

# Airtime und WLAN-Kanalauslastung

Till Wollenberg, VestiFi GmbH

# **Inhalt**

- 1 Warum mit Kanalauslastung beschäftigen?
- 2 Technische Hintergründe
- 3 Wie Kanalauslastung messen?
- 4 Was verursacht (hohe) Kanalauslastung?
- 5 Gegenmaßnahmen



## Zur Person

- Dipl.-Inf. Till Wollenberg
- > 20 Jahre WLAN-Erfahrung
- Studium & Forschung @ Universität Rostock
- CTO @ VestiFi GmbH



# 1 Motivation

- Netzabdeckung ist notwendig, aber nicht hinreichend.
- Kanalauslastung ist eine wichtige Determinante der WLAN-Performance.
- Wenn der Kanal nicht frei ist zum Senden ist, nützt die beste Netzabdeckung und der schnellste Backbone nichts.
- Einige Faktoren lassen sich bereits bei der Netzplanung vorhersehen, andere ergeben sich aus der tatsächlichen Netznutzung oder aus der Umgebung. Daher ist messen / beobachten im Alltagsbetrieb sinnvoll.
- Wenn die Messung ergibt, dass die Auslastung zu hoch ist, dann muss die Quelle bzw. Quellen ermittelt werden, um zielgerichtet Abhilfe schaffen zu können.

