

Einführung der neuen Realisierung 2025 des geodätischen Raumbezugs

Dr. Bernd Krickel, HD 71
Ann-Kathrin Schölgens, Dez.71.5
Guido Balkenhol, Dez. 71.4



Geobasis NRW, Abt. 7 der Bez.-Reg. Köln

Dezernat 71

Datenstandards, Raumbezug

Standardisierung und Harmonisierung von Geobasisdaten (71.2)

Raumbezugspunktfeld (71.4)

Sekundärdaten Liegenschaftskataster (71.3)

Satellitenpositionierungsdienst SAPOS® (71.5)

<p>Abteilung 7 Geobasis NRW</p> <p>(W) 4300 AD Dr. Riecken 4301 V.z. Rabe Bremner Fax: 4302</p>
<p>71 Datenstandards, Raumbezug</p> <p>(W) 4200 Dr. Krickel, LRVD 4312 Balkenhol, CRVR 4308 Dr. Kuntzebach, RVD 4503 Schölgens, CRVR 4587 Sender, RBR 4406 Haas, RVR (2071) Fax: 4302</p>
<p>72 Topographische Basisinformationen</p> <p>(W) 4411 Labig, LRVD 3790 Hagerich, RVD 4382 Köhn, CRVR 4308 Dr. Müller, RVD 4392 Röhrens, RVD 4512 Schuppe, CRVR 4487 Krichsch, RBe (2072) Fax: 4872</p>
<p>73 Topographisch-Kartographisches Informationssystem</p> <p>(W) 4488 Krause, LRVD 4818 Bönig, RVR 4338 Büchtemann, RVD 4350 Götterling, CRVR 4331 Dr. Haas, CRVR 4470 Krich, RBR (2073) Fax: 4873</p>
<p>74 Geodätisches Zentrum/Geodätische Infrastruktur</p> <p>(W) 3281 Hoffmann, LRVD 4368 Eiser, RVD 3710 Geier, RVD 3396 Himpler-Diamond, RVD 4261 Langer, RVR 4587 Schulte, RVR (2074) Fax: 4874</p>

Themen



- **Rückblick Raumbezug 2016**
 - DHHN20216, GCG 2016, DHSN 2016, HOETRA 2016 und Historisierung TP-Feld
- **GNSS-Messkampagne 2021 und deren Auswertung**
 - Antennentausch 2020, Messkampagne 2021, Auswertung 2021-2024
- **Raumbezug 2025 - Auswirkungen in NRW**
 - Lage & Höhe, Liegenschaftskataster
- **Folgeprodukte**
 - Raumbezugserlass 2025, ZfV 3/2025 u. x/2025
 - GCG als zentrales Verbindungselement
 - Prüffelder
 - NTV2-Transformation

3

Raumbezug



Grundlage: §1 u. §9 VermKatG NRW sowie §4 DVOzVermKatG NRW

- amtliche Vermessungswesen basiert auf dem einheitlichen geodätischen Raumbezug
- ... wird realisiert durch das Raumbezugspunktfeld der Landesvermessung und das Vermessungspunktfeld des Liegenschaftskatasters
- ... wird über den Satellitenpositionierungsdienst bereitgestellt
- Bei der Erhebung, Führung und Bereitstellung der Daten des RB sind bundeseinheitliche Standards zu berücksichtigen (Rili-RB-AdV)

[Richtlinie für den einheitlichen integrierten geodätischen Raumbezug des amtlichen Vermessungswesens in der Bundesrepublik Deutschland, Version 4.0, 05.07.2024](#)



Warum ein bundesweiter Raumbezug 2016?



- 2006-2012 Neubeobachtung des DHHN, DHSN und des GGN
- Genauigkeitsverbesserung durch bundesweite Neuausgleichung
 - Ungenauigkeiten und Netzspannungen werden nicht mehr an die Landesgrenzen geschoben
- Einbindung des DHHN in ein integriertes Raumbezugssystem, Verknüpfung mit epochengleichen GNSS-Messungen und Absolutschweremessungen
 - RB2016 bildet Grundlage zur Kombination von Messergebnissen, die auf unterschiedlichen messtechnischen Methoden basieren
 - Zentrales Element bei der Überführung von ellipsoidischen Höhen in physikalische Höhen ist das German Combined Quasigeoid 2016 (GCG)

