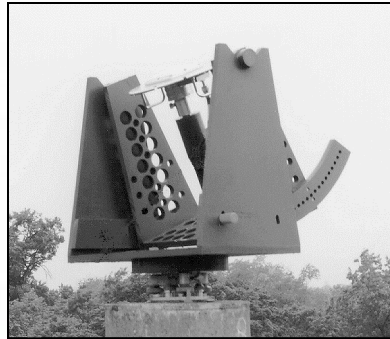




Absolute Feldkalibrierung von GPS-Antennen

Entwicklung und Grundlagen (Teil 1)

**Falko Menge, Volker Böder, Heiko Leistner, Günter Seeber
(IfE)**



**Gerhard Wübbena, Martin Schmitz
(Geo++ GmbH)**

Inhalt:

- **Entwicklung**
- **Theoretische Grundlagen**
- **Vorteile**
- **Ergebnisse (Teil 1)**



Entwicklung (1)



➔ Ausgangspunkt

Defizite vorhandener Feldkalibrierungsverfahren

- ➔ relativ zu Referenzantenne (Offset festgelegt, PCV zu NULL)
- ➔ Korrelation mit Station (Multipatheinfluss, Konstellation)
- ➔ ...

Probleme Absolute Kammerkalibrierung

➔ Ziele

- ➔ Trennung Multipath und PCV
- ➔ Absolute Ergebnisse unabhängig von Referenzantenne
- ➔ Stationsunabhängiges Feldverfahren

➔ Umsetzung

- ➔ Antennenkipnungen, Differenzbildungen

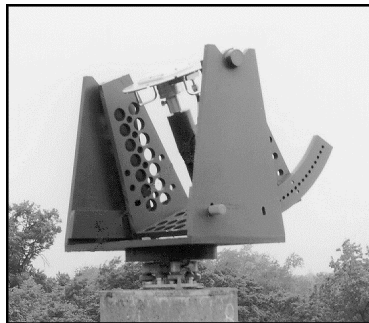
Entwicklung (2)



➔ Details/Hintergrund der Umsetzung

➔ Unterbau/Kippungsvorrichtung

➔ Stabilität, Präzision, Drehpunkt hochgenau bekannt



➔ Differenzbildung

➔ Messung an 2 Tagen (siderische Tagesdifferenz der Beobachtungen)

