

- 30 AKTUELL
- 31 Sandbox Pitching in München –
Eine Rückschau
RONALD MIES
- 31 Professionelle Audio- und Video-Produktion
als Herausforderung für den nächsten Mobil-
funkstandard 5G
JENS PILZ, GESINE RODENKIRCHEN,
AXEL SCHMIDT
- 31 Frequenzen für 5G – Ein Problem?
ULRICH REIMERS
- 46 ARD Medien-File-Transfer MFT 2.0 –
Konzeption und Realisierung eines
universellen File-Transfer-Systems für
den Medienaustausch in heterogenen
Systemumgebungen – Teil 2
RALF EINHORN, ANDREAS EBNER,
ANDRÉ STEFFENS, HOLGER LICHTENTHÄLER



PROFESSIONELLE AUDIO- UND VIDEO-PRODUKTION ALS HERAUSFORDERUNG FÜR DEN NÄCHSTEN MOBILFUNKSTANDARD 5G

JENS PILZ, GESINE RODENKIRCHEN, AXEL SCHMIDT

Um wichtige wirtschaftliche und gesellschaftliche Herausforderungen unserer heutigen Zeit anzugehen, bedarf es der Einführung digitaler Technologien in wirtschaftliche und gesellschaftliche Prozesse. 5G-Netzwerkinfrastrukturen werden dabei z. B. in Fabriken der Zukunft, im Gesundheitswesen, in der Automobilindustrie und im Media- und Entertainment-Bereich eine Schlüsselrolle spielen (s. 5GPPP-Broschüre „5G empowering vertical industries“). Mit seinen Kompetenzen in den Bereichen Mobilfunk und Medienproduktion ist das Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut, HHI u. a. an der Entwicklung und Einführung des nächsten Mobilfunkstandards 5G tätig. Der Artikel beschäftigt sich mit den Herausforderungen, welche die professionelle Audio- und Videoproduktion an den neuen Standard stellt.

► The article discusses the challenges professional audio and video production imposes on the 5G standard.

5G verspricht durch die Integration der vertikalen Industrien, den Mobilfunk für neue Geschäftsfelder zu öffnen. Ein neuer Industriezweig hierbei könnte die Kultur- und Kreativindustrie (KKI) sein. Deren drahtlose Anwendungen stellen allerdings hohe Ansprüche an die Funktechnologie und derzeit ist noch nicht geklärt, ob 5G diese Ansprüche erfüllen kann. In Tabelle 1 ist ein Vergleich der technischen Anforderungen an 5G zu sehen – mit der Unterscheidung von Audio- und Video-PMSE. Die Abkürzung PMSE steht für „Programme Making and Special Events“ und fasst alle professionellen drahtlosen Applikationen zusammen, die innerhalb von Audio/Video (A/V)-Produktionen in der KKI vorhanden sind. Generell wird zwischen Audio-PMSE (z. B. drahtlose Mikrofone, In-Ear-Monitor Systeme), Video-PMSE (z. B. drahtlose Kameras) und Effektsteuerung unterschieden, was bezüglich

TABELLE 1: VERGLEICH DER ANFORDERUNGEN 5G – PMSE

Anforderung	5G IMT-2020	Audio-PMSE	Video-PMSE
Applikationslatenz (Roundtrip-Time)	n. a.	4 ms	50 ms
Latenz der Funkstrecke	1 ms	1 ms – Übertragungsintervall	10 ms
Latenz der Funkstrecke + Übertragungsintervall	n. a.	1 ms	n. a.
Link Datenrate	DL: 20 Gbit/s UL: 10 Gbit/s	DL: 150 kbit/s – 5 Mbit/s UL: 150 kbit/s – 5 Mbit/s	DL: 20 Mbit/s UL: 1 Gbit/s
Zuverlässigkeit	99,999%	99,99 %	99,999 %
Anzahl der Links	10 ⁶	300	20
Mobilität	500 km/h	50 km/h	100 km/h
Synchronität	n. a.	1 µs	1 µs

der großen Varianz in den Anforderungen an die Funktechnik sinnvoll erscheint. Audio- und Video-PMSE haben gemein, dass ihre Datenübertragung eine hohe Robustheit erfordert und dementsprechend Funkfrequenzen genutzt werden, um diese zu ermöglichen.

