

# Signaling-Tests an WLAN-802.11ax-Geräten

Im Gegensatz zur Produktion, wo Kalibrierung und Prüfung von Sender und Empfänger eines WLAN-Produkts im sogenannten Non-Signaling-Modus ablaufen, sind Messungen mit Signalisierung in Entwicklung und Qualitätssicherung unverzichtbar. Diese sind jetzt auch für den neuen Standard IEEE 802.11ax möglich.

Im Non-Signaling-Modus wird der Prüfling über eine elektrische Drahtverbindung ferngesteuert und sowohl die Kalibrierung als auch die Überprüfung von Sender und Empfänger laufen zeitoptimiert in diesem speziellen Betriebsmodus ab. Ein geeignetes Messgerät dafür wie das Communications Manufacturing Test Set R&S®CMW100 muss zu diesem Zweck mit einem Signalgenerator und einem Analysator ausgestattet sein. Bei dieser zeitoptimierten Mess- und Prüfmethode wird in Kauf genommen, dass für jedes zu testende Chipset ein individuelles Fernsteuerprogramm benötigt wird, eine drahtgebundene Fernsteuerschnittstelle vorhanden sein muss und der Test unter nicht realen Betriebsbedingungen stattfindet. Dabei läuft man allerdings Gefahr, dass sich das Gerät später im normalen Betrieb unter Umständen anders verhält. Dieses Risiko kann minimiert werden, indem man die WLAN-Funkkomponente zuvor in Entwicklung und Qualitätssicherung im Signaling-Modus testet. Dabei emuliert das Messgerät entweder einen Access Point (AP) oder eine WLAN-Station (STA) und der Prüfling verbindet sich mit ihm wie unter normalen Betriebsbedingungen. Die Kontaktierung erfolgt in der Regel per Koaxialkabel über den Antennenanschluss. Durch standardkonforme Signalisierung kann das Messobjekt in jeden gewünschten Betriebszustand versetzt werden, der für die Messungen benötigt wird. Diese sind typischerweise:

- Überprüfung der Empfängerqualität auf Basis einer PER-Messung (Packet Error Rate)
- Bestimmung der HF-Eigenschaften des Senders, mit Sendeleistungsmessung und Analyse der Modulationsgenauigkeit (EVM)
- Performance-Messungen (Datendurchsatz)
- Protokollanalysen [1].

Solche Messungen waren schon für die bisherigen WLAN-Standards erforderlich. Die neue Version nach IEEE 802.11ax bringt nun eine Reihe neuer Techniken und damit verbundene zusätzliche Testanforderungen mit [2], die nur mit einem flexiblen signalisierungsfähigen Tester wie dem R&S®CMW270 oder R&S®CMW500 erfüllt werden können.

Eine der WLAN-Schwachstellen ist das verwendete Kanalzugriffsverfahren CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access /

Collision Avoidance), wie es bis zum Standard 802.11ac bislang umgesetzt war. Dieses versucht, einen geordneten, störungsfreien Betrieb mehrerer WLAN-Stationen mit einem AP dadurch zu gewährleisten, dass immer nur eine Station senden darf. Nur wenn der Kanal nicht belegt ist und dies nach einer gewissen Wartezeit immer noch der Fall ist, darf eine STA senden. Das Verfahren wird auch als Listen-before-Talk bezeichnet. Dennoch besteht die Gefahr, dass die Übertragung mit der einer anderen Station kollidiert, die ebenfalls gewartet hat und den Kanal nun für frei hält. Die Folge ist ein Datenverlust, der eine Wiederholung der Prozedur und neuerliche Übertragung nach sich zieht. Je mehr WLAN-Stationen im Spiel sind, um so drastischer steigen die anfallenden Wartezeiten und sinkt die Effizienz des zur Verfügung stehenden Funkkanals. Eine deutliche Verbesserung bringt das mit 802.11ax nun auch für WLAN verfügbare OFDMA-Verfahren (Orthogonal Frequency Division Multiplexing Access). Dabei wird die verfügbare Bandbreite in sogenannte Resource Units (RU) aufgeteilt, die der Access Point den ihm zugeordneten Stationen dynamisch und bedarfsabhängig zuteilt (BILD 1).

Neben der RU teilt der AP der STA auch die zu verwendende Modulation (Modulation Coding Scheme, MCS) mit. Für Messgeräte, die die Rolle eines AP einnehmen, besteht damit erstmalig bei WLAN die Möglichkeit, im Signaling-Betrieb die Sender-Messung einer WLAN-Station auf ein bestimmtes MCS zu beschränken.

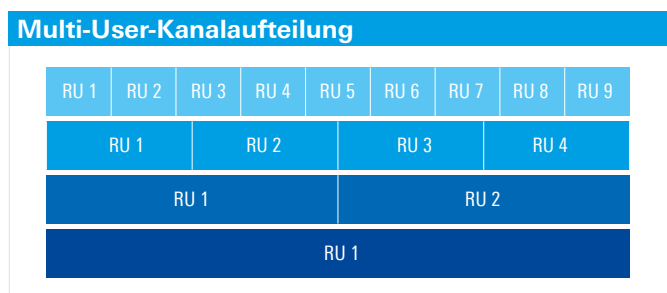


BILD 1: Beim Multi-User-Betrieb wird ein Kanal von beispielsweise 20 MHz Breite in Resource Units (RUs) aufgeteilt, die in unterschiedlichen Größen kombiniert werden können.

## Uplink-OFDMA-Synchronisation

Eine der Voraussetzungen für den effizienten Parallelbetrieb mehrerer WLAN-ax-Stationen ist deren zeitliche Synchronisation. Alle Stationen müssen innerhalb einer Zeitspanne von  $\pm 0,4 \mu\text{s}$  mit dem Senden beginnen, getriggert vom AP (BILD 2). Die Einhaltung dieser Toleranz ist messtechnisch zu überprüfen.

