



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN  
Vienna University of Technology

10. Österreichischer Geodätentag  
Schladming  
6.-8. Okt. 2009



# Der Einfluss der Gezeiten auf die Erdrotation

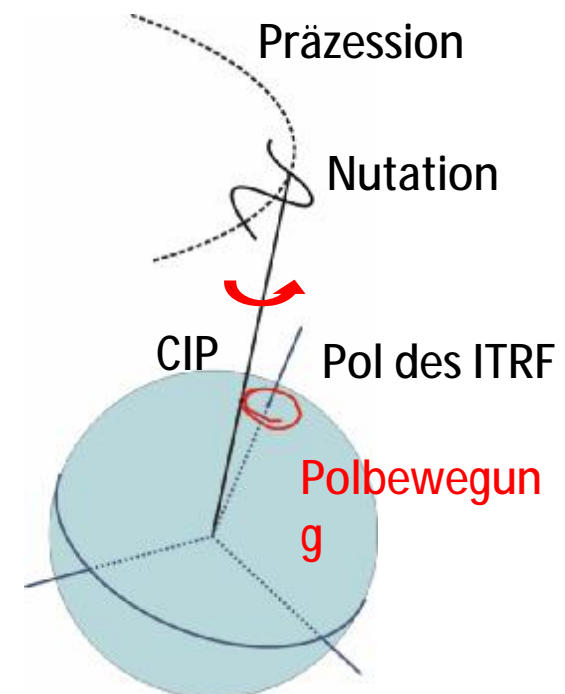
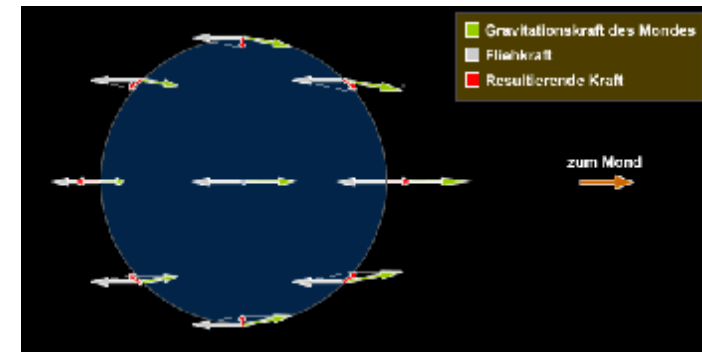
Sigrid ~~Englich~~ Böhm

Höhere Geodäsie

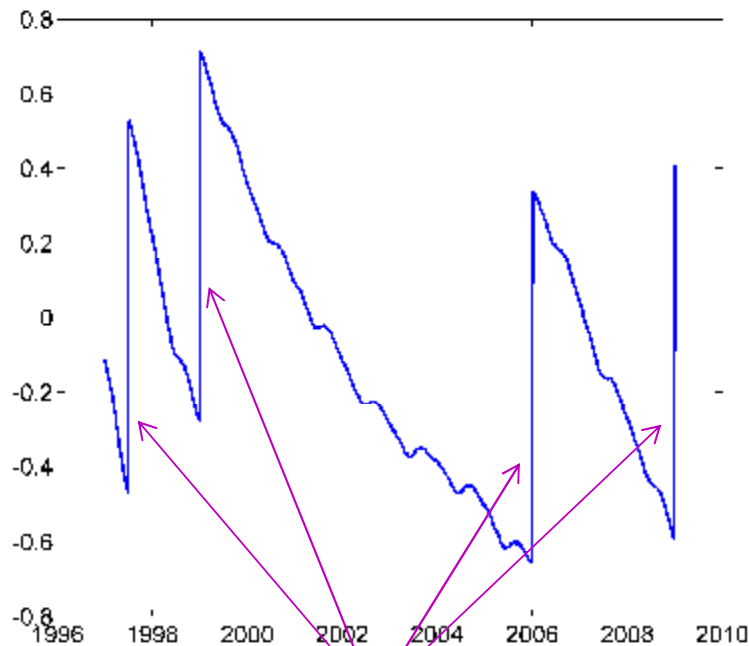
Institut für Geodäsie und Geophysik

Technische Universität Wien

- Gezeiten: Deformationen der Ozeane und der festen Erde aufgrund der Gezeitenkräfte → Mond und Sonne
- Einfluss auf Erdrotation: Deformationen verursachen periodische Veränderungen der **Rotationsgeschwindigkeit** und der **Orientierung der Rotationsachse** (Polbewegung)