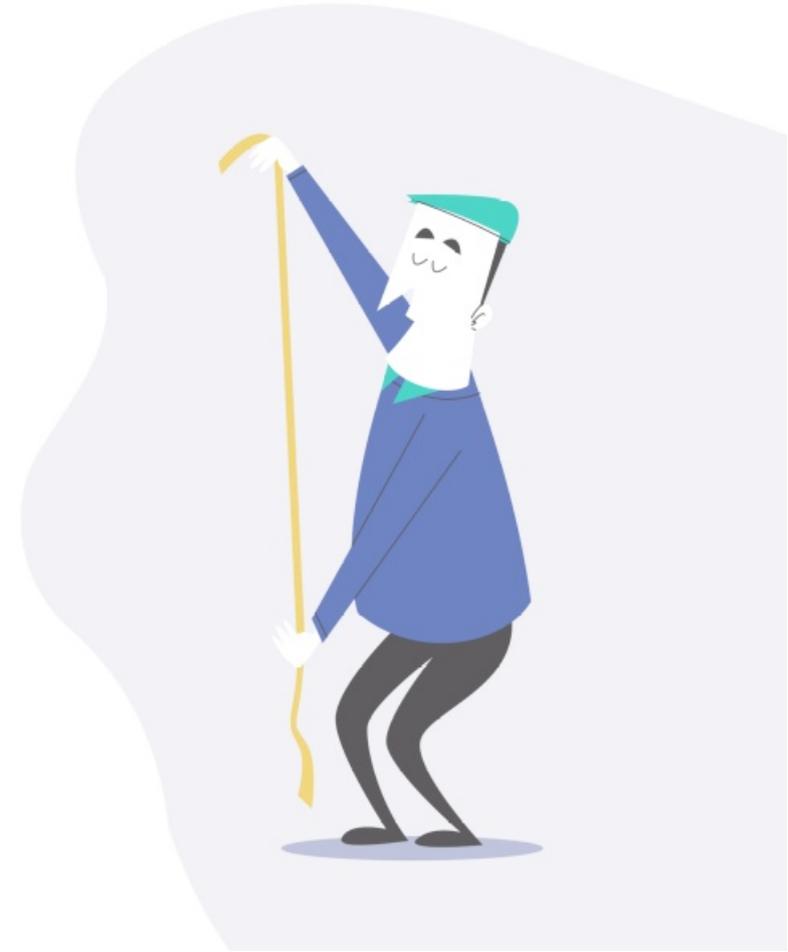


## 2 Technische Hintergründe

- WLAN: Geteilter Kommunikationskanal
- Zugriff erfolgt überwiegend *dezentral koordiniert* über das CSMA/CA-Verfahren (siehe auch CCA, NAV).
- Es gibt Prioritäten beim Kanalzugriff (verschiedene *interframe spaces* sowie QoS/WMM).
- Auslastung ist nicht additiv. Es findet „Verdrängung“ und andere gegenseitige Beeinflussung statt, wenn weitere Stationen hinzukommen.
- Es gibt nicht-kooperative Kanalnutzer:
  - Hidden-Station-Problem
  - „Non-WiFi“-Störquellen
  - „Semi-kooperative“ Nutzer (Beispiel: Bluetooth AFH, einige drahtlose Maus / Tastatur-Systeme)
- Airtime != Datenvolumen
- Sonderrolle „Kanalbündelung“ (40/80/160 MHz): Sekundäre Kanäle sind „besonders“, weil im Zweifelsfall auf sie verzichtet werden kann (solange der primäre Kanal frei ist).
- Bei Kanalüberlappungen (auch bei Sekundärkanälen) können WLAN-Aussendungen beim Empfänger wie „non-WiFi“-Störungen erscheinen.
- Mit MU-MIMO (seit 802.11ac / WiFi 5) und OFDMA (seit 802.11ax / WiFi 6) muss Airtime ggf. mehreren Stationen zugeschrieben werden.
- „Spezialitäten“: RX SOP, BSS Coloring (seit 802.11ax)

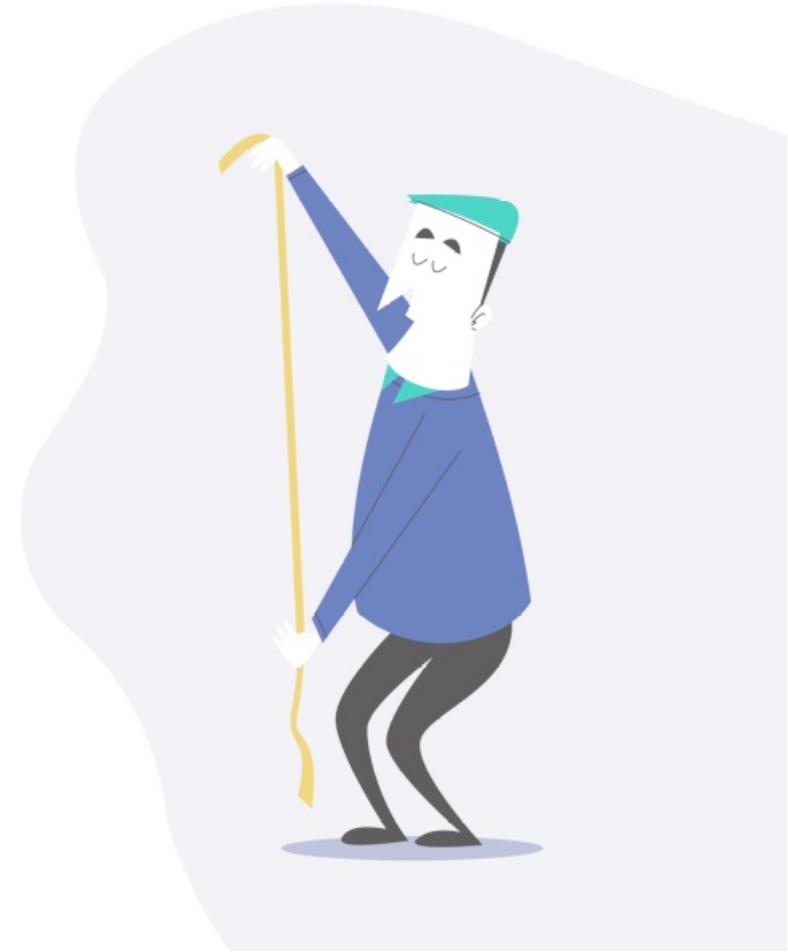
### 3 Messen der Kanalauslastung

- Die Kanalauslastung wird in der Regel in Prozent angegeben und auch als *duty cycle*, *airtime utilization* oder *channel utilization* bezeichnet.
  - Prozentsatz der Zeit, die der Kanal belegt (d.h. nicht frei für Aussendungen) war.
- Messen erfolgt am besten nahe an dem, was auch eine „sendewillige“ WLAN-Station tut (d.h. CCA und NAV).
- Die Messung sollte Auskunft darüber geben, wodurch genau die Auslastung verursacht wurde.

