

**Richtlinien zum
Einsatz von satellitengeodätischen Verfahren
im Vermessungspunktfeld**

- GPS - Richtlinien -

v. 02.09.2002

in der Fassung v. 15.04.2003 36.3 – 7132

Stand v. 20.09.2007 37-51.12.01 - 7132

Herausgeber: Innenministerium des Landes Nordrhein-Westfalen
Herstellung und Vertrieb: Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen

2002

Inhalt

1 ALLGEMEINES

1.1 Vorschriften

1.2 Grundsätze

- 1.2.1 Verfahren
- 1.2.2 Einsatzbereiche
- 1.2.3 Bezugssysteme
- 1.2.4 Informationen zum GPS, Glossar

2 GPS-MESSUNG

2.1 Allgemeines

- 2.1.1 Satellitenkonstellation
- 2.1.2 Messverfahren
- 2.1.3 GPS-Referenzstationen
- 2.1.4 SAPOS[®]
- 2.1.5 Echtzeitsysteme
- 2.1.6 Eichung, Antennenparameter
- 2.1.7 Prinzip der Nachbarschaft
- 2.1.8 Arbeitsmethoden mit GPS

2.2 Vorbereitung der GPS-Messung

- 2.2.1 Anschlusspunkte
- 2.2.2 Erkundung
- 2.2.3 Netzentwurf und Erläuterungsbericht

2.3 Durchführung der GPS-Messung

- 2.3.1 Aufbau temporärer Referenzstationen
- 2.3.2 Zentrierung und Höhenbestimmung der GPS-Antennen
- 2.3.3 Ausrichtung der GPS-Antennen, Einflüsse der Antennenparameter
- 2.3.4 Messungen für Post-processing Auswertungen
- 2.3.5 Messungen für Echtzeitauswertungen, Initialisierung
- 2.3.6 Kontrollen
- 2.3.7 Messung auf den Anschlusspunkten

2.4 Messwerte

2.5 Systemeinstellungen, Dokumentation der Messwerte

- 2.5.1 Allgemeines
- 2.5.2 Systemeinstellungen
- 2.5.3 Dokumentation der Messwerte
- 2.5.4 Netzriss
- 2.5.5 Vermessungsriss

3 AUSWERTUNG

3.1 Allgemeines

- 3.1.1 Programme
- 3.1.2 Auswerteschritte

- 3.2 Startwert**
- 3.3 Basislinienberechnung**
 - 3.3.1 Basislinien
 - 3.3.2 Berechnung der Basislinien
- 3.4 Behandlung der Redundanz der Messwerte**
 - 3.4.1 Mittel- und Differenzbildung
 - 3.4.2 Ausgleichung
- 3.5 Überführung in die amtlichen Lagebezugssysteme**
 - 3.5.1 Allgemeines
 - 3.5.2 Umrechnungen und Abbildungen
 - 3.5.3 Transformationen
 - 3.5.4 Transformationsparameter
 - 3.5.5 Stützpunkte der Transformation
- 3.6 Überführung in das amtliche Höhenbezugssystem**
- 3.7 Nachbarschaftsanpassung**
- 3.8 Dokumentation der Auswertung**
- 4 VERMESSUNGSSCHRIFTEN**
 - 4.1 Grundsätze**
 - 4.2 Umfang**
 - 4.3 Fertigungsaussage**

Anlagen

- Anlage 1 Arbeitsmethoden mit GPS**
- Anlage 2 Netzentwurf, Netzriss, Legende**
- Anlage 3 NHN-Undulationsmodell**
- Anlage 4 Dokumentation**
 - Blatt 1: Verwaltungsdaten**
 - Blatt 2: Allgemeine Daten zur GPS-Messung**
 - Blatt 3: Messwerte**
 - Blatt 4: Mittelungsprotokoll**
 - Blatt 5: VP-Liste – Einpassung der Messung in das Zielsystem**

Sachverzeichnis

Richtlinien zum Einsatz von satellitengeodätischen Verfahren im Vermessungspunktfeld - GPS - Richtlinien -

1 ALLGEMEINES

1.1 Vorschriften

(1) Nach Nr. 15.1 VPErl. sind satellitengeodätische Verfahren zur Bestimmung von Vermessungspunkten der Landesvermessung zugelassen. Zur Qualitätssicherung und im Interesse einer einheitlichen Anwendung dieser Verfahren werden die folgenden Richtlinien herausgegeben (Nr. 29.3 VPErl.).

(2) Die Richtlinien berücksichtigen den derzeitigen Stand der Technik und die Erfahrungen, die bisher beim Einsatz des Global Positioning Systems (GPS) gesammelt wurden.

(3) Soweit in diesen Richtlinien nichts Anderes geregelt wird, gelten die Bestimmungen des TP-Erl., VPErl. und des FortfVerl..

1.2 Grundsätze

1.2.1 Verfahren

(1) Für satellitengeodätische Vermessungsverfahren wird im folgenden der Begriff "GPS-Verfahren" verwendet.

(2) Für Messungen im Vermessungspunktfeld der Landesvermessung (VP-Feld) kommen zur Einhaltung der erforderlichen Genauigkeit nur präzise differentielle GPS-Verfahren (PDGPS) zum Einsatz. Dabei werden die Satellitensignale von mindestens zwei GPS-Empfängern simultan empfangen und ausgewertet.

(3) Die Ergebnisse der GPS-Vermessungen können im Felde direkt zur Verfügung stehen (Echtzeit-Verfahren) oder erst nach späterer Auswertung (Post-processing).

1.2.2 Einsatzbereiche

GPS-Messungen können im VP-Feld für Lage- und Höhenbestimmungen eingesetzt werden:

- zur flächenhaften Punktbestimmung,
- zur Einzelpunktbestimmung und
- zur Absteckung,

wobei eine Kombination mit anderen geodätischen Aufnahmeverfahren sinnvoll sein kann.

1.2.3 Bezugssysteme

(1) Als Ergebnisse der GPS-Messungen liegen zunächst dreidimensionale Koordinaten im World Geodetic System 1984 (WGS 84) (vgl. Nr. 2.3 und 2.6 TP-Erl.) vor. Zur Überführung in eines der Bezugssysteme der Landesvermessung ist eine Transformation erforderlich.

(2) Das WGS 84 stimmt mit dem im europäischen Raum einheitlich eingeführten Bezugssystem ETRS 89 im Rahmen seiner Systemgenauigkeit (< 1 m) überein. Insofern können beim polaren Messverfahren direkt ETRS 89-Koordinaten erzeugt werden, wenn die Referenzstationen im ETRS 89 - wie z.B. die SAPOS[®]-Stationen - koordiniert sind.

(3) Im Rahmen von GPS-Messungen können ellipsoidische Höhen bezogen auf das GRS 80-Ellipsoid des ETRS 89 bestimmt werden. Sollen Höhen im amtlichen Höhenbezugssystem DHHN 92 berechnet werden, sind die Abstände (Undulationen, ca. 45 m) zwischen der Quasigeoid genannten Bezugsfläche (Bezugsfläche der NHN Landeshöhen) und dem GRS 80-Ellipsoid zu berücksichtigen (siehe **Anlage 3**, vgl. 3.6).

1.2.4 Informationen zum GPS, Glossar

(1) Das Informations- und Beobachtungssystem GIBS des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie gibt Informationen über den Zustand des GPS-Systems, Bahndaten (Ephemeriden), Satellitenausfälle usw. auf verschiedenen Kommunikationswegen heraus.

(2) Weitere Informationen z.B. zu SAPOS[®] und den großräumigen Transformationsparametern sind im Internet unter www.lverma.nrw.de eingestellt.

(3) Unter der in Absatz 2 genannten Internetadresse sind auch in einem Glossar Erläuterungen zu Begriffen zusammengestellt, die bei GPS-Messungen verwendet werden und Hinweise zu anderen Fundstellen enthalten (z.B. IGS, Antennenparameter).

2 GPS-MESSUNG

2.1 Allgemeines

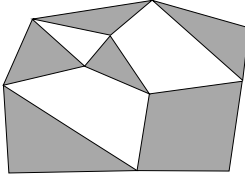
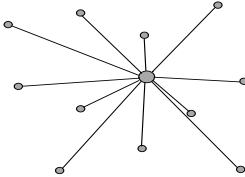
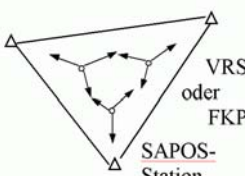
2.1.1 Satellitenkonstellation

(1) Die Satellitenkonstellation (Anzahl der zur Verfügung stehenden Satelliten und DOP-Werte) kann vorab mit Hilfe geeigneter Software (Planungsmodul) für die geplante Messkampagne ermittelt werden. Eine gute Konstellation drückt sich durch einen kleinen DOP-Wert aus.

(2) Die zur Planung notwendigen genäherten Satellitenbahndaten (Almanachdaten) können mit Hilfe eines GPS-Empfängers aktualisiert werden. Weitere Informationen sind über das Informationssystem GIBS (Nr. 1.2.4) erhältlich. Ferner lässt sich bei den meisten GPS-Empfängern die aktuelle Satellitenkonstellation in Form von Tabellen, Skyplots und DOP-Werten anzeigen.

2.1.2 Messverfahren

(1) Für die Punktbestimmung können unterschiedliche Messverfahren eingesetzt werden. Das Messverfahren beschreibt die Messungsanordnung und die Auswerte-Technik. Die Messungsanordnung kann in Aufstellungsgruppen oder polar erfolgen. Aufstellungsgruppen werden in Verbindung mit nachträglicher Auswertung (Post-processing) eingesetzt, bei polaren Messverfahren ist zusätzlich auch eine Auswertung in Echtzeit (Real Time, Real Time Kinematic, RTK) möglich.

MESSVERFAHREN	MESSUNGSANORDNUNG	AUSWERTE – TECHNIK		ANWENDUNG		
		Post-processing	Echtzeit (RTK)	TP	AP	Kataster
in Aufstellungsgruppen		X		X	X	
polar mit einer Referenzstation		X	X		X	X
polar mit vernetzten Referenzstationen		nur VRS	X	nur VRS im Post-processing	X	X

(2) Bei Messverfahren in Aufstellungsgruppen wird ein mit „n“ GPS-Empfängern besetztes n-Eck als Session beobachtet, wobei die GPS-Empfänger auf den Punkten gleichzeitig Satellitensignale aufzeichnen. Mehrere Sessions können zu einer flächenhaften Netzanlage verknüpft werden. Aus Wirtschaftlichkeitsgründen sollten die Aufstellungsgruppen möglichst wenige gemeinsame Kanten aufweisen.

(3) Bei den polaren Messverfahren mit einer Referenzstation wird ein GPS-Empfänger kontinuierlich als Referenzempfänger (vgl. Nr. 2.1.3) betrieben. Ein mobiler GPS-Empfänger (Roverempfänger; Rover) wird nacheinander auf den zu bestimmenden Punkten aufgestellt. Mehrere Roverempfänger können unabhängig voneinander und ohne zeitliche Abstimmung untereinander in Bezug auf einen Referenzempfänger eingesetzt werden. Alle Messungen in Bezug auf eine Referenzstation bilden ein Standpunktsystem im Referenzpunkt.

(4) Beim Verfahren der Vernetzung von Referenzstationen werden die Neupunkte unter Verwendung von mindestens drei umliegenden Referenzstationen koordiniert. Dabei werden die Fehlereinflüsse verringert, der Nutzbarkeitsradius der Stationen vergrößert und eine schnellere Koordinatenbestimmung erreicht. Als programmtechnische Lösungen sind derzeit das Verfahren mit Flächenkorrekturparametern (FKP) und virtuellen Referenzstationen (VRS) verfügbar. Wird das VRS-Verfahren angewendet, werden virtuelle Messdaten unter Zuhilfenahme der realen GPS-Rohdaten von mindestens drei umliegenden Permanentstationen erzeugt. Die fingierten Messungen beziehen sich auf eine virtuelle Referenzstation und werden zusammen mit den Koordinaten der virtuellen Referenzstation benutzt, um Neupunkte mit einem mobilen GPS-Empfänger zu bestimmen.

(5) Bei nachträglicher Auswertung (Post-processing) werden die Satellitensignale zunächst in den GPS-Empfängern getrennt gespeichert und erst später zusammengeführt und ausgewertet. Während der Messung muss keine gegenseitige Verbindung der GPS-Empfänger bestehen.

(6) Bei der Echtzeitauswertung werden während der Messung die Messdaten bzw. Korrekturdaten des Referenzempfängers zum Rover übertragen, wo sie zur Lösung der Phasenmehrdeutigkeit (Initialisierung) (2.3.5) und anschließenden Messung benutzt werden. Dabei werden noch während der Messung Koordinaten des Roverpunktes berechnet. In der Regel genügt eine Messzeit von wenigen Sekunden. Echtzeitverfahren eignen sich für Aufmessungen und Absteckungen gleichermaßen.

(7) Die Auswahl des Messverfahrens soll unter Berücksichtigung aller Randbedingungen, wie z.B. der aktuellen Leistungsfähigkeit der eingesetzten GPS-Vermessungssysteme (Hard- und Software), der örtlichen Gegebenheiten, der Zielsetzungen und der wirtschaftlichen Kriterien erfolgen.

2.1.3 GPS-Referenzstationen

GPS-Empfänger, die bei polaren Messverfahren kontinuierlich auf einem koordinierten Punkt betrieben werden, nennt man GPS-Referenzstationen. Dabei wird unterschieden zwischen:

- **SAPOS[®]-Permanentstationen**, die im amtlichen Satellitenpositionierungsdienst der deutschen Landesvermessung – SAPOS[®] – (vgl. 2.1.4) stationär eingerichtet und dauerhaft betrieben werden
- **Temporären Referenzstationen**, die nur projektbezogen eingesetzt werden
- **Virtuellen Referenzstationen**, die die Aufgaben einer projektnahen Referenzstation übernehmen
- **Anderen permanenten Referenzstationen**, die zwar stationär eingerichtet und dauerhaft betrieben werden, aber nicht zum amtlichen Positionierungsdienst (SAPOS[®]) gehören. Diese Stationen können wie temporäre Referenzstationen genutzt werden.

2.1.4 SAPOS[®]

(1) Im Satellitenpositionierungsdienst der deutschen Landesvermessung (SAPOS[®]) werden flächendeckend Permanentstationen aufgebaut, mit denen auf verschiedenen Übertragungswegen Daten für Echtzeitvermessungen sowie für nachträgliche Auswertungen zur Verfügung gestellt werden (multifunktionale Permanentstationen). SAPOS[®]-Permanentstationen sind im amtlichen Bezugssystem ETRS 89 koordiniert (vgl.1.2.3 (2)). Sie arbeiten mit firmenunabhängigen Standards. Der SAPOS[®]-Dienst stellt für die präzise Punktbestimmung Daten in zwei verschiedenen Servicebereichen zur Verfügung:

1. Im Hochpräzisen Echtzeit-Positionierungs-Service (HEPS) werden über Funk oder GSM Korrekturdaten übertragen, die eine auf Zentimeter genaue polare Punktbestimmung in Echtzeit ermöglichen. Die Korrekturdaten werden im Format RTCM bereitgestellt.
2. Im Geodätischen Präzisen Positionierungs-Service (GPPS) werden Trägerphasenmessungen im empfängerunabhängigen RINEX-Format bereitgestellt. Sie werden über Telekom-

munikationseinrichtungen (Telefon, Modem, Mailbox, Internet) abgegeben. Damit können Basislinien in beliebiger Länge wie auch Messdaten von mehreren Permanentstationen gleichzeitig ausgewertet werden. Die dabei erreichbare Genauigkeit ist abhängig von der Messzeit.

Zur einheitlichen Ausgestaltung in Deutschland hat die deutsche Landesvermessung die SAPOS[®]-Standards -Pflicht- und SAPOS[®]-Standards -Option- festgelegt.

(2) Die SAPOS[®]-Permanentstationen in NRW und die in den Nachbarländern nächstgelegenen Stationen werden zu einem Netz zusammengeschlossen, um die entfernungsabhängigen Fehlereinflüsse durch flächenhafte Fehlermodellierungen zu reduzieren.

2.1.5 Echtzeitsysteme

(1) Als Echtzeitsysteme (RTK) werden in der Regel geschlossene, mit temporären Referenzstationen arbeitende GPS-Vermessungssysteme bezeichnet. Sie bestehen aus:

- einem GPS-Empfänger als Referenzempfänger mit Datenübertragungseinrichtung (Funk oder GSM) zur Übertragung von Korrekturdaten und
- einem GPS-Empfänger als Roverempfänger mit Datenübertragungseinrichtung und Software zur Ermittlung von Koordinaten in Echtzeit (Rover).

(2) Der Aktionsradius eines Echtzeitsystems ist abhängig von:

- der Entfernung, in der eine zuverlässige Initialisierung in Echtzeit möglich ist,
- der Reichweite der Datenübertragung.

(3) RTK-Systeme verwenden in der Regel eigene Datenformate. Zur Nutzung von SAPOS[®] muss das jeweils festgelegte herstellernerneutrale Datenformat (zur Zeit RTCM 2.3) unterstützt werden.

2.1.6 Eichung, Antennenparameter

(1) Für die Eichung und Prüfung des GPS-Vermessungssystems gilt Nr. 16 VPErl.. Die Prüfung des GPS-Vermessungssystems ergibt sich im Rahmen der Arbeit in den jeweiligen Vermessungsprojekten.

(2) Bei der Eichung der GPS-Antennen werden Antennenparameter bestimmt. Es wird empfohlen, die Eichung der GPS-Antennen auf einer kurzen, koordinatenmäßig bekannten Basislinie durchzuführen. Es können individuelle, für einzelne GPS-Antennen geltende oder gruppeneinheitliche, auf einen GPS-Antennentyp bezogene Parameter ermittelt werden.

(3) Alle GPS-Antennen der SAPOS[®]-Permanentstationen werden individuell geeicht. Das Landesvermessungsamt gibt die Antennenparameter im Internet (www.lverma.nrw.de) bekannt.

(4) Für alle Vermessungspunktbestimmungen genügen GPS-Antennen, für die typbezogene Parameter im IGS-Format vorliegen. Die Antennenparameter sind in Abhängigkeit von der Aufgabe rechnerisch zu berücksichtigen (vgl. 2.3.3). Für präzise Höhenbestimmungen müssen bei allen eingesetzten GPS-Antennen auch die elevationsabhängigen und azimutabhängigen Parameter berücksichtigt werden. Dies setzt voraus, dass die GPS-Antennen einheitlich nach Norden ausgerichtet sind.

2.1.7 Prinzip der Nachbarschaft

(1) Die Regelungen des VPErl. zur Einhaltung des Prinzips der Nachbarschaft sind zu beachten.

(2) Das Messverfahren in Aufstellungsgruppen stellt eine nachbarschaftliche Aufmessung dar; die Verfahrenspunkte sind optimal miteinander verknüpft. In Gebieten mit Netzspannungen ermöglicht es eine optimale nachbarschaftstreue Punktbestimmung, wenn alle im Verfahren liegende Altpunkte einbezogen und ihre Koordinaten angehalten werden.

(3) Bei polaren Messverfahren kann bei entsprechender Genauigkeit und Zuverlässigkeit das Prinzip der Nachbarschaft rechnerisch (z.B. durch Restklaffenverteilung) gewahrt werden. Bei Referenzstationen sind benachbarte Standpunktsysteme ("Sterne") ausreichend miteinander zu verknüpfen, so dass im gemeinsamen Grenzbereich die Nachbarschaft gewahrt wird.

2.1.8 Arbeitsmethoden mit GPS

(1) Die Arbeitsmethoden umfassen alle Maßnahmen zur Lösung einer Aufgabenstellung mit GPS und hängen ab von

- der Aufgabenstellung,
- den örtlichen Gegebenheiten,
- den vorhandenen Bezugssystemen und der Möglichkeit zur Vorausberechnung von Transformationsparametern,
- der Verfügbarkeit von SAPOS[®],
- der Wahl des Messverfahrens,
- der Art der verwendeten Messwerte (Rohdaten oder Koordinaten),
- der Wahl der Auswerte-Technik (Post-processing oder Echtzeit),
- der Art der gewählten Referenzstation,
- der Ermittlung des Startwertes,
- der Herkunft der eingesetzten Transformationsparameter (Vorausberechnung oder Messung)
- der Verfahrensweise zur Auswertung der Messredundanz (Mittelung oder Ausgleichung),
- der Ausführung von Auswertung und Nachbarschaftsanpassung im Innen- oder Außendienst,
- der Kombination mit terrestrischen Messwerten.

(2) In **Anlage 1** werden beispielhaft Arbeitsmethoden zum Einsatz von GPS bei Lagevermessungen beschrieben.

2.2 Vorbereitung der GPS-Messung

2.2.1 Anschlusspunkte

(1) GPS-Messungen zur Bestimmung von VP sind an einer ausreichenden Zahl von Anschlusspunkten (Nr. 35 VPErl.) des amtlichen Punktfeldes im Ziel-Bezugssystem anzuschließen.

(2) Im Bezugssystem ETRS 89 können Messungen auf Anschlusspunkten unter bestimmten Voraussetzungen unterbleiben (Nr. 2.3.7).

(3) Die Erfordernisse des geplanten Auswerteweges (3D oder 2D) müssen dabei berücksichtigt werden.

2.2.2 Erkundung

(1) Der Erkundungsaufwand ist nach vermessungstechnischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten von der Vermessungsstelle festzulegen.

(2) In Verfahren mit umfangreichen Vorbereitungsarbeiten, an Punkten mit starken Abschattungsverhältnissen oder bei einem großen Zeitabstand zwischen Erkundung und Messung sind GPS-Erkundungsberichte ein hilfreiches Mittel zur Planung und Durchführung der GPS-Messung.

