



## Pilotprojekt Freifunkkommune Gera

gefördert vom



# Backbone-Standortkonzept (Ausbaustufe 4)

Integrierte Gesamtschule Lusan (IGS) - SBBS Technik/Bau  
(SBT) - SBBS Gesundheit/Soziales (SGZ)

<b>Verantwortlicher Bearbeiter</b>	Matthias Drobny, Stadtverwaltung Gera
<b>Version</b>	21
<b>Datum</b>	17.07.2018
<b>Datei</b>	B:\06 IT-Projekte\HP-14 - Projekt Freifunk\02 Arbeitspakete\Backbone\standortkonzept-schulen.odt

# 1 Entscheidungsbegründung

## 1.1 Bewertungsmatrix (Lenkungsgruppe)

### 1.1.1 Positivkriterien (Auswahl)

- Hohe Besiedlungsdichte
- Überbrückung großer Distanzen im Stadtgebiet
- viele Richtfunk-/Vernetzungsmöglichkeiten (SBT)
- Nutzung des klimatisierten Technikraums (IGS)

### 1.1.2 Negativkriterien (Abwahl/Verschiebung)

- keine

## 1.2 Rangfolge

Rang	Standort	Kurzbezeichnung
1 (5)	SBBS Gesundheit+Soziales	SGZ
9 (45)	Schuleteil BbS Bautechnik	SBT
3 (10)	Staatliche Integrierte Gesamtschule	IGS

Tabelle 1: Bewertungsmatrix, Stand 02.7.2018 (20.02.2017)

## 1.3 Stellungnahme (AG Technik)

keine

## 2 Ziele

Mit der Auswahl dieser 3 Standorte wird eine sehr große Nord-Süd-Achse über Gera gelegt, in deren Zentrum das KUK steht. Mit dem Sprung in Geras Norden wird eine Anbindung von Bieblach-Ost erreicht, während in südlicher Richtung Lusan ins Backbone eingebunden wird.

Diese Entfernungen ermöglichen den Aufbau einer, auf LoraWAN<sup>1</sup> basierenden, verteilten Sensoreninfrastruktur. An den Einzelstandorten werden dafür LoraWAN-Gateways aufgebaut, die durch die hohe Empfangstärke ihrer Antennen als Empfänger für sendeleistungsschwache Sensoren gemäß der Lora-Spezifikation dienen können.

Mit dem Aufbau leistungsfähigerer Servertechnik wird eine technische Basis geschaffen, die für interne Dienste Speicher- und Berechnungskapazitäten bereit hält. Insbesondere die Integration von Diensten, die bisher auf Servern im Internet vorgehalten wurde, stellt ein Teilziel dieser Ausbaustufe dar.

---

1 [https://de.wikipedia.org/wiki/Long\\_Range\\_Wide\\_Area\\_Network](https://de.wikipedia.org/wiki/Long_Range_Wide_Area_Network)

## 3 Standortbeschreibung

### 3.1 Lage

Name	Adresse	Koordinaten	Höhe in m		
			Boden	Aufbau	Gesamt
SGZ	Maler-Fischer-Straße 2	50.901581, 12.090255	253	20	273
SBT	Richterstraße 2	50.874291, 12.087487	223	20	243
IGS	Ahornstraße 1	50.84483, 12.072301	214	15	229

Tabelle 2: Positionsdaten

### 3.2 Besiedlung/Bevölkerung

Radius	100 m	200 m	300 m	400 m	500 m
<b>Einwohner</b>					
SGZ	128	416	1347	2803	4120
SBT	417	1321	2902	4319	6158
IGS	420	1472	3007	4429	5860
<b>Gebäude</b>					
SGZ	5	52	117	223	343
SBT	44	171	361	610	903
IGS	24	94	180	302	420
<b>Wohneinheiten</b>					
SGZ	110	239	856	2093	3308
SBT	307	908	1970	2884	4500
IGS	291	987	2030	3001	3887

Tabelle 3: Statistische Grunddaten

## 3.3 Bauart/Bauform

### 3.3.1 SGZ



Abbildung 1: SGZ (Teilpanorama, stadteinwärts)



Abbildung 2: SGZ (Teilpanorama, stadtauswärts)

### 3.3.2 SBT



Abbildung 3: SBT (Panorama)

### 3.3.3 IGS



Abbildung 4: IGS (Panorama)

### 3.4 Verbindungen zu anderen Backbone-Standorten<sup>23</sup>

	Richtfunk	5 GHz (Freifunk)	5 GHz (proprietär)	LWL-Kabel
<b>Bestand (Gerät vorhanden)</b>				
<b>Planung (aktuelle Beschaffung)</b>				
<b>Zukunft (Späterer Ausbau)</b>				

#### 3.4.1 Städtischer Backbone

Start	DES			
Ziel	Winkel	Abstand	Stufe	Erläuterung
RHK	27	1464.99	3,4	entfällt
SBT	37	1469.17	4,5	RF-SBT-DES

Start	E15			
Ziel	Winkel	Abstand	Stufe	Erläuterung
SDF	259	703.35	2,3	RF-E15-SDF
FWM	5	1488.52	2,3	RF-E15-FWM
ZG2	80	756.18	2,3	5GHz-ZG2 (5 GHz-Mesh)
RHK	140	790.33	3	

