

Einführung des amtlichen Höhenbezugssystems DHHN2016 in Sachsen-Anhalt

Von Hans-Peter Bahnemann, Guido Hestermeyer und Norman Alandt, Magdeburg

Zusammenfassung

Der geodätische Raumbezug hat in den letzten Jahren einen gravierenden Wandel von bislang getrennt betrachteten Festpunktfeldern hin zu einer integrierten Sichtweise erfahren. Diese Entwicklungen mündeten u. a. in einen AdV-Beschluss zur Einführung des einheitlichen integrierten geodätischen Raumbezugs. Im Artikel wird die Einführung des neuen Höhenbezugssystems als grundlegende Komponente dieser Neuausrichtung im Kontext eines integrierten Raumbezugs beschrieben.

I Einleitung

Den Beschluss zur Einführung des einheitlichen integrierten geodätischen Raumbezugs hat das Plenum der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV) auf seiner 128. Tagung am 21. und 22. September 2016 gefasst. Diese Neuausrichtung umfasste die Komponenten Einführung eines neuen Höhenbezugsrahmens, eines neuen Schwerebezugsrahmens mit einem verbesserten AdV-Quasigeoidmodell sowie einer neuen Realisierung des Europäischen Terrestrischen Referenzsystems 1989 (ETRS89) jeweils zum 1. Dezember 2016. Für die Umsetzung in den Bundesländern wurde ein Zeitraum bis zum 30. Juni 2017 eingeräumt. Formal bedeutete es den Abschluss und damit gleichzeitig auch die Einführung aller Ergebnisse des Projektes zur Erneuerung des Deutschen Haupthöhennetzes. Neben den Nivellementarbeiten waren GNSS¹-Messungen zur Neubestimmung von SAPOS²-Referenzstationen und Geodätischen Grundnetzpunkten (GGP) sowie Absolutschweremessungen auf ausgewählten GNSS/Nivellementpunkten Inhalt des Projektes. Einen wesentlichen Anteil an den konzeptionellen Arbeiten von der Planung und Durchführung bis hin zur Auswertung hat die vom AdV-Arbeitskreis Raumbezug hierfür eingerichtete Projektgruppe, in der auch Sachsen-Anhalt vertreten ist. Mit der epochengleichen Durchführung dieser Arbeiten wurde die Basis für die Verknüpfung geometrischer und physikalischer Messgrößen im Sinne eines integrierten Raumbezugs gelegt. Grundlage für die Einführung neuer Höhen war die erstmalige, nach der Wiedervereinigung sich über beide Teile Deutschlands erstreckende, Bestimmung des Deutschen Haupthöhennetzes 1992 (DHHN92), welche im Rahmen des bundesweiten Projektes zur Erneuerung und Wiederholung des DHHN92 durchgeführt wurde. Das Deutsche Haupthöhennetz 2016 (DHHN2016) ersetzt das bisherige lediglich durch linienhafte Verknüpfung der Höhenetze der Bundesrepublik Deutschland und der ehemaligen DDR entstandene DHHN92. Es basiert erstmalig seit 1912 auf einer gesamtdeutschen Vermessung und hat somit eine höhere Qualität als das DHHN92.

¹ GNSS – Global Navigation Satellite System

² SAPOS – Satellitenpositionierungsdienst der deutschen Landesvermessung

2 Das DHHN2016

Für die Realisierung des DHHN2016 wurden im Rahmen der Messkampagne 2006-

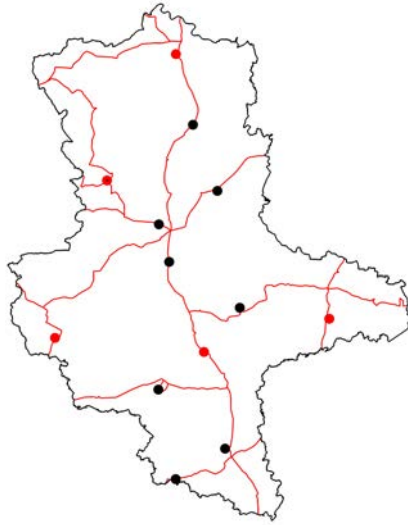


Abb. 1: Anteil des Umfangs Sachsen-Anhalts an der Erneuerung des Deutschen Haupthöhennetzes 2006-2012; mit GGP-Rahmennetzpunkten, darunter 5 Datumspunkte - rot dargestellt