Die Anforderungen in Tabelle 1 zeigen für die PMSE-Anwendungen neben den technischen Spezifikationen neue, nicht von 5G betrachtete Anforderungen. Durch das Unterteilen der Streaming-Anwendungen in Pakete entsteht ein Latenzbudget, welches die Anforderungen an die Funkschnittstelle definiert (Übertragungsintervall). Es gilt: Je kleiner die Paketierung, desto mehr Latenz ist für die Übertragung möglich. Dabei darf der gegebene Maximalwert nie überschritten werden, da sonst die Applikationslatenz nicht mehr gewährleistet ist und die Benutzererfahrung drastisch sinkt. Durch die Möglichkeit technischer Konfigurationsparameter in PMSE-Geräten kann sowohl die Datenrate (durch spezifische Audio-/Video-Codex) als auch die Paketlänge eingestellt werden. Dabei ist im Produktionsbereich das Ziel einer Rohdatenübertragung wünschenswert. Des Weiteren beinhalten die Datenratenangaben sowohl Steuerungs- und Kontrollinformationen als auch die digitalisierten Audio-/Videodaten. Die Synchronität beschreibt die zeitliche Verschiebung der Datenströme zwischen verschiedenen Quellen bzw. Senken. Dabei ist das Zusammenspiel von Kommunikationsstrecke und Anwendung notwendig, um eine vollsynchroner Aufnahme, Datenübertragung sowie Wiedergabe zu ermöglichen. Weiter ist zu beachten, dass die 5G-IMT-2020-Anforderungen für ein einzelnes Paket in einem Ein-Benutzer-Szenario gelten, wohingegen die PMSE-Anforderungen während der Laufzeit eines Audio- bzw. Video-Streams über die gesamte Betriebsdauer gleichzeitig für alle aktiven Geräte gelten (die Anzahl der Links aus 5G kommen aus dem mMTC Use-Case und zielen auf Sensoren, welche nicht die ganze Zeit aktiv sind, ab). Aufgrund der abweichenden Anforderungen ist die Machbarkeit der Integration von PMSE in 5G fraglich. Um diese Thematik näher zu beleuchten, wurden verschiedene Forschungsprojekte mit Beteiligung des Fraunhofer HHI gestartet.

Projekt PMSE-xG

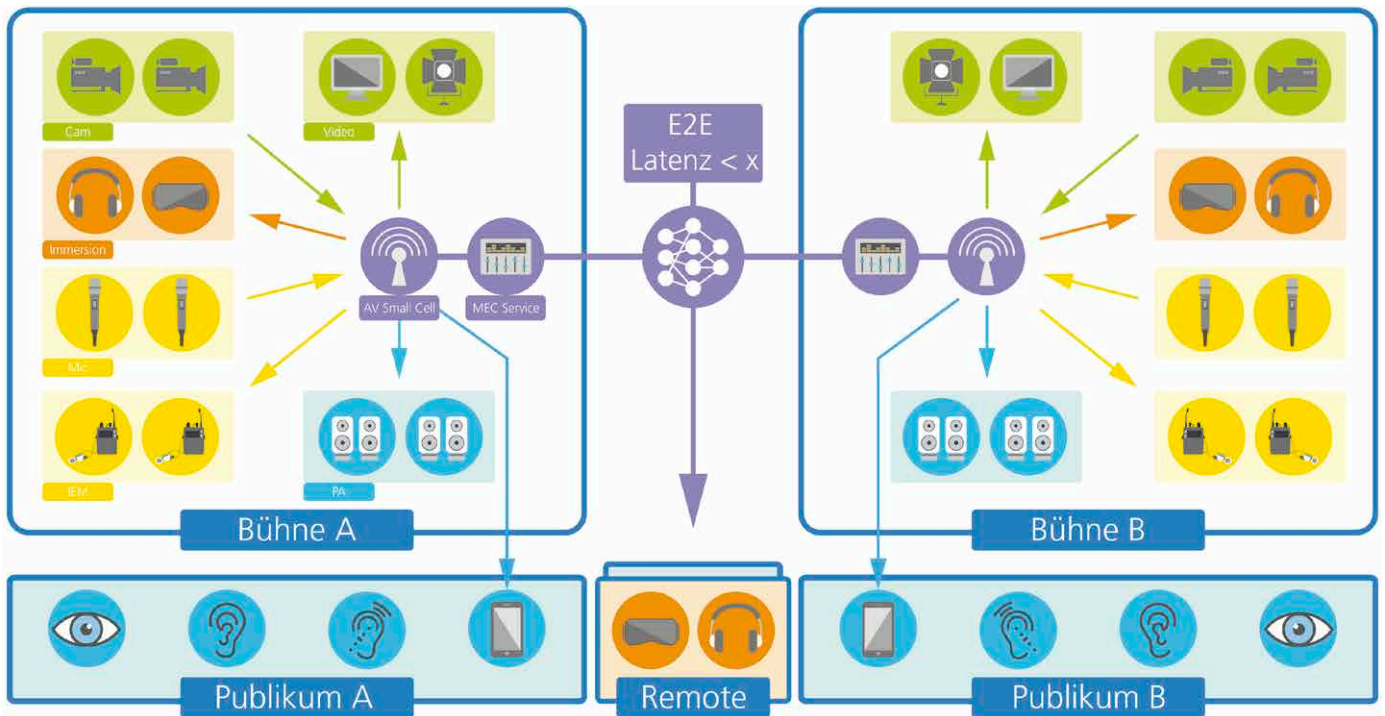
Das Projekt PMSE-xG als industrieübergreifender und kooperativer Brückenschlag zwischen der Mobilfunkindustrie und der KKI setzte u.a. bei den technischen Fragestellungen zur Realisierung von PMSE-Anwendungen in 4G/5G-Netzwerken an und wurde im März 2018 erfolgreich beendet. An PMSE-xG waren neben dem Fraunhofer HHI