Start	FWM			
Ziel	Winkel	Abstand	Stufe	Erläuterung
E15	185	1488.52	3	RF-E15-FWM
KUK	176	1858.5	2	RF-FWM-KUK
RHK	170	2122.66	2,3	entfällt
GUT	144	469.02	2	5 GHz-FWM (AP)
KAS	184	5282.82	2	entfällt

Start	FWS

2 <https://drobny.it/freifunk/koordinaten/>

3 Die Liste umfasst Standorte, die nach der gegenwärtigen Planung ausgebaut werden.

Ziel	Winkel	Abstand	Stufe	Erläuterung
KHS	116	506.88	1	RF-FWS-KHS (In Betrieb)
GSZ	102	715.06	1	RF-FWS-GSZ (In Betrieb)
KUK	3	3239.76	1,2	RF-FWS-KUK
ZG2	9	3789.08	1,2	RF-FWS-ZG2
RHK	7	3025.92	1,3	entfällt
KAS	248	472.31	1	5 GHz-KAS (Station)
SBT	12	2929.65	Die Verbindung Stadtmitte – FWS ist bereits mehrfach redundant und wird daher nicht ausgebaut.	

Start	GSB			
Ziel	Winkel	Abstand	Stufe	Erläuterung
KAS	90	921.38	6	5 GHz-KAS (Station)

Start	GSH			
Ziel	Winkel	Abstand	Stufe	Erläuterung
SBT	180	2807.06	ungeplant	

Start	GSK			
Ziel	Winkel	Abstand	Stufe	Erläuterung
KAS	25	1250.15	6	5 GHz-KAS (Station)

Start	GSZ			
Ziel	Winkel	Abstand	Stufe	Erläuterung
FWS	282	715.06	1	RF-FWS-GSZ
KAS	268	1137.10	1	5 GHz-KAS-1 (Station)

Start	IGS			
Ziel	Winkel	Abstand	Stufe	Erläuterung
ZG2	15	4289.53	2,4	RF-ZG2-IGS
RHK	14	3517.65	3,5	entfällt
KAS	4	239.40	4	5 GHz-KAS-2 (Station)

Start	KHS			
Ziel	Winkel	Abstand	Stufe	Erläuterung
FWS	296	506.88	1	RF-FWS-KHS (In Betrieb)
KAS	272	897.11	1	5 GHz-KAS-1 (Station)

Start	KUK			
Ziel	Winkel	Abstand	Stufe	Erläuterung
OST	80	1082.66	3,6	RF-KUK-OST
SDF	284	991.28	2	RF-KUK-SDF
FWM	356	1858.5	2	RF-FWM-KUK
FWS	183	3239.76	1,2	RF-FWS-KUK
ZG2	43	688.87	2	RF-KUK-ZG2
RHK	135	333.6	2,3	
SGZ	14	2745.79	4	RF-KUK-SGZ

Start	OST			
Ziel	Winkel	Abstand	Stufe	Erläuterung
OTG	232	397.32	4	5GHz-OST (AP)
SDF	271	2028.93	3,4	RF-OST-SDF
KUK	260	1082.66	3,4	RF-KUK-OST

Start	OTG			
Ziel	Winkel	Abstand	Stufe	Erläuterung
OST	52	397.32	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>5GHz-OST (Station)</li> <li>5GHz-ZG2 (Station)</li> </ul>
ZG2	333	618.84	3,4	<ul style="list-style-type: none"> <li>5GHz-OST (Station)</li> <li>5GHz-ZG2 (Station)</li> </ul>

Start	SBT			
Ziel	Winkel	Abstand	Stufe	Erläuterung
DES	217	1469.17	4,5	RF-SBT-DES
E15	315	1039.43	3,4	RF-E15-SBT
VHS	269	671.85	3,4	RF-VHS-SBT
KUK	309	588.85	2,4	RF-KUK-SBT
FWM	345	2303.61	2,4	RF-FWM-SBT
FWS	192	2929.65	Kein Ausbau.	

Backbone-Standortkonzept (Ausbaustufe 4)

Integrierte Gesamtschule Lusan (IGS) - SBBS Technik/Bau (SBT) - SBBS Gesundheit/Soziales (SGZ)

LAM	331	2484.08	4	RF-SBT-LAM
KAS	199	3216.07	4	RF-SBT-KAS
GSH	0	2807.06	ungeplant	

Start	SDF			
Ziel	Winkel	Abstand	Stufe	Erläuterung
OST	91	2028.93	2,4	RF-OST-SDF
E15	79	703.35	2,3	RF-E15-SDF
KUK	104	991.28	2	RF-KUK-SDF
ZG2	80	1459.49	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5GHz-KUK (5 GHz-Mesh)</li> <li>• 5GHz-ZG2 (5 GHz-Mesh)</li> </ul>
RHK	111	1288.65	2,3	entfällt

Start	SGZ			
Ziel	Winkel	Abstand	Stufe	Erläuterung
RHK	188	2932.23	3,5	entfällt
KAS	191	6204.10	4	RF-KAS-SGZ
GSH	222	310.21		Ungeplant
KUK	194	2745.79	4	RF-KUK-SGZ

