

Der bundeseinheitliche geodätische Raumbezug – integriert und qualitätsgesichert

Bernhard Heckmann, Gerhard Berg, Stephan Heitmann, Cord-Hinrich Jahn, Berthold Klausner, Gunter Liebsch und Ria Liebscher

Zusammenfassung

Das Verständnis für den geodätischen Raumbezug hat sich im vergangenen Jahrzehnt in Deutschland konsequent weiterentwickelt. Hierzu hat insbesondere das AdV-Projekt »Wiederholungsmessungen im Deutschen Haupthöhennetz (DHHN)« beigetragen. Heute spricht man vom »integrierten geodätischen Raumbezug« und versteht darunter erstmalig eine ganzheitliche Betrachtungsweise der bislang getrennten geometrisch und physikalisch definierten Komponenten: Lage, 3D-Position, Höhe bzw. geopotenzielle Kote und Schwere. Der Arbeitskreis Raumbezug der AdV hat diesen Ansatz in das Zentrum seiner neuen Richtlinie für den geodätischen Raumbezug des amtlichen Vermessungswesens in Deutschland gestellt. Darüber hinaus wird der Qualitätssicherung der Bezugsrahmen, die durch das bundeseinheitliche Festpunktfeld realisiert werden, ein besonderes Augenmerk gewidmet.

Summary

Professional understanding of official geodetic spatial reference in Germany has evolved consistently over the past decade. In particular the AdV project »Repeated measurements in the German main height network (DHHN)« has contributed to a new approach. Today we speak of the »integrated geodetic spatial reference« as holistic approach of the geometrically and physically defined components. AdV working group »spatial reference« has placed this approach in the center of its new policy for the geodetic spatial reference of official surveying in Germany. In addition, special attention is dedicated to the quality assurance of the reference framework, which is realized by the unified field of geodetic control points.

Schlüsselwörter: Integrierter Raumbezug, bundeseinheitliches Festpunktfeld, Quasigeoid, Zeitreihen

1 Vorbemerkungen

Unsere Gesellschaft benötigt raumbezogene Informationen in vielfältiger und verlässlicher Weise. Diese Informationen müssen zum Zweck der universellen Anwendung mit einem eindeutigen Bezug zur Position auf der Erde ausgestattet sein. Um diese Forderung zu erfüllen, ist eine ganzheitliche Infrastruktur zur praxisgerechten Georeferenzierung nach Lage, Höhe und Schwere unter Berücksichtigung zeitlicher Veränderungen vorzuhalten. Erst durch den einheitlichen geodätischen Raumbezug wird der Aufbau einer Geodateninfrastruktur beim Bund, bei den Ländern und bei den Kommunen ermöglicht, die

auch den Anforderungen des Geoinformationswesens der Europäischen Union (EU) gerecht wird. Er ist somit die Voraussetzung für die Zusammenführung, Analyse und Darstellung von georeferenzierten Daten verschiedener Fachdisziplinen.

In einem Staat wie Deutschland mit seiner hohen Infrastrukturdichte sind die Anforderungen an diesen einheitlichen geodätischen Raumbezug besonders hoch. Dessen Bereitstellung bedarf allerdings unter den Bedingungen eines föderalen Vermessungswesens mit unterschiedlichen rechtlichen Regularien in den Ländern und im Bund sowie ressourcenbedingt unterschiedlichen Möglichkeiten in der Grundlagenvermessung einer sorgfältigen Abstimmung. Dies leistet die Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV), die 2004 mit dem Beschluss 115/7 die Strategie für den einheitlichen Raumbezug des amtlichen Vermessungswesens in Deutschland vorgegeben hat. In der Folge hat der Arbeitskreis Raumbezug der AdV (AK RB) 2006 die »Richtlinien für den einheitlichen Raumbezug des amtlichen Vermessungswesens in der Bundesrepublik Deutschland« verabschiedet (AdV 2006). Darin wurden die amtlich verwendeten Bezugssysteme und deren aktuelle Realisierungen, d. h. die Referenznetze für Lage, Höhe und Schwere, beschrieben. Das bundeseinheitliche Festpunktfeld besteht danach aus den Geodätischen Grundnetzpunkten (GGP), den Höhenfestpunkten 1. Ordnung (HFP 1.O.), den Schwerefestpunkten 1. Ordnung (SFP 1.O.) und den Referenzstationspunkten (RSP). Für diese vier Kategorien wurden jeweils Regelungen bezüglich der Definition, Punktdichte, Vermarkung, Bestimmung und Genauigkeit getroffen. Diese Mindestanforderungen sind in allen Teilen Deutschlands zu garantieren und durch alle Länder einzuhalten.

