 Uhr prüften wir die grundsätzliche Funktionalität der Hardware und der Funkverbindung. An den beiden Laternen wurde temporär je ein Router und eine Powerbank mit Gaffer-Band befestigt.

Nach wenigen Minuten stellten die Router wie erwartet eine Mesh-Verbindung her. Im gesamten Park war eine Internetverbindung über ein WLAN mit guter (-70dBm) bis sehr guter (-50dBm) Signalstärke möglich, wie unsere in der »WiFi-Heatmap« visualisierten Messungen zeigen.

Zusätzlich haben wir am Abend des 4. Mai einen etwas ausgedehnteren 1½ stündigen Probetrieb unter Realbedingungen durchgeführt und den Datendurchsatz der Linkstrecken vermessen.

Mehrere parallel laufende Telefonate, kurz versendete Videoschnipsel im Messenger und Lehrvideokonsum in angemessener Qualität sollten für die angepeilten 15 - 30 gleichzeitigen Nutzer problemlos möglich sein.²⁴

Zusätzlich waren auch eine Reihe MitbürgerInnen im Park, die den angebotenen Internetzugang umgehend nutzten. Schon nach wenigen Minuten hatten sich bis zu 8 Mobiltelefone mit dem Hotspot verbunden wie Monitoringtools des Freifunknetzwerks aufzeigten.²⁵ Auch zum

²⁴ In beide Richtungen konnten durch die »Schlucht« der Gartenstraße 40-80Mbit/s erreicht werden, was über der Geschwindigkeit eines handelsüblichen DSL-Anschluss liegt. Interessant war zu beobachten, dass Personen, Fahrräder und Automobile, die sich in der Sichtlinie der Antennen bewegten den Datendurchsatz verringerten, weniger als 40MBit/s waren es aber zu keinem Zeitpunkt.

²⁵ Alle WLAN-Accesspoints die der HaCraFu betreut, können hinsichtlich ihrer Verbindungen über die Kartenansicht (<https://hopglass.berlin.freifunk.net>), hinsichtlich ihrer Betriebszustände über das Monitoring-

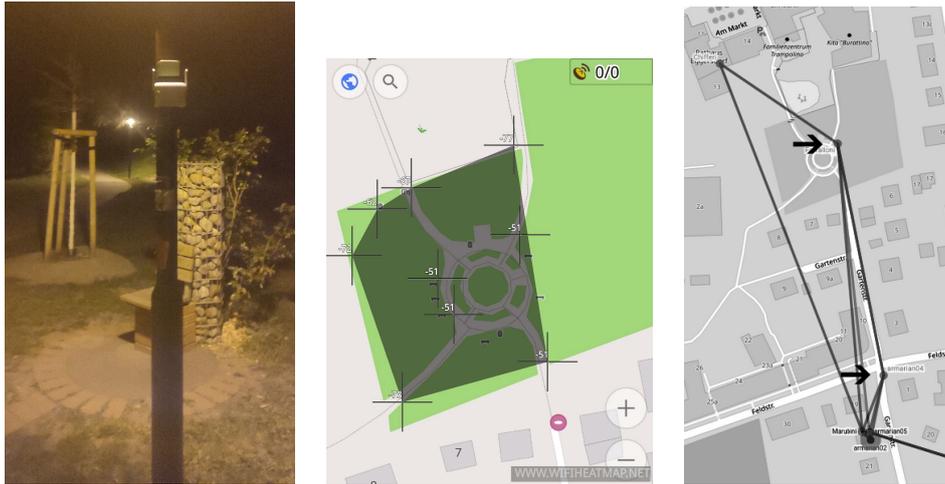


Abbildung 6: GL-inet MT3000 temporär am Laternenpfahl im Försterpark befestigt, in der Mitte Heatmap der Signalstärke, rechts die eingesetzten Router und ihre Verbindungen in der Kartenansicht.

Sommerfest der Kita Burattino am 21. Juni 2024 haben wir mit gutem Zuspruch diese Funkstrecke aufgestellt und wieder eine Veranstaltung im Gemeindegebiet mit WLAN versorgt.²⁶

1.4.2 Geplante dauerhafte Installation: Szenario 1 - Routeronly

Sollte in den Laternen rund um die Uhr Strom verfügbar sein, ist mit kleinem Aufwand bei einem vorbereiteten Ortstermin in wenigen Minuten in der Laterne ein Netzteil zu installieren und ein Kabel nach außen zu führen. Hernach ist der Accesspoint am Laternenpfahl zu befestigen (Edelstahl-Kabelbinder auf Gummiunterlage, vorhanden) und anzuschließen.

Dem HaCraFu e.V. ist bekannt, dass es am Anger in Petershagen modifizierte Laternen mit Steckdosen für die Weihnachtsbeleuchtung gibt, die bei Bedarf anschaltbar sind. Diese Modifikation für die beiden in Rede stehenden Laternen anzustoßen, birgt größere finanzielle Aufwände (Dose, Zuleitung, Tausch von Laternenteilen). Sie wird von unserer Seite nicht präferiert: Bei mehreren Pop-Up-WLANS (S5-Aktion) wurden Stecker von Netzteilen gezogen. Eine Festinstallation ist weit weniger einladend für solchen Vandalismus.

²⁶ tool Grafana (<https://monitor.berlin.freifunk.net/> Menüpunkt »node stats«) eingesehen werden.
²⁶ Vgl. <https://www.hacrafu.de/2024/06/28/gemeindeveranstaltungen-2-0-freifunk-machts-moeglich/>.

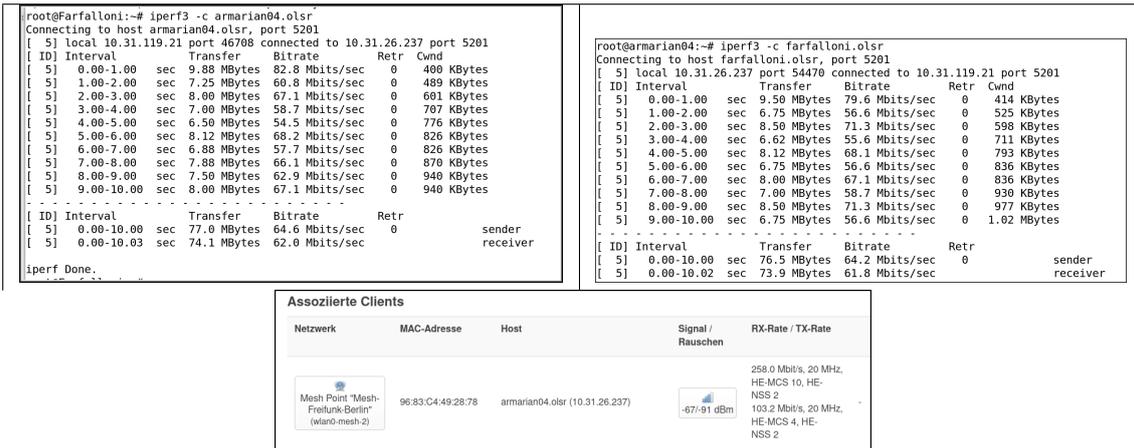


Abbildung 7: Messungen mit iperf3 zwischen den beiden Routern zeigen 40-80Mbit/s, die Bruttodatenrate in der Routeroberfläche lag bei mehr als 100 MBit/s.

1.4.3 Geplante dauerhafte Installation: Szenario 2 - Autarke Solarnode

Die als zweites Szenario beschriebene Installation zweier autarker WLAN-Accesspoints mit Solarspromversorgung ist aus Perspektive des HaCraFu die bessere Lösung. Sie ist bereits fertig zusammengebaut und muss nur noch angebracht werden. Die Gemeinde stellt in diesem Fall nur die Laternenpfähle als Halterung bereit. Die Anbringung erfolgt oberflächenschonend mit Mastschellen, die durch eine Gummiunterlage vom Korrosionsschutz des Laternenpfahls separiert sind. 2 Schellen halten das Solarpanel und den Router, zwei Schellen tragen eine Grundplatte auf der die Batterie und der MPPT-Solarladeregler angebracht ist.