Start	VHS			
Ziel	Winkel	Abstand	Stufe	Erläuterung
ZG2	38	1117.54	2,3	RF-VHS-ZG2
RHK	72	473.47	3	entfällt
SBT	89	671.85	3,4	RF-VHS-SBT (bisher, RF-VHS-Reserve)

Start	ZG2 (1xR RF, VHS, IGS, FWS)			
Ziel	Winkel	Abstand	Stufe	Erläuterung
OTG	153	618.84	2,4	5GHz-ZG2 (AP)
E15	260	756.18	2,3	5GHz-ZG2 (AP)
SDF	260	1459.49	2	5GHz-ZG2 (AP)
VHS	218	1117.54	2,3	RF-VHS-ZG2
KUK	223	688.87	2	RF-KUK-ZG2
FWS	190	3789.08	1,2	RF-FWS-ZG2
IGS	195	4289.53	2,5	RF-ZG2-IGS

RHK	198	773.33	2,3	entfällt
LAM	316	1786.87	2	entfällt
KAS	195	4054.08	2	entfällt

### 3.4.2 Private Standorte

<b>Start</b>	GUT (Flüchtlingswohnheim Trebnitzer Straße, Vereinsprojekt)			
<b>Ziel</b>	<b>Winkel</b>	<b>Abstand</b>	<b>Stufe</b>	<b>Erläuterung</b>
FWM	324	469.02	2	5 GHz-FWM (Station)

<b>Start</b>	KAS (privat)			
<b>Ziel</b>	<b>Winkel</b>	<b>Abstand</b>	<b>Stufe</b>	<b>Erläuterung</b>
GSB	270	921.38	4	5 GHz-KAS-2 (AP)
GSK	205	1250.15	4	5 GHz-KAS-2 (AP)
KHS	92	897.11	1	5 GHz-KAS-1 (AP)
GSZ	88	1137.10	1	5 GHz-KAS-1 (AP)
SGZ	11	6204.10	5	RF-KAS-SGZ
FWM	4	5282.82	2	entfällt
FWS	68	472.31	1	5 GHz-KAS-1 (AP)
IGS	184	239.40	5	5 GHz-KAS-2 (AP)
ZG2	15	4054.08	2	entfällt
RHK	14	3281.73	3	entfällt

<b>Start</b>	LAM (Leibniz-Flutlichmast, Vereinsprojekt)			
<b>Ziel</b>	<b>Winkel</b>	<b>Abstand</b>	<b>Stufe</b>	<b>Erläuterung</b>
ZG2	136	1786.87	2	entfällt
RHK	154	2261.29	3	entfällt

## 4 Technische Umsetzung<sup>4</sup>

Objekt	Mast	Anbringung
SGZ	1	Internatsdach NO
	2	Internatsdach SW
SBT	1	NW-Ecke des Dachaufbaus
	2	SW-Ecke des Dachaufbaus
IGS	1	Standmast auf dem nördlichen Dachteil

### 4.1 Richtfunk

#### 4.1.1 SGZ

Es sind nur sehr wenige aktuelle Gegenstellen sichtbar. Neben dem KUK ist nur KAS als PTMP-Accesspoint direkt erreichbar (bzw. bekannt). Der Standort ist allerdings sehr gut geeignet für große Entfernung und kann mittelfristig zur weiteren Vernetzung genutzt werden. Es werden daher 3 Reservegeräte vorgesehen.

#### 4.1.2 SBT

Die SBBS ist sehr gut für das Aufspannen von Richtfunkstrecken geeignet. Hier sind mit geringerem Aufwand und ohne denkmalschutzrechtliche Einschränkungen ähnlich viele Strecken wie auf dem Rathausturm möglich.

Auf eine mögliche Verbindung zur FWS wird verzichtet, da zwischen der Stadtmitte und dem Süden der Stadt schon einige Strecken in Betrieb sind.

Durch die Eignung des Standorts werden weiterhin 2 Reservegeräte vorgesehen.

#### 4.1.3 IGS

Es werden kurze (KAS, als Station) und lange (ZG2) Verbindungen aufgebaut und 2 Geräte für spätere Nutzung vorgesehen.

---

<sup>4</sup> Jeder Standort fügt sich in die Gesamtkonzeption des Backbone ein. Die in "backbone-konzeption.pdf" getroffenen Festlegungen werden im Detail für jeden Standort ergänzt bzw. erläutert.

## **4.2 Meshfunk**

### **4.2.1 SGZ/SBT**

Auf jeder Gebäudeseite wird ein Rundstrahler am Mast befestigt, der Freifunk-Mesh abstrahlt.

### **4.2.2 IGS**

Da nur ein Standmast geplant ist, wird Mesh mit einem einzelnen Rundstrahler abgestrahlt.

## **4.3 5GHz**

An allen 3 Standorten werden jeweils 4 Sektorstrahler in Betrieb genommen.

## **4.4 Clientfunk**

### **4.4.1 SGZ**

Auf die Abstrahlung eines Clientnetzwerks wird hier explizit verzichtet um nicht in Konflikt mit dem kommerziellen WLAN im Inneren des Internats zu kommen.

### **4.4.2 SBT/IGS**

Da an beiden Standorten kein direkter Uplink verfügbar ist, wird auf die Abstrahlung eines Clientnetzwerks verzichtet.

## **4.5 Datenschränk**

### **4.5.1 SGZ**

Direkt unterhalb des Daches befindet sich eine Etagenküche in der ein Netzwerkschränk (12 HE) aufgehängt werden kann.

