



SCHULNETZ WLAN I

Grundlagen – Teil 1



Inhalt

1. Was ist WLAN?
2. Frequenzen
3. Grundbegriffe
4. Fragen und Antworten



Inhalt

1. Was ist WLAN?
2. Frequenzen
3. Grundbegriffe
4. Fragen und Antworten



1. Was ist WLAN?

- WLAN steht für Wireless Local Area Network
- Ein oder mehrere Access Points senden und empfangen das drahtlose Signal. Sie dienen als „Brücke“ zwischen dem kabelgebundenen Netzwerk und dem kabellosen Netzwerk
- Die WiFi-Alliance (Vereinigung von Herstellern) hat verschiedene WLAN-Standards definiert, z.B. WiFi 6 oder WiFi 7
- Die technischen Standards legt die IEEE im 802.11 Standard fest: Aktuelle Standards sind 802.11ax (WiFi 6) oder 802.11be (WiFi 7)
- WLAN-Netzwerke haben meist einen Namen. Dieser wird auch SSID (Service Set Identifier) bezeichnet
- Ein Access Point kann ein einzelnes oder mehrere WLAN-Netzwerke ausstrahlen
- Einzelne Access Points werden oft separat konfiguriert bzw. verwaltet. Mehrere Access Points werden meist von einem WLAN-Controller verwaltet



1. Was ist WLAN?

Allgemein

Die IEEE und die WiFi Alliance spielen in der Welt der drahtlosen Netzwerke unterschiedliche Rollen.

WiFi Alliance	IEEE
Dies ist ein Konsortium von Unternehmen, das WLAN-Geräte zertifiziert. Die WiFi Alliance stellt sicher, dass Geräte, die den IEEE 802.11-Standard verwenden, miteinander kompatibel sind.	IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers): Dies ist eine Organisation, die Standards für eine Vielzahl von technischen Bereichen festlegt. Der Standard IEEE 802.11 ist die Grundlage für WLAN-Technologien. Die IEEE definiert die Bitübertragungsschicht des OSI-Schichtenmodells für ein WLAN.

WiFi-Standard	IEEE-Standard
WiFi 1	802.11
WiFi 2	802.11b
WiFi 3	802.11g
WiFi 4	802.11n
WiFi 5	802.11ac
WiFi 6	802.11ax
WiFi 7	802.11be



Inhalt

1. Was ist WLAN?
2. Frequenzen
3. Grundbegriffe
4. Fragen und Antworten

2. Frequenzen

Frequenzband und Kanäle



- WLAN wird physikalisch über elektromagnetische Wellen übertragen. Diese Wellen sind Teil des elektromagnetischen Spektrums und breiten sich durch den Raum aus.
- Informationen werden durch Modulation auf die elektromagnetischen Wellen aufgeprägt.
- WLAN nutzt bestimmte Frequenzbänder, die in kleine Abschnitte (Kanäle) unterteilt sind.
- WLAN teilt sich das Medium. Nur ein Gerät kann zu einem bestimmten Zeitpunkt auf einem Kanal “sprechen”, während andere warten müssen.



2. Frequenzen

Frequenzband und Kanäle

Folgende Begriffe werden für die Funkkommunikation WLAN verwendet.

Begriff	Beschreibung
Frequenz	<ul style="list-style-type: none">• Dies ist die Rate, mit der das Signal schwingt. Die Frequenz wird in Hertz (Hz) gemessen.
Frequenzband	<ul style="list-style-type: none">• Ein Frequenzband ist ein spezifischer Bereich von Frequenzen, der für die Kommunikation genutzt wird.• Es werden typischerweise die 2,4 GHz-, 5 GHz- und 6 GHz-Frequenzbänder verwendet.
Kanalbreite	<ul style="list-style-type: none">• Die Kanalbreite beschreibt, wie viel Frequenzspektrum ein WLAN-Kanal einnimmt.• Typische Kanalbreiten sind 20 MHz, 40 MHz, 80 MHz und 160 MHz.• Eine größere Kanalbreite kann höhere Datenübertragungsraten ermöglichen, erhöht aber auch die Anfälligkeit für Interferenzen und verringert die Anzahl der verfügbaren unabhängigen Kanäle.



2. Frequenzen

Frequenzband und Kanäle

In Europa werden für WLAN folgende genehmigungsfreien Frequenzbänder verwendet.

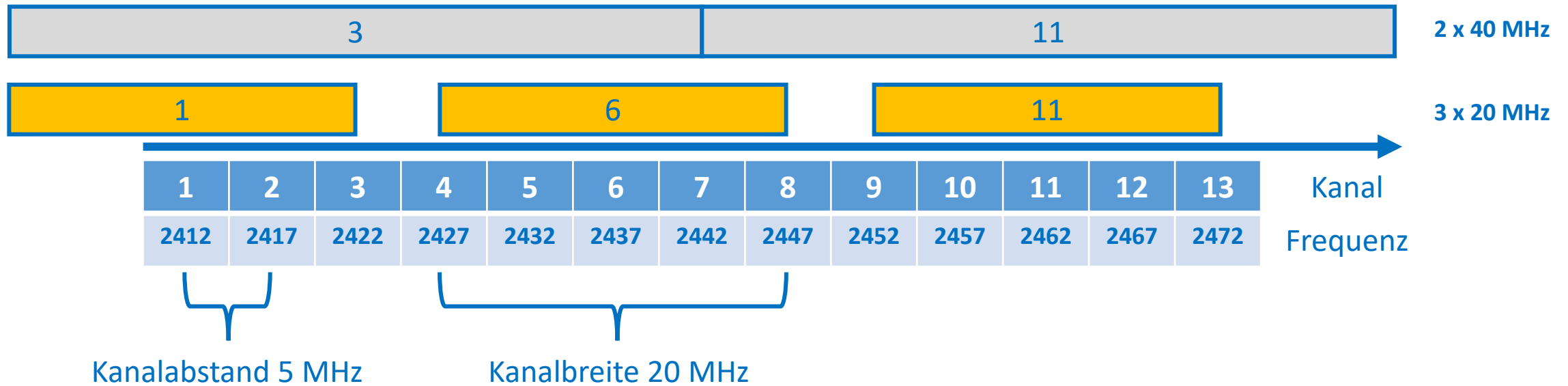
Frequenzband	2,4 GHz	5 GHz	6 GHz
Frequenzbereich	2,3995 bis 2,4845 GHz	5,150 bis 5,350 GHz 5,470 bis 5,725 GHz	5,925 bis 6,425 GHz
Kanalbreite	20 und 40 MHz	20, 40, 80, 160 MHz	20, 40, 80, 160, 320 MHz

Kanalbreite

- Die Kanalbreite beeinflusst die Datenübertragungsrate.
- Je breiter ein Kanal, desto mehr Daten können gleichzeitig übertragen werden.
- Je breiter ein Kanal, desto anfälliger für Interferenzen ist er.
- Kanalbreiten werden immer aus Vielfachen von 20 MHz gebildet.



2. Frequenzen – 2,4 GHz





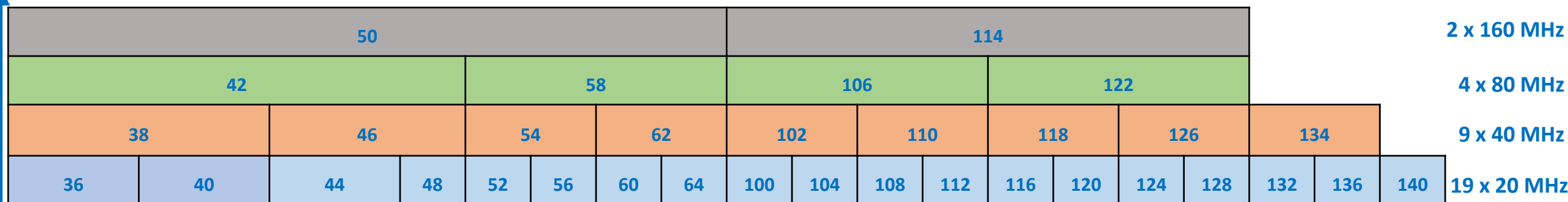
2. Frequenzen – 2,4 GHz

Merkmale vom 2,4 GHz-Frequenzband

- 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 auf Störungen als die anderen Bänder.
- Viele ältere Clients unterstützen nur das 2,4 GHz-Frequenzband. Viele IoT-Systeme nutzen das 2,4 GHz-Frequenzband.



2. Frequenzen – 5 GHz



36	38	40	42	44	46	48	52	56	60	64	100	104	108	112	116	120	124	128	132	136	140	Kanal
5180	5190	5200	5210	5220	5230	5240	5260	5280	5300	5320	5500	5520	5540	5560	5580	5600	5620	5640	5660	5680	5700	Frequenz

UNII-1							UNII-2				UNII-2 Extended										
--------	--	--	--	--	--	--	--------	--	--	--	-----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Kanalabstand 10 MHz							Kanalabstand 20 MHz														
---------------------	--	--	--	--	--	--	---------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Dynamic Frequency Search (DFS)

Das 5 GHz-Frequenzband wird auch von bevorrechtigten Nutzern (z.B. Wetterdienst, Radar, Flugsicherung) genutzt. Daher wird automatisch geprüft, ob solche Anlagen aktiv sind. Werden solche Anlagen erkannt, wird der Kanal nicht genutzt.

