



SCHULNETZ WLAN IV

Beobachtungen und Erkennen von
evtl. auftretenden Problemen I

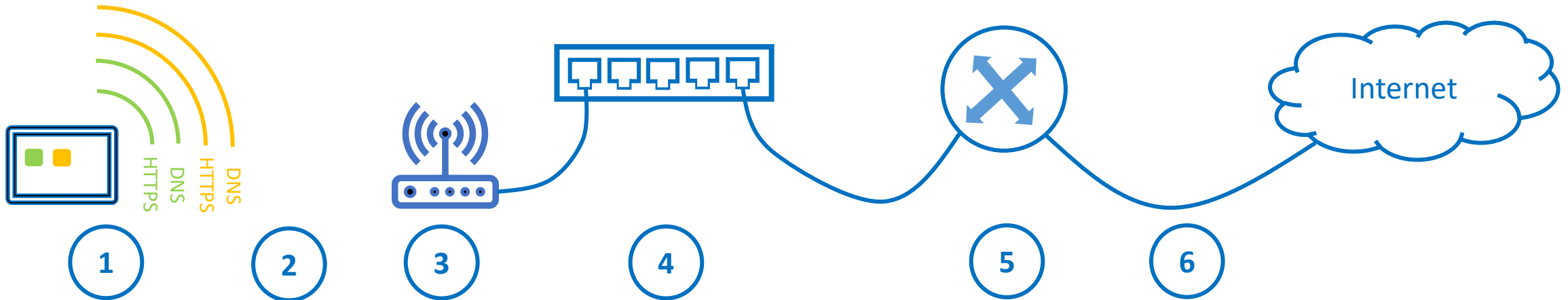


Inhalt

1. Allgemeines
2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten
 - a) WLAN-Infrastruktur im Haus
 - b) Frequenzbänder und Kanalverteilung
 - c) Sendeleistung und Roaming
3. Fragen und Antworten

1. Allgemeines

Herausforderungen in Netzwerken mit hoher Clientdichte



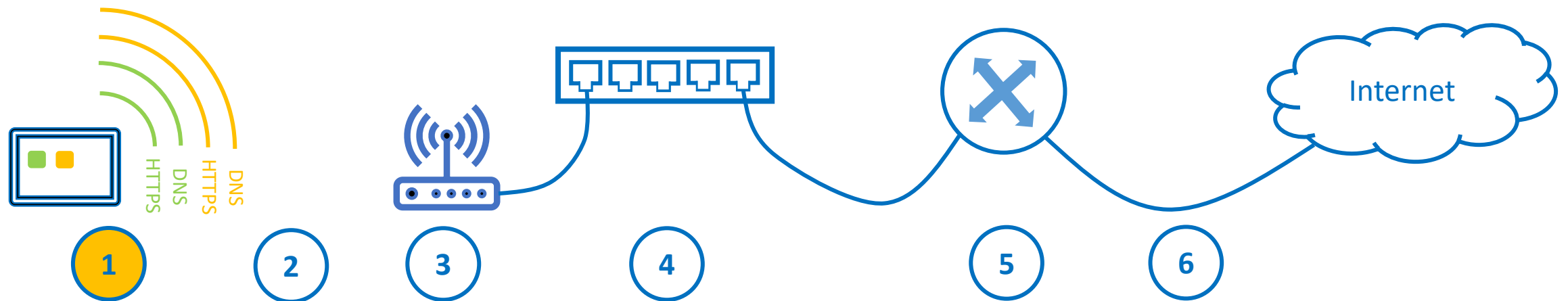
In WLAN-Netzwerken mit einer hohen Client-Dichte gibt es an verschiedene Stellen Herausforderungen:

1. Sehr hohe Client-Anzahl mit z.T. unterschiedlichen Betriebssystemen und unterschiedlichen WLAN-Standards
2. Störungen und Interferenzen in der Luft, Dämpfung der Signale
3. Access-Points, die eine hohe Anzahl Clients mit einer ausreichenden Bandbreite verbinden können
4. Ein kabelgebundenes Netzwerk, welches ohne Flaschenhalse und Störungen alle Access-Points vernetzt.
5. Einen leistungsfähigen Internetzugangsrouten, welcher zahlreiche Clients gleichzeitig mit dem Internet verbinden kann, ohne zum Flaschenhals dabei zu werden
6. Eine Internetanbindung, die jedem Client ausreichend Bandbreite zur Verfügung stellt.



1. Allgemeines

Herausforderungen in Netzwerken mit hoher Clientdichte



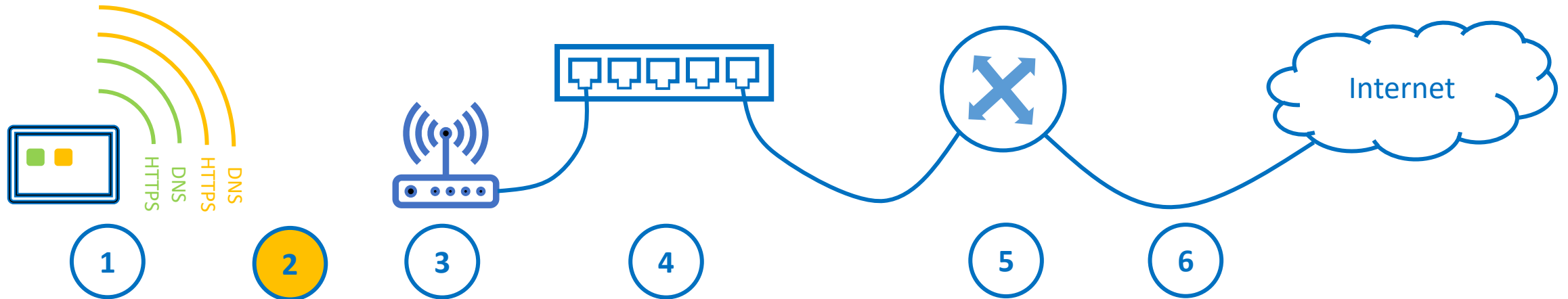
Herausforderungen

- Nutzer mobiler Geräte verwenden meist Apps. Diese verwenden i.d.R. für die Kommunikation jeweils DNS und https. Jede App baut beim Verbindungsaufbau meist eine DNS und eine https-Sitzung auf. Bei der Verwendung mehrerer Apps gleichzeitig führt das zu vielen offenen Sitzungen pro Endgerät.
- Webseiten integrieren oft Inhalte weiterer Websites. Beim Aufruf einer Website erfolgen daher oft mehrere DNS und https-Anfragen. Dies führt dazu, dass ein mobiles Endgerät bei normaler Nutzung ca. jede Sekunde eine DNS-Anfrage macht.
- Besteht die Möglichkeit, private Geräte mit einem schulischen WLAN zu verbinden, übersteigt die Anzahl der Geräte oft die Anzahl der Nutzer.

1

1. Allgemeines

Herausforderungen in Netzwerken mit hoher Clientdichte



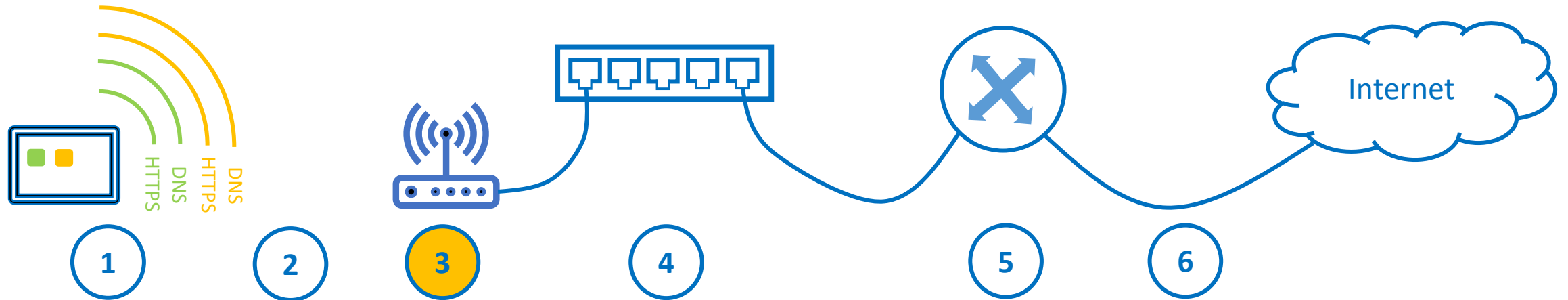
2

Herausforderungen

- Die Kanalauslastung ist durch zahlreiche Clients im WLAN sehr hoch.
- Im WLAN kann es zu Störungen und Interferenzen kommen.
- Das Rauschen ist im WLAN mit einer hohen Clientdichte und einer hohen räumlichen Dichte von APs hoch.
- Die benötigte Bandbreite im WLAN wird nicht überall erreicht.

1. Allgemeines

Herausforderungen in Netzwerken mit hoher Clientdichte



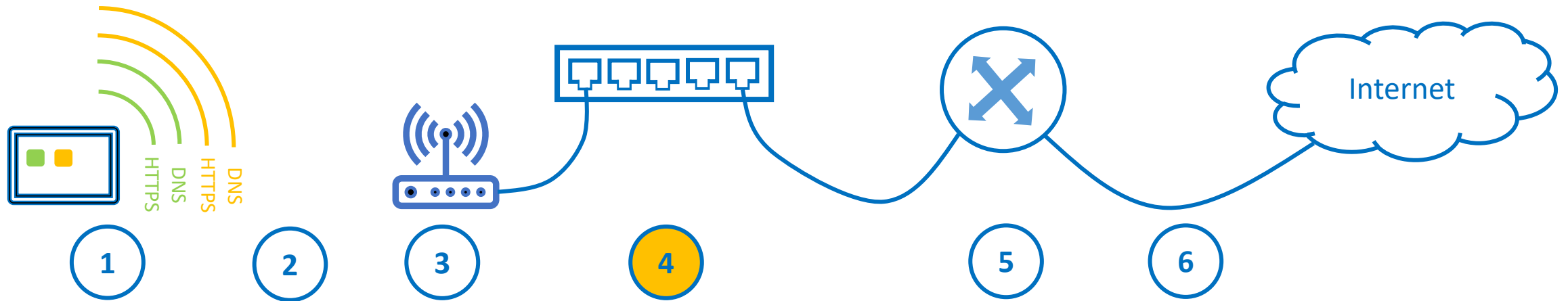
Herausforderungen

- Die APs sind nicht für eine hohe Client-Anzahl ausgelegt oder verbinden die hohe Anzahl an Clients nicht mit einer ausreichenden Bandbreite.
- Die APs sind schlecht platziert. Dadurch haben einzelne Clients z.B. schlechten Empfang oder verbinden sich mit benachbarten APs.
- Die WLAN-Konfiguration ist nicht optimiert für eine hohe Clientdichte. Die Sendeleistung, die Kanalverteilung und das Roaming sind nicht optimiert.

3

1. Allgemeines

Herausforderungen in Netzwerken mit hoher Clientdichte



4

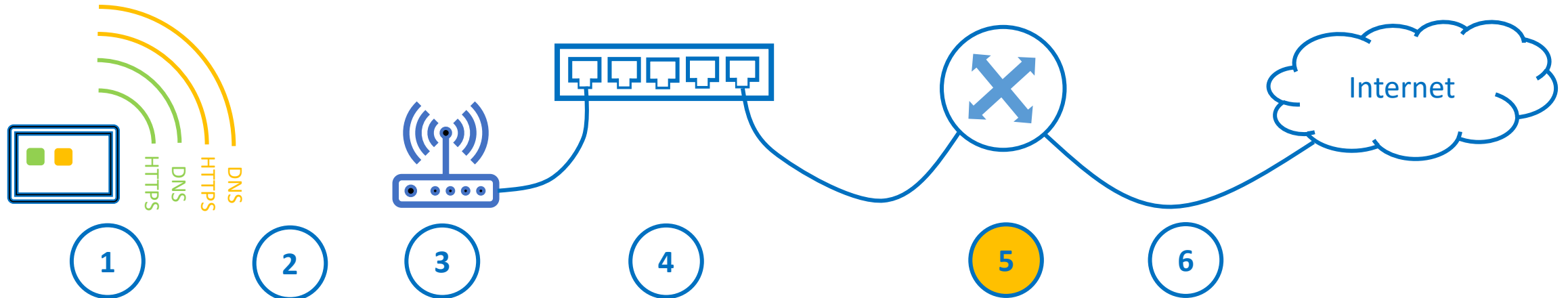
Herausforderungen

- Die physische Verkabelung ist nicht flächendeckend in ausreichender Qualität vorhanden.
- Die PoE-Switches stellen nicht ausreichend PoE-Leistung zur Verfügung.
- Die Uplink-Geschwindigkeiten der Switches können einen Flaschenhals im Netzwerk darstellen.



1. Allgemeines

Herausforderungen in Netzwerken mit hoher Clientdichte



Herausforderungen

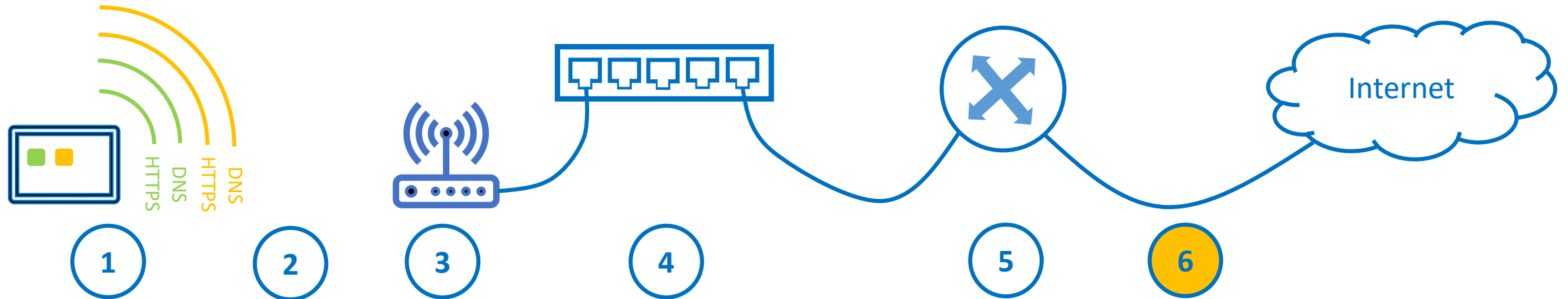
Dienste auf dem Router sind wegen zu vielen Clients ausgelastet, z.B. DHCP

Zahlreiche offene Sitzungen können beim Internetzugangsrouter zu Problemen führen:

- Mehr gleichzeitige Sitzungen als der Router verarbeiten kann
- Mehr neue Sitzungen pro Sekunde als der Router bearbeiten kann
- Routinggeschwindigkeit insgesamt sinkt mit zunehmender Anzahl von Sitzungen
- Anwendungsbezogen niedrige Antwortzeiten, erhöhte Latenz, Störungen bei Videokonferenzen oder VoIP
- Routinggeschwindigkeit und Bandbreite des Internetanschlusses nicht mehr ausreichend
- Eine evtl. Webfilterung, ein Schulserver oder Hardwarefirewall können einen zusätzlichen Flaschenhals darstellen.

