

DIN 18213

ICS 07.040; 17.180.30

**Optik und optische Instrumente –
Feldverfahren zur Genauigkeitsuntersuchung geodätischer
Instrumente –
GNSS-Messgeräte**

Optics and optical instruments –
Field procedures for testing geodetic and surveying Instruments –
GNSS Instruments

Optique et instruments optiques –
Méthodes de terrain pour l'étude de la précision des instruments géodésiques –
Instruments GNSS

Gesamtumfang 29 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Symbole und Indizes	9
5 Abgrenzung	10
5.1 Abgrenzungsgrund	10
5.2 Qualitative Abgrenzung durch mehrstufiges Prüfverfahren	10
5.3 Funktionale Abgrenzung bezogen auf das GNSS-Messgerät	11
5.4 Qualitative Abgrenzung durch Messunsicherheitsklassen	12
5.5 Qualitative Abgrenzung durch das Prüfungskriterium	12
5.6 Qualitative Abgrenzung in der Berücksichtigung von Einflussfaktoren	13
6 GNSS-Feldprüfverfahren	14
6.1 Voraussetzungen für alle Verfahrensstufen	14
6.2 Verfahrensstufe 1: Vereinfachtes GNSS-Feldprüfverfahren	15
6.2.1 Zielsetzung und Umfang	15
6.2.2 Ergänzende Voraussetzungen für das Vereinfachte Prüfverfahren	15
6.2.3 Prüfungsprozedur	15
6.2.4 Berechnung und Interpretation	16
6.3 Verfahrensstufe 2: Vollständiges Prüfverfahren	16
6.3.1 Zielsetzung und Umfang	16
6.3.2 Prüfungsprozedur	17
6.3.3 Berechnung	18
6.3.4 Interpretation und Ursachenhinweise	18
6.4 Verfahrensstufe 3: Erweitertes Prüfverfahren	20
7 Weitergehende Empfehlungen bei Überschreitung der Messabweichungen	20
Anhang A (informativ) Verfahrensstufe 3: Erweitertes Prüfverfahren — Methodik einer Prüfung mit Isotropie- bzw. Antenneneigenschaftsuntersuchungen (Beispiel einer Antennendiagnostik)	22
Anhang B (informativ) Beispiele für Prüfverfahren und deren Ergebnisse	23
B.1 Beispiel 1 — GNSS-Messausrüstung zur Positionsbestimmung im Meter-Bereich	23
B.1.1 Beispiel 1.1	23
B.1.2 Beispiel 1.2	23
B.2 Beispiel 2 — GNSS-Messausrüstung zur Positionsbestimmung im Zentimeter-Bereich mit bestandenem vollständigen Prüfverfahren	24
B.3 Beispiel 3 — GNSS-Messausrüstung zur Positionsbestimmung im Zentimeter-Bereich mit nicht bestandenem vollständigen Prüfverfahren	25
B.3.1 Beispiel 3.1 — Möglicher Einfluss auf die Messpunkt-Übertragung	25
B.3.2 Beispiel 3.2 — Möglicher Einfluss in den Umgebungsbedingungen und/oder dem Antennen-Nahfeld	26
Literaturhinweise	29

Bilder

Bild 1 — Funktionale Abgrenzung bezogen auf die GNSS-Messausrüstung (explizit nicht dargestellt sind Einflussfaktoren, z. B. Mehrwegeeffekte, Atmosphäre)	11
---	----

Tabellen

Tabelle 1 — Symbole	9
Tabelle 2 — Indizes und abgeleitete Begriffe	10
Tabelle 3 — Verfahrensstufen des GNSS-Feldprüfverfahrens	10
Tabelle 4 — Klassifizierung der Messunsicherheiten in Lage- (U_{Lage}) und Höhenkoordinaten ($U_{\text{Höhe}}$)	12
Tabelle 5 — Wesentliche Einflussfaktoren	13
Tabelle 6 — Messfolge	17
Tabelle 7 — Auswertung zur Identifizierung von Ablagen aus der Projektion des Messpunktes	19
Tabelle 8 — Auswertung zur Identifizierung von Ablagen aus dem Antennennahfeld	19
Tabelle 9 — Auswertung zur Identifikation von Einflüssen aus erweiterten Umgebungsbedingungen	20
Tabelle 10 — Ansatzpunkte für eine Schnelldiagnose bei überschrittenen Messabweichungen	20
Tabelle B.1 — Bestandenes vereinfachtes GNSS-Feldprüfverfahren für eine Positionsbestimmung im Meter-Bereich	23
Tabelle B.2 — Nicht bestandenes vereinfachtes GNSS-Feldprüfverfahren für eine Positionsbestimmung im Meter-Bereich — bei Überschreitung kursiv	24
Tabelle B.3 — Bestandenes vollständiges Prüfverfahren für eine Positionsbestimmung im Zentimeter-Bereich	24
Tabelle B.4 — Nicht bestandenes vollständiges Prüfverfahren für eine Positionsbestimmung im Zentimeter-Bereich — Ursachenvariante 1 — bei Überschreitung kursiv	25
Tabelle B.5 — Auswertung zur Identifizierung von Ablagen aus der Projektion des Messpunktes — bei Überschreitung kursiv	25
Tabelle B.6 — Nicht bestandenes vollständiges Prüfverfahren für eine Positionsbestimmung im Zentimeter-Bereich — Ursachenvariante 2 — bei Überschreitung kursiv	26
Tabelle B.7 — Auswertung zur Identifizierung von Ablagen aus der Projektion des Messpunktes	27
Tabelle B.8 — Auswertung zur Identifizierung von Ablagen aus dem Antennennahfeld — bei Überschreitung kursiv	27
Tabelle B.9 — Auswertung zur Identifikation von Einflüssen aus erweiterten Umgebungsbedingungen	28

