

# **Richtlinie**

**für die Einrichtung, Führung und  
Unterhaltung der Festpunkte der  
Landesvermessung**

**(Festpunkt-Richtlinie)**

Stand: 15.07.2022

## I. Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	6
1 Festpunktfelder .....	7
1.1 Klassifizierung.....	7
1.2 Nummerierung der Festpunkte.....	7
2 Einrichtung der Festpunkte.....	10
2.1 Vermarkung .....	10
2.2 Bestimmung .....	12
3 Nachweis der Festpunkte .....	17
3.1 Führung der Festpunkte .....	17
3.2 Festpunktbeschreibungen .....	18
3.3 Verwaltungsregeln .....	19
4 Unterhaltung der Festpunkte .....	20
4.1 Überwachung.....	20
4.2 Überprüfung .....	20
4.3 Änderung .....	21

## II. Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Genauigkeiten und Grenzwerte für die Änderung des amtlichen Wertes .....	23
Anlage 2	Nachzuweisende Koordinatenreferenzsysteme (CRS) und Schwerebezugssysteme (SWS) im AFIS.....	25
Anlage 3	Koordinatenstatus und Schwerestatus im AFIS .....	26
Anlage 4	Überwachungs- und Überprüfungszyklen .....	27
Anlage 5	Mindestanforderungen an die Instrumente und das Zubehör zur Bestimmung der Festpunkte der Landesvermessung.....	28

### III. Abkürzungsverzeichnis

AdV	Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland
ÄfB	Ämter für Bodenmanagement
AFIS	Amtliches Festpunktinformationssystem
CRS	Coordinate Reference System (Kurzbezeichnung für die geodätischen Bezugssysteme der Lage, Höhe und 3D-Position im AFIS)
DES	a) Datenerhebung Schwere (Herkunft) b) Description - Erhebungsart bei Punktorten als Teil der Herkunft
DHHN	Deutsches Haupthöhennetz
DHHN2016	Deutsches Haupthöhennetz 2016
DHSN2016	Deutsches Hauptschwerenetz 2016
DREF91	Deutscher Referenzrahmen 1991
E	Ostwert (East) einer UTM-Koordinate
ETRS89	European Terrestrial Reference System 1989
ETRS89/UTM	Das Europäische Terrestrische Referenzsystem 1989 (ETRS89) in Verbindung mit der Universalen Transversalen Mercator (UTM)-Abbildung
GCG	German Combined Quasi-Geoid
FP	Festpunkt
FP-Übersicht	Festpunktübersicht
FKT	Funktion
GCG2016	German Combined Quasi-Geoid 2016
GGP	Geodätischer Grundnetzpunkt
GID	GeoInfoDok
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPPS	Geodätischer Postprocessing Positionierungs-Service von SAPOS®
GPPS-PrO	Dienststufe „Processing Online“ zum GPPS
GRS80	Geodetic Reference System 1980 (Ellipsoid der International Association of Geodesy - IAG)
GST	Genauigkeitsstufe
GWT	Genauigkeitswert
HEPS	Hochpräziser Echtzeit-Positionierungs-Service von SAPOS®
HFP	Höhenfestpunkt
Hell.	Ellipsoidische Höhe
HLBG	Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation
HMWEVW	Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen
HP	Höhenpunkt
HREF	Hessisches Referenznetz 1992

HVBG	Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation
IBM	Interne Bemerkungen (Attribut AFIS)
ITRF	International Terrestrial Reference Frame
KST	Koordinatenstatus
LFP	Lagefestpunkt
LNH	Landesnivellement-Hauptpunkt
N	Nordwert (North) einer UTM-Koordinate
NBM	Nutzerspezifischen Bemerkungen
NHN	Normalhöhennull
RBA	Raumbezugsanweisung
Rili-RB-AdV	Richtlinie für den einheitlichen integrierten geodätischen Raumbezug des amtlichen Vermessungswesens in der Bundesrepublik Deutschland vom 16.05.2017
RFP	Raumfestpunkt
RSN	Referenzstationsnetz
RSP	Referenzstationspunkt
R/V	Rückblick/Vorblick
SAPOS®	Satellitenpositionierungsdienst der deutschen Landesvermessung
SFP	Schwerfestpunkt
SGS	Schwere-Genauigkeitsstufe
SGW	Schwere-Genauigkeitswert
SP	Schwerpunkt (unvermarkter georeferenzierter Schweremesspunkt)
SWS	Schweresystem bzw. Schwerebezugssystem
SWT	Schwerestatus
TP	Trigonometrischer Punkt
TK25	Topographische Karte 1:25.000
UF	Unterirdische Festlegungen des Höhenfestpunktfeldes
UTM	Universale Transversale Mercatorabbildung
VSG	Vertikaler Schweregradient
VWL	Vertrauenswürdigkeit Punktort
VWS	Vertrauenswürdigkeit Schwerewert
1. O.	1. Ordnung
μGal	Maßeinheit des Schwerewertes

## **Vorwort**

*Diese Festpunkt-Richtlinie dient der Verdichtung der Raumbezugsanweisung (RBA) des HMWEVW vom 25.02.2020. Sie regelt die Einrichtung, Führung und Unterhaltung der Festpunktfelder der hessischen Landesvermessung.*

*Die nachfolgenden Regelungen gelten für das landesspezifische Festpunktfeld unmittelbar. Für das bundeseinheitliche Festpunktfeld ist zusätzlich die Richtlinie für den einheitlichen integrierten geodätischen Raumbezug des amtlichen Vermessungswesens der Bundesrepublik Deutschland (Rili-RB-Adv Version 3.0 vom 16.05.2017) zu beachten.*

*Bei der Durchführung von örtlichen Vermessungsarbeiten in den Festpunktfeldern der Landesvermessung sind die*

- *Feldanweisung für Präzisionsnivellements im Deutschen Haupthöhennetz (DHHN) (4. überarbeitete Fassung vom 01.06.2022)*
- *Feldanweisung für Absolutschweremessungen im Rahmen der Erneuerung und Wiederholung des Deutschen Haupthöhennetzes (DHHN) im Zeitraum 2006–2011 (3. überarbeitete Fassung vom 01.08.2010)*
- *Feldanweisung für terrestrische Gravimetrie (Version 1.0 vom 19.02.2019)*

*sowie die Richtlinie Messgeräteprüfung der HVBG (Version 1.0 vom 15.04.2016) zu beachten.*

## **1 Festpunktfelder**

### **1.1 Klassifizierung**

- (1) Die Festpunktfelder der Landesvermessung werden in Hessen gemäß Abschnitt 4.1 Absatz 2 RBA differenziert und gliedern sich in das bundeseinheitliche Festpunktfeld gemäß Abschnitt 4.1 RBA und in das landesspezifische Festpunktfeld.
- (2) Das landesspezifische Festpunktfeld besteht aus
  - a) den Raumfestpunkten (RFP),
  - b) den bisherigen Trigonometrischen Punkten (TP) 1., 2., 3. und 4. Ordnung,
  - c) den Höhenfestpunkten (HFP) 2., 3. und 4. Ordnung,
  - d) den Schwerefestpunkten (SFP) 2. und 3. Ordnung und
  - e) den Schwerepunkten (SP).

TP und HFP der 3. und 4. Ordnung bleiben Bestandteil des landesspezifischen Festpunktfeldes, werden jedoch nicht mehr unterhalten sowie bei Verfall aufgegeben und im AFIS historisiert.
- (3) Die RFP als multifunktionale Festpunkte sowie TP als klassische Lagefestpunkte (LFP) sind die Hauptbestandteile des landesspezifischen Lagefestpunktfeldes.
- (4) Im bundeseinheitlichen Festpunktfeld ist bei der Feststellung neuer oder geänderter amtlicher Koordinaten, Höhenwerte und Schwerewerte der Festpunkte die hessische Vertretung im Arbeitskreis Raumbezug der AdV zu beteiligen.

### **1.2 Nummerierung der Festpunkte**

- (1) Jeder Festpunkt der Landesvermessung wird punktartspezifisch mit einer eindeutigen Punktkennung bezeichnet. Multifunktional ausgeprägte Festpunkte haben eine eigene Punktkennung für jede Punktart. Bei Zerstörung oder Aufgabe eines Festpunktes wird dieser unter Beibehaltung seiner Punktkennung historisiert. Seine Punktkennung darf nicht erneut vergeben werden.
- (2) Die Punktkennung setzt sich zusammen aus der 4-stelligen Nummer des TK25-Blattes, auf der der Punkt bzw. das Zentrum der Punktgruppe liegt, und aus einer weiteren 5-stelligen Nummer. Bei Punktgruppen stellen die ersten 3 Ziffern die Leitnummer, die beiden übrigen Ziffern die Folgenummer dar.
- (3) Bei TK25-Blättern an der Landesgrenze muss die Vergabe der Punktkennung mit dem federführenden Bundesland abgesprochen werden. Die Zuständigkeit hierfür liegt beim Hessischen Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation (HLBG).

