Schleswig-Holstein
Der echte Norden

Schleswig-Holstein
Ministerium für Inneres,
ländliche Räume, Integration
und Gleichstellung

Anweisung für die Realisierung, Führung und Bereitstellung des einheitlichen integrierten geodätischen Raumbezugs des amtlichen Vermessungswesens in Schleswig-Holstein

(Raumbezugserlass - SH)

(RB-E-SH)

Abkürzungsverzeichnis 3

1 Einheitlicher integrierter geodätischer Raumbezug 5

1.1 Rechtliche, gesellschaftliche und wirtschaftliche Bedeutung 5
1.2 Realisierung des amtlichen Raumbezugs 6
1.3 Nachweis 7
1.4 Bereitstellung 7
1.5 Zuständigkeit 7

2 Geodätische Grundnetzpunkte 7

2.1 Definition 7
2.2 Netzaufbau 8
2.3 Vermarkung, Sicherung, Bezeichnung 9
2.4 Bestimmung 9
2.5 Genauigkeit 10
2.6 Überwachung und Überprüfung 11

3 Höhenfestpunkte 11

3.1 Definition 11
3.2 Netzaufbau 12
3.3 Vermarkung, Sicherung, Bezeichnung 12
3.4 Bestimmung 13
3.5 Genauigkeit 14
3.6 Überwachung und Überprüfung 16

4 Schwerefestpunkte 16

4.1 Definition 16
4.2 Netzaufbau 17
4.3 Vermarkung, Sicherung, Bezeichnung 17
4.4 Bestimmung 18
4.5 Genauigkeit 19
4.6 Überwachung und Überprüfung 20

5 Referenzstationspunkte 20

5.1 Definition 20
5.2 Netzaufbau 20
5.3 Vermarkung, Sicherung, Bezeichnung 21
5.4 Bestimmung 21
5.5 Genauigkeit 21
5.6 Überwachung und Überprüfung 21
5.7 Zeitreihen 22

6. Schlussbestimmung 22

Abkürzungsverzeichnis

AdV	Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder
AFIS	Amtliches Festpunktinformationssystem
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskataster-Informationssystem
DREF91	Deutscher Referenzrahmen 1991
DHDN	Deutsches Hauptdreiecksnetz
DHHN	Deutsches Haupthöhennetz
DHSN	Deutsches Hauptschwerenetz
DSGN	Deutsches Schweregrundnetz
ETRS89	European Terrestrial Reference System 1989
EUREF	European Reference Frame (Europäischer Referenzrahmen)
FA-GNSS-AdV	Feldanweisung GNSS 2020 v1 der AdV
FA-Niv-AdV	Nivellement-Feldanweisung 2006-2011, 3. Überarbeitete Fassung vom 01.08.2009 der AdV
FA-Schwere-AdV	Feldanweisung Absolutschweremessung 2006-2011, 3. Überarbeitete Fassung vom 01.08.2010 der AdV
FA-TG-AdV	Feldanweisung für terrestrische Gravimetrie (FA-TG), Terrestrische gravimetrische Messungen im DHSN2016, Version 1.0 – Stand 19.02.2019 der AdV
GCG	German Combined Quasigeoid
GeoInfoDok	Dokumentation zur Modellierung der Geoinformationen des amtlichen Vermessungswesens
GGN	Geodätisches Grundnetz
GGP	Geodätischer Grundnetzpunkt
GNSS	Global Navigation Satellite System
GREF	Integriertes geodätisches Referenznetz des Bundes
GRS80	Geodetic Reference System 1980
HFP	Höhenfestpunkt
LNH	Landesnivellementhauptpunkt
NAP	Normaal Amsterdams Peil
NHN	Normalhöhennull

Rili-RB-AdV	Richtlinie für den einheitlichen integrierten geodätischen Raumbezug des amtlichen Vermessungswesens in der Bundesrepublik Deutschland, Version 3.0 – Stand 16.05.2017
RSN	Referenzstationsnetz
RSP	Referenzstationspunkt
SA*POS*®	Satellitenpositionierungsdienst der deutschen Landesvermessung
SFP	Schwerefestpunkt
SHREF	Schleswig-Holsteinischer Referenzrahmen
TP	Trigonometrische Festpunkte
UF	Unterirdische Festlegung im Höhenfestpunktfeld

Umfassende Erläuterungen zu den geodätischen Bezugssystemen werden auf den Informationsseiten des Landesamtes für Vermessung und Geoinformation Schleswig-Holstein zur Verfügung gestellt.

https://www.schleswig-holstein.de/DE/Landesregierung/LVERMGEOSH/Themen/themaRaumbezug.html

1 Einheitlicher integrierter geodätischer Raumbezug

1.1 Rechtliche, gesellschaftliche und wirtschaftliche Bedeutung

Nach § 10 Absatz 1 des Vermessungs- und Katastergesetzes (VermKatG) ist es Aufgabe der Landesvermessung, die geodätischen Grundlagen für eine allgemeine Landesaufnahme, für das Liegenschaftskataster und für andere Vermessungen zu schaffen und zu erhalten. Insbesondere umfasst die Landesvermessung die Herstellung, Erhaltung und Erneuerung des Lage-, Höhen- und Schwerefestpunktfeldes sowie die Einrichtung und Unterhaltung von Referenzstationen eines Satellitenpositionierungsdienstes zur Realisierung des Raumbezuges. Die Landesvermessung hat nach § 10 Absatz 2 VermKatG insbesondere die Belange von Planung, Rechtsverkehr, Verteidigung, Verwaltung, Wirtschaft, Wissenschaft sowie des Umwelt- und Naturschutzes zu berücksichtigen.

