
Analyse umfangreicher Messreihen von GPS Antennen PCV aus absoluten Roboter-Feldkalibrierungen seit Januar 2000

Gerhard Wübbena, Martin Schmitz, Gerald Boettcher
Geo++[®]

*Gesellschaft für satellitengestützte geodätische und
navigatorische Technologien mbH*
D-30827 Garbsen, Germany
<http://www.geopp.de>

Inhalt



- Datengrundlage Antennenkalibrierungsdatenbank
Geo++® GNPCVDB
- Vergleiche von absoluten Antennenkalibrierungen
 - Offsets
 - Systematiken, Ausreißer
 - Einfluss von Dome-Konstruktionen
 - Beurteilung von Antennentypmittel
- Wiederholbarkeit und Zeitverhalten
- Zusammenfassung

Antennenkalibrierungsdatenbank

(Geo++[®] GNPCVDB)

Absolute PCV Feldkalibrierung



- operationelles und hoch genaues Echtzeitverfahren
- Feldmessungen
- kalibrierter Roboter
- automatisches Messprogramm
- vollständige/redundante Abdeckung der Antennen-Hemisphäre mit PCV Beobachtungen
- multipath frei durch Trennung von PCV und MP
- absolute stationsunabhängige PCV
- hochaufgelöste präzise PCV
 - Std.abw. L1, L2 PCV: 0.2 mm bis 0.4 mm
 - Wiederholbarkeit: 1 mm im Mittel, außer Horizont



Geo++[®] GNPCVDB

- Antennenkalibrierungsdatenbank -



- Typmittel absolut kalibrierter Antennen
 - strenge Ausgleichung mit vollständiger Varianz/Kovarianzmatrix der individuellen Kalibrierungen
- Umfang (Jan. 2000 - Okt. 2003)
 - **95** verschiedene Antennentypen
 - **593** individuell kalibrierte Antennen
 - **3194** individuelle Kalibrierungen
- Zugang
 - über Internet: <http://gnpcvdb.geopp.de/>
 - freier Zugang zu Typbeschreibungen, Bilder und graphischen Darstellungen der PCV
 - kostenpflichtige Lizenz für vollständigen Zugang und Gebrauch absoluter Antennentypmittel (125,- EUR)

Geo++[®] GNPCVDB Zugang



Geo++ GNPCVDB Antenna Database

TPSMGA2
Antenna Type Azimuthal PCV L0: 1 Antennas, 6 Calibrations

3D plot showing L0 PCV [m] az. vs Azimuth [°]. The plot displays a series of peaks and valleys, indicating the variation in PCV across different azimuths.

GNPCVDB Authentication

Username: boettcher
Password: *****

Antenna Phase Variation Type Correction

General Information

Available Antenna Phase Variation Type Correction

Netscape

URL: <http://anton.geopp.de/gnpcvdb/pdf/tpsmga2.pdf>

Absolute Antenna Calibration
(Characteristics of Antenna Type)

Method
Geo++[®]-GNPCV Real-Time Calibration

Antenna Data

Manufacturer	Topcon Positioning Systems, Inc.
Antenna-Type	Dual Frequency GPS+ GLONASS Antenna, MGA2
Product Number	
Article Number	
IGS-Naming	TPSMGA2

Antenna Reference Point (ARP)

Position:

- Horizontal: rotation axis, center of 5/8" thread
- Vertical: bottom of 0.125m adapter

Attention: ARP is not lowest point of antenna body!

North Mark

tape measure nose on top side of antenna, centered cable connector

Access of Type Cor

Namenskonvention für Antennen



- maßgebend International GPS Service (IGS): [rcvr_ant.tab](#)
 - IGS Namenskonvention
- neue Antennentypen
 - Vorschlag an das IGS
 - Übernahme/Änderung vom IGS
 - evtl. Anpassung der Bezeichnung
 - Historie der Bezeichnungen
- GPPNULLANTENNA vom IGS aufgenommen (Jan. 2003)

Vergleiche von absoluten Antennenkalibrierungen

Angewandte Vergleichsverfahren



- **direkte** Differenz absoluter PCV (Zenit PCV=0)
- **Offsetvergleich**
 - Offsets – „mittlerer Einfluss“ der PCV
 - Darstellung in 2D Grafiken
- **elevationsabhängiger Vergleich**
 - Umrechnung auf einheitlichen Bezugspunkt (ARP) im Vollmodell (wandelt Lageoffsets in azimutale PCV)
 - Mittelbildung über die Elevation
 - Darstellung in 2D Grafiken
- **azimut-** und **elevationsabhängiger Vergleich** (Vollmodell)
 - Umrechnung auf einen Bezugspunkt (ARP)
 - Darstellung in 3D Grafiken

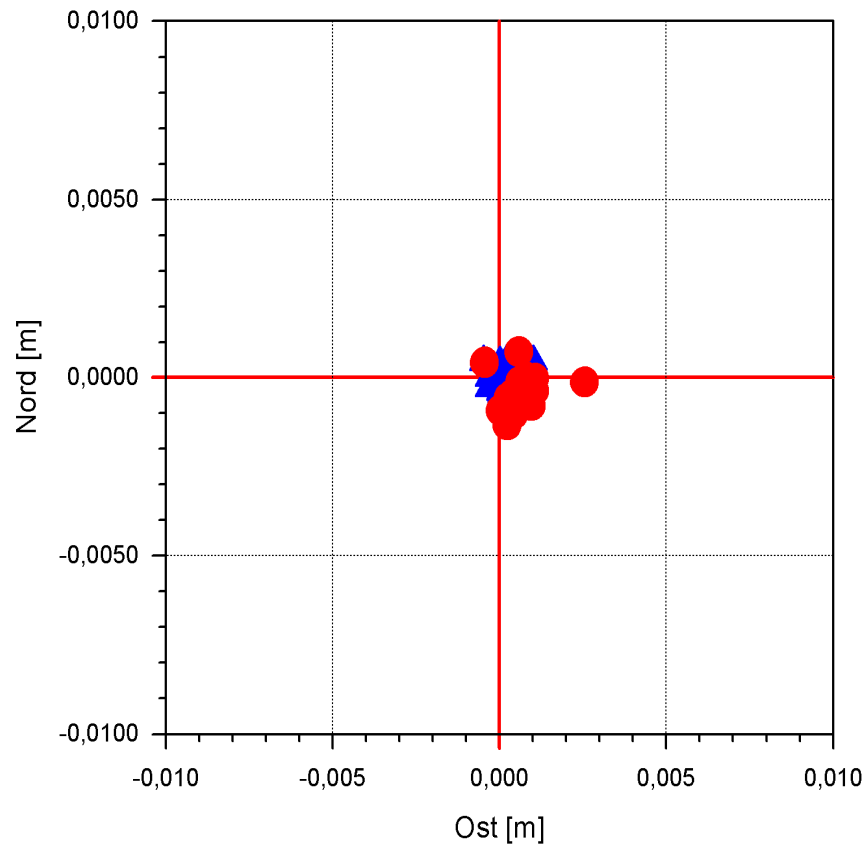
PCV beeinflussende Faktoren

- Form der Antennen
- Durchmesser von Antennen
- Extra Grundplatten
- Dome-Konstruktion (Radome)
- Choke Ring
- Antennenpatch
- Nahfeld
- ...





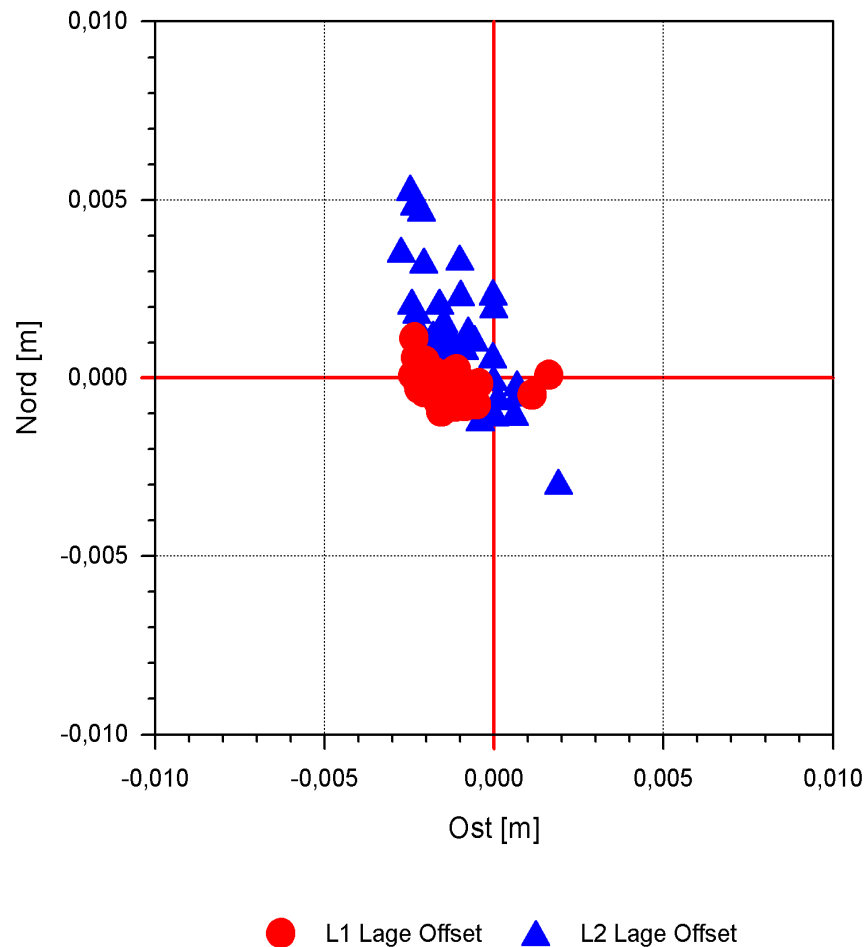
Absolute Offsets LEIAT503 LEIC



- geodätische Antenne
 - Choke Ring
 - Dome
- **L1** und **L2** Lageoffsets
 - Streuung ca. 1 mm
 - 1 Ausreißer
 - systematischer Effekt



