

Kontrollierter Wechsel von GNSS-Referenzstationsantennen

L. Wanninger¹, V. Frevert¹, A. Schmidt¹, M. Fettke²

(1) Geodätisches Institut, TU Dresden

(2) Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland-Pfalz

7. GNSS-Antennenworkshop, Dresden, 20.03.09

Motivation

Ursachen scheinbarer Positionsänderungen

Modellierung und Korrektur

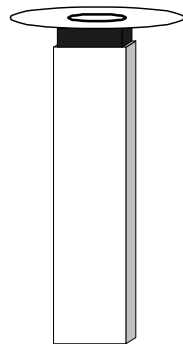
Ergebnisbeispiele

Systematische Einflüsse auf GNSS-Höhenbestimmung

Dach der LGN,
Hannover

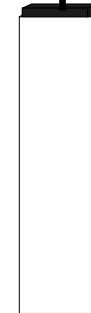
Typ wie G2

Referenzantenne,
Pfeiler 09



Höhen-
differenz
bekannt

G1 G2 G3



(Ringversuch II,
5. AWS 2003)

andere Antennen,
z.B. Pfeiler 12

Höhenabweichung (Vergleich zu niv. Sollwerten)

24 h Beobachtungen, Roboter-Kalibrierwerte berücksichtigt

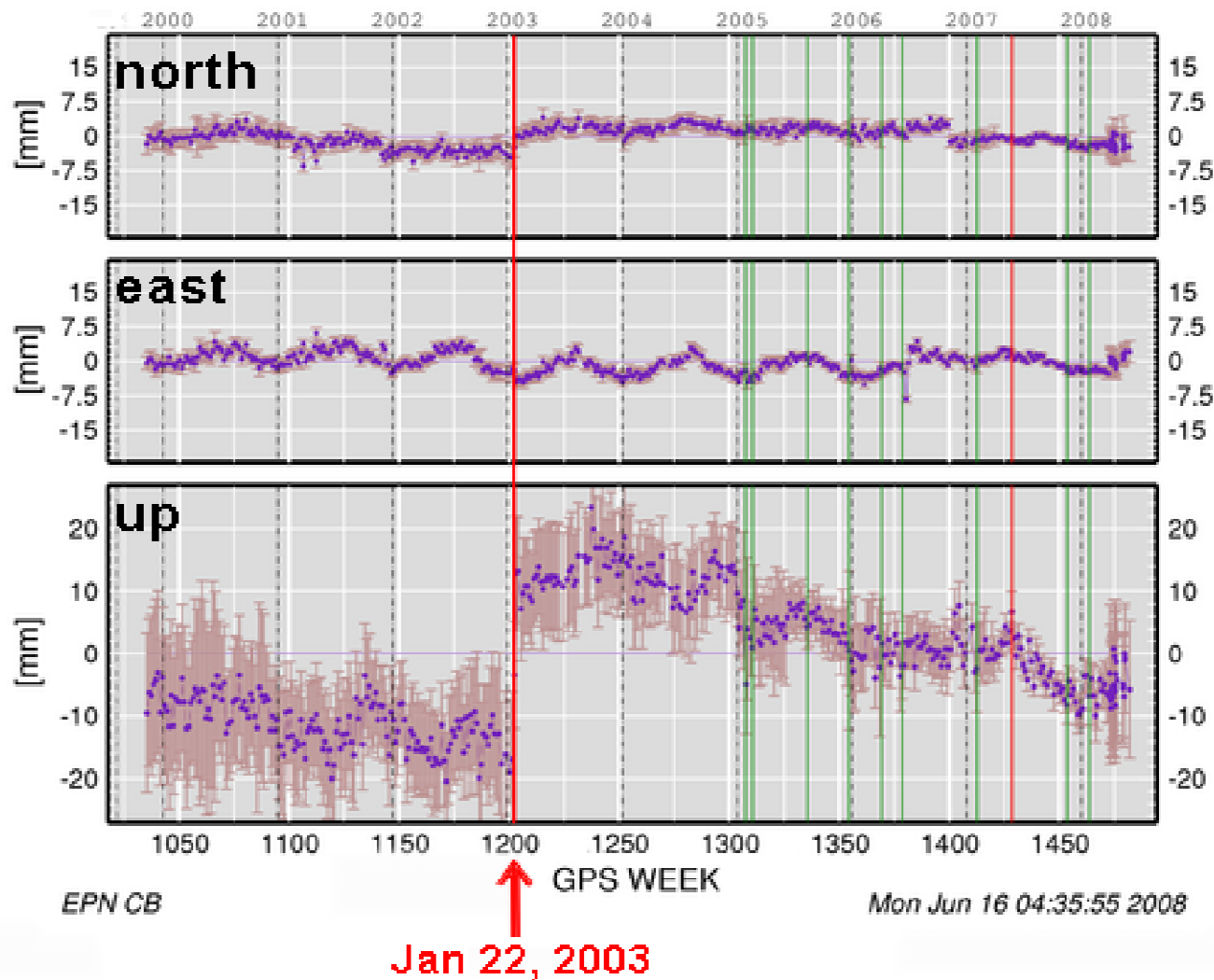
Ant.	L1	L2	L0	L0+T
G1	0,4	1,1	-0,8	9,2
G2	-0,6	-0,3	-1,1	1,4
G3	-0,2	2,1	-3,8	10,3