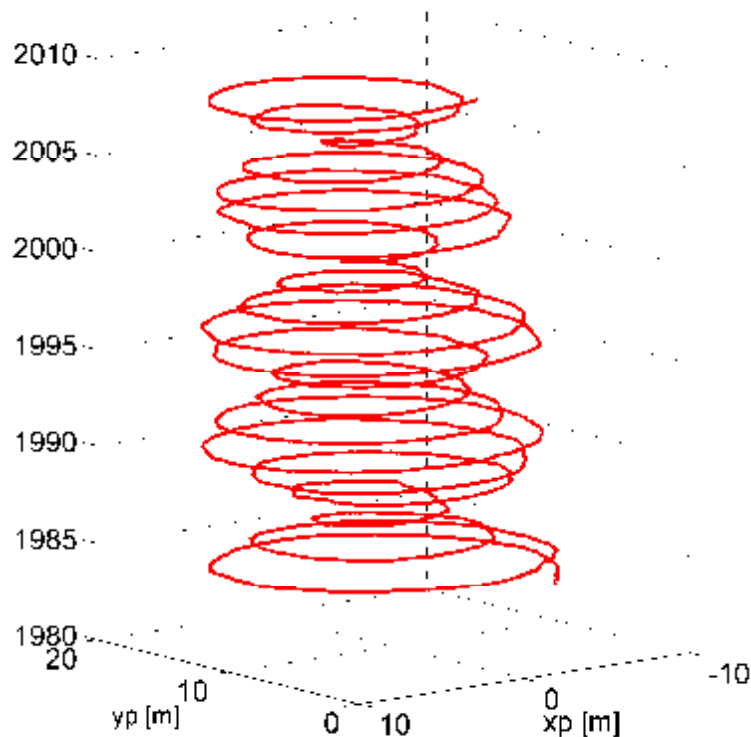
## ● Weltzeit (Universal Time 1, UT1)



Schaltsekunden

- Abweichung der Weltzeit von einer gleichförmigen Zeitskala (Atomzeit) –  $dUT1 = UT1 - UTC$  bzw. Tageslänge – Length Of Day (LOD)
- beobachtet mit VLBI
- mitgeteilt in kombinierten Serien vom IERS (International Earth Rotation and Reference Systems Service)

## ● Polbewegung:



- $x_p(t)$ ,  $y_p(t)$  – Koordinaten des Celestial Intermediate Pole CIP im erdfesten Referenzsystem (ITRS) zur Zeit  $t$ .
- beobachtet mit GNSS, SLR, DORIS und VLBI
- mitgeteilt in kombinierten Serien vom IERS

- Transformation zwischen erdfestem und raumfestem Bezugssystem.

