



Technische
Universität
Braunschweig



Institut für Nachrichtentechnik



DVB-T2: Optionen für Deutschland

15. ITG-Fachtagung für Elektronische Medien, Dortmund 2013

Mariem Slimani, Jörg Robert, Peter Schlegel, Jan Zöllner, 26.02.2013

Gliederung

1. Motivation
2. Modellversuch DVB-T2 in Norddeutschland
3. Untersuchung des mobilen DVB-T2-Empfangs
4. DVB-T2-Parameterempfehlungen
5. Zusammenfassung



Motivation I / II

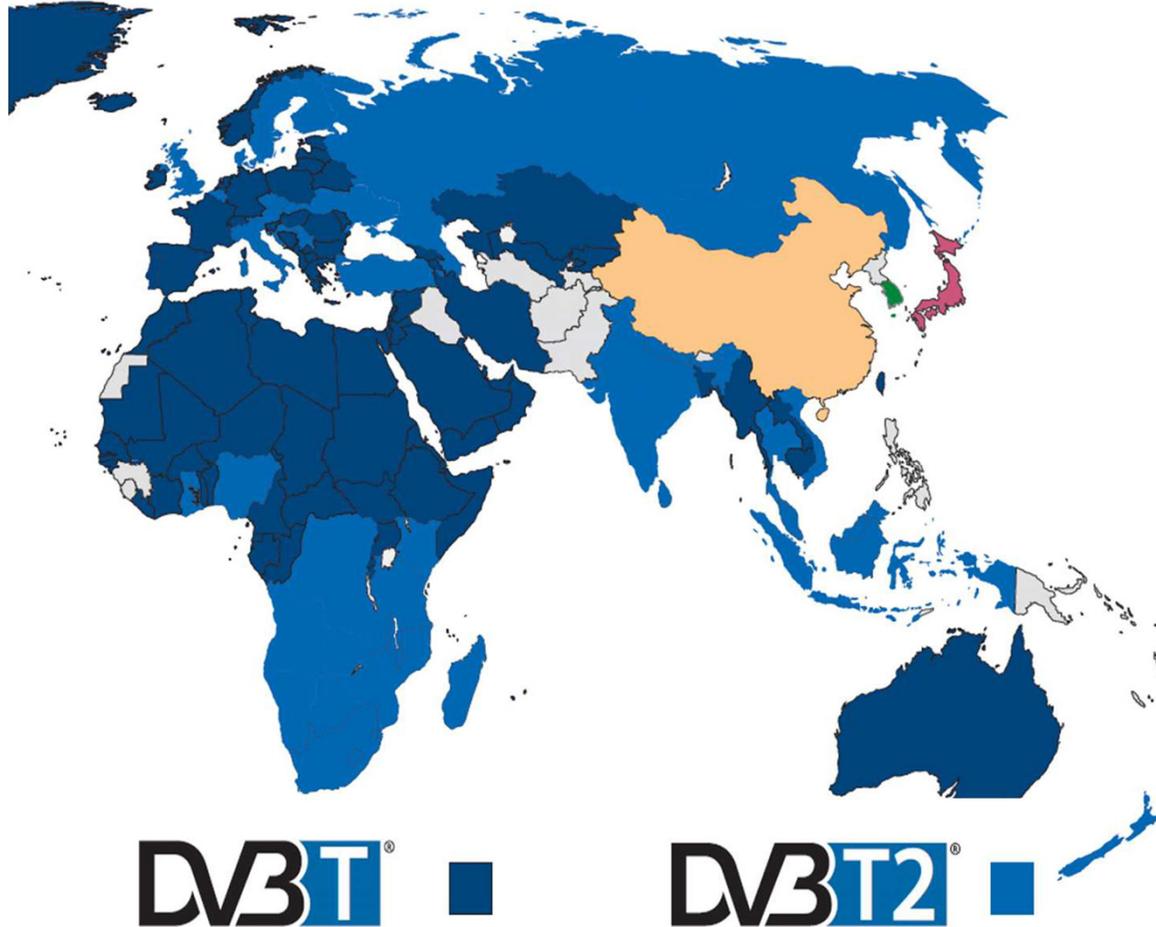
- **DVB-T** war in Europa und vielen anderen Ländern der Welt ein **großer Erfolg**
- **12,5%** der deutschen TV-Haushalte nutzen DVB-T
- Ca. **1 Million** Fahrzeuge sind mit **DVB-T-Empfängern** ausgestattet
- Das Nachfolgesystem DVB-T2 wurde im Juni 2008 fertig gestellt
- Einige Merkmale von DVB-T2:
 - Erweiterung der OFDM-Varianten, z. B. FFT-Größen: 1k, 2k, 4k, 8k, **16k** und **32k**
 - Verwendung eines **leistungsfähigeren** Fehlerschutzes: **LDPC-Code**
 - QAM-Konstellationen bis zu **256-QAM**

The logo for DVB-T, featuring the letters 'DVB' in black and 'T' in white on a blue background, with a registered trademark symbol.The logo for DVB-T2, featuring the letters 'DVB' in black and 'T2' in white on a blue background, with a registered trademark symbol.