DFS (Dynamic Frequency Selection) ist Pflicht

Wetterradar



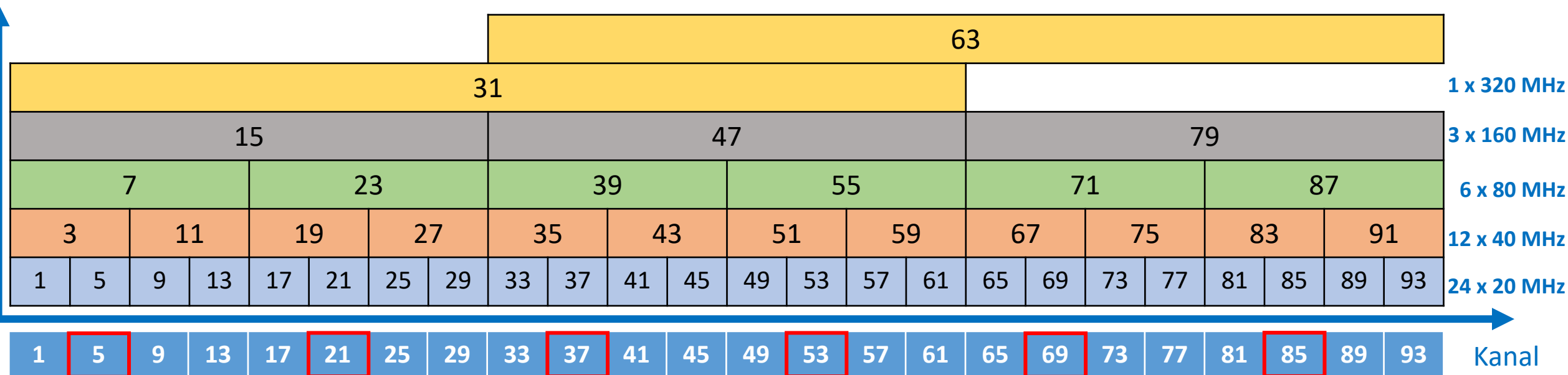
2. Frequenzen – 5 GHz

Merkmale vom 5 GHz-Frequenzband

- In Europa gibt es 19 Kanäle im 5 GHz Frequenzband.
- Der Kanalabstand ist bis Kanal 48 10 MHz, die höheren Kanäle haben 20 MHz Kanalabstand.
- 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 auch von bevorrechtigten Nutzern (z.B. Wetterdienst, Radar, Flugsicherung) genutzt. Daher wird automatisch 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 die Nutzung von 20 MHz, 40 MHz, 80 MHz und 160 MHz breiten Kanälen.



2. Frequenzen – 6 GHz



Kanalabstand 20 MHz

5925 MHz

6425 MHz



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. Die spart Airtime.



2. Frequenzen – 6 GHz

Merkmale vom 6 GHz-Frequenzband

- Das 6 GHz Frequenzband wurde mit WiFi 6e eingeführt. WiFi 7 nutzt es ebenfalls.
- In Europa gibt es 24 Kanäle im 6 GHz Frequenzband.
- Der Kanalabstand benachbarter Kanäle ist 20 MHz.
- 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.
- Im 6 GHz Frequenzband sind Kanalbreiten bis 320 MHz möglich.
- Im 6 GHz Frequenzband sind höhere Datenraten möglich.
- Das 6 GHz Frequenzband ist mit Clients, die WiFi 6e nicht unterstützen, nicht kompatibel.
- 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. Die spart Airtime. Die PSC-Kanäle sollten daher nicht für WLAN-Netzwerke verwendet werden.



2. Frequenzen

Zusammenfassung und Übersicht Frequenzbänder

Kurzcharakteristik der Frequenzbänder

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

Anzahl überlappungs- freier 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



Inhalt

1. Was ist WLAN?
2. Frequenzen
3. Grundbegriffe
4. Fragen und Antworten

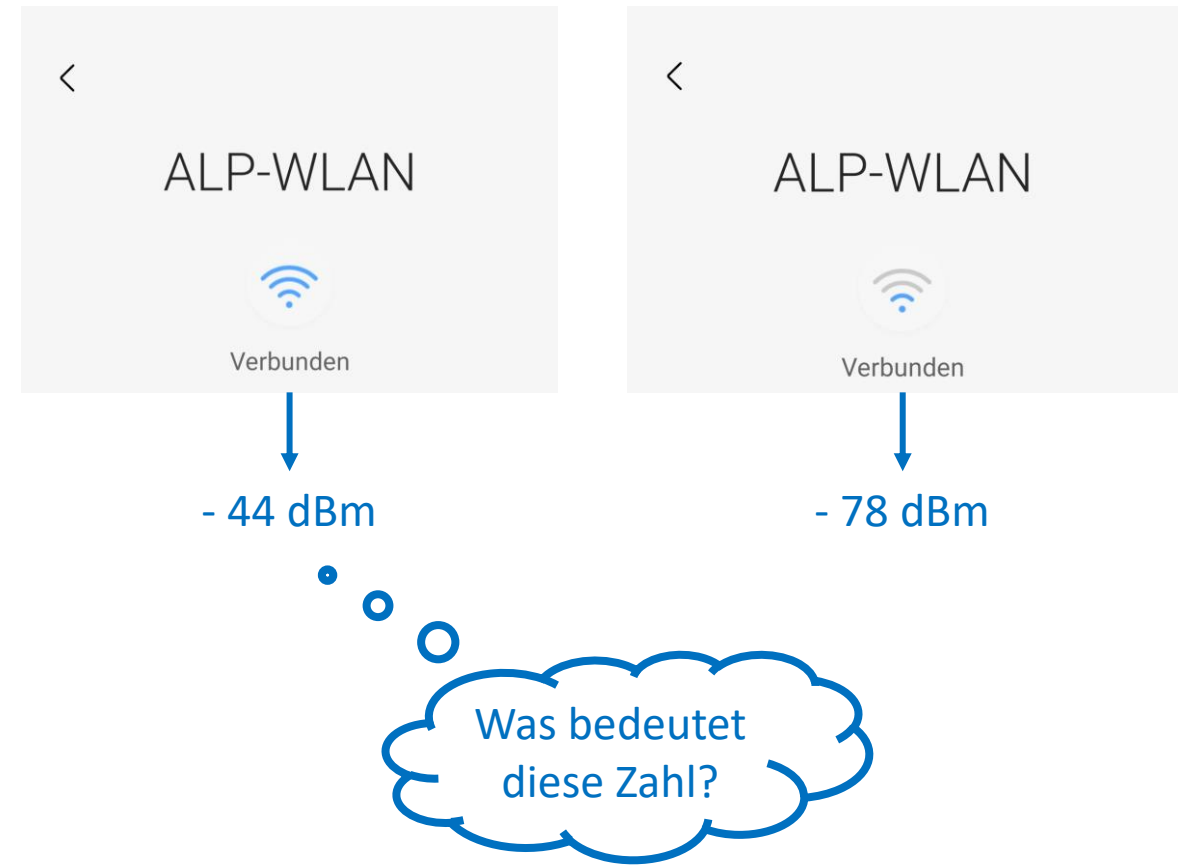


3. Grundbegriffe

Signalstärke

Mobile Geräte geben die Empfangsqualität meist mit Strichen an. Die Striche sollen die Signalstärke symbolisieren. Für eine qualifizierte Fehlerbeschreibung im Rahmen der Systembetreuung ist diese Angabe zu ungenau.

Die Signalstärke wird in dBm gemessen.





3. Grundbegriffe

Signalstärke

Die Signalstärke bezieht sich auf die Intensität des Funksignals, das von einem Access Point ausgesendet wird und von einem Empfangsgerät empfangen wird.

Die Signalstärke wird in dBm gemessen. Dies ist eine logarithmische Maßeinheit, die die Leistung eines Signals als Verhältnis zur Leistung von einem Milliwatt (mW) angibt.

- 44 dBm →
- 78 dBm →

dBm	Leistung	Beispiel
60 dBm	1000 W	Mikrowelle von innen
30 dBm	1 W	Mikrowelle von außen
27 dBm	500 mW	Smartphone
23 dBm	200 mW	Max. Leistung indoor AP
20 dBm	100 mW	Typische Leistung AP zu Hause
4 dBm	2,5 mW	Bluetooth
-10 dBm	0,1 mW	Sehr guter WLAN-Empfang
-30 dBm	0,001 mW	Guter WLAN-Empfang
-60 dBm	0,000001 mW	Ausreichender WLAN-Empfang
-90 dBm	0,000000001 mW	Rauschen im WLAN, Verbindungsabbruch
-127 dBm	0,178 fW	GPS-Signal



3. Grundbegriffe

Signalstärke – was ist dB und was ist dBm?

dB	dBm
<ul style="list-style-type: none">• dB ist eine relative Maßeinheit, die das Verhältnis zwischen zwei Leistungswerten angibt.• dB wird verwendet, um eine Veränderung in der Leistung oder Intensität auszudrücken, ohne sich auf einen spezifischen, festen Bezugswert zu beziehen.• Die Leistung wird in Bezug auf einen anderen Wert angegeben.• Die Dämpfung wird in db angegeben.	<ul style="list-style-type: none">• dBm ist eine absolute Maßeinheit, die die Leistung eines Signals in Dezibel (dB) relativ zu einem Milliwatt (mW) angibt.• dBm wird verwendet, um die absolute Leistung eines Signals zu messen. So entspricht z.B. -30 dBm 1 Mikrowatt.• 0 dBm entspricht dabei 1 mW.• Die Signalstärke wird in dBm angegeben.
<ul style="list-style-type: none">• Es ist eine logarithmische Einheit.• Ein Gewinn von 3dB verdoppelt die Leistung.<ul style="list-style-type: none">• Ein Verlust von 3 db halbiert die Leistung.• Ein Gewinn von 10 dB verzehnfacht die Leistung.• Ein Verlust von 10 dB entspricht 1/10 der Leistung.	



3. Grundbegriffe

Signalstärke

Die Signalstärke ist für Systembetreuende ein wichtiger Wert, u.a. auch für eine evtl. Fehlermeldung.

Wie verändert sich
die Signalstärke,
wenn ich mich im
Schulhaus bewege?

Ab welcher
Signalstärke ist der
WLAN-Empfang
schlecht?

Die Signalstärke hilft
mir bei Beobachtungen
zu evtl. vorhandenen
Problemen im WLAN

...

Wie viele APs
empfangen mich mit
meinem Client?

Empfangen ich
APs, die nicht zur
Schule gehören?

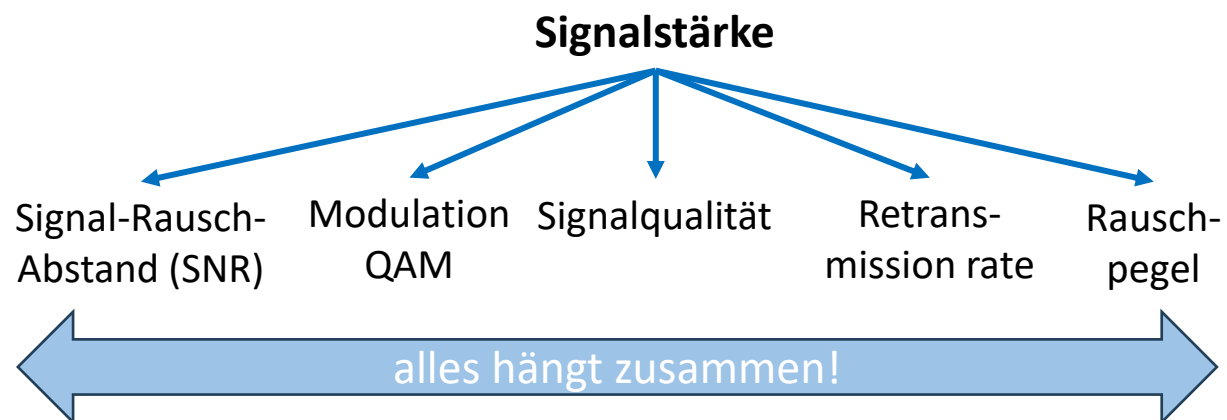


3. Grundbegriffe

Signalstärke

Der Systembetreuer sollte in der Lage sein, Beobachtungen von Problemen im WLAN zu beschreiben und eine qualifizierte Fehlermeldung abzugeben.

