

WIE KANN EINE VERFÜGBARKEIT DER C-ITS NACHRICHTEN SICHERGESTELLT WARDEN?

RASMUS RETTIG, 30.11.23



<https://uml.z1.web.core.windows.net/styled/>

AGENDA



1

Motivation

2

Learn from ... GNSS (GPS) & CIVIL AVIATION

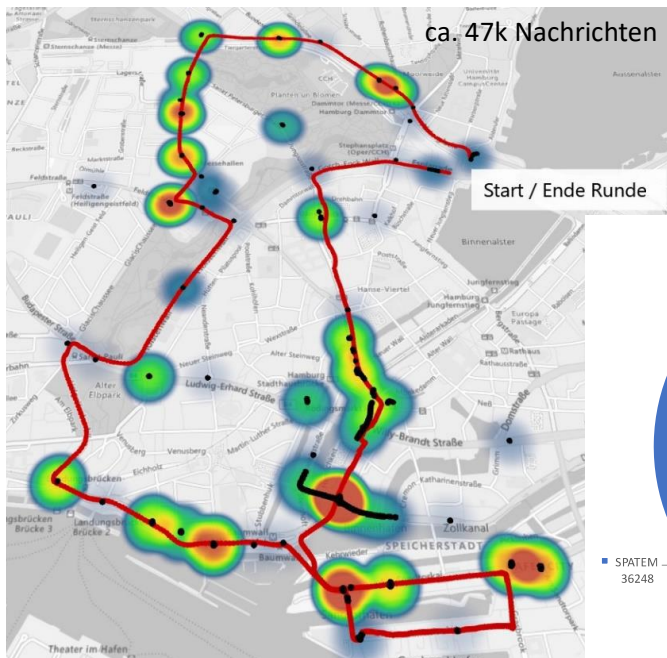
3

Learnings

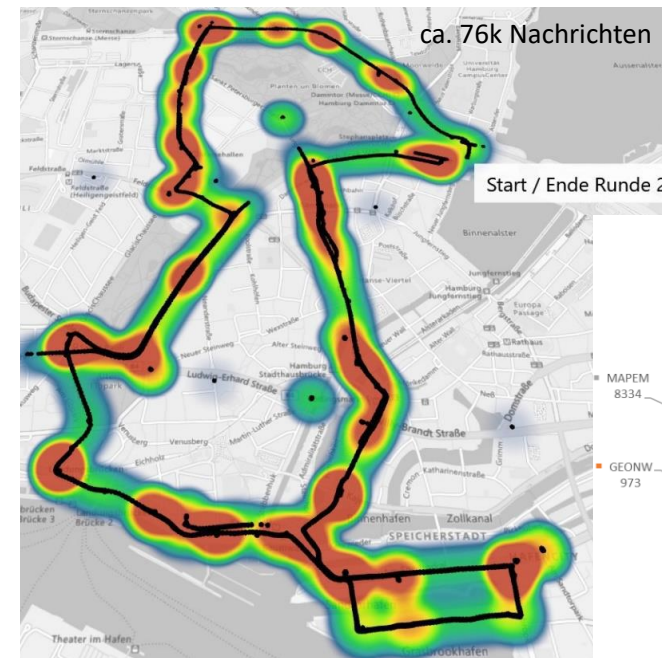
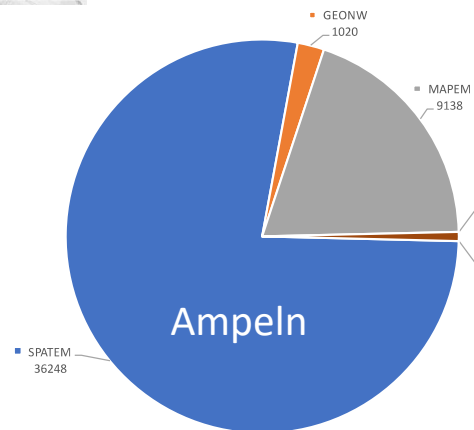
MOTIVATION: TAVF UP AND RUNNING (29.4.22)