1. Allgemeines

Herausforderungen in Netzwerken mit hoher Clientdichte



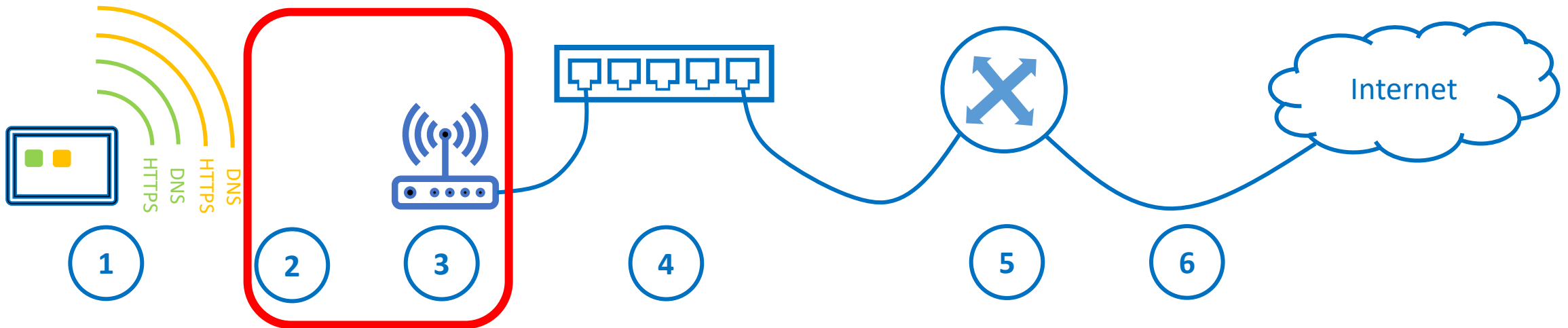
6

Herausforderungen

- Die Internetbandbreite reicht zu bestimmten Zeiten, z.B. Unterrichtsbeginn oder Unterrichtsende, nicht aus.
- Die Internetbandbreite weicht manchmal von der vertraglichen Bandbreite ab.
- Die Latenz der Internetverbindung ist z.T. sehr unterschiedlich.

1. Allgemeines

Abgrenzung der Inhalte dieser eSession



Inhalte dieser eSession

In dieser eSession sollen nur die Herausforderungen bei Punkt 2 und 3 näher beleuchtet werden. Die Beleuchtung aller Punkte würde den Rahmen sprengen.



1. Allgemeines

Was sind WLAN-Probleme?

Ab wann wird aus einer Beobachtung im WLAN ein WLAN-Problem?

	Keine Verbindung	Verbindungsabbrüche	Langsame Geschwindigkeit
Nutzer stellen Probleme fest	✓	✓	✓
Nutzer haben sich daran gewöhnt	✗	✗	✗
Nutzer stellen keine Probleme fest	✗	✗	✗
Nutzer erkennen ein Problem, glauben aber, dass das eigene Verhalten schuld ist	✗	✗	✗
Admin stellt Problem fest	✓	✓	✓
Problem wird im Nachhinein in den Logfiles erkannt	✓	✓	✓



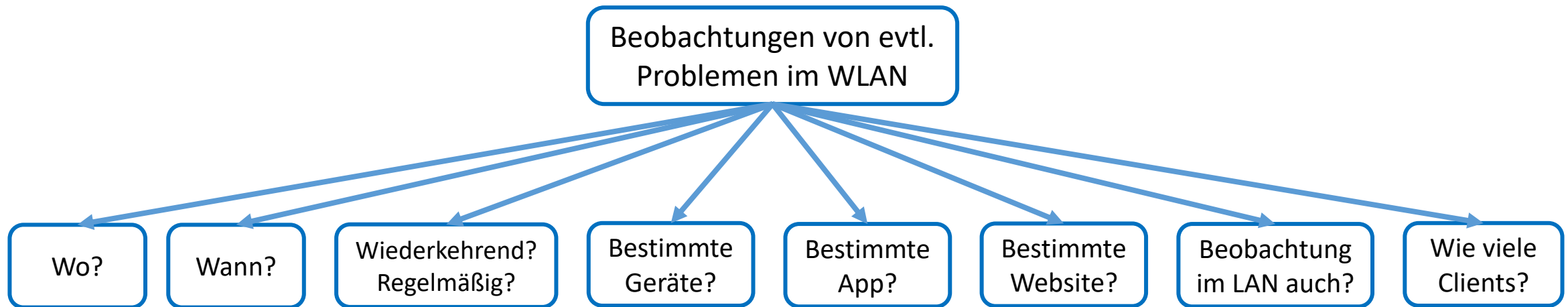
Ca. 50% der Probleme im WLAN werden nicht festgestellt.



1. Allgemeines

Beobachtungen im WLAN

Um Beobachtungen im WLAN, die auf evtl. Probleme hinweisen können, eingrenzen zu können, sollten die Beobachtungen anhand folgender Fragen eingegrenzt werden.





2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

1. Allgemeines
2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten
 - a) WLAN-Infrastruktur im Haus
 - b) Frequenzbänder und Kanalverteilung
 - c) Sendeleistung und Roaming
3. Fragen und Antworten

2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

WLAN-Infrastruktur im Haus



	Omnidirektionale Antenne	Flachantenne	AP mit mehreren Antennen
Abstrahlcharakteristik	Die omnidirektionale Antenne strahlt kugelförmig. Entlang der Achse fällt die Strahlung auf 0.	Die Antenne strahlt in eine Richtung in einem vorgegebenen Winkel horizontal und vertikal. Ein geeigneter Abstrahlwinkel ist für den Einsatz auszuwählen.	In modernen Access Points werden mehrere Antennen verbaut, die mehrere Streams gleichzeitig und eine hohe Bandbreite ermöglichen. Der Abstrahlwinkel sollte dabei mindestens 150° horizontal wie vertikal betragen.
Einsatzbereiche	Omnidirektionale Antennen werden im Außenbereich zur Abdeckung größerer Flächen mit geringem Bandbreitenbedarf eingesetzt.	Flachantennen können im Außenbereich in begrenzten Bereichen oder über größere Entfernungen eingesetzt werden.	Die Access Points werden meist in Innenräumen verwendet. Sie decken dabei ein größeres Zimmer ideal mit WLAN ab.

2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

WLAN-Infrastruktur im Haus

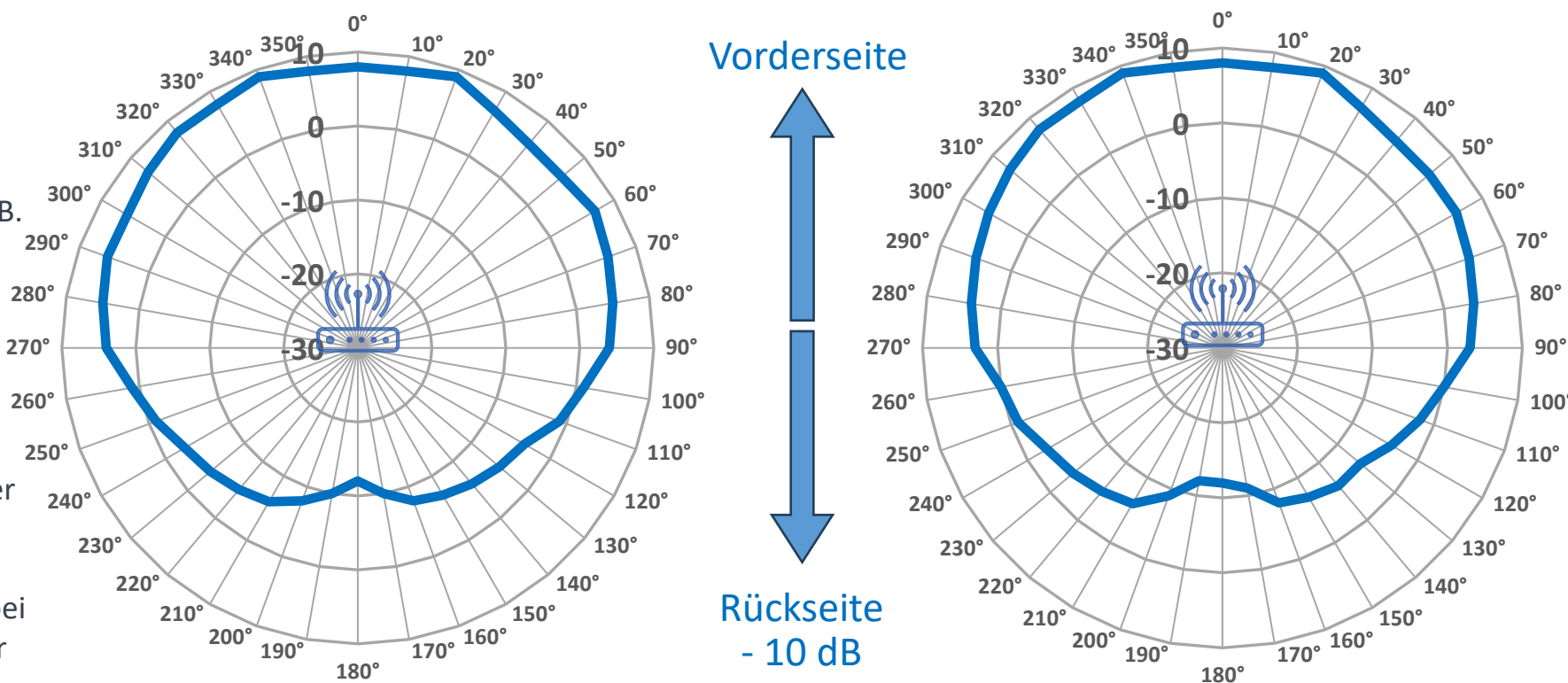
Die Antennencharakteristik ist Bestandteil des Datenblattes eines Access Points.

Sie beschreibt die Sendeleistung der internen Antennen eines APs in Abhängigkeit von der Umgebung in dB.

Dabei ist 0° direkt oberhalb der Vorderseite des AP und 180° direkt oberhalb der Rückseite des AP.

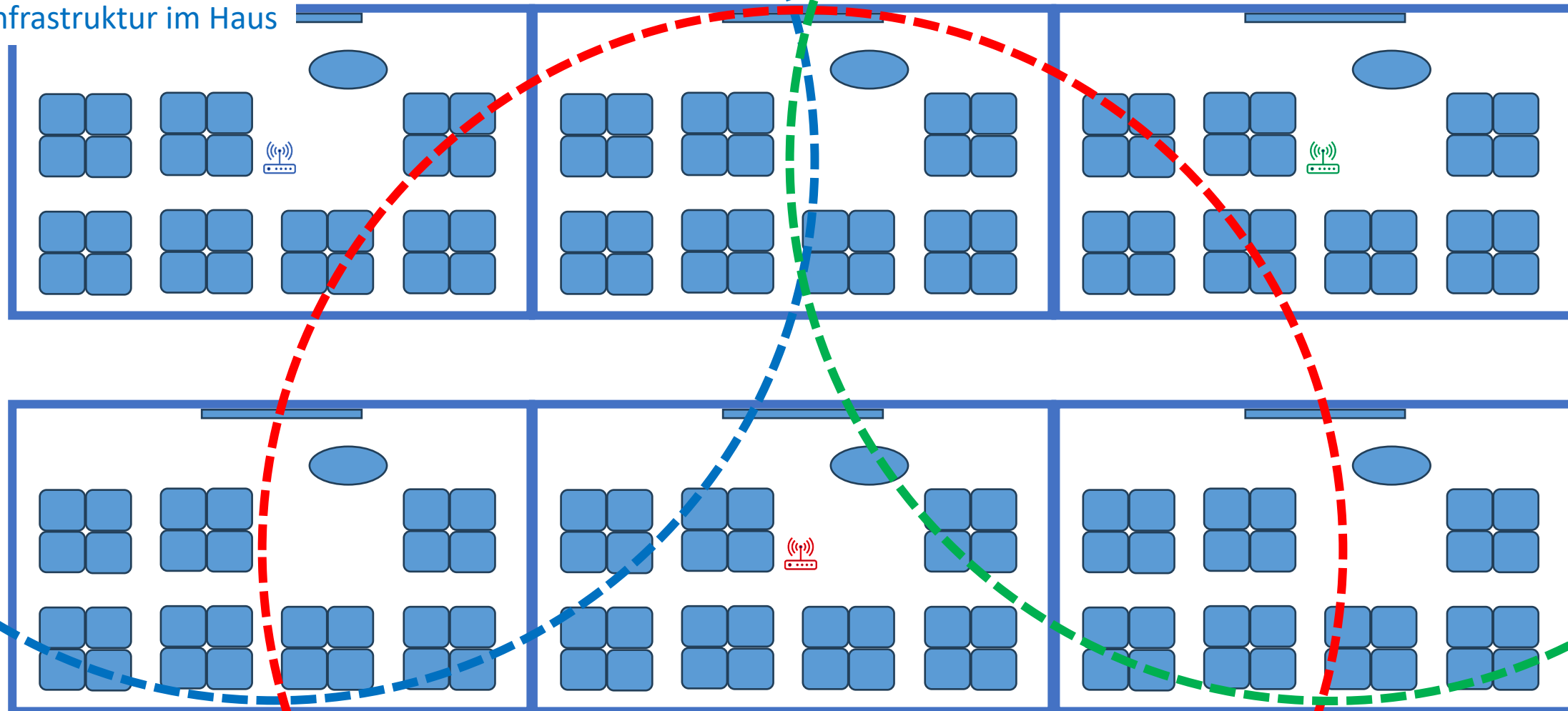
Ein AP strahlt auf der Rückseite im Schnitt ca. 10 dB weniger ab als an der Vorderseite.

Die Sendeleistung bei 70° - 90° bzw. bei 270° - 290° ist entscheidend bei einer Platzierung an der Decke.



