

NN-SAT

Entwickeln einer Methodik zur universellen Überwachung von Küstenpegeln

FKZ 03KIS005

Projektpartner:

Technische Universität Dresden
Geodätisches Institut

Bundesanstalt für Gewässerkunde

Bremerhaven
28.10.2002

BfG



Gliederung

- **Anlaß und Gesamtziel der Arbeiten**
- **Arbeitsplan**
- **Durchführung**
- **Ergebnisse**



Anlaß und Gesamtziel der Arbeiten

Höhe hat besondere Bedeutung im Küsten-Ingenieurwesen

→ KFKI-Projekte wie

- Optimierung bei der Beschickung
- Ableiten von Höhen-Änderungen
aus Schwere-Änderungen
- „Höhenbestimmung Helgoland“

Anlaß und Gesamtziel der Arbeiten

- ➔ Leistungsfähigkeit satellitengestützter Verfahren ✓
- ➔ Höhere Wirtschaftlichkeit
- ➔ Neue geodätische Infrastruktur der LV durch Netze von Permanentstationen (SAPOS)

Anlaß und Gesamtziel der Arbeiten

auch

- Neue Konzepte der LV für die Höhe
 - ohne Nivellement-Meßepochen,
reine Erhaltungsarbeiten
- ➔ Neue Wege der Höhenüberwachung von Küstenpegeln erforderlich

jedoch

Küstenpegel i.allg. schwierig

Anlaß und Gesamtziel der Arbeiten

- **Vorteile der neuen Technik nutzen**
 - Wirtschaftlichkeit
 - globale, regionale, lokale Überwachung möglich
- **Systemänderungen der LV ausgleichen**
- **besondere Defizite der satellitengestützten Höhenbestimmung minimieren**
 - Konfigurationsdefekt: $\sigma_{\text{Höhe}} = 2...4 \cdot \sigma_{\text{Lage}}$
 - Troposphäre ohne eigene Meßwerte
 - besondere Sensibilität der Höhenkomponente (Schnee, Antennenwechsel, Signalstörungen)

Anlaß und Gesamtziel der Arbeiten

→ **Genauigkeitsanforderungen lt. Pegelvorschrift (Anlage C) einhalten**

- $\sigma_{\text{Höhe}} = 5 \text{ mm}$ (95%-Niveau)
nach DIN 18710



Gliederung

- Anlaß und Gesamtziel der Arbeiten
- **Arbeitsplan**
- Durchführung
- Ergebnisse



Ansatz des Arbeitsplanes

- **Globale Höhenüberwachung ermöglichen**

Anbindung an Fundamentalstationen (z.B. Wettzell)



- **Regionale Höhenüberwachung (TUD)**

Ansatz des Arbeitsplanes

• Regionale Höhenüberwachung (TUD)

Genauigkeit und Zuverlässigkeit steigern

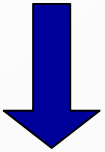
- Einbeziehen der unteren Elevationsbereiche bis 5°, Integration GPS + GLONASS
- Höhengenaugigkeit = Funktion des Stationsabstandes ?
- Validierung der Signalqualität der Stationen
- Troposphären-Erfassung (Wasserdampfradiometer)

Voraussetzungen

- Sensorik und Kalibrierungen
- Kommunikation + Datenmanagement

Ansatz des Arbeitsplanes

- Globale Höhenüberwachung



- Regionale Höhenüberwachung (TUD)



- Lokale Höhenüberwachung (BfG)
 - Besonderheiten der Küstenpegel
 - Nutzung der SAPOS-Infrastruktur
 - Optimieren der ellipsoidischen Höhen
 - Übergang ellipsoidische → physikalische Höhen

Gliederung

- Anlaß und Gesamtziel der Arbeiten
- Arbeitsplan
- **Durchführung**
- Ergebnisse



Aufwand



- 3+1 Mannjahre
- 2 Mikrowellen-Radiometer
- 4 GPS-Empfänger
- 1 Workstation mit umfangreichem Speicher (RAID Array)

Meßkampagnen

Pkt.	Aufgabe	Status	Software	Zweck
1	NN-SAT '99 (10 Tage)	✓	WaSoft, BSW	20 km (SAPOS – WSV)
2	SAPOS (10 Wochen)	✓	WaSoft, BSW	40 km (SAPOS)
3	EUREF-SAPOS	✓	BSW	globale Anbindung
4	GPS-Messungen auf Pegelstationen	✓	Geonap, BSW, GeoGenius, GPSurvey	NN-Höhen von Küstenpegeln im Anschluss an SAPOS u. andere lokale Bezugspunkte
5	Basislinie Osnabrück – Norderney unter Verwendung von Radiometermessungen	erste Erfahrungen u. Ergebnisse	WaSoft, BSW	Integration von Wasserdampf- Radiometer-Messungen