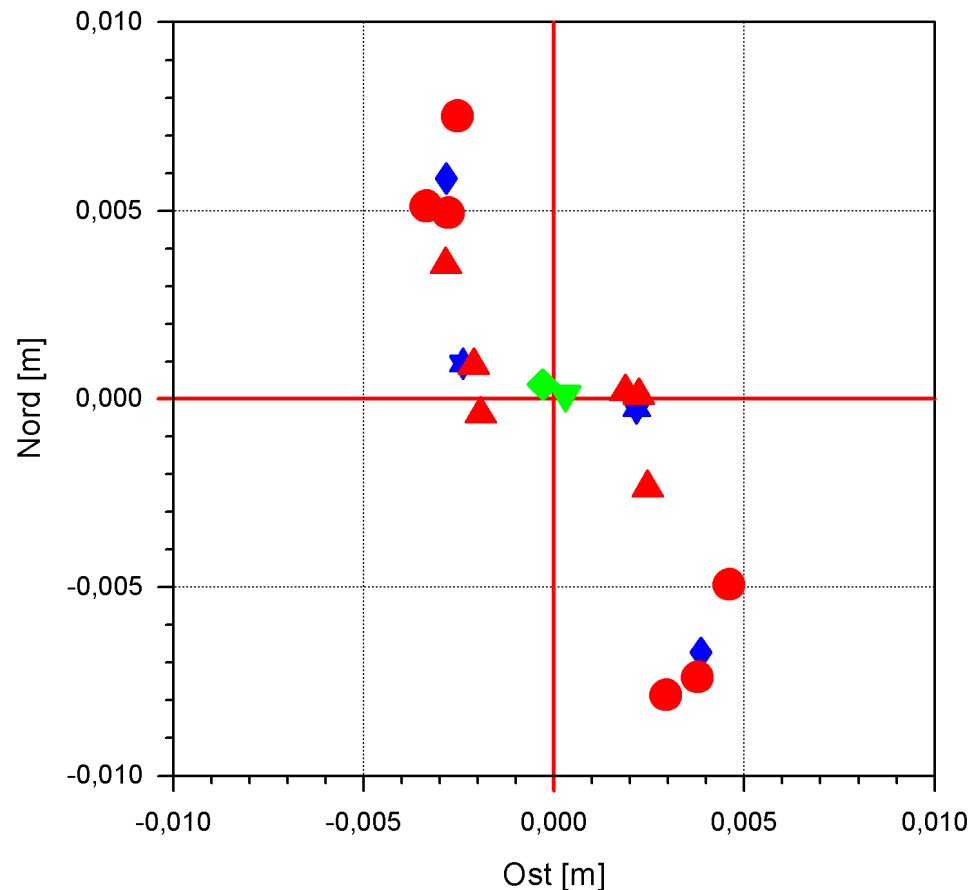
Absolute Offsets LEIAT502



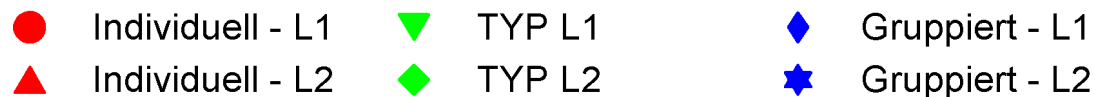
- Rover Antenne
 - klein
 - leicht
- **L1** und **L2** Lageoffset
 - Streuung 3 mm
 - mehrere Ausreißer
 - systematischer Effekt



Absolute Offsets SPP571212426 SPKE

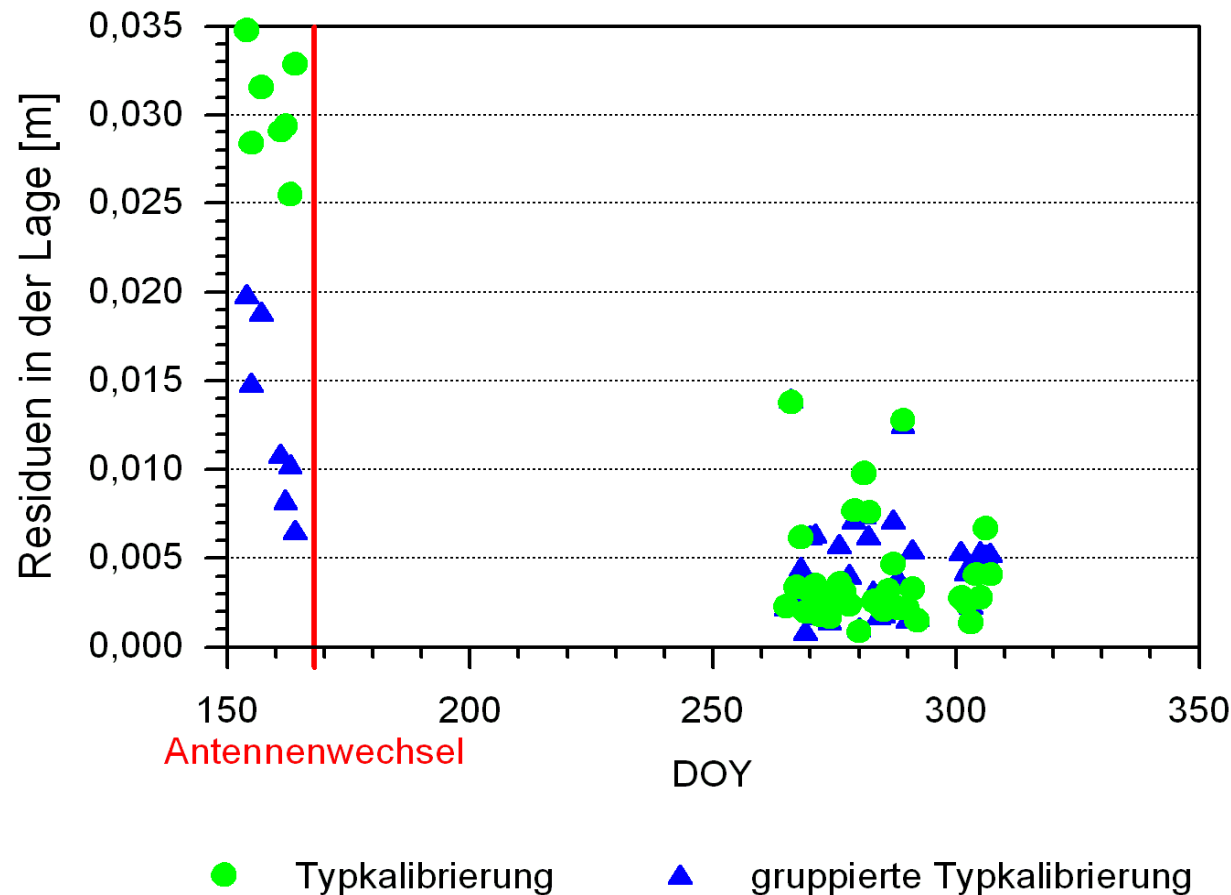


- geodätische Antenne
 - Choke Ring
 - Dome
- **L1** und **L2** Lageoffset
 - bis zu 8 mm
 - systematische Gruppenbildung
- **Typmittel** passt nicht zu individuellen Antennen
- ➔ **Gruppierung** der Antennen zur Berechnung unterschiedlicher Gruppen-Typmittel





Auswirkung im Koordinatenraum



- SAPOS Station
- 8-10h Lösungen an mehreren Tagen
- korrigiert mit **Typkalibrierung** SPP571212426 _SPKE
- Koordinatensprung von 3 cm

