



Einfluß der Orientierung auf Ringlasermessungen

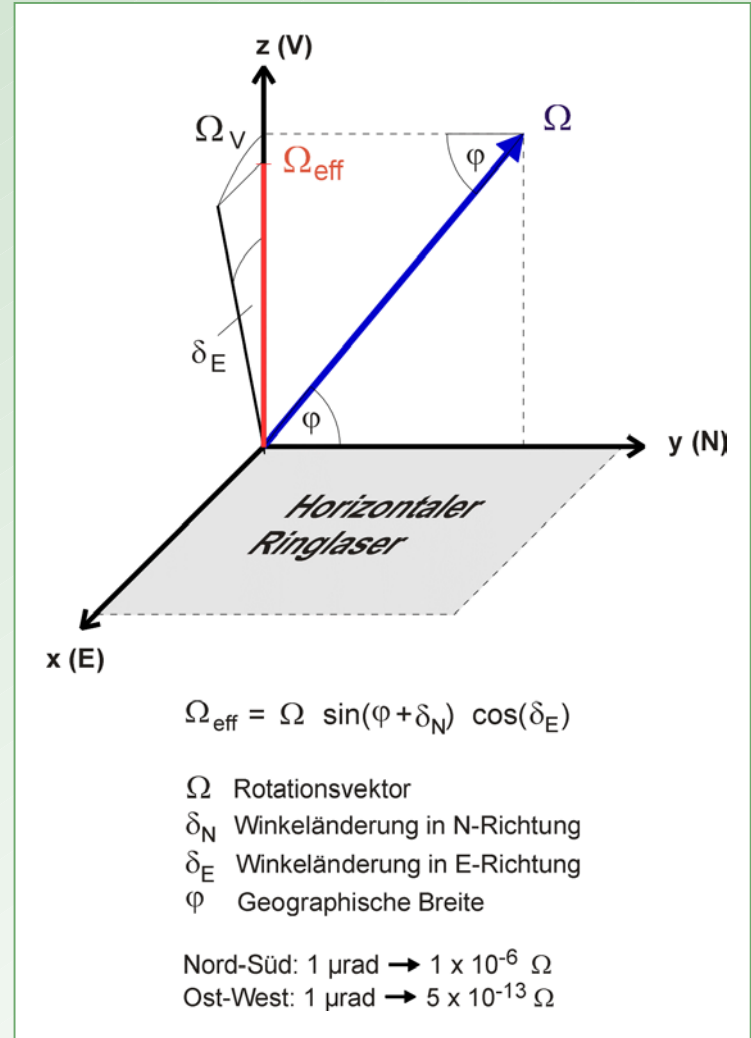
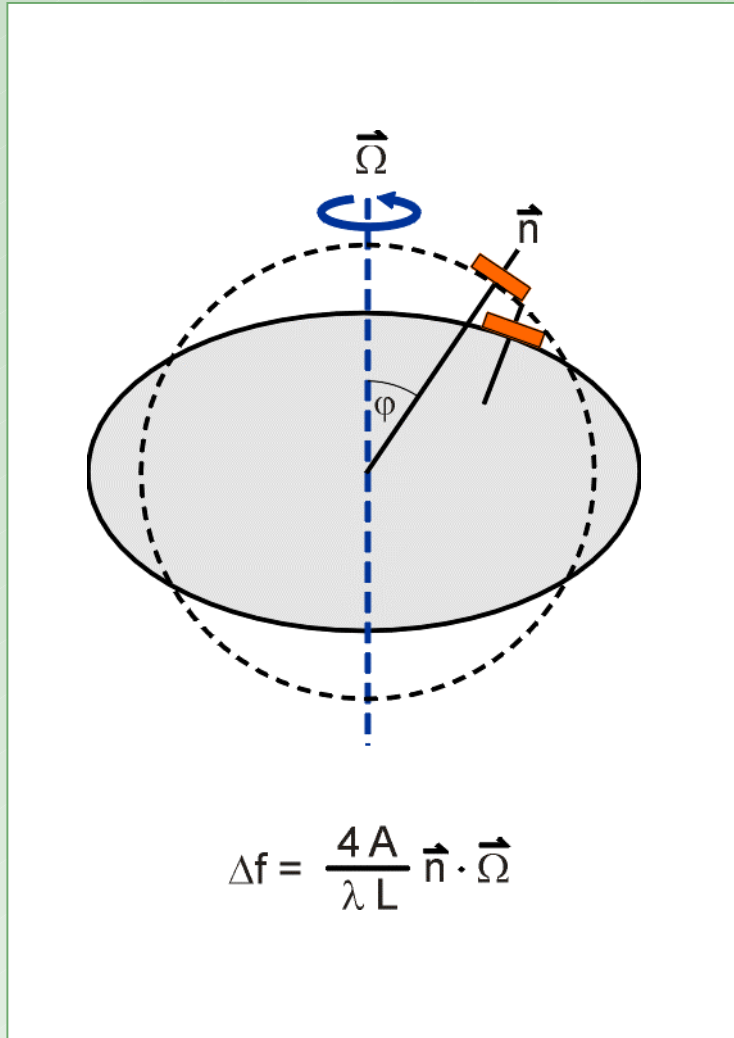
Dr. Thomas Klügel
Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
Fundamentalstation Wettzell