2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

WLAN-Infrastruktur im Haus





2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

WLAN-Infrastruktur im Haus

1 AP für 2-3 Klassenzimmer

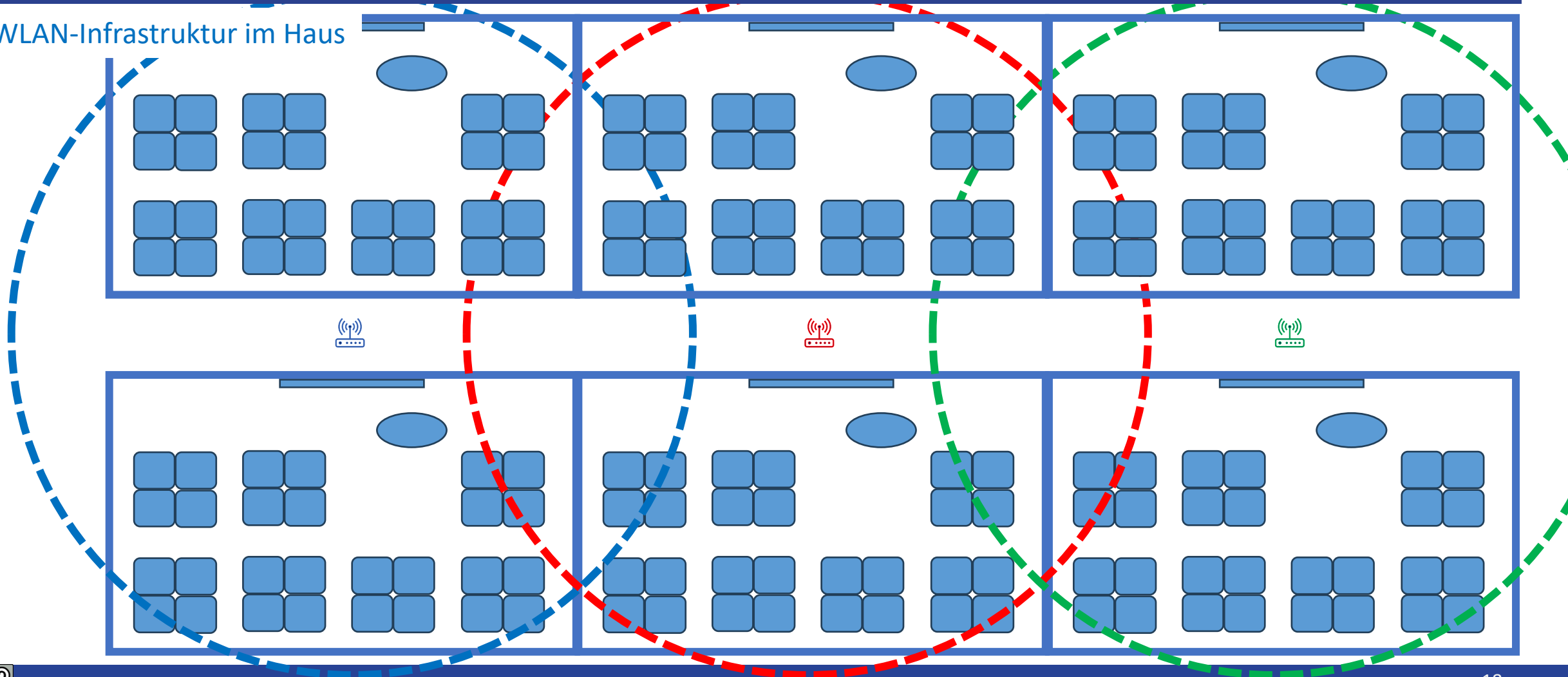
Die Nutzung von APs für 2-3 Klassenzimmer hat folgende Nachteile:

- Die Sendeleistung muss entsprechend hoch eingestellt sein.
- Durch die Dämpfung von Wänden und durch eine erhöhte Entfernung von Clients sind die Datenraten einzelner Clients sehr gering
- Die exakte Planung solcher Installationen ist unsicher. Die Bandbreiten an verschiedenen Orten können in der Realität, z.B. durch Interferenzen oder Störungen durch andere Quellen (z.B. HotSpots) extrem von der Planung abweichen.
- Durch die hohe Sendeleistung der APs grenzen sich die Funkzellen nicht sauber voneinander ab und überlagern sich dadurch deutlich
- Pro APs können z.T. 60 – 80 Clients verbunden sein.
- Das Rauschen im WLAN ist deutlich höher als durch kleinere Funkzellen mit geringer Sendeleistung.



2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

WLAN-Infrastruktur im Haus





2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

WLAN-Infrastruktur im Haus

1 AP für 2 Klassenzimmer

Die Nutzung von APs für 2 Klassenzimmer hat folgende Nachteile:

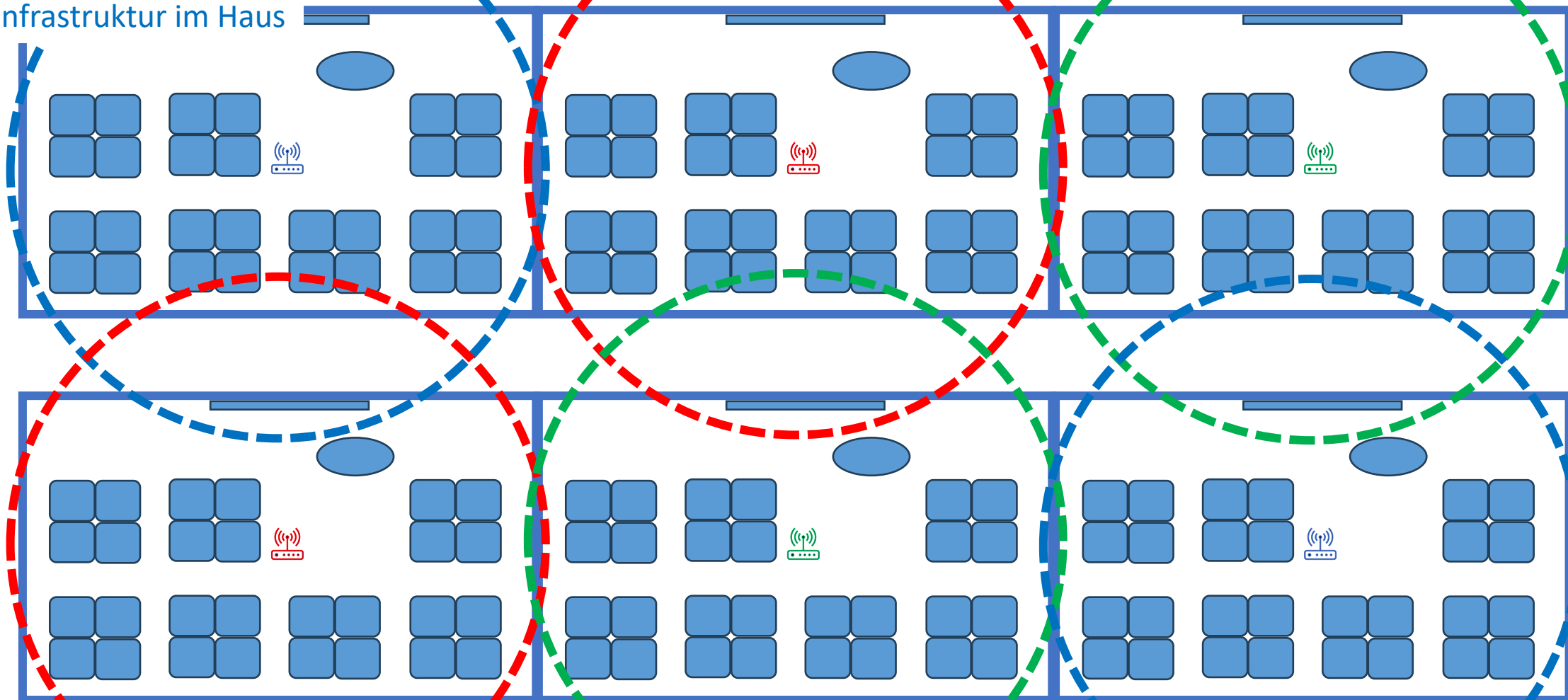
- Die Sendeleistung muss entsprechend hoch eingestellt sein.
- Die APs sind im Gang installiert. Das bedeutet, jeder Client im Klassenzimmer hat eine Wand zwischen dem AP und dem Client.
- Durch die Dämpfung von Wänden und durch eine erhöhte Entfernung von Clients sind die Datenraten einzelner Clients sehr gering
- Die exakte Planung solcher Installationen ist unsicher. Die Bandbreiten an verschiedenen Orten können in der Realität, z.B. durch Interferenzen oder Störungen durch andere Quellen (z.B. HotSpots) extrem von der Planung abweichen.
- Pro APs können z.T. 60 Clients verbunden sein.
- Das Rauschen im WLAN ist deutlich höher als durch kleinere Funkzellen mit geringer Sendeleistung.





2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

WLAN-Infrastruktur im Haus





2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

WLAN-Infrastruktur im Haus

1 AP für 1 Klassenzimmer

Die Nutzung von APs für jeweils 1 Klassenzimmer hat folgende Vorteile:

- Die Sendeleistung kann entsprechend reduziert werden.
- Zwischen den Clients und dem AP ist keine Wand oder sonstige Hindernisse, die das Signal dämpfen.
- Die Datenraten sind planbar und durch die geringe Entfernung der Clients dementsprechend hoch.
- Die Anzahl der Clients pro AP ist gering.
- Die Abstrahlcharakteristik der Antennen passt gut zur Geometrie des Raumes.
- Das Rauschen im WLAN kann verringert werden durch eine Absenkung der Sendleistung.
- Durch die geringere Überdeckung der Funkzellen treten weniger sticky Client auf.

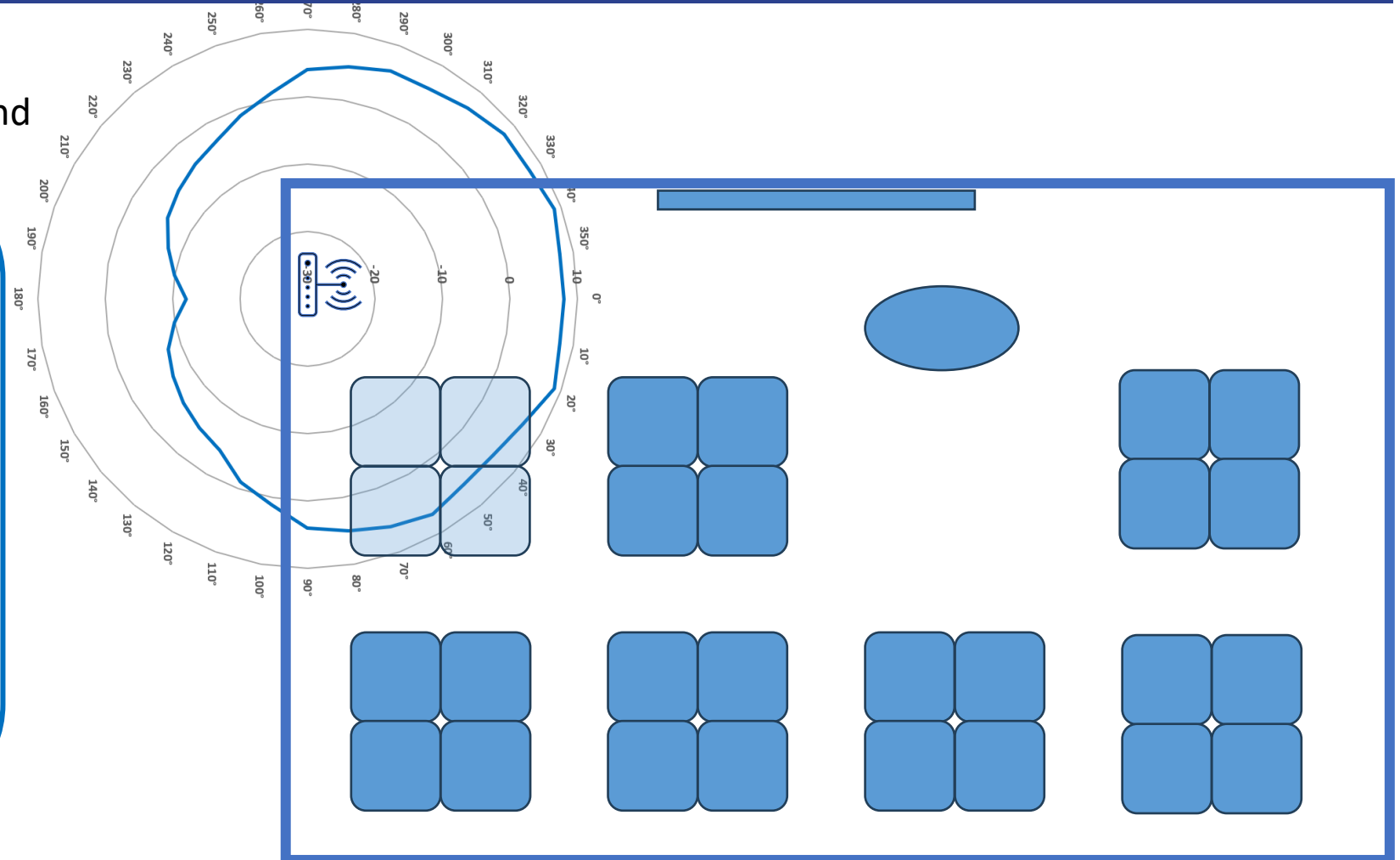


2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

WLAN-Infrastruktur im Haus

Platzierung des AP seitlich an der Wand

- Die richtige Platzierung eines AP in einem Klassenzimmer beeinflusst wesentlich die Qualität des WLAN-Netzwerks.
- Grundsätzlich sollte die Abstrahlcharakteristik des APs immer mit der Geometrie des Raumes zusammen passen.
- Im Folgenden werden nun Beispiele für verschiedene Platzierungen von APs gezeigt.



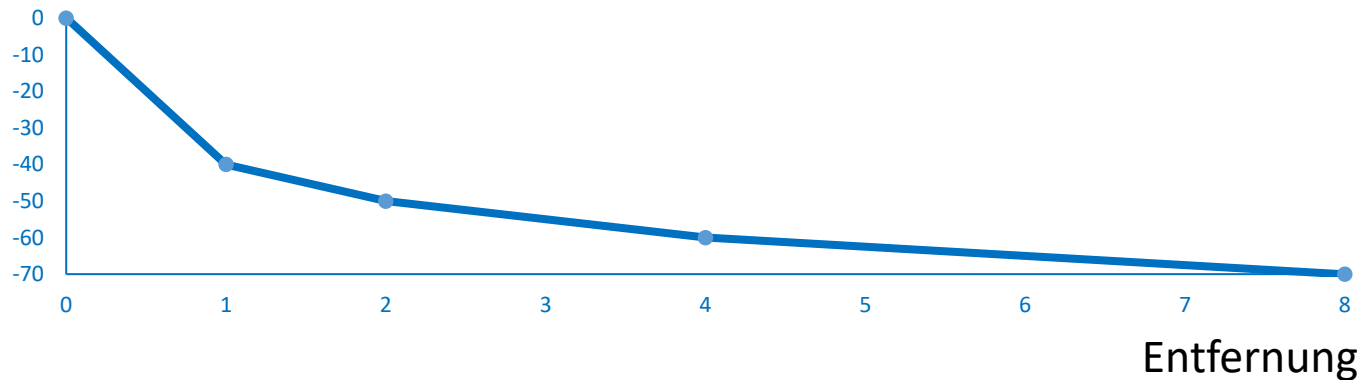
2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

WLAN-Infrastruktur im Haus

Platzierung des AP seitlich an der Wand



Dämpfung eines AP über Entfernung



Entfernung	Dämpfung 5 in Ghz
1 m	ca. -48 db
2 m	ca. -54 db
4 m	ca. -59 db
8 m	ca. -66 db
16 m	ca. -71 db