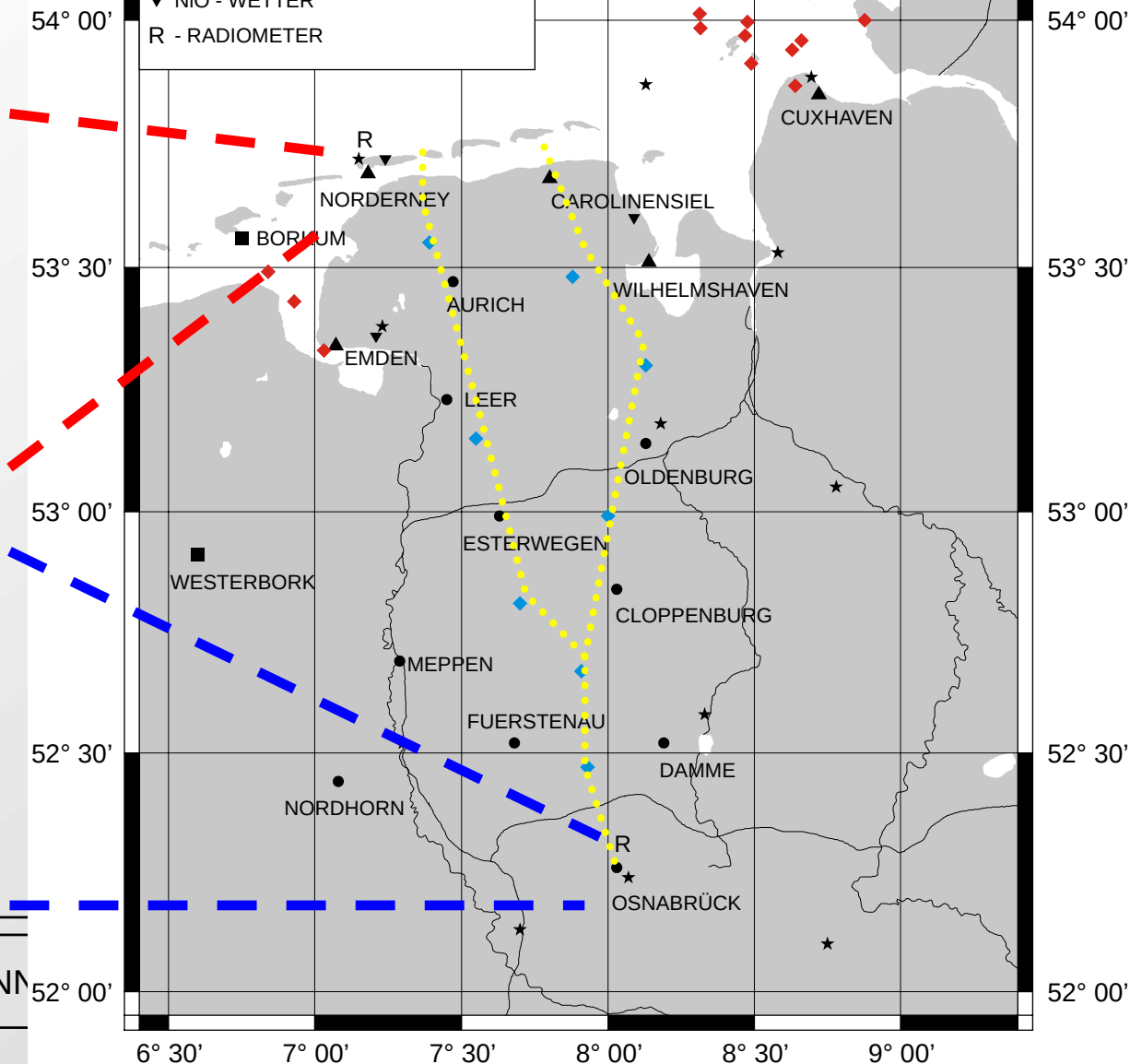
Netzbild

- NN-Sat'99
- SAPOS



TUD/BfG · Bericht NN

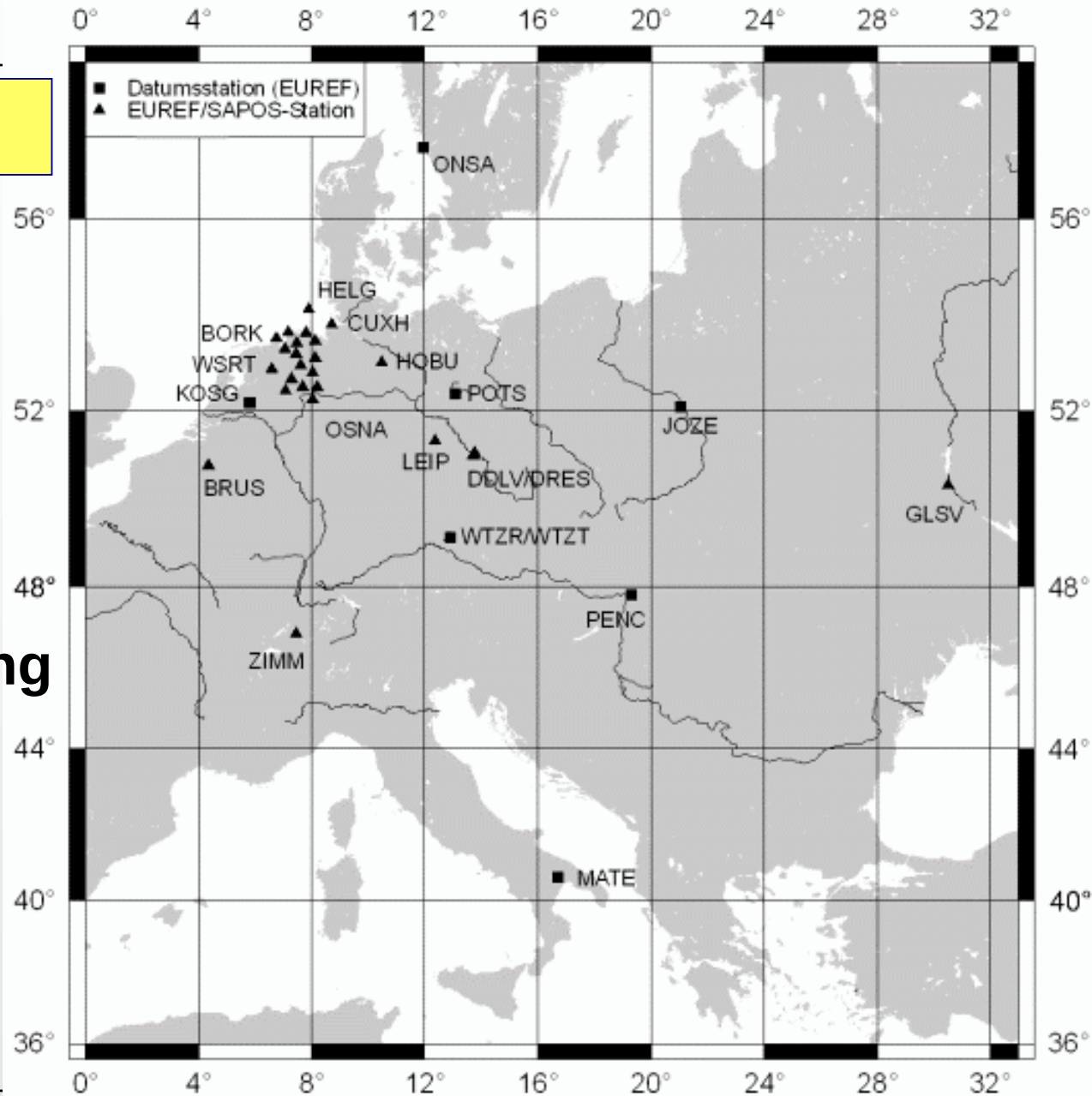
- GPS - SAPOS
- ▲ GPS - PEGEL & SAPOS
- GPS - EUREF
- ◆ GPS - KAMPAGNEN (◆ BFG, ◆ TUD)
- ★ DWD - WETTER
- ▼ NIÖ - WETTER
- R - RADIOMETER



EUREF

**globale
Anbindung**

**ca. 2 Jahre
Dauerauswertung
7.99 .. 9.01**



Gliederung

- Anlaß und Gesamtziel der Arbeiten
- Arbeitsplan
- Durchführung
- **Ergebnisse**



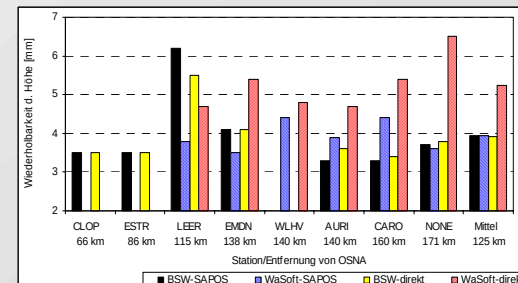
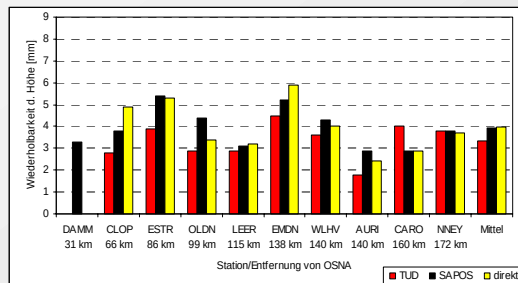
Kampagnen NN-Sat'99 und SAPOS

