

Anweisung

**für die Einrichtung, Führung
und Bereitstellung des
amtlichen geodätischen
Raumbezugssystems**

- Raumbezugsanweisung -

(RBA)

Stand: 25. Februar 2020

I. Inhaltsverzeichnis

1	Grundsätze und Zuständigkeit	4
2	Amtliches geodätisches Raumbezugssystem und integrierter geodätischer Raumbezug	5
2.1	Allgemeines	5
2.2	Geodätische Grundlagen	5
2.3	Amtliches Lagebezugssystem.....	5
2.4	Amtliches Höhenbezugssystem	5
2.5	Amtliches Schwerebezugssystem	6
2.6	Integrierter geodätischer Raumbezug	6
3	Satellitenpositionierungsdienst.....	6
4	Festpunktfelder	7
4.1	Allgemeines	7
4.2	Geodätische Grundnetzpunkte und Referenzstationspunkte.....	7
4.3	Raumfestpunkte und bisherige trigonometrische Punkte.....	8
4.4	Höhenfestpunkte.....	8
4.5	Schwerfestpunkte	9
4.6	Nummerierung der Festpunkte.....	9
4.7	Einrichtung, Vermarkung, Bestimmung, Überwachung und Erhaltung der Festpunkte	10
5	Nachweis der Festpunkte	11
5.1	AFIS.....	11
5.2	Festpunktbeschreibungen	12
6	Ausgaben aus dem AFIS	12

II. Abkürzungsverzeichnis

AdV	Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland
AFIS	Amtliches Festpunktinformationssystem
AP	Aufnahmepunkt
BeiDou	Chinesisches Satellitennavigationssystem
CRS	Coordinate Reference System (Kurzbezeichnung für die geodätischen Bezugssysteme im AFIS)
DFGM	Digitales Festpunktmodell der Grundlagenvermessung
DGNSS	Verfahren zur differentiellen Positionsbestimmung mittels GNSS
DHHN2016	Deutsches Haupthöhennetz 2016

DHSN2016	Deutsches Hauptschwerenetz 2016
DREF91	Deutsches Referenznetz 1991
DSGN2016	Deutsches Schweregrundnetz 2016
Ew	Ostwert (East) einer UTM-Koordinate
EPS	Echtzeit-Positionierungs-Service von SAPOS
ETRS89	European Terrestrial Reference System 1989
Galileo	Europäisches Satellitennavigationssystem
GCG2016	German Combined Quasi-Geoid 2016
GGN	Geodätisches Grundnetz
GGP	Geodätischer Grundnetzpunkt
GLONASS	Globalnaja Nawigazionnaja Sputnikowaja Sistema
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPPS	Geodätischer Postprocessing Positionierungs-Service von SAPOS
GPPS-PrO	Dienststufe „Processing Online“ zum GPPS
GPS	Global Positioning System
GRS80	Geodetic Reference System 1980 (Ellipsoid der International Association of Geodesy - IAG)
HEPS	Hochpräziser Echtzeit-Positionierungs-Service von SAPOS
HFP	Höhenfestpunkt
ITRS	International Terrestrial Reference System
LFP	Lagefestpunkt
Nw	Nordwert (North) einer UTM-Koordinate
NAS	Normbasierte Austauschschnittstelle
NHN	Normalhöhennull
RFP	Raumfestpunkt
RSN	Referenzstationsnetz
RSP	Referenzstationspunkt
SAPOS	Satellitenpositionierungsdienst der deutschen Landesvermessung
SFP	Schwerfestpunkt
TP	Trigonometrischer Punkt
TK25	Topographische Karte 1:25.000
UF	Unterirdische Festlegungen des Höhenfestpunktfeldes
UTC	Universal Time Coordinated (koordinierte Weltzeit Greenwich)
UTM	Universale Transversale Mercatorabbildung
VSG	Vertikaler Schweregradient

1 Grundsätze und Zuständigkeit

(1) Das amtliche geodätische Raumbezugssystem wird so eingerichtet, geführt und bereitgestellt, dass die Positionen aller raumbezogenen Objekte darin eindeutig bestimmt werden können. Die Konformität zu den bundeseinheitlich definierten Bezugssystemen der Lage, Höhe und Schwere ist dabei zu gewährleisten.

(2) Das amtliche geodätische Raumbezugssystem wird durch einen satellitengestützten Positionierungsdienst sowie dauerhaft vermarkte Lage-, Höhen- und Schwerefestpunkte der Landesvermessung realisiert. Beide Komponenten werden so vorgehalten, dass sie sich gegenseitig ergänzen und sichern. Das Schwerebezugssystem wird ausschließlich über dauerhaft vermarkte Festpunkte realisiert.