Die Bestimmungen des § 10 VermKatG tragen dem großen Bedarf unserer Gesellschaft nach verlässlichen raumbezogenen Informationen Rechnung. Diese Informationen müssen zum Zweck der universellen Anwendung mit einem eindeutigen Bezug zur Position auf der Erde ausgestattet sein. Um diese Forderung zu erfüllen, ist eine ganzheitliche Infrastruktur zur praxisgerechten Georeferenzierung nach Lage, Höhe und Schwere unter Berücksichtigung zeitlicher Veränderungen vorzuhalten.

Erst durch den einheitlichen geodätischen Raumbezug wird der Aufbau einer Geodateninfrastruktur beim Bund, bei den Bundesländern und bei den Kommunen ermöglicht, die auch den Anforderungen des Geoinformationswesens der Europäischen Union gerecht wird. Er ist somit die Voraussetzung für die Zusammenführung, Analyse und Darstellung von georeferenzierten Daten verschiedenster Fachdisziplinen.

Die Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland gewährleisten die Verfügbarkeit des einheitlichen geodätischen Raumbezugs durch dauerhaft vermarkte Festpunkte und durch den Satellitenpositionierungsdienst der deutschen Landesvermessung (SA*POS*®) und stellen die Mehrwerte des Raumbezugs durch digitale und analoge Produkte für unsere Gesellschaft zur Verfügung.

1.2 Realisierung des amtlichen Raumbezugs

Die Realisierung des einheitlichen integrierten Raumbezugs umfasst die Herstellung, Erhaltung und Erneuerung des Lage-, Höhen- und Schwerefestpunktfeldes sowie die Einrichtung und Unterhaltung von Referenzstationen eines Satellitenpositionierungsdienstes.

Entsprechend ihrer spezifischen Aufgaben innerhalb des Raumbezuges werden die geodätischen Festpunkte unterschieden in

Geodätische Grundnetzpunkte (GGP),
Höhenfestpunkte (HFP),
Schwerefestpunkte (SFP) und in
Referenzstationspunkte (RSP).

Je nach spezifischer Aufgabe kann ein Festpunkt des einheitlichen Integrierten geodätischen Raumbezuges gleichermaßen das Lage-, Höhen- oder Schwerefestpunktfeld realisieren.

Dabei umfasst das Lagefestpunktfeld die Lageposition der GGP sowie die RSP, das Höhenfestpunktfeld die HFP (1. und 2. Ordnung) sowie die Höheinformation der GGP und das Schwerefestpunktfeld die SFP (1. bis 3. Ordnung) sowie die Schwereinformation der GGP.

Die geodätischen Festpunkte sind physische Realisierung, Bestandteil und auch Sicherung der übergeordneten amtlichen Bezugssysteme

Europäisches Terrestrisches Referenzsystem 1989 (ETRS89)
Deutsches Haupthöhennetz 2016 (DHHN2016)
Deutsches Schweregrundnetznetz 2016 (DSGN2016)
Deutsches Hauptschwerenetz 2016 (DHSN2016)

Die geodätischen Festpunkte auf Länderebene repräsentieren die übergeordneten Bezugssysteme entweder als integrierte, der Verdichtung dienende Festpunkte oder sind selbst Bestandteil des übergeordneten Bezugssystems.

Die geodätischen Festpunkte des einheitlichen integrierten Raumbezugs in Schleswig-Holstein werden auf Grundlage bundesweit einheitlicher Richtlinien der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV) geführt.

1.3 Nachweis

Der Nachweis der Festpunkte ist digital, flächendeckend, vollständig und aktuell im AFIS zu führen. Die verfügbaren Angaben sind durch Metadaten zu beschreiben.
Die Qualität des Nachweises ist zu prüfen und durch kontinuierliche Pflege sicherzustellen. Im AFIS werden alle Veränderungen der Festpunkte in Form einer Vollhistorie geführt.

1.4 Bereitstellung

Die Bereitstellung des Raumbezugs erfolgt aus dem AFIS, über SA*POS*® und über Geodatendienste.
Die Angaben des Raumbezugs aus dem AFIS werden als Einzelnachweise und Punktlisten in Form von Standardpräsentationen sowie in Festpunktübersichten bereitgestellt.

1.5 Zuständigkeit

Die Zuständigkeit für den einheitlichen, integrierten geodätischen Raumbezug in Schleswig-Holstein obliegt dem für Vermessung und Geoinformation zuständigen Ministerium.

Die Aufgaben der Realisierung, Führung und Bereitstellung des einheitlichen, integrierten geodätischen Raumbezugs werden gemäß VermKatG durch das Landesamt für Vermessung und Geoinformation Schleswig-Holstein wahrgenommen.

2 Geodätische Grundnetzpunkte

2.1 Definition

Die GGP dienen der physischen Realisierung und Sicherung des ETRS89/DREF91 sowie dessen Verknüpfung mit dem bundeseinheitlichen Höhenbezug des DHHN2016 als auch mit dem Schwerebezug des DSGN2016 und dem DHSN2016,
GGP können aufgrund ihrer Verknüpfung mit dem Höhen- und Schwerebezugsrahmen mit Höhen- und Schwerefestpunkten identisch sein.