Ein einziger Wert hilft dem Systembetreuer, evtl. auftretende Probleme im WLAN zu beobachten: **Signalstärke**

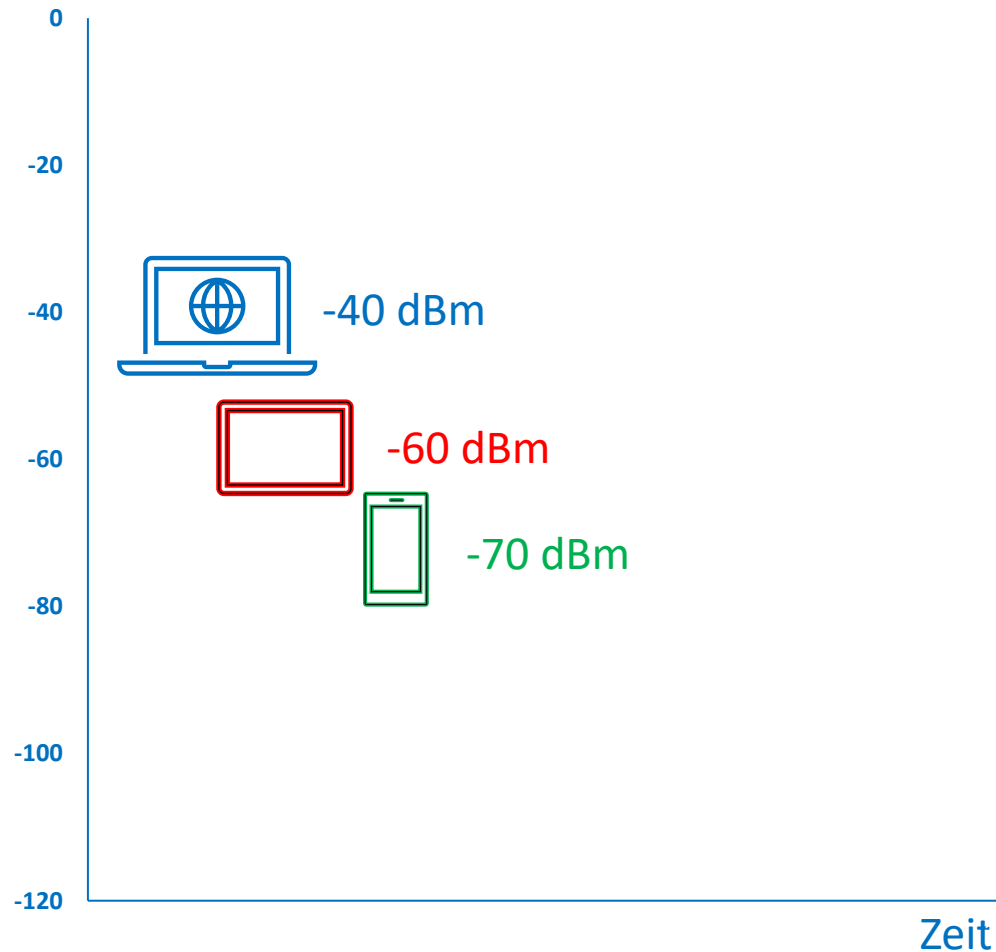


Das muss ich als Systembetreuer wissen

Dieses Wissen ist optional, aber nützlich



3. Grundbegriffe

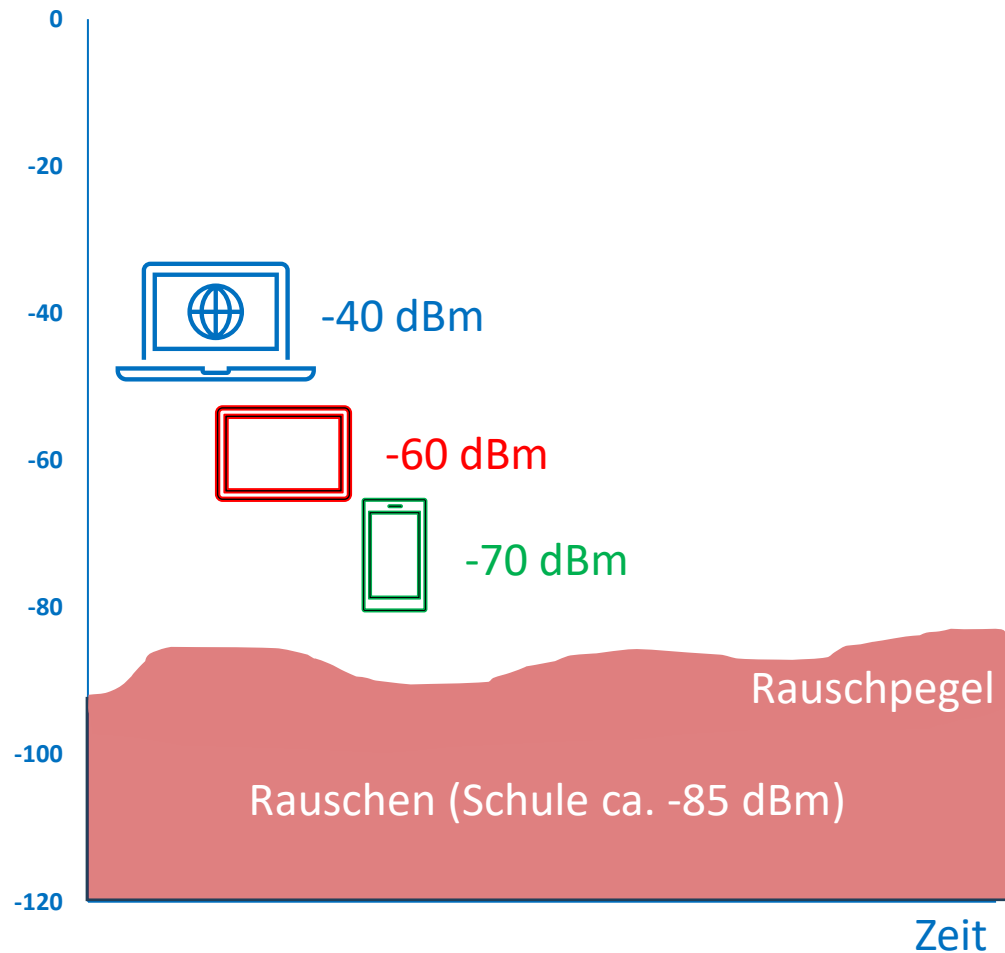


Signalstärke oder RSSI (Receive Signal Strength Indicator)

Der RSSI gibt die Signalstärke an. Der Wert wird in dBm angegeben. Er sollte > -55 dBm sein.

Eine hohe Signalstärke muss nicht automatisch eine gute Signalqualität oder eine hohe Bandbreite bedeuten. Störungen und Interferenzen im WLAN können auch bei hohen Signalstärken zu einer deutlich verschlechterten Signalqualität und dadurch verringerte Bandbreiten führen.

3. Grundbegriffe



Signalstärke oder RSSI

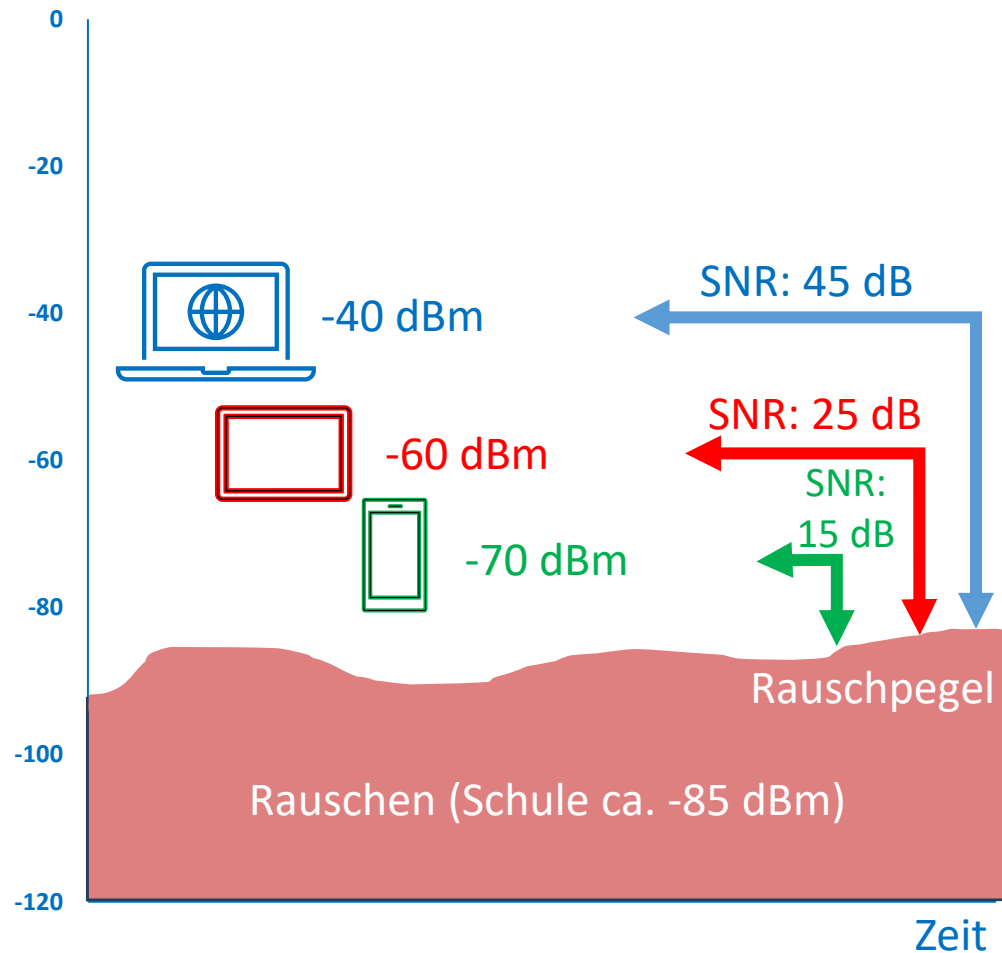
Der RSSI gibt die Signalstärke an. Der Wert wird in dBm angegeben. Er sollte > -55 dBm sein. -65 dBm sind noch okay.

