

Aktuelle Arbeiten zur Antennenkalibrierung am Institut für Erdmessung

Prof. Dr.-Ing. Steffen Schön
Dipl.-Ing. Ulrich Weinbach

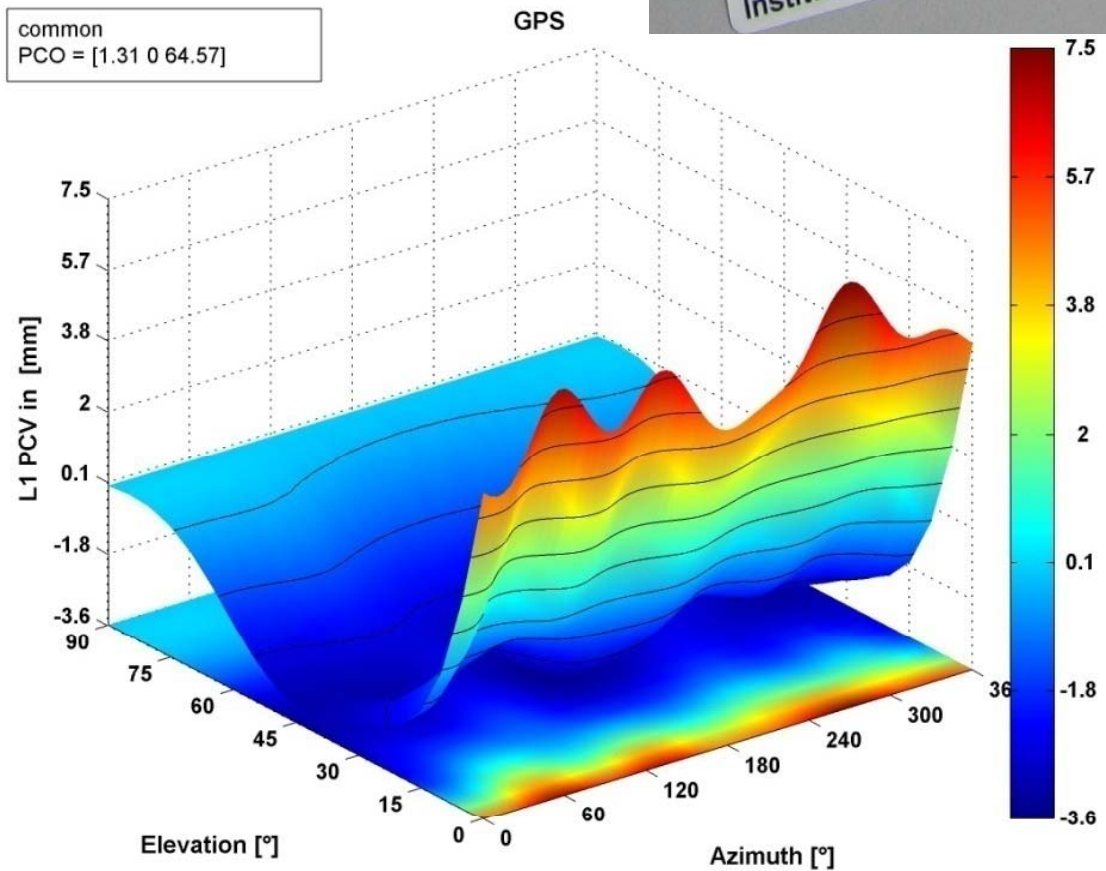
GPS/GLONASS Kalibrierung für EPN (MOP1)



Kalibrierung für EPN
Station MOP1

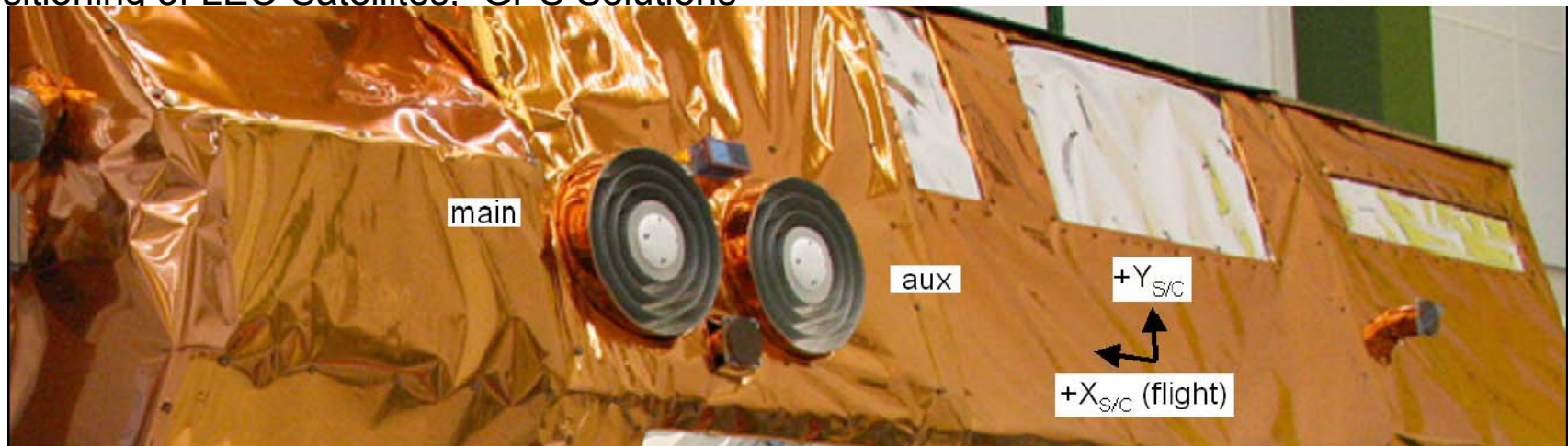
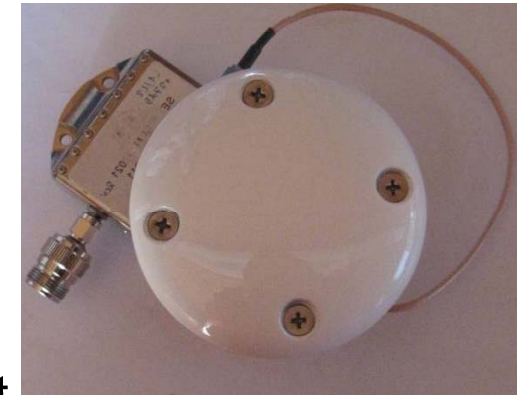


common
PCO = [1.31 0 64.57]