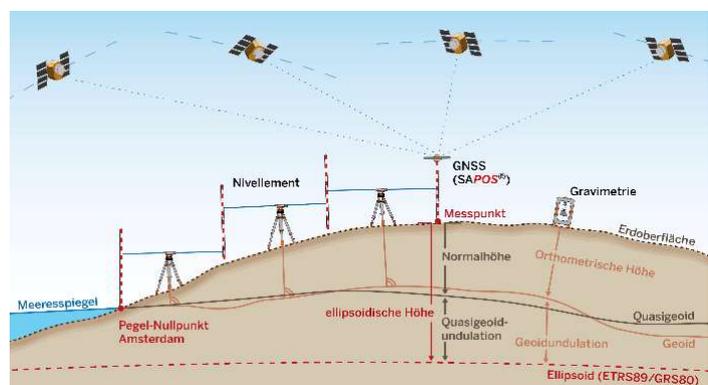


RB 2016: Integration der Bezugssysteme Lage, Höhe und Schwere



- GNSS-Verfahren beziehen sich auf ein Erdellipsoid als geometrische Höhenbezugsfläche
- Physikalische Höhen beziehen sich auf eine Niveaufläche des Erdschwerefeldes in Höhe des mittleren Meeresspiegels, dem Geoid (Äquipotentialfläche)
- Quasigeoid ist virtueller Repräsentant der Höhenbezugsfläche
- ganzheitliche Betrachtung der geometrisch und physikalisch definierten Komponenten

Der einheitliche Raumbezug ermöglicht die Kombination terrestrischer und satellitengestützter Messverfahren



Raumbezugserlass 2016

Seit 01.12.2016 wird der geodätische RB durch folgende Komponenten realisiert

- **Deutsche Haupthöhennetz (DHHN) 2016** im Höhenstatus 170 (HST 170) als amtlicher Höhenbezugsrahmen
- **Referenzstationsnetz (RSN, 27 RSP) und Geodätisches Grundnetz (GGN, 25 GGP)** mit den Koordinaten und ellipsoidischen Höhen der GNSS-Messkampagne 2008 (ETRS89/DREF91/Realisierung 2016)
- **Deutsche Hauptschwerenetz (DHSN) 2016** als amtlicher Schwerebezugsrahmen
- **German Combined Quasigeoid (GCG) 2016**



2016: Historisierung des TP-Feldes in NW

Referenzstationsnetz (RSN, 27 RSP) und Geodätisches Grundnetz (GGN, 25 GGP) ersetzen das bisherige TP-Feld

- GGP dienen der physikalische Realisierung und Sicherung des ETRS89 in Deutschland
- RSP stellen den RB bereit

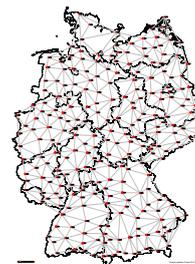
DHDN 1990: Deutsches Hauptdreiecksnetz

28.000 Trigonometrische Punkte in NRW
(1. bis 4. Ordnung)



RB 2016: GGP & RSP

25 GGP in NRW, 251 deutschlandweit
27 RSP in NRW, 283 deutschlandweit



Vermarkung GGP



15 x sonst. GGP
Platte: 30 x 30 x 10 cm

10 x AGRAV Platte: 80 x 80 x 15 cm
Pfeiler: 50 x 50 x 100 cm



GNSS-Punktbestimmung zzgl.

- physikalischer Höhe im DHHN 2016 unter Anschluss an HFP 1. Ordnung
- Absolut- oder Relativgravimetermessungen im DHSN 2016 ausgehend von SFP 1.0

9

Vermarkung RSP



Gummersbach



Essen



Titz



Düsseldorf

10



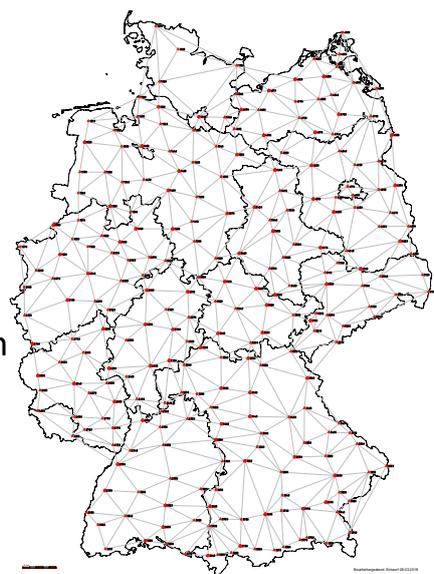
Bestimmung der GGP & RSP GNSS-Kampagne 2021

GNSS-Kampagne 2021



Grundlage Rili-RB-Adv 2017

- Wiederholungsmessung des GGP-Rahmennetzes (250 Punkte) wenn Galileo verfügbar oder 12 Jahre nach der letzten Messung 2008 => 2020 => 2021
- hochpräzise Bestimmung von 3D-Koordinaten des GGP-Rahmennetzes sowie der RSP auf dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik in den internationalen Bezugsrahmen (zurzeit ITRF2020 und ETRF2000)



