

DIN ISO 17123-5



ICS 17.180.30

**Optik und optische Instrumente –
Feldverfahren zur Untersuchung geodätischer Instrumente –
Teil 5: Totalstationen (ISO 17123-5:2018)**

Optics and optical instruments –
Field procedures for testing geodetic and surveying instruments –
Part 5: Total stations (ISO 17123-5:2018)

Optique et instruments d'optique –
Méthodes d'essai sur site des instruments géodésiques et d'observation –
Partie 5: Stations totales (ISO 17123-5:2018)

Gesamtumfang 36 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort	4
Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise	5
Vorwort	6
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	8
4 Symbole und Indizes	9
4.1 Symbole	9
4.2 Indizes	9
5 Allgemeines	10
5.1 Anforderungen	10
5.2 Verfahren 1: Vereinfachtes Prüfverfahren	11
5.3 Verfahren 2: Vollständiges Prüfverfahren	11
6 Vereinfachtes Prüfverfahren	12
6.1 Anordnung des Prüffelds	12
6.2 Messung	12
6.3 Berechnung	13
6.3.1 x-, y-Koordinaten	13
6.3.2 z-Koordinate	14
6.3.3 Auswertung	14
7 Vollständiges Prüfverfahren	14
7.1 Anordnung des Prüffelds	14
7.2 Messung	15
7.3 Berechnung	16
7.3.1 x-, y-Koordinaten	16
7.3.2 z-Koordinate	18
7.4 Statistische Tests	19
7.4.1 Allgemeines	19
7.4.2 Antwort auf Frage a)	19
7.4.3 Antwort auf Frage b)	20
7.5 Ermittlung der kombinierten Standardunsicherheit (Typ A und B)	21
Anhang A (informativ) Beispiel für ein vereinfachtes Prüfverfahren	23
A.1 Messungen	23
A.2 Berechnung	24
A.2.1 x-, y-Koordinaten	24
A.2.2 z-Koordinate	24
Anhang B (informativ) Beispiel für das vollständige Prüfverfahren	26
B.1 Messung der x- und y-Koordinaten	26
B.2 Berechnung	27
B.2.1 x-, y-Koordinaten	27
B.2.2 z-Koordinate	29
B.3 Statistische Tests	29
B.3.1 Statistischer Test nach Frage a)	29
B.3.2 Statistischer Test nach Frage b)	30
Anhang C (informativ) Beispiel der Berechnung des Gesamtunsicherheitsbudgets(Typ A und Typ B)	32
C.1 Beispiel für das Unsicherheitsbudget	32
C.1.1 Unsicherheitsquellen	32
C.1.2 Berechnung der Unsicherheit	33
C.2 Erweiterte Unsicherheit	34

Anhang D (informativ) Nicht in der Unsicherheitsermittlung eingeschlossene Quellen	35
Literaturhinweise	36

Bilder

Bild 1 — Anordnung des Prüffelds	12
Bild 2 — Beispiel einer Feldanordnung für die vollständige Prüfung	14
Bild 3 — Mathematisches Modell des Dreiecks	16

Tabellen

Tabelle 1 — Messfolge für eine Messreihe	13
Tabelle 2 — Messfolge für eine Messreihe	15
Tabelle 3 — Statistische Tests	19
Tabelle 4 — Typische Einflussgrößen der Totalstation	21
Tabelle A.1 — Messungen	23
Tabelle B.1 — Messungen	26
Tabelle B.2 — Koordinaten des Schwerpunkts des mathematischen Modells	28
Tabelle B.3 — Scheitelkoordinaten des mathematischen Modells	28
Tabelle B.4 — Restabweichungen der Höhendifferenzen	29
Tabelle C.1 — Unsicherheitsbudget der kartesischen Koordinate	34
Tabelle D.1 — Nicht einzeln auszuwertende Unsicherheitsquellen	35

Nationales Vorwort

Dieses Dokument enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm ISO 17123-5:2018, die vom Technischen Komitee ISO/TC 172 „Optics and photonics“, erarbeitet wurde, dessen Sekretariat von SNV (Schweiz) gehalten wird.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuss NA 005-03-04 AA „Geodätische Instrumente und Geräte (SpA für ISO/TC 172/SC 6)“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau) verantwortlich.