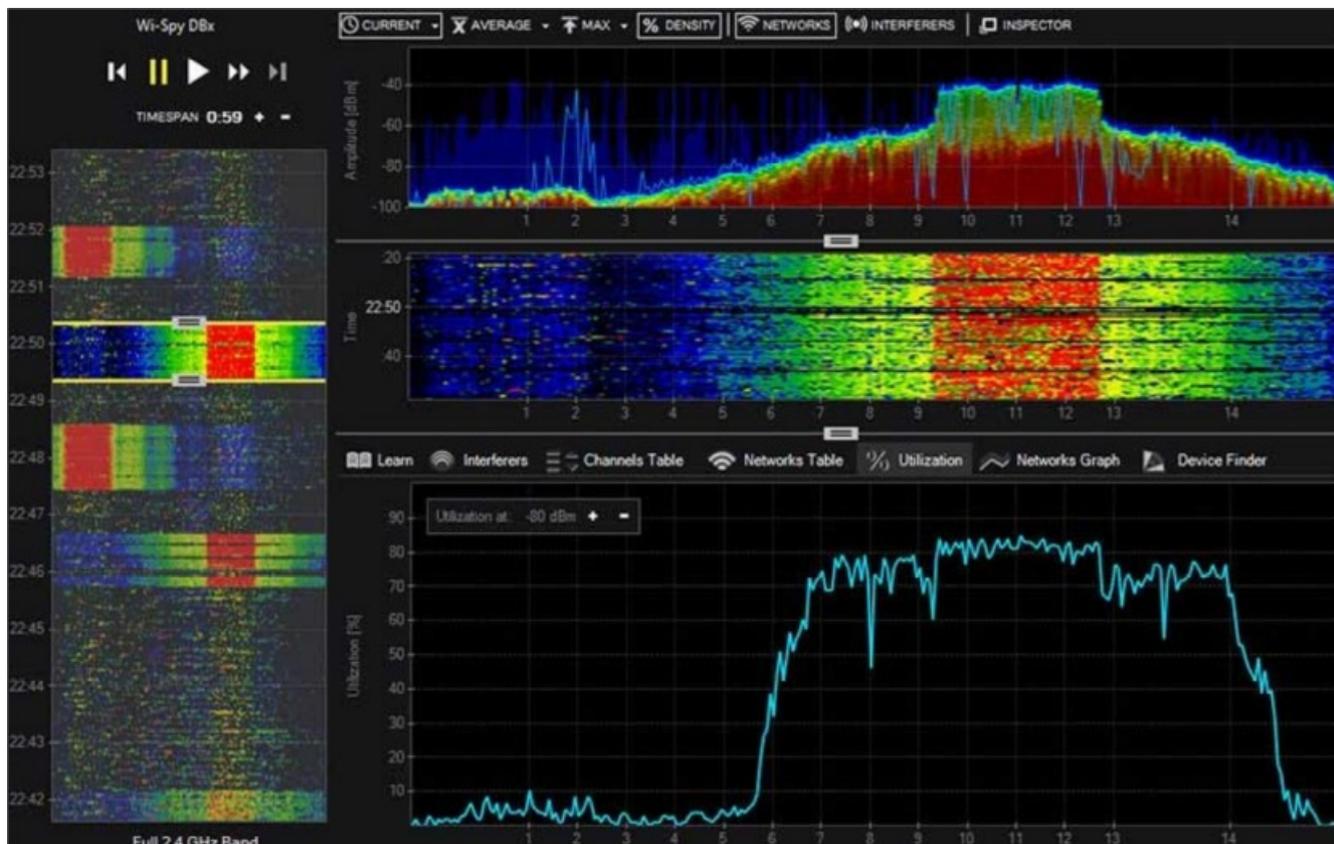


### 3 Messen der Kanalauslastung

- Bestimmte Messverfahren erfassen einige Quellen systematisch nicht:
  - Beispiel: Spectrum-Analyzer erfasst zwar jede Sendeaktivität (egal ob WLAN oder non-WiFi), kennt aber den NAV nicht.
  - Andererseits: Wenn nur empfangener WLAN-Traffic ausgewertet wird, entgeht u. U. Auslastung, die durch fehlerhaft empfangene und daher von der Empfangshardware verworfene Übertragungen verursacht wurde.
- Berücksichtigen: Einige Teile der Kanalauslastung schwanken im Zeitverlauf stark. Daher idealerweise über längere Zeit messen/erfassen.
- Kanalauslastung kann „ortsabhängig“ sein. Messorte sollten daher mit Bedacht gewählt werden.
- Im Folgenden: Konkrete Beispiele für Werkzeuge zur Messung.