Gründe für Variationen der Sagnacfrequenz

$$\Delta f = \frac{4 A}{\lambda L} \vec{n} \cdot \vec{\Omega}$$

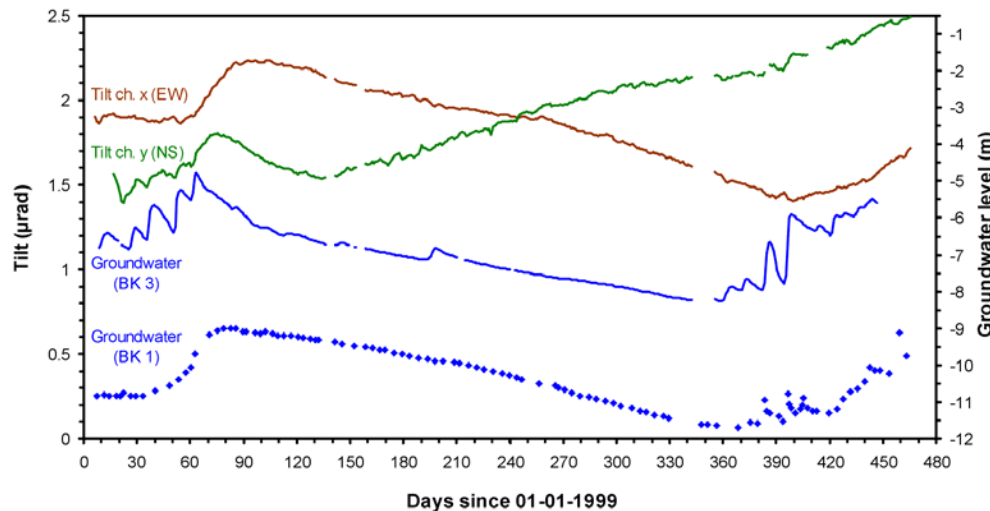
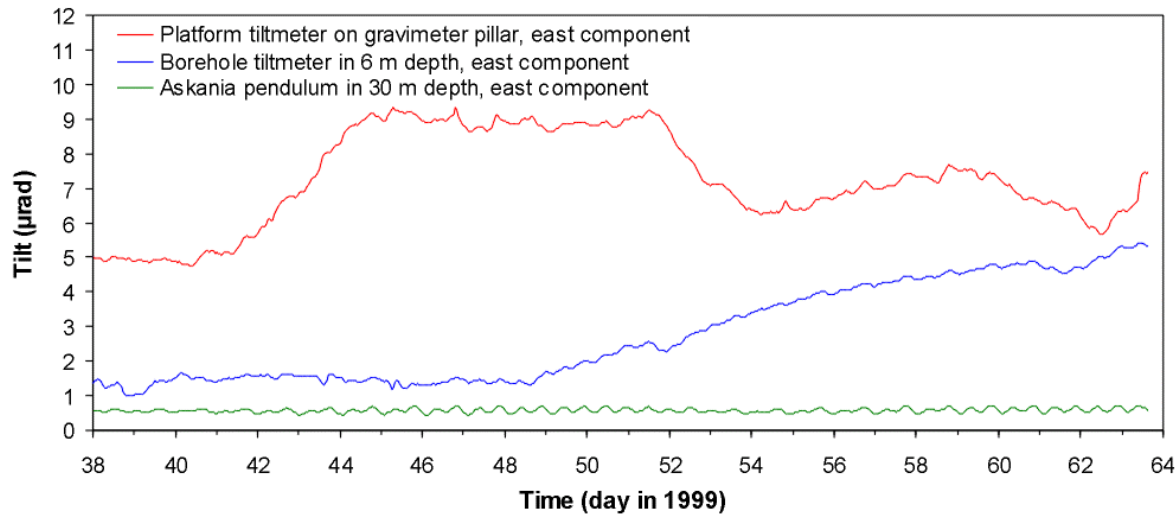
- Variationen von Ω
 - Änderungen der Drehgeschwindigkeit der Erde
 - Änderungen der Lage der Drehachse (Polbewegung)
 - Lokale Rotationen (Umwelteinflüsse, seismische Wellen)
- Variationen von \mathbf{n} :
 - Neigungen durch Erdbeben
 - Neigungen durch atmosphärische und ozeanische Auflast
 - Lokale Neigungen
- Variationen von A/L
 - Verformungen des Ringlaserresonators durch Temperatur- oder Druckschwankungen
- Variationen von λ
 - Als unmittelbare Folge von Längenänderungen
 - Änderungen des Brechungsindex des Lasermediums