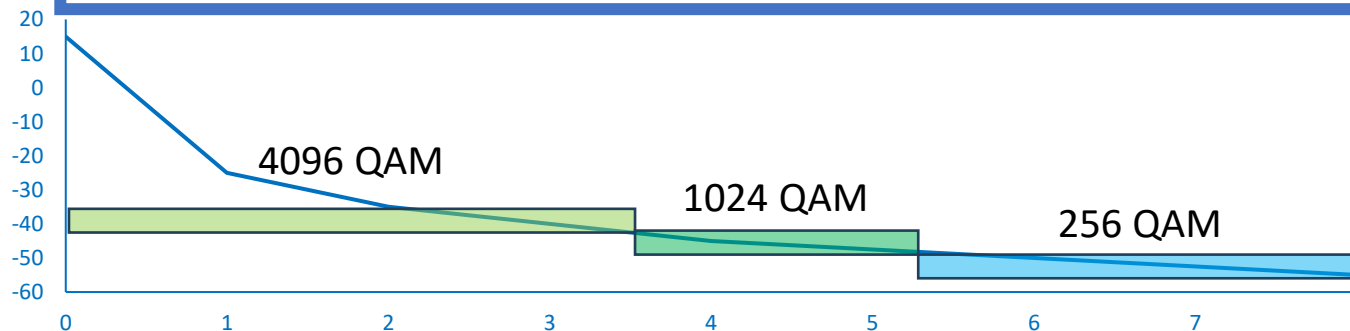
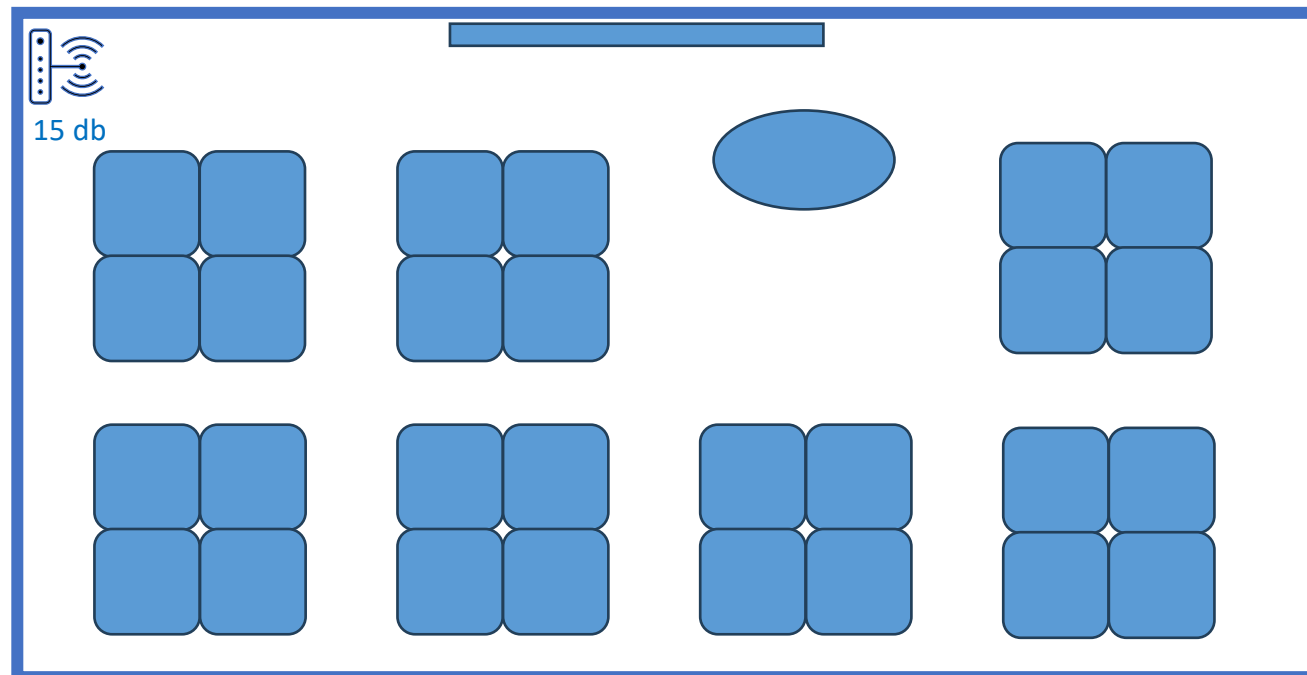
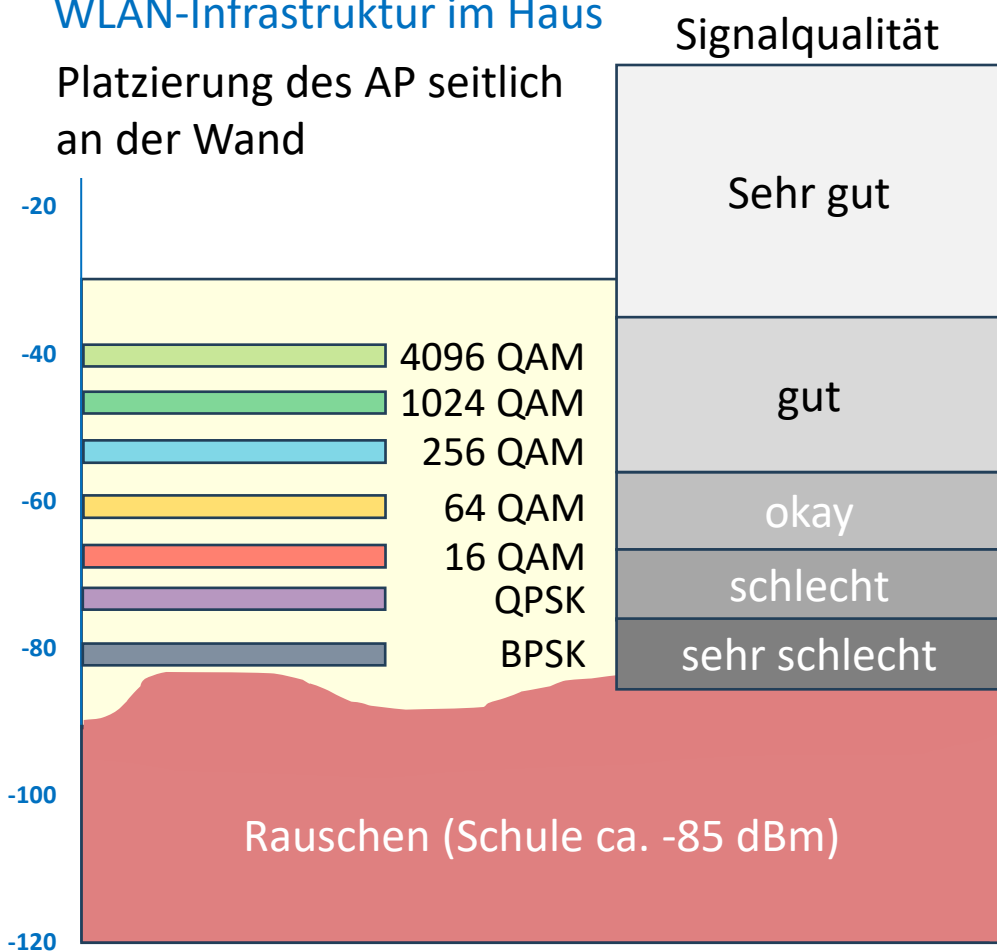
Die Dämpfung ist auf dem ersten Meter ca. -48 db und weitere -6 bis -9 db für jede Verdopplung der Entfernung, abhängig vom „Rauschen“ der Umgebung.



2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

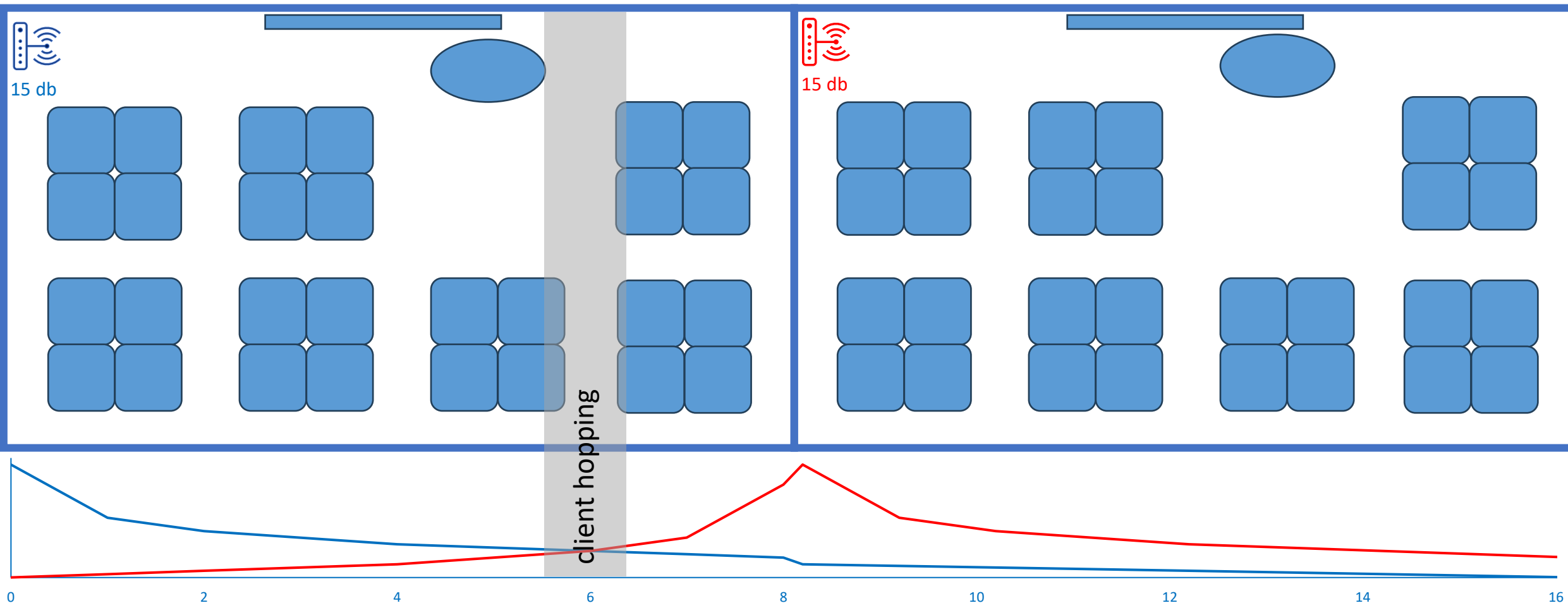
WLAN-Infrastruktur im Haus

Platzierung des AP seitlich
an der Wand



2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

WLAN-Infrastruktur im Haus





2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

WLAN-Infrastruktur im Haus

Platzierung des AP seitlich an der Wand

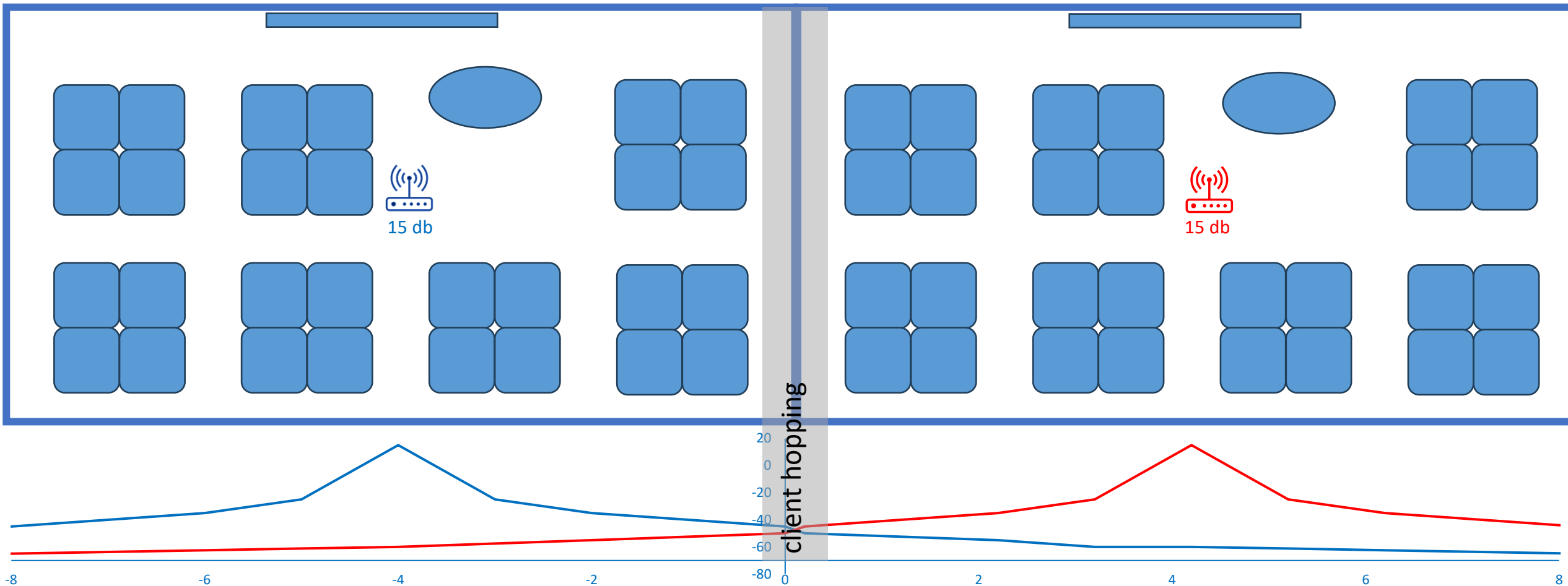


Die Platzierung von APs seitlich an Wänden in Klassenzimmer hat folgende Nachteile:

- Die Abstrahlcharakteristik des AP passt nicht zur Geometrie des Raumes. Der AP strahlt deutlich in den Nachbarraum hinein.
- Die Zone, in der zwei APs mit der gleichen Signalstärke zu empfangen sind, liegen nicht in der Wand, sondern im Raum. Daher kann es vorkommen, dass Clients an dieser Stelle verwendet werden. Diese verbinden sich mal mit dem einen und mal mit dem anderen WLAN-Netzwerk.
- Es gibt Clients, die eine größere Entfernung zum AP haben als wenn der AP an der Zimmerdecke mittig platziert ist. Dadurch ist die Dämpfung über die Entfernung größer und die Datenrate entsprechend niedriger.