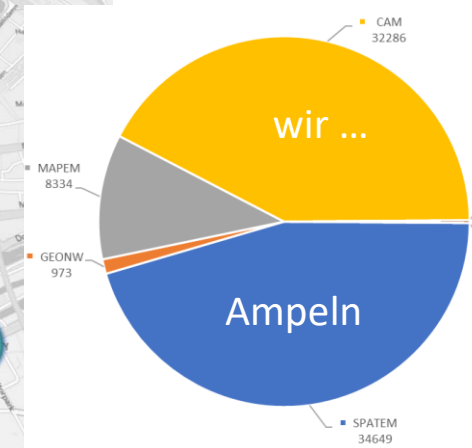
- **Zusammenführen: Die Teststrecke ist ein Kristallisationspunkt für Untersuchungen zur Mobilität, insbesondere für das Autonome Fahren im komplexen, urbanen Umfeld mit längerfristigem Fokus**
- **Netzwerke, Projekte und Finanzierung (!) ermöglichen und etablieren**
- **Neutrale Entwicklungen, Untersuchungen und Bewertungen ermöglichen, frei von unternehmenseigenen Partikularinteressen (z.B. Wo liegen die Grenzen von ITS-G5?)**



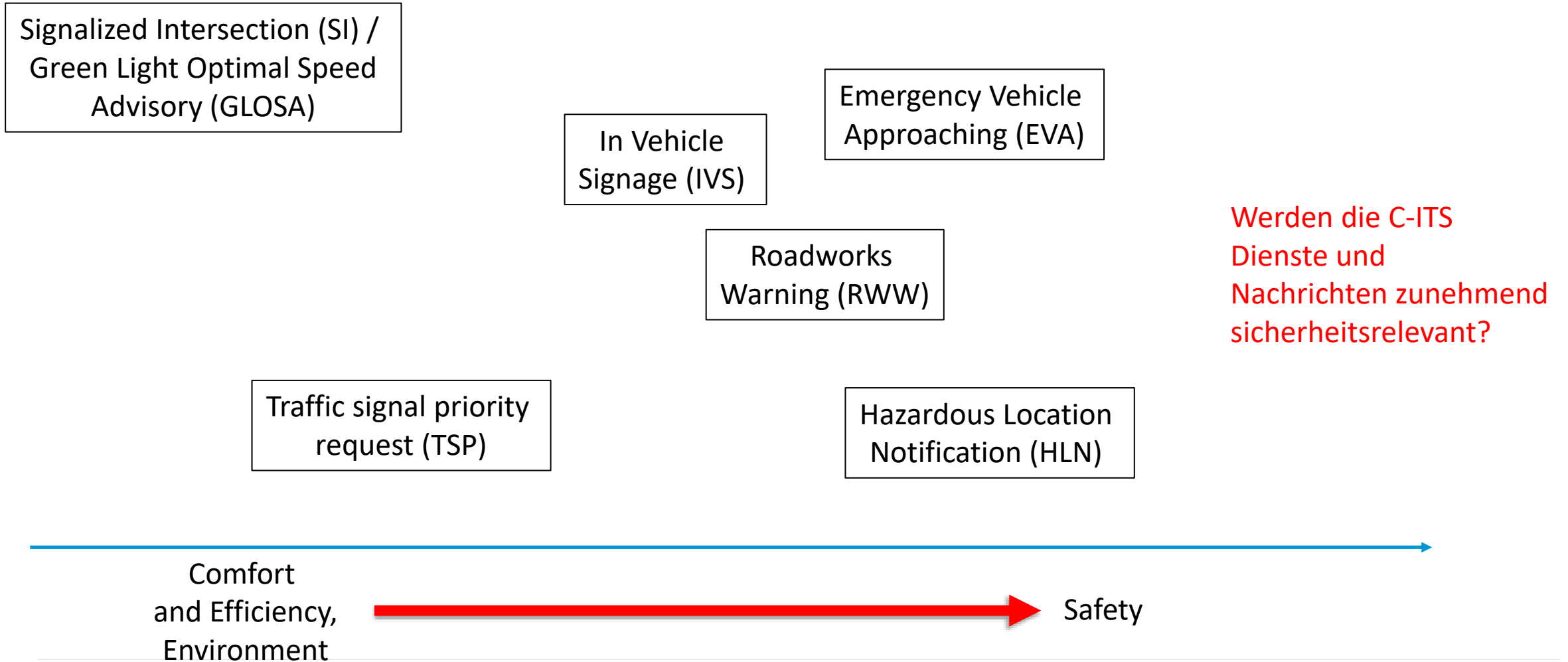
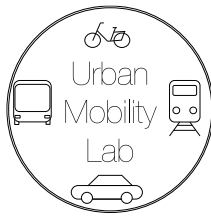
nur messend



mit 50 ms
CAM-Sender...



SCOPE SHIFT IN C-ITS DIENSTEN



AGENDA



1

Motivation

2

Learn from ... GNSS (GPS) & CIVIL AVIATION

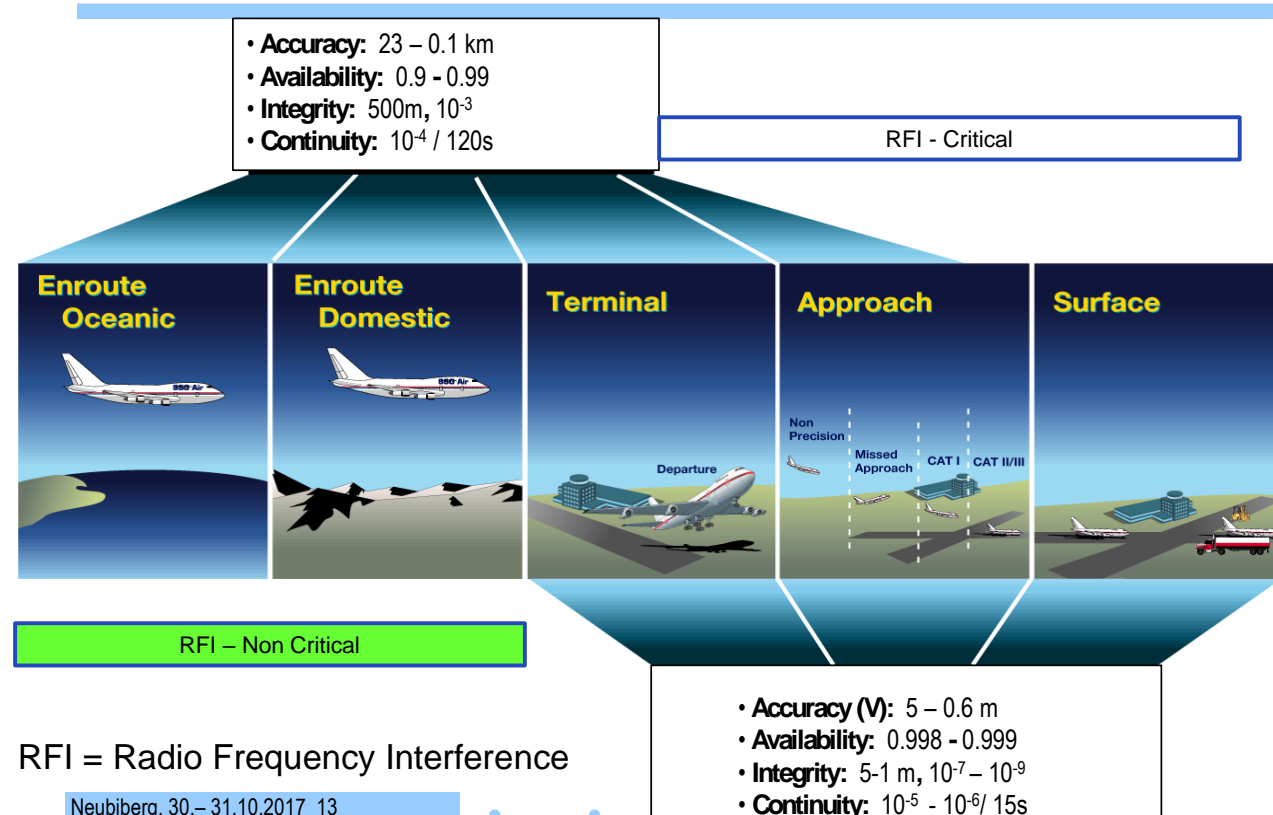
3

Learnings

GNSS FOR CIVIL AVIATION



- Während der Entwicklung von GPS war die Nutzung für „safety-of-life“-Anwendungen z.B. im Bereich der zivilen Luftfahrt nicht vorgesehen.
- Die Nutzung wurde daher nur für Flugphasen zugelassen, bei denen eine schlechtere Performance erlaubt waren.



Neubiberg, 30.–31.10.2017 13

Quelle: B. Eissfeller, Neubiberg, 2017

Table 1 GNSS Aviation Operational Performance Requirements

Operation	Accuracy (95%)	Integrity			Continuity (1- Risk)	Availability
		Integrity (1-Risk)	Alert Limit	Time-to-Alert		
Oceanic	12.4 nmi	1-10 ⁻⁷ /hr	12.4 nmi	2 min	1-10 ⁻⁵ /hr	0.99 to 0.99999
En-route	2.0 nmi	1-10 ⁻⁷ /hr	2.0 nmi	1 min	1-10 ⁻⁵ /hr	0.99 to 0.99999
Terminal	0.4 nmi	1-10 ⁻⁷ /hr	1.0 nmi	30 sec	1-10 ⁻⁵ /hr	0.99 to 0.99999
NPA	220 m	1-10 ⁻⁷ /hr	0.3 nmi	10 sec	1-10 ⁻⁵ /hr	0.99 to 0.99999
APV I	220 m (H) 20 m (V)	1-2x10 ⁻⁷ /approach	0.3 nmi (H) 50 m (V)	10 sec	1-8x10 ⁻⁶ /15 sec.	0.99 to 0.99999
APV II	16 m (H) 8 m (V)	1-2x10 ⁻⁷ /approach	40 m (H) 20 m (V)	6 sec	1-8x10 ⁻⁶ /15 sec	0.99 to 0.99999
Cat. I	16 m (H) 4.0 to 6.0 m (V)	1-2x10 ⁻⁷ /approach	40 m (H) 10-15 m (V)	6 sec	1-8x10 ⁻⁶ /15 sec	0.99 to 0.99999
Cat. II	6.9 m (H) 2.0 m (V)	1-10 ⁻⁹ /15 sec.	17.3 m (H) 5.3 m (V)	1 sec	1-4x10 ⁻⁶ /15 sec	0.99 to 0.99999
Cat. III	6.2 m (H) 2.0 m (V)	1-10 ⁻⁹ /15 sec.	15.5 m (H) 5.3 m (V)	1 sec	1-2x10 ⁻⁶ /30 sec (H) 1-2x10 ⁻⁶ / 15 sec (V)	0.99 to 0.99999

- Spezifische Betrachtung abhängig von der Flugsituation
- Sehr niedrige Fehlerraten (Integrity) bei der Landung
- zum Vergleich:
Entwicklungsziel bei sicherheitsrelevanten Sensoren im Automobil
Fehlerrate < 1FIT
(meint <1 Fehler in 10E9 Stunden Betrieb)

Quelle: Safety Regulation Group, CAA PAPER 2003/9,
GPS Integrity and Potential Impact on Aviation Safety
https://publicapps.caa.co.uk/docs/33/CAPAP2003_09.PDF

LESSONS LEARNED FROM THE DEVELOPMENT OF GNSS INTEGRITY AUGMENTATIONS



1. GPS and GNSS Satellite Anomalies are Rare
2. GNSS Anomalies are Difficult to Characterize with Certainty
3. Safety Requirements for Civil Aviation are Unique, Complex, and Challenging to Meet
4. Significant Design Conservatism is Needed to Verify that Civil Aviation Requirements are Met

Eine kontinuierliche Überwachung des Systems ist erforderlich

Änderungen minimieren

Quelle: Sam Pullen, Stanford University

<https://mycoordinates.org/lessons-learned-from-the-development-of-gnss-integrity-augmentations/>

KPIS IM VERGLEICH: C-ITS UND GNSS (GPS), PNT



C-ITS	GNSS (GPS), PNT
-	Accuracy
Data Privacy	Privacy, Security
→ Availability (Coverage, Time)	Availability
Reliability, Trust	Integrity
-	Continuity
Latency	Convergence Time
Data Rate	-
Energy-Efficiency	-
-	Alert, Time to Alert
-	Cost
-	Jamming
-	Spoofing

Brauchen wir für C-ITS äquivalente für bestimmte KPIs?

**Jammertest 2023
Information**

<https://rntfnd.org/wp-content/uploads/Jammertest-2023-information.pdf>

AGENDA



1

Motivation

2

Learn from ... GNSS (GPS) & CIVIL AVIATION

3

Learnings



Methodisch:

- Betrachtung spezifischer Use-Cases mit spezifischen Anforderungen
- Geringe Fehlerraten für sicherheitskritische Anwendungen beachten
- KPIs ergänzen (Inspiration aus der Luftfahrt)

Technisch:

- Kontinuierliche Überwachung des Systems, Logging aller Nachrichten, statistische Auswertung zur Prüfung (Nachweis oder Maßnahmen)
- (Hybride Kommunikation: ITS-G5 und 5G, 6G, ...)

Zum Abschluss:

- C-ITS funktioniert nicht ohne GNSS (PNT)