Orientierungsänderungen



Neigungsvariationen im Untergrund

Neigungen an der Oberfläche, in 6 m und in 30 m Tiefe

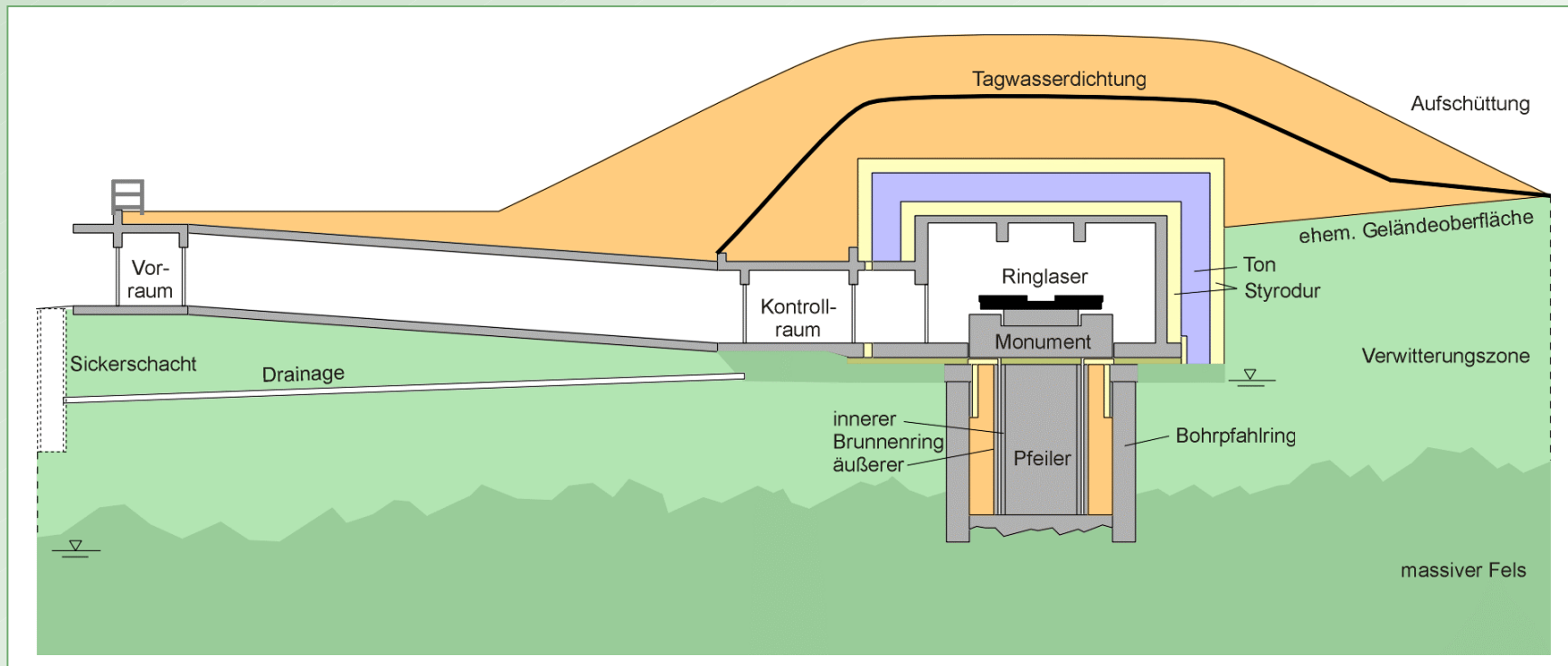


Askania-Pendel (30 m)

- Erdzeiten entfernt
- Neigungen bis 0,5 μrad hydrolog. Ursprungs

Neigungsminimierung durch tiefe Gründung

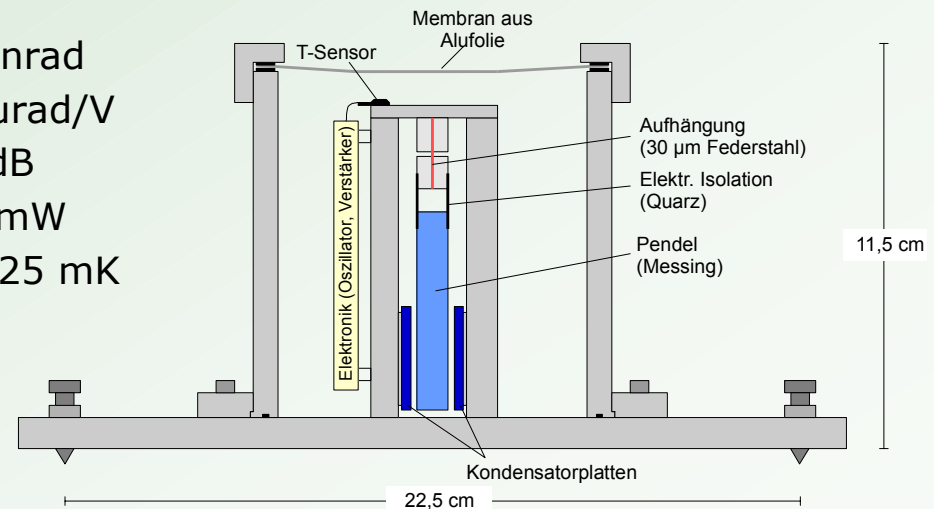
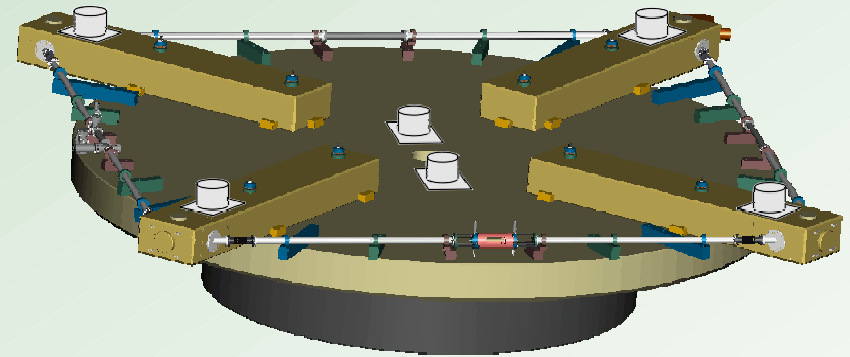
- Gründung auf massiven Fels in 10 m Tiefe
- 5,5 m hoher Gründungspfeiler
- Seitliche Entkopplung durch Betonringe und Abschirmung durch einen Bohrpfehrling