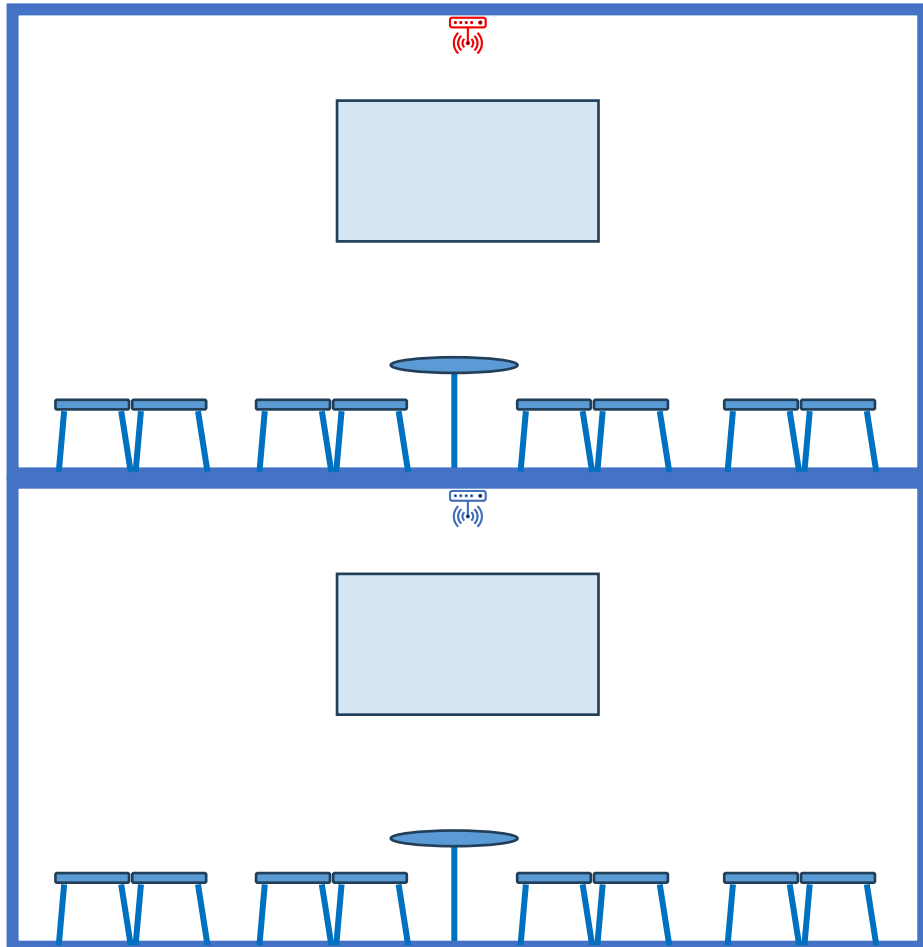
2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

WLAN-Infrastruktur im Haus

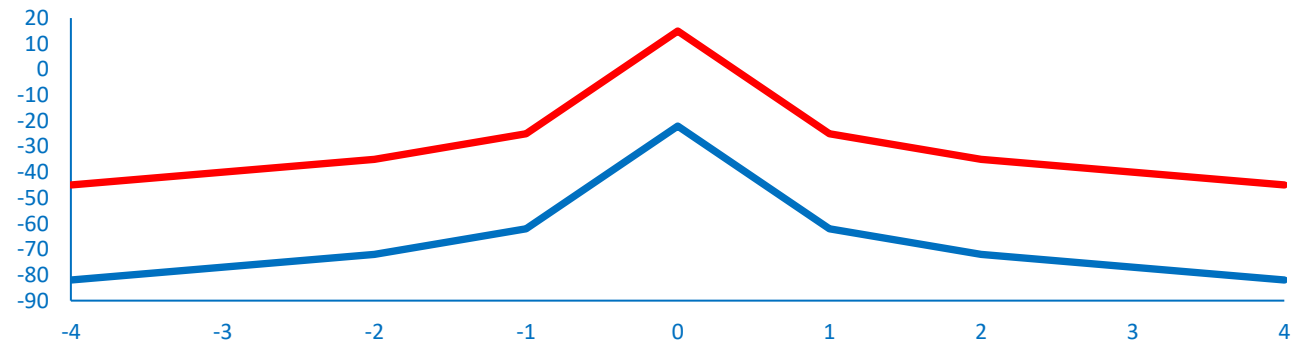


2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

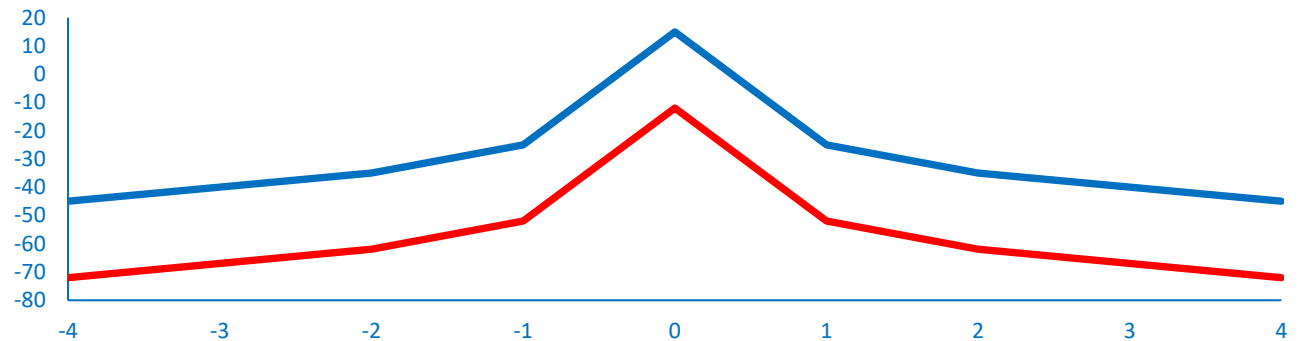
WLAN-Infrastruktur im Haus



2 AP mit 15 db, mittig, Sendeleistung Rückseite AP 10 dB weniger



Betondecke 27 dB Dämpfung





2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

WLAN-Infrastruktur im Haus

Platzierung des AP mittig an der Decke

Die Platzierung von APs mittig an der Decke erweist sich in der Praxis als günstig.

- Die Platzierung von APs mittig an der Decke ermöglicht es, die Funkzellen sauber von den benachbarten Funkzellen abzugrenzen.
- Die Sendeleistung kann so eingestellt werden, dass der AP im Nachbarraum durch die Dämpfung der Wand den Empfang des benachbarten AP nicht behindert.
- Die Überlappungen der einzelnen Funkzellen können auf ein Minimum begrenzt werden. Dadurch kann das Rauschniveau im WLAN abgesenkt werden.
- Die Gefahr durch Sticky Client ist gering.
- Es gibt weniger Störungen und Interferenzen im WLAN.
- Die Platzierung des APS mittig an der Decke begünstigt die Nutzung des 6 GHz-Frequenzbandes, welches eine höhere Dämpfung durch die Luft und vor allem durch Hindernisse als das 5 GHz-Frequenzbandes hat.





2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

WLAN-Infrastruktur im Haus

Vergleich der Platzierungen eines AP

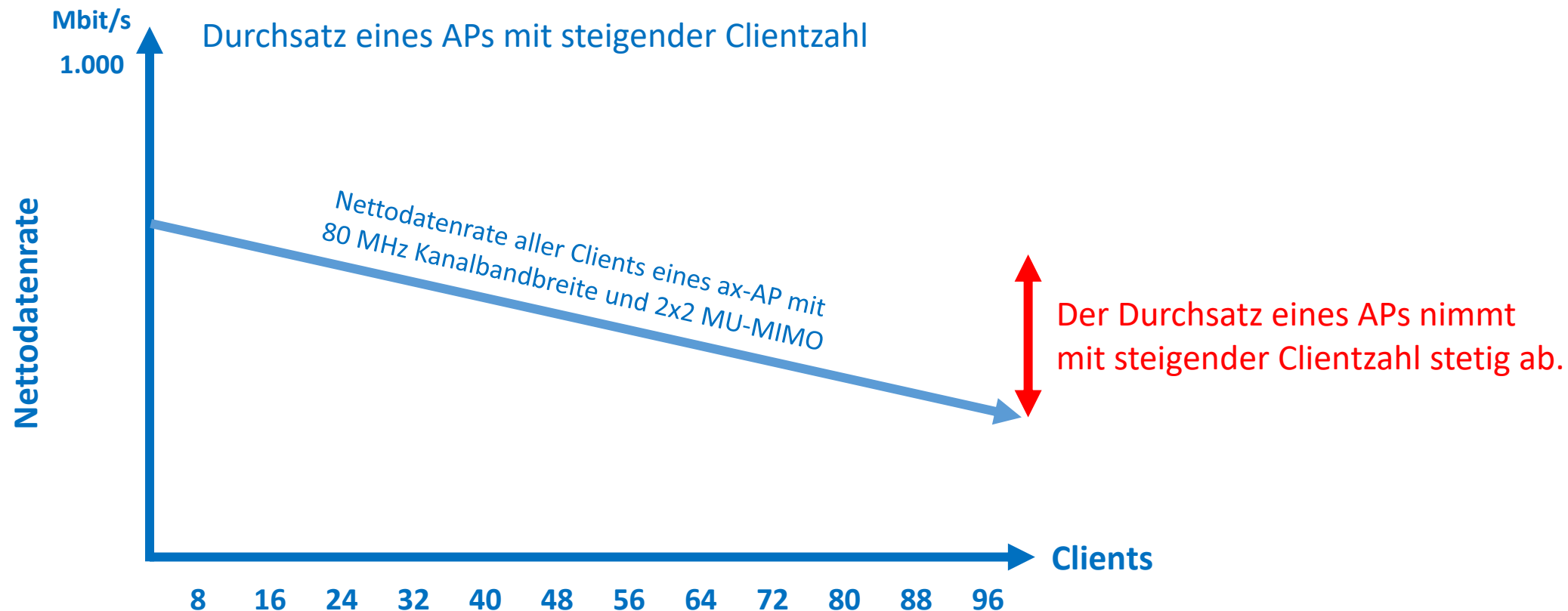
	Vorteil	Nachteil
Platzierung AP seitlich an der Wand	<ul style="list-style-type: none">• Einfachere Installation• Nutzung evtl. bereits vorhandener Netzwerkdosen	<ul style="list-style-type: none">• Die Dämpfung der Wand, egal welches Material, ist geringer als die einer Betondecke. Der AP ist damit im Nebenraum an einigen Stellen besser zu empfangen als der AP aus dem Nebenraum.• Es gibt einen Bereich, an dem zwei APs mit etwa der gleichen Signalstärke zu empfangen sind.
Platzierung AP mittig an der Decke	<ul style="list-style-type: none">• Der Bereich, an dem zwei APs von benachbarten Räumen mit etwa der gleichen Empfangsstärke zu empfangen sind, liegt an der Seite des Raumes und damit abseits von Clients	<ul style="list-style-type: none">• Installation aufwändiger• Der seitliche Abstrahlwinkel des APs sollte groß genug sein, um auch seitlich sitzende Lernende zu erreichen.



2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

WLAN-Infrastruktur im Haus

Leistungsfähigkeit eines AP, max. Client

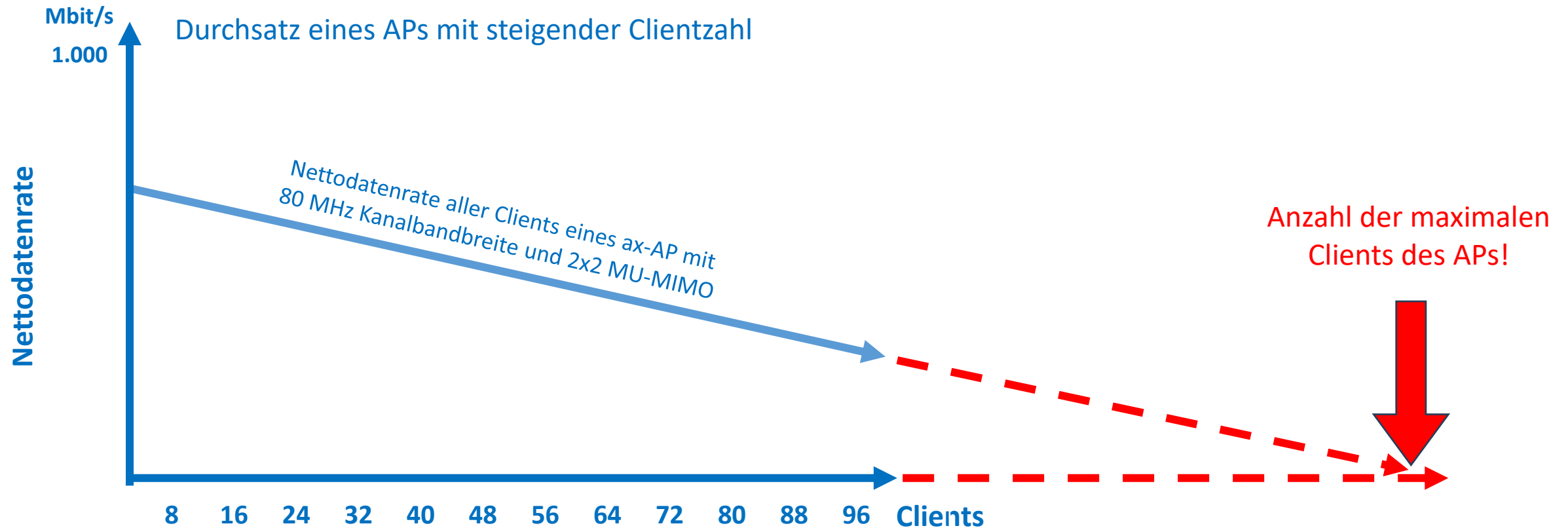




2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

WLAN-Infrastruktur im Haus

Leistungsfähigkeit eines AP, max. Client

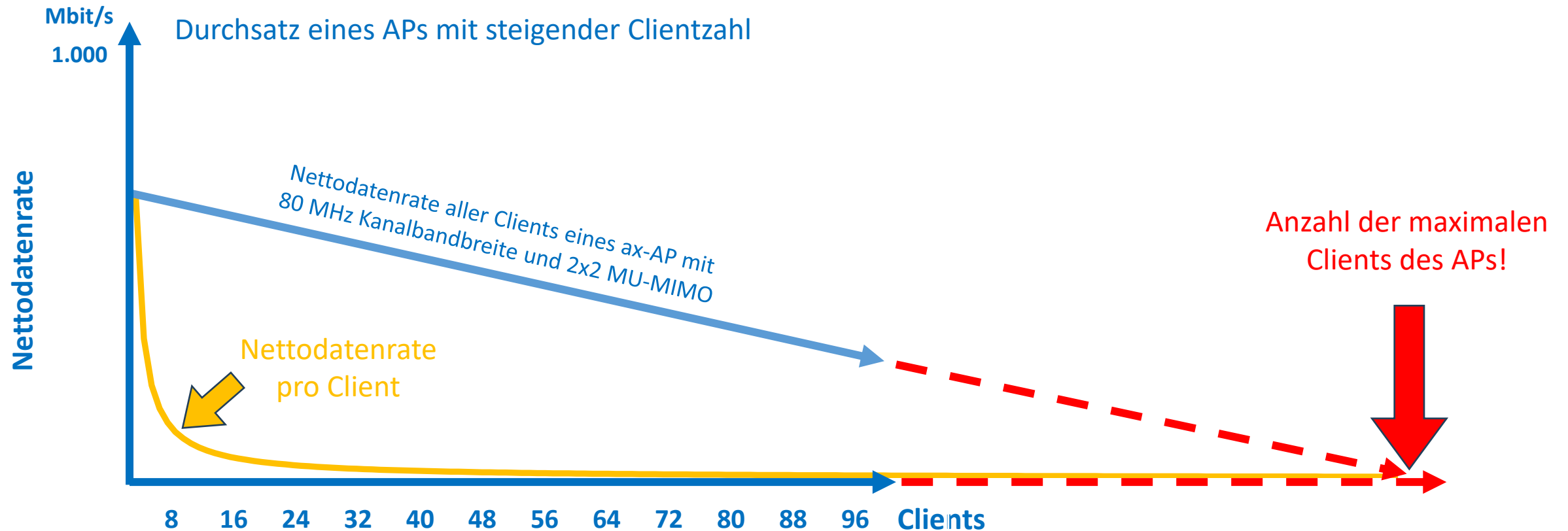




2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

WLAN-Infrastruktur im Haus

Leistungsfähigkeit eines AP, max. Client





2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

WLAN-Infrastruktur im Haus

Leistungsfähigkeit eines AP, max. Client

Bei der Beurteilung der Leistungsfähigkeit eines AP ist folgendes zu beachten:

- Mit steigender Clientzahl sinkt die Leistungsfähigkeit eines AP insgesamt.
- Die maximale Anzahl an Clients, die ein AP gerade noch verbinden kann wird in den Datenblättern angegeben. Diese Zahl ist zu hoch angesetzt. Mit dieser Zahl an Clients wäre ein Aufruf einer Website kaum möglich.
- Die Zahl der Clients, die sich maximal mit einem AP verbinden sollen richten sich nicht nach der Leistungsfähigkeit des APs, sondern nach der Nettodatenrate des einzelnen Clients.
- Daher ist die Betrachtung der Nettodatenrate eines einzelnen Clients bei steigender Clientzahl sinnvoller.
- Die Nettodatenrate sinkt mit steigender Clientzahl sehr schnell ab und kann ab ca. 50 Clients bereits im einstelligen Mbit/s-Bereich liegen.





