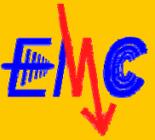


TUHH
Technische Universität Hamburg-Harburg



Konzept, Bewertung und Realisierung der drahtlosen Vernetzung von Modulen

Tobias Pilsak, Jan Luiken ter Haseborg

Technische Universität Hamburg-Harburg
Institut für Messtechnik und EMV
Harburger Schloßstraße 20 - 21079 Hamburg-Harburg

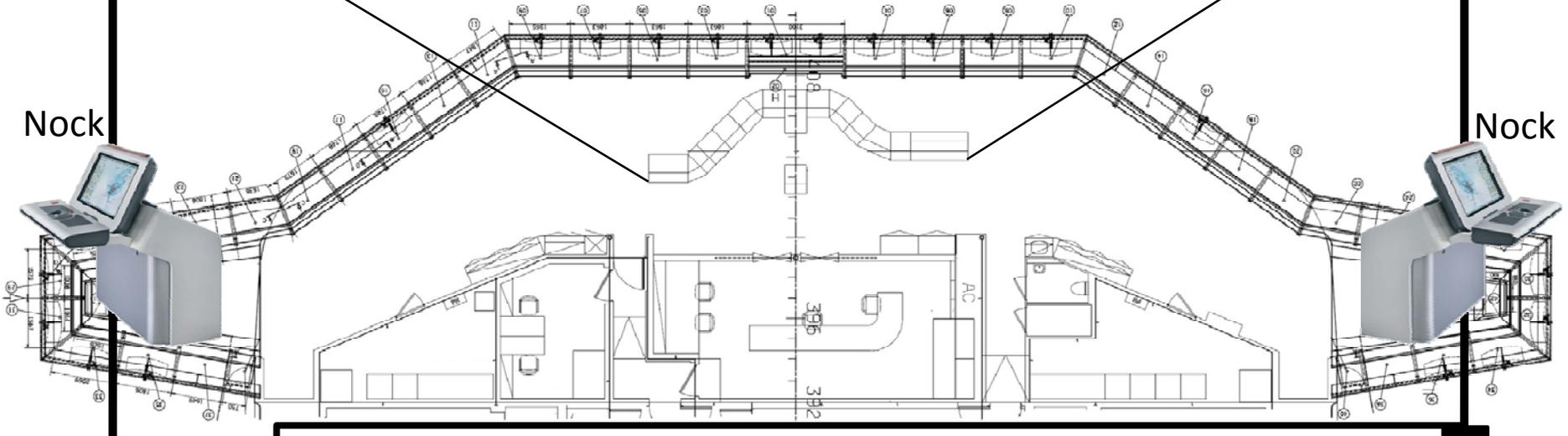
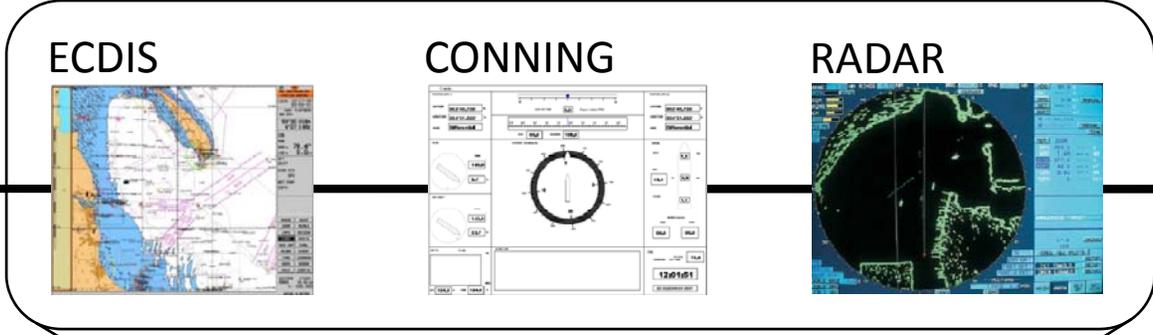
Gliederung