[mm]

Auswirkungen von Antennenwechseln

EPN Koordinaten-Zeitreihe DRES

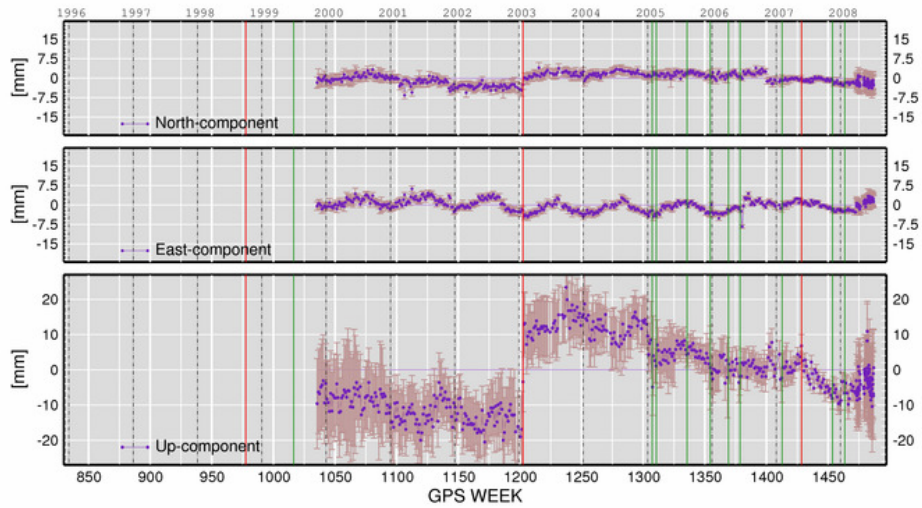
**Dresden
2003**



Netzlösung →
Lösungstyp: L0+T

**2. Referenzstation
in wenigen Metern
Abstand: DREJ**

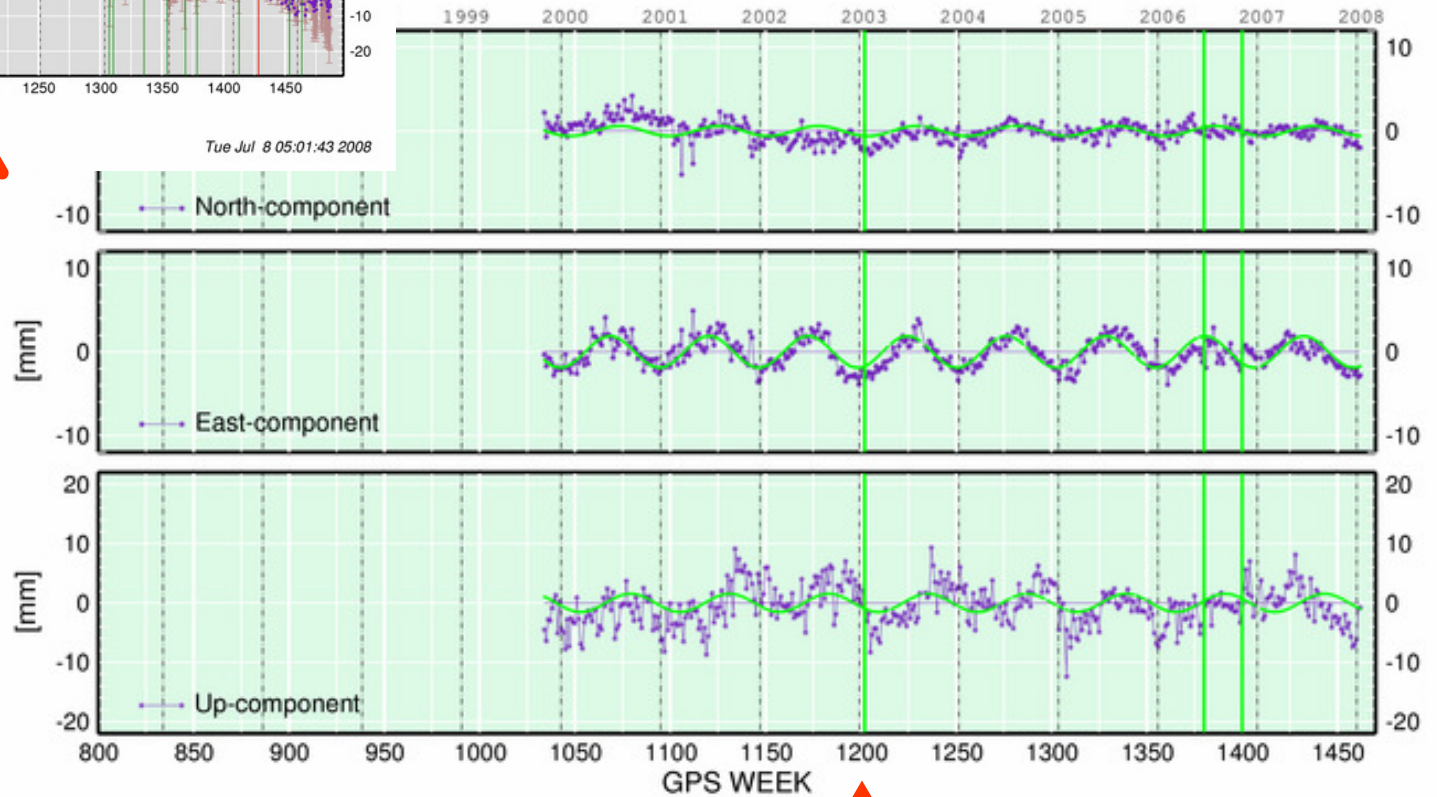
DRES_14108M001 (RAW)