### **4.5.2 SBT**

Auf dem sehr geräumigen Dachboden ist ein Datenschränk (16 HE) geplant, der auch aktive Rechentechnik beherbergen soll. Aufgrund der nicht vorhandenen Klimatisierung, ist möglichst energiesparende Technik und eine aktive Schranklüftung vorgesehen.

### 4.5.3 IGS

Der Datenschränk (mind. 20 HE) wird in einem klimatisierten Technikraum aufgestellt und soll Platz für einen anspruchsvolleren Server bieten.

## 4.6 aktive Rechentechnik

An den Standorten SBT und IGS soll im Vergleich zu den bisherigen Aufbauten deutlich performantere Technik eingesetzt werden. Mit dem Aufbau eines „internen Rechenzentrums“ für das stark vermaschte Freifunknetzwerk wird relatives Neuland betreten. Die notwendige Leistungsfähigkeit kann nur abgeschätzt werden. Um flexibel auf verschiedene Anforderungen reagieren zu können und die internen Dienste zu separieren, wird auf eine Virtualisierungslösung gesetzt. Die notwendige Performance ergibt sich damit aus den Ansprüchen der einzelnen Maschinen. Eine Überbuchung der Ressourcen wird nicht eingeplant um einen Puffer für den späteren Betrieb zu gewährleisten.

Durch den doppelten Aufbau ist ein teil-redundanter Betrieb kritischer Systeme möglich.

Aus Wartungsgründen wird ein IPMI/iLO-Zugang<sup>5</sup> verbaut, der einen Zugriff auf die Basis-Infrastruktur bietet.

Netzwerkseitig wird das System mindestens mit 2x 1 GB/s-Schnittstellen angebunden. Ein größerer Durchsatz (10 GB/s, SFP+) ist momentan nicht notwendig, da die Anbindung der Standorte deutlich schmalbandiger ist.

Das Betriebssystem (vermutlich Proxmox VE) wird auf einem SSD/DOM-Datenträger installiert. Die Nutzdaten lagern auf handelsüblichen (rechenzentrumstauglichen) Festplatten und werden per SATA angebunden.

---

5 [https://de.wikipedia.org/wiki/Intelligent\\_Platform\\_Management\\_Interface](https://de.wikipedia.org/wiki/Intelligent_Platform_Management_Interface)

VM	CPU (je 2 GHz)	RAM (in GB)	HDD (in TB)
Firmware-Buildserver	4	8	1
OSM-Buildserver	4	8	1
Chat/Kommunikation	2	8	0,1
Gaming	2	4	0,1
Webserver	2	2	0,1
Monitoring	2	8	1
Spiegelserver (Wikipedia, Github, usw.)	2	8	5
Backup/Storage	1	1	5
<b>Gesamt</b>	<b>19</b>	<b>47</b>	<b>13,3</b>

Tabelle 4: VM-Host-Performance<sup>6</sup>

#### 4.6.1 SGZ

Analog zu den bisherigen Standorten wird eine APU mit Festplatte (1 TB) eingesetzt.

#### 4.6.2 SBT

Der Standort ist für mehrheitlich für Datenbackup vorgesehen und verfügt daher über eine hohe Speicherkapazität, die entweder zusätzlich über ein NAS oder direkt mit dem Server verbaut ist. Als Speicher werden „langsame“ (5400 U/min) Festplatten vorgesehen. Die Gesamtkapazität sollte mindestens 15 TB<sup>7</sup> betragen.

Die Technik wird auf dem Dachboden in einem belüfteten Netzwerkschrank verbaut. Die Geräte müssen eine hohe Temperaturtoleranz aufweisen.

#### 4.6.3 IGS

Für eine Vielzahl an geplanten (Server-) Dienstleistungen<sup>8</sup> ist neben einer ausreichenden Speicherkapazität auch Rechenleistung notwendig, die über die bisher verbauten APU weit hinausgeht. Der klimatisierte Technikraum der IGS bietet erstmals die Möglichkeit ein derartiges Gerät vernünftig betreiben zu können

<sup>6</sup> [https://write.ffggrz.de/p/KonzeptRestmittelverwendung\\_Server](https://write.ffggrz.de/p/KonzeptRestmittelverwendung_Server)

<sup>7</sup> Der Wert entspricht ca. dem bisher verbauten/verplanten Gesamtspeicherplatz der Backbonestandorte.

<sup>8</sup> Bspw. Buildserver, Wikipedia-Spiegel, netzinterne Webdienste

## 4.7 Netzwerk

Ports	Außen						Innen			Σ
Objekt	RF	Mesh	5 GHz	Client <sup>9</sup>	Reserve	Σ	im Schrank	im Haus	Σ	
SGZ	5	2	4	0	5	16	2	2	4	20
SBT	7	2	4	0	5	18	2	2	4	22
IGS	4	1	4	0	3	12	2	2	4	16