→ **Antennenwechsel**

• **gruppiertes Typmittel**

→ deutliche Verbesserung

→ Restsystematik bleibt

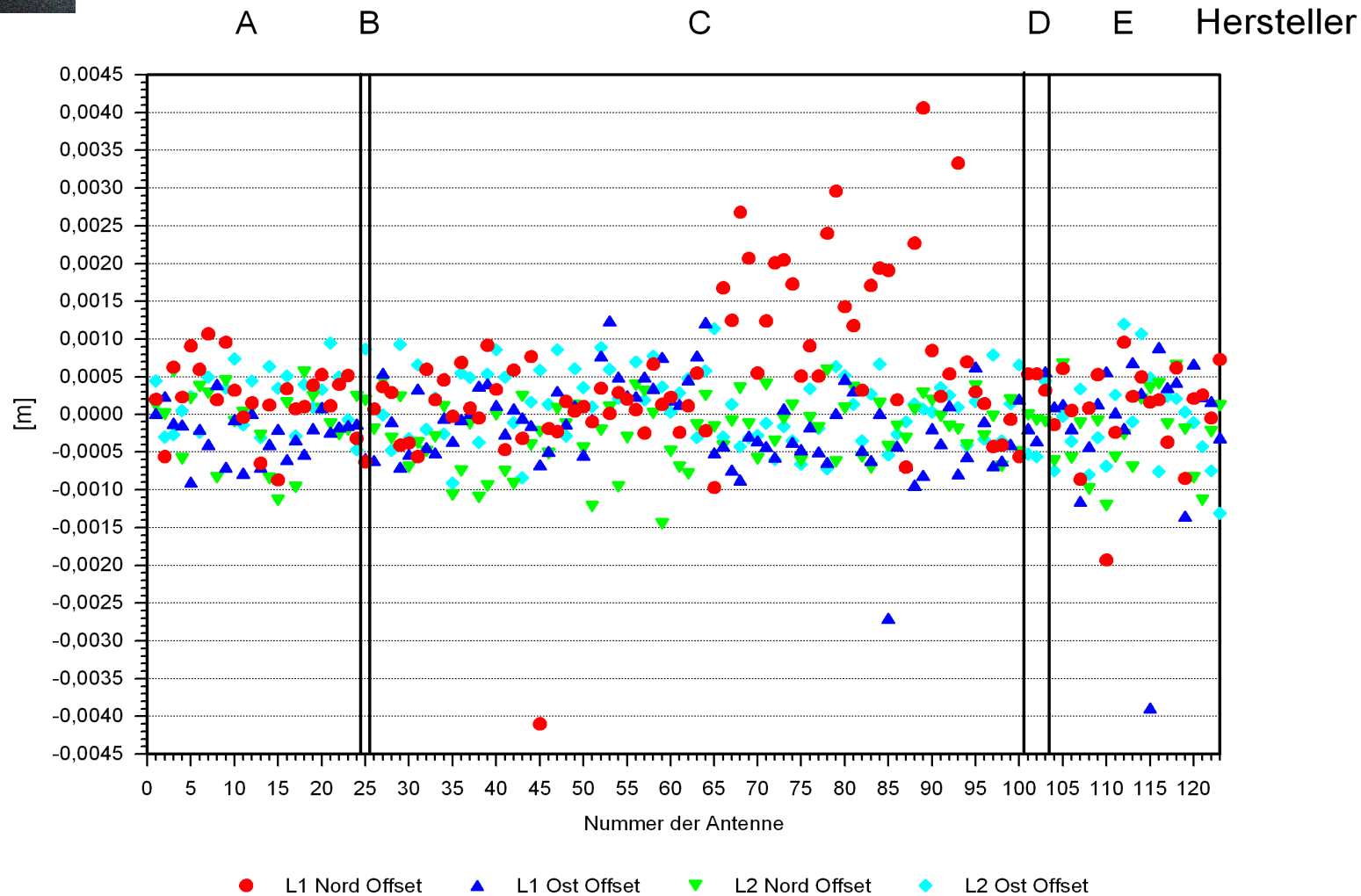
„Dorne Margoline Typ“

- gilt als **hochwertige** geodätische Antenne
- Referenzantenne für relative Kalibrierungen
- von unterschiedlichen Herstellern vertrieben
 - Antennenvorverstärker
 - Choke Ring
 - Dome-Konstruktion





Absolute Lage-Offsets „Dorne Margoline Typ“



Streuung bis 4 mm, Ausreißer, Zunahme der Streuung

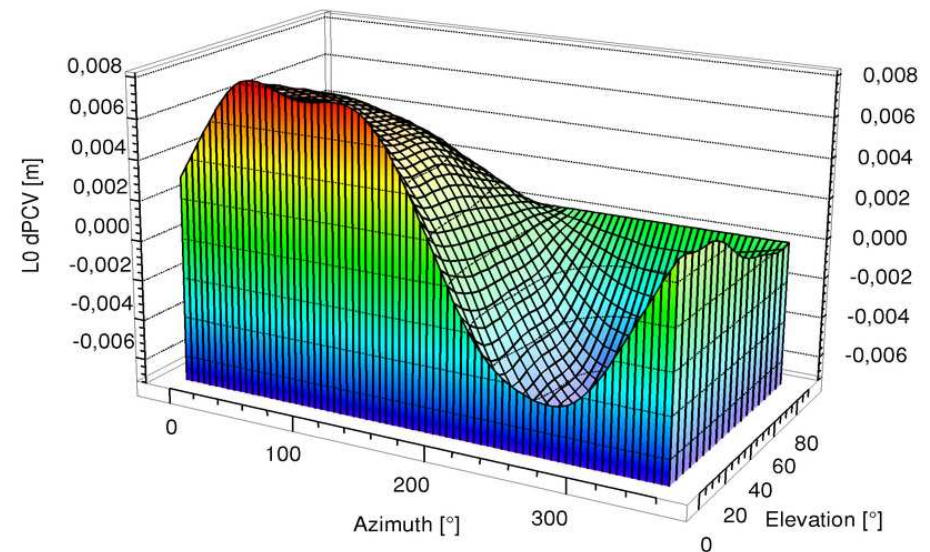


Beispiel individueller PCV Differenz



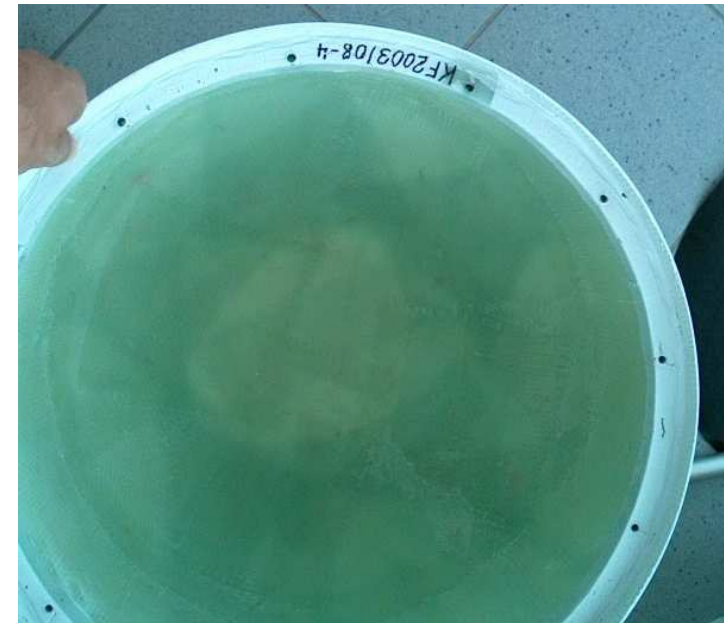
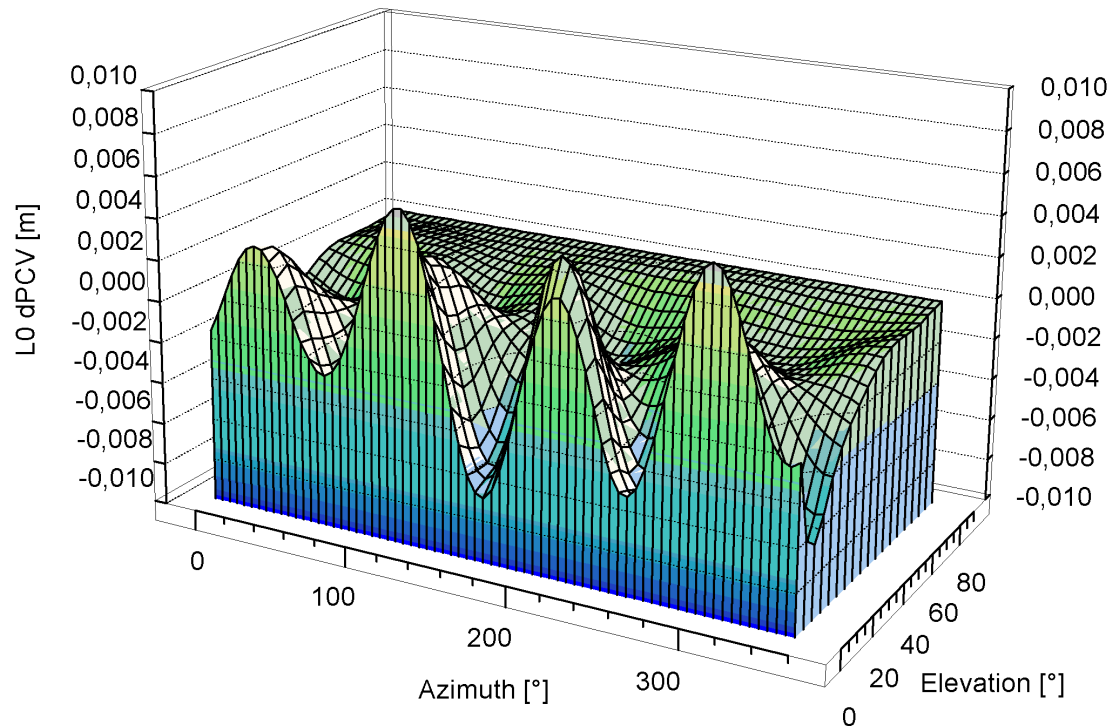
- “Dorne Margolin Typ” Choke Ring Antenne
- hochwertige geodätische Antenne
- Beispiel von Ausreißern
 - vorrangig L1 Ost-Offset
 - Effekt für absolute L0 PCV -6 bis 8 mm
- unterschiedliche Hersteller
 - 2 Ausreißer bei 75 Antennen
 - 0 Ausreißer bei 24 Antennen
 - 1 Ausreißer bei 20 Antennen
 - 0 Ausreißer bei 3 Antennen
 - 0 Ausreißer bei 1 Antennen

