

THE MEDIUM FREQUENCY R-MODE TEST BED IN CANADA

3rd Workshop on Intelligent and Automated Waterway Transportation,
Lars Grundhöfer, Edmonton, 24.09.2024



MOTIVATION

Smart Cities

Ghost ships, crop circles, and soft gold: A GPS mystery in Shanghai

A sophisticated new electronic warfare system is being used at the world's busiest port. But is it sand thieves or the Chinese state behind it?

by Mark Harris

Nov 15, 2019

GNSS spoofing and jamming

- North Korea jamming attack
- Shanghai port spoofing
- USA PNT backup

A screenshot of a news article from the website 'WELT WIRTSCHAFT'. The header includes the site name and navigation links like 'Abonnement', 'Ticker', 'Suche', 'Login', and a menu icon. Below the header, there are sub-sections: 'SMART LIVING', 'STELLENMARKT', 'KARRIERE', 'DIGITAL', and 'GELD'. The main article title is 'Die „Geisterschiffe“ offenbaren die neue Dimension der GPS-Manipulation'. Below the title, it says 'Veröffentlicht am 23.12.2019 | Lesedauer: 4 Minuten'.

WELT
WIRTSCHAFT

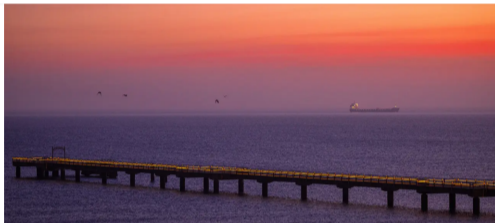
Abonnement Ticker Suche Login

SMART LIVING STELLENMARKT KARRIERE DIGITAL GELD

WIRTSCHAFT OEFÄLSCHTE POSITIONSDATEN

Die „Geisterschiffe“ offenbaren die neue Dimension der GPS-Manipulation

Veröffentlicht am 23.12.2019 | Lesedauer: 4 Minuten



Experten bestätigen Meldungen

Störungen der Satellitennavigation im Ostseeraum

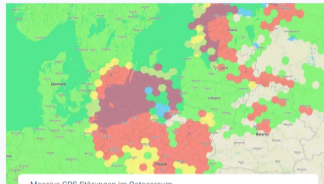
Stand: 04.02.2024 16:15 Uhr

Satellitennavigation ist im Alltag extrem wichtig geworden. Im Ostseeraum wird seit einiger Zeit immer wieder großflächig die GPS-Navigation gestört. Laut Experten kommt das "in Krisenregionen" häufiger vor.

Sicherheitsexperten verfolgen im Ostseeraum gezielte Störungen der Satellitennavigation - bis in den deutschen Raum hinein. "Seit Dezember 2023 werden sporadisch aus dem nordöstlichen Bereich des deutschen

der GPS-Manipulation

Veröffentlicht am 23.12.2019 | Lesedauer: 4 Minuten



Massive GPS-Störungen im Ostseeraum

Das kann kein Zufall sein



Von Simon Cleven



Leverkusen noch unaufhaltsam

Der Exodus droht

Von William Laing



Schon junge Menschen betroffen

Schlaganfallgefahr: Überraschender Risikofaktor entdeckt

Von Melanie Ransow



Meinung | Autokraten unter Druck

Erst wackelt Erdoğan, dann Putin?

Von Christoph Schwennicke

Schlagzeilen

- ☐ Schauspielerin Vera Tsochechowa ist tot
- ☐ Dänemark sperrt wichtige Meerenge
- ☐ Fußballspieler (24) stirbt nach Überfall
- ☐ Neuer Preis-Trick bei VW
- ☐ Hai an deutscher Nordsee – Einsatz
- ☐ EM-Aus für deutschen Nationalspieler
- ☐ Tod beim Zahnarzt: Ärztin weint vor Gericht
- ☐ Deutscher Radprofi auf Intensivstation
- ☐ Diese Nummern sollten Sie sofort sperren
- ☐ Die Ärzte rufen zum Wählen auf
- ▶ Große Razzia in Cannabisplantage
- W Beliebtes Eis als Mogelpackung entlarvt

[Alle Schlagzeilen anzeigen -->](#)

Täglich mehr wissen



Abonnieren Sie kostenlos den kommentierten Überblick über die Themen, die Deutschland bewegen. [Datenschutz/Themen](#)

E-Mail-Adresse

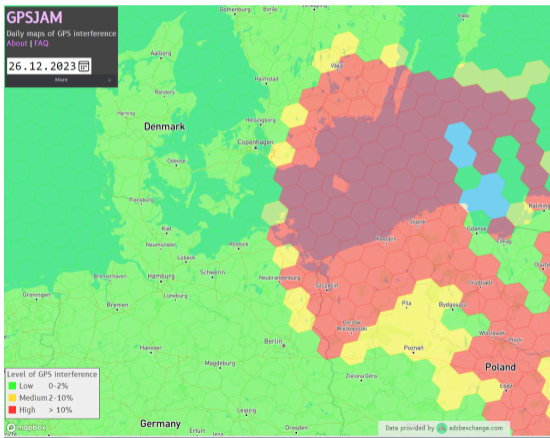
Aktuelle Ausgabe lesen! →

Als Podcast hören →

Das tägliche t-online Wortquiz



JFT7T SDIFI FN



- Jamming and Spoofing attacks to GNSS
- Alternatives are shutdown
 - Decca (70 kHz-129 kHz)
 - eLoran (90 kHz-110 kHz)
- Backbone for safe navigation
 - Crucial for transport
 - Crucial for timing
- New alternatives needed!

R-MODE SYSTEM

R-Mode Baltic Testbed



Terrestrial navigation

- Reusing existing infrastructure
- Maritime application
- 100m accuracy in costal waters
- 10m accuracy for port approaches

R-Mode Baltic Testbed



Terrestrial navigation

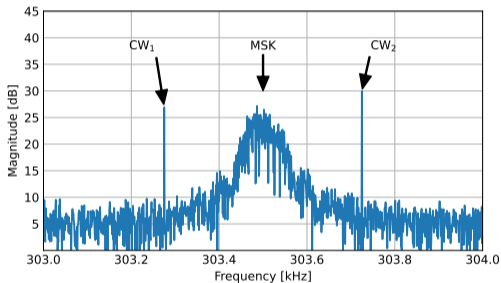
- Reusing existing infrastructure
- Maritime application
- 100m accuracy in costal waters
- 10m accuracy for port approaches

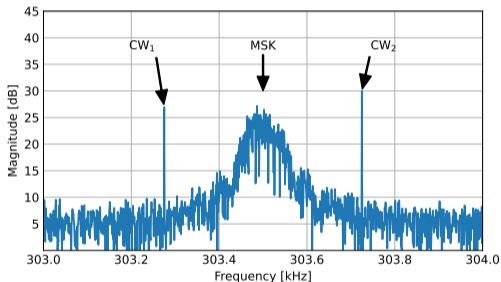
R-Mode

- Maritime radio beacon (MF)
- VHF data exchange system (VDDES)
- Feasibility study 2014
- First near field positioning 2020

DGNSS Signal Modification

- Minimum Shift Keying (MSK) modulation
- Continuous Wave (CW) at ± 225 Hz offset



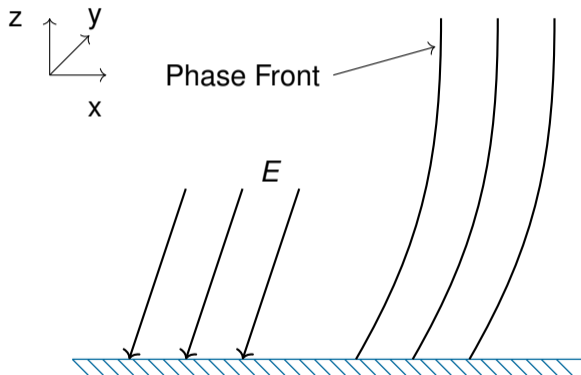


DGNSS Signal Modification

- Minimum Shift Keying (MSK) modulation
- Continuous Wave (CW) at ± 225 Hz offset

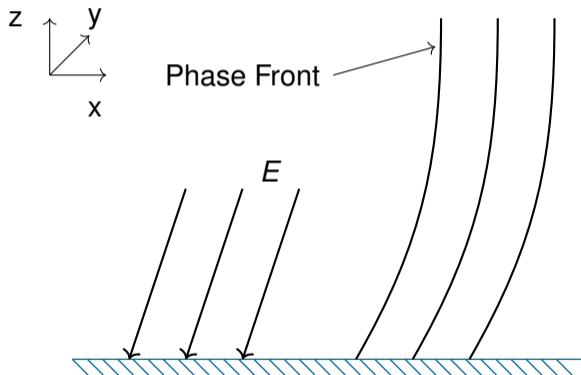
Function Principles

- Time synchronized station
- Defined CW Phase at full second
- Compute position
- Beat frequency to resolve ambiguities



Groundwave

- Following curvature of the earth
- Ground assumed to be PEC
- Field lines perpendicular to ground



Groundwave

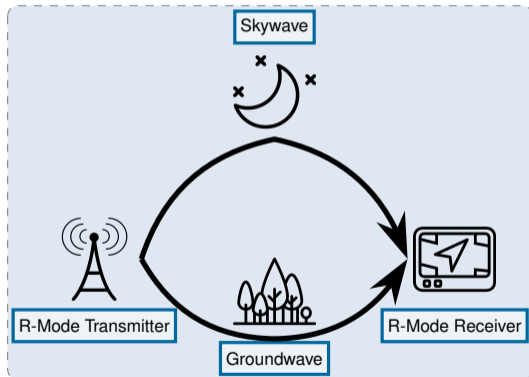
- Following curvature of the earth
- Ground assumed to be PEC
- Field lines perpendicular to ground

Ground Influence

- Change with conductivity of ground
- Introducing offset of range
- Corrected propagation speed

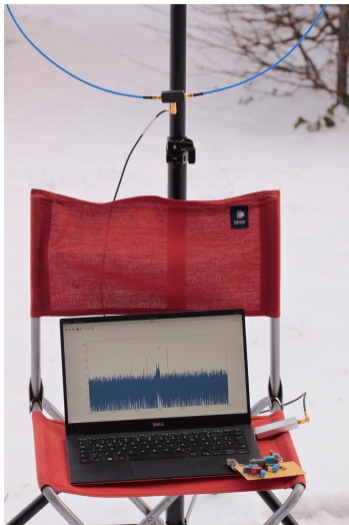
Sky-wave

- Reflection at ionosphere
- Only occurs during night
- Introduces multipath



THE CANADIAN TESBED

Why Canada?

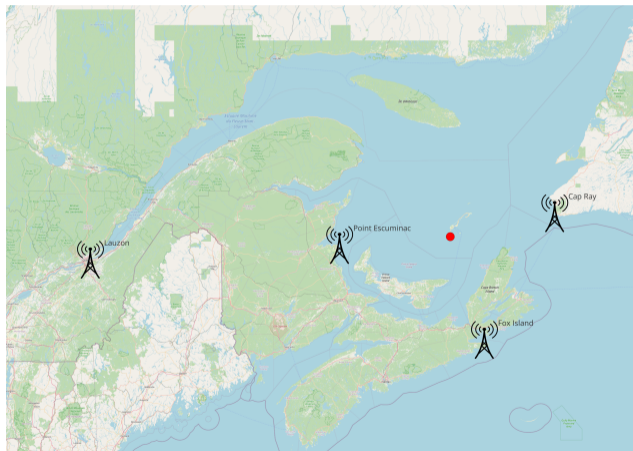


Advantages

- Doubled channel bandwidth
- Higher transmission power
- Larger Coverage

Challenges

- Higher modulation speed
- Complex propagation path
- Ice coverage

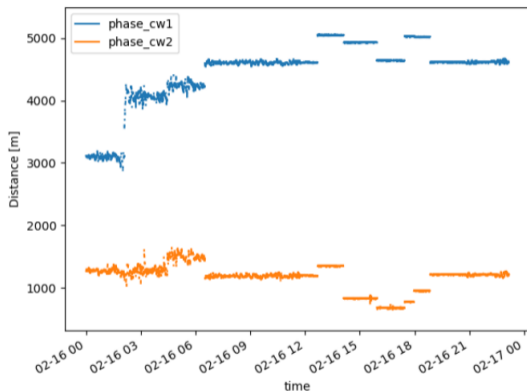


Four Stations

- Cap Ray
- Point Escuminac
- Fox Island
- Lauzon

Monitor Side

- DLR R-Mode receiver
- Serco R-Mode receiver
- Planned dynamic tests



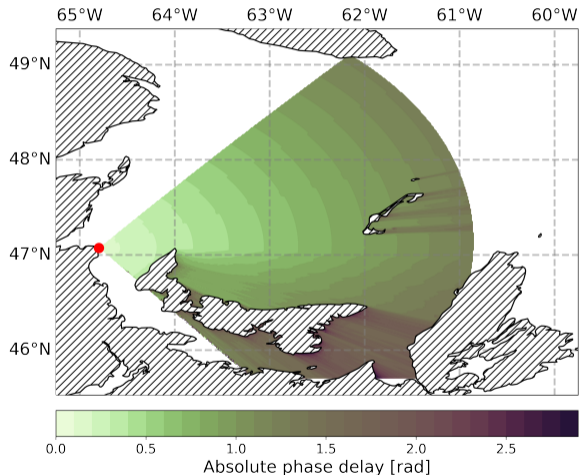
Data Collection

- Data recording on DLR server
- Daily reports are generated

Performance

- First test with Lorenzo transmitter 20m accuracy
- Now reduced accuracy in the field.

Influence on Ice coverage



Motivation

- Ice coverage influence propagation
- Need to verify model

Results

- Prediction tool is developed
- Non-sufficient coverage in 2024

OUTLOOK



Steps accomplished

- Operational testbed in Canada
- Roll out monitor station in Canada
- Continuous evaluation of data

Next Steps

- Solving reception issue
- Continuous Standardization
- Dynamic tests