→ gleiche Geometrie/Reflektoren an 2 Tagen → MP-Elimination

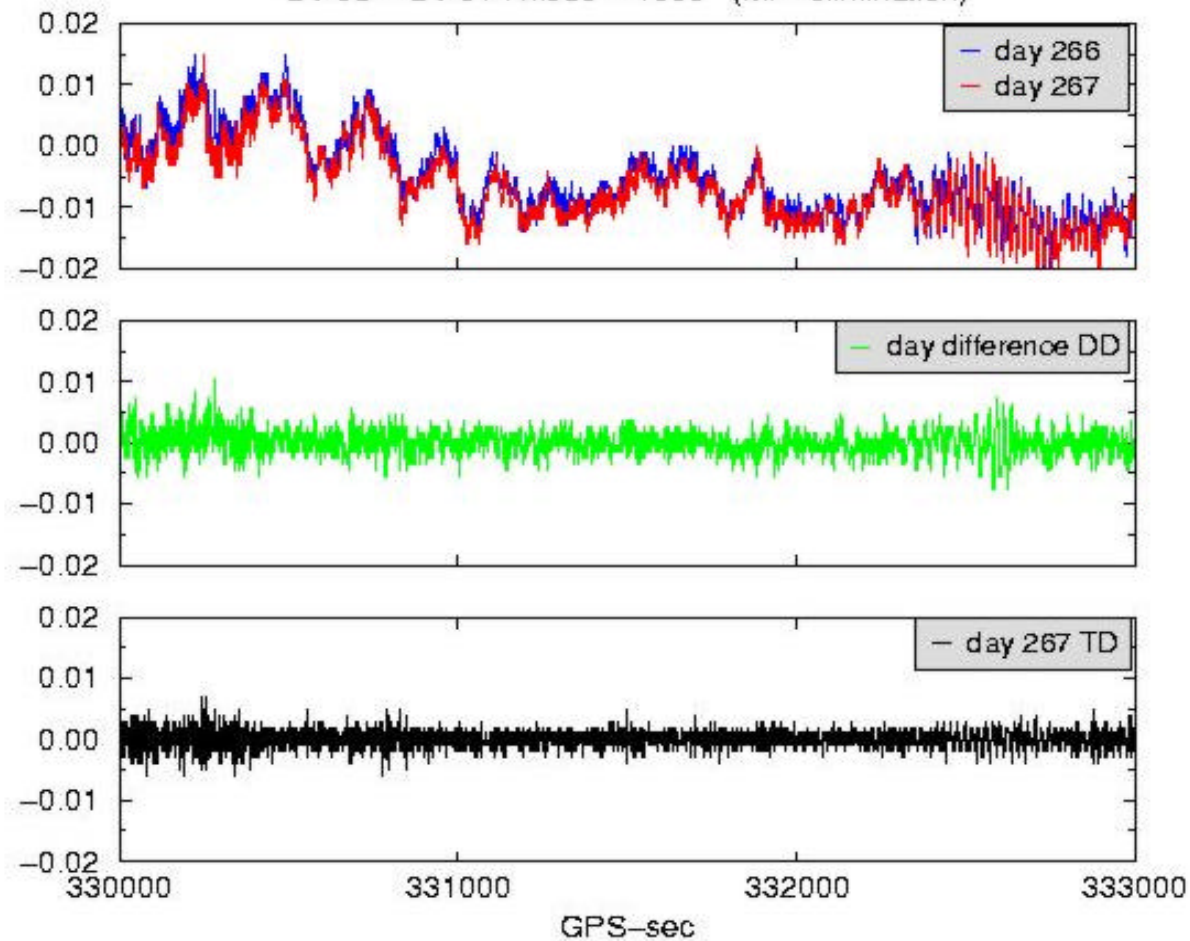
➔ Echtzeitanwendung (Umsetzung über zeitliche Korrelation MP)

→ gleicher MP zwischen Messepochen → verbesserte MP-Elimination

Multipathelimination

DD day 266, 267, daydiff DD, TD [m] L1-Signal

SV 05 – SV 01 : msd8 – 1000 (MP-elimination)



Messverfahren



➔ Messung und Auswertung

- ➔ umfangreiches Programm für optimale Abdeckung Antenne (Rotationen und Kippungen Prüfantenne)
- ➔ Modellierung PCV in Kugelfunktion

➔ Kritik- u. Arbeitspunkte nach erster Entwicklungsphase

- ➔ Aufwendiges Feldverfahren
- ➔ Präzision Unterbau
- ➔ differentiell unterschiedlicher MP? (Wetter? Kippung?)

➔ Verbesserungen und neue Ziele

- ➔ Neuer „Unterbau“: Roboter, präzise Bewegungen
- ➔ Automatisierung, schnelle und umfangreiche Kalibrierungen
- ➔ Untersuchung, Bearbeitung MP-Elimination