In der Folgezeit haben sich die »Richtlinien 2006« bewährt und waren Grundlage für die großen aufeinander aufbauenden Messkampagnen der Vermessungsverwaltungen zur Aktualisierung der geodätischen Bezugsrahmen. Diese bestanden aus den Wiederholungsnivellements im Deutschen Haupthöhennetz (DHHN) 2006 bis 2012, der GNSS-Kampagne 2008 über 250 GGP sowie den Absolutschweremessungen 2009/2010 auf 100 dieser GGP. Die Konzeption, die Durchführung und die erreichten Resultate dieses AdV-Projektes haben das Verständnis für den amtlichen geodätischen Raumbezug weiterentwickelt (Heckmann und Jahn 2014) und verlangten die Fortschreibung der »Richtlinien 2006«. Eine 2011 eingerichtete Projektgruppe des AK RB hat daraus nach einer umfassenden Überarbeitung die »Richtlinie für den

einheitlichen integrierten geodätischen Raumbezug des amtlichen Vermessungswesens in der Bundesrepublik Deutschland« erstellt, die schließlich 2014 durch den AK RB beschlossen und publiziert wurde (AdV 2014b). Die Überlegungen des AK RB münden in das Konzept des integrierten geodätischen Raumbezugs, das im Folgenden vorgestellt werden soll.

2 Das neue Verständnis des geodätischen Raumbezugs

2.1 Ganzheitliche Betrachtung

Im »Integrierten geodätischen Raumbezug« werden die geometrischen Komponenten (3D-Position bzw. Lage und ellipsoidische Höhe) und die physikalischen Komponenten (Höhe bzw. geopotenzielle Kote und Schwere) ganzheitlich betrachtet. In den GGP werden diese verschiedenen Komponenten direkt miteinander verknüpft. Die verbindende Bezugsfläche zwischen den geometrisch und den physikalisch definierten Höhen ist das Geoid bzw. Quasigeoid; sie stellt ein zentrales Element des integrierten geodätischen Raumbezugs dar (vgl. auch 3.1).

2.2 Realisierung und Qualitätssicherung

Der geodätische Raumbezug wird ausschließlich durch dauerhaft vermarktete Festpunkte an der Erdoberfläche realisiert und gesichert. Die Einrichtung, Erhaltung und Pflege dieser Festpunkte ist eine Kern- und gleichzeitig eine Daueraufgabe des amtlichen Vermessungswesens.

Die Erdoberfläche ist aufgrund geodynamischer Prozesse sowie anthropogener Ursachen Veränderungen unterworfen. Die Festpunkte nehmen an den Bewegungen der Erdoberfläche teil und fungieren insofern als »passive Geosensoren«. Das bedeutet, dass sich auch deren amtliche Koordinaten, Höhen und Schwerewerte im Laufe der Zeit ändern können und dementsprechend von den Landesvermessungsbehörden fortzuschreiben sind.

Zur Erhaltung ihrer infrastrukturellen Funktion (d. h. zur Qualitätssicherung) müssen die amtlichen geodätischen Bezugsrahmen bedarfsgerecht überwacht bzw. überprüft und durch Wiederholungsmessungen aktualisiert werden. Die Ergebnisse werden in Zeitreihen dokumentiert, aus denen sich Erkenntnisse für das Geo- und Umweltmonitoring ableiten lassen. Der beim Satellitenpositionierungsdienst der deutschen Landesvermessung (SAPOS®) bereits seit mehreren Jahren praktizierte Grundsatz eines dokumentierten Qualitätsmanagements wird nun auf den gesamten integrierten geodätischen Raumbezug übertragen.

2.3 Bereitstellung

Die Bereitstellung des geodätischen Raumbezugs erfolgt Dienste-basiert (vgl. dazu auch AdV 2014a), und zwar vorrangig über SAPOS® und ergänzend über das Amtliche Festpunktinformationssystem (AFIS). Dadurch wird ein wesentlicher Baustein für die Geodateninfrastruktur (GDI) in Deutschland gewährleistet. Die bereits seit vielen Jahren verfügbaren kundenorientierten und qualitätsgesicherten Dienste des SAPOS® stehen beispielhaft für diesen Ansatz.