Erddrehungsmatrix

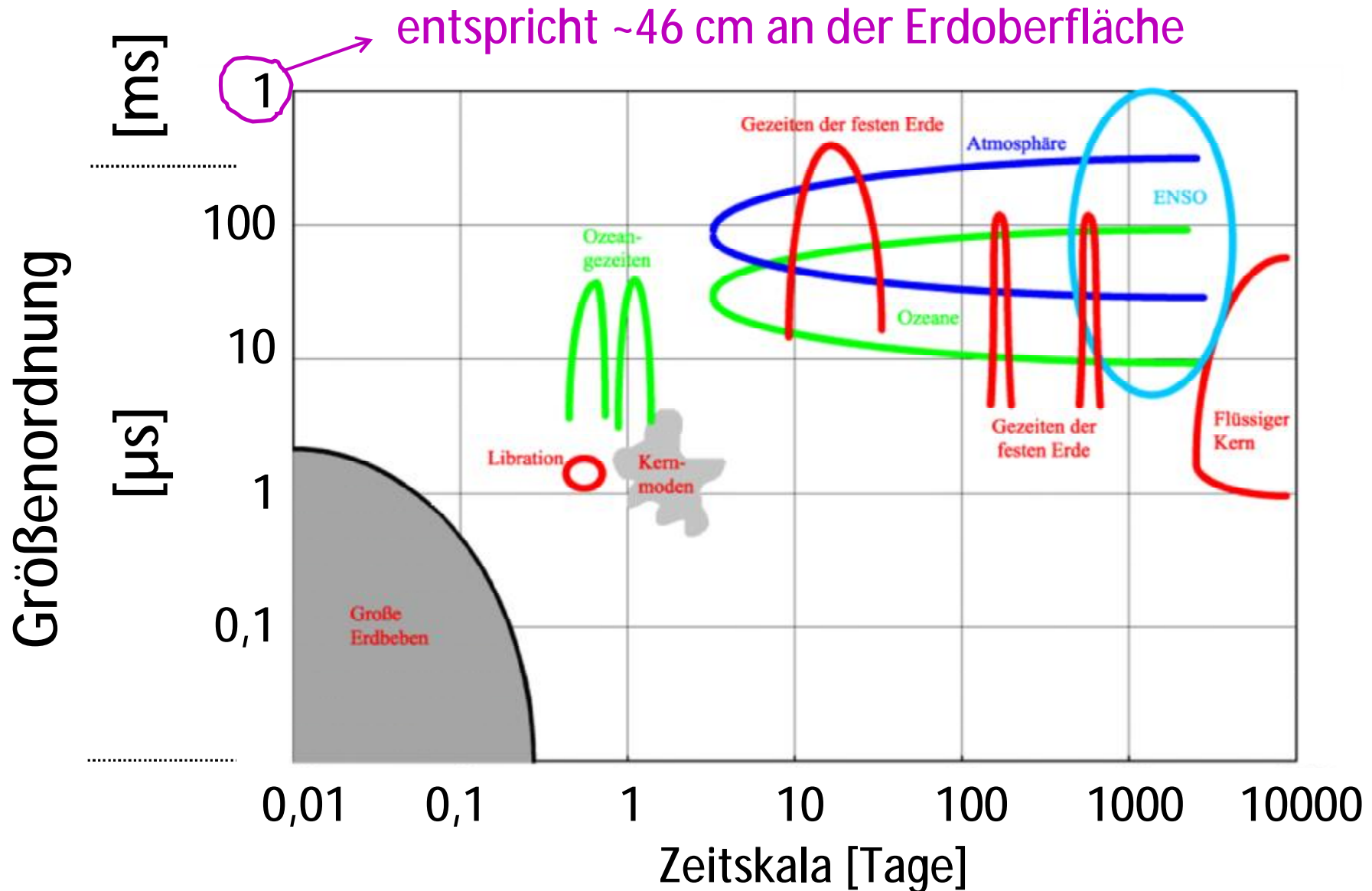
Polbewegungs-  
matrix

$$r_{raumfest}(t) = Q(t) \cdot R(t) \cdot W(t) \cdot r_{erdfest}(t)$$

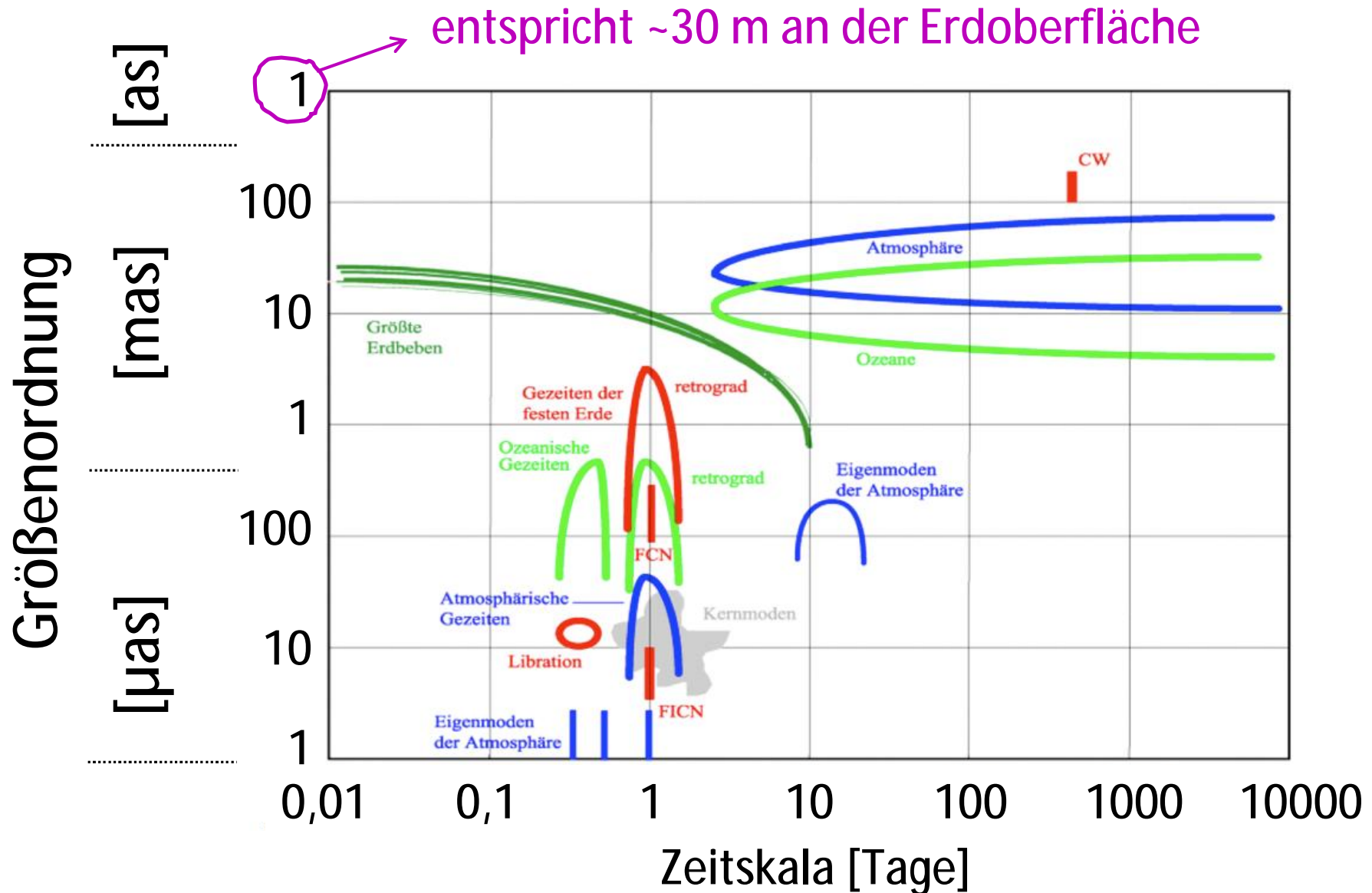
Präzessions-  
/Nutationsmatrix

Genauere Kenntnis wichtig  
für Vorhersage –  
Echtzeitanwendungen!

# Größenordnung der Einflüsse auf die Weltzeit



# Größenordnung der Einflüsse auf die Polbewegung



- Bsp. Effekte der “zonalen” Gezeiten auf UT1
- Zonale Gezeiten:
  - Formale Zerlegung des Gezeitenpotentials

$$V_{G,2} = V_{G,20} + V_{G,21} + V_{G,22}$$

- $V_{G,20}$  zonaler Teil  → langperiodische Tiden

- feste Erdgezeiten + langperiodische Ozeangezeiten (ca. 10%)
- Änderungen in UT1 mit Perioden von ~5 Tagen – 18,6 Jahren
- Hauptterme: 9 d, 14 d, 1 Monat, ½ Jahr, 1 Jahr



- Die in IERS Konventionen 2003 angegebenen Modelle ergeben immer noch relativ große Residuen
