

DIN ISO 17123-2

ICS 17.180.30

Einsprüche bis 2021-03-08

Entwurf

**Optik und optische Instrumente –
Feldprüfverfahren geodätischer Instrumente –
Teil 2: Nivelliere (ISO 17123-2:2001);
Text Deutsch und Englisch**

Optics and optical instruments –
Field procedures for testing geodetic and surveying instruments –
Part 2: Levels (ISO 17123-2:2001);
Text in German and English

Optique et instruments d'optique –
Méthodes d'essai sur site des instruments géodésiques et d'observation –
Partie 2: Niveaux (ISO 17123-2:2001);
Texte en allemand et anglais

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-01-08 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nabau@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau), 10772 Berlin oder Saatwinkler Damm 42/43, 13627 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 36 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort	3
Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise	4
Vorwort	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	7
4 Allgemeines	7
4.1 Anforderungen	7
4.2 Verfahren 1: Vereinfachtes Prüfverfahren	7
4.3 Verfahren 2: Vollständiges Prüfverfahren	7
5 Vereinfachtes Prüfverfahren	8
5.1 Konfiguration der Prüfstrecke	8
5.2 Messungen	8
5.3 Berechnung	9
6 Vollständiges Prüfverfahren	10
6.1 Konfiguration der Prüfstrecke	10
6.2 Messungen	11
6.3 Berechnung	11
6.4 Statistische Tests	13
6.4.1 Allgemeines	13
6.4.2 Frage a)	13
6.4.3 Frage b)	14
6.4.4 Frage c)	14
Anhang A (informativ) Beispiel für das vereinfachte Prüfverfahren	15
A.1 Messungen	15
A.2 Berechnung	15
Anhang B (informativ) Beispiel für das vollständige Prüfverfahren	17
B.1 Messungen	17
B.2 Berechnung	18
B.3 Statistische Tests	19
B.3.1 Statistischer Test entsprechend Frage a)	19
B.3.2 Statistischer Test entsprechend Frage b)	19
B.3.3 Statistischer Test entsprechend Frage c)	19

Bilder

Bild 1 — Erste Konfiguration der Prüfstrecke für das vereinfachte Prüfverfahren	9
Bild 2 — Zweite Konfiguration der Prüfstrecke für das vereinfachte Prüfverfahren	9
Bild 3 — Konfiguration der Prüfstrecke für das vollständige Prüfverfahren	11

Tabellen

Tabelle 1 — Statistische Tests	13
Tabelle A.1 — Messwerte und Restabweichungen	15
Tabelle B.1 — Messwerte und Restabweichungen	17

Nationales Vorwort

Dieses Dokument enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm ISO 17123-2:2001, die vom Technischen Komitee ISO/TC 172 „Optics and photonics“, Unterkomitee SC 6 „Geodetic and surveying instruments“ erarbeitet wurde, dessen Sekretariat von SNV (Schweiz) gehalten wird.

Die Internationale Norm ISO 17123-2:2001-12, *Optics and optical instruments — Field procedures for testing geodetic and surveying instruments — Part 2: Levels* ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

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

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen ISO-Text.

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

ISO 3534-1	siehe	DIN ISO 3534-1
ISO 17123-1	siehe	DIN EN ISO 17123-1

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

Anhang A und Anhang B dieses Teils der ISO 17123 dienen nur der Information.

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

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

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

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

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung von Nationalen Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird normalerweise 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 Organisationen, staatlich und nicht-staatlich, in Liaison mit ISO, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) bei allen elektrotechnischen Themen zusammen.

Internationale Normen werden in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 3 erarbeitet.

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 Mitgliedsländer, die abgestimmt haben, benötigt.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments ISO 17123 Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

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

Diese erste Ausgabe der ISO 17123-2 ersetzt ISO 8322-3:1989 und ISO 12857-1:1997, die technisch überarbeitet wurden.

