



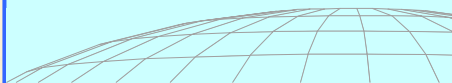
RZESZOW UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



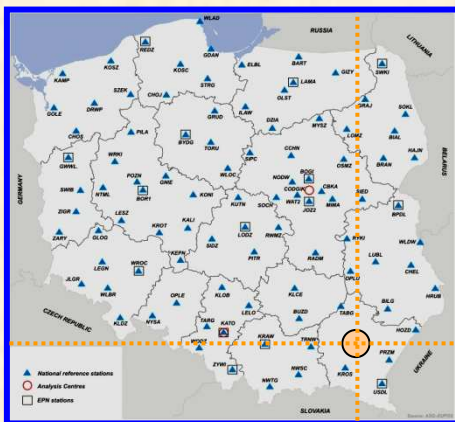
THE FACULTY OF CIVIL AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING



DEPARTMENT OF GEODESY



N: 50°01'08.83" E: 21°58'55.02"



Geodätische Woche in Hannover 9.10 – 12.10.2012

Leibniz Universität Hannover, Institut für Erdmessung

Session
 Angewandte Geodäsie und GNSS I, Raum 18, 9.10.12, 14¹⁵-14³⁰

Theoretische Modelle und numerische Verfahren des APPS-Moduls (*Automatic Postprocessing Software*) im polnischen System der Referenzstationen (ASG-EUPOS)

Roman J. Kadaj

- ASG-EUPOS – das aktive geodätische Netz 2
- POZGEO Service mit APPS Modul – allgemeine Struktur 2
- Algorithme für präzise Positionierung in APPS 5
- Zuverlässigkeit u. Genauigkeit der APPS-Positionierung 1
- Bestimmung der Position in lokalen Bezugssystemen, u. a. im Normalhöhenystem 1
- Kalibrierung des globalen EGM2008 Quasigeoidmodells im PL-Gebiet auf das 3D-Netz mit gemessenen Normalhöhen 2



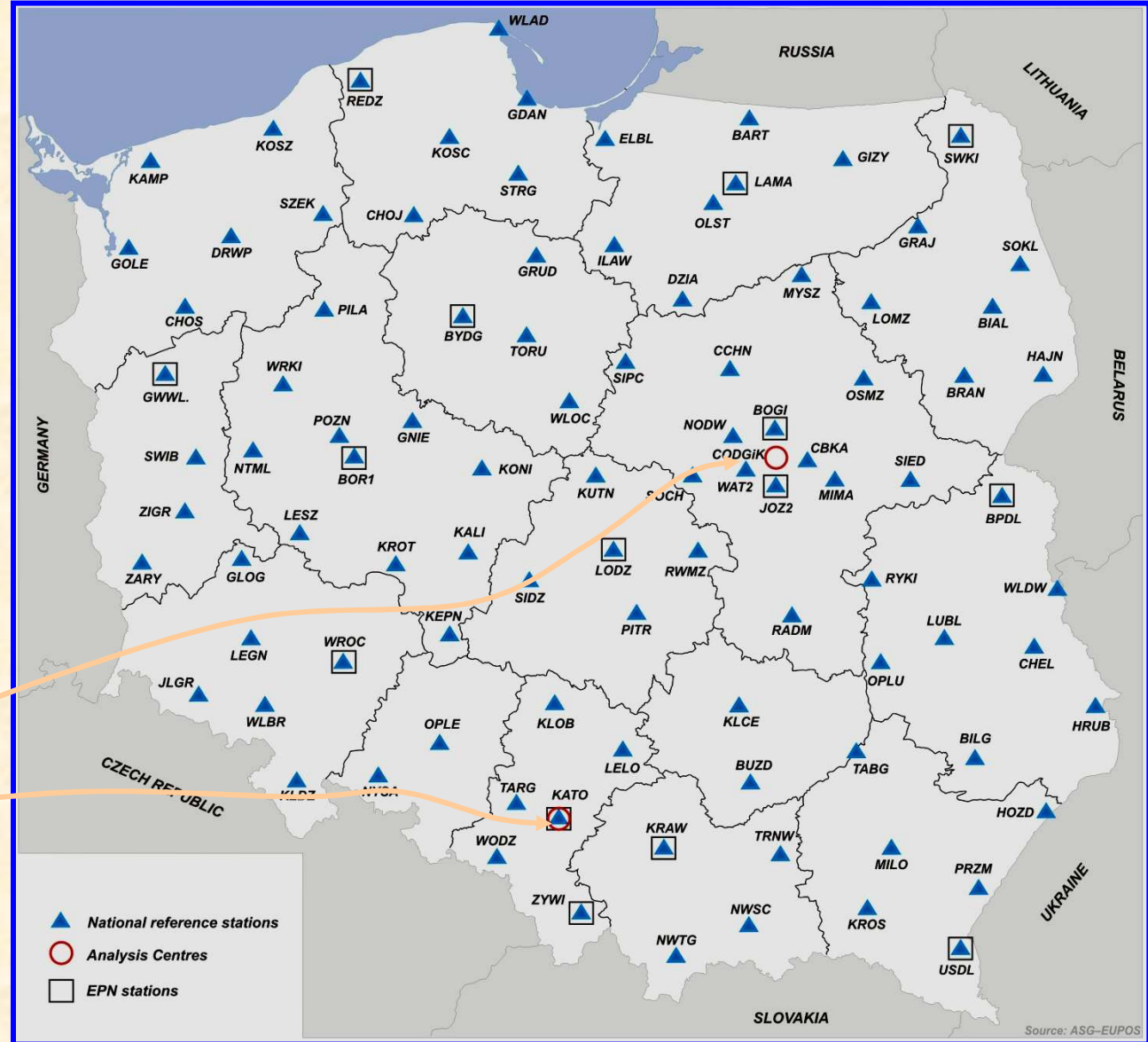
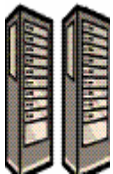
DAS AKTIVE GEODÄTISCHE NETZ

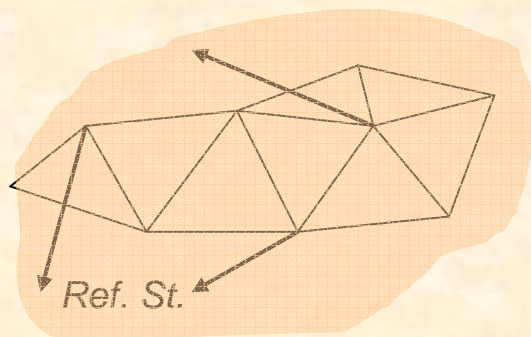
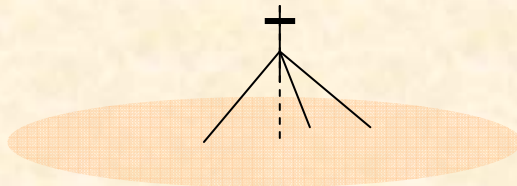
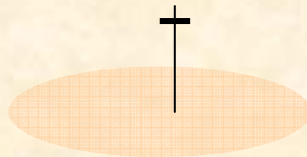
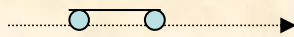
101
Referenzstationen
(inkl. 15 EPN Stat.)

20
ausländische
EUPOS - Stationen
(SAPOS, CZEPOS,
SKPOS, LITPOS)

Rechenzentrum II

Rechenzentrum I





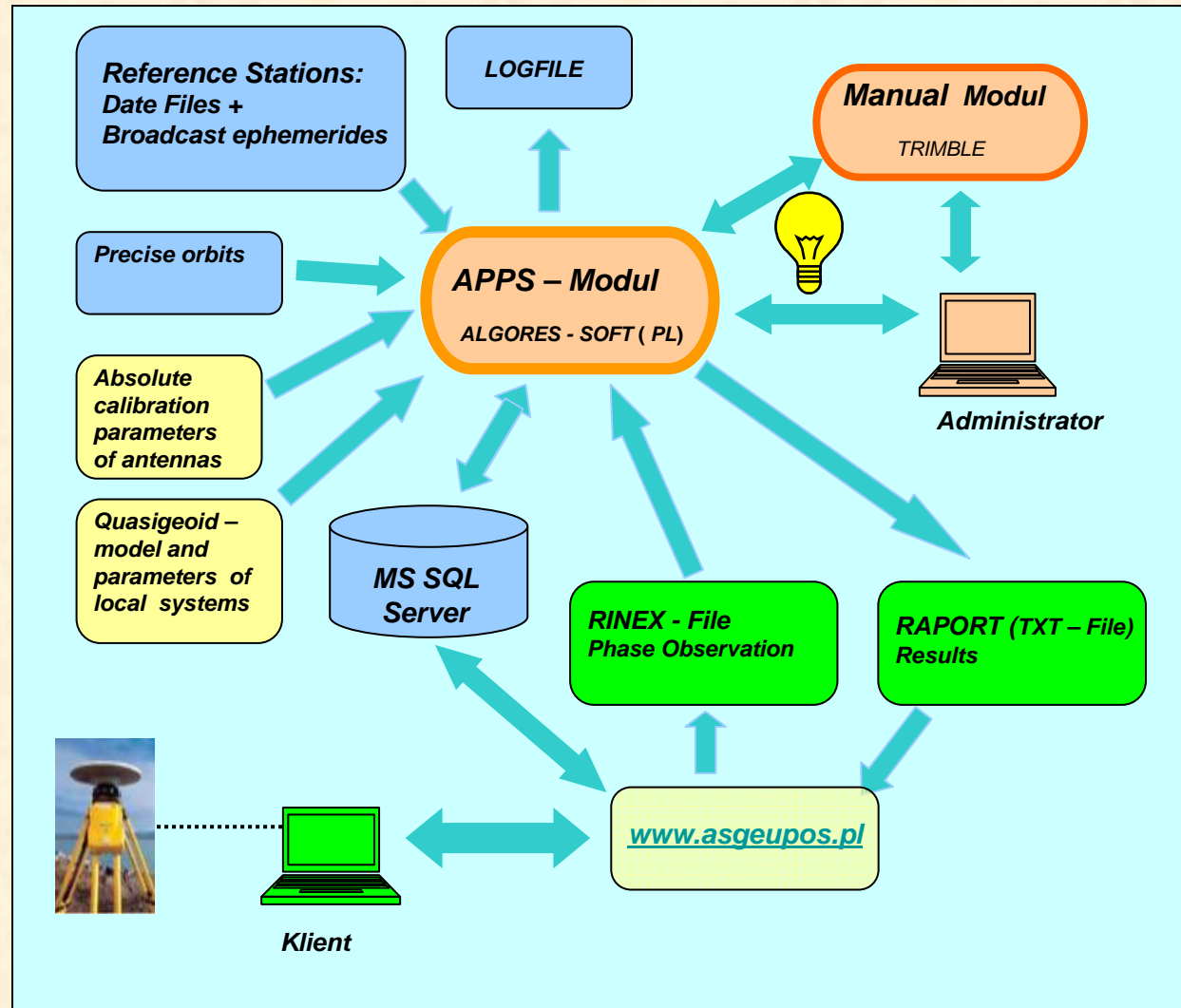
Name des Dienstes	Standardabweichung
Echtzeit – Service	
NAVGIS (DGPS)	1.0 m
KODGIS (DGPS)	0.25 m
NAVGeo (RTK Modul)	0.03 m (in x, y – Koordinaten) 0.06 m (in Höhen)
Postprocessing - Service	
POZGeo - APPS – Modul (<i>Automatic Postprocessing Software</i>) oder in ausnahmefällen - manuelles Modul	0.01 – 0.03 m für typische Anforderungen: L1, L2 – Trägersignale Länge d. Session: min 30' – 40' < 0.01 für > 3 ^h Session
POZGeo-D (RINEX – File von Referenzstationen und VRS)	Nach technischen Parametern einer Messkampagne. (eigene Software den Benutzer)



POZGEO - Service

APPS - Anforderungen

- Länge der Session: ab 30-40 Min. bis 24^h
- Max. Anzahl der Epochen: 3600 (wenn mehr, wird das Intervall modifiziert)
- Intervall: 1^s – 60^s
- Min. 5 Satelliten
- Anzahl der Referenzstationen: 3 – 6
- Absolute Antennenkalibrierungsparameter
- Phasensignale L1, L2 (ionosphärenfreie L3)
- Min. Elevation 10°
- Troposphäre-Modell: GMF (Niell, 2000) mit *modified Hopfield* zenitalen Werten (z.B. in Xu, 2007)



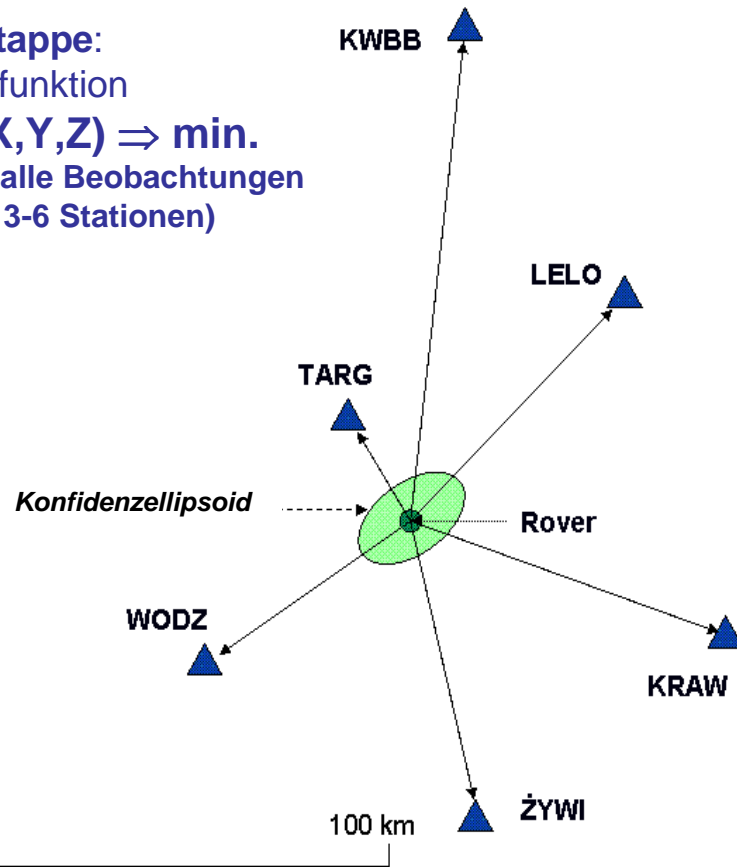
APPS - PRÄZISE POSITIONSBESTIMMUNG: BERECHNUNGSETAPPE (v.3.0)

II Etappe:

Zielfunktion

$$\Omega(X, Y, Z) \Rightarrow \min.$$

(für alle Beobachtungen von 3-6 Stationen)



I. Datenaufbereitung

- *Broadcast* Ephemeriden → Orbits (Bahnen)
- Reduktionen der Code- und Phase Messdaten (Absolute Antennen - Kalibrierungsparameter, Antennen - Höhe und Troposphäre).
- $\{ (X_{ik}, Y_{ik}, Z_{ik}) \}$ Diskrete-Bahnen - Interpolation (*Broadcast, rapid or final*)
- SPP (*Single Point Position*) (X^0, Y^0, Z^0)
- Phase - Filtration von L1, L2 (*cycle-slips* u.a. Defekte) mit *wide-lane* (L5) Kombination.
- Berechnung der ionosphärenfreien diskreten Beobachtungen (L3)

II. TD – floate Lösung

Numerisch-analytische (halb-analytische)

Minimierung der Zielfunktion mit den Annahmen:

- Eliminierung der Mehrdeutigkeiten (*Ambiguities*) nach *Schreiber* - Regel
- Anwendung der robusten Schätzverfahren mit einer Kontrollfunktion $r(\cdot)$ von Code - Beobachtungen (Pseudostrecken) (*Kadaj, 1988*):

$$\Omega = \sum (v_i^2 + c^2)^{1/2} + r(\{R\}) \Rightarrow \min.$$

III. DD – fixierte Lösung oder (nur für Session - Länge > 1.5h) TD – BETA – Methode

DD – Lösung:

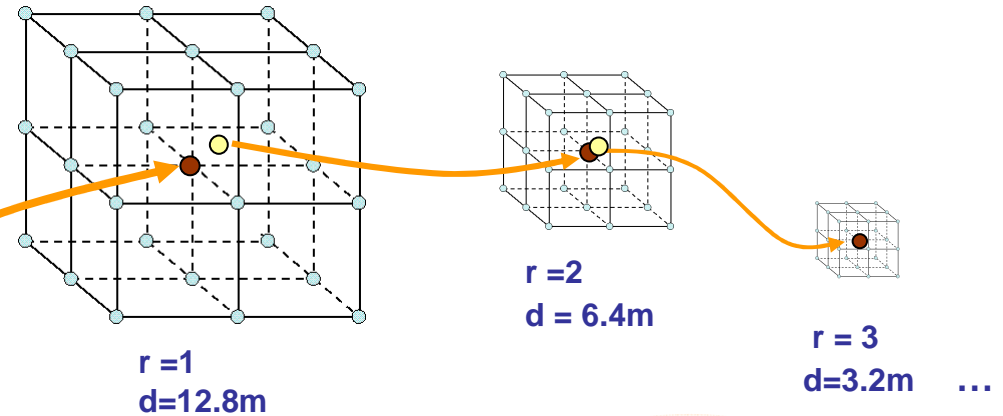
- Iterationen ↑
- Fixierung der Mehrdeutigkeiten, unabhängig für jedes Paar von Epochen $(k, k+1)$, nach der Methode „60/77“ (*Yang, Goad, Schaffrin, 1994*; angewendet z.B. in: *Kashani, Wielgosz, Grejner-Brzezińska, 2003*)
 - Ausgleichung der ROVER – Position von allen Epochen mit d. Anwendung von robusten Schätzverfahren (**wir suchen jetzt eine optimale XYZ Position, aber nicht die optimalen Mehrdeutigkeiten**).