- Alternativvorschlag von Gross (2009) liegt vor (Kombination mehrerer anderer Modelle)
- Aufgabe: Testen des Alternativvorschlages mittels VLBI

# Modell - Reihenentwicklung

- IERS Konventionen 2003
  - 62 Terme (= Gezeitenwellen)

$$dUT1 = \sum_{i=1}^{62} A_i \sin(\xi_i) + B_i \cos(\xi_i)$$

$$\xi_i = \sum_{j=1}^5 a_{ij} a_j$$





## Fundamentalargumente

- $\alpha_1 \equiv I$  ... mittlere Anomalie des Mondes
- $\alpha_2 \equiv I'$  ... mittlere Anomalie der Sonne
- $\alpha_3 \equiv F$  ... mittlerer Knotenabstand des Mondes
- $\alpha_4 \equiv D$  ... mittlere Elongation des Mondes von d. Sonne
- $\alpha_5 \equiv \Omega$  ... mittlere Knotenlänge des Mondes

ARGUMENT					PERIOD	$\delta UT1$	
$I$	$I'$	$F$	$D$	$\Omega$	Days	Sin	Cos
1	0	2	2	2	5.64	-0.02	0.00
2	0	2	0	1	6.85	-0.04	0.00
2	0	2	0	2	6.86	-0.10	0.00