Bereinigte EPN-Zeitreihe DRES

Dresden 2003

DRES_14108M001 (CLEAN)



EPN CB



EPN TSA_SP



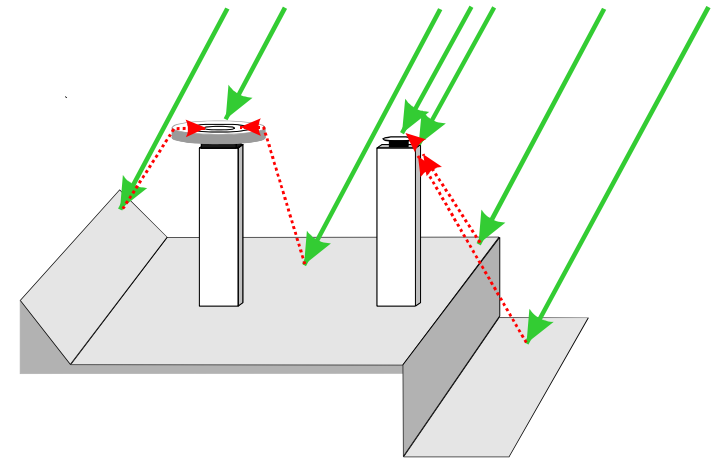
→ nur mit zeitlichem Abstand, nur für diesen Lösungstyp

Ursachen scheinbarer Positionsänderungen

Phasenmehrwwegeinflüsse

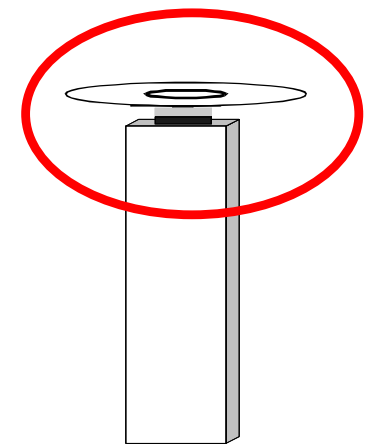
- Fernfeld: entfernte Reflektoren (Umweglänge > 1 m)

- z.B. durch Untergrund
- schnelle Veränderung der Umweglänge
→ kurzperiodische Mehrwegeinflüsse (< 60 Minuten),
- langperiodische Restfehler (bis zu einigen mm in L0)



- Nahfeld: nahe Reflektoren (Umweglänge $\ll 1$ m)

- z.B. Pfeiler-, Stativoberkante, Dreifuß
- langsame Veränderung der Umweglänge
→ langperiodische Mehrwegeinflüsse (Stunden)
→ wirkt größtenteils auf Koordinaten
- langperiodische Restfehler (bis zu einigen mm in L0)



Mehrwegeempfindlichkeit

Antennen

**mit unterschiedlicher Mehrwegeempfindlichkeit,
mit unterschiedlich großen Grundplatten,
mit/ohne Choke Ring Elementen**



→ Scheinbare Positionsänderungen

Antennenkalibrierung

Kalibrierverfahren

- (a) Labor** - z.B. Uni Bonn/GEObasis.NRW
- (b) Feld**
 - ohne Drehung und Kippung (z.B. NGS)
 - mit Drehung, ohne Kippung (z.B. TUD)
 - mit Drehung und Kippung (z.B. Geo++)