(3) Die Erkundung soll Aufschluss über die Wahl des Aufnahmeverfahrens (terrestrisch oder satellitengeodätisch) geben. Die Einsetzbarkeit des GPS-Verfahrens soll geklärt werden und ist ggf. zu dokumentieren. Folgende Informationen sind von Bedeutung:

- Himmelsfreiheit, der empfohlene minimale Elevationswinkel beträgt 15°
- Mehrwegeeffekte (Multipath)
- Störende Strahlungsquellen (z.B. Sender, Richtfunk, Hochspannungsleitungen)
- Freiraum für Mastaufbauten mit Abspannungen, trigonometrische Antennenhöhenbestimmungen, Ablotungen
- Verfügbarkeit der Anschlussrichtung(en) zur Koordinierung von Sicherungsmarken
- die Aufbauhöhe der GPS-Antenne
- die Messzeiten (Post-processing)
- eine etwaige exzentrische Aufstellung oder das Ausweichen auf einen anderen Vermessungspunkt.

(4) Bei Arbeiten im AP-Feld wird das Erkundungsergebnis in der AP-Karte festgehalten. Bei Fortführungsvermessungen wird auf einen Nachweis der Erkundung verzichtet.

2.2.3 Netzentwurf und Erläuterungsbericht

(1) Bei Arbeiten im AP-Feld muss der Netzentwurf ergänzend zu Nr. 24 VPErl. Aufschluss geben über

1. die Art des Messverfahrens (Nr. 2.1.2),
2. die Durchführung von Kontrollmessungen,
3. die Einhaltung des Prinzips der Nachbarschaft und
4. die Herkunft der verwendeten Transformationsparameter.

Bei polarer Messungsanordnung erfolgen die Darstellungen entsprechend **Anlage 2**.

(2) Wird das polare Messverfahren bei AP-Arbeiten eingesetzt, kann im Einvernehmen mit der Katasterbehörde der Netzentwurf durch einen Beobachtungsplan ersetzt werden, der erst im Zuge der Messung entsteht, wenn

1. die Punkte für den Aufbau des AP-Feldes durch die Katasterbehörde bereits festgelegt sind,
2. die Grundsätze nach Absatz 1 eingehalten sind und
3. die Genehmigung nachgeholt wird.

(3) Bei AP-Arbeiten muss der Erläuterungsbericht zusätzlich zu dem im VPErl. geforderten Inhalt GPS-spezifische Angaben über

1. das gewählte GPS-Messverfahren,
 2. die beabsichtigte Messzeit einschließlich der Aufzeichnungsintervalle auf den Punkten,
 3. eine Kurzbeschreibung der GPS-Empfänger (z.B. Empfängertypen, GPS-Antennentypen, zu nutzende L1 / L2 - Frequenz, Besonderheiten),
 4. die Auswertesoftware (Produkt, Version, ergänzende Module),
 5. eine Beschreibung der beabsichtigten Auswertestrategie vom Startwert über die Basislinienberechnung, die Behandlung der Redundanz der Messwerte bis zur Überführung in die amtlichen Bezugssysteme,
 6. die Kontrollen und
 7. die Beschreibung der Einhaltung des Prinzips der Nachbarschaft
- enthalten. Im Übrigen sind im textlichen Teil des Erläuterungsberichts nach Nr. 24.2 VPErl. Angaben nicht erforderlich, die bereits in der **Anlage 2** enthalten sind.

2.3 Durchführung der GPS-Messung

2.3.1 Aufbau temporärer Referenzstationen

Eine temporäre Referenzstation wird ortsfest auf einem bekannten Punkt des amtlichen Nachweises oder frei aufgebaut. Sie soll ungefährdet und verkehrssicher liegen, über eine ungestörte Himmelsfreiheit verfügen und bei Echtzeitvermessungen eine ungehinderte Abstrahlung der Korrekturdaten zur Roverstation ermöglichen. Sie bleibt während einer Messung in einem Standpunktsystem unverändert.

2.3.2 Zentrierung und Höhenbestimmung der GPS-Antennen

(1) Bei 3D-Auswertungen sind an die Zentrierung und Antennenhöhenbestimmung erhöhte Anforderungen zu stellen. Der Abstand zwischen der Vermarkung des Bodenpunktes und der GPS-Antenne (Antennenreferenzpunkt - ARP -) ist mit der erforderlichen Genauigkeit zu ermitteln. Die Höhenbestimmung ist unabhängig zu kontrollieren. Als Höhenbezug der GPS-Antenne sind auch die Angaben des Herstellers zu beachten.

(2) Bei hohen Antennenaufbauten (Mast, 5-Meter-Stativ usw.) sind entsprechend sorgfältige Zentrierungen und Ablotungen durchzuführen.

(3) Bei Lageauswertungen (2D-Auswertungen) kann auf die Höhenbestimmung der GPS-Antennen verzichtet werden. Davon unabhängig ist zur Berechnung des Startwertes (3D) (siehe Nr. 3.2) immer eine Höhenangabe notwendig.

2.3.3 Ausrichtung der GPS-Antennen, Einflüsse der Antennenparameter

(1) Die GPS-Antennen sind einheitlich nach Norden auszurichten.

(2) Durch den Einsatz typgleicher GPS-Antennen kann der Einfluss der Antennenparameter soweit gemindert werden, dass eine weitere rechnerische Berücksichtigung nicht mehr erforderlich ist.

(3) Werden GPS-Antennen verschiedener Typen eingesetzt, sind die Antennenparameter bei der Auswertung zu berücksichtigen.

2.3.4 Messungen für Post-processing Auswertungen

(1) Zur Einhaltung der erforderlichen Genauigkeit ist eine angemessene Messzeit (Dauer der Datenaufzeichnung) in Abhängigkeit von

- dem Messverfahren,
 - der Länge der zu bestimmenden Basislinien,
 - der Satellitenkonstellation,
 - der Qualität der eingesetzten GPS-Antennen und GPS-Empfänger usw. und
 - den örtlichen Bedingungen
- zu wählen.

(2) Da bei der Messung nicht erkennbar ist, welche Messzeit für eine eindeutige Ermittlung der Koordinaten erforderlich ist, werden längere Messzeiten verwendet, um eine sichere Lösung der Phasenmehrdeutigkeiten und damit die angestrebte Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Positionsbestimmung zu erreichen. Bei Punkten mit aufwändiger Signalisierung oder Anfahrt wird zur Minimierung von fehlerbedingten Nachmessungen ebenfalls empfohlen, die Messzeiten auszudehnen.

(3) Es empfiehlt sich, die Datenregistrierung der GPS-Empfänger zu überwachen, um Störungen frühzeitig erkennen, protokollieren und die Messzeit erforderlichenfalls angemessen verlängern zu können.

2.3.5 Messungen für Echtzeitauswertungen, Initialisierung

(1) Unter Initialisierung versteht man die Lösung der Phasenmehrdeutigkeit bei der Echtzeitauswertung.

(2) Eine Initialisierung soll zügig und ohne erkennbare Störungen ablaufen. Störungen können auf Abschattungen, Strahlbeugungen, Mehrwegeeffekte durch Reflexionen oder auf den Untergang von Satelliten hindeuten. Fehlerhafte Initialisierungen führen zu Verfälschungen der Basislinienberechnung und damit zu fehlerhaften Positionsbestimmungen (bis zu mehreren m).

(3) Einen störungsfreien Empfang der Satellitensignale und Korrekturdaten vorausgesetzt, kann die Initialisierung bei Messungen auf verschiedenen Roverpunkten beibehalten werden. Ein Fehler in der Initialisierung verfälscht alle nachfolgenden Punktbestimmungen.

(4) Die Initialisierung kann statisch auf einem Punkt oder in der Bewegung (on the fly/OTF, on the way/OTW) erfolgen.

(5) Die Anforderungen an die Satellitenkonstellation und Signalqualität sind bei der Echtzeitauswertung deutlich höher als im Post-processing.

2.3.6 Kontrollen

(1) Bei reinen GPS-Vermessungen muss jeder Neupunkt durch mindestens zwei voneinander unabhängige Messungen gleicher Genauigkeit bestimmt werden. Dabei ist bei der Kontrollmessung folgendes zu beachten:

1. Das Stativ ist erneut aufzustellen; eine Zwangszentrierung ist nicht zulässig. Die Zentrierung, Ablotung und Antennenhöhenbestimmung sind vollständig zu wiederholen und zu dokumentieren.

2. Die Phasenmehrdeutigkeit ist erneut zu lösen.

(2) Bei Einsatz von kombinierten Aufnahmeverfahren kann eine auch nur einfach ausgeführte GPS-Messung durch terrestrische Messelemente kontrolliert werden, wenn die absolute Lagerung der GPS-Messung im amtlichen Bezugssystem durchgreifend kontrolliert ist, z.B. über GPS-Kontrollpunkte oder über eine terrestrische Anbindung an die Anschlusspunkte.

(3) GPS-Messungen sind durch die Mitbestimmung mindestens eines Kontrollpunktes nach Maßgabe der Nrn. 3.5.3 Abs. 2 und 3.5.5 Abs. 3 gegen grobe Fehler zu sichern. Die Mitbestimmung weiterer Kontrollpunkte kann zur Einhaltung des Nachbarschaftsprinzips erforderlich sein. Kontrollpunkt kann jeder koordinierte Vermessungspunkt des amtlichen Nachweises im Arbeitsgebiet sein. Im Übrigen gilt Nr. 39.1 Abs. 2 VPERl..

2.3.7 Messung auf den Anschlusspunkten

Bei Nutzung des amtlichen Satellitenpositionierungsdienstes SAPOS® (Nr. 2.1.4) kann auf die Messung auf den Anschlusspunkten verzichtet werden, wenn die Koordinaten der Anschlusspunkte im ETRS 89 und im Zielbezugssystem bekannt sind und damit die Transformationsparameter nach Nr. 3.5.4 berechnet werden. Auf die Messung von Kontrollpunkten (Nr. 2.3.6 Abs. 3) darf nicht verzichtet werden.

2.4 Messwerte

(1) Als Messwerte gelten die bei GPS-Messungen aufgezeichneten Bahndaten der Satelliten und die von den GPS-Empfängern ausgewerteten Codephasen- und Trägermischphasenmessungen (Rohdaten).

(2) Weitere Messwerte sind die nach der Auswertung zur Verfügung stehenden Basislinien und ihre Varianz-/Kovarianzkomponenten (Reindaten).

(3) Bei Echtzeitanwendungen gelten die direkt im Felde ermittelten Koordinaten (ebenfalls Reindaten) als Messwerte. Rohdaten können zusätzlich registriert werden, um ggf. eine nachträgliche Berechnung zu ermöglichen.

2.5 Systemeinstellungen, Dokumentation der Messwerte

2.5.1 Allgemeines

Für die Systemeinstellungen (Steuerparameter des Messsystems) und Dokumentation der Messwerte gelten die Bestimmungen des VPertl.. Darüber hinaus sind die Einstellungen am GPS-Vermessungssystem nachzuweisen. Es können GPS-spezifische Messungsprotokolle geführt werden.

2.5.2 Systemeinstellungen

(1) Vor Messbeginn muss sichergestellt werden, dass die Einstellungen für alle GPS-Empfänger aufeinander abgestimmt sind.

(2) Wichtige Einstellungen sind:

- Einheiten, z.B. für Winkel-, Strecken- und Zeitangaben
- GPS-Antennentyp und Antennenparameter (Nr. 2.1.6)
- Vorgaben für den Satellitenempfang (Aufzeichnungsintervall, minimaler Elevationswinkel, beobachtete Frequenzen usw.)
- Transformationsparameter (Nr. 3.5.4) und ggf. Stützpunkte der Transformation
- Ellipsoid und Abbildung im amtlichen Bezugssystem
- Parameter der Datenkommunikation zwischen Referenz und Rover
- Empfängerspezifische Schranken zur Steuerung der Messungsqualität in Echtzeit.

(3) Bei Echtzeitmessungen werden alle Einstellungen nach Abs.2 eingestellt, bei Post-processing-Anwendungen reichen für die Messungen die Vorgaben für den Satellitenempfang.

(4) Die Systemeinstellungen sind einschließlich der Transformationsparameter entsprechend **Anlage 4 Blatt 2** nachzuweisen.

2.5.3 Dokumentation der Messwerte

Bei Koordinatenmessungen in Echtzeit werden die im Felde gemessenen Koordinaten entsprechend **Anlage 4 Blatt 3** nachgewiesen. Dies gilt auch bei Rohdatenmessungen für die **nach** der Basislinienberechnung (3.3.2) vorliegenden Basislinien; auf die Protokolle der Basislinienberechnung wird verzichtet.

2.5.4 Netzriss

(1) Bei AP-Bestimmungen sind Netzrisse nach dem Muster der **Anlage 2** anzufertigen.

(2) Der Netzriss muss insbesondere Auskunft geben über:

- das Bezugssystem, in dem die Neupunkte bestimmt werden
- die Anschluss- und die Neupunkte
- die Stützpunkte der Transformation
- die Kontrollpunkte
- die gemessenen Basislinien, auch als Mehrfachmessungen

- die Lage von temporär benutzten Referenzstationen
 - ggf. die Aufstellungsgruppen
 - die Restklaffungen in den Anschlusspunkten
 - die linearen Abweichungen in den Kontrollpunkten
 - die Verknüpfung von Standpunktsystemen.
- Der Netzriss kann darüber hinaus darstellen:
- einen Rasterhintergrund mit Situationsdarstellung
 - Hinweise auf exzentrische Messungen.

2.5.5 Vermessungsriß

Werden bei der Bestimmung von GP und GebP Polarverfahren (Nr. 2.1.2) eingesetzt, sind die Bestimmungsstücke der GPS-Messungen durch „--◇“ (einfach bestimmt) oder „--◆“ (mehrfach bestimmt) zu kennzeichnen. Dieses gilt auch für Kontrollpunkte. Bei ausschließlichem Einsatz des GPS-Verfahrens reicht ein entsprechender textlicher Hinweis im Vermessungsriß aus.

3 AUSWERTUNG

3.1 Allgemeines

3.1.1 Programme

- (1) Die für die Auswertung verfügbaren Programme weisen unterschiedliche Modellansätze und Leistungen auf. Die Berechnungen können auf unterschiedlichen Lösungswegen erfolgen.
- (2) Für die Anwendung der Programme ist der Benutzer verantwortlich.

3.1.2 Auswerteschritte

Die Auswerteschritte beschreiben den kompletten Berechnungsweg einer GPS-Messung von den Rohdaten bis zur Koordinate im Zielbezugssystem. In den folgenden Gliederungspunkten werden die notwendigen Arbeitsschritte beschrieben. Sie sind bei Post-processing-Auswertungen und bei Echtzeitauswertungen gleich. Es sind zu berücksichtigen:

- die Ermittlung des Startwertes,
- die Basislinienberechnung,
- die Behandlung der Redundanz der Messwerte (Mittel- und Differenzbildung, Ausgleichung),
- der Übergang in das amtliche Bezugssystem (Umrechnung, Abbildungen und Transformation) und
- die Nachbarschaftsanpassung.

3.2 Startwert

- (1) Zur Berechnung einer Basislinie müssen absolute Koordinaten eines ihrer Endpunkte im System WGS 84 bekannt sein. Diese Koordinaten bezeichnet man als Startwert. Bei Auswertung im Post-processing ist der Startwert für einen Punkt einer Session oder eines Standpunktsystems, bei Echtzeitanwendungen für die Referenzstation vorzugeben.
- (2) Für die Berechnung projektbezogener zusammenhängender Messungen soll nur **ein** Startwert verwendet werden. Für die zweite und jede weitere Session oder für das zweite und jedes weitere Standpunktsystem werden die Ergebnisse vorausgegangener Sessions oder Standpunktsysteme als Startwert benutzt. Bei Echtzeitauswertungen in mehreren Durchgängen und mit unterschiedlichen Referenzstationen gilt dies entsprechend.
- (3) Die Qualität des Startwertes hat wesentlichen Einfluss auf die Genauigkeit und Zuverlässigkeit des Berechnungsergebnisses. Der Startwert soll nicht mehr als 10 m von der tatsächlichen Position im System WGS 84 abweichen, um systematische Verfälschungen zu vermeiden. Eine Abweichung von 10 m bewirkt einen Maßstabsfehler bis zu 1 ppm.
- (4) Als Startwert sind geeignet:
 - a) alle ETRS 89-Koordinaten

b) in das ETRS 89 transformierte Koordinaten. Ausgangswerte sind Koordinaten im System Netz 77 (oder Pr.LA.) und Höhen (ggf. aus der DGK 5 abgegriffen) auf dem Bessel-Ellipsoid. Die Transformation kann mit großräumig abgeleiteten Transformationsparametern erfolgen (vgl. Nr. 3.5.4). Die Undulationen zwischen Quasigeoid und Bessel-Ellipsoid (in NRW < 2 m) können dabei unberücksichtigt bleiben.

c) eine Einzelpunktbestimmung bei ausgeschaltetem Selective-Availability (SA).

(5) Der verwendete Startwert, seine Herkunft und seine Qualität sind nachzuweisen (siehe **Anlage 4 Blatt 2**).

3.3 Basislinienberechnung

3.3.1 Basislinien

(1) Bei präzisen differentiellen GPS-Messungen (PDGPS) werden Raumvektoren zwischen den simultan beobachteten GPS-Punkten bestimmt. Die Raumvektoren (Basislinien) werden im Bezugssystem WGS84 angegeben und beziehen sich per Definition auf die Antennenphasenzentren.

(2) Um die nachfolgenden Auswerteschritte zu vereinfachen, werden die Basislinien i.d.R. bereits durch die Auswerteprogramme um die erfassten Antennenhöhen und Antennenparameter reduziert und auf das Vermarkungszentrum bezogen ausgegeben.

(3) Bei Messungen in Aufstellungsgruppen mit n GPS-Empfängern ergeben sich n-1 fehlertheoretisch unabhängige Basislinien. Die übrigen Basislinien sind redundant und mit den unabhängigen Basislinien stark korreliert. Sie können zur Kontrolle und zur frühen Lokalisierung von Fehlern ebenfalls berechnet werden.

3.3.2 Berechnung der Basislinien

(1) Für die Berechnung (Prozessierung) einer Basislinie benötigt man einen Startwert, die über mehrere Epochen auf zwei Punkten simultan beobachteten GPS-Trägerphasen und die Bahndaten der dazugehörigen Satelliten.

(2) Die Basislinienberechnung kann beeinflusst werden durch:

- die Wahl der Frequenzen (L1, L2, Linearkombinationen aus L1 und L2)
- den minimalen Elevationswinkel
- den Ausschluss von Messwerten z.B. wenn einzelne Satelliten mutmaßlich gestört sind
- die Modellierung der Einflüsse von Ionosphäre und Troposphäre
- die Verwendung von präzisen oder Broadcast-Ephemeriden
- die Suche und den Ausschluss von Phasensprüngen (Cycle-Slips)

(3) Die Trägerphasenmessung ist mehrdeutig. Die Lösung der Phasemehrdeutigkeit ist daher die Hauptaufgabe bei der Basislinienberechnung. Die gelöste Phasemehrdeutigkeit wird als Fixed-Lösung bezeichnet; bei Echtzeitanwendungen spricht man von der Initialisierung.

(4) Beim Post-processing können für alle Punktverbindungen, die für einen Mindestzeitraum simultan mit GPS-Empfängern besetzt waren, Basislinien berechnet werden. Die Phasemehrdeutigkeit wird für jede Basislinie separat gelöst. Scheitert die automatisierte Berechnung bei einzelnen Basislinien, müssen diese interaktiv berechnet oder nachgemessen werden.

(5) Bei der Echtzeitanwendung erfolgt zunächst die Initialisierung, die anschließend für die Berechnung einer oder mehrerer Basislinien verwendet wird. Da auch die Initialisierung in Echtzeit abläuft, ist sie nicht reproduzierbar. Die Steuerparameter können nur vorweg gesetzt werden, so dass der Einfluss auf den Verlauf der Initialisierung im Vergleich zum Post-processing eingeschränkt ist. Der Initialisierungsverlauf wird anhand von software-abhängigen Beurteilungsparametern beobachtet.

(6) Die während der Messung empfangenen Bahndaten (Broadcast-Ephemeriden) sind im Allgemeinen für die Basislinienberechnungen geeignet. Für Echtzeitanwendungen können nur diese Bahndaten benutzt werden. Für Post-processing Auswertungen können auch die erst mit zeitlicher Verzögerung zur Verfügung stehenden präzisen Ephemeriden benutzt werden (z.B. bei Anwendungen hoher Genauigkeit oder bei langen Basislinien).

(7) Die Antennenparameter müssen - soweit erforderlich - bei der Basislinienberechnung berücksichtigt werden (vgl. Nrn. 2.1.6 und 2.3.3).

(8) Die Genauigkeit und Zuverlässigkeit einer Basislinie werden je nach angewendeter Software durch Angaben zur Genauigkeit der Basislinie (Standardabweichung und Korrelationskoeffizienten) oder durch die Art und Zuverlässigkeit der Mehrdeutigkeitslösung (z.B. Fixed-Lösung und deren Wahrscheinlichkeit (Probability, Ratio)) ausgedrückt. Folgende weitere Angaben können zur Beurteilung von Genauigkeit und Zuverlässigkeit herangezogen werden:

- DOP-Werte,
- Anzahl der benutzten Satelliten
- Anzahl benutzter und verworfener Trägerphasenmessungen (nur beim Post-processing),
- Anzahl der cycle slips (nur beim Post-processing),
- Verbesserungen für die Trägerphasenmessungen (nur beim Post-processing)

(9) Als Ergebnisse der Basislinienberechnung können vorliegen:

- einzelne ausgewertete Basislinien aus Messungen in Aufstellungsgruppen
- von temporären Referenzstationen im WGS 84 oder ETRS 89 polar abgeleitete Koordinaten
- von SAPOS[®]-Permanentstationen im ETRS 89 polar abgeleitete Koordinaten
- von virtuellen Referenzstationen, die in Post-processing- oder Echtzeitverfahren an SAPOS[®] angeschlossen sind, polar abgeleitete Koordinaten.

