

PEGASUS

GNSS-gestützte Pegelüberwachung in der Nordsee

Dr. A. Sudau und R. Weiß
Referat Geodäsie
Bundesanstalt für Gewässerkunde

15. KFKI Seminar zur Küstenforschung

KFKI-Projekt IKÜS (I)

- > Vorgestellt am in Bremerhaven 05.11.2008
- > Verbundprojekt



- > Geodätisches Institut, TU-Dresden



- > Institut für Photogrammetrie, TU-Braunschweig



- > Landesvermessung + Geobasisinformation Niedersachsen

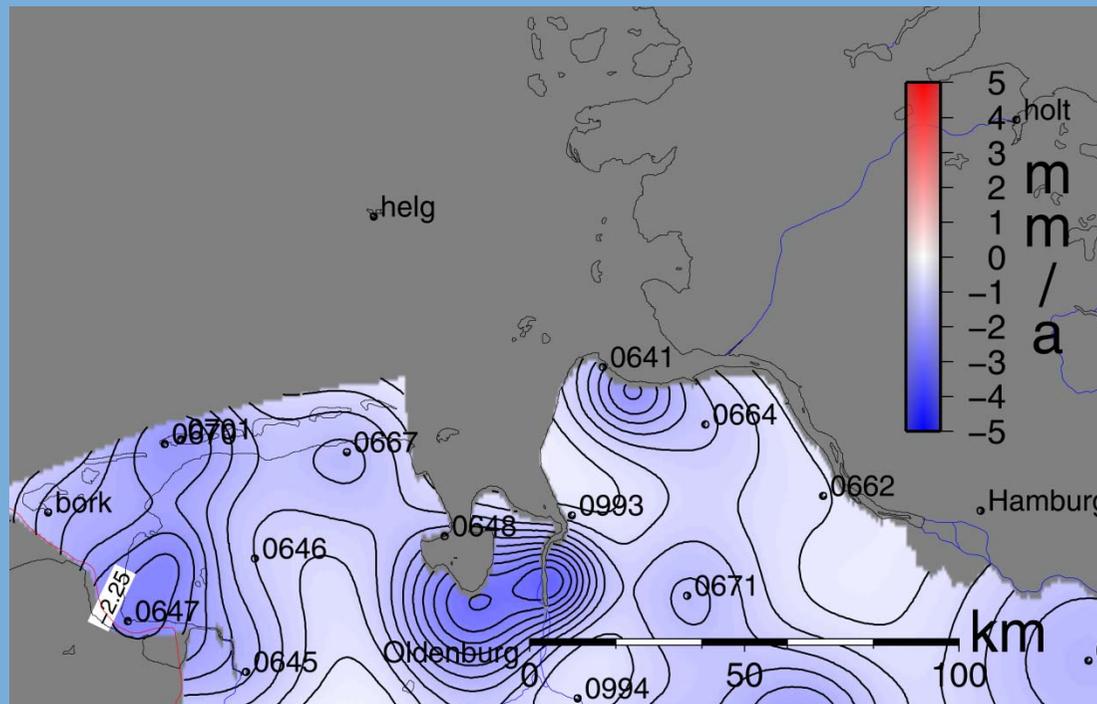


- > Referat Geodäsie, BfG

- > Ableitung von Höhen und Höhenänderungen im Bereich der Deutschen Bucht
 - > Kombination von GNSS, Nivellements, Schwere und Pegelmessungen
 - > Auswirkung auf Pegelmessungen

KFKI-Projekt IKÜS (II)

- > Aufarbeitung der Pegelinformationen
- > Überlagerung von Landsenkungen mit langwelligen Meeresspiegelvariationen



Ergebnisse der Kombinationslösung der TU-Braunschweig
Quelle: IPG TU-Braunschweig

KFKI-Projekt IKÜS (III)

Voraussetzung für Analysen langweiliger Wasserstandsänderungen sind zuverlässige Höhenangaben

- > Aktuelle amtliche Höhen sind 25-30 Jahre „alt“
- > Derzeit läuft eine Erneuerungskampagne der Landesvermessung
 - ➔ Neumessung ausgewählter Höhenlinien
- > Vergleich mit älteren Höhen problematisch
 - > Variierende „Höhenarten“ bzw. Ausgleichungen
 - > Lange Zeiträume und nicht kontinuierliche Messungen
 - ➔ Monitoring mit kontinuierlichen GNSS-Systemen auf Pegeln

KFKI-Projekt IKÜS (IV)

- > Schlussfolgerungen
 - > Überlagerung von Landsenkung und langwelligen Meeresspiegelvariationen
 - > Ableitung von absoluten Meeresspiegelvariationen
 - > Trennung von Landsenkung und Meeresspiegeländerung
 - ➔ GNSS@tidegauge
 - > Permanentes GNSS (auf den Pegeln installiert)
 - > Hochwertige geodätische Empfänger
 - > Automatischer Betrieb mit zentraler Steuerung und Auswertung
 - > Einbindung in wiss. Netzwerke
 - ➔ PEGASUS