Beobachtung der Ringlaser-Orientierung

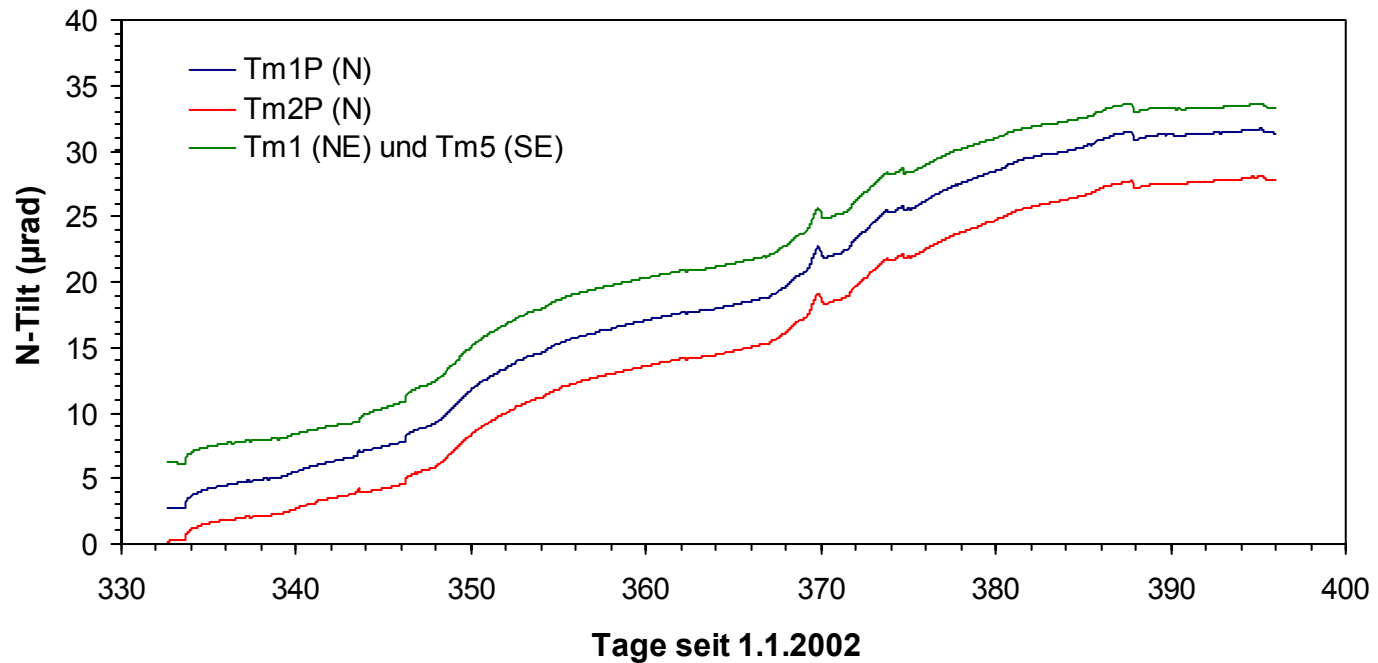
■ 6 hochauflösende Plattform-Tiltmeter

- Elimination instrumenteller Effekte durch gegenseitige Kontrolle
- Unterscheidung zwischen Starrkörperrotationen und Verzerrungen
- Neuentwicklung (Fa. Lippmann):
 - Prinzip: Vertikalpendel
 - Auflösung: ca. 0,5 nrad
 - Empfindlichkeit: ca. 30 μ rad/V
 - Dynamik: > 120 dB
 - Leistungsaufnahme: ca. 30 mW
 - Auflösung T-Sensor: ca. 0,025 mK

