

# EMV-Untersuchung einer 5G Hardware-Schnittstelle

André Gehrman<sup>1</sup>, Uwe Heuert<sup>1</sup>, Kevin Saalman<sup>2</sup>

1 Hochschule Merseburg, Fachbereich Ingenieur- und Naturwissenschaften, Eberhard-Leibnitz-Straße 2, 06217 Merseburg

2 exceeding solutions GmbH, Fritz-Haber-Str. 9, 06217 Merseburg

## Abstract

Im Rahmen des vom BMDV<sup>1</sup> geförderten 5G-Projekts POUST werden industrielle 5G-Anwendungsfälle unter realen Bedingungen erprobt. Dabei werden für die Umsetzung benötigte Komponenten vor und während des Betriebs mit geeigneter Messtechnik überprüft. Bei der eingesetzten Messtechnik handelt es sich unter anderem um eine EMV<sup>2</sup>-Zelle. In dieser wird die feldgebundene Störausstrahlung eines Adapterboards gemessen, um Aussagen über die Nutzbarkeit im industriellen Umfeld treffen zu können. Dieses Adapterboard dient der Umsetzung spezifischer industrieller Kommunikationsstandards auf die 5G-Funkfrequenzen. Die erzielten Ergebnisse werden in diesem Beitrag vorgestellt.

## 1. Einleitung

Ziel des Förderprojekts POUST<sup>3</sup> ist die Umsetzung von 5G-Anwendungsfällen im industriellen Umfeld mit Hilfe von 5G-Campusnetzen. Unter anderem liegt der Fokus dabei auf der Übertragung von Sensorsignalen und Zählerdaten anhand des 5G Mobilfunkstandards. Die telemetrische Übertragung solcher Daten in bestehenden Industrieanlagen setzt Anpassungen an der genutzten Hardware voraus. Beispielsweise müssen verbaute Stromzähler um eine 5G-Schnittstelle erweitert werden. Hierbei wird ein Stromzähler über eine bereits vorhandene RS-486-Schnittstelle mit einem Raspberry Pi verbunden. Die dadurch ausgelesenen Daten werden über USB an einen mPCIe<sup>4</sup>-Hub weitergeleitet. Dieser Hub umfasst drei Steckplätze für mPCIe-Steckmodule. Je nach Art des Steckmoduls können verschiedene Funkstandards abgedeckt werden. So gibt es Module, welche eine Verbindung über wM-Bus<sup>5</sup>, LoRa<sup>6</sup>, LTE oder auch 5G aufbauen können. Ziel soll es sein, den Stromzähler über diesen Versuchsaufbau in ein 5G-Campusnetz einzubinden. Bei dem genutzten mPCIe-Hub handelt es sich um eine Eigenentwicklung der exceeding solutions GmbH. Ziel der beschriebenen Messung ist, zu gewährleisten, dass der Hub beim Einsatz in Industrieanlagen keine unerwünschten Störungen oder Wechselwirkungen erzeugt. Dafür wird das Bauteil hinsichtlich seiner elektromagnetischen Verträglichkeit untersucht.

---

<sup>1</sup> Bundesministerium für Digitales und Verkehr

<sup>2</sup> Elektromagnetische Verträglichkeit

<sup>3</sup> Präzise Organisieren und smarte Telemetrie

<sup>4</sup> Mini Peripheral Component Interconnect Express

<sup>5</sup> Wireless Meter-Binary Unit System

<sup>6</sup> Long Range (Funkprotokoll/Funkstandard)

## 2. Grundlagen EMV

Unter Elektromagnetischer Verträglichkeit versteht man, dass sich elektrische Geräte aufgrund von elektrischen und elektromagnetischen Einflüssen nicht von ihrer Umwelt und von anderen elektrischen Geräten in ihrer Funktion beeinträchtigen lassen. Die Hauptaufgabe ist dabei einerseits, sicherzustellen, dass elektrische Geräte in ihrer Störausstrahlung festgelegte Grenzwerte nicht überschreiten. Andererseits sollen diese Geräte auch in der Lage sein, elektromagnetischer Störeinstrahlung mit festgelegter Intensität standzuhalten. Dabei darf die Funktionalität dieses Geräts nicht beeinträchtigt werden. Grundlegend wird zwischen leitungs- und feldgebundenen Störungen unterschieden. [1]