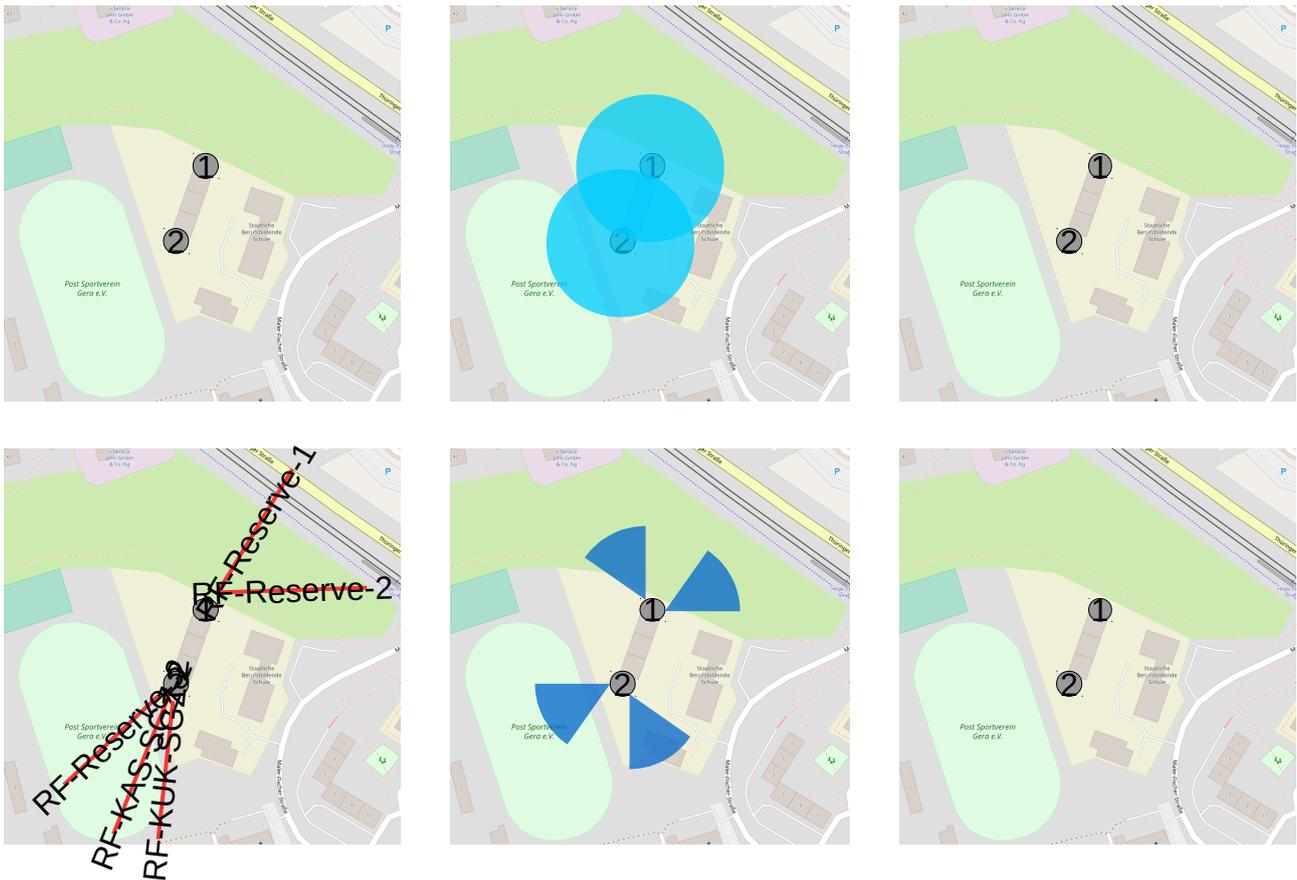
## 4.8 Passive Verkabelung/Montage

Objekt	Mast / Ende	Kabelanzahl (CAT7)	Nutzung
SGZ	1	8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RF-Reserve-1</li> <li>• RF-Reserve-2</li> <li>• Gera-SGZ-Dach-1</li> <li>• Gera-SGZ-5GHZ-1</li> <li>• Gera-SGZ-5GHZ-2</li> <li>• Reserve</li> <li>• Reserve</li> <li>• Reserve</li> </ul>
	2	8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RF-KAS-SGZ-2</li> <li>• RF-KUK-SGZ-2</li> <li>• RF-Reserve-3</li> <li>• Gera-SGZ-Dach-2</li> <li>• Gera-SGZ-5GHZ-3</li> <li>• Gera-SGZ-5GHZ-4</li> <li>• Sensortechnik</li> <li>• Reserve</li> </ul>
SBT	1	8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RF-FWM-SBT-2</li> <li>• RF-SBT-LAM-2</li> <li>• Gera-SBT-Dach-1</li> <li>• Gera-SBT-5GHZ-1</li> <li>• Gera-SBT-5GHZ-2</li> <li>• Sensortechnik</li> <li>• Reserve</li> <li>• Reserve</li> </ul>
	2	12	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RF-SBT-DES-1</li> <li>• RF-E15-SBT-2</li> </ul>

<sup>9</sup> Es werden keine gesonderten Geräte für Clientnetz verbaut. Stattdessen werden die „normalen“ Mesh-Geräte dafür verwendet.