(3) Der amtliche geodätische Bezugsrahmen ist die Realisierung des amtlichen geodätischen Raumbezugssystems durch die Zuordnung von Koordinaten, Höhen und Schwerewerten zu ausgewählten Festpunkten der Landesvermessung.

(4) Die vermarkten Festpunkte dienen insbesondere dort als Anschlusspunkte, wo der satellitengestützte Positionierungsdienst nicht verfügbar ist oder die Positionierungsergebnisse nicht die geforderte Genauigkeit liefern (zum Beispiel in der Höhenkomponente). Darüber hinaus stellen die Festpunkte in der Örtlichkeit eine unabhängige Referenz zur Überprüfung dieser Positionierungsergebnisse dar.

(5) Das amtliche geodätische Raumbezugssystem bildet unter anderem die Grundlage für

- a) das Liegenschaftskataster (Liegenschaftsvermessungen),
- b) die amtliche Geotopographie,
- c) sonstige Lage-, Höhen- und Schwerevermessungen,
- d) ingenieurgeodätische Arbeiten,
- e) raumbezogene Informationssysteme anderer Fachdisziplinen,
- f) die Georeferenzierung von Daten, die über Geodateninfrastrukturen bereitgestellt werden,
- g) Ortung und Navigation,
- h) geowissenschaftliche Untersuchungen (zum Beispiel: Analyse des Erdschwerefeldes, horizontale und vertikale Bewegungen der Erdkruste),
- i) Transformationen und Datumsübergänge zu anderen geodätischen Raumbezugssystemen.

(6) Die obere Kataster- und Vermessungsbehörde ist für die Einrichtung, Führung und Bereitstellung des amtlichen geodätischen Raumbezugssystems zuständig. Sie wird dabei von den unteren Kataster- und Vermessungsbehörden unterstützt. Öffentlich bestellte Vermessungsingenieurinnen und Vermessungsingenieure sowie die behördlichen Vermessungsstellen der Bundes-, Landes- und Kommunalbehörden können mit ihrem Einverständnis auf Veranlassung der oberen Kataster- und Vermessungsbehörde mitwirken. Die obere Kataster- und Vermessungsbehörde kann zur Wahrnehmung der Aufgaben auch weitere fachlich geeignete Kooperationspartner hinzuziehen.

(7) Festpunkte an den Landesgrenzen werden in Abstimmung mit den jeweils zuständigen Behörden der benachbarten Bundesländer eingerichtet und bearbeitet.

(8) Der Nachweis der Festpunkte erfolgt im AFIS.

2 Amtliches geodätisches Raumbezugssystem und integrierter geodätischer Raumbezug

2.1 Allgemeines

Das amtliche geodätische Raumbezugssystem besteht aus dem amtlichen Lagebezugssystem, dem amtlichen Höhenbezugssystem und dem amtlichen Schwerebezugssystem.

2.2 Geodätische Grundlagen

(1) Das ETRS89 ist das bundeseinheitliche Bezugssystem für dreidimensionale Positionsbestimmungen und daraus abgeleitete zweidimensionale Lagebestimmungen. Es bildet die kontinentale Fixierung des ITRS zur Epoche 1. Januar 1989 (0 Uhr UTC). Der Ursprung des ITRS liegt im Massenmittelpunkt der Erde (Geozentrum).

(2) Koordinaten im ETRS89 können als räumliche kartesische Koordinaten (X, Y, Z), als ellipsoidische Koordinaten (Breite, Länge, ellipsoidische Höhe) und als UTM-Koordinaten bereitgestellt werden. Die ellipsoidischen Koordinaten und Höhen im ETRS89 beziehen sich auf das mittlere Erdellipsoid GRS80.

(3) Die amtliche Realisierung des ETRS89 erfolgt bundesweit über die räumlichen kartesischen Koordinaten des DREF91 und basiert auf bundesweit durchgeführten Mess- und Auswertekampagnen. Der dabei entstandene Bezugsrahmen für die räumliche Position, die Lage und die ellipsoidische Höhe wird mit ETRS89/DREF91 bezeichnet. Da die amtliche Realisierung bereits zweimal modifiziert worden ist, erhält der derzeit gültige Bezugsrahmen zur Unterscheidung den Klammerzusatz „(Realisierung 2016)“.