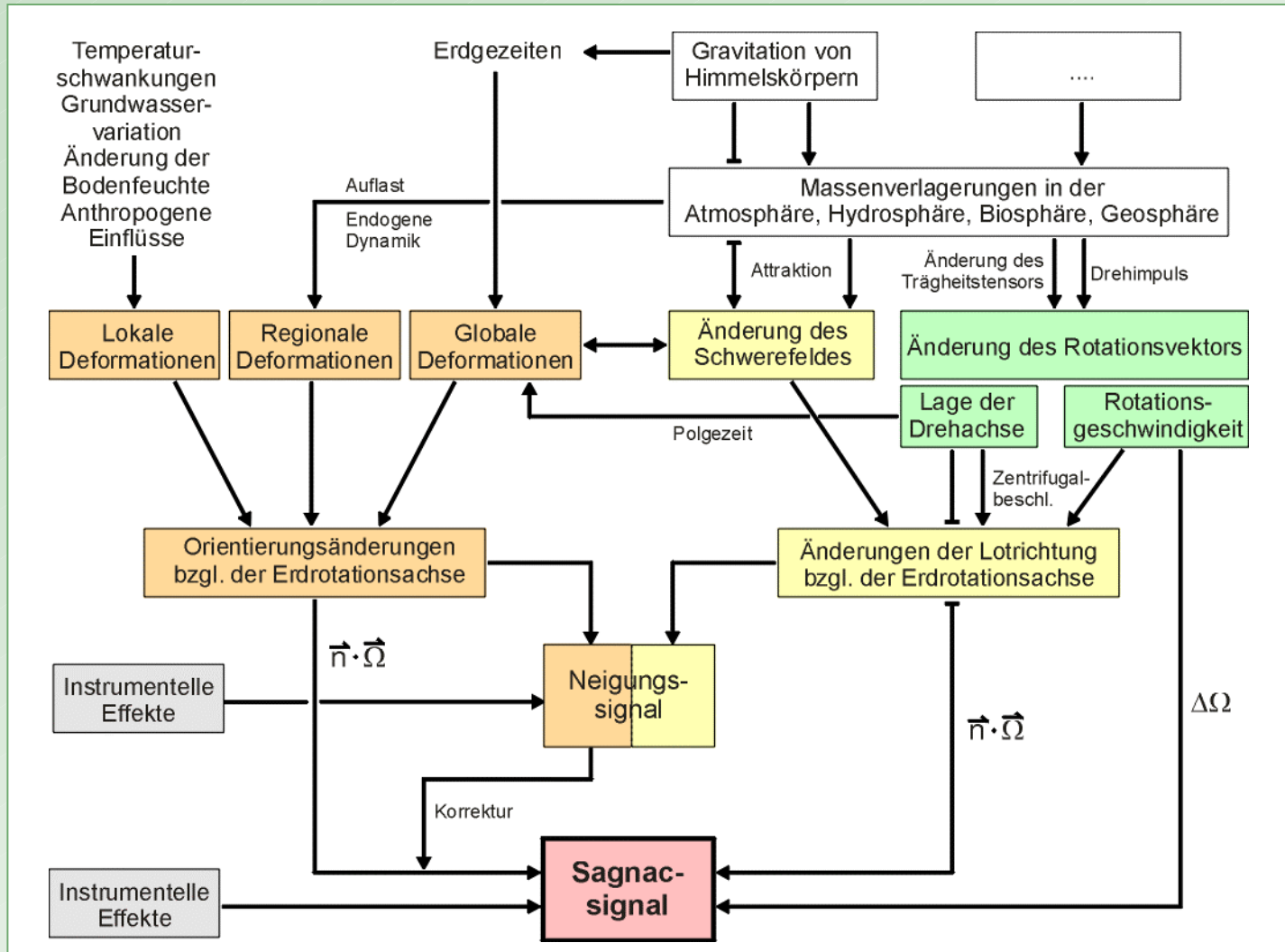


Vergleich verschiedener Tiltmeter

- 2 Tiltmeter Nord-Süd orientiert
- Nordkomponente von 2 diagonal messenden Tiltmetern berechnet
- Zeitreihen sind nahezu identisch
- Geringe instrumentelle Effekte