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

- *Part 1: Theory*
- *Part 2: Levels*
- *Part 3: Theodolites*
- *Part 4: Electro-optical distance meters (EDM instruments)*
- *Part 5: Electronic tacheometers*
- *Part 6: Rotating lasers*
- *Part 7: Optical plumbing instruments*

Anhang A und Anhang B dieses Teils der ISO 17123 dienen nur der Information.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 17123 legt Feldprüfverfahren fest, die bei der Bestimmung und Beurteilung der Präzision von Nivellieren (Libellennivelliere, Kompensatornivelliere, digitale Nivelliere) und deren Zusatzausrüstungen in der Bau- und Landesvermessung anzuwenden sind. In erster Linie sind diese Prüfungen als Nachweis der Eignung eines bestimmten Instruments für die unmittelbar durchzuführende Aufgabe vorgesehen und dienen dazu, die Anforderungen anderer Normen zu erfüllen. Sie sind nicht als umfangreichere Annahmeprüfungen oder Leistungsbewertungen vorgesehen.

Diese internationale Norm kann als einer der ersten Schritte im Prozess zur Beurteilung der Messunsicherheit einer Messung (genauer, eines Messwertes) angesehen werden. Die Unsicherheit eines Messergebnisses hängt von einer Anzahl von Faktoren ab. Diese umfassen unter anderem: Reproduzierbarkeit, Vergleichspräzision (Wiederholbarkeit an unterschiedlichen Tagen) und eine gründliche Bewertung aller möglichen Fehlerquellen entsprechend dem ISO-Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen (GUM).

Diese Feldverfahren 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 normativen Dokumente enthalten Festlegungen, die, durch Verweisung in diesem Text, Bestandteil dieses Teils der ISO 17123 sind. Bei datierten Verweisungen gelten spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikation nicht. Anwender dieses Teils der ISO 17123 werden jedoch gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, die jeweils neuesten Ausgaben der nachfolgend angegebenen normativen Dokumente anzuwenden. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen normativen Dokuments. Mitglieder von ISO und IEC führen Verzeichnisse der gegenwärtig gültigen Internationalen Normen.

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*

GUM, *Guide to the expression of uncertainty in measurement* ^{N1)}

VIM, *International vocabulary of basic and general terms in metrology* ^{N2)}

N1) Nationale Fußnote: Bei dieser Verweisung handelt es sich um ISO/IEC Guide 98-3, *Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement* (GUM:1995).

N2) Nationale Fußnote: Bei dieser Verweisung handelt es sich um 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 3534-1, ISO 4463-1, ISO 7077, ISO 7078, ISO 9849, ISO 17123-1, GUM und VIM.

4 Allgemeines

4.1 Anforderungen

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

Das Nivellier und sein Zubehör müssen sich in einem bekannten und akzeptablen Zustand mit gleichbleibenden Einstellungen befinden, wobei die im Handbuch des Herstellers festgelegten Verfahren mit den vom Hersteller empfohlenen Stativen und Nivellierlatten verwendet werden.

Die Ergebnisse dieser Prüfungen werden durch die meteorologischen Bedingungen beeinflusst, vor allem durch den Temperaturgradient. Bei bedecktem Himmel und niedrigen Windgeschwindigkeiten ist die Wetterlage am günstigsten. Die jeweils zu berücksichtigenden Bedingungen können abhängig vom Ort der auszuführenden Aufgaben variieren. Beachtet werden sollten außerdem die tatsächliche Wetterlage zum Zeitpunkt der Messung und die Beschaffenheit der Oberfläche, über der die Messungen erfolgen. Die bei den Prüfungen herrschenden Bedingungen sollten den bei der tatsächlichen Ausführung der vorgesehenen Messaufgabe erwarteten Bedingungen entsprechen (siehe ISO 7077 und ISO 7078).