#### **1.2.1 LFP**

- (1) Bei den Punktgruppen der LFP werden innerhalb eines TK25-Blattes die Leitnummern wie folgt vergeben:
  - a) GGP erhalten eine Leitnummer zwischen 401 und 409.
  - b) RFP erhalten im Allgemeinen eine Leitnummer zwischen 411 und 488. RFP, die mit früheren Punkten des Hessischen Referenznetzes HREF identisch sind, erhalten die Leitnummer 489 oder 490. RFP, die an Pegeleinrichtungen bestimmt werden, erhalten die Leitnummer 491 – 499.

- c) Feldprüfeinrichtungen für Tachymeter und GNSS-Vermessungssysteme werden als RFP-Punktgruppe mit besonders hoher Genauigkeit bestimmt und erhalten die Leitnummer 410.
  - d) Die bisherigen TP besitzen nach Ordnung differenzierte Leitnummernbereiche. Die Nummern 1 – 10 wurden für TP 1. und 2. Ordnung vergeben, die Nummern 11 – 50 für TP 3. Ordnung und die Nummern 51 – 299 für TP 4. Ordnung.
- (2) Die Folgenummern innerhalb einer LFP-Punktgruppe werden nach den folgenden Regeln vergeben:
- a) Das bei der Ersteinrichtung festgelegte Zentrum erhält die Folgenummer 00. Die Exzentren (Stations- oder Sicherungspunkte) erhalten die nächsten freien Folgenummern.
  - b) Wird das bestehende Zentrum verlegt, erhält es die nächste freie Folgenummer.
  - c) Bei Feldprüfeinrichtungen ist der seitwärts gelegene Punkt das Zentrum der Punktgruppe. Die Nummerierung der in der Geraden liegenden Exzentren soll nach Möglichkeit – vom Zentrum aus betrachtet – von links nach rechts beginnend mit der 01 aufsteigend erfolgen.
  - d) Die Folgenummern 90 bis 99 werden für historisch bedeutsame Lagefestpunkte vergeben, die innerhalb der Punktgruppe lediglich rechnerisch rekonstruiert wurden.
- (3) Ergänzungs- und Ersatzpunkte innerhalb der Punktgruppe erhalten unter der bestehenden Leitnummer die nächste freie Folgenummer. Ist eine Punktgruppe vollkommen zerstört und wird in der Nachbarschaft eine neue Punktgruppe als Ersatz eingerichtet, erhält jene eine neue Leitnummer.
- (4) Ein LFP behält seine Punktkennung auch dann bei, wenn die ihn definierenden Punktorte nach einer Überprüfung im Sinne einer Qualitätsverbesserung verändert werden (siehe Abschnitte 4.2 und 4.3). Ergeben sich in der Örtlichkeit Hinweise oder deuten die Veränderungsbeträge der Punktorte nach sachverständigem Ermessen darauf hin, dass sich die Punktmarke nicht mehr an dem originären Standort befindet, so wird der LFP als Ersatz- bzw. Ergänzungspunkt behandelt.
- (5) Wird ein bisheriger TP in eine RFP-Gruppe eingebunden, erhält er eine Punktkennung innerhalb der aufnehmenden RFP-Gruppe, während die bisherige Punktkennung historisiert wird.

### **1.2.2 HFP**

- (1) HFP erhalten innerhalb des TK25-Blattes unabhängig von ihrer Ordnung eine Nummer zwischen 1 und 99999. Neue HFP erhalten die nächste freie Nummer.
- (2) Umvermarktete HFP oder Ersatzpunkte für zerstörte HFP erhalten stets eine neue Punktkennung.

### **1.2.3 SFP**

- (1) SFP werden innerhalb eines TK25-Blattes mit Leit- und Folgenummer nummeriert. Die Leitnummer wird dabei ordnungsabhängig wie folgt vergeben:
  - a) SFP 1.Ordnung erhalten eine Leitnummer zwischen 1 und 9.
  - b) SFP 2. Ordnung erhalten eine Leitnummer zwischen 10 und 20.

- c) SFP 3. Ordnung erhalten eine Leitnummer zwischen 21 und 499, sofern sie dauerhaft vermarktet sind und eine Punktskizze besitzen.
- d) SFP, die nicht dauerhaft vermarktet sind, aber zur Modellierung des AdV-Quasigeoids benötigt werden, werden als Schwerpunkte (SP) bezeichnet und erhalten eine Leitnummer zwischen 500 und 599. Ehemalige SFP, die örtlich nicht mehr vorhanden sind, aber weiterhin als SP für das AdV-Quasigeoid verwendet werden sollen, erhalten eine Leitnummer zwischen 600 und 699.

Das Zentrum des SFP erhält die Folgenummer 00. Wird das Zentrum lokal mit einer nachbarschaftstreu übertragene Schwerwertes an eine andere Stelle verlegt, erhält das neue SFP-Zentrum unter derselben Leitnummer die nächste freie Folgenummer.

- (2) Bei Auf- oder Abstufung eines bestehenden SFP in eine andere Ordnung wird die bisherige Leitnummer durch die nächste freie Leitnummer in der betreffenden Ordnung ersetzt.
- (3) Ein SFP behält seine Punktkennung bei lagezentrischen Umvermarkungen oder Wiederherstellungen in alter Lage bei, wenn die Höhendifferenz  $\Delta h$  zum bisherigen Schwerbezugspunkt folgende Beträge nicht überschreitet und mit folgender Genauigkeit ermittelt werden kann (Tabelle 1):

**Tabelle 1 Grenzwerte für Umvermarkungen/Wiederherstellungen von SFP**

<b>Ordnung</b>	<b>Zulässiges <math>\Delta h</math></b>	<b>Genauigkeit <math>\Delta h</math></b>
SFP 1.O.	0,3 m	10 mm
SFP 2.O.	0,6 m	20 mm
SFP 3.O.	1,2 m	30 mm

In diesen Fällen kann der ursprüngliche Schwerwert bei SFP 1.O. mit dem örtlich bestimmten Vertikalschweregradienten (VSG), bei SFP 2. und 3. Ordnung ersatzweise mit dem Freiluftgradienten im Normalschwerefeld (- 0,3086 mGal/m) auf die Höhe der neuen Vermarkung übertragen werden.

## **2 Einrichtung der Festpunkte**

- (1) Die Festpunkte der Landesvermessung werden grundsätzlich multifunktional eingerichtet. HFP und SFP sollen möglichst hochwertige Lagekoordinaten besitzen, RFP möglichst hochwertige physikalische und ellipsoidische Höhen. Darüber hinaus sollen RFP bei entsprechender Eignung auch als SFP 2. oder 3. Ordnung dienen.
- (2) GGP, RFP und TP sind im Regelfall jeweils als Punktgruppe eingerichtet, die aus einem Zentrum und meist mehreren Exzentren bestehen.
- (3) HFP und SFP werden als Einzelpunkte eingerichtet.

### **2.1 Vermarkung**

#### **2.1.1 GGP**

- (1) Die GGP sollen so eingerichtet werden, dass sie sich auf leicht zugänglichen Flächen im öffentlichen Eigentum befinden und ohne Einschränkung für GNSS-Messungen geeignet sind. Weiterhin sollen sie, im Hinblick auf die Eignung als Schwerefestpunkt, die umliegende Erdmassenverteilung repräsentieren und einen ausreichenden Abstand zu verkehrsreichen Straßen haben.
- (2) GGP sind frostsicher in mindestens 0,8 m Tiefe unter der Erdoberfläche (bei bodenmechanischen Besonderheiten auch mehr) zu gründen. Der Aushub ist mit Beton zu verfüllen und eine waagrechte Kopffläche von 0,5 m x 0,5 m zu modellieren. Die Verwendung vorhandener Granit- oder Trachytpfeiler wird empfohlen. Eine 3D-Messmarke mit der Inschrift "Messungspunkt" sowie einer deutlichen Kennzeichnung des Zentrums ist derart einzubringen, dass sie sich nicht tiefer als 0,1 m unter dem Niveau der Bodenoberfläche befindet, und durch eine Abdeckung geschützt wird.