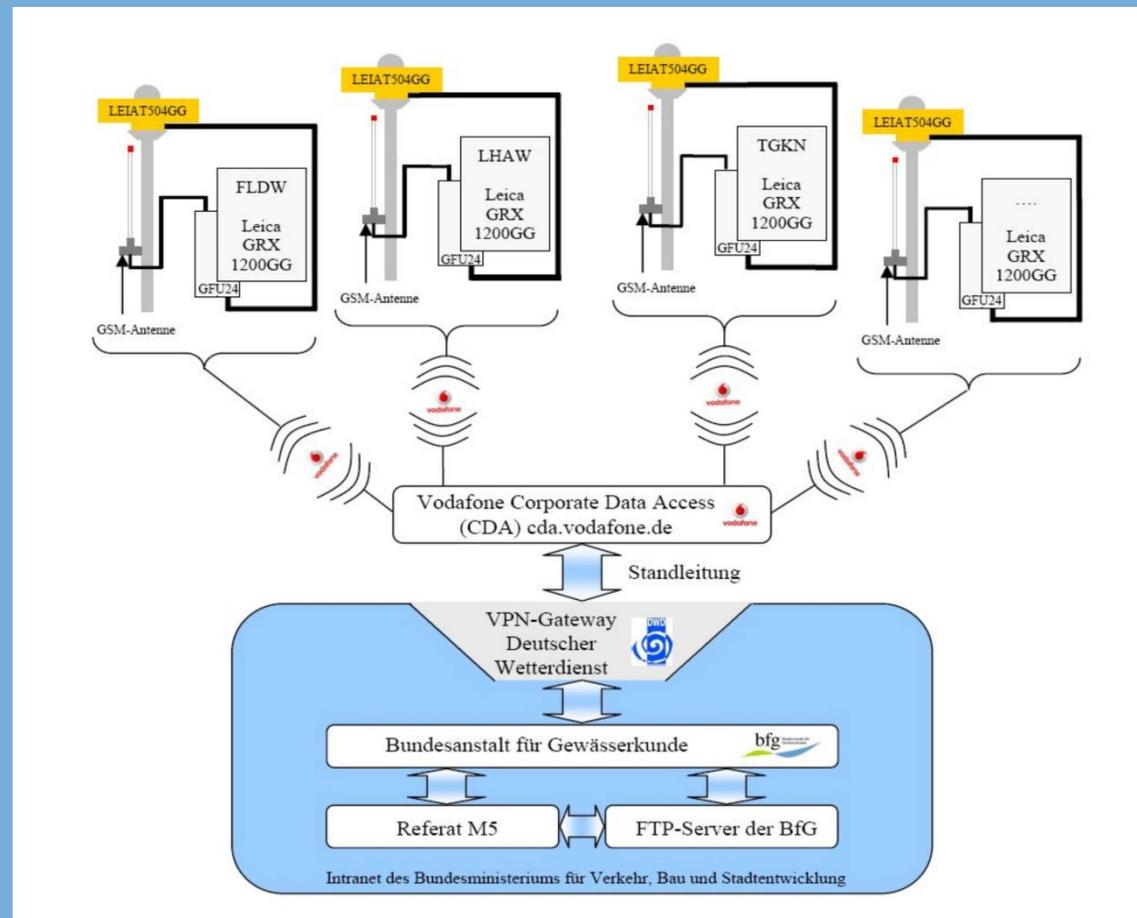
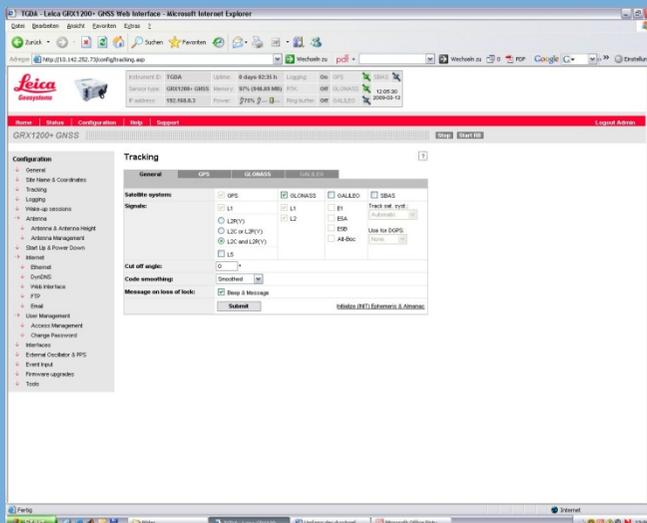
GNSS @ tidegauge

- > Realisierung von sechs GNSS @ tidegauge Stationen
 - > Pegel Knock (TGKN, 05/08)
 - > Unterfeuer Dwarsgat (FLDW, 08/08)
 - > LT Alte Weser (LHAW, 11/08)
 - > Pegel Cuxhaven (TGCU, 12/08)
 - > Pegel Dagebüll (TGDA, 05/09)
 - > Pegel Büsum (TGBU, 05/09)