Rauschpegel (Noise Level)

Das sog. „Rauschen“ im WLAN sind Signale < -80 dBm, die durch Interferenzen und andere Sender auf der gleichen Frequenz entstehen. Der Access Point bzw. der Client kann bei einer Empfangsleistung, die dem Rauschen entspricht, Frames, die für ihn selbst bestimmt sind, nicht mehr fehlerfrei von Frames für andere Clients unterscheiden. Es kommt zu Verbindungsabbrüchen.

Der Rauschpegel in einer Schule liegt ca. bei -85 dBm.

3. Grundbegriffe



Signalstärke oder RSSI

Der RSSI gibt die Signalstärke an. Der Wert wird in dBm angegeben. Er sollte > -55 dBm sein. -65 dBm sind noch okay.

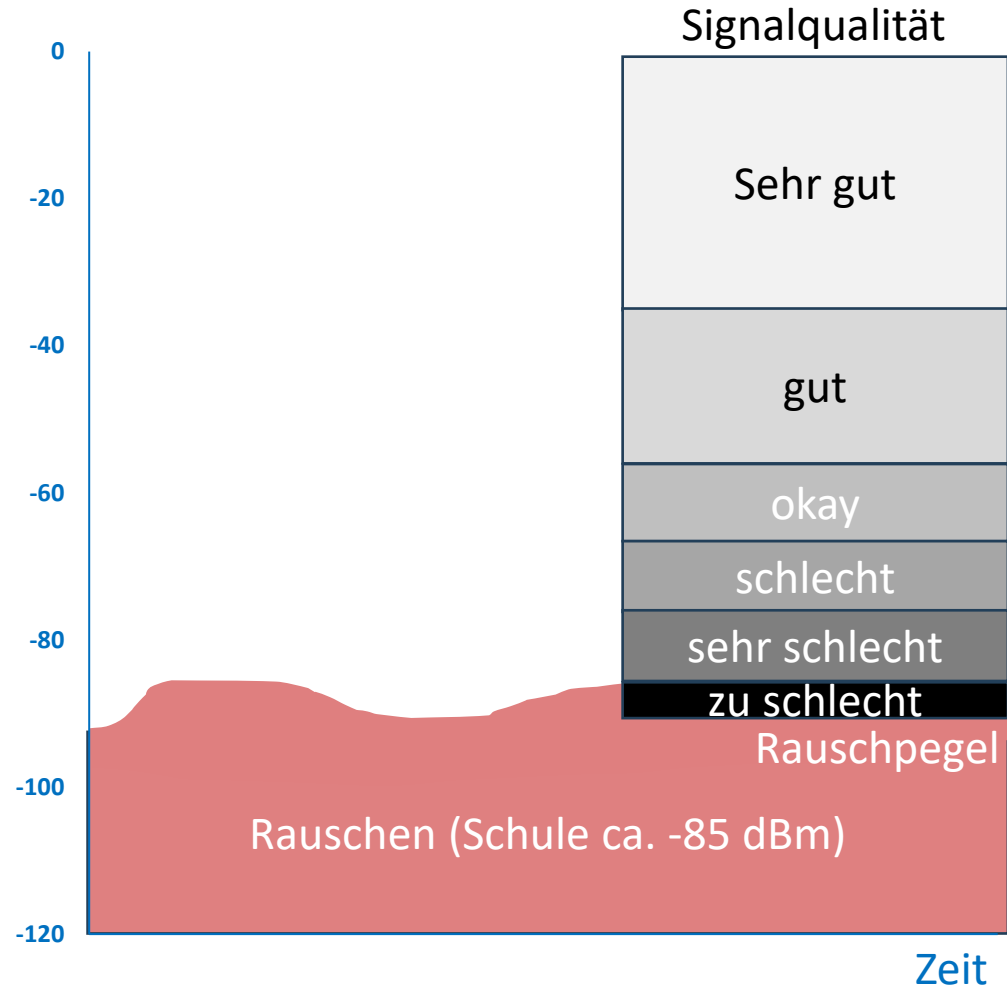
Rauschpegel (Noise Level)

SNR (Signal to Noise Ratio bzw. Signal-Rausch-Abstand)

Der SNR gibt den Abstand zwischen Signalstärke und dem Rauschpegel an. Je größer der Abstand der Signalstärke vom Rauschpegel ist, desto besser. Der SNR sollte mind. 20 dB sein, 35 dB gelten als gut.



3. Grundbegriffe



Signalstärke oder RSSI

Der RSSI gibt die Signalstärke an. Der Wert wird in dBm angegeben. Er sollte > -55 dBm sein. -65 dBm sind noch okay.

Rauschpegel (Noise Level)

SNR (Signal to Noise Ratio bzw. Signal-Rausch-Abstand)

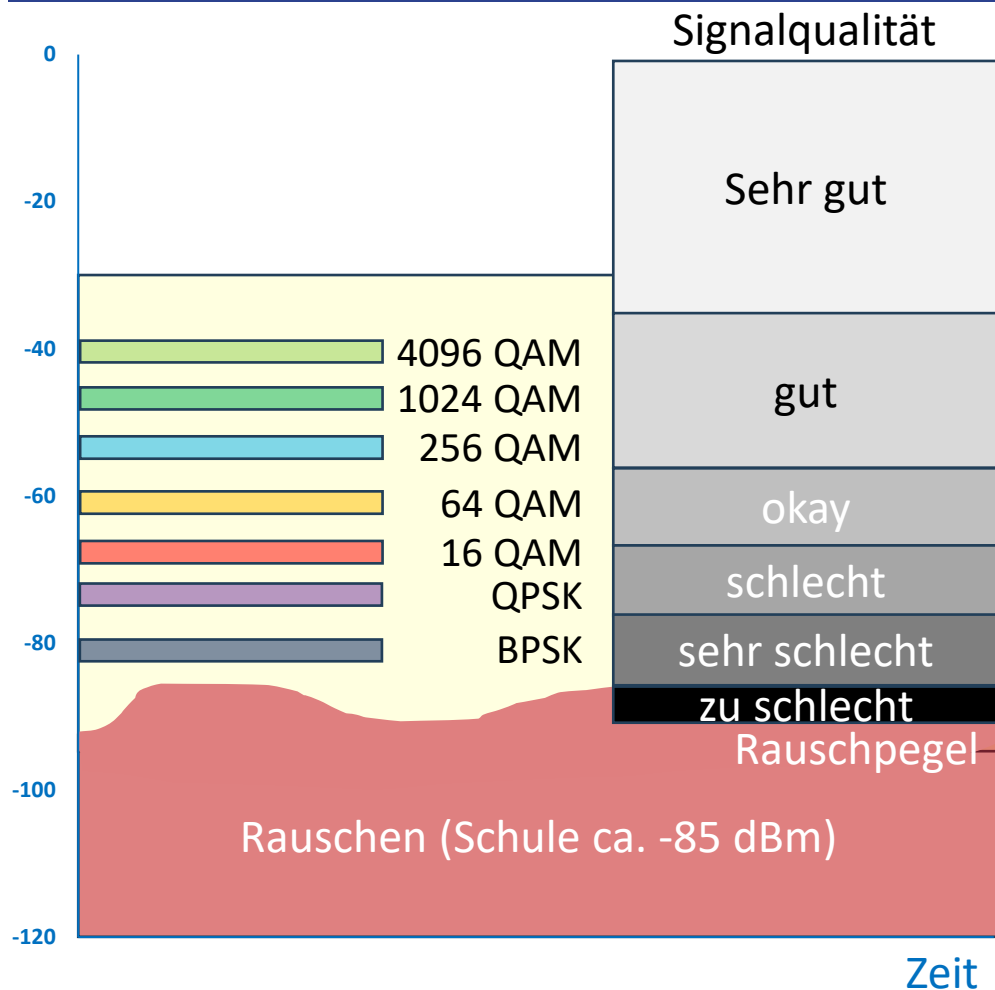
Der SNR gibt den Abstand zwischen Signalstärke und dem Rauschpegel an. Je größer der Abstand der Signalstärke vom Rauschpegel ist, desto besser. Der SNR sollte mind. 20 dB sein, 35 dB gelten als gut.

Signalqualität

Die Signalqualität wird anhand des SNR beurteilt. Störungen und Interferenzen im WLAN können die Signalqualität zusätzlich verschlechtern.