Einer Alternative ist die gesamte Ausgleichung mit Fixierungen nach *LAMBDA* Methode (*Teunissen, 1995*)

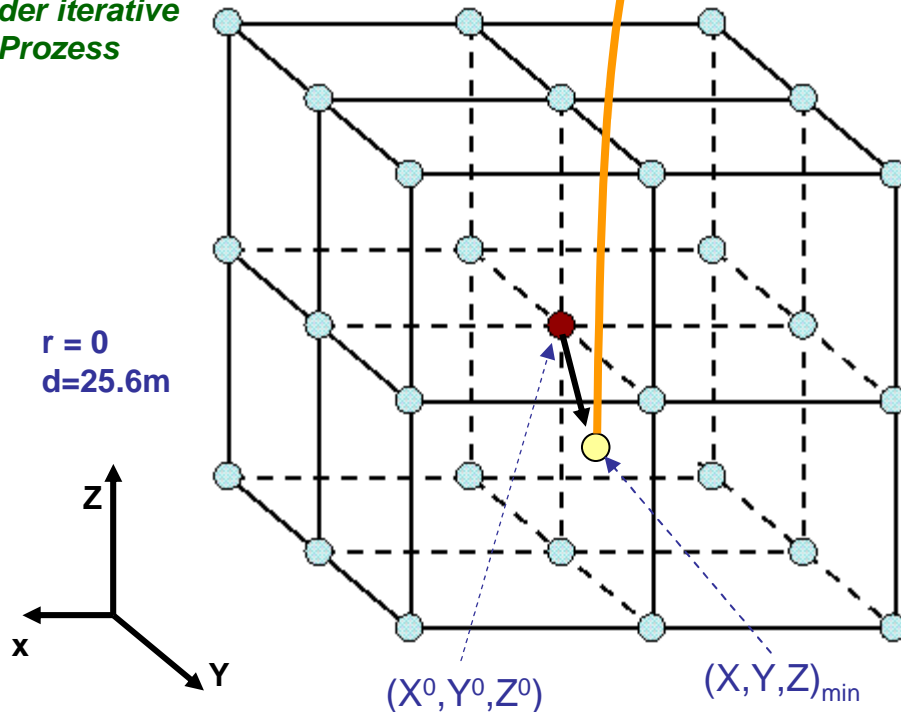
IV. Berechnung der Position in anderen Koordinatensystemen (auch im Normalhöehensystem).

TD – floate Lösung: NUMERISCHE MINIMIERUNG D. ZIELFUNKTION $\Omega = \Omega (X, Y, Z)$, geometrisch als einer Hyperfläche (die Mehrdeutigkeiten sind mit Hilfe von *Schreiber* Regel eliminiert).

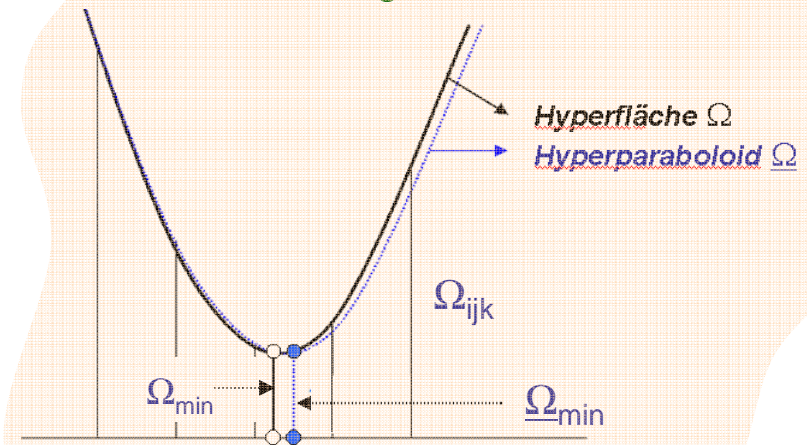
- Start: $r:=0$ (Iter.), (X^0, Y^0, Z^0) , $d:=25.6$ m,
- Werte der Zielfunktion im regulären Netz
 $\{\Omega_{ijk} : i, j, k = -1, 0, 1\}$, $\Omega_{ijk} = \Omega(X_i, Y_j, Z_k)$
 $X_i := X^{(r)} + i \cdot d$; $Y_j := Y^{(r)} + j \cdot d$; $Z_k := Z^{(r)} + k \cdot d$
 - Approximierung einer Hyperparaboloid zweiter Ordnung $\underline{\Omega} \approx \Omega$.
 - Minimierung (*explizite*):
 $(X, Y, Z)_{\min} \Rightarrow (X^{(r+1)}, Y^{(r+1)}, Z^{(r+1)})$
 - 50% Verkleinerung des Netzes:
 $d := d / 2$; $r := r + 1$



der iterative Prozess



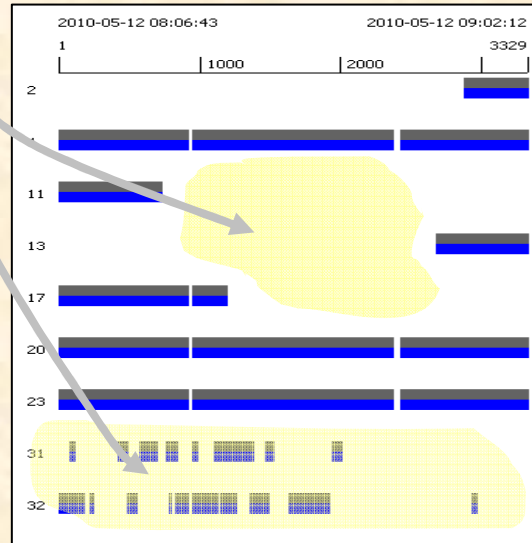
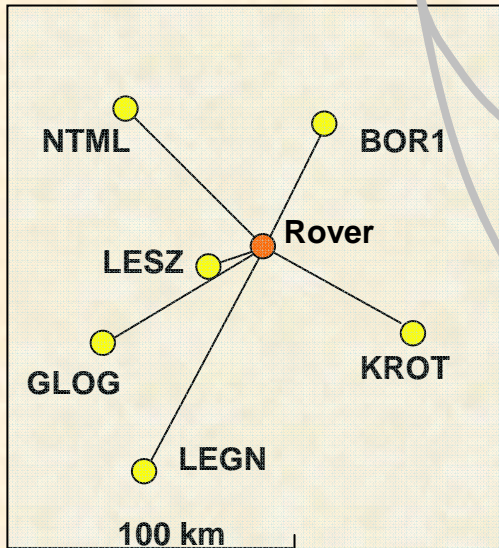
Bildung in einem vertikalen Schnitt





Beispiel 1: sehr „defektive“ Phasenbeobachtungen.

Länge der Session: 55 Minuten



T_{begin} : 1583 288403.00
T_{end} : 1583 291731.00
interval: 1 sec
Number of epochs: 3328 (~ 55 min)
Number of double differences: 158836 (iono-free)
Distances: ROVER-STATION:
 BOR1 ~ 48 km
 KROT ~ 51 km
 LESZ ~ 14 km
 GLOG ~ 54 km
 NTML ~ 66 km
 LEGN ~ 87 km

Date/Time: 2012-09-09 19:43:32

FLOAT SOLUTION

ITER = 1	ROVER_COORD:	3777443.6146	1137971.4869	4995018.1103	RMS = 0.0172	d = 25.6000	n_obs = 158836	dR = 5.0021
ITER = 2	ROVER_COORD:	3777443.6147	1137971.4872	4995018.1103	RMS = 0.0173	d = 12.8000	n_obs = 158836	dR = 0.0003
ITER = 3	ROVER_COORD:	3777443.6148	1137971.4877	4995018.1105	RMS = 0.0174	d = 6.4000	n_obs = 158836	dR = 0.0006
ITER = 4	ROVER_COORD:	3777443.6148	1137971.4878	4995018.1105	RMS = 0.0174	d = 3.2000	n_obs = 158836	 dR = 0.0001
ITER = 5	ROVER_COORD:	3777443.6146	1137971.4866	4995018.1103	RMS = 0.0174	d = 1.6000	n_obs = 158836	 dR = 0.0013
ITER = 6	ROVER_COORD:	3777443.6145	1137971.4860	4995018.1102	RMS = 0.0174	d = 0.8000	n_obs = 158836	 dR = 0.0006
ITER = 7	ROVER_COORD:	3777443.6145	1137971.4859	4995018.1101	RMS = 0.0174	d = 0.4000	n_obs = 158836	 dR = 0.0002
ITER = 8	ROVER_COORD:	3777443.6145	1137971.4858	4995018.1101	RMS = 0.0174	d = 0.2000	n_obs = 158836	 dR = 0.0001

Abstand von FIX: 0.0335 - 0.0284 - 0.0648

Date/Time: 2012-09-09 19:43:51

FIXED SOLUTION:

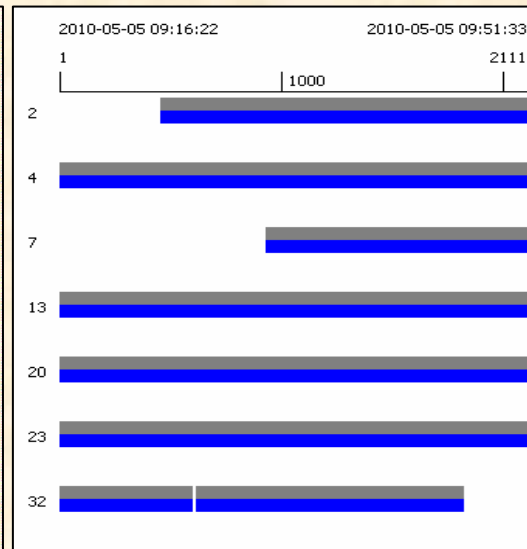
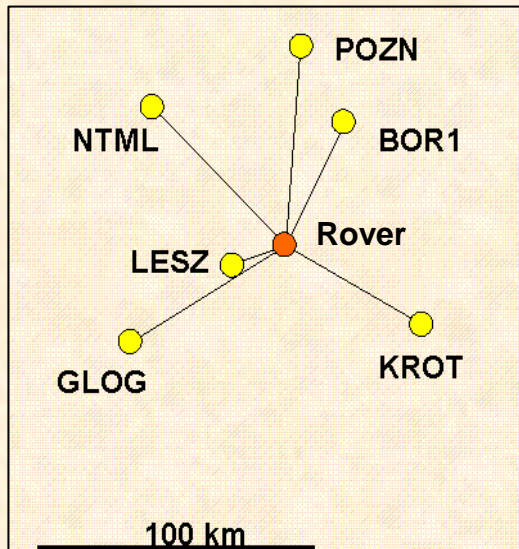
ROVER_FINAL_COORD: 3777443.5710 1137971.5142 4995018.0453 Standard Deviations: 0.0068 0.0035 0.0141





Beispiel 2: relativ gute Phasenbeobachtungen.

Länge der Session: 35 Minuten



T_{begin} : 1582 292582.00
T_{end} : 1582 294692.00
interval: 1 sec
Number of epochs: 2111 (~ 35 min)
Number of double differences: 207644
 (iono-free)
Distances ROVER-STATION:
 BOR1 ~ 49 km
 KROT ~ 54 km
 LESZ ~ 11 km
 GLOG ~ 51 km
 NTML ~ 63 km
 POZN ~ 62 km

Date/Time: 2012-09-20 02:03:04 (BEGIN)

FLOAT SOLUTION

ITER = 1	ROVER_COORD:	3777955.9420	1134844.2493	4995339.1358	RMS = 0.0163	d = 25.6000	n_obs = 207644	dR = 0.1746
ITER = 2	ROVER_COORD:	3777955.9420	1134844.2494	4995339.1358	RMS = 0.0163	d = 12.8000	n_obs = 207644	dR = 0.0001
ITER = 3	ROVER_COORD:	3777955.9421	1134844.2494	4995339.1359	RMS = 0.0163	d = 6.4000	n_obs = 207644	dR = 0.0000

ITER = 4	ROVER_COORD:	3777955.9421	1134844.2494	4995339.1359	RMS = 0.0163	d = 3.2000	n_obs = 207644	dR = 0.0000
ITER = 5	ROVER_COORD:	3777955.9421	1134844.2494	4995339.1359	RMS = 0.0163	d = 1.6000	n_obs = 207644	dR = 0.0000
ITER = 6	ROVER_COORD:	3777955.9421	1134844.2494	4995339.1359	RMS = 0.0163	d = 0.8000	n_obs = 207644	dR = 0.0000
ITER = 7	ROVER_COORD:	3777955.9421	1134844.2494	4995339.1359	RMS = 0.0163	d = 0.4000	n_obs = 207644	dR = 0.0000
ITER = 8	ROVER_COORD:	3777955.9421	1134844.2494	4995339.1359	RMS = 0.0163	d = 0.2000	n_obs = 207644	dR = 0.0000

Date/Time: 2012-09-20 02:03:24

Abstand von FIX: -0.0083 0.0187 -0.0060

FIXED SOLUTION:

ROVER_FINAL_COORD: 3777955.9514 1134844.2307 4995339.1419 Standard Deviations: 0.0034 0.0014 0.0033

Date/Time 2012-09-20 02:03:32 (END)

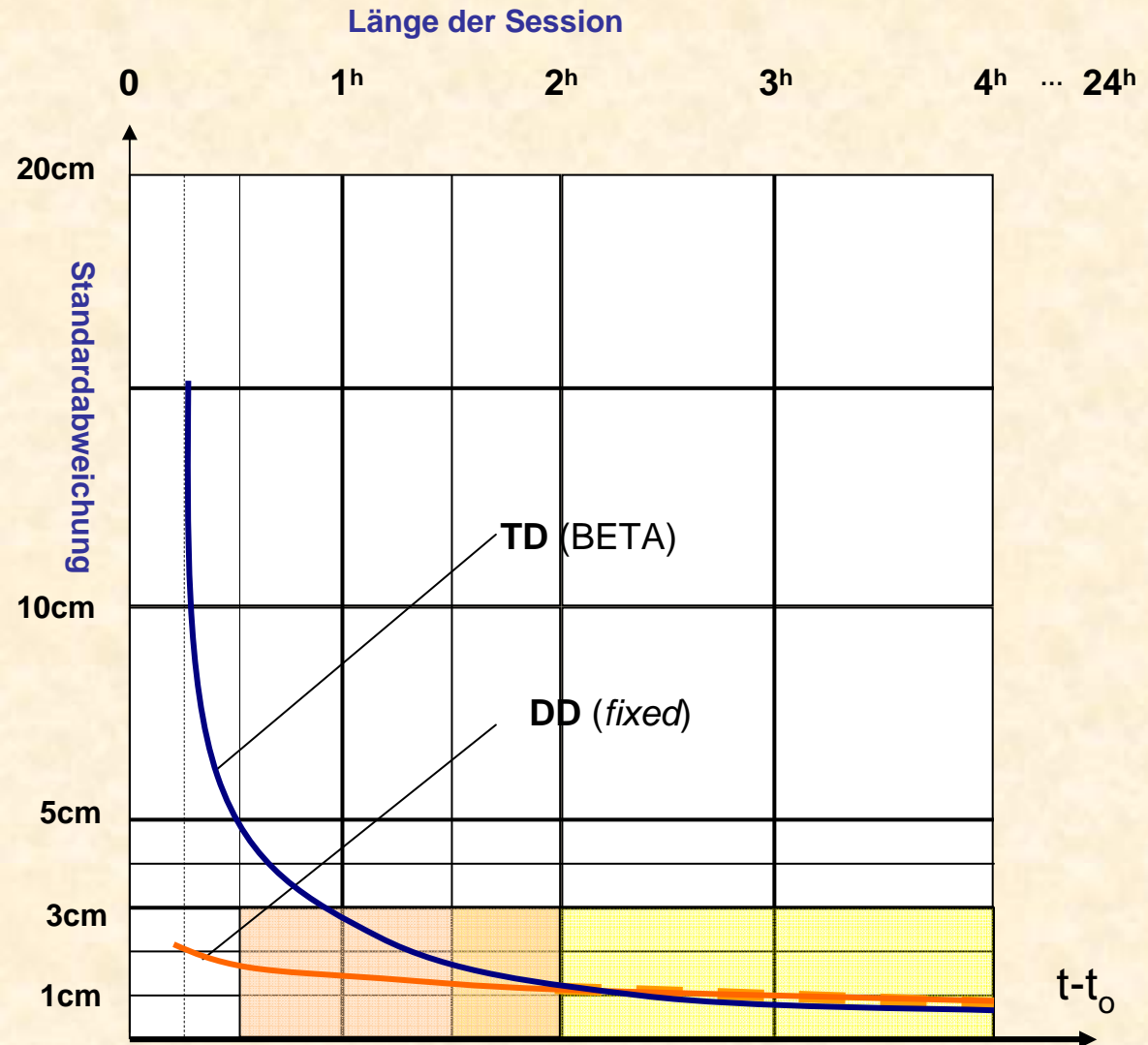
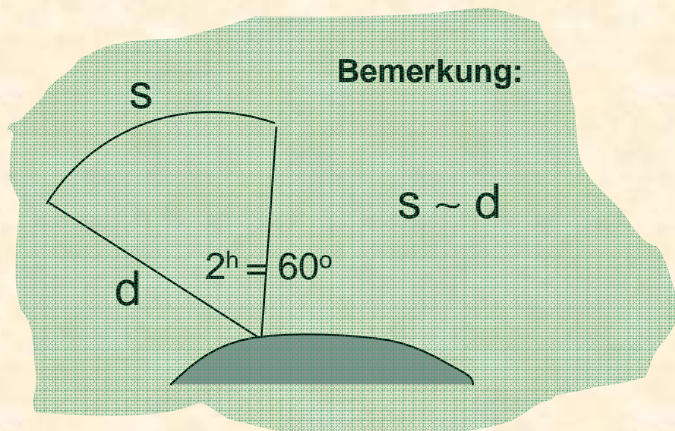