Datenkommunikation

- > Steuerung der Receiver und Transfer der Beobachtungsdaten ins Intranet des BMVBS (Mobilfunkbasiert)
- > Anbindung via GPRS
- > FTP-Push
- > Web-Interface



GNSS ↔ PNP

> Integration von GNSS in eine Pegelanlage

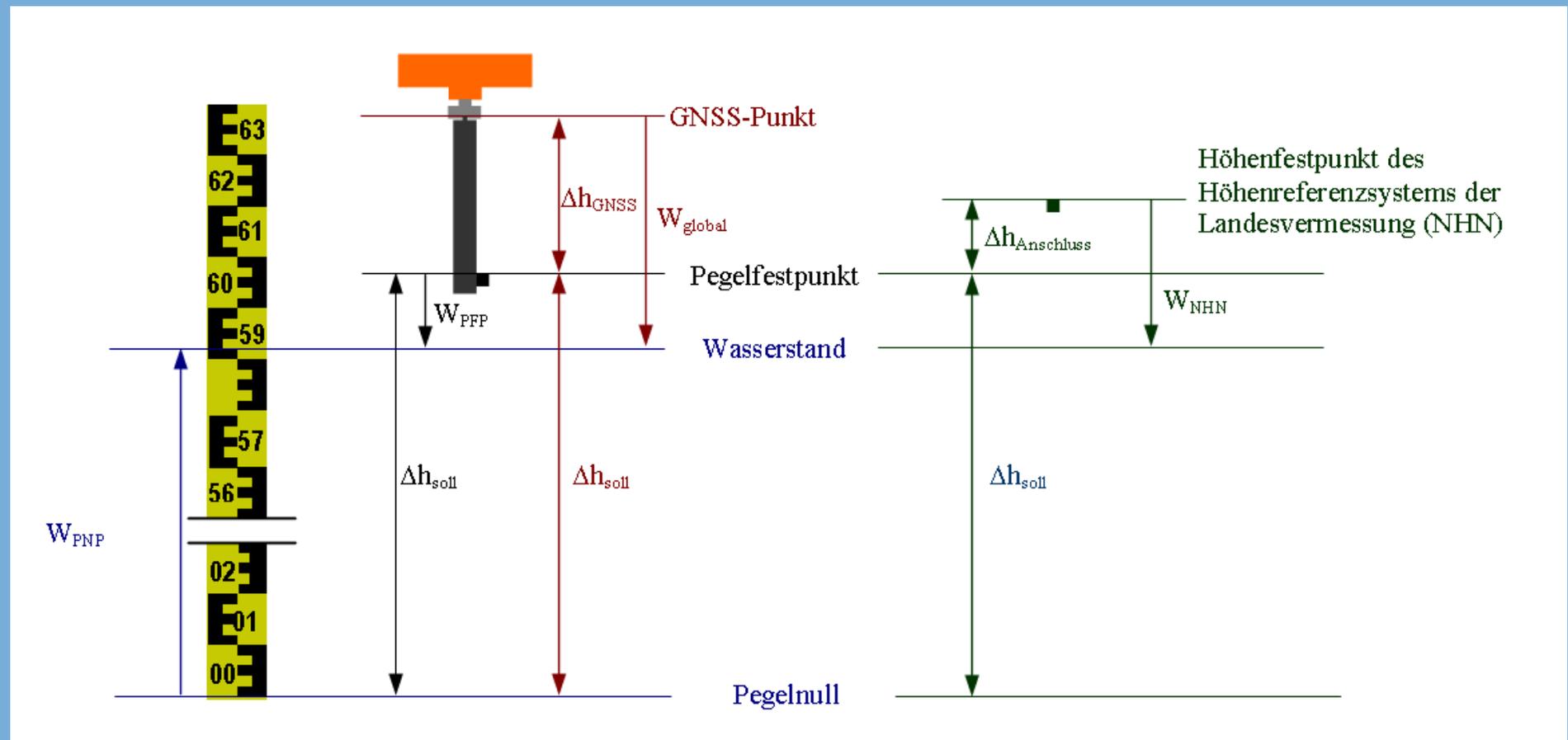


> Geometrischer Zusammenhang zwischen GNSS-Marker und Pegelnulldpunkt



GNSS ↔ PNP

> Integration von GNSS in eine Pegelanlage

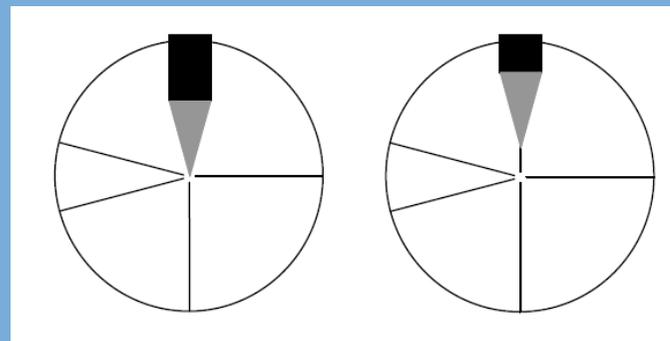
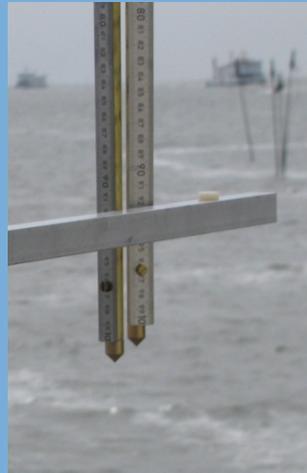