Objekt	Mast / Ende	Kabelanzahl (CAT7)	Nutzung
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• RF-VHS-SBT-2</li> <li>• RF-KUK-SBT-2</li> <li>• <i>RF-Reserve-1</i></li> <li>• <i>RF-Reserve-2</i></li> <li>• PTMP-KAS-SBT (Station)</li> <li>• Gera-SBT-Dach-2</li> <li>• Gera-SBT-5GHZ-3</li> <li>• Gera-SBT-5GHZ-4</li> <li>• <i>Reserve</i></li> <li>• <i>Reserve</i></li> </ul>
IGS	<b>1</b>	12	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RF-ZG2-IGS-2</li> <li>• PTMP-KAS-IGS (Station)</li> <li>• <i>RF-Reserve-1</i></li> <li>• <i>RF-Reserve-2</i></li> <li>• Gera-IGS-Dach-1</li> <li>• Gera-IGS-5GHZ-1</li> <li>• Gera-IGS-5GHZ-2</li> <li>• Gera-IGS-5GHZ-3</li> <li>• Gera-IGS-5GHZ-4</li> <li>• Sensortechnik</li> <li>• <i>Reserve</i></li> <li>• <i>Reserve</i></li> </ul>

# 5 Netzabdeckung

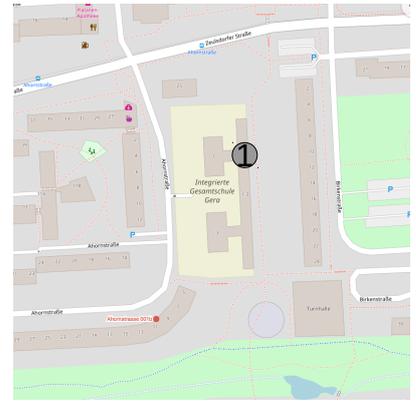
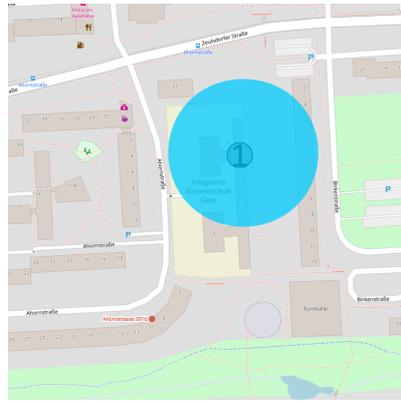


Zeichnung 1: SGZ-Netzabdeckung

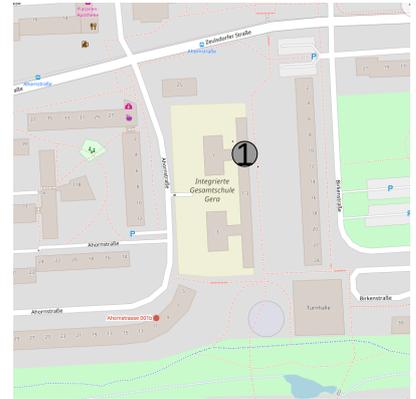


Zeichnung 2: SBT-Netzabdeckung

Zeichnung 3: IGS-Netzabdeckung



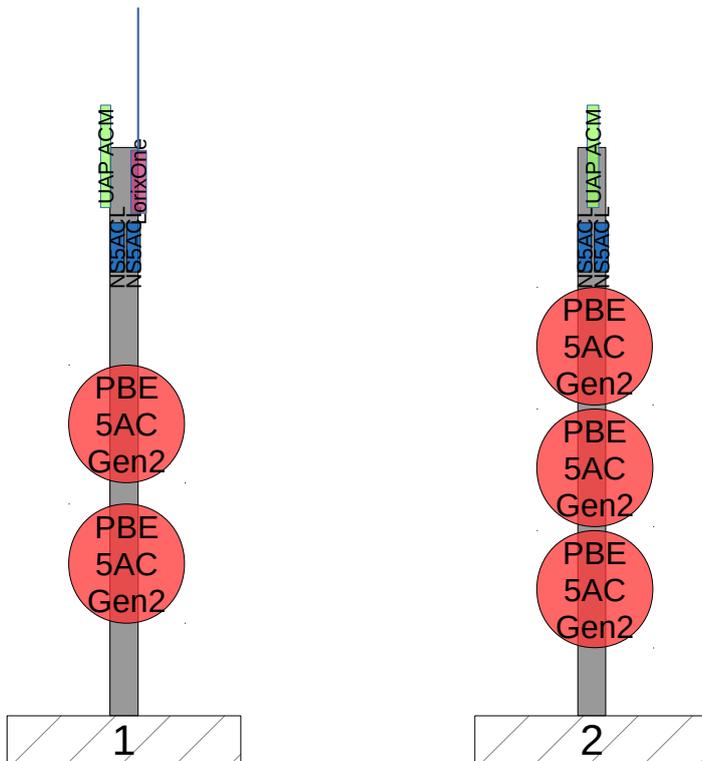
~~PMB-KAS-IGS~~  
~~SGZ-IGS-2~~  
 Reserve-1  
 Reserve-2