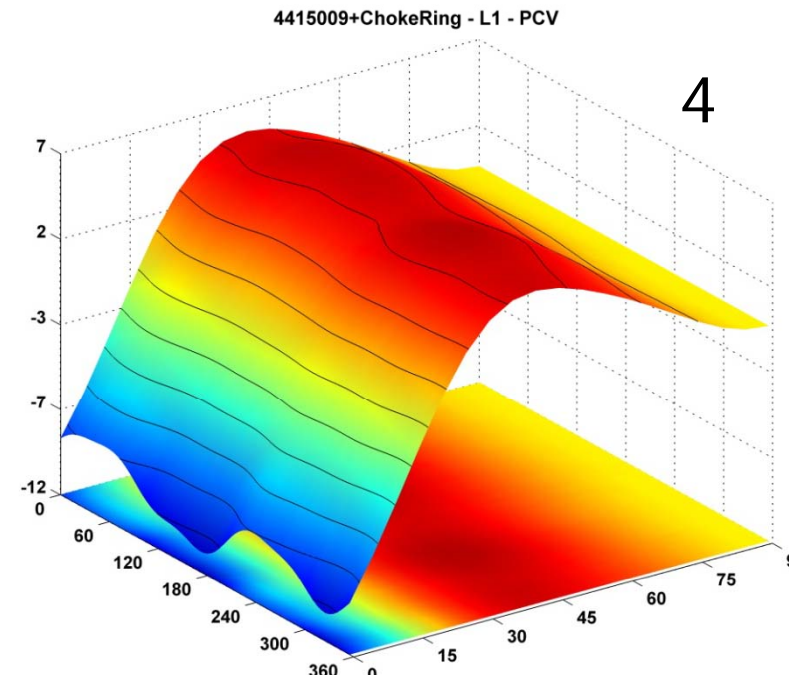
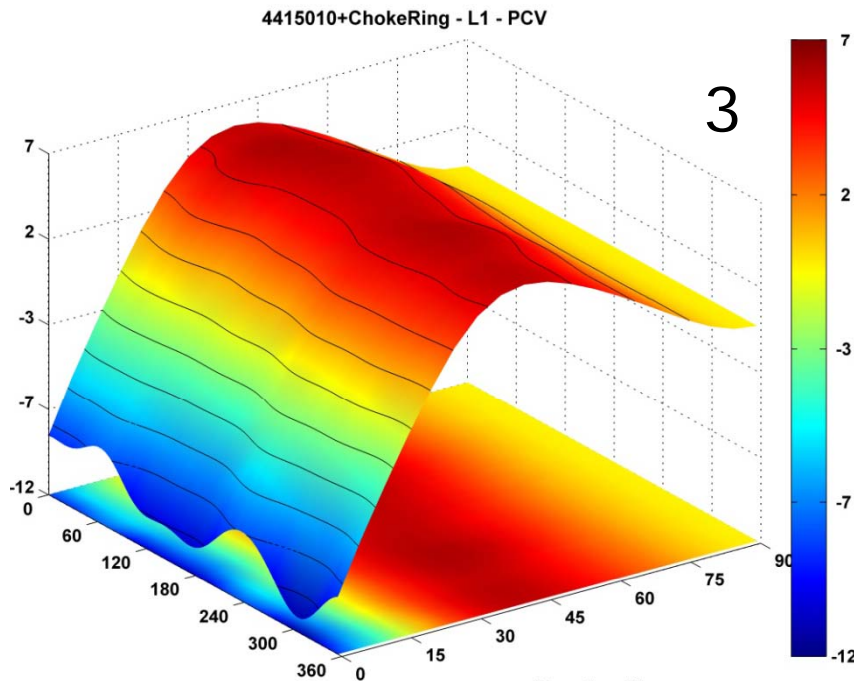
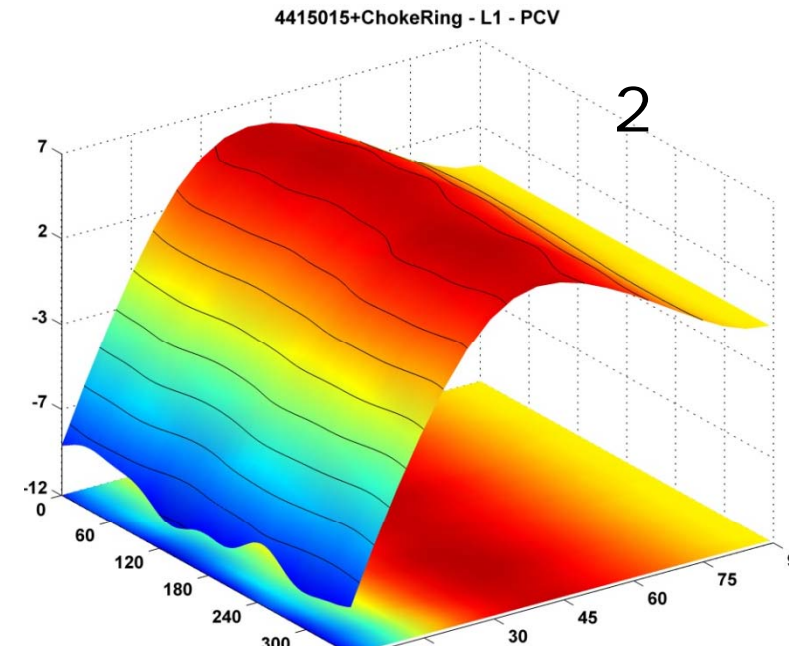
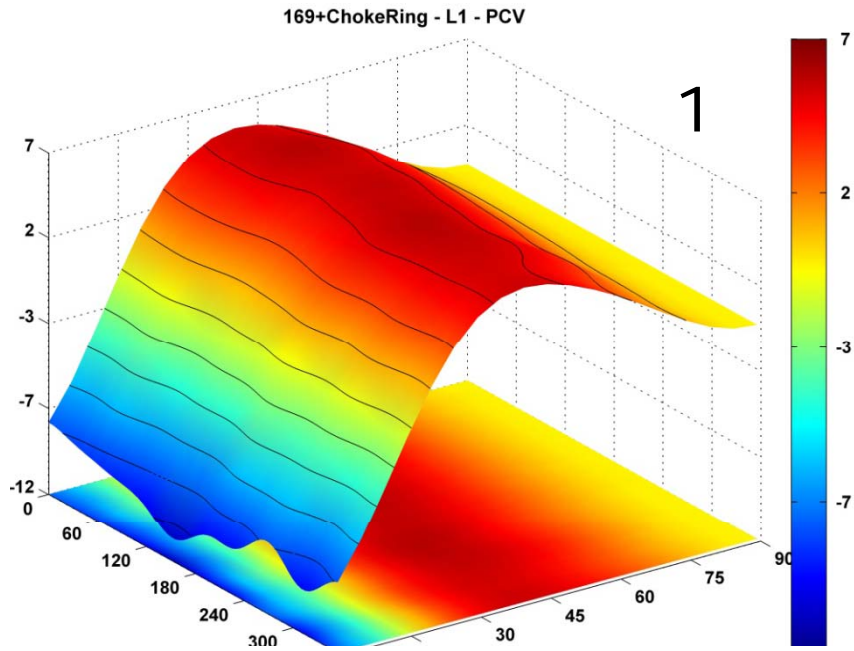
Kalibrierung der TanDEM-X GPS-Antenne (1/3)