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.

ISO 17123 besteht unter dem allgemeinen Titel *Optik und optische Instrumente — Feldprüfverfahren geodätischer Instrumente* aus den folgenden Teilen:

- Teil 1: Theorie
- Teil 2: Nivelliere
- Teil 3: Theodolite
- Teil 4: Elektrooptische Distanzmesser (EDM-Messungen mit Reflektoren)
- Teil 5: Totalstationen
- Teil 6: Rotationslaser
- Teil 7: Lotinstrumente
- Teil 8: GNSS Feldmesssysteme in Echtzeit-Kinematik (RTK)
- Teil 9: Terrestrische Laserscanner

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 3534-1	siehe	DIN ISO 3534-1
ISO 12858-2:1999*	Siehe	DIN ISO 12858-2:2018-09
ISO 17123-1	siehe	DIN ISO 17123-1
ISO 17123-3	siehe	DIN ISO 17123-3
ISO 17123-4	siehe	DIN ISO 17123-4
ISO 1101:2012**	siehe	DIN EN ISO 1101:2014-04

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

* Mit Ersatz zurückgezogen. Die aktuelle Ausgabe ist ISO 12858-2:1999 + Amd.1:2013.

** Mit Ersatz zurückgezogen. Die aktuelle Ausgabe ist ISO 1101:2017, die deutsche Entsprechung DIN EN ISO 1101:2017-09.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 1101:2014-04, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Geometrische Tolerierung — Tolerierung von Form, Richtung, Ort und Lauf (ISO 1101:2012 + Cor. 1:2013); Deutsche Fassung EN ISO 1101:2013*

DIN ISO 3534-1, *Statistik — Begriffe und Formelzeichen — Teil 1: Wahrscheinlichkeit und allgemeine statistische Begriffe*

DIN ISO 12858-2:2018-09, *Optik und optische Instrumente — Zusatzausrüstungen für geodätische Instrumente — Teil 2: Stative (ISO 12858-2:1999 + Amd.1:2013)*

DIN ISO 17123-1, *Optik und optische Instrumente — Feldprüfverfahren geodätischer Instrumente — Teil 1: Theorie*

DIN ISO 17123-3, *Optik und optische Instrumente — Feldprüfverfahren geodätischer Instrumente — Teil 3: Theodolite*

DIN ISO 17123-4, *Optik und optische Instrumente — Feldprüfverfahren geodätischer Instrumente — Teil 4: Elektrooptische Distanzmesser (EDM-Messungen mit Reflektoren)*

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Themen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Eine Erläuterung zum freiwilligen Charakter von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT) berücksichtigt, enthält der folgende Link: www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 172, *Optics and photonics*, Unterkomitee SC 6, *Geodetic and surveying instruments* erarbeitet.

Diese dritte Ausgabe ersetzt die zweite Ausgabe (ISO 17123-5:2012), die technisch überarbeitet wurde.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 17123 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

Einleitung

Dieses Dokument legt die Feldprüfverfahren zur Anwendung bei der Bestimmung und Auswertung der Unsicherheit der Messergebnisse von geodätischen Instrumenten und deren Zubehör beim Erstellen und Errichten einer Messaufgabe fest. Diese Prüfungen sind hauptsächlich als Feldbeweis für die Eignung eines bestimmten Instruments für die unmittelbare Aufgabe vorgesehen. Sie werden nicht als Prüfungen zur Abnahme oder Leistungsbewertung vorgesehen, die umfangreicher gestaltet sind.

Die Definition und das Konzept von Unsicherheit als quantitative Eigenschaft des endgültigen Messergebnisses wurden in erster Linie in den letzten zwei Jahrzehnten entwickelt, obwohl Fehleranalysen seit langem zu allen Wissenschaften des Messens gehören. Nach mehreren Phasen hat die CIPM (Comité Internationale des Poids et Mesures) die Aufgabe, einen detaillierten Leitfaden zu erstellen, an ISO weitergegeben. Unter der Verantwortung der Technischen Beratungsgruppe für Metrologie von ISO (TAG 4) wurde in Zusammenarbeit mit sechs weltweiten Metrologie-Organisationen ein Leitfaden zum Begriff der Messunsicherheit zusammengestellt, um Regeln für die Verwendung bei Normierung, Kalibrierung, Laborarbeit, Akkreditierung und Metrologiediensten bereitzustellen. Der ISO/IEC Leitfaden 98-3 wurde 1995 zum ersten Mal veröffentlicht.