3.4 Behandlung der Redundanz der Messwerte

3.4.1 Mittel- und Differenzbildung

(1) Die Mittel- und Differenzbildung von Messwerten ist die einfachste Methode, um die Redundanz der Messwerte auszuwerten und die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Messwerte darzustellen. Sie ist nur zulässig bei polaren Messverfahren

- mit einer Referenzstation und identischen Startwerten für alle Messungen auf dieser Station (Standpunktsystem)
- mit mehreren Referenzstationen, wenn diese im ETRS 89 und mit höchster Lagegenauigkeit koordiniert sind
- mit vernetzten Referenzstationen.

(2) Bei Echtzeitanwendungen soll die Aufzeichnung der Messwerte so organisiert sein, dass noch im Felde die Mittel- und Differenzbildung systemunterstützt möglich ist.

(3) Für die horizontale lineare Koordinatendifferenz aus zwei Durchgängen wird festgelegt:

<u>Punktart</u>	<u>anzustreben</u>	<u>maximal zulässig</u>
AP (1)	0,02 m	0,04 m
AP(2), GP, GebP	0,03 m	0,06 m

(4) Etwa zwei Drittel der Differenzen sollen die Hälfte der maximal zulässigen Differenz nicht überschreiten (vgl. Nr. 1.2 Abs. 3 der Anlage 3 VPErl.) Bei größeren Differenzen ist durch weitere Messung(en) unter Beachtung der Nr. 2.3.6 ein möglicher Fehler zu klären.

3.4.2 Ausgleichung

(1) Die Ausgleichung ist erforderlich bei

- Messverfahren in Aufstellungsgruppen
- polaren Messverfahren mit mehreren realen Referenzstationen, soweit nicht Nr. 3.4.1 Abs. 1, 2. Spiegelstrich gilt
- der gemeinsamen Auswertung von GPS-Messungen mit Messungen anderer Aufnahmeverfahren.

(2) Auf eine angemessene Gewichtung der Messungsgruppen ist zu achten. Die vom GPS-System ermittelten Genauigkeitsmaße sollen für die Gewichtung der GPS-Messergebnisse herangezogen werden.

(3) Im Übrigen gelten die Nrn. 12 und 21 VPErl..

3.5 Überführung in die amtlichen Lagebezugssysteme

3.5.1 Allgemeines

Um die Ergebnisse der GPS-Messung, die zunächst im Bezugssystem WGS 84 vorliegen, in die amtlichen Lagebezugssysteme zu überführen, sind Umrechnungen, Abbildungen und Transformationen erforderlich (vgl. Transformationsrichtlinien, Teil I, Nrn. 1 und 2).

3.5.2 Umrechnungen und Abbildungen

- (1) Im Zusammenhang mit der GPS-Nutzung sind
 - geozentrische kartesische 3D-Koordinaten X, Y, Z,
 - ellipsoidisch-geografische Koordinaten B, L, ell. h oder
 - kartesisch verebnete Koordinaten in konformer Gauß-Krüger-Abbildung R, H (3°/6°-Streifen) oder UTM-Abbildung E, N (6°- Streifen)in Gebrauch. Zwischen ihnen bestehen eindeutige mathematische Beziehungen, die strenge Umrechnungen ohne Transformation erlauben.
- (2) Geozentrische kartesische, 3D-Koordinaten X, Y, Z werden zunächst in ellipsoidische Koordinaten B, L und ell. h umgerechnet.
- (3) Die ellipsoidischen Koordinaten werden dann durch eine Abbildungsberechnung (Gauß-Krüger-Abbildung oder UTM-Abbildung) in R, H oder E, N verebnet.

3.5.3 Transformationen

- (1) Die Überführung in die amtlichen Lagebezugssysteme erfolgt durch Transformation. Sie kann dreidimensional oder nach vorheriger Verebnung zweidimensional erfolgen. Darüber hinaus kann sie mehrstufig, in einem Schritt, an mehreren Stellen der Auswertung oder gleichzeitig mit einer Ausgleichung der Messwerte durchgeführt werden.
- (2) Bei Arbeiten im ETRS 89 unter Nutzung von SAPOS[®] ist keine Transformation erforderlich (vgl. Nr. 1.2.3 Abs. 2). Die Arbeiten sind durch Kontrollpunkte (Nr. 2.3.6 Abs. 3) zu sichern.

3.5.4 Transformationsparameter

- (1) Großräumig abgeleitete Transformationsparameter (vgl. Nr. 1.2.4) liefern Koordinaten, die nur eingeschränkt - z.B. für Präsentationszwecke - verwendbar sind.
- (2) Lokal bestangepasste Transformationsparameter werden projektbezogen aus Stützpunkten der unmittelbaren Nachbarschaft abgeleitet; sie werden entweder aus Messungen auf den Anschlusspunkten oder vorab aus bereits vorhandenen amtlichen Koordinaten berechnet. Sie werden benutzt, um Koordinaten im Sinne der Nr. 5.1 Abs. 2 VPErl. zu bestimmen.
- (3) Die Katasterbehörde kann zur Erzeugung der Parametersätze durch den Anwender Stützpunkte mit Koordinaten in verschiedenen Lagebezugssystemen bereitstellen.

3.5.5 Stützpunkte der Transformation

- (1) Die Stützpunkte der Transformation werden je nach Zielrichtung der Vermessung ausgewählt. Für die Verteilung und Verwendbarkeit der Stützpunkte gelten die allgemeinen Grundsätze der Transformation (siehe Transformationsrichtlinien, Teil I).
- (2) Die Eignung der Stützpunkte ist nachzuweisen, z.B. durch eine Vortransformation. Dazu bietet sich bei ebenen Transformationen eine 2-Parameter-Transformation (Verschiebung in X- und Y- Richtung), in Ausnahmefällen eine 3-Parameter-Transformation (zusätzliche Drehung) an. In diesen Fällen erfolgt die endgültige Berechnung der Koordinaten durch eine erneute Transformation, jetzt mit allen Parametern.
- (3) Die Zuverlässigkeit der Transformation ist sicherzustellen. Dazu sind mindestens 2 Stützpunkte zu verwenden und Kontrollpunkte entsprechend Nr. 2.3.6 Abs. 3 in die Messung einzubeziehen. Mit der Zahl der Stützpunkte steigt die Zuverlässigkeit der Transformationsergebnisse.

3.6 Überführung in das amtliche Höhenbezugssystem

Zur Berechnung von NHN-Höhen (physikalischer Bezug) aus ellipsoidischen Höhen (mathematischer Bezug) müssen NHN-Undulationen (siehe **Anlage 3**) bezogen auf das GRS 80-Ellipsoid berücksichtigt werden (vgl. Nr.1.2.3).

3.7 Nachbarschaftsanpassung

- (1) Die Transformation mit lokal bestangepassten Parametern gewährleistet eine nachbarschaftstreue Einpassung des Messergebnisses. Die Restklaffungen in den Stützpunkten der Transformation, die sich bei freigesetzten Parametern ergeben, sind in geeigneter Form zu

verteilen, wenn die Restklaffungen aus der Vortransformation (3.5.5 Abs. 2) die Grenzen der Anlage 4 VPErL überschreiten. Andernfalls kann eine Restklaffenverteilung unterbleiben.

(2) Es ist darauf zu achten, dass nur reale Netzspannungen und nicht zufällige Messungenauigkeiten verteilt werden. Erfahrungsgemäß erreichen die Messungenauigkeiten bei Echtzeitanwendungen bis zu 2 cm, die sich dann bei Messungen auf den Stützpunkten unter der Voraussetzung spannungsfreier Netze in Restklaffungen gleicher Größenordnung ausdrücken.

(3) Werden vorausberechnete Transformationsparameter benutzt und können keine Restklaffungen berechnet werden, weil die Stützpunkte der Transformation nicht bekannt sind, werden alle Punkte wie Neupunkte behandelt. Die Arbeitsmethode setzt voraus, dass die Transformationsparameter ein spannungsfreies Anschlusspunktfeld repräsentieren. Dies ist in geeigneter Form nachzuweisen.

3.8 Dokumentation der Auswertung

Die einzelnen Auswerteschritte nach Nr. 3.1.2 sind getrennt entsprechend **Anlage 4** zu dokumentieren. Für die Dokumentation der Auswertung gelten die allgemeinen Grundsätze der Nr. 10 VPErL. Für die Durchführung von Fortführungsvermessungen gilt darüber hinaus Nr. 12 FortfVErL.

4 VERMESSUNGSSCHRIFTEN

4.1 Grundsätze

(1) Die Ergebnisse der GPS-Messungen sind in vollständig und vorschriftsgemäß angefertigten Vermessungsschriften nachvollziehbar nachzuweisen. Diese bilden die Grundlage für die Einrichtung, Fortführung oder Berichtigung des Liegenschaftskatasters sowie der Festpunktnachweise der Landesvermessung.

(2) Im Einzelnen gelten die Bestimmungen des NivPErL., des TPErL., des VPErL. (insbesondere Nrn. 7 und 10) und des FortfVErL. (insbesondere Nr. 14).

4.2 Umfang

(1) Umfang und Inhalt der Vermessungsschriften ergeben sich im Einzelnen aus der **Anlage 4 Blatt 1 bis 5**, des weiteren aus den in Nr. 4.1 Abs. 2 aufgeführten Verwaltungsvorschriften. Wird eine Ausgleichung gerechnet, ersetzen die Ausgleichungsprotokolle die **Blätter 4 und 5 der Anlage 4**.

(2) Die jeweilige Bearbeiterin oder der jeweilige Bearbeiter haben die von Ihnen zu einzelnen Arbeitsabschnitten erstellten Vermessungsschriften unter lesbarer Angabe ihres Namens und ihrer Amts- oder Berufsgruppenbezeichnung und des Anfertigungsdatums zu unterschreiben.

4.3 Fertigungsaussage

(1) Die Vermessungsstellen sind für die Vollständigkeit und Richtigkeit der von ihnen eingereichten Vermessungsschriften im ganzen Umfang verantwortlich.

(2) Die Vollständigkeit und Richtigkeit der Vermessungsschriften ist von der hierfür zuständigen Beamtin oder dem hierfür zuständigen Beamten der Katasterbehörde oder der behördlichen Vermessungsstelle, der Öffentlich bestellten Vermessungsingenieurin oder dem Öffentlich bestellten Vermessungsingenieur auf dem Antrag zur Einrichtung, Fortführung oder Berichtigung des entsprechenden Nachweises durch Abgabe der Fertigungsaussage entsprechend Nr. 14.32 FortfVErL zu bescheinigen.

(3) Mit der Abgabe der Fertigungsaussage wird versichert, dass die Vermessungsschriften den Vorschriften entsprechen, insbesondere dass

- die GPS-Messung in sich schlüssig und richtig ist
- die Grenzwerte für die größten zulässigen Abweichungen eingehalten sind
- die erforderliche Zuverlässigkeit der Punktbestimmung gewährleistet ist
- die GPS-Messung in ausreichendem Umfang an das Netz der Anschlusspunkte angeschlossen wurde
- die Abweichungen zwischen den Koordinaten der einbezogenen Anschlusspunkte und den Koordinaten aus neuer Vermessung aufgezeigt sind

- für die zur Durchführung der Vermessung und Erstellung der Vermessungsschriften eingesetzten Fachkräfte die erforderliche Befugnis vorliegt, die Fachkräfte über die erforderliche Eignung verfügen und die von ihnen durchgeführten Arbeiten von der Unterzeichnerin oder vom Unterzeichner in erforderlichem Umfang wirksam überwacht wurden.
- (4) Für Fortführungsvermessungen gilt im Übrigen Nr. 14.3 FortfVERl..

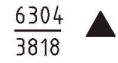
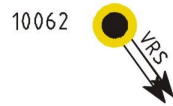
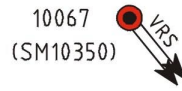
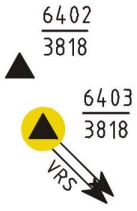
Sachverzeichnis

Die Zahlen verweisen auf die Nummern der Richtlinien hin (ohne Gliederungspunkte).

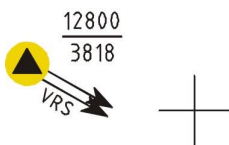
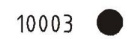
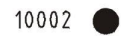
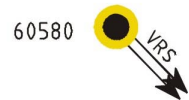
Ablotung	222,232,236	Messverfahren...121,123,212,213,217,218,223,234,	
Abschattung	222,235	341,342	
Anschlusspunkt	221,236,237,254,354, 37,43	Messzeiten, -dauer	214,222,223,234,Anl.4Bl.3
Antenne, GPS-	216,222,223,232-234,252,331	Mittel-, Differenzbildung	218,312,341,Anl.4Bl.4
- Höhe	216,222,232,236,331	Nachbarschaft.....	217,218,223,236,312,354, 37
- Parameter	124,216,233,252,331,332	Netz 77	32
- Referenzpunkt (ARP)	232	Netzentwurf.....	223,Anl.2
Aufstellungsgruppe	212,217,254,331,332,342	Netzriss	254,Anl.2
Aufzeichnungsintervall	223,252	NN/NHN - Höhen	123, 36 , Anl.3
Ausgleichung.....	218,312,342,353, 42	PDOP-Werte.....	siehe DOP-Werte
Bahndaten	124,211, 24 ,332	Permanentstation.....	212-214,216,332
Basislinien	214,223,234,235, 24 ,253,254,312, 33	Phasenmehrdeutigkeit.....	212,234-236,332
Bezugssysteme.....	123,214,218,221,223,236,237	Post-processing.121,212,218,222,234,235,252,312,	
	252,254,312,331, 35,36	32,332	
Broadcast-Ephemeriden	332	Protokoll	251,253, 42 ,Anl.4Bl.4
Codephasenmessung	24	Prüfung der Messinstrumente	216
Cycle slips	332	Punktbestimmung. 122,212,214,216,217,235, 32,43	
Datenformat	215	Raumvektor	331
Dokumentation	25,38 ,Anl.4	Redundanz	218,223,312, 34
DOP-Werte.....	211,332	Referenzstation.123,212,213,215,217,218,231,	
Echtzeitverfahren.121,212,214,215,218, 24 ,231,252		254, 32,33 ,341,342	
	253, 32 ,332,341, 37	- virtuelle	212,213,332
- auswertung	235,312, 32	Reindaten	24
Eichung	216	Restklaffungen.....	217,254, 37
Einzelpunktbestimmung.....	122, 32	RINEX-Format	214
Elevationswinkel.....	216,222,252,332	Rohdaten	212,218, 24 ,253,312
Ellipsoid.....	123,252, 32 ,352	Rover	212,215,231,235,252
Ellipsoidische Höhen.....	123, 36	RTCM-Format.....	214,215
Ephemeriden.....	124,332	RTK-Systeme	212,215
Epoche	332	SAPOS [®]	123,124,213-216,218,237,332,353
Erkundung.....	222	Satelliten	121,124,211,212,222,234, 24 ,252,332
Erläuterungsbericht	223	Session	212, 32
ETRS 89.....	123,214,221,237, 32 ,332,341,353	Simultan	121,331,332
Fertigungsaussage.....	43	Software.....	211,212,215,223,331,332
Fixed-Lösung	332	Standardabweichung.....	332,Anl.4Bl.4
Fortführungsvermessungen	222, 38,43	Startwert	218,223,232,312, 32 ,332,341
Gauß-Krüger-/UTM-Abbildung.....	352	Steuerparameter.....	251,332
Genauigkeit.. 121,214,217,232,234,236, 32 ,332, 341		Stützpunkte.....	252,254,354,355, 37
	342, 37	Systemeinstellungen.....	251,252
Geoid, Quasigeoid	123, 32	Trägerphasenmessung.....	214,332
GIBS.....	124, 211	Transformation...123,124,218,223,237,252,254,312,	
Glossar	124	32,35,37	
GPPS, HEPS	214	Umrechnungen	351,352
Himmelsfreiheit	222,231	Undulation.....	123, 32,36 ,Anl.3
Höhen		Varianz/Kovarianz.....	24
- bestimmung.....	122,123,216, 32,36	Virtuelle Referenzstation (VRS) s. Referenzstation	
- bestimmung der Antenne	s. Antennenhöhe	Vermessungsriß, Fortführungsriß.....	255
Initialisierung	212,215,235,332	Vortransformation	355, 37
Kinematisches Verfahren.....	s. Echtzeitverfahren	VP-Liste	Anl4Bl.5
Kontrollen, -punkte.....	223,236,255,353	WGS 84	123, 32 ,332,351
Koordinaten. 123,212,215,217,218,234,237, 24 ,253,		Zentrierung	232,236
	32 ,332,341,352,354,355, 43		
Korrelation.....	332		
Mast-, Signalaufbau	222,232,234		
Mehrdeutigkeit.....	s. Phasenmehrdeutigkeit		
Mehrwegeffekte, Multipath.....	222,235		
Messwert.....	218,223, 24 ,251,253,312,332,341,		
	353,Anl.4Bl.3		

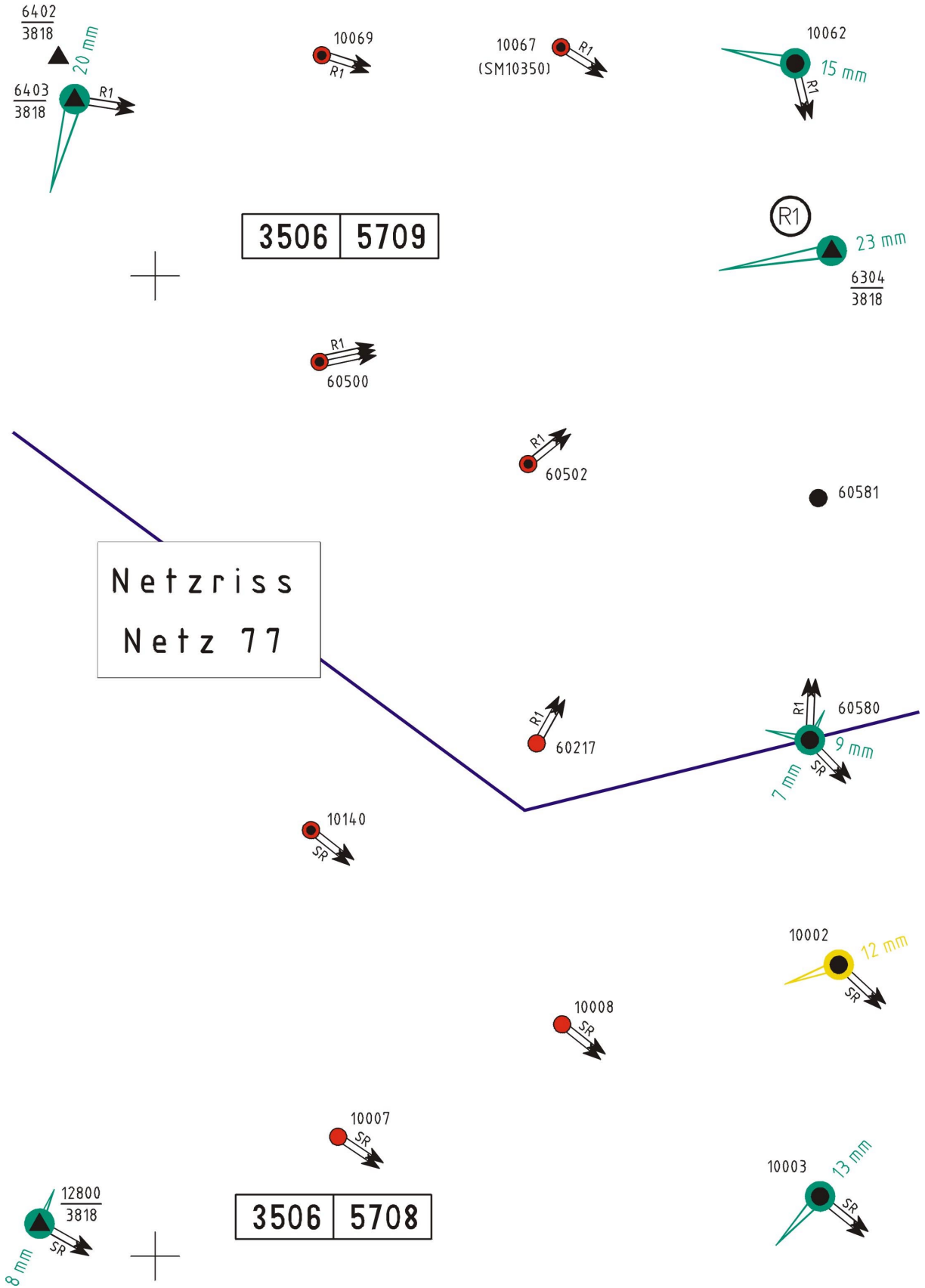
			GPS Anwendungsbeispiele bei Lagevermessungen im Liegenschaftskataster					
			Abstecken/ Aufsuchen nach Koordinaten	Grenzuntersuchung im Koordinaten- kataster	TP u. AP-Koordinierung im ETRS 89	Anschluss von Katasterverm. im Netz 77	Anschluss von Katasterverm. im Netz 77	
Kurzbeschreibung der Arbeitsmethode mit GPS			pol. an 1 SAPOS Stat.; Einfachbest. in Echtzeit; AD: großräum. Transf.- Par. aus Internet; Arbeitssystem Netz77; dm-Gen-> keine Nach- barschaftseinpassung	pol. mit temp. Ref.St.; Einfachbest. in Echtzeit; AD: lok. bestangepasste Transf. Par. aus GPS- Mesg. auf Anschlusspkt.; Koordinatenvergleich für Grenzuntersuchung	pol. mit SAPOS; kontr. Best. im VRS-Post- processing; AD: statische Messung von Rohdaten ID: VRS-Post-processing UTM-Abbildung, Mittelung	pol. mit temp. Ref.St.; kontr. Best.in Echtzeit; AD: großräum. Transf.- Par. aus Internet => nur genäherte GPS-Koord.; zusätz. terr. Messg.; ID:Ausgl. mit Nachbar- schaftseinpassung	pol. mit SAPOS verm.; kontr. Best.in Echtzeit; ID: lokal bestangepasste Transf.-Par. vorausber. (3.5.4 d.Richt.); AD: Anschlussmess. entfallen; VRS; Mittelbildung	
Beschreibung des Arbeitsgebietes	Lagebezugssystem(e) des amtlichen Koordinatennachweises im ...	... Objektpunktfeld (GP, GebP)	Vorländer	Netz 77 (Koordinatenkataster)		Netz 77	Netz 77
		... Anschlusspunktfeld (AP(1))	Vorländer, Netz 77	Netz 77		Netz 77	Netz 77	
		... Lagefestpunktfeld (TF)	Netz 77, ETRS 89	Netz 77	ETRS 89 (Kontrollpunkte)	Netz 77	Netz 77, ETRS 89	
Fachliche Vorgaben	Wahl der Referenzstation(en)	SAPOS einzeln	x		min. drei umliegend, für VRS-Post-processing (ID)			
		SAPOS vernetzt				x	x	
	Wahl der Messungsanordnung	temporär		x				
		in Aufstellungsgruppen						
	Wahl der Auswerte-Technik	Polar	x	x	VRS-Technik	x	VRS-Technik	
Post-processing					x			
anzustrebende Genauigkeit der Messergebnisse	Echtzeit	x	x		x	x		
	lokale Standardabweichung der Punktlage	10 cm	3 cm	1 bzw. 2 cm	3 cm	3 cm		
Vorarbeiten	vorbereitende Berechnungen	Transformation vorhandener Koordinaten	KAFKA (Vorländer => Netz 77)					
		Koordinatenberechnung nach vorhandenen Katasterunterlagen	KAFKA (Netz 77)					
	Aufbereitung der Anschlusspunkte	Vorausberechnung von Transformations-parametern					lokal bestangepasst (aus Koord. der Lagefestpunkte)	
	Überprüfung der Anschlusspunkte		x	entfällt	x	entfällt, da Anschluss über vor- ausberechnete Transformations- parameter		
	Pflege der Anschlusspunkte		x		x			
	Systemeinstellungen am GPS Messsystem		x	x	x	x		
Messung	Startwert ...	... im Bezugssystem ETRS 89	bekannte Koordinaten einer SAPOS Permanentstation	x			
		... im Bezugssystem Netz 77, PrLA, ...	bekannte Koordinaten einer virtuellen Referenzstation gemessene Koordinaten einer Einzelpunktbestimmung vorgegebene Koordinaten aus dem amtlichen Koordinatennachweis in das ETRS 89 transformierte Koordinaten aus anderen Bezugssystemen vorgegebene Koordinaten aus dem amtlichen Koordinatennachweis abgegriffene Koordinaten aus einer Karte		x			
	GPS-Messung	Initialisierung (nur bei Echtzeitmessungen)	statisch		x		x	x
			in der Bewegung	x				
		Messung auf	Anschlusspunkten		x	entfällt	x	entfällt
			freien Standpunkten				x	x
		im Felde benutzte Transformation (nur bei Echtzeit- messungen)	Neupunkten	x	x	x	tw.	x
			Kontrollpunkten			x		x
	Messwerte	Transformationsparameter großräumig abgeleitet	aus Internet www.iverma.nrw.de (ETRS 89 => Netz 77)				aus Internet www.iverma.nrw.de (ETRS 89 => Netz 77)	aus Nachweiskoordinaten vorausberechnet
		Transformationsparameter lokal bestangepasst						
Kontrollen (Zuverlässigkeit der Messung)	Rohdaten			x				
	Koordinaten	Netz 77 angenäherte Koordinaten mit nur eingeschränkter Verwendbarkeit	nachbarschaftstreue Koordinaten im Netz 77		Netz 77 angenäherte Koordinaten mit nur eingeschränkter Verwendbarkeit	nachbarschaftstreue Koordinaten im Netz 77		
Terrestrische Messung	Messung auf	Anschlusspunkten						
	freien Standpunkten				x			
	Neupunkten				tw.			
Auswertung und Einpassung	Behandlung der Redundanz der Messwerte		Mittel-/Differenzbildung	entfällt	entfällt	x	x	
			Ausgleichung				KAFKA	
	endgültige Überführung in das amtliche Lagebezugssystem des Liegenschafts- katasters	mit vorausberechneten Transformations- parametern	aus großräumig verteilten Stützpunktkoordinaten vorausberechnet, z.B. Parameter nach der Anlage dieser Richtlinien	identisch mit der Transformation bei der GPS-Messung		entfällt (Ziel: ETRS 89)		identisch mit der Transformation bei der GPS-Messung
		mit aus Messungen berechneten Transforma- tionsparametern	aus projektbezogenen und nachbarschaftlich verteilten Stützpunkt-messungen abgeleitet => lokal bestangepasst		identisch mit der Transformation bei der GPS-Messung		KAFKA: Aufgliederung der Messung auf die Anschlusskoordinaten	
		Ort der Ausführung	Innendienst	x	x		x	x
	Nachbarschafts- anpassung	Berechnung	Transformation mit lokal bestangepassten Transformations-parametern	nicht erforderlich	identisch mit der Transformation bei der GPS-Messung	entfällt im ETRS 89	identisch mit der Transformation bei der Überführung in das amtliche Lagebezugssystem	identisch mit der Transformation bei der GPS-Messung
Restklassenverteilung				x		KAFKA	x	
	Ort der Ausführung	Innendienst				x		
	Aussendienst		x				x	
Zusammenführung der GPS-Messung mit anderen Messungen		gemeinsame Ausgleichung hierarchische Berechnung				KAFKA		