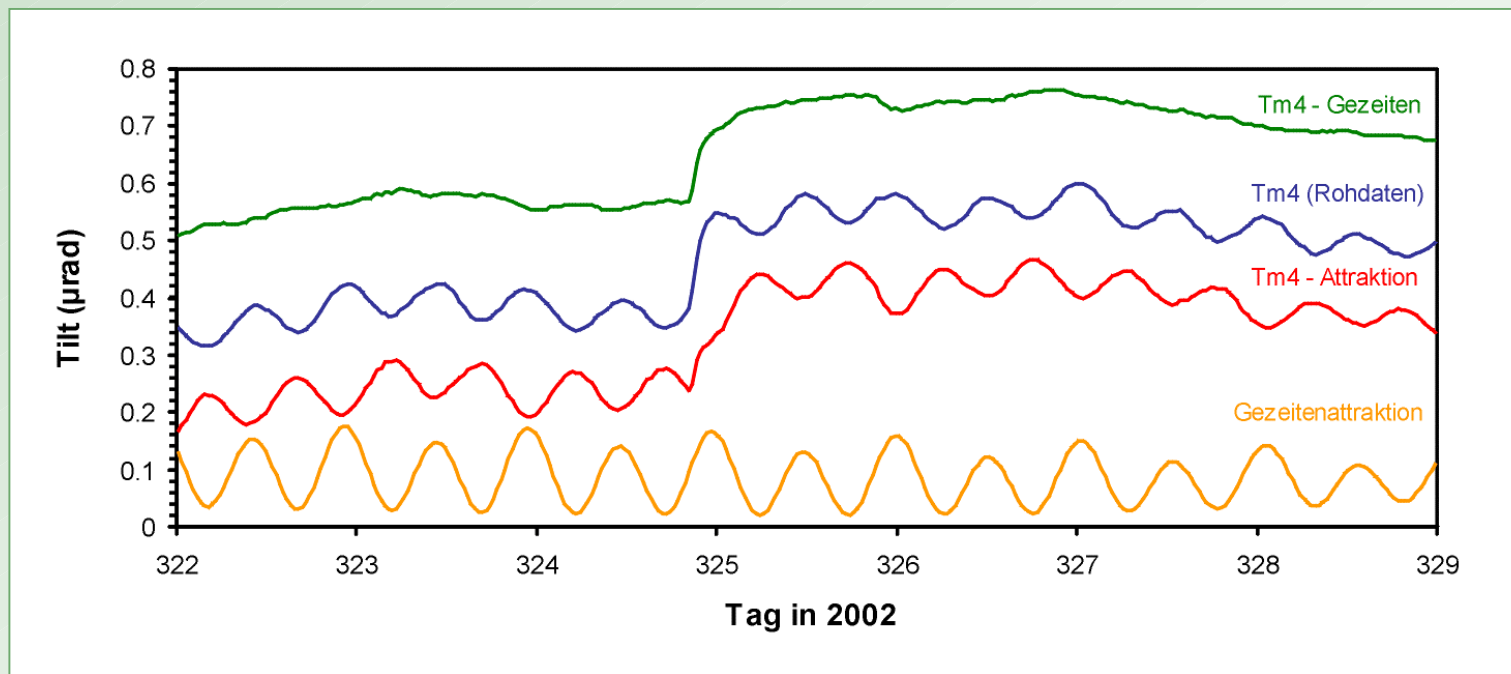


Einflüsse auf das Sagnacsignal



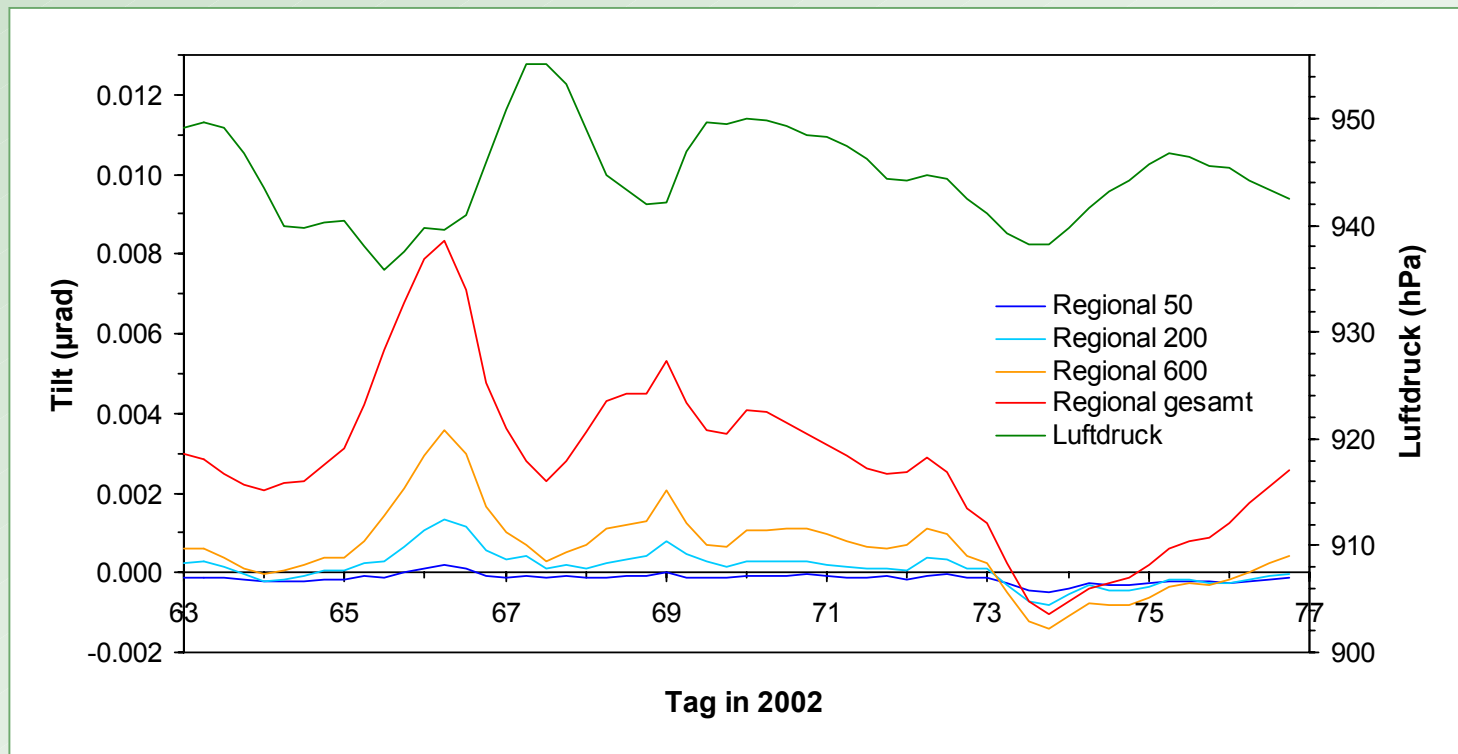
Korrektur der Gezeitenattraktion

- Ringlaser sind nur auf den geometrischen Anteil der Gezeitenneigungen sensitiv
- Tiltmeter messen zusätzlich die Attraktion, d.h.
 - die direkte Gezeitenattraktion plus
 - das Deformationspotential der verschobenen Massen
 - $V_{at} = V_t + V_d = (1 + k) V_t$
- Das gesamte Attraktionspotential wird von den Zeitreihen der Tiltmeter subtrahiert