GGP bilden gemeinsam mit den Referenzstationspunkten (SA*POS*®) die physische Absicherung des einheitlichen integrierten geodätischen Raumbezugs des amtlichen Vermessungswesens.

2.2 Netzaufbau

In Schleswig-Holstein besteht das GGN aus den GGP des bundesweiten GGP-Rahmennetzes, sowie aus zusätzlichen GGP auf Landesebene, deren Bestimmungselemente aus der Einführung des ETRS89/DREF91 stammen (SHREF).

Die GGP werden durch geeignete Festpunkte des TP-Netz sowie durch neu angelegte Festpunkte gebildet.

Die Entfernung zwischen GGP soll 30 km nicht überschreiten.

GGP sind Festpunkte von einheitlich hoher Qualität. Eine Differenzierung nach Ordnung oder Hierarchiestufe findet nicht statt.
Durch Einbindung der GGP des GGP-Rahmennetzes in das Höhenfestpunktfeld der 1. Ordnung zeichnen sich diese durch höchste Höhengenauigkeit aus.

Das Stationsnetz eines GGP wird gebildet aus dem GGP, aus Sicherungspunkten sowie ggf. aus einem Referenzstationspunkt (SA*POS*®). Jeder einzelne Punkt ist ein Stationspunkt.

Bis zur Einführung des einheitlichen integrierten geodätischen Raumbezugs und SA*POS*® bildeten die TP die alleinige Grundlage für den amtlichen Lagebezug der Landesvermessung und des Liegenschaftskatasters. In Folge dessen werden die Festpunkte des TP-Netzes nicht weiter erhalten. Zur Nachvollziehbarkeit vorheriger technischer Entscheidungen und Abläufe werden die TP weiter in AFIS geführt und mit dem Hinweis auf die fehlende Aktualität weiterhin zur Verfügung gestellt.

2.3 Vermarkung, Sicherung, Bezeichnung

Standorte für GGP sollen nach Kriterien der besonderen Lage- und Höhenstabilität sowie der Anwendbarkeit aller geforderter Messverfahren für die hochgenaue Lage-, Höhe- und Schwerebestimmung ausgewählt werden.

Die GGP sind am Erdboden mittels dauerhafter und positionsstabiler 3D-Vermarkung (eindeutiger Lage- und Höhenbezug) festzulegen. Zur Sicherung eines GGP nach Lage und Höhe sind in einem gemeinsamen Stationsnetz mindestens zwei exzentrische Sicherungsvermarkungen in unmittelbarer Nähe am Erdboden und, falls vorhanden, eine SA*POS*® - Referenzstation (Referenzstationspunkte) in das Stationsnetz einzubinden.

Innerhalb des Stationsnetzes sind Standardabweichungen von

≤ 2 mm in der Lage und

≤ 0,5 mm in der Höhe

einzuhalten.

Geeignete Stationsnetze vorhandener TP können zur Anlage eines GGP genutzt werden.

GGP werden mit einer 9-stelligen Bezeichnung bestehend aus TK25-Blattnummer und Punktkennung auf volle Millimeter gemäß des AFIS Objekt- und Signaturenkatalog der GeoInfoDok geführt und beschrieben.

Sofern ein GGP aus einem TP entstanden ist, bleiben im AFIS-Einzelnachweis des GGP die spezifischen Informationen des TP wie Nummer, Ordnung und Hierarchiestufe erhalten. Jedoch sind diese Angaben aufgrund der Neubestimmung des GGP als historisch zu betrachten.

2.4 Bestimmung

Die dreidimensionalen Positionen der GGP im ETRS89 sind mit GNSS gestützten Positionierungsverfahren im Anschluss an das GGN und im Verbund mit den umliegenden Referenzstationspunkten zu bestimmen.

Die Bestimmung der physikalischen Höhe der GGP erfolgt durch Anschlussnivellements zum Höhenfestpunktfeld.

Die Bestimmung der Schwerewerte der GGP erfolgt durch absolute Schweremessung oder durch relative Schweremessungen zu Schwerefestpunkten der 1. oder 2. Ordnung.

Die Hinweise der FA-GNSS-AdV sind zu beachten.

2.5 Genauigkeit

Bei der Bestimmung der dreidimensionalen Position der GGP sollen im ETRS89 folgende Standardabweichungen nicht überschritten werden:

Lage:	5 mm
ellipsoidische Höhe:	8 mm

Für die Bestimmung der physikalischen Höhen der GGP sind die Messungen so anzulegen, dass für die Höhen eine Standardabweichung von 5 mm eingehalten wird.
Für die Bestimmung der physikalischen Höhen der GGP des GGP-Rahmennetzes sind die Vorgaben für die Bestimmung eines Höhenfestpunktes 1. Ordnung nach Abschnitt 3.5 einzuhalten.

Zur Bestimmung der Schwerewerte der GGP sind die Grundsätze nach Abschnitt 4.5 für die Bestimmung eines Schwerefestpunktes der 1. bzw. 2. Ordnung einzuhalten.