2.3 Amtliches Lagebezugssystem

(1) Das amtliche Lagebezugssystem in Hessen ist das ETRS89/UTM32.

(2) Das ETRS89/UTM32 basiert auf dem ETRS89/DREF91 (Realisierung 2016). Der Übergang von ellipsoidischen Lagekoordinaten (Breite, Länge) bezogen auf das GRS80 zu ebenen kartesischen Lagekoordinaten erfolgt mittels UTM-Abbildung. Die Landesfläche von Hessen liegt vollständig in der UTM-Zone 32, die sich von 6° bis 12° ellipsoidische Länge östlich von Greenwich erstreckt und als Bezugsmeridian den 9. Längengrad östlich von Greenwich besitzt.

(3) Der Maßstabsfaktor des Bezugsmeridians beträgt 0,9996. Die Ordinate wird als Ostwert E_w und die Abszisse als Nordwert N_w bezeichnet. Ostwert und Nordwert werden in der Maßeinheit Meter angegeben. Die Abszissenachse erhält den Ordinatenwert 500.000 m. Der Ostwert wird mit sechs Stellen und der Nordwert mit sieben Stellen vor dem Komma geführt. Die UTM-Zonennummer (32) im Ostwert wird grundsätzlich getrennt von den Lagekoordinaten dargestellt.

2.4 Amtliches Höhenbezugssystem

(1) Das amtliche Höhenbezugssystem in Hessen ist das DHHN2016.

(2) Die Höhen im DHHN2016 sind Normalhöhen und beziehen sich auf NHN. NHN entspricht näherungsweise einer Äquipotenzialfläche im Erdschwerefeld und verläuft durch den Nullpunkt des ehemaligen Amsterdamer Pegels. Die NHN-Fläche des DHHN2016 wird durch das bundeseinheitliche AdV-Quasigeoidmodell GCG2016 repräsentiert.

(3) Die Höhenanomalien des GCG2016 beziehen sich auf das GRS80 im ETRS89/DREF91 (Realisierung 2016). Das GCG2016 ermöglicht damit die Überführung von geometrisch definierten ellipsoidischen Höhen im ETRS89/DREF91 (Realisierung 2016) in physikalisch definierte Normalhöhen im DHHN2016.

(4) Die Normalhöhen im DHHN2016 werden in der Maßeinheit Meter angegeben. Sie sind unabhängig vom Weg beziehungsweise Linienvverlauf des zugrundeliegenden Nivellements, frei von hypothetischen Annahmen zur Massenverteilung und -dichte unterhalb des Nivellementweges und bedürfen bei der Bestimmung in kleinräumigen Gebieten keiner Schwerekorrektion.

2.5 Amtliches Schwerebezugssystem

(1) Das amtliche Schwerebezugssystem in Hessen ist das DHSN2016.

(2) Das DHSN2016 gründet sich auf absolute Schweremessungen und gibt Niveau sowie Maßstab für die Bestimmung weiterer Schwerewerte vor. Der Betrag der Schwerebeschleunigung wird in der Maßeinheit m/s^2 angegeben.

(3) Dem DHSN2016 ist das DSGN2016 übergeordnet.

2.6 Integrierter geodätischer Raumbezug

(1) Das ETRS89/DREF91 (Realisierung 2016), das DHHN2016 und das DHSN2016 sind untereinander konsistent und bilden den einheitlichen integrierten geodätischen Raumbezug in Deutschland.

(2) Die Verknüpfung zwischen dem ETRS89/DREF91 (Realisierung 2016), dem DHHN2016 und dem DHSN2016 wird durch das GCG2016 gebildet.

3 Satellitenpositionierungsdienst

(1) Der Satellitenpositionierungsdienst SAPOS stützt sich auf die globalen Satellitennavigationssysteme GPS, GLONASS, Galileo sowie BeiDou. SAPOS wird nach bundeseinheitlich definierten Standards der AdV betrieben und basiert auf dem Prinzip differenzieller Positionierung. Auf gleichmäßig über die Landesfläche verteilten aktiven GNSS-Referenzstationen mit Sollpositionen hoher Genauigkeit werden permanent Satellitensignale registriert, zentral in der oberen Kataster- und Vermessungsbehörde ausgewertet und dabei über einen Soll-Ist-Vergleich Korrekturwerte ermittelt. Diese werden - auch unter Einbeziehung grenznaher Referenzstationen in den benachbarten Bundesländern - flächenhaft aufbereitet und zur Verbesserung von Messwerten bereitgestellt. Die Korrekturdaten werden je nach Anforderung in Diensten unterschiedlicher Eigenschaften und Genauigkeitsniveaus angeboten (zum Beispiel: Übermittlung in Echtzeit oder zur nachträglichen Berechnung).