Motivation II / II

- Innovative Algorithmen:
 - **M-PLP** (Multiple Physical Layer Pipes): Aufteilung eines Datenstroms in mehrere Teilströme (PLPs). Jede PLP hat ihre **eigene Robustheit**
 - **Rotated Constellations**: Drehung des Konstellationsdiagramms und getrennte Übertragung der I- und Q-Komponente
 - **Time Interleaver**: Verteilung der zu übertragenden QAM-Symbole über einen langen Zeitbereich
 - **MISO** (Multiple Input Single Output): Sender-Diversität
 - ...

Digitales terrestrisches Fernsehen in der Welt



- DVB-T2 in anderen Ländern: HDTV-Übertragung an **stationäre** Empfänger
- **Deutschland:** Untersuchung der **mobilen** und **portablen** Leistungsfähigkeit von DVB-T2

Modellversuch DVB-T2 in Norddeutschland



- Der Modellversuch startete im August 2009 und endete im Juli 2012
- Der DVB-T2-Feldversuch fand in der Region südlich von Hamburg statt
- Im Versuchsgebiet **testeten wir die Leistungsmerkmale** von DVB-T2-Konfigurationen, die für Deutschland interessant waren
- Und wir versuchten, eine mögliche **Einführungsstrategie** für Deutschland zu definieren

Gliederung

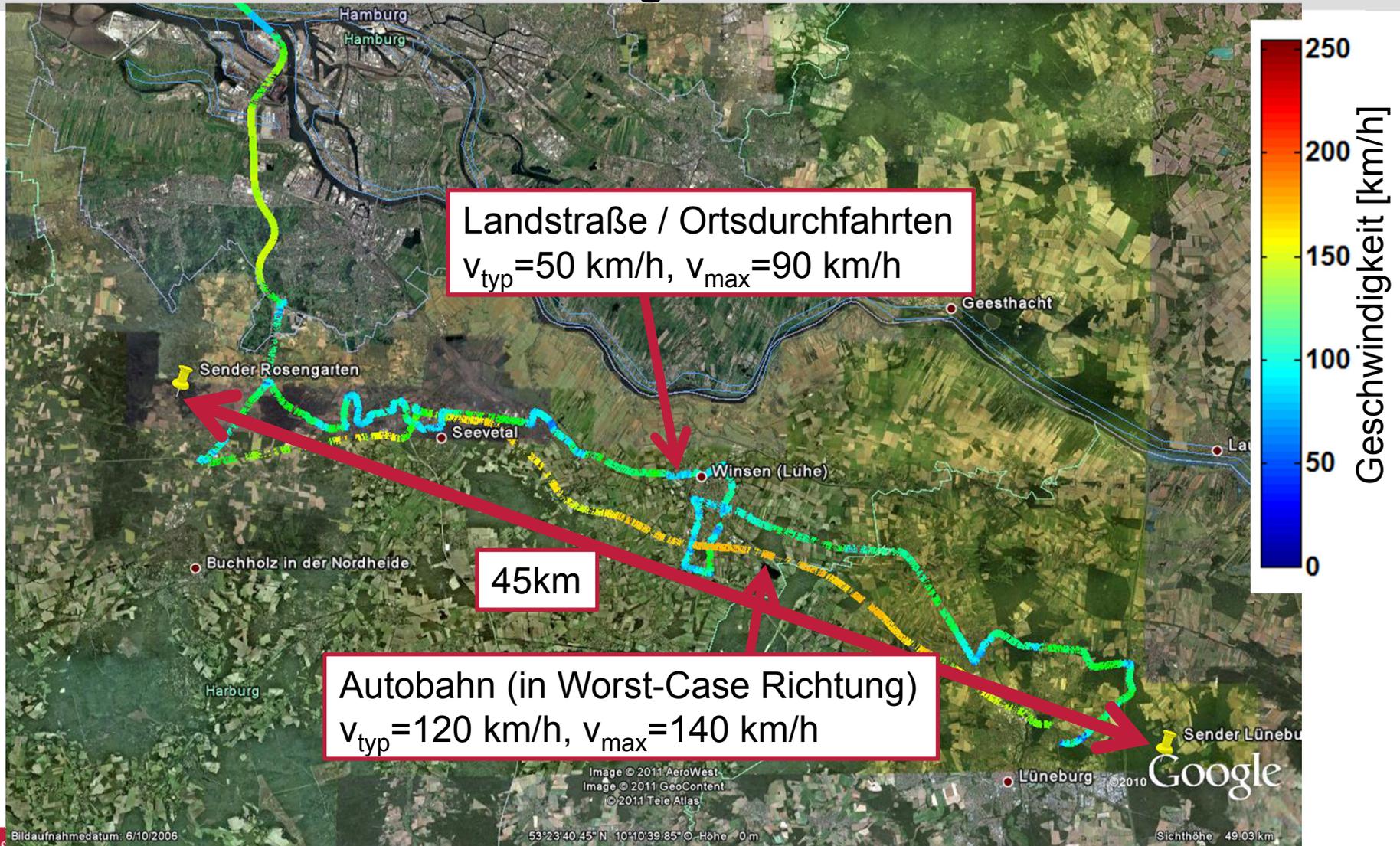
1. Motivation
2. Modellversuch DVB-T2 in Norddeutschland
- 3. Untersuchung des mobilen DVB-T2-Empfangs**
 - Durchführung
 - Getestete DVB-T2-Modi
 - Wichtige Ergebnisse
4. DVB-T2-Parameterempfehlungen
5. Zusammenfassung