Die dauerhaft vermarkteten Festpunkte (vgl. 2.2) dienen insbesondere dort als Anschlusspunkte, wo SAPOS® nicht verfügbar ist oder die Positionierungsergebnisse nicht die geforderte Genauigkeit erreichen. Zudem sind sie als unabhängige Referenz zur Überprüfung der mittels SAPOS® erhaltenen Positionierungsergebnisse verwendbar.

Um aus den dreidimensionalen Positionsergebnissen des SAPOS® die in der Praxis benötigten physikalisch definierten Normalhöhen im DHHN ableiten zu können (vgl. 3.1), benötigt man ein exaktes Quasigeoidmodell. Dieses muss bundesweit verfügbar sein und ist deshalb von der AdV gemeinschaftlich festzulegen.

2.4 Rollenverteilung zwischen Bund und Ländern

Mit der jetzigen Neukonzeption des Raumbezugs wird die Rollenverteilung zwischen den vom Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) unterhaltenen großräumigen geodätischen Netzen und den Festpunktfeldern der Länder erstmals näher beschrieben. Die beiden Bereiche konkurrieren nicht, sondern sie ergänzen sich in ihren Funktionen. Dabei bilden die Netze des BKG die Verbindung zu den europäischen und internationalen Bezugsrahmen und stellen dadurch die geodätische Verknüpfung des amtlichen deutschen Geoinformationswesens mit dem der Europäischen Union (EU) sicher (siehe auch TR BGeoRG 2014). Die Festpunktfelder der Länder hingegen realisieren den Raumbezug in der für bundesweite, landesweite sowie lokale Anwendungen angemessenen Dichte und Genauigkeit.

3 Integrierter geodätischer Raumbezug

3.1 Integration statt Trennung

Die klassischen Komponenten des geodätischen Raumbezugs bestehen aus der Lage, der Höhe und der Schwere. Durch die operationelle Nutzung satellitengeodätischer Verfahren seit etwa 1970 sind die räumlichen Positionsbestimmungen in geozentrischen Bezugssystemen hinzugekommen. Lage und räumliche Position sind geometrisch definiert. Die Höhe ist dagegen physikalisch definiert, weil sie vom Grundsatz her Potenzialdifferenzen

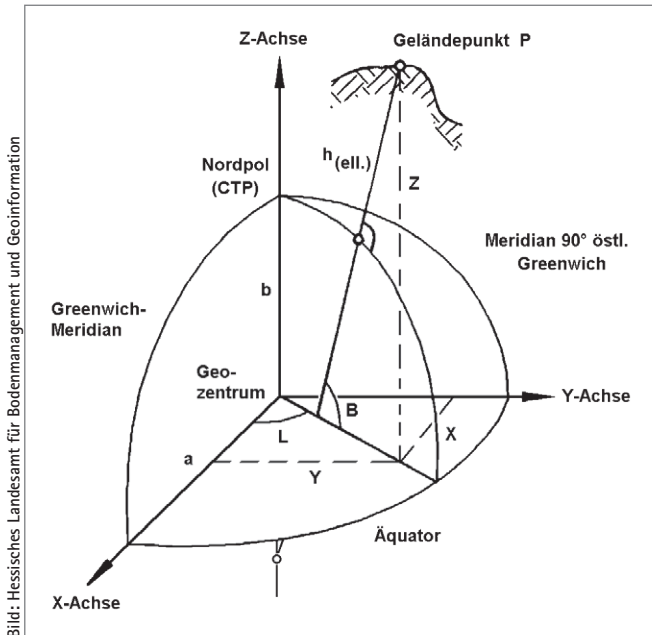


Abb. 1: Räumliche Positionierung

im Erdschwerefeld durch metrische Werte anschaulich beschreiben soll. Zur Ableitung von Potenzialdifferenzen und zur Festlegung einer einheitlichen Bezugsfläche (Geoid) müssen georeferenzierte Schwerewerte gemessen werden, weshalb das Schwerebezugssystem neben der Lage und der Höhe eine weitere notwendige Komponente des geodätischen Raumbezuges darstellt.

