

# Übersichtsmappe Freifunk Hamburg Richtfunkstandorte

---



## Zweck

Diese Mappe gibt Inhaber\_innen eines potentiellen Richtfunkstandortes eine Übersicht, wie ein Standort in Zusammenarbeit mit Freifunk Hamburg gestaltet werden kann. Dazu beinhaltet sie folgende Abschnitte:

- Was ist Freifunk?
- Das Richtfunknetz
- Bestehende Installationen
- Anhang 1: Empfehlungsschreiben des Amtes Medien der Senatskanzlei
- Anhang 2: Dachnutzungsvertrag
- Anhang 3: Beispiel eines Planungsdokumentes – fux e.G.

## Ansprechpartner\_in

Bei Rückfragen kann sich der\_die Standortinhaber\_in gerne an die folgende Kontaktperson bei Freifunk Hamburg wenden.

Name: \_\_\_\_\_  
Email: \_\_\_\_\_  
Telefon: \_\_\_\_\_

# Was ist Freifunk?

---

## Grundsätzliches

Die Vision von Freifunk ist die Verbreitung freier Netzwerke, die Demokratisierung der Kommunikationsmedien und die Förderung lokaler Sozialstrukturen. Durch die Vernetzung ganzer Stadtteile wollen wir der digitalen Spaltung entgegenwirken und freie unabhängige Netzwerkstrukturen aufbauen.

Konkret hat sich Freifunk zum Ziel gesetzt offene WLAN-Netze einzurichten und diese miteinander zu verbinden. Dies ermöglicht einen freien Datenverkehr „durch die Luft“ in der ganzen Stadt. Freifunk ist somit eine offene, nicht-kommerzielle, hierarchielose Initiative für freie Funknetzwerke.

## Wie funktioniert Freifunk?

Freifunk funktioniert und lebt durch den Einsatz der Teilnehmer\_innen. Das Herz der Initiative ist die Gemeinschaft aus Menschen, die alle dazu beitragen, dass die Idee von Freifunk wächst.

Die technische Grundlage von Freifunk bildet ein sogenanntes Maschen-Netzwerk (auch „mesh“ genannt). Alle Knoten (i.d.R. WLAN-Router) im Freifunk-Netz können durch eine spezielle Software (Freifunk Firmware), direkt miteinander kommunizieren und bilden ein eigenes Funknetzwerk. Jeder Mensch im Freifunknetz kann dadurch andere Teilnehmer\_innen erreichen und Daten austauschen. Das Freifunk-Netzwerk ist Teil des Internets.

Knotenbetreiber\_innen können einen Teil ihrer Internetverbindung dem Freifunknetz zur Verfügung stellen oder einfach das bestehende Netz durch Maschenverbindungen erweitern, ähnlich der Funktion eines Repeaters. Das eigene Heim- oder Firmennetzwerk bleibt davon unberührt. Mit der Störerhaftung bekommen die Knotenbetreiber\_innen kein Problem. Freifunk ist Internetdienstanbieter und damit, wie kommerzielle Anbieter auch, von der Anwendung der Störerhaftung auf das Internet nach TMG §8 ausgenommen.

## Freifunk-Prinzipien

Freifunk Hamburg unterstützt das Picopeering Agreement<sup>1</sup>, das wir als kleinsten gemeinsamen Nenner unserer Aktivitäten und als Richtlinie für die Betreiber\_innen der Netzinfrastruktur ansehen. Zudem vertreten wir folgende Grundsätze:

- Zugang zu Informationen und Wissen ist frei wie in Freiheit
- Kommunikation ist uneingeschränkt
- Netzwerk und Infrastruktur basieren auf freier, offener Software und freien Standards

---

<sup>1</sup> <https://hamburg.freifunk.net/freifunk-prinzipien>

# Das Richtfunknetz

---

## Motivation

Freifunk steht für ein freies, offenes, kostenloses, unzensiertes, dezentrales Netz, welches von den Menschen betrieben und gesteuert wird, die es nutzen. Um den Anspruch von Dezentralität und Unabhängigkeit zu erfüllen, bedarf es eigener Infrastruktur, um Knoten einer Gemeinde miteinander zu verbinden, die nicht in Reichweite voneinander sind (z.B. in verschiedenen Stadtteilen).

Heute wird dieser Verbund in Hamburg größtenteils über Netzwerk-Tunnel (VPN) durch das Internet realisiert. Diese bedürfen allerdings erstens zentraler Knotenpunkte und schaffen zweitens Abhängigkeit von Internet-Anschlüssen kommerzieller Anbieter. Eine Alternative bietet der Aufbau einer eigenen Infrastruktur mit Richtfunkstrecken von Dach zu Dach.

Selbst Gegenden oder Gebäude ganz ohne kommerziellen Breitband-Anschluss können mit der Richtfunk-Technik erreicht werden. Auf diese Art kann der Zugang zum Freifunk-Netz, und darüber auch zum Internet, für noch mehr Menschen ermöglicht werden.

## Funktion

Auf geeigneten Gebäuden werden fachgerecht handelsübliche WLAN-Außenantennen montiert und zueinander ausgerichtet. Unter guten Bedingungen können so mehrere Kilometer überbrückt werden. Außerdem werden, sofern möglich und erwünscht, Antennen zur Versorgung der unmittelbaren Nachbarschaft mit Freifunk montiert. Diese Geräte verbinden sich automatisch mit anderen Freifunk-Knoten in Reichweite. Auf diese Art wird das Netzwerk vergrößert und gleichzeitig unabhängiger.