Automatisierung der absoluten Feldkalibrierung von GPS-Antennen

im Rahmen des Vorhabens

Kalibrierung von GPS-Antennenaufstellungen

durchgeführt von

**Institut für Erdmessung
Universität Hannover**



**Geo++ GmbH
Garbsen**

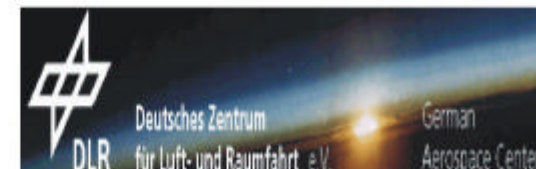


gefördert von

BMBF

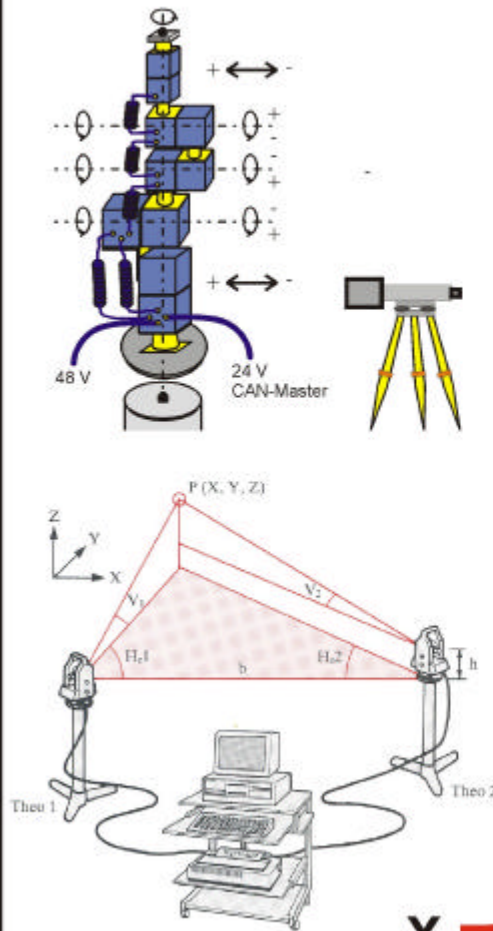


DLR

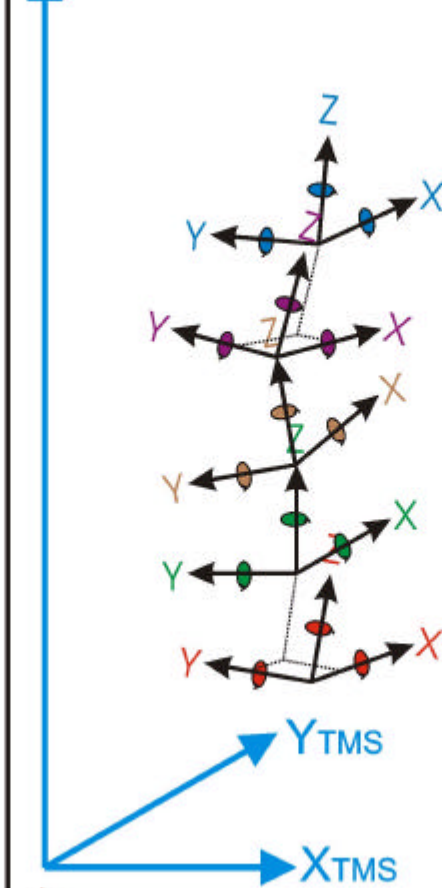


Präzision Roboter und Messprogramm

TMS-Kalibrierung Roboter



Komplettmodell Roboter



AUSGLEICHUNG

Automatisierte Absolute PCV Feldkalibrierung in Echtzeit

Kalibrierungselemente:
Armlängen, Winkeloffsets, Rotationswinkel, Shifts, Lastfallkoeffizienten

GETPCVP <> GNRTANT
(Sollwinkel PCV-Stellung idealer Roboter <> Meßprogrammsteuerung)

GNROBOT
(Steuerung Roboter, Kommunikation, ...)