3. Grundbegriffe



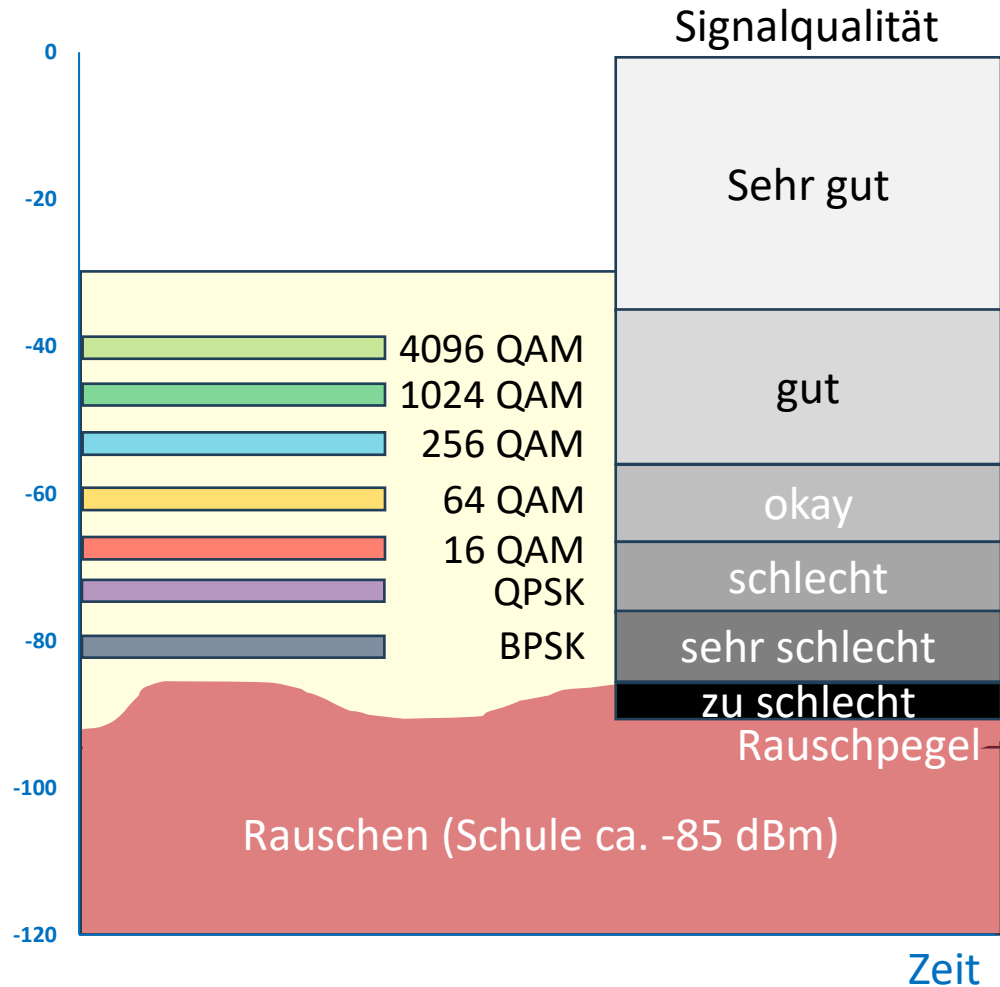
QAM - Quadraturamplitudenmodulation

Auf die elektromagnetische Welle werden Signale aufmoduliert. QAM beschreibt, wie komplex das Signal ist, das auf die elektromagnetische Welle aufmoduliert wird. Je besser die Signalqualität ist, desto mehr Signale können auf die Welle aufmoduliert werden. Je besser die Signalqualität, desto höher ist die daraus resultierende Datenrate.

Bits pro Symbol	Modulation	SNR (ca.)
1	BPSK	6
2	QPSK	12
4	16 QAM	18
6	64 QAM	24
8	256 QAM	30
10	1024 QAM	36
12	4096 QAM	42



3. Grundbegriffe



Retransmission rate

Die retransmission rate im WLAN bezeichnet den Prozentsatz der Datenpakete, die aufgrund von Fehlern wie Datenverlust, Kollisionen oder schlechter Signalqualität erneut gesendet werden müssen, um eine erfolgreiche Kommunikation im drahtlosen Netzwerk sicherzustellen.

Signalqualität	SNR ca.	Retransmission rate
Sehr gut	55 dBm	< 1 %
Gut	35 dBm	1 % - 3%
Okay	25 dBm	3 % - 10 %
Schlecht	15 dBm	10 % - 50 %
Sehr schlecht	5 dBm	> 50 %
Zu schlecht	0 dBm	99 %



3. Grundbegriffe

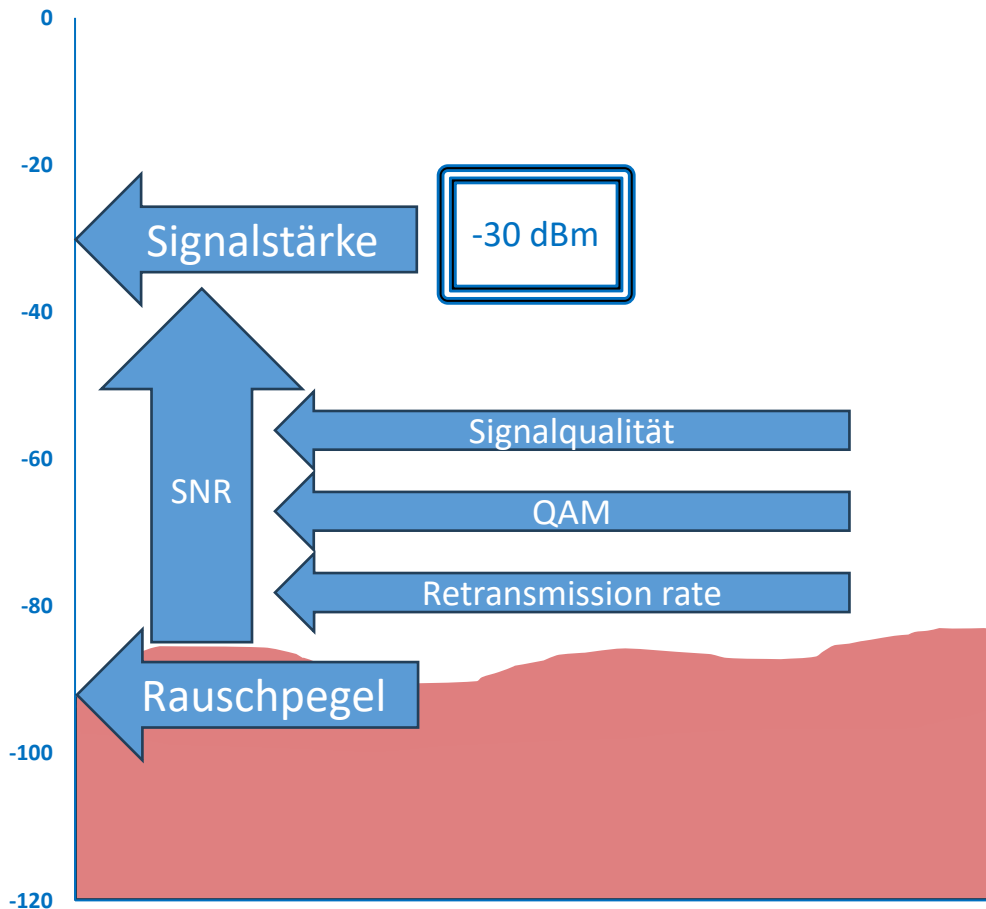
Welchen Zusammenhang haben Signalqualität, Signalstärke, SNR, Retransmission rate auf Anwendungen?

Die Signalqualität steht in direktem Zusammenhang mit der Signalstärke, dem Signal-Rausch-Abstand, der Retransmission rate. Die Signalqualität hat daher direkte Auswirkungen auf mögliche Anwendungen auf Endgeräten.

Signalqualität	Signalstärke ab	SNR ca.	Retransmission rate	Anwendungen
Sehr gut	-35 dBm	55 dB	< 1 %	Virtual Reality
Gut	-55 dBm	35 dB	1 % - 3%	Videokonferenz
Okay	-65 dBm	25 dB	3 % - 10 %	VoIP, Streaming,
Schlecht	-75 dBm	15 dB	10 % - 50 %	Web, Mail, Messaging
Sehr schlecht / teilw. Verbindungsabbruch	-85 dBm	5 dB	> 50 %	Web
Zu schlecht / Verbindungsabbruch	-90 dBm	0 dB	99 %	---



3. Grundbegriffe zusammengefasst



Wie hängen die Begriffe miteinander zusammen?

Die Signalstärke ist die wichtigste Kenngröße im WLAN.

Andere Werte hängen direkt mit der Signalstärke zusammen:

- Der Signal-Rausch-Abstand als die Differenz zum Rauschpegel
- Die weiteren Werte sind direkt abhängig vom Signal-Rausch-Abstand:
 - Signalqualität
 - QAM
 - Retransmission rate

Eine Messung der Signalstärke ist für die allermeisten Beobachtungen im WLAN ausreichend. Andere Werte, wie z.B. die MAC-Adresse des Access Points können relativ einfach ermittelt werden.



3. Grundbegriffe praktisch angewendet

Wie kann ich die Signalstärke messen? Welche weiteren Werte sind evtl. hilfreich?

Die Signalstärke kann man mit einem mobilen Endgerät oder einem Laptop / PC mittels kostenlosen Apps bzw. Programmen relativ einfach bestimmen. Das Endgerät muss dazu eine WLAN-fähige Schnittstelle haben.

Apps bzw. Programme zum Messen der Signalstärke sollten folgende Werte anzeigen bzw. messen können:

- Name des WLANs (SSID)
- MAC-Adresse des Access Points (um einzelne APs voneinander zu unterscheiden). Die MAC-Adresse des AP wird auch als **BSSID** bezeichnet.
- Signalstärke im dBm

Weitere optionale Werte, die evtl. bei einer Beobachtung von möglichen Fehlern im WLAN hilfreich sein könnten sind:

- Aufzeichnung der Signalstärke über einen bestimmten Zeitraum
- Frequenzband
- Kanal und Kanalbandbreite
- Brutto und Nettodatenrate
- verwendeter WiFi-Standard
- Angebotene Datenraten
- WLAN-Umgebung (SSID, Signalstärke, Kanal, Kanalbandbreite)
- Kanalauslastung
- Latenz zum Gateway
- Anzahl der Clients



3. Grundbegriffe praktisch angewendet

Wie kann ich die Signalstärke messen? Welche weiteren Werte sind evtl. hilfreich?

Hier sind Beispiele möglicher Apps bzw. Programme, die für die Bestimmung der Signalstärke verwendet werden könnten:

Windows: Wi-Fi Scanner, inSSIDer, NetSpot, Homedale, netsh
iPad OS: AirPort Dienstprogramm für Sendeleistung, Fritz!App WLAN
iOS: AirPort Dienstprogramm für Sendeleistung, Fritz!App WLAN
Mac OS: WLAN-Diagnose-Tool, iWifi, Ultra Wifi
Android: Fritz!App WLAN, WiFi Analyzer, Network Analyzer
Linux: wavemon, LinSSID

Es wurde ausschließlich nach kostenlosen Apps gesucht. Für jedes Betriebssystem gibt es die Möglichkeit, die Signalstärke zu messen. Jedoch unterschieden sich die Apps z.T. deutlich im Funktionsumfang.