1.5 Benutzerdokumentation / Haftungsfragen

Das WLAN des Freifunknetzes wird nichtkommerziell betrieben und bedarf daher keiner Genehmigung oder Zulassung. Es bietet einen WLAN-Internetzugang ohne Passwort und entsprechend ohne Anmelde-/Vorschaltseite. Aller anfallender Datentransfer wird über VPN-Gateways verschiedener gemeinnütziger Freifunk-Vereine oder Freifunk gGmbHs ausgeleitet.²⁷ Freifunk selbst ist (ähnlich wie die Telekom, Vodafone oder DNS.Net) von der RIPE NCC²⁸ ausgewiesener Provider.²⁹ Durch das im Digitale Dienste Gesetz verankerte Provi-

27 Ohne Anspruch auf Vollständigkeit: Freie Netze Suedhessen e.V., Freifunk Essen e.V., Freifunk Nordwest e.V., Freifunk Rheinland e.V., Stadtfunk gGmbH, Individual Network Berlin (»IN-Berlin«) e.V.

28 Réseaux IP Européens Network Coordination Centre, der für Eurasien zuständige Internet-Registrar.

29 Der Status als Provider erschliesst sich aus der Auflistung unter <https://www.ripe.net/membership/indices/DE.html>.

derprivileg (Prinzip »Reine Durchleitung«³⁰) ist Freifunk daher von der Störerhaftung entbunden. Zugleich sind die aufzustellenden Accesspoints Teil des relativ kleinen Berliner Freifunknetzes, das weniger als 1000 Zugangspunkte umfasst. Daher wird auch die Schwelle, die zu einer etwaigen Vorratsdatenspeicherung verpflichten würde, nicht erreicht. Technisch bedingt werden keine Benutzerdaten gespeichert, Geräte-Identifikatoren (z.B. MAC-Adressen) liegen nur so lange vor, wie dies technisch notwendig ist, also solange ein Benutzer mit dem Hotspot verbunden ist. Gleichwohl gibt es ein Monitoring um die Betriebszustände des Freifunknetzes zu dokumentieren. Personenbezogene Daten im Sinne der DSGVO werden dabei aber weder erhoben noch gespeichert oder verarbeitet. Die Gemeinde geht also in IT-Hinsicht keinerlei Risiken ein, insofern die Router von der Freifunk-Community betrieben werden.

Die Stand- und Windsicherheit der Konstruktion ist im Abschnitt 1.3.2.3 eingehend beschrieben. Eine Inaugenscheinnahme und Überprüfung seitens der Gemeinde, die die Betriebssicherheit bescheinigt, müsste erfolgen. Sollte Sorge bestehen, dass die Konstruktion heruntermfällt, können wir auch gern einen zusätzlichen eigens dafür vorgesehenen, etwa 2,50m hohen Pfahl eingraben und einbetonieren, um die Anlage daran befestigen.

1.6 Budgetplanung

Für WLAN im Försterpark (2 x Router, 2 x Solarpanel, 2 x MPPT-Regler, 2 x Akku) fallen für die Gemeinde jenseits der Inaugenscheinnahme / Abnahme der Installation keine Kosten an, sie werden aus Beständen des HaCraFu e.V. bestritten, wie die folgende Tabelle³¹ ausweist (Preise in Euro):

30 Das »Digitale-Dienste-Gesetz vom 6. Mai 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 149)« harmonisiert damit europäisches Recht: »§7 (3) Haften Diensteanbieter nach Artikel 4 der Verordnung (EU) 2022/2065 nicht, so können sie auch nicht wegen einer rechtswidrigen Handlung eines Nutzers auf Schadensersatz oder Beseitigung oder Unterlassung einer Rechtsverletzung in Anspruch genommen werden«. Vgl. »VERORDNUNG (EU) 2022/2065 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 19. Oktober 2022 über einen Binnenmarkt für digitale Dienste und zur Änderung der Richtlinie 2000/31/EG (Gesetz über digitale Dienste)«, Artikel 4 : »... haftet der Diensteanbieter nicht für die übermittelten oder abgerufenen Informationen, sofern er a) die Übermittlung nicht veranlasst, b) den Adressaten der übermittelten Informationen nicht auswählt und c) die übermittelten Informationen nicht auswählt oder verändert«.

31 Die Zusammenstellung der Aufwände dient hier auch als »Blaupause« für weitere Standorte im Gemeindegebiet in Sichtweite bereits vorhandener Freifunk-Hotspots (vgl. Abschnitt 1.2 oben). Sie lassen sich pro Standort mit etwa 240 Euro beziffern. Zu beachten ist, dass die Zusatzkosten für Solarpanel und Akku sich nach etwa 4 Jahren amortisieren. Diese Zusatzkosten sind dann genauso hoch wie der Stromverbrauch bis zu diesem Zeitpunkt. (70 Euro, errechnet aus 4x50kWh Jahresverbrauch bei 0,35 Euro Strompreis).

Installationsteil	Preis	Anzahl	Gesamtpreis	Finanzierung	Gemeindeanteil
Router »GL-MT3000 / Beryl AX«	81,90	2	163,80	im HaCraFu-Bestand	0,00
MPPT Solarladeregler	ca. 45	2	90,00	im HaCraFu-Bestand	0,00
Solarpanel	ca. 48	2	96,00	im HaCraFu-Bestand	0,00
Mastschellen	4	8	32,00	im HaCraFu-Bestand	0,00
Grundplatte ALU, 5mm	8,69	2	17,38	im HaCraFu-Bestand	0,00
Winkel & Befestigungsmaterial	3,80	8	30,40	im HaCraFu-Bestand	0,00
12V Akku, 24Ah	ca. 25	2	50,00	im HaCraFu-Bestand	0,00
Gesamt			479,58		0,00

Da der Uplink (Kosten für den Datenverkehr) von einem Vereinsmitglied bereitgestellt wird und der HaCraFu Wartung und Betrieb der Accesspoints übernimmt, entstehen der Gemein- auch hier auch keine laufenden Kosten. Stromkosten würden bei Szenario I³² anfallen, bei Szenario II³³ hingegen nicht.

1.7 Wartung und Betrieb

Die regelmässige Inaugenscheinnahme der Installation, und den Betrieb des Accesspoints (regelmässige Überprüfung, Fernwartung, Updates, Sichtung und ggf. Austausch von Kabelverbindungen, Austausch von Verschleissteilen z.B. der Batterie) übernimmt der HaCraFu e.V. in ehrenamtlicher Tätigkeit und aus eigenen Mitteln. Im Falle des Solarbetriebs (Szenario II) entfallen Genehmigung, Einrichtung, Wartung, Sicherung und Kosten des Betriebes des Stromanschlusses durch die Gemeinde. Die Standsicherheit der Laterne liegt im Verantwortungsbereich der Gemeinde.

1.8 Zusammenfassung

Eine funktionierende WLAN-Versorgung kann am Standort Försterpark vom HaCraFu e.V. in 1-2 Wochen nach Zustimmung durch die Gemeinde hergestellt werden. Kosten entstehen der Gemeinde dabei nicht. Jenseits der Sicherstellung der Standfestigkeit eines Laternenpfahls gibt es für die Gemeinde keine Haftungsrisiken. Da dem HaCraFu an einer zügigen Umsetzung dieses Standorts gelegen ist, gibt es eine Präferenz für einen Solarbetrieb, da diese Installation »schlüsselfertig« bereitliegt und die langwierige Einbindung weiterer Stellen (Bauamt, IT, etc.) entfallen kann.

32 Vgl. Abschnitt 1.3.1 und Abschnitt 1.4.2 oben.

33 Vgl. Abschnitt 1.3.2 und Abschnitt 1.4.3 oben.

2 Standort Strandbad

2.1 Standortanalyse

2.1.1 Geografische Lage und Gelände

Das Strandbad am Bötzeesee liegt im Norden des Ortsteils Eggersdorf. Die mit WLAN zu versorgende Liegewiese und der Sandstrand sind gut einsichtig, WLAN störenden Baumbewuchs gibt es nicht. Daneben ist die Größe der Strandbadfläche überschaubar und die zu befunkende Fläche mit wenig Aufwand gut abzudecken.

2.1.2 Besucheranzahl und -frequenz

Das Strandbad am Bötzeesee ist barrierefrei erreichbar (einzigartig in der Region, »Brücke« im Frühjahr 2024 erneuert) und bietet einen Steg, eine Wasserrutsche, einen Sprungturm, einen Sandstrand und eine Wiese. Durch einen Lift können auch bewegungseingeschränkte Personen das Bötzeesewasser genießen. Neben dem Eingang kann man Boote mieten. Das Strandbad ist saisonal (Mai-September) zum Schwimmen, Baden oder Verweilen geöffnet. Gelegentlich finden Konzerte und Open-Air-Kinoveranstaltungen statt. Daneben gab es im letzten Jahr das Neptunfest für die jüngsten GemeindebewohnerInnen.

Eine für Fußgänger und Radfahrer ideale verkehrsberuhigte Zuwegung aus dem Ortskern Eggersdorf ist durch die Bötzeesestraße möglich, viele Fahrradstellplätze stehen bereit. Das PKW-Parkplatzangebot ist seltsamerweise neuerdings stark begrenzt.³⁴ Ein reiches Speisen- und Getränkeangebot steht am Strandbad bereit: Vor dem Eingang lockt das Hotel Seeschloss mit einem Außer-Haus-Verkauf von Eis und Getränken; Im Strandbad selbst befindet sich ein Imbiss mit den unverzichtbaren Strandbad-Pommes, weiterer Naschware und Getränken. Diese Rundumversorgung über den Tag ist sinnhaft, verlieren die Eintrittskarten doch nach Verlassen des Bades ihre Gültigkeit. Daher bleiben die Besucher hier sehr lange.

Auch außerhalb der Badesaison sind hier oft BürgerInnen anzutreffen, da der Spielplatz dann öffentlich zugänglich ist. All diese Vorzüge, die auch das Freizeitstättenkonzept preist, spiegeln sich in regem Zuspruch, an Hochsommertagen reiht sich hier Handtuch an Handtuch. Im Sommer 2023 hat der HaCraFu e.V. hier schon einmal am Zaun ein technisch aufwändiges Pop-Up-WLAN aufgestellt, über die das »Doppeldorf« berichtetete.³⁵

³⁴ Eine von der Gemeinde erwirkte ältere Vereinbarung sah unseres Wissens eine kostenlose Nutzung der PKW-Parkplätze am »Netto«-Discountmarkt vor. Entgegen dieser sinnvollen Einrichtung sind diese Parkmöglichkeiten für StrandbadbesucherInnen neuerdings nur noch entgeltlich nutzbar.

³⁵ Vgl. DoDo 8/2023, S. 13, https://doppeldorf.de/fileadmin/user_upload/ortsportraet/Ortszeitung/Dodo/Dodo-08-2023.pdf.

Zusammenfassend lässt sie herausstellen, dass viele Besucher lange im Strandbad anzutreffen sind. Dieser Zuspruch ließe sich vergrößern und verstetigen, wenn es das Zusatzangebot des kostenfreien WLANs gäbe.

2.1.3 Hardware-Anforderungen

Die Hardwareanforderungen sind mit denen der ausführlich dargestellten Installation im Försterpark, siehe Abschnitt 1.1.3 oben, fast identisch. Genutzt werden muss also ein Router mit (1) hoher Reichweite und guter Signalstärke (Abdeckung), der (2) vielen gleichzeitigen Nutzern Zugang gewährt, der (3) den Wetterbedingungen und (4) Vandalismus standhält und (5) wenig Strom verbraucht.

2.1.4 Netzzugang/ Konnektivität

Drei Freifunk-Router des HaCraFu versorgen bereits das Seeschloss und dessen Umgebung (v. a. die Gästeterrasse) mit WLAN. Hier in Sichtweite einen weiteren Router aufzustellen, der das gesamte Strandbad versorgen kann, ist die einfachste Lösung. Es ist wünschenswert, mit den Betreibern/ Mietern des Imbiss im Strandbadgelände übereinzukommen, dass auch sie einen Uplink zur Verfügung stellen, so dass auch bei vielen anwesenden Badegästen ausreichend Bandbreite zur Verfügung steht. Unseres Wissens ist ohnehin ein Breitbandanschluss auf der Terasse mit dem Teehäusschen vorhanden. Zusätzliche Kosten dürften also nicht entstehen. Gern stellt der HaCraFu e.V. Routertechnik zur Verfügung und kann auch die Betreiber bei Einrichtung und Betrieb unterstützen.

2.2 Funkbedingungen

Auch am Strandbad Eggersdorf ist geplant, den Accesspoint in Sichtlinie zu einer bereits bestehen Freifunk-Installation (Seeschloss) zu installieren. Um einen optimalen Datendurchsatz und damit bestmögliche Geschwindigkeit des WLANs zu erreichen.³⁶ wollen wir, wie bei der PopUp Installation im letzten Jahr, den Router in etwa 4m Höhe am Zaun anbringen. Alternativ und materialsparend³⁷ ist auch eine Anbringung am Laternenmast am Brückenknic denkbar. Dadurch verläuft die Fresnel-Zone unterhalb des Funkwellen-feindlichen Blätterdachs des Baumbestandes an der Zugangsrampe und zugleich oberhalb dieser selbst. Die zu

³⁶ Vgl. Abschnitt 1.2 oben.

³⁷ Gern kann der HaCraFu e.V. einen dreiteiligen Alu-Mast am Strandbadzaun anbringen, wie bei der Installation 2023 (vgl. Abschnitt 2.1.2 oben). Für Vandalismus schlechter zugänglich wäre eine Anbringung an der Laterne am Brückenknic, wobei der Mast gesparrt würde, die Funkabdeckung besser (höherer Standort) und die Installation stabiler (Stahl-Laternenmast statt Alumast) wäre.

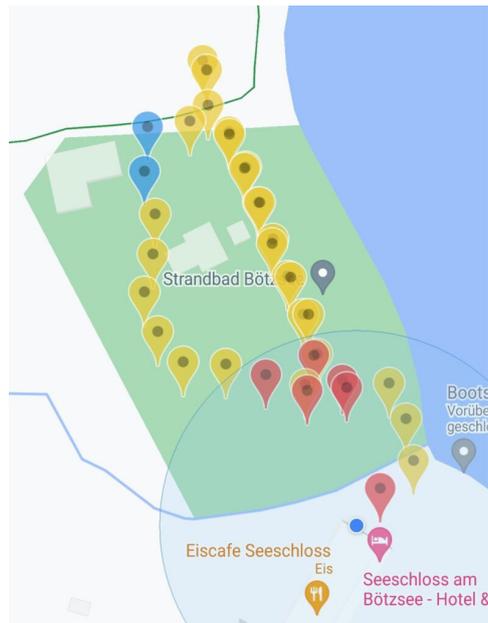


Abbildung 8: Messreihe der Installation am Strandbad: Die roten Pins entsprechen einer Signalstärke im Bereich von 45-55 dBm / Durchsatz von etwa 10 Mbit, entsprechend: gelbe Pins ents 56-75 dBm / 3-8 Mbit; blaue Pins 76-88 dBm / 0,5-2 Mbit. Der grüne Bereich in der Karte (genordet) ist in Nord-Süd-Ausdehnung etwa 100m groß.

überbrückende Distanz beläuft sich hier auf ca. 70 Meter, so dass auf eine aufwändige Richtfunkstrecke wie im letzten Jahr verzichtet werden kann.³⁸ Auch hier werden Wifi6 Router zum Einsatz kommen.

Als Learning aus dem Probetrieb sollte ein zweiter Knoten am Teehäusschen, idealerweise mit einem Uplink von dort, betrieben werden. Beim Probetrieb im Juni 2024 haben wir hier bereits Testweise einen Router aufgebaut, der per Mesh-WLAN vom Eingangsbereich versorgt wurde. Damit wurde die Netzwerkabdeckung auf dem gesamten Strandbadgelände erheblich verbessert.

2.3 Stromversorgung

Am Strandzaun bzw. der Laterne an der Brücke lässt sich die Stromversorgung sowohl aus dem Stromanschluss der Gemeinde (vom Einlassgebäude) oder autark aus Solarzellen bewerkstelligen. Wie auch bei der Försterparkinstallation führt die Stromversorgung durch die Gemeinde zu unnötigen Aufwänden und Kosten (Erdarbeiten am Zaun um eine 48V Speiseleitung zu

³⁸ Vgl. die Dokumentation »Gleich zweimal Freifunk ... » in unserem Blog, <https://www.hacrafu.de/2023/07/09/gleich-zweimal-freifunk-im-strandbad-eggersdorf/>.

legen, Stromkosten, das An- und Ausschalten der Installation durch das Strandbadpersonal). Auch hier präferiert der HaCraFu e.V. eine Solarstromversorgung. Wegen der geringeren Sonneneinstrahlung (Schatten unter Bäumen) ist hier aber ein etwas größer dimensioniertes Solarpanel (100W, oder 400W) und eine größerer Batterie angedacht, um einen 24/7-Betrieb zu ermöglichen. Vgl. die Details der Argumentation Abschnitt 1.3 oben. Dieses Panel würde der HaCraFu zerstörungsfrei und reversibel (Edelstahlkabelbinder mit Gummiunterlage) am Zaun anbringen. Die Batterie würden wir auf die gleiche Weise gegen Diebstahl schützen und mit einem vandalismussicheren Regen- bzw. Nebelschutz in Bodenähe am Zaun befestigen.

2.4 Installation und Inbetriebnahme

Ein dokumentierter Probetrieb ist bereits im Sommer 2023 an 2 Tagen erfolgt.³⁹ Viele der Strandbadbesucher waren erstaunt, kennen sie doch freies WLAN aus anderen Strandbädern nicht und waren von der intuitiven Nutzbarkeit (Einwahl per QR-Code) und guten Performance positiv überrascht. Der Lasttest wurde im Juni 2024 beim Rock am See in größerem Maßstab und moderneren Routern wiederholt.⁴⁰

Für die dauerhafte Installation werden wir die Technik dergestalt anpassen, dass die Router in der Leistungsfähigkeit die zu erwartende Benutzeranzahl bewältigen. Auch hier kann der HaCraFu e.V. die Installation am Laternenmast selbsttätig vornehmen.

2.5 Benutzerdokumentation, Haftung, Budgetplanung, Wartung und Betrieb

Alle Details der Benutzerdokumentation, der Haftung, der Budgetplanung und des Betriebs sind mit der Försterparkinstallation identisch und bereits in den Abschnitten 1.5, 1.6 und 1.7 oben beschrieben. Auch bei der Installation im Strandbad entstehen für die Gemeinde keine Kosten. Alle Bestandteile der Installation bestreitet der HaCraFu e.V. aus eigenen Beständen. Nur die Standfestigkeit der Laterne bzw. des Zauns sollte durch die Gemeinde sichergestellt werden.

³⁹ Vgl. <https://www.hacrafu.de/2023/07/09/gleich-zweimal-freifunk-im-strandbad-eggendorf/>.

⁴⁰ Im ersten Versuchsbetrieb hatten wir die Netzwerkverbindung aufwändig per Richtfunksrecke hergestellt. Dies änderten wir im Juni 2024, da der neuere WLAN-Standard WiFi6 (vgl. Abschnitt 1.1.3) einen vereinfachten, aber leistungsfähigeren Aufbau ermöglicht. Bei diesen Probeaufbauten wurden nur handelsübliche Powerbanks für die Stromspeisung verwendet, und noch keine Solarpanels montiert.

2.6 Zusammenfassung

Eine funktionierende WLAN-Versorgung kann am Strandbad Eggersdorf vom HaCraFu e.V. in 1-2 Wochen nach Zustimmung durch die Gemeinde hergestellt werden. Kosten entstehen der Gemeinde dabei nicht. Jenseits der Sicherstellung der Standfestigkeit eines Laternenpfahls und der Inaugenscheinnahme der Installation am Zaun gibt es für die Gemeinde keine Haftungsrisiken. Da dem HaCraFu an einer zügigen Umsetzung dieses Standorts gelegen ist, gibt es eine Präferenz für einen Solarbetrieb, da diese Installation »schlüsselfertig« bereitliegt und die langwierige Einbindung weiterer Stellen (Bauamt, IT, etc.) entfallen kann.

3 Standort Apothekerteich – Park am Dorfanger

3.1 Standortanalyse

3.1.1 Geografische Lage und Gelände

Fast ganz im Westen der Gemeinde, an der Mittelstraße im OT Petershagen, gleich hinter der Apotheke und der Feuerwehr gelegen, findet sich eine kleine ruhige Oase. Sie misst nur 70m Nord-Süd- und 40m Ost-West-Ausdehnung. Der Park am Dorfanger lädt unter viele hohe Laubbäume ein – an heißen Tagen ein vorzügliches Angebot kühlenden Schattens. Zudem schafft der Apothekerteich durch Verdunstung an der Wasseroberfläche und seinen reichen Uferbewuchs ein wohltuendes, erholsames Mikroklima.

Mehrere kleine gebogene Wege führen im Park zu vier Bänken, die – dank reichen Bewuchses ringsum – nicht direkt einsichtige Ruhezone bilden. Ein kleiner Bolzplatz rundet das Angebot für die jüngsten Gemeindemitglieder ab.

3.1.2 Besucher

BürgerInnen jeden Alters wissen die Vorzüge dieses Naherholungs-Kleinods zu schätzen. Zwar wird es hier nie richtig »voll«, gern aber wird der Gang zur Apotheke für eine kleine Auszeit im Grünen unterbrochen. Auch Anwohner und Schüler der nahe gelegenen Grundschule verbringen hier oft Zeit. Unseren Beobachtungen nach sind äußerst selten mehr als 10 Besucher gleichzeitig im Dorfangerpark. Gleichwohl schlägt das Freizeitstättenkonzept der Gemeinde eine »umfangreichere Nutzung, durch Errichtung von Bänken und ggf. Sport- oder Spielgeräten«⁴¹ und damit einen Besucheraufwuchs vor.

⁴¹ Vgl. <https://sessionnet.krz.de/petershagen-eggersdorf/bi/getfile.asp?id=40822&type=do> , S. 71.

3.1.3 Hardware-Anforderungen

Die Hardwareanforderungen sind mit denen der ausführlich dargestellten Installation im Försterpark, siehe Abschnitt 1.1.3 oben, fast identisch. Genutzt werden muss also ein Router mit (1) hoher Reichweite und guter Signalstärke (Abdeckung), der (2) vielen gleichzeitigen Nutzern Zugang gewährt, der (3) den Wetterbedingungen und (4) Vandalismus standhält und (5) wenig Strom verbraucht.

3.1.4 Netzzugang/ Konnektivität

Eine Internetanbindung kann vom etwa 180m entfernten Dach eines Vereinsmitglieds in der Dorfstraße 67 aus hergestellt werden, dort liegt ein Glasfaseranschluss vor. In einer weiteren Ausbaustufe des Freifunks im Doppeldorf ist es angedacht, diesen Standort per Richtfunk an unser eigenes Backbone anzubinden.⁴²

3.2 Funkbedingungen

Die schiere Menge großer und kleiner Pflanzen könnte für die WLAN-Abdeckung im Park theoretisch sehr hinderlich sein. Tests mit Routern der neuesten Generation haben aber gezeigt, dass im ganzen Park eine gute Abdeckung mit nur einem Gerät erreichbar ist: Glücklicherweise müssen weder Höhenunterschiede noch Erdwälle von Funkwellen überwunden bzw. durchdrungen werden. Auch sind die Distanzen durch die geringe Größe des Parks durchweg überschaubar. Die Installation soll entweder am zentralen Laternenmast in der Parkmitte oder an einer Laterne in der Mittelstraße in etwa 2,5m Höhe erfolgen. So ist die geringstmögliche Funkdistanz zur Mehrzahl aller Punkte im Park gegeben und zugleich die Anbindung an die Freifunk-Installation in der Dorfstr. 67 möglich.

3.3 Stromversorgung

Auch hier präferiert der HaCraFu e.V. eine Solarstromversorgung. Wegen der geringeren Sonneneinstrahlung (Schatten unter Bäumen) ist hier aber ein etwas größer dimensioniertes Solarpanel (100W) und eine etwas größerer Batterie (ca. 50Ah) angedacht, um einen 24/7-Betrieb zu ermöglichen. Vgl. die Details der Argumentation Abschnitt 1.3 oben. Solarpanel, Batterie und Router würde der HaCraFu e.V. zerstörungsfrei und reversibel (Edelstahlkabelbinder mit Gummiunterlage) an der Laterne anbringen.

⁴² Standorte im Gemeindegebiet, vorzugsweise hohe Gebäude wollen wir breitbandig untereinander mit WLAN vernetzen. Denkbar wären hier das Dach der GS Petershagen oder die Petershagener Dorfkirche – für beide Standorte sind erste Vorgespräche erfolgt und Planungen in Vorbereitung.

3.4 Installation und Inbetriebnahme

Ein Testbetrieb erfolgte mit einer Probeinstallation mit Powerbanks bereits im Juni 2024. Auch hier kann der der HaCraFu e.V. die Installation am Laternenmast selbsttätig vornehmen.

3.5 Benutzerdokumentation, Haftung, Budgetplanung, Wartung und Betrieb

Alle Details der Benutzerdokumentation, der Haftung und der Budgetplanung sind mit der Försterparkinstallation identisch und bereits in den Abschnitten 1.5, 1.6 und 1.7 oben beschrieben. Auch bei der Installation am Apothekerteich entstehen für die Gemeinde keine Kosten. Alle Bestandteile der Installation bestreitet der HaCraFu e.V. aus eigenen Beständen. Nur die Standfestigkeit⁴³ der Laterne sollte durch die Gemeinde sichergestellt und die Installation nach Betriebsbeginn in Augenschein genommen werden.

3.6 Zusammenfassung

Eine funktionierende WLAN-Versorgung kann im Park am Dorfanger vom HaCraFu e.V. in 1-2 Wochen nach Zustimmung durch die Gemeinde hergestellt werden. Kosten entstehen der Gemeinde dabei nicht. Jenseits der Sicherstellung der Standfestigkeit eines Laternenpfahls und der Inaugenscheinnahme der Installation gibt es für die Gemeinde keine Haftungsrisiken. Die Installation liegt »schlüsselfertig« bereit, eine langwierige Einbindung weiterer Stellen (Bauamt, IT, etc.) kann entfallen.

4 Standort Eggersdorf am Markt - Rathaus

4.1 Standortanalyse

4.1.1 Geografische Lage und Gelände

Der Markt in Eggersdorf ist einfach zu Fuß, mit dem Fahrrad, dem Bus und dem Auto erreichbar. Der eigentliche Marktplatz als auch die Fußgängerzone ist von mehreren höheren 3-4 stöckigen Häusern umstanden. Die Zuwegung von allen Seiten (Karl-Marx-Straße, Wilhelmstraße, Kirche, Försterpark) ist recht verwinkelt. Die von uns ins Auge gefasste zu versorgende Fläche der verkehrsberuhigten Fußgängerzone erstreckt sich über etwa 130m x 50m.

⁴³ Die Windlasten sind im Inneren des Parks übrigens noch geringer, als im Rechenbeispiel in Abschnitt 1.3.2.3, werden sie doch in weiten Teilen von den umstehenden Bäumen abgefangen. selbst bei einem um 20% – 50% größeren 70 oder 100W Solarpanel.

4.1.2 Besucher und Besucherfrequenz

Am Markt findet man ein vielfältiges Nahversorgungsangebot, das alles Wichtige fußläufig erreichbar macht: Eine Mitnehm-Pizzeria, Allgemein- und Zahnmedizinerin, eine Apotheke, eine Fußpflegepraxis, ein Frisörsalon, ein Fitnesscenter, ein Supermarkt, die Bibliothek, ein Yogaladen, Versicherungsvertreter eine Galerie u.v.m. Im Rathaus am Markt sind die Ämter versammelt, was allen Beteiligten unnötige Wege spart, ein »Dokumentenautomat« erleichtert BürgerInnen den Zugang und reduziert Wartezeiten.

Zahlreiche Sitzmöglichkeiten laden am Markt zum Verweilen ein, gut platzierte Mülleimer sorgen für Sauberkeit und Ordnung. Die Grünflächen sind vorzüglich gepflegt. Bäume und die etwas höhere Bebauung spenden angenehmen Schatten und tragen zur entspannten Atmosphäre bei..

All diese Vorzüge bewirken, dass »Am Markt« ein Ort ist, an dem sich die BewohnerInnen von Eggersdorf gerne aufhalten. Es ist nie wirklich quirlig-laut aber auch nur nachts wirklich ruhig.

4.1.3 Hardware-Anforderungen

Von uns wird ein modularer Aufbau befürwortet. Mehrere untereinander und mit einem zentralen Netzwerkknoten auf der Spitze des Rathausdaches kommunizierenden Router stellen die Abdeckung her. So kann die Routerdichte flexibel an Verwinkelung und störenden Bewuchs angepasst werden. Lokale Accesspoints bei Anwohnern oder Gewerbetreibenden können mit günstigen und extrem stromsparenden Fensterbank- Routern realisiert werden, die eine oder andere zusätzliche Sektorantenne kann das Problem der Verwinkelung sicher bewältigen. Die genauen Routerstandorte müssen wir noch ermitteln. Zentrale, an ein Backbone oder Glasfaser angeschlossene Knoten würden wir mit anderen Routertypen und Richtantennen realisieren. Der aus den obigen Standortanalysen (Försterpark, Strandbad, Apothekerreich) bekannte »Fünfklang« gilt auch hier: Benötigt werden Router mit (1) hoher Reichweite und guter Signalstärke (Abdeckung), die (2) vielen gleichzeitigen Nutzern Zugang gewähren, die (3) ggf. (outdoor) den Wetterbedingungen und (4) Vandalismus standhalten und (5) wenig Strom verbrauchen.

4.1.4 Netzzugang / Konnektivität

Es ist möglich per Mesh-WLAN von der Gartenstraße durch den Försterpark einen Netzwerkzugriff für den Markt herzustellen. Über 4-5 »Hops«, also Router-Zwischenstellen, wä-

re Internetzugang möglich.⁴⁴ Mit jedem dieser Hops sinkt leider der Datendurchsatz, und bedingt eine schlechte Nutzererfahrung (stockende Videos, langsamer Seitenaufbau). Daher wäre es wünschenswert, involvierte Netzwerkteilnehmer vor Ort (Geschäfte, Anwohner, die Gemeinde) teilten ihren Internetzugang, um mehr Bandbreite⁴⁵ zu ermöglichen. Zusatzkosten entstehen in der Regel nicht, da meist bereits ein Internetanschluss besteht. Gespräche mit den Anwohnern müssen noch geführt werden, um das Projekt publik zu machen.

Wir glauben, dass es auch der Gemeinde möglich ist einen Internetanschluss bereitzustellen. In der Regel wird dies in eine bestehenden Netzwerk mit sogenannten VLANs realisiert, das heisst Netzwerksegmenten, die vom sensiblen internen Gemeindefunknetz vollständig abgetrennt sind. Nur so sind von vornherein alle Sicherheitsbedenken auszuräumen. Jenseits dessen stellen die Freifunk-Router ihre Internetverbindung durch einen VPN-Tunnel her, so dass wer auch immer sich mit den Freifunk-Hotspots verbindet, nicht einmal Zugriff in das VLAN erhält. Diese Konnektivität ins Werk zu setzen, bedarf der Abstimmung mit der IT-Abteilung der Gemeinde. Gegebenenfalls sind neue Netzwerkdosen zu setzen oder bestehende anders zu beschalten. Auch wäre zu klären, ob an den anderen Liegenschaften der Gemeinde – am Markt z. B. auch auf der Straßenebene oder am Waldsportplatz⁴⁶ – genauso verfahren werden kann.

4.2 Funkbedingungen, das Rathaus als Herz des Doppeldorf-Backbones

WLAN-Funkwellen steht am Markt viel zu durchdringender Beton und einiges an Blattwerk im Weg. Mehrere Router – im Idealfall von der Spitze des Rathausdachs gespeist – könnten das bewältigen. Die Spitze des Rathauses überragt nicht nur das Ensemble, sondern ist von vielen Stellen in Eggersdorf aus gut sichtbar und wäre als Knoten im Backbone Netz des Ha-CraFu geradezu ideal. Ein Leichtes wäre es, sie mit einem Knoten auf der Eggersdorfer Kirche,⁴⁷ dem Alten Getreidespeicher an der Umgehungsstraße,⁴⁸ dem Waldsportplatz,⁴⁹ dem

44 Die Verbindung würde von Gartenstraße her ist erprobt und Teil dieses Konzeptes (siehe Abschnitt 1.4.1).

45 Daneben wird die Ausfallsicherheit des Netzes mit jedem zusätzlichen Uplink erhöht. Wenn z.B. bei einem Uplink z.B. der Zugang gestört ist, werden vom Mesh-Netzwerk sofort alternative Routen errechnet und die Verbindung bleibt bestehen.

46 Vgl. Abschnitt 5 unten.

47 Wir sind im Gespräch mit der Krichengemeinde und haben ein Konzept für alle Kirchen des Sprengels vorgestellt.

48 Eine Planung für einen Freifunkknoten auf dem Alten Getreidespeicher, der per Richtfunk mit dem Backbone-Netz in Berlin und/oder einem neuen Knoten in Königs Wusterhausen besteht seit geraumer Zeit. Vgl. https://wiki.freifunk.net/Berlin:Standorte:Alter_Getreidespeicher_Eggersdorf.

49 Vgl. Abschnitt 5 unten.

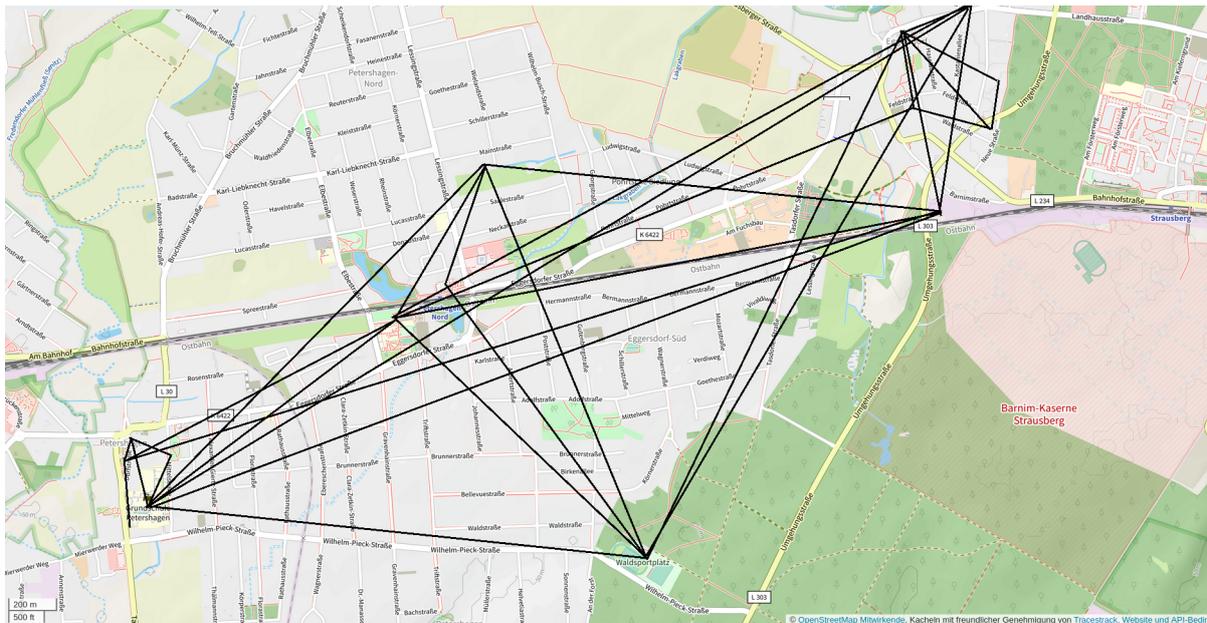


Abbildung 9: Vorüberlegungen für ein Backbone-Netz im Doppeldorf. Einige der Standorte (Grundschulen, Busbahnhof Petershagen, Relais Mainstraße, Alter Speicher, FAW-Schule) sind in Planung und werden Teil eines nächsten Konzeptes sein.

alten Ambulatorium oder der Eggersdorfer bzw. Petershagener Grundschule⁵⁰ zu vernetzen.

4.3 Stromversorgung

Die Stromversorgung würde – da es in der Regel Inneninstallationen sind – durch Stecker-Netzteile erfolgen, die Stromkosten belaufen sich auf etwa 6-17 Euro⁵¹jährlich, je nach Routertyp. Die geplante Installation auf dem Rathausdach würde drei solcher Router umfassen, die Stromkosten sich auf ca. 50 Euro / Jahr addieren.

⁵⁰ Auch die Eggersdorfer Grundschule ist für uns als erhöhter Standort sehr interessant und wird Teil unseres Backbone-Konzeptes werden. Die Bäckerei Nöbe direkt gegenüber und auch Bewohner des Quartiers zwischen Rosen- und Rotdornstraße sowie drei Bewohner der Karl-Marx-Straße (Nr. 10, 13 und 18) und haben Interesse an Freifunk und Bereitschaft zur Aufstellung eines Routers bekundet, was bisher an den Sichtverbindungen zu anderen Routern scheiterte. Insbesondere die Petershagener Grundschule stellt einen lohnenden Standort dar: Sie liegt nahe zu unseren Installationen rund um den Anger, den wir bereits mehrfach zu Gemeindeveranstaltungen mit WLAN versorgt hatten.

⁵¹ Verlässliche Aussagen über den Stromverbrauch der Router zu treffen ist schwierig: Je nach Routertyp, Single- oder Dualbandbetrieb, Netzlast, Anzahl der Teilnehmer und aktiven Netzwerkverbindungen, variiert der Stromverbrauch stark. Er kann sich temporär verdoppeln oder halbieren. Wir nutzen als obere Abschätzung 5,7 Watt entsprechend 50kWh Jahresverbrauch (17,50 Euro / Jahr bei 0,35 Euro/ kWh) und als untere Abschätzung ca. 2 Watt entsprechend 17,14kWh Jahresverbrauch (6 Euro / Jahr bei 0,35 Euro / kWh).

4.4 Installation und Inbetriebnahme

Die Installation am Markt wollen wir mit dem Knoten auf dem Rathausdach beginnen. Detailangaben sind hier noch nicht möglich, weil die Planung noch nicht abgeschlossen ist. Ein Ortstermin mit der Haustechnik ist zwingend nötig um Maß zu nehmen und zu klären, wie eine sichere und minimalinvasive Befestigung (Kleben? Bohren?) und eine Stromversorgung erfolgen kann. Auch mit der IT der Gemeinde müssen Absprachen erfolgen um die Internetanbindung herzustellen, vgl. Abschnitt 4.1.4 oben. Die eigentliche Installation kann im normalen Alltagsbetrieb erfolgen. Die Verwaltungsabläufe beeinträchtigende Baumaßnahmen sind nicht erforderlich.

Als Referenz für eine Backbone-Installation auf einem erhöhten Standort können die Berliner Standorte auf der Kirche »Zum Vaterhaus«⁵² in Baumschulenweg oder die »Rixbox«⁵³ in Neukölln dienen.

4.5 Benutzerdokumentation / Haftungsfragen

Für jeden Router im Bereich des Marktes sind Benutzerdokumentation und Haftung mit der Försterparkinstallation identisch und bereits im Abschnitten 1.5 oben beschrieben.

4.6 Budgetplanung

Im Bestand des HaCraFu e.V. sind noch mehrere Router für die lokalen Installationen bei Anwohnern und Gewerbetreibenden vorhanden. Die für die Installation im Rathausdach nötige Hardware würden wir versuchen über die Vereinsförderung zu erwerben. Ein weiterer kostenneutraler Beschaffungsweg wäre Kooperation mit der Berliner Freifunk-Community: Die Medienanstalt Berlin Brandenburg (MABB) hatte vor einigen Jahren dem »Förderverein freie Netzwerke« Mittel für den Backbone-Ausbau bereitgestellt.⁵⁴ Diverser teilweise noch unverbaute Hardware könnten wir in unserem Backbone ein zweites Leben ermöglichen.

4.7 Wartung und Betrieb

Die regelmässige Inaugenscheinnahme der Installation und den Betrieb des Accesspoints (regelmässige Überprüfung, Fernwartung, Updates, Sichtung und ggf. Austausch von Kabelver-

52 Größere Installation mit 6 Richtfunkstrecken, vgl. <https://wiki.freifunk.net/Berlin:Standorte:zumvaterhaus-Baumschulenweg>.

53 Kleinere Installation mit einer Richtfunkstrecke und Nahfeldversorgung, vgl. <https://wiki.freifunk.net/Berlin:Standorte:Rixbox>.

54 Vgl. <https://wiki.freifunk.net/MABB> und <https://wiki.freifunk.net/MABB:Backbone>.

bindungen) übernimmt der HaCraFu e.V. in ehrenamtlicher Tätigkeit und aus eigenen Mitteln. Da der Standort sich im Rathausgebäude befindet müssen auch hier Absprachen erfolgen um gegenseitige Ansprechpartner zu vereinbaren.

4.8 Zusammenfassung

Eine Internetversorgung »Am Markt« ist zeitnah möglich wobei viele Details noch geklärt werden müssen. Hierfür bitten wir um einen Ortstermin und Kontakt zu Ansprechpartnern bei Haustechnik, IT, ggf. Bauamt und Öffentlichkeitsarbeit.

5 Standort Waldsportplatz

5.1 Standortanalyse

5.1.1 Geografische Lage und Gelände

Umgeben von hohen Kiefern liegt in der Waldstr. 24 der Waldsportplatz.⁵⁵ Neben einem Rasenplatz mit Flutlichtanlage gibt es einen Kunstrasenplatz, eine Laufbahn und eine Sprunggrube. Die Räume des Vereinshauses können über die Gemeinde für Veranstaltungen gebucht werden. Mitglieder des Fußballvereins Blau-Weiß Petershagen/Eggersdorf und weiterer Vereine treiben hier Sport. Das Areal ist zwar mitten im Wald, aber frei von WLAN beeinträchtigenden Bäumen, Erhebungen oder Erdwällen. Die zu versorgende L-Förmige Fläche erstreckt sich über 300m x 130m.

5.1.2 Besucher und Besucherfrequenz

Bei größeren Events und Wettkämpfen können hier bis zu 400 Menschen anzutreffen sein, im regulären Vereinsbetrieb aber bei Buchung der Räume etwa 50. Da die Gemeinde den Neubau eines Allwetterplatzes mit Kleinfeldtoren, Basketballfeldern, Sitzgelegenheiten und Fahrradstellplätzen geplant hat, sind diese Zahlen aber zukünftig als untere Abschätzung anzusehen. Ein Aufwuchs jenseits der Vereinsportler ist dann auf diesem Teil des Geländes zu erwarten: Familien mit Kindern und Sportbegeisterte jeden Alters kommen hinzu, das neue Freizeitangebot wahrzunehmen. Die Versorgung mit kostenlosem WLAN stellt für Besucher und Vereinsmitglieder einen zusätzlichen Standortvorteil dar, und könnte diesen Trend befördern.

⁵⁵ Vgl. auch die Beschreibung im Freizeitstättenkonzept der Gemeinde, <https://sessionnet.krz.de/petershagen-eggersdorf/bi/getfile.asp?id=40822&type=do>, S. 47.

5.1.3 Hardware-Anforderungen

Die Hardwareanforderungen sind mit denen der ausführlich dargestellten Installation im Försterpark, siehe Abschnitt 1.1.3 oben, fast identisch. Genutzt werden müssen also Router mit (1) hoher Reichweite und guter Signalstärke (Abdeckung), die (2) vielen gleichzeitigen Nutzern Zugang gewähren, die (3) den Wetterbedingungen und (4) Vandalismus standhalten und (5) wenig Strom verbrauchen.

5.1.4 Stromversorgung

Je nach lokalen Gegebenheiten kann der HaCraFu e. V. eine Solarstromversorgung der einzelnen Accesspoints erstellen, steht aber auch Netzstromversorgung mit lokalem Steckdosenstrom durchweg positiv gegenüber. Hierzu müssten zu weiter entfernten Routerstandorten Speiseleitungen verlegt werden, die entweder vergraben⁵⁶ oder in einer ggf. bereits vorhandenen Kabelkanalinfrasturktur verlegt werden können. Dies würden wir mit der sog. POE-Technik realisieren, bei der das Netzkabel mit einer 48V-Spannung beaufschlagt wird. So führt zu jedem Router nur ein Kabel.⁵⁷

5.1.5 Netzzugang / Konnektivität

Soweit wir wissen, gibt es auf dem Gelände bereits einen Internetzugang im Vereinshaus. Dieser kann für die Versorgung mitgenutzt werden, wie wir das auch beim Standort am Markt mit Anwohnern und Gewerbetreibenden planen. Absprachen hierzu müssen noch getroffen werden. Falls auch die Gemeinde vor Ort Liegenschaften mit IT-Infrastruktur hat, könnten die Absprachen bzgl. des Standortes »Am Markt« hier wesentlich leichter Anwendung finden.⁵⁸

Jenseits dessen ist es unser Plan, auf einem der Masten der Flutlichtanlage eine Richtfunkverbindung zu realisieren, die mit dem HaCraFu-Freifunk-Backbone⁵⁹ verbunden ist und eine redundante Internetversorgung ermöglichen kann. Mit 3 oder 4 Sektorantennen könnte über alle Kiefern hinweg jede/-r Bürgerin die zur Spitze der Flutlichtanlage eine Sichtverbindung

56 Wir haben gute Erfahrungen mit PE-Leerröhren für Glasfaserkabel gemacht, in die ein 8-adriges CAT6 Netzkabel problemlos eingeschoben werden kann und die lange Haltbarkeit versprechen.

57 POE=Power over Ethernet. Diese Technik hat den Charme, dass nur ein Netzkabel zum Endgerät verlegt werden muss: Je nach Standard werden ein oder zwei Adernpaare des achtadrigen Netzkabels genutzt um angeschlossene Netzwerkgeräte mit Strom zu versorgen. Diese Stromversorgung kann vor der Verbindung mit dem Router auch wieder ausgekoppelt werden, wenn beispielsweise ein nicht-POE-Gerät versorgt werden muss. Das Know-How hierzu hat sich der HaCraFu im Testbetrieb am Strandbad erarbeitet, vgl. die Dokumentation »Gleich zweimal Freifunk ... « in unserem Blog <https://www.hacrafu.de/2023/07/09/gleich-zweimal-freifunk-im-strandbad-eggersdorf/>.