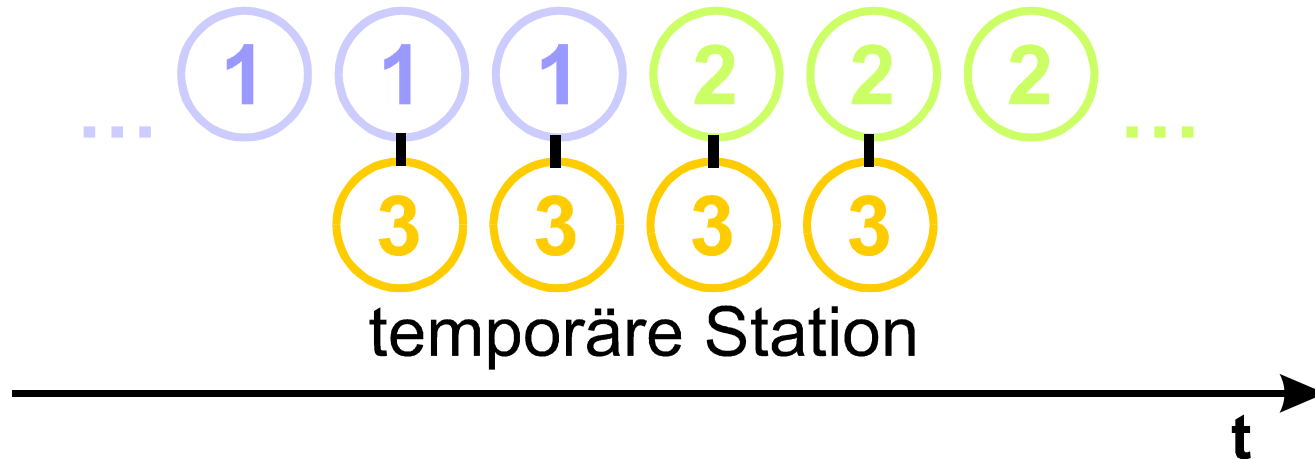
- Kalibrierabweichungen immer vorhanden, in unterschiedlicher Größenordnung, insbesondere wenn keine individuellen Kalibrierwerte verwendet werden
- Antennenwechsel
 - Veränderung der Kalibrierabweichungen
 - **Scheinbare Positionsänderung**

Modellierung und Korrektur

Erfassung der Veränderungen beim Ant.wechsel

Messprinzip „Kontrollierter Wechsel“

Referenzstation mit Antennenwechsel

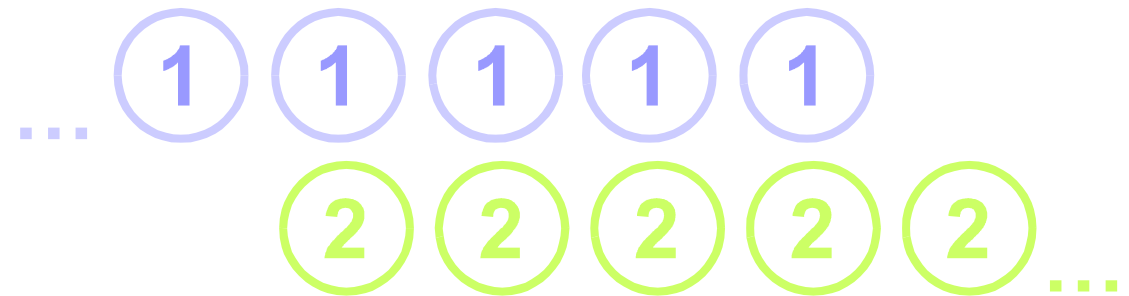


Verfahren der Antennenwechsel

SAPOS:



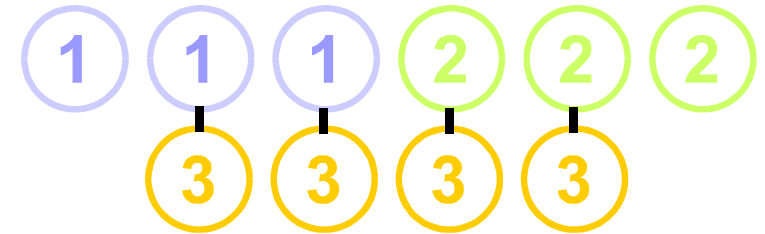
IGS/EPN:



**Kontrollierter
Wechsel:**



Modellierung der Veränderungen



Mehrwegemodell vor Antennenwechsel (1)-(3):

