

# Beobachtung von Höhenänderungen auf Pegeln im Bereich der Deutschen Bucht

Robert Weiß  
Referat Geodäsie  
Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz

Allsat Open, Neues Rathaus Hannover, 18. Juni 2009

# Überblick

- > BfG?
- > Motivation: Landsenkung vs. Meeresspiegelanstieg
- > GNSS@tidegauge im Bereich der Deutschen Bucht
- > KFKI-Projekt PEGASUS
- > Forschungsplattform FINO-1 und FINO-3
- > Nutzen
- > Zusammenfassung

# Bundesanstalt für Gewässerkunde

- > Oberbehörde im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
- > Wiss. Institut des Bundes für Forschung, Begutachtung und Beratung auf dem Gebiet
  - > Gewässerkunde, Gewässerschutz
  - > Wasserbewirtschaftung, Ökologie

Abteilung M

Quantitative  
Gewässerkunde

Abteilung G

Qualitative  
Gewässerkunde

Abteilung U

Ökologie

Abteilung Z

Administration

# Bundesanstalt für Gewässerkunde

- > Ein Vorläufer der BfG:
  - > „Büreau für die Hauptnivellements und Wasserstandsbeobachtungen im Ministerium der öffentlichen Arbeiten“
    - ➔ Gründung am 01.04.1891
  - > Bundesanstalt für Gewässerkunde
    - ➔ Hauptnivellements entlang der Wasserstraßen
    - ➔ Vernetzung von Pegelstellen



# Bundesanstalt für Gewässerkunde

- > Verfahren
  - > Geometrische/Hydrostatische Nivellements
  - > Sehr teuer
  - > Keine kontinuierlichen Verfahren
  - > Hydrostatische Nivellements nicht mehr verfügbar



# Bundesanstalt für Gewässerkunde

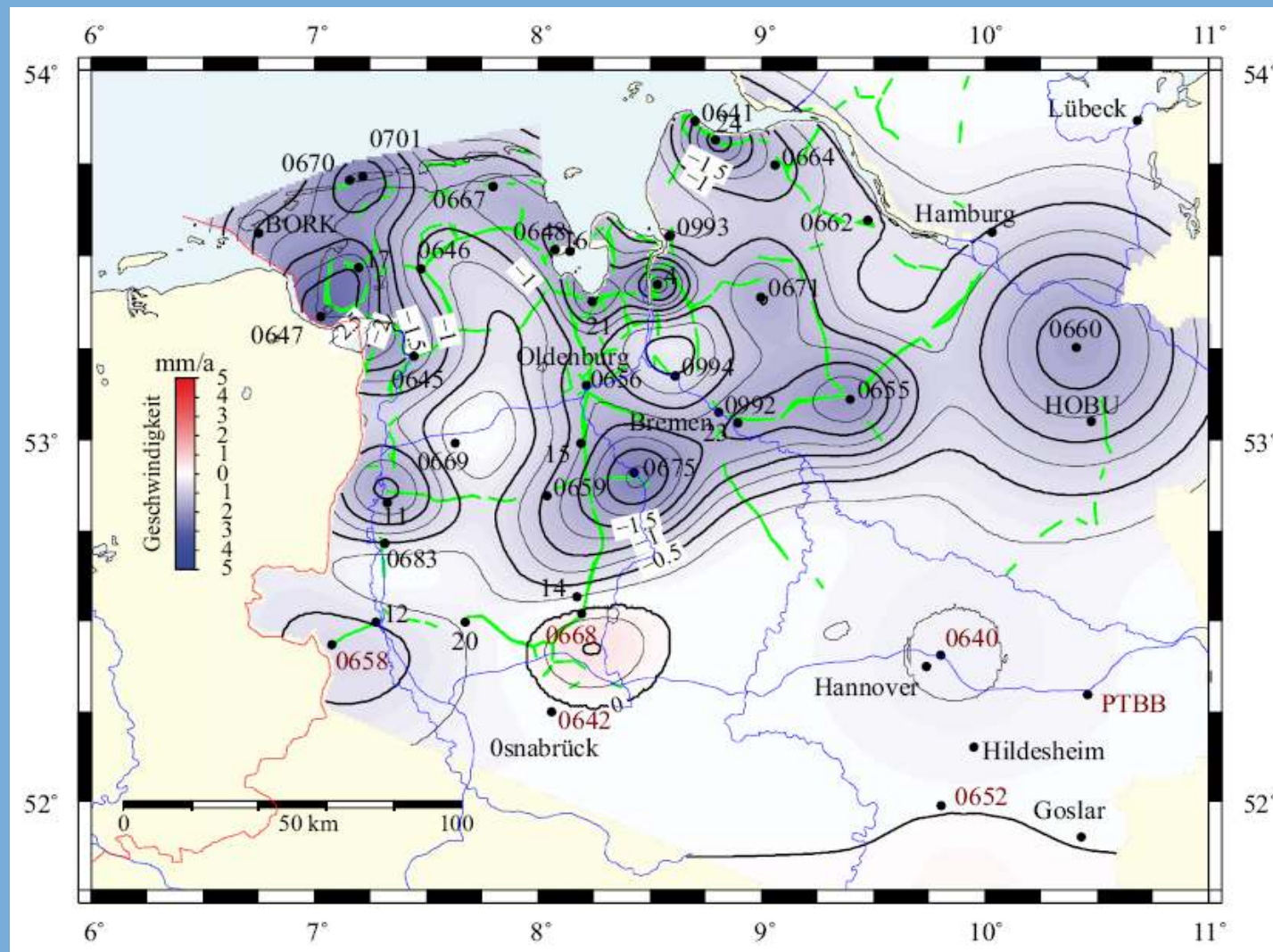
- > Untersuchungen zur GNSS-Höhenbestimmung (seit 1986)