Die amtlichen Werte der geodätischen Bezugsgrößen der GGP sollen geändert werden, wenn der jeweilige Änderungsbetrag gegenüber dem amtlichen Nachweis folgende Abweichungen überschreitet:

Lage:	10 mm
ellipsoidische Höhe:	15 mm
physikalische Höhe:	20 mm (3 mm bei Rahmennetzpunkten)
Schwerewert:	$25 * 10^{-8}$ m/s² (25 µGal)

2.6 Überwachung und Überprüfung

Zur Bewertung des Erhaltungszustandes und der Standsicherheit der GGP erfolgt im zweijährigem Turnus eine örtliche Überwachung.
Die Überwachung ist zu protokollieren.

Die GGP sind innerhalb ihres Stationsnetzes nach Lage und Höhe im zeitlichen Turnus von sechs Jahren zu überprüfen. Ergeben sich dabei signifikante Abweichungen zu den in 2.3 genannten Abweichungen, sind die Ursachen zu klären und zu beheben. Erforderlichenfalls ist eine Überprüfung unter Einbeziehung benachbarter GGP vorzunehmen.

Erforderliche Wiederholungs- und Neumessungen von GGP sind mit Anschluss an das GGP-Rahmennetz und ggf. an das Höhen- und Schwerenetz durchzuführen. Ergeben sich dabei Zweifel an der Stabilität einzelner Punkte des GGP-Rahmennetzes, ist die regionale Wiederholungsmessung bis an die nächsten Rahmennetzpunkt auszuweiten. Die Ergebnisse der regionalen Wiederholungsmessungen, die das GGP-Rahmennetz betreffen, sind dem Arbeitskreis Raumbezug der AdV zu berichten.

3 Höhenfestpunkte

3.1 Definition

Im einheitlich integrierten Raumbezug dienen die HFP der physikalischen Realisierung und der Sicherung des bundesweit einheitlichen Höhenbezugssystems. Der Vorhaltung und Überwachung von qualitativ hochwertigen HFP kommt insbesondere bei der Verfolgung großflächiger tektonischer Hebungen und Senkungen sowie der langfristigen Beobachtung des Anstiegs des Meeresspiegels als Folge des Klimawandels eine große Bedeutung zu.

Das DHHN2016 ist zum 01.12.2016 als bundesweit einheitlicher amtlicher Bezugsrahmen in Deutschland eingeführt. Dieser einheitliche Bezugsrahmen ist konsistent zu den anderen Komponenten des integrierten geodätischen Raumbezugs.
Für die HFP des DHHN2016 werden Normalhöhen nach der Theorie von Molodensky, unter Verwendung der Parameter des Geodätischen Referenzsystems 1980 (GRS80) und der Punktkoordinaten im ETRS89, berechnet.

Höhenbezugsfläche für die Normalhöhen im System DHHN2016 ist die Normalhöhennull-(NHN-)Fläche. Bezugsfläche der Höhen ist das AdV-Quasigeoidmodell, das mit Parametern des GRS80-Ellipsoides berechnet ist und durch den Nullpunkt des Pegels Amsterdam (NAP) verläuft.

3.2 Netzaufbau

Die HFP sind einer 1., 2. oder 3. Ordnung zugewiesen. Die Festpunkte der tieferen Ordnungen stellen jeweils die flächenmäßige Verdichtung der nächst höheren Ordnung dar.

Die HFP der 1. Ordnung sind identisch mit den in Schleswig-Holstein gelegenen HFP des-DHHN2016.

Die HFP der 2. Ordnung sind identisch mit den bisherigen HFP der 1. Ordnung, die nicht Bestandteil des DHHN2016 sind, und den bisherigen HFP der 2. Ordnung. Diese sind unter Verwendung der Messungselemente früherer Messungen (DHHN85 und DHHN92) durch Ausgleichung bzw. über Transformation in das System des DHHN2016 überführt worden.

Die HFP der 3. Ordnung werden nicht erhalten. Die Höhenangaben, die durch Transformation im System DHHN2016 vorliegen, werden weiterhin mit dem Hinweis auf ihre fehlende Aktualität bereitgestellt.

Weitere HFP der 2. Ordnung können ergänzt werden, dabei sind gut erhaltene Vermarkungen von HFP niedriger Ordnung Neuvermarkungen vorzuziehen.

3.3 Vermarkung, Sicherung, Bezeichnung

Die Anforderungen an die Standorte der HFP orientieren sich an Kriterien der Höhenbeständigkeit, Sicherheit vor Zerstörung und der Zugänglichkeit für alle erlaubten Messverfahren. Der Abstand zwischen HFP innerhalb einer Nivellementlinie soll zwischen 500 m (in Ortslagen) und 1500 m betragen. Innerhalb von Ortslagen müssen jedoch mindestens drei HFP festgelegt werden.

Die Nivellementlinien zur Bestimmung oder Überprüfung von HFP der 1. Ordnung sollen über besonders höhenstabile Gebiete führen. In Abständen von möglichst nicht mehr als

10 km wie auch im Umfeld von zusammentreffenden Nivellementlinien, die HFP der 1. Ordnung verbinden, sind Gruppen von HFP einzurichten.