- Navigationsantenne für LEO-Satelliten
(CHAMP, TERRA-SAR,...)
Passives Antennenelement von Sensor-Systems
Choke-Ring von GFZ/JPL
- Motivation: Orientierung der Antennen z.T. unbekannt
=> Effekt und Größenordnung azimuthaler Variationen
=> Stabilität des Phasenzentrums innerhalb einer Baureihe bzw.
Fabrikationsserie (4 Prüflinge)
- Details vgl. Montenbruck et al.(2009): Antenna Phase Center Calibration for Precise Positioning of LEO Satellites, GPS Solutions



L1 PCV [mm]

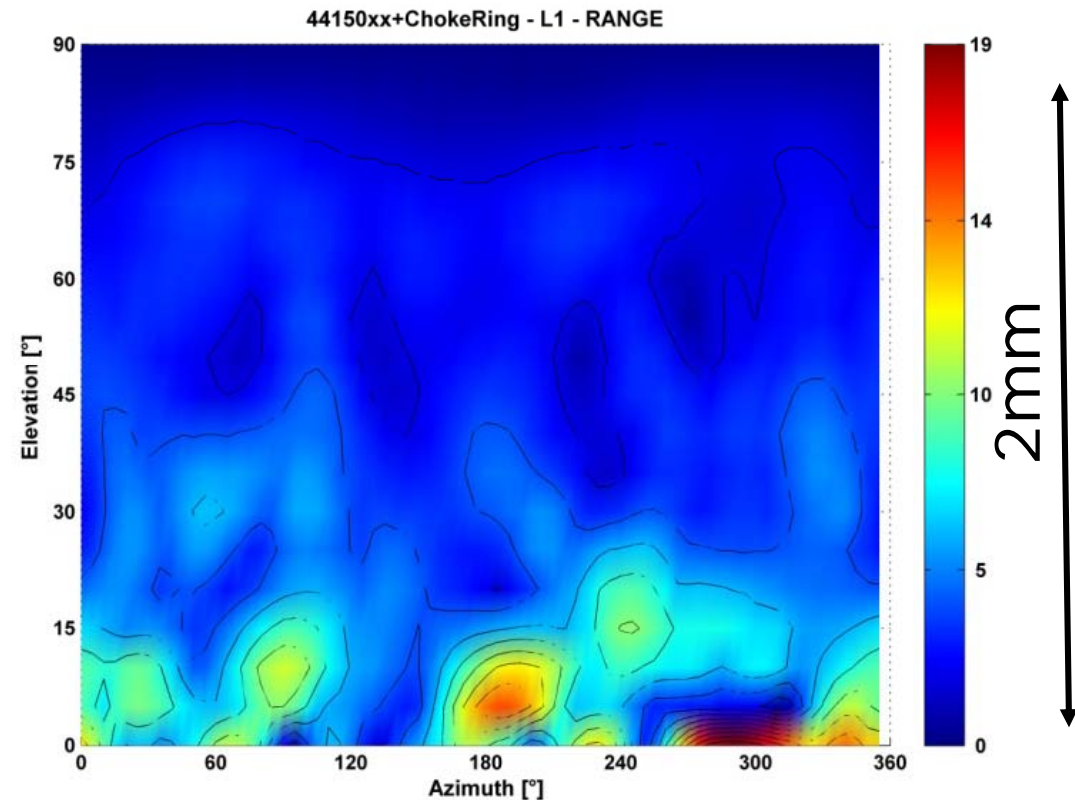
19 mm



Kalibrierung der TanDEM-X GPS-Antenne (3/3)



- Keine azimuthalen Variationen
- Hohe Konsistenz innerhalb der Baureihe
max 2mm Abweichungen