• Ergebnisse

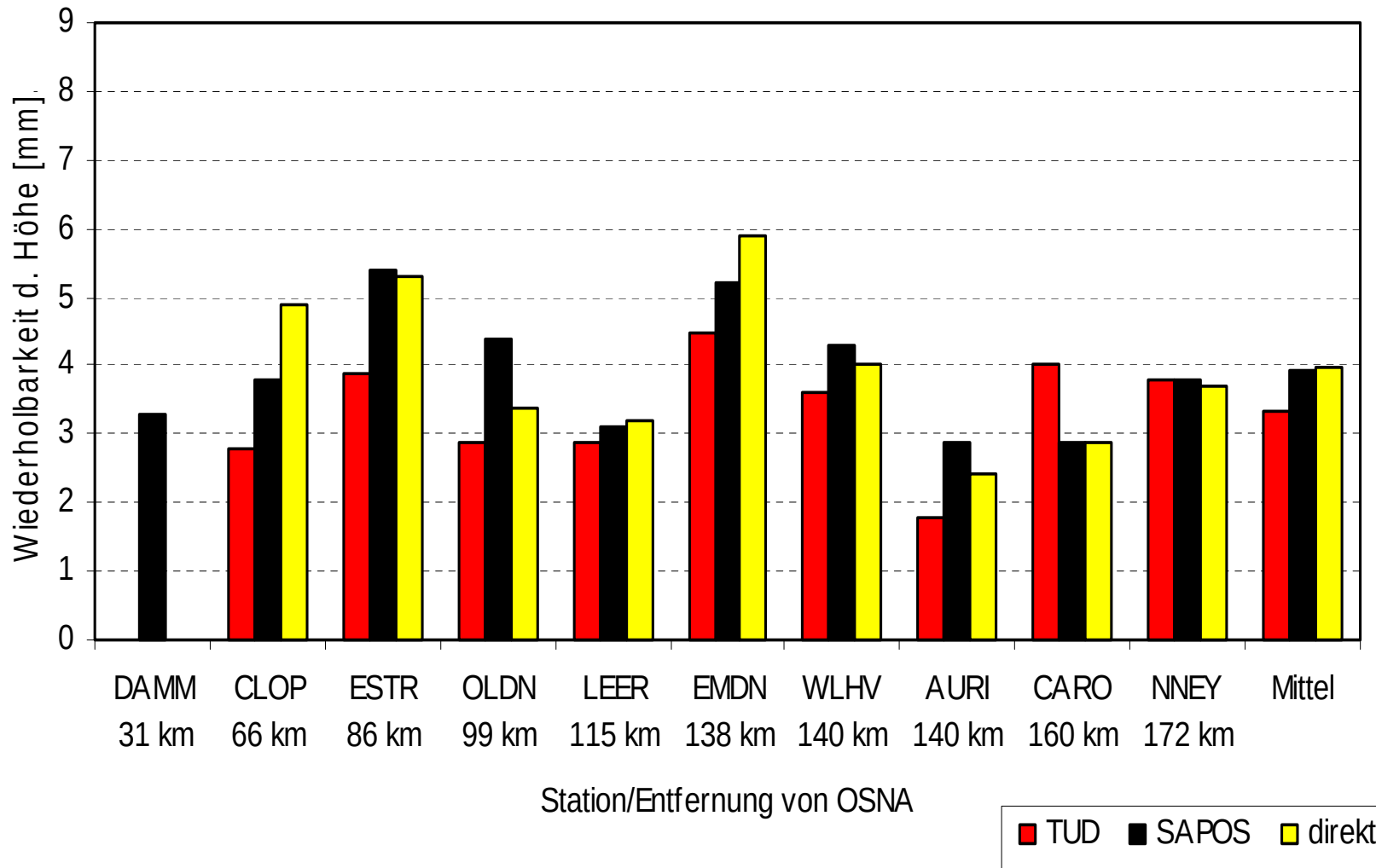
- Mehrdeutigkeitsquote auf hohem Niveau
- Genauigkeit der Höhenübertragung

$\sigma_{\text{Höhe}} = 4 \dots 6 \text{ mm}$ nach 24 h

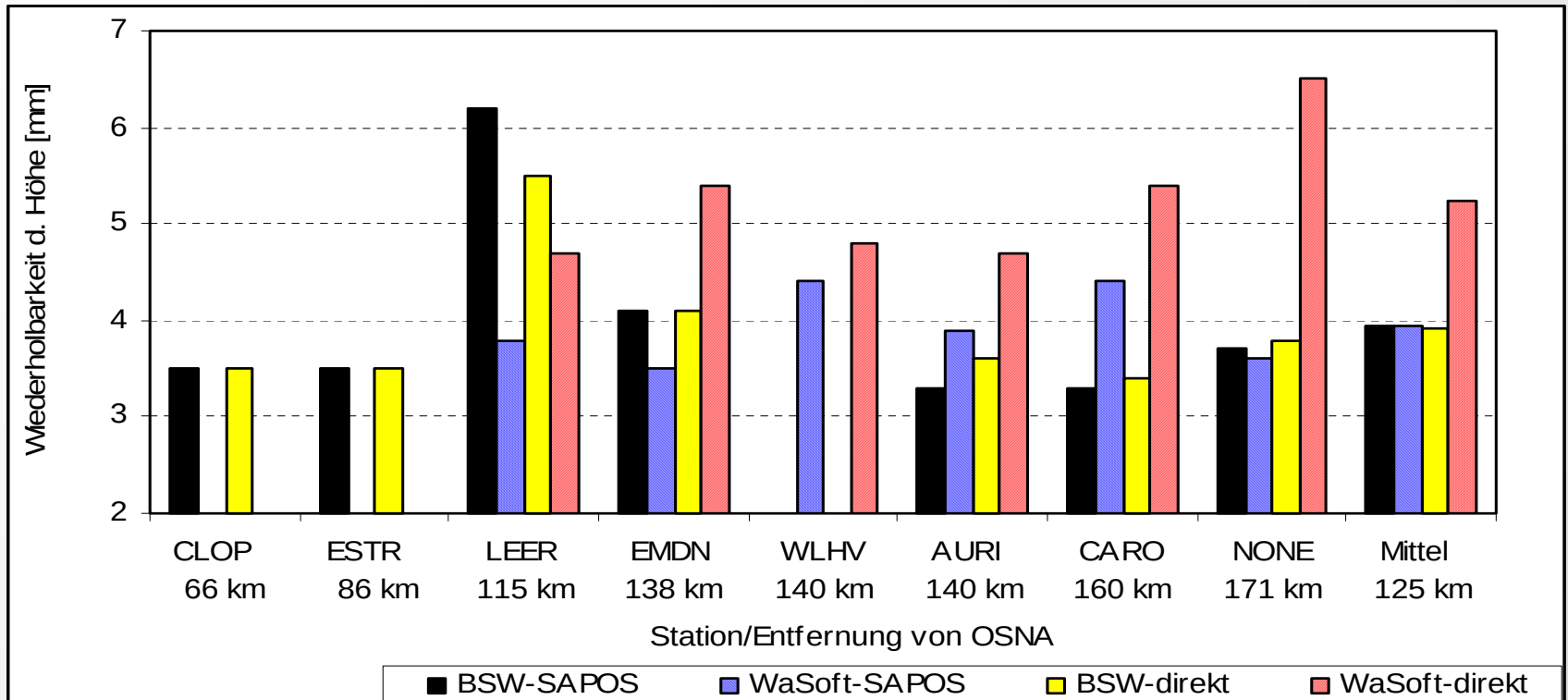
Nivellement Wallenhorst – Küste: 8 mm



10-Tage-Datensatz



10-Wochen-Datensatz



Kampagnen NN-Sat'99 und SAPOS

- **Ergebnisse**

- Mehrdeutigkeitsquote auf hohem Niveau

- Genauigkeit der Höhenübertragung

- $\sigma_{\text{Höhe}} = 4 \text{ .. } 6 \text{ mm}$ nach 24 h

- Nivellement Wallenhorst – Küste: 8 mm**

- **keine** Abhängigkeit vom Stationsabstand!

