

## Anlage 1 – Wireless-LAN-Konzept der Schulen der Stadt Burgdorf





## Wireless-LAN-Konzept Schulen Stadt Burgdorf

**Für:** Stadt Burgdorf  
Vor dem Hannoverschen Tor 1  
31303 Burgdorf

**Ansprechpartner:** Henry Bauer

**Erstellt von:** Bechtle IT-Systemhaus GmbH Hannover  
Vahrenwalder Str.315a  
30179 Hannover

Version: 1.0

Datum: Montag, 19. Oktober 2020

## Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort.....	3
2	Ansprechpartner und Projektteams.....	3
2.1	Ansprechpartner Kunde.....	3
2.2	Ansprechpartner Bechtle.....	3
3	Management Summary.....	4
3.1	Ausgangssituation.....	4
3.2	Zielsetzung.....	4
4	Grundlagen zur Ausgestaltung.....	4
5	Beschreibung der empfohlenen Infrastruktur.....	5
5.1	WLAN-Infrastruktur.....	5
5.2	Kabelgebundene Infrastruktur.....	6
5.3	Netzwerksicherheit.....	7
5.4	Netzwerkmanagement.....	7
5.5	Dienst- und Netzwerküberwachung.....	7
6	WLAN.....	9
6.1	Vorgaben.....	9
6.2	Ergebnisse.....	10
7	Netzwerkplanung.....	11
7.1	Kategorie „MEDIUM“ Schulen.....	12
7.2	Kategorie „SMALL“ Schulen.....	14
8	Nächste Schritte.....	15
9	Anlagen.....	15

# 1 Vorwort

Versionsstände und Änderungen werden in der folgenden Tabelle dokumentiert. Bei Anpassungen und Änderungen muss das Dokument fortgeschrieben werden.

Version	Status	Datum	Name
0.1	Erstfassung	10.10.2020	Niklas Lay
1.0	Kundenübergabe	20.10.2020	Niklas Lay

## 2 Ansprechpartner und Projektteams

### 2.1 Ansprechpartner Kunde

Name	Funktion	Telefon	E-Mail
Henry Bauer	Schulentwicklungsplaner	+49 5136 898 315	<a href="mailto:bauer@burgdorf.de">bauer@burgdorf.de</a>

### 2.2 Ansprechpartner Bechtle

Name	Funktion	Telefon	E-Mail
Niklas Lay	Network Consultant	+49 511 33693 305	<a href="mailto:niklas.lay@bechtle.com">niklas.lay@bechtle.com</a>
Connor Wille	Network Consultant	+49 511 33693 395	<a href="mailto:connor.wille@bechtle.com">connor.wille@bechtle.com</a>
Golo Königshoff	Teamleiter Network & Security	+49 511 33693 324	<a href="mailto:golo.koenigshoff@bechtle.com">golo.koenigshoff@bechtle.com</a>
Frank Giesecking	Projektleiter	+49 511 33693 325	<a href="mailto:frank.giesecking@bechtle.com">frank.giesecking@bechtle.com</a>
Hariharan Sriskanthan	Vertrieb Public Sector	+49 511 33693 126	<a href="mailto:hariharan.sriskanthan@bechtle.com">hariharan.sriskanthan@bechtle.com</a>

## 3 Management Summary

Das vorliegende Dokument beschreibt das Konzept für das Wireless-LAN-Projekt zur Umsetzung der Medienbildungskonzepte der Schulen der Stadt Burgdorf. Dabei beschäftigt sich dieser Teil vorrangig mit der Netzwerkinfrastruktur, sowohl im LAN als auch im WLAN.

### 3.1 Ausgangssituation

Die LAN- und WLAN-Komponenten in den Schulen sind sehr heterogen und nach unterschiedlichen Standards und Herstellern aufgebaut. Ein zentrales Management und eine Vereinheitlichung ist mit den aktuellen Geräten nicht möglich. Ein flächendeckendes WLAN ist in den Schulen nicht vorhanden.

### 3.2 Zielsetzung

Das Netzwerk und seine Funktionen sollen konsolidiert werden und in einer einheitlichen Strategie aufgehen. Der Mehrwert einer einheitlichen und zentralen Administration sowie das Schaffen eines allgemeingültigen Standards sollen das vorhandene Netzwerk kontrollierbarer machen. Durch ein zentrales Management soll der Aufwand in den Schulen minimiert und eine Vergabe des Betriebes an einen externen Dienstleister (Managed-Service-Provider) ermöglicht werden. Dabei ist eine Datenverarbeitung der Daten nach DSGVO berücksichtigt.