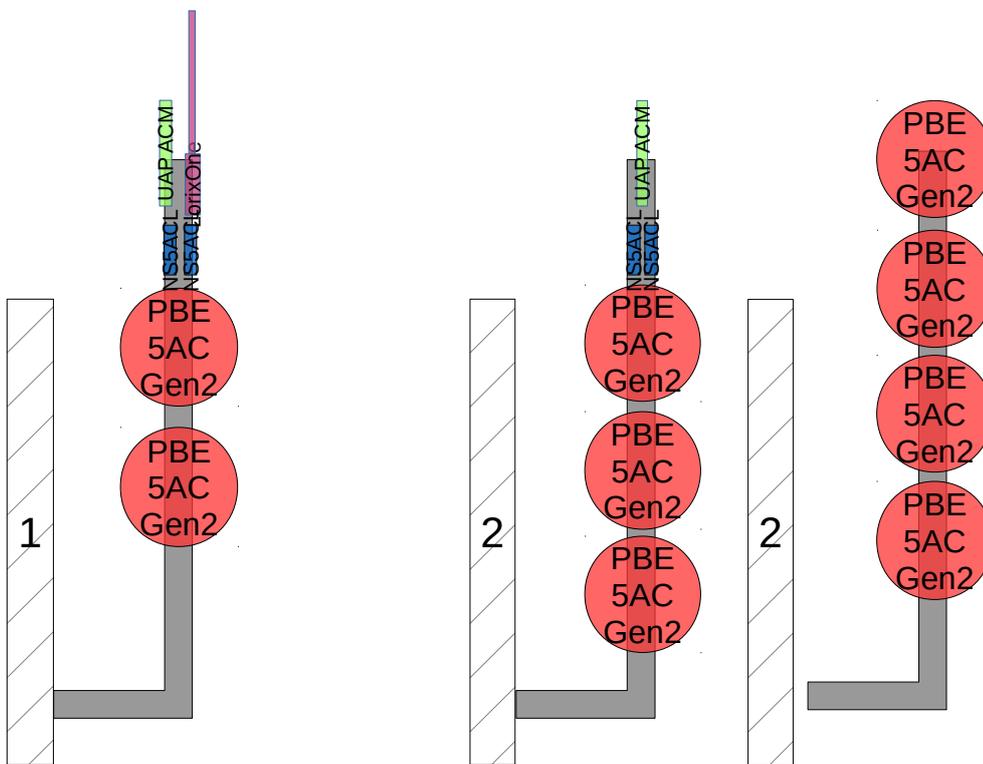
Backbone-Standortkonzept (Ausbaustufe 4)

Integrierte Gesamtschule Lusan (IGS) - SBBS Technik/Bau (SBT) - SBBS Gesundheit/Soziales (SGZ)

# 6 Mastnutzung



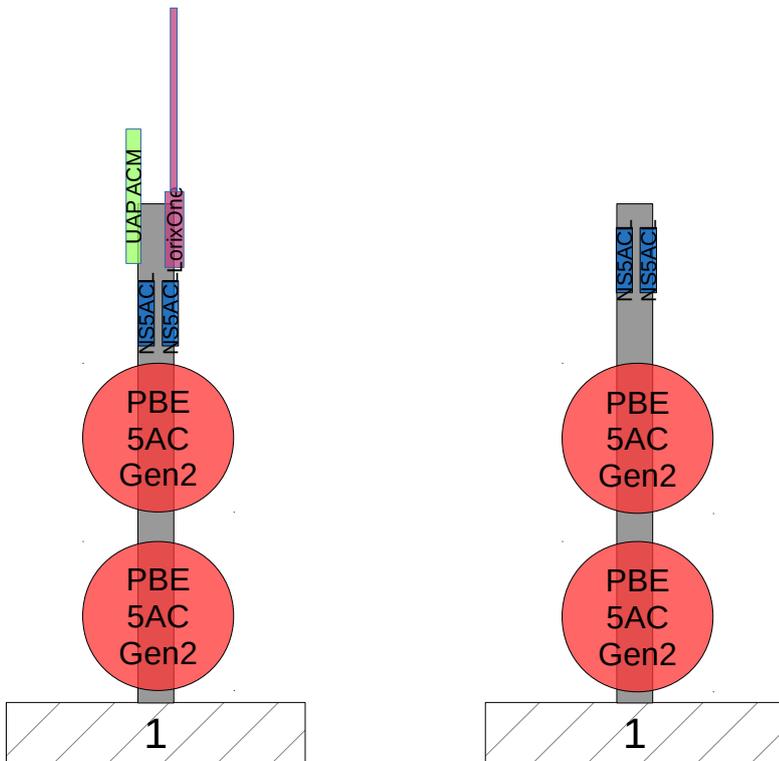
Zeichnung 4: SGZ-Mastbelegung



Zeichnung 5: SBT-Mastbelegung

Backbone-Standortkonzept (Ausbaustufe 4)

Integrierte Gesamtschule Lusan (IGS) - SBBS Technik/Bau (SBT) - SBBS Gesundheit/Soziales (SGZ)



Zeichnung 6: IGS-Mastbelegung

## 7 Änderungen/Verbesserungen

Nach zahlreichen technischen Ausfällen bei den verwendeten Switchen (mehrheitlich Ubiquiti ES-24-250W) wird zukünftig ein anderer Switch-Hersteller bei den 24-Port-Switches gewählt. Durch die gegebenen technischen Anforderungen (passives/aktives PoE, Rack-mount, 24 Ports, managed, VLAN-fähig) ergibt sich ein sehr enges Modellspektrum<sup>10</sup>. Als preislich mit den bisherigen Modellen am ehesten vergleichbar zeigt sich damit „Mikrotik CRS328-24P-4S+RM“.