- optimale Elevationsmaske **5° .. 8°**

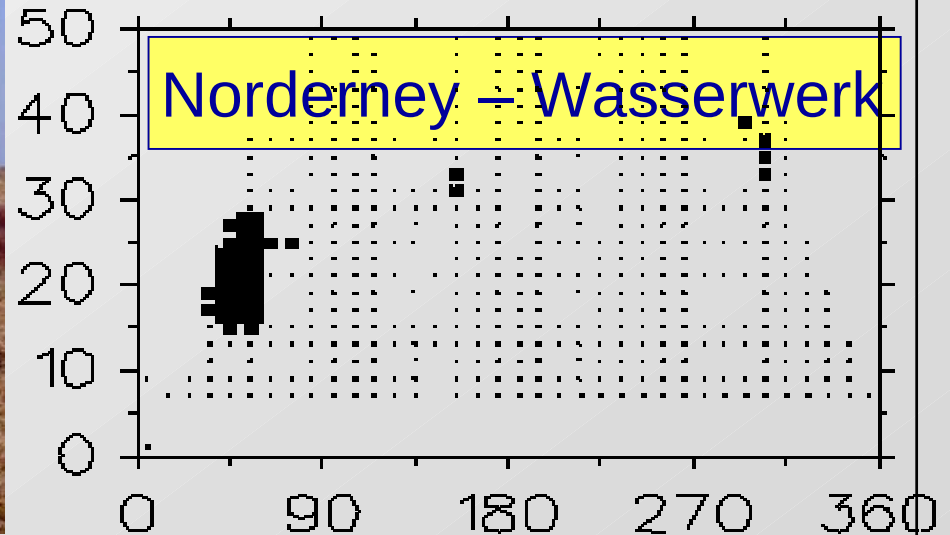
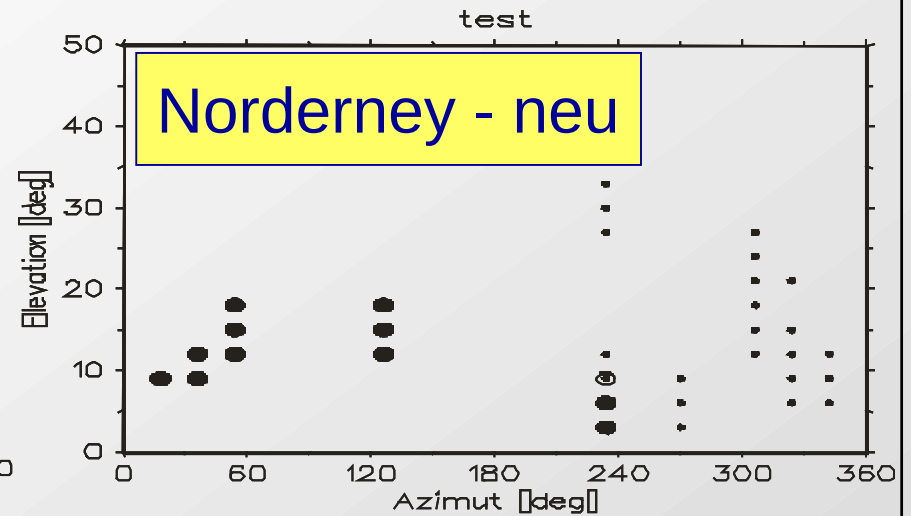
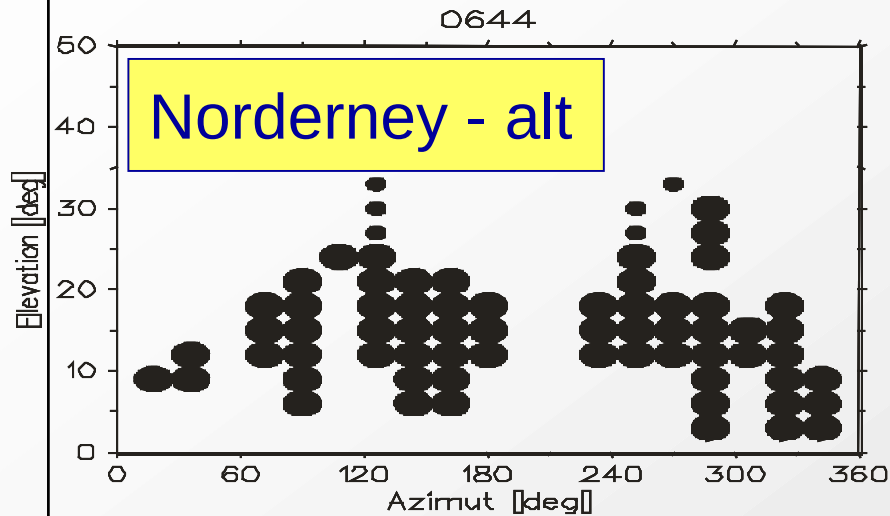
- **aber**