2012 ca. 29 500 km Nivellementstrecke bundesweit neu gemessen. Mit einer Anzahl von 987 Linien und 677 Knotenpunkten wurde durch Präzisionsnivellement eine Genauigkeit für 1 km Nivellement mit einer Standardabweichung von 0,64 mm erzielt. Diese Standardabweichung lag im DHHN92 noch bei 0,86 mm. Auch in Bezug auf die Schleifenschlussfehler wird die Genauigkeit im Vergleich zum DHHN92 übertroffen. Für den Umring des gesamten bundesweiten Netzes wurde der zulässige Grenzwert der Schleife im DHHN92 von 137,7 mm damals mit einem Ergebnis von 138,3 mm knapp verfehlt. Dagegen wird aus dem Schleifenwiderspruch von 13,3 mm von zulässigen 146,3 mm die hohe Genauigkeit und innere Zuverlässigkeit des DHHN2016 deutlich. Die Lagerung des DHHN2016 erfolgt nicht

mehr auf einem Datumspunkt wie im DHHN92, sondern auf 72 positionsstabilen Festpunkten. Die Ausgleichung in Bezug auf diese Datumspunkte erfolgte zwangsfrei und vermittelnd, mit der Bedingung, dass die Summe der Verbesserungen auf den Datumspunkten Null sein sollte [Feldmann-Westendorff et al. 2016].

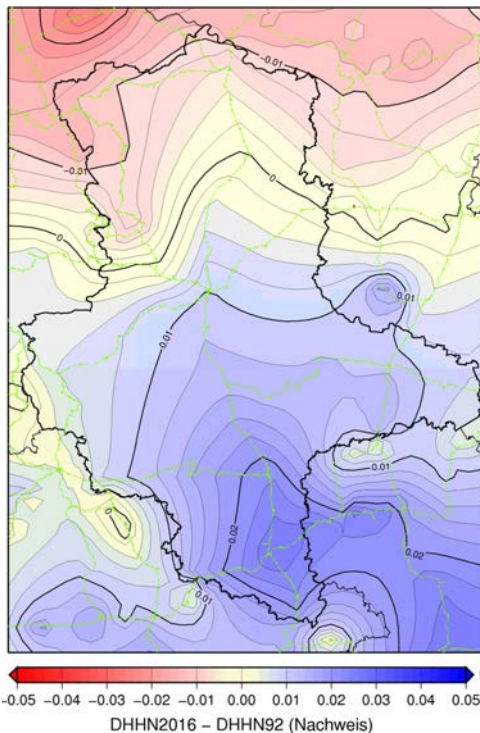


Abb. 2: Höhenwertdifferenzen zwischen DHHN2016 und DHHN92 (Quelle BKG 2015)

Auf dem Territorium des Landes Sachsen-Anhalt wurden ca. 1 330 km Nivellementlinien im Rahmen der Erneuerung 2006-2012 neu vermessen, mit 10 Knotenpunkten im Netz des DHHN2016. Diese Knotenpunkte zählen in Sachsen-Anhalt zu den fundamentalen Festpunkten, die das amtliche Bezugssystem der Höhe realisieren und dessen Reproduzierbarkeit gewährleisten. In dieses Hauptnetz wurden 13 GGP als Rahmennetzpunkte des Geodätischen Grundnetzes eingebunden, 5 dieser GGP erhielten zusätzlich die Funktion als Datumspunkt (siehe Abb. 1).

Die Differenzen der ausgeglichenen Höhen zum (im Nachweis geführten) DHHN92 sind für Sachsen-Anhalt in Abbildung 2 anschaulich dargestellt. Die Änderungen der Höhenwerte liegen zwischen -0,02 m im Norden und +0,03 m im

Süden. Über diesen reinen Modellunterschied der beiden Höhenbezugssysteme DHHN92 und DHHN2016 hinaus können die Differenzen durchaus auch höhere Beträge annehmen. Ursache hierfür sind zwischenzeitlich aufgetretene Bodenbewegungen, deren Höhenänderungen noch nicht ermittelt und daher nicht im amtlichen Nachweis enthalten sind.

