

Enabling Broadcast-like Services in Cellular Networks: System Design and Field Trials

- 25. VDE/ITG Fachtagung Mobilkommunikation Lucca Richter, Mark Hoyer, Jonas von Beöczy, Ulrich Reimers
- 3. November 2021, Osnabrück

1. Warum Broadcast?

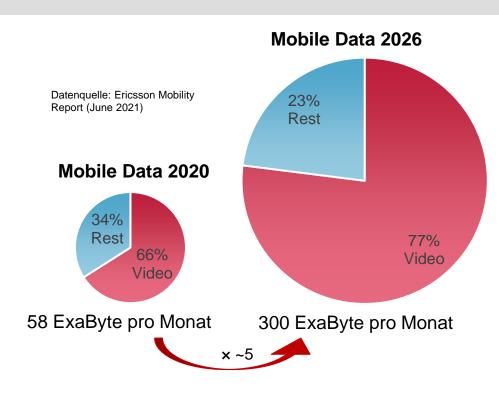
- 2. Die Entwicklung der Mobilfunkstandards
- 3. Feldversuche zu FeMBMS und LTE-basiertem 5G Broadcast
- 4. Broadcast mit 5G
- 5. 5G NR Broadcast an der TU Braunschweig
- 6. 5G NR Broadcast Feldversuch
- 7. DVB-I als Service-Layer
- 8. Zusammenfassung und Ausblick





Warum Broadcast?

- Aus dem Ericsson Mobility Report geht hervor, dass 2026 bis zu 77 % der übertragenen Daten Videoinhalte sein werden.
- Zudem steigt die über die Mobilfunknetze übertragene Datenmenge um den Faktor 5 an.
- Cisco: "Video usage tends to occur during evening hours and has a 'prime time', [...]".
- Eine Broadcast-Übertragung ermöglicht eine deutlich effizientere Übertragung.
- Unsere Vermutung: Ein signifikanter Anteil sind populäre Videos, wie z.B. Sport.



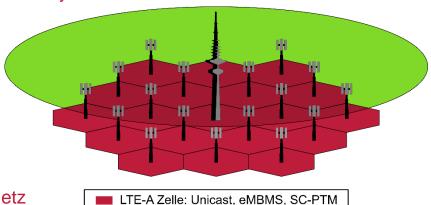
1 ExaByte = 1000 * 1000 * 1000 GByte, 10¹⁸ Byte





Warum Broadcast?

- Seit 2011 wurde am Institut für Nachrichtentechnik (IfN) der TU Braunschweig ein Tower Overlay over LTE-A+ (TOoL+) System entwickelt.
- Das TOoL+ System nutzt drei verschiedene Transmission-Layer:
 - Konventioneller LTE-A Unicast
 - "Broadcast" innerhalb der Mobilfunkzellen
 - Dedizierter Tower Overlay Broadcast über High Tower High Power (HTHP) als Downlink-Only-Übertragung
- Mehrere Sendetürme können zu einem Gleichwellennetz zusammengeschlossen werden.



Tower Overlay: Broadcast Services



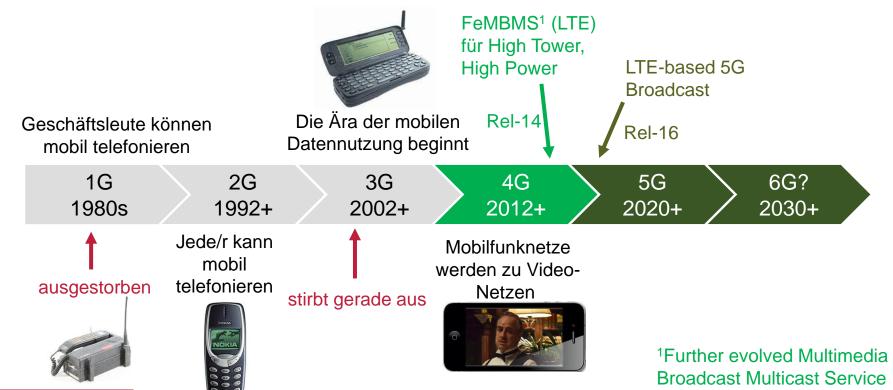


- 1. Warum Broadcast?
- 2. Die Entwicklung der Mobilfunkstandards
- 3. Feldversuche zu FeMBMS und LTE-basiertem 5G Broadcast
- 4. Broadcast mit 5G
- 5. 5G NR Broadcast an der TU Braunschweig
- 6. 5G NR Broadcast Feldversuch
- 7. DVB-I als Service-Layer
- 8. Zusammenfassung und Ausblick