- dUT1 Serie aus VLBI Beobachtungsdaten 1984-2009

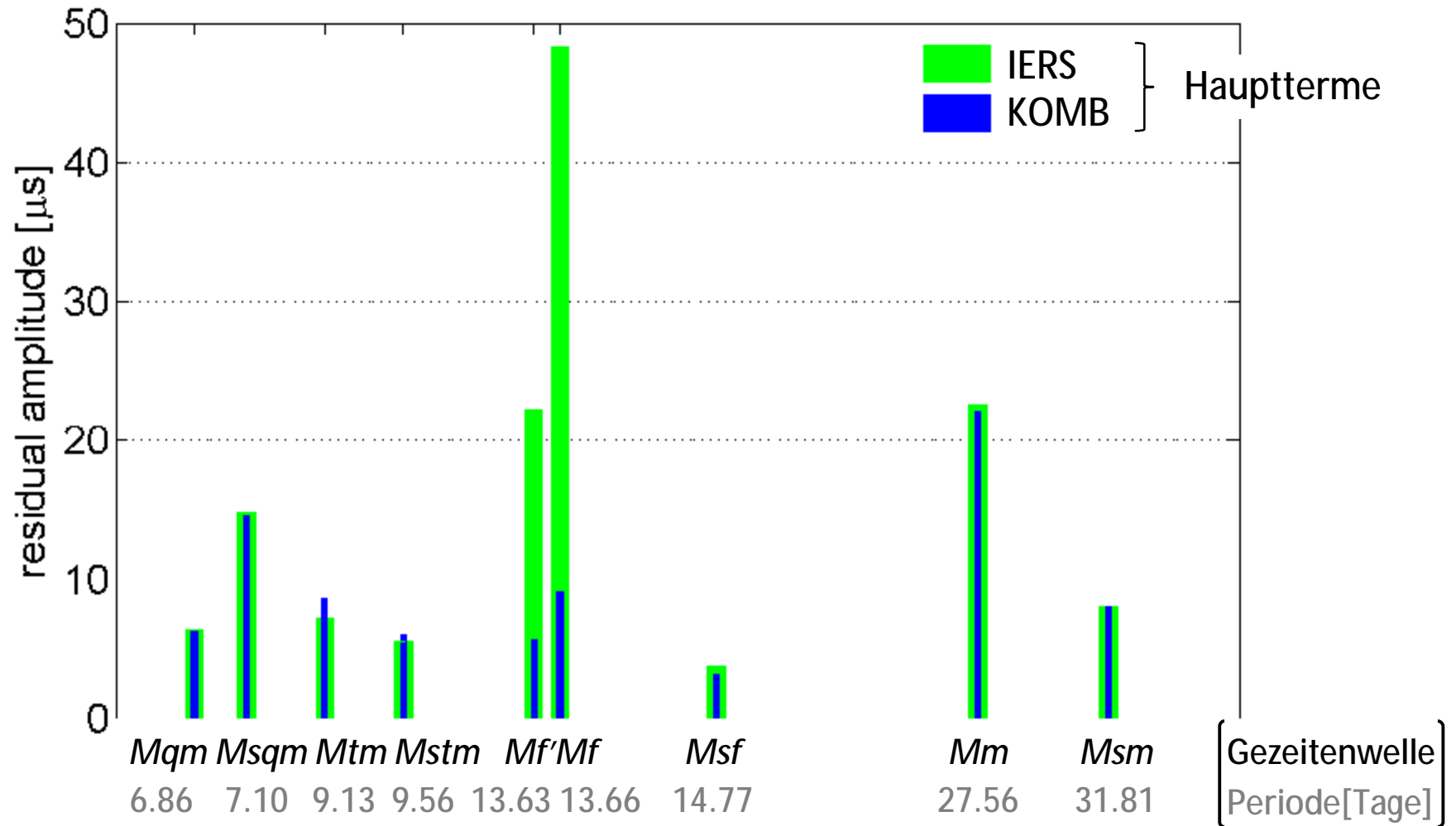
- Signalbearbeitung / Reduktion anderer Effekte

-  ● Lineare Trends
-  ● Einfluss der Atmosphäre
  - aus Atmospheric Angular Momentum Daten (NCEP)
-  ● Effekte täglicher und sub-täglicher Ozeangezeiten:
  - reduziert mit einem zuvor bestimmten VLBI-Modell
-  ● Filterung von Signal mit Perioden  $>35$  Tage