2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

1. Allgemeines
2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten
 - a) WLAN-Infrastruktur im Haus
 - b) Frequenzbänder und Kanalverteilung
 - c) Sendeleistung und Roaming
3. Fragen und Antworten



2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

Frequenzbänder und Kanalverteilung

2,4 GHz	5 GHz	6 GHz
<ul style="list-style-type: none"> • In Europa gibt es 13 Kanäle im 2,4 GHz Frequenzband. • Der Kanalabstand ist mit 5 MHz sehr gering. • Bei einer Kanalbandbreite von 20 MHz würden sich benachbarte Kanäle überlappen. Deshalb kann man nicht alle der 13 Kanäle verwenden, sondern nur 3. • Das 2,4 GHz-Frequenzband bietet eine größere Reichweite, ist aber häufig stark ausgelastet und anfälliger für Störungen. • Viele IoT-Systeme nutzen das 2,4 GHz-Frequenzband. 	<ul style="list-style-type: none"> • In Europa gibt es 19 Kanäle im 5 GHz Frequenzband. • Das 5 GHz-Frequenzband bietet eine niedrigere Reichweite als das 2,4 GHz-Frequenzband, ist aber weniger stark ausgelastet. • Ab Kanal 52 ist DFS (Dynamic Frequency Search) Pflicht. Das 5 GHz-Frequenzband wird von bevorrechtigten Nutzern (z.B. Wetterdienst, Radar, Flugsicherung) genutzt. Daher wird geprüft, ob solche Anlagen aktiv sind. Werden solche Anlagen erkannt, wird der Kanal nicht genutzt. • Die DFS-Kanäle sind in der Regel weniger stark genutzt wie die Kanäle 36 – 48. Daher bietet sich die Nutzung dieser Kanäle an. Bei einer automatischen Kanalverteilung durch WLAN-Controller werden diese Kanäle bei einigen Herstellern automatisch nicht verwendet. Daher ist darauf zu achten, dass bei einer Kanalverteilung durch WLAN-Controller diese Kanäle mit verwendet werden. • Das 5 GHz-Frequenzband ermöglicht 20 MHz, 40 MHz, 80 MHz und 160 MHz breite Kanäle. 	<ul style="list-style-type: none"> • Das 6 GHz Frequenzband wurde mit WiFi 6e eingeführt. WiFi 7 nutzt es ebenfalls. • In der EU gibt es 24 Kanäle im 6 GHz Frequenzband. • Das 6 GHz-Frequenzband bietet eine niedrigere Reichweite als das 5 GHz-Frequenzband, ist aber weniger stark ausgelastet. • Im 6 GHz Frequenzband gibt es weniger Störungen. • Es sind Kanalbreiten bis 320 MHz möglich. • Es sind höhere Datenraten möglich. • Das 6 GHz Frequenzband nutzt PSC (Preferred Scanning Channel). Jeder vierte 20-MHz-Kanal ist für Beacons und AP discovery vorgesehen. Clients müssen nicht jeden Kanal nach einem AP durchsuchen, sondern nur die PSC. Die anderen Kanäle werden nicht für Beacon-Signale verwendet. Das spart Airtime.



2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

Frequenzbänder und Kanalverteilung

Bei der Auswahl der Frequenzbänder ist folgendes zu beachten:

- Auf die Verwendung des 2,4 GHz-Frequenzbandes sollte verzichtet werden.
- Die Zahl der überlappungsfreien Kanäle ist im 2,4 GHz-Frequenzband sehr gering.
- Das 2,4 GHz-Frequenzband weist die meisten Störungen auf.
- Die Übertragungsgeschwindigkeiten sind im 2,4 GHz-Frequenzband gering.
- Bei Verwendung des 5GHz-Frequenzbandes sollten die DFS-Kanäle verwendet werden.
- Das 6 GHz-Frequenzband eignet sich gut für schulische WLAN-Netzwerke bei kleinen Funkzellen.



	2,4 GHz	5 GHz	6 GHz
Anzahl überlappungsfreier Kanäle	☹️	😊	😊
Übertragungsgeschwindigkeiten	☹️	😊	😊
Reichweite	😊	😐	😐
Störungen im Frequenzband	☹️	😐	😊
Gerätekompatibilität	😊	😊	😐

Anzahl überlappungsfreier Kanäle

Kanalbreite	2,4 GHz	5 GHz (ohne DFS)	5 GHz (mit DFS)	6 GHz
20 MHz	3	4	19	24
40 MHz	2	2	9	12
80 MHz	---	1	4	6
160 MHz	---	0	2	3
320 MHz	---	---	---	1



2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

Frequenzbänder und Kanalverteilung

Automatische Kanalverteilung

WLAN-Controller bieten eine automatische Kanalverteilung für gemanagte APs an. In stark genutzten schulischen WLAN-Netzwerken kann die automatische Kanalverteilung Limitationen zeigen:

- Die Kanalverteilung wird vom WLAN-Controller meist Nachts durchgeführt. Nachts sind keine Nutzer im Haus. Die Kanalverteilung berücksichtigt daher keine Geräte und Nutzer.
- Die Kanalverteilung berücksichtigt oft nicht WLAN-Netzwerke in der Nachbarschaft / direkter Umgebung. Bei Überprüfungen der Kanalverteilung kann man z.T. Kanalüberlagerungen mit benachbarten APs fremder WLAN-Netzwerke feststellen.
- WLAN-Controller verwenden oft gar keine oder nur wenige DFS-Kanäle im 5 GHz-Frequenzband. Genau diese Kanäle sind für die Schule wichtig. Vor allem bodennahe Access-Points (z.B. im Erdgeschoss) empfangen oft kein Radar und können daher sehr gut DFS-Kanäle verwenden.



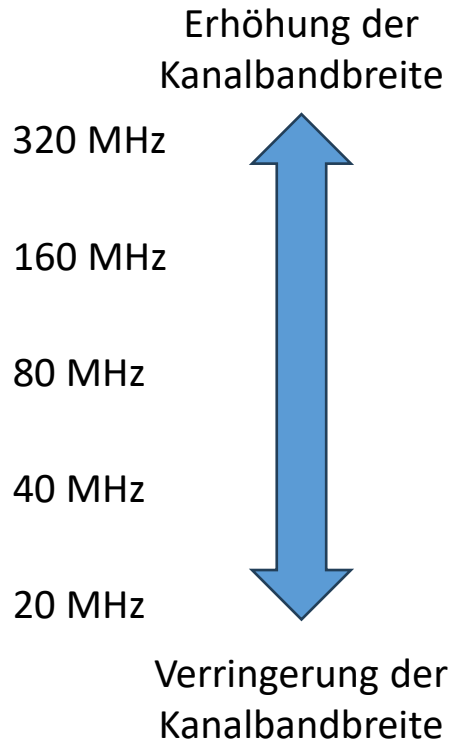
Verwendet die automatische Kanalverteilung keine DFS-Kanäle im 5 GHz-Frequenzband oder funktioniert nicht optimal, sollten die Kanäle einzelner APs manuell eingestellt werden. Hier sollte mit den bodennahen APs begonnen und gezielt DFS-Kanäle verwendet werden.



2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

Frequenzbänder und Kanalverteilung

Welche Kanalbandbreite ist die richtige?



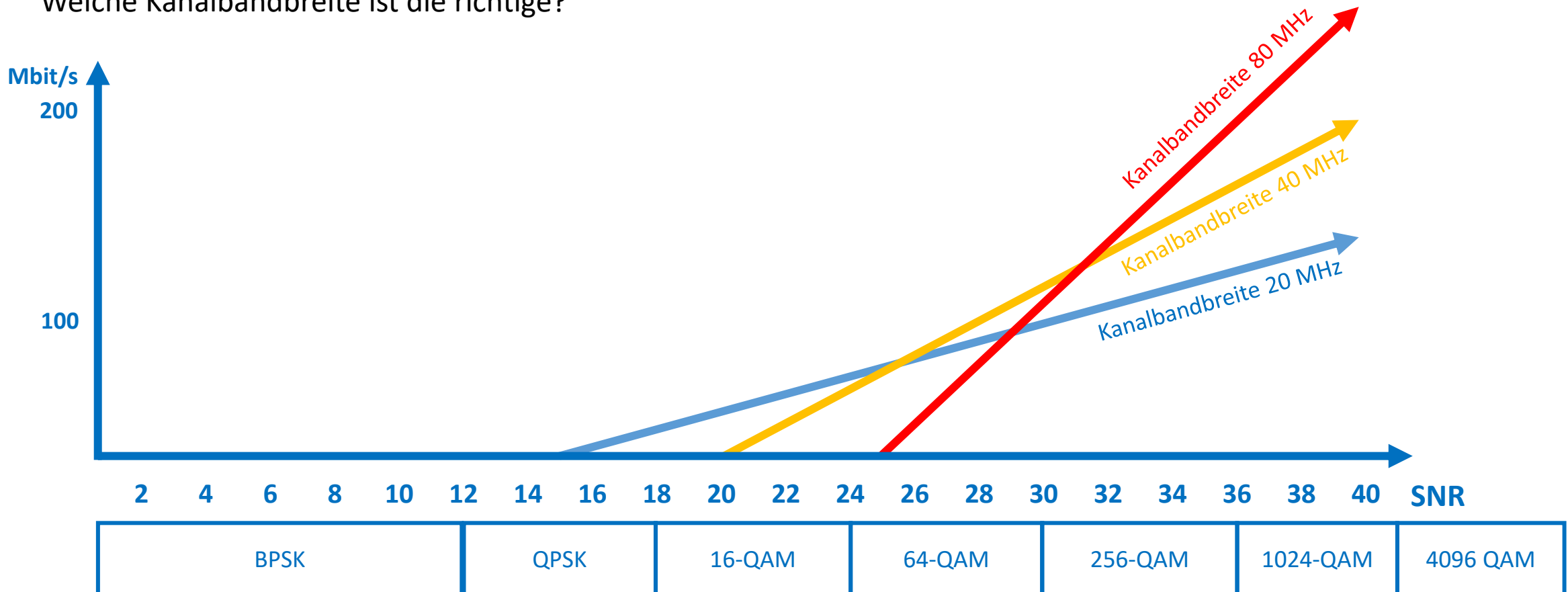
	Vorteil	Nachteil
Erhöhung Kanalbandbreite	<ul style="list-style-type: none"> Mehr Daten können übertragen werden 	<ul style="list-style-type: none"> Weniger überlappungsfreie Kanäle Je größer die Kanalbandbreite desto größer muss die SNR sein. Das ist nicht an allen Orten innerhalb einer Schule möglich Größere Kanalbandbreiten sind für Interferenzen und Rauschen anfälliger. Die SNR muss höher sein, sonst werden die Vorteile der größeren Kanalbandbreite zunichte gemacht.
Verringerung Kanalbandbreite	<ul style="list-style-type: none"> Mehr überlappungsfreie Kanäle Geringere SNR notwendig Weniger anfällig für Interferenzen und Rauschen 	<ul style="list-style-type: none"> Weniger Daten können übertragen werden.



2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

Frequenzbänder und Kanalverteilung

Welche Kanalbandbreite ist die richtige?





2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

Frequenzbänder und Kanalverteilung

Welche Kanalbandbreite ist die richtige?

Kanalbandbreite	Anwendungsbereich	Min. SNR	Optimale SNR
20 MHz	Diese schmalere Bandbreite wird häufig in überfüllten oder interferenzanfälligen Umgebungen verwendet. Die Datenraten sind hier am niedrigsten.	15 db	20 db
40 MHz	Dies ist eine gängige Einstellung für WLANs in städtischen Gebieten und bietet eine gute Balance zwischen Geschwindigkeit und Zuverlässigkeit.	20 db	25 db
80 MHz	Diese Bandbreite wird häufig für höhere Geschwindigkeiten in Heim- und Büronetzwerken verwendet.	25 db	30 db
160 MHz	Dies bietet deutlich höhere Geschwindigkeiten und ist ideal für Anwendungen, die eine hohe Bandbreite erfordern, wie HD-Streaming oder große Dateiübertragungen.	30 db	35 db
320 MHz	Dies ist eine der wichtigsten Neuerungen von WiFi 7, die extrem hohe Geschwindigkeiten ermöglichen soll. Theoretische Maximalgeschwindigkeiten könnten mehrere Gigabit pro Sekunde erreichen.	35 db	40 db



2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

Frequenzbänder und Kanalverteilung

Welche Kanalbandbreite ist die richtige?

40 MHz		80 MHz
Mehrere überlappungsfreie Kanäle	Kanalverteilung	Weniger überlappungsfreie Kanäle
9	Anzahl überlappungsfreier Kanäle	4
geringer	Anfälligkeit für Störungen	höher
Geringer als bei 80 MHz Bandbreite	Übertragungsgeschwindigkeit	Höher als bei 40 MHz, vorausgesetzt SNR > 25 db
> 20 db	Minimum SNR	> 25 db
Geringeres Risiko für ACI als bei 80 MHz Kanalbandbreite	ACI Adjacent channel interference	Je größer die Kanalbandbreite, desto höher ist das Risiko für ACI
Geringeres Risiko für CCI als bei 80 MHz Kanalbandbreite	CCI Co channel interference	Je größer die Kanalbandbreite, desto höher das Risiko für CCI



2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

Frequenzbänder und Kanalverteilung

Welche Kanalbandbreite ist die richtige?

In der Praxis zeigt sich, dass die Verwendung einer Kanalbandbreite von 40 MHz im 5 GHz-Frequenzband in schulischen WLAN-Netzwerken günstig ist:



- Der Kanal ist weniger anfällig für Störungen als ein 80 MHz breiter Kanal.
- Es stehen doppelt so viele überlappungsfreie Kanäle zur Verfügung als bei einer Kanalbandbreite von 80 MHz

Im 6 GHz-Frequenzband kann eine Kanalbandbreite von 80 MHz verwendet werden, sofern keine Kanalüberlappungen oder Störungen vorliegen.