GNSS-Kampagne 2021-Ziele



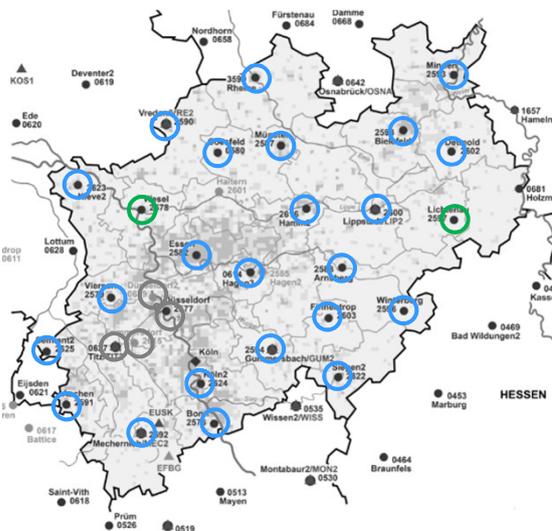
- Konsistenz in der Bestimmung der nationalen Referenznetze (GGN und RSN) durch gemeinsame Beobachtung und Auswertung
- Beurteilung der Stabilität des Rahmennetzes, Kenntnisse über großräumige geologische Einflüsse
- Erweiterung des GGP-Rahmennetzes durch permanent besetzte RSP (GREF- und SAPOS®-Stationen), die später als Datumspunkte des zukünftigen RSN-Monitorings genutzt werden
- Rahmennetz-GGP werden mit geeigneten permanent betriebenen RSP zusammengeführt => operationelles Monitoring des amtlichen geodätischen 3D-Datums des integrierten Raumbezugs 2016

13

Antennentausch vor der GNSS Kampagne



- Austausch der Antennen der Referenzstationen **vor** und **nach** der GNSS Kampagne (Sonderfälle)
- Wechsel von Trimble Zephyr-Geodetic (2) hin zu Leica AR25.R4 Antennen
- Einheitliche Antennen führen zu Minimierung des Fehlerhaushaltes
- bundesweit einheitliche Antennen
- identisch zu den Feldantennen mit denen die GGP beobachtet wurden



(Abbildungen nicht maßstabsgetreu)

14

GNSS-Kampagne 2021



Messparameter:

- GGP-Genauigkeitsanforderung Lage 1 mm und 2 mm ellip. Höhe
- 24 Stunden Beobachtungen, alle verfügbaren GNSS-Systeme
- Punkte doppelt, tlw. dreifach besetzt, 35 Messtrupps zeitgleich im Einsatz, davon 4 aus NRW
- Einheitliche Antennen, individuell kammer- und roboterkalibriert
- Gleichzeitige Einbindung der Referenzstationen (SAPOS)
- RSP-Genauigkeitsanforderung Lage 5 mm und 8 mm ellip. Höhe
- Auswertung durch unabhängige Rechenstellen (LGLN & BKG)



Septentrio PolaRx5 & Trimble NetR9

15

GNSS-Kampagne 2021



251 GGP

(01) Schleswig-Holstein	5 GGP
(02) Hamburg	1 GGP
(03) Niedersachsen	29 GGP
(04) Bremen	0 GGP
(05) Nordrhein-Westfalen	25 GGP
(06) Hessen	13 GGP
(07) Rheinland-Pfalz	15 GGP
(08) Baden-Württemberg	22 GGP
(09) Bayern	56 GGP
(10) Saarland	2 GGP
(11) Berlin	2 GGP
(12) Brandenburg	19 GGP
(13) Mecklenburg-Vorpommern	22 GGP
(14) Sachsen	16 GGP
(15) Sachsen-Anhalt	13 GGP
(16) Thüringen	10 GGP

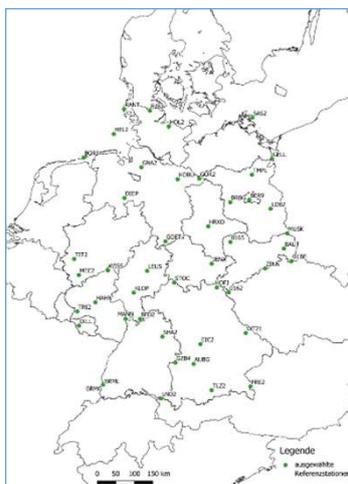


Netzstufen A, B und C



Netz A

Geodätisches Grundnetz
(GGP-Rahmennetz der 251
GGP, Stand: 2021)



Netz B

Ergänzung Netz A um 46
zusätzliche RSP-Bodenstationen



Netz C

Ergänzung Netz B um alle
RSP-Stationen

17

Auswertevarianten



Aufwändige Auswerteprozesse durch mehrere Varianten.
Berechnungszeitraum im Vergleich zu 2008 doppelt so schnell.