## 4 Grundlagen zur Ausgestaltung

Für die in diesem Dokument beschriebenen Netzwerkentwürfe gehen wir von diesen Voraussetzungen aus:

- Das Konzept umfasst nur das **pädagogische Netzwerk** und betrifft nicht das Verwaltungsnetzwerk der Kommune.
- Das Konzept setzt einen entsprechend dimensioniertes **Glasfaser Breitbandanschluss** voraus, um die benötigte Bandbreite bei entsprechenden Schüleranzahlen zu gewährleisten.
- In einem **Klassenzimmer** befinden sich **30 Personen**.
- Jede Person hat **zwei** per WLAN mit dem Netzwerk **verbundene Geräte** bei sich. Typischerweise sind das ein Smartphone und ein größeres Arbeitsgerät wie ein Laptop oder Tablet.

Bei der Ausgestaltung der kabelgebundenen Infrastruktur planen wir entsprechend dieser Vorgaben:

- Switches müssen neben den Accesspoints (APs) auch noch zwei bis vier LAN-Ports für die Klassenzimmer bereitstellen können.

- APs sollen von den Switches per Power over Ethernet (PoE) versorgt werden.
- Access-Switches sollen mindestens mit zwei Leitungen an den Netzwerk-Core angeschlossen werden, falls einer vorhanden ist.
- Core-Geräte sollen nach Möglichkeit ausfallsicher gestaltet sein, zum Beispiel mithilfe redundanter Netzteile, redundanter Management-Module oder Stacking.

Wir unterscheiden in diesem Dokument zwei verschiedene Ausbaustufen. Unter Berücksichtigung der oben genannten Prämissen gelten diese Skalierungsgrenzen:

AUSBAUSTUFE	CLIENTS	PERSONEN	KLASSENZIMMER
<b>SMALL</b>	>1000	>500	20
<b>MEDIUM</b>	>3000	>1500	50

Tabelle 1: Ausbaustufen

## 5 Beschreibung der empfohlenen Infrastruktur

Alle empfohlenen Komponenten für die Netzwerke der Schulen der Stadt Burgdorf stammen von den Firmen HPE Aruba und Fortinet. Beide sind in ihren Kompetenzbereichen jeweils im „Leader“-Quadranten des Marktanalyseunternehmens Gartner Inc. Geführt. Beide haben diese Rolle im aktuellen Gartner-Magic-Quadranten aus 2019.

Figure 1. Magic Quadrant for the Wired and Wireless LAN Access Infrastructure



Abbildung 1: Gartner Quadrant Netzwerk

Figure 1. Magic Quadrant for Network Firewalls



Abbildung 2: Gartner Quadrant Firewall

### 5.1 WLAN-Infrastruktur

Als Accesspoint kommen standardmäßig im Indoor-Bereich Aruba AP-515 (Q9H62A) und im Outdoor-Bereich AP-565 (R4W43A) zum Einsatz. Diese werden im Instant-Modus betrieben.

Bei der Wahl für die APs wurde darauf geachtet, dass der Standard IEEE 802.11ax durch die Geräte abgedeckt ist. 802.11ax gibt es aktuell noch kaum in den Endgeräten, wird sich aber mit den nächsten Generationen an Smartdevices alsbald ändern. Geräte, die aktuell auf dem Markt erscheinen, haben diesen neuen Standard bereits. Mit 802.11ax-fähigen Accesspoints ist die Infrastruktur der Schulen zukunftssicher aufgestellt und für die kommenden Geräte gerüstet.

Zu den AP werden auch noch passende Halterungen benötigt. Standardmäßig wird hier mit der Halterung vom Typ D (R3J18A) gerechnet, die für feste Wände und Decken passend ist. Bei abgehängten Decken kann eine passende Halterung der Typen A, B oder C genutzt werden, die dann etwas günstiger ist.

Die Stromversorgung der AP wird per PoE+ von den Switchen sichergestellt. Durch die Funktion von PoE werden Lokal am Accesspoint keine Steckdosen benötigt, sondern nur zentral in den Verteilerräumen.

Die APs und Halterungen sind für alle Schulen gleich und unterscheiden sich nur in der Anzahl der Accesspoints.