GNSS ↔ PNP

- > GNSS liefert eine Höhe des GNSS-Markers im Raum
- > Pegelnullpunkt:
 - > Definiert über feste Höhendifferenzen zu Pegelfestpunkten
- > Bestimmung der Höhendifferenzen zwischen GNSS-Marker und Pegelfestpunkt
 - > Kalibrierte Messstangen / Messbänder i.V.m. Planplattennivellieren
 - > Berührungslose Entfernungsmesser (vertikal)

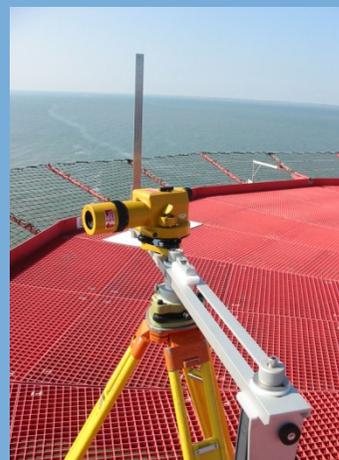
GNSS ↔ PNP

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



GNSS ↔ PNP

> Berührungslose Entfernungsmesser (Bämpfer Ablotungssystem)



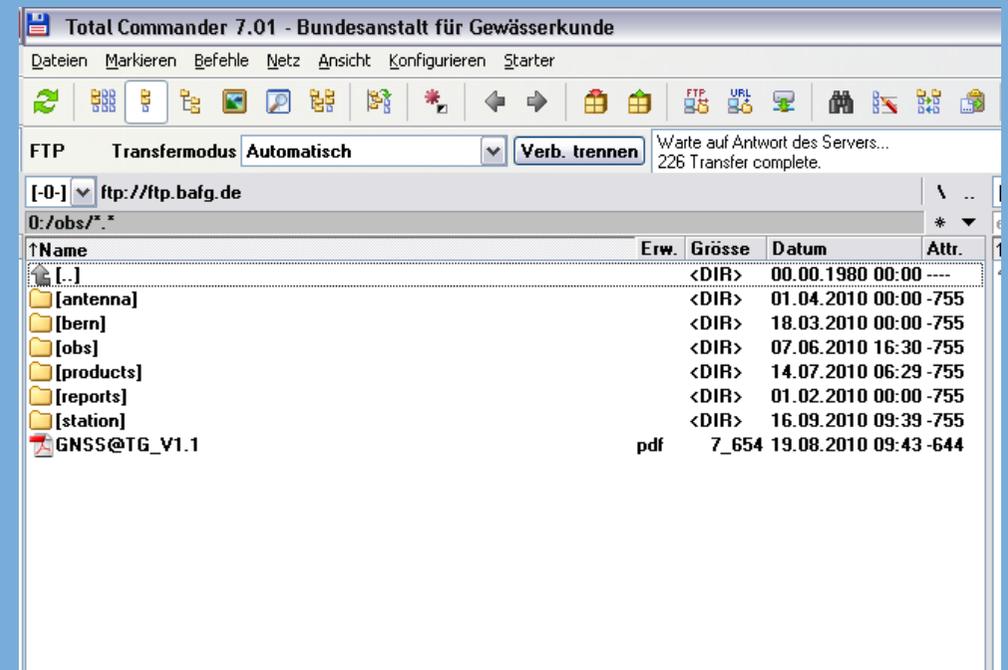
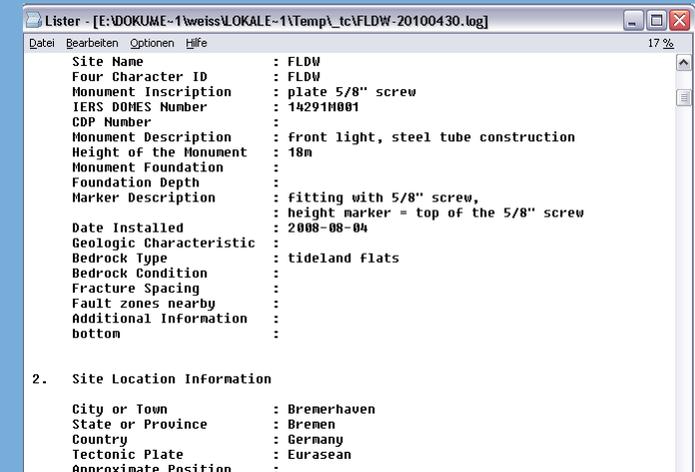
GNSS @ tidegauge