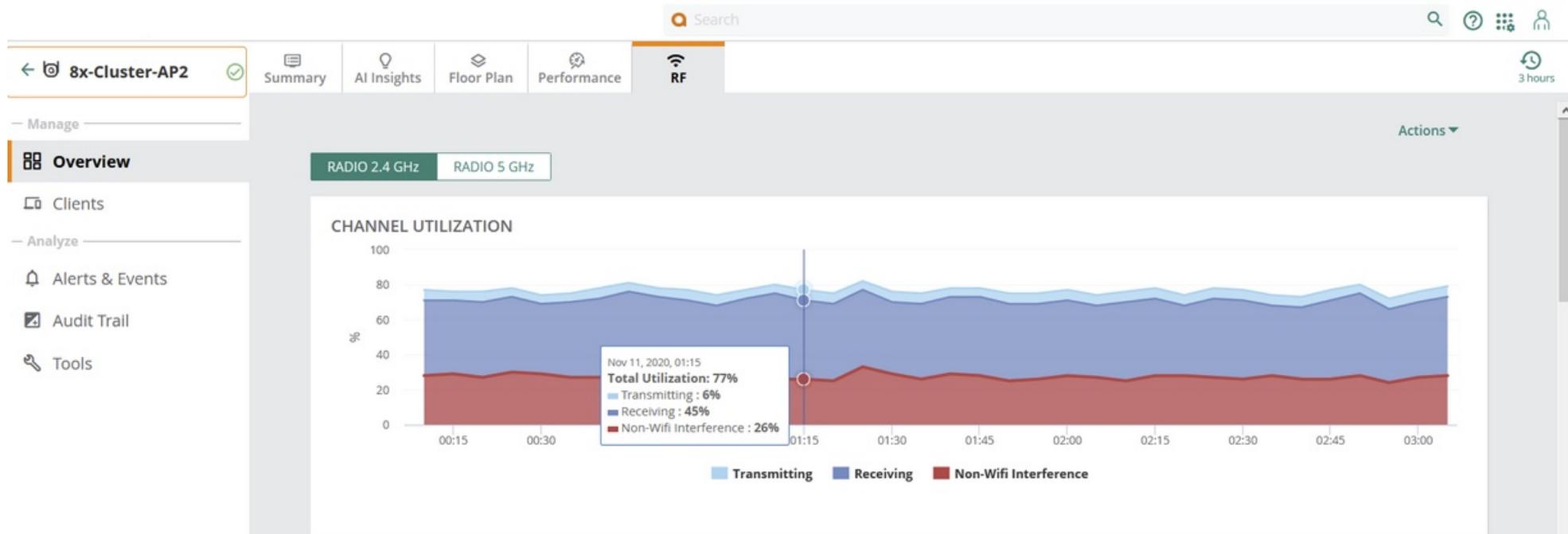


### 3 Messen der Kanalauslastung



Quelle: Metageek Inc.