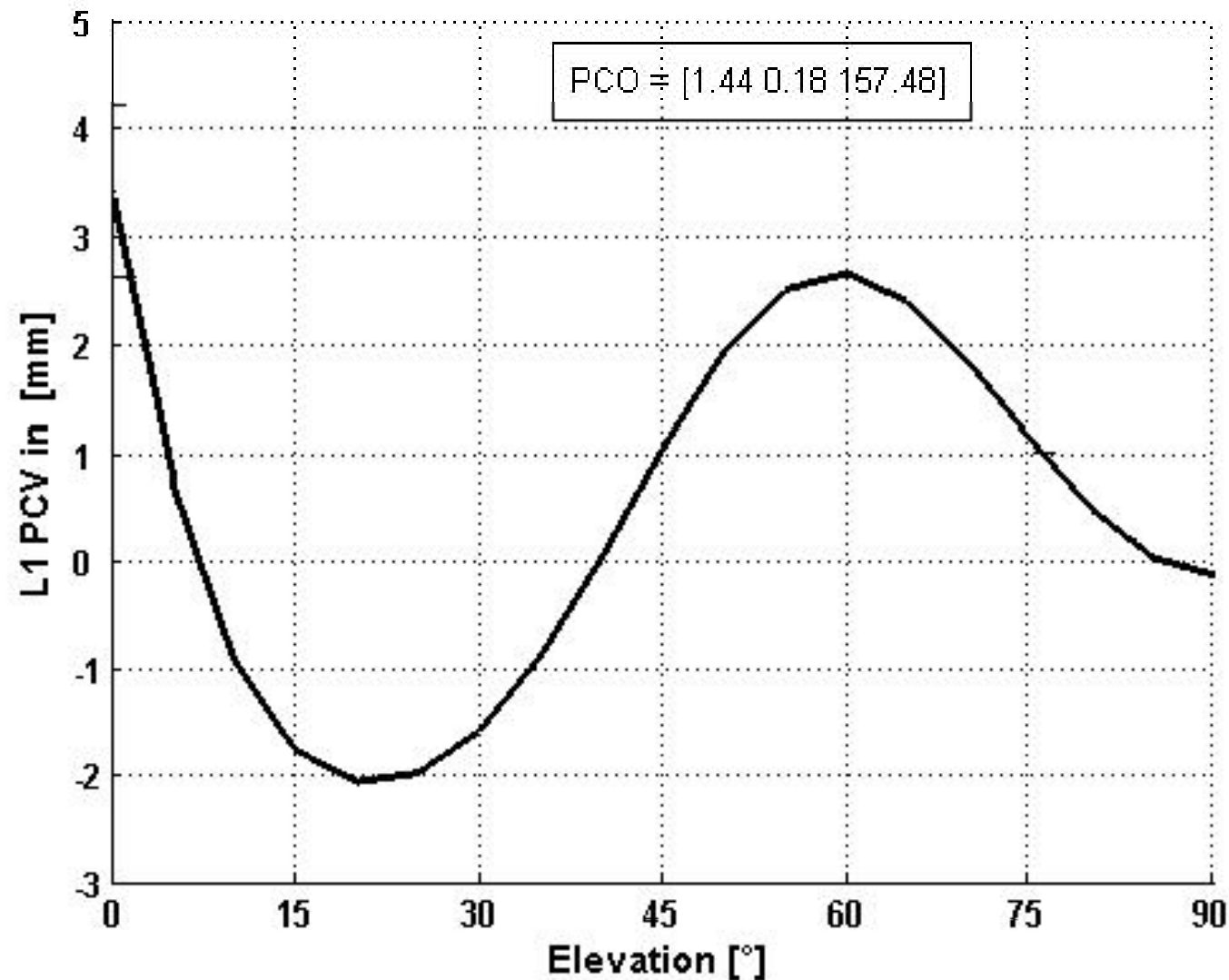
Einige Kommentare zu Vergleichen von Antennen

- **Absolute** Phasenzentrumvariationen
= unabhängig von einer Referenzantenne
≠ tatsächlicher Wert der Phasenzentrumsvariationen
- Grund:
Konfigurationsdefekt bei der Kalibrierung:
Uhrfehler und Phasenzentrumsvariationen sind nicht trennbar
$$PCV(\alpha, \varepsilon) \Leftrightarrow PCV(\alpha, \varepsilon) + dPCV, \quad dPCV = \text{const für alle } \alpha, \varepsilon$$
- Lösung: Einführen von Zusatzbedingungen zur Bestimmung der PCV (z.B. PCV im Zenit = 0)