Standen diese Komponenten bislang meist getrennt nebeneinander, werden sie beim integrierten geodätischen Raumbezug ganzheitlich betrachtet. Die räumliche geometrisch definierte Position aus einer satellitengeodätischen Bestimmung wird rechnerisch in eine Lagekomponente und eine Höhenkomponente, die beide auf ein Referenzellipsoid bezogen sind, aufgespalten (vgl. Abb. 1). Die physikalische Höhe desselben Punktes bezieht sich auf das Geoid (orthometrische Höhe) bzw. auf das Quasigeoid (Normalhöhe). Der Übergang von den geometrischen zu den physikalischen Höhen ist über ein hochgenaues Geoid- bzw. Quasigeoidmodell möglich, das die exakten vertikalen Abstände zum Referenzellipsoid (die Geoidundulationen bzw. Höhenanomalien) über die gesamte Fläche beschreibt (vgl. Abb. 2). Letztlich bildet das Geoid- bzw. Quasigeoidmodell im integrierten geodätischen Raumbezug das wesentliche Bindeglied zwischen den geometrisch und den physikalisch definierten Bezugsflächen.

Für eine bestmögliche Realisierung dieses Geoid- bzw. Quasigeoidmodells ist es erforderlich, das räumliche geometrische Bezugssystem (3D-Position) mit den physikalischen Bezugssystemen (Höhe und Schwere) ohne Genauigkeitsverlust zusammenzuführen. Idealerweise erfolgt dies in ausgewählten Festpunkten, wo die jeweiligen geodätischen Bezugsgrößen (3D-Position, physikalische Höhe und Schwere) möglichst epochengleich bestimmt werden. Diese Funktion obliegt den GGP, die in den »Richtlinien 2006« erstmals definiert worden sind. Im Rahmen des

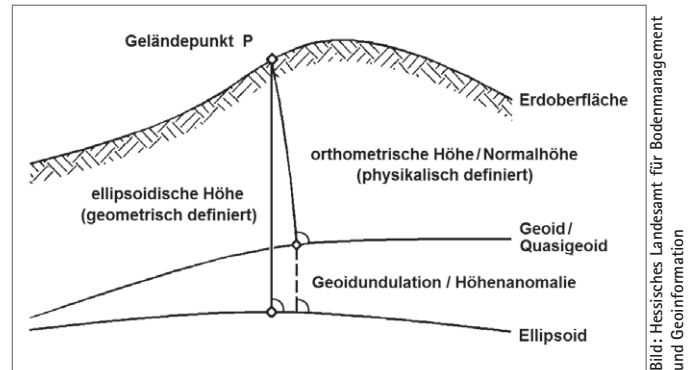


Abb. 2: Höhenbezugsflächen

AdV-Projektes »Wiederholungsmessungen im DHHN« wurden in der GNSS-Kampagne 2008 für 250 GGP, die unmittelbar mit dem DHHN verknüpft sind, hochgenaue 3D-Koordinaten bestimmt (GNSS = Global Navigation Satellite System). In der Lage wurde dabei eine Genauigkeit (Standardabweichung) von 1 mm erreicht, in der ellipsoidischen Höhe von 2 mm. Für dieselben 250 GGP wurden mittels Präzisionsnivellement im DHHN gleichermaßen hochgenaue physikalische Höhen ermittelt. Aus der Differenz zwischen den so gemessenen ellipsoidischen und physikalischen Höhen ergibt sich in diesen 250 GGP die Geoidundulation bzw. die Höhenanomalie unmittelbar mit der höchsten Genauigkeit, die bislang in derart großräumigen Netzen in Deutschland erreicht wurde.

Aus diesem Grund repräsentieren diese 250 GGP eine besondere, neue Qualität im geodätischen Raumbezug in Deutschland und werden folgerichtig im so genannten GGP-Rahmennetz zusammengefasst. Die im AdV-Projekt bestimmten geodätischen Bezugsgrößen dieser GGP stellen dabei die Urmessung des integrierten geodätischen Raumbezuges dar.

3.2 Einführung des neuen Raumbezuges

Um dem Anspruch des amtlichen Vermessungswesens gerecht zu werden, bundesweit einheitliche geodätische Grundlagen bereitzustellen, sollen die neuen Bezugsrahmen und das dazugehörige AdV-Quasigeoid gemäß dem Beschluss 125/3 des AdV-Plenums vom September 2013 in allen Ländern zeitgleich Ende 2016 eingeführt werden. Damit an dieser Stelle der Charakter des (neuen) integrierten geodätischen Raumbezuges auch nach außen hin deutlich wird, ist vorgesehen, dass alle dann eingeführten neuen Bezugsrahmen mit der Jahreszahl 2016 gekennzeichnet werden. Das sind im Einzelnen:

- Die aus den 3D-Koordinaten der GNSS-Kampagne 2008 abgeleitete Realisierung des ETRS89/DREF91 (Realisierung 2016) für das GGP-Rahmennetz und für die zu diesem Zeitpunkt gültigen SAPOS®-Referenzstationspunkte (RSP).
- Der aus dem Wiederholungsnivellement erhaltene neue Höhenbezugsrahmen DHHN2016 basierend auf dem Modell der Normalhöhen. Die vertikale Lagerung (Da-

tum) erfolgt dabei bundesweit vermittelnd über 72 Höhenfestpunkte des DHHN92, deren regionale Stabilität zuvor messtechnisch nachgewiesen worden ist.

- Das AdV-Quasigeoid GCG2016 (GCG = German Combined Quasi-Geoid), das großräumig über die »gemessenen Höhenanomalien« des GGP-Rahmennetzes (d. h. über die Differenz aus ellipsoidischen Höhen im ETRS89/DREF91 (Realisierung 2016) und Normalhöhen im DHHN2016) festgelegt ist.
- Das durch Absolutschweremessungen validierte Deutsche Hauptschwerenetz 1996 (DHSN96), das nach Ergänzung um absolut gravimetrierte GGP und ggf. einer Niveaueinpassung in das DHSN2016 übergeleitet werden soll.

Mit der Einführung dieser untereinander konsistenten Bezugsrahmen wird der integrierte geodätische Raumbezug in Deutschland ganz bewusst in einer neuen Qualität realisiert.

4 Das bundeseinheitliche Festpunktfeld

Das bundeseinheitliche Festpunktfeld setzt sich, wie bereits in den »Richtlinien 2006« festgelegt, aus folgenden vier Punktkategorien zusammen:

- den Geodätischen Grundnetzpunkten (GGP), die das Geodätische Grundnetz (GGN) bilden,
- den Höhenfestpunkten 1. Ordnung (HFP 1.O.), die das Deutsche Haupthöhennetz DHHN bilden,
- den Schwerfestpunkten 1. Ordnung (SFP 1.O.), die das Deutsche Hauptschwerenetz (DHSN) bilden,
- den Referenzstationspunkten (RSP), die das Referenzstationsnetz (RSN) bilden.

Die GGP sind durch die auf ihnen erfolgte Verknüpfung der geometrischen und physikalischen Bezugsgrößen die primären Repräsentanten des integrierten geodätischen Raumbezugs. Sie unterteilen sich nunmehr in das GGP-Rahmennetz, das die Funktion des künftigen 3D-Datumsnetzes in Deutschland innehat, und in die weiteren GGP. Die GGP können mit HFP 1.O., mit SFP 1.O. oder mit exzentrischen Sicherungspunkten von RSP identisch sein. Die unmittelbare Verknüpfung von GGP und RSP über ein gemeinsames lokales Sicherungsnetz hat u. a. den Vorteil, dass zur Bestimmung und regionalen Überprüfung der reguläre SAPOS®-Betrieb und das im Rahmen des SAPOS®-Qualitätsmanagements anfallende Koordinatenmonitoring synergetisch genutzt werden können – die betreffenden GGP sind dabei lediglich als Exzentren der RSP auszuwerten.

Um die Funktionsfähigkeit der Festpunktfelder dauerhaft zu gewährleisten, müssen diese bedarfsgerecht überwacht und überprüft werden. Überprüfung bedeutet letztlich »Wiederholungsmessung« mit mindestens der gleichen Genauigkeit wie die vorherige Messung. Über-

prüfungen können lokal, regional, landes- oder sogar bundesweit ausgeprägt sein. Dabei sind nur für das GGP-Rahmennetz feste zeitliche Rhythmen für die Überwachung und Überprüfung vorgesehen:

- Überwachung (Sichtkontrolle) alle drei Jahre,
- Überprüfung durch Wiederholungsmessung des lokalen Sicherungsnetzes alle sechs Jahre,
- bundesweite 3D-Wiederholungsmessung mittels GNSS-Verfahren alle zwölf Jahre.