Modellierung der atmosphärischen Attraktion

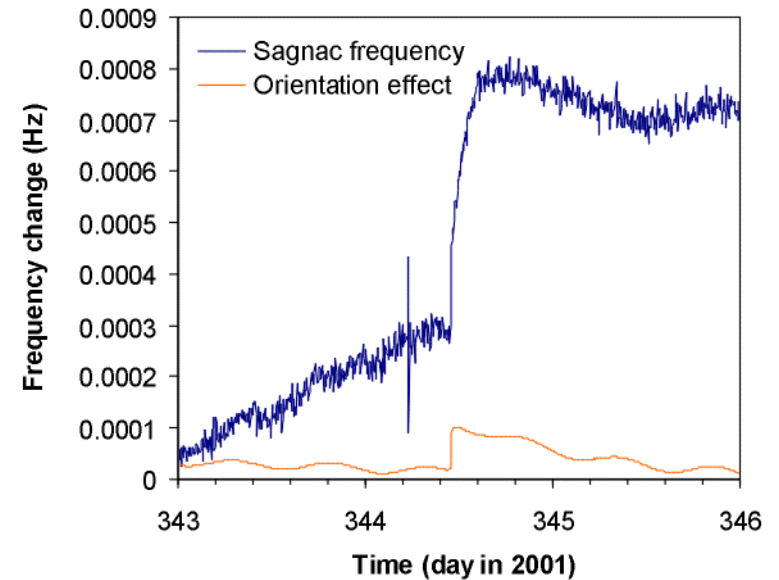
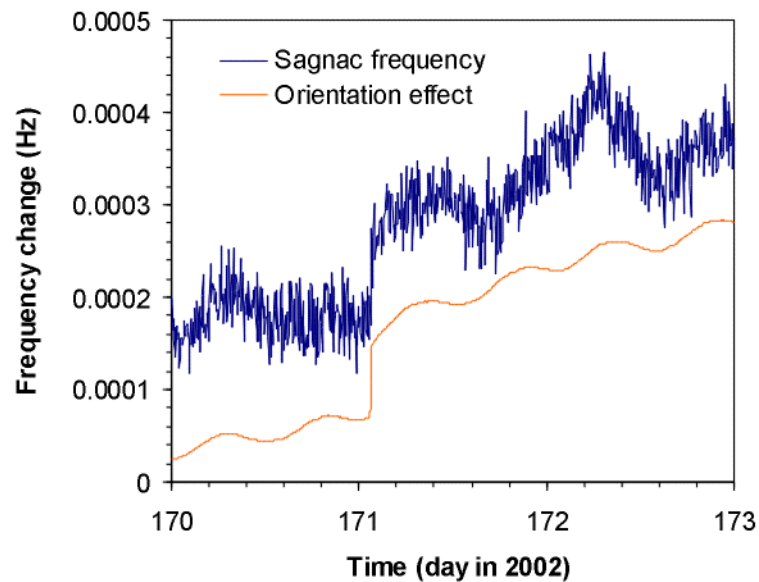
- Deutschlandmodell des Deutschen Wetterdienstes
 - horizontal 2200 x 2200 km, vertikal 23,6 km
 - Gitterpunktabstand 14 km, 35 Schichten (ca. 1 Mio Gitterpunkte)
- Attraktionsvektor aus Dichte (p, T, F), Abstand und Richtung
- Summe über alle Gitterpunkte



Lokale Orientierungsänderungen

Reaktion auf lokale Pfeilerneigungen

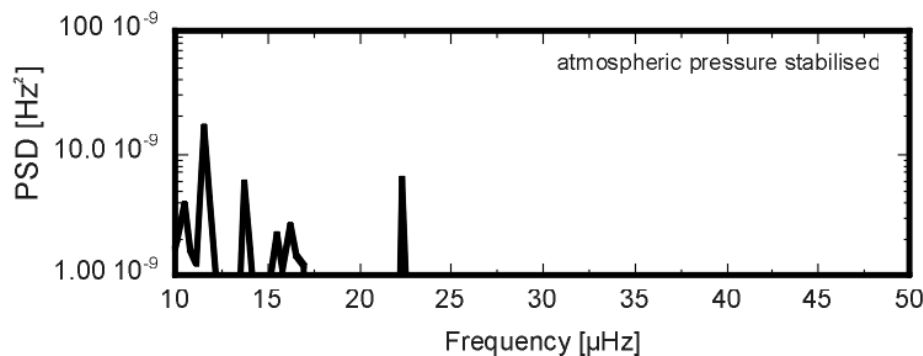
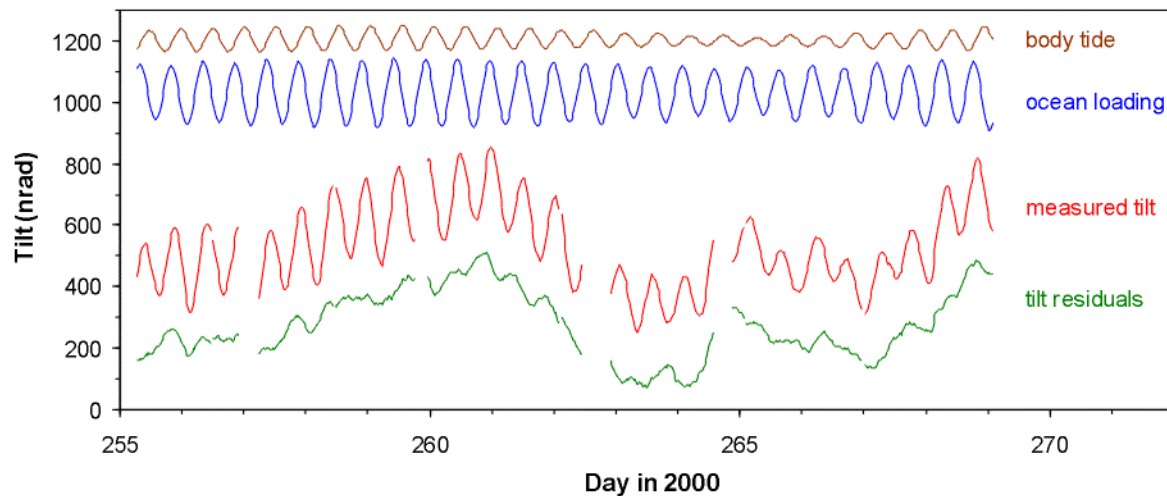
Großringlaser „G“: Änderung der Sagnacfrequenz
Tiltmeter (N-S): Attraktionskorrigiert und in Änderungen der Sagnacfrequenz umgerechnet