Das System der HFP ist durch Unterirdische Festlegungen (UF) über die gesamte Landesfläche dauerhaft in dem Umfang gesichert, dass im Falle einer Zerstörung von HFP die Versorgung mit amtlichen Höhen zu jeder Zeit gewährleistet ist.
Aufgrund ihrer bedeutenden Sicherungsfunktion sind die UF den HPF der 1. Ordnung gleichgestellt. Die Anlage der UF stellt besonders hohe Anforderungen an die Höhenstabilität des Untergrundes wie auch an den Schutz vor Zerstörung. Die Anlage von benachbarten und besonders höhenstabilen HFP, als sogenannte Gruppe, dient ebenfalls der Sicherung von HFP. Idealerweise sind UF mit einer Gruppe von oberirdischen HFP umgeben. Die UF und Gruppen von HFP von erwiesener guter Höhenbeständigkeit sind an ihren ursprünglichen Standorten zu erhalten.

Die HFP und die UF werden mit einer 9-stelligen Bezeichnung bestehend aus TK25-Blattnummer und Punktkennung auf volle Millimeter gemäß dem AFIS Objekt- und Signaturenkatalog der GeoInfoDok geführt und beschrieben.
Die UF sollen aufgrund ihrer bedeutenden Sicherungsfunktion für externe Nutzer nicht einsehbar sein. Daher sind diese nicht Bestandteil der AFIS- Standardausgaben.

3.4 Bestimmung

Die Bestimmung der HFP erfolgt durch geometrisches Nivellement und Ausgleichungsberechnung. Das Nivellement ist als Hin- und Rückmessung (Doppelnivellement) mit gleichen Zielweiten auszuführen.

Bei der Bestimmung von HFP der 1. Ordnung sind die Beobachtungsdaten vor der Ausgleichung von inneren und äußeren Fehlereinflüssen zu bereinigen und die Normalhöhenreduktion anzubringen. Die zur Normalhöhenreduktion notwendigen Schwerewerte sind direkt am HFP durch Relativmessungen zu erfassen oder aus dem dichten Netz der bereits vorliegenden gemessenen Schwerewerte zu interpolieren.

HFP, die als Anfangs- bzw. Endpunkte einer Nivellementschleife dienen (Linieneinschaltung), sind durch Überschlagsnivellement zu jeweils mindestens zwei bekannten HFP zu überprüfen.

HFP, deren Höhenstabilität dauerhaft nicht zuverlässig gewährleistet werden kann, die jedoch aus bedarfsgerechtem Interesse bestimmt werden (überwiegend im Bereich der Westküste), können nach fachlichem Ermessen der 3. Ordnung zugewiesen werden.

Für die HFP werden Lagekoordinaten im amtlichen Bezugssystem vorzugsweise mit GNSS und SA*POS*® bestimmt.
Vorhandene, graphisch ermittelte Lagekoordinaten von HFP sind bei jeder sich bietenden Gelegenheit durch gemessene Lagekoordinaten zu ersetzen.

Die Grundsätze der FA-Niv-AdV sind für die Vermessung der HFP der 1. Ordnung zu beachten.
Die Vorgehensweise im Höhenfestpunktfeld der 2. Ordnung soll sich nach fachlichem Ermessen an den Grundsätzen der 1. Ordnung orientieren.
Für Nivellementlinien, die grenzüberschreitend HFP verbinden, gelten die Qualitätsvorgaben der 1. Ordnung.

3.5 Genauigkeit

Der größte zulässige Betrag der Summe der korrigierten Höhenunterschiede aus Hin- und Rückmessung einer Nivellementstrecke (zulässiger Streckenwiderspruch) z_S (in mm) beträgt (S = Streckenlänge in km):

zur Bestimmung von HFP 1. Ordnung: $z_S = \pm\,(0{,}5 * S + 1{,}5 * \sqrt{S})$,

zur Bestimmung von HFP 2. Ordnung: $z_S = \pm\,(0{,}5 * S + 3{,}5 * \sqrt{S})$.

Der größte zulässige Schleifenwiderspruch z_U (in mm) (Summe der korrigierten und reduzierten Höhenunterschiede einer Nivellementschleife) beträgt (U = Schleifenumfang in km):

zur Bestimmung von HFP 1. Ordnung: $z_U = \pm\,2 * \sqrt{U}$,

zur Bestimmung von HFP 2. Ordnung: $z_U = \pm\,4 * \sqrt{U}$.

Bei Überschlagsnivellements und Linieneinschaltungen beträgt die zulässige Abweichung z_H (in mm) eines korrigierten und reduzierten Höhenunterschiedes einer Nivellementstrecke von der entsprechenden Höhendifferenz im Nachweis der HFP:

zur Bestimmung von HFP 1. Ordnung: $z_H = \pm\,(2{,}0 + 2 * \sqrt{S})$,

zur Bestimmung von HFP 2. Ordnung: $z_H = \pm\,(2{,}0 + 4 * \sqrt{S})$.

Wird bei einem Überschlagsnivellement die zulässige Abweichung z_H überschritten, sind die Messungen so weit auszudehnen, bis z_H bei mindestens zwei Nivellement-Strecken eingehalten wird.
Die Höhen der als verändert zu betrachtenden oder neuen HFP sind im Anschluss an die nächstgelegenen unveränderten HFP zu berechnen.