- Mehrwegeeinflüsse auf Ref.station mit alter Antenne
- + Mehrwegeeinflüsse auf temp. Ref.station
- + Ant.kalib.abweichung auf Ref.station mit alter Antenne
- + Ant.kalib.abweichung auf temp. Ref.station
- + Koordinatenabweichungen Basislinie

Mehrwegemodell nach Antennenwechsel (2)-(3):

- Mehrwegeeinflüsse auf Ref.station mit neuer Antenne
- + Mehrwegeeinflüsse auf temp. Ref.station
- + Ant.kalib.abweichung auf Ref.station mit neuer Antenne
- + Ant.kalib.abweichung auf temp. Ref.station
- + Koordinatenabweichungen Basislinie

Differenz der Modelle (1)-(3)-((2)-(3))=(1)-(2):

- Mehrwegedifferenzen auf Ref.station alte-neue Ant.**
- + Ant.kalib.abw.differenzen auf Refstation alte-neue Ant.**

Modellierung der Veränderungen

Modell der Veränderungen:

- keine Korrekturen, um auf korrektes Niveau zu kommen, Korrekturen nur zwischen zwei „falschen“ Niveaus
- Antennenkalibrierresultate werden berücksichtigt:
wurde eine der Antennen (alt oder neu) nicht kalibriert, wird dies automatisch mitkorrigiert

Korrektur auf Koordinaten- oder Beobachtungsebene

Korrektur auf Koordinatenebene:

- + drei Werte pro Lösungstyp
- viele Lösungstypen
- nur für jeweilige Software und deren Einstellungen gültig

Korrektur auf Beobachtungsebene:

- + Korrekturen nur für L1 und L2, allgemein gültig
- viele Modellparameterwerte

Korrektur auf altes Niveau / auf neues Niveau

Korrektur der neuen Messungen auf altes Niveau

- altes Referenzsystem bleibt unverändert

Korrektur der alten Messungen auf neues Niveau

- neues (hoffentlich bessere) Niveau wird auf alte Messungen übertragen
- bei Re-Prozessierung für geodynamische Fragestellungen / Realisierung des Referenzsystems

**Dresden
2003**

Modellierung der Veränderungen auf Koordinatenebene

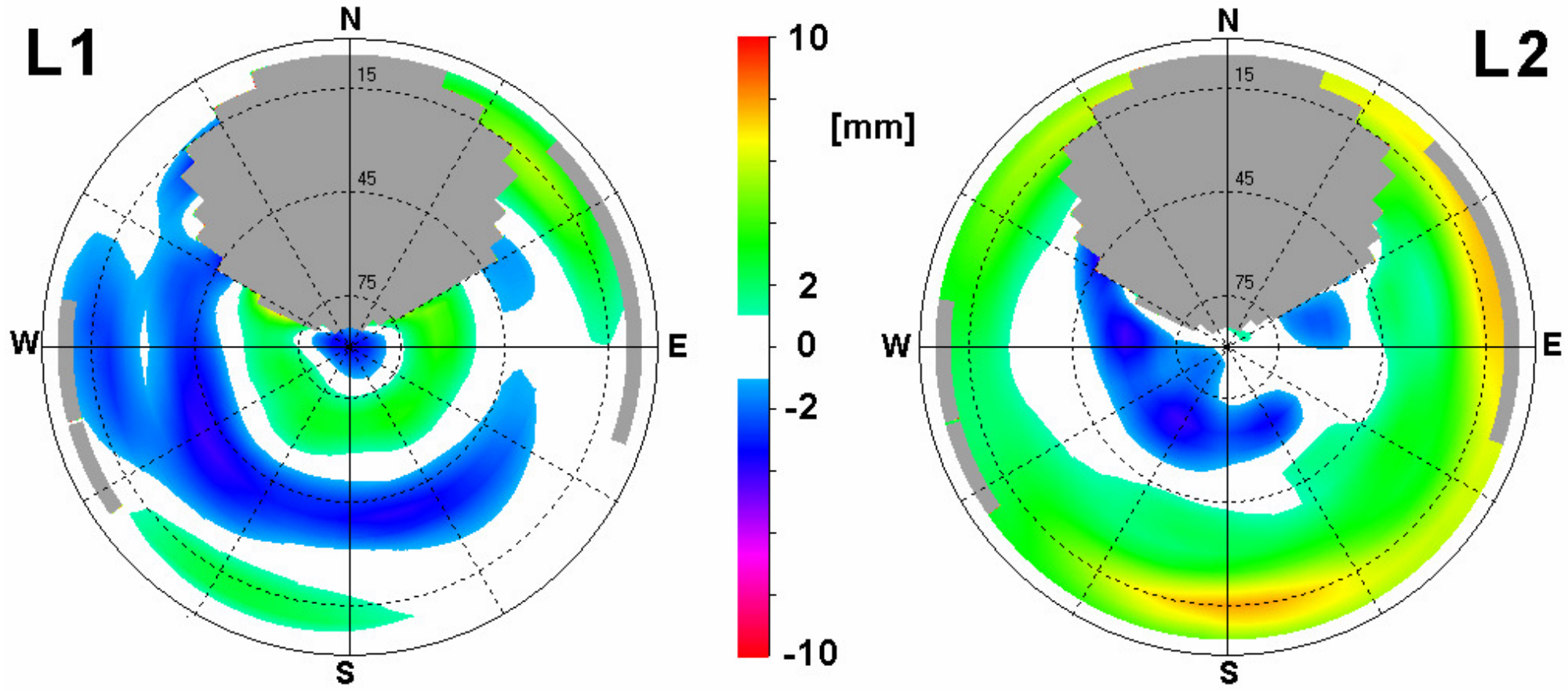
- Nur gültig für:**
- **Wa1 2.0**
 - **10 Grad Elevationsmaske**
 - **elevationsabhängige Beobachtungsgewichtung**