- > GNSS-Kampagnen bis 2004



# Landensenkung vs. Meeresspiegelanstieg



Ergebnis der KFKI-Projektes IKÜS (Kombination TU-Braunschweig)

# Landsenkung vs. Meeresspiegelanstieg

- > Erfassung und Berücksichtigung von Vertikalbewegungen
- > Überwachung durch kontinuierliche GNSS-Systeme
  - > GNSS-Systeme nach aktuellem Stand der Technik
  - > Fernadministration und automatische Datenübertragung
  - > Prozessierung in globalen Referenzsystemen
  - > Exzentrizitäten zu Pegelnullpunkten
- > Forschungsprojekte IKÜS/PEGASUS (KFKI, 2005-2009) und aktuell KLIWAS (BMVBS, 2009-2013)
  - ➔ Aufbau eines Netzwerkes von kontinuierlichen GNSS-Systemen auf Pegel ab 2008 (PEGASUS)



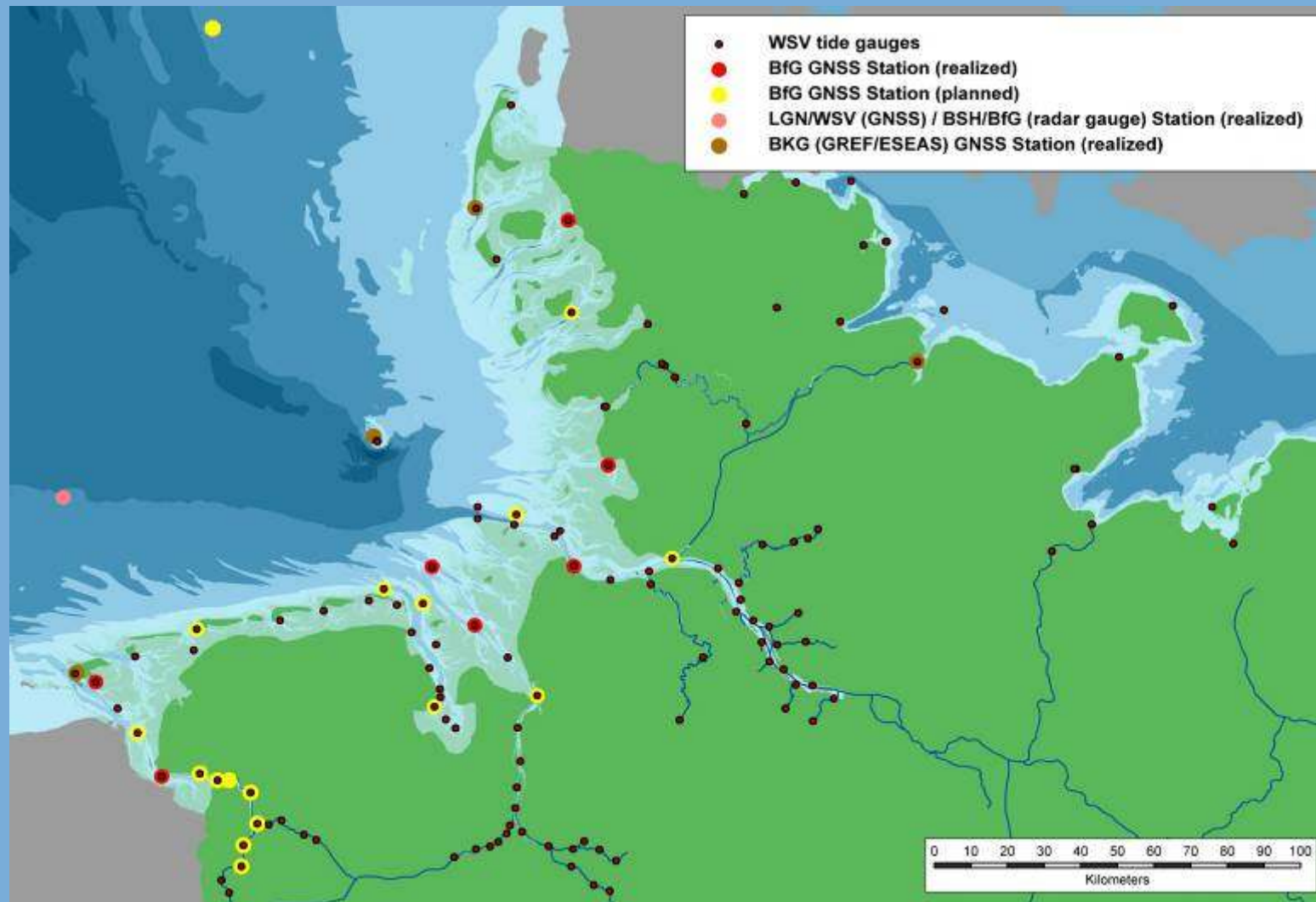
# PEGASUS

**P**ermanentes  
**G**nss gestütztes  
**A**utomatisiertes und  
**S**tandardisiertes  
**U**eberwachungs  
**S**ystem



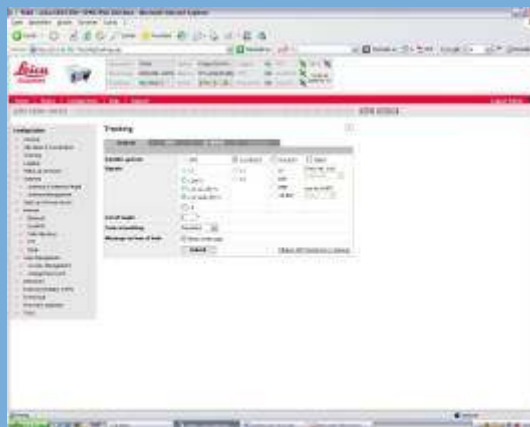
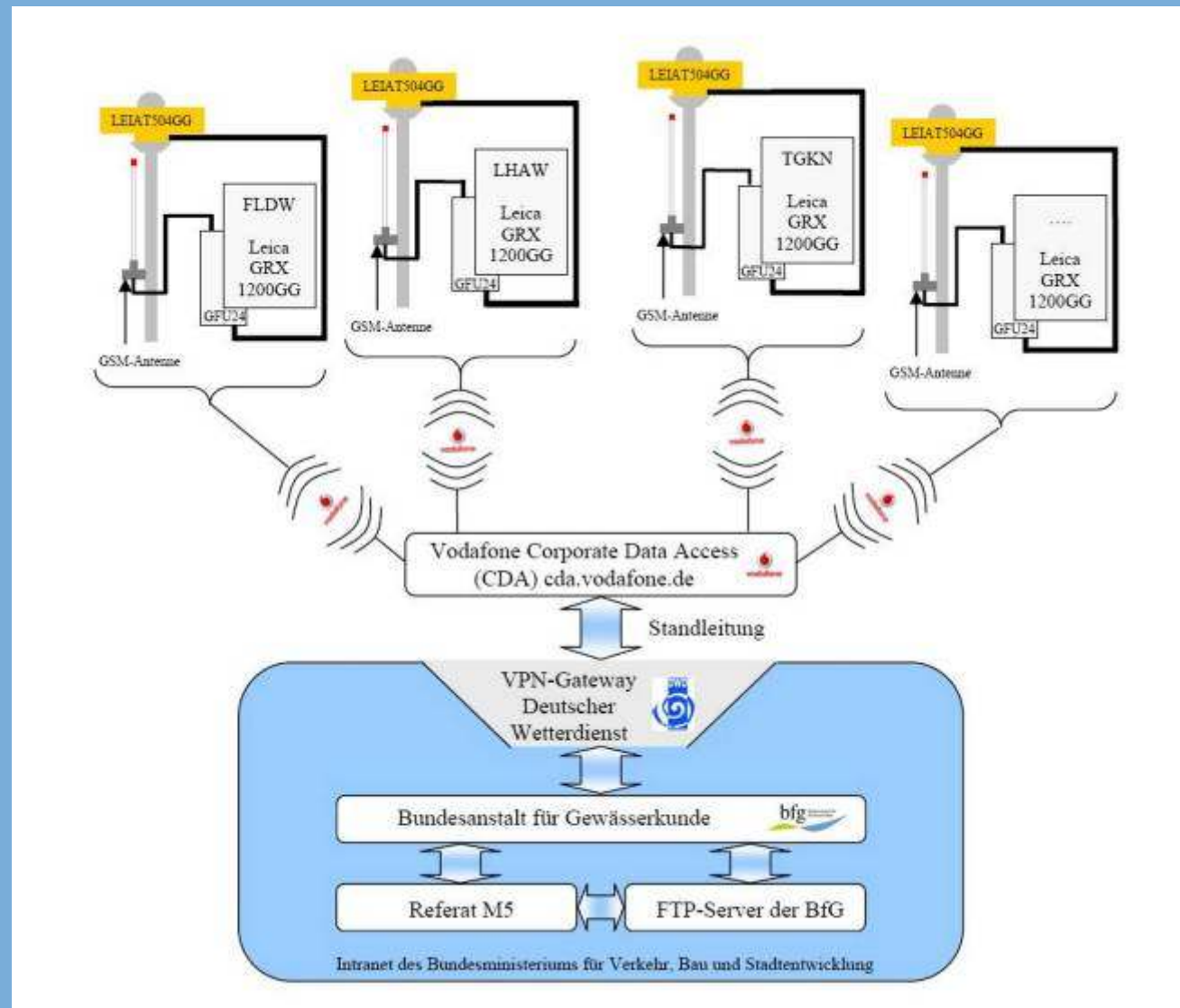
- > 7 BfG - Stationen sind realisiert
- > Insgesamt sind 24 BfG – Stationen geplant (18xLeica, 6xTrimble)
  - > Geod. 2-Frequenz Empfänger
  - > Absolut kalibrierte Choke-Ring Antennen
