

## DIN ISO 17123-4



ICS 17.180.30

**Optik und optische Instrumente –  
Feldprüfverfahren geodätischer Instrumente –  
Teil 4: Elektrooptische Distanzmesser (EDM-Messungen mit Reflektoren)  
(ISO 17123-4:2012)**

Optics and optical instruments –  
Field procedures for testing geodetic and surveying instruments –  
Part 4: Electro-optical distance meters (EDM measurements to reflectors) (ISO 17123-4:2012)

Optique et instruments d'optique –  
Méthodes d'essai sur site des instruments géodésiques et d'observation –  
Partie 4: Télémètres électro-optiques (mesurages MED avec réflecteurs) (ISO 17123-4:2012)

Gesamtumfang 30 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

## Inhalt

|                                                                                                                 | Seite     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Nationales Vorwort</b> .....                                                                                 | <b>3</b>  |
| <b>Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise</b> .....                                                | <b>4</b>  |
| <b>Vorwort</b> .....                                                                                            | <b>5</b>  |
| <b>Einleitung</b> .....                                                                                         | <b>6</b>  |
| <b>1 Anwendungsbereich</b> .....                                                                                | <b>7</b>  |
| <b>2 Normative Verweisungen</b> .....                                                                           | <b>7</b>  |
| <b>3 Begriffe</b> .....                                                                                         | <b>7</b>  |
| <b>4 Allgemeines</b> .....                                                                                      | <b>8</b>  |
| 4.1 Anforderungen .....                                                                                         | 8         |
| 4.2 Verfahren 1: Vereinfachtes Prüfverfahren .....                                                              | 8         |
| 4.3 Verfahren 2: Vollständiges Prüfverfahren (Ermittlung der Standardunsicherheit vom Typ A).....               | 8         |
| <b>5 Vereinfachtes Prüfverfahren</b> .....                                                                      | <b>9</b>  |
| 5.1 Anordnung des Prüffelds .....                                                                               | 9         |
| 5.2 Messungen.....                                                                                              | 10        |
| 5.3 Berechnung.....                                                                                             | 10        |
| 5.4 Weitere Untersuchungen.....                                                                                 | 11        |
| <b>6 Vollständiges Prüfverfahren</b> .....                                                                      | <b>11</b> |
| 6.1 Anordnung der Prüfstrecke.....                                                                              | 11        |
| 6.2 Messungen.....                                                                                              | 13        |
| 6.3 Berechnung.....                                                                                             | 14        |
| 6.4 Statistische Tests .....                                                                                    | 17        |
| 6.5 Ermittlung der kombinierten Standardunsicherheit (Typ A und Typ B) .....                                    | 19        |
| <b>Anhang A (informativ) Beispiel für das vereinfachte Prüfverfahren</b> .....                                  | <b>21</b> |
| <b>Anhang B (informativ) Beispiel für das vollständige Prüfverfahren</b> .....                                  | <b>23</b> |
| <b>Anhang C (informativ) Beispiel für die Berechnung des Gesamtunsicherheitsbudgets (Typ A und Typ B)</b> ..... | <b>27</b> |
| <b>Literaturhinweise</b> .....                                                                                  | <b>30</b> |

## Nationales Vorwort

Die Internationale Norm ISO 17123-4:2012, *Optics and optical instruments – Field procedures for testing geodetic and surveying instruments – Part 4: Electro-optical distance meters (EDM measurements to reflectors)* ist unverändert in diese Norm übernommen worden.

ISO 17123-4 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 172 *Optics and photonics*, Unterkomitee SC 6 *Geodetic and surveying instruments* erarbeitet, dessen Sekretariat vom SNV (Schweiz) gehalten wird.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuss NA 005-03-04 AA „Geodätische Instrumente und Geräte“ 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 aus den folgenden Teilen unter dem Haupttitel *Optics and optical instruments — Field procedures for testing geodetic and surveying instruments*:

- *Part 1: Theory*
- *Part 2: Levels*
- *Part 3: Theodolites*
- *Part 4: Electro-optical distance meters (EDM measurements to reflectors)*
- *Part 5: Total stations*
- *Part 6: Rotating lasers*
- *Part 7: Optical plumbing instruments*
- *Part 8: GNSS field measurement systems in real-time kinematic (RTK)*
- *Part 9: Terrestrial laser scanners* (in Vorbereitung)
- *Part 10: Non-prism measurement (reflector less distance measurements by total stations)* (in Vorbereitung)

Es ist vorgesehen, alle ISO-Normen des ISO/TC 172/SC 6 als Deutsche Normen zu übernehmen.

Anhänge A, B und C dieses Teils von ISO 17123 dienen lediglich der Information.

