

Ein pragmatischer Ansatz bei Integrationstests von Funkkomponentent

Dipl.-Ing. Johann Wilhelm

10. September 2026

Wilhelm .Consulting
 .Engineering



Unser Funkmodul ist vorzertifiziert!

.... und das bedeutet?

Wir brauchen RED Messungen!

.... woher bekomme ich die?

Wir müssen Funk Tests machen!

.... Was muss die Software können?

Rechtliche Hintergründe

EU

USA

Pragmatische Lösungen

Technische Herausforderungen

WLAN

Bluetooth

Mobilfunk

Beispiele aus der Messtechnik

Bluetooth SIG, Wifi Alliance, GSMA & Co

Rechtliche Hintergründe

- Im Grunde ist JEDES Land extra zu beurteilen (selbst innerhalb der EU!)

- Es gibt den Begriff „Funkmodul“ gar nicht im Rechtstext [5]!
- Grundsätzlich ist jedes Produkt, das einenen Sender und/oder Empfänger(!) enthält, eine Funkanlage! (Damit auch reine GPS Empfänger!)
- Artikel 10 Punkt 10: Im Fall von Beschränkungen ... muss aus den Angaben auf der Verpackung der Mitgliedstaat ... hervorgehen, in dem Beschränkungen. .. gelten.



ES	LU	RO
CZ	FR	HU
SI	DK	HR

Abbildung 1: Beispiel für einen Hinweis auf Beschränkungen [1].

- Für die FCC sind nur Sender relevant.
- Es gibt ein sehr enges Regime, in denen Funkmodule einige Erleichterungen bedeuten. [6]
- Integrationsguide vorhanden: [7].

- Hersteller Dokumentation beachten
- FCC Grand beachten (z.B. EMF bzw 20cm Abstand)
- Zumindest Spot-Check des Transmitters im Endprodukt (Abschnitt 2.0)
 - investigative measurements to confirm that the ... system does not exceed the spurious emissions limits or band edge limits
 - The testing should check for emissions that may occur due to the intermixing of emissions with the other transmitters, digital circuitry, or due to physical properties of the host product (enclosure).
- Labeling vom Endprodukt

Gruundsätzlich ist jedes Produkt (auch mit einem „vorzertifiziertem“ Funkmodul!) eine neue Funkanlage!

Pragmatische Lösungen

... oder auch *Radio Enabled Equipment*

- Es gibt zwar keine Funkmodule, es gibt aber „Combined Equipment“
- Das wichtigste Dokument hier: ETSI EG 203 367 [4]
- Zumindest teilweise problematisch: ETSI EN 303 446-1 [2] / ETSI EN 303 446-2 [3]

In Anlehnung zu Multi-Function Equipment.

Produktnormen decken einfach Geräte mit vielen Funktionen schlecht ab.

Die Lösung: Man nimmt die Norm für die Hauptfunktion und ergänzt sie mit sinnvollen weiteren Normen.

Beispiel: Drucker mit integrierter Bürolampe.

=> Drucker in CISPR 32 / EN 55032; Lampe in CISPR 15 / EN 55032

- Option 1 Ein Teil (der „Host“) wird nach der EMV Richtlinie bewertet und ein anderer Teil (die Funkkomponente) nach der RED.
- Option 2 Alles wird nach der RED bewertet.

Klingt logisch - es gibt hier aber einen Haken:

Im reinen Empfangsfall sind die Pegel extrem niedrig!

5.1.2.2.2 Radiated Emissions

*The combined equipment should be assessed for radiated emissions to ... ETSI EN 301 489-1 [i.3], together with those from the particular technology part(s) from the ETSI EN 301 489 series [i.9] **For radiated emission from the enclosure port of the combined equipment, this is already covered by the relevant harmonised standard covering article 3.2 of the RED [i.1]** (see clause 6 of the present document). The combined equipment should be assessed against the harmonised EMC standards applicable to its non-radio function (e.g. harmonised EMC standards listed under the EMC-D [i.2]).*

NOTE: An assessment need not necessarily lead to testing.

excerpt ETSI EG 203 367 V1.1.1 (2016-06)[4]

6.1 Non-radio products combined with a radio product

If the manufacturer of the combined equipment installs the radio product in a host non-radio product in equivalent assessment conditions ... and according to the installation instructions ... no additional assessment ... is required.

However, if the conditions ... deviate from the assessment ... conditions, then the manufacturer ... should re-assess the combined equipment against article 3.2 of the RED.