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Arbeitsausschuss NA 005-03-04 AA „Geodätische Instrumente und Geräte (SpA zu ISO/TC 172/SC 6)“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau) erarbeitet.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Einleitung

Die internationale Normenreihe ISO 17123 „Optics and optical instruments — Field procedures for testing geodetic and surveying instruments“ hat in der Geodäsie eine große Bedeutung. Die Anwendung dieses Dokuments zur Verifikation des eingesetzten Instrumentariums sorgt beim Anwender für instrumentelle Sicherheit und bezüglich korrekter Messergebnisse.

Mit dem Teil 8 „GNSS field measurement systems in real-time kinematic (RTK)“ ist eine Norm verfügbar, die ausschließlich GNSS-Prüfverfahren für Real-Time Kinematic Anwendungen umfasst. Seit der Entstehung dieser Norm haben sich die GNSS-gestützten geodätischen Mess- und Instrumententechniken in vielfältiger Weise weiterentwickelt:

- neben den klassischen RTK-Messverfahren, die dem Teil 8 zugrunde liegen, haben sich weitere GNSS-gestützte geodätische Messverfahren etabliert;
- ergänzend zu klassischen Base-Rover-Messanordnungen und die seinerzeit vielfach genutzte Instrumenten-Morphologie mittels Trennung von Antenne und Empfänger stehen gegenwärtig vielseitig integrierte Messgerättypen zur Verfügung;
- Korrekturdatendienste, die u. a. durch verschiedenartige Referenzpunktfelder oder Satellitensysteme realisiert werden, bleiben in dem Teil 8 unberücksichtigt.

Dieses Dokument verfolgt daher die folgenden Ziele:

- Bereitstellung von GNSS-Feldprüfverfahren zur Erlangung einer größtmöglichen Verlässlichkeit beim Einsatz von GNSS-gestützten geodätischen Messtechniken;
- weitreichende Berücksichtigung technologischer Weiterentwicklungen sowohl in der Instrumenten-Technik und -Morphologie als auch in den Datenströmen;
- weitgehende Unabhängigkeit von der Genauigkeitsklasse der zu prüfenden Messausrüstung;
- Betrachtung der zu prüfenden Messausrüstung als Gesamtsystem, bestehend aus Instrumentenkomponenten, Zubehör, Betriebssoftware und Applikationen;
- qualitative und quantitative Mehrstufigkeit des Feldprüfverfahrens, um unterschiedlichen Anforderungsprofilen gerecht werden zu können;
- Einbeziehung der Sachkompetenz des Anwenders.

Die Umsetzung dieser Ziele wird durch die folgenden Rahmenbedingungen begrenzt:

- ein GNSS-Messgerät ist kein Messgerät im engeren Sinn, das unabhängig von externer Infrastruktur aus sich selbst heraus sowie ohne Soll-Vorgaben geprüft werden kann. Vielmehr handelt es sich bei den GNSS-Messgeräten um Teilkomponenten eines Gesamtsystems. Weitere Teile dieses Gesamtsystems sind Navigationssatelliten, Datenübertragungstechniken und -ströme, Datenaufbereitungsverfahren inkl. der zur Positionsbestimmung eingesetzten Algorithmen sowie optional ergänzende Komponenten, wie z. B. Dienstleister von Korrekturdiensten mit deren zugehörigem Instrumentarium und deren Vernetzungssoftware;
- GNSS-Messgeräte werden als Black-Box-Systeme wahrgenommen. Eine große Gruppe dieser Systeme ist herstellenseitig so konstruiert, dass keine bzw. nur wenig Einfluss auf wichtige Instrumentenparameter genommen werden kann;
- eine weitere Gruppe von GNSS-Messgeräten verfolgt eine Open-Box-Strategie und erlaubt eine Vielzahl von Parametereinstellungen im Positionierungsalgorithmus, deren Veränderungen einen unmittelbaren Einfluss auf die ermittelte Position haben;

- GNSS-gestützten Messtechniken liegt immer ein Schätzalgorithmus zugrunde, dessen Ergebnis von einer sehr großen Anzahl möglicher Einflussfaktoren abhängig ist;
- die Qualität der satellitengeodätischen Messungen und der damit erzielbaren Positionsgenauigkeiten hängt unmittelbar von den Messungsbedingungen vor Ort ab. Stellvertretend seien hier Abschattungen und Mehrwegeeffekte genannt;
- eine messtechnisch richtige und zugleich verfahrenstechnisch einfache Betrachtung einer Vielzahl der möglichen Einflussfaktoren auf die erreichbare Messgenauigkeit ist im Gegensatz zu anderen geodätischen Instrumenten und Messprinzipien nach gegenwärtigem Stand der Technik nicht möglich.

Das in diesem Dokument dargelegte Feldprüfverfahren fokussiert daher auf die allen GNSS-Messgeräten eigene Visualisierung einer dreidimensionalen Koordinate als primären Messergebniswert, der einem Sollwert gegenübergestellt wird. Typische Beispiele für das vereinfachte und vollständige Feldprüfverfahren sind in Anhang B beschrieben.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt ein Feldprüfverfahren zur Anwendung bei der dreidimensionalen Koordinatenbestimmung unter Verwendung von GNSS-basierten Messverfahren fest. Das Feldprüfverfahren ist so ausgelegt, dass es auf die technisch vielseitig ausgeführten, im Markt befindlichen GNSS-Messgeräte angewendet werden kann. Das GNSS-Messgerät wird in seiner Gebrauchskonfiguration in der Weise einer Prüfung unterzogen, dass die wesentlichen, die Koordinatenbestimmung beeinflussenden Parameter in das Ergebnis der Prüfung einbezogen sind.

Das Feldprüfverfahren ist nicht auf geodätische Anwendungen begrenzt, sondern zielt auf GNSS-basierte Anwendungen jedweder Art ab, die eine Koordinatenbestimmung zum Ziel haben. Es ist unabhängig von der im GNSS-Messgerät verwendeten Technik, den genutzten Satellitendatenströmen sowie etwaig verwendeten Korrekturdaten.

Als Voraussetzung sind Abgrenzungen nach verschiedenen Kriterien einzuhalten, die sowohl eine Mehrstufigkeit des Feldprüfverfahrens als auch eine vielseitige Anwendbarkeit erlauben.

Ergänzend setzt das Feldprüfverfahren die Sach- und Fachkompetenz des Bedienpersonals in der Weise voraus, dass die in diesem Dokument verwendeten und definierten Begriffe verstanden und die in den Koordinatenangaben eingeschlossenen Definitionen und Qualitätsangaben sachbezogen interpretiert und zugeordnet werden können.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 17123 (alle Teile), *Optics and optical instruments — Field procedures for testing geodetic and surveying instruments*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

DIN und DKE stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— DIN-TERMinologieportal: verfügbar unter <https://www.din.de/go/din-term>

— DKE-IEV: verfügbar unter <http://www.dke.de/DKE-IEV>

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

3.1

Koordinate

Zahl oder eine von mehreren Zahlen, die der Beschreibung der Position von Punkten in einem Koordinatensystem dient

Anmerkung 1 zum Begriff: Koordinate in diesem Dokument ist eine durch eine Messung ermittelte Messgröße in einem dreidimensionalen Koordinatensystem.

Anmerkung 2 zum Begriff: Ohne Beschränkung der Allgemeinheit erfolgt in diesem Dokument die Ausdrucksform der Koordinaten durch die Bezeichnung E (Ost), N (Nord), H (Höhe).

[QUELLE: DIN 18709-6:2021-04, 3.1.2, modifiziert – Anmerkung 1 zum Begriff wurde durch neue Anmerkungen zum Begriff ersetzt.]

3.2

Koordinatensystem

mathematisches Modell, das der eindeutigen zumeist zahlenmäßigen Beschreibung von Punkten im Raum dient

Anmerkung 1 zum Begriff: Koordinatensystem in diesem Dokument ist ein dreidimensionales Koordinatensystem, in dem das GNSS-Messgerät die Messgrößen berechnet und darstellt.