Mit der Einführung von Messunsicherheit in ISO 17123 (alle Teile) wurde versucht, einen einheitlichen, quantitativen Begriff von Messunsicherheit in der geodätischen Metrologie zu schaffen, um den Bedürfnissen der Kunden gerecht zu werden.

ISO 17123 (alle Teile) stellt nicht nur ein Mittel zur Ermittlung der Präzision (empirische Standardabweichung) eines Instruments dar, sondern auch ein Werkzeug zur Definition eines Unsicherheitsbudgets, das die Summierung aller zufälligen und systematischen Unsicherheitskomponenten zu einem repräsentativen Maß der Genauigkeit, d. h. der kombinierten Standardunsicherheit, ermöglicht.

Daher enthält ISO 17123 (alle Teile) für jedes in den Verfahren untersuchte Instrument einen Hinweis auf zusätzliche typische Einflussgrößen, die in der Praxis zu erwarten sind. Der Kunde kann die entsprechende Standardunsicherheitskomponente für eine bestimmte Anwendung einschätzen, um die Unsicherheit des Messergebnisses abzuleiten und anzugeben.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Feldprüfverfahren fest, die bei der Bestimmung und Beurteilung der Präzision (Wiederholpräzision) von Koordinatenmessung von Totalstationen und deren Zusatzeinrichtungen beim Erstellen und Errichten einer Messaufgabe anzuwenden sind. In erster Linie sind diese Prüfungen vorgesehen als Feldüberprüfung für die Bestätigung der Eignung eines bestimmten Instruments für die anstehende Aufgabe und zur Erfüllung der Anforderungen anderer Normen. Sie sind nicht als Prüfungen zur Abnahme oder Leistungsbeurteilung vorgesehen, die in der Regel umfassender sind.

Diese Feldprüfverfahren wurden speziell für die Anwendung vor Ort entwickelt, besondere Zusatzausrüstungen sind nicht notwendig; die Verfahren sind so ausgelegt, dass Umgebungseinflüsse auf ein Mindestmaß beschränkt werden.

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 3534-1, *Statistics — Vocabulary and symbols — Part 1: General statistical terms and terms used in probability*

ISO 4463-1, *Measurement methods for building — Setting-out and measurement — Part 1: Planning and organization, measuring procedures, acceptance criteria*

ISO 7077, *Measuring methods for building — General principles and procedures for the verification of dimensional compliance*

ISO 7078, *Building construction — Procedures for setting out, measurement and surveying — Vocabulary and guidance notes*

ISO 9849, *Optics and optical instruments — Geodetic and surveying instruments — Vocabulary*

ISO 17123-1, *Optics and optical instruments — Field procedures for testing geodetic and surveying instruments — Part 1: Theory*

ISO 17123-3, *Optics and optical instruments — Field procedures for testing geodetic and surveying instruments — Part 3: Theodolites*

ISO 17123-4, *Optics and optical instruments — Field procedures for testing geodetic and surveying instruments — Part 4: Electro-optical distance meters (EDM measurements to reflectors)*

ISO/IEC Guide 98-3:2008, *Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM: 1995)*

ISO/IEC Guide 99:2007, *International vocabulary of metrology — Basic and general concepts and associated terms (VIM)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 3534-1, ISO 4463-1, ISO 7077, ISO 7078, ISO 9849, ISO 17123-1, ISO/IEC Guide 98-3 (GUM) und ISO/IEC Guide 99 (VIM).

4 Symbole und Indizes

4.1 Symbole

Symbol	Größe	Einheit
a	Mittelwert des Höhenunterschieds	m
d	Abweichung, Differenz	m
k	Erweiterungsfaktor	—
L	Mittelwert der Horizontalstrecke zwischen zwei Zielpunkten	m
l	Horizontalstrecke zwischen zwei Zielpunkten	m
M	Scheitelpunkt des Dreiecks des mathematischen Modells	—
p	Parameter zur Berechnung des Rotationswinkels	—
q	Parameter zur Berechnung des Rotationswinkels	—
r	Differenz zum Mittelwert	m
S	Instrumentenstandpunkt	—
s	empirische Standardabweichung	variabel
$\hat{s}$	empirische Standardabweichung der gleichen Grundgesamtheit	variabel
T	Zielpunkt	—
U	erweiterte Unsicherheit	variabel
u	Unsicherheit	variabel
ν	Freiheitsgrad	—
X	X-Koordinate im mathematischen Modell	m
x	gemessene x-Koordinate	m
Y	Y-Koordinate im mathematischen Modell	m
y	gemessene y-Koordinate	m
Z	Z-Koordinate im mathematischen Modell	m
z	gemessene z-Koordinate	m
α	Vertrauensniveau	—
σ	Standardabweichung der Grundgesamtheit	variabel
$\hat{\sigma}$	Standardabweichung der gleichen Grundgesamtheit	variabel
θ	horizontaler Rotationswinkel	°
Ψ	vertikaler (Höhen) Winkel	°
χ	Chi-Quadrat-Verteilung	—

4.2 Indizes

Index	Begriff
0,975	Vertrauensniveau 0,975
$1-\alpha$	Vertrauensniveau
dist	Distanz
disp	kleinster Anzeigenwert der Koordinaten
dispx	kleinster Anzeigenwert der x-Koordinate

Index	Begriff
dispy	kleinster Anzeigenwert der y-Koordinate
dispz	kleinster Anzeigenwert der z-Koordinate
E	Ostachse
g	Schwerpunkt
H	Höhenachse
hs	Höhenstabilität des Stativs
<i>i</i>	Nummer des Instrumentenstandpunktes
ISO-TS	Totalstation nach ISO 17123-5
ISO-TS-XY	in beiden Fernrohranlagen einmal gemessene xy-Koordinaten nach ISO 17123-5
ISO-TS-Z	in beiden Fernrohranlagen einmal gemessene z-Koordinate nach ISO 17123-5
<i>j</i>	Nummer des Zielpunktes
<i>k</i>	Nummer des gemessenen Halbsatzes (einzige Fernrohrlage)
m	Koordinate des Schwerpunkts des mathematischen Modells nach der Rotation
N	Nordachse
prs	Druck
rh	relative Luftfeuchte
dist-TS	Distanzmessung in der Totalstation
θ -TS	Horizontalwinkel nach Spezifikation der Totalstation
t	Koordinate des Schwerpunkts des mathematischen Modells nach der Verschiebung
temp	Temperatur
trd	Stativverdrehung
θ	Horizontalwinkel
ψ	Vertikalwinkel oder Höhenwinkel
ψ -TS	Vertikalwinkel nach Spezifikation der Totalstation
x	x-Koordinate (oben)
xy	xy-Koordinaten (horizontal)
XY	xy-Koordinaten (horizontal) des mathematischen Modells
y	y-Koordinate (rechts)
Z	Z-Koordinate (Höhe) des mathematischen Modells
z	z-Koordinate (Höhe)

5 Allgemeines

5.1 Anforderungen

Vor Beginn der Messungen ist es wichtig, dass der Bediener überprüft, ob die Präzision der Messausrüstung während des Gebrauchs für die vorgesehene Messaufgabe geeignet ist.

Die Totalstation und dessen Zusatzeinrichtungen müssen eine nach den im Handbuch des Herstellers angegebenen Methoden bekannte und bewährte permanente Anpassung aufweisen und die vom Hersteller empfohlenen Stative und Reflektoren verwendet werden.

Die Koordinaten werden als Messgrößen angesehen, da sie bei modernen Totalstationen als Ausgangsgrößen gewählt werden können.

