

QS-Workshop Qualitätssicherung bei der HF-Spektrumanalyse: Messung von **5G** mittels Spektrumanalyse nach dem „Lockvogel-Prinzip“

Termin: **5. Mai 2023**, Dauer: 1 Tag, Beginn 9 Uhr, Ende ca. 17 Uhr; Ort: Iphofen*
Ort: Iphofen*

Teilnahmegebühr: 265 Euro zzgl. 19 % MwSt. abzgl. Rabatte**

Ermäßigt (nur Breitbandaufzeichnung): 185 Euro zzgl. 19 % MwSt. abzgl. Rabatte**

ReferentInnen: **M. Sc. Anna-Malin Schiffarth**, Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Hochfrequenztechnik der RWTH Aachen, Dr.-Ing. Martin H. Virnich

Der Schwerpunkt des klassischen QS-Workshops Spektrumanalyse (am 4. Mai 2023) wird nun auf die umfangreichen und unverzichtbaren Geräteprüfungen von Spektrumanalysatoren, Messantennen und Antennenkabeln gelegt.

Andererseits besteht weiterhin ein dringendes und hohes Interesse an Messungen des neuen Mobilfunksystems 5G NR, das von den Netzbetreibern in zwei Varianten ausgerollt wird:

- 5G NR im neu zugeteilten Frequenzbereich 3,4 - 3,7 GHz mit Kanalbandbreiten von 50, 70 und 90 MHz sowie massive MIMO/aktivem Beamforming (in der Schweiz als „5G Fast“ bzw. „5G+“ bezeichnet),
- 5G NR im Frequenzbereich unter 3 GHz auf den bekannten Mobilfunk-Frequenzen mit Kanalbandbreiten von 10, 15 oder 20 MHz und konventionellen Sektorantennen, wie bei LTE (in der Schweiz als „5G Wide“ bzw. einfach „5G“ ohne Zusatz bezeichnet).

Die deutschen Netzbetreiber hingegen differenzieren gar nicht zwischen diesen beiden Varianten, die sich erheblich in ihrer Leistungsfähigkeit, den Anforderungen an die Messtechnik sowie in der Reproduzierbarkeit der Messungen unterscheiden, wobei in der Bevölkerung und auch bei vielen Messtechnikern mit „5G“ fälschlicherweise fast immer automatisch 5G „Fast“ assoziiert wird.

Während die Messung von 5G „Wide“-Signalen mit den konventionellen Sektorantennen relativ einfach ist und weitgehend der LTE-Messung entspricht, stellt die Messung von 5G „Fast“ wegen des aktiven Beamformings (mMIMO) ganz besondere und neue Herausforderungen an Messtechnik und Messmethoden, vor allem wenn es um die zuverlässige Bestimmung der maximalen Immission geht.

Diese Bestimmung ist bei 5G-Signalen besonders wichtig, weil die Schwankungsbreite der Strahlungsdichte zwischen Leerlauf der Mobilfunk-Anlage (nur SSB-Beam) und Vollast im Hauptstrahl des Traffic Beams am Messpunkt in der Größenordnung eines Faktors von 250 liegen kann – im Gegensatz zum Faktor von lediglich 4 bei 2G (GSM) und 4G (LTE).

Die Ermittlung des Immissionsmaximums ist aber bei 5G „Fast“ technisch sehr aufwändig und umständlich: Sie erfordert für akkreditierte Messungen einen speziellen Spektrumanalysator, der 5G-Signale codeselektiv messen kann, des Weiteren ein spezielles optisches Messinstrument, mit dem man den horizontalen und vertikalen Winkel vom Messpunkt zur 5G-Antenne bestimmen kann – was prinzipiell nur möglich ist, wenn direkte Sichtverbindung besteht.



Und schließlich ist die Kenntnis der Anlagedaten erforderlich: Horizontale und vertikale Antennencharakteristiken von SSB-Beam und Traffic Beam sowie deren Sendeleistungen. Diese Daten wird ein baubiologischer Messtechniker wohl kaum von den Netzbetreibern erhalten.

Als möglicher Ausweg aus dem Dilemma zeichnete sich in der Vergangenheit nur die Kombination der Spektrumanalyse mit einer Aufzeichnung mittels Breitband-Messgerät über eine längere Zeitdauer ab.