Die genannten Ausfälle sind eindeutig auf die verwendeten Sektorrouter (Ubiquiti LBE16-120) zurückzuführen, die bei einem Betrieb per PoE nach einem Neustart des Switches sehr häufig einen Kurzschluss verursachten und dabei gelegentlich auch den Switch beschädigen. Statt dieser Modelle wird zukünftig „Ubiquiti Nanostation 5 AC Loco“ favorisiert. Bei einem Betrieb mit der Originalfirmware ergibt sich ein sehr homogenes Bild für die Gesamtinstallation des Backbone. Durch den Einsatz von hersteller-eigenen, proprietären WLAN-Protokollen kann der Durchsatz deutlich erhöht werden.

Mit der vorangegangenen Ausbaustufe wurde die Dokumentation der Standorte weiter ausgebaut und um einen Schrankplan ergänzt. Darin sind die eingesetzten Geräte mit ihren Seriennummern, eine Übersicht der logischen Netzwerke und der Kabelwege dargestellt.

---

<sup>10</sup> [https://www.freifunk-gera-greiz.de/forum/-/message\\_boards/message/130746](https://www.freifunk-gera-greiz.de/forum/-/message_boards/message/130746)

## 8 Leistungsverzeichnis

Standort	SGZ	SBT	IGS	FWS	VHS	weitere	Gesamt
Richtfunk	5	7	4			4	20
Mesh	2	2	1				5
5GHz	4	4	4				12
Client	0	0	0				0
Switch (8)	0	0	0				0
Switch (16)	0	0	0		1		1
Switch (24)	1	1	1	1		4	8
USV (1 HE)	1					2	3
USV (2 HE)		1	1				2
Server (1 HE)	1						1
Server (4 HE, mit Zubehör)		1	1				2
Festplatten	1						1

Menge	Beschreibung
20	Richtfunkgerät auf 5 Ghz-Basis ( <b>Richtfunk</b> ) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Airmax-kompatibel</li> <li>• Durchsatz 450+ Mps</li> <li>• Singleband</li> <li>• Gigabit-Port</li> </ul>
0	Sektorrouter (mit integrierter Antenne) für 2,4 GHz ( <b>Mesh</b> ) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gluon-kompatibel (Freifunk-Firmware)</li> <li>• Durchsatz 150+ Mps<sup>11</sup></li> <li>• PtMP-fähig</li> <li>• Abstrahlwinkel: 60-120° (H)</li> <li>• Antennengewinn: 5-9 dBi</li> </ul>
12	Sektorrouter für 5 GHz ( <b>5GHz</b> ) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Airmax-kompatibel</li> <li>• Gigabit-Port</li> <li>• Abstrahlwinkel: (45-90° (H), &gt;= 15° (V))</li> </ul>

<sup>11</sup> Aussage AG-Technik: „Gluon auf 2,4 GHz macht per default mit HT20 nur 150 Mbit/s.“ Eine größere Bandbreite ist zwar wünschenswert, wird aber aktuell durch die Firmware nicht genutzt.

Menge	Beschreibung
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antennengewinn: 13-16dBi</li> </ul>
5	<p>Omnirouter für 2,4 GHz (oder Dualband) (<b>Client</b>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gluon-kompatibel</li> <li>• Antennengewinn: 3-5dBi</li> </ul>
0	<p>Gigabit-Switch</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 8x 1 GE-Ports</li> <li>• PoE-Host auf allen Ports (802.3af/at und 24V passiv)</li> <li>• managed (ohne Controller konfigurierbar)</li> <li>• 19"-Montage</li> </ul>
1	<p>Gigabit-Switch</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 16x 1 GE-Ports</li> <li>• PoE-Host auf allen Ports (802.3af/at und 24V passiv)</li> <li>• managed (ohne Controller konfigurierbar)</li> <li>• 19"-Montage</li> </ul>
8	<p>Gigabit-Switch</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 24x 1 GE-Ports</li> <li>• PoE-Host auf allen Ports (802.3af/at und 24V passiv)</li> <li>• managed (ohne Controller konfigurierbar)</li> <li>• 19"-Montage</li> <li>• <b>kein Ubiquiti ES-24-250W</b></li> </ul>
5	<p>USV</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rackeinbau</li> <li>• mit USB-/Netzwerkschnittstelle</li> <li>• 19"-Montage</li> </ul>
3	<p>Server</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• x86-kompatibel</li> <li>• mind. 2x Gigabit-Ethernet</li> <li>• mind. 3x USB (&gt;=USB 2.0)</li> <li>• mind. Dualcore CPU</li> <li>• mind. 1.0 GHz</li> <li>• mind. 4 GB RAM</li> <li>• mind. 16 GB Flash-Speicher</li> <li>• 19"-Montage</li> </ul>
1	<p>Festplatten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mind. 1 TB Speicherplatz</li> <li>• optimiert für Dauerbetrieb</li> <li>• Formfaktor: 2,5"</li> <li>• SATA 6Gb/s</li> <li>• inkl. SATA-Daten-/Stromkabel (Anschlusskabel und Montagekit für</li> </ul>

Backbone-Standortkonzept (Ausbaustufe 4)

Integrierte Gesamtschule Lusan (IGS) - SBBS Technik/Bau (SBT) - SBBS Gesundheit/Soziales (SGZ)

Menge	Beschreibung
	Server)