NOTE 1: Examples of deviations include, but are not limited to, host not equivalent to the one used for the assessment of the radio product, use of an antenna not included in the original assessment and not following the installation instructions for the radio product.

...

excerpt ETSI EG 203 367 V1.1.1 (2016-06)[4]

Annex A Example Cases A.1.1. Radio Equipment Installed into Other Equipment

...

*In cases where the radio module test data is applicable to the installation within the final radio product, and the test results data are **available** to the final radio product manufacturer; the final radio product manufacturer may choose to only test the radiated performance test cases, such as spurious emissions, e.i.r.p, critical receiver performance aspects, etc.*

...

excerpt REDCA TGN01[8]

Annex A Example Cases A.1.1. Radio Equipment Installed into Other Equipment

...

In such cases, the final radio product manufacturer may also choose to perform only partial testing for Article 3.2 on those test cases.

...

excerpt REDCA TGN01[8]

Annex A Example Cases A.1.1. Radio Equipment Installed into Other Equipment

...

At the final radio product level, the final radio product manufacturer may choose to begin by re-testing only the mode(s) and channel(s) which exhibited the worst case test results at the radio module level, until the final radio product manufacturer has performed enough testing to obtain confidence and show evidence of compliance of the final radio product.

excerpt REDCA TGN01[8]

Technische Herausforderungen

Mit Abstand am einfachsten!

Mit Abstand am einfachsten!

- EUT verbindet sich mit Accesspoint oder wird zum Accesspoint.
- Es wird Traffic generiert (z.B. iperf).
- Messzeit wird einfach an Dutycycle/Airtime angepasst.

Sehr schwierig ohne Hersteller Firmware!

Schwierig ohne Hersteller Firmware!

Optionen:

- Firmware erlaubt pakete mit Zufallsdaten „back-to-back“ zu senden (minimale Messzeit weil der kanal zu 100% verwendet wird)
- Firmware kann Pakete schnell senden (Messzeit muss Dutycycle/Airtime berücksichtigen und wird schnell zum Problem)

Ohne spezielle Hardware eigentlich nicht machbar!

Ohne spezielle Hardware eigentlich nicht machbar!

EUT:

- Slot für Simkarte
- „Gutmütige“ Konfiguration (APN,...)
- iperf oder flood-ping geht durch

Ohne spezielle Hardware eigentlich nicht machbar!

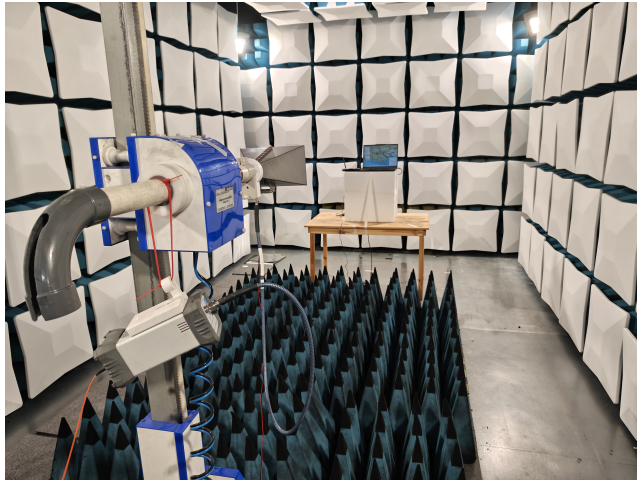
EUT:

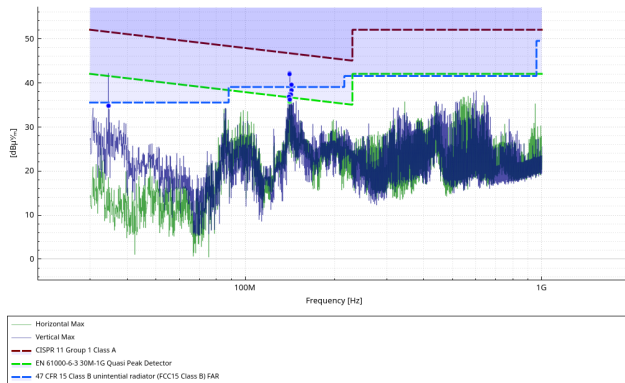
- Slot für Simkarte
- „Gutmütige“ Konfiguration (APN,...)
- iperf oder flood-ping geht durch