#### **2.1.2 RFP**

- (1) Die RFP sollen so eingerichtet werden, dass sie sich auf leicht zugänglichen Flächen im öffentlichen Eigentum befinden und ohne Einschränkung für GNSS-Messungen geeignet sind. Weiterhin sollen mindestens die Hälfte der RFP eines TK-Blattes uneingeschränkt für die relativgravimetrische Bestimmung des Schwerewertes geeignet sein, folglich die umliegende Erdmassenverteilung repräsentieren und ausreichend Abstand zu verkehrsreichen Straßen haben. Die Punktgruppe eines RFP wird mit einem Zentrum und mindestens zwei exzentrischen Stationspunkten, die nach Möglichkeit direkte Sicht, jedoch einen ausreichenden Abstand (mindestens 5 m) zum RFP-Zentrum haben und zudem in unterschiedlichen Vermarkungsträgern liegen, eingerichtet.
- (2) Die RFP-Zentren sind frostsicher und bodengleich mit einer 3D-Messmarke mit der Inschrift "RFP Hessen" zu vermarken. Die exzentrischen Stationspunkte des RFP werden mit einer 3D-Messmarke ohne Inschrift vermarkt. Es können vorhandene Bauwerke genutzt werden. Dabei sollten bewegliche oder überkragende Bauwerke gemieden werden und Bauwerke mit großen Hohlräumen (Schächte) nur in Ausnahmefällen genutzt werden. Alternativ zu vorhandenen Bauwerken können auch eigens zu diesem Zweck Pfeiler betoniert werden, bei denen im Hinblick auf Schwerebestimmungen eine waagrechte Kopffläche 0,25 m x 0,25 m modelliert wird.

- (3) Die RFP-Zentren sind durch mindestens zwei Marken wie Bolzen, Nägel und Meißelzeichen in unmittelbarer Nähe zu sichern, die die rasche Identitätsprüfung mittels Messband mit einer Schärfe von 5 mm erlauben, jedoch nicht als exzentrische Stationspunkte des RFP gelten. Dabei können bereits vorhandene Marken genutzt werden oder neue Marken eingebracht werden.
- (4) In der Nähe befindliche weitere Festpunkte wie LFP (TP) oder HFP sollen nach Möglichkeit in die RFP-Gruppe entweder als Zentrum oder als exzentrische Stationspunkte eingebunden werden. Sie sind bereits bei der Standortauswahl als wichtiges Kriterium zu berücksichtigen. Besteht die LFP-Gruppe wiederum aus mehreren Stationspunkten, so sind nach Möglichkeit mindestens zwei dieser Stationspunkte einzubinden. An die Identitätsprüfung der eingebundenen LFP ist ein hoher Qualitätsmaßstab ( $< 10$  mm) zu legen. Verwendete TP-Pfeiler können - mit einer 3D-Messmarke versehen - sowohl die Funktion des Zentrums als auch des exzentrischen Stationspunktes erhalten. Sofern der TP-Pfeiler keine Relation zu einem SFP besitzt, kann der Pfeiler entfernt werden und die unterirdische Platte mit einer 3D-Messmarke versehen als exzentrischer Stationspunkt genutzt werden.

### **2.1.3 HFP**

- (1) Werden neue Mauerbolzen an Gebäuden vermarktet, so sollen sich diese nach Möglichkeit 0,4 m über Boden befinden, bei Natursteinmauerwerk im vollen Stein, nicht in den Mörtelfugen eingebracht werden und der Abstand vom Mauerwerk so gewählt werden, dass diese Punkte bei Bedarf tachymetrisch mit einem Reflektorstab angemessen werden können. Zudem ist darauf zu achten, dass Nivellierlatten bis zu 3,10 m Länge auf dem höchsten Punkt des Bolzens senkrecht aufgehoben werden können.
- (2) Werden neue Bolzen an Fundamenten von Verkehrszeichen eingebracht, so sollen halbkugelförmige 3D-Messingbolzen mit Bohrung verwendet werden, über welchen nach Möglichkeit ein Stativ mindestens jedoch ein Reflektorstab aufgebaut werden kann und welche zumindest mit Einschränkung für GNSS-Messungen geeignet sind.
- (3) In den Fällen, in denen ein längerer Linienabschnitt entlang von Straßen ohne geeignete Bauwerke mit neuen HFP vermarktet werden muss, sollte maximal jeder zweite Punkt in Fundamenten von Verkehrszeichen eingebracht werden. Bevorzugt sollen Pfeiler mit Bolzen eingebracht werden. Pfeiler können entweder Granit- oder Trachytpfeiler sein oder eigens zu diesem Zweck mit einer waagrecht modellierten 0,25 m x 0,25 m Kopffläche betoniert werden. Um eine Zerstörung zu vermeiden, kann es sinnvoll sein, den Bolzen waagrecht und seitlich einzubringen.
- (4) Vorhandene Bolzen an Brückenbauwerken können verwendet werden, wenn sie sich nicht an den beweglichen Bauwerksteilen befinden.

### **2.1.4 SFP und SP**

- (1) SFP werden in der Regel nicht eigenständig neu vermarktet, sondern es wird auf vorhandene LFP und HFP zurückgegriffen.
- (2) SP werden zur Verdichtung der Schwerdatenbasis über die SFP 1. – 3. O. hinaus auf mindestens 1 Schwerewert / 4 km<sup>2</sup>, maximal 1 Schwerewert / 2 km<sup>2</sup>, zur Verbesserung des AdV-Quasigeoids bestimmt und für den Zeitraum der Bestimmung temporär vermarktet.

## 2.2 Bestimmung

- (1) Bei der Bestimmung der amtlichen Werte der geodätischen Bezugsgrößen für die Festpunkte der Landesvermessung sind Mindeststandards bezüglich der Genauigkeit und der Vertrauenswürdigkeit einzuhalten. Die Art der Datenerhebung (Herkunft) ist auf diese Erfordernisse auszurichten.
- (2) Für die Punkte des bundeseinheitlichen Festpunktfeldes gelten die bundesweit vereinbarten Standards der AdV in der Rili-RB-AdV 3.0 vom 16.05.2017. Diese werden um Standards für das landesspezifische Festpunktfeld ergänzt und sind punktartspezifisch in der Anlage 1 zusammengestellt.

### 2.2.1 GGP

- (1) Zur Bestimmung der 3D-Position der GGP werden regionale GNSS-Kampagnen mit Anschluss an das GGP-Rahmennetz durchgeführt. Die Bestimmung erfolgt durch GNSS-Messungen auf den Anschlusspunkten und den neu zu bestimmenden GGP von zweimal 24 Stunden Dauer. Sofern das wegen arbeitsrechtlicher Gründe und fehlender personeller Ressourcen nicht möglich ist, werden GNSS-Messungen von dreimal mindestens 6 Stunden Dauer an verschiedenen Tagen empfohlen.
- (2) Es sind mindestens drei Anschlusspunkte zu verwenden, die mindestens zweimal mit unterschiedlicher Hardware (Receiver und Antenne) besetzt werden. Werden mehrere GGP in einer regionalen Kampagne bestimmt, so sind mindestens vier Anschlusspunkte zu verwenden. Neupunkte sollen mindestens dreimal mit unterschiedlicher Hardware besetzt werden.
- (3) Die Genauigkeit der Lagezentrierung bei der GNSS-Messung soll besser 1 mm sein, die Antennenhöhen sollen besser als 0,5 mm bestimmt werden. Nach Abschluss der Messungen sind die Zentrierung und Antennenhöhe zu kontrollieren.
- (4) Auf allen beteiligten Punkten sollen Antennen gleichen Typs verwendet werden, für die auch gleichartige Kalibrierungen vorliegen. Für die Neubestimmung der SAPOS<sup>®</sup> Referenzstationen gilt dies nur für den Bodenpunkt, während auf den Antennenträgern die im Regelbetrieb eingesetzte Antenne genutzt werden soll.
- (5) Die Berechnung der 3D-Positionen erfolgt nach Möglichkeit mit der Software, mit der auch das Referenzstationsmonitoring der SAPOS<sup>®</sup> Referenzstationen durchgeführt wird. Die Daten vorhandener SAPOS<sup>®</sup> Referenzstationen und des DREF-Online in der Region sollen in die Berechnung einbezogen werden. Die Berechnung erfolgt im aktuellen ITRF.
- (6) Die Lagerung des auszuwertenden Netzes erfolgt bevorzugt auf den GGP des Rahmennetzes, weitere GGP können in die Lagerung einbezogen werden. Die Residuen in den Lagerungspunkten sollen bei den Lagekomponenten < 10 mm und in der Höhe < 30 mm bleiben, ansonsten ist der GGP aus der Lagerung auszuschließen und ggf. eine Neubestimmung zu veranlassen. Bei der Neubestimmung von SAPOS<sup>®</sup> Referenzstationen als GGP können zusätzlich auch benachbarte Referenzstationen nach sachverständigem Ermessen als Lagerungspunkte genutzt werden.
- (7) Die Qualität der Lagerung (äußere Genauigkeit) ist über die Standardabweichung der Mittelwerte nachzuweisen. Die Qualität der Neubestimmung (innere Genauigkeit) ist aus den Streuungen der Tageslösungen und den berechneten Standardabweichungen der Mittel-

werte nachzuweisen. Die Genauigkeitswerte der Lagekomponenten und der ellipsoidischen Höhe der neu bestimmten GGP setzen sich aus der Lagerung und der Neubestimmung zusammen.