3. Grundbegriffe praktisch angewendet

Ein Funktionsvergleich der genannten Apps (nur kostenlose Versionen wurden getestet)

Funktion	Wi-Fi-Scanner	inSSIDer	NetSpot	Homedale	AirPort	Fritz!App WLAN	WLAN Diagnose	iWifi	Ultra Wifi	WiFi Analyzer	Network Analyzer
SSID	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
MAC-Adresse des AP	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Signalstärke in dBm	✓	✓	✓	✓	✓	✓ (Android)	✓	✓	✗ (in %)	✓	✓
Aufzeichnung Signalstärke	✓	✓	✗	✓	✗	✓ (Android)	✗	✗	✓	✓	✗
Frequenzband	✓	✓	✓	✓	✗	✓ (Android)	✓	✓	✓	✓	✓
Kanal	✓	✓	✓	✓	✓	✓ (Android)	✓	✓	✓	✓	✓
Kanalbandbreite	✓	✓	✓	✗	✗	✓ (Android)	✓	✓	✓	✓	✓
Bruttodatenrate	✓	✓	✗	✗	✗	✓ (Android)	✓	✓	✓	✓	✓
Nettodatenrate	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗
WiFi Standard	✓	✓	✓	✗	✗	✓ (Android)	✓	✓	✓	✓	✓
Angebote Datenraten	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
WLAN-Umgebung	✓	✓	✓	✓	✗	✓ (Android)	✗	✗	✓	✓	✓
Kanalauslastung	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Latenz zum Gateway	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗
Anzahl Clients	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓



3. Grundbegriffe praktisch angewendet

Beispiele für Beobachtungen im WLAN unter Verwendung der Signalstärke? (Teil 1)

Anforderung	Beobachtung	Erwartete Info
Ist die Signalstärke im Klassenzimmer überall ausreichend?	<ul style="list-style-type: none"> Feststellen der Signalstärke an verschiedenen Stellen im Klassenzimmer 	ideal > - 55 dBm okay > - 65 dBm
Sind die Clients im Klassenzimmer mit dem Access Point aus dem gleichen Raum oder mit einem Access Point aus einem Nachbarraum verbunden?	<ul style="list-style-type: none"> Feststellen der Signalstärke in unmittelbarer Nähe des Access Points Feststellen der MAC-Adresse des Access Points Feststellen der Signalstärke an verschiedenen Stellen des Raumes, ein Access Point mit einer anderen MAC-Adresse sollte keine größere Sendeleistung haben 	Es sollte an keinem Ort im Raum ein AP aus Nachbarraum eine höhere Signalstärke haben.
Funktioniert das Roaming? Ist mein Client mit dem Access Point mit der höchsten Sendeleistung verbunden?	<ul style="list-style-type: none"> Feststellen der Signalstärke in unmittelbarer Nähe eines Access Points Feststellen der MAC-Adresse des Access Points Feststellen der Signalstärke während sich der Client dem benachbarten Access Point nähert. Der Client sollte sich automatisch mit dem benachbarten Access Point verbinden, wenn dessen Signalstärke besser ist. 	Der Client verbindet sich mit dem benachbarten AP, wenn dessen Signalstärke größer ist.
Wie ist die Überdeckung der einzelnen Funkzellen im WLAN? Ist die Überdeckung evtl. zu hoch?	<ul style="list-style-type: none"> Feststellen der Anzahl von Access Points mit der gleichen SSID (Name des WLAN-Netzwerkes) Die ermittelten Access Points haben im gleichen Frequenzband eine unterschiedliche MAC-Adresse Feststellen der Sendeleistung der jeweiligen Access Points 	Maximal 4 Access Points mit gleicher SSID im gleichen Frequenzband mit > - 80 dBm



3. Grundbegriffe praktisch angewendet

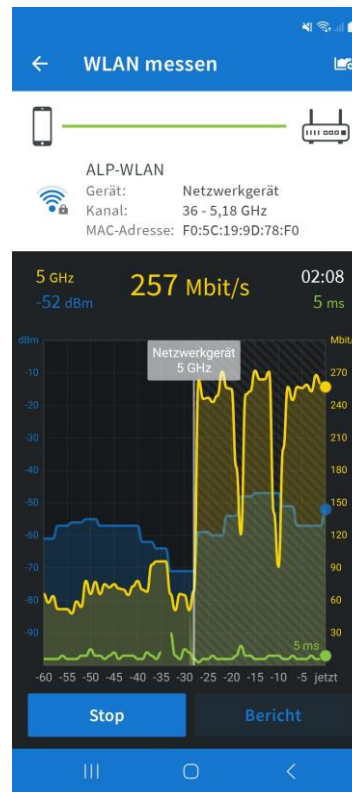
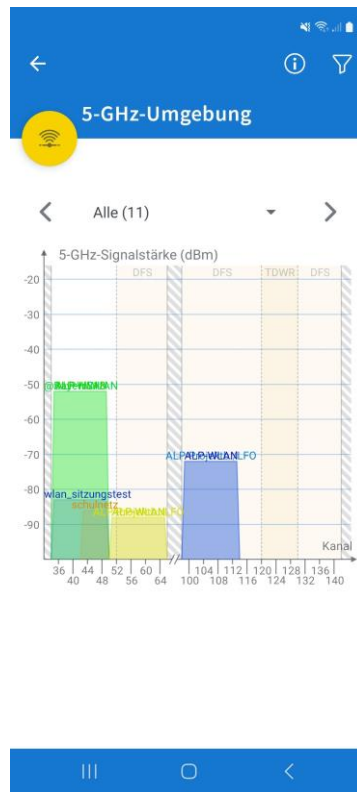
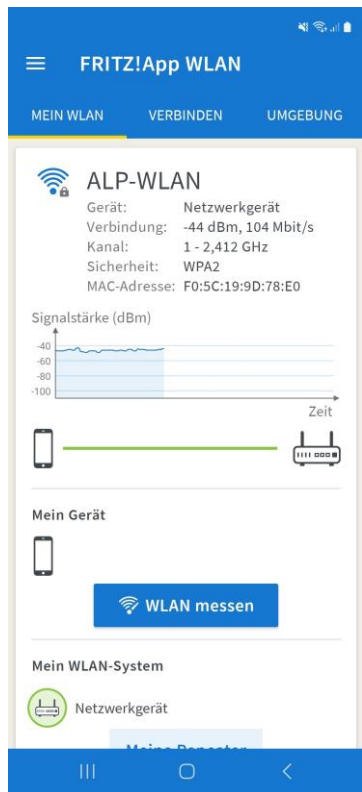
Beispiele für Beobachtungen im WLAN unter Verwendung der Signalstärke? (Teil 2)

Anforderung	Beobachtung	Erwartete Info
Wie viele Access Points empfängt mein Client? Gibt es evtl. Access Points, die nicht benötigt werden oder nicht der Schule zugeordnet werden können?	<ul style="list-style-type: none"> • Feststellen aller empfangbarer Access Points • Evtl. Zuordnung der Access Points zu Geräten (Beamer, Display, Drucker,...) • Identifizierung nicht benötigter Access Points 	Maximal 2 APs pro Raum (1 x Access Points und 1 x Display bzw. Display Adapter)
Ist die Kanalverteilung zwischen den Access Points optimal? Gibt es benachbarte Access Points, die gleiche Kanäle verwenden?	<ul style="list-style-type: none"> • Feststellen der Access Points mit der gleichen SSID (Name des WLAN-Netzwerkes) • Feststellen der Kanäle der empfangbaren Access Points • Der gleiche Kanal sollte nicht doppelt verwendet werden 	Access Points, die vom Client empfangen werden sollten unterschiedliche Kanäle verwenden.
Überprüfen, ob ein bestimmter Access Point eine bestimmte SSID ausstrahlt?	<ul style="list-style-type: none"> • In der Nähe des Access Points die Signalstärke der SSID feststellen • Überprüfen, ob die Signalstärke zu benachbarten Access Points absinkt 	Die Signalstärke sinkt mit der Entfernung ab.
Ist die Sendeleistung der Access Points jeweils gleich groß?	<ul style="list-style-type: none"> • Feststellen der Anzahl von Access Points mit der gleichen SSID (Name des WLAN-Netzwerkes) • Feststellen der Signalstärken in Nähe der einzelnen Access Points in jeweils gleichem Abstand vom Access Point (z.B. 2 m) 	Die Sendeleistung einzelner Access Points sollte bei gleich großen Räumen gleich sein.
Messung der Dämpfung der Wand	<ul style="list-style-type: none"> • Feststellen der Signalstärke unmittelbar vor und hinter der Wand. Die MAC-Adresse des APs muss gleich sein. Die Differenz ist die Dämpfung. 	- 5 dBm bis - 25 dBm



3. Grundbegriffe praktisch angewendet

Beispiele für Beobachtungen im WLAN unter Verwendung ausgewählter Apps – Fritz!App WLAN (Android)