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutsche Normen hingewiesen:

ISO 17123-1 siehe DIN ISO 17123-1

ISO 80000-3 siehe DIN ISO 80000-3

Diese Norm enthält nationale Fußnoten.

**Nationaler Anhang NA**  
(informativ)

**Literaturhinweise**

DIN ISO 17123-1, *Optik und optische Instrumente — Feldprüfverfahren geodätischer Instrumente — Teil 1: Feldprüfverfahren geodätischer Instrumente — Teil 1: Theorie (ISO 17123-1:2014)*

DIN ISO 80000-3, *Größen und Einheiten — Teil 3: Raum und Zeit (ISO 80000-3)*

## Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (ISO Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von ISO Technischen Komitees 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.

Internationale Normen werden in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet.

Die Hauptaufgabe der Technischen Komitees besteht in der Erarbeitung Internationaler Normen. Die von den Technischen Komitees angenommenen Norm-Entwürfe werden den Mitgliedsorganisationen zur Umfrage zur Verfügung gestellt. Für eine Veröffentlichung als Internationale Norm wird eine Zustimmung von mindestens 75 % der abstimmenden Mitgliedsländer benötigt.

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.

ISO 17123-1 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 172 Optics and photonics, Unterkomitee SC 6 Geodetic and surveying instruments erarbeitet

ISO 17123 besteht aus den folgenden Teilen unter dem Haupttitel *Optics and optical instruments — Field procedures for testing geodetic and surveying instruments*:

- *Part 1: Theory*
- *Part 2: Levels*
- *Part 3: Theodolites*
- *Part 4: Electro-optical distance meters (EDM measurements to reflectors)*
- *Part 5: Total stations*
- *Part 6: Rotating lasers*
- *Part 7: Optical plumbing instruments*
- *Part 8: GNSS field measurement systems in real-time kinematic (RTK)*

Anhänge A, B und C dieses Teils der ISO 17123 sind nur informativ.

## Einleitung

Dieser Teil der ISO 17123 legt anwendungsbezogene Feldverfahren fest, um die Messunsicherheit von Messergebnissen geodätischer Instrumente und deren Zubehör zu bestimmen und zu bewerten. Diese Prüfungen sind vorwiegend als Vor-Ort-Verifizierungen eines bestimmten Instruments für die unmittelbar anstehende Aufgabe vorgesehen. Sie sind nicht als umfangreichere Annahmeprüfungen oder Leistungsbewertungen vorgesehen.

Die Definition und das Konzept der Messunsicherheit als quantitatives Attribut des abschließenden Messergebnisses wurden vorwiegend über die letzten beiden Jahrzehnte entwickelt, obwohl die Analyse von Messabweichungen bereits seit langem Teil der gesamten Messtechnik ist. Nach mehreren Stufen hat das IBMG (Internationales Büro für Maß und Gewicht) die Aufgabe der Entwicklung eines ausführlichen Leitfadens an die ISO übertragen. Unter der Verantwortlichkeit der ISO Technical Advisory Group on Metrology (TAG 4) und in Zusammenarbeit mit sechs internationalen Metrologieorganisationen wurde ein Leitfaden zur Angabe der Messunsicherheit mit dem Ziel zusammengestellt, Regeln für den Einsatz im Rahmen der Normung, Kalibrierung, Laborarbeit sowie von Akkreditierungs- und messtechnischen Diensten bereitzustellen. Der ISO/IEC Guide 98 3 wurde erstmals 1995 als Internationale Norm (ISO-Dokument) veröffentlicht.

Mit der Aufnahme der Messunsicherheit in die ISO 17123 (alle Teile) ist beabsichtigt, endgültig eine einheitliche quantitative Angabe der Messunsicherheit in der geodätischen Messtechnik bereitzustellen, mit dem Ziel, die Anforderungen der Kunden zu erfüllen.

ISO 17123 (alle Teile) stellt nicht nur ein Hilfsmittel zur Bewertung der Präzision (empirische Standardabweichung) eines Instruments dar, sondern auch ein Werkzeug zur Definition eines Unsicherheitsbudgets, das die Summierung aller Unsicherheitskomponenten zu einem repräsentativen Genauigkeitsmaß, d. h. der kombinierten Standardunsicherheit, zulässt, unabhängig davon, ob es sich um zufällige oder systematische Komponenten handelt.

ISO 17123 (alle Teile) enthält daher zum Zwecke der Definition jedes unter Anwendung der Verfahren untersuchten Instrumente einen Vorschlag in Bezug auf zusätzliche typische Einflussgrößen, deren Auftreten beim praktischen Einsatz erwartet werden kann. Der Kunde kann damit für die spezifische Anwendung die relevanten Komponenten der Standardunsicherheit abschätzen, um so in der Lage zu sein, die Unsicherheit des Messergebnisses abzuleiten und anzugeben.