- > Zusätzliche Nutzung der 3 GREF-Stationen in diesem Gebiet

# GNSS@tidegauge Deutsche Bucht



# PEGASUS: Datenkommunikation

- > Anbindung über GPRS
- > Leica GFU24
- > FTP-Push
- > Web-Interface



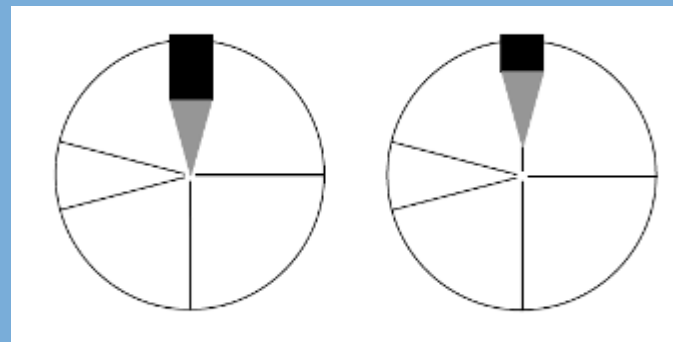
# PEGASUS: GNSS ↔ PNP

- > Ergebnis: Höhe des ARP
- > Pegelnullpunkt:  
Definiert über feste Höhendifferenzen zu  
Pegelfestpunkten
- > Bestimmung der Höhendifferenzen zwischen  
ARP und PNP
  - > Kalibrierte Messstangen / Messbänder
  - > Optische Nivelliergeräte mit Planplatte
  - > Berührungslose Entfernungsmesser  
(vertikal)