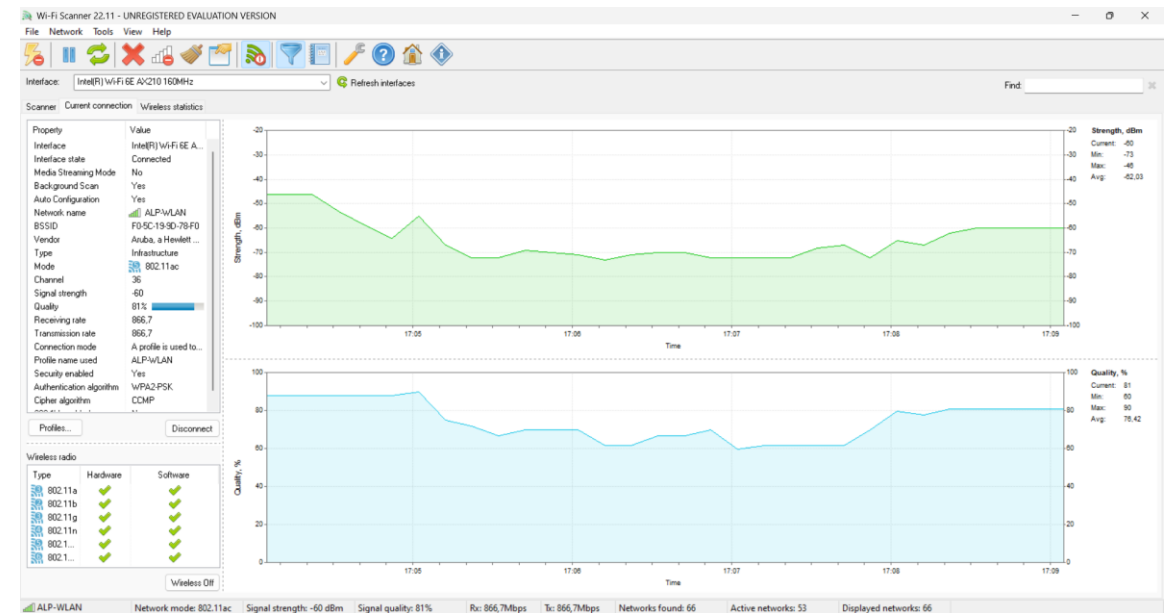
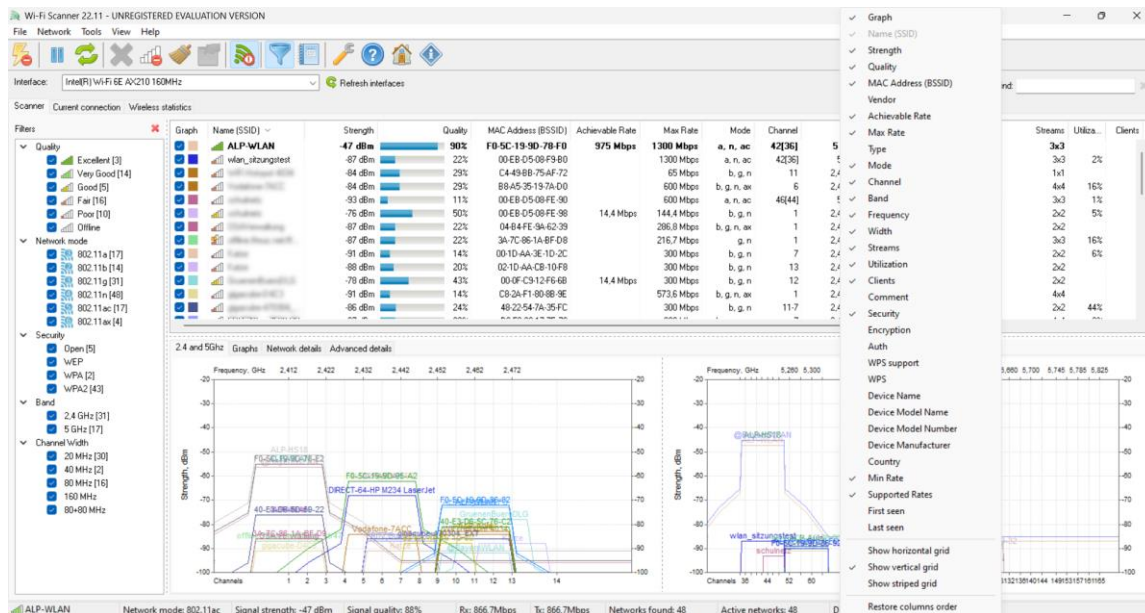
Merkmale

- Betriebssystem: Android
- Übersichtlich
- Möglichkeit, Berichte zu generieren und zu exportieren
- Eignet sich zur schnellen Messung
- Android-Version der App zeigt die Signalstärke an



3. Grundbegriffe praktisch angewendet

Beispiele für Beobachtungen im WLAN unter Verwendung ausgewählter Apps – Wi-Fi Scanner (Windows)



Merkmale

- Betriebssystem: Windows
- Sehr umfassendes Tool; Spaltenansicht veränderbar; Möglichkeit, Berichte zu generieren und zu exportieren
- Misst Kanalauslastung (= Airtime) sowie angebotene Datenraten



3. Grundbegriffe praktisch angewendet

Beispiele für Beobachtungen im WLAN unter Verwendung ausgewählter Apps – Diagnose für drahtlose Umgebungen (Mac)

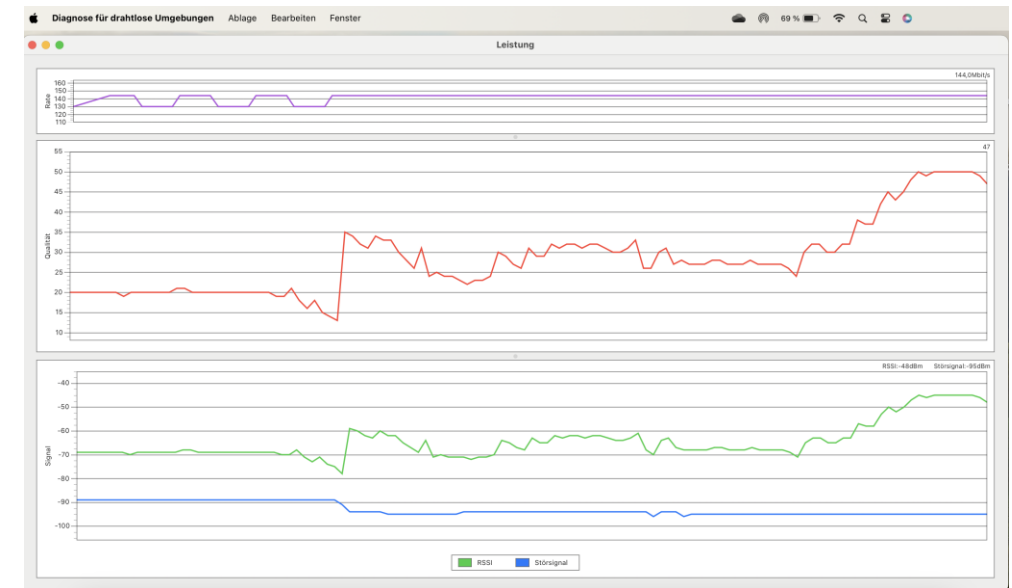


Diagnose für drahtlose Umgebungen Ablage Bearbeiten Fenster

Scannen

Zusammenfassung	Netzwerkname	BSSID	Sicherheit	Protokoll	RSSI	Störsignal	Kanal	Band	Breite	Land
Gesamt 34	ALP-WLAN	10:5c:19:9d:78:e0	Persönlicher WPA2	802.11n	-39	-89	1	2,4 GHz	20 MHz	-
2,4 GHz-Zähler 18	ALP-HS18	10:5c:19:9d:78:e1	Persönlicher WPA2	802.11n	-42	-89	1	2,4 GHz	20 MHz	-
5 GHz-Zähler 16	ALP-HS18	10:5c:19:9d:78:f1	Persönlicher WPA2	802.11ac	-42	-93	36	5 GHz	80 MHz	DE
6 GHz-Zähler 0										
Aktueller Kanalzähler 4	@BayernWLAN	10:5c:19:9d:78:f3	Offen	802.11n	-43	-93	36	5 GHz	80 MHz	DE
Bester 2,4 GHz-Kanal 6	ALP-WLAN	10:5c:19:9d:78:f0	Persönlicher WPA2	802.11ac	-43	-93	36	5 GHz	80 MHz	DE
Bester 5 GHz-Kanal 161	@BayernWLAN	10:5c:19:9d:78:a3	Offen	802.11n	-60	-89	1	2,4 GHz	20 MHz	-
	ALP-Projektb./LFO	10:5c:19:9d:95:a0	Persönlicher WPA2	802.11n	-61	-88	6	2,4 GHz	20 MHz	-
	ALP-WLAN	10:5c:19:9d:95:a0	Persönlicher WPA2	802.11n	-61	-88	6	2,4 GHz	20 MHz	-
	ALP-Projektb./LFO	10:5c:19:9d:95:b2	Persönlicher WPA2	802.11ac	-66	-93	100	5 GHz	80 MHz	DE
	ALP-Projektb./LFO	10:5c:19:9d:95:b1	Persönlicher WPA2	802.11ac	-66	-93	100	5 GHz	80 MHz	DE
	ALP-WLAN	10:5c:19:9d:95:b0	Persönlicher WPA2	802.11ac	-66	-93	100	5 GHz	80 MHz	DE
	DIRECT-64-HP M234 LaserJet	d6:1b:81:5e:9a:64	Persönlicher WPA2	802.11n	-68	-88	6	2,4 GHz	20 MHz	-
		10:5c:19:9d:86:82	Persönlicher WPA2	802.11n	-73	-92	11	2,4 GHz	20 MHz	-
	ALP-Projektb./LFO	10:5c:19:9d:86:81	Persönlicher WPA2	802.11n	-73	-92	11	2,4 GHz	20 MHz	-
	ALP-WLAN	10:5c:19:9d:86:80	Persönlicher WPA2	802.11n	-73	-92	11	2,4 GHz	20 MHz	-
	schulnetz	00:eb:d5:08:fe:98	Persönlicher WPA2	802.11n	-77	-89	1	2,4 GHz	20 MHz	DE
	wlan_sitzungstest	00:eb:d5:08:fe:90	Persönlicher WPA2	802.11ac	-79	-93	36	5 GHz	80 MHz	DE
		40:e3:d6:5d:59:22	Persönlicher WPA2	802.11n	-80	-96	1	2,4 GHz	20 MHz	-
	ALP-Aula	40:e3:d6:5d:59:20	Persönlicher WPA2	802.11n	-80	-96	1	2,4 GHz	20 MHz	-
	ALP-WLAN	40:e3:d6:5d:59:21	Persönlicher WPA2	802.11n	-80	-96	1	2,4 GHz	20 MHz	-
	GrünenBueroDLG	00:0f:c9:12:f6:bb	Persönlicher WPA2	802.11n	-80	-95	12	2,4 GHz	20 MHz	-
	katze	02:1d:aa:cb:10:18	Persönlicher WPA2	802.11ac	-80	-89	13	2,4 GHz	20 MHz	-
		3a:7c:86:1a:bf:d9	Offen	802.11n	-89	-96	1	2,4 GHz	20 MHz	-
	schulnetz	00:eb:d5:08:fe:90	Persönlicher WPA2	802.11ac	-89	-94	44	5 GHz	40 MHz	DE

Jetzt suchen



Merkmale

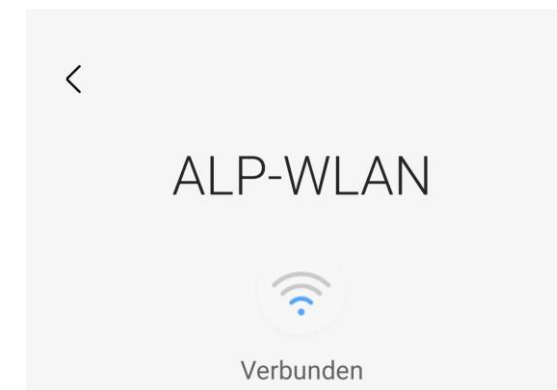
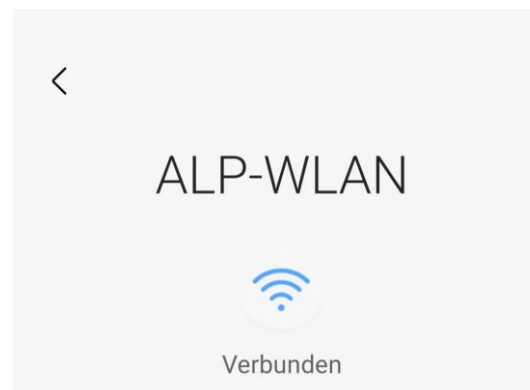
- Betriebssystem: MacOS, Bestandteil vom Betriebssystem
- Öffnen mit Option-Taste gedrückt halten und dann auf das WLAN-Symbol klicken
- Misst neben Signalstärke (RSSI) auch Rauschpegel (Störsignal)



3. Grundbegriffe

Dämpfung

Warum ist der WLAN-
Empfang an verschiedenen
Orten so unterschiedlich?