Durchführung der Messungen zum mobilen Empfang

- **Umfangreiche** Messungen zur Untersuchung des mobilen DVB-T2-Empfangs wurden vom IfN zusammen mit dem NDR durchgeführt
 - Insgesamt wurde eine Strecke von ca. **1600 km** zurückgelegt
 - Ein Datenvolumen von mehreren **TeraByte** wurde aufgezeichnet
- Für die Untersuchung des Mobilempfangs waren keine Messempfänger auf dem Weltmarkt verfügbar
 - ➔ **IfN hat einen Software-basierten DVB-T2-Empfänger** entwickelt. Er wurde für den hoch-mobilen Empfang optimiert
(Poster + Live Demo: Laufzeitoptimierung eines SDR-DVB-T2-Messempfängers (Daniel Rother))

Messrouten und Geschwindigkeiten



Bildaufnahmedatum: 6/10/2006



Technische
Universität
Braunschweig

26.02.2013 | Mariem Slimani | DVB-T2: Optionen für Deutschland | 9/20

Linien nur aufgrund der Darstellung unterbrochen



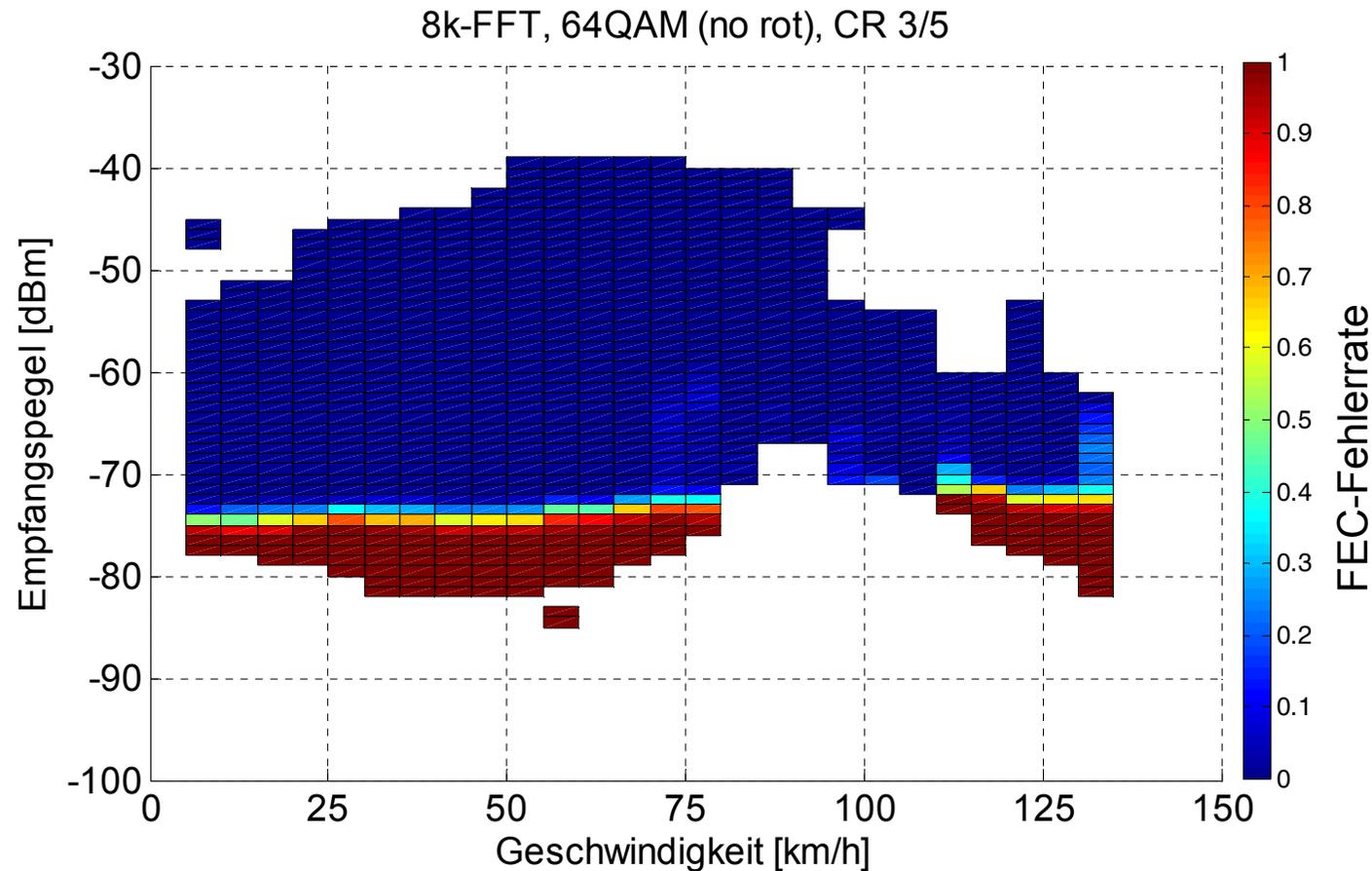