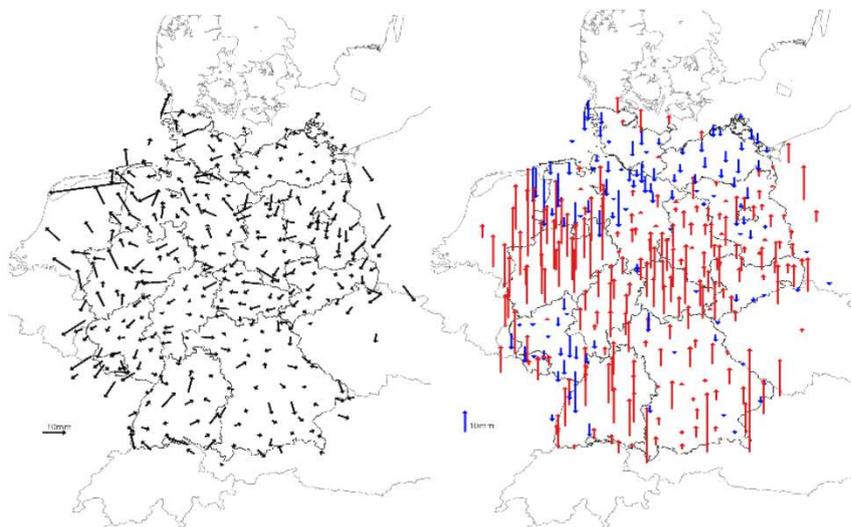
Berechnungsstufe	Punktzahl	Rechenstelle	Kalibriermodell
Netz A	251 (GGP- Rahmennetz)	BKG	AMK
			RFK
		LGLN	AMK
			RFK
Netz B	297 (251 GGP und 46 RSP)	BKG	AMK
			RFK
		LGLN	AMK
			RFK
Netz C	609 (251 GGP und 358 RSP)	BKG	AMK
			RFK
		LGLN	AMK
			RFK

18

Finales Ergebnis



Zusammenfassung
der Ergebnisse
für Netz C
beider Rechenstellen,
basierend auf
Roboterkalibrierung



Neue Koordinaten für GGP und RSP



- Als Ergebnis der **GNSS-Kampagne 2021** liegen für 25 GGP & 27 RSP neue, bundesweit homogene Koordinaten vor
- Bundesweite **Einführung zum 01.07.2025**, in NRW analog zur Einführung des RB 2016 durch Erlass des IM
- bundesweite Einheitlichkeit wichtig für neuen PPP-RTK Dienst

Koordinaten für Excel-Tabelle alle RS NW, Septentrio.
Daten extrahiert aus UB-RB2024-13_R2025_Anlage1_Koordinaten1
Spalte Höhe-Offset ergänzt nach Stationsbeschreibungen

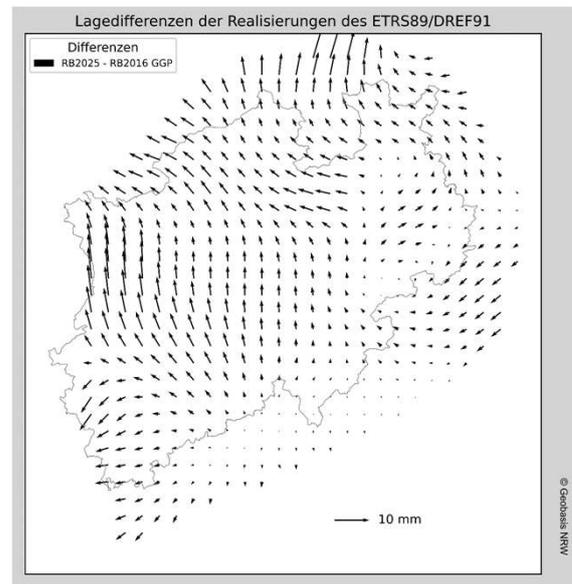
```
#
# TRABBI-2D 2.5vom 01.12.2016
# -----
# Umrechnung am: 03.02.2025 um: 16:03:40 Uhr
# Bezugssystem: ETRS89
# Ellipsoid: GRS (1980)/WGS (1984)
# Abbildung: UTM
#
# Satzaufbau: PBZ East North ellip.Höhe
#
2576 32369910.7195 5615412.1652 128.5167
2578 32334583.2863 5726468.9328 98.7245
2579 32318047.0066 5681829.8403 105.4652
2582 32362171.6411 5702679.4338 217.3099
2585 32394691.3103 5693210.5488 264.5474
2587 32405640.9375 5756924.5622 148.8199
2588 32435646.1512 5694588.0344 300.4188
2591 32294695.1989 5628059.3392 263.2446
2593 32494003.0677 5792324.2521 120.6048
2596 32466729.5531 5672194.7937 737.9101
2597 32492640.6275 5717813.3488 347.9832
2598 32468047.6082 5763607.6908 181.1855
2600 32421861.3991 5614325.4371 516.2305
2602 32491873.0801 5753568.1172 216.2786
2603 32428193.2114 5669577.3899 370.6126
2615 32329239.7076 5657742.8762 112.2611
2616 32417751.5037 5726152.9127 127.6733
2622 32431807.8311 5639413.9718 371.8397
2623 32302816.2730 5739147.6311 104.3881
2624 32363236.3073 5636900.8597 114.1361
2625 32284502.8369 5653810.0704 100.7004
3599 32393374.4297 5793016.9436 109.7740
T112 32319923.5973 5656881.7125 156.1073
GUM2 32399582.6585 5654035.1161 339.0272
LIP2 32453400.7913 5722972.1551 143.3583
MEC2 32332465.3175 5612240.1955 290.2753
VRE2 32347349.1701 5769358.1256 92.5483
0500 32374525.6542 5755423.6914 143.8521
0614 32389814.1488 5695197.7178 174.8561
3599 32393374.4297 5793016.9436 109.7740
```



gepos.sapos.de

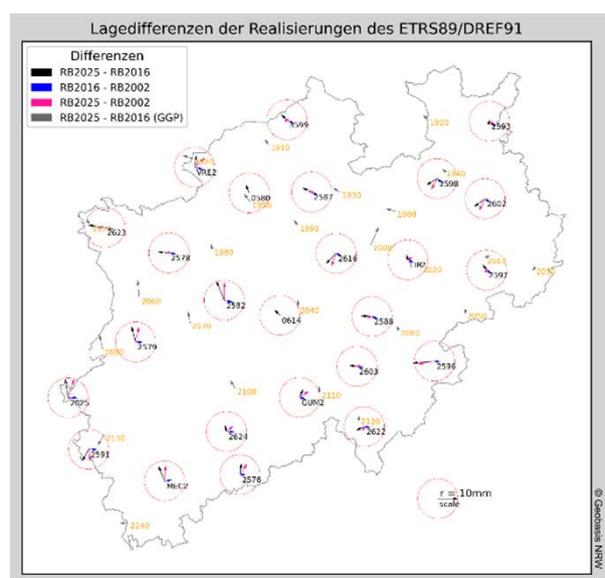
Veränderungen Lage (GPP)

- Darstellung interpolierter Lagedifferenzen (RB2016-2025)
- Ursache: primär kleinräumige geologische Effekte und Einflüsse der Bodenmechanik
- auffallend abweichender GGP 2000 im Kreis Warendorf: lokale Punktinstabilität, nicht repräsentativ, daher hier nicht dargestellt



Veränderungen Lage (RSP)

- Darstellung der Veränderungen zwischen Raumbezug 2003, 2016 und 2025
- Bereitstellung des Raumbezugs über RSP des SAPOS® Dienstes
- Koordinatenabweichungen bis zu 1 cm zu erwarten



Was ist mit dem Liegenschaftskataster?



- besondere Bedeutung des veränderten Koordinatenraums bei Liegenschaftskataster wegen Grenznachweis
- systematische Veränderungen unzulässig, großräumige und stetige geologische Einflüsse lassen diese Strenge nicht zu
- die Koordinatenänderungen können, gemessen an den angestrebten Genauigkeiten, vernachlässigt werden
- keine Transformation der Koordinaten des Liegenschaftskatasters notwendig
- zukünftig Monitoring des Koordinatenraumes