In Laboratorien durchgeführte Prüfungen würden Ergebnisse liefern, die nahezu unbeeinflusst von atmosphärischen Einflüssen sind; die Kosten für derartige Prüfungen sind jedoch sehr hoch, daher stellen diese Prüfungen für die meisten Anwender keine praktikable Lösung dar. Darüber hinaus werden mit Laborprüfungen Präzisionen erzielt, die bedeutend besser sind als die unter Feldbedingungen erreichbaren Präzisionen.

In diesem Teil von ISO 17123 sind in Abschnitt 5 und Abschnitt 6 zwei unterschiedliche Feldverfahren beschrieben. Der Durchführende muss das Verfahren wählen, das für die besonderen Anforderungen des Projekts am besten geeignet ist.

4.2 Verfahren 1: Vereinfachtes Prüfverfahren

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

Dieses Prüfverfahren ist normalerweise vorgesehen zur Überprüfung der Präzision eines optischen Nivelliers zur Verwendung beim Flächennivellement, für Aufgaben, bei denen Messungen mit ungleichen Zielweiten häufig vorkommen, z. B. auf Baustellen.

Dieses vereinfachte Prüfverfahren beruht auf einer begrenzten Anzahl von Messungen. Daher kann eine vertrauenswürdige Standardabweichung nicht angegeben werden. Ist eine genauere Bewertung des Nivelliers unter Feldbedingungen erforderlich, wird die Anwendung des strengeren vollständigen Prüfverfahrens nach Abschnitt 6 empfohlen.

Das Verfahren beruht auf der Bestimmung eines Höhenunterschieds zwischen zwei etwa 60 m voneinander entfernten Punkten, der als wahrer Wert angenommen wird. Die Differenz zwischen dem gemessenen Höhenunterschied über ungleiche Zielweiten und dem als wahr angenommenen Wert zwischen denselben beiden Messpunkten bei gleichen Zielweiten gibt an, ob das Nivellier die festgelegte zulässige Abweichung (nach ISO 4463-1) für die vorgesehene Messaufgabe erfüllt.

4.3 Verfahren 2: Vollständiges Prüfverfahren

Das vollständige Prüfverfahren muss angewendet werden, wenn das höchste Maß an Präzision für ein bestimmtes Nivellier und seinen Zubehör unter Feldbedingungen bestimmt werden soll. Erforderlich ist hier

die Anwendung gleicher Zielweiten (mit einer Abweichung von höchstens 10 %. Normalerweise ist dieses Verfahren für Feldversuche mit Nivellieren vorgesehen, die für genauere Nivellements, Liniennivellements und sonstige wesentliche Vermessungsaufgaben, z. B. im Tiefbau, bestimmt sind.

Die empfohlenen Zielweiten betragen 30 m. Zielweiten über 30 m dürfen für diese Prüfung der Präzision im Einsatz angewendet werden, wenn die Projektbeschreibung dies erfordert oder wenn der Bereich des Präzisionsmaßes eines Nivelliers bei bestimmten Entfernungen angegeben werden soll.

Das vollständige Prüfverfahren basiert ausschließlich auf gleichen Zielweiten. Eine Ziellinienabweichung des Nivelliers kann mit diesem Verfahren nicht festgestellt werden. Diese Ziellinienabweichung hat jedoch weder Einfluss auf die empirische Standardabweichung, noch auf die Differenz der Nullpunktabweichungen der Nivellierlatten bei Verwendung von gleichen Zielweiten. Um die Ziellinienabweichung zu bestimmen, muss das Instrument vor Messbeginn entsprechend dem Handbuch des Herstellers überprüft werden.