## 3. Durchführung der EMV-Messung

Die Messung des für das Projekt genutzten mPCIe-Hubs erfolgt für feldgebundene elektromagnetische Störaussendungen. In diesem Beitrag werden weder leitungsgebundene Störaussendungen noch die Immunität des Prüflings gegenüber feld- und leitungsgebundener Störeinstrahlung betrachtet. Die Messung erfolgt mit Hilfe einer GTEM-Zelle<sup>7</sup>. Diese ist pyramidenförmig aufgebaut und besitzt einen Innen- (Septum) und einen Außenleiter (Hülle). Dadurch ergibt sich eine koaxiale Leiterstruktur. Vom Prüfling ausgehende Störaussendungen erzeugen in Septum und Hülle Ströme und dazwischen Spannungen. Diese können mit Hilfe eines Spektrumanalysators ausgewertet werden.

Der Prüfling wird in der GTEM-Zelle platziert. Anschließend werden drei Messungen durchgeführt. Für diese drei Messungen wird jeweils die Ausrichtung des Prüflings geändert, indem er  $90^\circ$  um seine z-Achse und zusätzlich  $90^\circ$  um seine x-Achse gedreht wird (Abbildung). Dadurch wird sichergestellt, dass der Prüfling in allen Richtungen auf Störaussendungen getestet wird.

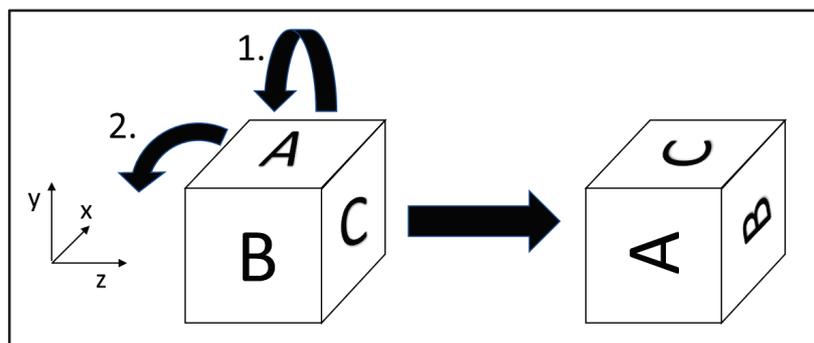


Abbildung 1: Ausrichtung des Prüflings in der GTEM-Zelle

Die drei Messungen erfolgen in zwei Durchläufen. Im ersten Durchlauf werden die Positionen und im zweiten Durchlauf die genaue Höhe der Frequenzspitzen im Spektrum ermittelt. Als Messsoftware wird die Elektra Testsoftware der Firma Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG genutzt. Dort wird bereits vor Beginn der Messung festgelegt, nach welcher Norm der Prüfling getestet werden soll. Damit einhergehend werden auch die

<sup>7</sup> Gigahertz Transversal Elektromagnetische Zelle

Grenzwerte festgelegt, die durch die Störaussendungen nicht überschritten werden dürfen. In diesem Fall wird der Prüfling nach der Norm EN 55032 getestet.

Der mPCIe-Hub wird im Betrieb getestet. Alle drei Plätze für die Steckmodule sind belegt. Die Module werden über ein programmiertes Script angesteuert, welches jedoch nur Statuswerte ausliest, die von den Steckmodulen ausgegeben werden.

#### 4. Messergebnisse der EMV-Prüfung

Die genutzte Testsoftware erstellt für jede Ausrichtung des Prüflings. Einzelne Diagramme und überführt diese anschließend in ein kombiniertes Diagramm mit den dazugehörigen Frequenzspitzen in Tabellenform.