## 5.2 Kabelgebundene Infrastruktur

Als Access-Geräte werden in allen Installationen 24/48 Port-Geräte mit Gigabit-Ports und PoE+ aus der Aruba 2930F-Serie genutzt. Eine Nutzung von Switchen mit Multigigabit-Ports macht im Schulumfeld keinen Sinn, da die externe Anbindung nicht gegeben ist und keine großen Datenmengen (CAD-Zeichnungen, große Datenbanken) ausgetauscht werden.

Die Switches der Aruba 2930F-Serie lassen sich untereinander per SFP+ Ports per Multi- und Singlemode-Glasfaserkabeln zu einem VSF-Stack (Virtual Switching Framework) verbinden. Durch die Bündelung als VSF-Stack wird die Verwaltung der einzelnen Switches übersichtlicher und einfacher. Für kleinere Schulen (z. B. GS Otze) wird durch die Bündelung nur ein VSF-Stack benötigt.

Für größere Schulen (z. B. RBG Burgdorf) wird ein zentraler Core-Switch eingesetzt. Jeder Access-Switch wird mit jeweils zwei Multimode-Glasfaserkabeln an den Core-Switch angeschlossen.

Als Core-Switch sind die Aruba 3810M Switches in dieser Größenordnung ausreichend. Da die Access-Geräte per Glasfaser angebunden werden, passt hier die Variante mit 16 SFP+ Ports (JL075A). Der Core-Switch wird zur Absicherung gegen Ausfälle mit einem redundanten Netzteil ausgestattet.

Mit einer solchen Verkabelung können die 16 SFP+-Ports am Core-Switch maximal acht Access-Switches aufnehmen. Acht Access-Switches können so bis zu 384 Netzwerkports bereitstellen. Aktuell liegt das Maximum bei 243 Ports in der RBG Burgdorf, also für alle Schulen absolut ausreichend. Im aktuellen Konzept muss der Core-Switch der RBG Burgdorf mit einem Einschubmodul um weitere 4 SFP+ Ports erweitert werden, um den Uplink zum Internet auszustatten.

### 5.3 Netzwerksicherheit

Für die Netzwerk-Sicherheit ist eine Firewall für die Absicherung zwischen internem Netzwerk und Internet vorgesehen. Hier wird auf Firewallsysteme von Fortinet gesetzt, einer der Marktführer für Netzwerk-Sicherheit. Geplant sind für kleinere Schulen Fortigate 60F und für größere Schulen Fortigate 100F. Die Firewallsysteme von Fortinet sind Next Generation Firewalls, dabei handelt es sich um Sicherheitslösungen, die über die Protokoll- und Port-Inspektion klassischer Firewalls hinausgehen und Datenanalysen auf Anwendungsebene ermöglichen. Die Firewalls bringen zum Beispiel Funktionen wie Web-Filter, Intrusion-Prevention-System, Anti-Virus, Botnet-Erkennung und viele mehr mit sich.

### 5.4 Netzwerkmanagement

Da das interne Netzwerk ausschließlich aus Aruba-APs und Switchen besteht, kann Aruba Central zum Management eingesetzt werden. Zwischen Aruba Central, Accesspoints und Switchen werden keine User- und Nutzdaten ausgetauscht, sondern rein Management-Daten. Alle Management-Daten sind DSGVO-konform in deutschen Rechenzentren in München und Frankfurt gespeichert.

Für das Management der Netzwerksicherheit bietet sich die Möglichkeit von FortiManager und FortiAnalyzer. Über den FortiManager können zentral verschiedene Firewallregeln gemanaged werden, aber auch durch lokale Regeln ergänzt werden. Der FortiManager bietet auch die Möglichkeit, Firewallregeln zu bestimmten Zeitpunkten zu aktivieren und zu deaktivieren. Mit dem FortiAnalyzer können vordefinierte Security Reports erstellt und rechtzeitig festgestellt werden, falls im Netzwerk ungewollte Aktivitäten (Trojaner, Malware) auftreten. Hier gilt das gleiche wie bei Aruba: Die Daten sind in einem Rechenzentrum in Frankfurt DSGVO-konform gespeichert.

### 5.5 Dienst- und Netzwerküberwachung

Um eine Einschätzung der Funktion des eigenen Netzwerkes auch weniger IT-affinen Personen zu ermöglichen, setzen wir auf eine Lösung aus Aruba User Experience Insight (UIX) Sensoren. Der UIX-Sensor betrachtet aus Sicht des Nutzers, wie sich bestimmte

Dienste im Netz nutzen lassen. Dienste können interne Systeme wie eine Moodle-Plattform sein, aber auch externe Systeme wie Office 365 und iServ.