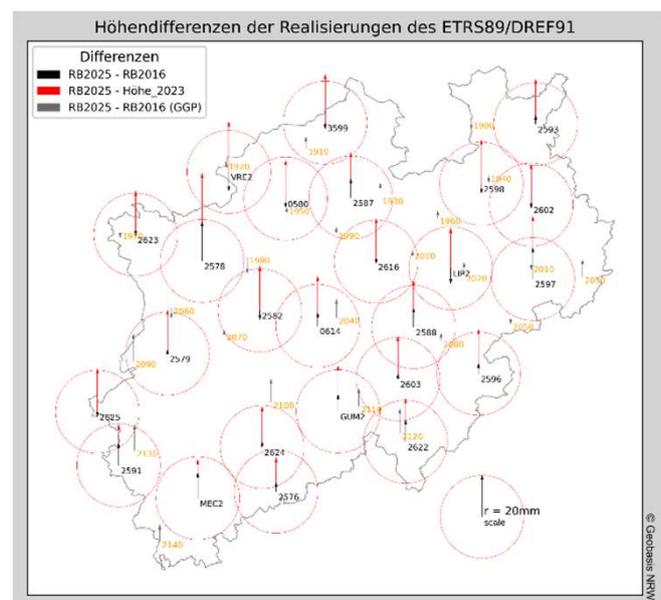
https://www.landratsamt-pirna.de/img/6721A128_rdxax_1401x1590s.jpg

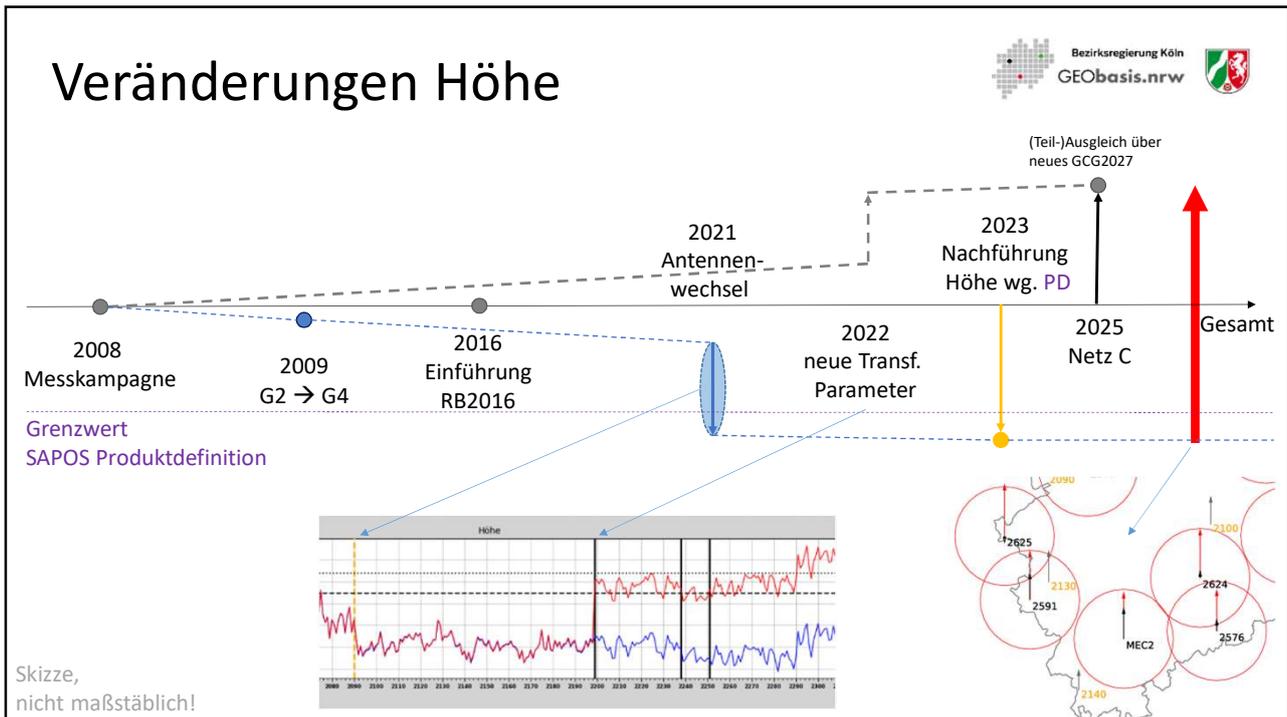
23

Veränderungen Höhe



- Darstellung der Veränderungen zwischen Raumbezug 2016, Höhenänderung 2023 und Realisierung 2025





Auswirkungen Höhe

- Höhe für Liegenschaftskataster „irrelevant“
- Änderungen im Rahmen der SAPOS® Produktdefinition
- signifikant spürbar bei Anwendern, die z.B. Höhenzeitreihen erfassen
- Dokumentation der genauen Höhenänderung wird zur Verfügung gestellt
- Einführung notwendig, um nach vielen äußeren Einflüssen wieder bundesweite Homogenität herzustellen
- Aktuell auch Differenz zu „korrekten“ NHN Höhen, da das GCG erst voraussichtlich 2027 aktualisiert wird

Und nun?