Werden bei einem Überschlagsnivellement in eine übergeordnete Linie Neu- und Ersatzpunkte eingeschaltet oder sollen Höhenwerte geändert werden, so sind für das Überschlagsnivellement die für die höhere Ordnung zulässigen Abweichungen einzuhalten.

Die Standardabweichung s_S für einen Kilometer Doppelnivellement, berechnet aus Streckenwidersprüchen w_S, soll für Nivellementlinien folgende Werte nicht überschreiten:

zur Bestimmung von HFP 1. Ordnung: $s_S = 0{,}4$ mm,

zur Bestimmung von HFP 2. Ordnung: $s_S = 0{,}9$ mm.

(Berechnungsgrundlage der Standardabweichung s_S: FA-Niv-AdV Ziffer 2.2)

Die Standardabweichung für einen Kilometer Doppelnivellement, berechnet aus der Ausgleichung von HFP der 1. Ordnung, soll 1,0 mm nicht überschreiten.

Werden begründeter Weise andere Verfahren als das geometrische Nivellement zur Höhenbestimmung im Höhenfestpunktfeld verwendet, muss gewährleistet sein, dass in den einzelnen Ordnungen die größten zulässigen Abweichungen nicht überschritten und die Höhen auf die Bezugsfläche des Höhenfestpunktfeldes bezogen werden.

3.6 Überwachung und Überprüfung

Der hohe Qualitätsstandard der amtlichen Höhen ist dauerhaft durch ein regelmäßiges Monitoring zu gewährleisten. Die Zyklen des Monitorings orientieren sich an der Einschätzung der geologischen Höhenstabilität der jeweiligen Region, in der die Höhenfestpunkte gelegen sind sowie an den Empfehlungen der FA-Niv-AdV.
Besondere Beachtung ist der Gewährleistung eines stets zuverlässigen amtlichen Höhenbezuges für die Aufgaben des Küstenschutzes einzuräumen.
Die Höhen der HFP der 1. Ordnung sowie der HFP der 2. Ordnung an der Nordseeküste sollen in einem Zeitabstand von sechs Jahren durch Wiederholungsmessungen und Ausgleichung neu bestimmt werden.
Die Wiederholungsmessungen der HFP 1. Ordnung sind an die HFP der 1. Ordnung der Nachbarländer anzuschließen und sollen innerhalb der Bundesrepublik Deutschland und mit den Nachbarstaaten in Zusammenarbeit geplant und ausgeführt werden.
Die Ergebnisse der Neubestimmung sind mit den amtlichen Höhen abzugleichen. Bei Abweichungen von größer 2 mm sind die neu berechneten Höhen einzuführen.

Die HFP der 2. Ordnung sind im 10-jährigen Abstand einer Wiederholungsmessung und Auswertung zu unterziehen. Unter fachlicher Einschätzung der Höhenstabilität der jeweiligen Region, in der die HFP gelegen sind, sind größere Zeitabstände zulässig. Abweichungen zu den vorhandenen Höhen sind zu bewerten. Bei Abweichungen von größer 2 mm ist die neue Höhe einzuführen.

4 Schwerefestpunkte

4.1 Definition

Das Maß für die Fallbeschleunigung (Schwere) der Erde ist eine wichtige Grundlage für die hypothesenfreie Berechnung des amtlichen Höhenbezuges (DHHN2016) und für die Berechnung des aktuellen bundesweiten Quasigeoidmodells.

Im einheitlichen integrierten Raumbezug dienen die SFP der physischen Realisierung und der Sicherung des amtlichen bundesweit einheitlichen Schwerebezugssystems, welches durch die Schwerewerte der SFP der 1. Ordnung im DHSN2016 realisiert wird.

Das Bezugsniveau und der Schweremaßstab des DHSN2016 sind durch absolute Messungen der Schwerebeschleunigung auf den Punkten des übergeordneten DSGN2016 festgelegt. Die dabei verwendeten Absolutgravimeter repräsentieren den internationalen Schwerestandard, was über Vergleichsmessungen nach internationalem Standard des Internationalen Komitees für Maße und Gewichte (CIPM) gewährleistet ist.

4.2 Netzaufbau

In Schleswig-Holstein sind die SFP basierend auf Bestimmungsart und Genauigkeit der 1., 2. und 3. Ordnung zugewiesen.
Mit einer Punktdichte von 1 bis 2 Festpunkten pro 1000 km² bilden die SFP der 1. Ordnung den landesweiten Bezugsrahmen für die Bestimmung der SFP der 2. und 3. Ordnung.
Die SFP der 2. und 3. Ordnung stellen mit einer Punktdichte von einem SFP pro 4 km² die flächenmäßige Verdichtung der 1. Ordnung dar.

Die SFP der 1. Ordnung zeichnen sich durch die Bestimmungsart der Absolutgravimetermessung aus (Absolutschwerepunkte). Die SFP 1. Ordnung umfassen die in Schleswig-Holstein gelegenen SFP des DHSN2016 einschließlich des DSGN2016 sowie weitere, neu definierte SFP.

Die SFP der 2. Ordnung umfassen alle SFP der bisherigen 1. und 2. Ordnung, deren Schwere mit Relativgravimetern bestimmt ist.

4.3 Vermarkung, Sicherung, Bezeichnung

Grundsätzlich sind zur Vermarkung der SFP die Vorgaben der Rili-RB-AdV, der FA-Schwere-AdV sowie der FA-TG-AdV für SFP der 1. Ordnung anzuhalten und für die Schwerefestpunkte 2. und 3. Ordnung zu beachten.