$$\sigma_{\text{EAST/NORTH/H ell}} = \sqrt{\sigma_{\text{Lagerung EAST/NORTH/H ell}}^2 + \sigma_{\text{Neubestimmung EAST/NORTH/H ell}}^2}$$

und

$$\text{Genauigkeitswert Lage} = \sqrt{\sigma_{\text{EAST}}^2 + \sigma_{\text{NORTH}}^2}$$

$$\text{Genauigkeitswert Position} = \sqrt{\sigma_{\text{EAST}}^2 + \sigma_{\text{NORTH}}^2 + \sigma_{\text{H ell}}^2}$$

- (8) GGP sollen nach Möglichkeit zeitnah an das DHHN angeschlossen werden. Dabei ist der Anschluss an die HFP 1. O. zu bevorzugen. Wenn das wirtschaftlich nicht vertretbar ist, sollte zumindest der Anschluss an die HFP 2. O angestrebt werden. Bereits bei der Standortauswahl von GGP soll dieser Aspekt mitbedacht werden.
- (9) Für alle GGP sind Schwerewerte zu bestimmen. Sofern das nicht durch absolute Schweremessungen geschieht, soll es relativ zu den benachbarten GGP erfolgen, deren Schwerewert durch absolute Schweremessungen bestimmt wurde. GGP mit absoluten Schweremessungen werden zusätzlich als SFP 1. O., im anderen Fall als SFP 2. O. geführt.

## 2.2.2 RFP

- (1) Die Bestimmung der 3D-Position erfolgt für das RFP-Zentrum durch vier kurzzeitstatische GNSS-Messungen mit einer Dauer von 15 Minuten mittels SAPOS® GPPS-PrO, alternativ SAPOS® HEPS. Die kurzzeitstatischen Messungen sind auf mindestens zwei Tage mit möglichst verschiedenen Tageszeiten zu verteilen. Für die Bestimmung von hilfswisen Fernzielen sind je zwei unabhängige GNSS-Messungen mit SAPOS® HEPS ausreichend. Die Bestimmung der 3D-Position in Lagen ab 500 m über Normalhöhennull erfolgt durch vier statische Messungen mit einer Dauer von 40 Minuten mittels SAPOS® GPPS-PrO.
- (2) Aus der 3D-Position des RFP-Zentrums werden die Lagekoordinaten im ETRS89/UTM und die ellipsoidische Höhe in der Realisierung 2016 abgeleitet. Für die exzentrischen Stationspunkte werden die Lagekoordinaten in unmittelbarer Abhängigkeit vom Zentrum durch tachymetrische, kontrollierte Messungen bestimmt. Sie sollen gegenüber dem Zentrum eine relative Lagegenauigkeit (1 Sigma) < 3 mm aufweisen.
- (3) Der Genauigkeitswert der Lage wird aus den Standardabweichungen der Vorauswertung für das RFP-Zentrum zuzüglich eines Anteils für den Fehlerhaushalt des SAPOS® berechnet mit:

$$\text{Genauigkeitswert Lage} = 3 \text{ mm} + \sqrt{\sigma_{\text{EAST}}^2 + \sigma_{\text{NORTH}}^2}$$

Dieser Genauigkeitswert wird für alle Punkte der Punktgruppe übernommen.

- (4) Der Genauigkeitswert der ellipsoidischen Höhe wird aus der Standardabweichung der Vorauswertung zuzüglich eines Anteils für den Fehlerhaushalt des SAPOS® berechnet mit:

$$\text{Genauigkeitswert ellipsoidische Höhe} = 5 \text{ mm} + \sigma_{\text{HÖHE}}$$

- (5) Die Bestimmung der physikalischen Höhe im DHHN für das RFP-Zentrum erfolgt
- durch Nivellement-Anschluss an vorhandene HFP 1. oder 2. O., wenn der Messweg geringer als 500 m vom RFP ist und der Anschluss ohne verkehrssichernde Maßnahmen wirtschaftlich vertretbar erfolgen kann oder
  - durch Nivellement-Anschluss an vorhandene HFP 3. oder 4. O., wenn der Messweg geringer als 300 m ist. Im Hinblick auf die fehlende Qualität der HFP 3. oder 4. O. sind längere Messwege nur in Ausnahmefällen sinnvoll.
  - in Ausnahmefällen und in Rücksprache mit dem HLBG durch Nivellement-Anschlüsse an vorhandene LFP. Dies ist jedoch nur dann sinnvoll, wenn der LFP in die RFP-Gruppe überführt wird.

Kontrollierte Nivellement-Anschlüsse an mindestens 2 HFP sind nicht kontrollierten Nivellement-Anschlüssen an nur einen HFP vorzuziehen. In den übrigen Fällen, bei denen kein Nivellement-Anschluss an das HFP-Feld hergestellt wird, soll die physikalische Höhe aus der ellipsoidischen Höhe und dem AdV-Quasigeoid (GCG2016) hergeleitet werden.

- (6) Die physikalischen Höhen der exzentrischen Stationspunkte werden in unmittelbarer Abhängigkeit vom Zentrum durch Nivellement bestimmt. Sie sollen gegenüber dem Zentrum eine relative Höhengenaugigkeit (1 Sigma) < 1 mm aufweisen.
- (7) Werden RFP an vorhandene HFP angeschlossen, so ist die daraus ermittelte physikalische Höhe gegenüber der aus GNSS-Verfahren bestimmten Höhe vorzuziehen, sofern die Abweichung den Betrag von 30 mm nicht überschreitet. Bei Überschreitung des Betrages ist die aus GNSS-Verfahren bestimmte Höhe anzuhalten. Treten diese Abweichungen beim Anschluss an HFP 1. oder 2. O. auf, so ist die Ursache hierfür zu untersuchen und ggf. weitere örtliche Arbeiten zu veranlassen. Sofern es sich um regional gehäufte und systematische Abweichungen handelt, ist das Gebiet auf vertikale Bodenbewegungen zu untersuchen.
- (8) Der Genauigkeitswert der physikalischen Höhe für die RFP-Gruppe beträgt
- bei kontrollierten Nivellement-Anschlüssen an die 1. und 2. Ordnung 5 mm,
  - bei kontrollierten Nivellement-Anschlüssen an die 3. und 4. Ordnung 10 mm und
  - bei nicht kontrollierten Nivellement-Anschlüssen 15 mm.

Bei Punkten ohne Nivellement-Anschluss bzw. dort, wo dieser nicht angehalten werden kann, wird der Genauigkeitswert aus der Standardabweichung der Vorauswertung zuzüglich eines Anteils für den Fehlerhaushalt des SAPOS® und eines Anteils für den Fehlerhaushalt des GCG2016 berechnet mit:

Genauigkeitswert physikalische Höhe

ohne Nivellement-Anschluss = 5 mm + 5 mm +  $\sigma_{\text{HÖHE}}$

- (9) Die RFP sollen langfristig das bisherige SFP-Feld 2. und 3. O. ersetzen. Der SFP soll bevorzugt das RFP-Zentrum sein, gegebenenfalls kann auch ein in der RFP-Punktgruppe befindlicher HFP verwendet werden. Dokumentation der Prüfmessung

### 2.2.3 HFP

- (1) Die Bestimmung der physikalischen Höhe im DHHN eines HFP 1. O. erfolgt grundsätzlich gemäß der Rili-RB-AdV, Abschnitt 3 und der zugehörigen Feldanweisung. Anlassbezogen können bei der Neueinrichtung von GGP und RSP, welche an das DHHN angeschlossen werden, neue HFP 1. O. und Nivellementslinien eingerichtet werden. In diesen Fällen und bis zu einem Messweg von 10 km ist ausnahmsweise die Einrichtung als Linienast zulässig.
- (2) Die Bestimmung der physikalischen Höhe im DHHN eines HFP 2. O. erfolgt durch Nivellement-Anschluss an mindestens einen HFP 1. O. mit Präzisionsnivellement. Das Messverfahren kann entsprechend der Qualität der 1. O. erfolgen. Abweichend davon kann das Messverfahren R/V R/V angewendet werden und die Zielweiten bis maximal 35 m ausgedehnt werden.
- (3) Für die Bestimmung der HFP 2. O. gelten folgende Anforderungen an die Genauigkeit:

- a) Zulässiger Streckenwiderspruch einer Nivellementsstrecke 2. O. aus Hin- und Rückmessung

$$z_s[mm] = 0,5 * s \pm 2,5 * \sqrt{s[km]}$$

- b) Zulässiger Schleifenwiderspruch

$$z_U[mm] = \pm 3,0 * \sqrt{U[km]}$$

- c) Zulässige Abweichung für einen korrigierten und reduzierten Höhenunterschied von dem Höhenunterschied gemäß Nachweis bei Überschlügen und Linieneinschaltungen

$$z_H[mm] = \pm(2,0 + 3,0 * \sqrt{s[km]})$$

- d) Max. Standardabweichung für einen km Doppelnivellement aus Streckenwidersprüchen

$$w_s[mm] = 0,6$$

- e) Max. Standardabweichung für einem km Doppelnivellement aus einer freien Ausgleichung

$$S_0[mm] = 1,0$$

- (4) Die Bestimmung der Lagekoordinaten im ETRS89/UTM erfolgt, sofern sie sich nicht über Relationen zu LFP herleiten lässt, bei GNSS-Tauglichkeit des HFP durch zwei kurzzeitstatische GNSS-Messungen mit einer Dauer von 5 Minuten mittels SAPOS® HEPS oder SAPOS® GPPS-PrO. Andernfalls werden die Lagekoordinaten im ETRS89/UTM tachymetrisch oder durch Herleitung aus Gebäudepunkten des Liegenschaftskatasters und den Gebäudemaßen bestimmt. Sofern auch die ellipsoidische Höhe bestimmt werden soll, ist die Regelung für die Bestimmung der ellipsoidischen Höhe der RFP gemäß Abschnitt 2.2.2 anzuwenden.

#### 2.2.4 SFP und SP

- (1) Die Bestimmung der Schwere eines SFP 1. O. erfolgt grundsätzlich gemäß der Rili-RB-AdV, Abschnitt 4 und der zugehörigen Feldanweisung mittels Absolutgravimetrie (Primärverfahren) oder Relativgravimetrie (Sekundärverfahren) mit Anschluss an mindestens 4 absolut gravimetrisch bestimmte SFP 1. O.. Bei der Bestimmung mittels Relativgravimetrie sind mindestens 4 Messungen auf dem Neupunkt durchzuführen.
- (2) Die Bestimmung der Schwere eines SFP 2. O. erfolgt durch relativgravimetrischen Anschluss an mindestens 3 SFP 1. O.. Auf jedem neu bestimmten Punkt sind mindestens 3 Messungen durchzuführen.
- (3) Analog zum SFP 2. O. erfolgt die Bestimmung der Schwere eines SFP 3. O. durch relativgravimetrischen Anschluss an mindestens 3 SFP 2. O. und mindestens zweifacher Messung auf jedem Neupunkt.
- (4) Die Bestimmung der Lagekoordinaten im ETRS89/UTM und der ellipsoidische Höhe erfolgt, sofern sie sich nicht über Relationen zu LFP herleiten lässt, bei GNSS-Tauglichkeit des SFP durch zwei kurzzeitstatische GNSS-Messungen mit einer Dauer von 5 Minuten mittels SAPOS® HEPS bzw. mit SAPOS® GPPS-PrO. Andernfalls werden die Lagekoordinaten tachymetrisch bestimmt.
- (5) Die Bestimmung der physikalischen Höhe im DHHN der SFP erfolgt, sofern sie sich nicht über Relationen zu HFP oder RFP herleiten lässt, durch Anschluss an einen HFP oder RFP, ersatzweise durch zwei kurzzeitstatische GNSS-Messungen mit einer Dauer von 5 Minuten mittels SAPOS® GPPS-PrO.
- (6) Die für die Bestimmung des AdV Quasigeoids benötigten SP werden durch Relativgravimetrie mit Anschluss an mindestens 2 SFP 2. oder 3. O. bestimmt.
- (7) Die Bestimmung der Lagekoordinaten im ETRS89/UTM und der physikalischen Höhe im DHHN erfolgt bei den SP mit SAPOS® HEPS oder SAPOS® GPPS-PrO.

### **3 Nachweis der Festpunkte**

#### **3.1 Führung der Festpunkte**

- (1) Grundsätzlich sind die Festpunkte der Landesvermessung im Amtlichen Festpunktinformationssystem (AFIS) nachgewiesen.
- (2) Ihre relevanten geodätischen Bezugsgrößen sind im aktuell gültigen amtlichen geodätischen Raumbezugssystem zu führen. Parallel dazu sind auch die geodätischen Bezugsgrößen in den früheren, bei der Entstehung der Festpunkte gültigen amtlichen geodätischen Raumbezugssystemen, soweit vorliegend, nachzuweisen.
- (3) Im AFIS können die geodätischen Bezugsgrößen für die in Anlage 2 aufgeführten Koordinatenreferenzsysteme (CRS) oder Schweresysteme (SWS) geführt werden.
- (4) Die im AFIS nachgewiesenen geodätischen Bezugsgrößen werden mit einem Koordinatenstatus (KST) oder einem Schwerestatus (SWT) gekennzeichnet. Die Vergabe dieser Attribute erfolgt gemäß Anlage 3.
- (5) Alle geodätischen Bezugsgrößen sollen im AFIS mit adäquaten Qualitätsangaben zur Herkunft, Genauigkeit und Vertrauenswürdigkeit versehen sein.
- (6) Bei Punktorten (Lagekoordinaten, 3D-Koordinaten und Höhen) sind bezüglich der Datenqualität die Attribute Genauigkeitsstufe (GST), Genauigkeitswert (GWT), soweit ermittelt und Vertrauenswürdigkeit (VWL) zu belegen. Bei der Herkunft ist mindestens die Erhebungsart (Description DES) anzugeben.
- (7) Bei Schwerewerten ist zur Herkunft das Attribut Datenerhebung Schwere (DES) zu belegen. Des Weiteren sind zur Datenqualität die Genauigkeitsstufe (SGS), der Genauigkeitswert (SGW), soweit bekannt, und die Vertrauenswürdigkeit (VWS) anzugeben.
- (8) Die amtlichen Werte der geodätischen Bezugsgrößen sollen durchgreifend kontrolliert sein und mindestens die Vertrauenswürdigkeitsstufe „Bestimmungsverfahren“ aufweisen.
- (9) Die durch die Multifunktionalität der Festpunkte entstehenden Identitäten zwischen LFP, HFP und SFP werden im AFIS über Relationen abgebildet. Ausgenommen sind Relationen zwischen GGP und HFP sowie GGP und SFP. Identitäten zwischen LFP verschiedener Ausprägungen (z.B. zwischen RFP und TP) können im AFIS modelltechnisch nicht über Relationen abgebildet werden, sondern werden lediglich in den Nutzerspezifischen Bemerkungen (NBM) nachgewiesen.
- (10) Bei Punktidentitäten werden die Festpunkte in jeder AFIS-Kategorie (LFP, HFP und SFP) separat und damit im AFIS redundant geführt. Sie werden dabei jeweils unter der Punktkennung gespeichert, die der entsprechenden Kategorie zugeordnet ist.
- (11) Wirkt bei der Erhebung von Punktorten oder Schwerewerten eine Stelle außerhalb der HVBG mit, wird diese als erhebende Stelle in AFIS nachgewiesen.

##### **3.1.1 LFP**

- (1) Im AFIS werden GGP, RFP und TP als Lagefestpunkte (LFP) geführt. Sie sind im Regelfall jeweils als Punktgruppe ausgeprägt, die aus einem Zentrum und meist mehreren Exzentren bestehen. RSP werden als Exzentren zu GGP geführt und damit als LFP nachgewiesen.

- (2) Bei den GGP werden die Punkte des bundesweiten GGP-Rahmennetzes, welche die 3D-Datumspunkte des ETRS89/DREF91 (Realisierung 2016) bilden, besonders herausgehoben. Diese werden als „GGP-Rahmennetzpunkte“ bezeichnet, was im AFIS bei den „Nutzerspezifische Bemerkungen (NBM)“ entsprechend vermerkt wird.
- (3) Die Eigenschaften „Zentrum“ und „Exzentrum“ werden im AFIS durch das Attribut Funktion (FKT) nachgewiesen: Zentrum = FKT 1000, Exzentrum = FKT 2000. Die Exzentren werden dem dazugehörigen Zentrum im AFIS durch eine Relation zugeordnet.
- (4) Bei der Verlegung eines Zentrums der LFP-Punktgruppe entsteht ein neues Zentrum mit einer neuen Punktkennung. Die Kennzeichnung des neuen Zentrums erfolgt im AFIS über die Attribute Funktion (FKT), den Darstellungshinweis (DHW) sowie in der Punktsskizze durch eine besondere Signatur. Sofern das alte Zentrum nicht zerstört ist und dementsprechend auch nicht historisiert wird, ist es künftig als Exzentrum zum neuen Zentrum zu führen.