<i>Typ -Individueller Offset</i>	<i>dNord [mm]</i>	<i>dOst [mm]</i>	<i>dHöhe [mm]</i>
L1	-0.2	-4.9	-1.0
L2	+0.1	+0.7	-0.1
L0	-0.7	-13.6	-2.4



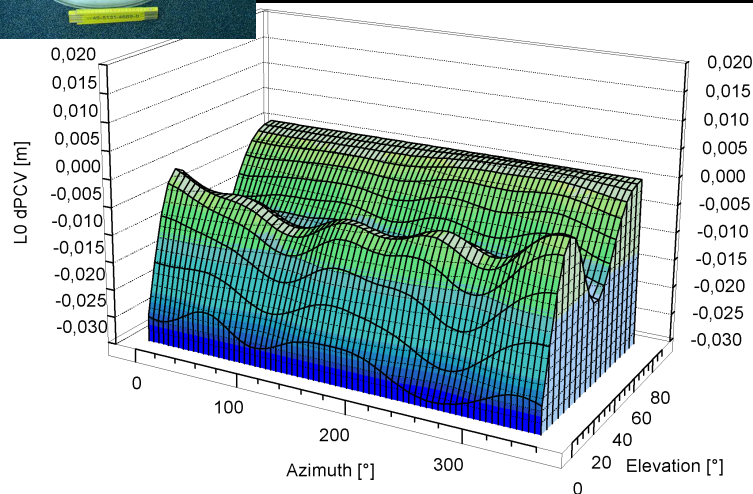
Einfluss eines individuellen Domes

- BEVA Dome mit „Dorne Margoline Typ“ Antenne
- Bauweise ähnlich dem „Grazer Dome“ (GRAZ)
- unterschiedliche Materiallagen, Verklebung, Nester, etc. erkennbar

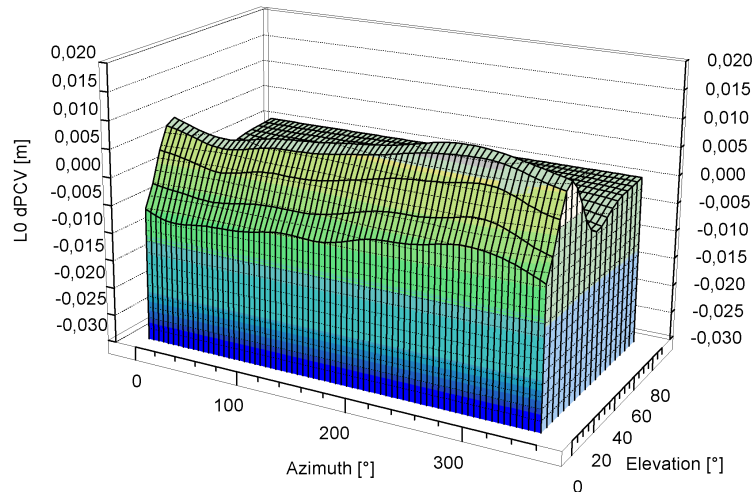




PCV Differenzen mit TCWD Dome

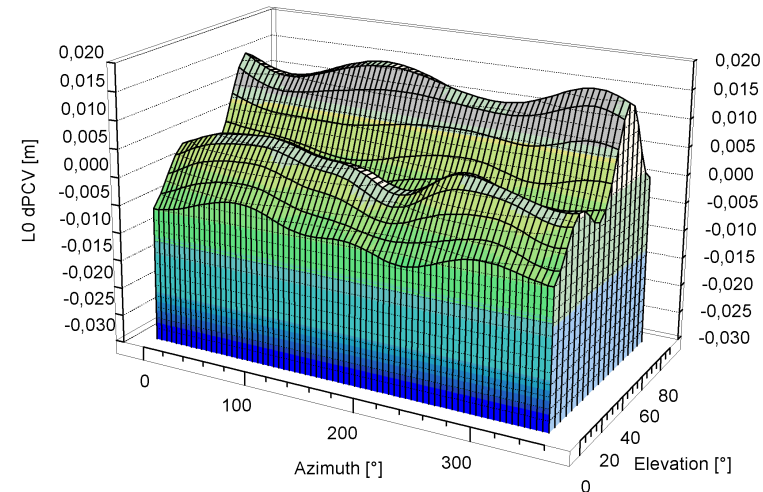


TRM23903.00 ± TCWD



TRM29659.00 ± TCWD

- verschiedene Antennentypen mit gleichen Dome TCWD
- DPCV: 20-30 mm
- stark unterschiedlicher Einfluss für verschiedene Antennen