	L1	L2	L0	L0+T
Nord	0,4	-0,6	4,0	3,5
Ost	2,7	1,2	1,3	1,1
Höhe	3,8	-7,5	23,3	36,5

[mm]

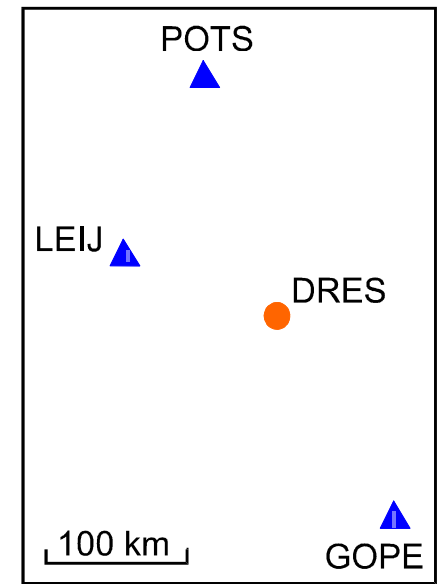
Korrekturen auf Beobachtungsebene

**Dresden
2003**



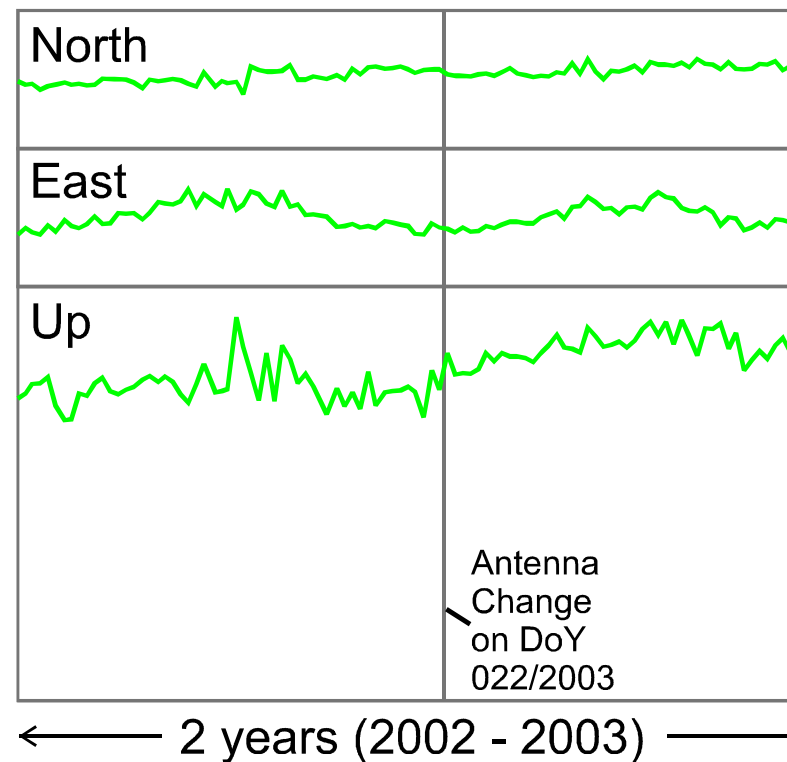
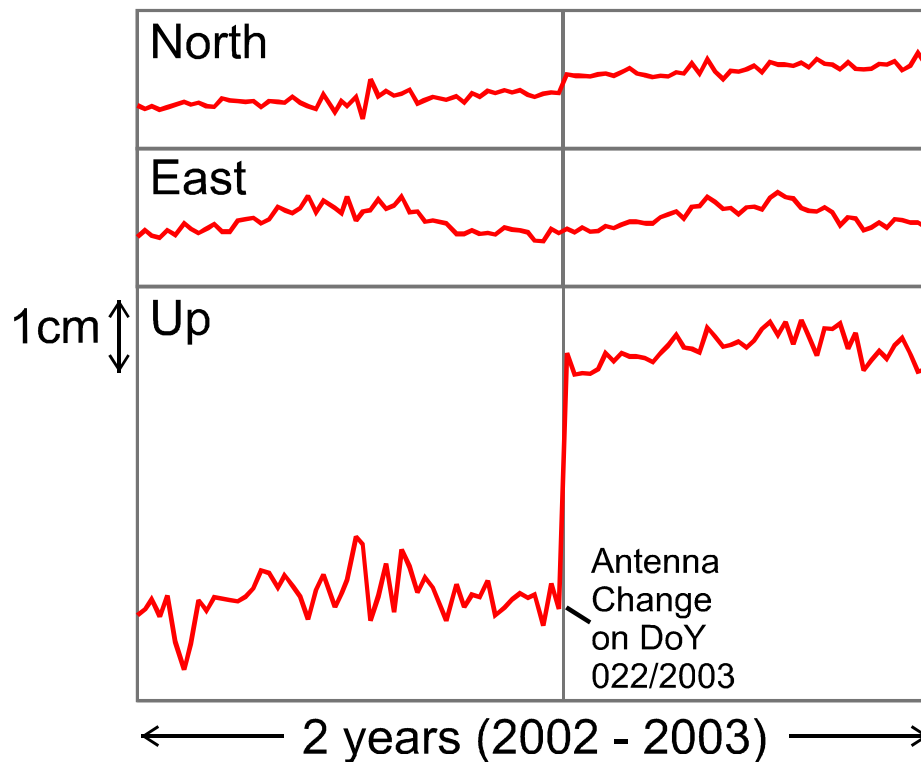
Parametrisierung: Kugelflächenfunktionen
Speicherformat: (modifiziertes) ANTEX