Die Anforderungen an die Standorte der SFP orientieren sich an Kriterien der geologischen und hydrologischen Stabilität, der Veränderungserwartung (Baumaßnahmen, Massenveränderungen) sowie dem Maß der Mikroseismik der Umgebung. Die gute Erreichbarkeit mit einem Messfahrzeug wie auch die Möglichkeit einer fachgerechten Geräteaufstellung soll gewährleistet sein.

Bis auf wenige Ausnahmen sind die SFP in ihrer Vermarkung mit HFP und den GGP identisch.

SFP der 1. Ordnung (Absolutschwerepunkte) werden nicht gesichert. Ist ein Absolutschwerepunkt zerstört oder nicht mehr brauchbar, ist dieser an geeigneter Stelle zu ersetzen und durch Absolutgravimetermessung neu zu bestimmen. In diesem Zuge sind drei benachbarte SFP der 2. oder 3. Ordnung durch Relativgravimetermessung von dem neu bestimmten Absolutschwerepunkt aus zu überprüfen. Werden die Genauigkeitsmaße der Ziffer 4.5 überschritten, ist die Untersuchung auf weitere SFP auszudehnen.

SFP der 2. und 3. Ordnung sichern sich gegenseitig. Ist im Bedarfsfall ein zerstörter oder nicht mehr brauchbarer SFP der 2. oder 3. Ordnung zu erneuern, erfolgt dies unter Beachtung der Bestimmungsgrundsätze von Ziffer 4.4.

SFP erhalten die Nummer und den Namen des HFP oder die Nummer und den Namen des GGP, mit deren Vermarkung sie identisch sind. Sind SFP nicht identisch mit HFP oder GGP, werden diese mit einer 9-stelligen Bezeichnung bestehend aus TK25-Blattnummer und Punktkennung nummeriert.
Die SFP werden in AFIS auf 10^{-8} m/s² geführt und gemäß dem AFIS Objekt- und Signaturenkatalog der GeoInfoDok beschrieben.

4.4 Bestimmung

Grundsätzlich sind zur Bestimmung der SFP die Vorgaben der Rili-RB-AdV, der FA-Schwere-AdV sowie der FA-TG-AdV für SFP der 1. Ordnung anzuhalten und für die SFP 2. und 3. Ordnung zu beachten.

Die SFP der 1. Ordnung werden durch Absolutgravimetermessungen bestimmt.

Die Bestimmung der Schwerewerte der SFP der 2. und 3. Ordnung erfolgt durch Relativmessung von bekannten SFP aus und durch Ausgleichungsberechnung.

Für die relative Schweremessung in der 2. und 3. Ordnung sind ausschließlich Gravimeter zu verwenden, die hinsichtlich ihrer Mindestanforderungen geodätischen Zwecken genügen.

SFP der 2. Ordnung werden ausschließlich von Schwerefestpunkten der 1. Ordnung aus bestimmt.
SFP der 3. Ordnung werden von benachbarten Schwerefestpunkten aus bestimmt.

Im Verfahren der Relativmessung sind auf jedem Festpunkt am Relativgravimeter aufeinanderfolgend mehrere Ablesungen vorzunehmen, die zu einem Messwert gemittelt werden. Weichen Ablesungen geräteuntypisch voneinander ab, so ist der Ablesezyklus erneut durchzuführen.

Der nachgewiesene Schwerewert bezieht sich bei mit Pfeilern vermarkten Punkten auf deren Oberfläche (Aufstellfläche). Ist eine Vermessungsmarke nicht zur Aufstellung des Gravimeters geeignet (z.B. Mauerbolzen), so ist ein geeigneter Punkt in möglichst geringer Entfernung als Beobachtungsort auszuwählen. Zur Berechnung des Korrekturwertes ist der Höhenunterschied zwischen dem Bezugspunkt des Gravimeters zum Bezugspunkt der Vermessungsmarke mit cm-Genauigkeit zu bestimmen.

Für SFP ist der Raumbezug nachzuweisen. Sind SFP mit HFP oder GGP identisch, kann der Raumbezug aus dem jeweiligen Nachweis entnommen werden.

4.5 Genauigkeit

Bei der Bestimmung der SFP der 1. Ordnung soll die Standardabweichung der Schwerewerte den Wert von $12 * 10^{-8}$ m/s² nicht überschreiten.

Bei der Bestimmung der SFP der 2. und 3. Ordnung werden die Anschlusspunkte als fehlerfrei angehalten. Die Standardabweichungen der Neupunkte sollten folgende Standardabweichungen nicht überschreiten:

im Schwerenetz 2. Ordnung um nicht mehr als $20 * 10^{-8}$m/s²,
im Schwerenetz 3. Ordnung um nicht mehr als $30 * 10^{-8}$m/s².

Der amtliche Schwerewert der SFP ist zu ändern, wenn der Änderungsbetrag bei Wiederholungsmessungen folgende Werte überschreitet:

$25 * 10^{-8}$ m/s² für die SFP 1. Ordnung,

$35 * 10^{-8}$ m/s² für die SFP 2. Ordnung,

$50 * 10^{-8}$ m/s² für die SFP 3. Ordnung.