- Neuer Raumbezugserlass 2025
- (noch) anzupassendes GCG
- transformierte Prüffelder
- NTV2-Lagetransformation RB 2016 ↔ RB 2025
- ZfV Veröffentlichungen 3/2025 und x/2025



27

Raumbezugserlass 2025



Entwurf z.Zt. in der Verbändeanhörung (LKT, Städtetag, Kommunen, BdVI, VdV)

Neue Komponenten:

- a) Geodätisches Grundnetz (GGN) mit den Koordinaten und ellipsoidischen Höhen aus der GNSS-Messkampagne 2021 (ETRS89/DREF91/Realisierung 2025), das gemeinsam mit dem Referenzstationsnetz (RSN) als amtlicher Lage- (bzw. 3D-) Bezugsrahmen dient
- b) **SAPOS**[®]-Referenzstationsnetz (RSN) mit den Koordinaten und ellipsoidischen Höhen aus der GNSS-Messkampagne 2021 (ETRS89/DREF91/Realisierung 2025)



Raumbezugserlass 2025



Unveränderte Komponenten:

- c) Deutsches Haupthöhennetz 2016 (DHHN2016) - Höhenstatus 170 (HST 170) - als amtlicher Höhenbezugsrahmen
- d) HOETRA2016 in der Version 1.0 als Modell zur Transformation von amtlichen Höhen im DHHN92 (HST 160) in amtliche Höhen des DHHN2016 (HST 170) und umgekehrt. HOETRA2016 wird als [Web-Anwendung](#) für jedermann bereitgestellt
- e) Deutsches Hauptschwerenetz 2016 (DHSN2016) als amtlicher Schwerebezugsrahmen
- f) German Combined Quasigeoid 2016 (GCG2016) zur Beschreibung des Erdkörpers bei Nutzung von Normalhöhen

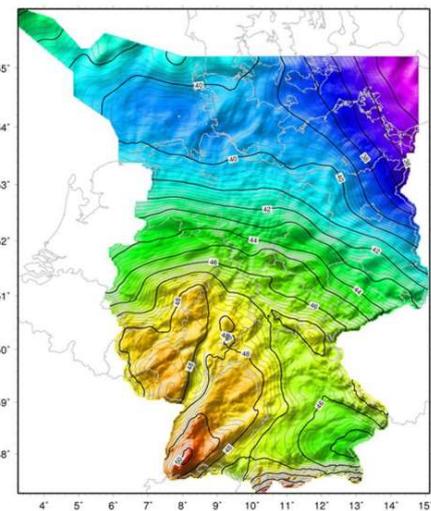
29

GCG 2016 vs. GCG 2026



voraussichtlich 2026 wird ein aktualisiertes German Combined Quasigeoid (GCG) bereitgestellt (BKG)

- Bis dahin: GCG2016, korrespondierend zu der Realisierung 2016 des ETRS89/DREF91
- Durch die Fortschreibung der ellipsoidischen Höhen der SAPOS®-Referenzstationen (RB 2025) kommt es zu geringfügigen Veränderungen einer aus der ellipsoidischen Höhe abgeleiteten NHN-Höhe
- restliche Abweichungen werden entfallen, wenn das bisherige GCG2016 durch das neue GCG202x abgelöst und die optimale Übereinstimmung mit den Höhen des DHHN wiederhergestellt ist



https://sg.geodatenzentrum.de/web_public/gdz/dokumentation/deu/quasigeoid.pdf

30

Prüffelder

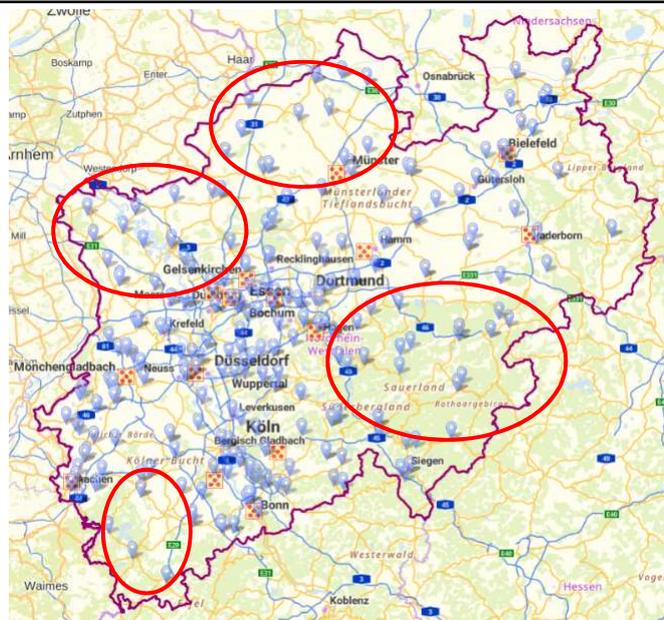
Nr. 2.3.2 Erhebungserlass (ErhE) legt das Prüfverfahren für alle im LK eingesetzten Tachymeter und GNSS Rover fest