Anwendung im regionalen Netz



Ohne Korrekturen

Mit Korrekturen



LO+T

Ergebnisbeispiele:

Antennenwechsel im SAPOS-Netz von
Rheinland-Pfalz

Antennenwechsel in Rheinland-Pfalz

Nov. 07 – Dez. 08

kontrollierter Antennenwechsel von GPS- nach GPS/GLONASS auf 8 von 18 Stationen

SAPOS-Stationen in Rheinland-Pfalz 51,0°N
mit (●) oder ohne (●)
Antennenwechsel im Zeitraum Nov. 07 - Dez. 08



Antennenwechsel in Rheinland-Pfalz

Alte Antennentypen

6



Choke-Ring,
nicht Typ D/M,
mit/ohne Radome

1



große Grundplatte,
keine Choke-Rings

1



Choke-Ring,
Typ D/M

Neuer Antennentyp



Choke-Ring,
Typ D/M
+DFB

**alle Antennen individuell
roboterkalibriert**

Antennenwechsel in Rheinland-Pfalz

Umgebungsbedingungen

starke nahe Reflektoren

...

wenige nahe Reflektoren



Scheinbare Höhenänderungen bei Antennenwechseln

Station	alte Antenne	Mehrwege- einfluss	L1	L2	L0	L0+T
Daun	k. CR	„stark“	0,3	-3,4	6,4	14,3
Simmern	CR	„gering“	0,5	0,6	0,5	5,6
Koblenz	CR-DM	„gering“	1,2	1,4	1,0	-0,1
Kaiserslau.	CR	„mittel“	1,2	-0,6	4,1	10,5
Pirmasens	CR	„mittel“	-7,4	-11,2	-1,5	6,9
Wissen	CR	„gering“	-2,6	-2,5	-2,1	-5,9
Ludwigsh.	CR	„gering“	0,7	-1,4	4,0	2,0
Trier	CR	„mittel“	2,4	-2,1	9,2	7,0

[mm]