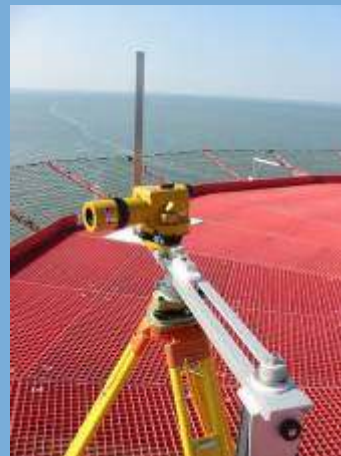
# PEGASUS: GNSS ↔ PNP

- > Kalibrierte  
Messstangen
- > Kalibrierte  
Messbänder
- > Optisches  
Planplattennivellier



# PEGASUS: GNSS ↔ PNP

- > Berührungslose Entfernungsmesser (Bämpfer Ablotungssystem)



# PEGASUS: Außenweser

- > Bereich Außenweser
  - > Unterfeuer Dwarsgat



- > Leuchtturm Alte Weser



# PEGASUS: Ems

> Bereich Ems

> Pegel Knock, Pegel Borkum-Fischerbalje



> Emden, Leerort, Papenburg, Pogum, Terborg, Weener



# PEGASUS: Nordfriesland

- > Bereich Nordfriesland
  - > Pegel Büsum



- > Pegel Dagebüll



# PEGASUS: Außenelbe

> Bereich Außenelbe

> Pegel Cuxhaven – Steubenhöft (GLOSS-Station)



> Pegel Großer Vogelsand



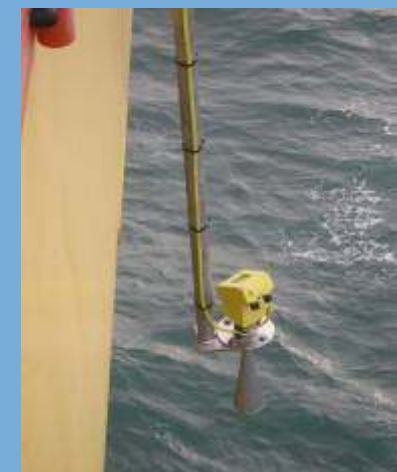
# Forschungsplattformen Nordsee: FINO-1

- > Installation 2003
- > Finanzierung durch das BMU (Umweltforschung)
- > Installation einer GPS-Station durch den LGN/WSV
- > Installation eines Radarpegels (2008) durch das BSH/BfG
- > Verbindungsmessung zwischen Radarpegel und GPS-Antenne durch die BfG (2008)
- ➔ Georeferenzierter Pegel auf der FINO-1