Solche Dienste können mithilfe der UX-Sensoren überwacht und als einfaches Dashboard mit Ampelfarben dargestellt werden (siehe auch Kapitel 7.1). Dabei agiert der Sensor unabhängig von der Netzwerkinfrastruktur, verbindet sich mit LAN und WLAN wie ein Client, misst dabei Zeiten für Authentifizierung, DNS und DHCP und führt schlussendlich Tests für interne und externe Dienste durch. Diese Tests werden laufend und regelmäßig wiederholt.

Das System ist leicht zu skalieren. Es kann mit einem Sensor pro Schule angefangen werden und jederzeit um weitere Sensoren für andere Etagen oder Gebäudeteile ergänzt werden.

## 6 WLAN

### 6.1 Vorgaben

Vorgaben	Anforderungen
<b>Signalstärke</b>	mindestens -65 dBm
<b>Signal-Rausch-Abstand</b>	mindestens 20 dBm
<b>Frequenzband</b>	2,4 GHz und 5 GHz
<b>Angenommene Clients</b>	Laptops und Tablets (60/40)

**Tabelle 2: WLAN-Vorgaben**

Die verwendeten Vorgaben beruhen auf den Empfehlungen von HPE-Aruba sowie aus Best Practice Erfahrungswerten von vergangenen WLAN-Ausleuchtungen. Durch die Einführung von Wi-Fi 6 (802.11ax) als neuer Standard für drahtlose Netzwerke, rutscht auch das 2,4 GHz Frequenzband wieder in den Fokus. Während Wi-Fi 5 (802.11ac) rein im 5GHz-Frequenzband arbeitet, arbeitet Wi-Fi 6 nun in beiden Frequenzbändern. Bei der Ausleuchtung wurde daher Wert darauf gelegt, dass mindestens 2,4 oder 5GHz in den auszuleuchtenden Bereichen vorhanden war.

Für die ausgestrahlten WLANs sind, in Abstimmung mit Bechtle, folgende Vorgaben für die unterschiedlichen Bereiche vorhanden:

- WLAN in Klassen und Fluren muss gleich sein
- WLAN erforderlich außerdem in
  - o Sporthallen
  - o Schulhöfen
  - o Werkräumen etc.
- WLAN nicht erforderlich
  - o Toiletten
  - o Lager- und Lehrmittlräumen
  - o Technikräumen

Des Weiteren war gefordert, in folgenden Schulen eine WLAN-Ausleuchtung vorzunehmen:

- Grundschule Burgdorf
- Gudrun-Pausewang-Grundschule

- Astrid-Lindgren-Grundschule
- Grundschule Otze
- Waldschule Ramlingen-Ehlershausen
- Gymnasium Burgdorf
- Rudolf-Bembenneck-Gesamtschule Burgdorf

## 6.2 Ergebnisse

Die genauen Ergebnisse für jede Schule können den separaten WLAN-Berichten entnommen werden.

Aus dem Ergebnis der WLAN-Planung, mit den Referenzmessungen vor Ort, ergibt sich folgende Aufteilung von Accesspoints in den Schulen der Stadt Burgdorf.

Schule	APs Indoor	APs Outdoor	Anmerkungen
GS Burgdorf	35	3	
Gudrun-Pausewang-GS	41	3	Inkl. Sporthalle
Astrid-Lindgren-GS	21	3	Inkl. Sporthalle
GS Otze	12	3	Inkl. Sporthalle
Waldschule Ramlingen-Ehlershausen	17	3	Inkl. Sporthalle
Gymnasium	108 (80+28)	7	HG + Trakt C
RBG Burgdorf	68 (44+24)	7 (3+4)	Vor dem Celler Tor 91 + Im Langen Mühlenfeld
<b>Summe</b>	<b>290</b>	<b>29</b>	

**Tabelle 3: WLAN-Ausleuchtung Ergebnis**

## 7 Netzwerkplanung

Für die Netzwerkplanung werden die Schulen in zwei Kategorien aufgeteilt und dafür exemplarisch Netzwerkpläne gezeigt. Die Schulen sind durch Bechtle wie folgt eingeteilt:

Schule	Ports für APs	Sonstige Ports	Ports gesamt	Kategorisierung
GS Burgdorf	38	69	107	SMALL
Gudrun-Pausewang-GS	44	Keine	44?	SMALL
Astrid-Lindgren-GS	24	140	164	SMALL
GS Otze	15	30	45	SMALL
Waldschule Ramlingen-Ehlershausen	20	Keine	20?	SMALL
Gymnasium	115	198	313	MEDIUM
RBG Burgdorf	75	243	318	MEDIUM

**Tabelle 4: Schulen Port Anzahl**

Die Kategorisierung basiert auf Einschätzungen von Aruba und Erfahrungen vorangegangener Projekte in ähnlichen Größenordnungen. Bei veränderten Verhältnissen ist eine stufenweise Anpassung in beiden Kategorien jederzeit möglich. Es ist außerdem jederzeit möglich, eine Schule von SMALL auf MEDIUM umzurüsten. Obwohl zum aktuellen Zeitpunkt keine Netzwerkdetails für die Gudrun-Pausewang-GS und die Waldschule Ramlingen-Ehlershausen vorliegen, gehen wir in beiden Schulen von der Kategorie „SMALL“ aus.

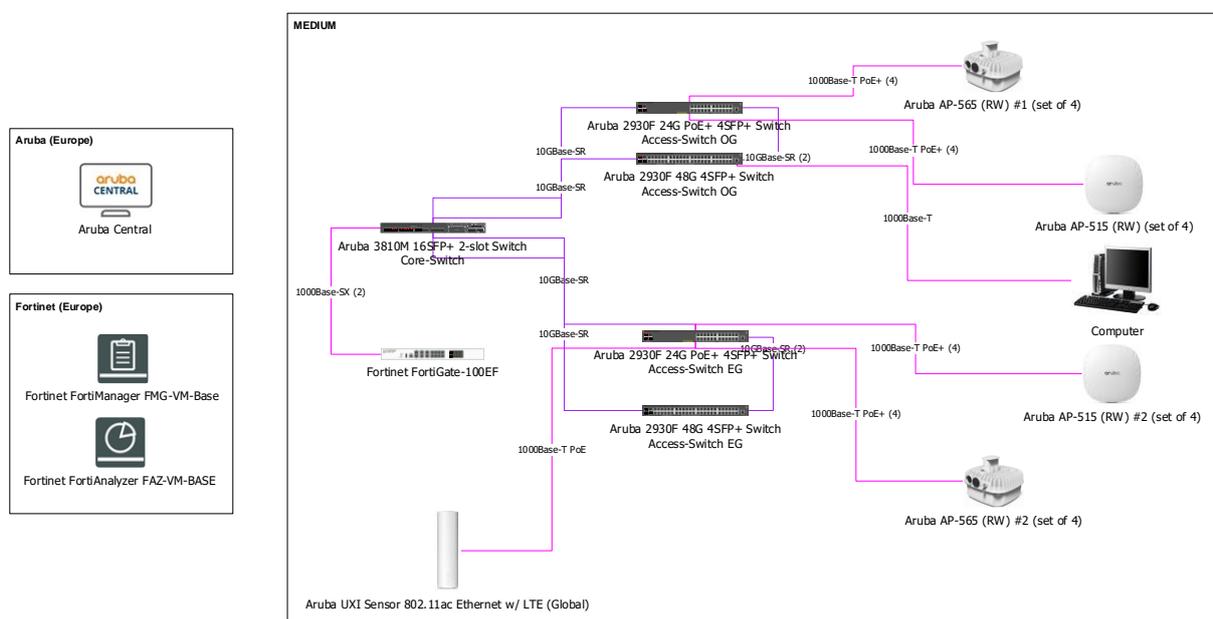
Bei der Netzwerkplanung werden keine Arbeiten berücksichtigt, die durch einen Elektrofachplaner erfolgen müssen. Die Anzahl der sonstigen Ports beruhen auf der Auflistung der Netzwerke der Schulen. Die Planung berücksichtigt die Vorgaben aus der Anlage des DigitalPakts Schule für das Land Niedersachsen.

Als weiterer Planungsfaktor wurden die Schülerzahlen der nächsten Jahre (bis 2026) berücksichtigt, die die Stadt Burgdorf zur Verfügung gestellt hat. Durch die Entwicklung bis 2026 gibt es keine Verschiebung von „SMALL“ zur Kategorie „MEDIUM“ oder umgekehrt. Die RBG Burgdorf wird mit dem Schuljahr 2025/26 das obere Ende der Größenordnung für die Kategorie „MEDIUM“ erreichen, eine Neubetrachtung der Dimensionierung der Hardware der entsprechenden Schule sollte zu diesem Zeitpunkt erfolgen.