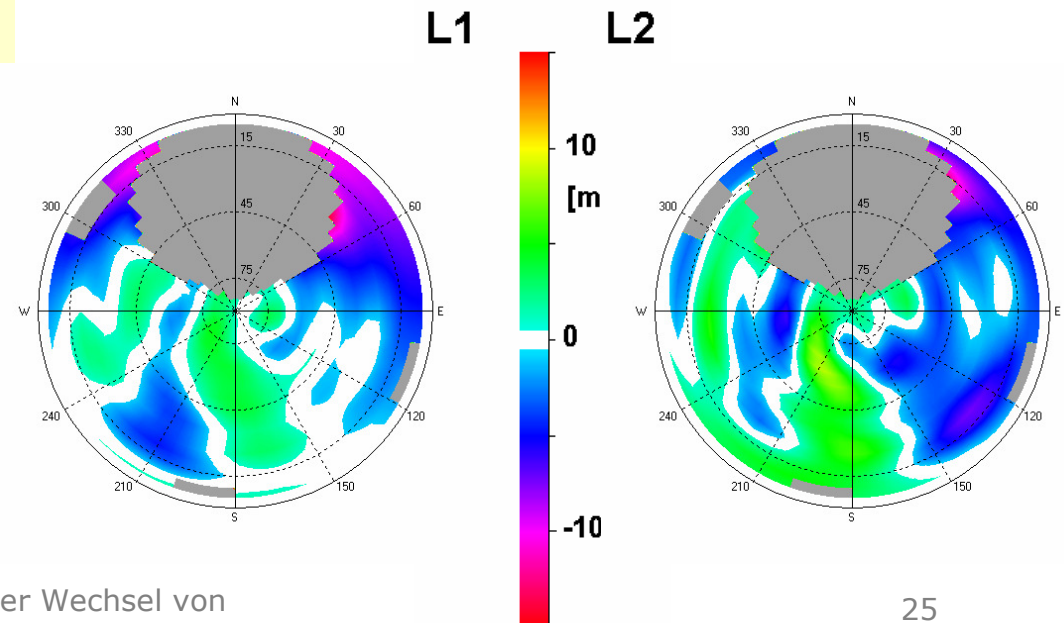
Scheinbare (oder tatsächliche ?) Lageänderungen

Antennenwechsel Trier



	L1	L2	L0	L0+T
Nord	-3,9	-2,0	-7,1	-6,8
Ost	-2,4	-2,3	-2,5	-2,6
Höhe	2,4	-2,1	9,2	7,0

[mm]



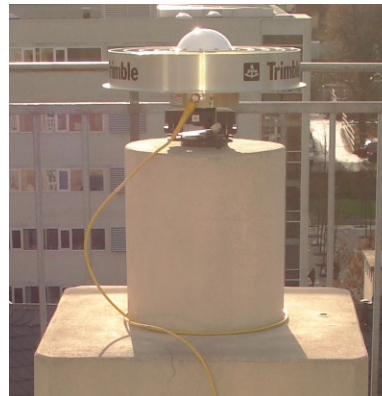
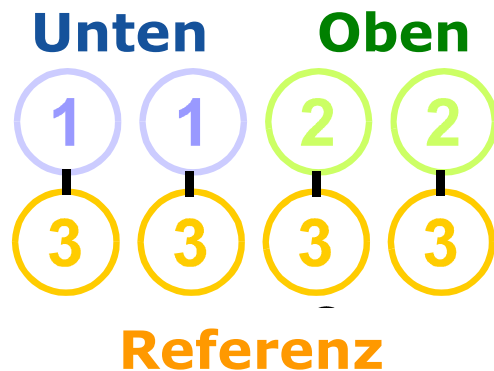
Ergebnisbeispiele:

Mehrwegeempfindlichkeit von Antennentypen

„unten-oben“ Experimente

- **selber Standort (Pfeiler),**
- **andere Antennenhöhe (0,122 m Höhenunterschied)**
- **selbe Referenzantenne/-empfänger**

→ Wie weit weicht der GNSS-bestimmte Höhenunterschied „unten-oben“ vom bekannten Höhenunterschied ab?



Unten



Oben

„unten-oben“ Experimente

Abweichung vom Sollhöhenunterschied, L0+T-Lösung

RTK-Antenne,
kleine Grundplatte

-7,4 mm

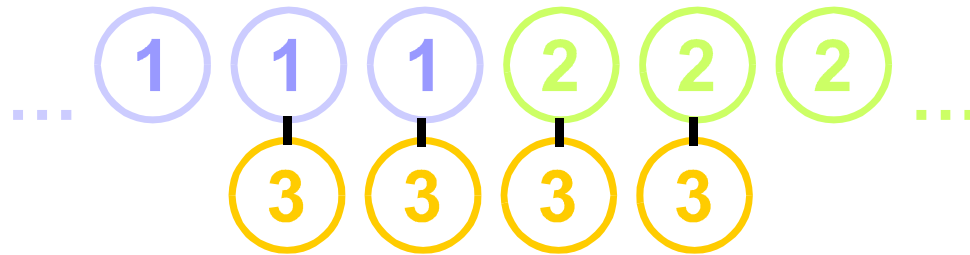
Geodätische Antennen mit
großen Grundplatten
oder Choke-Ringen

+2,4 mm

- 2,6 mm

+6,8 mm

Zusammenfassung



Ein kontrollierter Antennenwechsel ermöglicht:

- die Erfassung von scheinbaren Positionsänderungen
- Korrektur dieser Einflüsse auf Beobachtungsebene

Er ermöglicht **nicht**:

- die absolute Korrektur der (mittleren) Mehrwegeeinflüsse