TRM33429.00+GP ± TCWD

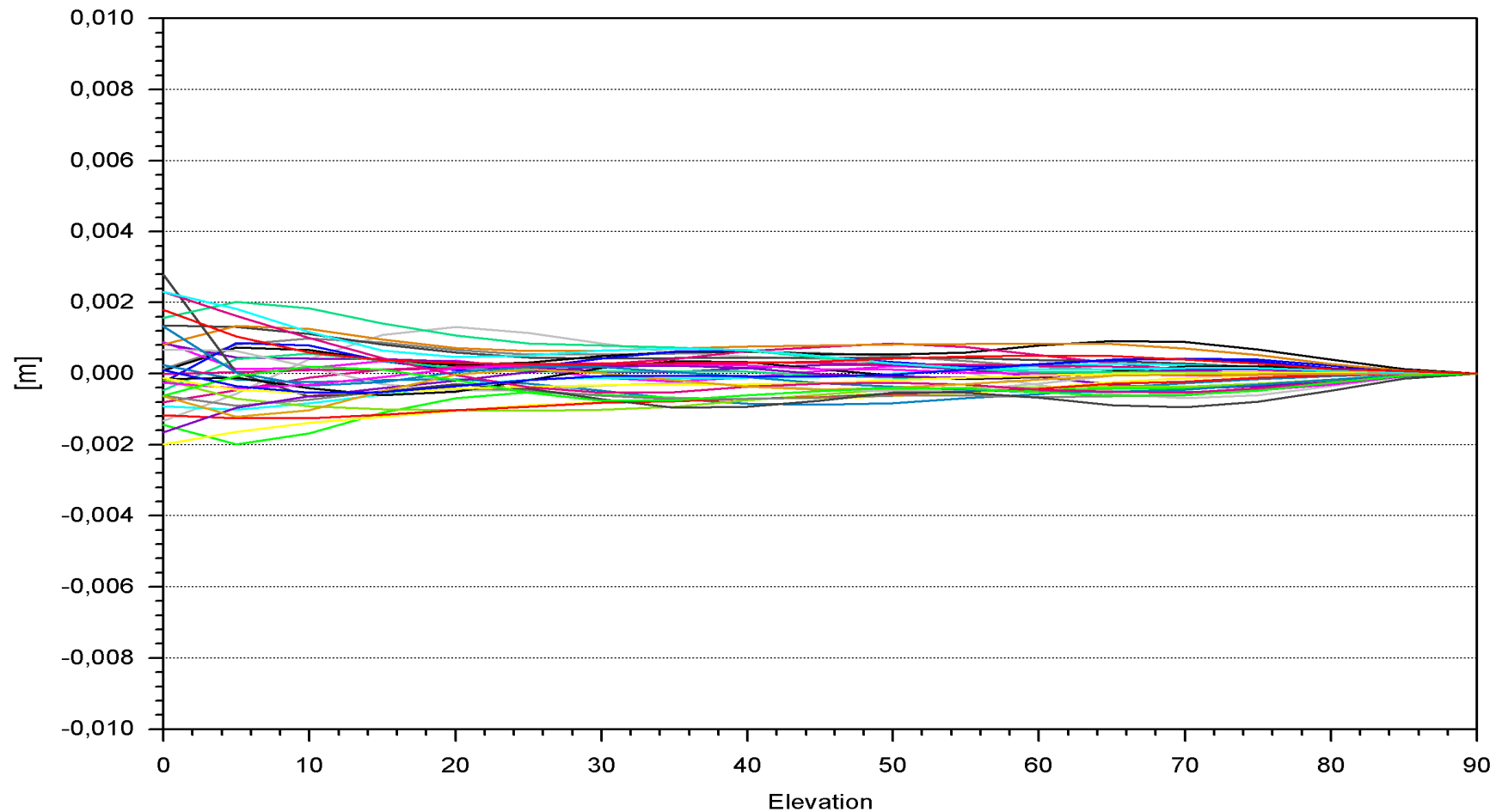
Beurteilung von Antennentypmittel



- elevationsabhängige Vergleiche
- individuelle Kalibrierung zum Typmittel
- Linearkombination L0
 - „ionosphärenfreies Signal“
 - PCV Effekt repräsentativ für die meisten Anwendungen
 - oft auch als LC oder L3 bezeichnet



