

QS-Verifizierungs-Workshop HF-Breitbandmessungen für **5G** im Frequenzbereich 3,4 bis 3,7 GHz

Termin: **7. Mai 2024**, Dauer: 1 Tag, Beginn 9 Uhr, Ende ca. 17 Uhr; Ort: Iphofen*
Ort: Iphofen* Teilnahmegebühr: 235 Euro zzgl. 19 % MwSt. abzgl. Rabatt**
Referenten: Dr.-Ing. Martin H. Virnich, Dr.-Ing. Dietrich Moldan

Mit dem neuen Mobilfunksystem „5G NR“ (5. Generation New Radio) werden grundsätzlich neue und nicht einfach zu erfüllende Anforderungen an die HF-Messtechnik gestellt. Dies gilt für die Spektrumanalyse genauso wie für die Breitband-Messtechnik – und ganz gleich, ob mit Breitband-Messgeräten für die baubiologische Messtechnik oder mit industriellen Breitband-Messgeräten.

Mit dem zunehmenden Rollout von 5G NR besteht ein dringendes und hohes Interesse an Messungen dieses neuen Mobilfunksystems, das von den Netzbetreibern in zwei Varianten eingeführt 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 in den bekannten Mobilfunk-Frequenzbereichen 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.



Im Workshop wird zunächst auf die unterschiedlichen Funktionsweisen von diesen beiden 5G NR-Varianten eingegangen. Hierbei spielt das Verständnis der Eigenarten von mMIMO (Massive MIMO/aktives Beamforming mit dem Broadcast-Beam und dem separaten Traffic-Beam) eine zentrale Rolle. Ebenso wichtig ist die Kenntnis der Eigenarten von 5G NR hinsichtlich der Schwankungsbreite der Sendeleistung und damit der Immissionen im Leerlauf (ohne Nutzlast) und Volllast einer Basisstation. Da man bei der Breitbandmesstechnik den Auslastungsgrad einer Anlage und die Strahlrichtung des Traffic-Beams nicht erkennen kann, ergeben sich gravierende und häufig unbekannte Auswirkungen auf die Messgenauigkeit bzw. Messunsicherheit. Die Unterschiede zwischen Minimal- und Maximal-Immission an einem Messpunkt sind eklatant höher als bei den etablierten Mobilfunksystemen GSM und LTE. In diesem Zusammenhang können Aufzeichnungen der 5G NR-Immissionen mit Datenloggern über eine oder auch mehrere Stunden interessant werden, um Aufschlüsse über die Zeitprofile der Immissionen zu erhalten und somit die Messunsicherheit zu reduzieren.

Dazu benötigt man idealerweise ein Breitbandmessgerät für den Frequenzbereich unter 3 GHz und eines für den Frequenzbereich über 3,3 GHz. Weit verbreitete baubiologische Messgeräte für den oberen Frequenzbereich reichen aber hinunter bis 2,4 MHz; hier würde also für den Frequenzbereich 2,4 - 3,3 GHz eine Doppelerfassung erfolgen, so dass ein Hochpassfilter eingesetzt werden muss.

Beide Messgeräte müssen überdies ohne Vorzugsrichtung mit einer Rundum-Antenne betrieben werden. Solche Breitbandantennen mit Rundum-Charakteristik sind i.d.R. aktive Antennen, die eine Stromversorgung aus dem Basisgerät benötigen. Hochpassfilter lassen aber prinzipbedingt keinen Gleichstrom durch! Die Fa. Gigahertz Solutions hat daher auf unsere Anregung hin ein neues 3,3 GHz-Hochpassfilter herausgebracht, an dem auch die aktive Breitbandantenne mit Rundum-Charakteristik betrieben werden kann. Es werden erste Untersuchungsergebnisse mit diesem Filter bei Langzeitaufzeichnungen an 5G NR-Anlagen mit aktivem Beamforming vorgestellt.

Im praktischen Teil des Workshops, der den Schwerpunkt bildet, wird eine Langzeitaufzeichnung eines 5G-Signals durchgeführt und ein spezieller Test vorgenommen, um die maximale Sendeleistung im Hauptstrahl der 5G-Anlage und somit das überhaupt mögliche Immissionsmaximum zu provozieren (so genanntes „Lockvogel“-Verfahren).

Damit die Messergebnisse bei diesem Verfahren 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.

Im Workshop wird die Messung mit dem Spektrumanalysator als Referenzmessung durchgeführt. Die Teilnehmer haben die Gelegenheit, die Ergebnisse ihrer Langzeitaufzeichnung mit den Referenzwerten zu vergleichen und zu analysieren, wie hoch im Vergleich dazu im Aufzeichnungsintervall die höchsten Immissionen ohne die Lockvogel-Provokation waren.

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.
- 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.
- Besonderheiten der 5G-Messungen mit Breitband-Messgeräten.
- Vorstellung von exemplarischen Messergebnissen.
- Gemeinsame Fahrt zur 5G-Basisstation in Würzburg.
- Dort Live-Demonstration der „Lockvogel“-Vorgehensweise.
- Eigene Messungen der Teilnehmer, betreut von den Veranstaltern.
- Parallel dazu Durchführung der Spektrumanalyse-Referenzmessung durch die Veranstalter.
- Gemeinsame Rückfahrt zum Pfarrsaal in Iphofen.

Organisation: IMS – Iphöfer Messtechnik-Seminare · Dr. Dietrich Moldan · Am Henkelsee 13 · D-97346 Iphofen
Tel: 00 49 / (0) 93 23 / 87 08 - 10 · Fax: 87 08 - 11 · E-Mail: info@drmoldan.de

Weitere Seminarinformationen: www.drmodaln.de → Seminare → Iphöfer Messtechnik-Seminare IMS

- Auswertung der Messergebnisse durch die Teilnehmer.
- Nachbesprechung der Messungen und Resümee.

Aufgrund des Aufwands für die Anfahrt zur Basisstation wird keine Zeit für eine Mittagspause sein. Der Veranstalter organisiert die Bereitstellung von belegten Brötchen.

Voraussetzungen für die Teilnahme an diesem Workshop:

1. Besitz eines HF-Breitbandmessgerätes der Firmen Gigahertz Solutions oder ROM Elektronik mit DC-Ausgang (möglichst mit Rundum-Antenne) für den Frequenzbereich bis 6 bzw. 10 GHz sowie eines passenden Hochpassfilters mit einer Grenzfrequenz f_g $2,7 \text{ GHz} < f_g < 3,3 \text{ GHz}$.
Netzteil oder Zusatzakku für mehrstündige, ununterbrochene Messdauer.
2. Besitz eines Datenloggers zum Anschluss an den DC-Ausgang des Breitband-Messgerätes mit ggf. erforderlicher Anschlussbox und Adapterkabel für die Langzeitaufzeichnung des 5G-Signals (EMLog2, DL-MW10, NFA 1000). Auf Anfrage können ESTEC-Logger zur Verfügung gestellt werden.
3. Notebook mit entsprechender Software zur Auswertung der Langzeitaufzeichnung.

Erfahrungen im Umgang mit HF-Breitbandmessgeräten, Feldmessungen und Langzeitaufzeichnungen sind hilfreich.

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 Würzburg.

** **Rabatt, Seminarübersicht und Anmeldungen** im Internet unter
<https://www.drmodalan.de/seminare/iphöfer-messtechnik-seminare-ims/>

Des Weiteren gibt es IMS-Seminare und Workshops zu Nieder- und Hochfrequenz sowie Akustik und Lichtmesstechnik, die ständig den aktuellen Entwicklungen der Technik angepasst werden.