	2020/21	2021/22	2022/23	2023/24	2024/25	2025/26
Gudrun-Pausewang-Grundschule	296	314	343	385	415	436
Astrid-Lindgren-Grundschule	346	365	372	365	360	328
Grundschule Burgdorf	365	364	351	359	337	322
Zwischensumme Kernstadt	1.007	1.043	1.066	1.109	1.112	1.086
Grundschule Otze	122	141	141	148	150	138
Waldschule Ramlingen-Ehlershausen	99	108	109	118	124	113
Summe	1.228	1.292	1.316	1.375	1.386	1.337
Rudolf-Bembenneck-Gesamtschule	950	1.068	1.200	1.322	1.367	1.428
Gymnasium Burgdorf	1.232	1.253	1.291	1.307	1.329	1.359
Summe	2.182	2.321	2.491	2.629	2.696	2.787
<b>Gesamtsumme</b>	<b>3.410</b>	<b>3.613</b>	<b>3.807</b>	<b>4.004</b>	<b>4.082</b>	<b>4.124</b>

**Abbildung 3: Schülerzahlenentwicklung**

## 7.1 Kategorie „MEDIUM“-Schulen



**Abbildung 4: "MEDIUM"-Schulen**

Für Schulen der Kategorie „MEDIUM“ wird ein Konzept angesetzt, was sich an der Größenordnung 500 bis 1.500 Schüler orientiert. Bei der Dimensionierung des WLANs gehen wir von aktuell 2 Geräten pro User aus (Laptop und Tablet), diese Planung garantiert Reserven für die nächsten Jahre. Das bedeutet im Fall des Gymnasium Burgdorf, dass wir mit ca. 2.600 Geräten in der Schule rechnen müssen, die im schlechtesten Fall alle zeitgleich im WLAN eingewählt sind. Aruba gibt als empfohlene maximale Anzahl von zeitgleich verbunden Clients

pro Accesspoint den Wert 64 an. Das bedeutet, dass eine Klasse mit 25 - 30 Schülern, bereits einen Accesspoint komplett belegt. Natürlich können sich auch mehr Clients pro Accesspoint verbinden, dabei leidet aber die Verbindungsqualität.

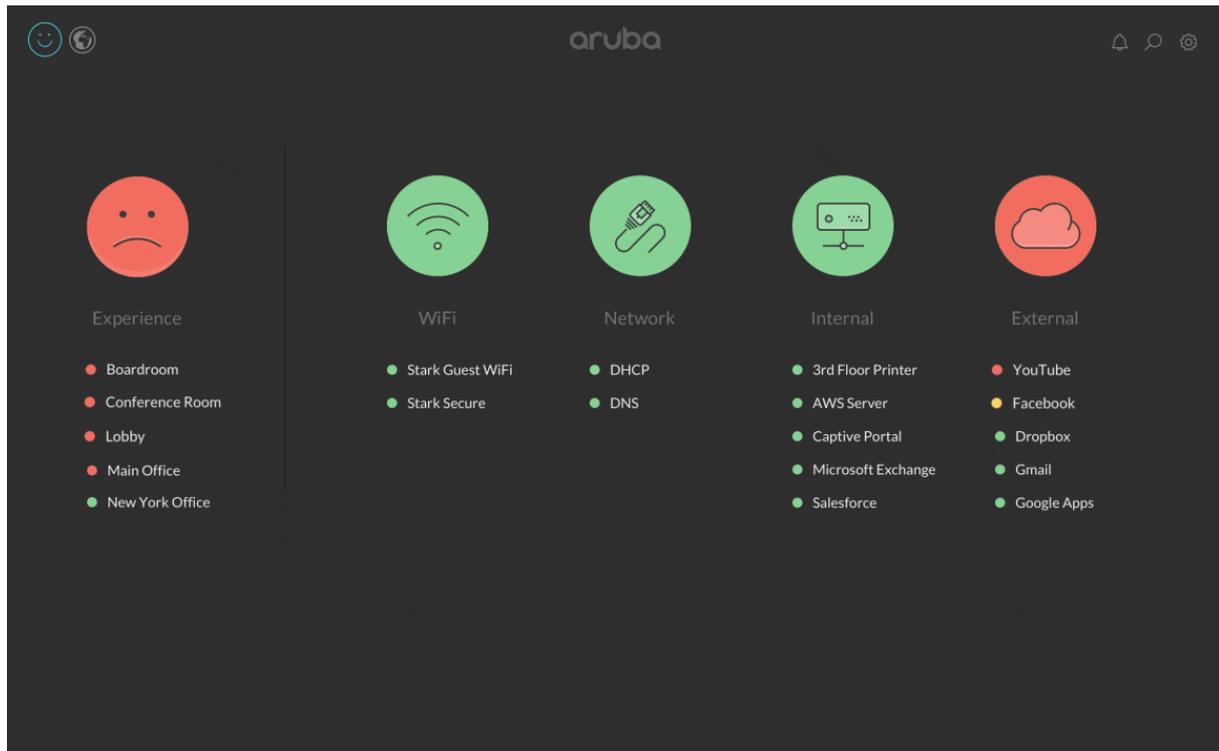
Durch die Anzahl der Access-Switches und der Weiträumigkeit der Gelände, wird bei Schulen dieser Größe mit einem dedizierten Core-Switch gearbeitet. Dieser Core-Switch hat die entsprechende Switching-Kapazität und die Möglichkeit, die Access-Switches mit zwei oder mehr Leitungen anzubinden. Durch die Anbindung mit mehr als einer Leitung und der Bündelung der Leitungen als LAG (Link Aggregation Group), ist sowohl die Ausfallsicherheit der Verbindung zwischen Access-Switch und Core-Switch erhöht als auch die Übertragungsgeschwindigkeit. Durch die Bereitstellung von lokalen Daten über schulinterne Dienste per Moodle/iServ, ist eine Übertragung in House von 20Gbit/s unter den Switchen empfohlen. Der Core-Switch wird auch mit redundanten Netzteilen ausgestattet, um die Ausfallsicherheit der Hardware zu erhöhen. Core-, Access-Switches, Accesspoints und Firewall sind jeweils mit entsprechendem Hardware-Support ausgestattet, der einen Austausch der Hardware am nächsten Arbeitstag ermöglicht.