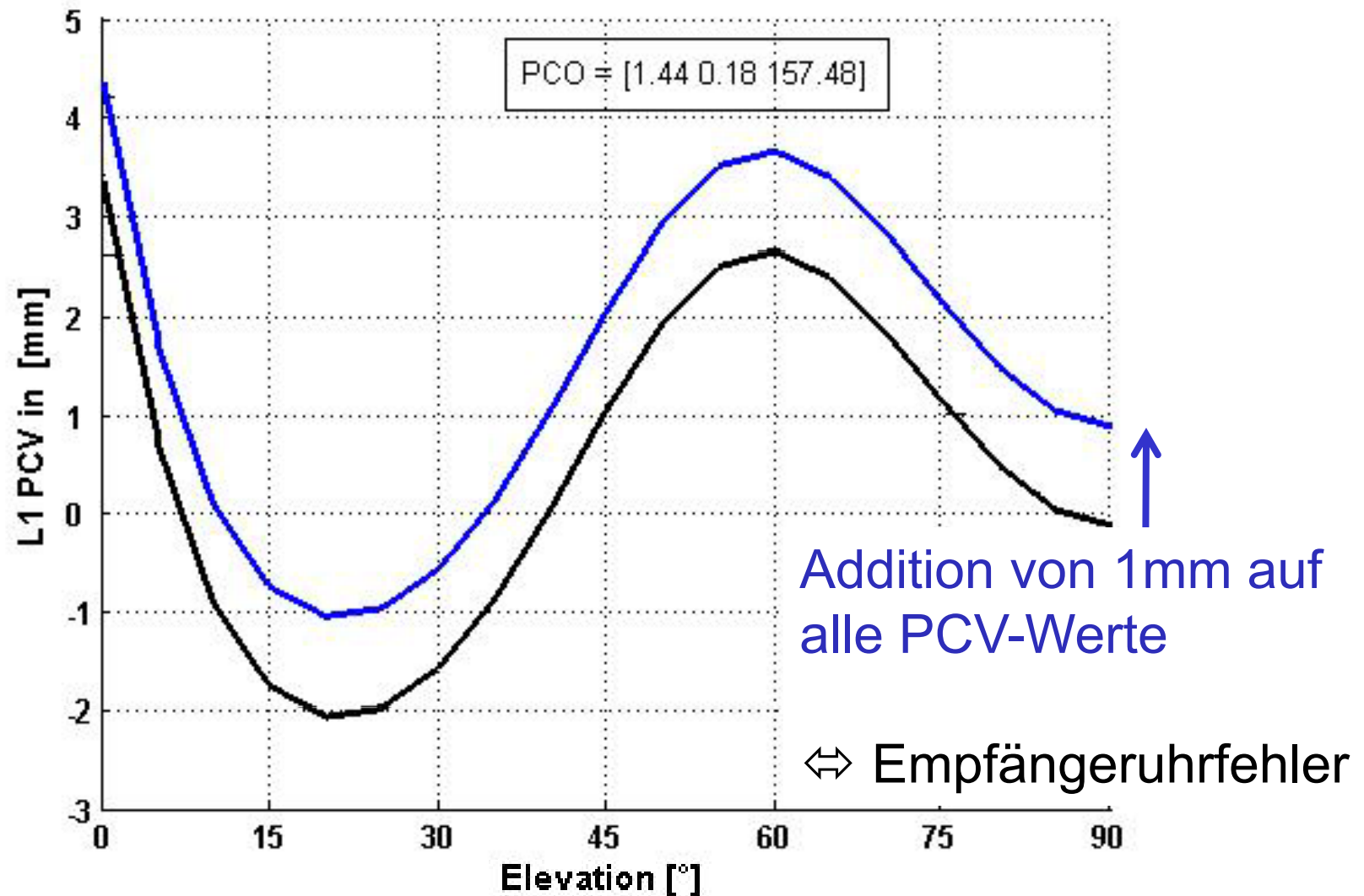
Rothacher et al. (1995): Determination of Antenna Phase Center Variations using GPS Data. IGS Workshop

Menge (2003): Zur Kalibrierung der Phasenzentrumsvariationen von GPS-Antennen für die hochpräzise Positionsbestimmung. Dissertation Universität Hannover

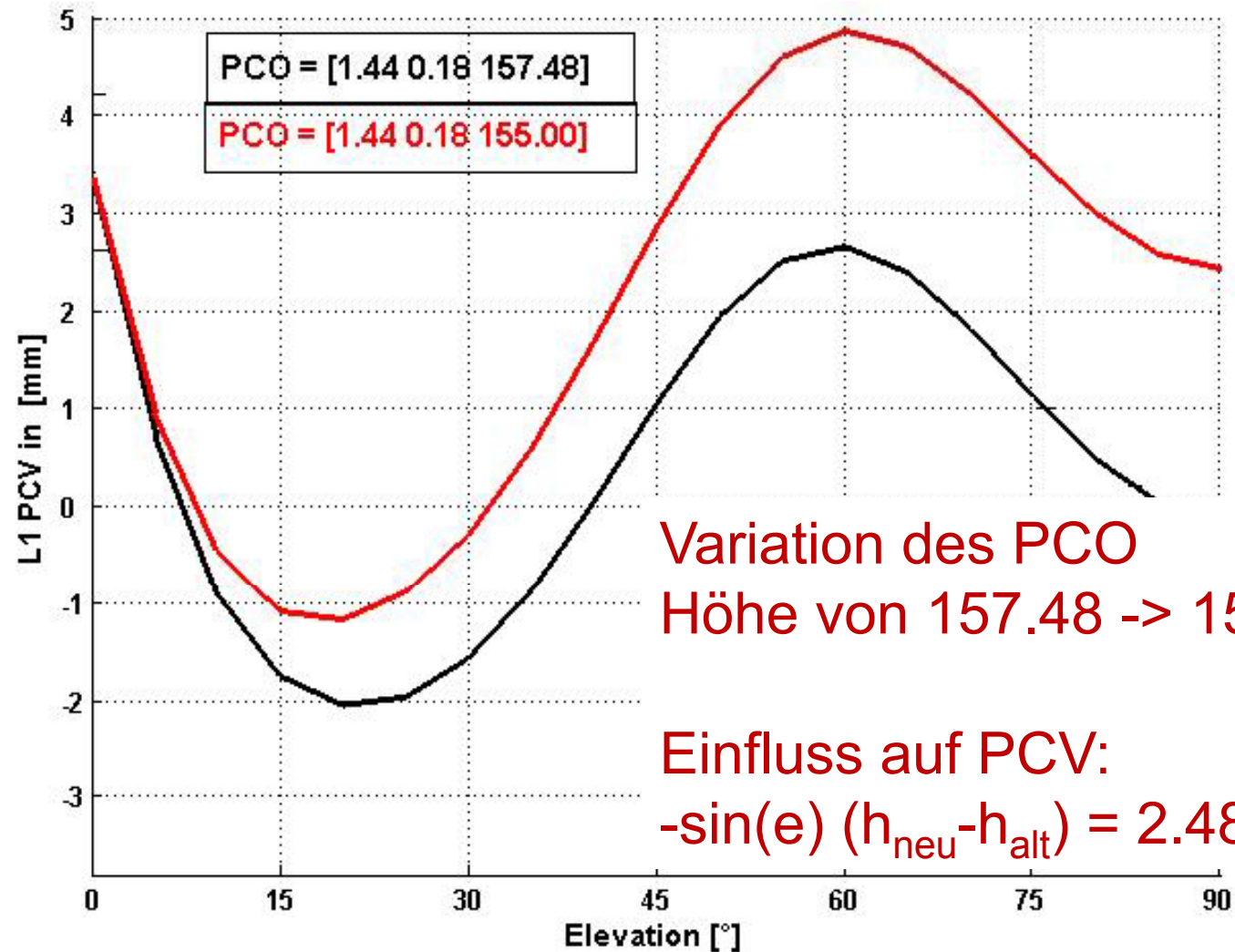
Veranschaulichung der Auswirkungen des Datumsdefektes