3. Grundbegriffe

Dämpfung

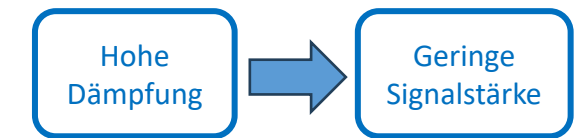
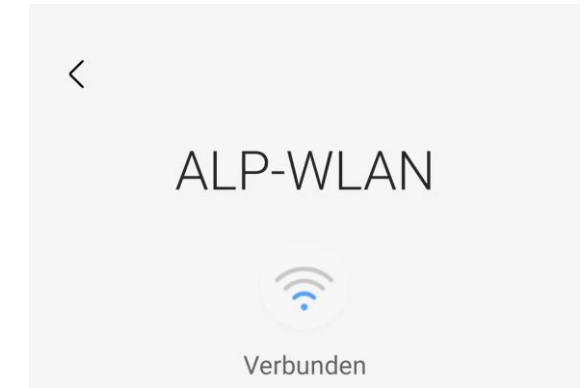
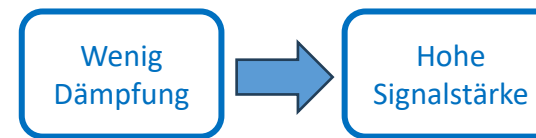
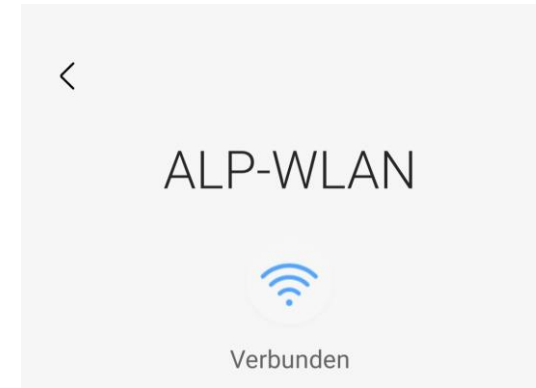
Dämpfung im WLAN bezieht sich auf den Verlust der Signalstärke, während Funkwellen durch verschiedene Medien (wie Luft, Wände oder Wasser) reisen oder auf Hindernisse treffen. Dieser Signalverlust hat direkte Auswirkungen auf die Reichweite und Qualität einer WLAN-Verbindung.

Ursachen der Dämpfung

- Entfernung
- Physikalische Hindernisse
- Interferenzen von anderen Geräten

Auswirkungen der Dämpfung

- Verringerte Signalstärke
- Datenverlust
- Geschwindigkeitsreduzierung





3. Grundbegriffe

Dämpfung

Die Dämpfung wird üblicherweise in Dezibel (dB) gemessen. Eine starke Dämpfung führt zu schwächeren Signalen, was die Datenübertragungsraten verringert und die Verbindungsqualität beeinträchtigt.

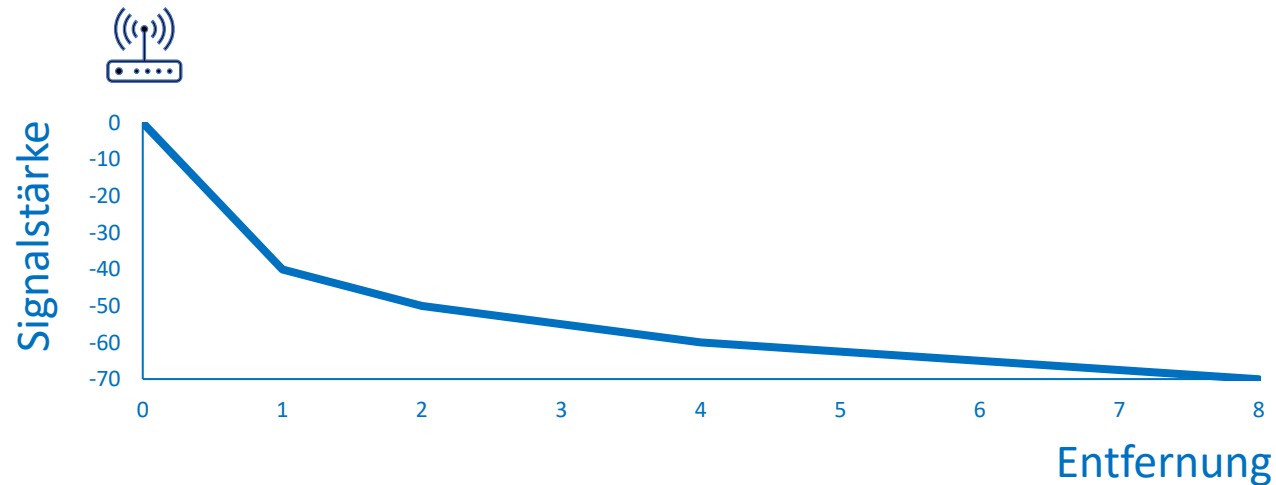
Die Dämpfung nimmt mit steigender Frequenz zu. Das bedeutet, dass Signale im 2,4 GHz-Frequenzband weniger stark gedämpft werden als im 5 oder 6 GHz-Frequenzband.

Material	Dämpfung 2,4 GHz	Dämpfung 5 GHz	Dämpfung 6 GHz
Holztür	3 dB	4 dB	4 dB
Bücherregal	2 dB	3 dB	3 dB
Wandfliese	3 dB	5 dB	5 dB
Glastrennwand	3 dB	6 dB	5 dB
Fenster	5 dB	9 dB	7 dB
Gipskartonwand	3 dB	5 dB	5 dB
Ziegelmauer	8 dB	13 dB	11 dB
Betonmauer	12 dB	20 dB	24 dB
Betondecke	20 dB	27 dB	38 dB



3. Grundbegriffe

Dämpfung eines AP über Entfernung



Entfernung	Dämpfung in 5 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. Je mehr Störungen im WLAN in der Umgebung vorhanden sind, desto stärker ist die Dämpfung über die Entfernung.



3. Grundbegriffe

WLAN-Störer

2,4 GHz	5 GHz	6 GHz
<ul style="list-style-type: none">• Andere WLAN-Netzwerke auf gleichem Kanal oder die den selbst genutzten Kanal überdecken• Bluetooth• HotSpot in Fahrzeugen• Mikrowelle• Drahtlose Bildschirmübertragung• HotSpot auf Smartphones• VoIP-Telefone• Drahtlose Kopfhörer• Baby Phone	<ul style="list-style-type: none">• Andere WLAN-Netzwerke auf gleichem Kanal oder die den selbst genutzten Kanal überdecken• Drahtlose Bildschirmübertragung• Radar – DFS• Richtfunk	<ul style="list-style-type: none">• Andere WLAN-Netzwerke auf gleichem Kanal oder die den selbst genutzten Kanal überdecken

weniger Störer

weniger Störer



3. Grundbegriffe

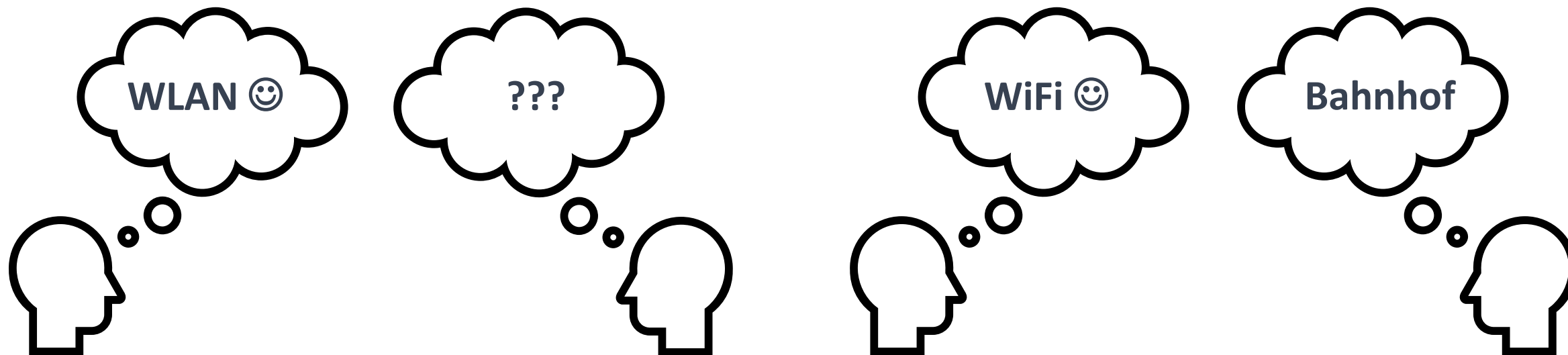
WLAN-Störungen in Gebäuden

WLAN-Signale können ebenfalls durch folgende bauliche Gegebenheiten gestört werden:

- **Glatte Oberflächen:** Glatte Oberflächen, insbesondere solche aus Metall, können WLAN-Signale reflektieren. Dies führt zu Mehrweg-Interferenzen.
- **Trockenbauwände:** Metallstützen in Trockenbauwänden können WLAN-Signale beeinflussen. Dadurch ist die Dämpfung einer Trockenbauwand ungleichmäßig.
- **Abgehängte Decken:** Abgehängte Decken können WLAN-Signale beeinflussen, insbesondere wenn sie Metallkomponenten enthalten.
- **Stromleitungen:** Die elektromagnetischen Felder, die von Stromleitungen und ausgehen, können zu Interferenzen führen.
- **Wasserrohre:** Metallrohre können WLAN-Signale reflektieren und dadurch zu Interferenzen führen.
- **Metallstrukturen:** Metallstrukturen in Decken oder Wänden reflektieren WLAN-Signale.
- **Beschichtetes Glas:** Beschichtetes Glas kann WLAN-Signale z.T. stark beeinträchtigen.



4. Fragen und Antworten





Abschluss

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit**