

**Ausführungsvorschriften über  
die Nutzung des Satellitenpositionierungsdienstes  
der deutschen Landesvermessung (SAPOS®)  
für den Anschluss an das amtliche Lagereferenzsystem  
(AV SAPOS®)**

Vom 22. November 2021

**Inhalt**

- 1 Anschluss an das amtliche Lagereferenzsystem
- 2 Grundsätze für den Einsatz von satellitengestützten Vermessungsverfahren
- 3 Überprüfung des GNSS-Vermessungssystems
- 4 Durchführung der GNSS-Messung
- 5 Dokumentation der GNSS-Messung
- 6 Koordinatentransformation
- 7 Schlussbestimmungen

**Anhang**      Begriffsbestimmungen

Auf Grund des § 28 Absatz 2 des Gesetzes über das Vermessungswesen in Berlin in der Fassung vom 9. Januar 1996 (GVBl. S. 56), das zuletzt durch Artikel 41 des Gesetzes vom 12.10.2020 (GVBl. S. 807) geändert worden ist, wird bestimmt:

### **1 Anschluss an das amtliche Lagereferenzsystem**

- (1) Der Anschluss an das amtliche Lagereferenzsystem ist grundsätzlich über GNSS-Messungen unter Verwendung von SAPOS®-Diensten herzustellen.
- (2) Die Koordinaten der so bestimmten temporären Anschlusspunkte sind in ETRS89/UTM anzugeben.

### **2 Grundsätze für den Einsatz von satellitengestützten Vermessungsverfahren**

- (1) Bei satellitengestützten Vermessungen ist das Verfahren des differentiellen Globalen Navigations-Satellitensystems (DGNSS) anzuwenden.
- (2) Dafür sind SAPOS®-Dienste der für das Vermessungswesen zuständigen Senatsverwaltung im Land Berlin zu nutzen. Die GNSS-Ausrüstung und der SAPOS®-Servicebereich sind entsprechend den Anforderungen an die Vermessungen nach dem Gesetz über das Vermessungswesen in Berlin auszuwählen.

### **3 Überprüfung des GNSS-Vermessungssystems**

- (1) GNSS-Antennen, die für Vermessungen eingesetzt werden, müssen mindestens typenkalibriert sein. Die Ergebnisse der Kalibrierung sind zu berücksichtigen.
- (2) Das GNSS-Vermessungssystem ist vor dem erstmaligen Einsatz und bei Veränderungen, jedoch mindestens einmal jährlich, zu überprüfen. Für die Überprüfung der Messausrüstung und Auswerteprogramme durch Messungen steht das Testfeld der Berliner Landeskalibriereinrichtung zur Verfügung.

### **4 Durchführung der GNSS-Messung**

- (1) Anschlussmessungen an das amtliche Lagereferenzsystem müssen durch mindestens zwei voneinander unabhängige Messungen bestimmt werden, deren Ergebnisse zur Bestimmung der Koordinaten der temporären Anschlusspunkte arithmetisch zu mitteln sind. Zwei voneinander unabhängige Messungen liegen dann vor, wenn zwischen dem Ende der ersten und dem Beginn der zweiten Messung eine hinreichende Änderung der Satellitengeometrie eingetreten und ein erneuter Antennenaufbau erfolgt ist.
- (2) Ein kontrollierter Lageanschluss ist über mindestens drei temporäre Anschlusspunkte zu gewährleisten.
- (3) Die nach Absatz 1 bestimmten Koordinaten der temporären Anschlusspunkte können mit einer dynamischen Ausgleichung verbessert werden (bewegliche Anschlusspunkte). Damit werden die sich aus den Messungen nach Absatz 2 ergebenden Restklaffungen nicht nur für die Kontrolle, sondern auch für die Verbesserung der Qualität genutzt.
- (4) Bei den praktischen Arbeiten mit SAPOS® ist die Technische Richtlinie SAPOS® (TR SAPOS®) zu beachten.

### **5 Dokumentation der GNSS-Messung**

- (1) Die Ergebnisse von in Echtzeit durchgeführten GNSS-Messungen sind in dem Protokoll für hoheitliche GNSS-Vermessungen mit SAPOS® in Berlin (TR SAPOS®, Nummer 2.6) nachzuweisen.

(2) Die Ergebnisse von im Postprocessing durchgeführten Messungen sind in einem Messprotokoll nachzuweisen.

(3) Die Messprotokolle müssen dem Zweck der Messung entsprechend enthalten:

- Name der Person, die die Vermessung örtlich verantwortlich durchgeführt hat, mit ihrer Amts-, Dienst- oder Berufsbezeichnung und gegebenenfalls mit der Nummer der Vermessungserlaubnis,
- Datum der letzten Überprüfung des GNSS-Vermessungssystems
- Datum der Messung,
- Uhrzeit der Messung,
- Empfängernummer/ -typ,
- Antennennummer/ -typ,
- Antennenhöhe,
- Punktbezeichnung,
- lineare Abweichung bzw. mittlerer Fehler (TR SAPOS<sup>®</sup>, Nummer 2.5),
- endgültige Höhen der Punkte im amtlichen Referenzsystem der Höhe,
- endgültige Koordinaten der mit der GNSS-Messung bestimmten Punkte in ETRS89/UTM.

Für Echtzeitmessungen zusätzlich:

- die einzelnen GNSS-Messwerte in der aktuellen Realisierung des ETRS89,
- PDOP-Wert,
- arithmetische Mittel der jeweiligen mindestens drei Initialisierungen als Ergebnis einer Messung (TR SAPOS<sup>®</sup>, Nummer 2.2).

(4) Liegen Messungen von Punkten sowohl in Echtzeit als auch im Postprocessing vor, so sind diese zusammenzuführen und zu dokumentieren. Das Ergebnis des Postprocessing gilt hierbei als einzelne Messung.

## **6 Koordinatentransformation**

Für Umformungen von Koordinaten im System ETRS89 in andere Koordinatensysteme ist das Transformationsprogramm trans3win mit den amtlichen Berliner Transformationsparametern der für das Vermessungswesen zuständigen Senatsverwaltung im Land Berlin zu verwenden.

## **7 Schlussbestimmungen**

Die Ausführungsvorschriften treten am 01.01.2022 in Kraft. Sie treten mit Ablauf des 31.12.2026 außer Kraft.

**Begriffsbestimmungen**

<b>AdV</b>	Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland
<b>Antennenhöhe</b>	Höhe des → ARP über der Vermarkung eines Vermessungspunktes bzw. über dem unvermarkten Vermessungspunkt
<b>ARP</b>	Antennenreferenzpunkt Mechanisch eindeutig reproduzierbarer Bezugspunkt einer → GNSS-Antenne für die Phasenzentrumsvariationen (PCV), in der Regel der tiefste, zentrale Punkt des Antennengehäuses (→ Nullantenne)
<b>Beidou</b>	Chinesisches → GNSS
<b>DGNSS</b>	Differential Global Navigation Satellite System
<b>Dynamische Ausglei- chung</b>	Mit einer dynamischen Ausglei- chung werden Tachy- messungen hoher Nachbarschaftsgenauigkeit zwischen den tempo- rären Anschlusspunkten sowie ggf. weiteren projektbezogenen Auf- nahmepunkten mit GNSS-Messungen hoher globaler Genauigkeit verknüpft.  Dabei werden die Messwerte gemeinsam ausgeglichen, d. h. die Koordinaten der nach Nummer 4 Absatz 1 mit SAPOS® bestimmten temporären Anschlusspunkte werden zusätzlich in die Ausglei- chung eingeführt und verbessert.
<b>Elevationsmaske</b>	Messbereich, definiert durch den minimalen Höhenwinkel. Einstellung unter 10° Elevation kann zur genaueren Höhenbestim- mung genutzt werden, Einfluss von Multipatheffekten und geänderte Auswertestrategie (geänderte Gewichtung oder Parameterschät- zung zu Satelliten mit niedriger Elevation) ist hierbei zu beachten.
<b>ETRS 89</b>	European Terrestrial Reference System 1989  Von der → AdV als bundeseinheitlich amtliches Bezugssystem für alle Zwecke des Vermessungs- und Katasterwesens beschlossen. Das ETRS 89 wurde zuerst realisiert durch das European Terrestrial Reference Frame 1989 (ETRF 89) als Bestandteil des → ITRF 89, realisiert durch die in Europa gelegenen Stationen des International Earth Rotation Service (IERS) mit ihren Koordinaten der Epoche 1989.0. Das ETRF 89 wurde in der Folgezeit auf europäischer Ebene durch → EUREF-GPS-Kampagnen verdichtet, und in Deutschland darüber hinaus durch das Deutsche Reference Frame (DREF) und Landesnetze wie das Berliner BEREFF. Für die operatio- nelle Bestimmung von Koordinaten im ETRS 89 dient in Deutsch- land insbesondere SAPOS®.

<b>EUREF</b>	European Reference Frame Mit der im Mai 1989 für Deutschland und die Niederlande durchgeführten GPS-Kampagne EUREF 89 wurde ein europäisches Referenznetz geschaffen. Zur Lagerung dienen die Koordinaten der Fundamentalstationen des ETRF 89 (→ ETRS 89, → ITRF 89) und lokale Zentrierungselemente. Seitdem durchgeführte GNSS-Kampagnen für die Erweiterung oder Verbesserung des Netzes werden auf die Bezugsepoche 1989.0 zurückgerechnet.
<b>GALILEO</b>	→ GNSS der Europäischen Union
<b>Geodätische Grundnetzpunkte</b>	Fundamentale Festpunkte der deutschen Grundlagenvermessung mit einem Abstand von maximal 30 km, dreidimensional vermarktet, satellitengeodätisch hochpräzise im → ETRS 89 bestimmt, durch Präzisionsnivellement an das amtliche Deutsche Haupthöhennetz und durch Schweremessungen an das amtliche Deutsches Hauptschwerenetz angeschlossen. Die Punkte werden periodisch überwacht, erhalten und im Falle der Zerstörung ersetzt. Die Geodätischen Grundnetzpunkte sind in 1.-3. Genauigkeitsstufe unterteilt. Sie werden im Amtlichen Festpunktinformationssystem (AFIS) geführt und stehen Nutzenden zur Verfügung.
<b>GLONASS</b>	„GLObal'naya NAVigatsionannaya Sputnikovaya Sistema“ → GNSS der Russischen Föderation
<b>GNSS</b>	Global Navigation Satellite System (→ GALILEO, → GLONASS, → GPS, → Beidou)
<b>GPPS</b>	Geodätischer Postprocessing Positionierungs-Service; Servicebereich des SAPOS®
<b>GPPS-Pro</b>	Geodätischer Postprocessing Positionierungs-Service - Processing Online → SAPOS® Online-Berechnungsdienst
<b>GPS bzw. NAVSTAR-GPS</b>	Navigation Satellite Timing and Ranging – Global Navigation Satellite System, → GNSS der USA
<b>HEPS</b>	Hochpräziser Echtzeit Positionierungs-Service; Servicebereich des SAPOS®
<b>Initialisierung</b>	Festsetzen der Phasenmehrdeutigkeiten bei GNSS-Echtzeitvermessungen (→ Trägerphasenmehrdeutigkeiten)
<b>Interferenzen</b>	Überlagerung von GNSS-Signalen durch andere elektromagnetische Wellen, die zu einer störenden Beeinflussung und insbesondere bei GNSS-Empfängern älterer Bauart zu fehlerhaften Ergebnissen bis hin zum vollständigen Abriss der Satellitensignale führen kann.
<b>ITRF 89</b>	International Terrestrial Reference Frame 1989 Weltweit akzeptiertes, vom International Earth Rotation Service (IERS) realisiertes Bezugssystem auf der Grundlage von Satelliten-Laser-Messungen (SLR), Laser-Entfernungsmessungen zum Mond (LLR) und Very Long Baseline Interferometry (VLBI).
<b>Lagereferenzsystem</b>	Gesamtheit und Realisierung der Modelle, Algorithmen und Parameter, die notwendig sind, um Punkte auf einer Bezugsfläche (meist einem Rotationsellipsoid) untereinander in Beziehung zu setzen.
<b>Landeskalibriereinrichtung</b>	Gesamtheit aller Einrichtungen der Landesvermessungsverwaltung für die Kalibrierung, Überprüfung und Justierung von Vermessungsgeräten. Die Berliner Landeskalibriereinrichtung umfasst eine Kalib-

	rierstrecke und eine Frequenzprüfeinrichtung für elektronische Distanzmessgeräte/Totalstationen, Prüf- und Justiereinrichtungen für Ziel- und Kippachsfehler sowie optische Lote, Vergleichsstrecken für Messbänder, eine Einrichtung für die absolute PCV-Roboter-Feldkalibrierung (→ ARP, → Nullantenne) von → GNSS-Antennen und ein Testfeld für die Prüfung von SAPOS®-GNSS-Messausrüstungen durch eine praktische Vergleichsmessung.
<b>Mehrwege-Effekte (Multipath)</b>	Zusätzliche Ausbreitung von → GNSS-Satellitensignalen auf Umwegen durch diffuse oder spiegelnde Reflexionen in der Umgebung der GNSS-Antenne, die zu Problemen bei der Lösung der Phasenmehrdeutigkeiten (→ Trägerphasenmehrdeutigkeiten) und zu Genauigkeitsverlusten führen kann
<b>Multipath</b>	→ Mehrwege-Effekt
<b>NTRIP</b>	Internet Networked Transport of RTCM via Internet Protocol
<b>Nullantenne</b>	Eine Nullantenne (ADVNULLANTENNA) ist eine idealisierte, absolute und isotrope GNSS-Referenzantenne. Sie verfügt über keine Phasenzentrumsvariationen (PCV). Die Realisierung einer Nullantenne ist eine wirkliche Antenne, korrigiert um die absoluten PCV. Die PCV beziehen sich auf den Antennenreferenzpunkt (→ ARP).
<b>PDOP</b>	Position Dilution of Precision Wert, der die geometrische „Stärke“ der → GNSS-Satellitenkonstellation für eine Positionsbestimmung bezeichnet. Je kleiner der PDOP ist, desto günstiger die geometrische Satellitenkonstellation.
<b>Postprocessing</b>	Auswertung einer → GNSS-Vermessung nach deren Abschluss, nicht in Echtzeit
<b>Referenzstation (GNSS)</b>	→ GNSS-Empfänger zur Registrierung von GNSS-Signalen auf bekannter Position, dessen Beobachtungsdaten oder Korrekturdaten für Positionsbestimmungen mit mobilen GNSS-Empfängern u. a. im → SAPOS® herangezogen werden.
<b>Referenzstationssystem</b>	Gesamtheit aller technischen Einrichtungen (Hard- und Software) der → GNSS- → Referenz- und Monitorstationen, Einrichtungen für die Datenerfassung, -auswertung, -übertragung und -sicherung, sowie sonstiger technischer Verfahren, die ein als in sich konsistentes System → DGNSS Beobachtungs- und/ oder Korrekturdaten erzeugen und zur Verfügung stellen.
<b>RINEX</b>	Receiver Independent Exchange Format
<b>RTCM</b>	US Radio Technical Commission for Maritime Services
<b>SAPOS®</b>	Satellitenpositionierungsdienst der deutschen Landesvermessung
<b>Temporäre Anschlusspunkte</b>	Aufnahmepunkte, über die der Anschluss an das amtliche Lagereferenzsystem erfolgt.
<b>Trägerphasen-Mehrdeutigkeiten</b>	Zu bestimmende Anzahl der ganzen Wellenzyklen des GNSS-Satellitensignals vom Phasenzentrum der Antenne des Satelliten zum Phasenzentrum einer mobilen oder stationären → GNSS-Antenne (→ Initialisierung)
<b>UTM</b>	Universales Transversales MERCATOR-Koordinatensystem