ETAPPE III

TD – BETA nur für $\Delta t_{\text{session}} > 1.5^h$
 Methode der dreifachen Phasen-Differenzen in allen Kombinationen, für jedes Paar von Epochen u. Satelliten (*Schreiber* - Schema); kanonische Kovarianzmatrix; automatische Eliminierung der Mehrdeutigkeiten; keine Definition von referenzen Satelliten (*Kadaj, 2008*).

DD (*fixed*) Methode der doppelten Phasen-Differenzen mit den Annahmen:

- Identifizierung der Mehrdeutigkeiten und Bestimmung d. Rover – Position XYZ für jedes Paar von nachbaren Epochen ($k, k+1$).
- Ausgleichung der mehrmals berechneten Rover - Koordinaten mit der Anwendung von robusten Schätzverfahren.



Validation:

DD - fixed

TD - BETA

Auswahl:

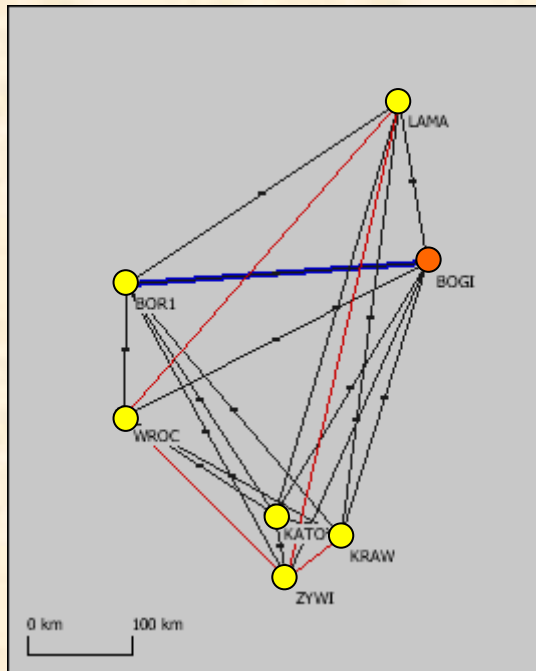
nur
DD – fixed

Anwendung der beiden Methoden.
Auswahl hängt von empirischen
Standardabweichungen ab.



Test der BETA – Methode für lange Session(24^h)

30 Satelliten in 24^h (Beobachtbarkeit)



Phase-Beobachtungen L3 (*iono-free*)
Bahnen: *final*.

A: T_{begin} : 1521 0.00
T_{end} : 1521 86360.00

B: T_{begin} : 1534 86400.00
T_{end} : 1534 172760.00

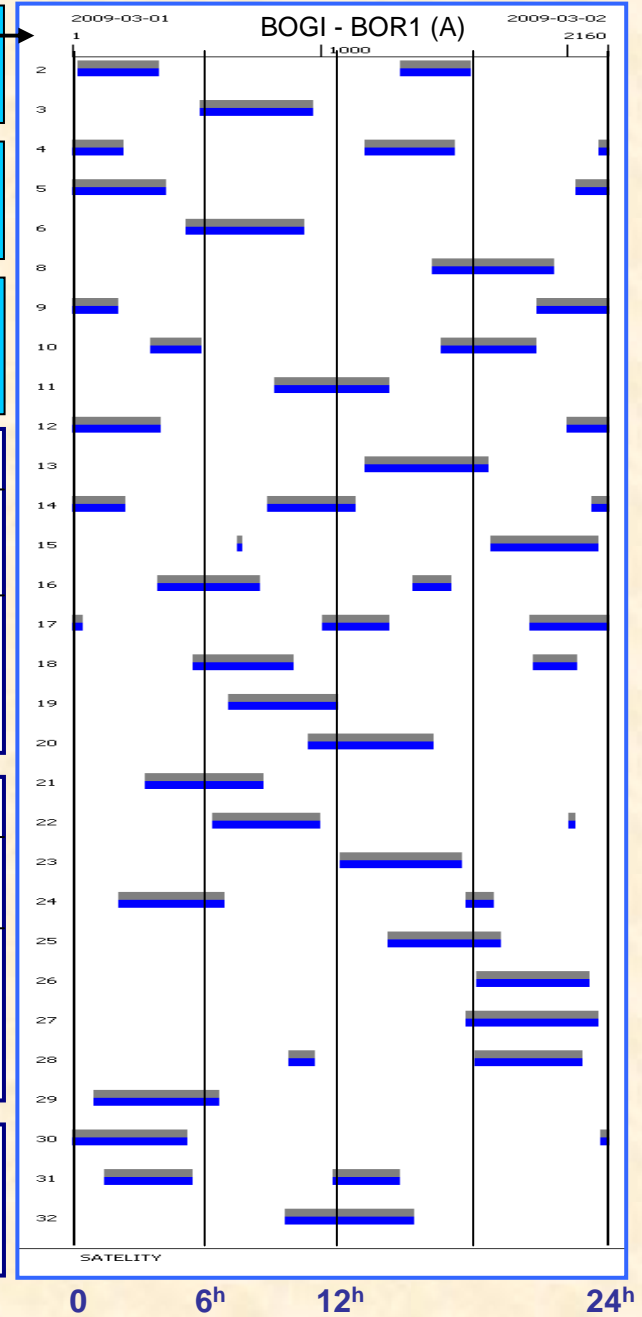
C: T_{begin} : 1542 518400.00
T_{end} : 1542 599760.00

Freie Ausgleichung des Netzes	
Variante	Stand. Abweichung der Vektor-Länge [m]
A	0.001
B	0.002
C	0.002