### **3.1.2 HFP**

- (1) HFP sind grundsätzlich als Einzelpunkte ausgeprägt.
- (2) Bei einem HFP soll sich die Herkunft des Punktortes physikalische Höhe im DHHN aus Nivellements ableiten. Wird die Herkunft des Punktortes physikalische Höhe aus GNSS-Verfahren hergeleitet, so verliert der Festpunkt seine Eignung als HFP und wird bei Bedarf als LFP weitergeführt.

### **3.1.3 SFP**

- (1) SFP sind grundsätzlich als Einzelpunkte ausgeprägt.
- (2) Bei Identität zwischen SFP und LFP wird, wenn der Schwerebezugspunkt der Vermarkung nicht mit dem Koordinatenbezugspunkt übereinstimmt, die Relationsart „unterschiedlicherBezugspunktMitLFP“ geführt.
- (3) Bei Auf- oder Abstufung eines bestehenden SFP in eine andere Ordnung erhält er gemäß Abschnitt 1.2.3 Absatz (2) eine neue Leitnummer und die frühere Leitnummer wird im AFIS bei den internen Bemerkungen (IBM) nachgewiesen.

## **3.2 Festpunktbeschreibungen**

- (1) Für die Festpunkte sind Punktbeschreibungen anzufertigen. Diese sollen ermöglichen, dass der Festpunkt auf der Grundlage einer ggf. vorhandenen FP-Übersicht leicht in der Örtlichkeit aufzufinden ist. Das wird insbesondere erreicht durch die Darstellung der Verkehrswege mit Straßennamen und ggf. ihrer Klassifizierung, Gebäuden mit Hausnummern und ggf. der Angabe ihrer öffentlichen Nutzung, Gewässern mit Namen und Fließrichtung sowie Brückenbauwerken. Bedeutende topografische Gegebenheiten wie Wirtschaftswege, Böschungen, Waldflächen, Einzelbäume und Gebüsche sollen mittels Signaturen dargestellt werden. Eine Entwurfszeichnung soll bereits im Außendienst unter Inaugenscheinnahme der örtlichen Verhältnisse angelegt werden.
- (2) Zudem sind Maßzahlen (Feldmaße) darzustellen, welche die sichere Identitätsprüfung des Festpunktes ermöglichen. Bei den LFP sind es die Maße zu anderen Stationspunkten, unterirdischen Sicherungspunkten oder zu Nabsicherungen, die dieses mit einer Schärfe besser als 10 mm ermöglichen. Bei den HFP erfüllen überwiegend Gebäudemaße diese Funktion. Die Höhe der Vermarkung über oder unter dem Erdboden, die seitlichen Abstände von Bauwerken sowie Besonderheiten bezüglich der Inschrift sind anzugeben.

- (3) Bei Hochpunkten ergänzen Ansichtsskizzen oder Fotos mit Datierung die Punktbeschreibung. Damit soll die korrekte und reproduzierbare Anzielung gewährleistet werden bzw. Hinweise erhalten werden, ob ein Hochpunkt baulich verändert wurde.
- (4) Das Format der Punktbeschreibung für LFP sollte die Größe von 177 mm x 225 mm (Breite x Höhe) und für HFP und SFP die Größe von 177 mm x 100 mm (Breite x Höhe) haben. Die Anfertigung der Punktbeschreibungen soll digital mit einer Auflösung von mindestens 400 dpi und einer Farbtiefe von 1 Bit pro Pixel erfolgen. Die Ausrichtung der Skizzen und der Beschriftung erfolgt in der Regel nach Norden, ansonsten ist die Nordrichtung zu kennzeichnen.
- (5) Eine LFP-Gruppe besitzt eine gemeinsame Punktbeschreibung für alle Stationspunkte, die in Ausnahmefällen mehrere Seiten haben kann. Auf die Darstellung von unterirdischen oder virtuellen Punkten kann verzichtet werden, wenn sie nicht zur Identitätsprüfung gemäß Abschnitt 3.2 Absatz (2) benötigt werden. Bei Bedarf können relevante Informationen in Textfeldern hinzugefügt werden. Informationen wie Namen oder Telefonnummern von Ansprechpersonen sowie Firmenbezeichnungen werden aus Gründen des Datenschutzes nicht dargestellt.
- (6) HFP und SFP besitzen jeweils eine eigene Punktbeschreibung. SFP erhalten bei vorhandenen Relationen zu HFP automatisch die Punktskizze vom HFP. Der SFP hat dann keine eigene Skizze.
- (7) Fotos der SFP dienen der besseren Auffindung und können nützliche Informationen für die Beurteilung über den Ablauf und die Bedingungen bei der Messungsdurchführung liefern.

### **3.3 Verwaltungsregeln**

- (1) Die Zuordnung zu den Messdaten und Auswertungen erfolgt über ein Ordnungskriterium, welches in den Hinweisen abgelegt wird.
- (2) Bei LFP setzt sich das Ordnungskriterium aus der TK-Blatt-Nr. und der Leitnummer eines neuen oder veränderten LFP wie folgt zusammen:  
TK-Blatt-Nr. Leitnummer (Bsp.: 5814 401)  
Bevorzugt wird die jeweils niedrigste TK-Blatt-Nr. bzw. Leitnummer gewählt.
- (3) Bei Höhenfestpunkten benötigt man das Messdatum, zu dem die Messung abgeschlossen wurde und die Gemarkung, in der die Messung stattgefunden hat. Somit setzt sich das Ordnungskriterium wie folgt zusammen:  
Messjahr\_Messmonat\_Gemarkung (Bsp.: 2019\_02\_Weiperz)
- (4) Die Nummerierung der Nivellementslinien 1. O. setzt sich aus den Knotenpunkten zusammen, beginnend mit der kleineren Knotenpunktnummer zur größeren Knotenpunktnummer (jeweils 3-stellig) mit einer Länge von 6 Zeichen.
- (5) Die Nummerierung der Nivellementslinien 2. O. basiert auf der jeweiligen Schleifen- und Liniennummer, beginnend mit der Schleifennummer, gefolgt von der Liniennummer (jeweils 3-stellig) mit einer Länge von 6 Zeichen.

## **4 Unterhaltung der Festpunkte**

- (1) Die Festpunkte der Landesvermessung sind dauerhaft zu erhalten und zu pflegen, d.h. sie sind regelmäßig zu überwachen und gegebenenfalls zu überprüfen. Gefährdete Festpunkte sollen verlegt, zerstörte Festpunkte ersetzt werden.
- (2) Die Überwachung und Überprüfung der bundeseinheitlichen Festpunkte erfolgt gemäß den Regelungen der Rili-RB-Adv. Die Überwachung und Überprüfung der landesspezifischen Festpunkte wird nachstehend geregelt.
- (3) Historisch bedeutsame LFP sollen, auch wenn sie zerstört sind und nicht neu vermarktet werden können, als unvermarktete Exzentren im Zahlennachweis verbleiben. Die historische Bedeutung ist in geeigneter Weise zu dokumentieren.

### **4.1 Überwachung**

- (1) Die Überwachung eines Festpunktes erfolgt periodisch nach Vorgaben der Anlage 4. Die Zuständigkeit für die Überwachung der RFP obliegt den ÄfB, mit Ausnahme der als RFP nachgewiesenen Feldprüfeinrichtungen. Für die Überwachung aller anderen Festpunkte ist das HLBG zuständig, welches die ÄfB bei Bedarf um Unterstützung bitten kann. Zu Beginn eines Jahres soll das HLBG eine Übersicht erstellen, welche Festpunkte im Kalenderjahr zur Überwachung anstehen.
- (2) Die Überwachung eines Festpunktes beschränkt sich zunächst auf eine Sichtkontrolle und auf die Aktualisierung der topografischen Einmessungsskizze. Bei Punktgruppen werden nur die Tagesmarken einer Sichtkontrolle unterzogen. Bei GNSS-tauglichen Festpunkten ist nach Möglichkeit eine einfache Lage- und Höhenkontrolle mittels SAPOS® HEPS durchzuführen.
- (3) Zur Überwachung von Festpunkten (insbesondere RFP und HFP) können qualifizierte Hinweise anderer Stellen – insbesondere durch die Nutzer der Festpunkte – verwendet werden. Eine Überprüfung eines Festpunktes kann dadurch ausgelöst werden.
- (4) RFP-Gruppen, bei denen die Überwachung das Fehlen von Punkten aufzeigt, sind gemäß Abschnitt 2.2.2 zu vervollständigen. Wird das Fehlen der ellipsoidischen Höhe eines RFP-Zentrums bei Überwachungen festgestellt, so ist deren Bestimmung gemäß Abschnitt 2.2.2 erforderlich.
- (5) Wird bei der Überwachung einer Nivellementlinie der 1. O. ein hoher Zerstörungsgrad der HFP festgestellt, soll die Verlegung der Linie geprüft werden. In die Prüfung sind bodenmechanische Begutachtungen einzubeziehen. Die verlegte Linie soll an möglichst vielen HFP mit der bisherigen Linie verknüpft werden.
- (6) Die Überwachung eines Festpunktes wird im AFIS durch Aktualisierung des Überwachungsdatums dokumentiert.