## Unused Tone Error

Zur Minimierung der gegenseitigen Störung beim Parallelbetrieb mehrerer STAs wurden vom IEEE Obergrenzen für die zulässige Störemission ins benachbarte Spektrum festgelegt. Ähnlich einer ACLR-Messung (Adjacent Channel Leakage Ratio) bei den zellularen Technologien muss nun mithilfe einer „Unused Tone Error“-Messung die Einhaltung dieser Grenzwerte überprüft werden.

## Dynamic Power Control

Eine weitere Neuerung des 802.11ax-Standards ist die Dynamic Power Control. Zu große Feldstärkeunterschiede der verschiedenen STAs an der AP-Empfangsantenne würden den OFDMA-Betrieb einschränken. Das lässt sich vermeiden, indem die STAs ihre Sendeleistung so anpassen, dass alle Signale am AP mit etwa der gleichen Feldstärke eintreffen. Dazu übermittelt der AP die von ihm gesendete Leistung an die STAs, die daraufhin eine Empfangsfeldstärkemessung (Receiver Signal Strength Indication, RSSI) durchführen. Aus dem Ergebnis kann jede STA die Pfaddämpfung auf der Verbindung zum AP ableiten. Darüber hinaus teilt der AP allen Stationen die gewünschte Ziel-RSSI an seiner Empfangsantenne mit. Die STAs senden nun ihre Datenpakete mit der gewünschten Stärke zuzüglich der ermittelten Pfaddämpfung. Sollen mehrere STAs im Parallelbetrieb an den AP senden, so wird fortwährend deren jeweilige Sendeleistung den vorherrschenden Gegebenheiten angepasst.

Während WLAN-Stationen bislang meist statisch mit der für das jeweilige Land maximal zulässigen Leistung sendeten, vergrößert sich mit 802.11ax der Sendepiegelbereich deutlich – mit Konsequenzen für die Kalibrierung der Sendeleistung in der Produktion. Nicht nur der Dynamikbereich des Sendepiegels erhöht sich, auch an die Genauigkeit der Sendeleistung und der RSSI-Messung stellt WLAN-11ax erhöhte Anforderungen, die davon abhängen, ob es sich um ein Low-Cost- oder ein High-End-Gerät handelt (der Standard unterscheidet zwei Qualitätsklassen A und B).

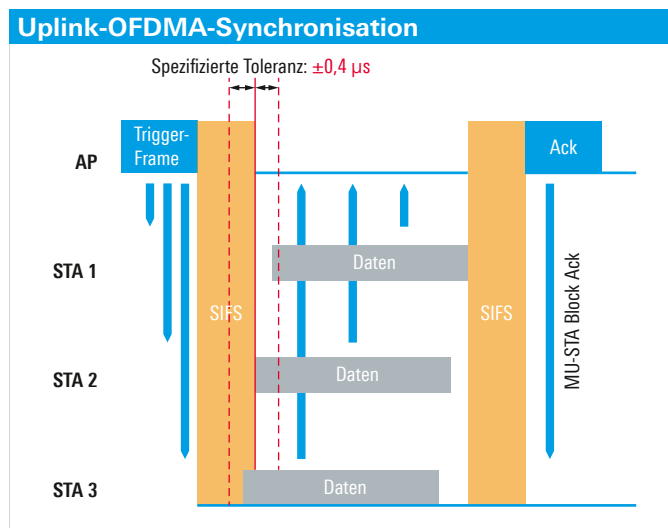


BILD 2: Alle STAs müssen zeitsynchron innerhalb einer „Time of Departure Accuracy“ von  $0,4 \mu\text{s}$  ihre Datenpakete an den AP senden, beginnend mit dessen Triggersignal.

## Neue Testlösung für 802.11ax

Die Überprüfung der durch 802.11ax neu eingeführten WLAN-Features stellt die Entwickler vor Testaufgaben, die im Non-Signaling-Betrieb nur unzureichend gelöst werden können. Es wird ein Tester benötigt, der den Prüfling über Signalisierung konfiguriert. Die Software-Option R&S®CMW-KS657 versetzt einen R&S®CMW270 oder R&S®CMW500 in die Lage, einen 802.11ax-Access-Point bis 80 MHz Bandbreite im SISO-Betrieb zu emulieren und ein Teilnehmergerät (STA) in allen Betriebsmodi – als Single- oder Multi-User – zu testen. Neben den 11ax-„Spezialitäten“ werden natürlich auch alle bisherigen WLAN-Tests unterstützt. Außerdem lassen sich unter Verwendung des Message Analyzers R&S®CMWmars alle Protokoll-Nachrichten, die zwischen Tester und Prüfling ausgetauscht werden, aufzeichnen und in Echtzeit mitverfolgen.

Speziell an Orten mit hoher WLAN-Nutzerdichte – auf Flughäfen und Messen, in Sportstadien und Einkaufszentren – wird der Einsatz von 802.11ax zu einer deutlichen Effizienzsteigerung führen, ein schlagender Vorteil, der die Standardeinführung erheblich beschleunigen und die Fortschreibung der WLAN-Erfolgsgeschichte sicherstellen dürfte.

Thomas A. Kneidel

## Referenzen

- [1] Thomas A. Kneidel: WLAN-Signalisierung mit den Testern R&S®CMW270 / R&S®CMW500. NEUES (2011) Nr. 204, S. 6–8.
- [2] Dr. Michael Simon: WLAN 802.11ax beschleunigt die Kommunikation in Multi-User-Szenarien. NEUES (2017) Nr. 217, S. 24–29.