- > Realisierung von sechs GNSS @ tidegauge Stationen



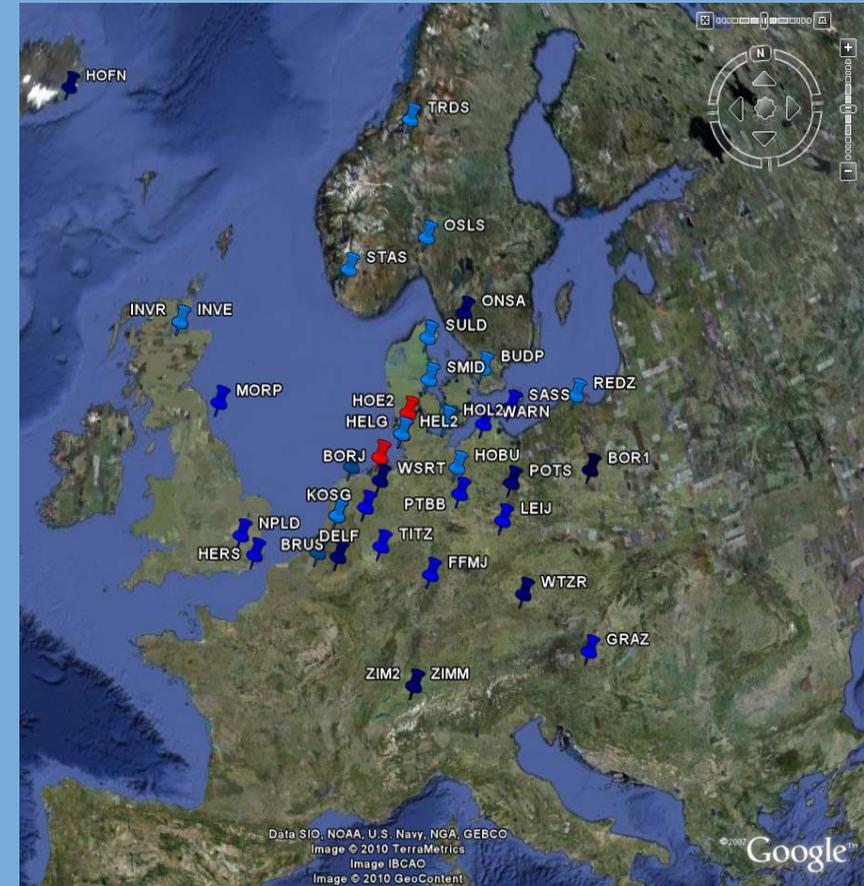
GNSS @ tidegauge - Metadaten

- > IGS-SiteLog Files
- > Nivellementsergebnisse
- > Bilder
- > Vorauswertung
 - > Erstellung von Tagesblöcken
 - > Qualitätskontrolle
 - > Datenbereitstellung auf FTP-Server