[QUELLE: DIN 18709-1:2020-03, 3.1.3.1, modifiziert – Anmerkung 1 zum Begriff wurde ergänzt.]

3.3

GNSS, en: Global Navigation Satellite System

Gesamtheit der Signale aller aktuellen und zukünftigen globalen Navigationssatellitensysteme

Anmerkung 1 zum Begriff: zu den GNSS zählen z.B. GPS (USA), GLONASS (Russland), Galileo (Europa), BeiDou (China).

3.4

GNSS-Messausrüstung

Summe aller Gerätschaften und Software-Applikationen, die zur Realisierung eines Messpunktes und zur Ermittlung von Koordinaten durch eine satellitengestützte Positionsbestimmung benötigt werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Zur GNSS-Messausrüstung zählen z. B. GNSS-Messgerät, Stativ, Zentrierungseinrichtungen, Datenempfangs- und Kommunikationsmodule.

3.5

GNSS-Messgerät

Messmittel zur Ermittlung von Koordinaten auf der Grundlage satellitengestützter Positionsbestimmungen

3.6

GNSS-Messverfahren

Gesamtheit aller satellitengestützten Positionsbestimmungen zur Ermittlung von Koordinaten in einem geodätischen Bezugssystem

Anmerkung 1 zum Begriff: Typische GNSS-Messverfahren sind: Single Point Positioning (SPS), Precise Point Positioning (PPP), Real Time Kinematic (RTK), Network Real Time Kinematic (NRTK).

3.7

Messunsicherheit

Kennwert, der aus Messungen gewonnen wird und zusammen mit dem Messergebnis zur Kennzeichnung eines Wertebereichs für den wahren Wert der Messgröße dient

Anmerkung 1 zum Begriff: Messunsicherheit in diesem Dokument ist ein nicht negativer Parameter, der die Streuung der Messwerte kennzeichnet, die der Messgröße auf der Grundlage der genutzten Informationen beigeordnet ist.

[QUELLE: DIN 18709-1:2020-03, 3.1.1.22, modifiziert – Anmerkung 1 und 2 zum Begriff wurden durch eine neue Anmerkung 1 zum Begriff ersetzt.]

3.8

Messabweichung

Messwert abzüglich eines Prüfwertes

3.9**Messpunkt**

vermarkter Vermessungspunkt

3.10**Prüfpunkt**

Messpunkt, für den ein Prüfwert bekannt ist

3.11**Prüfwert**

Koordinate eines Prüfpunktes, die im Prüfverfahren als Vergleichswert herangezogen wird

3.12**Vermarkung**

Kennzeichnen eines Vermessungspunktes in der Örtlichkeit

Anmerkung 1 zum Begriff: Vermarkung in diesem Dokument ist ein Kennzeichen eines Mess- oder Prüfpunktes in der Örtlichkeit.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Vermarkung eines Prüfpunktes muss so gestaltet sein, dass sie dessen dreidimensionale Realisierung mit der für den Prüfpunkt geltenden Qualität des Prüfwertes gewährleistet, z. B. Vermessungspfeiler mit Metallkopfplatte, Vermessungsstein mit Bohrung, Vermessungsplatte mit Zentrierkreuz.

[QUELLE: DIN 18709-1:2020-03, 3.1.3.33, modifiziert – Anmerkung 1 zum Begriff wurde durch neue Anmerkung 1 und 2 zum Begriff ersetzt.]

4 Symbole und Indizes

Die in diesem Dokument verwendeten Symbole und Indizes sind in Tabelle 1 und Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 1 — Symbole

A, B, C, D	Messunsicherheitsklassen
E	Lagekoordinate „Ostwert“ im dreidimensionalen Koordinatensystem
N	Lagekoordinate „Nordwert“ im dreidimensionalen Koordinatensystem
H	Höhenkoordinate im dreidimensionalen Koordinatensystem
ΔE	Messabweichung des Messwerts der E -Koordinate vom Prüfwert
ΔN	Messabweichung des Messwerts der N -Koordinate vom Prüfwert
ΔH	Messabweichung des Messwerts der Höhenkomponente der Koordinaten vom Prüfwert
ΔL	Messabweichung des Messwerts der Lagekomponente der Koordinaten vom Prüfwert
h	Antennenhöhe über dem Prüfpunkt
U_{Lage}	Messunsicherheit der Lagekoordinate
$U_{\text{Höhe}}$	Messunsicherheit der Höhenkoordinate
x	Koordinate im dreidimensionalen kartesischen Koordinatensystem
y	Koordinate im dreidimensionalen kartesischen Koordinatensystem
z	Koordinate im dreidimensionalen kartesischen Koordinatensystem
ϕ	Horizontale Orientierung der Antenne