Institut für Nachrichtentechnik

Getestete DVB-T2-Modi

Modus-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
FFT-Größe	8k	8k	16k	16k	16k	16k	16k	8k	8k	16k	32k	16k	16k	16k	32k	32k
Guard Intervall	1/4	1/4	19/128	19/128	19/128	19/128	19/128	19/128	1/4	19/128	1/16	19/128	19/128	19/128	1/16	1/16
Pilot Pattern	PP1	PP1	PP2	PP3	PP3	PP3	PP3	PP2	PP1	PP2						
QAM-Modulation	16-QAM	64-QAM	64-QAM	256-QAM	64-QAM	256-QAM	64-QAM	16-QAM	64-QAM	64-QAM	64-QAM	16-QAM	16-QAM	64-QAM	64-QAM	16-QAM
FEC-Code-rate	3/5	2/3	2/3	1/2	3/4	3/5	2/3	1/2	3/5	3/5	2/3	2/3	3/4	1/2	3/4	1/2

- Gruppierung in M-PLP-Gruppen: **6 SISO-** und **5 MISO-**M-PLP-Gruppen
- Durch den Einsatz von M-PLP konnten verschiedene Parametersätze **gleichzeitig** gemessen und miteinander **verglichen** werden

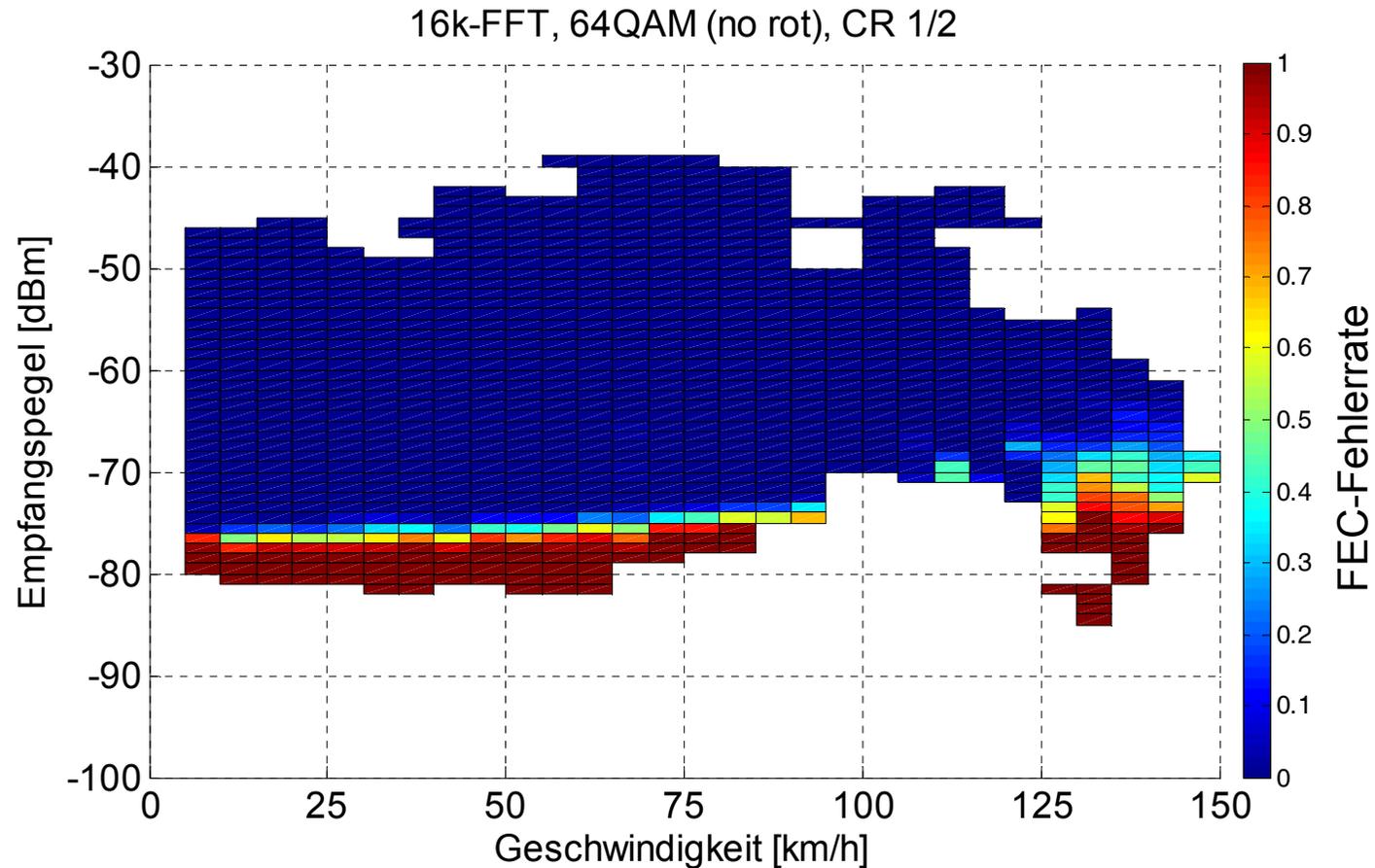
Ergebnisse der Mobilmessungen I (I): Einfluss der FFT-Größe bei 64-QAM, 8k-FFT