## Zugänglichkeit, Installation, Wartung, Kosten, Rechtliches

Ist der Förderverein Freie Netzwerke der Betreiber des Standortes, wird ein Vertrag zwischen Verein und Gebäudeanbieter aufgesetzt (Anhang 2: Dachnutzungsvertrag). Dieser beinhaltet die vorgenannten Punkte und ist kurz und klar formuliert.

## Voraussetzungen

Was braucht es für einen neuen Standort?

- Zugang zum Dach
- Stromanschluss
- Internetanschluss ist wünschenswert, aber optional
- Sichtverbindung (Sichtlinie + Fresnelzone<sup>2</sup>) zu bestehenden Standorten sollte es geben. Genauer kann man ausrechnen. Zur ersten Evaluierung sind hochauflösende Panoramabilder hilfreich. Besonders gut geeignet sind natürlich Türme, Kirchtürme, andere hohe Gebäude und städtische Gebäude auf Grund ihrer zentralen Lage und Zugänglichkeit

---

<sup>2</sup> <https://de.wikipedia.org/wiki/Fresnelzone>

# Bestehende Installationen

---

## Zwei Beispiele für Richtfunkinstallationen

### **fox e.G. (große Installation)**

Die detaillierte Baubeschreibung des Standortes befindet sich als Beispiel einer großen Installation im Anhang 3: Beispiel eines Planungsdokumentes – fox e.G.

### **Esmarchstraße 95 (kleine Installation)**

Dieser Standort wurde an einer Privatwohnung errichtet und dient als Veranschaulichung einer kleinen Installation.



Abbildung 1: Kernrouter und Switch. Non-invasiv: Flachbandkabel durch geschlossenen Fensterrahmen.



Abbildung 2: Sektorantennen, die das Signal in der Nachbarschaft verteilen, sowie Richtfunkantenne zum Standort "fux"

## Weitere Installationen

Neben den Richtfunkinstallationen wurden diverse Orte durch Ehrenamtliche mit komplexeren Freifunkinstallationen versorgt:

- Flüchtlingsunterkünfte in folgenden Bezirken
  - Altona: Embassy of Hope & Rugenbarg
  - Bergedorf: Kurt-A.-Körper-Chaussee 83
  - Eimsbüttel: Hörgensweg
  - Nord: Kiwittdmoor
  - Harburg: Flüchtlingssschiff Transit & Schwarzenbergplatz
  - Wandsbek: Jenfelder Moorpark & Oktaviostraße
- Veranstaltungsorte
  - Kampnagel Internationale Kulturfabrik GmbH
  - Nochtspeicher GbR
  - Rote Flora
- Sonstige
  - Museumsdeck der Rickmer-Rickmers  
(Stiftung des Vereins Windjammer für Hamburg)

Hinzugesellen sich kleine Installationen (ein oder wenige Router):

- ADFC Landesverband Hamburg e.V.
- Alles wird schön e.V.
- Attraktor e.V.
- Bramfelder Kulturladen e.V.

- Bürgerhaus in Barmbek e. V.
- CCC Hansestadt Hamburg e.V.
- Centro Sociale (Sozialgenossenschaft St. Pauli Nord und rundrum e.G.)
- Haus 3, Stadtteilzentrum in Altona e.V.
- Jugendhaus Unser Haus e.V.
- KulturWerkstatt Harburg e.V.
- MehrWertKultur Nobleestraße (contraZt e.V. )
- welt\*RAUM e.V.
- Diverse Cafés, Restaurants, Läden und Hotels

# Anhang 1: Empfehlungsschreiben des Amtes Medien der Senatskanzlei

---

Das Amt Medien der Senatskanzlei der Stadt Hamburg hat Freifunk Hamburg ein Empfehlungsschreiben erstellt. Da es eine hervorragende Beschreibung liefert, fügen wir es mit freundlicher Genehmigung des Amtes Medien zur Information hier ein.



# Senat der Freien und Hansestadt Hamburg

## Senatskanzlei

Amt Medien, Senatskanzlei, Hermannstr. 15, 20095 Hamburg

Leiter der Abteilung IT-Wirtschaft, Telekommunikation, Neue Medien

Konrad Hildebrandt  
Hermannstraße 15  
20095 Hamburg  
Telefon 040 / 428 31 - 2565  
eFax 040 / 4 279 15 565

Konrad.hildebrandt@sk.hamburg.de

September 2015

### Initiative Freifunk Hamburg

Das Amt Medien der Senatskanzlei begrüßt die Aktivitäten der Initiative Freifunk Hamburg.

Mit Beschluss vom 27.02.2014 (Drs. 20/10869) hat die Bürgerschaft den Senat darum ersucht, „die Einbeziehung zivilgesellschaftlicher Initiativen wie Freifunk Hamburg als Partner der WLAN-Strategie der Stadt zu prüfen und gegebenenfalls beim Aufbau des Netzwerkes zu unterstützen“.

Freifunk Hamburg ist eine hochengagierte, zivilgesellschaftliche Initiative von Bürgerinnen und Bürgern, die in ihrer Freizeit für freie Internetzugänge über WLAN in Gebieten Hamburgs sorgen, die zumeist nicht im Fokus kommerzieller WLAN-Anbieter stehen. Ihr Engagement richtet sich u. a. an benachteiligte Nutzergruppen, wie zum Beispiel Geflüchtete in ihren Unterkünften, die ansonsten kaum Möglichkeiten eines Internetzugangs haben.

Das Amt Medien unterhält guten Kontakt zur Freifunk Initiative und wird einen angekündigten Förderantrag, der zum Ausbau eigener Funkinfrastrukturen beitragen soll, wohlwollend prüfen.