- Einleitung
- Anforderungen an das drahtlose Netz
- Planungsmethoden für drahtlose Netze
- Elektromagnetische Verträglichkeit
 - Störaussendung
 - Störfestigkeit
- Redundanzkonzept
- Realisierung der drahtlosen Vernetzung
 - Beitrag zum DGON-Bridge Demonstrator
 - Felderprobung auf der AIDA Luna
- Zusammenfassung



Einleitung



AIS

Verkabelung:

Stand der Technik: Ethernet (RG 58 oder CAT 5)
etwa 150 Meter Kabellänge

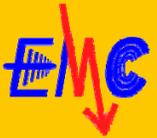
Erweiterungen: Redundanz (Ring oder Parallel)
bis zu 300 Meter
Kabellänge

Einleitung

Vernetzung von Modulen führt zu hohem Verkabelungs- und Planungsaufwand



Ziel ist die Erweiterung des Netzwerkes um eine drahtlose und redundante Datenübertragung zur Anbindung von Modulen.



Anforderungen an das drahtlose Netzwerk

Übertragung von Navigationsdaten
Übertragung von Alarmen soll möglich sein
Übertragung von Radarbildern soll möglich sein

} Datenrate von etwa 3 bis 4 Mbit/s

Weltweit lizenzfreies Frequenzband
Standardkomponenten



Funktechnologien am Markt:



Datenraten von bis zu 2,1 Mbit/s



Datenraten von bis zu 250 kbit/s



Datenraten von bis zu 54 Mbit/s mit IEEE 802.11g

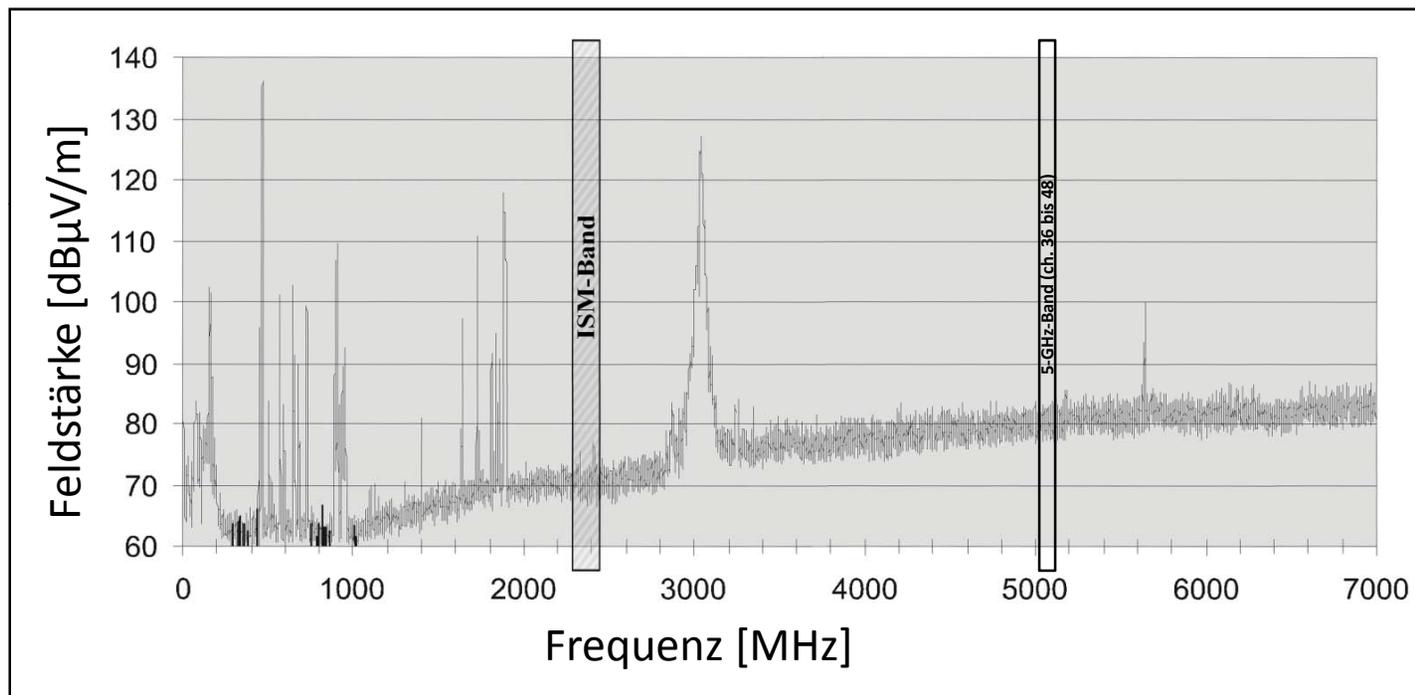


Planungsmethoden für drahtlose Netze



	Spektrale Messung	Funkplanung durch Simulation	Versorgungsmessung
Vorteile	Interferenzerkennung, nur auf Frequenz beschränkte Funkkanalanalyse	Versorgungsanalyse am Schreibtisch, Anpassungen möglich, Ausleuchtung durch versch. Antennentypen und Orientierungen	Einfache und zum Teil kostenfreie Analysetools, einfache Bedienung (Linktests)
Nachteile	Kostenintensive Messtechnik, große Erfahrungswerte bei der Bedienung und Auswertung	Kostenintensive Software; große Erfahrungswerte in der Festlegung von freien Parametern	Zeitaufwendige Analyse, jeder Standard muss separat betrachtet werden, jeder Punkt muss einzeln vermessen werden

Das Spektrum wurde an unterschiedlichen Positionen auf der Schiffsbrücke vermessen.



Ergebnis: Das 2,4-GHz-ISM-Band und das 5-GHz-Band werden nicht gestört.

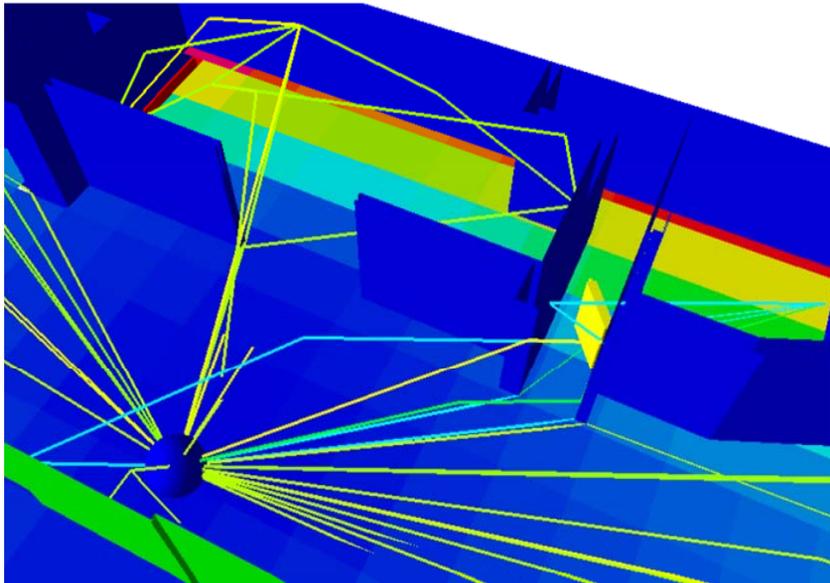
Spektrale Messung

Versorgungssimulation

Versorgungsmessung

- Beschreibung und Lösung des Problemes mit den Wellengleichungen nicht sinnvoll
- Abmessung der betrachteten Brücke: 37 x 9 x 3 m

Versorgungssimulation mit Hilfe eines Ray-Tracer Algorithmus.



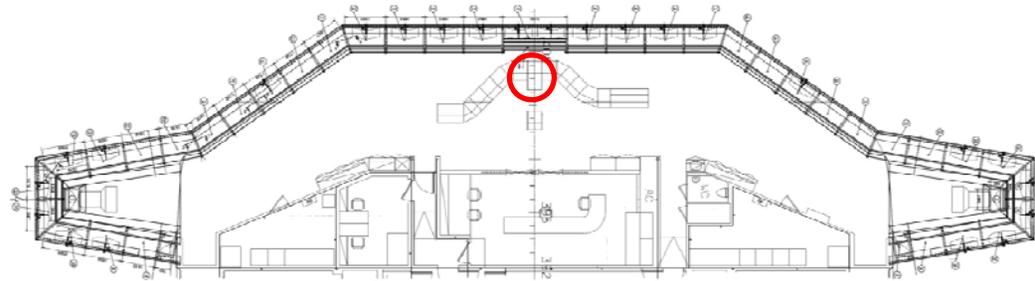
- Elektromagnetische Welle breitet sich im Raum aus
- Trifft diese auf Gegenstände, so kommt es zu Reflexionen und Transmissionen

Physikalische Effekte:

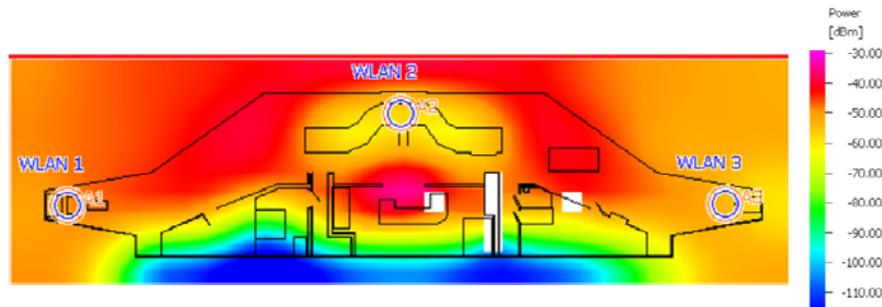
- Reflexion
- Transmission
- Beugung

Die erreichbare Feldstärke und Datenrate an allen Punkten der Brücke ist von Interesse.

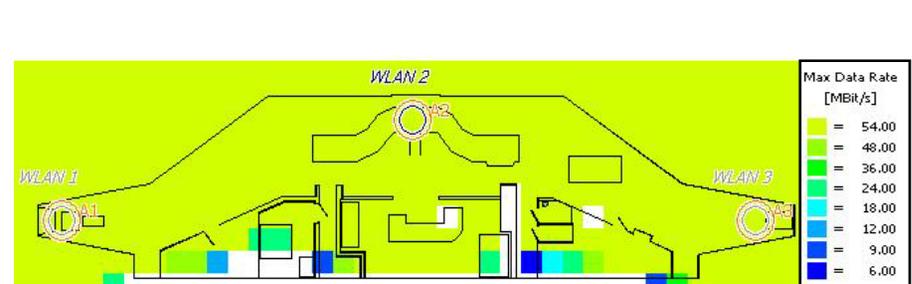
- IEEE 802.11g
- maximale Datenrate: 54 Mbit/s
- 100 mW (20 dBm EIRP)
- WLAN Sender an markierter Stelle



Feldstärken in 80 cm Höhe:



Maximale Datenrate in 80 cm Höhe:

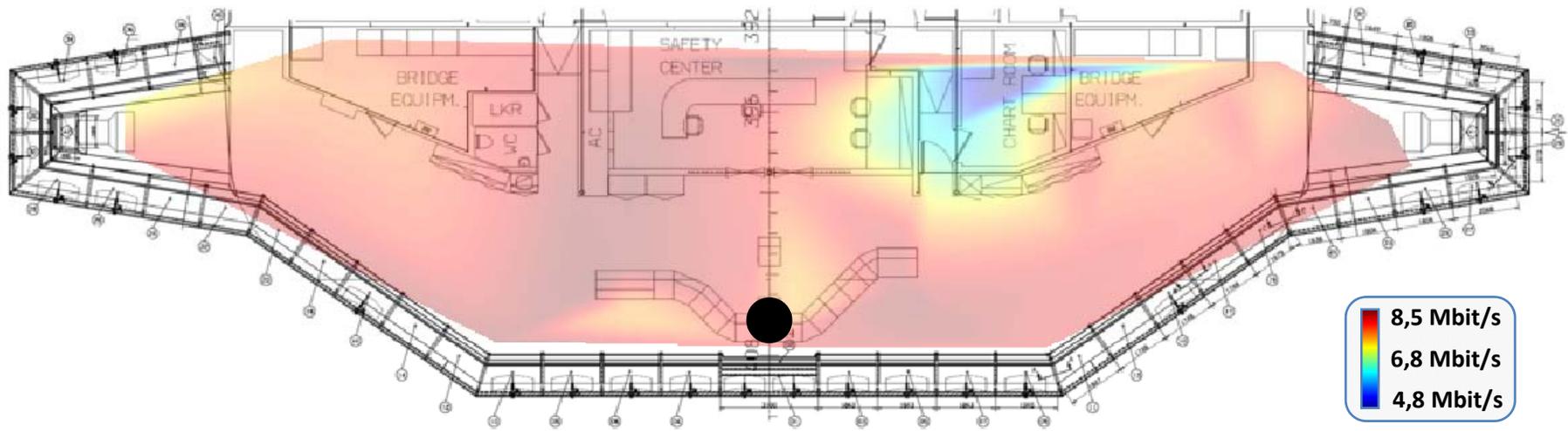




Spektrale Messung

Versorgungssimulation

Versorgungsmessung



IEEE 802.11b – Standart
maximale Datenrate 11 Mbit/s
Referenzpunkt: ●
Messhöhe: 1 Meter

Gute Abdeckung mit einem WLAN Transmitter!
Simulation und Messung sind schlüssig!

„Die EMV ist die Fähigkeit einer elektrischen Einrichtung, in ihrer elektromagnetischen Umgebung zufriedenstellend zu funktionieren, ohne diese Umgebung, zu der auch andere Einrichtungen gehören, unzulässig zu beeinflussen.“



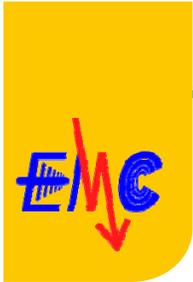
Was bedeutet dies für wireless LAN auf der Schiffsbrücke?

1. Stört wireless LAN andere Systeme unzulässig?



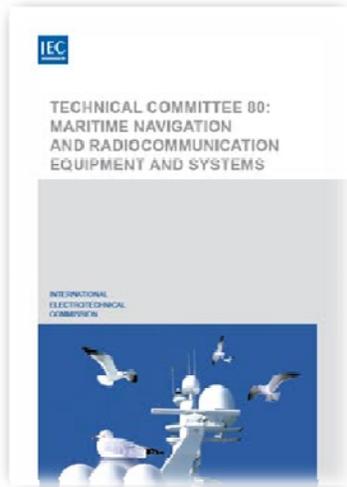
2. Wird wireless LAN durch andere Systeme unzulässig gestört?





Störaussendung

Störfestigkeit



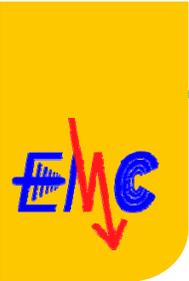
IEC 60945

Jedes technische Gerät auf der Brücke, z.B. Navigations-elektronik, muss auf seine Störfestigkeit untersucht werden. Die IEC 60945 beschreibt hierfür Testverfahren im Bereich von 80 MHz bis 2 GHz.

IEC 60945	
80 MHz – 2 GHz	10 V/m
2,4-GHz-ISM-Band	? V/m

Welche Feldstärken treten an und in der Konsole auf?

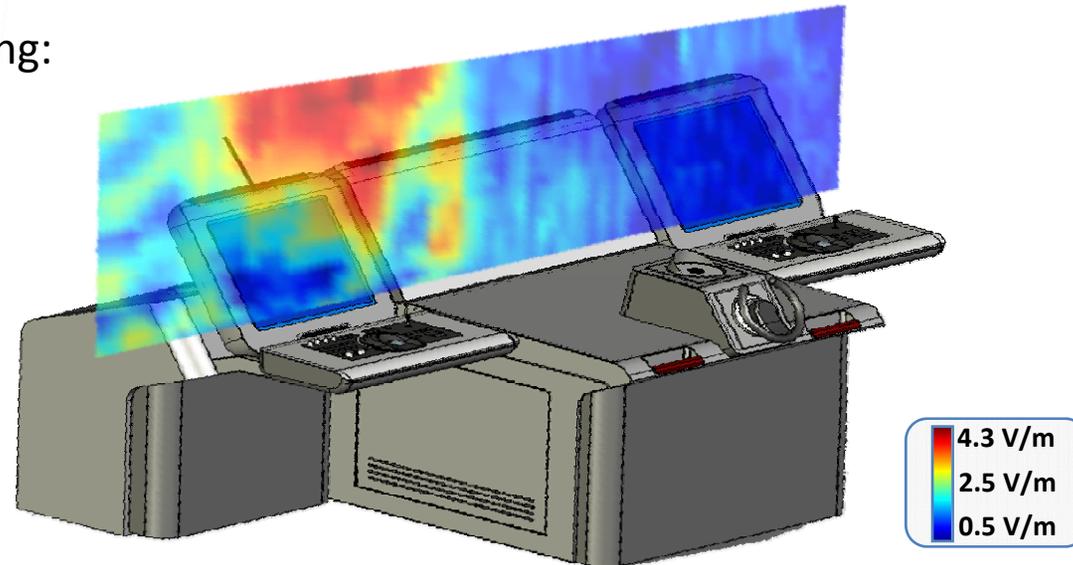
- Messungen
- Simulationen
- Einkoppelmessungen



Störaussendung

Störfestigkeit

Beispielmessung:



Ergebnisse:

- Messung und Simulation decken sich sehr gut!
- Einkopplung in Öffnungen
- max. Feldstärke im Inneren: 6,3 V/m
- max. Feldstärke im Äußeren: 9 V/m (23,5 cm Abstand)
- Abstand sichert Grenze von 10 V/m



Störaussendung

Störfestigkeit

...Radar

S-Band-Radar
1 Umdrehung/sec.
IEEE 802.11g (UDP)



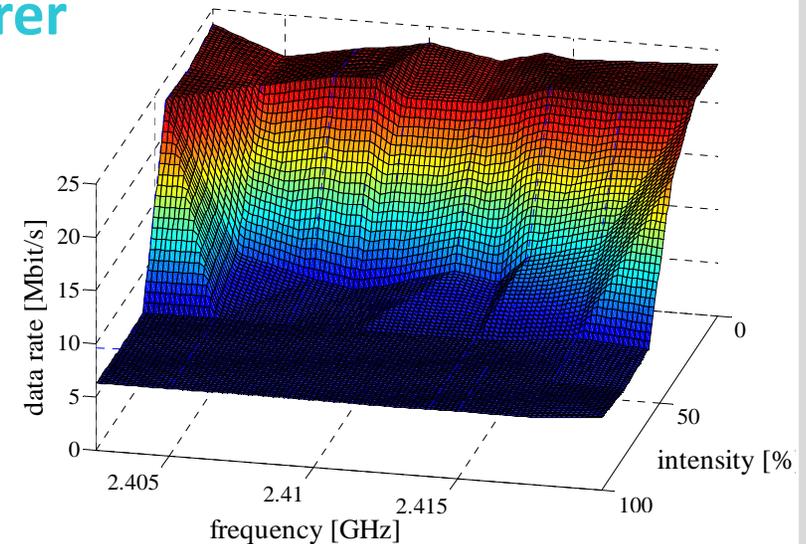
Es wurden keine nennenswerten Störungen gegenüber Radar beobachtet.

...schmalbandige, dauerhafte Inbandstörer

IEEE 802.11g
Datenrate ohne Störer: 25 Mbit/s

Störer: Bandbreite von 700 kHz
Amplitude variabel
Frequenz variabel

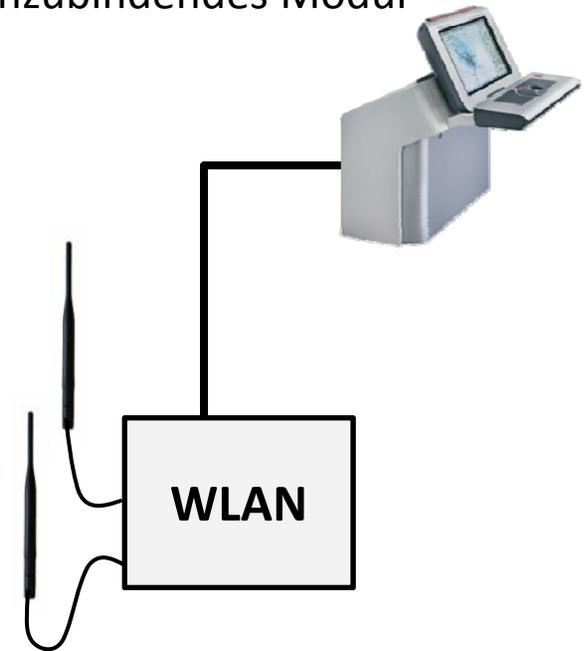
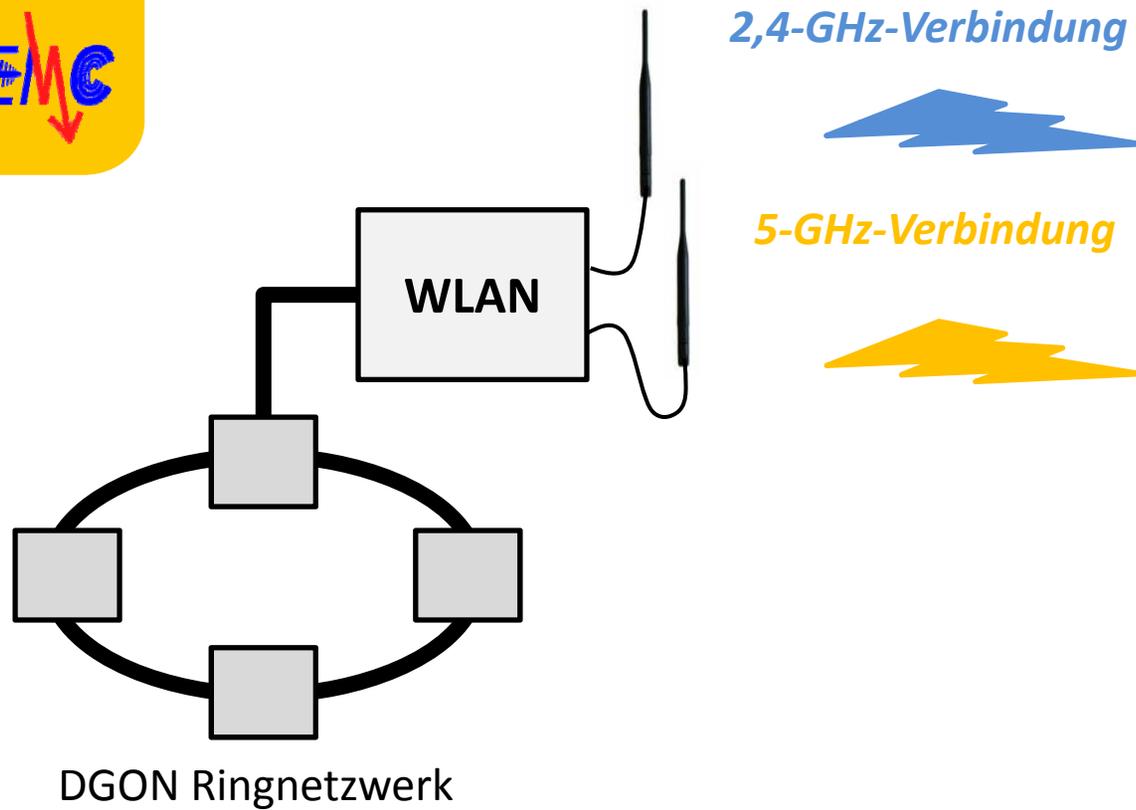
Durch gezieltes Stören ist ein starker Einbruch der Datenrate möglich!



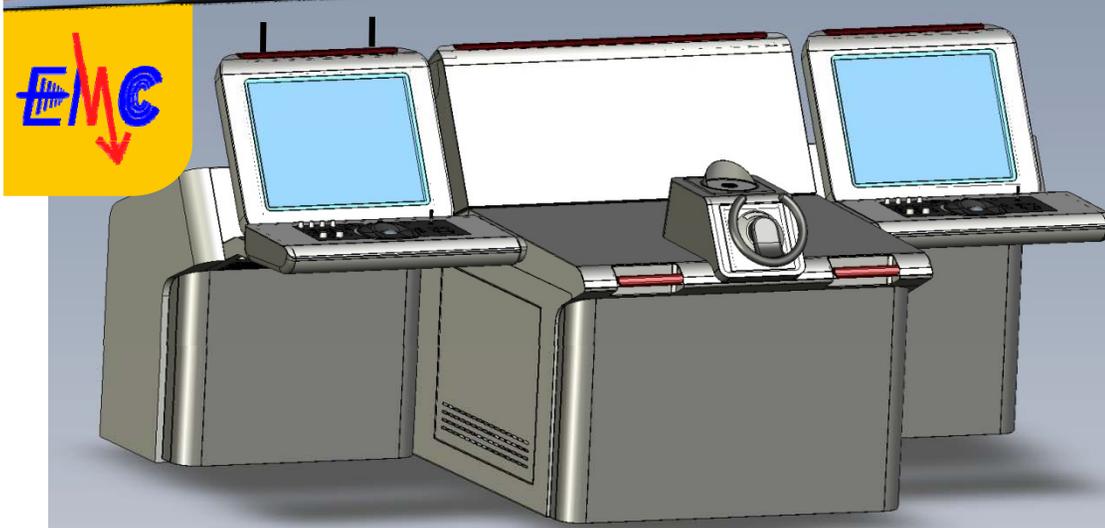
Redundanzkonzept



Anzubindendes Modul



DGON Bridge – Der Demonstrator



- Abgriff von Navigationsdaten am Ringnetzwerk
- Redundante Übertragung der Daten an ein externes Modul
- Bewertung der Empfangenen Daten und Regeneration des Ausgangsdatenstromes
- Überwachung der drahtlosen Verbindungen
- Visualisierung der Daten

Erprobung des Systems – Aida Luna



Erfolgreiche Erprobung des Systems
an Bord der Aida Luna.

Zusammenfassung

- Untersuchung der WLAN Abdeckung auf der Schiffsbrücke (Messung, Simulation)
- Untersuchung der Störaussendung des WLAN-Transmitters
- Untersuchung der Störfestigkeit der WLAN Übertragung
- Entwicklung eines Redundanzkonzeptes
- Realisierung und Erprobung eines Prototypen
- Bewertung der Ergebnisse

Eine drahtlose Übertragung auf der Schiffsbrücke zur Anbindung von Modulen ist grundsätzlich möglich!

Ausblick

- Langzeiterprobung des Systems auf der AIDA blu
- Integration des Systems in das System des Projektpartners SAM
- Zertifizierung des Systems durch den GL (Einzelzertifizierung)



A large, modern white ship's superstructure is shown against a clear blue sky. The structure features multiple levels with glass windows and railings. Two large white spherical radars are mounted on the top deck. A flagpole with several colorful signal flags is also visible. A few people can be seen on the upper decks.

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Tobias Pilsak
Pilsak@tu-harburg.de