### **4.2 Überprüfung**

- (1) Die Überprüfung eines Festpunktes erfolgt entweder anlassbezogen bei seiner Benutzung oder periodisch gemäß den Vorgaben der Anlage 4. Dabei liegt die Zuständigkeit für die Überprüfung der RFP bei den ÄfB, bei allen anderen Festpunkten obliegt diese Aufgabe dem HLBG.

- (2) Bei LFP-Punktgruppen erfolgt die Überprüfung durch eine Wiederholungsmessung des lokalen Sicherungsnetzes nach Lage und Höhe. Ergeben sich dabei Hinweise, dass sich die gesamte Punktgruppe verändert hat, so ist diese durch eine Wiederholungsmessung neu zu bestimmen, wobei die Regelungen des Abschnittes 2.2 analog gelten.
- (3) Bei der Überprüfung der RFP kann auf die kurzzeitstatischen GNSS-Messungen verzichtet werden, wenn
  - a) das RFP-Zentrum noch vorhanden ist und die Lageidentität sicher nachgewiesen werden kann,
  - b) aufgrund der nivellierten Höhenunterschiede zu noch vorhandenen Stationspunkten oder HFP auch die physikalische Höhe im DHHN als unverändert angenommen werden kann und
  - c) für das RFP-Zentrum eine hinreichend genaue (siehe Anlage 1) ellipsoidische Höhe nachgewiesen ist.

Im Umkehrschluss werden bei Überprüfungen der RFP kurzzeitstatische Messungen erforderlich, wenn in AFIS noch keine ellipsoidische Höhe nachgewiesen ist.

- (4) Bei HFP erfolgt die Überprüfung durch ein Wiederholungsnivellement zu zwei benachbarten HFP derselben oder höheren Ordnung. Werden dabei signifikante Differenzen zu den gültigen amtlichen Höhenwerten festgestellt, ist die Wiederholungsmessung bis zu den nächsten, als unverändert anzusehenden HFP auszudehnen. In Verdachtsgebieten mit Bodensenkungen können anlassbezogene Überprüfungen der HFP erforderlich sein. Eine Darstellung der dabei erhaltenen Ergebnisse ist in Zeitreihen zu dokumentieren.
- (5) Gravimetrische Wiederholungsmessungen zur Überprüfung eines SFP sind durchzuführen, wenn die begründete Annahme besteht, dass sich der gültige amtliche Schwerewert signifikant verändert hat und demzufolge aktualisiert werden muss.
- (6) Die Überprüfung eines Festpunktes wird durch die Übernahme der Ergebnisse und der Aktualisierung des Überprüfungsdatums dokumentiert.

### 4.3 Änderung

- (1) Die für die Festpunkte im AFIS nachgewiesenen amtlichen geodätischen Bezugsgrößen können geändert werden. Eine bei einer Überprüfung festgestellte Änderung kann eine Verbesserung, Berichtigung oder Aktualisierung sein:
  - a) Eine Verbesserung liegt vor, wenn die bisherige Bestimmung die Qualitätsanforderungen nach Anlage 1 nicht erfüllt hat.
  - b) Eine Berichtigung liegt vor, wenn die bisherige Bestimmung (grob) fehlerhaft war.
  - c) Eine Aktualisierung liegt vor, wenn die bisherige Bestimmung der geodätischen Bezugsgröße die Qualitätsanforderungen nach Anlage 1 erfüllt hat, sich die geodätische Bezugsgröße jedoch in Bezug auf die relevanten Datumspunkte seit ihrer bisherigen Bestimmung geändert hat. Derartige Änderungen werden regelmäßig durch Wiederholungsmessungen aufgedeckt.
- (2) Die Änderungen nach Absatz (1) Buchstabe a) bis c) erfolgen ohne Änderung des Punktkennzeichens.

- (3) Verbesserungen und Berichtigungen von geodätischen Bezugsgrößen gemäß Absatz (1) Buchstabe a) und b) sind bei jeder sich bietenden Gelegenheit vorzunehmen. Verbesserungen sind auch dann vorzunehmen, wenn lediglich die Qualitätsangaben zu den geodätischen Bezugsgrößen betroffen sind.
- (4) Die für die Festpunkte im AFIS nachgewiesenen amtlichen geodätischen Bezugsgrößen sind zu aktualisieren (siehe Absatz (1) Buchstabe c)), wenn die erneute Bestimmung anlässlich einer Überprüfung oder Wiederholungsmessung einen signifikant abweichenden Wert ergibt und die Änderung nicht nur auf einer temporären Schwankung beruht, die wieder abklingt. Die Signifikanz ist im Allgemeinen dann gegeben, wenn diese Differenz das Zweifache der Standardabweichung des neu bestimmten Wertes überschreitet. Eine Änderung des amtlichen Wertes einer geodätischen Bezugsgröße kann auch bei einer geringeren Differenz erfolgen, wenn dies zur Wahrung des Nachbarschaftsprinzips geboten ist oder wenn andere fachliche Gründe dies rechtfertigen. In begründeten Einzelfällen dürfen Änderungen des amtlichen Wertes der geodätischen Bezugsgröße für eine befristete Übergangszeit unterbleiben, wenn gleichzeitig deren GST und der GWT adäquat verschlechtert wird.

## Anlage 1 Genauigkeiten und Grenzwerte für die Änderung des amtlichen Wertes

Rahmennetz-GGP bundeseinheitlicher Standard	Sigma (GWT/SGW)	Vertrauenswürdigkeit	Grenzwert für Änderung des amtlichen Wertes
Lage <sup>1)</sup>	1 mm	1100	--
Höhe im DHHN	1 mm	1300	--
Ellipsoidische Höhe <sup>1)</sup>	2 mm	1100	--
Schwerewert	12 µGal	1300	--

GGP und RSP bundeseinheitlicher Standard	Sigma (GWT/SGW)	Vertrauenswürdigkeit	Grenzwert für Änderung des amtlichen Wertes
Lage <sup>1)</sup>	5 mm	1100	10 mm
Höhe im DHHN	2 mm	1300	3 mm
Ellipsoidische Höhe <sup>1)</sup>	8 mm	1300	15 mm
Schwerewert (nur GGP)	12 µGal	1300	25 µGal

RFP landesspezifischer Standard	Sigma (GWT/SGW)	Vertrauenswürdigkeit	Grenzwert für Änderung des amtlichen Wertes
Lage	10 mm	1300	20 mm
Höhe im DHHN	20 mm	1300	40 mm
Bei verbesserter Bestimmung (z.B. aus Nivellement)	15 mm 10 mm	1300 1300	30 mm 20 mm
Ellipsoidische Höhe	10 mm	1300	20 mm
Schwerewert (wenn SFP 2.O.)	18 µGal	1300	35 µGal
Schwerewert (wenn SFP 3.O.)	25 µGal	1300	50 µGal

HFP	Sigma (GWT/SGW)	Vertrauenswürdigkeit	Grenzwert für Änderung des amtlichen Wertes
Lage	60 mm	1300	120 mm
Bei verbesserter Bestimmung (z.B. nach Relationsbildung mit LFP)	30 mm 20 mm	1300 1300	60 mm 40 mm
Höhe im DHHN (wenn HFP 1.O.)	1 mm	1100	2 mm
Höhe im DHHN (wenn HFP 2.O.)	2 mm	1100	4 mm
Höhe im DHHN (wenn HFP 3.O.)	3 mm	1300	6 mm
Ellipsoidische Höhe (sofern bestimmt)	10 mm	1300	20 mm
Schwerewert (wenn SFP 2.O.)	18 µGal	1300	35 µGal
Schwerewert (wenn SFP 3.O.)	25 µGal	1300	50 µGal

<sup>1</sup> In diesen Fällen müssen auch die räumlichen Koordinaten ausgedrückt in X-Y-Z angepasst werden!