Das in Abschnitt 6 dieses Teils von ISO 17123 gegebene Prüfverfahren ist zur Bestimmung des Präzisionsmaßes eines bestimmten Nivelliers während des Einsatzes vorgesehen. Dieses Präzisionsmaß wird als empirische Standardabweichung eines 1-km-Doppelnivellements für den Einsatz angegeben:

$s_{\text{ISO-LEV}}$

Weiterhin darf dieses Verfahren für Folgendes angewendet werden:

- Bestimmung des Präzisionsmaßes beim Einsatz von Nivellieren durch einen einzelnen Vermessungstrupp mit einem einzelnen Instrument und dessen Zusatzausrüstungen zu einem bestimmten Zeitpunkt;
- Bestimmung einer Zeitreihe des Präzisionsmaßes beim Einsatz von einem Instrument;
- Bestimmung des Präzisionsmaßes beim Einsatz von mehreren Nivellieren, um deren jeweils erreichbare Präzision unter ähnlichen Feldbedingungen vergleichen zu können.

Statistische Prüfungen sollten angewendet werden, um zu bestimmen, ob die erreichte empirische Standardabweichung, s , zu der Grundgesamtheit der theoretischen Standardabweichung, σ , der instrumentellen Ausrüstung gehört, ob die beiden geprüften Proben zu derselben Grundgesamtheit gehören und ob die Differenz, δ , der Nullpunkte der Nivellierlatten gleich null ist (siehe 6.4 dieses Teils von ISO 17123).

5 Vereinfachtes Prüfverfahren

5.1 Konfiguration der Prüfstrecke

Um den Einfluss der Refraktion möglichst gering zu halten, muss eine hinreichend waagerechte Prüffläche gewählt werden. Zwei Nivellierpunkte A und B müssen in einem Abstand von etwa $\Delta = 60$ m zueinander eingerichtet werden (oder den Bereich, den das Projekt umfasst, abdecken). Zur Sicherstellung zuverlässiger Ergebnisse müssen die Nivellierlatten stabil aufgestellt werden und während der Prüfmessungen und der Wiederholungsmessungen zuverlässig befestigt sein.

5.2 Messungen

Vor Messbeginn muss das Instrument an die Umgebungstemperatur angepasst werden. Die für diese Akklimatisierung erforderliche Zeit beträgt etwa zwei Minuten je Grad Celsius Temperaturunterschied. Darüber hinaus muss der Anwender vor der Prüfung die Ziellinienabweichung überprüfen.

Es müssen zwei Messwertsätze ermittelt werden. Für den ersten Satz muss das Nivellier etwa in gleichem Abstand zwischen den Nivellierpunkten A und B aufgestellt werden ($\Delta/2 = 30$ m). Durch diese Konfiguration werden der Einfluss der Refraktion und die Ziellinienabweichung minimiert (siehe Bild 1). Jeder Messvorgang muss aus einer Rückblickmessung, $x_{A,j}$, zur Nivellierlatte am Punkt A und einer Vorblickmessung, $x_{B,j}$, zur Nivellierlatte am Punkt B bestehen, die jeweils in zehn Einzelmessungen durchgeführt werden ($j = 1, \dots, 10$). Zwischen jedem Messwertepaar muss das Instrument angehoben und an einer etwas anderen Stelle wieder

aufgestellt werden. Nach fünf Messungen ($x_{A,1}, x_{B,1}, \dots, x_{A,5}, x_{B,5}$) müssen die Rückblick- und Vorblickmesswerte für weitere fünf Messungen in umgekehrter Reihenfolge abgelesen werden ($x_{B,6}, x_{A,6}, \dots, x_{B,10}, x_{A,10}$).

Für den zweiten Messwertsatz muss das Nivellier in einem Abstand von etwa $\Delta/6 = 10$ m zu Punkt A und $5\Delta/6 = 50$ m zu Punkt B aufgestellt werden (siehe Bild 2). Anschließend sind erneut zehn Messungen ($x_{A,11}, x_{B,11}, \dots, x_{A,15}, x_{B,15}, x_{B,16}, x_{A,16}, \dots, x_{B,20}, x_{A,20}$) wie für den ersten Satz festgelegt, durchzuführen ($j = 1, \dots, 20$).