Sennheiser electronic, Arnold & Richter Cine Technik (ARRI), Robert Bosch, Intel Deutschland, Smart Mobile Labs, die Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg und die Leibniz Universität Hannover (LUH) beteiligt. Das vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) geförderte Projekt hatte zum Ziel, die Fragen zu beantworten, welche PMSE-Applikationen bereits in aktueller Mobilfunktechnik möglich sind und welche Anforderungen der professionellen Audio- und Videoproduktion derzeit noch nicht durch 4G/5G erfüllt werden. Zusätzlich wurden neue Möglichkeiten von Multimediadiensten diskutiert. Das Fraunhofer HHI und Sennheiser präsentierten im Rahmen des Projekts einen Demonstrator, der Audiodaten mit Hilfe eines 4G-ähnlichen Systems mit einer sehr kurzen Transferlatenz übertrug. Dabei wurden Latenzzeiten, bestehend aus der Latenz der Übertragungsstrecke und der des Übertragungsintervalls, in einer Richtung von 1 ms demonstriert. Zusätzlich zu den funktchnischen Herausforderungen wurde das Konzept der non-public Netzwerke für PMSE-Anwendungen erarbeitet und ein allgemeiner Ansatz für das Spektrumszugriffsverfahren bei ETSI TC RRM definiert. Als non-public Netzwerke werden Netzwerke bezeichnet, die im Gegensatz zu public Netzwerken einen applikationsspezifischen Quality of Service garantieren, der von den Anforderungen der jeweiligen vertikalen Industrien definiert wird. Non-public Netzwerke sind ein notwendiges Instrument, wenn die zukünftige Integration von PMSE in 5G gelingen soll. Neben dieser Feststellung, brachte das PMSE-xG-Projekt auch wichtige Beiträge in die 5G-Standardisierung ein.

Außerdem hat das Institut für Kommunikationstechnik (IKT) der Leibniz Universität Hannover einen neuartigen Publikumsdienst – den Assistive Live Listening Service – entwickelt. Dieser Service bietet den Zuhörern bei Live-Veranstaltungen individualisierte Audioinhalte an. Mobilfunkinfrastrukturen sollen genutzt werden, um ergänzende Audioinhalte, wie beispielsweise den aufbereiteten PA-Lautsprecher-Mix des Events, mit geringster Latenz an die Zuschauer zu verteilen. Über ein von der LUH entwickeltes Verfahren werden die ergänzenden Audioinhalte entsprechend so verzögert, dass diese sich mit dem Umgebungsschall störungsfrei überlagern und damit das Hörerlebnis verbessert wird. So können z.B. schlechte akustische Bedingungen überwunden oder der Klang des Konzertes an die Hörgewohnheiten des Hörers angepasst werden. Ein solcher Dienst kann sowohl von Menschen mit Hörschwäche als auch von Personen ohne Höreinschränkungen verwendet werden.

Projekt LIPS

An dem vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) geförderten Projekt LIPS (Live Interactive PMSE Services) sind neben dem Fraunhofer HHI Sennheiser electronic, Arnold & Richter Cine Technik (ARRI), TVN MOBILE PRODUCTION, Smart Mobile Labs, die Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg sowie die Leibniz Universität Hannover beteiligt. Der Schwerpunkt von LIPS liegt in der interaktiven Verknüpfung von Live-Veranstaltungen an unterschiedlichen Orten (beispielsweise können Musiker an verschiedenen Orten als Gruppe zusammenspielen). Die Live-Interaktion erfordert eine nahezu verzögerungsfreie Vernetzung der genutzten Audio- und Videosysteme. Zusätzlich nutzt das jeweilige Audio-PMSE-Equipment abhängig von der Anwendung bestehende und zukünftig mögliche Mobilfunktechnologie. LIPS stellt zudem Lösungen zur Verfügung, um Personen mit Einschränkungen eine ganzheitliche, immersive Teilnahme zu ermöglichen. LIPS leistet hier wesentliche Beiträge zur Inklusion und Teilhabe.