Alle Koordinaten müssen am selben Tag gemessen werden. Das Instrument sollte immer gewissenhaft justiert werden. Die richtige Nullpunktkorrektur des Reflektorprismas muss verwendet werden.

Die Ergebnisse dieser Prüfungen werden von Witterungsbedingungen beeinflusst, vor allem durch das Temperaturgefälle. Bei bedecktem Himmel und niedrigen Windgeschwindigkeiten ist die Wetterlage am günstigsten. Die genauen meteorologischen Daten müssen gemessen werden, um atmosphärische Korrekturen vornehmen zu können, die den Rohdistanzen hinzuzufügen sind. Die einzelnen zu berücksichtigenden Bedingungen können je nach Ort der Messung variieren. Diese Bedingungen müssen die Veränderung der Lufttemperatur, die Windgeschwindigkeit, die Wolkendecke und die Sichtweite beinhalten. Auch die Wetterbedingungen, die zur Messzeit tatsächlich herrschen, und die Art der Oberfläche, über der die Messungen vorgenommen werden, sollten beachtet werden. Die für die Prüfungen gewählten Bedingungen sollten den bei der tatsächlichen Ausführung der vorgesehenen Messaufgabe erwarteten Bedingungen entsprechen (siehe ISO 7077 und ISO 7078).

In Laboren durchgeführte Prüfungen würden Ergebnisse liefern, die nahezu unbeeinflusst von atmosphärischen Einflüssen sind, jedoch sind die Kosten für derartige Prüfungen sehr hoch und für die meisten Anwender nicht umsetzbar. Darüber hinaus werden mit Laborprüfungen Präzisionen erzielt, die bedeutend höher sind als die unter Feldbedingungen erreichbaren Präzisionen.

Dieses Dokument beschreibt zwei verschiedene Feldprüfverfahren, die in Abschnitt 6 und Abschnitt 7 beschrieben werden. Der Durchführende muss sich für das Verfahren entscheiden, das für die speziellen Anforderungen des Projekts am besten geeignet ist.

Zur unabhängigen Auswertung der Winkelmessung und der Entfernungsmessung müssen ISO 17123-3 und ISO 17123-4 entsprechend angewendet werden.

5.2 Verfahren 1: Vereinfachtes Prüfverfahren

Das vereinfachte Prüfverfahren bietet einen Schätzwert dafür, ob die Präzision einer bestimmten Totalstation innerhalb der festgelegten zulässigen Grenzwertabweichung nach ISO 4463-1 liegt.

Das vereinfachte Prüfverfahren beruht auf einer begrenzten Anzahl von Messungen. Dieses Prüfverfahren beruht auf Messungen der X-, Y- und Z-Koordinaten in einem Prüffeld ohne Nennwerte. Die Höchstdifferenz vom Mittelwert wird als Hinweis auf die Präzision berechnet.

Es kann keine signifikante Standardabweichung erhalten werden. Ist eine präzisere Auswertung der Totalstation zu Feldbedingungen erforderlich, sollte das gründlichere vollständige Prüfverfahren angewandt werden, das in Abschnitt 7 beschrieben wird.

Ein Beispiel zum vereinfachten Prüfverfahren ist in Anhang A gegeben.

5.3 Verfahren 2: Vollständiges Prüfverfahren

Das vollständige Prüfverfahren muss zur Bestimmung des bestmöglichen Ergebnisses des Präzisionsmaßes einer bestimmten Totalstation und dessen Zusatzeinrichtungen unter Feldbedingungen angewandt werden.

Das Verfahren beruht auf Koordinatenmessungen in einem Prüffeld ohne Nennwerte. Die empirische Standardabweichung der Koordinatenmessung eines einzelnen Punkts wird durch Kleinste-Quadrate-Ausgleichungen bestimmt.

Das in Abschnitt 7 in diesem Dokument angegebene vollständige Prüfverfahren ist zur Bestimmung des Präzisionsmaßes einer bestimmten Totalstation vorgesehen. Das verwendete Präzisionsmaß wird mit den empirischen Standardabweichungen $s_{ISO-TS-XY}$ und $s_{ISO-ZS-Z}$ einer in beiden Fernrohrlagen einmal gemessenen Koordinate angegeben.