- Abhängigkeit von **Signalqualität** der Stationen

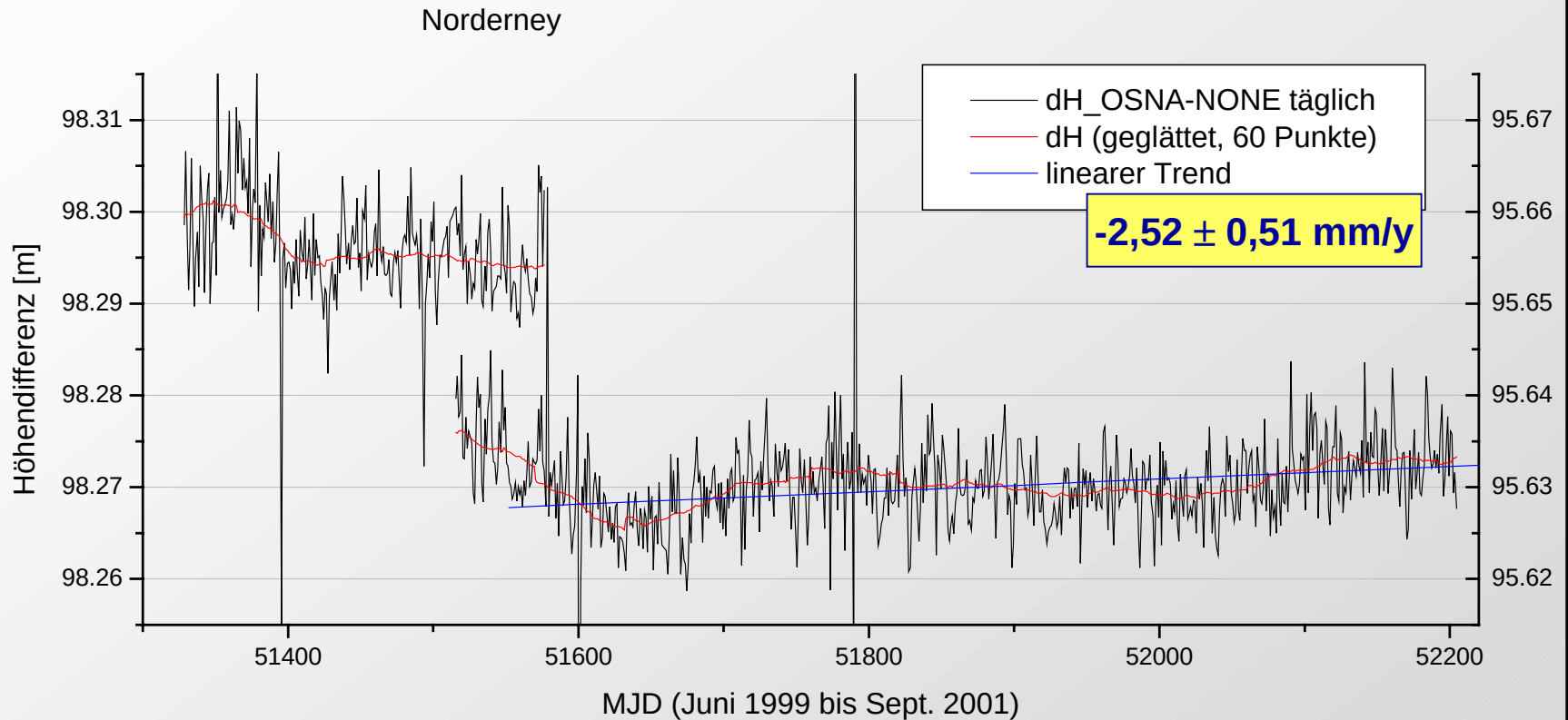
- einzelne „**Ausreißer**“

- Integration mit **GLONASS** nicht erfolgreich

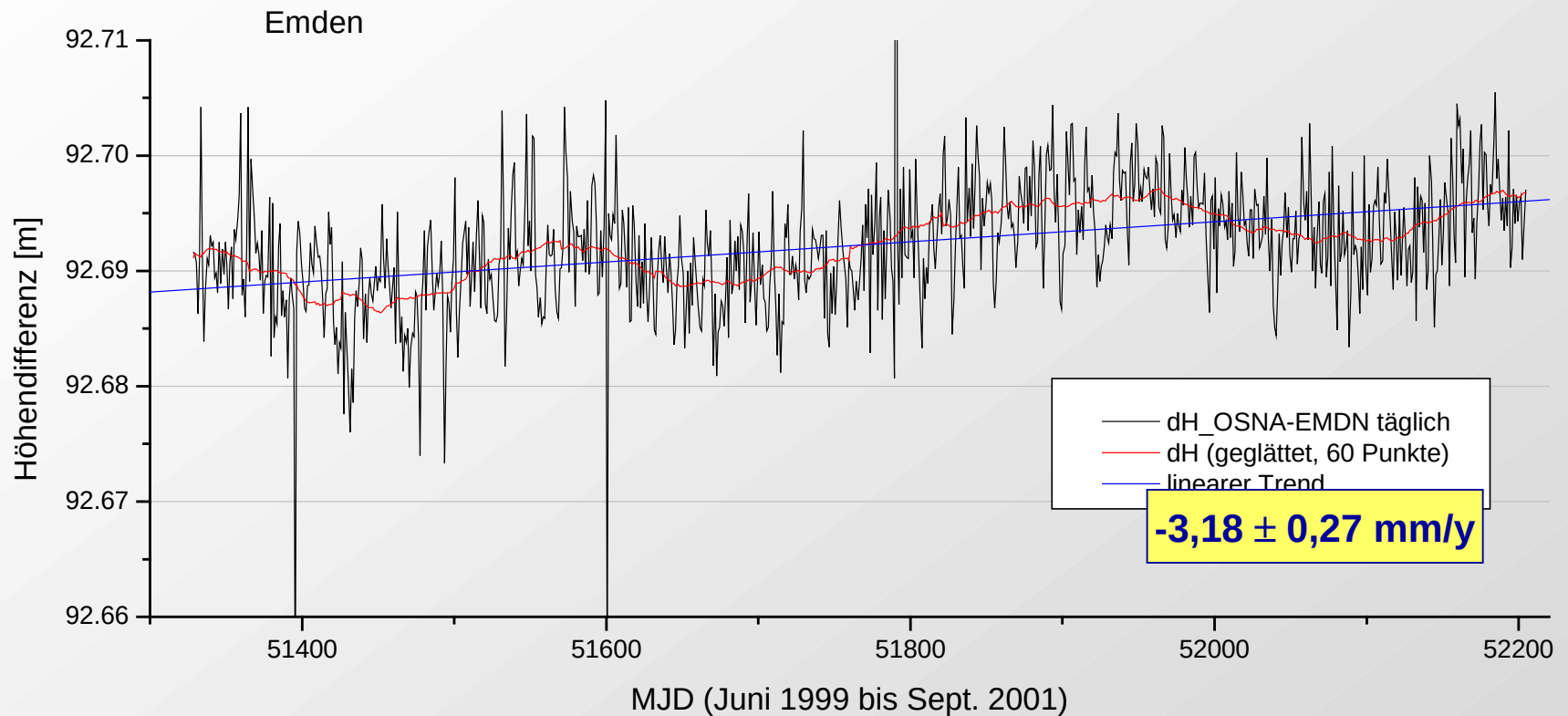
Validierung der Signalqualität



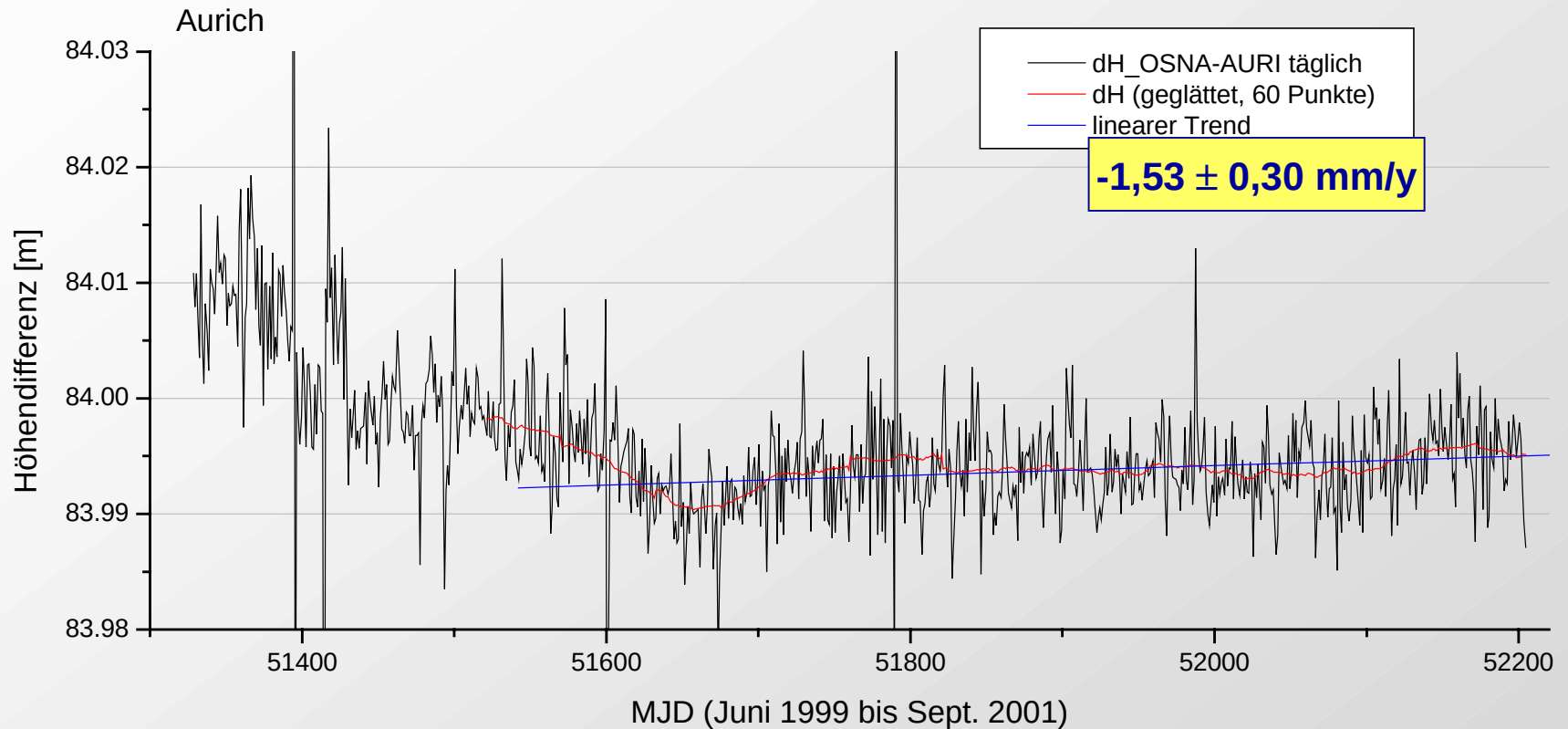
EUREF-Zeitreihen – Norderney vs. Osnabrück