4.6 Überwachung und Überprüfung

Wegen ihrer großen Bedeutung und der aufwändigen Erkundung geeigneter Standorte sind SFP an ihren Standorten zu erhalten.

Die Überwachung der SFP der 1. Ordnung soll alle sechs Jahre erfolgen.

Die Überprüfung von SFP der 1. Ordnung durch Wiederholungsmessungen soll zur Feststellung großräumiger Änderungen in geeigneten Zeitabständen gemäß den Empfehlungen der Rili-RB-AdV bedarfsorientiert vorgenommen werden.
In Zusammenarbeit innerhalb der Bundesrepublik (AdV) und mit den Nachbarstaaten sollen Wiederholungsmessungen nach einheitlichen Gesichtspunkten und Methoden geplant werden und möglichst zügig ablaufen.

In Abhängigkeit der Ergebnisse der Überprüfung der SFP der 1. Ordnung oder bedarfsorientiert sind Überprüfungen der SFP der 2. und 3. Ordnung vorzunehmen.

5 Referenzstationspunkte

5.1 Definition

Die RSP dienen, ergänzend zu den GGP, der physischen Realisierung des ETRS89/DREF91 in Deutschland. Sie bilden die Grundlage zur Bereitstellung des amtlichen geodätischen Raumbezugs über SA*POS*®.

5.2 Netzaufbau

Die RSP bestehen in Schleswig-Holstein aus den in Schleswig-Holstein gelegenen Stationen des SA*POS*®.

5.3 Vermarkung, Sicherung, Bezeichnung

Die Standorte der RSP sollen ideale Bedingungen für einen ungestörten Empfang der Satellitensignale (u.a. Horizontfreiheit, keine Mehrwegeeffekte) sowie hohe Standfestigkeit aufweisen.

Die RSP sind durch ein Stationsnetz bestehend aus einem GGP und weiteren exzentrischen Sicherungsvermarkungen gesichert.
Ebenso dienen sich die RSP im Netz der SA*POS*® -Referenzstationen gegenseitig als Sicherung.
Die RSP werden in AFIS auf mm geführt und gemäß dem AFIS Objekt- und Signaturenkatalog der GeoInfoDok beschrieben.

5.4 Bestimmung

Die Bestimmung der dreidimensionalen Position der RSP erfolgt über die Auswertung der empfangenen GNSS-Signale im bundesweiten Netz der Referenzstationen sowie unter Verwendung der benachbarten GGP.

5.5 Genauigkeit

Bei der Bestimmung der 3D-Positionen der RSP im ETRS89 sollen Standardabweichungen in der

Lage von 5 mm und in der
ellipsoidischen Höhe von 8 mm

eingehalten werden.
Die amtlichen Werte der geodätischen Bezugsgrößen der RSP sollen geändert werden, wenn sich im Zuge von Überprüfungsauswertungen Abweichungen in der

Lage von 10 mm und in der
ellipsoidischen Höhe von 15 mm

ergeben.

5.6 Überwachung und Überprüfung

Die kontinuierliche Überwachung der RSP wird zentral durch das Online-Monitoring gewährleistet.

Die Überprüfung der Koordinatenstabilität der RSP erfolgt durch einen mehrstufigen Monitoringprozess im Verbund der SA*POS*® - Referenz- und Monitorstationen.
Die Vorgaben des bundesweit einheitlichen SA*POS*®- Qualitätsmanagements sind zu beachten.

Die örtliche Überwachung der RSP erfolgt im zweijährigem Turnus. Die Überwachung umfasst die Sicht- und Funktionskontrolle der installierten Hardware sowie die Überprüfung der Verkehrssicherheit der Stationen.
Die Überwachung ist zu protokollieren.

Nach dem Auswechseln der Hardware an RSP ist deren dreidimensionale Position durch Auswertung zu überprüfen. Nach dem Auswechseln der GNSS- Antenne ist der RSP durch hochpräzise Vermessung innerhalb des Stationsnetzes, zu benachbarten GGP sowie über den Verbund der benachbarten SA*POS*® - Referenzstationen neu zu bestimmen.

5.7 Zeitreihen

In dem unter 5.6 genannten Monitoringprozess der bundesweiten SA*POS*® - Referenz- und Monitorstationen werden zu den RSP kontinuierlich Messwerte erfasst, auf deren Grundlage Zeitreihen abgeleitet werden.
Die hohe Informationsdichte dieser Zeitreihen ermöglicht Analysen, die bereits ab einen Zeitraum von wenigen Jahren Aussagen zur Stabilität der Erdoberfläche und zu regionalen Bodenbewegungen ermöglichen.

6. Schlussbestimmung

Dieser Erlass tritt mit Wirkung vom 01.06.2021 in Kraft.
Zum gleichen Zeitpunkt wird die Anweisung für die Einrichtung und Führung der Festpunktfelder der Landesvermessung in Schleswig-Holstein (Festpunktfeldanweisung – FPA) vom 24.01.1996 zuletzt geändert am 31.01.2017 aufgehoben.

Ministerium für Inneres, ländliche Räume, Integration und Gleichstellung
Düsternbrooker Weg 92 • 24105 Kiel
Telefon: 0431 988-0 • Telefax 0431 988-2833
E-Mail: Poststelle@im.landsh.de
www.schleswig-holstein.de