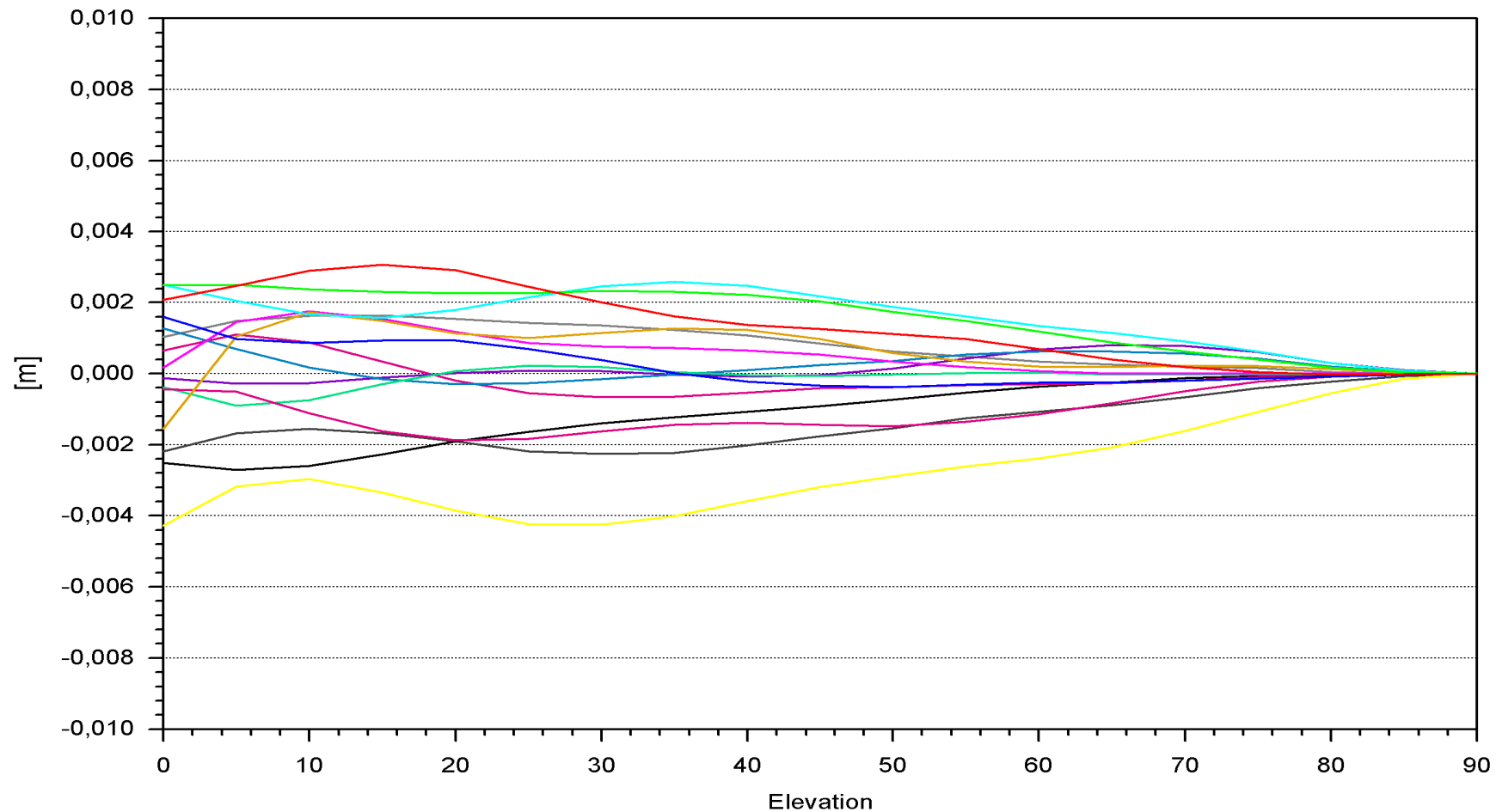
LEIAT503 LEIC - DPCV L0



- Differenzen individuell/Typ **besser 2mm** innerhalb der Bauserie



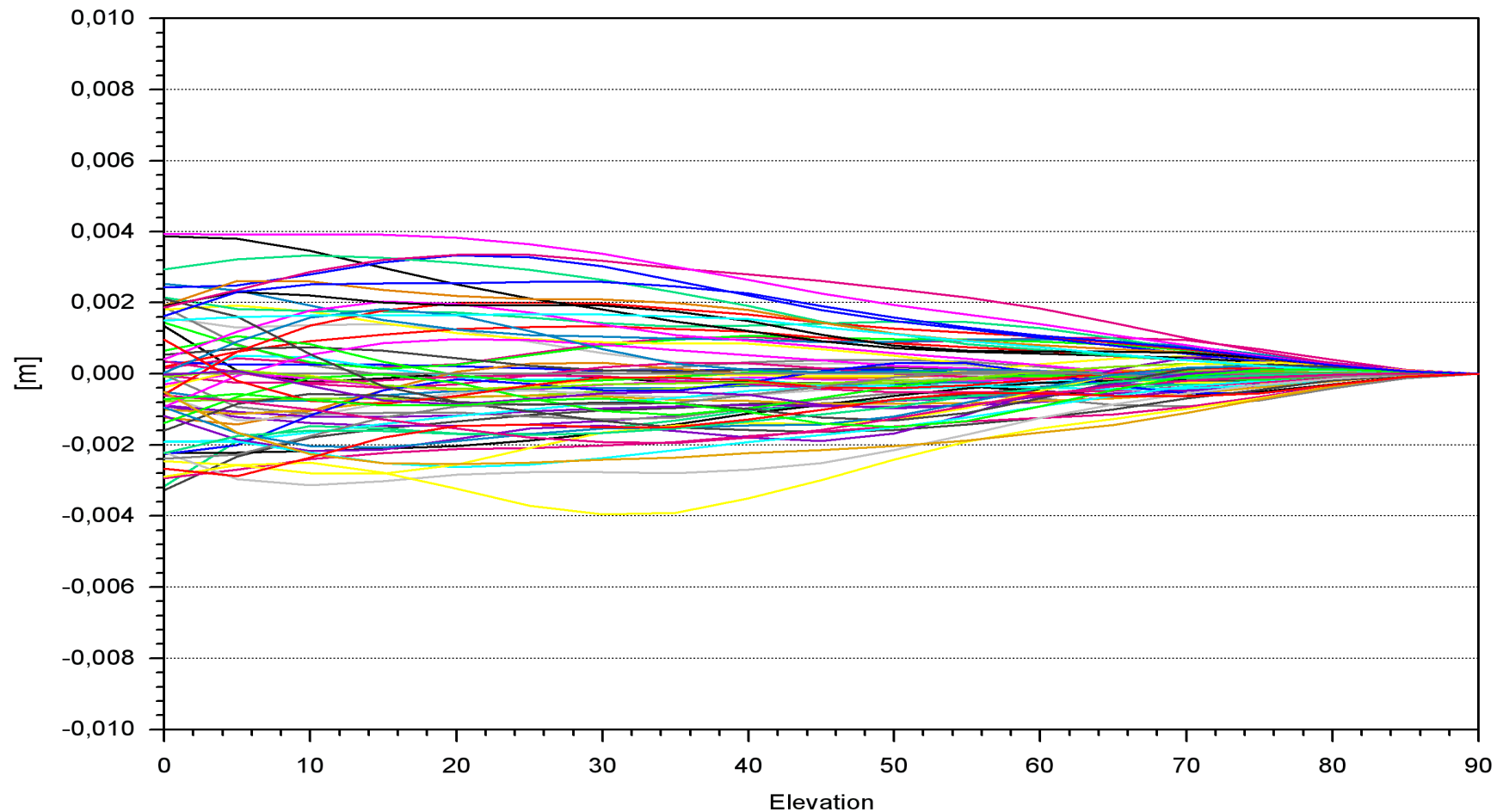
TPSCR3 GGD CONE - DPCV L0



- Differenzen individuell/Typ **2-3mm** innerhalb der Bauserie



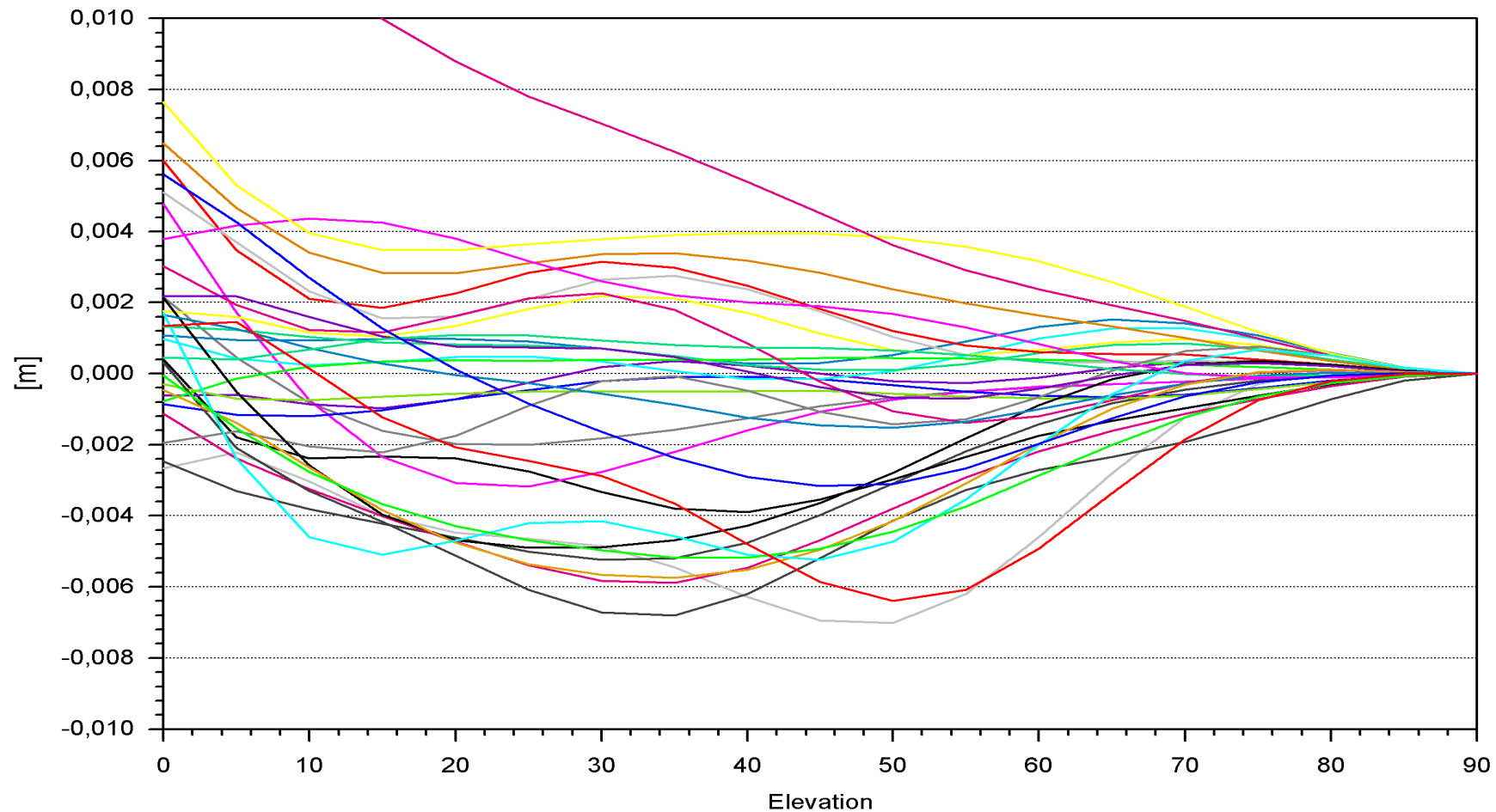
LEIAT504 LEIS - DPCV L0 („Dorne Margolin Typ“)



- Differenzen individuell/Typ **3-4mm** innerhalb der Bauserie



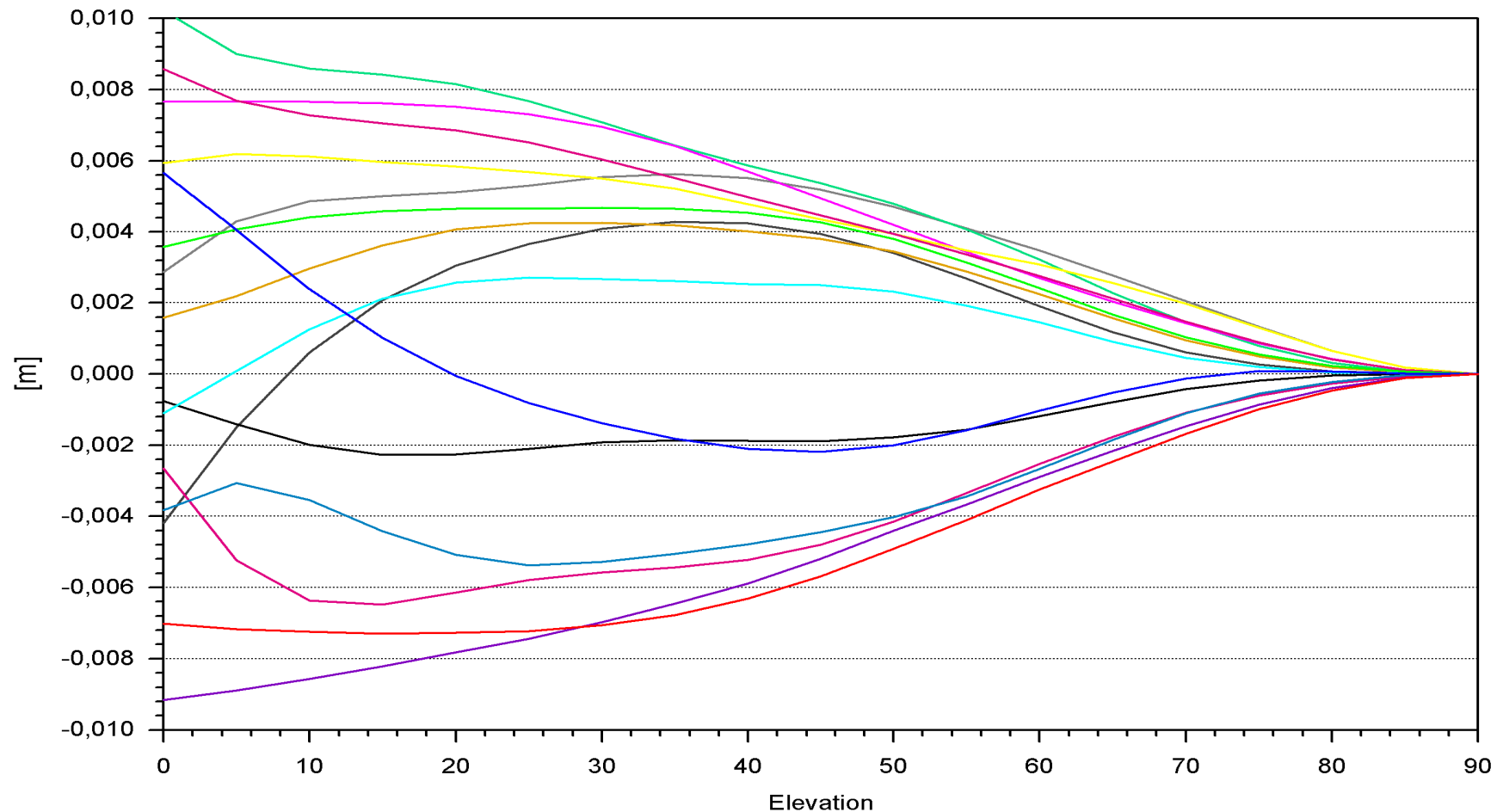
LEIAT502 - DPCV L0



- Differenzen individuell/Typ **bis zu 7mm** innerhalb der Bauserie



JPSREGANT DD E - DPCV L0



- Differenzen individuell/Typ **bis zu 8mm** innerhalb der Bauserie
- Gruppenbildung, laut Hersteller Antenne verändert