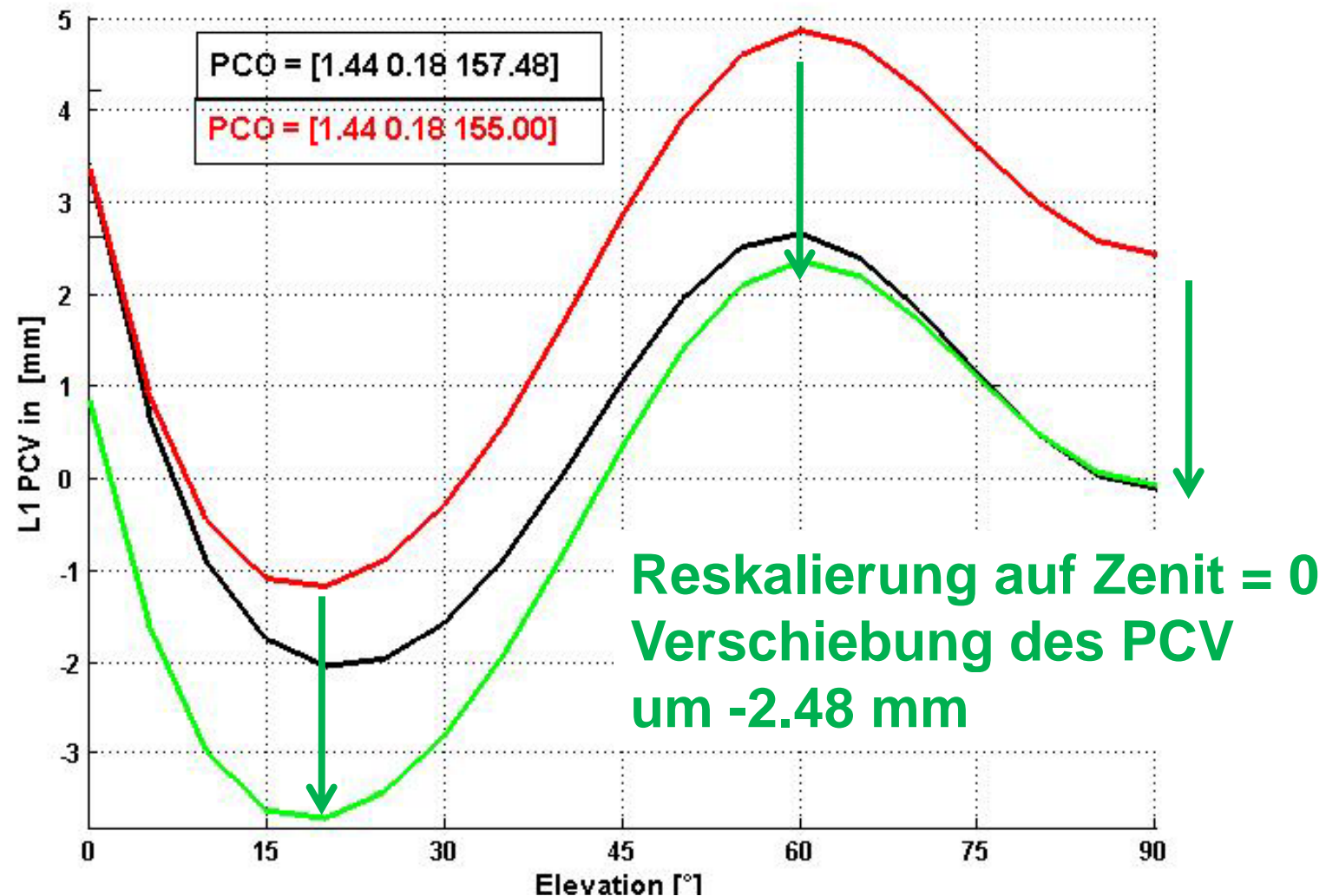
Veranschaulichung der Auswirkungen des Datumsdefektes



Veranschaulichung der Auswirkungen des Datumsdefektes



Veranschaulichung der Auswirkungen des Datumsdefektes



Transformation der PCV schwarz->grün:
 $(1-\sin(e)) (h_{\text{neu}}-h_{\text{alt}}) = -2.48 (1-\sin(e))$

Einige Kommentare zu Vergleichen von Antennen

- Folgerungen:

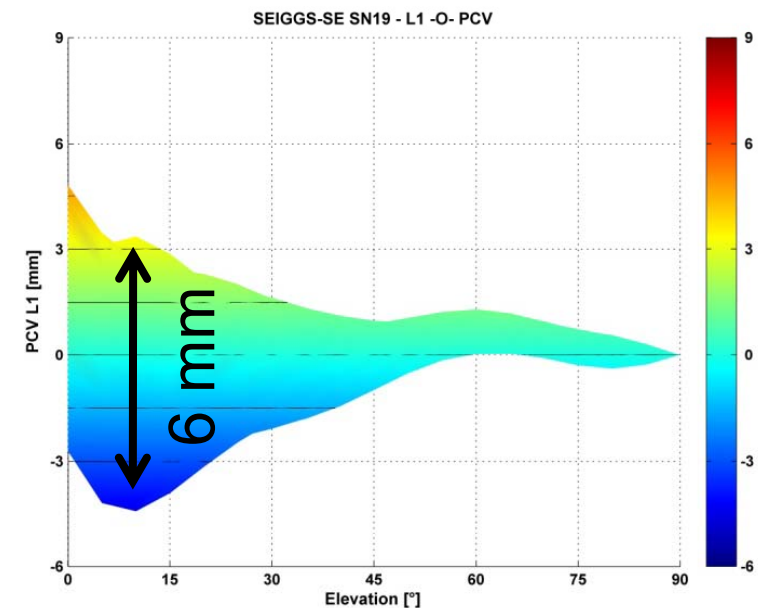
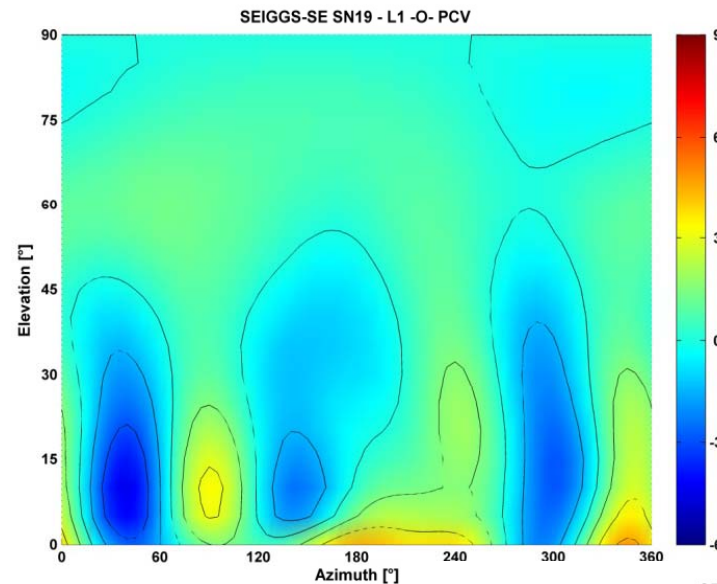
- Phasenzentrumsoffset und -variationen sind als Einheit zu betrachten

$$\begin{aligned} PCV &= PCO_{alt} \mathbf{e} + PCV_{alt} \\ &= PCO_{neu} \mathbf{e} + \underbrace{PCV_{alt} - (PCO_{neu} - PCO_{alt})}_{PCV_{neu}} \mathbf{e} \\ &= PCO_{neu} \mathbf{e} + PCV_{neu} \end{aligned}$$

- Abhängigkeit der Kalibrierergebnisse von der “Datumswahl” (z.B.: PCV im Zenit = 0)
- PCV-Form nicht eindeutig, zulässige Transformationen z.B. Addition eines konstanten Wertes auf alle PCV

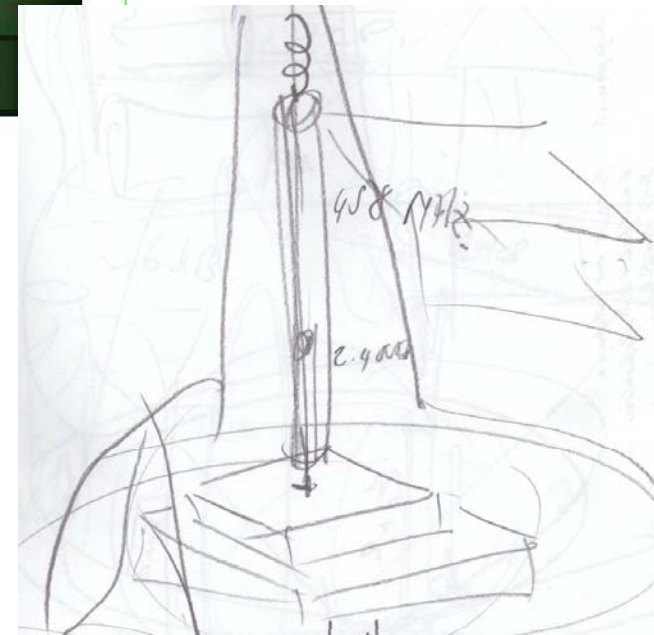
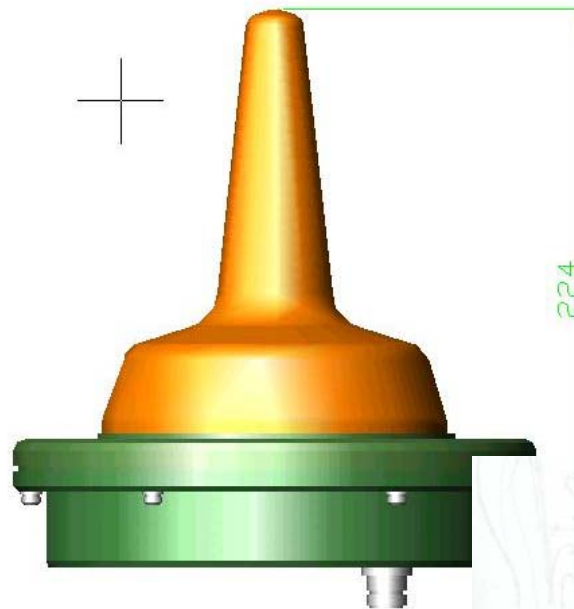
=> entsprechende Vorsicht ist beim Vergleich und der Interpretation von Kalibrierergebnissen notwendig

Absolute Kalibrierung einer Galileo Empfangsantenne (TU Darmstadt, Prof. Becker)