Dabei zeichnet man zum einen das der Strahlungsdichte proportionale Ausgangssignal am DC-Ausgang des Breitbandmessgerätes über eine längere Zeit mit einem Datenlogger auf. Zum anderen wird innerhalb des Aufzeichnungszeitraums eine Spektrumanalyse-Messung mit der Betriebsart Max Hold gemäß Schwenkmethode über die Dauer von 5 bis 10 Minuten durchgeführt.

Diese Spektrumanalyse-Messung dient bei der anschließenden Auswertung zur „Kalibrierung“ oder „Referenzierung“ der Aufzeichnung auf die absolute Strahlungsdichte und zur Ermittlung der maximalen Strahlungsdichte im Aufzeichnungszeitraum. Aus dem Vergleich zwischen der niedrigsten und der höchsten im Aufzeichnungszeitraum aufgetretenen Strahlungsdichte lässt sich abschätzen, ob man tatsächlich den Fall bei Volllast im Hauptstrahl des Traffic Beams „erwischt“ hat. Eine genaue Messung ist dies jedoch nicht.

Dieses neue und speziell für die baubiologische Messtechnik ausgelegte Verfahren wurde im IMS 5G-Workshop 2022 durchgeführt und bleibt weiterhin interessant, wenn es auch sehr zeitaufwändig ist.

Nun gibt es noch ein anderes, neues Verfahren zur Bestimmung der Maximalimmission im Hauptstrahl des Traffic Beams, das bisher nur von wissenschaftlichen Instituten und akkreditierten Ingenieurbüros erprobt und angewendet wurde. Dabei wird mittels eines 5G-Endgerätes der Traffic-Hauptstrahl in Richtung des Endgerätes „gelockt“, daher auch der saloppe Name „Lockvogel“-Verfahren, wissenschaftlich exakt als „provozierte Maximalimmission“ bezeichnet:

„... wurde an jedem Messpunkt hinsichtlich der Abstrahlung von Traffic Beams das worst-case-Szenario provoziert und die Immission gemessen. Dafür wurde mithilfe eines 5G-fähigen Endgeräts ein Speed-Test durchgeführt, der dazu geführt hat, dass die Basisstation einen Traffic Beam in Richtung des Messpunktes ausgerichtet hat. Dadurch, dass nahezu alle Ressourcen für den Beam allokiert wurden, wurde dieser mit maximaler EIRP (Sendeleistung multipliziert mit dem Antennengewinn) abgestrahlt.“ [Thomas Kopacz: Mobilfunk 5G NR – Technik und Messtechnik; Tagungsband der 11. EMV-Tagung des VDB am 6. Mai 2022]

Die Immissionsmessung erfolgt hierbei mit einem „ganz normalen“ Spektrumanalysator, der nicht über die codeselektive Messmöglichkeit verfügen muss. Außerdem benötigt man keine umständliche Bestimmung von Winkeln zur 5G-Antenne und keine Betreiberdaten.

Damit die Messergebnisse verwertbar sind, muss man allerdings eine ganze Reihe von Randbedingungen betrachten bzw. erfüllen:

- *Da es sich um eine TDD-Übertragung handelt, bei der Basisstation und Endgerät abwechselnd auf derselben Frequenz senden, muss man Vorkehrungen treffen, dass nicht die Immissionen des in der Nähe befindlichen Endgerätes als dominierend gemessen werden.*
- *Man benötigt eine Möglichkeit zu erkennen, ob zum Zeitpunkt der Messung das eigene Endgerät das einzige im betreffenden Sektor ist, auf das die volle Leistung des Hauptstrahls gerichtet ist, oder ob noch andere Endgeräte im Sektor aktiv sind, die einen Teil – je nach Anzahl vielleicht sogar den überwiegenden Teil – der Gesamtleistung „abzweigen“.*
- *Außerdem muss man wissen, welche besonderen Hilfsmittel ggf. noch benötigt werden (z.B. eine bestimmte App) und muss mit der recht hohen Geschwindigkeit vertraut sein, mit der sich Veränderungen im Immissionsgeschehen abspielen.*

Kollegen, die keinen Spektrumanalysator besitzen oder einen Analysator mit einer oberen Grenzfrequenz von 3 GHz, die sich aber mit dieser Messmethode intensiv vertraut machen möchten, können zu einer ermäßigten Gebühr ebenfalls am Workshop teilnehmen, die Vorgehensweise und Auswertungen persönlich erleben, können aber natürlich nur die Breitband-Aufzeichnung selbst durchführen.

