

## QS-Workshop Qualitätssicherung bei der HF-Spektrumanalyse: Messung von **5G** „Fast“ mit Spektrumanalyse und Breitband-Langzeitaufzeichnung

Termin: **27. Mai 2022**, Dauer: 1 Tag, Beginn 9 Uhr, Ende ca. 17 Uhr; Ort: Iphofen\*

Teilnahmegebühren, abzgl. Rabatte, zzgl. 19 % MwSt. \*\*:

- Spektrumanalyse und Breitband-Aufzeichnung: 265 Euro
- Nur Breitband-Aufzeichnung: 185 Euro

Referent: Dr.-Ing. Martin H. Virnich

Der QS-Workshop Spektrumanalyse findet traditionell im Frühjahr an Christi Himmelfahrt statt und schloss in der Vergangenheit auch noch den Folgetag mit ein. Er musste vor zwei Jahren wegen der Corona-Einschränkungen zum ersten Mal seit achtzehn Jahren abgesagt bzw. verschoben werden. Der Workshop wird seither auf einen Tag verkürzt im Rahmen des IMS-Programms durchgeführt.

Die Beschränkung auf einen Tag mit Konzentration auf die wesentlichsten, bewährten Elemente der Qualitätssicherung mittels Geräteprüfungen wurde allgemein für gut befunden, jedoch wurde ein zusätzlicher Tag als eigene Veranstaltung gewünscht, in der mit jährlich neuen Themen auf spezielle Aspekte der Spektrumanalyse eingegangen wird. Diesen Wünschen kommen wir seit 2021 mit einem neuen Konzept nach.

Der Schwerpunkt des klassischen QS-Workshops Spektrumanalyse (am 26. Mai 2022) 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 ganz besondere und neue Herausforderungen an Messtechnik und Messmethoden, vor allem wenn es um die 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 Volllast 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 vielversprechender Ausweg aus dem Dilemma zeichnet sich 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.

Die Messungen sollen auch dazu dienen herauszufinden, ob sich der Einsatz bzw. die Anschaffung einer bikonischen Messantenne bei der 5G-Spektrumanalyse lohnt. Daher werden die Spektrumanalyse-Messungen einmal mit einer log-per Antenne durchgeführt, wie sie in der baubiologischen Messtechnik üblich ist (typischerweise USLP 9143, USLP 9142 oder ESLP 9145) und zusätzlich mit einer bikonischen Antenne für den Frequenzbereich über 3 GHz. Da der spezifizierter Frequenzbereich der in baubiologischen Kreisen weit verbreiteten SBA 9113 (B) leider bei 3 GHz endet, wird für die Messungen eine geeignete bikonische Antenne vom Veranstalter gestellt.

Zusätzliche Langzeitaufzeichnungen können parallel im Frequenzbereich bis 3 GHz mit einem entsprechenden Breitbandmessgerät durchgeführt werden (z.B. HF 59B), um die Immissionen von 5G „Fast“ mit der Summenimmission von 2G - 4 G zu vergleichen.

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.

#### **Ablauf des QS-Workshops:**

- Start im Pfarrzentrum Iphofen mit Begrüßung und genauer Durchsprache der Vorgehensweise.
- Gemeinsame Fahrt zur 5G-Basisstation.
- Dort Durchführung der Spektrumanalyse-Messungen mit log-per- und bikonischer Antenne an einem definierten Messpunkt als Ringmessung und parallel dazu Breitband-Aufzeichnungen über die gesamte Messdauer.

- Ideal wäre es, dies nacheinander an zwei Messpunkten zu machen: Einmal frontal zur Sendeanenne und einmal stark seitlich davon.
- Parallel dazu ggf. auch Aufzeichnungen am AC-Ausgang des Breitbandgerätes mit wave-Recorder und Speicherung als wav-Datei.
- Gemeinsame Rückfahrt zum Pfarrsaal in Iphofen.
- Auswertung der Messergebnisse (Spektrumanalyse und Breitband-Aufzeichnung) durch die Teilnehmer.
- Präsentation der Ergebnisse aller Teilnehmer und Diskussion.

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.

#### Voraussetzung für die Durchführung des Workshops:

Voraussetzung für die Durchführung des Workshops ist, dass es in der Umgebung von Iphofen im Bereich bis Würzburg, Schweinfurt oder Fürth eine „echte“ 5G-Basisstation mit mMIMO im Frequenzbereich 3,6 GHz in Betrieb ist, zu der man mit zeitlich vertretbarem Aufwand fahren und dort live messen kann. Der Veranstalter prüft gerade, ob dies gegeben ist, geht aber zuversichtlich davon aus.

#### 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.drmodaln.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.