Zudem befürwortet das Amt Medien die Zurverfügungstellung privater und öffentlicher Dächer o. ä. Installationspunkte für die Funk-Infrastrukturen der Freifunk Initiative. Freifunk ist Betreiber dieser Anlagen und trägt somit die Haftungsrisiken für den offenen und frei zugänglichen Internetzugang per WLAN.



Konrad Hildebrandt

## Hintergrundinformationen

Freifunk ist eine internationale Initiative mit dem Ziel, freie, unabhängige und nicht-kommerzielle Computer-Funknetze aufzubauen. Grundlegendes Prinzip ist, dass jeder Teilnehmer seinen WLAN-Router für den Datentransfer der anderen Teilnehmer zur Verfügung stellt. WLAN-Funkverbindungen nutzen in Deutschland Frequenzen, die durch die Bundesnetzagentur zur Benutzung durch die Allgemeinheit zugeteilt sind. Sie dürfen ohne Meldepflicht und ohne Reichweitenbegrenzung miteinander verbunden werden.

Technisch wird dies beim Freifunk in sogenannten vermaschten Netzen (Mesh-Networks) umgesetzt. Die durch die Teilnehmer zur Verfügung gestellten WLAN-Einzelgeräte (Router) bilden jeweils einen Knotenpunkt des Netzwerks. Handelsübliche WLAN-Router haben eine Reichweite zwischen 30 und 100 Metern auf freier Fläche, Richtfunkgeräte schaffen mehrere Kilometer. Eigentliche Idee ist, dass sich die Sendereichweiten überschneiden und die zu transportierenden Daten an den nächsten Knotenpunkt „überreichen“. Um einen Internetzugang im gesamten Netzwerk zu erhalten, bedarf es prinzipiell also nur eines einzigen Einspeisepunktes für das Internet im gesamten Netzwerk. Die Weitergabe der Informationen erfolgt dann per Funk von einem Knotenpunkt zum nächsten usw.

Wo viele einzelne Router über den ganzen Stadtbereich verteilt sind, ist die lückenlose Überschneidung der Funkreichweiten jedoch zunächst schwer herzustellen. Deshalb sind die Knotenpunkte durch sogenannte VPN-Verbindungen (Virtual Private Network) über die DSL-Anschlüsse der Teilnehmer miteinander verbunden. Vergleichbar ist etwa ein Unternehmensintranet, an das Heimarbeitsplätze oder mobile Rechner angeschlossen sind. Auch dabei kommt VPN zum Einsatz, für das die Internetinfrastruktur quasi als Netzwerkverlängerungskabel genutzt wird, ohne einen eigentlichen Zugang zum World Wide Web (WWW) zu legen. Freifunk Hamburg nutzt hierfür freie Software, die jedem kostenlos zum Download zur Verfügung steht. Zudem wird Hilfestellung bei der Beschaffung und Konfiguration der Geräte geleistet, die im Handel ab EUR 15,- verfügbar sind.

Ein Freifunknetz ist demnach ein Intranet, welches diverse dezentrale, private WLAN-Zugänge miteinander über Funk und/ oder VPN verbindet. Es ist offen und anonym. Einerseits kann jeder zu jeder Zeit seinen Router in das Netz einbringen oder herausnehmen und andererseits kann jeder innerhalb der Funkreichweite eines Knotenpunktes ohne Registrierung oder Kosten mit seinem WLAN-fähigen Endgerät Daten in das Netz einstellen oder daraus beziehen. Innerhalb des Netzes sind somit der Datenaustausch, die Sprach- und Textkommunikation oder auch Unterhaltungs- bzw. Informationsangebote wie Freifunkradio ohne den Weg über das Internet möglich. Zudem bieten die Freifunknetze aber auch einen Internetzugang an, der über sogenannte Gateways, Router mit Zugriff auf das WWW, bereitgestellt wird.

## Freifunk in Hamburg

In Hamburg wurde im November 2012 wieder eine Freifunk-Gruppe gegründet (<https://hamburg.freifunk.net/>). Inzwischen sind über 800 Knoten dauerhaft online (<https://hamburg.freifunk.net/wo-wird-gefunkt>). Die Initiative beginnt zudem damit, geeignete Orte, in der Regel Dächer, zur Installation von leistungsstarken WLAN-Antennen zu versehen, um die Umgebung mit dem Freifunk-Netzzugang zu versorgen. Diese Punkte

werden nach Möglichkeit durch Richtfunkstrecken miteinander verbunden, was eine Internetzugangsverbindung vor Ort verzichtbar macht.

Zwischen dem Amt Medien der Senatskanzlei und der Freifunk Hamburg Initiative besteht ein guter Informationsaustausch. Nachdem rechtliche Bedenken durch Freifunk Hamburg ausgeräumt werden konnten, wird nun auch eine finanzielle Förderung der Richtfunk- und Sektorantenneninfrastruktur durch das Amt Medien in Erwägung gezogen.

Auch die Hamburger Bürgerschaft hat sich in der letzten Legislaturperiode in diesem Sinne positioniert. In Drucksache 20/10860 wurde der Senat interfraktionell dazu aufgefordert „*die Einbeziehung zivilgesellschaftlicher Initiativen wie Freifunk Hamburg als Partner der WLAN-Strategie der Stadt zu prüfen und gegebenenfalls beim Aufbau des Netzwerkes zu unterstützen*“. In mehreren anderen Städten werden ebenfalls die örtlichen Freifunk-Initiativen von den Behörden unterstützt (u. a. in Berlin).

## Anhang 2: Dachnutzungsvertrag

---

Ist der Förderverein Freie Netzwerke der Betreiber des Standortes, wird ein Vertrag zwischen Verein und Gebäudeanbieter aufgesetzt. Dieser beinhaltet u.a. die Punkte Zugänglichkeit, Installation, Wartung, Kosten und Rechtliches.