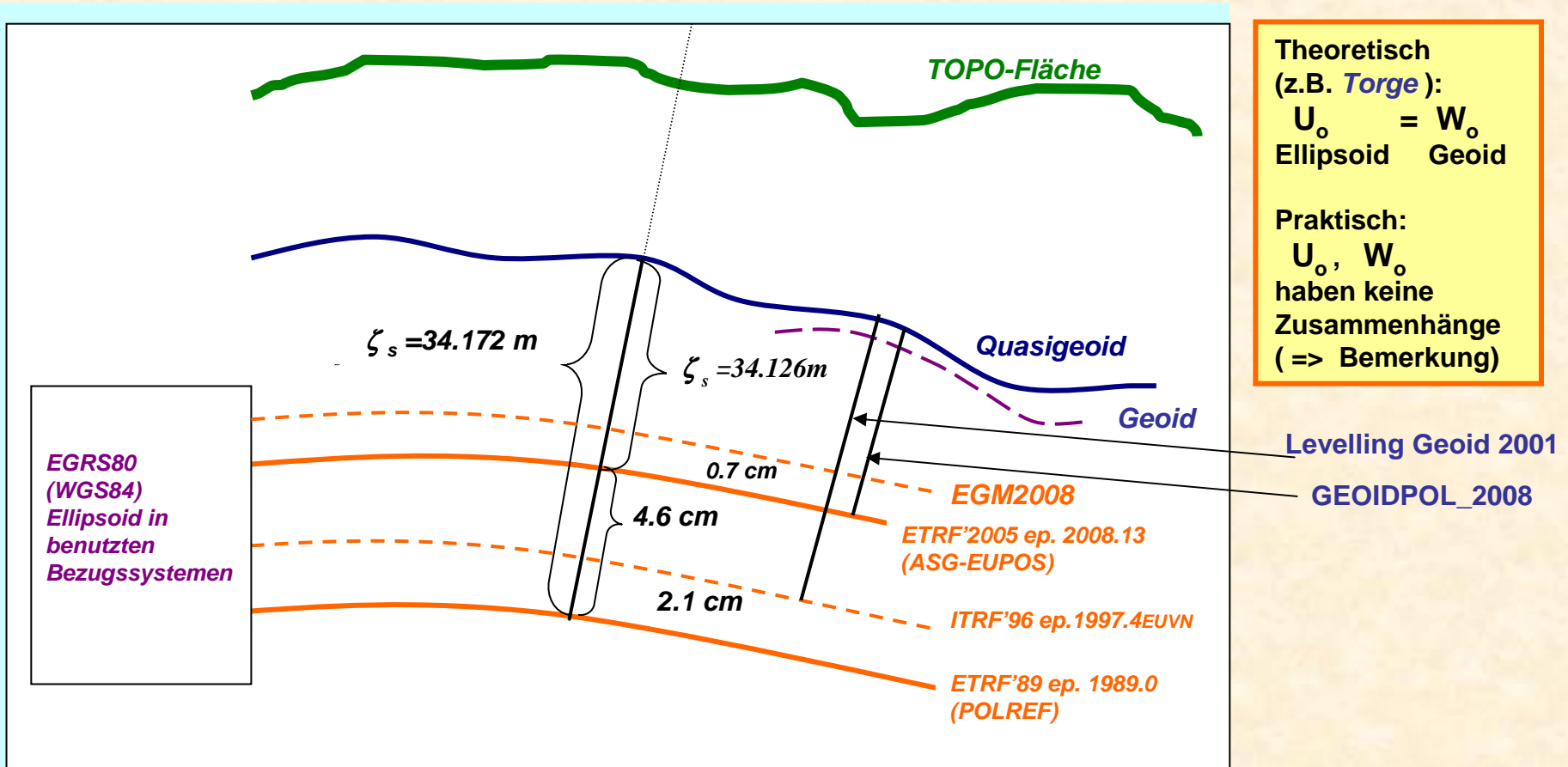
TRANS 3D(7p)	
Variante	Standardabweichung[m]
A	0.004
B	0.006
C	0.004

Relation mit Basis-Daten [m]		
dx	dy	dz
0.008	0.005	0.015

BOGI - XYZ benutzten Koordinaten: 3633815.692 1397453.931 5035280.816		
XYZ – berechnete:		
A	.. 706	.. 937
B	.. 687	.. 930
C	.. 660	.. 911
Mittelwerte der empir. Koordinaten		
.. 684	.. 926	.. 801



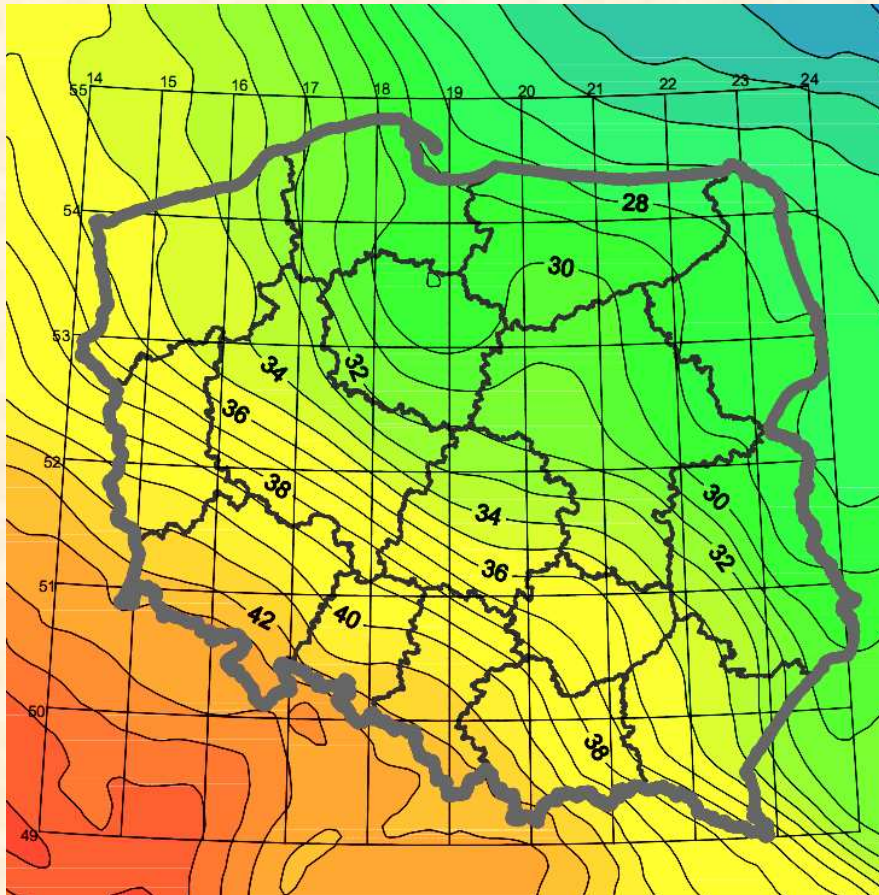
Problematik der Kalibrierung und Transformierung eines Quasigeoid-Modells für die Aufgabe der Satellitennivellierung (auch in ASG-EUPOS)



Quasigeoid in Polen (chronologisch):

- 1995 – 1998: Gravimetrisches Quasigeoid (*Łyszkowicz, 1995; Łyszkowicz und Forsberg, 1996*)
- 2001 – 2002: Kalibrierung des gravimetrischen Quasigeoids auf die Netzpunkte mit empirischen Höhenanomalien (Geoidpol_2001, *Kadaj, 2001* u. Geoid 2001, *Pażus, Osada, Olejnik, 2002*)
- 2007 – 2008: Integriertes Quasigeoid-Modell (praktisch nicht benutzt) (*Kryński, 2007*)
- 2012 : Kalibrierung des EGM2008 Quasigeoidmodells (*Pavlis u.a., 2008*) im PL- Gebiet auf die geod. Punkte mit empir. Höhenanomalien GEOIDPOL_2008 (2008A, 2008C): (*Kadaj, 2012*)

Quasigeoid GEOIDPOL-2008A (C): das kalibrierte auf die geodätische Punkte (ASG-EUPOS + EUVN) globale EGM2008 Modell (Pavlis u.a., NGA [http://earth-info.nga.mil/GandG/wgs84/gravitymod/egm2008/egm08_wgs84.html])



Isolinie der Höhenanomalien [m]

Bezugsnetz (GPS+ Nivellement) für die Kalibrierung des Quasigeoids: 141 Punkte, d.i.:
 101 **ASG_EUPOS** Stationen
 40 Punkte des **EUVN** (I Klasse) Höhennetzes

GEOIDPOL-2008 A (C) – Berechnungsetappen:

I. Höhenanomalien ζ von EGM2008 Modell:

- für geographisches Netz mit Dichte $0.01^\circ \times 0.01^\circ$ im Bereich: B: 48° - 56° , L: 13° – 25° (962001Punkte)
- für geodätische Punkte **ASG-EUPOS** i **EUVN** und die Umformung auf XYZ:

$$(BL \zeta)_{EGM08} \Rightarrow (XYZ)_{EGM08} \text{ (grid + G-Netz)}$$

II. Berechnung von empirischen (gemessenen) Höhenanomalien für ASG-EUPOS und EUVN – Punkte und die Umformung auf XYZ:

$$\zeta = H(\text{ETRF}'2000 \text{ Ep.2011}) - H_n(\text{Kronstadt '86})$$

$$(BL \zeta)_{ETRF'00} \Rightarrow (XYZ)_{ETRF'00} \text{ (G-Netz)}$$

III. 3D – *Helmert'sche* TRANSF. mit Korrekturen:

$$(XYZ)_{EGM08} \text{ (grid + G-Netz)}$$

$$(XYZ)_{ETRF'00} \text{ (G-Netz)}$$



$$(XYZ)_{ETRF'00} \text{ (grid)}$$



IV. Endliche Umformung:

Model GEOIDPOL_2008A(C):

$$(BL \zeta)_{ETRF'00} \text{ (grid)}$$

TRANSFORMATION PARAMETER zwischen EGM08 und ETRF'2000 EP. 2011.0 (Bezugssystem für lokales Quasigeoid GEOIDPOL_2008C)