Regionale Orientierungsänderungen

Neigungen durch Ozeanauflast in Christchurch (Neuseeland)

- AGI Tiltmeter auf dem C-II Ringlaser
- Gezeitenneigungen bis zu 300 nrad

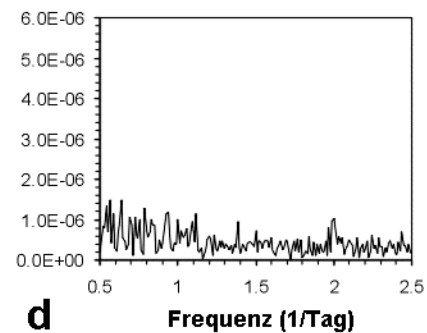
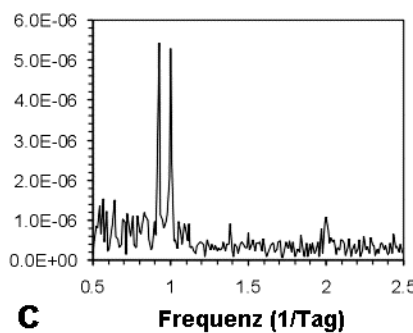
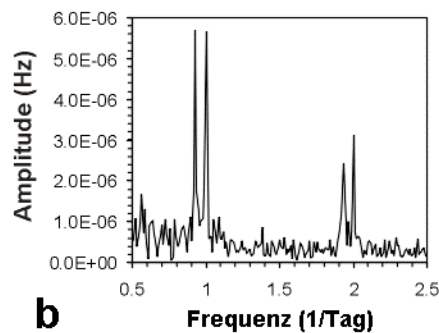
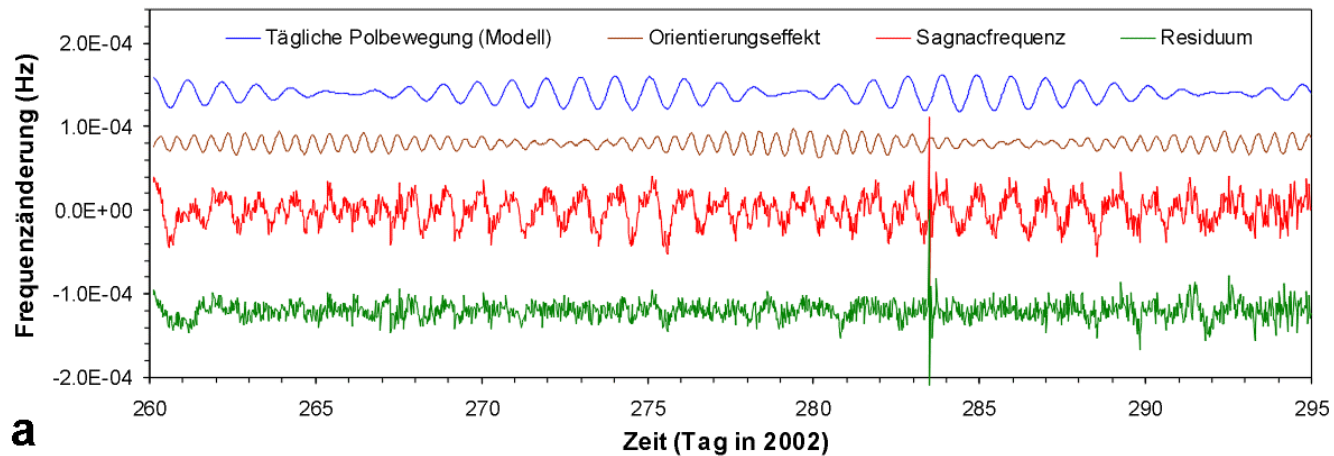


Leistungsspektrum des C-II
Zeitreihe über 40 Tage
M2 Tide bei 22.3 μHz

Globale Orientierungsänderungen

Zeitreihe des „G“ über 94 Tage

- 30-min Mittelwerte, bandpassgefiltert (Grenzfrequenzen 0.03 und 2 Tage)
- Neigungszeitreihe attraktionskorrigiert und in Änderungen der Sagnacfrequenz umgerechnet
- Modellzeitreihe der täglichen Polbewegung nach Brzezinski (1986)





Zusammenfassung

- Orientierungsänderungen müssen erfaßt und aus den Ringlaser-Zeitreihen entfernt werden
- Realisierung: Array von 6 Tiltmetern
- Instrumentelle Effekte gering
- Korrektur der Attraktion
 - Erdgezeiten: funktioniert gut
 - Atmosphäre: noch nicht erforderlich
- Lokale Orientierungsänderungen werden nicht immer in entsprechendem Maß vom G wiedergegeben
- Globale Orientierungsänderungen (tägliche Polbewegung!) werden sehr gut durch Großringlaser erfaßt