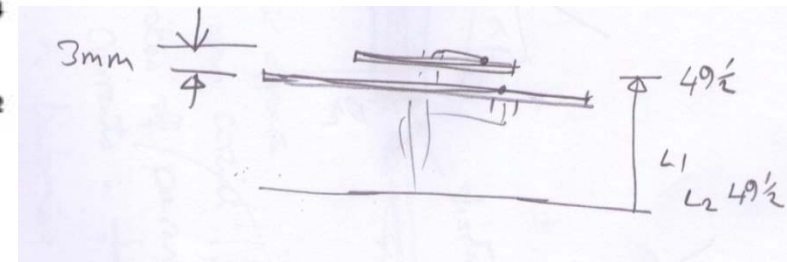
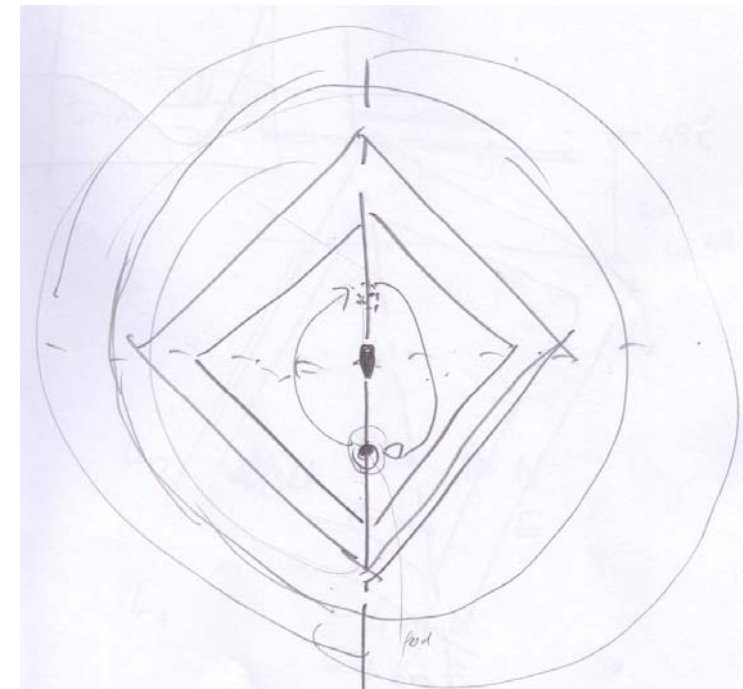
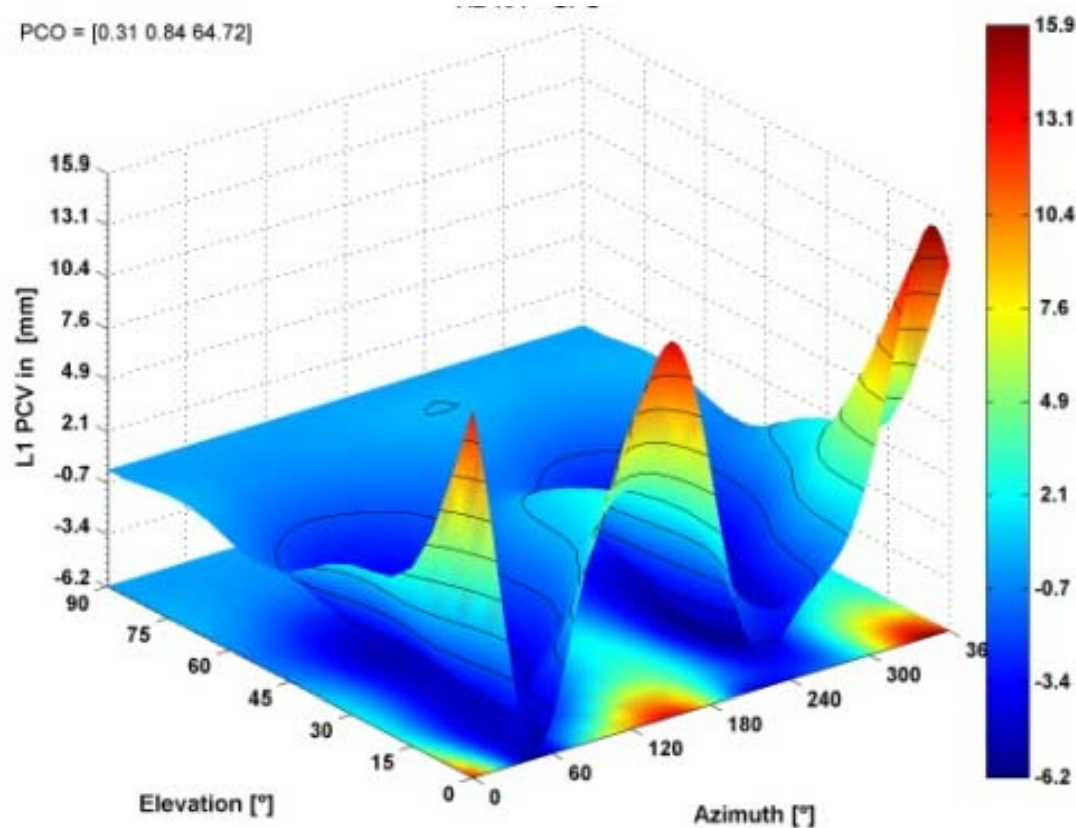
⇒ Azimutale Variationen auf L1 $> \pm 3$ mm

GPS + GLONASS Kalibrierung eines Antennenprototyps



⇒ Positionierung und Kommunikation
mit einer Antenne

GPS + GLONASS Kalibrierung eines Antennenprototyps



⇒ Symmetrien durch Patch-Design erklärbar

Herausforderungen und Forschungsfragen

SBAS



Inter-Frequency-Bias, Hardware Delays,
Inter-System-Bias, ...

- Neue Signale
- Neue Frequenzen
- Neue Receiver- und Antennentechnologie

Konsistente Betrachtung
des Gesamtsystems notwendig