Erklärungen: x = trifft zu; leeres Feld = trifft nicht zu; ID = Innendienst; AD = Aussendienst
Farbkennzeichnung für Felder, die für die Ausführung des Anwendungsbeispiels ohne Bedeutung sind
Hinweis zur Benutzung der Anlage: Text in Schwarz = Formulartext Text in Blau = Anwendungsbeispiele



Netzentwurf ETRS 89





Undulationsmodell 2007 für Nordrhein-Westfalen

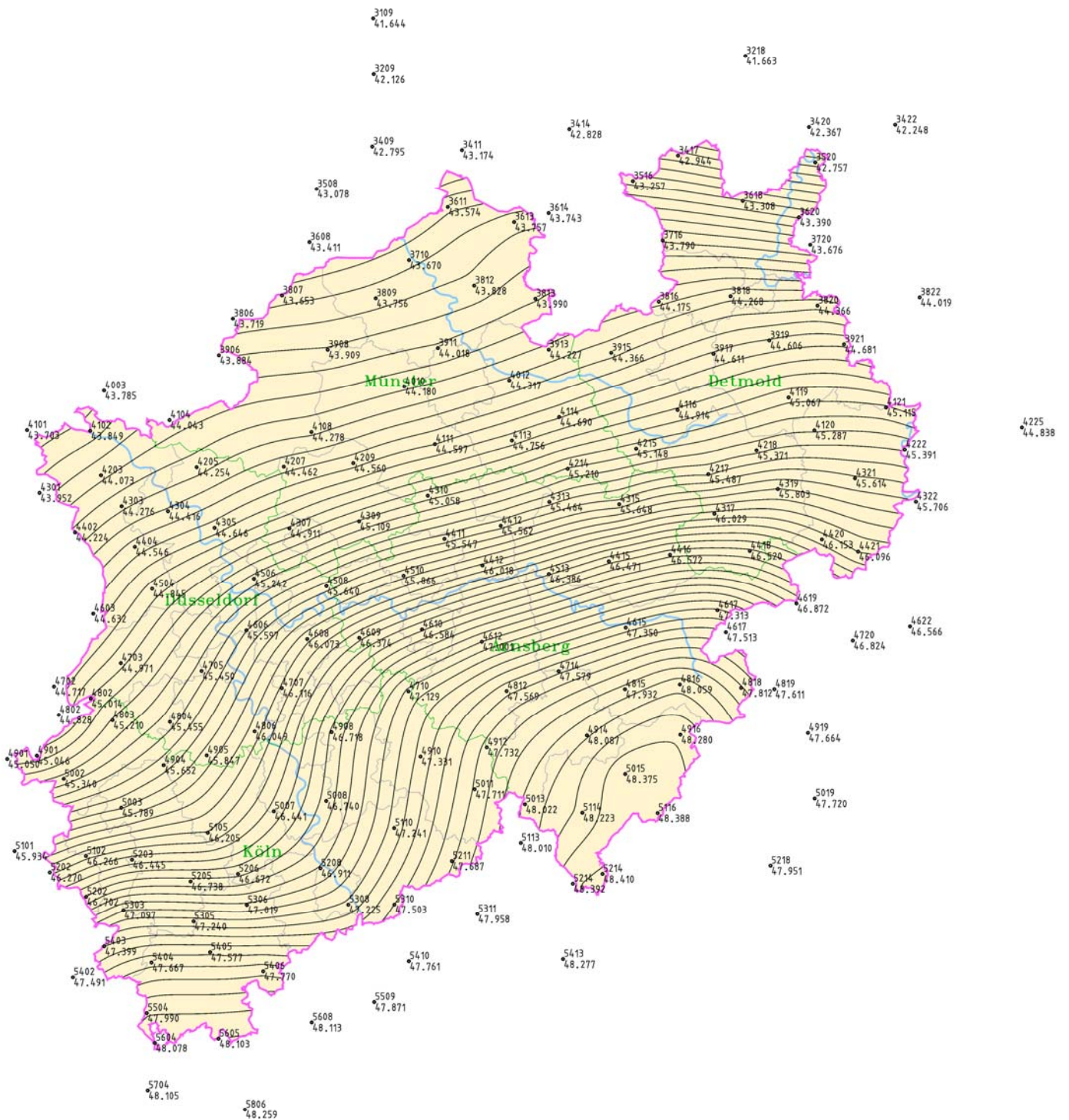
NHN-ETRS89-Undulationen
Höhenstatus 789
Stand: 24. August 2007

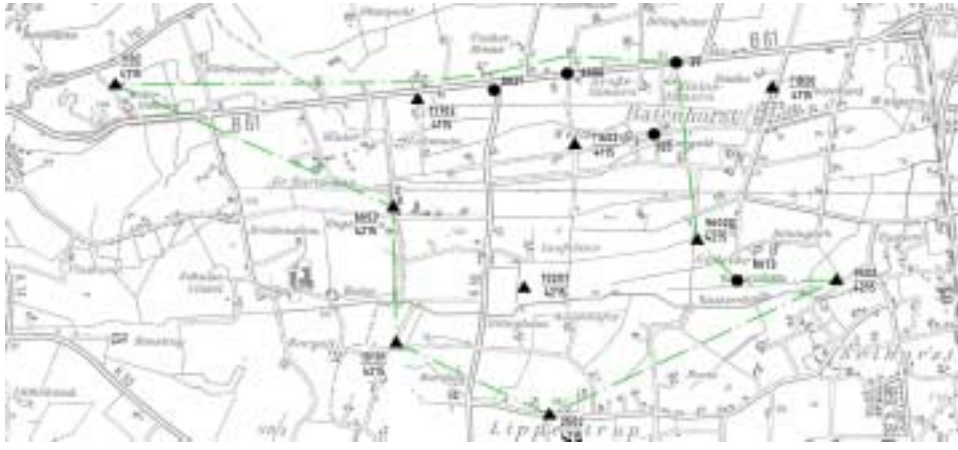
Isolinienabstand 0.100 m

Extremwerte:

Max: +48.5 m (in TK25 5214)

Min: +42.5 m (in TK25 3520)



Verwaltungsdaten			Arbeitsgebiet/Projekt Langenberg / Batenhorst	
Vermessungsstelle xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx			Identifikationsmerkmal/Jobname St. Vit u St. Vit 2	
Kreis Gütersloh	Gemeinde Rheda-Wiedenbrück	Gemarkung St. Vit u. a.	Flur	Flurstück/TK25
Auftraggeber xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx			Auftragsnummer 01 / 02	
Ausrüstung (Referenz, Rover, Controller, Gerätenummer, Antennentyp, Frequenz usw.): Strecken- und Richtungsmessungen GPS-Messungen GPS Vermessungssystem der Firma xxxxxx Typ xxxxxx 12 Kanal Zweifrequenzempfänger (Typ xxxxxx) Ser.-Nr. Empfänger Referenz xxxxxx Ser.-Nr. Empfänger Rover xxxxxx Antennenbezeichnung xxxxxx (Typ xxxxxx) Ser.-Nr. Antenne Referenz xxxxxx Ser.-Nr. Antenne Rover xxxxxx				
Eichung	Eichzeugnis des EDM vom: Typbezogene Eichung der GPS-Antenne durch: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx			
Messverfahren	GPS-Messungen	Polar mit temporärer Referenzstation ; kontrollierte Doppelaufnahme		
	Terrestrische Messungen			
Auswertesoftware, Auswerteziel, Auswertestrategie, Behandlung der Höhenkomponente				
Software:	Prozessierung der Basislinien		Programmname xx Version xx	
	Protokoll der GPS-Messungen (GPS Feldbuch Bericht)		Programmname xx Version xx	
	Mittelung und Einpassung der GPS-Messungen		Programmname xx Version xx	
Auswerteziel:	Nachbarschaftstreue Koordinaten der Neupunkte im Netz 77			
Auswertestrategie:	Startwert: Transf. der Ref. vom Netz 77 nach WGS 84 mit großräumig abgeleiteten Transf.-Parametern, ein Startwert für alle Messungen; Basislinienberechnung: Prozessierung der Basislinien in Echtzeit; Im Felde genäherter Übergang zum Netz 77 über großräumig abgeleiteten Transf.-Parameter; endgültige Nachbarschaftseinpassung durch Transformation mit Restklaffenverteilung aus Messungen auf den Anschlusspunkten			
Höhenkomponente	Es werden keine Höhen der Neupunkte bestimmt			
Übersicht über das Arbeitsgebiet (ggf. auf besonderem Blatt)				
Datum und Uhrzeit der Messung von ... bis 28.11.2001 bis 10.12.2001		Datum und Uhrzeit des letzten Rechenlaufs 15.01.2002 14:38 Uhr		
Örtliche Bearbeitung 10.12.2001 xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx, Dipl.-Ing. Datum und Unterschrift des Bearbeiters (Name, Amts-bzw. Berufsgruppenbezeichnung)		Häusliche Bearbeitung 15.01.2002 xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx, Dip.-Ing. Datum und Unterschrift des Bearbeiters (Name, Amts-bzw. Berufsgruppenbezeichnung)		
Erläuterungen: Zutreffendes ist auszufüllen.				

Allgemeine Daten zur GPS-Messung						Arbeitsgebiet / Projekt													
						Langenberg / Batenhorst													
						Identifikationsmerkmal / Jobname													
						St. Vit u. St. Vit 2													
Systemeinstellungen GPS-Vermessungssystem																			
Einheiten																			
Winkel- messung	Elevation: Richtungen/Zenitdistanzen:	Grad Gon	Strecken- messung	intern. Meter	Zeitan- gaben:	MEZ													
Schranken zur Steuerung der Messungsqualität in Echtzeit																			
maximale lineare Abweichung zwischen 2 Messungen				3 cm															
maximale Koordinatenqualität (KQ)				4 cm															
Antennenparameter		Antennenbezeichnung		xxxxxxx	Typ	xxxxxxx													
Frequenz L1	Vertik. Offset:	6.83 mm	Nord:	0,00mm	Ost:	0.00 mm													
Elevation (Grad):	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
Korrektur (mm):	-2.7	-2.7	-2.5	-1.6	-0.5	0.0	0.1	0.6	1.4	1.8	1.4	1.1	1.2	0.9	-1.0	-3.8	-5.6	-5.9	-5.8
Frequenz L2	Vertik. Offset:	7.12 mm	Nord:	0,00mm	Ost:	0.00 mm													
Elevation (Grad):	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
Korrektur (mm):	-1.4	-1.0	-0.6	-0.7	-1.1	-1.0	-0.1	0.8	1.5	2.2	3.0	3.1	2.3	0.8	-1.3	-5.1	-11.2	-17.6	-20.4
Satellitenempfang																			
Aufzeichnungsintervall		minimaler Elevationswinkel			beobachtete Frequenzen / Beobachtungsgrößen														
1 Sek.		15 Grad			L1 und L2														
Ellipsoid und Abbildungsparameter																			
Ellipsoid	gr. Halbachse a	kl. Halbachse b bzw. Abplatt. f	Abbildung	Streifen / Zone	Zonen- breite	Zentral- meridian	Maßst. im Zentr.Merid.	Add. in Ost- Richtung											
GRS 80	6378137,000	298,257222101	keine Abb.																
Bessel	6377397,155	299,152812850	Gauß Krüger	3	3 Grad	9 Grad	1,000000	500 km											
Punkte insgesamt																			
Anschlusspunkte		14																	
Kontrollpunkte		1																	
Neupunkte		48 keine Differenzierung nach Neupunkten und neu best. Punkten																	
Basislinien		131																	
Referenzstation(en) / Startwert(e) (Punktnummer oder "VRS")																			
4115-0-11602																			
Startwert 1																			
Koord. WGS 84		X = 3911218.875 m		Y = 569044.820 m		Z = 4989307.612 m													
Koord. Netz 77		RW = 3450263.102 m		HW = 5741100.412 m		NN Höhe = 93.800 m													
Herkunft		Netz 77 Nachweiskoord. mit großräumigen Par. transformiert																	
Genauigkeit		< +/- 1 m																	
Startwert 2																			
Koord. WGS 84																			
Koord. Netz 77																			
Herkunft																			
Genauigkeit																			
Transformation im GPS-Vermessungssystem																			
Startsystem		WGS 84																	
Zielsystem		Netz 77																	
Transformationsparameter:		Herkunft:		großräumig abgeleitet, siehe www.lverma.nrw.de															
Nr.	Parameter	Wert	Einheit																
1	Verschiebung dX	-580,6	m																
2	Verschiebung dY	-107,4	m																
3	Verschiebung dZ	-403,4	m																
4	Rotation um X	0,27	"	Drehrichtung der Rotationen im verwendeten Transformationsprogramm gegenüber den Angaben im Internet gegenläufig definiert															
5	Rotation um Y	0,05	"																
6	Rotation um Z	-4,28	"																
7	Maßstab	-9,7	ppm																
Erläuterungen: Zutreffendes ist auszufüllen																			

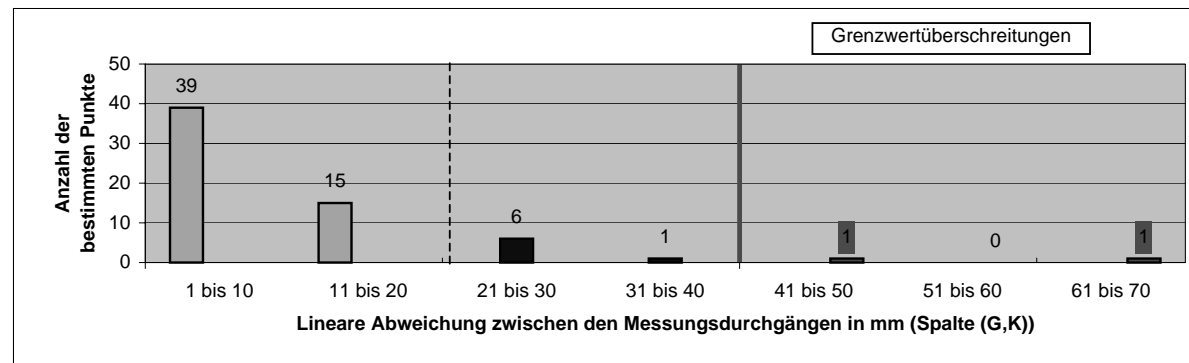
Messwerte															Arbeitsgebiet / Projekt			
<input checked="" type="checkbox"/> Echtzeitkoordinaten (jeder Zielpunkt wird so oft aufgeführt, wie er bestimmt worden ist)															Langenberg / Batenhorst			
<input type="checkbox"/> Basislinien															Identifikationsmerkmal/Jobname			
															St. Vit u St. Vit 2			
lfd. Nr.	Standpkt./ Ref.St./ VRS/ Basisanfang			Zielpunkt / Basisende			Koordinaten / Basislinienkomponenten			Genauigkeitswerte					DOP / # SV	Epo	Messzeit (ggf. von - bis)	
	Nr.	Punkt-Code	Ant.-höhe	Nr.	Punkt-Code	Ant.-höhe	X / R / O / dX	Y / H / N / dY	Z / Höhe / dZ	sx	sy	sz	andere	Lösungstyp / # SV		Datum	Uhrzeit [hh:mm:ss]	
Antenne; Serien-Nr.			Antenne; Serien-Nr.			Basislinienlänge												
hier:	Ref.St.			Zielpunkt			Rechtswert	Hochwert	ell. Höhe	KQ / F				# SV	GDOP			
TP / AP / Objektpunkte																		
1	4115011602			4115001102	1102	2,000	3446854,952	5741566,346	115,544	0,022				8	2,2	60	30.11.01 12:32:09	
2				4115001102	1102	2,000	3446854,971	5741566,371	115,547	0,018				7	2,4	65	04.12.01 14:28:27	
3				4115001102	1102	2,000	3446854,942	5741566,357	115,554	0,015				8	2,7	61	10.12.01 15:32:49	
dritte Messung; große Differenzen																		
4				4115011702	11702	2,000	3449096,021	5741450,559	99,715	0,017				7	3,8	61	03.12.01 09:03:08	
5				4115011702	11702	2,000	3449096,028	5741450,567	99,696	0,016				8	2,5	60	03.12.01 12:05:00	
6				4215002502	2502	2,000	3450074,820	5739005,454	96,609	0,023				6	3,4	60	29.11.01 13:55:37	
starke Abschattungen																		
7				4215002502	2502	2,000	3450074,813	5739005,480	96,640	0,018				7	3,2	62	04.12.01 11:14:09	
8				4215006603	6603	2,000	3448917,003	5740618,077	103,153	0,018				9	2,3	61	30.11.01 12:02:44	
9				4215006603	6603	2,000	3448917,003	5740618,084	103,139	0,013				8	1,9	61	03.12.01 14:29:38	
10				4215009502	9502	2,000	3452204,855	5740050,797	77,785	0,019				6	3,3	60	29.11.01 13:39:52	
11				4215009502	9502	2,000	3452204,840	5740050,799	77,811	0,018				8	2,6	64	04.12.01 11:44:46	
12				4215009602	9602	2,000	3451172,046	5740362,158	89,829	0,022				8	3,8	59	28.11.01 09:42:55	
13				4215009602	9602	2,000	3451172,037	5740362,159	89,806	0,018				9	2,2	61	04.12.01 11:34:45	
14				4215010201	10201	2,000	3449886,942	5739991,189	86,863	0,013				8	2,3	60	28.11.01 10:44:25	
15				4215010201	10201	2,000	3449886,935	5739991,193	86,880	0,014				6	2,9	62	04.12.01 13:52:25	
16				4839100027	100027	2,000	3448789,390	5739861,560	86,474	0,221 F				5	8,4	61	30.11.01 11:33:46	
Float-Lösung; Messung streichen																		
17				4839100027	100027	2,000	3448789,391	5739861,625	86,467	0,014				8	2,5	61	03.12.01 15:11:11	
18				4839100027	100027	2,000	3448789,377	5739861,609	86,487	0,017				6	3,0	66	10.12.01 11:45:47	
19				4940100001	100001	2,000	3449000,468	5740191,545	98,571	0,019				8	2,3	120	30.11.01 11:42:40	
20				4940100001	100001	2,000	3449000,475	5740191,570	98,559	0,013				7	2,5	61	03.12.01 14:52:54	
21				5041100040	100040	2,000	3450787,386	5741711,950	92,152	0,021				9	2,2	61	29.11.01 11:58:20	
22				5041100040	100040	2,000	3450787,384	5741711,959	92,162	0,023				6	3,5	62	04.12.01 14:44:58	
n				...	...	...	...	...	...	...				...	...	...	...

Erläuterungen: sX, sY, sZ = Standardabweichungen; #SV = Satellitenzahl; DOP = Dilution of Precision; Epo = Anzahl der Epochen, die zur Koordinatenbestimmung verwendet werden; Float Lösungen sind zu kennzeichnen
 Farbkennzeichnung für Floatlösungen
 Erläuterungen des Anwenders: KQ = Koordinatenqualität (Pos.+ Höhe + Zeit) (m); F = Float-Lösung; GDOP = Geometric Dilution of Precision

Messwerte															Arbeitsgebiet / Projekt					
<input type="checkbox"/> Echtzeitkoordinaten (jeder Zielpunkt wird so oft aufgeführt, wie er bestimmt worden ist)															<input checked="" type="checkbox"/> Basislinien			NT(4) Eisbergen Identifikationsmerkmal/Jobname eisbergen		
Ifd. Nr.	Standpkt./ Ref.St./ VRS/ Basisanfang			Zielpunkt / Basisende			Koordinaten / Basislinienkomponenten			Genauigkeitswerte					DOP / # SV	Epo	Messzeit (ggf. von - bis)			
	Nr.	Punkt-Code	Ant.-höhe	Nr.	Punkt-Code	Ant.-höhe	X / R / O / dX	Y / H / N / dY	Z / Höhe / dZ	sx	sy	sz	andere	Lösungstyp / # SV		Datum	Uhrzeit [hh:mm:ss]			
hier:	Basisanfang			Basisende			dX [m]	dY [m]	dZ [m]	mX	mY	mZ	RMS	Lösungstyp	PDOP		von			
	Antenne; Serien-Nr.			Antenne; Serien-Nr.			Raumstrecke [m]			[mm]	[mm]	[mm]	Ratio				bis			
TP / AP / Objektpunkte																				
1	3720005404		1,832	3620 001907		1,851	-1485,178 2285,460	1480,067	909,381	0,8	0,3	0,6	2,9 234,6	DD Fixed L1	2,2-14,1 6	195	7.3.2002 7.3.2002	11:26:00 12:15:00		
2	3620001907		1,851	3720001703		1,716	846,129 1727,742	-1482,192	-268,969	34,8	23,5	43,1	3,3 0	DD Fixed L1	6,4-13,7 6	37	7.3.2002 7.3.2002	12:06:00 12:15:00		
	Stromausfall bis 12:06 Uhr																			
3	3720005404		1,832	3720001703		1,716	-639,153 904,796	-2,157	640,416	0,8	0,4	0,8	4,6 364,1	DD Fixed L1	1,7-4,4 9	245	7.3.2002 7.3.2002	11:13:00 12:15:00		
4	3720001703		1,723	3719005502		1,914	398,723 1449,005	-1357,930	-310,906	0,7	0,3	1,2	2,9 98,9	DD Fixed L1	3,3-5,6 6	184	7.3.2002 7.3.2002	13:30:00 14:15:00		
5	3720006302		1,823	3719005502		1,914	1075,149 2037,566	-1593,360	-675,968	0,7	0,3	1,3	3,1 92,1	DD Fixed L1	3,2-5,6 6	177	7.3.2002 7.3.2002	13:31:00 14:15:00		
6	3720006302		1,823	3720001703		1,723	676,426 803,896	-235,431	-365,060	0,6	0,3	1,1	2,7 163	DD Fixed L1	3,2-5,6 6	177	7.3.2002 7.3.2002	13:31:00 14:15:00		
7	3620001907		1,788	3720001703		1,723	846,029 1727,743	-1482,224	-268,963	0,7	0,4	0,7	2,9 115,1	DD Fixed L1	3,6-6,0 7	164	7.3.2002 7.3.2002	14:31:00 15:12:00		
	Nachmessung																			
Erläuterungen: sx, sy, sz = Standardabweichungen; #SV = Satellitenzahl; DOP = Dilution of Precision; Epo = Anzahl der Epochen, die zur Koordinatenbestimmung verwendet werden; Float Lösungen sind zu kennzeichnen Farbkennzeichnung für Floatlösungen Erläuterungen des Anwenders: RMS = mittl. quadratischer Fehler der Trägerphasen [mm]; Ratio = Verhältnis zwischen bester u. zweitbesten Lösung - Anzeigewert für die Mehrdeutigkeitslösung; DD Fixed L1 = DoppelDifferenz Fixed-Lösung auf L1; PDOP = Position Dilution of Precision																				

Mittelungsprotokoll								Arbeitsgebiet/Projekt			
								Langenberg / Batenhorst			
								Identifikationsmerkmal/Jobname			
								St. Vit u St. Vit 2			
lfd.Nr.	Punkt Nr.	gewichtet arithmetisch gemittelte Koordinaten			Koordinaten, Einzelwerte			K, M, E	Abweichungen 2 D		MP
		X / R / O / dX	Y / H / N / dY	Z / Höhe/ dZ	X / R / O / dX	Y / H / N / dY	Z / Höhe / dZ		(M, E)	(G, K)	
hier:		Rechtswert	Hochwert		Rechtswert	Hochwert				des Mittels	
1	4115001102	3446854,953	5741566,359		3446854,952	5741566,346		M	0,013	0,032	0,011
2	4115001102				3446854,971	5741566,371		M	0,022		
3	4115001102				3446854,942	5741566,357		M	0,011		
4	4115011702	3449096,025	5741450,563		3449096,021	5741450,559		M	0,006	0,011	0,006
5	4115011702				3449096,028	5741450,567		M	0,005		
6	4215002502	3450074,816	5739005,470		3450074,820	5739005,454		M	0,016	0,027	0,013
7	4215002502				3450074,813	5739005,480		M	0,010		
8	4215006603	3448917,003	5740618,082		3448917,003	5740618,077		M	0,005	0,007	0,003
9	4215006603				3448917,003	5740618,084		M	0,002		
10	4215009502	3452204,847	5740050,798		3452204,855	5740050,797		M	0,008	0,015	0,008
11	4215009502				3452204,840	5740050,799		M	0,007		
12	4215009602	3451172,041	5740362,159		3451172,046	5740362,158		M	0,005	0,009	0,004
13	4215009602				3451172,037	5740362,159		M	0,004		
14	4215010201	3449886,939	5739991,191		3449886,942	5739991,189		M	0,004	0,008	0,004
15	4215010201				3449886,935	5739991,193		M	0,004		
16	4839100027				3448789,390	5739861,560		K	0,059	0,065 *	
		nur Kontrollmessung, da Float-Lösung									
17	4839100027	3448789,385	5739861,619		3448789,391	5739861,625		M	0,008	0,021	0,010
18	4839100027				3448789,377	5739861,609		M	0,013		
n	...	...	...		...	...		...	...	...	...

Histogramm der Differenzen



Erläuterungen: K=Kontrolle, zur Mittelbildung nicht verwendet; M=zur Mittelbildung verwendet; E=Einzelwert; (M,E)=lineare Abweichung zw. Mittel- und Einzelwert; (G,K)=lineare Abweichung zwischen größtem und kleinstem Wert; MP= Standardabweichung der Punktlage; *, **, *** =Markierung von Punkten, die einen vorgegebenen Grenzwert überschreiten
 Farbkennzeichnung für Grenzwertüberschreitungen
 Erläuterungen des Anwenders:

<p align="center">VP - Liste Einpassung der Messung in das Zielsystem (endgültige Koordinaten)</p>												Arbeitsgebiet/Projekt			
Lagestatus (2.u.3. Stelle):												77 (Netz 1977)		Langenberg / Batenhorst	
												Identifikationsmerkmal/Jobname			
												St. Vit u St. Vit 2			
Ifd.Nr.	Punkt Nr.	Kennung	Koordinaten, Sollwerte			Koordinaten, Istwerte			Abweichungen Soll - Ist				MP		
			X / R / O	Y / H / N	Z / Höhe	X / R / O	Y / H / N	Z / Höhe	X / R / O	Y / H / N	Z / Höhe	Lage			
hier:			Rechtswert	Hochwert		Rechtswert	Hochwert		Rechtswert	Hochwert		VS			
<p>Überprüfung der Anschlusspunkte: 4 Par. Transformation mit festem Maßstab und fester Drehung</p>															
Transf.-Parameter:		Transl. Rechts:	0,0057		Transl. Hoch:	0,0016		Maßstab:	1.000000 (fest)		Drehung:	0.0000 gon (fest)			
1	4115001102	S	3446854,970	5741566,350					0,011	-0,011		0,016			
2	4115011602	S	3450263,102	5741100,413					-0,006	-0,002		0,006			
3	4115011702	S	3449096,034	5741450,566					0,003	0,001		0,003			
4	4215002502	S	3450074,820	5739005,474					-0,002	0,002		0,003			
5	4215006603	S	3448917,006	5740618,080					-0,022	-0,024		0,033			
6	4215009502	S	3452204,853	5740050,802					0,000	0,002		0,002			
7	4215009602	S	3451172,046	5740362,170					-0,001	0,009		0,009			
8	4215010101	S	3448938,266	5739563,501					0,000	-0,005		0,005			
9	4215010201	S	3449886,949	5739991,183					0,004	-0,010		0,011			
10	4941108021	S	3449665,540	5741523,420					0,009	0,002		0,009			
11	5041100123	S	3450850,760	5741181,490					-0,011	-0,010		0,015			
12	5140108073	S	3451468,060	5740047,130					0,000	0,004		0,004			
13	5141100039	S	3451015,740	5741737,700					-0,012	0,031		0,033			
<p>Berechnung d. Neu- / Kontrollpunkte: 4 Par. Transformation mit multiquadratischer Restklaffenverteilung</p>															
Transf.-Parameter:		Transl. Rechts:	0,0057		Transl. Hoch:	0,0016		Maßstab:	0,999998		Drehung:	399.99986 gon			
14	5041108000	K	3450206,920	5741652,080			3450206,918	5741652,102		-0,002	0,022	0,022			
15	4741100067	N					3447562,988	5741328,476					0,010		
16	4741100068	N					3447867,376	5741362,712					0,010		
17	4839100027	N					3448789,391	5739861,615					0,010		
18	4840100078	N					3448883,281	5740802,691					0,010		
19	4840147702	N					3448982,211	5740427,764					0,010		
20	4840150100	N					3448881,378	5740912,943					0,010		
21	4841100048	N					3448781,585	5741480,503					0,010		
22	4841100049	N					3448581,304	5741456,996					0,010		
23	4841100052	N					3448446,854	5741441,187					0,010		
24	4841100069	N					3448177,567	5741398,344					0,010		
n	...	...					...	...					...
<p>Plot der Restklaffungen siehe besonderes Blatt (Vektorenplan)</p>															
<p>Erläuterungen: K = Kennung Kontrollpunkt ; S = Kennung Stützpunkt ; N = Kennung Neupunkt; MP = Standardabweichung der Punktlage Farbkennzeichnung für Grenzwertüberschreitung Erläuterungen des Anwenders: VS = lineare Lageabweichung</p>															

Glossar

zu den

Richtlinien zum Einsatz von satellitengeodätischen Verfahren im Vermessungspunktfeld – (GPS - Richtlinien) vom 02.09.2002

Vorbemerkung:

Vorliegendes Glossar stellt eine Sammlung von Erläuterungen und Beschreibungen zu geodätischen, satellitensystemtechnischen, physikalischen sowie nachrichtentechnischen Begriffen bereit, die bei Satellitenmessungen verwendet werden. Die Richtlinie soll um diejenigen Informationen ergänzt werden, die dort entweder als bekannt vorausgesetzt sind oder nicht umfassend dargestellt werden können. Richtlinie und Glossar sollen die komplexen Zusammenhänge bei Satellitenvermessungen möglichst abgerundet darstellen.

Die Erläuterungen und Beschreibungen sind teilweise eher umgangssprachlich gehalten. Sie wollen und können weder Anspruch auf originäre Definitionen noch auf abschließende, präzise, wissenschaftliche Darstellungen und Vollständigkeit erheben. Sie stellen ferner kein Ersatz für Fachwörterbücher und Fachliteratur, Beschreibungen von Normen, Standards und dergleichen dar.

Abschattung	Begrenzung der →Himmelsfreiheit auf einem →GPS-Standpunkt durch topographische Hindernisse im Sichtfeld
AdV-Frequenzen	→Frequenzband
Almanach	Ursprüngliche Bezeichnung astronomischer →Ephemeriden bzw. kalenderartiger Tafeln mit Angaben der Planetenbewegungen mit beigefügten astronomischen und sonstigen Notizen. hier: „Fahrplan“, genäherte Ephemeriden (6 Keplerelemente zur Beschreibung einer Umlaufbahn) der Satelliten, die der →GPS-Empfänger benötigt, um die Satelliten zu orten und danach deren Signale empfangen zu können. Auch geeignet für die Planung von Satellitenmessungen.
Ambiguity	(engl.): Zwei-, Mehr-, Vieldeutigkeit; entsprechend: →Phasenmehrfachdeutigkeit
Antenne	→Funkantenne, →GPS-Antenne
Antennen-Offset	Konstanter Abstand (Exzentrizität nach Lage und Höhe) in einem antennenfesten Bezugssystem zwischen mechanischem →Antennenreferenzpunkt und → elektrischem Antennenphasenzentrum. Es wird als Differenzvektor mit den ebenen Komponenten Nord und Ost sowie einer vertikalen Komponente Höhe angegeben. Die Offset-Werte sind Bestandteil der →Antennenparameter.

Antennenparameter

Die Antennenparameter beschreiben die räumliche Beziehung des elektrischen →Antennenphasenzentrums zum →Antennenreferenzpunkt. Sie bestehen aus einem konstanten →Antennen-Offset und den →Antennenphasenvariationen und stehen in einem funktionalen Zusammenhang. Die Antennenparameter sind für die →Trägerwellen L1 und L2 unterschiedlich, sie werden in der Regel in der Datenstruktur des →International GPS Service (IGS) angegeben.

Antennenphasenzentrum, elektrisches

Das elektrische Phasenzentrum der →GPS-Antenne ist der Raumpunkt, in dem die →GPS-Satellitensignale zusammentreffen, bei einer idealen Punktantenne der Mittelpunkt der Kugelwelle. Weicht die reale Phasenfront von der idealen Kugelgestalt ab, entstehen →Antennenphasenvariationen. An die Stelle des idealen Kugelmittelpunktes tritt nun ein mittleres Zentrum. Die räumliche Beziehung des elektrischen Phasenzentrums zum →Antennenreferenzpunkt wird durch die →Antennenparameter beschrieben.

Antennenphasenvariation (APV)

Elevations- und azimutabhängige Abweichung der realen von der idealen Phasenfront im →elektrischen Antennenphasenzentrum. Die APV-Werte sind Bestandteil der →Antennenparameter.

Antennenreferenzebene

Eine zur Symmetrieachse der Antenne senkrecht stehende Ebene durch die Höhenbezugsmarke am Antennengehäuse.

Antennenreferenzpunkt (ARP)

Mechanischer Bezugspunkt im Gehäuse der →GPS-Antenne. Er ist definiert als Durchstoßpunkt der Antennensymmetrieachse durch die dazu senkrecht stehende →Antennenreferenzebene. Vom Antennenreferenzpunkt aus werden sowohl die Exzentrizität zur Vermarkung des Vermessungspunktes (Zentrierelemente nach Lage und Höhe) als auch die →Antennenparameter bestimmt.

Anti-Spoofing (A-S)

(engl.): von *to spoof* = mogeln, betrügen, beschwindeln, reinlegen. Mit der Einführung von Systemsicherungstechniken durch das DoD (Department of Defense) soll die genaue Echtzeit-→Navigationslösung künstlich verschlechtert werden. Bei Anti-Spoofing wird der →P-Code durch Kombination mit dem sog. →W-Code in einen →Y-Code umgewandelt, der nur autorisierten Benutzern (Precise-Positioning-Service = PPS, s.a. →GPS-System) zugänglich ist.

Zusammen mit →SA (Selective Availability) Systemsicherungstechnik für das GPS-System (Eingeschaltet am 31.01.1994).

Atmosphäre

Zur Beschreibung der atmosphärischen Einflüsse auf die →Satellitensignale ist eine vereinfachte Modellierung der Atmosphäre in Ionosphäre und Troposphäre ausreichend.

Ionosphäre:

Schicht in ca. 50 – 1000 km Höhe über der Erdoberfläche.

Ionosphärische Störungen: In der Ionosphäre werden die Gasmoleküle durch die Sonneneinstrahlung ionisiert, d.h. in positive und negative Ionen aufgespaltet. Nachts baut sich die Ionisation weitestgehend wieder ab. Die Ionisation führt zu einer Veränderung des Laufzeitverhaltens elektromagnetischer Wellen. Sie ist in Zeiten starker Sonnenaktivitäten (periodisch alle 11 Jahre) besonders ausgeprägt, so dass die Verarbeitung der Satellitensignale deutlich beeinträchtigt werden kann. Die Auswirkungen erreichen tageszeitlich gegen 14 Uhr ihr Maximum, im übrigen sind sie jahreszeitlich schwankend und breitenabhängig. Langperiodische Veränderungen sind empirisch modellierbar, kurzperiodische nicht.

Ionosphärische Refraktion: Änderung der Ausbreitungsgeschwindigkeit der Satellitensignale und Brechung derselben beim Durchlaufen unterschiedlicher Schichtungen in der Ionosphäre (→Strahlbeugung). Ausbreitungsgeschwindigkeit und Brechungsindex sind abhängig vom Elektronengehalt in den Schichtungen und von der Frequenz der →Trägerwelle (→L1 / L2). Alle Einflüsse zusammengenommen bewirken eine Laufzeitverzögerung der Signale, die bei Zweifrequenzempfängern (s.a. →Ein-/Zweifrequenzempfänger) meßbar ist und zur Elimination der Ionosphärischen Refraktion genutzt wird.

Troposphäre:

Schicht bis ca. 50 km über der Erdoberfläche. In der Troposphäre gilt die Abhängigkeit des Brechungsindex von Luftdruck, Temperatur und Feuchte. Eine Berücksichtigung dieser Daten durch Messung allein auf dem Bodenpunkt ist wenig repräsentativ, so dass die troposphärische Refraktion gewöhnlich mit Modellen, z.B. nach HOPFIELD oder SAASTAMOINEN in der Auswerte-Software berücksichtigt wird.

Aufzeichnungsintervall

Zeitabstand, nach welchem ein neuer Satz →Satellitendaten aufgezeichnet wird. Ein Aufzeichnungsintervall 10 sec bedeutet, dass im Abstand von 10 sec jeweils ein Satz der empfangenen Satellitendaten im →GPS-Empfänger abgespeichert wird. Das Aufzeichnungsintervall ist bei →Echtzeit-Vermessungen normalerweise auf 1 Sekunde eingestellt. Bei →Post processing Auswertungen sind Aufzeichnungsintervalle zwischen einer Sekunde und einer Minute üblich (s.a. →Epoche).

Azimut

Winkel zwischen der geographischen Nordrichtung und einem Zielpunkt.

Bahndaten

entsprechend: →Ephemeriden; s.a. →Präzise Ephemeriden, →Broadcast-Ephemeriden, →Almanach.

Band (2m-Band)

→Frequenzband

Basislinie

auch: Basisvektor, Basis; Raumvektor zwischen zwei simultan beobachtenden →GPS-Antennen.

Bessel-Ellipsoid

→Referenzellipsoid des „Potsdam Datum, Zentralpunkt Rauenberg“, mit den Parametern $a = 6.377, 397 \text{ km}$ und $f = 1:299,15$.

→Lagebezugsfläche für das →DHDN90 (Netzteil I + II) →Geodätisches Datum.

Bezugsellipsoid

= →Referenzellipsoid; für ein bestimmtes Bezugssystem gewähltes →Rotationsellipsoid, z. B. →Bessel-Ellipsoid.

Bezugsfläche

Mathematisch, physikalisch oder mittels vorhandener Festpunktfelder definierte Fläche, auf die sich Lagekoordinaten, Positionen, →Höhen oder Schwerepotentiale von Punkten beziehen.

Bezugssystem

Die Definition eines Bezugssystems umfasst die Gesamtheit der Modelle, Algorithmen und Parameter, die notwendig sind, um Punkte untereinander in der Ebene oder im dreidimensionalen Raum in Beziehung zu bringen. Durch Verfügung über diese Parameter und durch die Ausführung von Messungen und Berechnungen entsteht ein →Geodätisches Datum.