2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

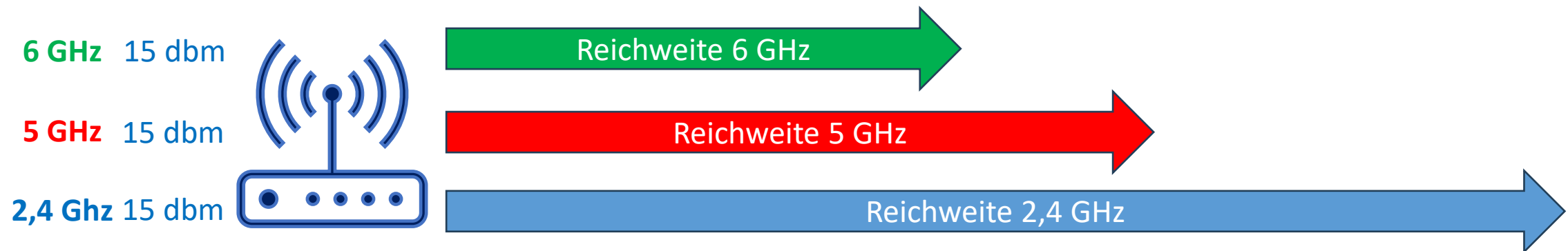
1. Allgemeines
2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten
 - a) WLAN-Infrastruktur im Haus
 - b) Frequenzbänder und Kanalverteilung
 - c) Sendeleistung und Roaming
3. Fragen und Antworten

2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

Sendeleistung und Roaming

Sendeleistung

Reichweite der einzelnen Frequenzbänder

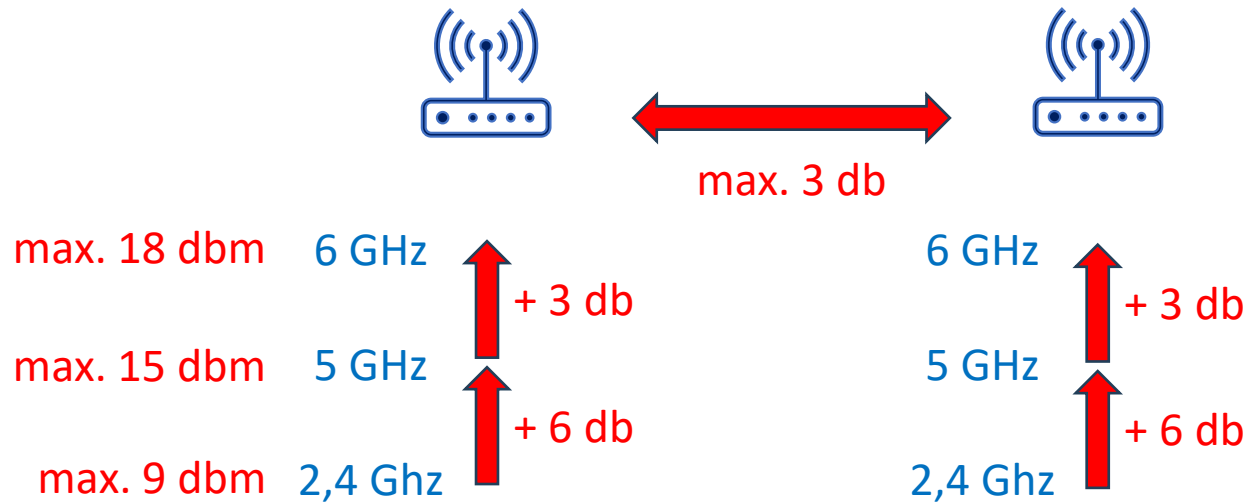


Die Reichweite der Frequenzbänder ist unterschiedlich. Die Sendeleistung ist entsprechend anzupassen.

2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

Sendeleistung und Roaming

Sendeleistung



Die richtige Einstellung der Sendeleistung ist wichtig für folgende Aspekte im WLAN:

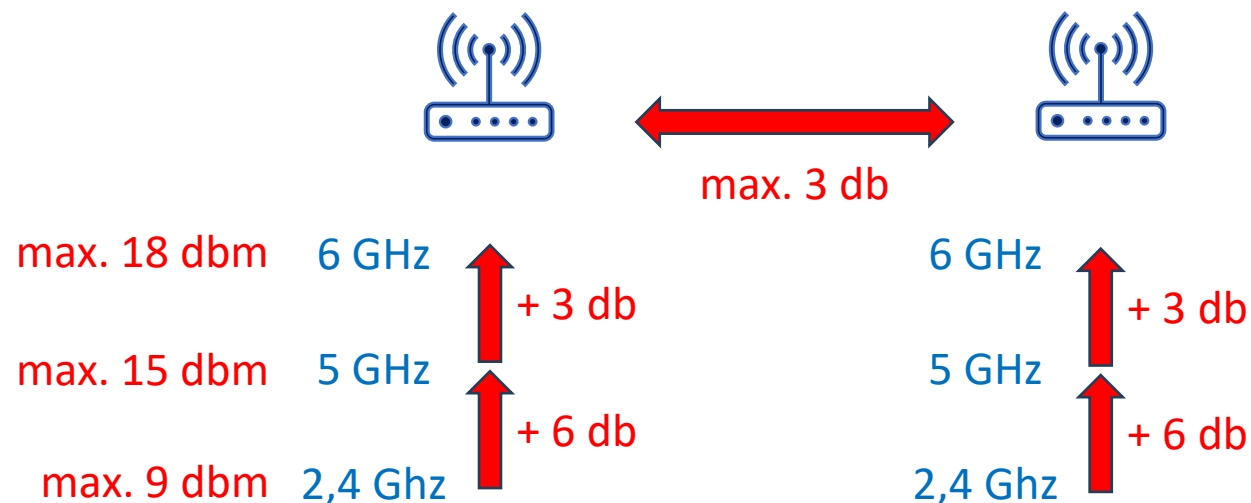
- Roaming
- Überlappungen der einzelnen Funkzellen
- Band-Steering
- Sticky Client
- Verteilung der Clients auf die APs
- Rauschen
- Airtime



2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

Sendeleistung und Roaming

Sendeleistung

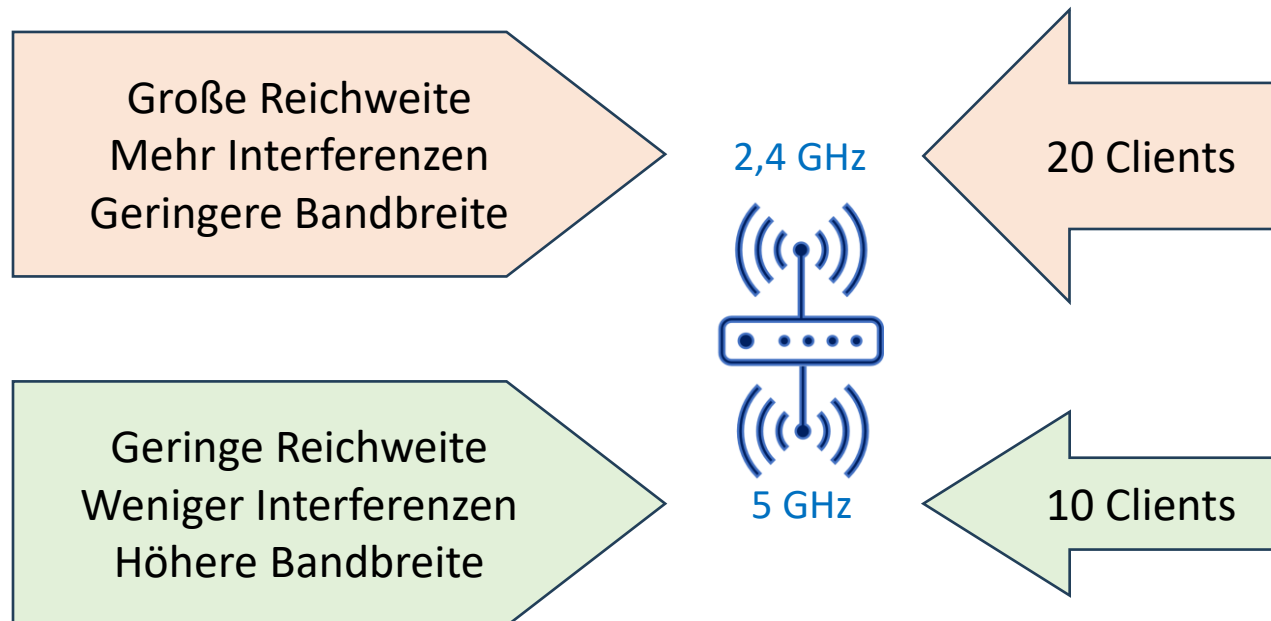


- Die Sendeleistung muss an die Reichweite der Frequenzbänder angepasst werden. Das 2,4 GHz-Frequenzband sollte dabei die niedrigste Sendeleistung haben. Die Reichweite sollte nicht größer sein als die Reichweite des 5 GHz-Frequenzbandes, damit Band-Steering funktionieren kann. Noch besser ist es, das 2,4 GHz-Frequenzband ganz abzuschalten.
- Das 6 GHz-Frequenzband hat eine niedrigere Reichweite als das 5 GHz-Frequenzband. Vor allem Wände dämpfen das 6 GHz-Frequenzband deutlich stärker als das 5 GHz-Frequenzband. Daher sollte bei Verwendung des 6 GHz-Frequenzbandes immer eine Sichtverbindung vom AP bestehen.
- Die Sendeleistung der APs sollte sich nur minimal unterscheiden, damit sich die Clients gleichmäßig auf diese verteilen und es nicht zu Konzentrationen von Clients kommt.

2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

Sendeleistung und Roaming

Band Steering



Band Steering ist eine Technik, die in Dual-Band WLAN-Netzwerken verwendet wird, um Geräte automatisch zwischen den 2,4-GHz- und 5-GHz-Frequenzbändern zu steuern, je nachdem, welches Band die beste Leistung bietet.

Der AP steuert das Band Steering:

- Erkennung der Client-Fähigkeit zum Band Steering.
- Bewertung der Netzwerkbedingungen
- Bandlenkung der Geräte:
 - Verbindungsaufnahme zu einem Frequenzband verzögern
 - RSSI-Schwellenwert festlegen
- Kontinuierliche Anpassung und Überwachung durch den AP
- Informationen über das Netzwerk an Client senden mittels 802.11k und 802.11v

Band Steering ist keine Technik, die mit einem bestimmten WLAN-Standard eingeführt wurde. Die meisten Hersteller haben Band Steering Techniken mittlerweile implementiert.



2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

Sendeleistung und Roaming

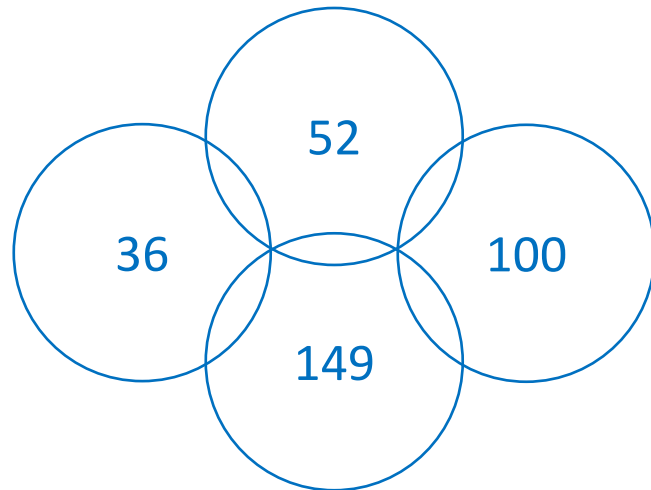
Band Steering: Einschränkungen

Einschränkungen	Gründe
Band Steering funktioniert nur beim Roaming	Ein Client wechselt nicht alleine das Frequenzband. Band Steering funktioniert, wenn ein Client roamt und der Client z.B. zuerst ein WLAN im 5 GHz-Frequenzband angeboten bekommt. Bietet ein AP ein WLAN sowohl im 2,4GHz- als auch i 5GHz-Frequenzband an, kann es vorkommen, dass ein Client, wenn er sich kurzzeitig vom AP entfernt, vom 5 GHz- ins 2,4 GHz-Frequenzband wechselt. Der Client wechselt erst zurück ins 5 GHz-Frequenzband, wenn er roamt.
Falsch eingestellte Sendeleistung kann Band Steering verhindern	Das 2,4 GHz-Frequenzband hat eine größere Reichweite als das 5 GHz-Frequenzband. Ist die Sendeleistung beider Frequenzbänder auf einem AP gleich hoch eingestellt, findet sich ein nähernder Client zuerst das WLAN im 2,4 GHz-Frequenzband. Daher sollte die Sendeleistung im 2,4 GHz-Frequenzband niedriger eingestellt sein als im 5 GHz-Frequenzband.
Band Steering funktioniert nur zwischen 2,4 GHz und 5 GHz und nicht zwischen 5 GHz und 6 GHz.	Wird im 6 GHz-Frequenzband die gleiche SSID verwendet als im 5 GHz-Frequenzband, gibt es zwischen den beiden Frequenzbändern kein Band Steering. In diesem Fall empfiehlt es sich, für das 6 GHz-Frequenzband eine separate SSID festzulegen, um damit u sorgen, dass sich Clients bevorzugt mit dem 6 GHz-Frequenzband verbinden.

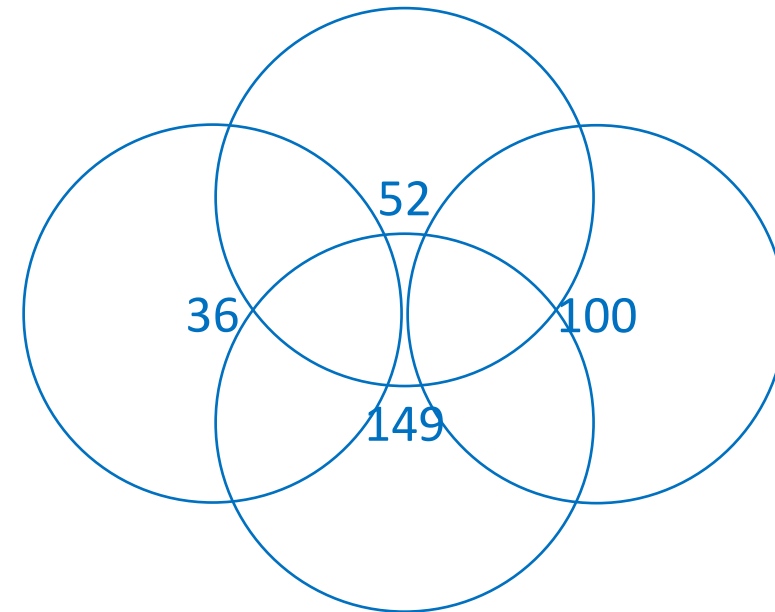
2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

Sendeleistung und Roaming

Roaming – Überdeckung Funkzellen



Ideal: Überdeckung max. 30%



Nicht ideal: Überdeckung > 30%



2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

Sendeleistung und Roaming

Roaming – Überdeckung Funkzellen

Geringe Überdeckung < 30 %	Große Überdeckung > 30 %
<ul style="list-style-type: none">• Weniger Rauschen• Weniger Sticky Client• Das Roaming funktioniert evtl. mit kurzen Aussetzern• Es kann kleine Bereiche geben, die einen geringen Empfang haben.• Je geringer die Überdeckung, desto schlechter geeignet z.B. für VoWLAN, welches fast Roaming benötigt.• Besser für stationäre Clients geeignet, die sich nicht oder kaum zwischen Funkzellen bewegen.	<ul style="list-style-type: none">• Wird nicht empfohlen• Mehr Rauschen, mehr Interferenzen• Mehr Sticky Client• Das Roaming funktioniert ohne Unterbrechungen• Überall ist die die Sendeleistung ausreichend• Eine größere Überdeckung ist besser geeignet für VoWLAN• Eine Überdeckung > 30% begünstigt Roaming, sorgt aber für Nachteile bei überwiegend stationären Clients.
<ul style="list-style-type: none">• Wenn man VoWLAN nicht nutzt oder auf fast Roaming verzichten kann, sollte eine möglichst geringe Überdeckung angestrebt werden. Die Vorteile überwiegen hier. Wenn das Roaming zwischen den Zellen nicht wichtig ist und die Clients im Klassenzimmer verwendet werden, sollte die Sendeleistung auf das notwendige Maß eingestellt werden.• Wenn das Roaming wichtig ist, muss die Sonderleistung und die Überdeckung entsprechend erhöht werden. Dies bringt Nachteile für stationäre Clients.	