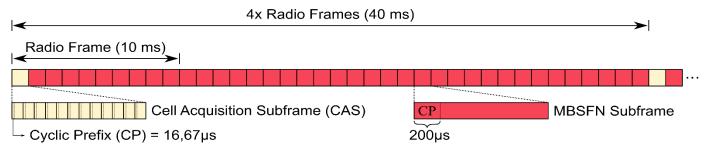
Die Entwicklung der Mobilfunkstandards







Die Entwicklung der Mobilfunkstandards – Von FeMBMS (Rel-14) zu LTE-basiertem 5G Broadcast (Rel-16)



cf. 3GPP TS 36.211

- Für die Multicast/Broadcast Single Frequency Network (MBSFN)-Subframes wurden neue OFDM-Numerologien eingeführt.
- Eine CP-Länge (T_{CP}) von 300 μs ermöglicht eine größere Intersite-Distance (ISD).
- Ein Subträgerabstand (Δf) von 2,5 kHz verringert die Störanfälligkeit bei Dopplerverschiebungen.

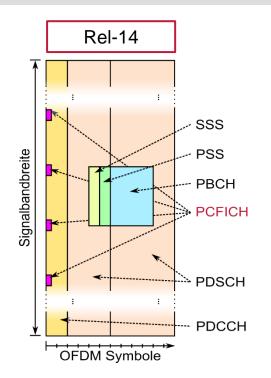
Subframe Typ	Δf (kHz)	T _{CP} (µs)	ISD (km)
CAS Rel-14/16	15	16,67	5
MBSFN	7,5	33,3	10
Rel-14	1,25	200	60
MBSFN	2,5	100	30
Rel-16	0,370	300	90

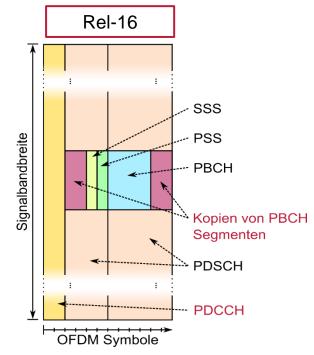




Die Entwicklung der Mobilfunkstandards – Von FeMBMS (Rel-14) zu LTE-basiertem 5G Broadcast (Rel-16)

- Der CAS enthält Synchronisierungssignale und Systeminformationen.
- Im CAS des Release 16:
 - werden die Informationen des PCFICH im PBCH übertragen.
 - werden Teile des PBCHs in zusätzliche OFDM-Symbole kopiert. Dadurch wird die Übertragung des PBCHs robuster.
 - stehen den einzelnen PDCCHs mehr Resourcen zur Verfügung, wodurch die Coderate gesenkt werden kann, und die Robustheit steigt.









- 1. Warum Broadcast?
- 2. Die Entwicklung der Mobilfunkstandards
- 3. Feldversuche zu FeMBMS und LTE-basiertem 5G Broadcast
- 4. Broadcast mit 5G
- 5. 5G NR Broadcast an der TU Braunschweig
- 6. 5G NR Broadcast Feldversuch
- 7. DVB-I als Service-Layer
- 8. Zusammenfassung und Ausblick





Feldversuche zu FeMBMS und LTE-basiertem 5G Broadcast

– 5G Media2Go

- Die Auswirkung der 3GPP Rel-16 Erweiterungen soll im Rahmen des Forschungsprojektes 5G Media2Go erprobt werden.
- Ein Ziel des Projektes besteht darin, zu untersuchen, ob und wie weit sich LTE-basierter 5G
 Broadcast eignet, um lineare Inhalte an schnell fahrende Empfänger zu übertragen.
- Zwei HTHP-Sender, unterstützt von einigen Kleinleistungssendern, senden lineare TV- und Radio-Programme in einem Gleichwellennetz aus.
- Zudem sollen die neu in Rel-17 eingeführten Bandbreitenoptionen getestet werden, die es erlauben, das Signal mit einer Bandbreite von 8 MHz auszustrahlen.
- Unter Verwendung von zwei IfN-Mobilempfängern testen wir die Mobilempfangbarkeit von Rel-14 und Rel-16 auch bei 8 MHz Bandbreite.