## 1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 17123 legt Feldverfahren zur Anwendung bei der Bestimmung und Auswertung der Präzision (Wiederholpräzision) von elektrooptischen Distanzmessgeräten (EDM) und deren Zubehör zur Durchführung im Bau- und Vermessungswesen fest. Dieser Teil von ISO 17123 gilt nur für EDM mit Reflektoren und ist nicht zur Bestimmung der Präzision bei reflektorlosen Entfernungsmessgeräten konzipiert. Diese Prüfverfahren sind hauptsächlich als Feldüberprüfung eines bestimmten Instruments für die Bestätigung zur Eignung bei der Durchführung einer anstehenden Messaufgabe und zur Erfüllung der Anforderungen anderer Normen vorgesehen. Sie sind nicht als Prüfungen zur Abnahme oder Leistungsbewertung vorgesehen, die i.d.R. wesentlich umfangreicher sind.

Dieser Teil von ISO 17123 kann als einer der ersten Schritte bei der Bestimmung der Unsicherheit einer Messung (vielmehr einer Messgröße) angesehen werden. Die Unsicherheit eines Messergebnisses hängt von mehreren Parametern ab. Daher wird zwischen verschiedenen Genauigkeitsmaßen und Testzielen unterschieden, wie der Wiederholpräzision, der Vergleichspräzision (z. B. Wiederholpräzision von Tag zu Tag), aber auch der Beurteilung bzw. Feststellung aller möglichen Fehlerquellen, wie in ISO/IEC Guide 98-3 und ISO 17123-1 beschrieben.

Diese Feldverfahren wurden speziell für *in-situ*-Anwendungen ohne Notwendigkeit von besonderem Zubehör entwickelt und absichtlich so gestaltet, dass atmosphärische Einflüsse minimiert werden.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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/IEC Guide 98-3, *Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)*

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

## 3 Begriffe

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

## 4 Allgemeines

### 4.1 Anforderungen

Bevor mit der Vermessung begonnen wird, ist es wichtig, dass der Bediener feststellt, ob die Genauigkeit der verwendeten Messausrüstung für die beabsichtigte Messaufgabe geeignet ist.

Das EDM und dessen Zubehör müssen einen bekannten und akzeptablen Status der Justierung aufweisen, die nach den im Handbuch des Herstellers angegebenen Verfahren durchgeführt wurde. Weiterhin sind Stative, Ausrüstung zur Zwangszentrierung und Reflektoren, wie vom Hersteller empfohlen, zu verwenden.

Die Ergebnisse dieser Prüfungen werden durch meteorologische Bedingungen beeinflusst. Zu diesen Bedingungen gehören unter anderem die Lufttemperatur und der Luftdruck. Diese meteorologischen Daten müssen genau gemessen werden, um die atmosphärische Korrekturen berechnen zu können, die zu den Rohdistanzen ergänzt werden müssen. Die einzelnen Parameter, die zu berücksichtigen sind, dürfen je nach Ort der Messung variieren. Die Parameter müssen Veränderungen der Lufttemperatur, des Luftdrucks, der Windgeschwindigkeit, der Wolkendichte und der Sichtweite beinhalten.<sup>N1)</sup> Auch sollten die tatsächlichen Wetterbedingungen, die zur Messzeit vorherrschen und die Art des Untergrunds, auf dem die Messungen vorgenommen werden, beachtet werden. Die Messbedingungen für die Prüfungen sollten vor allem denen entsprechen, die zu dem Zeitpunkt zu erwarten sind, an dem die entsprechende Messaufgabe ausgeführt wird (siehe ISO 7077 und ISO 7078).

Dieser Teil der ISO 17123 beschreibt zwei verschiedene Feldverfahren, die in den Abschnitten 5 und 6 beschrieben werden. Der Bediener muss sich für das Verfahren entscheiden, das für die speziellen Anforderungen des Projekts am relevantesten ist.

### 4.2 Verfahren 1: Vereinfachtes Prüfverfahren

Das vereinfachte Prüfverfahren liefert eine Einschätzung, ob sich die Genauigkeit einer bestimmten EDM-Ausrüstung innerhalb der nach ISO 4463-1 festgelegten Grenzabweichung befindet.

Das vereinfachte Prüfverfahren beruht auf einer begrenzten Anzahl von Messungen. Aufgrund dessen können keine signifikante Standardabweichung und demzufolge auch keine Standardunsicherheit (Typ A nach GUM) bestimmt werden. Ist eine statistisch begründete Charakterisierung des EDMs unter Feldbedingungen erforderlich, wird empfohlen, das vollständige Prüfverfahren nach Abschnitt 6 anzuwenden.