Referentin

Wir freuen uns, dass wir als Referentin mit großer Erfahrung auf dem Gebiet der 5G-Messtechnik Frau M. Sc. Anna-Malin Schiffarth vom Institut für Hochfrequenztechnik der RWTH Aachen gewinnen konnten. Sie ist am Institut die Nachfolgerin von Herrn Thomas Kopacz (seit August 2022 Dr.-Ing. Thomas Kopacz), der vielen noch von seinem 5G-Referat auf der 11. EMV-Tagung des VDB im Mai 2022 in bester Erinnerung ist.

Ablauf des QS-Workshops:

- Start im Pfarrzentrum Iphofen mit Begrüßung und genauer Durchsprache der Vorgehensweise.
- Kurze Darstellung der bisherigen Bemühungen um 5G-Messtechnik im Rahmen der Iphöfer Messtechnik-Seminare IMS (Breitband-Langzeitaufzeichnung verbunden mit Spektrumanalyse).
- Theorie der 5G-Messtechnik: Grundsätzliche Probleme der Messung bei mMIMO, Vorstellung des „Lockvogel-Verfahrens“, Prinzip und Probleme/worauf man achten muss/welche Hilfsmittel benötigt werden, konkrete Vorgehensweise bei der Durchführung.
- Gemeinsame Fahrt zur 5G-Basisstation.
- Dort Live-Demonstration der „Lockvogel“-Vorgehensweise durch die Referentin.
- Eigene Messungen der Teilnehmer, betreut von der Referentin und vom Veranstalter.
- Parallel dazu Durchführung des im Jahr 2022 erprobten Verfahrens: Spektrumanalyse-Messungen an einem definierten Messpunkt und parallel dazu Breitband-Aufzeichnung über die gesamte Messdauer. Dies ermöglicht den Vergleich dieses Verfahrens mit dem „Lockvogel“-Verfahren.
- Gemeinsame Rückfahrt zum Pfarrsaal in Iphofen.
- Auswertung der Messergebnisse (Spektrumanalyse und Breitband-Aufzeichnung) durch die Teilnehmer.
- Nachbesprechung der Messungen und Resümee.

Aufgrund des Aufwands für die Anfahrt zur Basisstation wird voraussichtlich keine Zeit für eine Mittagspause sein. Die Mitnahme eines persönlichen Lunchpaketes und von Getränken wird daher empfohlen.

Voraussetzungen für die Teilnahme an diesem Workshop:

Spektrumanalyse: Erfahrung im professionellen Umgang mit dem HF-Spektrumanalysator, mit Feldmessungen und deren Auswertung; Besitz eines Spektrumanalysators, einer kalibrierten Messantenne und eines Antennenkabels für den Frequenzbereich 3 GHz - 4 GHz.

Breitband-Messtechnik mit Langzeitaufzeichnung: Erfahrung im professionellen Umgang mit HF-Breitbandmessgeräten und Langzeitaufzeichnungen am DC-Ausgang, mit Feldmessungen und deren Auswertung; Besitz eines HF-Breitbandmessgerätes mit Antenne für den Frequenzbereich 3 GHz - 4 GHz; dazu passendes Hochpassfilter > 3 GHz (bei Verwendung einer aktiven Antenne mit DC-Durchgang für die Stromversorgung), Datenlogger mit DC-Spannungseingang für die Langzeitaufzeichnung (z.B. EMLog 2s, DL-MW 10, NFA 1000), Notebook/Tablet (inkl. Netzgerät) mit entsprechendem Auswerteprogramm für die Langzeitaufzeichnung.

Die Seminarinhalte können sich aus aktuellem Anlass ändern.

- * Veranstaltungsort: Treffen, Beginn und Ende im Katholischen Pfarrzentrum, Am Stadtgraben West 32, 97346 Iphofen. Dazwischen Fahrt zur 5G-Basisstation in der Umgebung von Iphofen.
- ** **Rabatte, Seminarübersicht und Anmeldungen** im Internet unter <https://www.drmodalan.de/seminare/iphöfer-messtechnik-seminare-ims/>

Des Weiteren gibt es IMS-Seminare zu Nieder- und Hochfrequenz, Dirty Power sowie Schall und Licht, die ständig den aktuellen Entwicklungen der Technik angepasst werden.