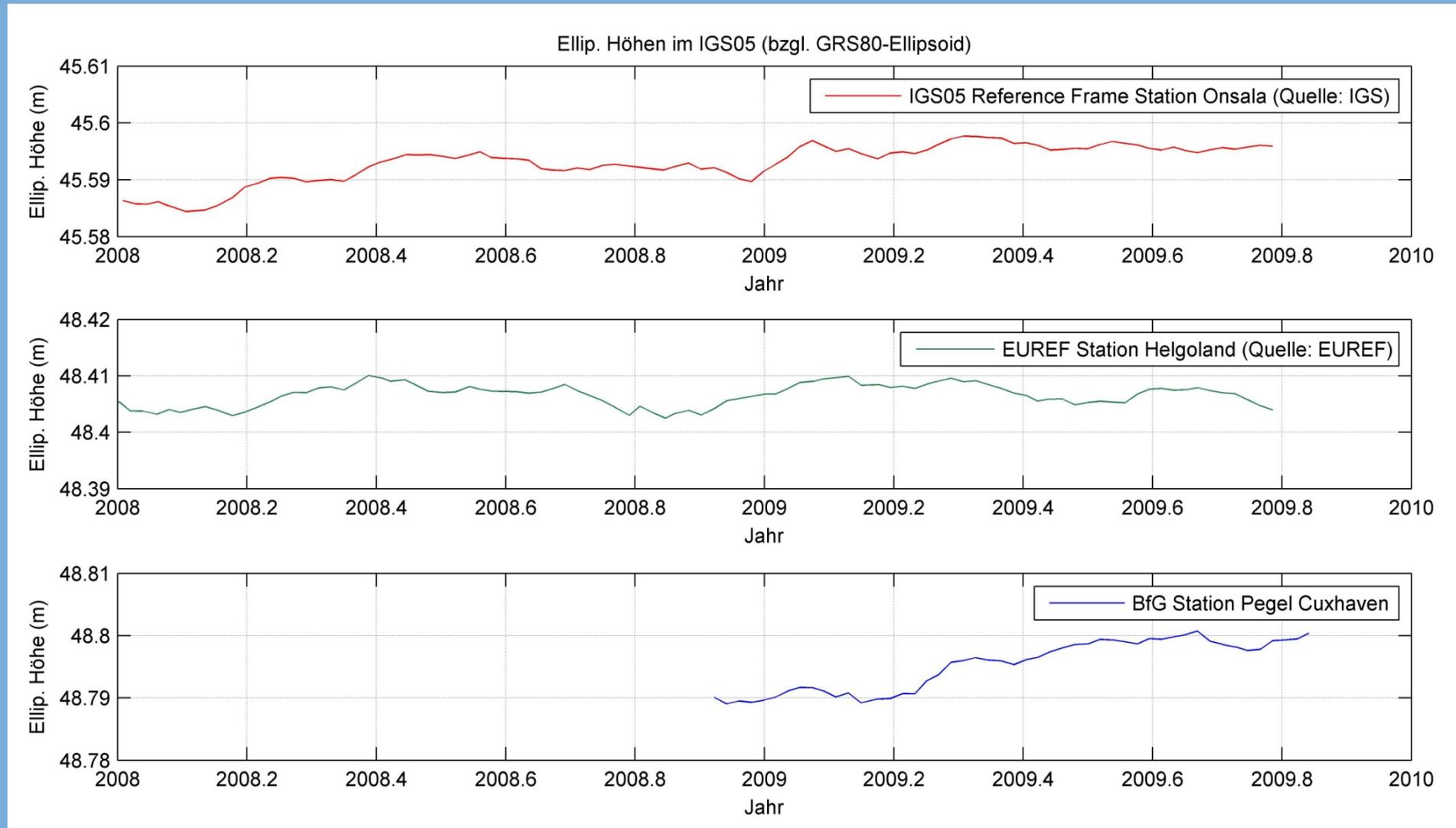


GNSS @ tidegauge - Auswertung

- > Realisiert durch die BfG in Kooperation mit dem Deutschen Geodätischen Forschungsinstitut
- > Prozessierung nach wiss. Standards mit wiss. Software (Bernese Software)
- > Prozessierung im übergeordneten Referenzrahmen (IGS05)
- > Ergebnisse sind aktuelle Höhen der Pegelfest-/Pegelnulppunkte in einem übergeordneten Referenzrahmen