Dieses Prüfverfahren erfordert ein Prüffeld mit Entfernungen, die als wahre Werte angenommen werden. Steht kein solches Prüffeld zur Verfügung, ist eine Bestimmung der unbekannten Entfernungen mit einem Entfernungsmesser erforderlich, der genauer als der in diesem Prüfverfahren untersuchte arbeitet. Steht kein Distanzmessgerät mit größerer Genauigkeit zur Verfügung, muss das vollständige Prüfverfahren angewandt werden.

### 4.3 Verfahren 2: Vollständiges Prüfverfahren (Ermittlung der Standardunsicherheit vom Typ A)

Das vollständige Prüfverfahren muss zur bestmöglichen Bestimmung des Maßes der erreichbaren Präzision eines bestimmten EDMs und dessen Zubehör unter den vom Bediener festgelegten Feldbedingungen angewandt werden.

---

<sup>N1)</sup> Nationale Fußnote: Gemeint ist: „Die Parameter beinhalten Veränderungen der Lufttemperatur, des Luftdrucks, der Windgeschwindigkeit, der Wolkendichte und der Sichtweite.“

Das vollständige Prüfverfahren basiert auf Entfernungsmessungen in allen Kombinationen auf einer Prüfstrecke ohne Sollwerte. Die empirische Standardabweichung einer einzelnen Entfernungsmessung wird durch eine Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Fehlerquadrate aller Einzelbeobachtungen bestimmt. Maßstabsabweichungen eines EDMs werden bei diesem Verfahren nicht erkannt. Maßstabsabweichungen haben jedoch im Allgemeinen auf die Standardabweichung  $s$  und auf die Nullpunktkorrektur  $\delta$  keinen Einfluss. Um den Maßstab zu ermitteln, kann die Messfrequenz des EDMs mit einem Frequenzmessgerät geprüft werden.

Das in Abschnitt 6 angegebene Prüfverfahren ist zur Bestimmung des Maßes der Präzision eines bestimmten EDMs vorgesehen. Dieses Maß der Präzision wird durch die empirische Standardabweichung  $s$  einer einzelnen gemessenen Entfernung angegeben, die auch als Standardunsicherheit Typ A bezeichnet wird:

$$s = u_{\text{ISO-EDM}}$$

Des Weiteren umfasst dieses Verfahren die Bestimmung:

- des Maßes der Präzision eines EDMs, das von einem einzelnen Vermessungstrupp für ein einzelnes Instrument einschließlich Zubehör zu einem bestimmten Zeitpunkt erreicht wird;
- des Maßes der Präzision eines einzelnen Instruments in Abhängigkeit der Zeit;
- des Maßes der Präzision von mehreren EDMs, um die erreichbare Präzision der einzelnen Instrumente, die unter vergleichbaren Feldbedingungen bestimmt wurde, zu vergleichen.

Statistische Tests sollten angewandt werden, um zu überprüfen, ob die erhaltene empirische Standardabweichung  $s$  zu der Grundgesamtheit der theoretischen Standardabweichung  $\sigma$  des Messsystems gehört, ob zwei Prüflinge zu der gleichen Grundgesamtheit gehören und ob die Nullpunktkorrektur  $\delta$  gleich Null oder gleich einem vorher bestimmten Wert  $\delta_0$  ist (siehe 6.4).

## 5 Vereinfachtes Prüfverfahren

### 5.1 Anordnung des Prüffelds

Das Prüffeld muss aus einer dauerhaft gekennzeichneten Messanlage und vier dauerhaft bei für den üblichen Arbeitsbereich des EDMs typischen Entfernungen (z. B. 20 m bis 200 m) befestigten Reflektoren bestehen. Ist eine dauerhafte Befestigung der Reflektoren nicht möglich, sollten die Befestigungen dauerhaft markiert und ohne Genauigkeitsverlust wiederherstellbar sein.

Um ein Prüffeld aufzubauen, muss jede Entfernung mindestens dreimal mit einem Distanzmesser höherer Genauigkeit (siehe Bild 1) gemessen und meteorologisch korrigiert werden, sodass schließlich ein Mittelwert erhalten wird. Zu diesem Zweck sind die Lufttemperatur und der Luftdruck einzeln unabhängig beim Instrument und dem Zielpunkt repräsentativ zu messen, um die notwendigen Korrekturen der Mittelwerte [1 ppm für jede Abweichung von 1 °C Temperatur beziehungsweise für jede Abweichung von 3 hPa (3 mbar) Luftdruck] zu bestimmen.