Projektpartner:



Deutsche Funkturm

KATHREIN















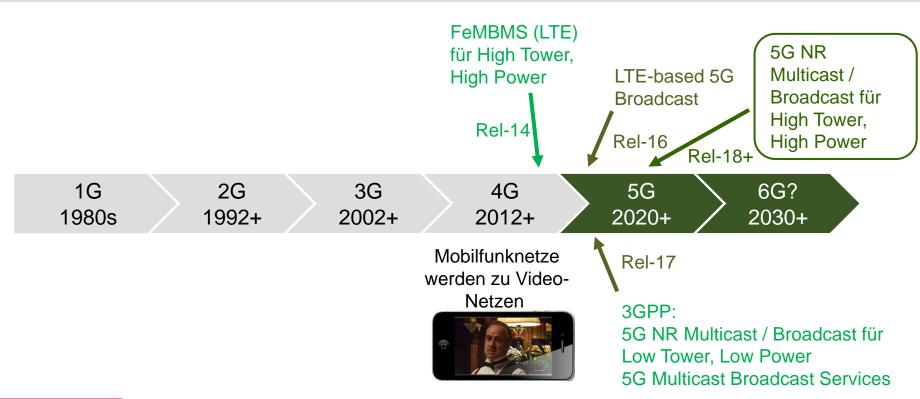


- 1. Warum Broadcast?
- 2. Die Entwicklung der Mobilfunkstandards
- 3. Feldversuche zu FeMBMS und LTE-basiertem 5G Broadcast
- 4. Broadcast mit 5G
- 5. 5G NR Broadcast an der TU Braunschweig
- 6. 5G NR Broadcast Feldversuch
- 7. DVB-I als Service-Layer
- 8. Zusammenfassung und Ausblick





Broadcast mit 5G New Radio (NR)







Broadcast mit 5G New Radio – Rel-17 Study Items / Work Items für Broadcast mit 5G NR

- Study Item / Work Item: 5G Multicast-Broadcast Services (5MBS)
 - Beschreibt Architekturverbesserungen für 5G-Multicast-Broadcast-Services (MBS) mit Fokus auf V2X und public-safety-Dienste.

- Work Item: NR Multicast-Broadcast Services (NR_MBS)
 - Beschränkt auf die in NR bereits vorhandenen Numerologien (Subträgerabstand >15 kHz) und Physikalischen Kanäle (PDCCH/PDSCH).
 - > Ermöglicht keine Gleichwellennetze und kein Downlink-Only.
 - > 5G NR Mixed-Mode Multicast für Low Tower Low Power (LTLP).





- 1. Warum Broadcast?
- 2. Die Entwicklung der Mobilfunkstandards
- 3. Feldversuche zu FeMBMS und LTE-basiertem 5G Broadcast
- 4. Broadcast mit 5G
- 5. 5G NR Broadcast an der TU Braunschweig
- 6. 5G NR Broadcast Feldversuch
- 7. DVB-I als Service-Layer
- 8. Zusammenfassung und Ausblick





5G NR Broadcast an der TU Braunschweig

- Während ein 5G-NR-basierter Broadcast-Modus für HTHP Infrastrukturen in 3GPP noch nicht diskutiert wird, haben wir einen entsprechenden Modus entwickelt, mittels unseres IfN Generic Software Defined Radio Toolkit realisiert und erproben ihn in einem Feldtest.
- Die Realisierung dieses Modus erfordert einige Ergänzungen zum aktuellen 3GPP-Standard:
 - Erweiterte NR-Numerologien mit Unterstützung längerer Schutzintervalldauern
 - Kein Numerologie-Wechsel zwischen Signalisierung und Nutzdaten
 - Angepasste Synchronisation und Signalisierung
 - Definition eines NR Physical Multicast Channels (PMCH)
 - Gleichwellennetz-Unterstützung
 - · ..