3 Einführung des DHHN2016 in Sachsen-Anhalt

3.1 Einführungsplanung und Umsetzung

Nachdem der AdV-Plenumsbeschluss zur Einführung des DHHN2016 gefasst worden war, wurde zur fristgerechten Umsetzung der Einführung in Sachsen-Anhalt das weitere Vorgehen detailliert geplant (siehe Abb. 3). In die einzelnen Verfahrenskomponenten vom Amtlichen Festpunktinformationssystem (AFIS) musste das neue Bezugssystem DHHN2016 zunächst implementiert werden. Zusätzlich erfolgte auch der Datenabgleich zwischen der Datenhaltungskomponente (DHK) und der Auskunft- und Präsentationskomponente (APK) mittels NBA³-Verfahren für das neue Bezugssystem. Auftretende Schwierigkeiten konnten innerhalb des Landesamtes für Vermessung und Geoinformation Sachsen-Anhalt (LVermGeo) zeitnah abgestellt werden. Es war vorgesehen, im ersten Schritt die ausgeglichenen Ergebnisse der Messkampagne 2006-2012 frühzeitig in AFIS zu übernehmen. Bereits im Anschluss an die Messkampagne wurden vom LVermGeo die restlichen Nivellementlinien der 1. Ordnung (Messkampagne „DHHN Sachsen-Anhalt“) ebenfalls örtlich neu gemessen. Die Ergebnisse dieser Messungen und weitere, im Nachweis geführte Unterlagen zu Linien der 2. Ordnung sollten auf der Grundlage der frühzeitig übernommenen Ergebnisse der Messkampagne 2006-2012 in das DHHN2016 eingerechnet werden. Darüber hinaus war es Ziel, alle weiteren amtlichen Höhen im DHHN92 durch Transformation nach DHHN2016 zu überführen. Hierfür stand in Sachsen-Anhalt das Höhentransformationsmodell 2016 (HOETRA2016) zur Verfügung, das die vom Arbeitskreis Raumbezug eingesetzte Projektgruppe Erneuerung des DHHN auf der Grundlage eines bereits in Nordrhein-Westfalen (Geobasis NRW) vorhandenen

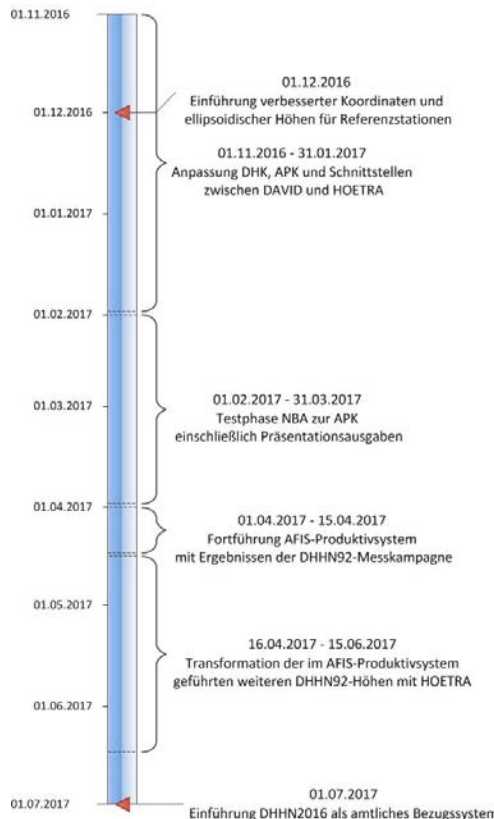


Abb. 3: Zeitplanung der Umstellung vom DHHN92 auf das DHHN2016 in Sachsen-Anhalt

³ NBA – Nutzerbezogene Bestandsdatenaktualisierung

Programms entwickelt hatte. In AFIS wurden die neu berechneten bzw. transformierten Höhen im DHHN2016 zunächst als „Weitere gültige Koordinate bzw. weitere gültige Höhe in einem nicht amtlichen Bezugssystem“ (Koordinatenstatus 2000)⁴ geführt. Die Umstellung auf das amtliche Bezugssystem (Koordinatenstatus 1000)⁴ erfolgte dann zum Stichtag 01.07.2017. Ziel war es, die Höhenwerte im neuen Bezugssystem frühzeitig in AFIS einzutragen, so dass z. B. auf Fehler in den Prozessabläufen oder Programmschnittstellen rechtzeitig reagiert werden konnte.

Neben der Übernahme der vorliegenden, bereits ausgeglichenen Kampagnenergebnisse der Höhenfestpunkte der I. Ordnung in die Nachweise der Grundlagenvermessung lag der Großteil der Aufgaben in der:

- ◆ Berechnung der Höhenwerte der Höhenfestpunkte aus den sich an die bundesweite Kampagne anschließenden Messungen der I. Ordnung des DHHN,
- ◆ Berechnung der Höhenwerte der Höhenfestpunkte der Folgeordnungen durch Einrechnung vorliegender Messwerte in die Linien der I. Ordnung,
- ◆ Berechnung der Höhenwerte von Höhenfestpunkten der Folgeordnungen durch Transformation,
- ◆ Berechnung der Höhenwerte der Lage- und Schwerefestpunkte durch Transformation,
- ◆ Umstellung der Höhenwerte von Aufnahmepunkten,
- ◆ Bestimmung der Höhenwerte der durch Verdichtung des GGP-Rahmennetzes eingerichteten Geodätischen Grundnetzpunkte und der ebenfalls durch Präzisionsnivellement an das DHHN angeschlossenen Referenzstationspunkte des SAPOS,
- ◆ Einbindung des German Combined Quasigeoid 2016 (GCG2016) in SAPOS zur Ableitung amtlicher Gebrauchshöhen aus satellitengestützten Vermessungsverfahren und
- ◆ inhaltlichen und technischen Anpassung der Auszüge aus den Nachweisen der Grundlagenvermessung.

Weiterhin waren die Nutzer und Interessierte über die Änderungen und Auswirkungen der Einführung des DHHN2016 rechtzeitig und bei Bedarf umfassend zu informieren. Hierzu haben u. a. Dienstbesprechungen und Informationsveranstaltungen mit anderen Fachbehörden stattgefunden. Darüber hinaus wurde im Internet auf den Seiten des LVermGeo-Portals umfassend informiert. Exemplarisch sollen einzelne der aufgeführten Aufgaben mit Lösungsweg und dessen Umsetzung näher erläutert werden.

3.2 Anpassungsarbeiten in AFIS

Einbindung des Softwareunternehmens ibR in die Arbeiten

Um die Überführung der Höhen vom DHHN92 zum DHHN2016 vorzunehmen, bedurfte es im Vorfeld einiger Vorbereitungs- und Anpassungsarbeiten an der Erhebungs- und Qualifizierungskomponente (EQK) sowie an der DHK des AFIS-ALKIS-

⁴ Gemäß Dokumentation zur Modellierung der Geoinformationen des amtlichen Vermessungswesens (GeoInfoDok), AFIS-Objektartenkatalog

ATKIS-Integrationsmodells⁵ (AAA-Modell). In Sachsen-Anhalt wird als EQK die Anwendung DAVID im Zusammenhang mit einer DHK jeweils von der Firma ibR Geoinformation verwendet. Sowohl die EQK als auch die DHK mussten für die Aufnahme des neuen Höhenbezugsrahmens vorbereitet und konfiguriert werden. In einem ersten Schritt wurde zunächst geprüft, an welchen Stellen entsprechende Änderungen in der Software der EQK und der DHK vorzunehmen sind. In der DHK mussten die Katalogdateien angepasst und die neuen Systembezeichnungen nachgetragen bzw. ergänzt werden, damit der neue Höhenbezugsrahmen erkannt und nicht mit einer Fehlermeldung abgewiesen wird. Diese notwendigen Arbeiten wurden vom LVerGeo bei der Firma ibR beauftragt und im Ergebnis in einer neuen DHK-Version umgesetzt.

Ähnliche Ergänzungen waren auch in verschiedenen Konfigurationsdateien der EQK notwendig. Auch hier musste das neue Höhensystem hinterlegt werden. Diese Erweiterungen konnten zum überwiegenden Teil durch das LVerGeo selbst vorgenommen werden. Anschließend wurden diese veränderten Dateien an ibR gesendet, um das dort eingerichtete Referenzsystem mit dem länderspezifischen Anteil des DAVID-Systems, der AFIS-Fachschale-LSA [Bahnemann 2013], zu aktualisieren. Das Nachstellen und Beheben von Fehlerzuständen wird hierdurch erleichtert. Weiterhin war von ibR der AFIS-Editor im DAVID um das neue Bezugssystem zu ergänzen, da dieser speziell von der Firma gepflegt wird. Nach Abschluss der Arbeiten an EQK und DHK bestand nun die Möglichkeit, Fortführungen zum neuen Höhenbezugsrahmen in einem Testsystem vorzunehmen. Die einzelnen Tests bezogen sich dabei jeweils auf die Fortführung einzelner Punktorte und konnten positiv abgeschlossen werden.

3.3 Fortführung der Ergebnisse der DHHN92-Messkampagne in AFIS

Die DAVID-Anwendung unterstützt Vorgehensweisen, selbstständig in die Software einzugreifen bzw. diese auch zu erweitern. Innerhalb der AFIS-Fachschale wurden im LVerGeo in vergangener Zeit bereits einige Eigenprogrammierungen vorgenommen wie zum Beispiel die Erstellung von Schnittstellen zum Einlesen großer Datenmengen. Die Ergebnisse dieser Entwicklungsarbeiten konnten nun auch zum Teil für die Einführung des neuen Höhenbezugssystems verwendet werden.