Prüfhaus:

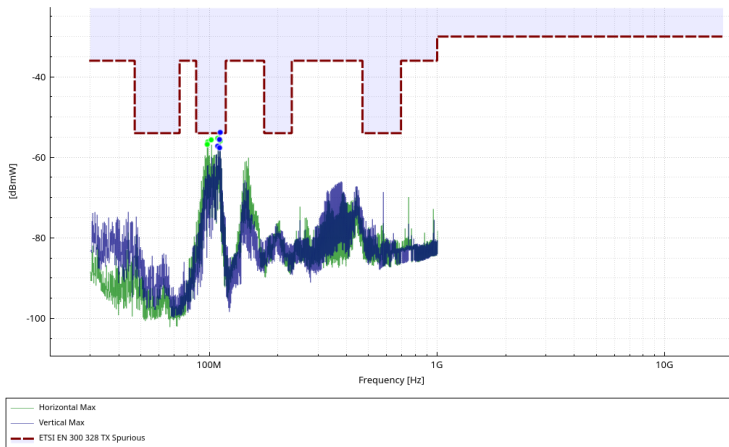
- Simulation von Basisstation absolut notwendig!

Beispiele aus der Messtechnik

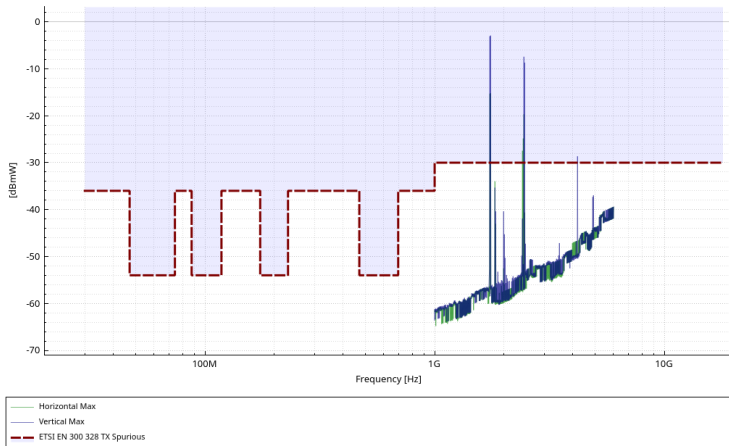




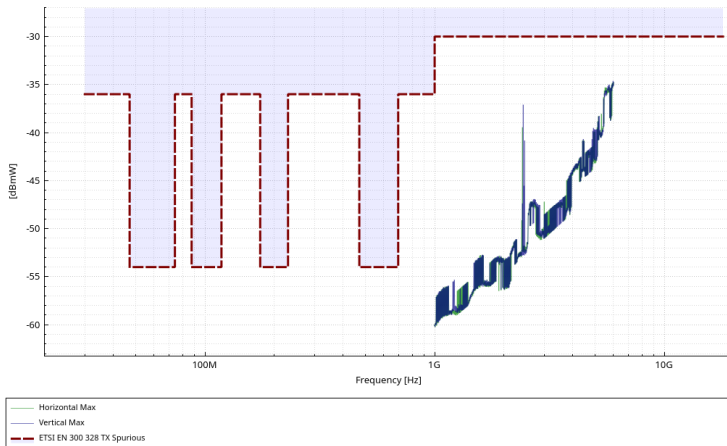
TX Spurious Emissions <1GHz



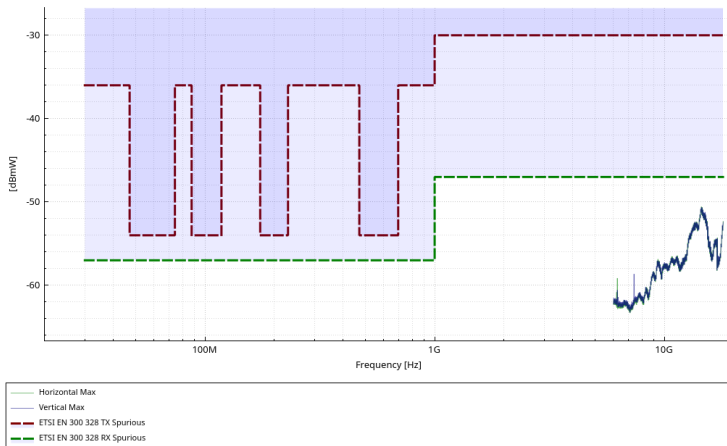
TX Spurious Emissions 1-6GHz



TX Spurious Emissions 1-6GHz mit Hochpass bei 3GHz



Spurious Emissions 6-18GHz



Bluetooth SIG, Wifi Alliance, GSMA & Co

Weitere Themen abseits der reinen regulatorischen Anforderungen:

- z.B. GSMA Mitgliedschaft bei Mobilfunk z.B. bei sehr hoher Stückzahl.