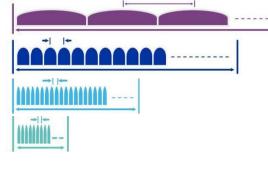


5G NR Broadcast an der TU Braunschweig – Erweiterte Numerologien

Zur Realisierung von Zellabständen über 1,4 km hinaus müssen längere Cyclic-Prefix-Dauern (T_{CP}) mit entsprechend kleineren Subträgerabständen (∆f) definiert werden.

Ar	nwendung	Frequenzbereich	Δf (kHz)	T _{CP} (µs)	ISD (km)	Bildque
mmWave & Indoor	FR2: 24,25 GHz – 52,6 GHz	120	0,59	0,170		
		60	1,69 / 4,17	0,5 / 1,25		
Small cells & Macro cells	FR1: 410 MHz – 7,125 GHz	30	2,34	0,7		
		15	4,69	1,4		
HTHP Broadcast	FR1 BC: 410 MHz – 800 MHz	2,5	100	30		
		1,25	200	60		
		0,375	666,67	200		

Bildquelle: Qualcomm, Making 5G NR a reality



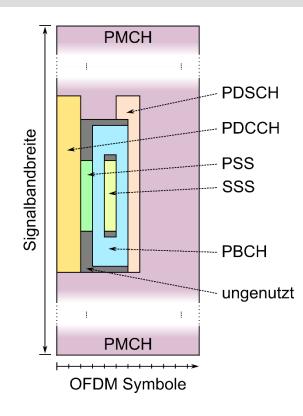
cf. 3GPP TS 38.101-1





5G NR Broadcast an der TU Braunschweig – Synchronisation und Signalisierung

- 3GPP Rel-15 NR unterstützt bereits die Übertragung der Synchronisations- und Signalisierungsdaten auf mehreren Subträgerabständen.
 - Das vorgeschlagene System kann diese Daten auch auf den neu definierten Subträgerabständen übertragen.
- Ein leicht angepasster Master Information Block (MIB-MBS) unterstützt die neuen Subträgerabstände und den dedizierten Downlink-Only Modus.
- Für die Broadcast-spezifische Signalisierung wurde ein System Information Block (SIB-MBS) eingeführt.
- Nutzdaten werden über den neu eingeführten PMCH übertragen, der auf der Spezifikation des PDSCHs aufbaut.
 - Der PMCH unterstützt z.B. längere LDPC-Codewörter.







- 1. Warum Broadcast?
- 2. Die Entwicklung der Mobilfunkstandards
- 3. Feldversuche zu FeMBMS und LTE-basiertem 5G Broadcast
- 4. Broadcast mit 5G
- 5. 5G NR Broadcast an der TU Braunschweig
- 6. 5G NR Broadcast Feldversuch
- 7. DVB-I als Service-Layer
- 8. Zusammenfassung und Ausblick



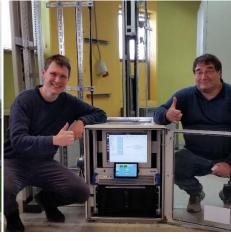


5G NR Broadcast Feldversuch im Rahmen des Projektes "5G-Reallabor in der Mobilitätsregion Braunschweig-Wolfsburg"

- Das Signal wird seit Juni 2021 von einem Fernmeldeturm bei Braunschweig ausgesendet.
- Ausgangsleistung: 1,4 kW (EIRP)
- Frequenz:554 MHz
- Bandbreiten:5 / 8 MHz









Konsortium













Unterstützt vom







5G NR Broadcast Feldversuch – Messempfänger

- Bei Messungen in Braunschweig wird die Empfangbarkeit von Diensten mit unterschiedlichem Robustheitsgrad untersucht.
- 5G New Radio Broadcast ist auch für die Übermittlung von Emergency-Warning-Nachrichten geeignet.