FINO-1, Quelle: BSH

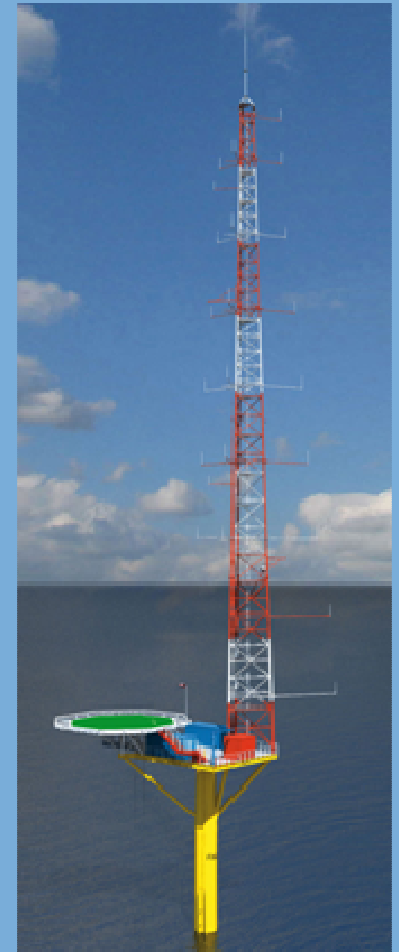
# Forschungsplattformen Nordsee: FINO-1



Quelle: BSH

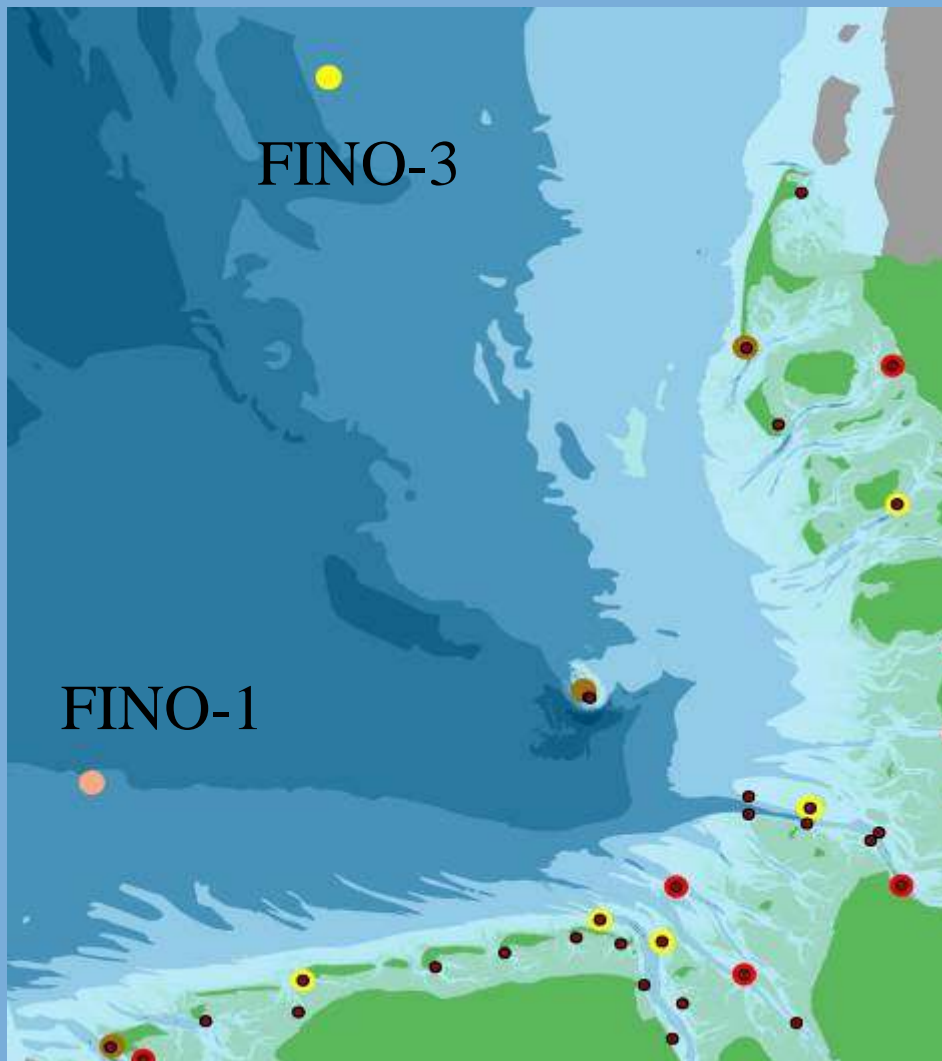
# Forschungsplattformen Nordsee: FINO-3

- > Installation Juni 2009
  - > Finanzierung durch das BMU und  
Wirtschaftsministerium Schleswig-Holstein
  - > Installation eines Radarpegels (2009) durch das  
BSH/BfG
  - > Installation einer GNSS-Station und  
Verbindungsmessung zum Radarpegel durch die BfG  
(Sommer 2009)
- ➔ Georeferenzierter Pegel auf der FINO-3

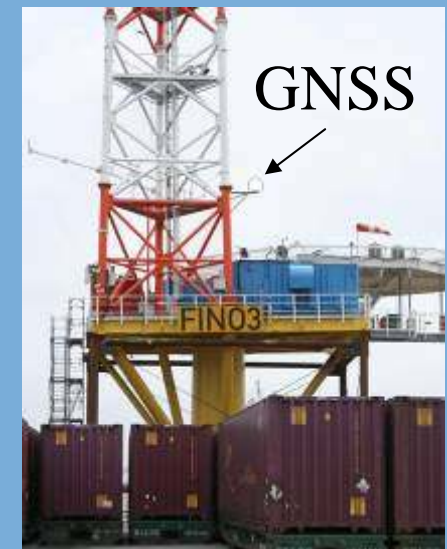


Quelle: [www.fino3.de](http://www.fino3.de)