Hierzu gehört die Wahl eines Zentralpunktes (=Startpunkt für die Triangulation) mit seinen geodätischen Koordinaten Breite (B) und Länge (L), die Wahl eines →Bezugsellipsoides mit den festzulegenden Parametern, die Orientierung des Dreiecksnetzes durch mindestens eine Dreiecksseite, die Festlegung des Maßstabs und die Festlegung/Wahl einer Projektion und des Nullpunktes der Koordinatenzählung.

Während Lageangaben traditionell auf einer mathematisch definierten, geometrischen →Bezugsfläche (→Bezugs- bzw. Referenzellipsoid) basieren, gründet sich das Höhensystem meist auf eine physikalisch festgelegte Bezugsfläche (z.B. →Normalnull (NN); →Höhennull (HN), →Normalhöhennull (NHN)). Diese Bezugssysteme werden durch sog. Lagestatus (LST) bzw. Höhenstatus (HST) unterschieden. Die LST sind in Deutschland nicht einheitlich (s.a. →Netz77 = LST177 in NRW).

Broadcast-Ephemeriden

(engl.): senden, übertragen; gesendete, hier: prädierte →Bahndaten / →Ephemeriden (griech.)

In der Navigationsnachricht des →GPS- →Satellitensignals vom DoD (Department of Defense) des US-Militärs - von der Master Control Station - zur Verfügung gestellte Parameter zur Angabe der Satellitenpositionen im →WGS84. Es handelt sich um →präzise Ephemeriden, die für die Aussendung extrapoliert sind. Sie ermöglichen →Echtzeit-Lösungen und werden auch für alle nachträglich berechneten (→post processing) Lösungen im TP- und AP-Feld verwendet.

C/A-Code

(engl.): Coarse/Acquisition- →Code: für jeden →GPS-Empfänger frei zugänglicher Code, als Impulsfolge nur der L1-→Trägerwelle überlagert, welcher jedermann die Auswertung der GPS- →Satellitensignale bei eingeschränkter Genauigkeit ermöglicht.

Chip-Länge, Chiprate

Beiden →Trägerwellen bzw. -frequenzen sind Impulse überlagert. Die Impulsfrequenz wird als „Chiprate“ bezeichnet, entsprechend die Impuls-„wellen“länge als Chip-Länge. Die Chiprate wird in MBps (MegaBit pro Sekunde) angegeben. Man unterscheidet den →C/A-Code mit einer Chiprate von 1,023 MBps und einer Chip-

Länge von 293m sowie den →P-Code mit der Chiprate von 10,23 MHz und einer „ChipLänge von 29,3m.

Code

hier: Navigationssignale, die den →Trägerwellen überlagert sind; Folge von Bitsequenzen (Pseudo Random Folge) zur zeitlichen Markierung des →Satellitensignals oder zur Übertragung von Navigations-Informationen (→Message).

Man unterscheidet bei GPS:

→C/A-Code = $10^{(-1)}$ * Grundfrequenz der Satellitenuhr (10,23 MHz) auf L1

→P-Code = 10,23 MHz auf L1 und L2

Verschlüsselung des P-Codes unter →A-S zum

→Y-Code = P + →W-Code

Codephasenmessung

auch: Codemessung; eine der →GPS-Messgrößen. Die Messung der →Phase des →Codes liefert die sogenannte →Pseudostrecke zwischen der →GPS-Antenne und dem jeweiligen Satelliten. Sie kann auf dem →C/A-Code wie auf dem →P-Code erfolgen. Codephasenmessungen sind ungenauer als →Trägerphasenmessungen. Ihre Anwendung liegt daher vor allem in der Navigation. Teilweise werden Codephasenmessungen und Trägerphasenmessungen kombiniert eingesetzt, z.B. zur Lösung der →Phasenmehrdeutigkeit. (siehe →Pseudostrecke)

Cycle-Slip

(engl.); = →Phasensprung.

Unterbrechung der kontinuierlichen Registrierung der →Phase des →Satellitensignals. Dadurch Unterbrechung der Zählung der ganzen Phasen, so dass neue →Phasenmehrdeutigkeiten zu bestimmen sind.

Datenformate

hier: →RINEX, →RTCM.**, herstellerspezifische Datenformate (z.B. Leica, Trimble, etc.)

Datenübertragung

hier: Übertragung von Informationen von der →Referenzstation zur →Roverstation (auch Mobilstation), mittels →Funk bzw. →GSM. Es werden →Korrekturdaten und →Rohdaten übertragen.

Datumstransformation

Überführung von Koordinaten eines →Geodätischen Datums in ein anderes Geodätisches Datum [siehe Transformations-Richtlinien].

DGPS

Differentielles → GPS: Messverfahren mit einer → Referenz- und einer → Roverstation (auch: Mobilstation). Alle für die Geodäsie interessanten Verfahren beruhen auf diesem Prinzip. Im allgemeinen Sprachgebrauch versteht man unter DGPS jedoch die Variante, Korrekturdaten für Navigationsempfänger (→Navigationlösung) in Echtzeit zur Verfügung zu stellen, um damit eine Positionsgenauigkeit von 1-3 m zu erzielen.

Auf der Referenzstation werden die Satellitendaten ausgewertet, aufgrund der bekannten Koordinaten Korrekturdaten ermittelt und mittels → Telemetrie an die → Roverstation übertragen. Das Verfahren führt zu einer Genauigkeitssteigerung, da systematische,

z.B. atmosphärische (→ Atmosphäre) Fehleranteile, reduziert werden.

Geodätisch genauere Verfahren: Präzises Differentielles GPS
→PDGPS.

DHDN 90

Deutsches Haupt-Dreiecks-Netz 1990:

Amtliches Lagefestpunktfeld 1. Ordnung für Deutschland. Es besteht aus drei Netzblöcken. Die Netzblöcke I und II gehören dem geodätischen Datum „Potsdam-Datum (Zentralpunkt Rauenberg)“ an und bedecken das Gebiet der alten Bundesländer. Sie sind durch Aneinanderschließen von Netzteilen aus unterschiedlichen Entstehungszeiten entstanden (s.a. →Besselellipsoid, →Geodätisches Datum). Der Netzblock III entstammt dem Einheitlichen Astronomisch Geodätischen Netz der osteuropäischen Länder (EAGN). Er bezieht sich auf das →Krassowsky-Ellipsoid mit dem Zentralpunkt Pulkovo (bei St. Petersburg).

DHHN 12

Deutsches Haupt-Höhen-Netz 1912:

Gebrauchshöhennetz der alten Bundesländer bis zum Jahr 2001. Es wurde 1912 in normalorthometrischen Höhen berechnet, die sich auf den Normalhöhenpunkt von 1879 in Berlin mit einer Höhe von 37,000 m über Normalnull (NN) beziehen. Diese Höhenfestlegung ist vom Amsterdamer Pegel (NAP) abgeleitet. Die Höhen über Normalnull (NN) enthalten die normalorthometrische Reduktion und werden als Höhen im „Neuen System“ bezeichnet. Bei der Netzbearbeitung wurde der Normalhöhenpunkt nach Hoppegarten (ca. 35 km östlich von Berlin) verlegt.

DHHN 90

Deutsches Haupt Höhen Netz 1990:

Grundlage für das NivP-Feld der Bundesrepublik Deutschland und besteht aus den Netzblöcken West (Gebiet der alten Bundesländer) und Ost (Gebiet der neuen Bundesländer).

Der Block West beruht auf dem →DHHN 1912 .

Grundlage für den Block Ost ist das Staatliche Nivellementsnetz 1. Ordnung , das an den Pegel von Kronstadt (bei St. Petersburg) angeschlossen ist. Die Höhen über Höhennull (HN) enthalten die Normalhöhenreduktion. Das DHHN90 wird seit dem 1. 1. 2002 durch das →DHHN 92 ersetzt.

DHHN 92

Deutsches Haupt Höhen Netz 1992:

Seit dem 1. 1. 2002 Gebrauchshöhennetz in NRW. Es entstand nach der Wiedervereinigung Deutschlands durch gemeinsame Ausgleichung der Beobachtungen

- des Deutschen Haupthöhennetzes 1985 (DHHN85)
- des Staatlichen Nivellementsnetzes 1976 (SNN76)

unter Verwendung

- von Verbindungsmessungen zwischen den beiden Netzen
- von Beobachtungen benachbarter Länder (Belgien, Luxemburg, Österreich, Schweiz, Tschechische Republik).

Das Niveau des DHHN 92 ist über das Vereinigte Europäische Nivellementnetz (frz.: REUN, engl.: UELN) vom ehemaligen Pegel Amsterdam hergeleitet.

Die →Höhenbezugsfläche des DHHN 92 wird als →Normalhöhennull (NHN) und die →Höhen des DHHN 92 werden als Höhen über Normalhöhennull (NHN) bezeichnet.

DOP-Werte

(engl.): **D**ilution of **P**recision (DOP): Verschlechterung der Genauigkeit;

DOP-Werte sind Größen zur Beschreibung des Einflusses der Satelliten-Empfänger-Geometrie auf die Genauigkeit der Positionsbestimmung. Sie geben an, um welchen Faktor sich der Positionsfehler gegenüber dem Fehler der Entfernungsmessung erhöht

$$\text{DOP} = \frac{\text{Standardabweichung des Positionsfehlers}}{\text{Standardabweichung des Entfernungsfehlers}}$$

Es wird unterschieden zwischen:

HDOP	für die horizontale Positionsbestimmung
VDOP	für die vertikale Positionsbestimmung
PDOP	für die 3D-Positionsbestimmung
TDOP	für die Zeitbestimmung
GDOP	für 3D und Zeit

Die praktische Bedeutung der DOP-Werte darf allerdings nicht überbewertet werden, da

- meistens eine relative Positionierung realisiert wird
- der tatsächliche Streckenfehler unbekannt ist,
- eine optimale Geometrie noch keine guten Messbedingungen impliziert,
- die Genauigkeit der Satellitenposition nicht in die DOP-Werte eingeht.

DOP-Werte über einem Faktor von 8 lassen keine verwertbare Genauigkeit des Messergebnisses mehr erwarten.

DREF

Deutsches Referenznetz:

1991 mittels →GPS-Messungen in Deutschland geschaffenes Referenznetz, das an Punkte des →EUREF anschließt. Es besteht aus 109 Punkten mit einem Punktabstand von 30-80 km und wird in Bezug auf EUREF als 2. Verdichtungsstufe (= Hierarchiestufe B) bezeichnet. Weitere Verdichtung durch →NWREF.

Echtzeit-GPS

Koordinatenermittlung zum Messzeitpunkt;

im allgemeinen Sprachgebrauch verwendet für geodätische Anwendungen synonym mit →RTK; setzt →Korrekturdaten Übermittlung mittels → Telemetrie (→Funk, Mobiltelefon →GSM) voraus.

Ein- / Zweifrequenzempfänger

Einfrequenzempfänger: →GPS-Empfänger, der nur die

→Satellitensignale auf der L_1 -Trägerwelle verwendet (s.a.

→Trägerwellen, →Code). Nur →C/A-Code; keine Ausgleichung für ionosphärische Einwirkungen (→Atmosphäre).

Zweifrequenzempfänger: GPS-Empfänger, welcher sowohl die Satellitensignale auf der L_1 als auch auf der L_2 Trägerwelle verwendet. Ein Zweifrequenzempfänger kann genauere Positionsbe-

stimmungen über längere Strecken und unter nachteiligeren Bedingungen berechnen, da er Ionosphäreinflüsse ausgleicht.

Einzelpunktbestimmung

Mittel der innerhalb eines Zeitintervalls für einen Punkt gemessenen → Navigationslösungen; auch: Single Point Solution.

Elevation

auch: Elevationswinkel; bezeichnet den Winkel, in dem die Satelliten über dem Horizont des Beobachters stehen.

Ellipsoid

Mathematisch definierter Körper, der einer Kugel ähnelt (Sphäroid). Im Allgemeinfall definiert durch 3 unabhängige Halbachsen (Beispiel ist das dreiachsige Fehlerellipsoid der dreidimensionalen Punktbestimmung), bekannter ist die Sonderform, die mit nur zwei unterschiedlichen Halbachsen beschrieben werden kann, nämlich diejenige, die durch Drehungen einer Ellipse um ihre kleine Hauptachse (Nebenachse) realisiert werden kann: → Rotationsellipsoid;

ellipsoidische Breite

auch: geodätische Breite:

Winkel zwischen dem Lot eines Punktes P auf das Ellipsoid und der Äquatorebene des Ellipsoids.

ellipsoidische Höhe

Länge (h) des Lotes eines Punktes (P) auf ein → Referenzellipsoid.

Höhenangaben (h), die mit Hilfe von Satelliten gewonnen werden, sind ellipsoidische Höhen. Im Gegensatz dazu stehen die physikalisch definierten Höhen (H) [siehe z.B. → Normal Null (NN)] der Geodäsie. Die Summe aus → Geoid-Undulation (N) und NN-Höhe (H) ist gleich der ellipsoidischen Höhe (h).

ellipsoidische Länge

auch: geodätische Länge:

Winkel zwischen der ellipsoidischen Meridianebene eines Punktes (P) und der Nullmeridianebene.

Ephemeriden

(griech.), entsprechend: → Bahndaten von Himmelskörpern, hier: Positionen der GPS-Satelliten im → WGS84 als Funktion der Zeit. Die Kenntnis der Bahndaten ist notwendige Voraussetzung für den Empfang der → Satellitensignale und für die Koordinatenberechnung. Man unterscheidet zwischen → Almanach-Daten, → Broadcast Ephemeriden und → Präzisen Ephemeriden.

Epoche

Im Gegensatz zum allgemeinen Sprachgebrauch kein Zeitraum, sondern ein Zeitpunkt.

Begriff stammt aus der Astronomie: Anfangspunkt der Bewegung eines Himmelskörpers, auf den die beobachteten Größen wie Bahnelemente, Koordinaten o.a. desselben bezogen werden; hier: → Aufzeichnungsintervall eines → GPS-Empfängers.

EPS	→SAPOS®
ETRF 89	(engl.) European Terrestrial Reference Frame 1989: Erste Realisierung des →ETRS89 gegeben durch die in Europa gelegenen Stationen des International Earth Rotation Service (IERS) mit ihren Koordinaten zur Epoche 89.0. Sie ist Grundlage für die Auswertung der im Mai 1989 durchgeführten →EUREF-→GPS-Kampagne. Weitere Verdichtung durch →Deutsches Referenznetz (DREF)
ETRS 89	(engl.) European Terrestrial Reference System 1989: Der an den stabilen Teil der Eurasischen Platte fixierte europäische Anteil am →ITRS (Bezugsjahr 1989).
EUREF	(engl.) European Reference Frame: Bezeichnung für die im Mai 1989 in Europa durchgeführte →GPS-Kampagne zur Schaffung eines europäischen Referenznetzes (1. Verdichtungsstufe des →ETRF89 = Hierarchiestufe A). Zur Lagerung des Netzes dienten ETRF89-Koordinaten der Fundamentalstationen und lokale Zentrierungselemente. Die in den Folgejahren durchgeführten weiteren GPS-Kampagnen zur Erweiterung des Netzes werden in das Bezugsjahr 1989 zurückgerechnet, um den Einfluss der Kontinentaldrift zu berücksichtigen.
Fixed-Lösung	(engl.) ambiguity fixing: Festsetzung der ganzzahligen Anzahl der Wellenlängen bei der Lösung der →Phasenmehrdeutigkeit. Bei Echtzeitvermessungen hat sich dafür der Begriff →Initialisierung eingebürgert.
Float-Lösung	→Phasenmehrdeutigkeit
Frequenzband	umfasst in der →Funk-Technik zusammenhängende Frequenzbereiche, die sich durch gleiche Übertragungseigenschaften auszeichnen. Die Frequenzbänder sind in ihrem Frequenzbereich mit niedrigster und höchster Frequenz festgelegt (= Anzahl der kompletten Schwingungen pro Zeiteinheit, meist Sekunde, angegeben in Hertz: Hz, kHz, MHz, GHz). Im 2m-Band liegen Frequenzen von 130 MHz bis 210 MHz, wobei anwendungstechnische Abweichungen durchaus üblich sind. Es ergeben sich somit Wellenlängen von 1,4 m bis 2,3 m, im Mittel ca. 2m. Für den → SAPOS®-Dienst besitzt die AdV zur Übertragung der →Korrekturdaten die Genehmigung für die Exklusiv-Nutzung von aktuell 9 Frequenzen im 2m-Band: 160,23 MHz, 160,29 MHz, 160,31 MHz, 160,99 MHz, 161,07 MHz, 161,15 MHz, 161,21 MHz, 164,83 MHz und 164,89 MHz; sog. AdV-Frequenzen. Das wichtigste Frequenzband für die Abstrahlung der →Satellitensignale ist das →L-Band, es liegt im Bereich der Dezimeterwellen (s.a. →Trägerwellen).

Funk	Verfahren zur Übertragung von Informationen mittels elektromagnetischer Wellen. Von einem Sender werden hochfrequente elektromagnetische Wellen (Grundschiwingung) mit „aufgesattelten“ bzw. überlagerten niederfrequenten Schwingungen (d.i. die Information) ausgesendet, welche im Empfänger empfangen und weiterverarbeitet werden (s.a. →GPS-Empfänger, →Trägerwellen).
Funkantenne	Vorrichtung zum Empfang oder zum Aussenden elektromagnetischer Wellen: Empfangs- bzw. Sendeantenne (s.a. →Telemetrie). Antennenlänge und Frequenz sind voneinander abhängig. Die optimale Antennenlänge ist in etwa gleich der Wellenlänge für die jeweilige Frequenz bzw. sog. „harmonischer Teile“ davon: die Hälfte, ein Viertel, ein Achtel, ... der Wellenlänge; z. B. „ $\lambda/2$ - Antenne“. Neben der Länge geht in die Bestimmung der optimalen Antennenlänge auch das Verhältnis von Länge (l) / Durchmesser (d) der Antenne (Schlankheitsgrad = l/d), sowie ein daraus abzuleitender Verkürzungsfaktor (V) ein, i.d.R. um 0,8.
Geodätisches Datum	Die Realisierung eines →Bezugssystems durch Verfügen über die freien Parameter, Messung und Berechnung, wie z.B. durch Wahl eines →Ellipsoids, Festlegung der Koordinaten des Zentralpunktes, der Abbildung und des Koordinatensystems, usw.
Geoid	natürliche →Bezugsfläche für Höhenmessungen, Niveaufläche des von verschiedenen Einflüssen (z.B. Erdzeiten, Luftdruckschwankungen) befreiten Erdschwerefeldes in →Höhe des mittleren Meeresniveaus. Wegen der unregelmäßigen Dichteverteilung im Erdkörper ist das Geoid auch eine unregelmäßige Fläche und zur Durchführung von geodätischen Berechnungen ungeeignet. Daher wird eine Ersatzfläche, z.B. ein →Referenzellipsoid (= Niveuellipsoid), gewählt.
Geoidundulation	Differenz zwischen der →ellipsoidischen Höhe (h) eines Punktes, gemessen entlang der Ellipsoidnormalen und der orthometrischen Höhe (H), gemessen entlang der gekrümmten Lotlinie. Geoidundulationen bezüglich eines mittleren →Referenzellipsoids (=Niveuellipsoid) erreichen Beträge <100 Meter [siehe Transformations-Richtlinien].
Geozentrum	Schwerpunkt (=Massenmittelpunkt) des Erdkörpers
GHPS	→SAPOS [®]
GIBS	GPS Informations- und Beobachtungs-System des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie (früher Institut für Angewandte Geodäsie, IfAG). GIBS gibt Informationen über Zustand des →GPS-Systems, →Bahndaten (präzise →Ephemeriden), Satellitenausfälle, etc. heraus. Adresse: Karl Rothe- Straße 10-14, 04105 Leipzig; Internet: http://gibs.leipzig.ifag.de E-mail: gibs@leipzig.ifag.de

GLONASS

(russ.) **G**LObal'naya **N**Avigatsionannaya **S**putnikovaya **S**istema:
Satellitensystem des russischen Militärs für Navigationsaufgaben.
Zivile Mitbenutzung ist freigegeben (s.a. →GPS, →GNSS).

GNSS

(engl.) **G**lobal **N**avigation **S**atellite **S**ystem: Idee bzw. Konzeption
zum Aufbau eines internationalen zivilen Satellitensystems.

GNSS-1:

Erste Verwirklichung auf der Grundlage der bestehenden militärischen Systeme:

EGNOS (**E**uropean **G**eostationary **N**avigation **O**verlay **S**ervice) ist eine Ergänzung der Systeme →GPS und →GLONASS durch geostationäre Satelliten für den Bereich Europas. EGNOS liefert →Pseudostreckensignale, Integritätsinformationen und differentielle Korrekturen. Das kombinierte System wird für alle Nutzergruppen im Empfangsbereich von EGNOS verfügbar sein.

Der Aufbau ist angelaufen und soll bis Ende 2003 fertig gestellt sein. Auftragnehmer ist ein Industriekonsortium unter der Führung der französischen ALCATEL-Gruppe.

GNSS-2:

GALILEO (Eigenname) bezeichnet ein Vorhaben der EU zum Aufbau eines europäischen zivilen Satellitennavigationssystems in Zusammenarbeit mit der Industrie (Automobil-, Telekommunikationskonzerne, DASA, ALCATEL, etc.). GalileoSat ist die entsprechende Entwicklungsinitiative der Europäischen Raumfahrtbehörde (ESA) für den Weltraum und die entsprechenden Bodenkontrollsysteme.

GPS-System

Satellitennavigationssystem des amerikanischen Militärs.

Abkürzung von NAVSTAR GPS: **N**avigation **S**ystem using **T**ime **a**nd **R**anging **G**lobal **P**ositioning **S**ystem; kurz GPS genannt.

Deutsch: Satellitengestütztes Navigationssystem zur Bestimmung von Position und Geschwindigkeit (eines beliebigen bewegten oder in Ruhe befindlichen Objektes, insbesondere von Land-, See- und Luftfahrzeugen) an jedem beliebigen Punkt der Erde. GPS ist für zwei unterschiedliche Genauigkeitspotentiale der Positionsbestimmung konzipiert:

Standard Positioning Service (SPS):

Der Standard Positionierungs-Service arbeitet mit dem →C/A-Code und steht für die allgemeine, zivile Nutzung zur Verfügung.

Precise Positioning Service (PPS):

Der präzise Positionierungs-Service arbeitet mit dem →P-Code und ist nicht allgemein zugänglich. Seine Verwendung ist in erster Linie US-militärischen Diensten und Institutionen vorbehalten; s.a. →GNSS, →GLONASS.

GPPS

→SAPOS®

GPS-Antenne

Vorrichtung zum Empfang der →Satellitensignale. Die GPS-Antennen sind omnidirektional, d.h. Rundumantennen; Das →Antennenphasenzentrum der GPS-Antenne ist der Bezugspunkt

der GPS-Messung. Es stimmt nicht mit dem →Antennenreferenzpunkt überein.

GPS-Empfänger

Hochfrequenzeinheit zur Verarbeitung der →Satellitensignale, die mit einer →GPS-Antenne empfangen werden (→Ein- / Zweifrequenzempfänger).

GPS-Messgrößen

Die →Satellitensignale können nach verschiedenen Gesichtspunkten aufgezeichnet und ausgewertet werden. Mögliche GPS-Messgrößen sind

- die Codephase (→Codephasenmessung)
- die Trägermischphase (→Trägerphasenmessung)

GPS-Woche

Der Starttermin für die Wochenzählung war Sonntag, der 06.01.1980, 0:00:00 Uhr →UTC = →GPS-(System-) Zeit. Die Zählung der GPS-Wochentage beginnt mit GPS-Tag 0 für Sonntag, 0:00:00 GPS-(System-) Zeit, und endet bei GPS-Tag 6 für Samstag, 23:59:59 GPS-(System-) Zeit. Die Zeitzählung entspricht einer kontinuierlichen Sekundenzählung, die wochenweise am GPS-Tag 0 neu angesetzt wird und jeweils am GPS-Tag 6 einer GPS-Woche endet.

GPS-(System-) Zeit

Für das →GPS-System gilt eine eigene Zeitskala, die als GPS-(System-) Zeit bezeichnet wird. Sie unterscheidet sich von →UTC um einige Sekunden. Beide Zeitskalen stimmten am 06.01.1980, 00:00:00 Uhr überein. Da in der GPS-Zeit keine Schaltsekunden eingeführt werden, nimmt die Differenz gegenüber UTC demzufolge zu. Darüber hinaus wird die GPS-(System-) Zeit durch systemeigene Uhren bestimmt, die nicht mit der sog. Atomzeit TAI (**T**emps **A**tomic **I**nternational) synchron laufen, die der UTC zu Grunde liegt (siehe →UTC). Die GPS-Zeit wird in der Form „Nr. der →GPS-Woche und laufende Sekunde in der Woche“ dargestellt.

GRS 80

Geodetic Reference System 1980; dreidimensionales geozentrisches kartesisches Koordinatensystem mit zugehörigem →Ellipsoid. Es dient auch als →Bezugsfläche für das Europäische →Bezugssystem →ETRS 89.

GSM

Groupe Spéciale Mobile / Global System for Mobile Communication: Bezeichnung für eine Arbeitsgruppe zur Realisierung eines europaweiten kompatiblen Mobilfunknetzes auf der Basis einer digitalen Datenübertragung, auch Mobilfunk genannt. Übertragungsrate: 200 kbits/s. Die sog. D1-, D2-, E-Dienste, etc. stellen u.a. Punkt-zu-Punkt-Verbindungen zwischen zwei Teilnehmern her. Es werden Datendienste (Sprach-, Fax- und ISDN-Dienste) und der Kurznachrichtendienst, **Short Message Service (SMS)**, zur Verfügung gestellt. Die verschiedenen Mobilfunkbetreiber stellen Netze mit hoher Flächendeckung zu Verfügung.

HEPS

→SAPOS[®]

Himmelsfreiheit

entsprechend: Hindernisfreiheit
Bezeichnung für die Gewährleistung einer „freien Sicht“ zu den Satelliten, d.h. keine Abschattungen (s.a. →Abschattung).

Höhe

Lotrechter Abstand eines Punktes von einer →Höhenbezugsfläche.
Physikalisch definierte Höhe:

Abstand eines Punktes von einer Niveaulfläche (Fläche gleichen Potentials, Äquipotentialfläche). Die Niveaulfläche in der Höhenlage des mittleren Meeresspiegels ist die ideale Höhenbezugsfläche, das →Geoid. Der Nutzung des Geoides als Höhenbezugsfläche in der Praxis stellen sich zwei Schwierigkeiten entgegen: Zum einen das Problem, mit den wenigen Pegelbeobachtungen den mittleren Meeresspiegel exakt zu erfassen, zum anderen die Notwendigkeit, für die Berechnung der metrischen Höhe eines Geländepunktes über dem Geoid die Schwere (g) längs der Lotlinie Geoid-Geländepunkt zu bestimmen (wahre orthometrische Höhe). In der Praxis behilft man sich mit Näherungen, z.B. im →DHHN12 mit der in einer Form darstellbaren Schwere (γ) des Ellipsoids und erzeugt auf diese Weise eine vom Geoid abweichende Höhenbezugsfläche, nämlich die NN-Fläche. Die Angaben zur Höhe beziehen sich in der Regel auf einen bestimmten Meeresspiegel, dessen Lage zum Festland an einem oder mehreren Meeresspiegeln über einen längeren Zeitraum beobachtet wird. Von dort erfolgt die Höhenfestsetzung des sog. Höhennullpunktes, des Ausgangspunktes landesweiter Höhenbestimmung. Die in Deutschland nach der Wiedervereinigung gebräuchlichen Höhen→Bezugssysteme sind das →DHHN90 und das →DHHN92.

Geometrisch definierte Höhe:

Höhen der Satellitengeodäsie beziehen sich auf das →Ellipsoid und sind →ellipsoidische Höhen entlang der Ellipsoidnormalen.

Höhenbezugsfläche

→Bezugssystem, →Bezugsfläche

IGS

International GPS Service for Geodynamics; hier können Informationen erhalten werden über den Zustand des →GPS-Systems, →Ephemeriden, Satellitenausfälle, →Antennenparameter, etc.

Näheres: <http://igsceb.jpl.nasa.gov.html>;

Email: jgsceb@jgsceb.jpl.nasa.gov

IGS-Server des BKG: <ftp://igs.ifag.de>

ITRF

International Terrestrial Reference Frame:

Internationales und globales erdgebundenes geodätisches Referenznetz. Gebildet durch die Gesamtheit der rd. 150 auf der Erdoberfläche festgelegten Primärpunkte im System →ITRS.

Wegen geodynamischer Prozesse (Plattenbewegung) werden die dreidimensionalen Koordinaten laufend neu bestimmt und mit Bewegungsgeschwindigkeiten periodisch in IERS-Bulletins veröffentlicht (ITRF88, ITRF89,...). Die absolute Lagegenauigkeit beträgt weltweit ca. 5 bis 10 cm.

ITRS

International Terrestrial Reference System:

Weltweit akzeptiertes, vom International Earth Rotation Service (IERS) durch optimale Kombination von Very Long Baseline Interferometry (VLBI), Satelliten-Laser-Entfernungsmessungen (SLR), Laserentfernungsmessungen zum Mond (LLR) und GPS realisiertes →Bezugssystem.

Initialisierung

Festsetzen der →Phasenmehrdeutigkeit bei Echtzeitvermessungen; mind. 5 Satelliten notwendig; nach der Initialisierung kann die Antenne bewegt und ihre Spur mit der erreichten hohen Genauigkeit aufgezeichnet werden.

Ionosphäre

→Atmosphäre

Kanal

Allgemein: Kommunikationsweg zwischen zwei Geräten, auf dem Datenaustausch stattfindet.

In der GPS-Technik ist der Empfangskanal die primäre Einheit eines →GPS-Empfängers. Ein Empfänger kann einen oder mehrere Kanäle haben.

Einkanalempfänger (auch Sequenz-Kanal-Technik): ein einziger Kanal wird in Intervallen von Satellit zu Satellit umgeschaltet. Die Umschaltung erfolgt bei den meisten Empfängern im Abstand von einer Sekunde. Dies hat zur Folge, dass die vollständige Navigationsnachricht (→Message) und damit das Ergebnis der Positionsbestimmung erst nach mehreren Sequenzen vorliegen kann. Zur Berechnung der Position eines Satelliten benötigt der Empfänger etwa vier mal 30 Sekunden. Abhilfe schafft die Einrichtung eines zusätzlichen Kanals ausschließlich für die Gewinnung der Navigationsnachricht.

Mehrkanalempfänger: hier erfolgt die Verarbeitung der →Satellitensignale mehrerer Satelliten unabhängig voneinander parallel und kontinuierlich. Das Minimum von vier Kanälen ist erforderlich, um eine dreidimensionale Positionsbestimmung durchführen zu können. Derzeit sind Empfänger mit 12 Kanälen aktuell.

Multiplextechnik: Variante der Sequenz-Kanal-Technik, bei der die Umschaltung mit großer Geschwindigkeit verläuft. Sie erfolgt meist synchron zur Datenübertragung der Navigationsnachricht (Message) mit 50 bit/s. Zur vollständigen Erfassung von vier Satelliten und Empfang einer →Trägerwelle, z.B. L_1 , werden 20 ms benötigt. Die erste Positionsbestimmung eines Satelliten wird nach etwa 30 s erreicht. Der Vorteil der Multiplextechnik liegt darin, dass für eine Signalverarbeitung insgesamt ein und derselbe Kanal benutzt wird und dadurch keine internen Laufzeitunterschiede auftreten können.

Korrekturdaten

Allgemein: aus einem Soll-Ist-Vergleich abgeleitete Verbesserungen bzw. Korrekturen.

Bei →DGPS Anwendungen lassen sich bei Kenntnis der Koordinaten der →Referenzstation und der Satellitenpositionen zu jedem Satelliten die Entfernungen berechnen, wie sie sich ohne Vorhandensein des Fehlerhaushalts (Satellitenbahn-, Uhren- und Ausbreitungsfehler) ergeben würden (→Pseudostrecken). Die Differenzen zu den tatsächlich gemessenen Entfernungen ergeben, vereinfacht ausgedrückt, die Korrekturwerte, die zur →Roverstation (auch Mobilstation) übertragen werden (→Datenübertragung).

Hierbei ist auf der Referenzstation ein erhöhter Rechenaufwand zu betreiben.

Krassowsky-Ellipsoid

→Referenzellipsoid, dessen Parameter 1942 berechnet wurden. Nationales →Bezugssystem in der Landesvermessung der ehem. UdSSR, der ehem. DDR und der anderen Ostblockländer und Grundlage für das Einheitliche Astronomisch Geodätische Netz (EAGN) der osteuropäischen Staaten. Zentralpunkt ist die Sternwarte Pulkowo, nahe St.Petersburg.
Es ist das Referenzellipsoid des →geodätischen Datums →System 42/83 mit den Parametern $a = 6378,245$ km und $f = 1: 298,3$.

Lagebezugssystem

→Bezugssystem, →Bezugsfläche

L-Band

→Frequenzband, →Trägerwellen

L₁/L₂

→Frequenzband, →Trägerwellen

Mehrwegeeffekte

entsprechend (engl.): Multipath error
Mehrwegeausbreitung des →Satellitensignals aufgrund von Reflexionen z.B. an Hauswänden, Metallgittern, Wasserflächen u.dgl.. Die Interferenz (Überlagerung) von direkten mit indirekten (reflektierten) Wellen im →Antennenphasenzentrum der →GPS-Antenne führt zu Phasenverschiebungen, gleichbedeutend mit fehlerhaften (zu großen) Entfernungen zwischen Satellit und →GPS-Antenne und damit zu fehlerhaften Positionen.

Message

(engl.): = Nachricht; hier: Navigationsnachricht.
Beiden →Trägerwellen überlagertes Signal zur Übermittlung der Informationen über die Satellitenbahnen (→Ephemeriden, →Almanach), Uhren- und Korrekturparameter für die Satellitenuhr. Des Weiteren werden Korrekturwerte für den Ionosphärenzustand und allgemeine Systemmeldungen (z.B. Funktionsfähigkeit eines Satelliten) übermittelt.

Mobilstation

→Roverstation

Multipath

entsprechend (engl.): Multipath error, →Mehrwegeeffekte

Navigationslösung

auch (engl.) single point solution: →Einzelpunktbestimmung Bestimmung der absoluten Koordinaten einzelner Punkte unter Verwendung der →Codemessung. Erreichbare Positionsgenauigkeit seit Abschaltung von →SA (Selective Availability) ca 5 bis 10 m. Durch Verwendung von →DGPS-→Korrekturdaten lässt sich die Genauigkeit auf 1 bis 3 m steigern; für geodätische Zwecke nicht geeignet.

Navigationsnachricht	→Message
Netz 77	Zur Verringerung von Netzspannungen wurden in Nordrhein-Westfalen die Koordinaten von 6 Hauptdreieckspunkten (TP 1.Ordnung) 1977 unter Mitverwendung von Streckenmessungen neu ausgeglichen. Das so verbesserte →DHDN und die darin eingeschalteten TP(2) und TP(3) bilden das „Netz 1977“. Die Erneuerung der TP(4) ist noch in Arbeit.
Normalhöhennull (NHN)	→Höhenbezugsfläche für die Normalhöhen im System des →DHHN 92.
Normalnull (NN)	Amtlich festgelegte →Höhenbezugsfläche für Höhenbestimmungen in der früheren Bundesrepublik Deutschland; heute Block West (s.a. →DHHN 12 und →DHHN 90). NN verläuft durch den Normalnullpunkt. Er liegt 37,000 m unter dem Normalhöhenpunkt von 1879.
NWREF	Nordrhein-Westfälisches Referenznetz: Nach →EUREF und →DREF die 3.Verdichtungsstufe des →ITRF89 auf nordrhein-westfälischer Ebene (=Hierarchiestufe C). NWREF wurde 1993 im System →ETRS89 mit 122 Punkten und einem Punktabstand von ca. 10 km gemessen. Weitere Verdichtungen in den Hierarchiestufen D und E.
OTF/OTW	entsprechend (engl.) on the fly/on the way: →Initialisierung des →GPS-Empfängers in der Bewegung.
P-Code	(engl.) P recise →Code: Signal, welches der L1- und L2- →Trägerfrequenz zur Übertragung von →Navigationsnachrichten überlagert ist; der P-Code ist die Grundlage des Y-Codes, der nur steht autorisierten Nutzern zur Verfügung steht, welche die Verschlüsselung dieses Codes kennen; →Chip-Länge $\lambda = 29,3$ m.
PDGPS	(engl.) P recise D ifferential → G PS: Messverfahren für geodätische Vermessungen im dm- bis mm-Bereich, beruht auf Messungen der Trägerphase (→Trägerphasenmessung). Realisierungen sind z.B. die →SAPOS [®] -Dienste
Phase	auch: Phasenlage; Schwingungszustand ϕ_i einer elektromagnetischen Welle (phasis = Zustand) zum Zeitpunkt t_i . ϕ_0 bezeichnet den Zustand zum Zeitpunkt t_0 (s.a. →Trägerphasenmessung). Die Phase wird als Winkel zwischen 0° und 360° gemessen und kann nach entsprechender Skalierung auch in Bruchteilen der Wellenlänge angegeben werden.
Phasenmessung	entsprechend: →Trägerphasenmessung

Phasenmehrdeutigkeit

entsprechend (engl.) →ambiguity:

Die →Trägerphasenmessung ist nur innerhalb der Entfernung einer einzigen Wellenlänge eindeutig. Bei größeren Entfernungen wiederholt sich die →Phase mit jeder Wellenlänge, so dass sie dann mehrdeutig ist. Die Lösung der Phasenmehrdeutigkeit ist das Hauptproblem bei der Trägerphasenmessung.

Die ganzzahlige Anzahl der Mehrdeutigkeiten wird in der GPS-Auswertung geschätzt (ambiguity fixing) und führt auf die →Fixed-Lösung. Bei Echtzeitvermessungen (→Echtzeit-GPS) hat sich dafür der Begriff → Initialisierung eingebürgert. Wird die Mehrdeutigkeit nicht eindeutig gelöst, spricht man von einer →Float-Lösung.

Phasensprung

(engl.): →Cicle Slip

Phasenzentrum

entsprechend: →Antennenphasenzentrum

(s.a. →Antennen-Offset, →Antennenreferenzpunkt)

Phasenzentrums- exzentrizität

entsprechend: →Antennenphasenzentrumsexzentrizität,
→Antennenphasenzentrumsvariation (PCV).

Präzise Ephemeriden

(engl.) Precise Ephemerides:

Präzise →Ephemeriden (präzise Bahndaten) werden nachträglich bestimmt und von verschiedenen zivilen Stellen den Interessenten zur Verfügung gestellt. Die Informationen enthalten –neben den Bahndaten– Angaben über den Zustand des →GPS-Systems, Satellitenausfälle etc.. Sie können auf verschiedenen Wegen, z.B. vom →IGS (International GPS Service for Geodynamics) oder →GIBS (GPS Beobachtungs- und Informationssystem), erhalten werden (s.a. →Broadcast-Ephemeriden).

Pseudostrecke

Eine Strecke p aus →Codephasenmessungen ist gleich der Laufzeit t einer elektromagnetischen Welle multipliziert mit der Ausbreitungsgeschwindigkeit c der Welle (=Lichtgeschwindigkeit im Vacuum).

$$p = t * c$$

Die Laufzeit ergibt sich aus einer Korrelationsberechnung, bei der der empfangene →Code mit einer im Empfänger generierten Nachbildung des Codes zur Deckung gebracht wird (Code-Mischphase).

Da die Strecke p noch mit Fehlern der Uhren (Satellit, Empfänger) und der →Atmosphäre behaftet ist, wird sie als Pseudostrecke bezeichnet. Die gesuchte Strecke s ergibt sich zu:

$$s = p + c * (dT - dt) + dion + dtrop$$

mit

s = gesuchte Strecke

dt, dT = Uhrenfehler Satellit, Empfänger

$dion, dtrop$ = Streckenkorrekturen wg. Atmosphäre

Post-processing

die empfangenen →Satellitendaten werden durch jeden im Verfahren eingesetzten →GPS-Empfänger gespeichert und nach Abschluss der örtlichen Arbeiten zur Auswertung und Koordinatenberechnung zusammengeführt: Koordinatenlösung zeitversetzt zur Beobachtung.

Ratio

entsprechend (engl.) Probability: Wahrscheinlichkeit; während der →Initialisierung stellt der →GPS-Empfänger die ganze Zahl der Wellenlängen zwischen jedem Satelliten und dem →Antennenphasenzentrum der →GPS-Antenne fest. Für einen bestimmten Satz von ganzen Zahlen berechnet er die Wahrscheinlichkeit, dass dieser Satz korrekt ist. Der GPS-Empfänger berechnet daraufhin das Verhältnis der Wahrscheinlichkeit der Richtigkeit des gegenwärtig besten Satzes der ganzen Zahlen zu der Wahrscheinlichkeit der Richtigkeit des nächstbesten Satzes. Ein höherer Ratio-Wert zeigt an, dass der beste Satz von ganzen Zahlen viel besser ist als alle anderen Sätze.

Referenzellipsoid

→Bezugsellipsoid

Rotationsellipsoid

Der bei der Rotation einer Ellipse um eine ihrer Hauptachsen entstehende Körper.

Wird das Rotationsellipsoid so orientiert, dass seine Drehachse parallel zur Rotationsachse der Erde liegt und schmiegt sich das Rotationsellipsoid nur einer bestimmten Teilfläche des →Geoids an, spricht man von einem bestanschließenden Ellipsoid. Wird ein Rotationsellipsoid zur Grundlage einer Landesvermessung gewählt, so spricht man von einem →Bezugs- oder →Referenzellipsoid.

Fällt der Mittelpunkt des Rotationsellipsoides mit dem Massenmittelpunkt der Erde zusammen und schmiegt es sich dem Geoid als Ganzes an, so wird es als Erdellipsoid bezeichnet.

Bei →Ellipsoiden, die den Erdkörper darstellen, ist die kleine Hauptachse (b) die Polarachse, die große Hauptachse (a) ist die Äquatorachse. Ein Ellipsoid ist definiert durch Angabe der Länge der beiden Hauptachsen (a,b) oder durch Angabe der Länge der großen Hauptachse (a) und der Abplattung (f); $[f = (a - b) / a]$.

Referenzstation

auch: Basisstation: koordinatenmäßig bekannte Station, während der Messung dauerhaft mit einem →GPS-Empfänger besetzt. Bei →Echtzeit-GPS werden →Korrekturdaten durch →Funk oder →GSM an den mobilen GPS-Empfänger (→Roverstation) auf dem zu bestimmenden Neupunkt weitergegeben.

RINEX-Format

(engl.) **R**eceiver **I**ndependent **E**xchange Format: →GPS-Empfänger unabhängiges (Daten-) Austausch Format für die Beobachtungsdaten und die Parameter der →Navigationsnachricht.

Um Daten verschiedener Hersteller gemeinsam auswerten zu können wurde 1989 im Rahmen der →EUREF- Beobachtungskampagne von der Universität Bern ein einheitliches →Datenformat entwickelt, in dem unabhängig vom jeweiligen Hersteller die GPS-Daten als ASCII-Daten abgelegt und ausgetauscht werden können. Dieses Datenformat trägt den Namen RINEX.

Eine RINEX-Datei enthält einen oder mehrere mehrzeilige Header (Kopfzeilen) mit spaltenabhängigem Inhalt. Ein Schlüsselwort ab Spalte 60 beschreibt den Typ der Header-Information. Diese selbst ist in Spalte 1 bis 59 enthalten. Die einzelnen Datensätze sind im Rumpf der RINEX-Datei epochenweise abgelegt. Jede →Epoche enthält einen Epochen-Header mit der Angabe der →GPS-(System-) Zeit, den Nummern der beobachteten Satelliten und weiteren Informationen, gefolgt von →Code- und → Trägerphasenmessungen aller Satelliten dieser Epoche; →Codemessung, →Trägerphasenmessung.

Seit März 1997 ist das RINEX-Format auch für →GLONASS-Daten definiert.

Näheres: <http://igsb.jpl.nasa.gov/igsb/data/format/rinex2.txt>

Rohdaten

Die vom →GPS-Empfänger aufgezeichneten →Bahndaten und die ausgewerteten →Codephasen- und →Trägermischphasenmessungen

Roverstation

auch kurz *Rover* (engl. = Wanderer, Umherzieher) genannt. Mobiler →GPS-Empfänger, welcher von Neupunkt zu Neupunkt bewegt wird und simultan mit der →Referenzstation die →Satellitensignale empfängt. Mittels von der Referenzstation übermittelter →Korrekturdaten und der beobachteten Entfernung Rover-Satellit wird die →Basislinie des Neupunktes relativ zur Referenzstation in Echtzeit berechnet.

RTCM-AdV

Das RTCM-AdV-Format basiert auf dem →RTCM-Datenformat Version 2.2 und ermöglicht zusätzlich eine nur vom Betreiber kontrollierte Verschlüsselung der Daten (Codierung und Komprimierung). Die Entschlüsselung der Daten auf der Nutzer-Seite erfolgt mit dem sog. →SAPOS-Decoder auch AdV-Box.

RTCM-Datenformat

(engl.) **R**adio **T**echnical **C**ommission for **M**aritime **S**ervices: amerikanische Kommission zur Entwicklung von Kommunikations-Standards für den maritimen Bereich. Das Standard RTCM-Format wurde vom RTCM Committee Nr. 104 als Standard zur GPS Datenübertragung entwickelt und findet in nahezu allen Bereichen des →PDGPS Anwendung. Derzeit aktuelle Version ist RTCM-2.3. Die jeweils aktuelle Version des RTCM-Standards kann bezogen werden von:

Special Committee n. 104

Post Office Box 19037

Washington, D.C. 20036 (USA)

Struktur des RTCM-Formates ist ähnlich der Struktur der GPS →Navigationsnachricht. Jedes zu übertragende Wort besteht aus 30 Bit, wovon 6 Bit als Prüfbits dienen. Die in den Wörtern zu übertragenden Inhalte sind bestimmten Nachrichtentypen (Messagetype) zugeordnet. Diese beginnen mit dem aus zwei Wörtern bestehenden Kopf (Header), mit der Nummer des Nachrichtentyps (Frame ID), der Identifikation der →Referenz-Station, der Referenzzeit für die Nachricht und über die Länge der Nachricht. Die wichtigsten Informationen innerhalb des RTCM-Formates sind die Nachrichtentypen 1 und 18 bis 21, wovon einige als festgelegt (fixed), andere provisorisch (tentative) gelten:

Typ	Status	Inhalt
1	F	→PDGPS →Korrekturdaten für Codemessungen, (→L1; →C/A-Code)
18	T	Für RTK: unkorrigierte Trägerphase: Vollständige Phasenmessungen
19	T	Für RTK: unkorrigierte, Trägerphasen vollst. Codemessungen
20	T	für RTK: Korrektur der Trägerphase
21	T	für RTK: Korrektur für Codemessungen

F: fixed (fixiert), T: tentativ (provisorisch)

RTK

(engl.) **Real-Time-Kinematic**: geschlossene →DGPS bzw. →PDGPS-Lösung eines Herstellers; →Echtzeit-GPS

SAPOS[®]

Satellitenpositionierungs Dienst der Deutschen Landesvermessung. Gemeinschaftsprodukt der AdV als über die Ländergrenzen hinaus gehender Positionierungsdienst. Angeboten sind 4 unterschiedliche Dienste, welche sich durch ihre Genauigkeit wie durch ihre Echtzeit-Fähigkeit (s.a. →Echtzeit-GPS) unterscheiden:

- EPS** Echtzeitpositionierungs-Service
Genauigkeit: 1–3 m; echtzeitfähig.
- HEPS** hochpräziser Echtzeitpositionierungs-Service; Genauigkeit 1–5 cm; echtzeitfähig.
- GPPS** Geodätischer präziser Positionierungs-Service, Genauigkeit 1 cm; Post-Processing
- GHPS** Geodätischer Hochpräziser Positionierungs-Service, Genauigkeit < 1 cm;
→Post-processing.

Für den SAPOS[®]-Dienst besitzt die AdV die Genehmigung für die Exklusiv-Nutzung von aktuell 9 Frequenzen im sog. 2m-→Band zur Übertragung der GPS-→Korrekturdaten (s.a. →Frequenzband).

Satellitendaten

entsprechend: →Satellitensignale

Satellitensignale

bestehen aus dem →C/A-Code, dem →Y-Code und den Navigationsdaten und sind in binärer Form den Trägerfrequenzen L1 und L2 aufgeprägt.

Die Satelliten senden aktiv Signale aus, deren Nutzung passiv erfolgt. Die Messung der Entfernung zwischen Satellit und →GPS-Antenne beruht auf der Bestimmung der Signallaufzeit. Verallgemeinert lauten die Signale der Satelliten: „ich heiße, ich habe folgende Position; ich bewege mich auf folgender Umlaufbahn, ich habe meine Signale um soundsoviel Uhr ausgesendet“. Diese sog. →Message ist den →Trägerwellen zusammen mit den →Codes aufmoduliert.

Selective Availability (SA)

(engl.): ausgewählte Verfügbarkeit;

Die gesendeten Bahn- und Uhrkorrekturdaten des →C/A-Codes werden verfälscht (*epsilon*-Anteil), und die Grundfrequenz von 10,23 MHz durch kurz- und langperiodische Störungen überlagert (*dither*-Anteil). Dadurch wird für den nicht autorisierten Nutzer

des Systems eine nur verminderte Positionierungsgenauigkeit bei →Echtzeit-Verfahren erreicht.

Zusammen mit →Anti-Spoofing (A-S) Systemsicherungstechnik des →GPS-Systems. In der Nacht vom 01. zum 02. 05. 2000 wurde SA vorläufig abgeschaltet.

Session

gleichzeitige statische Messung mehrerer →GPS-Empfänger. Mehrere Sessionen werden zu einer flächenhaften Netzanlage verknüpft (Multisession).

Sky Plot

Polare Darstellung der Satellitenbahnen in Funktion der Zeit.

Strahlbeugung

hier: Ablenkung der von den Satelliten ausgesandten Signale (→ Satellitensignale) durch die →Atmosphäre. Beim Durchgang der elektromagnetischen Wellen durch →Ionosphäre und →Troposphäre werden sie abgelenkt. Dabei können Veränderungen in der Ausbreitungsrichtung, der Ausbreitungsgeschwindigkeit und der Signalstärke auftreten. Durch Modellierungen wird versucht, diese atmosphärischen Einflüsse zu erfassen und in den Auswerteprozess der Satellitensignale einzubeziehen.

System 42/83

Das Einheitliche Astronomisch Geodätische Netz der Ostblockländer (EAGN) bezieht sich auf das →Krassowsky-Ellipsoid und die Sternwarte Pulkowo (1942). In Ostdeutschland wurde dieses Netz zuletzt 1983 neu ausgeglichen und wird deshalb als System 42/83 bezeichnet.

Telemetrie

kontrollierte →Funk-Übertragungsverfahren zur Übertragung von Daten; hier: der →Korrekturdaten, von der →Referenzstation an die →Roverstation.

Trägermischphase

die aus der Differenz von rekonstruiertem →Satellitensignal und Referenzsignal gebildete Beobachtungsgröße, auch Rohphase, Trägerphase.

Trägerphasenmessung

Trägermischphasenmessung oder nur kurz Phasenmessung; eine der →GPS-Messgrößen.

Die Entfernung zwischen einem elektromagnetischen Sender (Satellit) und dem Empfänger (→GPS-Empfänger, →GPS-Antenne) lässt sich physikalisch beschreiben durch eine Anzahl von ganzen Wellenlängen, die zunächst nicht bekannt ist, zuzüglich einem messbaren Reststück einer Wellenlänge (→Phase). Gemessen wird die Phase der →Trägerwelle. Die Trägerphasenmessung ist genauer als die →Codephasenmessung und wird daher bei geodätischen Anwendungen eingesetzt.

Betrachtet man zunächst nur einen Anfangszeitpunkt t_0 , so beträgt hier die gemessene Phasenlage ϕ_0 . Da sich diese Phase mit jeder Wellenlänge wiederholt, ist die Anzahl N der ganzen Wellenlängen λ zunächst nicht bekannt (→Phasenmehrdeutigkeit). Während

der Beobachtungszeit bewegt sich der Satellit weiter, und die Entfernung zum GPS-Empfänger verändert sich. Wird dabei ununterbrochen bis zum Zeitpunkt t_i die Phase gemessen, so werden im Phasemesser die in der Zwischenzeit eingegangenen vollen Wellenlängen C_i aufgezählt und die neue Phasenlage ϕ_i erhalten.

Die \rightarrow Pseudostrecken P aus Trägerphasenmessungen ergeben sich für die beiden Zeitpunkte zu:

$$P_0 = \phi_0 + N * \lambda \quad \text{und}$$

$$P_i = \phi_i + C_i + N * \lambda$$

und über den Zeitraum $(t_i - t_0)$ aus der Differenzbildung beider Zeitpunkte:

$$P_{0i} = \phi_i - \phi_0 + C_i .$$

P_{0i} ist die Messgröße für ein Beobachtungsintervall $(t_i - t_0)$. Sie ist ein Maß für die Entfernungsänderung zwischen den \rightarrow Epochen 0 und i ; für eine konkrete Streckenbestimmung muss noch die unbekannte Integer-Anzahl N voller Wellenlängen (\rightarrow Phasenmehrdeutigkeit) gelöst werden.

Tritt während der Messung eine Signalunterbrechung (\rightarrow Cycle Slip) auf, so kommt eine weitere unbekannte Phasenmehrdeutigkeit hinzu, die es zu lösen gilt.

Trägerwellen

Von einem Sender ausgestrahlte hochfrequente Grundschiwingung einer elektromagnetischen Welle, mit deren Hilfe Informationen transportiert werden sollen. Die zu transportierenden Informationen werden als niederfrequente Schwingungen nach dem Verfahren der Phasenmodulation der Trägerwelle überlagert. \rightarrow Funk

Das \rightarrow GPS-System arbeitet z.Zt. mit zwei hochfrequenten Trägern $\rightarrow L_1 / L_2$, deren Frequenzen im Verhältnis 1:0,78 stehen. Sie werden von der sog. Grundfrequenz $f_0 = 10,23$ MHz abgeleitet. Mit Frequenzvervielfachern werden aus der Grundfrequenz die beiden Träger erzeugt:

$$\text{Trägerwelle } L_1: \quad f_1 = 154 * f_0 = 1575,42 \text{ MHz}$$

$$\text{Trägerwelle } L_2: \quad f_2 = 120 * f_0 = 1227,60 \text{ MHz}$$

$$\text{Derzimerterband mit Wellenlängen } \lambda : \quad \begin{array}{l} L_1 - 19 \text{ cm} \\ L_2 - 24 \text{ cm} \end{array}$$

Zur Zeit laufen in den USA Untersuchungen zur Einrichtung einer dritten, neuen, zivilen Frequenz L_5 , die zusätzlich zur L_1 -Frequenz nutzbar wäre, auf der der C/A-Code bisher allein ausgestrahlt wurde. Die L_5 -Frequenz soll bis 2003 unter realistischen Bedingungen im gestörten Radiofrequenzspektrum ausgetestet werden.

Troposphäre

siehe \rightarrow Atmosphäre

Undulation

Abstand einer \rightarrow Höhenbezugsfläche von einem mittleren \rightarrow Referenzellipsoid; s.a. \rightarrow Geoidundulation.

UTC

Universal Time Coordinated (engl.): Koordinierte Welt Zeit
 Natürlicher Bezugspunkt unserer Zeitrechnung ist der Sonnenstand am Mittag, der von der Bewegung der Erde bestimmt wird. Die sog. Weltzeit UT (Universal Time) wird aus über die Erde verteilten Stationen ermittelt. Wegen der Polwanderung der Erdachse ergeben sich geringe Unterschiede. Das Bureau International de l'Heure (BIH) fasst diese Werte zusammen und reduziert sie auf den sog. CIO-Pol, wodurch die sog. UT1-Zeit definiert ist, die den

klassischen geodätischen Messungen zu Grunde lag (historisch folgte dann noch die sog. UT2-Zeit, die bereits Rotationsschwankungen berücksichtigte).

Seit 1972 wird aus der Eigenschwingung eines Cäsium-Atoms die sog. SI-Sekunde abgeleitet, die Grundlage für die hochgenaue Atomzeit TAI ist. Da die Drehgeschwindigkeit der Erde langsam und ungleichmäßig abnimmt, muss die hochgenaue Atomzeit TAI an das tropische Jahr angepasst werden, da auch das Tagesgeschehen nach dem Sonnenstand abläuft. Differieren Atom (TAI)- und Weltzeit (UT) um mehr als 0,7 Sekunden, wird am 1. Januar oder am 1. Juli eines Jahres eine sog. Schaltsekunde eingeschoben. Die Anpassung der Atomzeit TAI wird beschrieben durch die neue Zeit UTC:

$UTC = TAI - n$ (n Sekunden).

UTM

(engl.) Universal Transverse -Projection: ebene konforme Meridianstreifenabbildung mit 6° Meridianstreifenbreite. Sie entspricht einer Gauß-Krüger-Abbildung (ebene konforme Meridianstreifen mit 3° Breite). Abszissenachse ist der Hauptmeridian. Der positive Zweig der Abszissenachse weist nach Norden; ihr Maßstabsfaktor ist 0,9996, um die Abbildungsverzerrungen möglichst gering zu halten. Sie erhält den Ordinatenwert 500.000, um negative Werte zu vermeiden. Die Ordinate wird als Ostwert (E), die Abszisse als Nordwert (N) bezeichnet. Dem Ostwert wird die sog. Zonenkennzahl vorangestellt.

Die Zonennummerierung beginnt mit dem Meridian-Streifen 180° bis 174° westl. Länge (Mittelmeridian $\lambda = 177^\circ$), ostwärts fortschreitend.

$$\text{Zonen-Kennzahl} = 1/6 (\lambda_0 + 3) + 30$$

Nordrhein-Westfalen wird demnach durch die Zone 32 (Mittelmeridian 9° östl. Greenwich abgebildet: $[1/6 (9^\circ + 3) + 30 = 32]$).

Vernetzung

Das Verfahren der Vernetzung ermöglicht die synchrone Nutzung der in einem Referenzstationsnetz verfügbaren Daten zur Reduktion von systematischen Fehlereinflüssen, z.B. der ionosphärischen und troposphärischen Refraktion, (s.a. \rightarrow Atmosphäre, \rightarrow Strahlbeugung) bei der GPS-Vermessung. Aus den Daten der \rightarrow Referenzstationen wird eine verbesserte Modellierung dieser entfernungsabhängigen Fehleranteile möglich. Das Verfahren der Vernetzung ermöglicht daher wesentlich größere Abstände der Referenzstationen. Es existieren unterschiedliche technische Realisierungen, die neben \rightarrow Postprocessing auch Echtzeitanwendungen (s.a. \rightarrow Echtzeit-GPS) ermöglichen.

Virtuelle Referenzstation

Fiktive, möglichst nah zur \rightarrow Roverstation gelegene, jedoch örtlich nicht vorhandene \rightarrow Referenzstation, für die mit Hilfe der durch die \rightarrow Vernetzung gewonnenen Fehlermodellierung virtuelle (fiktive) Beobachtungen generiert werden.

W-Code

Verwendet, um den \rightarrow P-Code unter \rightarrow A-S in den \rightarrow Y-Code zu verschlüsseln. Besitzt gegenüber dem P-Code die kürzere Wellenlänge.

WGS 84

(engl.) **World Geodetic System 1984:**

Das WGS 84 ist das →Bezugssystem der →GPS-Satelliten und wurde 1984 von der Defense Mapping Agency (DMA) in den USA als geozentrisches →Ellipsoid definiert. Es wird realisiert durch die dreidimensionalen kartesischen Koordinaten der sog. Trackingstationen des GPS-Kontrollsegments, die über die Erde verteilt sind. Sie muss man als Träger der Datumsfestlegung (s.a. →Bezugssystem) des WGS sehen.

Da die Dynamik der Satellitenbahnen in die Definition ihres Bezugssystems einfließt, ist der Ursprung dieses System im Massenmittelpunkt (=→Geozentrum) der Erde, um den die Satelliten kreisen, gelagert. Die Z-Achse verläuft durch den vereinbarten Nordpol CTP (Conventional Terrestrial Pole), die X-Achse parallel zum Meridian von Greenwich, die Y-Achse senkrecht zu beiden nach Osten.

Aufgrund der permanent durchgeführten Ortsbestimmungen werden die →Ephemeriden der GPS-Satelliten abgeleitet, wodurch auch sämtliche Koordinaten und Koordinatenunterschiede, die mit GPS bestimmt sind, originär auf diesem System basieren.

Wegen seiner ursprünglichen Bestimmung und Festlegung mit Hilfe der Doppler-Satelliten des TRANSIT-Systems (Vorläufer des →GPS-Systems) war die absolute Genauigkeit des WGS 84 zunächst nicht besser als 1 bis 2 m. Durch Neuberechnung unter Einbeziehung von neueren →ITRF-Ergebnissen im Jahre 1994 ist die absolute Genauigkeit auf etwa 0,5 m gestiegen. Dieses System wird mit WGS 84 / G730 bezeichnet. Zur Umrechnung der dreidimensionalen, kartesischen Koordinaten in anschaulichere ellipsoidische Werte wurde als mittleres →Bezugsellipsoid das sog. WGS84–Ellipsoid eingeführt. Für genaue Vermessungsaufgaben war die Definitionsgenauigkeit des WGS 84 nicht ausreichend, so dass für die Ermittlung von genauen dreidimensionalen Koordinaten das →ETRS 89 festgesetzt wurde. Als Bezugsellipsoid wurde hierbei das sog. →GRS80–Ellipsoid festgelegt, das in seinen Dimensionen mit dem WGS84–Ellipsoid übereinstimmt und sich nur geringfügig in seinen gravimetrischen Werten unterscheidet. Für die tägliche Praxis bedeutet das, dass die Koordinaten des WGS 84 - innerhalb deren Systemgenauigkeit - mit denen des ETRS 89 zusammenfallen. Bei GPS-Messungen kann man ETRS 89-Koordinaten deshalb unmittelbar als Anschlusspunkte nutzen.

Y-Code

Durch Aktivierung des Betriebsmodus →Anti-Spoofing (A-S) wird die Nutzung des →P-Codes für nicht autorisierte Nutzer verhindert. Durch die Aktivierung erfolgt eine Verschlüsselung des →P-Codes, der dann als Y-Code bezeichnet wird.

Literaturverzeichnis

- AdV**, Das European Terrestrial Referenz System 1989 (ETRS89), <http://www.adv-online.de/produkte/etrs89.html>
- AdV**, Das Deutsche Haupthöhennetz 1992 (DHHN92), <http://.../produkte/dhhn92.html>
- AdV**, SAPOS[®]-Symposium, GPS-Antennenkalibrierungen, Tagungsbände 2. Symposium Berlin 2000, 4. Symposium Hannover 2002, <http://www.sapos.de>
- Bauer**, Manfred, Vermessung und Ortung mit Satelliten, Wichmann 1997⁴
- Computerwoche Verlag GmbH**, NetworkWorld Germany, Fachzeitschrift für Telekommunikation und Netzwerke, 2001, Online-Lexikon: <http://www.gateway.de/knowledge/lexikon>
- Franke**, Erich H., Das GPS-Satellitensystem- Eine Einführung, Weinheim 19992, <http://ourworld.compuserve.com/homepages/afusoft/ukw92.html>
- Geotronics**, Geotracer, System 2000 L₁ / L₂ Handbuch, 1996
- GPS-world**, Magazin, Advanstar Communications, Eugene, Oregon, USA, Glossary of GPS Related Terms [Glossar GPS-bezogener Fachwörter], <http://www.gpsworld.com/GPSReference/glossary.html>
- Hofmann-Wellenhof**, B., Kienast, G. und Lichtenegger, H. GPS in der Praxis, Springer-Verlag Wien New York, 1994
- BKG**, Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Fachwörterbuch Bd. 3 Grundlagenvermessung, Frankfurt/Main 1998
- Laboratoire** de Recherche en Géodésie (LAREG), What is ITRF?, <http://lareg.ensg.ign.fr/ITRF>
- LVermA NRW**, Terminologie in der Grundlagenvermessung, Bonn-Bad Godesberg, 1987
- Mansfeld**, Werner, Satellitenortung und Navigation, Vieweg, 1998
- Meisenheimer**, Dieter, GPS-Begriffe –oft gehört- nun erläutert, Zusammenstellung aus Unterlagen der Fa. Leica, AVN 4/2001, 150 ff
- Schrödter**, Frank, GPS-Satelliten-Navigation: Technik, Systeme, Geräte, Funktionen und praktischer Einsatz, Franzis-Verlag, Poing 1994
- Seeber**, Günter, Satellitengeodäsie, de Gruyter, 1989
- Spata**, Manfred, Transformationsrichtlinien Teil I, LVermA NRW, 1993¹
- Tegeler**, Wilhelm, ETRS89 und UTM in amtlichen Karten, in: Nachrichten aus der Nieders. Vermessungs- und Katasterverwaltung 4/2000, S. 32 ff
- Trimble**, Glossar Survey Controller Software-Handbuch
- Trimble**, Glossar TSC1-Kontrolleinheit
- Zebhauser**, Benedikt, Produkte von IERS und IGS mit Bedeutung für die „normale“ GPS-Anwendergemeinde, IAPG, Seminar TU-München, 1998