Bei den Access-Switchen wird bei einer bestimmten Anzahl die Funktion POE+ (Power over Ethernet) benötigt. Die POE+ Funktion wird zur Stromversorgung der APs und UIC-Sensoren benötigt. Die Funktion von POE+ wird jedoch nicht auf jedem Port benötigt, weswegen auch Switches ohne diese Funktion zum Einsatz kommen. Die Access-Switches können untereinander auch zu VSF-Stacks gebündelt werden, um pro Verteilerraum nicht mehrere Switches zu managen, sondern eine Einheit.

Die Verkabelung unter den Switchen erfolgt per LWL-Kabeln, da hier größere Distanzen zurückgelegt und größere Bandbreiten benötigt werden, außerdem ist somit eine Galvanische Trennung gegeben. Für die Verkabelung per LWL sind die Switches jeweils mit passenden SFP+ Modulen ausgestattet, die jeweils 10Gbit/s ermöglichen.

Für die Absicherung der Schulen nach extern, sind Firewalls vorgesehen. Die Firewalls sind WAN-seitig per Kupfer an ein Provider-Modem angebunden und LAN-seitig jeweils ebenfalls per LWL und 20Gbit/s. Durch die Aufteilung des internen Netzwerks in verschiedene VLANs (virtuelle Netzwerke) und den Zugriff von verschiedenen VLANs aufeinander, ist eine Anbindung an die Firewall mit 20Gbit/s sinnvoll. Für die Aufteilung intern ist eine Unterteilung in VLANs für Schüler, Lehrer, Verwaltung und Server sinnvoll. Eine eventuelle Haussteuerung, die netzwerkbasierend ist, kann ebenfalls als separates VLAN angelegt werden.

Jede Schule wird mit einem UIX-Sensor ausgestattet, um den IT-verantwortlichen Personen vor Ort ein übersichtliches Dashboard (siehe Abbildung 5) zur Verfügung stellen. Durch das Dashboard können die IT-verantwortlichen Personen vor Ort auf einen Blick aus Nutzersicht sehen, wie es um das Netzwerk steht. So können auch nicht IT-affine Personen schnell eine Einschätzung abgeben, ob es Probleme im Netzwerk gibt oder nicht.



**Abbildung 5: Aruba UIX-Dashboard**

## 7.2 Kategorie „SMALL“-Schulen

Für Schulen der Kategorie „SMALL“ wird ein Konzept angesetzt, was sich an der Größenordnung bis 500 Schüler orientiert. Bei der Dimensionierung des WLANs gehen wir von aktuell zwei Geräten pro User aus (Laptop und Tablet), diese Planung garantiert Reserven für die nächsten Jahre. Bedeutet im Fall der Grundschule Burgdorf, dass wir mit ca. 700 Geräten in der Schule rechnen müssen, die im schlechtesten Fall alle zeitgleich im WLAN eingewählt sind.

Das Konzept orientiert sich in den meisten Bereichen stark am Konzept für „MEDIUM“-Schulen. Der große Unterschied ist der Wegfall der Core-Switches sowie die Anbindung der Firewall. Die Access-Switches werden nicht mehr zum Core-Switch verbunden, sondern

werden untereinander verbunden und als ein VSF-Stack pro Schule konfiguriert. Durch die Konfiguration als VSF-Stack, wird der Größe der Schulen Rechnung getragen.

Die Anbindung an die Firewall erfolgt im „SMALL“-Konzept auch nicht mit 2 x 10 Gbit/s sondern nur mit 2 x 1Gbit/s, was bei der aktuellen Geräteanzahl auch für die kommenden fünf Jahre ausreichend ist.

Ansonsten sind die Konzepte zwischen „SMALL“ und „MEDIUM“ identisch.

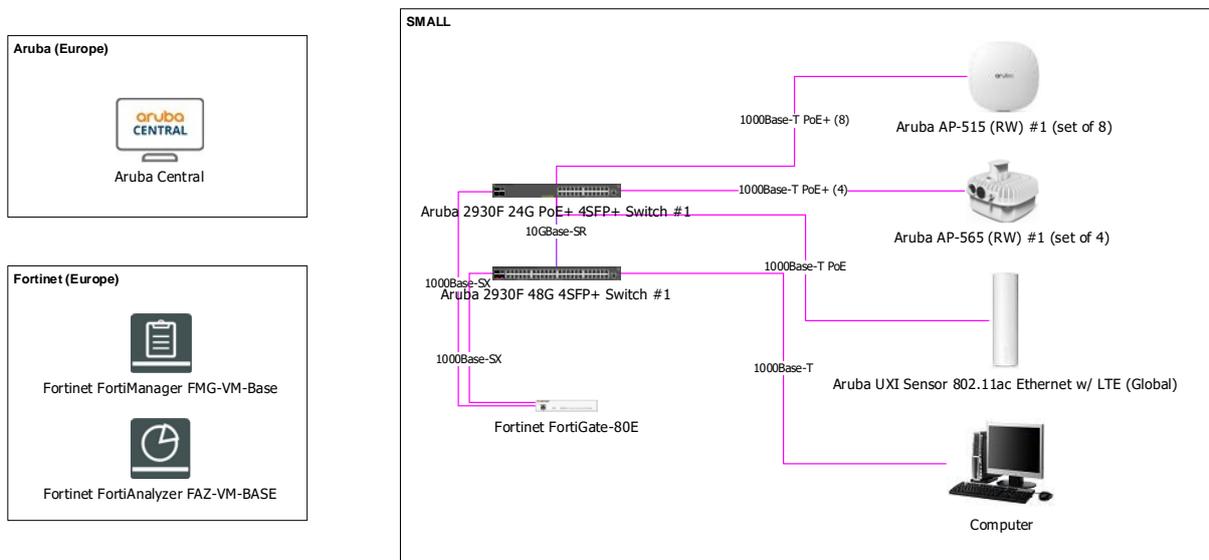


Abbildung 6: "SMALL"-Schulen

## 8 Nächste Schritte

Für die Umsetzung des vorgelegten Konzeptes ist ein abschließendes Feinkonzept notwendig. Hierbei sind Zuarbeiten durch einen Elektrofachplaner für die Hausverkabelung notwendig.

Folgende Fragen müssen abschließend außerdem geklärt werden:

- Wie viele Netzwerkdosen werden neu benötigt? Reichen damit die geplanten Switches?
- Wie soll die logische Topologie aussehen? Welche Besonderheiten gibt es?
- Wer leistet Support? Pro Schule ein Ansprechpartner oder eine zentrale Stelle?
- Wie ist die weitere Zeitplanung?

## 9 Anlagen

Folgende Anlagen werden digital mitgeliefert:

- Ergebnisse der WLAN-Ausleuchtung
- Ergebnisse der physikalischen Netzwerkaufnahme der Schulen