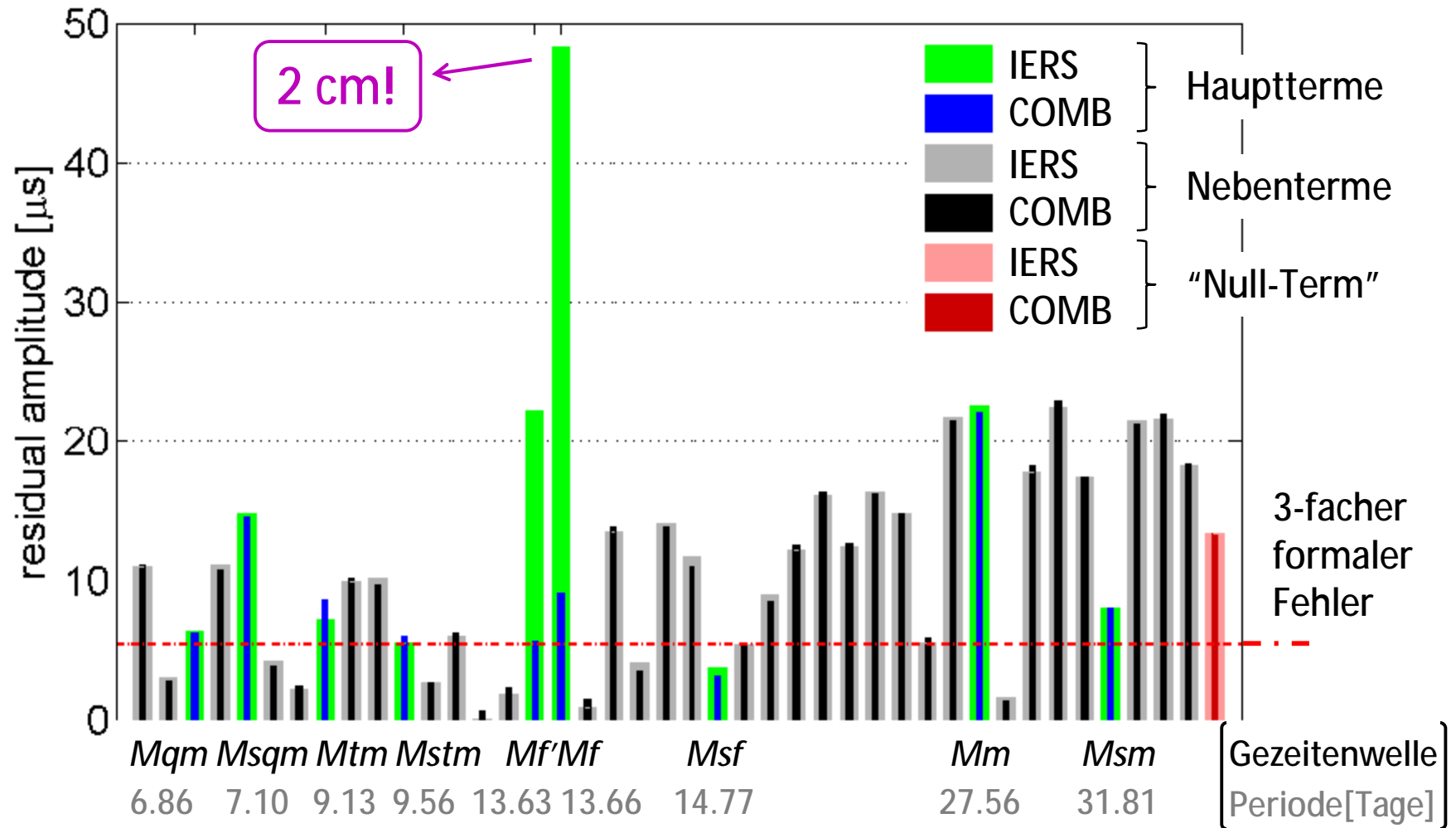
- Ausgleich Methode d. kleinsten Quadrate:
  - Nur Terme mit Perioden <35 Tage
  - 41 Terme + 1 "Null-Term"
- Alle Terme relativ zu Modell geschätzt
  - IERS 2003
  - Kombination mehrerer Modelle nach Gross (2009)

➔ Ergebnisse sind Residuen zu den Modellamplituden!

# Zuschläge zu Modellamplituden: Hauptterme



# Zuschläge zu Modellamplituden: alle Terme + "Null-Term"



- Die genaue Kenntnis der Erdrotationsparameter ist essentiell für alle Aufgaben präziser Positionierung und Navigation.
- Eine gute Modellierung der Variabilität der ERP ist insbesondere für deren Vorhersage und somit für Echtzeitanwendungen von Bedeutung.
- Am Beispiel der Effekte der zonalen Gezeiten auf UT1 konnte gezeigt werden, dass bei empfohlenen konventionellen Modellen (IERS 2003) Verbesserungsbedarf besteht.



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN  
Vienna University of Technology

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!



Mahlzeit!