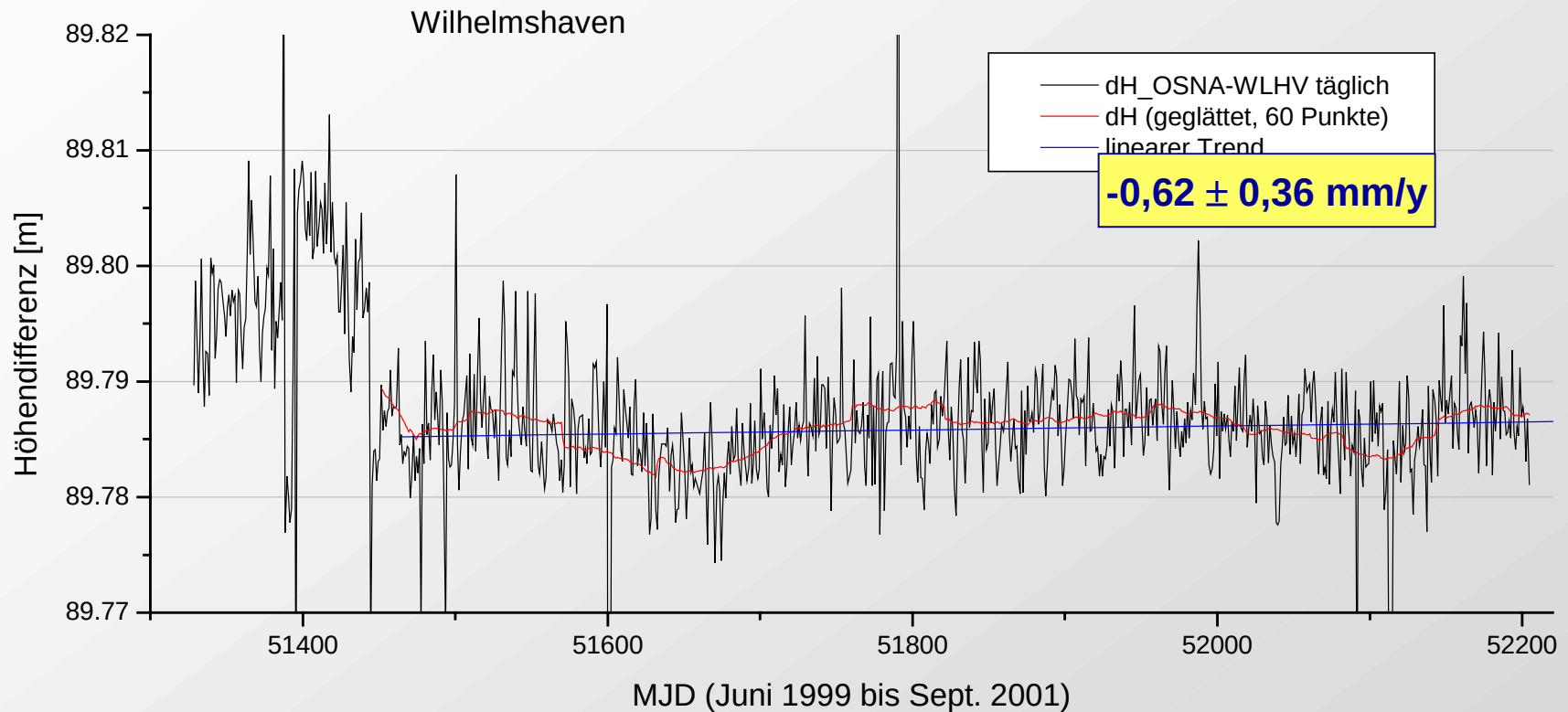
EUREF-Zeitreihen - Emden vs. Osnabrück



EUREF-Zeitreihen - Aurich vs. Osnabrück

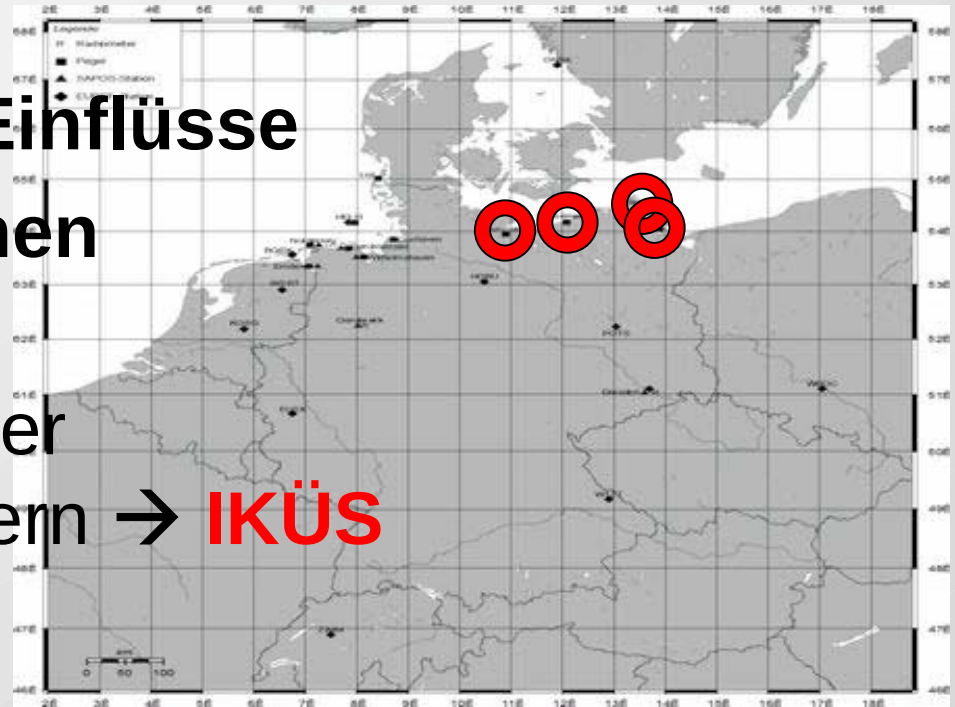


EUREF-Zeitreihen – W'haven vs. Osnabrück



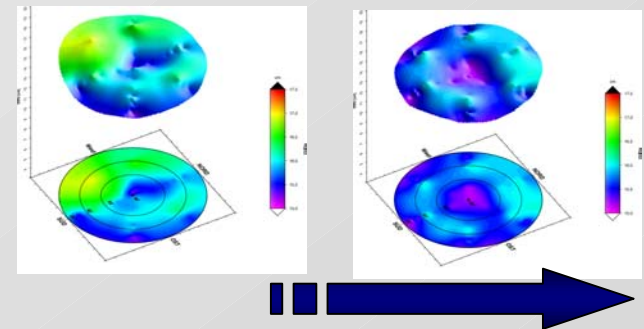
Ergebnisse

- **Variation** der Tageslösungen ± 1 cm
- **Sprünge bei Sensor-Änderungen**
(Antennenwechsel)
und durch **globale Einflüsse**
- **saisonale Variationen**
- **Trends ableitbar**
aber noch zu unsicher
→ Zeitreihe verlängern → **IKÜS**