# Vertrag

zwischen dem:

Förderverein Freie Netzwerke e.V.

c/o Rabener/Rau

Stephanstr. 10

10559 Berlin

Vereinsregister AG Berlin Charlottenburg VR 22961

im Folgenden: „**Förderverein**“

und dem:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

im Folgenden: „**Gebäudeanbieter**“

1. Der Gebäudeanbieter gestattet dem Förderverein eine „WLAN-Relaisstation“ (=Verteiler für Drahtloses Nahbereichs-Netzwerk) \_\_\_\_\_ zu installieren.
2. Die Räumlichkeit werden dem Förderverein inklusive Stromversorgung kostenlos und unbefristet zur Verfügung gestellt.
3. Die Installation erfolgt durch und auf Kosten des Fördervereins.
4. Für gelegentliche Wartungs- oder Justagearbeiten wird den technischen Betreuern der WLAN-Anlage Zugang zur Installation gewährt. Entsprechende Termine sind im Vorfeld mit der/dem technisch Verantwortliche(n) für das Gebäude abzustimmen. Dies sind:  
  
Frau/Herrn \_\_\_\_\_ / Kontakt: \_\_\_\_\_  
  
Frau/Herrn \_\_\_\_\_ / Kontakt: \_\_\_\_\_
5. Der Förderverein stellt sicher, dass die Installation keinen Eingriff in das Erscheinungsbild des Gebäudes oder der baulichen Substanz darstellt.
6. Für Beschädigungen am Gebäude haftet der Förderverein. Bohrungen für die fachgerechte Kabelverlegung und Sicherung der Komponenten gelten nicht als Beschädigung - sind jedoch bei einer Deinstallation fachgerecht zu verschließen.

7. Dem Gebäudeanbieter entstehen keinerlei Verpflichtungen durch den Betrieb des Systems. Insbesondere haftet der Gebäudeanbieter für keinerlei Schäden an der Installation durch Dritte oder höhere Gewalt und hat keinerlei Pflichten mit der Betreuung, Wartung oder Beschaltung des Systems.
8. Weder der Gebäudeanbieter noch der Förderverein stellen auf dem installierten System Inhalte bereit. Das System wird durch und in Verantwortung des Fördervereins lediglich mit technisch-administrativen Standort-, und Kontaktinformationen versehen und dient darüber hinaus ausschließlich als Relaisstation (Infrastruktur-Einrichtung).
9. Das durch die Relaisstation gebildete Netzwerk ist gemäß den Grundsätzen des Fördervereins öffentlich zugänglich, unzensuriert, nicht kommerziell und im Besitz einer Gemeinschaft.
10. Die Nutzung des Systems steht im Rahmen gegenseitiger Rücksichtnahme jedermann kostenlos frei zur Verfügung und ist insbesondere an keinerlei Bedingungen geknüpft, die die technischen Grundvoraussetzung übersteigen.
11. Diese Vereinbarung kann von beiden Seiten aus triftigen Gründen jederzeit widerrufen werden. Das System ist durch und auf Kosten des Fördervereins mit maximal vierwöchiger Frist nach Widerruf und unter Einhaltung der Punkte 5. und 6. zu deinstallieren.
12. Bei Verletzung der Punkte 3. und 8. bis 10. hat der Gebäudeanbieter die Möglichkeit das System ohne Wahrung einer Frist vom Stromnetz zu trennen.

Berlin, den \_\_\_\_\_

---

für den Förderverein  
Freie Netzwerke e.V.

---

für den Gebäudeanbieter

# Anhang 3: Beispiel eines Planungsdokumentes – fux e.G.

---

Der auf den folgenden Seiten beschriebene Standort dient als Beispiel für eine große Installation mit

- Sektorantennen (paarweise) für 2,4GHz & 5GHz WLAN zum Verteilen des Signales in der Nachbarschaft
- großem Serverschrank mit Switch, Kernrouter, Patchpanel und Platz zum Nachrüsten weiterer Komponenten
- Mast mit Richtfunkantennen, die diverse Standorte miteinander verbinden
- eigenem Stromkasten und fachgerechtem Blitzschutz (ggf. erforderlich bei Dachinstallationen)

Versionen:

2015-04-12, andre: finale Dokumentation des Bauzustandes

2015-02-02, andre: Kapitel2: Netzwerküberspannungsschutz, Abb. 3 & 4

2015-01-12, andre: Kapitel1: Sektoren, Kapitel 2: Stromplan, 4. Richtfunk

2015-01-11, andre: Kapitel 2 & 4 überarbeitet

2015-01-08, andre

## Konzept für den Freifunk-Richtfunk-Standort FUX, im Zeiseweg 9, HH.

### 1. Überblick

Zweck dieses Dokumentes ist die Abstimmung der Freifunk-Installation auf dem FUX-Gebäude zwischen Freifunk Hamburg und der FUX sowie die Dokumentation der tatsächlichen Umsetzung sobald diese erfolgt ist. Infolge dessen ist dieses Dokument als fortlaufend zu aktualisieren zu betrachten, soll heißen, es wird aktualisiert wenn neue Abstimmungen getroffen werden bzw. die Umsetzung erfolgt ist.