# Forschungsplattformen Nordsee: FINO-3



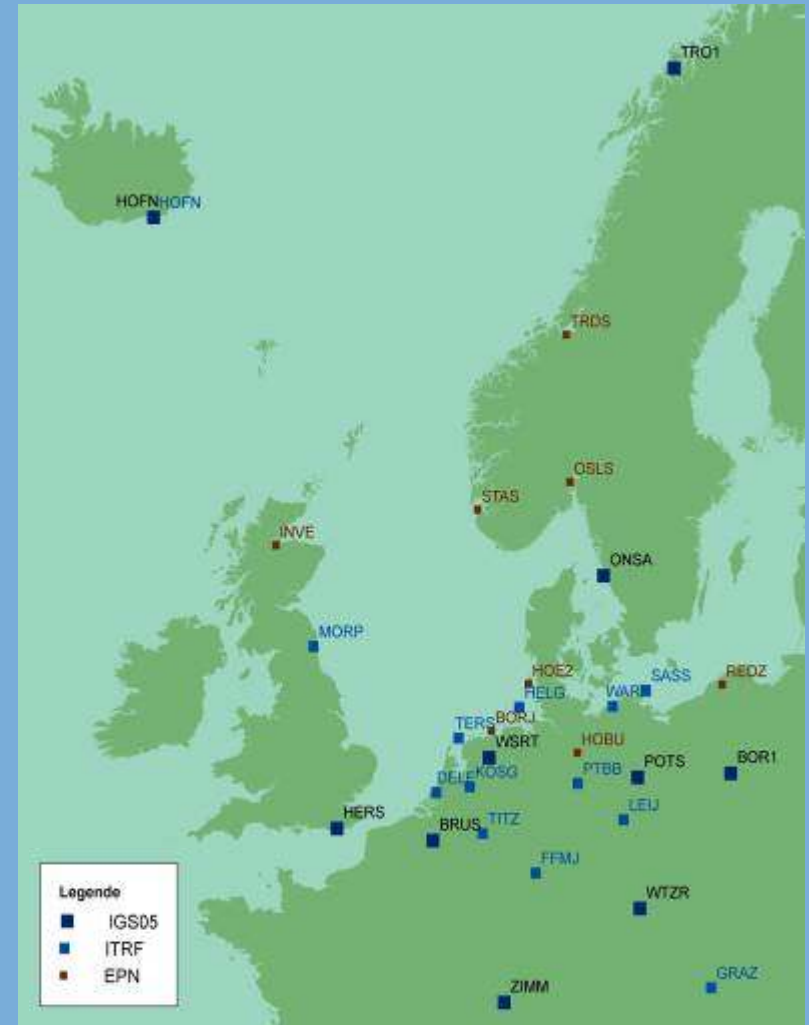
Quelle: [www.fino3.de](http://www.fino3.de)



Quelle: [www.fino3.de](http://www.fino3.de)

# PEGASUS: Prozessierung

- > Kooperation mit dem DGFI<sup>1</sup>
- > Auswertung nach wissenschaftlichen Standards (Bernese Software 5.0)
- > Prozessierung im IGS05
- > Minimum constraint Lösung  
(Bezugsstationen sind die IGS05 Reference Frame Sites in Europa)
- > Überführung ins ETRS89
- > Überführung ins amtliche Höhensystem  
(GCG05 des BKG mit Restanpassung)



<sup>1</sup>DGFI Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut

# Nutzen

- > Trennung von vertikalen Landbewegungen und langwelligen Meeresspiegelvariationen
- > Administrativen Bereich
  - > Überwachung der Pegelfestpunkthöhen (kontinuierlicher Anschluss an das amtliche Höhensystem)
  - > Aufgabenwahrnehmung der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung
    - > Beiträge zur Beweissicherung
    - > Modellierungen usw.

# Nutzen

- > Wissenschaftliche Anwendungen
  - > Wasserstände in einem globalen Referenzsystem
    - > Grenzüberschreitende Modellierungen und Forschungen
    - > Kalibrierung der Satellitenaltimetrie
    - > Beiträge zur Klimaforschung
    - > Beiträge zur Realisierung eines Vertikaldatum des Conventional Vertical Reference Systems (CVRS)

**„Wo ist eigentlich die Höhe 0m?“**

# Zusammenfassung

- > Derzeit baut die BfG ein GNSS-Netzwerk für die Höhenüberwachung von Pegeln auf
- > Alle BfG GNSS-Stationen sind direkt auf den Pegeln installiert
- > Homogene geodätische Ausrüstung (IGS konform)
- > Global und regional georeferenzierte Wasserstände
- > Nutzen für administrative und wissenschaftliche Anwendungen





**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**