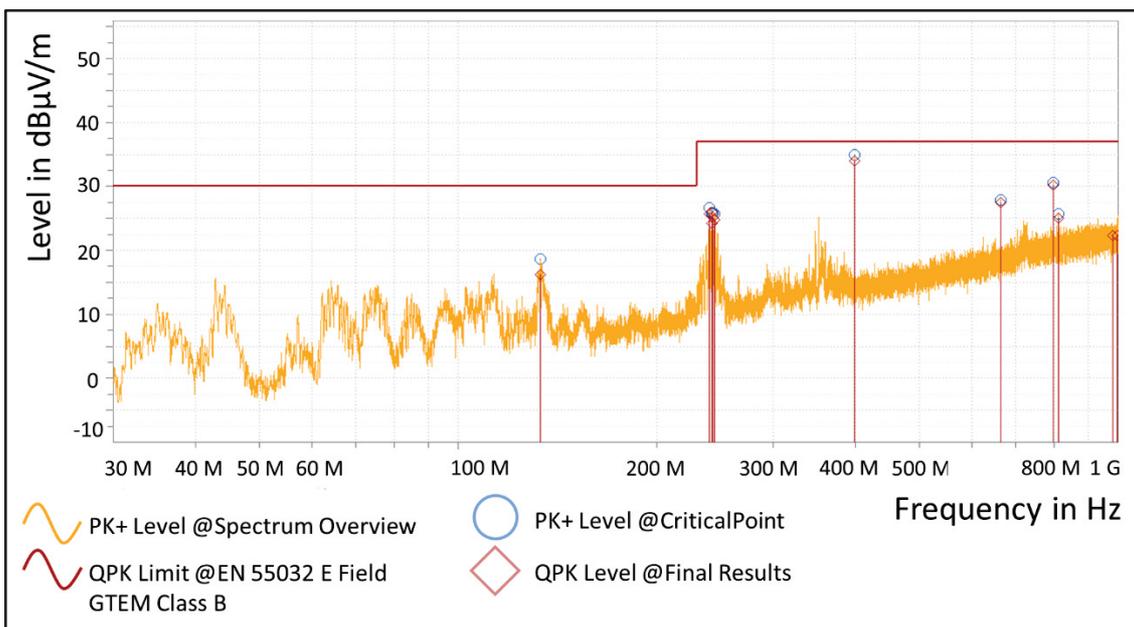


Abbildung 2: Frequenzdiagramm Testmessung

Die in der Norm definierten Grenzwerte sind im Frequenzdiagramm als rote Linien dargestellt. Diese werden von den ausgesendeten Störsignalen an keiner Stelle überschritten. Somit erfüllt der Prüfling die in der Norm EN 55032 definierten Anforderungen. Die Testergebnisse sind reproduzierbar.

Frequency	PK+ Level	PK+ Limit	PK+ Margin
MHz	dB $\mu$ V/m	dB $\mu$ V/m	dB
133,251111	18,59192	30	11,40808
239,951111	26,71794	37	10,28206
242,160556	25,70065	37	11,29935
242,699444	25,84327	37	11,15673
242,807222	25,84275	37	11,15725
244,962778	25,72902	37	11,27098
398,977222	34,88813	37	2,11187
664,972778	27,81438	37	9,185619
798,024444	30,55561	37	6,444389
812,466667	25,74835	37	11,25165

*Tabelle 1: Frequenzspitzen Testmessung*

Im Diagramm lassen sich mehrere Frequenzspitzen beobachten, welche jedoch die Grenzwerte nicht überschreiten. Diese Frequenzspitzen sind in Tabelle 1 aufgelistet. Vor allem im Bereich von 240MHz und bei 399MHz sind Spitzen zu erkennen.

## 5. Ausblick und weiteres Vorgehen

Im nächsten Schritt werden weitere Nachforschungen darüber angestellt, welche Komponenten des mPCIe-Hubs die dargestellten Frequenzspitzen erzeugen. Dadurch kann für zukünftige Eigenentwicklungen sichergestellt werden, dass diese auch weiterhin den Anforderungen für den EMV-gerechten Betrieb entsprechen. Außerdem wird der Prüfling weiteren Tests unterzogen. Hierbei wird sowohl die leitungsgebundene Störaustrahlung des Prüflings als auch seine Immunität gegenüber leitungs- und feldgebundene Störeinstrahlung getestet.

## Quellen

[1] Schwab, A. J. & Kürner, W. (2010). Elektromagnetische Verträglichkeit. Springer.