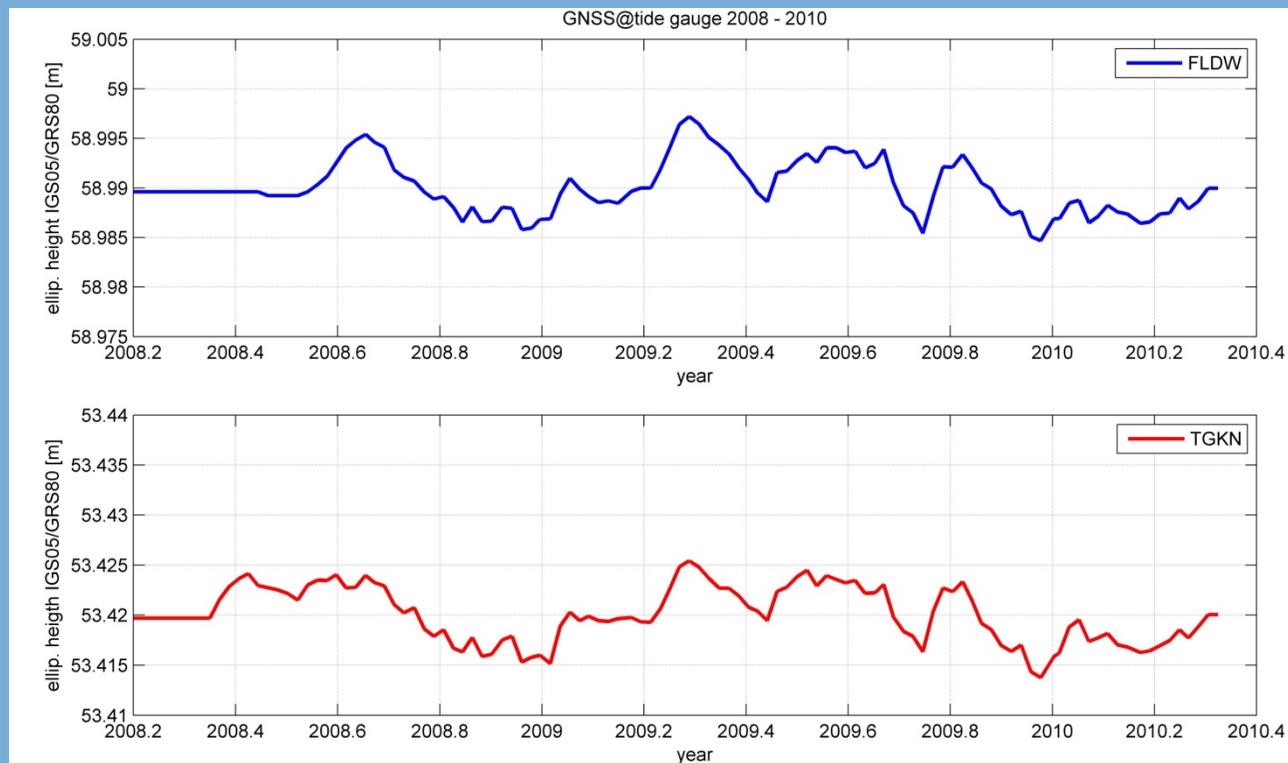


GNSS @ tidegauge - Ergebnisse



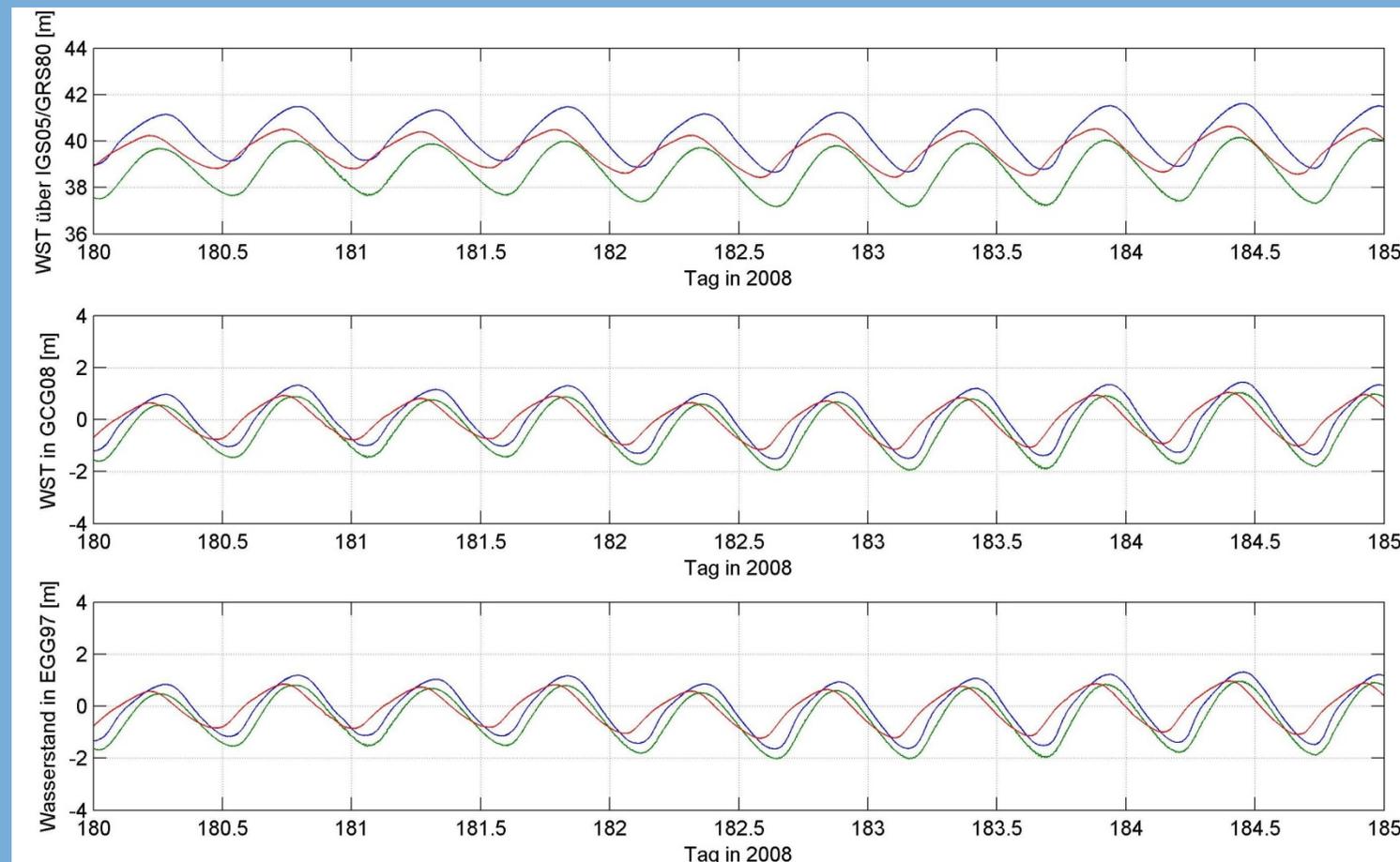
GNSS @ tidegauge - Ergebnisse

- > Erste Ergebnisse
- > Zeitreihen sind sehr kurz



GNSS @ tidegauge - Ergebnisse

- > Erste Ergebnisse
 - > Kombination mit Wasserstandsdaten



GNSS@tidegauge - KLIWAS

- > Forschungsprogramm KLIWAS des BMVBS
 - > Teilprojekt 2.02
 - > Fortführung der Arbeiten von IKÜS und PEGASUS

- > GNSS@tidegauge
 - > 18 WSV-Pegel mit permanenten GNSS-Systemen ausgestattet
 - > 6 WSV-Pegel in der Nähe von permanenten GNSS-Stationen (GREF-Stationen des BKG)