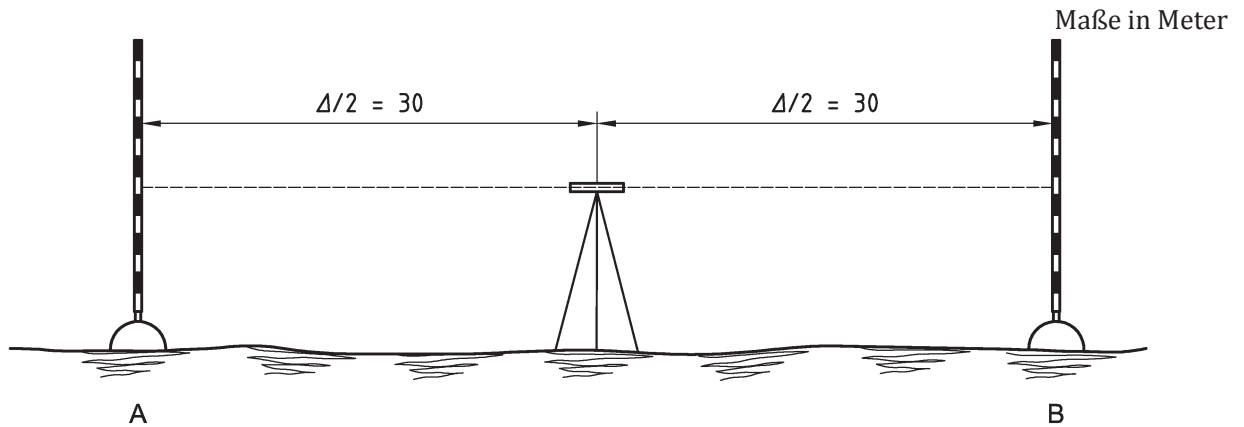


Bild 1 — Erste Konfiguration der Prüfstrecke für das vereinfachte Prüfverfahren

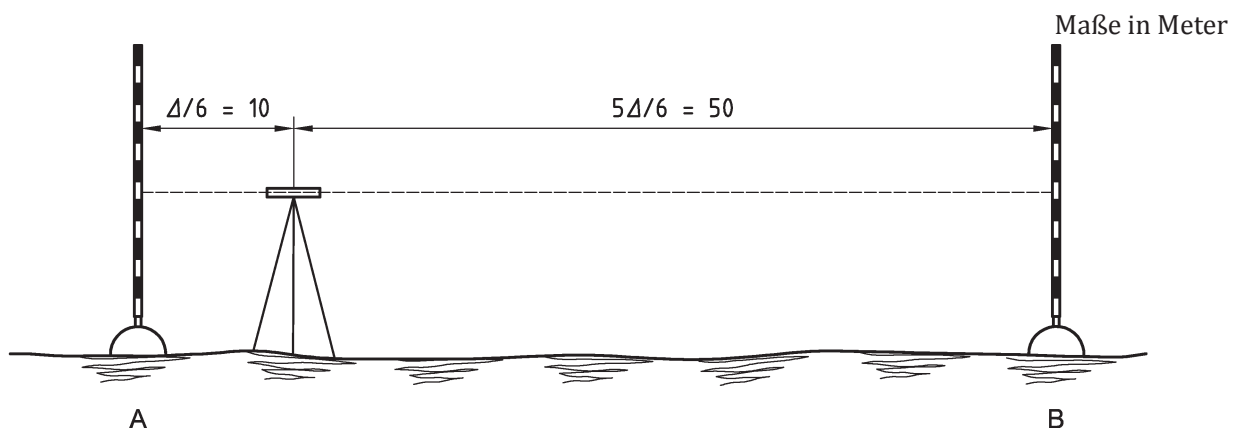


Bild 2 — Zweite Konfiguration der Prüfstrecke für das vereinfachte Prüfverfahren

5.3 Berechnung

$$d_j = x_{A,j} - x_{B,j}; j = 1, \dots, 20 \quad (1)$$

Dabei ist

d_j die Differenz zwischen dem Rückblickmesswert, $x_{A,j}$, und dem Vorblickmesswert, $x_{B,j}$.

$$\overline{d_1} = \frac{\sum_{j=1}^{10} d_j}{10} \quad (2)$$

Dabei ist

$\overline{d_1}$ der arithmetische Mittelwert der Höhenunterschiede, d_j , aus dem ersten Messwertsatz.

