



Das EVRF2007 als aktuelle Realisierung des europäischen Höhenreferenzsystems

Martina Sacher, Johannes Ihde, Gunter Liebsch

Bundesamt für Kartographie und Geodäsie



1. Historischer Überblick
2. EVRS2007 - Ziele und Definition
3. Realisierung EVRF2007
 - a. Daten
 - b. Datum
 - c. Messepochen
 - d. Gezeitenmodell
 - e. Ergebnisse
4. Bereitstellung der Daten
5. Ausblick



- 1864 -1890 Mitteleuropäische Gradmessung
- 1954 -1963 UELN55 (REUN)
- 1971 -1986 UELN73
- parallel: EPNN in Osteuropa (Ausgleichungen 1957 und 1983, Karte rezenter vertikaler Krustenbewegungen Osteuropas)
- EUREF- Symposium 1994, Resolution Nr.3: “**Schaffung eines einheitlichen Höhendatums für Europa**”, Beginn der Arbeiten am UELN95
- Übergabe der Ergebnisse Januar 1999 “UELN 95/98”
- Definition des EVRS, Realisierung erhielt den Namen EVRF2000



Entstehung des UELN 95

- Erweiterung des UELN-73 nach Osteuropa unter Nutzung der vorliegenden Daten
- Beibehaltung des Datumspunkts des UELN-73 (NAP)
- statisches Ausgleichungsmodell
- Austausch nationaler Netzblöcke durch aktuellere Messungen (vollständige Nivellementsnetze 1. Ordnung anstelle weniger großer Schleifen)
- Ausgleichung in geopotentiellen Koten, Berechnung von Normalhöhen
- Daten- und Auswertezentrum: BKG



- Berücksichtigung von Anforderungen europäischer Nutzer nach Realisierung eines aktuellen europäischen Höhenreferenzrahmens (GI, INSPIRE)
- Weiterführung der Entwicklung des UELN (Zusätzliche oder erneuerte Daten seit 1999 in 14 Ländern)

- Definition des EVRF2007:

- Datum: $W_0 = W_{0E} = const.$ *Niveau: NAP*
- Höhenkomponenten sind geopotentielle Koten c_p :

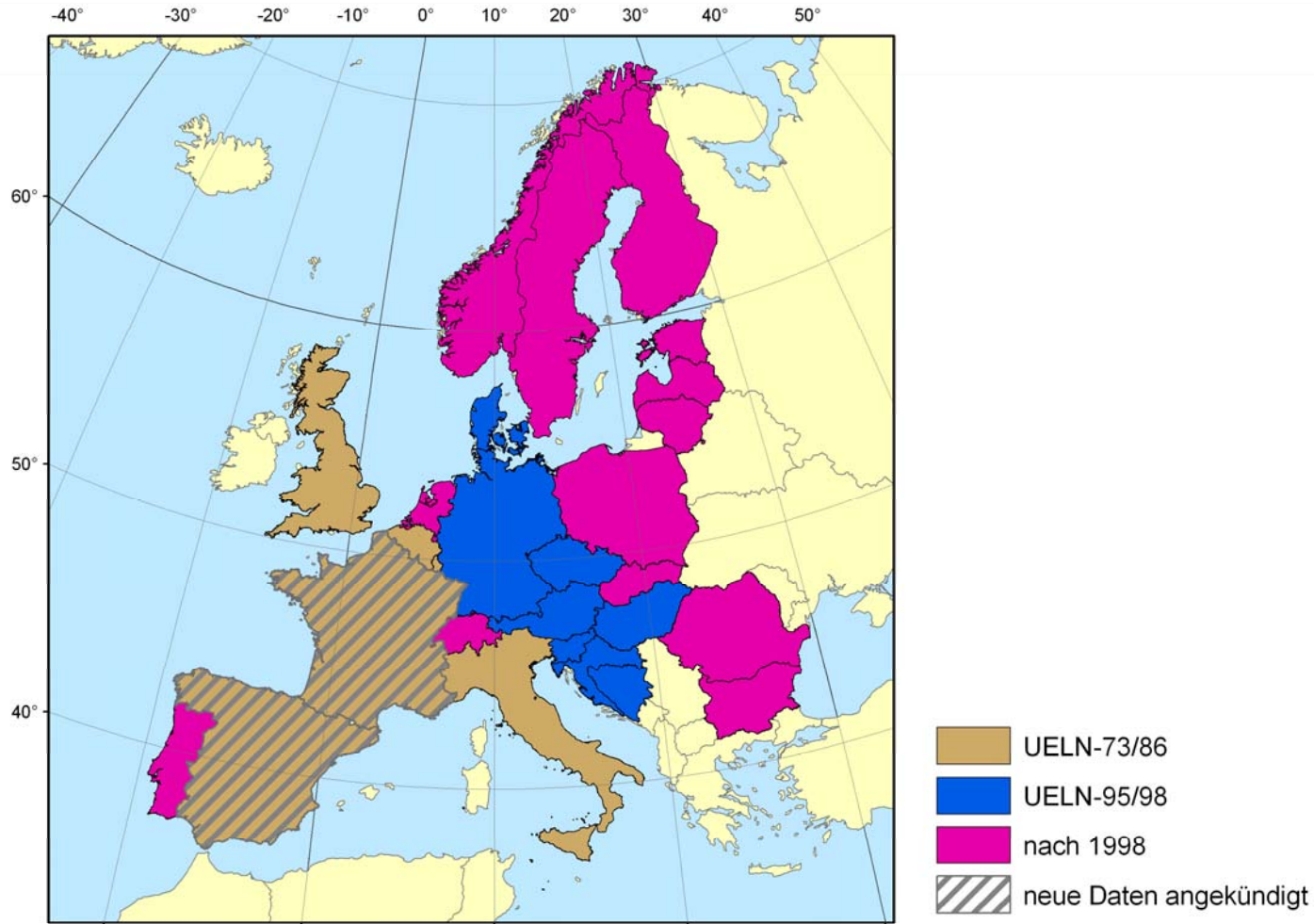
$$-\Delta W_P = c_P = W_{0E} - W_P.$$

Metrisches Äquivalent: Normalhöhe.

- The EVRS ist ein **zero tidal System**, in Übereinstimmung mit der IAG Resolution No 16 (Hamburg 1983).



Entwicklung des Datenbestandes in den nationalen Netzblöcken im UELN





Datumsrealisierung im EVRF2000

- Referenzpunkt *000A2530* in den Niederlanden

Realisierung des Datums im EVRF2007

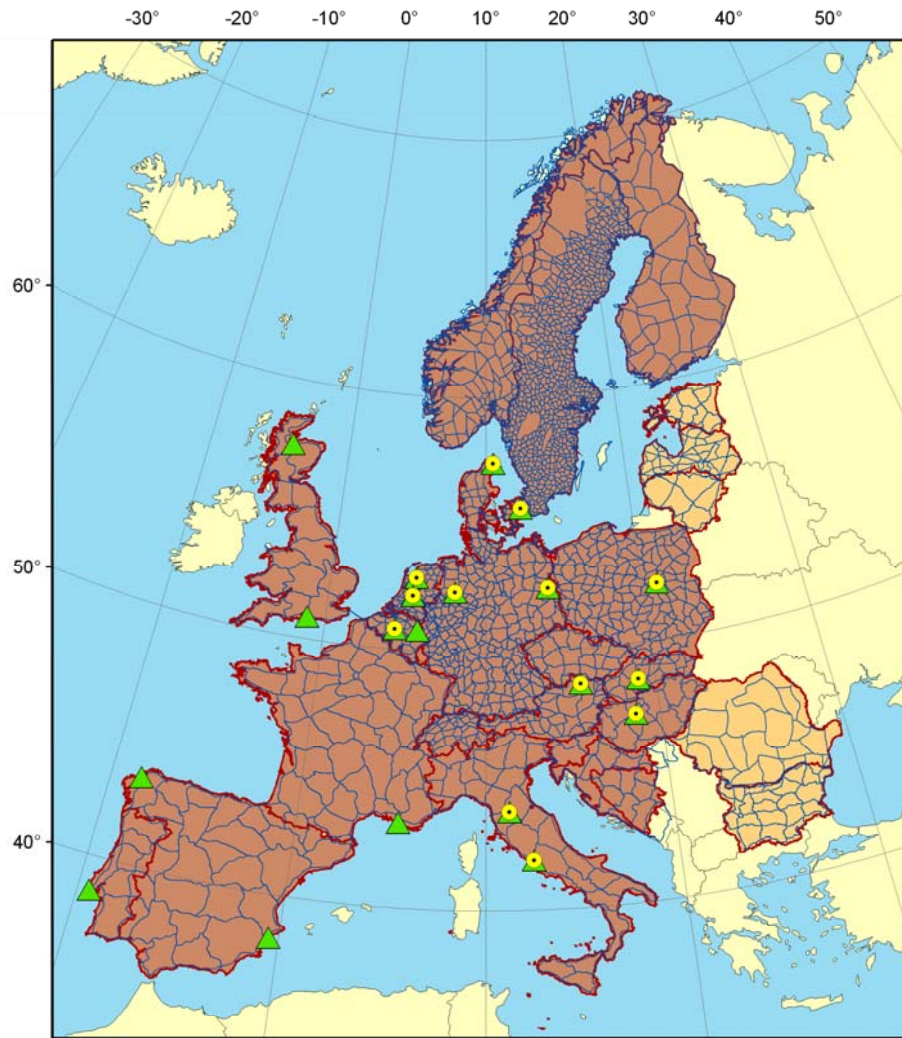
- Niveau des EVRF2000 sollte beibehalten werden
- zwangsfreie Lagerung auf mehrere in Europa verteilte Punkte

$$\sum_{i=1}^{13} (c_{EVRS2000} - c_{EVRS2007}) = 0$$

- am UELN beteiligte Länder wurden um Vorschläge gebeten
- stabile Punkte, die bereits im EVRF2000 enthalten waren
- 19 Punkte wurden vorgeschlagen, 13 Punkte wurden in der endgültigen Ausgleichung verwendet



Datumspunkte im EVRF2007

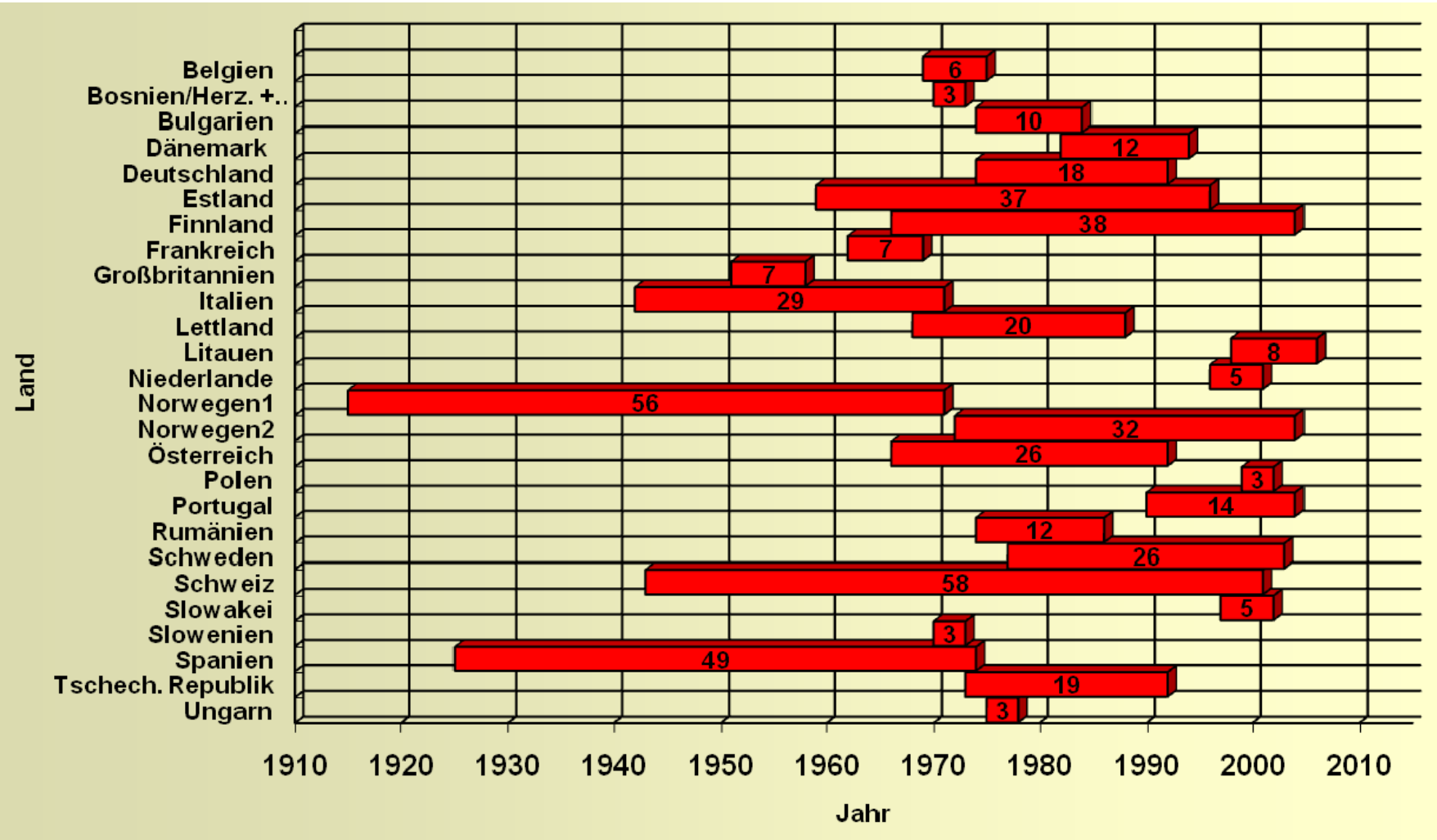


Datumspunkte im EVRF2007

- ▲ vorgeschlagene Datumspunkte
- verwendete Datumspunkte

Ausdehnung des UELN

- bis 1998
- ab 2003





Reduktion auf gemeinsame Messepoche



EVRF2000:

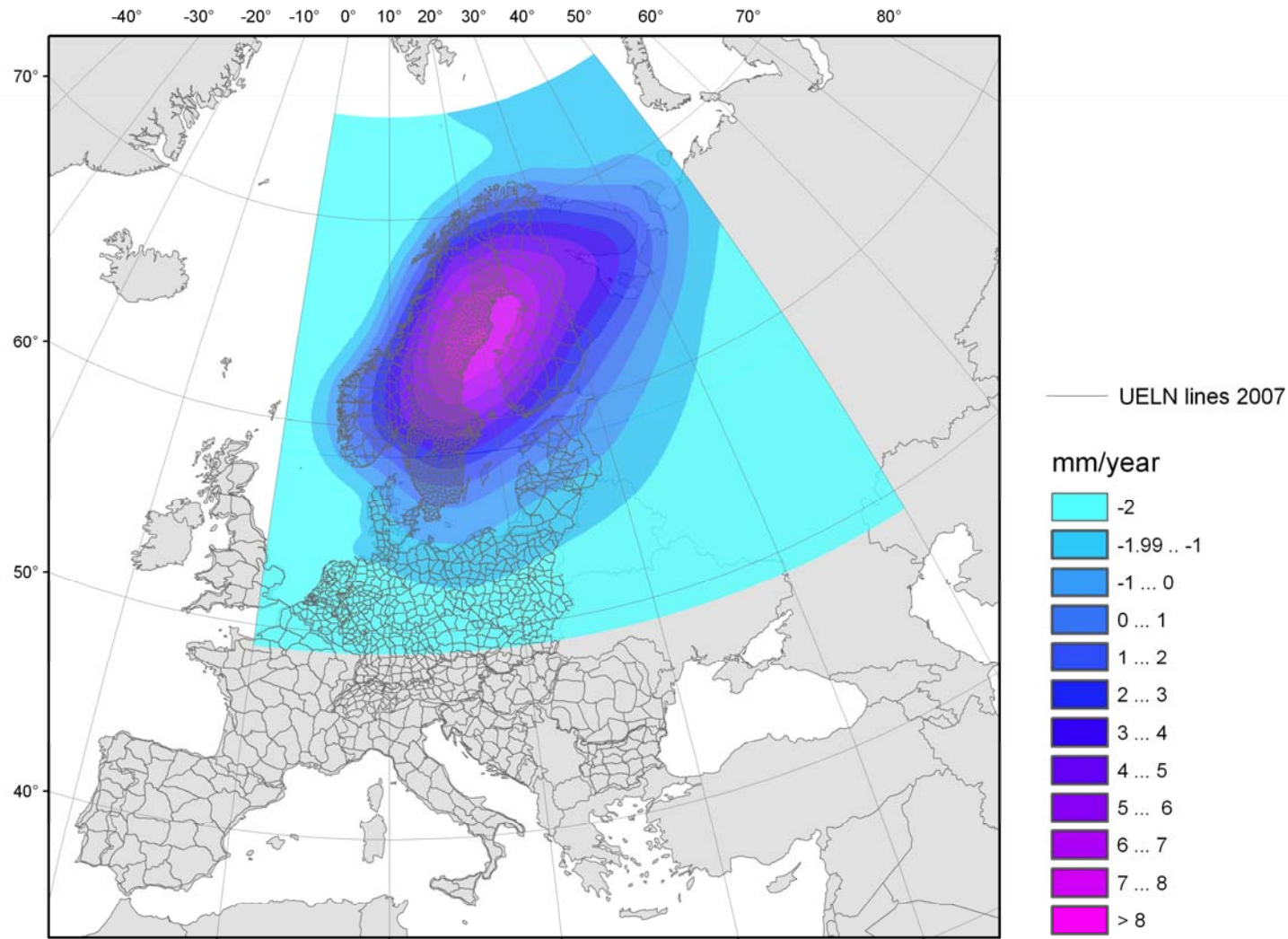
- Messungen von Finnland, Norwegen und Schweden wurden wegen der postglazialen Landhebung auf die Epoche 1960 reduziert

EVRF2007

- Reduktion auf die Epoche 2000 mit Hilfe des Landhebungsmodells NKG2005LU (Ågren and Svensson)
- Test verschiedener Verfahrensweisen, Reduktion:
 - nur der Daten von Finnland, Norwegen und Schweden
 - zusätzlich Dänemark
 - **endgültige Variante:** alle Daten innerhalb des Gültigkeitsbereiches des Modells (wie in der Ausgleichung BLR2000 der NKG)



NKG2005LU und UELN Linien





- Gezeiteneinfluss kann zerlegt werden in einen zeitlich variablen und einen permanenten Anteil
- für zeitlich variablen Anteil muss Datum und Uhrzeit der Messung bekannt sein- bei UELN nicht der Fall
- Unterschiedliche Behandlung des permanenten Anteils:
 - keine Reduktion \longrightarrow mean tidal
 - Reduktion der Deformation sowie der daraus resultierenden Schwereänderung \longrightarrow non tidal
 - Reduktion nur der Schwereänderung \longrightarrow zero tidal (Empfehlung IAG Resolutionen 1983 Nr. 9 und 16)
- Resolution Nr. 5 EUREF Symposium 2000: zero tidal für EVRS2000
- in der Praxis im EVRF2000: mean tidal
- Gravimetrie, EGG97: zero tidal
- ETRS89: non tidal



EVRF2000:

- EVRS definiert als zero tidal System
- in der Realisierung wurden keine Reduktionen angebracht, so dass Höhen des EVRF2000 praktisch im mean tidal System vorlagen

EVRF2007

- Reduktion der Geopotentialunterschiede durch

$$\Delta C_Z = \Delta C_M - 0.28841 \cdot (\sin^2 \varphi_2 - \sin^2 \varphi_1) - 0.00195 (\sin^4 \varphi_2 - \sin^4 \varphi_1)$$

(in kgal·m)

- Differenz des Höhenunterschiedes zwischen Nord- und Südeuropa (70-37°)
 - zwischen H (Niv.) im mean tidal und im zero tidal System ca. 15 cm
 - zwischen H im mean tidal und h (ellips.) im non tidal System ca. 6 cm



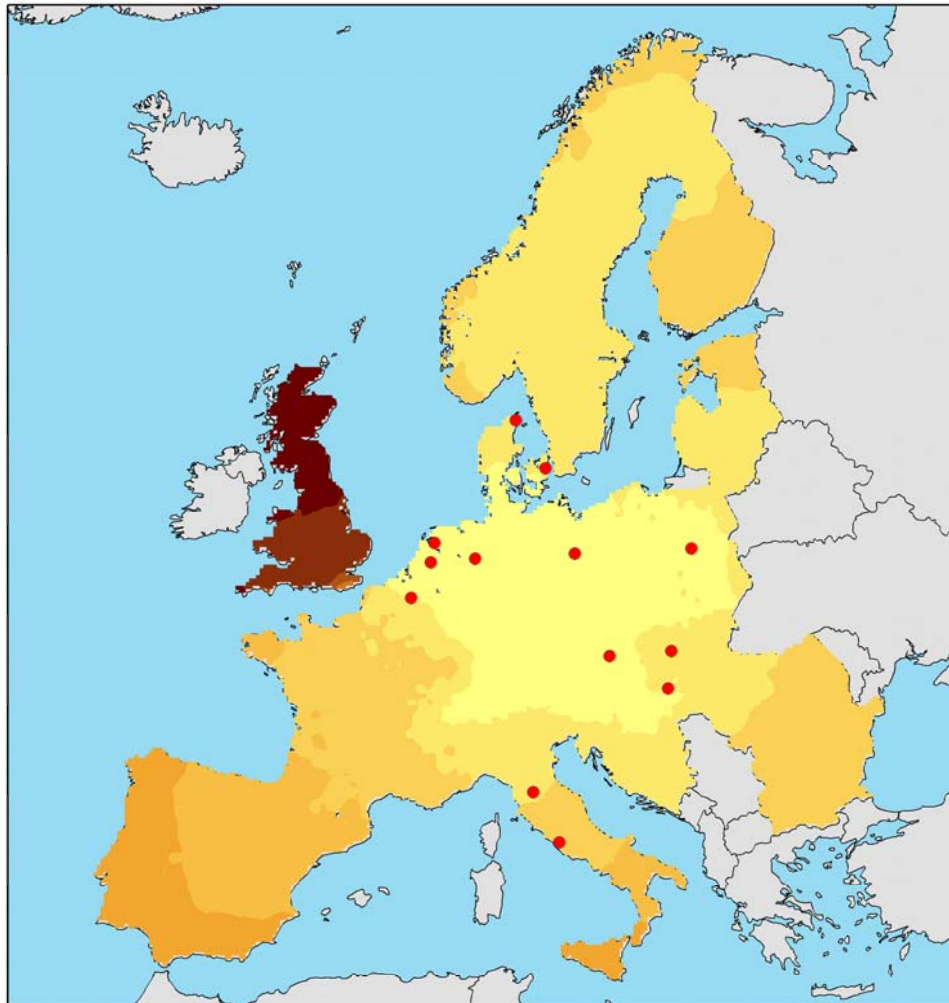
Zusammenfassung der Parameter der Ausgleichung

- zwangsfreie Lagerung auf 13 Datumspunkten
- Reduktion der Messungen in das zero tidal system
- Reduktion der Messungen auf die Epoche 2000 unter Anwendung des Landhebungsmodells NKG2005LU

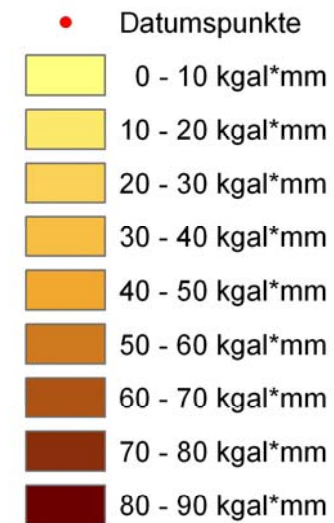
Parameter	EVRF2000	EVRF2007
Anzahl Datumspunkte:	1	13
Anzahl Unbekannte:	3063	7939
Anzahl Beobachtungen:	4263	10347
Anzahl Bedingungsgleichungen:	0	1
Anzahl Freiheitsgrade:	1200	2409
A-posteriori Standardabweichung für 1 km Nivellement in kgal·mm:	1.10	1.11
Mittlere Standardabweichung der ausgeglichenen geopotentiellen Koten ($\hat{=}$ Höhen), in kgal·mm:	19.64	16.05
Durchschnittliche Redundanz:	0.281	0.233



Genauigkeit der Ergebnisse



Standardabweichung der
ausgeglichenen
geopotentiellen Koten





Resolution Nr. 3 :

- Annahme des EVRF2007 als neue Realisierung des europäischen Höhenreferenzsystems EVRS
- Vorschlag an europäische Kommission zur Annahme des EVRF2007 als einheitliches vertikales Referenzsystem für europaweite Georeferenzierung
- Empfehlung des Datenaustausches zwischen allen beteiligten Ländern

2009 endgültige Datenübergabe an 27 Länder



Informationssystem über Koordinatenreferenzsysteme



- Beschreibung nationaler Höhenreferenzsysteme (CRS) <http://www.crs-geo.eu/>
- Beschreibung der europäischen Höhenreferenzsysteme EVRF2000, EVRF2007
- Transformationsparameter von nationalen Höhenreferenzsystemen zum EVRF2007
 - 3 Parameter: Verschiebung in der Höhe, 2 Neigungen (N-S, E-W)
- Informationen werden nur veröffentlicht, wenn sie durch das betreffende Land freigegeben wurden
- demnächst auch online - Höhentransformation für einzelne Punkte möglich



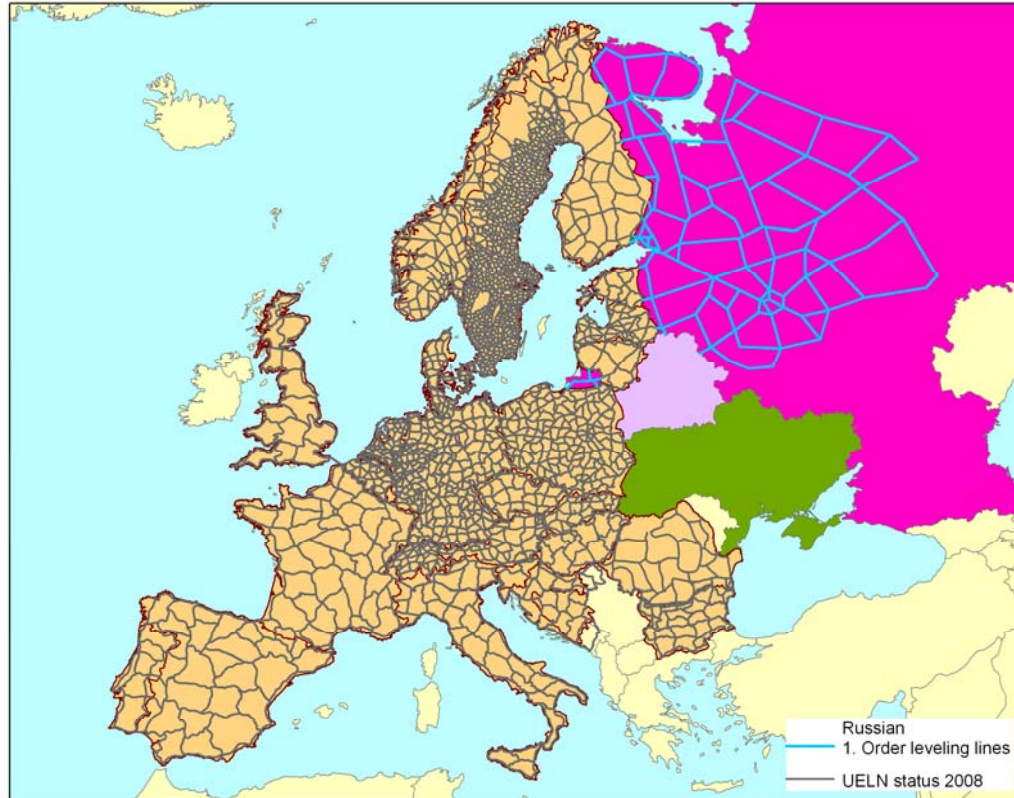
Mittlere Differenzen zwischen nationalen Höhenreferenzsystemen und EVRF2007



Bezugspegel

- Alicante
- Amsterdam
- Antalya
- Belfast
- Cascais
- Constanta
- Durres
- Genua
- Kronstadt
- Malin Head
- Marseille
- Newlyn
- Ostende
- Triest
- andere
- keine Angaben

Status 06/2010



- Daten des europäischen Teils Russlands übergeben, Anbindung an Nachbarländer muss noch aufbereitet werden
- Datenaufbereitung für UELN läuft in:
 - Ukraine
 - Belarusland
- neu (ganz oder teilweise) gemessene Nivellementsnetze in:
 - Frankreich
 - Spanien
 - Italien



***Vielen Dank
für Ihre
Aufmerksamkeit !***