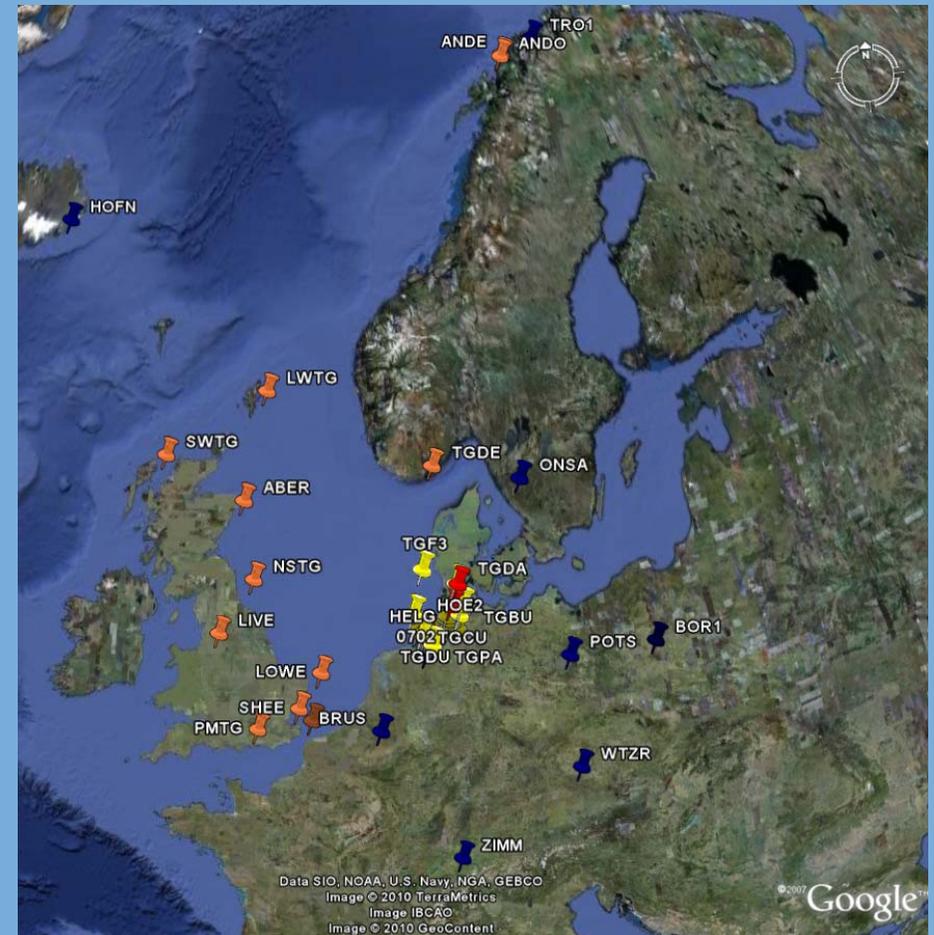
GNSS @ tidegauge - KLIWAS

> FINO-1 und FINO-3



GNSS @ tidegauge - KLIWAS

- > Grenzüberschreitende
Auswertung
 - > Vergleichbare Projekte
anderer Staaten
 - > Homogene Auswertung der
Beobachtungen
 - > Lokale Verdichtung von
TIGA
 - ➔ „TIGA Nordsee“

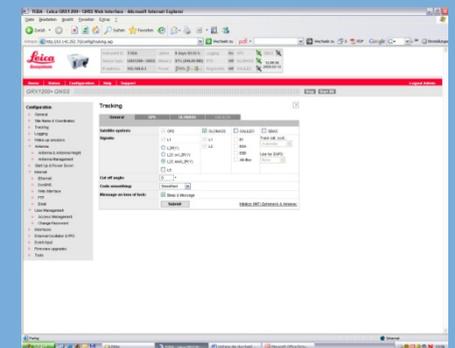


Zusammenfassung

- > Erde ist nicht starr, sondern reagiert elastisch
- > Vielzahl von Effekten, die auf das GNSS-System und damit auch auf den Pegelnullpunkt wirken (im Bereich einiger mm – einige cm)
 - > Zyklische Effekte (Wetter, Auflast durch Sturmfluten)
 - > Langwellige Effekte (Grundwasserentnahmen, Bodenschatzförderung, Isostatische Ausgleichseffekte)
- > Jede Station reagiert unterschiedlich
 - ➔ Jede Pegelstation sollte permanent überwacht werden

Zusammenfassung

- > BfG GNSS-Systeme sind direkt auf den Pegeln installiert
- > GNSS-System und Pegelfest-/Pegelnullpunkt sind an der gleichen mechanischen Struktur befestigt
- > Bekannte geometrische Beziehung zwischen GNSS-System und Pegelfest-/Pegelnullpunkt
- > Kontinuierlicher Betrieb mit automatischer Datenübertragung und Fernadministration



Zusammenfassung

- > Trennung von vertikalen Landbewegungen und langwelligen Wasserstandsvariationen
- > Überwachung der Pegelfestpunkthöhen (kontinuierlicher Anschluss an das amtliche Höhensystem durch kont. arbeitende GNSS-Stationen)
- > Beiträge für
 - > Klimaforschung (Stichwort Meeresspiegelanstieg)
 - > Küstenschutz
 - > Modellierungen
 - > Beweissicherung, etc.





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

sudau@bafg.de oder weiss@bafg.de

+49 261 1306-5287 oder -5289