Der Wert $\overline{d_1}$ gilt dabei als der wahre Höhenunterschied zwischen den Nivellierpunkten A und B.

$$r_j = \overline{d_1} - d_j; j = 1, \dots, 10 \quad (3)$$

Dabei ist

r_j die Restabweichung des jeweils gemessenen Höhenunterschieds, d_j , zwischen den beiden Nivellierpunkten A und B aus dem ersten Messwertesatz.

In der rechnerischen Überprüfung muss die Summe der Restabweichungen von Satz 1 null ergeben (mit Ausnahme von Rundungsfehlern):

$$\sum_{j=1}^{10} r_j = 0 \quad (4)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{10} r_j^2}{v}} \quad (5)$$

Dabei ist

$\sum_{j=1}^{10} r_j^2$ die Summe der Quadrate der Restabweichungen r_j von Satz 1;

$v = 10 - 1 = 9$ die entsprechende Anzahl von Freiheitsgraden;

s die empirische Standardabweichung eines Höhenunterschieds, d_j , abgeleitet aus den Messungen von Satz 1.

$$\overline{d_2} = \frac{\sum_{j=11}^{20} d_j}{10} \quad (6)$$

Dabei ist

$\overline{d_2}$ der arithmetische Mittelwert der Höhenunterschiede, d_j , aus dem zweiten Messwertesatz.

Die Differenz $\overline{d_1} - \overline{d_2}$ muss innerhalb der festgelegten zulässigen Abweichung $\pm p$ (entsprechend ISO 4463-1) für die vorgesehene Messaufgabe liegen. Ist p nicht gegeben, muss die Differenz $|\overline{d_1} - \overline{d_2}| < 2,5 \times s$ betragen, wobei s die nach Gleichung (5) berechnete empirische Standardabweichung ist.

Ist die Differenz $|\overline{d_1} - \overline{d_2}|$ zu groß, deutet dies auf eine übermäßige Messunsicherheit über die lange Entfernung (50 m) hin, resultierend aus Ablesefehlern, Brechung und Verschiebung der Ziellinienachse.

In diesem Fall ist

- der Ziellinienabweichung entsprechend dem Benutzerhandbuch zu überprüfen,
- der Höchstabstand zu verringern.

6 Vollständiges Prüfverfahren

6.1 Konfiguration der Prüfstrecke

Um den Einfluss der Refraktion möglichst gering zu halten, sollte eine hinreichend waagerechte Prüffläche gewählt werden. Der Untergrund sollte fest und die Oberfläche einheitlich sein; asphaltierte oder betonierte Straßen sollten vermieden werden. Bei direkter Sonneneinstrahlung muss das Instrument gegen diese abgeschirmt werden, zum Beispiel mit einem Regen- bzw. Sonnenschirm.

Zwei Nivellierpunkte, A und B, müssen in einem Abstand von etwa $\Delta = 60$ m zueinander eingerichtet werden. Zur Sicherstellung zuverlässiger Ergebnisse müssen die Nivellierlatten stabil aufgestellt werden und während der Prüfmessungen und Wiederholungsmessungen zuverlässig befestigt sein.

Das Nivellier muss etwa im gleichem Abstand zwischen den Nivellierpunkten A und B aufgestellt werden ($\Delta/2 = 30 \text{ m} \pm 3 \text{ m}$), um den Einfluss von Refraktion und Ziellinienabweichung zu mindern (siehe Bild 3).