Ableitung einer Kenngröße für Antennenphasenvariationen (APV)



- **Phasen**variationen-**S**tandardabweichung(**PVS**)
 - quadratische Mittel der L0 PCV *ohne* Offset
 - Maß für die Punktförmigkeit
- **Typ**variation der **Phasen**variationen-**S**tandardabweichung (**TPVS**)
 - quadratische Mittel der L0 PCV Differenzen der individuellen Antennen zum Typmittel
 - Maß für die Streuung innerhalb des Antennentyps

Antennentyp	PVS	TPVS
JPSREGANT_DD_E	6.0 mm	4.5 mm
LEAT502	2.7 mm	4.5 mm
LEIAT503_LEIC	5.9 mm	1.2 mm
LEIAT504 LEIS	9.8 mm	2.1 mm
TPSCR3_GGD_CONE	10.9 mm	1.4 mm

Individuelle oder Typmittel PCV Korrektion



- signifikante Differenzen innerhalb eines Antennentyps festgestellt
 - Herstellerserien
 - Fehler bei der Montage
- Ausreißer selbst bei “**Dorne Margolin Typ**” Choke Ring Antenne
- für **präzise** geodätische Anwendungen individuelle Kalibrierung erforderlich
- Typmittel angemessen für einfache Anwendungen

*Gewissheit
über PCV einer Antenne gibt
nur die individuelle Kalibrierung*

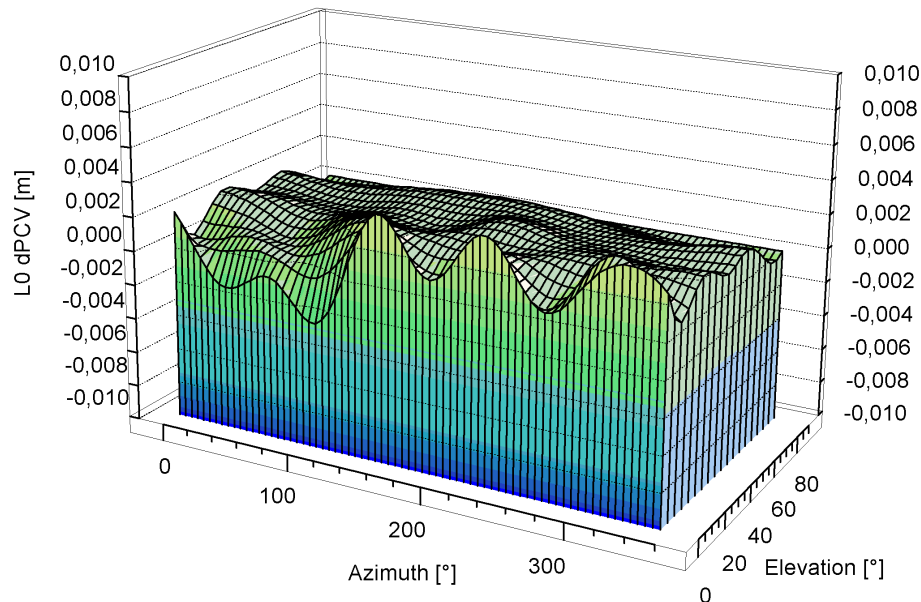
Wiederholbarkeit und Zeitverhalten



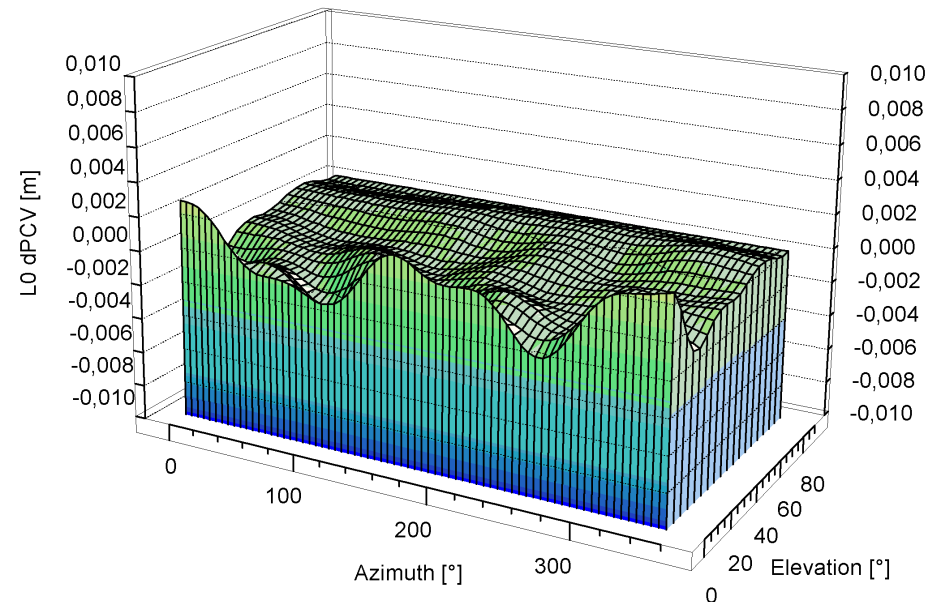
Wiederholbarkeit ASH700936D_M SNOW



- nach 2 Jahren wiederholbar
- Differenzen L0 PCV im Mittel 1-2 mm, max. 4 mm



nach 2 Monaten



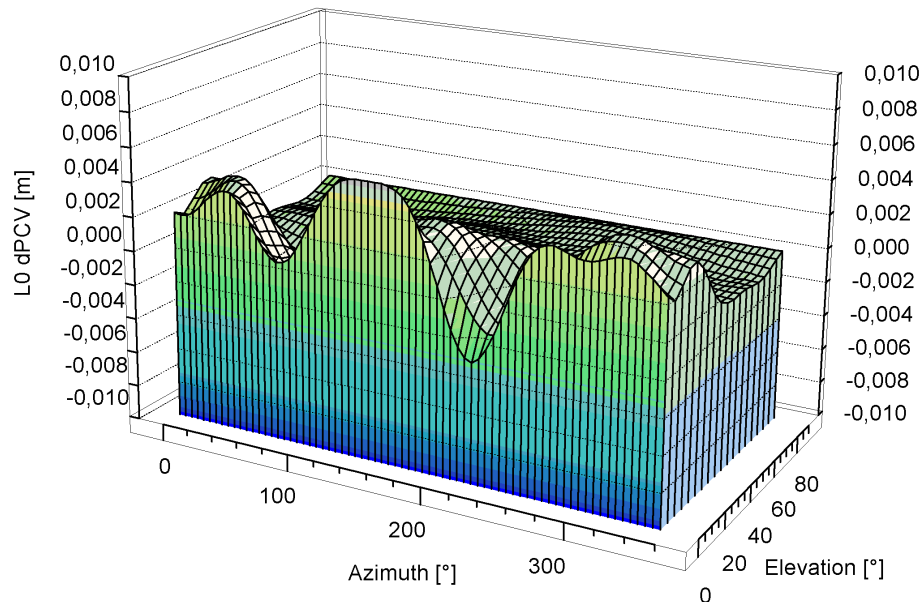
nach 26 Monaten



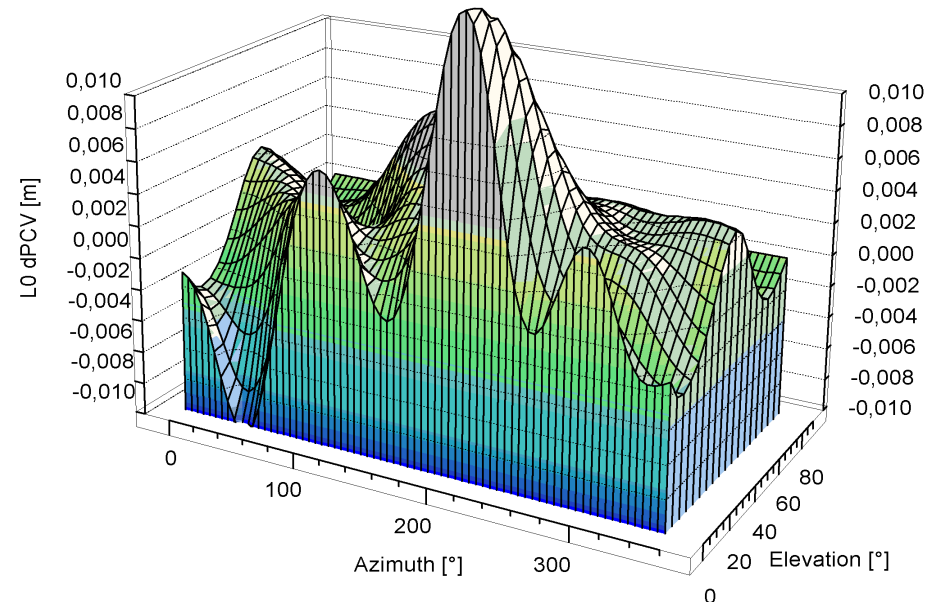
Wiederholbarkeit TRM39105.00



- nach 2 Jahren nicht wiederholbar
- Differenzen L0 PCV
 - zeitnah 2-3 mm, max. 5 mm
 - zeitfern 6-7 mm, max. 17 mm