Systemprüfung

- bei erstmaliger Inbetriebnahme
- nach Reparaturen,
- sonst einmal jährlich

zur Zeit 14 Prüffelder

<https://www.bezreg-koeln.nrw.de/geobasis-nrw/produkte-und-dienste/raumbezug/pruefung-und-kalibrierung>



31

Prüffelder



Durch die Einführung des RB 2025 werden die Sollkoordinaten der Prüffelder zum 01.07.2025 mit Hilfe einer Transformation umgestellt!

- Transformation stellt Übergangslösung dar, bis die Prüffelder unter der neuen Realisierung des Raumbezugs 2025 sukzessiv in Zusammenarbeit mit den betroffenen Kommunen durch Referenzmessung neu bestimmt werden
- Wichtig: Systemprüfungen von GNSS Rovern auf den Prüffeldern vor dem 01.07.2025 müssen bis Ende Juni ausgewertet werden!
- Kein Einfluss bei Tachymeterprüfungen, da örtliches Koordinatensystem

Das Lika muss nicht transformiert werden, aber die Prüffelder?

- Die zulässige lineare Lageabweichung bei der Systemprüfung ist mit einem Grenzwert von 15 mm in den Kontrollpunkten eng gefasst
- Bleiben die aufgezeigten Änderungen unberücksichtigt, dann ist bereits ein hoher Fehleranteil aufgebraucht und die Überprüfung der GNSS-Rover läuft auf einen Fehler, obwohl das eingesetzte Instrumentarium einwandfrei arbeitet

32

NTv2 Lagetransformation



Sollen Geodatenbestände lagemäßig transformiert werden, stellt die AdV ein einheitliches Werkzeug in Form einer bundesweiten Grid-Transformation nach dem NTV2-Verfahren bereit

- NTV2 steht für National Transformation Version 2 und bezeichnet ein Verfahren für die Überführung zweidimensionaler, georeferenzierter Daten von einem Bezugssystem in ein anderes
- Transformationsmethode und Dateiformat
- virtuelles, regelmäßiges Gitter, dessen Knotenpunkte Träger von zweidimensionalen Verschiebungsvektoren (Lage-Shifts) sind
- vgl. ZfV 1/2010; Ahrens, Böhmer: NTV2-Gitterdateien zur Überführung katasterbezogener Datenbestände ins ETRS89



Abb.: Modell der horizontalen Verschiebungsbeträge in Vektordarstellung
Quelle: Vorbericht BKG zur Tagung AK RB 2025

NTv2 Lagetransformation



NTv2-Transformationsparameter werden aus den Ergebnissen der GGP-Bewegungsraten abgeleitet RB 2016 ↔ RB 2025

- werden z.Zt. beim BKG berechnet und in der zweiten Jahreshälfte veröffentlicht, Informationen zur Fundstelle können ab Juli 2025 per E-Mail unter raumbezug@brk.nrw.de erfragt werden
- Auch wenn aktuell keine Transformation notwendig erscheint, wird sichergestellt, dass im Falle einer Neubewertung die erforderlichen Transformationsparameter zur Verfügung stehen
- Neubewertung z.B. wenn nach weiteren, zukünftigen Messkampagnen in der Summe Koordinatenwertänderungen eintreten, die eine relevante Größenordnung besitzen und eine Transformation von Bestandsdaten erforderlich machen

Zweiteilige Veröffentlichung in der ZfV

- Teil 1: im nächsten Heft, Ausgabe 3/2025
- Teil 2: für eine spätere Ausgabe in Vorbereitung

Fachartikel der Zeitschrift für Geodäsie,
Geoinformation und Landmanagement (ZfV) werden
unter <https://geodaesie.info/zfv> nach der
Veröffentlichung zum Download bereitgestellt



Dr. Bernd Krickel
Ann-Kathrin Schölgens
Guido Balkenhol

Bezirksregierung Köln
Abteilung 7 Geobasis NRW
50606 Köln

Dienstgebäude: Scheidtweilerstraße 4
50933 Köln

Telefon: 0221 / 147 - 4994
E-Mail: geobasis@brk.nrw.de
Internet: www.brk.nrw.de