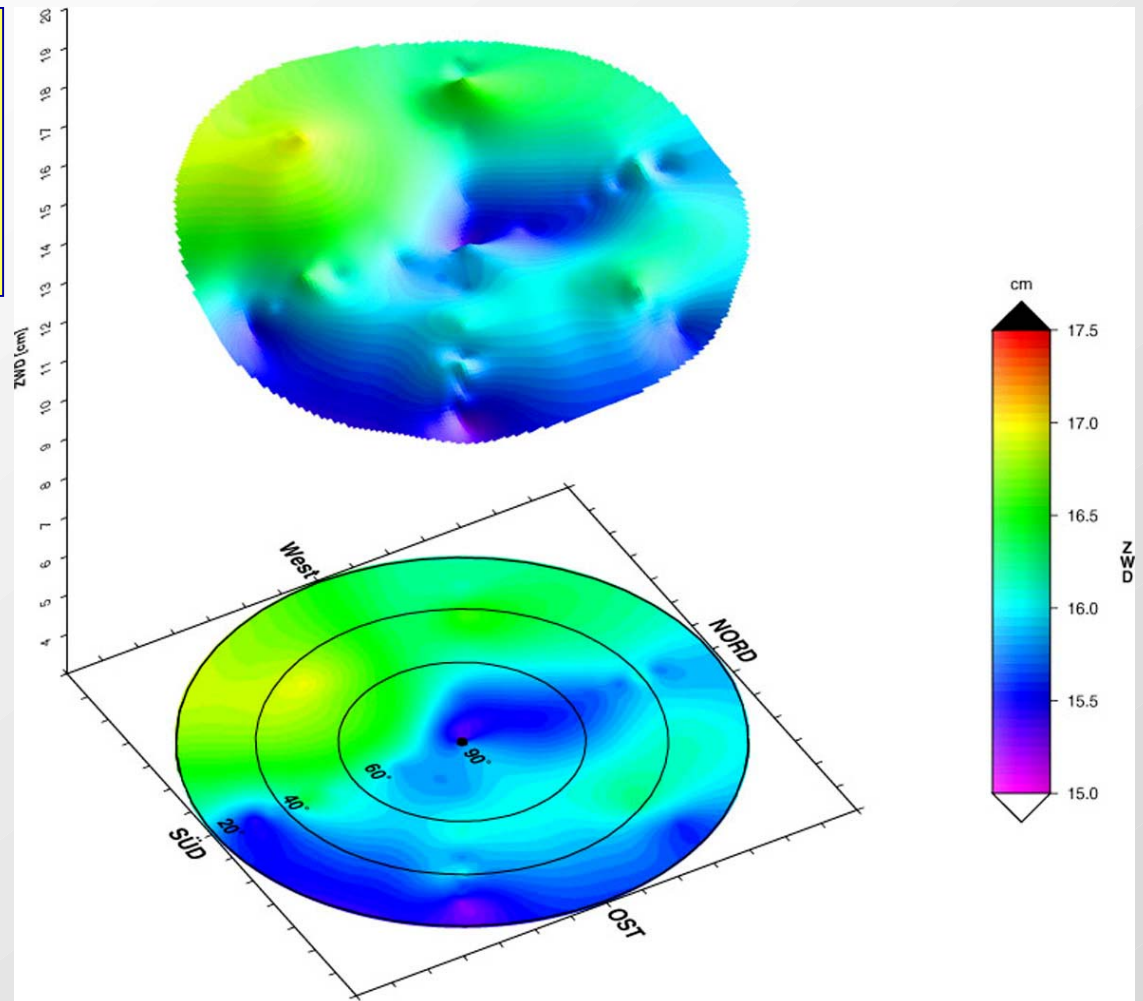
Radiometer-Messungen

- Schwachpunkt „Troposphäre“
- Prinzip des Radiometers:
Messung der emittierten Wasserdampfstrahlung
- umfassende
Kalibrierungs- und Validierungsarbeiten
- Abscannen des Horizontes



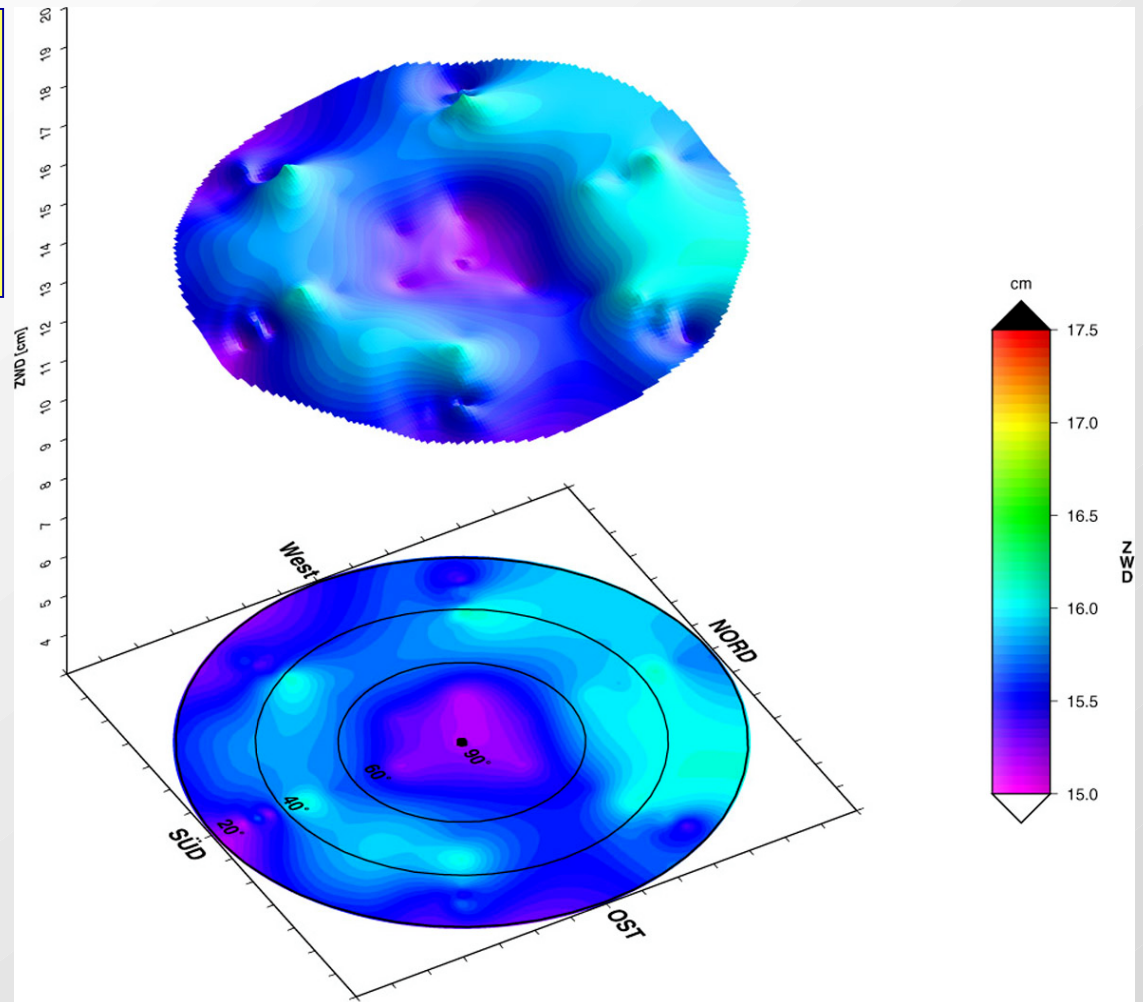
Radiometer-Messungen

17-minütiger
Hemisphärenscan
06.07.2001 1:45 Uhr
(Osnabrück)