### 3 Messen der Kanalauslastung

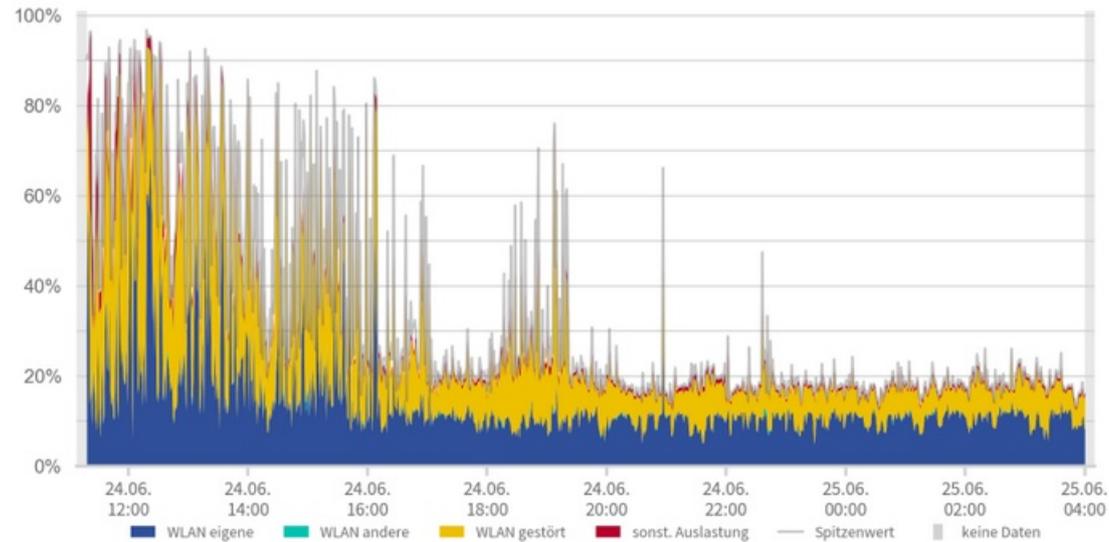


Quelle: Hewlett Packard Enterprise Development

### 3 Messen der Kanalauslastung

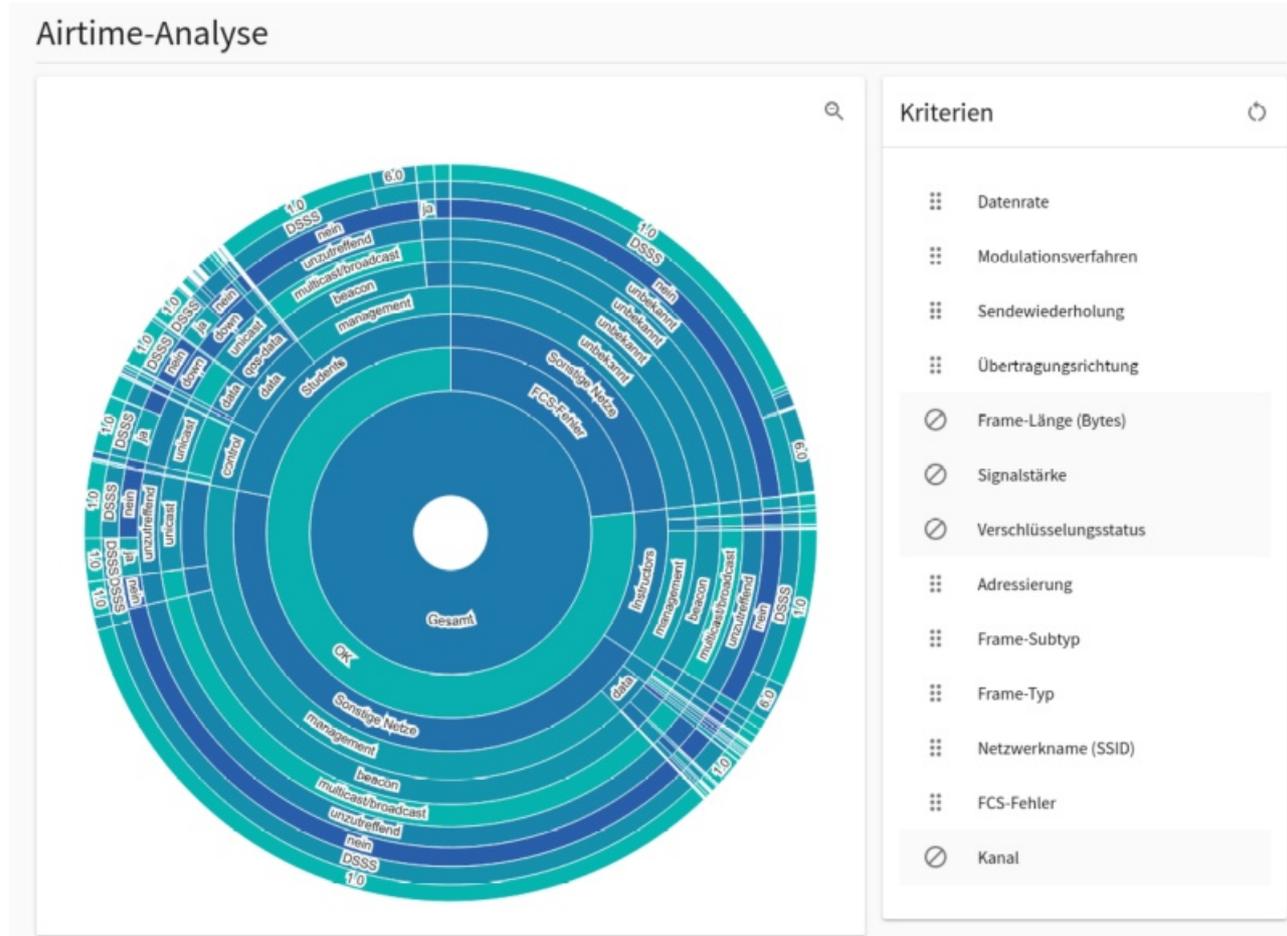
#### Kanalauslastung im Zeitverlauf

Kanal 13



Quelle: VestiFi

### 3 Messen der Kanalauslastung



## 4 Ursachen (hoher) Kanalauslastung

- WLAN-Übertragungen:
  - Management Traffic, der dauerhaft vorhanden ist. Davon abhängig, wie viele BSSIDs auf dem Kanal aktiv sind (Beacons)
  - Management Traffic in Abhängigkeit von anwesenden Clients (Probe Requests und Responses).
  - Nutzdatenverkehr (auch wenige Clients können viel Auslastung erzeugen!)
  - Nicht Bits / Bytes zählen hier, sondern Airtime, weil es bei niedrigen MCS länger dauert, eine bestimmte Menge an Daten zu übertragen (daher kann schlechte Netzabdeckung hohe Kanalauslastung nach sich ziehen)
  - Broadcast/Multicast spielt eine Sonderrolle, weil (wenn keine Konvertierung erfolgt) hierfür in aller Regel niedrige MCS verwendet werden.
- Sendewiederholungen auf MAC-Ebene treiben Auslastung hoch (zumal bei Sendewiederholungen i. d. R. die MCS abgesenkt werden).
- Kollisionsbedingte Sendewiederholungen können verstärkend wirken: Wenn Auslastung hoch und viele Kollisionen, dann viele Sendewiederholungen, die die Auslastung weiter erhöhen.
- Control-Traffic (skaliert mit Datenaufkommen).
- „Legacy Devices“ können überproportional beitragen.
- WLAN-bedingte Auslastung kann im Falle von hidden stations und ACI (Aussendungen auf Nachbarkanälen) wie „non WiFi“ aussehen.
- „Echte“ Non-WiFi-Interferenz ist v. a. bei hohem Duty-Cycle oder sehr häufiger Aktivität des Störers relevant (Kollisionen).

## 5 Gegenmaßnahmen: Kanalauslastung senken

- Wichtig: Hauptquelle(n) identifizieren, um zielgerichtet handeln zu können
- Man muss unterscheiden: Welcher Teil der Auslastung kommt aus meinem Netz bzw. steht damit im Zusammenhang, daran kann ich in gewissem Rahmen was tun.
  - Auslastung „aus der Nachbarschaft“ kann ich im Grunde nur ausweichen.
- Wenn die Quelle identifiziert ist:
  - bei Non-WiFi: verursachende Geräte aufspüren und wenn möglich Beseitigen oder Nutzung einschränken; ansonsten: betroffene WLAN-Kanäle oder Band ermitteln und versuchen, auszuweichen
  - Wenn eigenes WLAN: genaue Quelle(n) ermitteln und versuchen, entweder die Anzahl der Aussendungen zu verringern und / oder die je Aussendung Airtime zu verringern.



## 5 Gegenmaßnahmen: Kanalauslastung senken

- Beispiel Beacons: MCS erhöhen (Basic Rate) und / oder Anzahl der SSIDs reduzieren, APs besser auf die Kanäle verteilen, Überreichweiten verringern (Zellgrößen schrumpfen).
- Beispiel Multicast: Übertragungen im / aus dem LAN begrenzen, ggf. MCS (Basic Rate) erhöhen. Wenn nicht zu viele Clients aktiv sind: Multicast-nach-Unicast-Konvertierung aktivieren.
- „Um die Ecke denken:“ Wenn viele sendewiederholte Datenframes und / oder viele Datenframes mit niedrigen MCS: Prüfen, ob die Netzabdeckung gut genug ist und ob die Clients die optimalen APs nutzen (Roaming).
- Bei höherer Anzahl (heterogener) Clients: Airtime-Fairness aktivieren.
- Bei Anwendungen mit sehr hohen Nutzendatenvolumina: Prüfen, „ob das über WLAN gehen muss.“



## **Fazit**

- Hohe Kanalauslastung kann auch ein gut geplantes Netz „langsam machen“ und Nutzer frustrieren.
- Daher Kanalauslastung am besten kontinuierlich überwachen und bei hoher Auslastung dem Nachgehen.
- Viele Ursachen hoher Auslastung lassen sich durch Optimieren abmildern.



# Airtime und WLAN-Kanalauslastung

Till Wollenberg, VestiFi GmbH



[till.wollenberg@vestifi.de](mailto:till.wollenberg@vestifi.de)



[linkedin.com/in/till-wollenberg](https://www.linkedin.com/in/till-wollenberg)

# Bildquellen

- Für „Top view of hands holding books flat vector illustration“:
  - „Image by pch.vector on Freepik“
- Für „Hand of businessman studying statistics with magnifying glass“:
  - „Image by pch.vector on Freepik“
- Für „Hand drawn retro cartoon scenes 2“:
  - „Designed by pikisuperstar / Freepik“
- Für „Robotic hand holding gear.jpg“:
  - „Image by pch.vector on Freepik“
- Portraitfoto:
  - Jonathan Dopmeier / Illuminate by JonnyD