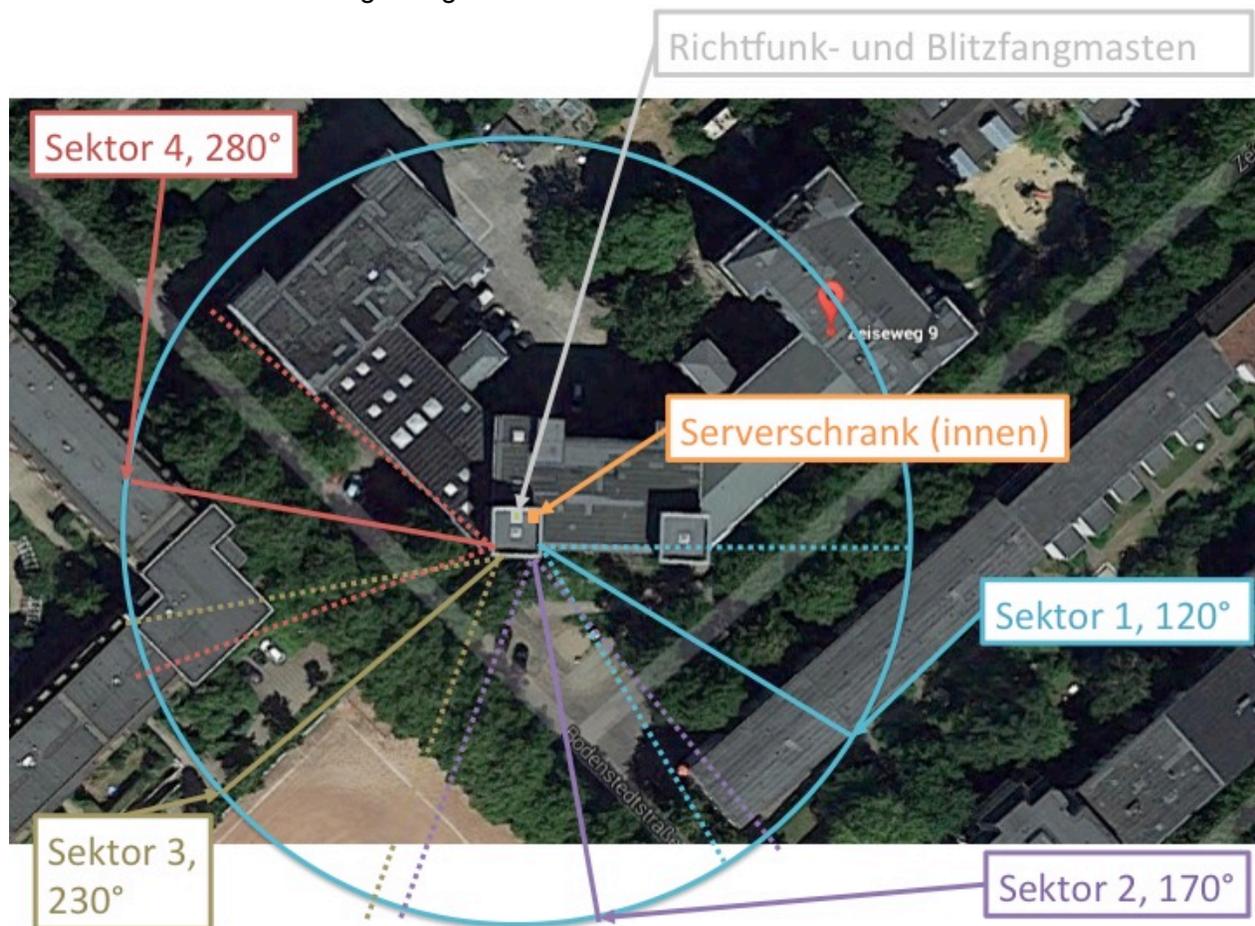


Abbildung 1: Luftbild des Standortes

Der Standort auf Abbildung 1 wird mit vier Paar Sektorantennen und diversen Richtfunkverbindung ausgestattet. Verbunden wird das Ganze durch einen Serverschrank im Inneren des Turmes.

Im Folgenden werden diese einzelnen Segmente der Anlage und deren Anbringung erläutert.

## 2. Serverschrank

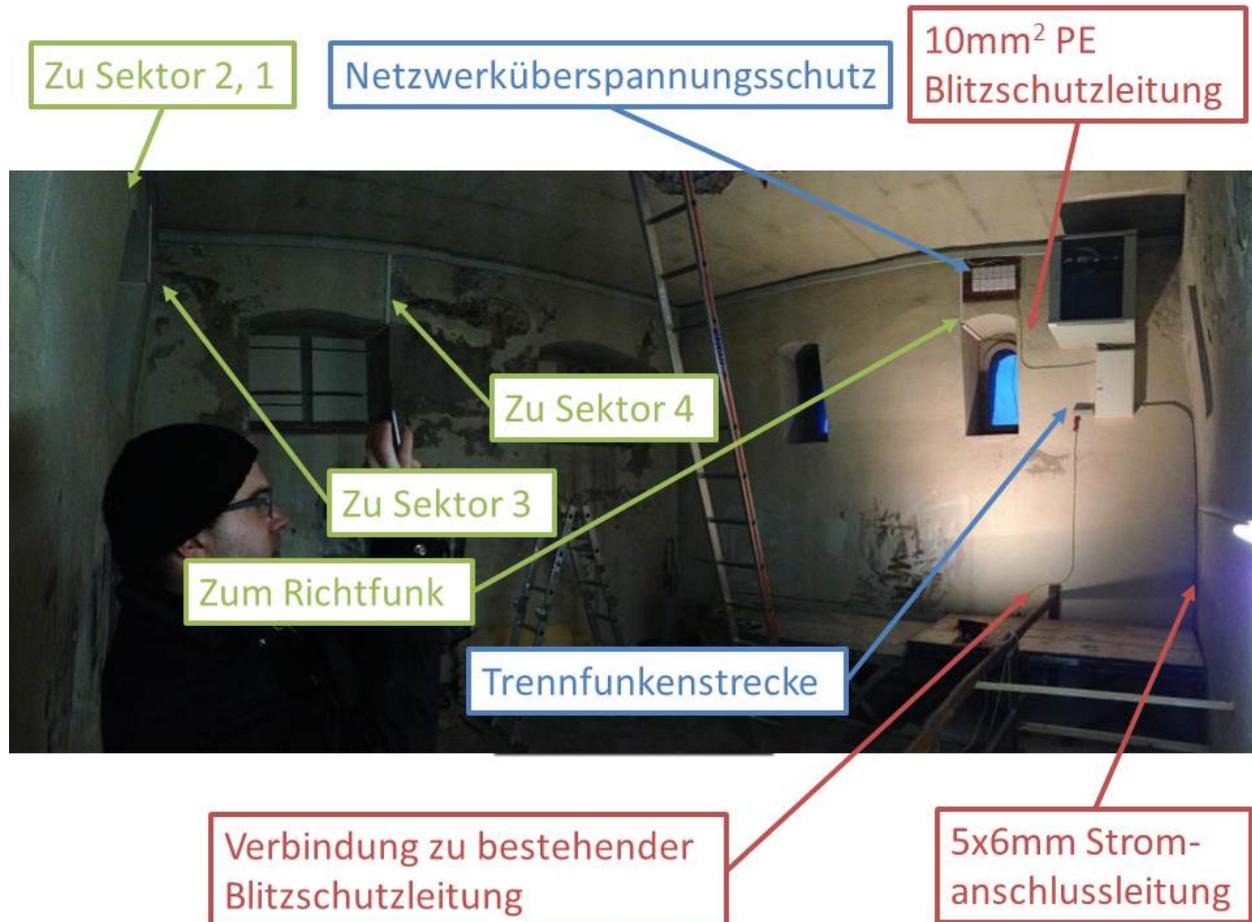


Abbildung 2: Position des Serverschranks

Wie in Abbildung 1 gezeigt, befindet sich der Serverschrank in der Nord-Ost-Ecke des westlichen Turmes, direkt unter dem Dach über dem Treppenaufgang (Abbildung 2). Der Schrank beinhaltet:

- Switch
- Kernrouter
- Patchpanel
- Stromleiste
- Verkabelung

Der Überspannungsschutz der Netzkabel ist zum Schutz des Serverschranks vor induzierten Spannungen bis zu 700V. Bei höheren Spannungen kann der Schrank nicht gerettet werden, aber auch dieser ist über den Stromversorgungskasten blitzschutzgesichert. Abgeleitet wird das ganze über die Trennfunkstrecke.

Zur Wahrung des Dankmalschutzes werden Überspannungsschutzmodule nicht außen an der Fassade angebracht. Denn sonst hätte ein Modul pro Netzkabel installiert und jedes dieser Module per PE-Leitung mit dem bestehenden Blitzschutz verbunden werden müssen.

Unterhalb der Decke verlaufen entlang der Kanten Kabelkanäle für Netzkabel zu den Antennen, Sektoren 1-4 und zum Richtfunkmasten.



Abbildung 3: Stromanschluss am Treppenaufgang

Versorgt wird Serverschrank durch den darunter angebrachten Stromkasten. Dieser wiederum wird vom Haus gespeist. Dazu ist ein Kabelkanal von in der Nord-Ost-Ecke angebracht, der zur Treppe hinunter führt. Unter der Treppe geht der Anschluss weiter zu der in Abbildung 3 gezeigten Steckdose. Hier wird direkt an die Drähte angeklemt, so dass die Dose weiterhin nutzbar ist.

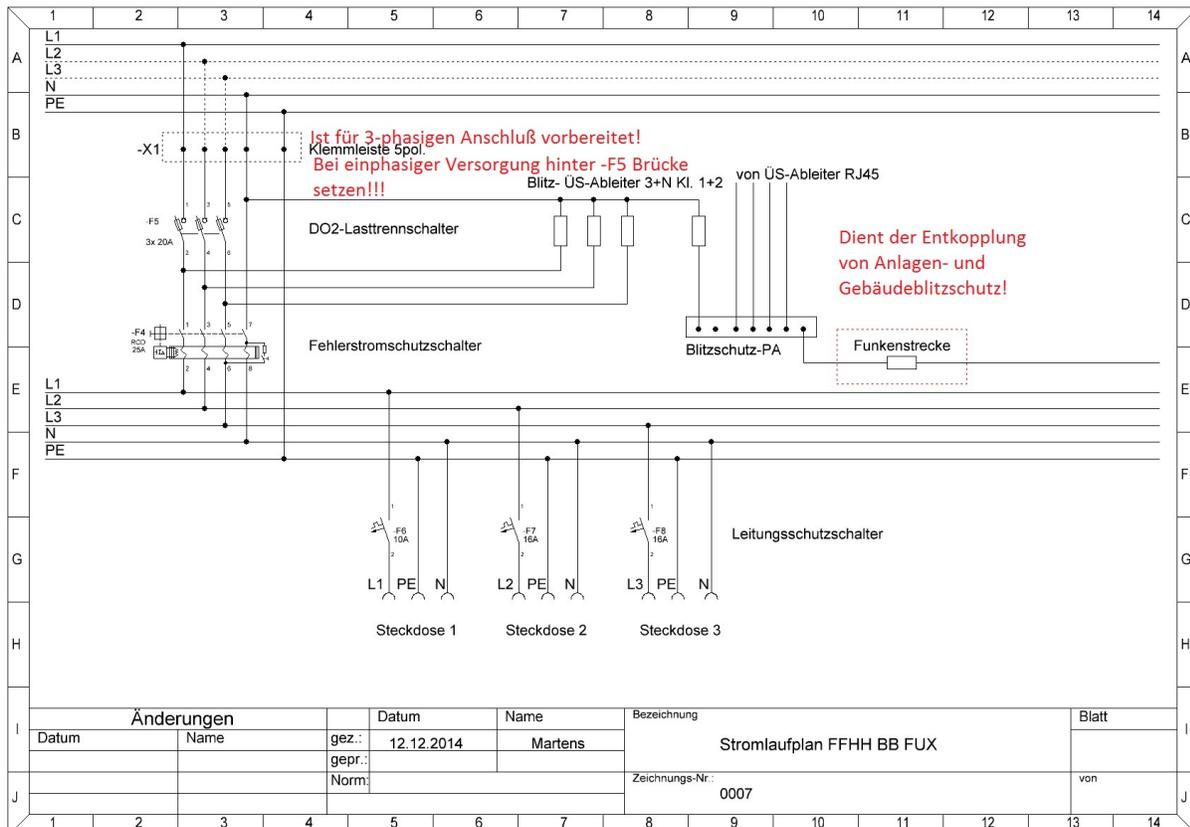


Abbildung 4: Stromlaufplan

### 3. Sektorantennen

Die Sektorantennenpaare bestehen jeweils aus Ubiquiti Nanostation M2 für 2,4GHz WLAN (NSM2) & M5 für 5GHz WLAN (NSM5). Jede NSM wird mit einem Nanobacket angebracht. Dabei handelt es sich um Kunststoffkugelgelenkhalter, die mittels zweier Schrauben an Stangen oder an Mauern angebracht werden können.



Abbildung 5: Beispiel für Sektorantenneninstallation, Sektor 1

Denkmalschutz - Maßnahmen zur Wahrung der Fassade:

- Die NSMs sind mattrot lackiert
- Es werden im Außenbereich rote Netzwerkkabel verwendet
- Dedizierte Stromkabel gibt es keine, da Strom mit über die Netzwerkkabel läuft (Power over Ethernet)
- Gebohrt wird in die Fassade nur in Fugen (also zwischen die Backsteine)

Wie Abbildung 5 zeigt, werden die Sektorantennen in die Gewölbe neben den bestehenden Fenstergewölben installiert. NSM5 werden dabei über ein 25cm Kabel von NSM2 mitversorgt. NSM2 sind wiederum per Kabel mit dem Serverschrank verbunden. Dieses Kabel läuft von NSM2 und geht oben durch den jeweilig nächsten Fensterrahmen.

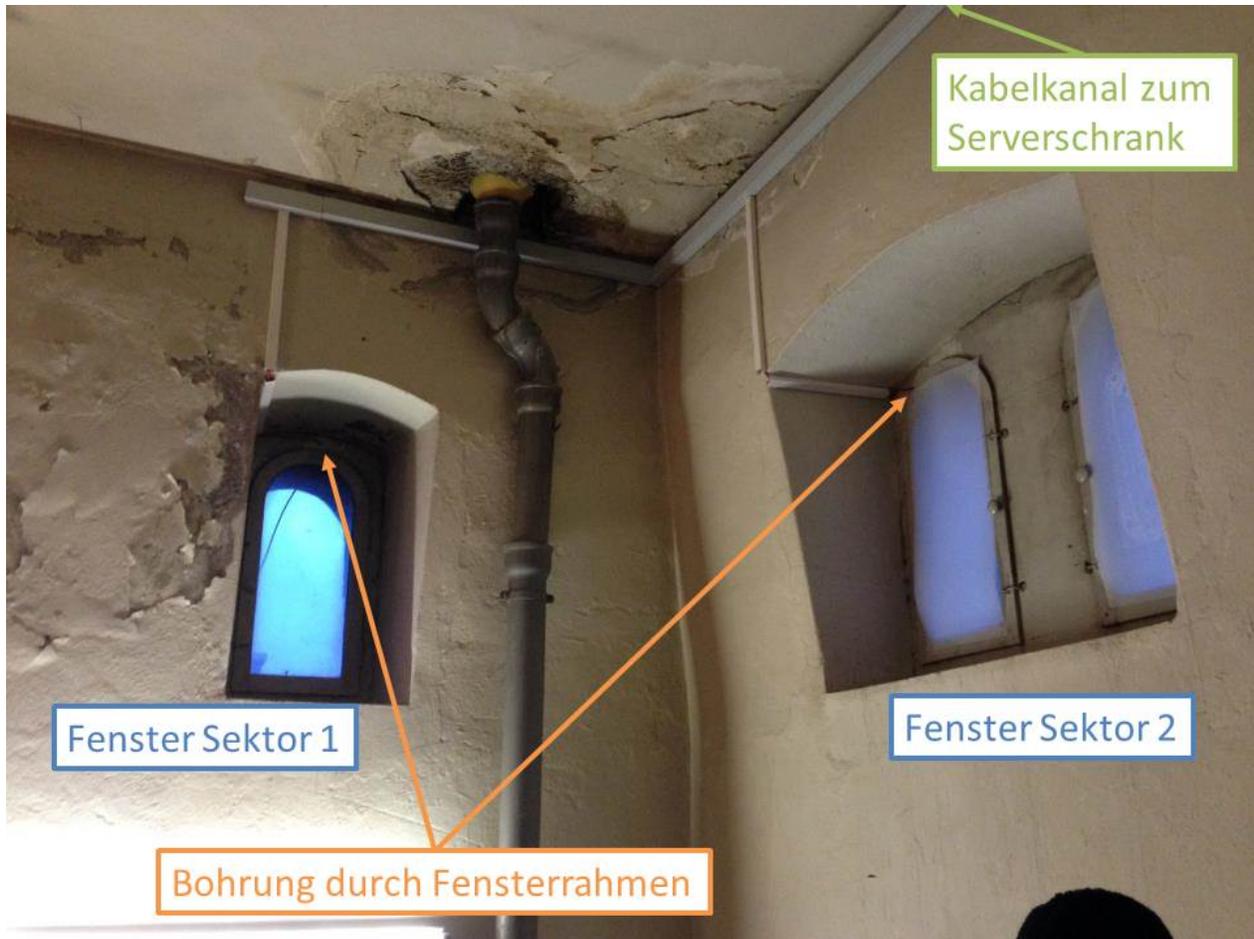


Abbildung 6: Beispiel für Fensterdurchführung

#### 4. Richtfunkmast

Der Richtfunkmast wird oben auf dem Turm an der Innenseite der Balustrade angebracht (Abbildung 7). Damit der Mast von der Straße nicht zu sehen ist, wird die nördliche Balustrade verwendet. Hierdurch verdeckt der Turm selbst die Sichtlinie Mast-Straße.

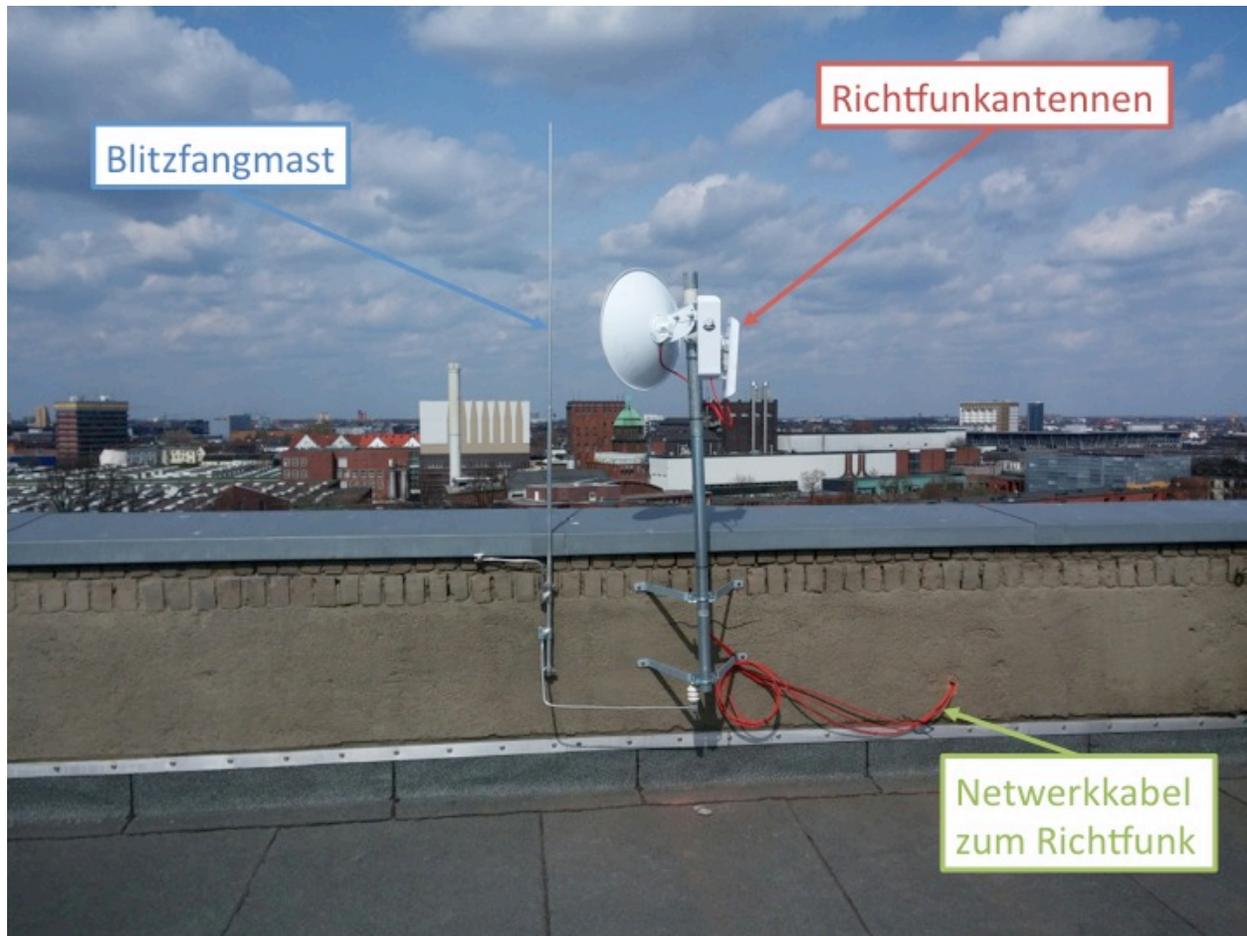


Abbildung 7: Richtfunkmast

Die Kabelführung zum Mast erfolgt durch Bohrung durch das rechte Fenster der Nordwand (Abbildung 2). Um das Kabel wieder auf die Dachfläche hineinzuführen, wird in die Balustrade gebohrt (Abbildung 8). Wegen dem metallischen Blitzschutz auf der Balustrade, kann das Kabel nicht darübergelegt werden.



Netwerkkabel  
zum Richtfunk

Bestehende  
Blitzschutzleitung

Abbildung 8: Nordwand des Turmes