SOLL

IST

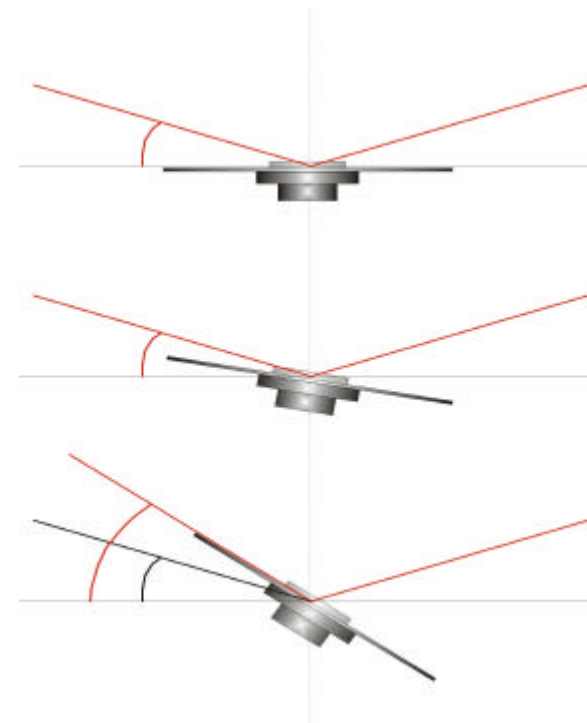
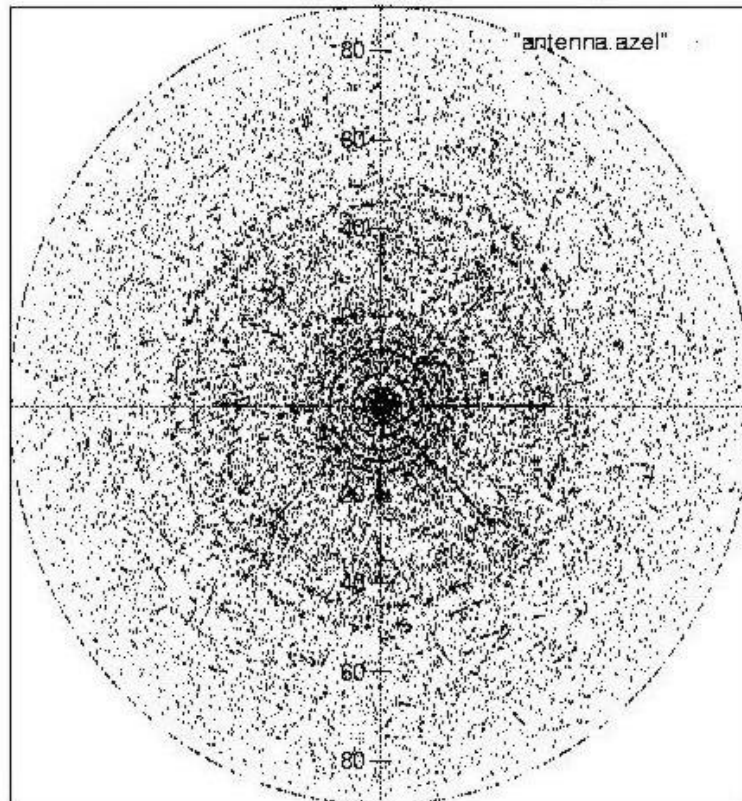
KORREKTION

Genauigkeit Komplettmodell
für PCV-Stellungen: **0.2 - 0.3 mm**

Abdeckung Antenne und Messprogramm

- ➔ 4000 - 7000 Positionen
- ➔ azimutale PCV bestimmbar
- ➔ sehr gute Wiederholbarkeit
- ➔ dynamische Elevationsmaske
- ➔ nur hochstehende SV (MP-frei)
- ➔ noch verbleibende etwas abfallende Genauigkeit $< 5^\circ$ (Grund: Antenne/Beobachtungen nur Halbkugel)

Antennenueberdeckung: Absolute Feldkalibrierung Echtzeit



Ergebnisse der Verbesserungen



➔ Verbesserungen

- Unterbau ➔ Roboter ➔ TMS-Kalibrierung + Modell ➔ Präzision
- MP ➔ Echtzeitkalibrierung
- Messprogramm ➔ Automatisierung ➔ Schnell/Überdeckung

➔ Funktionalität durch hohe Wiederholbarkeit von Ergebnissen nachgewiesen, Nachweis: MP-Elimination/Kippung ohne Einfluss/Roboter ohne Einfluss, Messprogramme für identische Antennen:

➔ verschiedene Roboter

- ➔ unterschiedlich: Fehler/Kalibrierungsparameter

➔ verschiedene Stationen

➔ verschiedene Zeiten

- ➔ unterschiedlich: MP, Wetter, Konstellation, Messprogramm,
Aufbau (Orientierung, Horizontierung, Einspannung),
Umgebung

Simulation große Netze

- Wirkung absoluter PCV -



➔ Wirkung absoluter PCV (1998):
identische Antennen (DM-T)
im globalen Netz

➔ Kritik: VLBI-Vergleich,
„Bermuda-Viereck“
(Antenne-SV, Antenne-RCV,
Stationskoordinate, Troposphäre)

➔ Simulation auf bekannter Basis
mit verdrehter/gekippter Antenne:

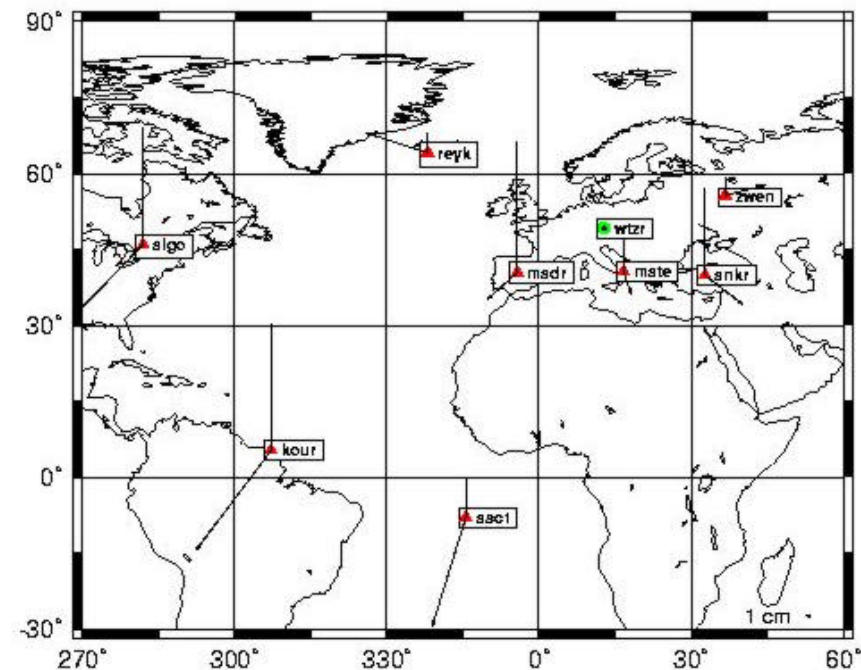
2 CR, je 24h, Kippung $5^\circ \sim 550$ km Netzausdehnung, -pcv, +pcv[orientiert], Lo+trop:

$a_0=030^\circ$, $z_0=85^\circ \rightarrow$ -pcv(Diff.zu SOLL): 15 mm

$a_0=030^\circ$, $z_0=85^\circ \rightarrow$ +pcv(Diff.zu SOLL): 3 mm

$a_0=345^\circ$, $z_0=95^\circ \rightarrow$ -pcv(Diff.zu SOLL): 19 mm

$a_0=345^\circ$, $z_0=95^\circ \rightarrow$ +pcv(Diff.zu SOLL): 4 mm



Zusammenfassung:

Vorteile der automatisierten absoluten Echtzeitkalibrierung

- ➔ absolute PCV (L1, L2 für GPS, Glonass) in Echtzeit
- ➔ unabhängig von Referenzantenne, Referenzkoordinaten
- ➔ Multipathelimination
- ➔ hohe Präzision Roboter → Referenz-/Drehpunkt exakt bekannt
- ➔ sehr gute Abdeckung der Antenne
- ➔ umfangreiches, schnelles und automatisches Messprogramm
(verschiedene Programme, je nach aktueller Konstellation)
- ➔ PCV bis Elevation 0° im Antennensystem
- ➔ azimutale PCV bestimmbar
- ➔ universell überall nutzbar