58 Vgl. die Abschnitte 4.1.4 und 4.4 oben.

59 Denkbar wären Gegenstellen auf dem Rathaus oder der Kirche in Eggersdorf oder der Kirche in Petershagen bzw. dem Alter Getreidespeicher. Vgl. Abschnitt 4.2 oben.

hat mit minimalem Technikeinsatz zum Wachstum des HaCraFu-Freifunknetzes beitragen. Dies würde zeitnah zu weiterer Netzabdeckung in Petershagen Süd beitragen.⁶⁰

5.2 Funkbedingungen

Drei bis vier überlegt und leicht erhöht aufgestellte Outdoor-Accesspoints mit 120° bzw. 90° Sektorantennen können die Fläche gut abdecken. Ob dafür kleine Masten aufgestellt werden müssen oder bereits vorhandene Befestigungsmöglichkeiten genutzt werden können ist zu klären. Im Idealfall werden unsere Belange beim Bau des neuen Allwetterspielplatzes berücksichtigt oder können diesen harmonisch ergänzen.

5.3 Installation und Inbetriebnahme

Die genauen Standorte für unsere Planungen müssen in einem Probebetrieb noch eruiert und vermessen werden. Danach ist ein Ortstermin mit der Haustechnik bzw. dem Platzwart oder den befassten Stellen zwingend nötig, um zu klären, wie eine sichere und minimalinvasive Befestigung der Accesspoints, der Richtfunkanlage und je ihre Stromversorgung erfolgen kann. Die Details der Installation auf der Flutlichtanlage müssen noch ausgearbeitet werden (Statik, Blitzschutz, Stromversorgung, Verkabelung). Für die Installation vor Ort sind wir dann vermutlich auf die Hilfe des Bauhofs angewiesen, der uns mit seinem Steiger an die richtige Stelle zur Befestigung und Ausrichtung tragen kann. Dies passiert aber sinnvollerweise erst, wenn die angedachten Gegenstellen des Backbones (Rathaus, Kirchtürme) installiert sind.

5.4 Benutzerdokumentation, Haftung

Für jeden Router im Bereich des Waldsportplatzes sind Benutzerdokumentation und Haftung mit der Försterparkinstallation identisch und bereits im Abschnitt 1.5 oben beschrieben. Für die Installation in der Flutlichtanlage müsste ggf. noch technische Expertise (Elektrofachmeister) eingeholt werden.

5.5 Wartung und Betrieb

Die regelmäßige Inaugenscheinnahme der Installation und den Betrieb des Accesspoints (regelmäßige Überprüfung, Fernwartung, Updates, Sichtung und ggf. Austausch von Kabelverbindungen) übernimmt der HaCraFu e.V. in ehrenamtlicher Tätigkeit und aus eigenen Mit-

⁶⁰ Vgl. hierzu die Abbildung 1 zur Vernetzung via Richtfunkstrecken im Berliner Freifunknetz und unsere Backboneplanung in Abbildung 9.



Abbildung 10: Freifunk-Richtfunk-Installation am ehemaligen Flughafen Tempelhof, die hier zur Illustration des von uns Angedachten dienen soll und die Größen von Richtfunkantennen zeigt. Zu sehen sind am Mast mehrere Typen von Richtfunkantennen und der Schaltkasten mit dem Core-Router und dem Switch. Vgl. https://wiki.freifunk.net/Berlin:Standorte:Flughafen_Tempelhof.

teln. Es müssen auch hier Absprachen erfolgen um gegenseitige Ansprechpartner (Platzwart? Vereinslokal-Betreiber?) zu vereinbaren.

5.6 Budgetplanung

Im Bestand des HaCraFu e.V. sind noch mehrere Outdoor-Router für die lokalen Installationen auf Straßenniveau vorhanden. Die Hardware für die Installation in der Flutlichtanlage,⁶¹ insbesondere die etwas kostenintensiveren Sektorantennen würden wir versuchen über die Vereinsförderung zu erwerben. Der dritte sparsame Beschaffungsweg in Kooperation mit der Berliner Freifunk-Community besteht auch hier.⁶² Ein genauer Kostenplan muss noch erstellt werden, sobald feststeht, wie viele Router verbaut werden und wie die Installation beschaffen ist.

5.7 Zusammenfassung

Am Waldsportplatz und potentiell in ganz Süd-Petershagen kann eine WLAN-Versorgung in Jahresfrist umgesetzt werden, wenn die Gemeinde den HaCraFu e.V. beim Aufbau eines WLAN-Richtfunkknottens auf der Flutlichtanlage unterstützt. Zudem ist die Realisation

⁶¹ Dies umfasst einen Core-Router mit etwa 8 Ports, der sowohl die Sektorantennen versorgt als auch über einen lokalen Uplink sowie die Backbone-Richtfunkstrecke Internetkonnektivität herstellt sowie 3 Sektorantennen à 120° bzw. 4 Sektorantennen à 90°.

⁶² Vgl. den Abschnitt 4.6 oben.

mehrerer lokaler Accesspoints auf dem Sportplatzgelände sowie – wenn gewünscht – auch in den Vereinsräumen unproblematisch und kostenneutral möglich. Hierfür bitten wir um einen Ortstermin und Kontakt zu Ansprechpartnern von Bauamt, der IT der Gemeinde und ggf. weiteren betroffenen Stellen.

Literatur

Fundamentals of Cellular Network Planning and Optimisation 2G/2.5G/3G... Evolution to 4G (2004). Unter Mitarb. von Ajay R. Mishra. New York: John Wiley & Sons. ISBN: 978-0-470-86268-1.

Abbildungsverzeichnis

1	Mesh-Netzwerk Beispiel Berlin-Friedrichshain. Viele Standorte sind untereinander vernetzt. Jede/-r Bürger/-in der einen der Standorte in Sichtweite hat, kann Netzteilnehmer werden. . . .	4
2	Die beiden möglichen WiFi6-Routertypen, GL-inet MT3000 (links) und D.Link COVR 1860 (rechts)	6
3	Fresnelzonenradius r einer Funkverbindung über die Distanz D	8
4	Kennlinien eines 50W-Solarpanels bei verschiedenen Sonnenintensitäten (links) und Maximum Power Point (MPP) und zwei weitere, weniger günstige Betriebsmodi bei einer Einstrahlung von $800\text{W}/\text{m}^2$ (rechts).	9
5	Größenvergleich von Solarpanel und Wahlplakat	13
6	GL-inet MT3000 temporär am Laternenpfahl im Försterpark befestigt, in der Mitte Heatmap der Signalstärke, rechts die eingesetzten Router und ihre Verbindungen in der Kartenansicht. .	14
7	Messungen mit iperf3 zwischen den beiden Routern zeigen 40-80Mbit/s, die Bruttodatenrate in der Routeroberfläche lag bei mehr als 100 MBit/s.	15
8	Messreihe der Installation am Strandbad: Die roten Pins entsprechen einer Signalstärke im Bereich von 45-55 dBm / Durchsatz von etwa 10 Mbit, entsprechend: gelbe Pins ents 56-75 dBm / 3-8 Mbit; blaue Pins 76-88 dBm / 0,5-2 Mbit. Der grüne Bereich in der Karte (genordet) ist in Nord-Süd-Ausdehnung etwa 100m groß.	20
9	Vorüberlegungen für ein Backbone-Netz im Doppeldorf. Einige der Standorte (Grundschulen, Busbahnhof Petershagen, Relais Mainstraße, Alter Speicher, FAW-Schule) sind in Planung und werden Teil eines nächsten Konzeptes sein.	27
10	Freifunk-Richtfunk-Installation am ehemaligen Flughafen Tempelhof, die hier zur Illustration des von uns Angedachten dienen soll und die Größen von Richtfunkantennen zeigt. Zu sehen sind am Mast mehrere Typen von Richtfunkantennen und der Schaltkasten mit dem Core-Router und dem Switch. Vgl. https://wiki.freifunk.net/Berlin:Standorte:Flughafen_Tempelhof	32

Kontakt

Hacken Craften Funken e.V.
c/o Silvio Kunze Wasserstr. 14
15370 Petershagen/Eggersdorf
freifunk@hacrafu.de
vorstand@hacrafu.de