Während die Voraussetzungen geschaffen wurden, um die neuen DHHN2016-Punktorte in der DHK abzulegen, fand zeitgleich durch das Fachdezernat Grundlagenvermessung bereits eine Aufbereitung der Kampagnenergebnisse (2006-2012) für das Einlesen der Höhenangaben über die DAVID-Schnittstellen statt. Die neu bestimmten Höhen der ca. 2 500 Festpunkte konnten somit über die bereits vorhandenen Kommunikationswege der AFIS-Fachschale übernommen und in der DHK abgelegt werden. Dabei wurden die neuen DHHN2016-Punktorte zunächst mit dem Koordinatenstatus 2000 („Weitere gültige Koordinaten bzw. weitere gültige Höhe“) in die DHK übernommen. Als amtliche Höhe galt bis zum Umstellungstermin weiterhin der DHHN92-Punktort.

*AFIS-
Entwicklungsarbeiten
zur Unterstützung der
Arbeiten im
Fachdezernat*

⁵ AFIS – Amtliches Festpunktinformationssystem

ALKIS – Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem

ATKIS – Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem

Verbindung zwischen AFIS und HOETRA2016 mittels eigener Schnittstellen

3.4 Transformation mit HOETRA2016

Der AdV-Arbeitskreis Raumbezug hat mit der Web-Anwendung HOETRA2016 [HOETRA2016] eine Möglichkeit zur Verfügung gestellt, um eine Höhentransformation von DHHN92- nach DHHN2016-Punktorten durchzuführen. Damit wurde insbesondere den Nutzern von Geobasisdaten eine kostenfreie Möglichkeit zur Überführung ihrer Geofachdaten zur Verfügung gestellt. Das Programm ermöglicht das Einlesen von Einzelpunkten wie auch das Einlesen größerer Punktbereiche über Punktlisten (siehe Abb. 4). Hierfür stellt HOETRA auch das Programm-Modul HOETRA2016.EXE zur Verfügung. Eine Einbindung der Höhentransformation in eigene Programme ist über die ebenfalls angebotene HOETRA2016.DLL möglich. Für die Umstellung sämtlicher in Betracht kommender Festpunkte zum 01.07.2017, bei der massenweise Fortführungen zum Punktort und zu weiteren Angaben wie z. B.

Abb. 4: Web-Oberfläche des
Höhentransformations-
programms HOETRA2016

zur Genauigkeit vorzunehmen waren, mussten Anpassungen innerhalb der AFIS-Fachschale für den Workflow zwischen DAVID und HOETRA durchgeführt werden. Von Vorteil war auch hierbei wieder die Möglichkeit, Eigenprogrammierungen vornehmen zu können. Es wurde dafür zunächst eine zusätzliche Verbindungsmöglichkeit geschaffen, welche die aus AFIS „kommenden“ und nach bestimmten Attributen selektierten DHHN92-Punktorte in eine CSV⁶-Datei mit einem für HOETRA2016 lesbaren Format überführt hat. Dabei wurden nicht nur die für die Transformation notwendigen Werte ausgegeben, sondern auch weitere für die Qualitätsangaben wichtige Daten zwischengespeichert. Diese CSV-Dateien konnten im Anschluss in die Web-Anwendung HOETRA2016 eingelesen und ausgewertet werden.

Die Ergebnisse der Transformation aus der Web-Anwendung wurden in Textdateien (TXT) ausgegeben. Auch dafür musste eine weitere Schnittstelle in der AFIS-Fachschale programmiert werden, die diese TXT-Datei aufnehmen und auswerten konnte. Durch diese Voraussetzungen war es gegeben, mit dem Einlesen der TXT-Dateien im Zusammenhang mit den zuvor zwischengespeicherten Qualitätsangaben, an den entsprechenden Festpunkten neue DHHN2016-Punktorte zu erzeugen. Mit Hilfe der intern stattfindenden Prüfungen in DAVID konnten die so neu entstandenen Punktorte auf Richtigkeit und Vollständigkeit geprüft und anschließend über eine Fortführung in der DHK gespeichert werden.

3.5 Kontinuierliche Berechnung

Über den beschriebenen Weg mit Hilfe der Web-Anwendung HOETRA2016 und den zusätzlich in der AFIS-Fachschale von Sachsen-Anhalt geschaffenen Kommunikationswegen wurde durch das Fachdezernat kontinuierlich und nach Nummerie-

⁶ CSV – Dateiformat (Comma-separated values)

rungsbezirken der gesamte AFIS-Datenbestand von Sachsen-Anhalt durchgearbeitet. Hierbei fand auch eine Qualitätsprüfung zur Datenhaltung statt. Alle sich durch ihre Attribute entsprechend qualifizierenden DHHN92-Punktorte der Lage-, Höhen- und Schwerefestpunkte wurden durch die Transformation in das neue Höhenbezugssystem DHHN2016 überführt. Wie zuvor bereits erwähnt, erhielten diese neuen Punktorte bis zum eigentlichen Umstellungstermin zunächst den Koordinatenstatus 2000. Die zu diesem Zeitpunkt mit dem amtlichen Koordinatenstatus 1000 belegten DHHN92-Punktorte blieben bis zum 01.07.2017 unverändert.

3.6 Umstellung der Aufnahmepunkte

Neben den klassischen Festpunkten der Grundlagenvermessung besitzen auch die Aufnahmepunkte, die in Sachsen-Anhalt technisch in ALKIS geführt werden, einen DHHN92-Punktort. Auch hierfür bestand die Notwendigkeit, die Punktorte in das neue Höhenbezugssystem zu überführen. Durch die geleisteten Vorarbeiten in AFIS konnte dieser Wechsel auch mit Hilfe einer zusätzlichen Schnittstelle, die speziell auf die Besonderheiten der Aufnahmepunkte ausgerichtet wurde, vorgenommen werden. Die jeweils anzupassenden Attributbelegungen wie z. B. Genauigkeitsstufe, Herkunft oder Vertrauenswürdigkeit wurden in Abstimmung mit der ALKIS-Entwicklungsabteilung am Punktort eingetragen. Erwähnenswert ist hierbei der große Umfang der transformierten Punktorte. Es handelte sich dabei um rund 217 000 Aufnahme- und Sicherungspunkte, die in das neue Höhenbezugssystem überführt werden mussten. Die bislang vorhandenen DHHN92-Punktorte der Aufnahmepunkte wurden im Zuge der Umstellung gelöscht. Da diese Arbeiten zeitnah zum Umstellungszeitpunkt terminiert wurden, konnte auf den Zwischenschritt über den Koordinatenstatus 2000 verzichtet werden. Die Löschung der DHHN92-Punktorte verdoppelte somit die Anzahl der in einem Bearbeitungsprozess fortgeführten Punktorte. Die Erstellung der notwendigen Fortführungsaufträge erfolgte in einem von beiden Aufgabenbereichen gemeinsam abgestimmten Zeitfenster. Um den normalen Geschäftsablauf nicht zu behindern, fand die Fortführung der Aufnahmepunkte in der DHK außerhalb des üblichen Dienstbetriebes statt.

3.7 Überführung zum Stichtag

Zum 01.07.2017, dem Stichtag der Einführung des neuen amtlichen Höhenbezugssystems DHHN2016 in Sachsen-Anhalt, bedurfte es noch der Überführung der in den Wochen zuvor bereits in der DHK gespeicherten neuen DHHN2016-Punktorte in den amtlichen Koordinatenstatus. Dazu wurden die Punktorte über definierte Benutzungsaufträge selektiert und auf den amtlichen Koordinatenstatus 1000 angehoben. Im Gegenzug wurden ebenfalls mit Hilfe vordefinierter Selektionsaufträge die bislang als amtlich geltenden DHHN92-Punktorte auf den Koordinatenstatus 2000 gesetzt. Insgesamt erhielten bei diesem Schritt rund 36 000 Festpunkte der Grundlagenvermessung in Sachsen-Anhalt einen neuen Punktort im nun amtlichen Höhenbezugssystem DHHN2016.

Umstellung der weiteren in AFIS geführten DHHN92-Höhen durch Berechnung

ALKIS-Fortführungen mit Unterstützung von AFIS-Werkzeugen

Wechsel des amtlichen Höhenbezugssystems in AFIS

4 Auswirkungen für den Nutzer

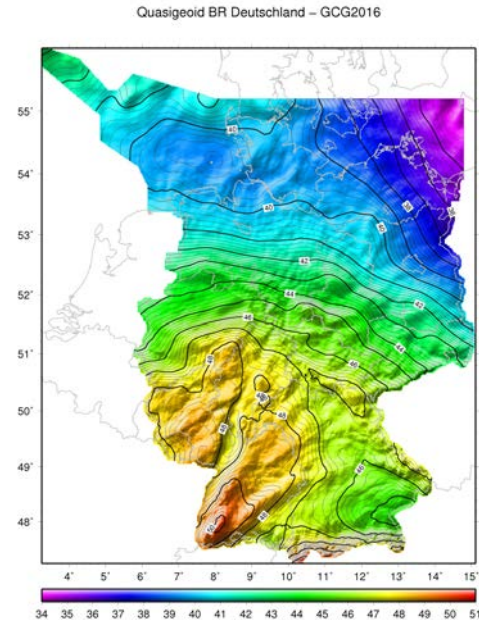


Abb. 5: Quasigeoid 2016 der Bundesrepublik Deutschland, [Quelle BKG 2016]

Mit der Änderung des Raumbezugs-erlasses [MLV 2017] wurde das Normalhöhen-system des DHHN2016 zum 01.07.2017 in Sachsen-Anhalt als amtliches Bezugssystem für die Höhe eingeführt. Hiermit einhergehend wurden und werden die Produkte des LVerMGeo auf das DHHN2016 abgestellt. In der Geotopographie wird es überwiegend Änderungen der Meta-daten geben, da die Höhendifferenzen zwischen dem DHHN92 und dem DHHN2016 unter der Auflösungs-grenze der Höhendarstellung in einer Topographischen Karte oder eines Digitalen Geländemodells liegen. Im Rahmen der Aktualisierungszyklen werden auch die Höhen im DH-HN2016 als neuer Höhenbezug in die Produktionsprozesse der Geotopo-graphie eingebunden.

		Einzelnachweis Höhenfestpunkt 3835 01770 <small>Erstellt am: 14.08.2017</small>	
Auszug aus dem amtlichen Festpunktinformationssystem		NivP(1) - Haupthöhenpunkt, Zwischenfestpunkt 1. Ordnung	
Punktvermarkung Mauerbohlen Gemeinde: Magdeburg, Landeshauptstadt	Klassifikation Ordnung: NivP(1) - Haupthöhenpunkt, Zwischenfestpunkt 1. Ordnung	Lage System: ETRS89_UTM32 Messjahr: 2007 East [m]: 32680340 North [m]: 5778200 Centralmeridian: 12° 00' 00" Ost Bänderablenkung: 8 - 508 cm	
Übersicht DTK25 	Höhe System: DE_DHHN2016_NH Messjahr: 2007 Höhe [m]: 56,578 Centralmeridian: 12° 00' 00" Ost Bänderablenkung: 8 - 508 cm	Lagebeschreibung Magdeburg, Dom, N-Sasse	
Lage-/Einmessungsskizze/Ansicht 			
<small>Dieser Auszug ist gesetzlich geschützt. Es gelten die Nutzungsbedingungen für die Daten der Landesvermessung, des Lageinformationssystems, des Geoinformationssystems und der Grundstücksvermessung des Landesamtes für Vermessung und GeoInformation Sachsen-Anhalt (LVAIG).</small>			

Abb. 6: Einzelnachweis (1. Seite) eines Höhenfestpunktes aus dem AFIS

SAPOS-Nutzer wurden vermutlich als Erste in der Praxis mit der Umstellung des amtlichen Höhenbezugssystems konfrontiert. Denn auch zur Umrechnung der ellipsoidischen Höhe im ETRS89 wird seit dem 01.07.2017 in dem SAPOS-Dienst HEPS⁷ und dem Online-Berechnungsdienst im Postprocessing GPPS-PrO die physikalische Höhe standardmäßig im DHHN2016 bereitgestellt. Hinter dieser Umrechnung verbirgt sich das neue Quasigeoidmodell GCG2016 (siehe Abb. 5). Das GCG2016 erfuhr gegenüber dem Vorgängermodell GCG2011 eine Qualitätsverbesserung, so verbessert sich die Genauigkeit der Höhenanomalien für Sachsen-Anhalt von 1 - 2 cm auf < 1 cm.

Für Anwender im Bereich des technischen Nivellements ist bei der Projektbearbeitung die Angabe des verwendeten Höhenbezugssystems

⁷ HEPS – Hochpräziser Echtzeit Positionierungs-Service

unumgänglich, da die Differenzen zwischen dem DHHN2016 und dem DHHN92 nicht mehr vernachlässigt werden können. Eine frühzeitige Umstellung auf das neue amtliche Bezugssystem der Höhe ist zu empfehlen. Die Auszüge aus AFIS mussten ebenfalls auf das neue amtliche Bezugssystem DHHN2016 umgestellt werden. Auf der ersten Seite eines Einzelnachweises (siehe Abb. 6) und eines Gesamtauszuges werden die entsprechenden Werte in den amtlichen Bezugssystemen dargestellt. Anhand der angegebenen Genauigkeitsstufe kann der Nutzer bereits erkennen, ob z. B. der Höhenwert eines Höhenfestpunktes auf einer Vermessung (Millimetergenauigkeit) oder auf einer Transformation mit dem Transformationsmodell HOE-TRA2016 (Zentimetergenauigkeit) beruht. Weitere Angaben zu der Herkunft des Höhenwertes erhält der Nutzer aus der NAS⁸-Datei.

Zusammengefasst ergibt sich für den Nutzer als Gewinn, dass

- ◆ ein hochgenaues bundeseinheitliches Höhenbezugssystem vorliegt,
- ◆ eine verbesserte Modellierung der Höhenbezugsfläche GCG2016 (AdV-Quasigeoid) bereitgestellt wird und
- ◆ eine GNSS-basierte genaue Bestimmung der physikalischen Höhe im amtlichen Bezugsrahmen durchgeführt werden kann.

5 Ausblick

Die neuen Höhenwerte stellen neben den ebenfalls in dem Projekt „Erneuerung des DHHN“ bestimmten physikalischen Schwerewerten und geometrischen Koordinaten eine der wesentlichen Komponenten des einheitlichen integrierten geodätischen Raumbezugs dar. Sie bilden gemeinsam die Grundlage für eine Neuausrichtung des Raumbezugs von der bislang getrennten Sichtweise hin zu einem integrierten Ansatz, der künftige genaue Höhenbestimmungen mittels GNSS-gestützter Vermessungsverfahren ermöglicht. Das Ergebnis der im Projekt durchgeführten Messkampagnen kann als „Nullmessung“ und damit als Referenz künftiger Wiederholungsmessungen betrachtet werden. Hierbei werden neben den Ressourcen auch neue Entwicklungen in der Instrumententechnik wie auch in den Auswerteverfahren zu berücksichtigen sein. Gespannt sein darf man auch, inwieweit die Methoden der Fernerkundung in Kombination mit dem Nivellement Einzug in die Praxis der Grundlagenvermessung erhalten. Die Herausforderung, in einem Team aus Mitarbeitern unterschiedlichster Aufgabenbereiche, in einem relativ knapp gesteckten Zeitrahmen das neue Höhenbezugssystem zum 01.07.2017 umzusetzen, wurde hervorragend bewältigt.

⁸ NAS – Normbasierte Austauschchnittstelle

Anschrift der Autoren **Hans-Peter Bahnemann**
Landesamt für Vermessung und Geoinformation Sachsen-Anhalt
Otto-von-Guericke-Straße 15
39104 Magdeburg
E-Mail: Hans-Peter.Bahnemann@lvermgeo.sachsen-anhalt.de

Guido Hestermeyer
Landesamt für Vermessung und Geoinformation Sachsen-Anhalt
Otto-von-Guericke-Straße 15
39104 Magdeburg
E-Mail: Guido.Hestermeyer@lvermgeo.sachsen-anhalt.de

Norman Alandt
Landesamt für Vermessung und Geoinformation Sachsen-Anhalt
Otto-von-Guericke-Straße 15
39104 Magdeburg
E-Mail: Norman.Alandt@lvermgeo.sachsen-anhalt.de

Literaturverzeichnis

Bahnemann, H.-P. 2013:

Einführung des Amtlichen Festpunkt-Informationssystems (AFIS) in Sachsen-Anhalt, Zeitschrift für das Öffentliche Vermessungswesen des Landes Sachsen-Anhalt, 19. Jahrgang, Heft I, S.7-14, Magdeburg 2013.

BKG 2015:

Das DHHN-Transformationsmodell, Gunter Liebsch, Martina Sacher, Bundesamt für Geodäsie und Kartographie, 02.10.2015.

BKG 2016:

Dokumentation Quasigeoid der Bundesrepublik Deutschland, GCG 2016, Stand 28.10.2016, Bundesamt für Geodäsie und Kartographie.

Feldmann-Westendorff, U. et al. 2016:

Das Projekt zur Erneuerung des DHHN: Ein Meilenstein zur Realisierung des integrierten Raumbezugs in Deutschland, ZfV 141. Jahrgang, 2016, Heft 5, S. 354-367.

HOETRA2016:

<http://www.hoetra2016.nrw.de/Hoetra2016Online.aspx>.

MLV 2017:

Einrichtung, Nachweis und Erhaltung von Festpunkten für den Geodätischen Raumbezug (Raumbezoguserlass), Erlass des MLV vom 15.12.2014, MBl. LSA S.114, Magdeburg 2015, zuletzt geändert am 23.02.2017 (MBl. LSA S.169).