[X1, Y1, Z1]
 [B1, L1, ζ1]_{EGM08}
 (Grid - Punkte der Quasigeoid EGM08)

⇒
 3D-TRANS

[X2, Y2, Z2]
 [B2, L2, ζ2]_{GEOIDPOL-2008C}
 Grid - Punkte der GEOIDPOL_2008C)

```
X2 = X1 + (-0.0097)+(-0.00000000233)*DX+( 0.00000003335)*DY+(-0.00000005214)*DZ;
Y2 = Y1 + (-0.0031)+(-0.00000003335)*DX+(-0.00000000233)*DY+(-0.00000006386)*DZ;
Z2 = Z1 + (-0.0135)+(-0.00000005214)*DX+( 0.00000006386)*DY+(-0.00000000233)*DZ;
DX = X1 - XS1;  DY = Y1-YS1;  DZ = Z1-ZS1;
XS1:= 3702867.3121  YS1:= 1315710.5245  ZS1:= 5001712.2324
```

Die Standardabweichungen der Koordinaten:

Sx = 0.0130 Sy = 0.0046 Sz = 0.0172 (für 141 Netzpunkte: ASG-EUPOS + EUVN)

Maximale Abweichungen:

NWSC	0.0331	0.0124	0.0408	
PRZM	-0.0360	-0.0147	-0.0467	*)
ZYWI	0.0428	0.0144	0.0528	
003	0.0418	0.0158	0.0519	EUVN

Vergleichung EGM2008 mit lokalen Quasigeoiden:

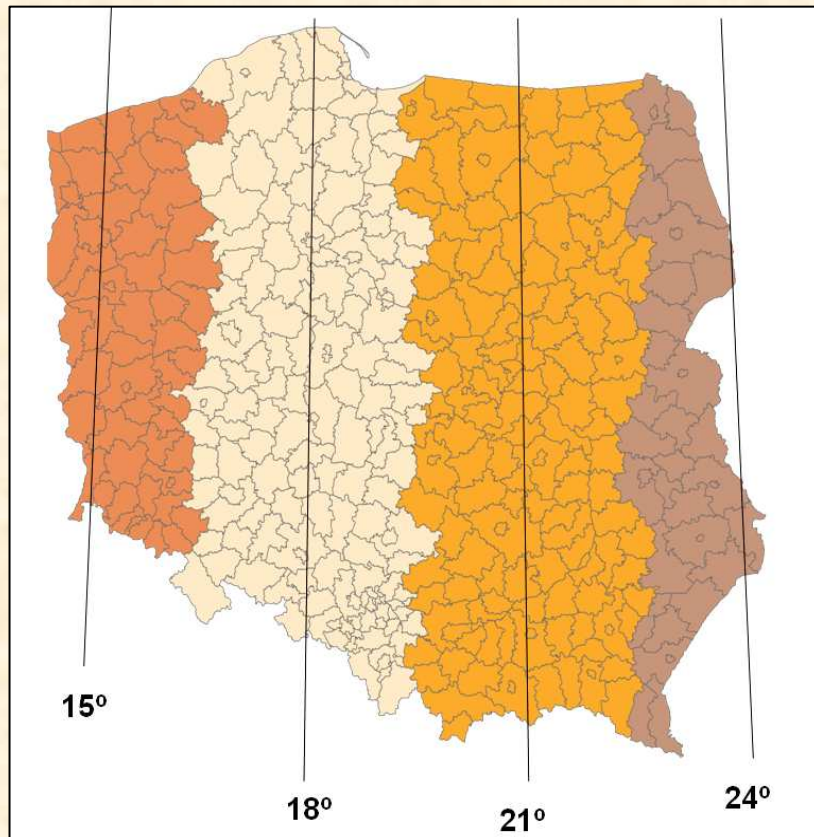
Hirt C. , 2011 (in Deutschland)
 Trojanowicz M. 2009 (in Nieder-Schlesien) und
 Kryński J., Kloch-Główka G. (2009)

*) In einer Umgebung der Station mögliche Absenkung von Höhenpunkten der II Klasse (Stützpunkte für die Nivellierung der Referenzstation).

Unabhängige Kontrolle für 334 Punkte (POLREF u.a.):

RMS(Δζ) = 0.019 m (Σ Δζ)/n = - 0.001 m (Σ |Δζ|)/n = 0.014 m

IV. Berechnung der APPS – Position in lokalen Koordinatensystemen



„2000“

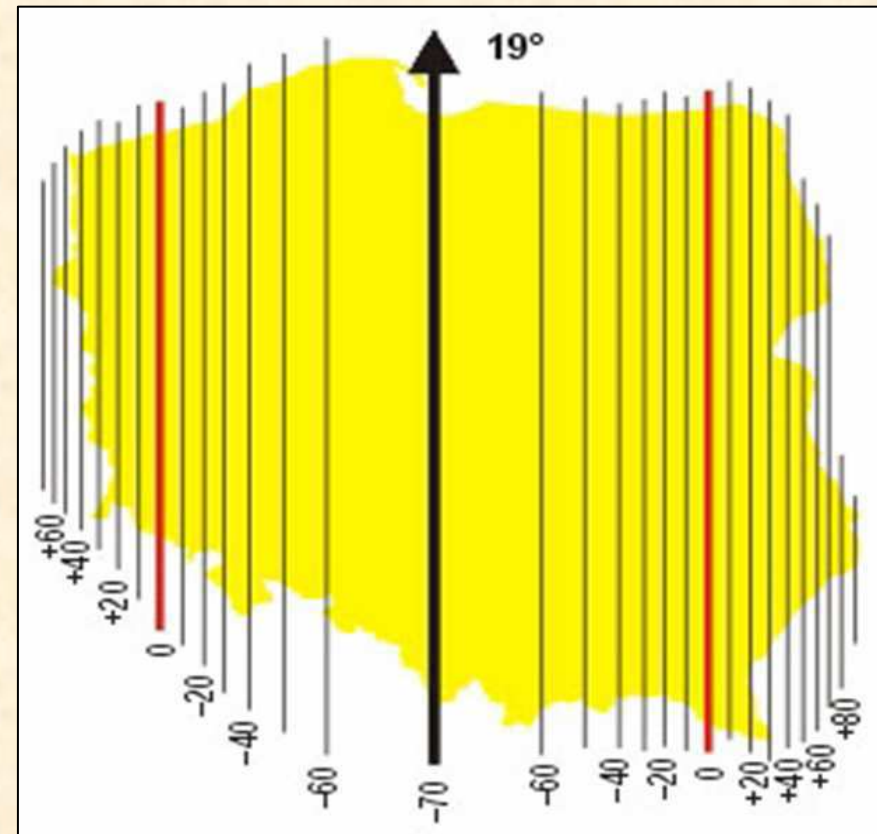
Gauss-Krüger - Abbildung des GRS-80 Ellipsoids im ETRF'89 Bezugssystem

4 Zonen: $Lo := 15^\circ, 18^\circ, 21^\circ, 24^\circ$; Skale: 0.999923

Verzerrung: $\langle -7.7, +8.0 \rangle$ [cm/km]

Die Zonengrenzen nach Kreisen

Anwendung: Kataster 1:500, 1:1000, 1:2000



„1992“

Gauss-Krüger - Abbildung des GRS80 Ellipsoids im ETRF'89 Bezugssystem

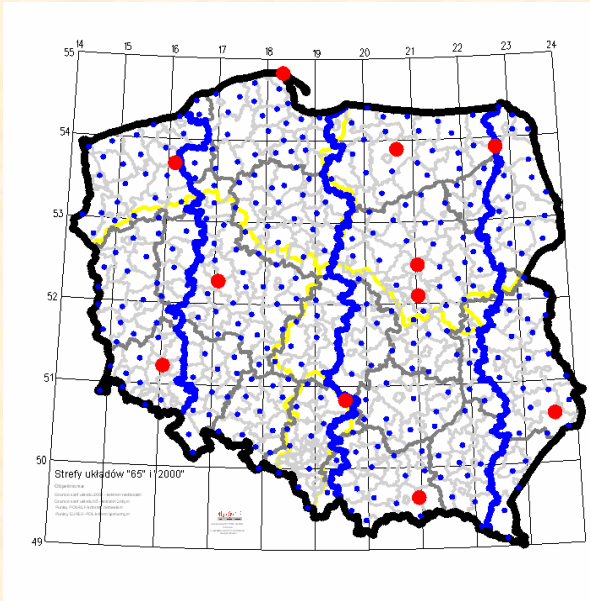
1 Zone: $Lo := 19^\circ$ Skale: 0.9997

Verzerrung: $\langle -70, +80.0 \rangle$ [cm/km]