Architektur und Anwendung in LIPS © Fraunhofer HHI/Ron Rothe

Die LUH bearbeitet hierzu in ihrem Teilvorhaben „Connected Immersive Smart Services“ (CISS) die Themenbereiche der Audio-Immersionstechnologien und der Smart Services für PMSE-Anwendungen, die über größere Distanzen hinweg miteinander verbunden sind. Hierbei werden Algorithmen und Technologien untersucht, die es ermöglichen, dynamische räumliche Schallfelder an einem Ort zu erfassen und sie an einem anderen Ort zu reproduzieren. Des Weiteren werden mit sogenannten „Smart Services“ Methoden und Dienste entwickelt, die die Interaktion von Künstlern und Musikern über weite Distanzen ermöglichen.

Das Fraunhofer HHI konzentriert sich in LIPS vor al-

lem auf die notwendigen Funkschnittstellen zur Erfüllung zuverlässiger und niedriglatenter Datenübertragung sowie die technologischen Herausforderungen, die mit Hilfe von 4G+/5G-Netzen die Vision von LIPS Realität werden lassen. Dabei werden zukünftige 5G-Netze auf ihre Anwendbarkeit hin untersucht sowie neue technologische Konzepte zur Realisierung erarbeitet. Hier fokussiert sich das Fraunhofer HHI auf die untersten Schichten der Funkübertragung und trägt neueste Erkenntnisse der Forschung in die Anwendung, was das Institut schon im PMSE-xG-Projekt erfolgreich demonstriert hat. Forschende des Fraunhofer HHI werden mit Hilfe ihrer SDR Plattform untersuchen, inwieweit IP-basierte Audio-Lösungen in privaten 4G/5G-Netzwerken eingebunden werden können. Dabei ist die Vision, drahtlose Mikrofone und anderes Audioequipment als 5G Netz-Teilnehmer-Gerät zu realisieren und so neue, einfache Produktionsprozesse sowie Installationen zu ermöglichen. Darüber hinaus untersuchen Forschende des Fraunhofer HHI zusammen mit Sennheiser Streaming Technologies neue Multicast-basierte Niedriglatenz-Streaming-Anwendungen als neue Services für zukünftige 5G-Netzwerke.

Ergebnisse

Die Projekte haben gezeigt, dass die Integration einer vertikalen Industrie in den nächsten Mobilfunkstandard 5G nur gelingen kann, wenn einerseits die technischen Anforderungen der vertikalen Industrie erfüllt und andererseits neue Businessmodelle seitens der vertikalen Industrie und der Netzbetreiber zusammen entwickelt und umgesetzt werden. Gerade für die professionelle A/V-Produktion sind non-public Netzwerke zwingend erforderlich, um die hohen Qualitätsansprüche im Frontend einer Produktion zu erfüllen. Aus Sicht der PMSE-Industrie, Hersteller und Nutzer, fordert die Umsetzung des Konzeptes von non-public Netzwerken einen möglichst weltweit-einheitlichen Bereich des IMT-Spektrums, der exklusiv für vertikale Applikationen zur Verfügung steht. Sind diese Herausforderungen gelöst, ist die Kombination von PMSE und 5G möglich und wird auf beiden Seiten zusätzlich neue Dienste und Produkte hervorbringen. ◀

Bild: Fraunhofer HHI



Dipl.-Phys. **JENS PILZ** ist Wissenschaftler in der Abteilung Drahtlose Kommunikation und Netze am Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut.
◀ www.hhi.fraunhofer.de

Bild: Fraunhofer HHI



GESINE RODENKIRCHEN, M.A. ist für die Wissenschaftskommunikation am Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut zuständig.
◀ www.hhi.fraunhofer.de

Bild: Sennheiser electronic GmbH & Co. KG



Dr. **AXEL SCHMIDT** ist Sachgebietsleiter der Forschungsgruppe Wireless Systems innerhalb der Research & Innovation Abteilung von Sennheiser electronic GmbH & Co. KG.
◀ www.sennheiser.com