Weitere Themen abseits der reinen regulatorischen Anforderungen:

- z.B. GSMA Mitgliedschaft bei Mobilfunk z.B. bei sehr hoher Stückzahl.
- Bluetooth SIG & Wifi Alliance die das Verwenden vom Logo

- [1] Council of the European Union. „Council Regulation (EU) 2017/135 of 23 January 2017 amending Regulation (EU) 2016/1903 fixing for 2017 the fishing opportunities for certain fish stocks and groups of fish stocks applicable in the Baltic Sea“. In: *Official Journal of the European Union* L 22 (Jan. 2017), S. 1–3. URL: <http://data.europa.eu/eli/reg/2017/135/oj>.
- [2] ETSI. *ElectroMagnetic Compatibility (EMC) Standard for Combined and/or Integrated Radio and Non-Radio Equipment; Part 1: Specific Conditions for Equipment Intended to be Used in Commercial and Light Industrial Locations*. Harmonised European Standard (EN) EN 303 446-1. Version V1.2.1. European Telecommunications Standards Institute (ETSI), Okt. 2019. URL: https://www.etsi.org/deliver/etsi_en/303400_303499/30344601/01.02.01_60/en_30344601v010201p.pdf.

- [3] ETSI. *ElectroMagnetic Compatibility (EMC) Standard for Combined and/or Integrated Radio and Non-Radio Equipment; Part 2: Specific Conditions for Equipment Intended to be Used in Industrial Locations*. Harmonised European Standard (EN) EN 303 446-2. Version V1.2.1. European Telecommunications Standards Institute (ETSI), Okt. 2019. URL: https://www.etsi.org/deliver/etsi_en/303400_303499/30344602/01.02.01_60/en_30344602v010201p.pdf.
- [4] ETSI. *Guide for the Application of Harmonised Standards Covering Articles 3.1b and 3.2 of the Directive 2014/53/EU (RED) to Multi-Radio and Combined Radio and Non-Radio Equipment*. ETSI Group Guide EG 203 367. Version V1.1.1. European Telecommunications Standards Institute (ETSI), Juni 2016. URL: https://www.etsi.org/deliver/etsi_eg/203300_203399/203367/01.01.01_60/eg_203367v010101p.pdf.

- [5] European Parliament and Council of the European Union. „Directive 2014/53/EU of the European Parliament and of the Council of 16 April 2014 on the harmonisation of the laws of the Member States relating to the making available on the market of radio equipment and repealing Directive 1999/5/EC“. In: *Official Journal of the European Union* L 153 (Apr. 2014), S. 62–106. URL: <http://data.europa.eu/eli/dir/2014/53/oj>.
- [6] Federal Communications Commission. *Code of Federal Regulations, Title 47, Part 15, Section 15.212: Modular transmitters*. 47 CFR § 15.212. Office of the Federal Register, National Archives und Records Administration. Government Publishing Office, 2023. URL: <https://www.ecfr.gov/current/title-47/chapter-I/subchapter-A/part-15/subpart-C/section-15.212>.

- [7] Federal Communications Commission. *Modular Transmitter Integration Guide – Guidance for Host Product Manufacturers*. KDB Publication 996369 D04 Module Integration Guide v02. FCC Office of Engineering and Technology (OET) Laboratory Division Knowledge Database (KDB). Federal Communications Commission, Office of Engineering und Technology, Laboratory Division, Okt. 2020. URL: <https://apps.fcc.gov/oetcf/kdb/forms/FTSSearchResultPage.cfm?id=44384&switch=P>.
- [8] Radio Equipment Directive Compliance Association (REDCA). *Technical Guidance Note 01: For Radio Equipment often referred to as Modules, noting the term „Modules“ is not defined in the RED*. Technical Guidance Note TGN01 (V1.2a). Radio Equipment Directive Compliance Association, März 2020. URL: <https://www.redca.eu/Pages/Documents1.htm>.