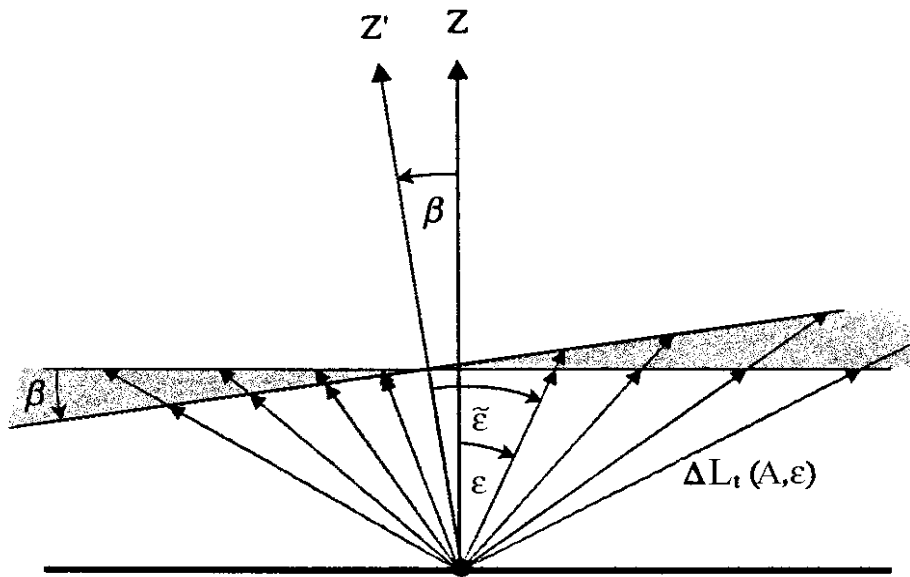


Radiometer-Messungen

17-minütiger
Hemisphärenscan
06.07.2001 10:15 Uhr
(Osnabrück)

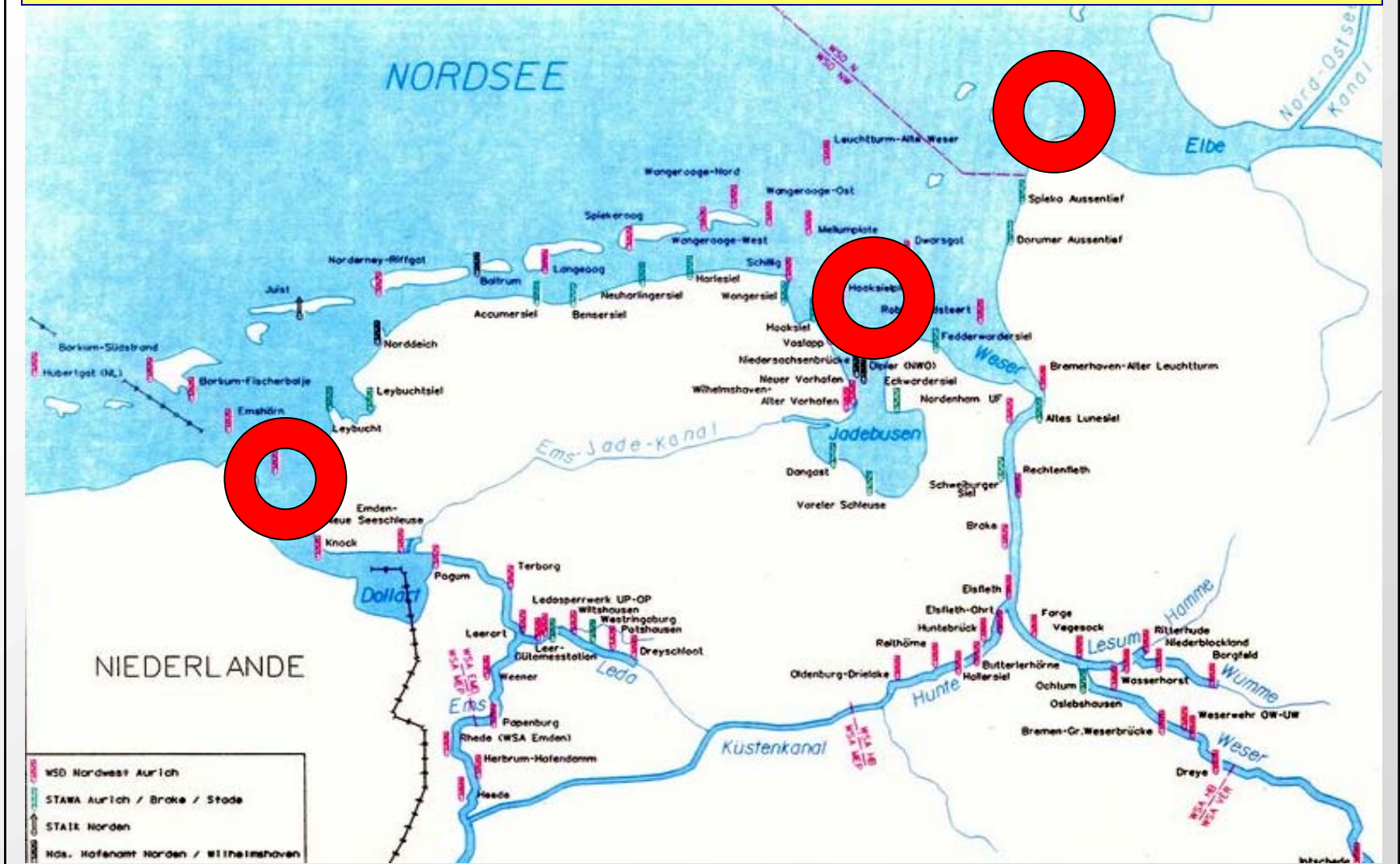


Radiometer-Messungen



- Integration in GPS-Auswertung
- bislang **keine Genauigkeits-Steigerung**

Besonderheiten der Küstenpegel



Besonderheiten der Küstenpegel

- **lokale GPS Höhenmessungen an Küstenpegeln**
 - Genauigkeit $\sigma = 2 \dots 4$ mm (innere Gen.)
 - unerklärbare „Ausreißer“
- **Integration in das Höhensystem der Landesvermessung**
 - Abweichungen Soll–Ist: 2 .. 16 mm (aus Vergleich mit hydrost. Höhen)
 - Standardabweichung aus Soll-Ist-Vergleich: 9 mm / 4 mm (1σ)
 - Voraussetzung: Geoid verläuft gleichförmig

Ergebnisse

- **GPS scheint geeignet für die Höhenüberwachung (ell. GPS-Höhen)**
- **Übergang zu Höhen der Landesvermessung zur Zeit noch problematisch**

Zusammenfassung

- Stationsauswahl wichtig → Validierung
- Genauigkeit
 - ellipsoidische Höhen ✓
 - physikalische Höhen ?
- Einsatz von Permanentstationen
→ Zeitreihe zu kurz
- Radiometer operabel

→ IKÜS

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

IKÜS

**Untersuchungen zum Aufbau eines
integrierten
Küstenüberwachungssystems**