FEC-Fehlerrate in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit und vom Empfangspegel



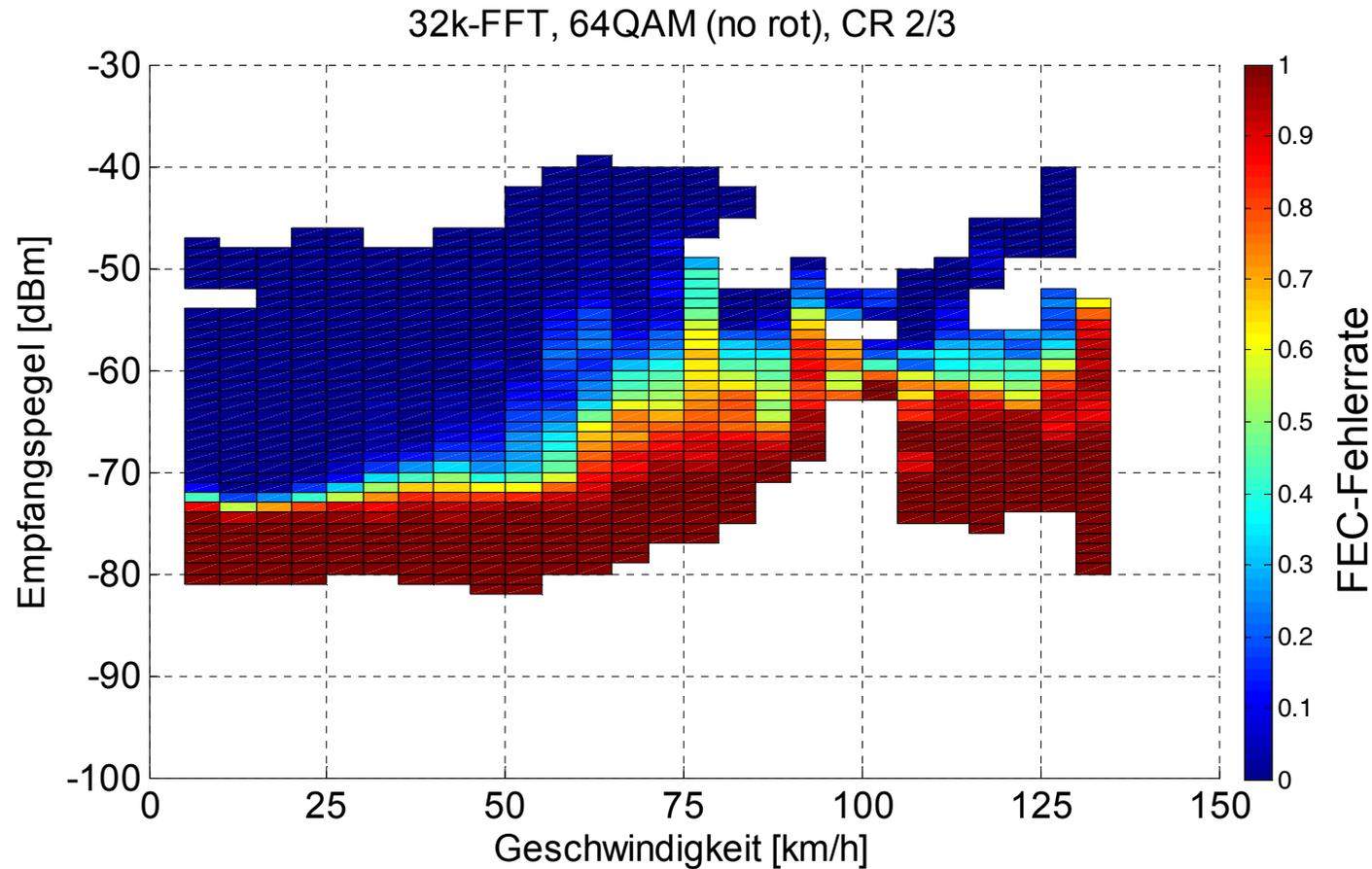
Ergebnisse der Mobilmessungen I (II): Einfluss der FFT-Größe bei 64-QAM, 16k-FFT



FEC-Fehlerrate in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit und vom Empfangspegel



Ergebnisse der Mobilmessungen I (III): Einfluss der FFT-Größe bei 64-QAM, 32k-FFT

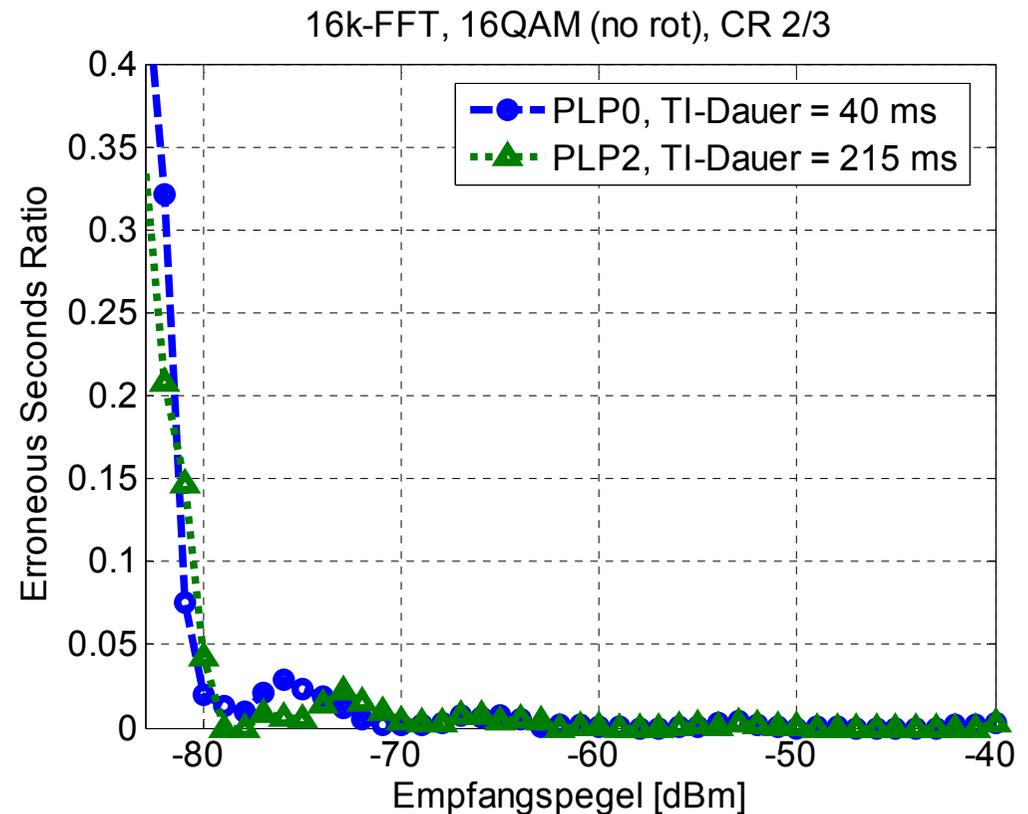


FEC-Fehlerrate in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit und vom Empfangspegel



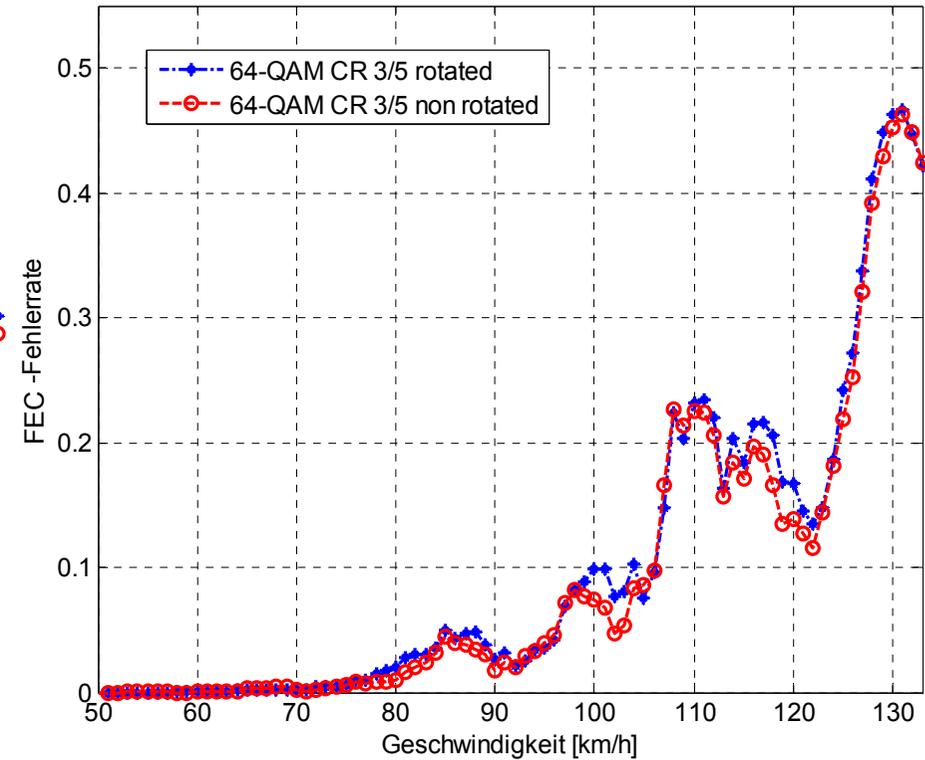
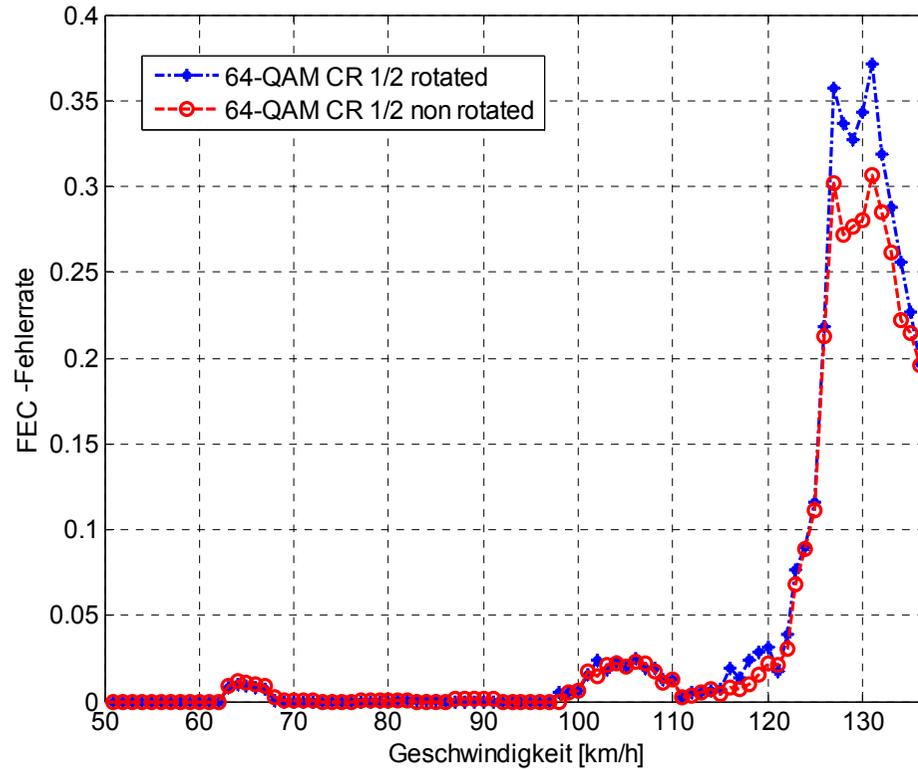
Ergebnisse der Mobilmessungen II: Einfluss des Time Interleavers

- 2 PLPs mit identischen Parameter-Konfigurationen, aber mit unterschiedlicher Time-Interleaver-Dauer
- Beide PLPs wurden **gleichzeitig** getestet (dieselbe M-PLP-Gruppe)
- **Kein** deutlicher **Unterschied** zwischen den beiden Modi
- Die TI-Dauer von 40ms war ausreichend und entstandene Kanaleinbrüche konnten schnell durchfahren werden



Erroneous Seconds Ratio (ESR) in Abhängigkeit vom Empfangspegel

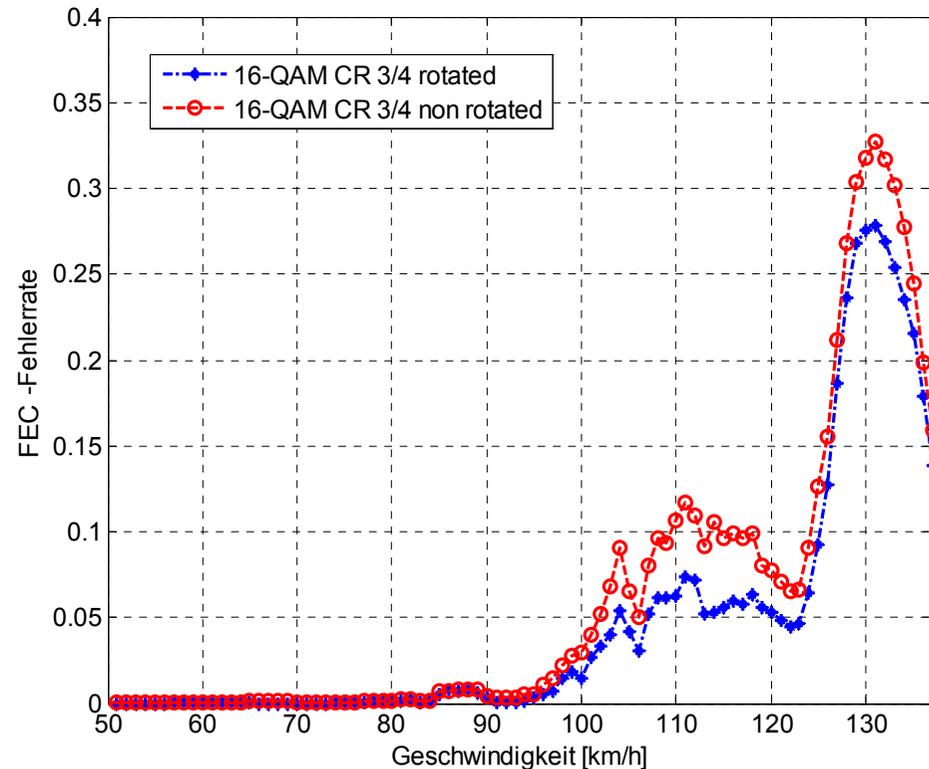
Ergebnisse der Mobilmessungen III (I): Einfluss der Rotated Constellations



- Rotated Constellations zeigen bei beiden Parameter-Konfigurationen **keinen Gewinn**
- Bei hohen Geschwindigkeiten ist ein Verlust durch Rotated Constellations zu erkennen

Ergebnisse der Mobilmessungen III (II): Einfluss der Rotated Constellations

- Rotated Constellations zeigten bei suboptimalen Parametern (hohe Coderate + niedrige QAM, hier 16-QAM CR 3/4) einen Gewinn
- Die Untersuchungen zeigten, dass 64-QAM CR 1/2 deutlich bessere Leistung liefert
- Weitere Ergebnisse:
 - Feldmessungen zeigten **keinen überzeugenden MISO-Gewinn**. Ein kleiner effektiver Gewinn war im Kern-SFN vorhanden, jedoch wurde der mit einem Verlust im restlichen Bereich erkauft.



DVB-T2-Parameter für eine Einführung in Deutschland

- Folgende DVB-T2-Parameter wurden für Deutschland vorgeschlagen:
 - **Portabler** Empfang: **32k-FFT**, GI 1/16, PP4, QAM/FEC bis zu 64-QAM CR 3/4 (C/N=19,7dB)
 - **Mobiler** Empfang mit **niedriger** Geschwindigkeit (Dopplerfrequenz $\leq 30\text{Hz}$):
 - **Hohe Datenrate**: **32k-FFT**, GI 1/16, PP4, QAM/FEC bis zu 64-QAM CR 1/2 (C/N=22dB)
 - **Hohe Robustheit**: **16k-FFT**, GI 19/128, PP2, QAM/FEC bis zu 64-QAM CR 3/4 (C/N=22dB)
 - **Mobiler** Empfang mit **hoher** Geschwindigkeit (Dopplerfrequenz $\leq 80\text{Hz}$): **16k-FFT**, GI 19/128, PP2, QAM/FEC bis zu 64-QAM CR 3/5 (C/N=24,4dB)



Getroffene Annahmen

- Bezüglich der Audio-Codierung wird von **MPEG-4 High Efficiency AAC plus** oder im Falle von Mehrkanalton von **Dolby Digital** ausgegangen
 - SDTV-Bildqualität: **ein Stereo**-Audiosignal
 - SDTV+-Bildqualität: **zwei Stereo**-Audiosignale
 - HDTV-Bildqualität: **Mehrkanalton**
- Bezüglich der Video-Codierung wird von **H.264/AVC MPEG-4 part 10** ausgegangen
- **Teletext** wird angeboten
- **HbbTV** wird unterstützt

Erarbeitete Dienste-Szenarien

- Dienste-Szenario 1: Adressiert werden **portable und mobile Endgeräte** mit **SDTV-** Bildqualität. Vorgeschlagene DVB-T2-Parameter-Kombination ist 16k-FFT, 16-QAM CR 3/5. Die resultierende Datenrate reicht zur Übertragung von **7 bis 8 SDTV-Programmen** in einem Multiplex aus.
- Dienste-Szenario 2: Adressiert werden **stationäre, portable und mobile Endgeräte** mit **SDTV+-** Bildqualität. Vorgeschlagene DVB-T2-Parameter-Kombination ist 16k-FFT, 64-QAM CR 3/5. Die resultierende Datenrate reicht zur Übertragung von **7 bis 8 SDTV+-** Programmen in einem Multiplex aus.
- Dienste-Szenario 3: Adressiert werden **primär stationäre HDTV-fähige Endgeräte** mit HDTV-Bildqualität. Vorgeschlagene DVB-T2-Parameter-Kombination ist 32k-FFT, 64-QAM CR 2/3. Die resultierende Datenrate reicht zur Übertragung von **3 bis 4 HDTV-Programmen** in einem Multiplex aus.

Zusammenfassung

- Ein Schwerpunkt des „Modellversuchs DVB-T2 in Norddeutschland“ war die Untersuchung der Leistungsfähigkeit von DVB-T2 beim **mobilen** und portablen Empfang
- Im Versuchsgebiet wurden zahlreiche Messungen durchgeführt
- Die Messdaten beim Mobilempfang wurden mit Hilfe eines am IfN entwickelten **Software-basierten DVB-T2-Messempfängers** decodiert und ausgewertet, der speziell für den Mobilempfang optimiert wurde
- Aus den Messungen resultierten viele Erkenntnisse, z. B.:
 - Die hohen FFT-Modi funktionierten beim Mobilempfang **überraschend gut!** (32k-FFT bis Dopplerfrequenz $\leq 30\text{Hz}$, 16k-FFT bis Dopplerfrequenz $\leq 80\text{Hz}$)
 - MISO und Rotated Constellations wiesen **keine Vorteile** für die getesteten Parameter auf

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

Dipl.-Ing. Mariem Slimani

slimani@ifn.ing.tu-bs.de



Technische
Universität
Braunschweig



Institut für Nachrichtentechnik