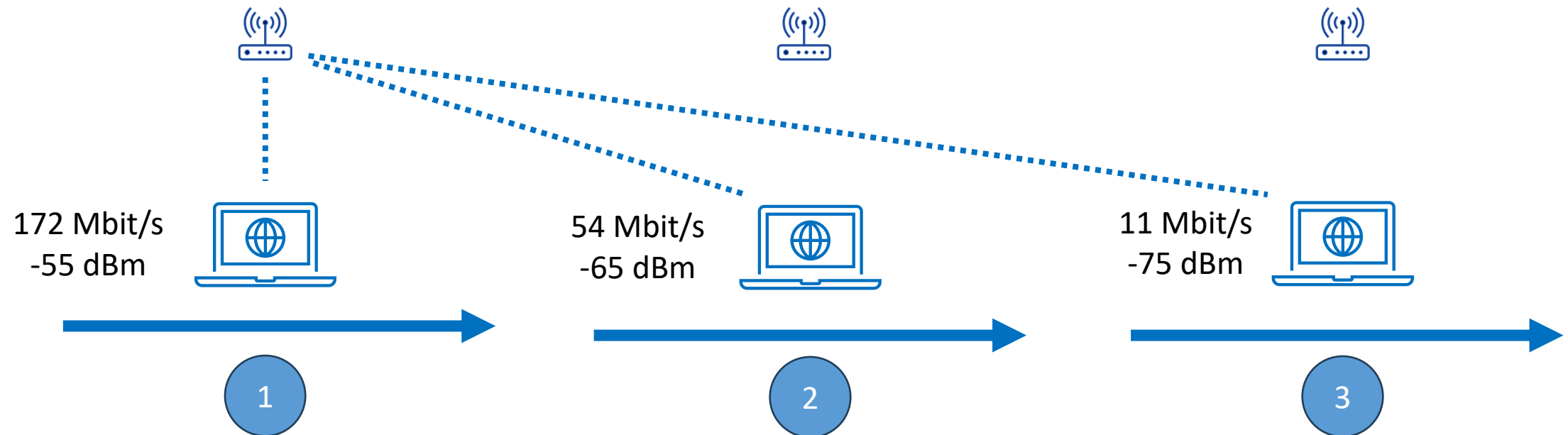


2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

Sendeleistung und Roaming

Roaming

Roaming in WLAN-Netzwerken bezieht sich auf den Prozess, bei dem ein drahtloses Gerät von einem Access Point zu einem anderen wechselt, ohne die Verbindung zu unterbrechen.

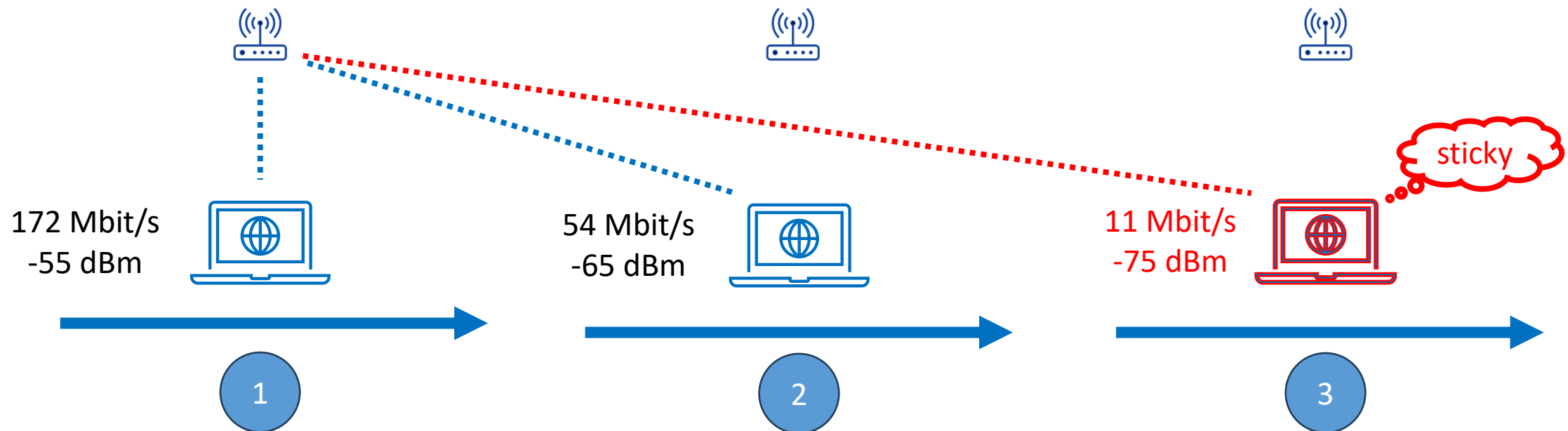




2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

Sendeleistung und Roaming

Sticky Client





2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

Sendeleistung und Roaming

Sticky Client

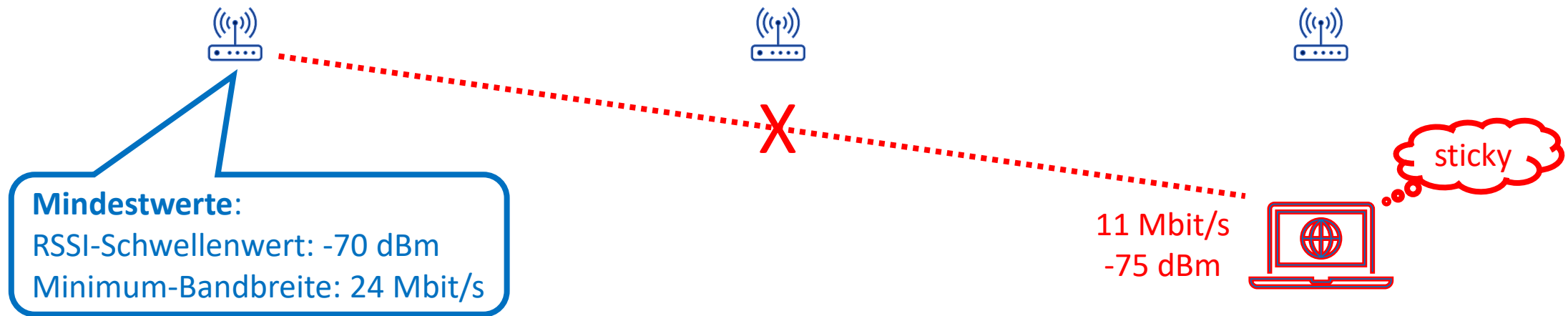




2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

Sendeleistung und Roaming

Sticky Client



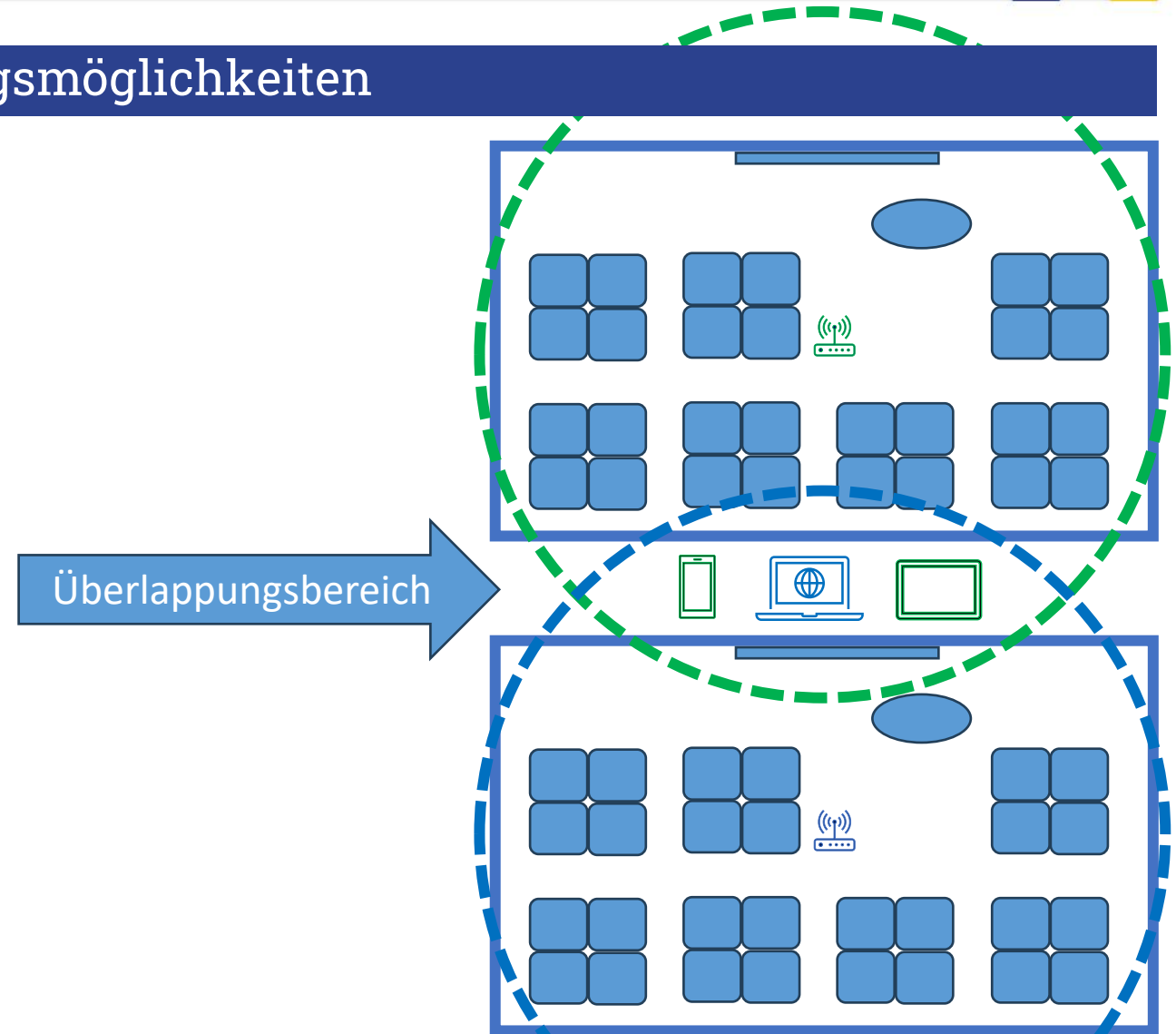


2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

Sendeleistung und Roaming

Sticky Client: Das Gangproblem

- Der Aufenthalt im Überlappungsbereich zwischen APs erhöht das Auftreten von Sticky Client.
- Das Roamingverhalten der Clients ist nicht einheitlich und unterscheidet sich deutlich. Es ist abhängig von Betriebssystem, vom Hersteller und weiterer Faktoren. Es ist nicht vorhersagbar.





2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

Sendeleistung und Roaming

Sticky Client

Merkmals	Beschreibung
Schlechte Verbindungsqualität	Ein Sticky Client zeichnet sich durch niedrige Download- und Upload-Raten aus. Entfernte Clients haben eine deutlich geringere Datenrate als Clients mit einem besseren Empfang.
Niedriger SNR	Signale, die ein Sticky Client empfängt, haben eine schlechte Sende- und Empfangsqualität.
Niedrige Modulation	Je niedriger die SNR ist, desto langsamere und einfachere Modulationsraten werden verwendet. Das verringert den Datendurchsatz.
Hohe retransmission rate	Durch die niedrige SNR ist die retransmission rate deutlich erhöht. Oft werden Frames unvollständig empfangen. Das führt bei TCP-Verbindungen zu einer erhöhten retransmission rate, was die Latenz deutlich erhöht.
Hohe Airtime	Je geringer die Sende- und Empfangsraten eines Clients sind, desto länger benötigt dieser Client, um die gleichen Datenmengen zu empfangen oder zu senden wie Clients mit einer guten Sende- und Empfangsleistung. Diese übermäßige Airtime behindert andere Clients.
Hohe Latenz	Durch die hohe retransmission rate ist die Latenz deutlich erhöht.
Erhöhter Jitter	Da wenige Frames fehlerfrei empfangen werden und daher erneut gesendet werden müssen, steigt der Jitter, also die Variabilität der Datenübertragung. Dies beeinträchtigt Echtzeitanwendungen, z.B. VoIP oder Videokonferenzen.



2. Mögliche Probleme im WLAN mit Lösungsmöglichkeiten

Sendeleistung und Roaming

Sticky Client

Grundsätzlich sollten in jedem WLAN-Netzwerk Minimumwerte für Sendeleistung und Bandbreite konfiguriert werden:

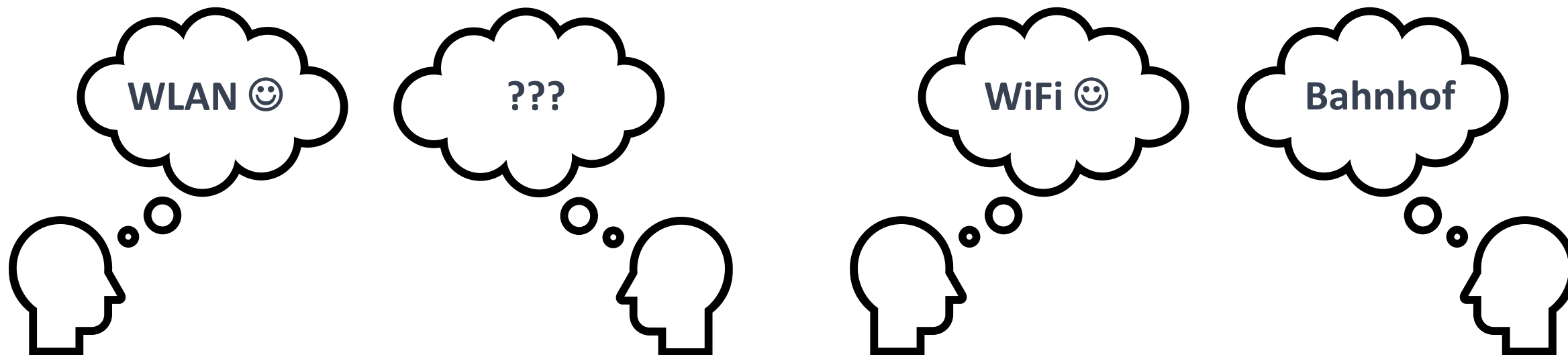
- Verhinderung von Sticky Client
- Verhinderung alter Standards wie 802.11b und 802.11g
- Erhöhung der Beacon-Rate durch Mindestbandbreite
- Effiziente Nutzung der vorhandenen Airtime



Dabei geht man schrittweise vor und erhöht die Minimumwerte für Sendeleistung schrittweise. Dabei bitte auf Rückmeldungen der Nutzer achten.

Aufenthalte von Clients im Überlappungsbereich von APs erhöhen die Wahrscheinlichkeit von Sticky Client. Dies ist meist bei Aufhalten im Gang zwischen Klassenzimmern oder in der Pausenhalle etc. der Fall. Als Maßnahme empfiehlt es sich, nach Einnahme des Platzes im Klassenzimmer das WLAN auf dem Endgerät kurz aus- und wieder einzuschalten.

3. Fragen und Antworten





Abschluss

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit**