

# Multisensor-Integration auf Schiffen am Beispiel einer integrierten PNT - Unit

Ralf Ziebold

DLR, Institut für Kommunikation und Navigation

AG Nautische Systeme

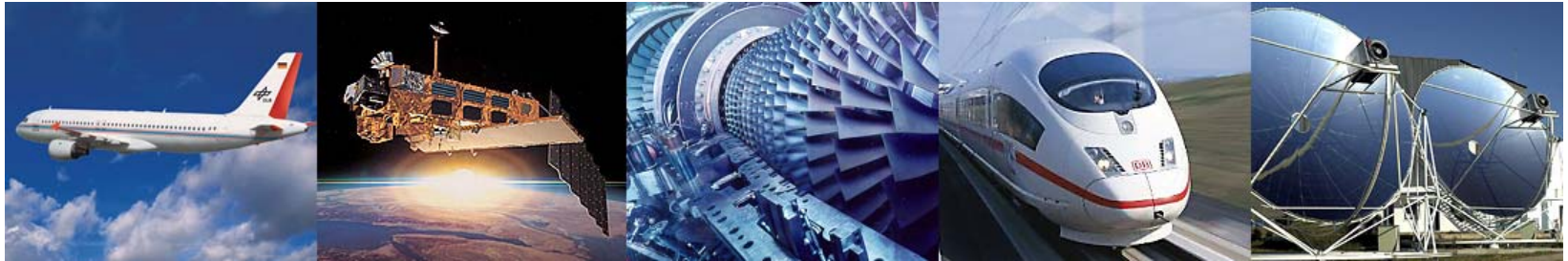
Neustrelitz



Knowledge for Tomorrow



# Das DLR Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt



- Forschungseinrichtung
- Raumfahrt-Agentur
- Projektträger

Circa 7.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter arbeiten in 32 Instituten und Einrichtungen in  
■ 16 Standorten.



# DLR Standort Neustrelitz

ca. 70 Mitarbeiter

## Institut für Kommunikation und Navigation

### - **AG Ionosphärische Effekte und Korrekturen**

- Erfassung des aktuellen Ionosphärenzustandes
- Vorhersage <http://swaciweb.dlr.de>

### - **AG Nautische Systeme**

- GNSS Ergänzungsdienste  
M-GBAS Rostock
- Sensorfusionsbasierte  
PNT Bestimmung
- Verkehrslageerfassung
- Fahrerassistenz  
Binnenschifffahrt

- Institut für Methoden  
der Fernerkundung
- Technologiemarketing
- School-Lab

## Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum

- Satelliten up- downlinks (Terrar-SAR X,...)
- Echtzeitdatenzentrum
- Datenarchiv
- Testfeld Demmin: Verifikation von Satellitendaten

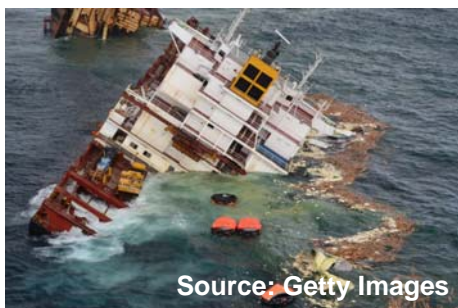


# AG Nautische Systeme: Übergeordnetes Ziel

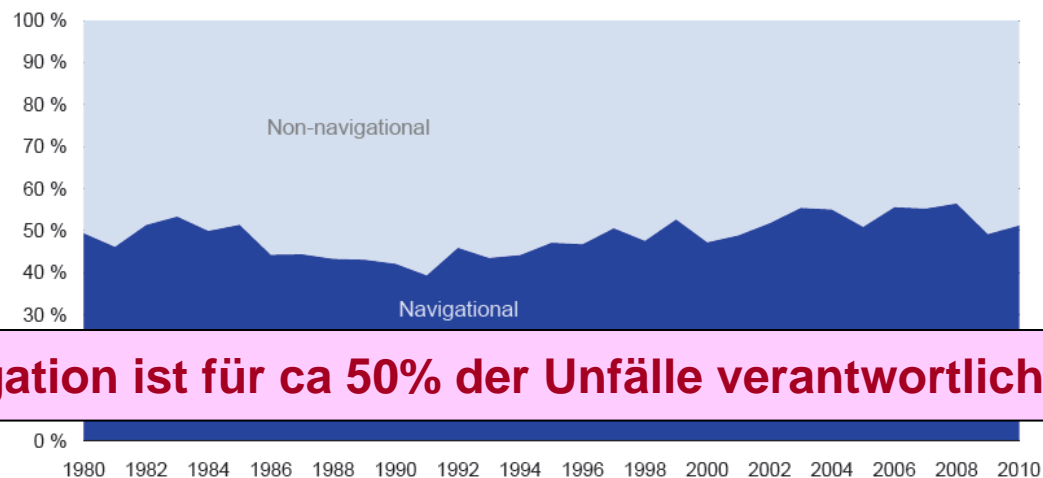
**Sichere und effiziente Seefahrt auf sauberen Weltmeeren**

## Studie von Det Norske Veritas (2011):

2011: Container Ship „Rena“



2012: Cruiser „Costa Concordia“



**Navigation ist für ca 50% der Unfälle verantwortlich**

- Technische Fehler der Navigationsgeräte
- Fehlerhafte, unkorrekte nautische Informationen
- Fehlinterpretation der nautischen Daten
- Menschliches Versagen



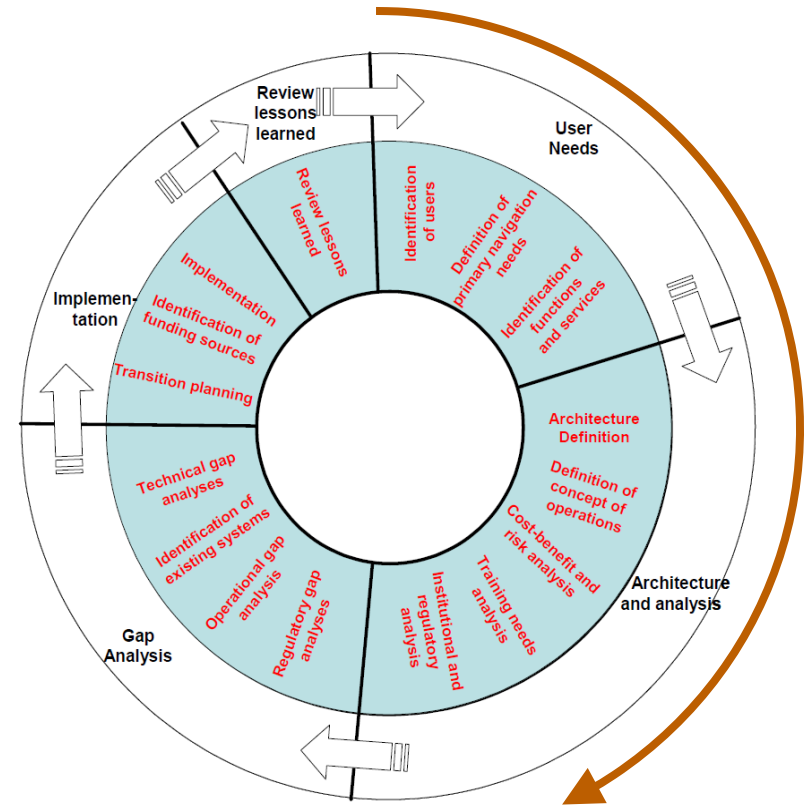
# E-Navigations Strategie

## Definition:

*“e-Navigation“ ist die harmonisierte Sammlung, Integration sowie Austausch, Präsentation und Auswertung maritimer Informationen an Bord und an Land mit elektronischen Hilfsmitteln, mit dem Ziel, die Sicherheit und Leichtigkeit des Seeverkehrs zu verbessern, Gefahren auf See abzuwenden und die Umwelt zu schützen”*

## Kern Elemente (IMO NAV 24/15):

- |                             |                                |
|-----------------------------|--------------------------------|
| 1. Architektur              | 5. Kommunikation & Information |
| 2. HMI                      | 6. ENC's                       |
| 3. Konventionen & Standards | 7. Geräte                      |
| 4. Positionsbestimmung      | 8. Skalierbarkeit              |

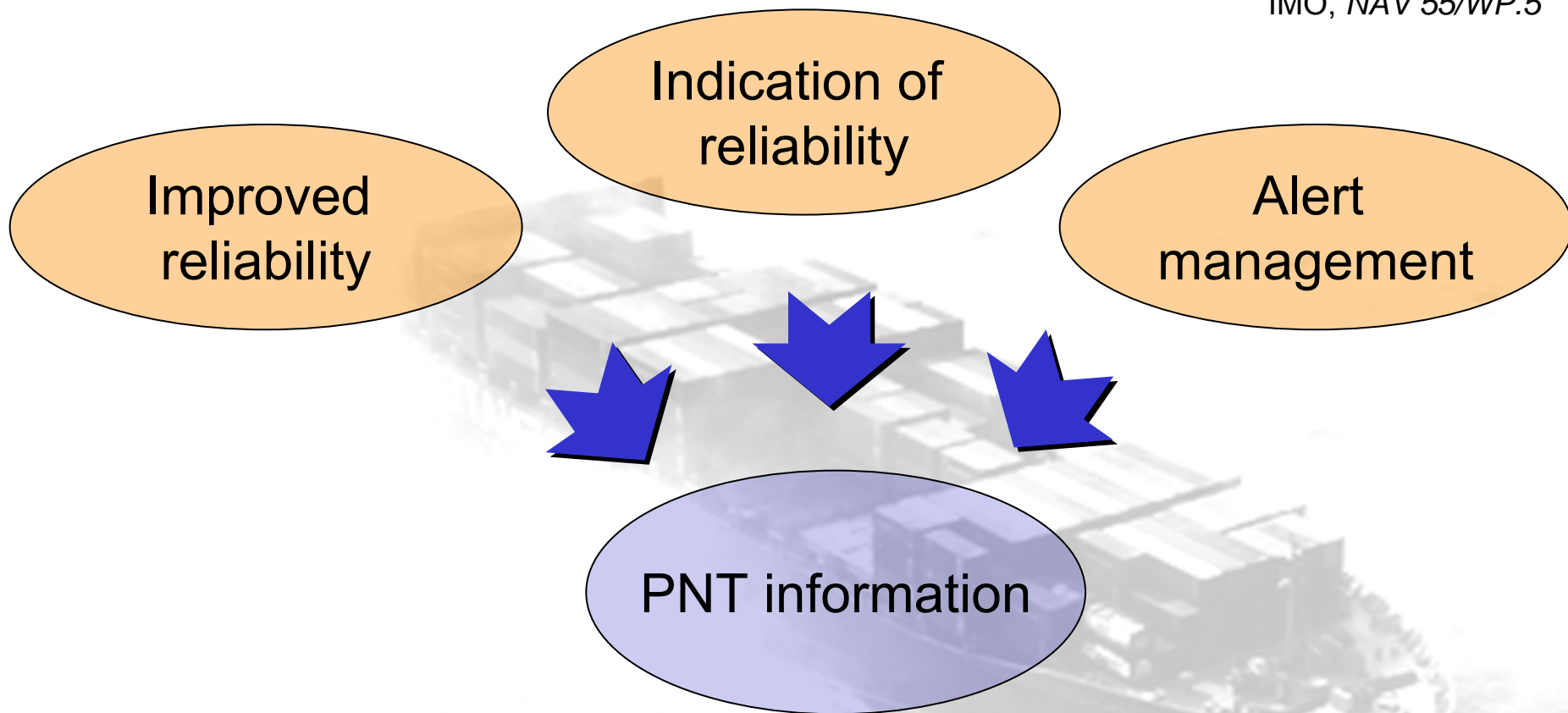


IMO-NAV54/25-Annex12:  
E-Navigations Implementierungsplan

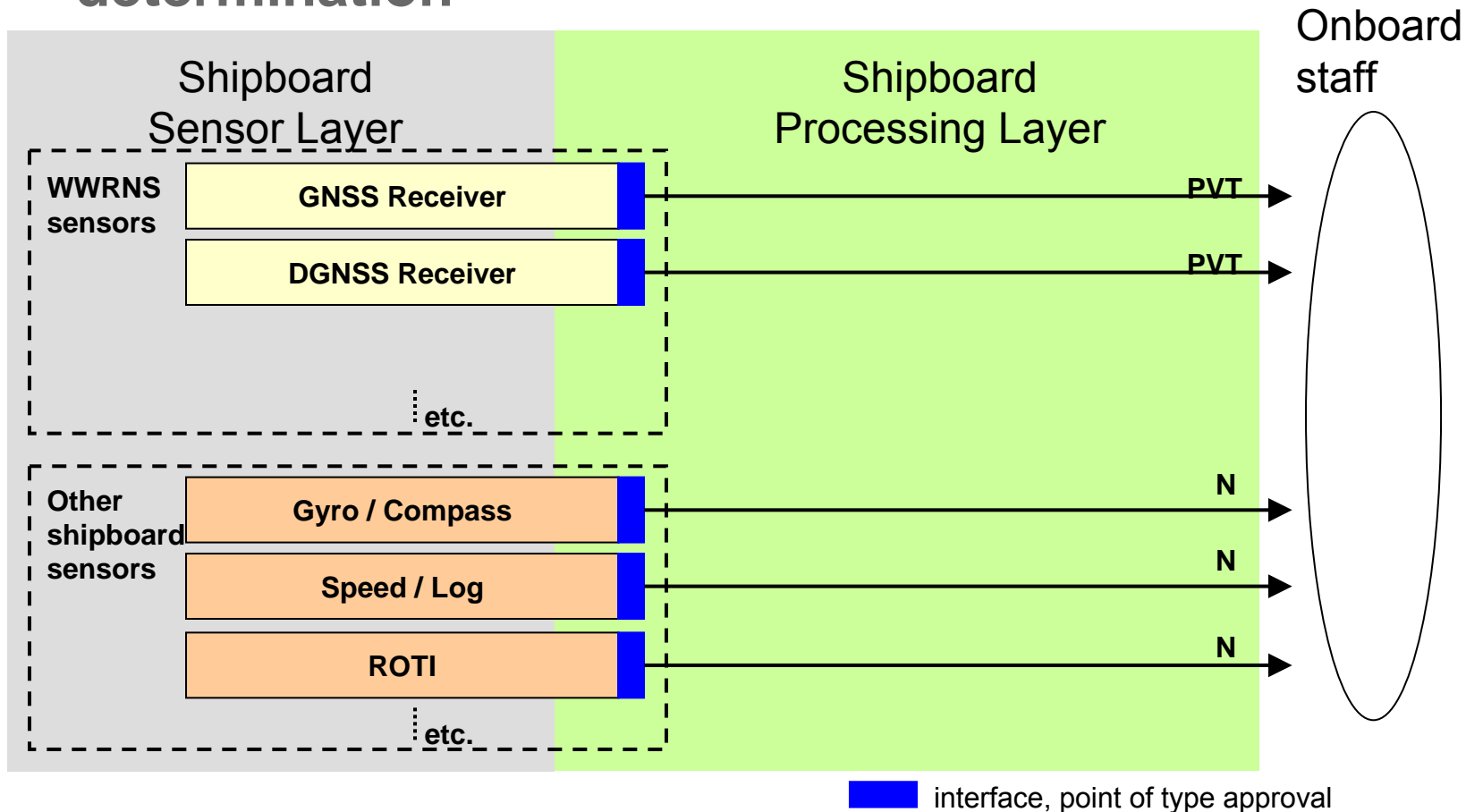


# PNT relevant user needs within E-Navigation

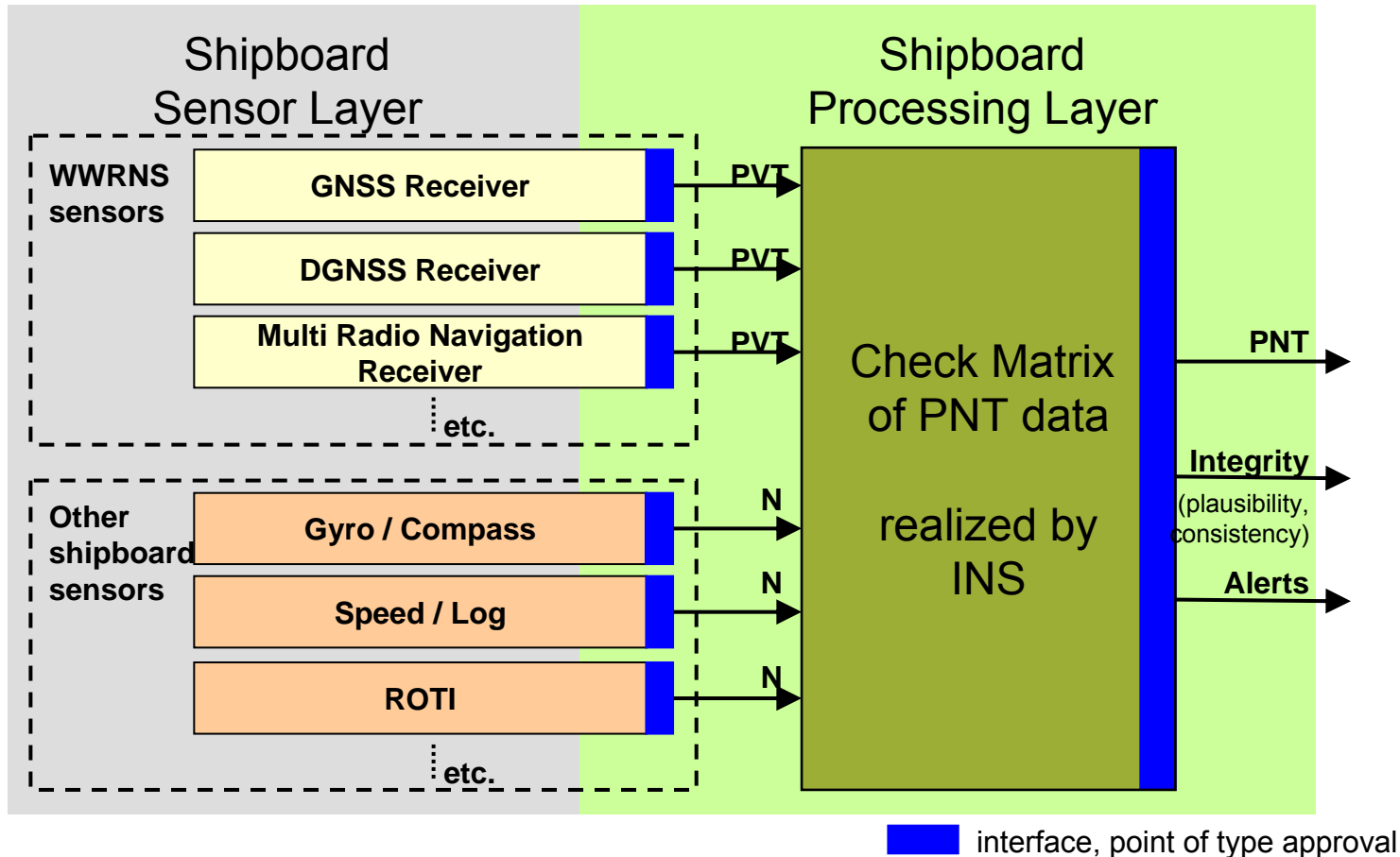
IMO, NAV 55/WP.5



# Current status: single sensor based PNT determination

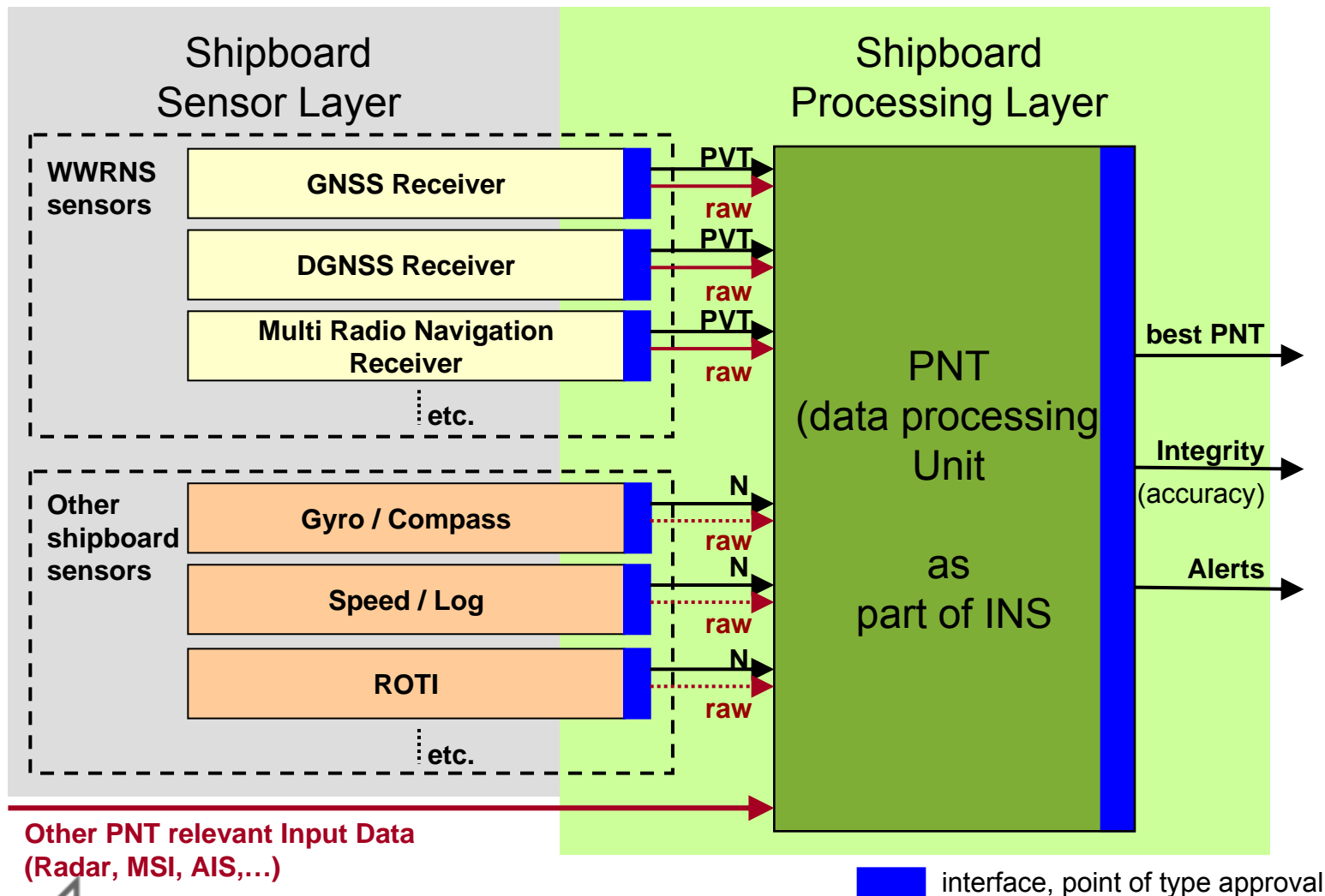


# Current status: Integrated Navigational System (INS)



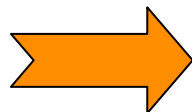


# PNT Unit Approach



# Need for additional sensors

**User needs**  
- Improved  
reliability



**Need for additional sensors**  
**redundant, backup, or**  
**contingency**

*(IALA R129 2008)*

## **Redundant system**

Provides the same functionality as the primary system, allowing a seamless transition with no change in procedures

## **Backup system**

Ensures continuation of the navigation application, but not necessarily with the full functionality of the primary system

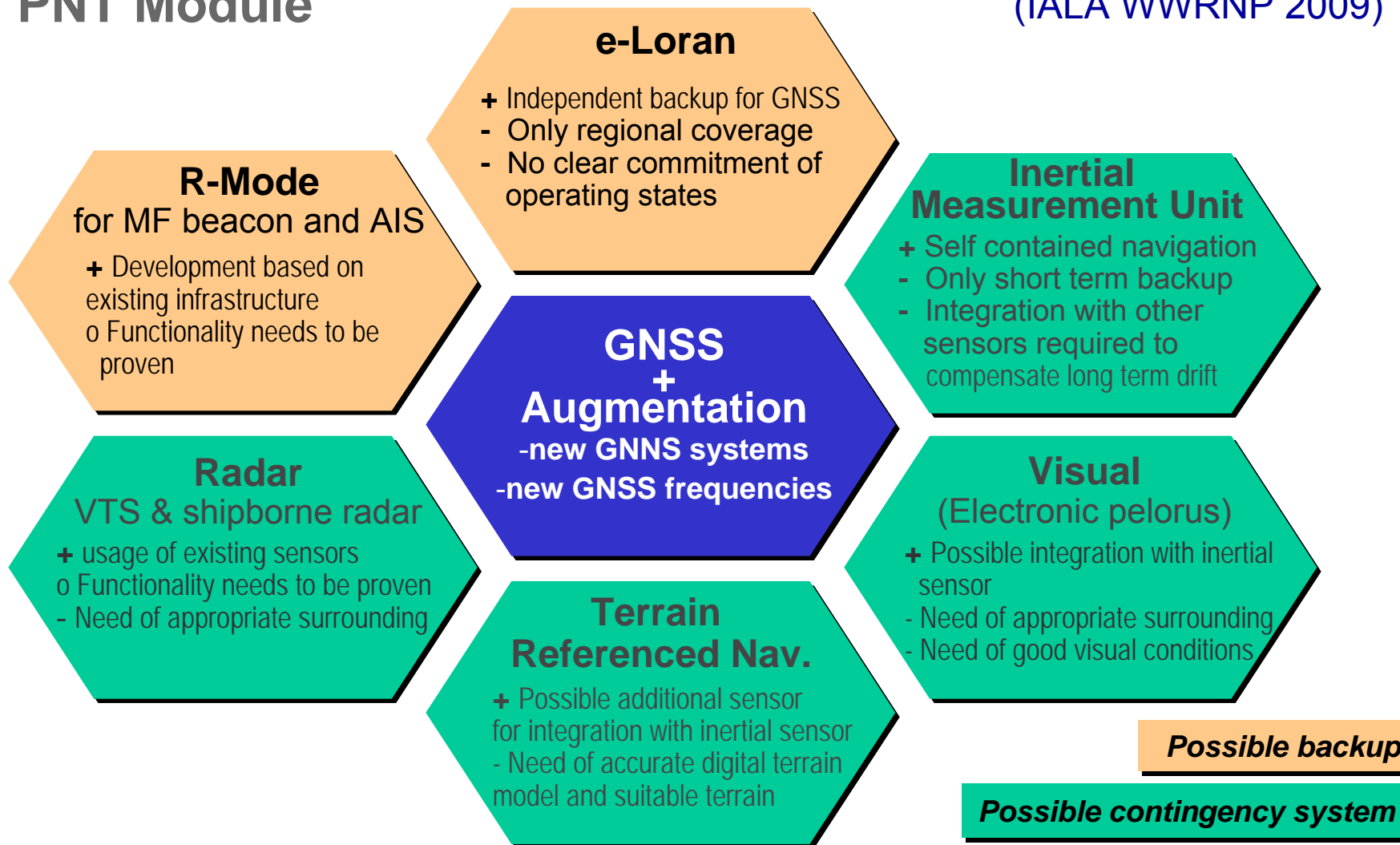
## **Contingency system**

Allows safe completion of a manoeuvre, but may not be adequate for long-term use



# Discussion of additional sensors for an integrated PNT Module

(IALA WWRNP 2009)



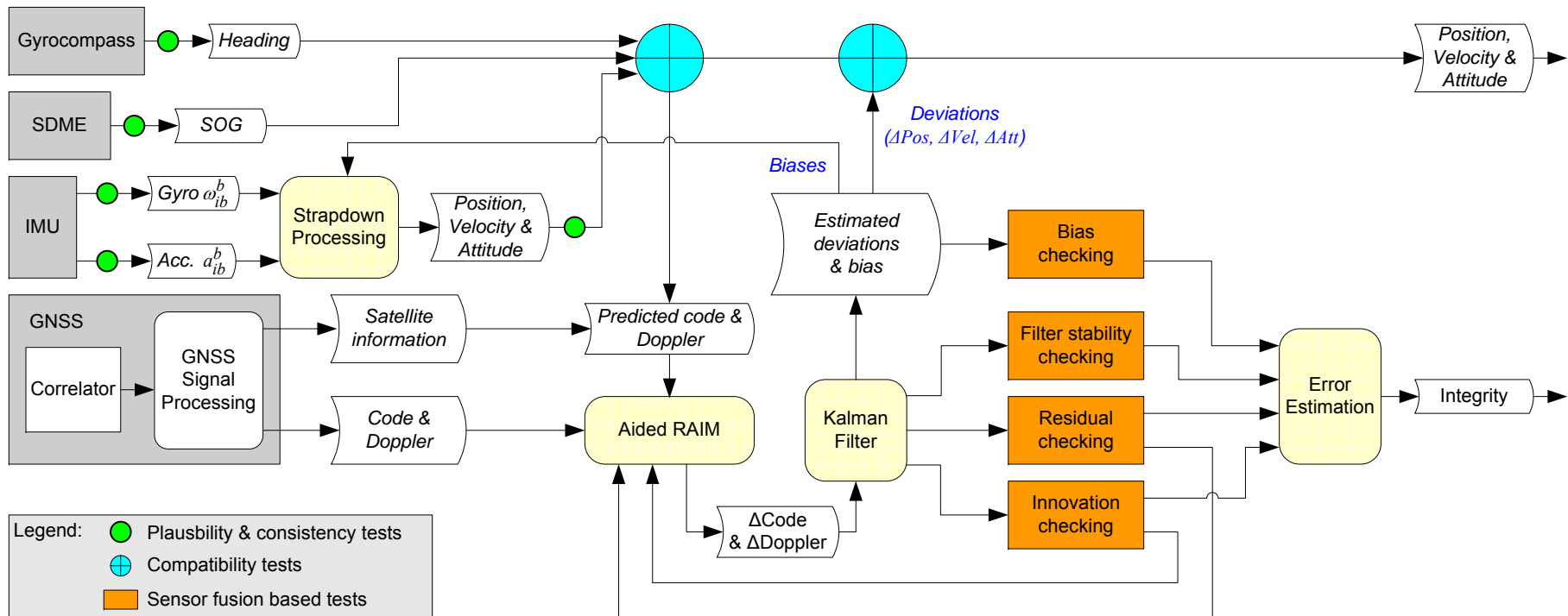
# Entwicklung eines PNT Unit Demonstrators

- ⇒ Nachweis der technischen Machbarkeit
- ⇒ Demonstration des Mehrwertes
- ⇒ Technische Basis für Standardisierung



# Entwicklung eines PNT-Unit Demonstrators

## Beispiel: tightly coupled GNSS- IMU Integration

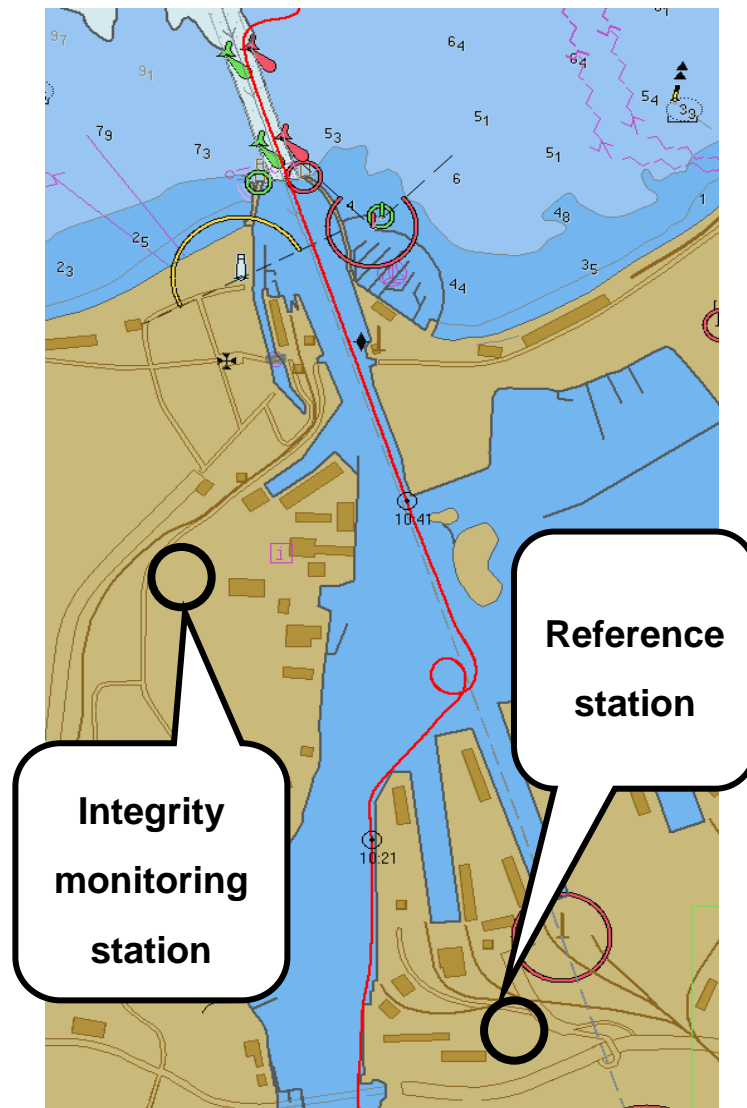


# Measurement campaign July/August 2011

## Survey and research vessel DENEBO (BSH)

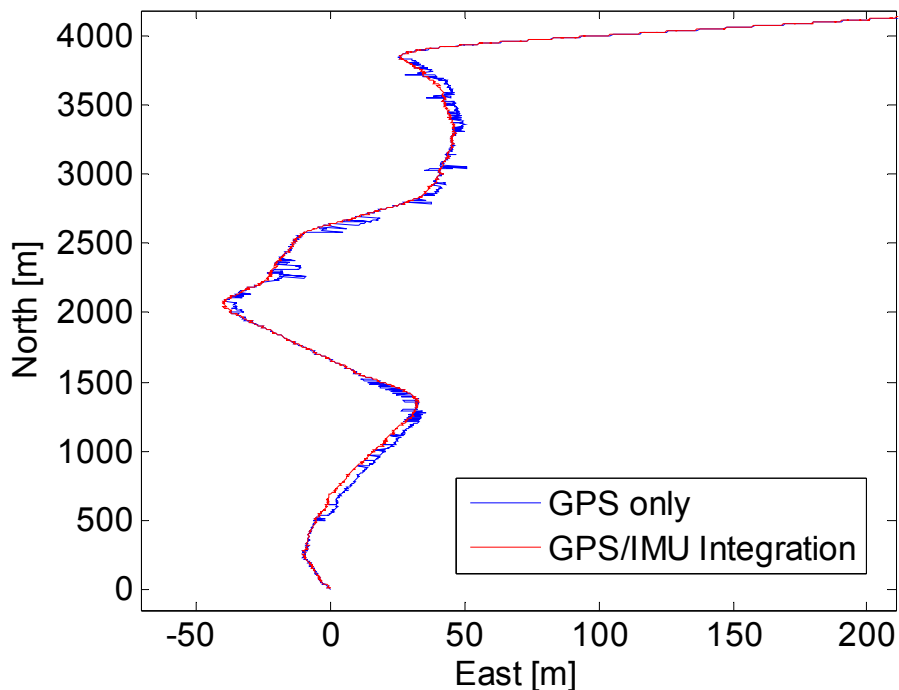


- IALA Beacon DGPS
- Doppler Log
- EM Log
- Gyro compass
- 3x GNSS receiver
- IMU
- GNSS (dual frequency RTK)

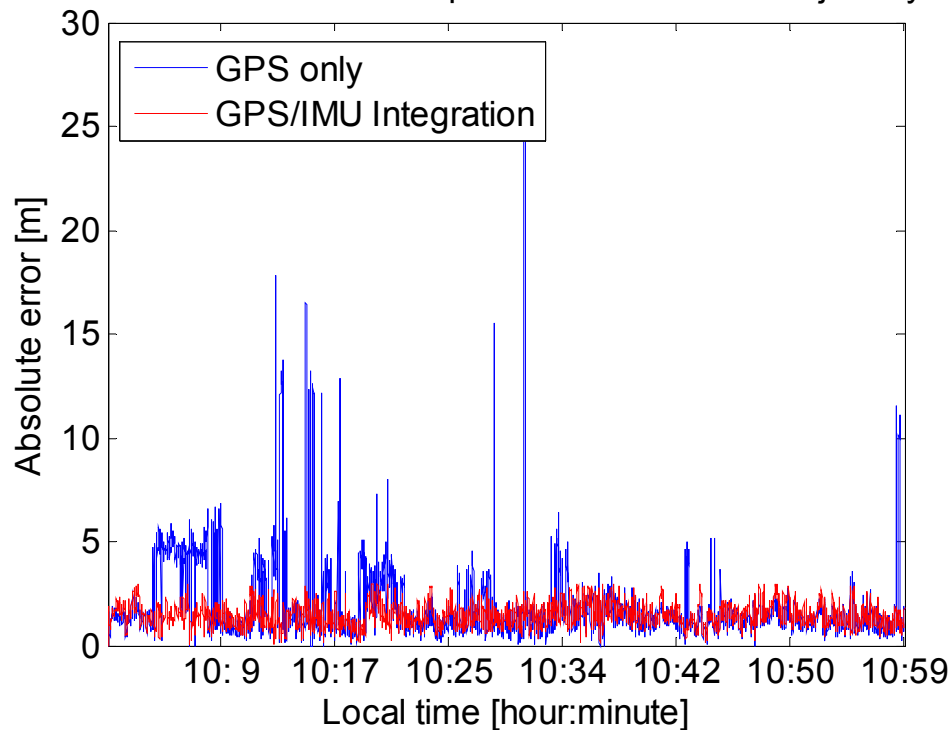


# Tightly coupled GPS/IMU

Trajectory with respect to the starting point



Horizontal error with respect to the reference trajectory



Tightly-coupled GPS/IMU integration with satellite filtering

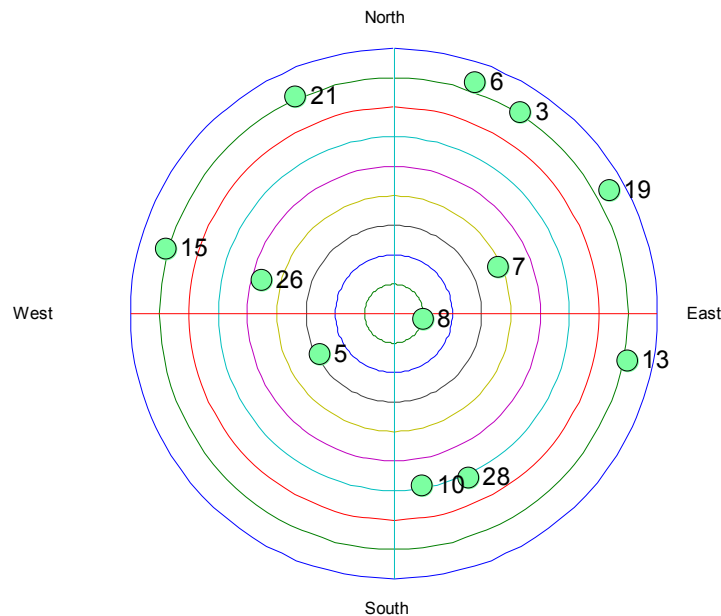
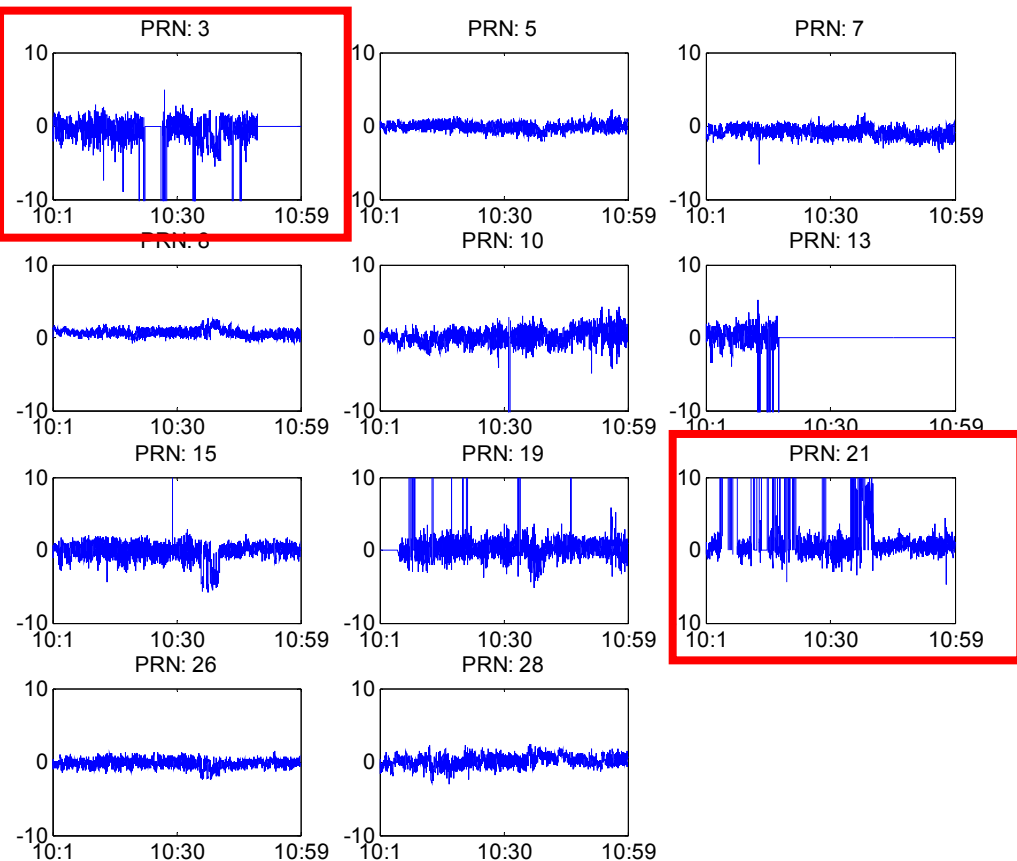


Accuracy improvement



# Innovation of satellites

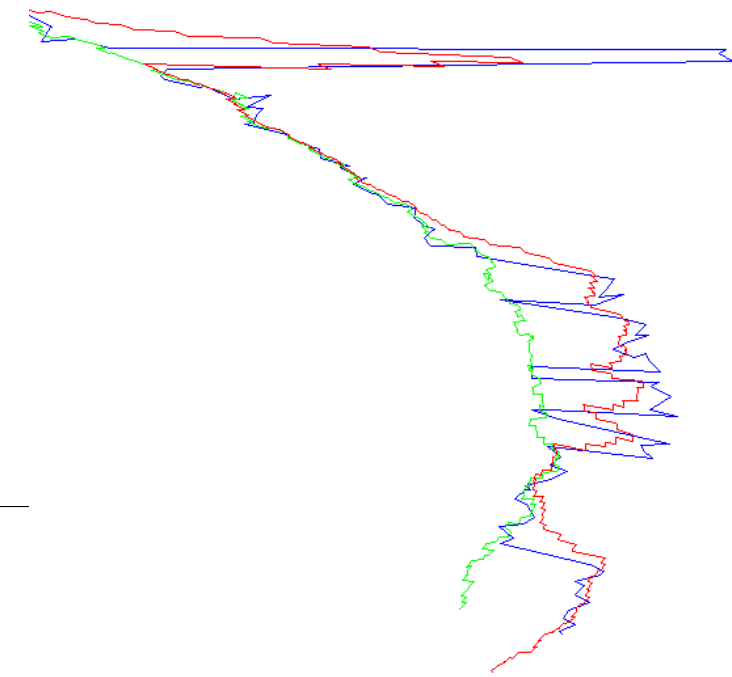
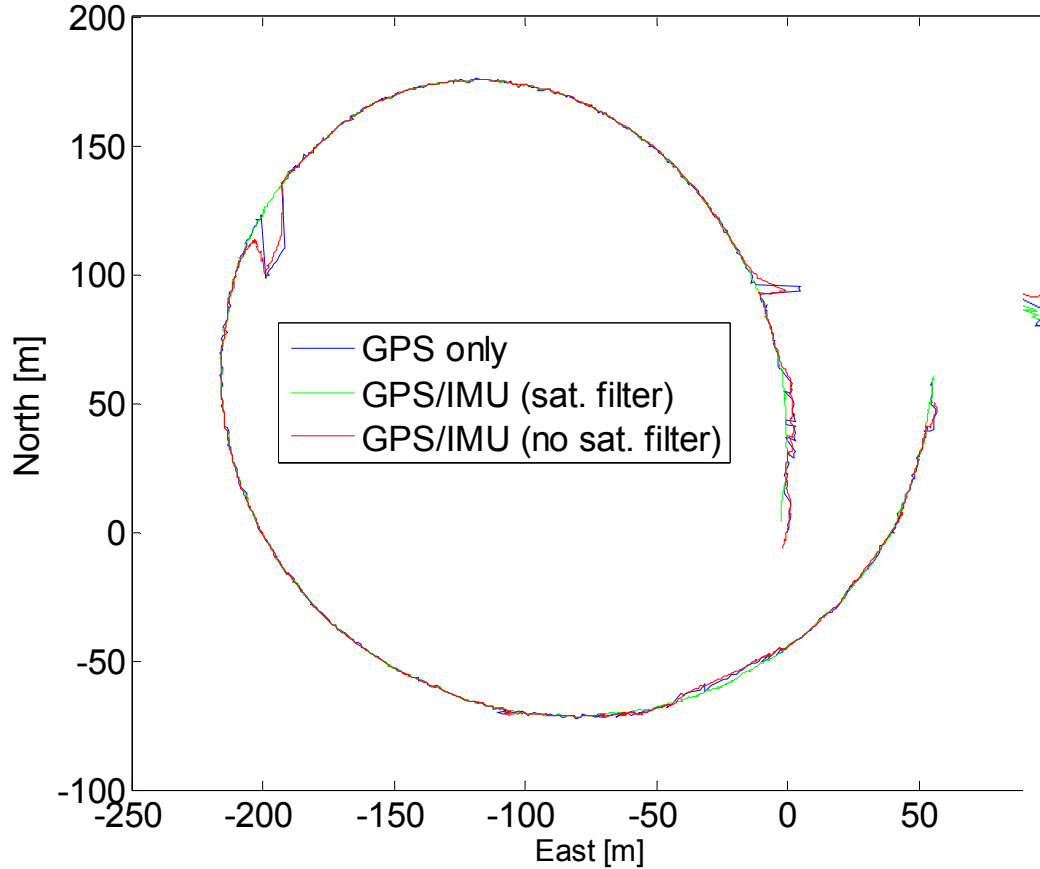
Innovation Code  
X-axis: GPS epochs Y-axis: Innovation in meters



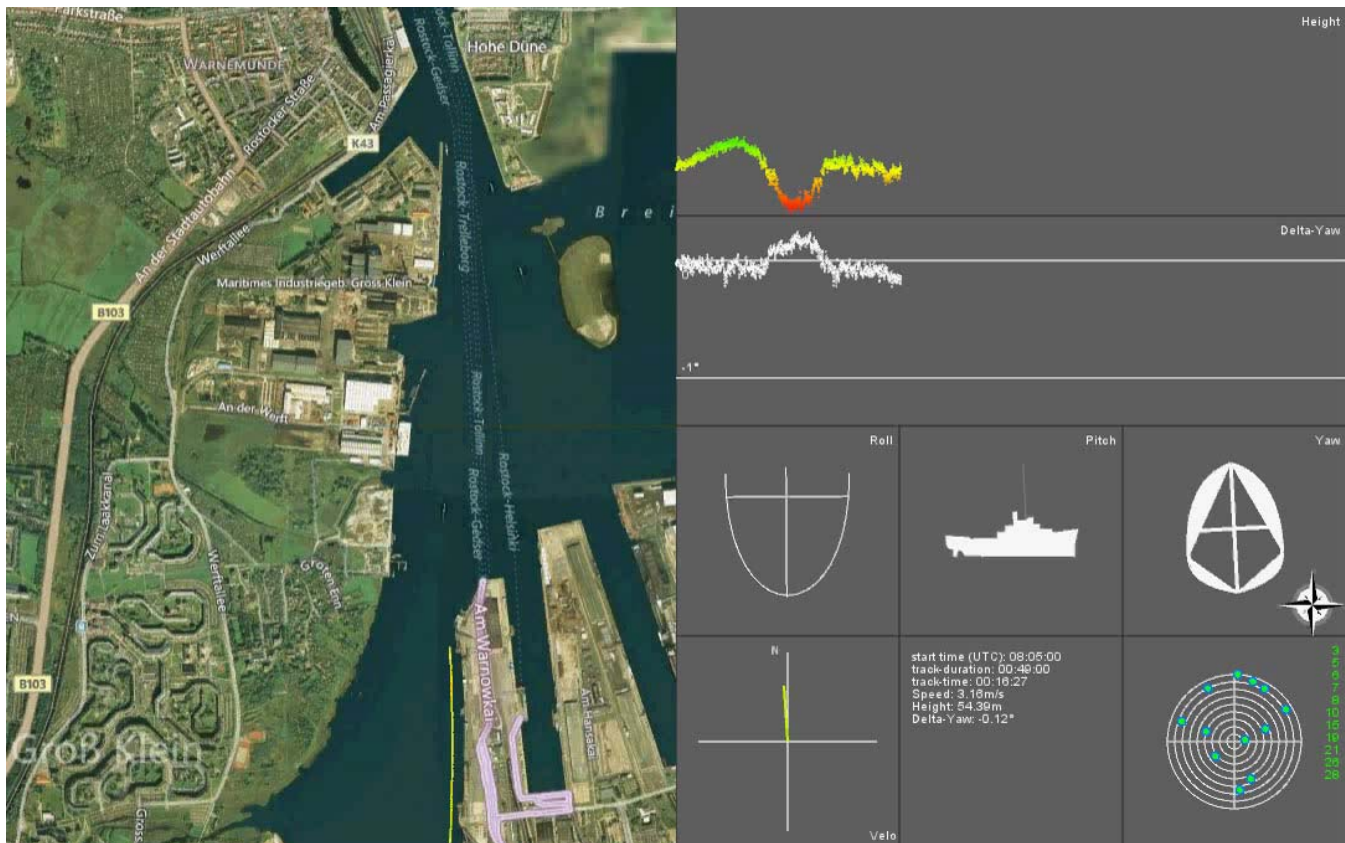


# Integration with/without satellite filtering

Trajectory with respect to the starting point



# Demonstration



# Zusammenfassung

- Nutzerseitige Anforderung erhöhter Integrität von PNT Informationen an Bord von Schiffen
- Integrität basiert auf Abschätzung des aktuellen Fehlers und Abgleich mit den aktuellen Anforderungen
- PNT – Unit Konzept: Multisensorfusionsansatz als Basis für die Bereitstellung von Integritätsinformationen





**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit**

**Ralf.Ziebold@DLR.de**