(2) Im Einzelnen werden als amtliche Satellitenpositionierungsdienste der EPS, HEPS und GPPS bereitgestellt. In Ergänzung des GPPS steht der Online-Berechnungsdienst GPPS-PrO zur Verfügung. Dieser kann zudem in Gebieten genutzt werden, in denen ein Echtzeit-Positionierungsservice wegen mangelhafter Telekommunikationsverbindungen nicht verfügbar ist, jedoch hinreichender Satellitenempfang für eine Positionsbestimmung besteht.

(3) Die mit SAPOS ermittelten Positionen beziehen sich auf das ETRS89/DREF91 (Realisierung 2016). Für den praktischen Gebrauch werden die räumlichen kartesischen Koordinaten zunächst in ellipsoidische Lagekoordinaten (Breite und Länge) sowie ellipsoidische Höhen überführt. Die ellipsoidischen Lagekoordinaten werden anschließend in ebene UTM-Koordinaten Ew und Nw der UTM-Zone 32 umgerechnet.

(4) Bei der Nutzung des EPS und des HEPS werden die Informationen zum GCG2016 gemeinsam mit den Korrekturdaten über standardisierte Transformationsnachrichten bereitgestellt, so dass aus den ellipsoidischen Höhen unmittelbar Normalhöhen im DHHN2016 abgeleitet werden können.

(5) Bei der Nutzung des GPPS-PrO werden für die berechnete Position Lagekoordinaten im ETRS89/UTM32, die ellipsoidische Höhe und die mittels des GCG2016 abgeleitete Normalhöhe im DHHN2016 bereitgestellt.

4 Festpunktfelder

4.1 Allgemeines

(1) Die Einrichtung der Festpunktfelder der Landesvermessung wird von folgenden Anforderungen und Zielsetzungen bestimmt:

- a) Das amtliche geodätische Raumbezugssystem soll unabhängig von SAPOS im notwendigen Mindestumfang physisch durch dauerhaft vermarkte Festpunkte realisiert und gesichert werden.
- b) Die Bestimmung und Nutzung von Normalhöhen im DHHN2016 hoher Genauigkeit erfordert vermarkte Festpunkte.
- c) Das amtliche Schwerebezugssystem wird ausschließlich durch dauerhaft vermarkte Festpunkte repräsentiert.
- d) Positionsbestimmungen mit SAPOS sind nutzerseitig nur durch Vergleich mit einem amtlichen terrestrischen Referenzrahmen unabhängig kontrollierbar.
- e) SAPOS bedarf in Gebieten mit eingeschränkten Nutzungsmöglichkeiten einer Ergänzung.

(2) Die Festpunktfelder werden in Hessen nach folgenden Punktarten differenziert:

- a) Geodätische Grundnetzpunkte (GGP),
- b) Referenzstationspunkte (RSP),
- c) Raumfestpunkte (RFP),
- d) bisherige trigonometrische Punkte (TP),
- e) Höhenfestpunkte (HFP),
- f) Schwerefestpunkte (SFP).

(3) Das bundeseinheitliche Festpunktfeld besteht aus

- a) den GGP, die das GGN bilden,
- b) den RSP, die das RSN bilden,
- c) den HFP 1. Ordnung, die das DHHN bilden und
- d) den SFP 1. Ordnung, die das DHSN bilden.

GGP können zugleich Bestandteil des DHHN und des DHSN sein, sofern sie die jeweiligen Anforderungen an die HFP 1. Ordnung und die SFP 1. Ordnung erfüllen.

4.2 Geodätische Grundnetzpunkte und Referenzstationspunkte

(1) Die GGP bilden innerhalb der Festpunktfelder landesweit die oberste Hierarchiestufe für räumliche Positionsbestimmungen. Sie dienen der Realisierung und Sicherung des einheitlichen integrierten geodätischen Raumbezugs in Deutschland einschließlich des GCG2016. Für die GGP werden Lagekoordinaten im ETRS89/UTM32, ellipsoidische Höhen, Normalhöhen im DHHN2016 und Schwerewerte im DHSN2016 geführt, so dass die verschiedenartigen amtlichen geodätischen Bezugssysteme auf diese Weise miteinander verknüpft werden. Darüber hinaus können für die GGP die räumlichen kartesischen Koordinaten im ETRS89/DREF91 (Realisierung 2016) nachgewiesen werden. Aufgrund ihrer herausgehobenen Bedeutung gelten für die GGP besonders hohe Anforderungen an die Standsicherheit (Bodenstabilität, Vermarkung und Sicherung), an die Qualität der jeweiligen Bestimmung (Mess- und Auswerteverfahren, Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Ergebnisse) sowie an die Unterhaltung (periodische Überwachung und örtliche Überprüfung).

(2) Die GGP werden als Punktgruppe eingerichtet, die jeweils aus einem Zentrum und mehreren Exzentren besteht. Ein GGP soll die Funktion eines SFP 1. Ordnung (Abschnitt 4.1 Abs. 3) übernehmen können. Der Abstand benachbarter GGP-Punktgruppen soll 30 km nicht überschreiten. Daraus ergibt sich eine landesweite Anzahl von etwa 60 GGP-Punktgruppen.

(3) Die für den Betrieb des SAPOS erforderlichen RSP sind den GGP hierarchisch gleichgestellt. Zu jedem RSP sind grundsätzlich exzentrische Sicherungspunkte einzurichten. Die RSP mit ihren Sicherungspunkten werden als GGP-Punktgruppe ausgeprägt, die den RSP als Exzentrum beinhaltet.

(4) Die Abstände der RSP und die daraus resultierende Anzahl an konkreten Standorten der SAPOS-Referenzstationen werden so gewählt, dass mit den verfügbaren SAPOS-Diensten (Abschnitt 3 Abs. 2) die für vermessungstechnische Positionsbestimmungen erforderliche Genauigkeit und Zuverlässigkeit erzielt werden kann. Die Standorte der Referenzstationen sollen bezüglich Lage und Höhe langzeitstabil sein.

(5) Die GGP werden im AFIS als LFP geführt und über die Klassifikation als GGP gekennzeichnet. Die RSP werden im AFIS nicht als eigene Punktart geführt, sondern ebenfalls als LFP mit der Funktion „Exzentrum“ zum dazugehörigen GGP.

4.3 Raumfestpunkte und bisherige trigonometrische Punkte

(1) Die RFP realisieren und sichern das amtliche Lagebezugssystem landesweit in der Örtlichkeit unabhängig von SAPOS in physischer Form. Sie bilden dabei eine eigene Hierarchiestufe zwischen den GGP und den AP des Liegenschaftskatasters. Für die RFP werden Lagekoordinaten im ETRS89/UTM32, ellipsoidische Höhen und Normalhöhen im DHHN2016 geführt. In geeigneten Fällen sollen für die RFP auch Schwerewerte im DHSN2016 bestimmt und nachgewiesen werden.

(2) Die RFP werden als Punktgruppe eingerichtet, die jeweils aus einem Zentrum und mehreren Exzentren besteht. Sie werden in der Landesfläche so angeordnet, dass sich auf 8 km² mindestens eine RFP-Punktgruppe befindet. Damit entfällt im Durchschnitt auf jede Gemarkung eine RFP-Punktgruppe. In großen geschlossenen Waldgebieten mit geringer Messungsintensität kann auf die Einhaltung dieser Mindestdichte verzichtet werden.

(3) Die RFP werden im AFIS als LFP geführt. Die bisherigen TP 1. bis 4. Ordnung werden im AFIS ebenfalls als LFP geführt und über die Klassifikation als TP 1. bis 4. Ordnung gekennzeichnet.

(4) Bisherige TP 1. und 2. Ordnung werden erhalten, auch wenn sie nicht mit GGP, RFP oder SFP 1. oder 2. Ordnung identisch sind. Sie stellen die Verbindung zu den früheren geodätischen Netzgrundlagen in Hessen dar und sind insofern historisch bedeutsame Festpunkte.

(5) Bisherige TP 3. und 4. Ordnung, die nicht mit GGP, RFP oder SFP identisch sind, werden örtlich nicht mehr unterhalten. Sie werden bei Verfall aufgegeben und im AFIS historisiert.

(6) Die Punkte der pfeiler- und bodenvermarkten Prüffelder (für DGNSS-Systeme und Tachymeter) werden ebenfalls als RFP eingerichtet.

4.4 Höhenfestpunkte

(1) Die HFP realisieren und sichern das amtliche Höhenbezugssystem in der Landesfläche und bilden den Bezugsrahmen zur Bestimmung von Normalhöhen im DHHN2016 mit hoher Genauigkeit. Für die HFP werden neben den Normalhöhen im DHHN2016 auch Lagekoordinaten im ETRS89/UTM32 geführt. In geeigneten Fällen sollen für die

HFP auch ellipsoidische Höhen und Schwerewerte im DHSN2016 bestimmt und nachgewiesen werden.

(2) Bei HFP handelt es sich grundsätzlich um Einzelpunkte ohne weitere Exzentren. Die HFP werden in der Landesfläche so angeordnet, dass ihr Abstand in der Nivellementlinie innerhalb von Ortslagen höchstens 500 m, außerhalb von Ortslagen höchstens 1.500 m beträgt. Zu den HFP gehören die Punkte des HFP-Netzes 1. Ordnung (Nivellementlinien 1. Ordnung) mit einem Schleifendurchmesser von 30 km bis maximal 80 km und die Punkte des HFP-Netzes 2. Ordnung mit einem Schleifendurchmesser von circa 10 km.

(3) Die bisherigen HFP 3. und 4. Ordnung werden örtlich nicht mehr unterhalten und bei Verfall aufgegeben sowie im AFIS historisiert. Dienen die HFP 3. und 4. Ordnung als Exzentrum eines RFP, werden sie ausschließlich dort mit einem Identitätsnachweis auf ihre frühere HFP-Funktion im AFIS geführt.

(4) In denjenigen Gebieten, in denen keine HFP vorliegen, wird das amtliche Höhenbezugssystem grundsätzlich durch RFP repräsentiert.

(5) Zur Sicherung des Feldes der HFP bestehen unterirdische Sicherungspunkte in Form von so genannten UF. Diese können als Einzelpunkte oder als Punktgruppe ausgeprägt sein. Die Abstände zwischen den UF sollen 100 km nicht überschreiten. In geeigneten Fällen kann eine UF in eine GGP-Punktgruppe integriert werden.

4.5 Schwerefestpunkte

(1) Die SFP realisieren und sichern das amtliche Schwerebezugssystem in der Landesfläche und bilden einen Bezugsrahmen zur Bestimmung von Schwerewerten mittels Relativgravimetrie. Für die SFP werden neben den Schwerewerten im DHSN2016 auch Lagekoordinaten im ETRS89/UTM32 und Normalhöhen im DHHN2016 geführt. In geeigneten Fällen sollen für die SFP ellipsoidische Höhen bestimmt und nachgewiesen werden. Für SFP 1. Ordnung wird darüber hinaus der VSG bestimmt und nachgewiesen.

(2) Bei SFP handelt es sich grundsätzlich um Einzelpunkte ohne weitere Exzentren. Die SFP werden in der Landesfläche so angeordnet, dass sich auf 1.000 km² mindestens ein SFP 1. Ordnung und auf 100 km² mindestens ein SFP 2. oder 1. Ordnung befindet. Als SFP 2. Ordnung sollen grundsätzlich GGP, RFP oder HFP 1. oder 2. Ordnung genutzt werden. Im Einzelfall kann ein SFP 2. Ordnung auch mit einem bisherigen TP identisch sein.

(3) Weitere Schwerepunkte werden in der Landesfläche mit einer Punktdichte angeordnet, die eine Modellierung des GCG2016 mit einer Genauigkeit von 10 mm oder besser unterstützt. Zu diesem Zweck wird in Gebieten mit glattem Verlauf des GCG2016 eine Dichte von einem Schwerepunkt auf 4 km² und in Gebieten mit rauem Verlauf des GCG2016 eine Dichte von einem Schwerepunkt auf 2 km² angestrebt. Sofern diese Schwerepunkte mit RFP oder HFP 1. oder 2. Ordnung identisch sind, werden sie als SFP 3. Ordnung eingestuft.

(4) Bisherige SFP 3. Ordnung, die mit bisherigen TP oder HFP 3. oder 4. Ordnung identisch sind, werden weiterhin als solche im AFIS geführt, aber örtlich nicht mehr unterhalten. Sie werden im Fall einer Zerstörung nicht historisiert, sondern als Schwerepunkte weitergeführt, wenn sie für die Modellierung des GCG2016 oder dessen künftige Aktualisierungen repräsentativ sind.

(5) Schwerepunkte werden im AFIS als unvermarktete SFP geführt.

4.6 Nummerierung der Festpunkte

(1) Die Punktkennung für das Zentrum und Exzentrum eines GGP, RFP (einschließlich Prüffeld, Abschnitt 4.3 Abs. 6), bisherigen TP und SFP setzt sich zusammen aus der

Kennzeichnung des Nummerierungsbezirks (vierstellige Nummer der bundesweit eindeutig bezeichneten Blätter der TK25) sowie einer darin vergebenen dreistelligen Leitnummer und zweistelligen Folgennummer.

(2) Ein RSP wird als Exzentrum des dazugehörigen GGP geführt und entsprechend nummeriert. Im Rahmen des SAPOS-Betriebs wird den RSP eine eigene bundeseinheitliche Nummer nach den Vorgaben der AdV zugewiesen.

(3) Die Punktkennung für einen HFP setzt sich zusammen aus der Kennzeichnung des Nummerierungsbezirks (vierstellige Nummer der bundesweit eindeutig bezeichneten Blätter der TK25) sowie einer darin vergebenen fünfstelligen laufenden Nummer. Gleiches gilt für im Einzelfall bestehende Exzentren von HFP.

(4) Frühere Punktkennungen werden im AFIS zusätzlich geführt.

(5) Festpunkte mit mehreren fachlichen Funktionen (identische Punkte), die keine RFP sind, erhalten für jede Punktart eine eigene Punktkennung. Die Identitäten werden in diesen Fällen zusätzlich im AFIS nachgewiesen (zum Beispiel: HFP ist identisch mit SFP).

(6) Nähere Regelungen zur Nummerierung der Festpunkte, insbesondere zur

- a) Vergabe der Leit- und Folgennummern bei GGP, RSP, RFP, bisherigen TP und SFP,
 - b) Vergabe der laufenden Nummern bei HFP,
 - c) Änderung von Punktkennungen und
 - d) Darstellung von Identitäten bei Festpunkten mit mehreren fachlichen Funktionen
- trifft die obere Kataster- und Vermessungsbehörde.

4.7 Einrichtung, Vermarkung, Bestimmung, Überwachung und Erhaltung der Festpunkte

(1) Die obere Kataster- und Vermessungsbehörde trifft in Übereinstimmung mit den einschlägigen Festlegungen der AdV nähere Regelungen über die Einrichtung, Vermarkung und Sicherung der Festpunkte sowie die bei der Bestimmung und Änderung von räumlichen kartesischen Koordinaten, Lagekoordinaten, ellipsoidischen sowie physikalischen Höhen sowie Schwerewerten der Festpunkte einzuhaltenden technischen Standards. Dies gilt insbesondere für die anzuwendenden Mess- und Auswerteverfahren sowie die zu erzielenden Genauigkeiten und Vertrauenswürdigkeiten.

(2) Die Festpunkte werden zu ihrer Erhaltung periodisch oder anlassbezogen überwacht und örtlich überprüft. Diese Maßnahmen werden dokumentiert. In der Standsicherheit gefährdete Festpunkte sollen rechtzeitig verlegt und zerstörte Festpunkte soweit notwendig wiederhergestellt oder ersetzt werden.

(3) Wiederholungsmessungen zur Überprüfung und gegebenenfalls Neubestimmung der räumlichen kartesischen Koordinaten, Lagekoordinaten, ellipsoidischen sowie physikalischen Höhen und Schwerewerte erfolgen grundsätzlich bedarfsorientiert. Sie werden insbesondere in Gebieten vorgenommen, in denen Bodenbewegungen bekannt sind oder vermutet werden. Darüber hinaus sollen zur Analyse großräumiger tektonischer oder anthropogener Höhenbewegungen der Erdoberfläche die Normalhöhen im DHHN2016 der HFP 1. und 2. Ordnung in geeigneten Zeitabständen unter weitgehender Beibehaltung der alten Linienverläufe neu bestimmt werden.

(4) Die Ergebnisse der Wiederholungsmessungen sind so zu dokumentieren, dass für die geodätischen Bezugsgrößen (Abschnitt 5.1 Abs. 1 Satz 1 Buchst. a) der betroffenen Festpunkte Zeitreihen erstellt werden können.

(5) Sofern örtliche Lage- oder Höhenveränderungen an Festpunkten durch signifikante Bodenbewegungen verursacht sind, ist dies in geeigneter Weise zu dokumentieren (gegebenenfalls auch durch Änderung der Punktkennung).

(6) Näheres zur Überwachung und örtlichen Überprüfung der Festpunkte sowie den Wiederholungsmessungen einschließlich der Dokumentation der Arbeiten bestimmt die obere Kataster- und Vermessungsbehörde.

5 Nachweis der Festpunkte

5.1 AFIS

(1) Die Festpunkte der Landesvermessung werden mit

- a) ihren geodätischen Bezugsgrößen (je nach Zweckbestimmung: räumliche kartesische Koordinaten, Lagekoordinaten, ellipsoidische und physikalische Höhen, Schwerewerte, VSG),
- b) den dazugehörigen Qualitätsangaben (Herkunft, Genauigkeitsstufe, Genauigkeitswert, Vertrauenswürdigkeit) sowie
- c) weiteren Merkmalen

im AFIS nachgewiesen. Im AFIS wird außerdem die maßgebliche Epoche geführt, zu der die jeweilige geodätische Bezugsgröße bestimmt worden ist. Der Inhalt des AFIS bestimmt sich nach dem AFIS Objektartenkatalog (Modellkennung DFGM) der AdV.

(2) Die Koordinaten und Höhen der Festpunkte werden grundsätzlich in Meter mit mindestens drei Nachkommastellen, die Schwerewerte auf 10^{-8} m/s^2 (1 μGal) ausgewiesen. Ellipsoidische Koordinaten und VSG werden mit der dazu korrespondierenden Anzahl an Nachkommastellen geführt.

(3) Im AFIS werden geodätische Bezugsgrößen zu folgenden aktuellen Bezugssystemen geführt.

Bezugsgröße im aktuellen Bezugssystem	Kurzbezeichnung im AFIS (CRS)
Räumliche kartesische Koordinaten im ETRS89/DREF91 (Realisierung 2016)	ETRS89_X-Y-Z
Lagekoordinaten im ETRS89/DREF91 (Realisierung 2016) in der UTM-Zone 32 bezogen auf das GRS80	ETRS89_UTM32
Ellipsoidische Höhen im ETRS89/DREF91 (Realisierung 2016) bezogen auf das GRS80	ETRS89_h
Physikalische Normalhöhen im DHHN2016	DE_DHHN2016_NH
Schwerewerte im DHSN2016	--- (kein CRS)

Ergänzend können auch zum Zweck der Erstellung von Zeitreihen (Abschnitt 4.7 Abs. 4) Angaben zu älteren Bezugssystemen sowie technische Koordinaten, Höhen und Schwerewerte geführt werden. Näheres regelt die obere Kataster- und Vermessungsbehörde.

(4) Das AFIS wird landesweit in einer zentralen Datenbank geführt. Die dort gespeicherten Informationen werden als Bestandsdaten bezeichnet und in objektstrukturierter Form nach den bundeseinheitlichen Vorgaben der AdV abgebildet. Alle Veränderungen der Festpunkte werden in Form einer Vollhistorie im AFIS dokumentiert.

5.2 Festpunktbeschreibungen

(1) Zu den Festpunkten werden Beschreibungen mit dem Nachweis der Sicherung und topographischen Einmessung gefertigt. Sie sollen in der Örtlichkeit das einfache Auffinden sowie eine Identitätsprüfung ermöglichen. Die Festpunktbeschreibungen werden grundsätzlich digital geführt.

(2) Vorhandene Beschreibungen zu den Festpunkten werden fortgeführt, wenn in der örtlichen Umgebung relevante Änderungen eingetreten sind. Ungeeignete Beschreibungen werden anlassbezogen durch neue ersetzt.

(3) Näheres zu Form, Inhalt, Führung und Fortführung sowie Archivierung der Festpunktbeschreibungen regelt die obere Kataster- und Vermessungsbehörde.

6 Ausgaben aus dem AFIS

(1) Als Festpunktausgaben werden bereitgestellt:

- a) Punktlisten,
- b) Einzelnachweise einschließlich Festpunktbeschreibungen,
- c) Festpunktübersichten,
- d) AFIS Bestandsdatenausgaben im Format der NAS.

In den Ausgaben nach Buchst. a und b sind die Lagekoordinaten, Höhen und Schwerewerte in den aktuellen Bezugssystemen nach Abschnitt 5.1 Abs. 3 enthalten. Angaben zu geodätischen Bezugsgrößen in weiteren beziehungsweise älteren Bezugssystemen sowie technische Koordinaten, Höhen und Schwerewerte werden - sofern vorhanden - lediglich über Ausgaben nach Buchst. d bereitgestellt.

(2) Näheres zu den Ausgaben aus dem AFIS regelt die obere Kataster- und Vermessungsbehörde.