Anwendung: topographische Landkarten

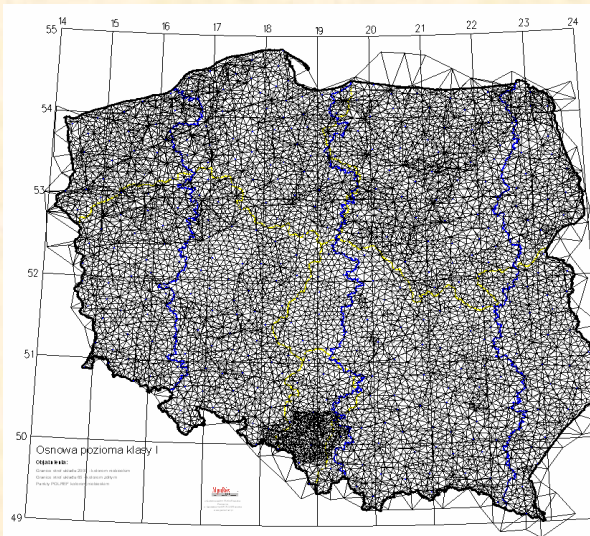
1: 10000 und $\langle 1:10000$

TRANSFORMIERUNG DER GNSS – POSITON AUF DIE EMPIRISCHEN BEZUGSSYSTEME (GEODÄTISCHE NETZE)



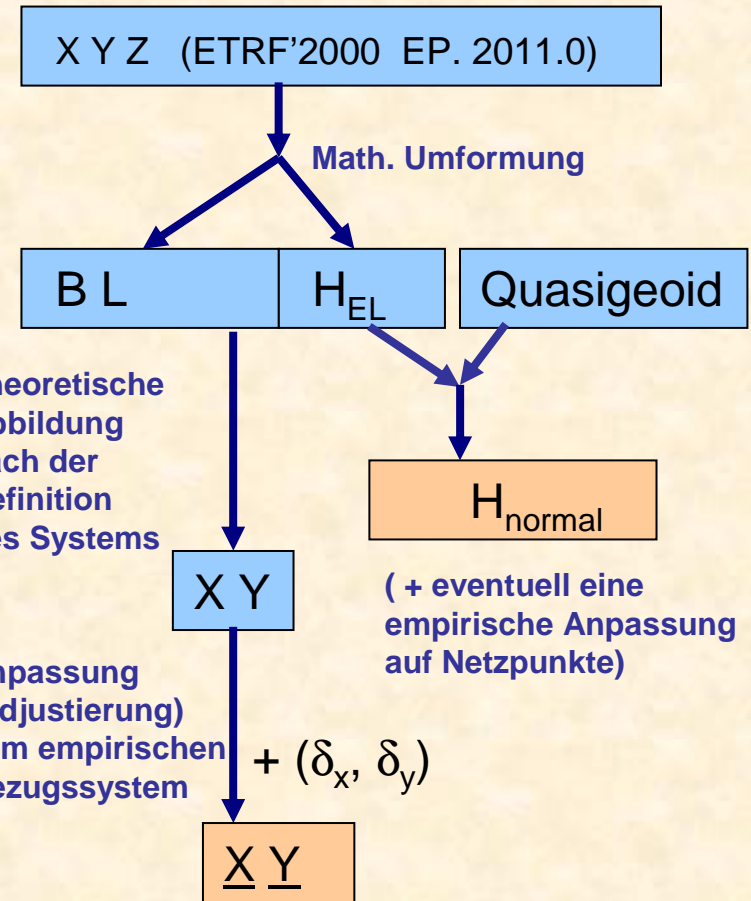
EUREF-POL+POREF
 (1992 J.), 350 Punkte
 Methode: GPS
 Koord. – Systeme:
 B,L (ETRF'89) (PL),
 xy1992, xy2000
 Punktfehler: 0.024 m

Neue, integrierte mit
 ASG-EUPOS,
 Ausgleichung,
 in ETRF'2000 EP: 2011.0
 (Kampagne: 2010-11J.)
 Punktfehler: 0.005 m



I Klasse (1950 – 65 J.)
 6500 Punkte
 Methode: klassisch.
 Alte Koord. – Systeme
 von *Krassowski*
 Ellipsoid (xy1942,
 xy1965)

Neue, integrierte mit
 POLREF (1996 J.),
 Ausgleichung.
 Punktfehler: 0.025m
 BL (ETRF'89), xy1992
 xy2000



(Die Korrekturen δ_x, δ_y für alte Systeme sind mit Hilfe von einem Interpolierungsnetz (*Grid*) oder polynomiale Funktionen berechnet)



LITERATURA

- Hirt C., (2011):** *Assessment of EGM2008 over Germany using accurate quasigeoid heights from vertical deflections, GCG05 and GPS/levelling.* Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement (zfv) 136(3): pp. 138-149
- Kadaj R. (1988):** *Eine Klasse von Schätzverfahren mit praktischen Anwendungen.* ZfV (8)1988, 157-166.
- Kadaj R. (1992):** *An Alternative to a discrete Kalman Filter.* In K.Linkwitz/U.Hangleiter (Eds): High Precision Navigation 91, Dümmler Verlag 1992, pp 379-386.
- Kadaj R. (2008):** *New algorithms of GPS post-processing for multiple baseline models and analogies to classical geodetic network.* Geodesy and Cartography (PL), Vol. 57, No 2, 2008, pp. 61-79
- Kadaj R., Świętoń T. (2008):** *Automatic Postprocessing Software (APPS) for TRIMBLE Application in ASG-EUPOS – System. Version 2.** (2008 - 2011).* GEOTRONICS – Poland sp. z o.o. Katowice
- Kadaj R. (2012):** *GEOIDPOL-2008: a new centimetre accuracy quasigeoid model for the area of Poland based on global geopotential EGM-2008 model and EUVN, EUREF-POL and POLREF geodetic networks.* [internet –publ. in PL], © ALGORES-SOFT - Rzeszów, www.geonet.net.pl, 1/2012, 7.05.2012.
- Kashani I., Wielgosz P., Greiner-Brzezińska D. (2003):** *Datum Definition in the Long Range Instantaneous RTK GPS Network Solution.* Journal of Global Positioning Systems, Vol. 2, No.2, pp. 100-1008
- Kryński J. (2007):** *Precise Quasigeoid Modelling in Poland – Results and Accuracy Estimation.* Warszawa, IGIK, 2007, ISBN: 978-83-60024-11-9
- Kryński J., Kloch-Główska G. (2009):** *Evaluation of the Performance of the New EGM2008 Global Geopotential Model over Poland.* Geoinformation Issues, Vol. 1, No 1, 7-17/2009
- Łyszkowicz A., (1993):** *The Geoid for the Area of Poland.* Artificial Satellites, Vol. 28, No 2, Planetary Geodesy, No 19, 1993, pp. 75-150
- Łyszkowicz A., Forsberg R., (1995):** *Gravimetric Geoid for Poland Area Using Spherical FFT,* Artificial Satellites, Vol. 29, No 1, Planetary Geodesy No 21, pp. 1-11
- Niell A. E. (2000):** *Improved atmospheric mapping functions for VLBI and GPS.* Earth Planets Space 52(10), pp. 703-708
- Pavlis N.K.; Holmes S.A. Kenyon S.C., Factor J.K., (2008a):** *The EGM2008 Global Gravitational Model.* American Geophysical Union, Fall Meeting 2008
- Pavlis N.K., Holmes S.A., Kenyon S.C., Factor J.K., (2008b):** *An Earth Gravitational Model to Degree 2160: EGM2008,* EGU General Assembly 2008, Geophysical Research Abstracts, Vol. 10, EGU2008-A-01891
- Pażus R., Osada E., Olejnik S., (2002):** *Levelling Geoid 2001 (in PL),* GEODETA, No 5(84), 2002
- Teunissen P.J.G. (1995):** *The least-squares ambiguity decorrelation adjustment: A Method for fast GPS integer ambiguity estimation.* Journal of Geodesy 70 (1-2), pp. 65-82
- Trojanowicz M.** *Estimation of an accuracy of global geopotential models EGM96 and EGM08 at lower Silesia area.* Acta Scientiarum Polonorum, Geodesia et Descriptio Terrarum 8(1) 2009, pp. 19-30.
- Xu G. (2003, 2007):** *GPS: Theory, Algorithms and Applications.* Springer Verlag.
- Yang M., Goad C., Schaffrin B. (1994):** *Real-time on-the-fly ambiguity resolution over short baseline in the presence of anti-spoofing.* Proceedings of ION GPS-94, Salt Lake City, p. 519

Danke

Roman J. Kadaj
geonet@geonet.net.pl
Rzeszów University of Technology
Department of Geodesy
(PL)