Die erste Wiederholungsmessung findet somit im Jahr 2020 statt. Dieser Zeitpunkt erscheint günstig, weil bis dahin die älteren GNSS GPS (USA) sowie GLONASS (Russland) umfassend modernisiert und die neuen GNSS BeiDou (China) sowie Galileo (Europäische Union) komplett ausgebaut und geodätisch nutzbar sein sollen. Die Auswertung einer Wiederholungsmessung des GGP-Rahmennetzes beinhaltet jeweils eine Diagnoseausgleichung des aktuellen Referenzstationsnetzes des SAPOS®. Dadurch wird sichergestellt, dass der für die Bereitstellung des amtlichen geodätischen Raumbezugs (vgl. 2.3) so wichtige SAPOS®-Dienst bestmöglich mit dem Datumsnetz des integrierten geodätischen Raumbezugs verknüpft ist.

Der Vergleich der 3D-Ergebnisse der Wiederholungsmessung des GGP-Rahmennetzes mit denen der Urmessung und später auch mit denen der vorausgegangenen Wiederholungsmessung sollte die großräumigen Veränderungen in den geodätischen Bezugsrahmen Deutschlands nach Lage und Höhe hinreichend aufzeigen. Anhand dieser Vergleiche kann dann qualifiziert über den Bedarf an lokalen oder regionalen Wiederholungsmessungen sowie über Aktualisierungen im bundeseinheitlichen Festpunktfeld befunden und entschieden werden.

5 Die »Richtlinie 2014«

Es ist ein zentrales Anliegen des AK RB, in der neuen »Richtlinie 2014« den amtlichen geodätischen Raumbezug in Deutschland allgemeinverständlich und schlüssig darzustellen sowie mit einer ganzheitlichen Produktdefinition zu hinterlegen, wie sie für SAPOS® bereits existiert (AdV 2013). Dementsprechend beschreibt die Richtlinie den integrierten geodätischen Raumbezug mitsamt der erforderlichen Qualitätssicherung, indem sie das bundeseinheitliche Festpunktfeld mit seinen vier Kategorien GGP, HFP 1.O., SFP 1.O. und RSP nunmehr gleichermaßen nach folgenden sieben Aspekten betrachtet:

- Definition,
- Netzaufbau,
- Vermarktung und Sicherung,
- Bestimmung,
- Genauigkeit,
- Überwachung und Überprüfung,
- Zeitreihen.

Gegenüber den »Richtlinien 2006« sind die Abschnitte Netzaufbau, Überwachung und Überprüfung sowie Zeitreihen neu hinzugekommen. Bezüglich der Genauigkeiten wurden die 2006 festgelegten Standards beibehalten. Lediglich für die 250 GGP des Rahmennetzes wurden die im AdV-Projekt »Wiederholungsmessungen im DHHN« erreichten hohen Genauigkeiten (1 mm Standardabweichung in der Lage und 2 mm Standardabweichung in der ellipsoidischen Höhe) als Referenz für künftige Wiederholungsmessungen vorgeschrieben.

Eine der wesentlichsten Ergänzungen befasst sich mit der Dokumentation aller Wiederholungsmessungen im bundeseinheitlichen Festpunktfeld in Zeitreihen. Auch wenn eine Wiederholungsmessung zu dem Ergebnis führt, dass die amtliche Lagekoordinate oder Höhe bzw. der amtliche Schwerewert eines Festpunktes nicht geändert zu werden braucht, werden die neu bestimmten Werte konsequent in ihrem jeweiligen Bezugsrahmen 2016 zusätzlich als »technische Koordinaten« geführt. So lassen sich im Laufe der Jahre aus diesen Zeitreihen Aussagen über die Lage- oder Höhenstabilität von Festpunkten gewinnen, die auch für andere geowissenschaftliche Fachdisziplinen relevant sein werden.

Neu eingefügt wurde das Kapitel »Höhenbezugsfläche/AdV-Quasigeoid«, dem zentralen verbindenden Element im integrierten geodätischen Raumbezug. Zudem wurde in die »Richtlinie 2014« ein umfangreiches Glossar mit Erläuterungen zu rund 25 Fachbegriffen des geodätischen Raumbezugs aufgenommen, das weitgehend mit den aktuellen Normungsaktivitäten des Deutschen Instituts für Normung (DIN) abgestimmt ist.