<b>SFP</b>	<b>Sigma (GWT/SGW)</b>	<b>Vertrauenswürdigkeit</b>	<b>Grenzwert für Änderung des amtlichen Wertes</b>
Lage	1.000 mm	1300	2.000 mm
Bei verbesserter Bestimmung	60 mm	1300	120 mm
(z.B. nach Relationsbildung mit LFP oder HFP)	30 mm	1300	60 mm
	20 mm	1300	40 mm
Höhe im DHHN	20 mm	1300	40 mm
Ellipsoidische Höhe (falls bestimmt)	10 mm	1300	20 mm
Schwerewert für SFP 1.O. mit VSG	12 µGal	1300	25 µGal
Schwerewert für SFP 2.O.	18 µGal	1300	35 µGal
Schwerewert für SFP 3.O.	25 µGal	1300	50 µGal

<b>Frühere TP landesspezifischer Standard</b>	<b>Sigma</b>	<b>Vertrauenswürdigkeit</b>	<b>Grenzwert für Änderung des amtlichen Wertes</b>
Lage	20 mm	1300	40 mm
Bei Neubestimmung als RFP	10 mm	1300	20 mm
Höhe im DHHN	60 mm	1300	120 mm
	30 mm	1300	60 mm
	20 mm	1300	40 mm
	10 mm	1300	20 mm

## Anlage 2 Nachzuweisende Koordinatenreferenzsysteme (CRS) und Schwerebezugssysteme (SWS) im AFIS

Räumliche Bezugssysteme / 3D-Koordinatensysteme	CRS-Kurzbezeichnung im AFIS
Kartesische 3D-Koordinaten im ETRS89/DREF91 (Realisierung 2016)	ETRS_X_Y_Z
Lagebezugssysteme / 2D-Koordinatensysteme	
UTM-Lagekoordinaten im ETRS89/DREF91 (Realisierung 2016) in der Zone 32 bezogen auf das GRS80-Ellipsoid	ETRS89_UTM32
Gauß-Krüger-Lagekoordinaten im DHDN (Potsdam Datum) – Realisierung Hessischer Lagestatus 100 – im 3. Meridianstreifen bezogen auf das Bessel-Ellipsoid	DE_DHDN_3GK3_HE100
Gauß-Krüger-Lagekoordinaten im DHDN (Potsdam Datum) – Realisierung Hessischer Lagestatus 110 – im 3. Meridianstreifen bezogen auf das Bessel-Ellipsoid	DE_DHDN_3GK3_HE110
Gauß-Krüger-Lagekoordinaten im DHDN (Potsdam Datum) – Realisierung Hessischer Lagestatus 120 – im 3. Meridianstreifen bezogen auf das Bessel-Ellipsoid	DE_DHDN_3GK3_HE120

Höhenbezugssystem / Höhensysteme	CRS-Kurzbezeichnung im AFIS
Physikalische Normalhöhe im DHHN2016 (Höhenstatus 170)	DE_DHHN2016_NH
Physikalische Normalhöhe im DHHN92 (Höhenstatus 160)	DE_DHHN92_NH
Physikalische Normalorthometrische Höhe im DHHN85 (Höhenstatus 140)	DE_DHHN85_NOH
Physikalische Normalorthometrische Höhe im DHHN12 (Höhenstatus 100)	DE_DHHN12_NOH
<b>Geometrisch definierte Höhensysteme</b>	
Ellipsoidische Höhe im ETRS89/DREF91 (Realisierung 2016) bezogen auf das GRS80-Ellipsoid	ETRS89_h

Schwerebezugssysteme / Schweresysteme	Kurzbezeichnung im AFIS
Schwerewert im DHSN96	SWS 1300
Schwerewert im DHSN2016 (erst ab GID 7.1 möglich)	SWS 1400

### Anlage 3 Koordinatenstatus und Schwerestatus im AFIS

Attribut	Wert	Verwendung
KST	1000	Amtliche Lagekoordinaten bzw. amtlicher Höhenwert (Gültiger Wert in einem amtlichen Bezugssystem)
KST	2000	Zuletzt gültige amtliche Lagekoordinate oder amtlicher Höhenwert in einem früheren amtlichen Lage- oder Höhenbezugssystem.
KST	4000	Lagekoordinate oder Höhenwert im aktuellen amtlichen Lage- oder Höhenbezugssystem, die/der bei einer Überprüfung oder Wiederholungsmessung entstanden ist, aber nicht als amtlicher Wert eingeführt wurde. Nachweis als „technische Koordinate oder Höhe“ für Zeitreihenanalysen.
KST	5000	Historische (nicht mehr gültige) Lagekoordinaten oder Höhewerte
SWT	1000	Amtlicher Schwerewert (Gültiger Wert im amtlichen Schweresystem)
SWT	2000	Zuletzt gültiger amtlicher Schwerewert in einem früheren amtlichen Schweresystem.
SWT	4000	Schwerewert im aktuellen amtlichen Schweresystem, der bei einer Wiederholungsmessung entstanden ist, aber nicht als amtlicher Wert eingeführt wurde. Nachweis als „technischer Schwerewert“ für Zeitreihenanalysen.
SWT	5000	Historischer (nicht mehr gültiger) Schwerewert

## Anlage 4 Überwachungs- und Überprüfungszyklen

		Bundeseinheitliche Festpunktfelder				Hessenspezifische Festpunktfelder				
		Rahmen- netz GGP	HFP 1. Ordnung	SFP 1. Ordnung	RSP	GGP	RFP	TP 1. u. 2. Ordnung	HFP 2. Ordnung	SFP 2. Ordnung
<b>Überwachung</b>		3 Jahre	6 Jahre	6 Jahre	jährlich	3 Jahre	6 Jahre	20 Jahre	10 Jahre	6 Jahre
<b>Überprüfung</b>	des lokalen Sicherungsnetzes (Lage, Höhe)	6 Jahre		anlass- bezogen	anlass- bezogen	6 Jahre	anlass- bezogen			10 Jahre
	Bundesweite Kampagne	12 Jahre	gemäß Vorgabe der AdV		12 Jahre					
	aus dem Rahmennetz-GGP				anlass- bezogen	anlass- bezogen				
	RSN-Monitoring (permanent)				Ja					
	des Schwerewertes			anlass- bezogen						anlass- bezogen
	des vertikalen Schweregradienten			anlass- bezogen						
	der Höhe innerhalb der Linie		anlass- bezogen						anlass- bezogen	

## Anlage 5 Mindestanforderungen an die Instrumente und das Zubehör zur Bestimmung der Festpunkte der Landesvermessung

Tachymeter	Messungsgenauigkeit		Erfassung d. meteorologischen Daten		
	Distanz	Richtung	Temperatur	Luftdruck	Luftfeuchte
GGP, RSP, Prüffelder	1mm + 1ppm	0.2 mgon	< 1 Grad	< 3 hPa	< 10%
LFP (TP), RFP	2mm + 2ppm	1 mgon	< 3 Grad	< 10 hPa	--

Nivelliere	Messungsgenauigkeit	Erfassung d. meteorologischen Daten			Verwendung von		
	Sigma pro 1 Km Doppelnivellement	Temperatur	Luftdruck	Luftfeuchte	kalibrierten Invarlatten	Standard-Nivellierlatten	Teleskop-latten
DHHN und HFP 1. O.	0.3 mm	ja	nein	nein	ja	nein	nein
HFP 2. O.	0.5 mm	ja	nein	nein	ja	nein	nein
HFP 3. O.	2 mm	nein	nein	nein	optional	optional	nein
RFP	2 mm	nein	nein	nein	optional	optional	optional

Gemäß Feldanweisung Präzisionsnivellement müssen die Nivelliere eine Standardabweichung von 0,4mm/km Doppelnivellement erreichen. Es dürfen im DHHN nur Instrumente eingesetzt werden, die unempfindlich auf das Erdmagnetfeld reagieren (Prüfung durch Geod. Institut Bonn). Im DHHN sind Nivellierlatten gemäß DIN 18717 zu verwenden. Diese Nivellierlatten sollten alle drei Jahre kalibriert werden.

GNSS-Systeme	Prozessierung		GNSS Receiver / Antenne	Chokering	Dome-Margolin	Kalibrierung		
						indiv. absolute Kammer	indiv. absolute Roboter	Typen
Verwendung als RSP	permanente Vernetzung		4G	ja	optional	ja	optional	nein
Feldeinsatz bei GGP	Postprocessing		4G	ja	ja	ja	optional	nein
LFP (TP), RFP	HEPS oder	GPPS-PrO	mind. 2G	optional	optional	optional	optional	ja