nach 1 Woche



nach 26 Monaten

Stabilität der Antennen PCV

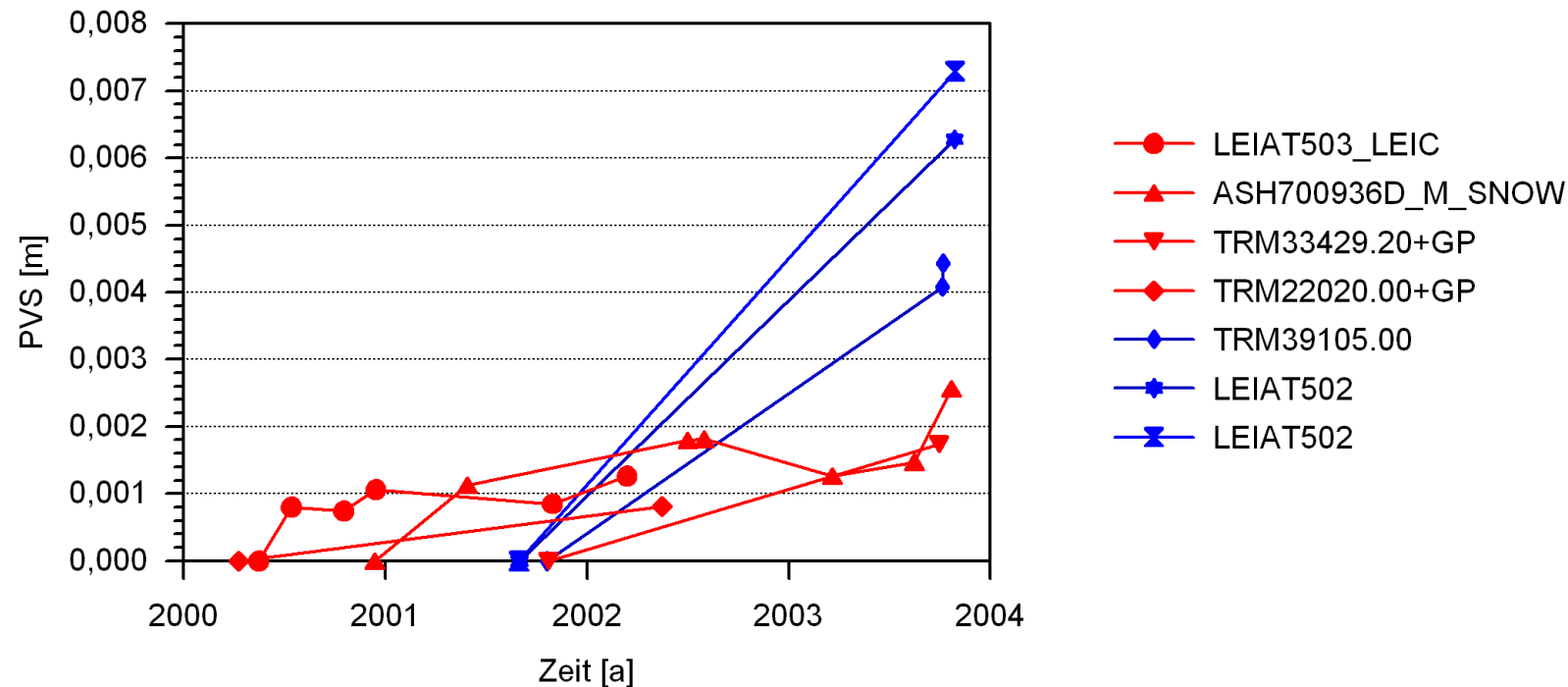


- abhängig von Antennentyp
- geodätische Antennen besser als Rover Antennen
- Differenzen über 20 mm für L0 PCV beobachtet
- mögliche Ursachen
 - Alterung
 - Temperatureinfluss

Zeitliche Veränderung der PV



- Vergleich der PV individueller Antennen zu unterschiedlichen Kalibrierungszeitpunkten
- PVS bezogen auf Erstkalibrierung

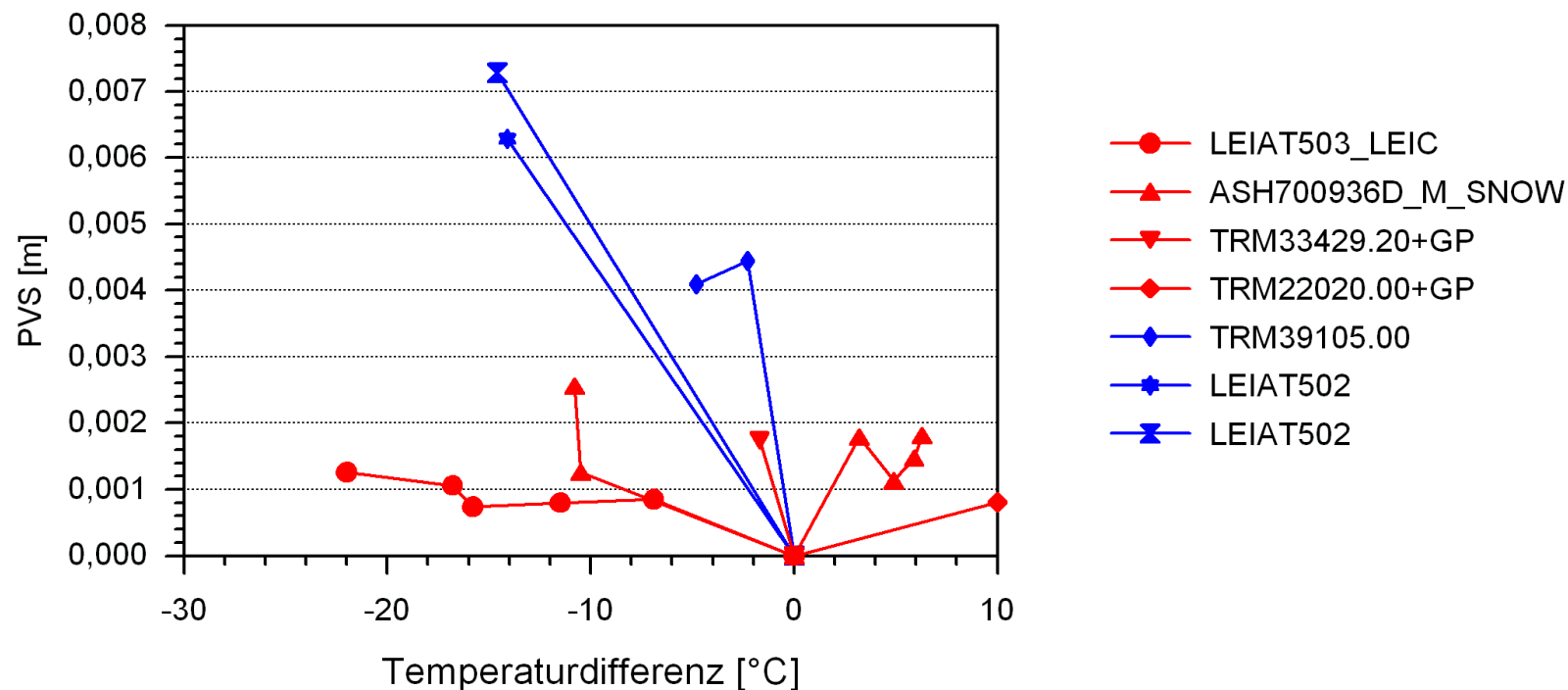


⇒ **geodätische** Antennen stabiler als **Rover** Antennen

Veränderung der PV durch Temperaturdifferenzen



- Vergleich der PV individueller Antennen bei unterschiedlichen Temperaturen (Tagesmitteltemperatur in Hannover-Herrenhausen)
- PVS bezogen auf Erstkalibrierung



⇒ keine signifikante Abhängigkeit nachweisbar, zu geringer Stichprobenumfang

Zusammenfassung



- **Geo++[®] GNPCVDB** stellt Typmittel absoluter Antennenkalibrierungen bereit (unterschiedliche Formate, Niveau)
- für **präzise** Anwendungen sollten **individuelle** Kalibrierungen genutzt werden
- Ausreißer gibt es bei **allen** Antennentypen
- **Stabilität** von Antennen ist unterschiedlich
- Kenngröße **PVS** für die Punktförmigkeit einer Antenne (**P**hasen**v**ariationen-**S**tandardabweichung)
- Kenngröße **TPVS** für die Streuung innerhalb eines Antennentyps (**T**ypvariation der **P**hasen**v**ariationen-**S**tandardabweichung)