6 Ausblick

Mit dem Konzept des integrierten geodätischen Raumbezugs ist das amtliche Vermessungswesen in Deutschland bedarfsgerecht und zukunftsfruchtig aufgestellt. Die hergebrachte Trennung zwischen Lage und Höhe, letztlich zwischen geometrischen und physikalischen Komponenten, wird nunmehr endgültig überwunden, und zwar nicht nur hinsichtlich der geodätischen Bezugssysteme und Netze, sondern auch bezüglich der eingesetzten Mess- und Auswerteverfahren. Insofern eröffnet das neue Konzept ausgezeichnete Perspektiven für künftige genaue Höhenbestimmungen mittels GNSS-gestützter Vermessungsverfahren und SAPOS®.

Ein weiterer zentraler Aspekt ist, dass die Koordinaten, Höhen und Schwerewerte in den bodengebundenen geodätischen Festpunktfeldern grundsätzlich zeitlich veränderliche Größen sind. Dies muss bei den Maßnahmen, die die Qualität des geodätischen Raumbezugs nachhaltig sichern sollen, berücksichtigt werden.

Es wird interessant sein zu beobachten, welchen Einfluss die sich bereits abzeichnenden neuen fachtechnischen Entwicklungen (z.B. neue Auswertestrategien im

Segment der GNSS-gestützten Positionierungsverfahren und neue Fernerkundungsverfahren mittels Radarinterferometrie) auf den integrierten geodätischen Raumbezug haben werden. Eines ist jedenfalls heute schon klar: auch die neue »Richtlinie 2014« muss zu gegebener Zeit wieder fortgeschrieben werden.

Literatur

- AdV 2006: Richtlinien für den einheitlichen Raumbezug des amtlichen Vermessungswesens in der Bundesrepublik Deutschland vom 26.01.2006.
- AdV 2013: Produktdefinition SAPOS® V6 und SAPOS®-Qualitätsbericht, www.adv-online.de/AdV-Produkte/SAPOS/Veroeffentlichungen-SAPOS, letzter Zugriff am 27.04.2015.
- AdV 2014a: Strategie der AdV zur Bereitstellung der Geobasisdaten über Geodatendienste, Version 0.7, Stand 26.02.2014.
- AdV 2014b: Richtlinie für den einheitlichen integrierten geodätischen Raumbezug des amtlichen Vermessungswesens in der Bundesrepublik Deutschland vom 25.04.2014, www.adv-online.de/AdV-Produkte/Festpunkte, letzter Zugriff am 27.04.2015.
- Heckmann und Jahn 2014: Geodätischer Raumbezug. In: Kummer u. a. (Hrsg.): Das deutsche Vermessungs- und Geoinformationswesen 2015, Kapitel 5. Wichmann, Berlin und Offenbach, 2014.
- TR BGeoRG 2014: Technische Richtlinie Bundesgeoreferenzdatengesetz vom 23. Oktober 2014, veröffentlicht im Bundesanzeiger am 13.11.2014. www.bundesanzeiger.de, letzter Zugriff am 27.04.2015.

Anschrift der Autoren

Dipl.-Ing. Bernhard Heckmann
Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation (HLBG), Schaperstraße 16, 65195 Wiesbaden
bernhard.heckmann@hvb.g.hessen.de

Dipl.-Ing. Gerhard Berg
Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland-Pfalz (LVerGeo), Ferdinand-Sauerbruch-Straße 15, 56073 Koblenz
gerhard.berg@vermkv.rlp.de

Dipl.-Ing. Stephan Heitmann
Ministerium für Inneres und Kommunales des Landes Nordrhein-Westfalen, Friedrichstraße 62-80, 40217 Düsseldorf
stephan.heitmann@mik.nrw.de

Dr.-Ing. Cord-Hinrich Jahn
Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen (LGLN), Podbielskistraße 331, 30659 Hannover
cord-hinrich.jahn@lgl.niedersachsen.de

Dipl.-Ing. Berthold Klauser
Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (LGL), Kriegsstraße 103, 76135 Karlsruhe
berthold.klauser@lgl.bwl.de

Dr.-Ing. Gunter Liebsch
Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) – Außenstelle Leipzig, Karl-Rothe-Straße 10-14, 04105 Leipzig
gunter.liebsch@bkg.bund.de

Dipl.-Ing. Ria Liebscher
Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen (GeoSN), Olbrichtplatz 3, 01099 Dresden
ria.liebscher@geosn.sachsen.de

Dieser Beitrag ist auch digital verfügbar unter www.geodaesie.info.