5G NR Broadcast Feldversuch – Mobile Messungen







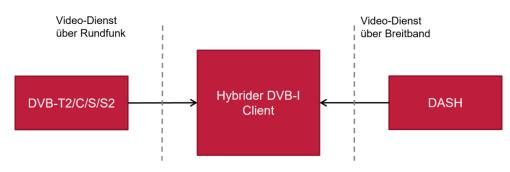
- 1. Warum Broadcast?
- 2. Die Entwicklung der Mobilfunkstandards
- 3. Feldversuche zu FeMBMS und LTE-basiertem 5G Broadcast
- 4. Broadcast mit 5G
- 5. 5G NR Broadcast an der TU Braunschweig
- 6. 5G NR Broadcast Feldversuch
- 7. DVB-I als Service-Layer
- 8. Zusammenfassung und Ausblick





DVB-I als Service-Layer Kurzer Überblick zu DVB-I

- Die Nachfrage nach Video-on-Demand oder Live-Video über Internet-fähige Endgeräte steigt.
- Die Anzahl der deutschen Haushalte, die ausschließlich Over-The-Top-Streaming nutzen, hat sich seit 2018 verzehnfacht und liegt derzeit bereits bei 1,8 Millionen.
- Seit Mitte 2019 hat sich das Digital Video Broadcasting (DVB) Projekt das Ziel gesetzt, mittels des Standards DVB-I (Internet) Video-Dienste in einer standardisierten Art und Weise über das Internet bereitzustellen.
- Im DVB-I Standard sind Metadaten und Prozeduren definiert, um lineare TV-Dienste, die über herkömmlichen Rundfunk oder Breitband übertragen werden, in einem Schnittpunkt zusammenzuführen.







DVB-I als Service-Layer Zusammenspiel der Standards

- Der DVB-I Standard spezifiziert die Bereitstellung von Service-Listen und des Electronic Program Guides.
- Obwohl ebenfalls die Einbindung von DVB-Rundfunkdiensten definiert ist, ist die Rundfunk-Übertragung mittels eines 3GPP-basierten Standards im DVB-I Standard nicht enthalten.
- Erste kommerzielle Anforderungen für DVB-I als ein Service-Layer für 5G wurden durch das DVB Commercial Module im Juli 2021 definiert.
- Hierbei wird ebenfalls ein 3GPP-basierter Rundfunkmodus in Betracht gezogen, um mobile Endgeräte mit Medieninhalten zu versorgen.
- An der TU Braunschweig wird die Einbindung eines FeMBMS-Rundfunksignals in einen DVB-I Reference Client erprobt.
- Die Einbindung einer 5G-NR-basierten Rundfunklösung ist für die nahe Zukunft geplant.





- 1. Warum Broadcast?
- 2. Die Entwicklung der Mobilfunkstandards
- 3. Feldversuche zu FeMBMS und LTE-basiertem 5G Broadcast
- 4. Broadcast mit 5G
- 5. 5G NR Broadcast an der TU Braunschweig
- 6. 5G NR Broadcast Feldversuch
- 7. DVB-I als Service-Layer
- 8. Zusammenfassung und Ausblick





Zusammenfassung und Ausblick

- Am IfN arbeiten wir seit 2011 an Broadcast über Mobilfunknetze.
- 2017 wurde in dem 3GPP Rel-14 mit FeMBMS erstmalig ein dedizierter Broadcastmodus in den Mobilfunkstandards aufgenommen.
- Die Erweiterungen von FeMBMS in Rel-16 ermöglichen eine robustere Übertragung und größere Reichweiten. Die Leistungsfähigkeit evaluieren wir zurzeit in dem Feldversucht 5G Media2Go.
- 5G NR unterstützt momentan nur Unicast-Übertragungen. Der in 3GPP Rel-17 eingeführte Multicast-Modus ist nur für LTLP-Übertragungen geeignet.
- An der TU Braunschweig haben wir einen auf 5G-NR-basierenden HTHP Broadcast Modus im Vorgriff zu 3GPP entwickelt und mittels Software Defined Radio umgesetzt.
- In einem Feldtest werden die hierfür eingeführten Modifikationen evaluiert.
- Durch DVB-I ist ein einheitliches Vorgehen geschaffen, um Dienste über Rundfunk und Breitband in einem Schnittpunkt zusammenzuführen.
- DVB-I als Service-Layer f
 ür 3GPP-basierte Rundfunkmodi kann über mobile Endger
 ähnliches Erlebnis bieten.





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

Jonas von Beöczy von-beoeczy@ifn.ing.tu-bs.de

Lucca Richter richter@ifn.ing.tu-bs.de