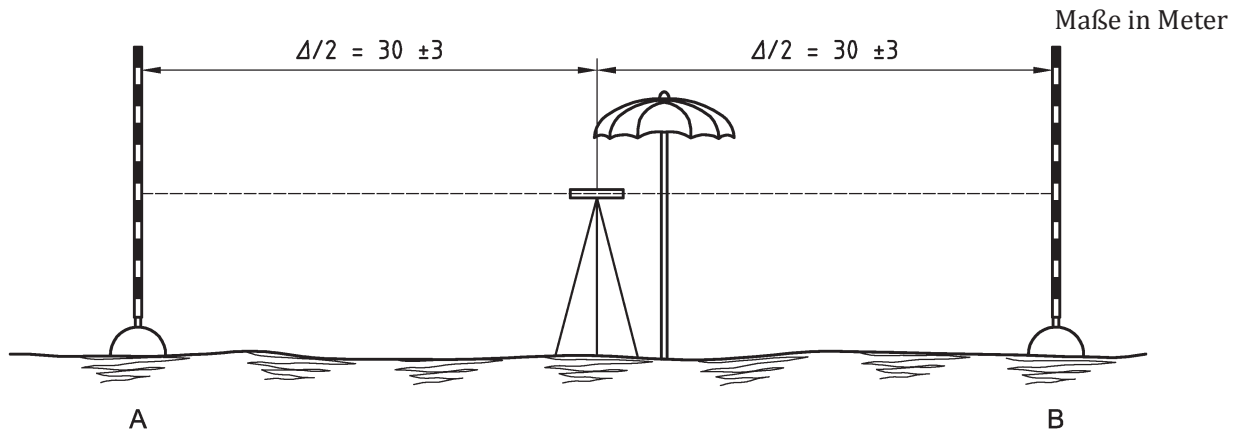


Bild 3 — Konfiguration der Prüfstrecke für das vollständige Prüfverfahren

6.2 Messungen

Vor Messbeginn muss das Instrument an die Umgebungstemperatur angepasst werden. Die für diese Akklimatisierung erforderliche Zeit beträgt etwa zwei Minuten je Grad Celsius Temperaturunterschied. Darüber hinaus muss der Anwender vor der Prüfung die Ziellinienabweichung überprüfen.

Es müssen zwei Messwertesätze ermittelt werden. Der erste Satz muss aus zwanzig Messwertpaaren bestehen, die jeweils eine Rückblickmessung, $x_{A,j}$, zur Nivellierlatte am Punkt A und einer Vorblickmessung, $x_{B,j}$, zur Nivellierlatte am Punkt B umfassen ($j = 1, \dots, 20$). Zwischen jedem Messwertepaar muss das Instrument angehoben und an einer etwas anderen Stelle wieder abgesetzt werden. Nach zehn Messungen ($x_{A,1}, x_{B,1}, \dots, x_{A,10}, x_{B,10}$) müssen die Rückblick- und Vorblickmesswerte für weitere zehn Messungen in umgekehrter Reihenfolge abgelesen werden ($x_{B,11}, x_{A,11}, \dots, x_{B,20}, x_{A,20}$).

Anschließend müssen die beiden Nivellierlatten an Punkt A und Punkt B vertauscht und das Verfahren weitere zwanzig Mal ($x_{A,21}, x_{B,21}, \dots, x_{A,30}, x_{B,30}, x_{B,31}, x_{A,31}, \dots, x_{B,40}, x_{A,40}$), wie für den ersten Satz festgelegt, wiederholt werden.

6.3 Berechnung

$$d_j = x_{A,j} - x_{B,j}; j = 1, \dots, 40 \quad (7)$$

Dabei ist

d_j die Differenz zwischen dem Rückblickmesswert, $x_{A,j}$, und dem Vorblickmesswert, $x_{B,j}$.

$$\overline{d_1} = \frac{\sum_{j=1}^{20} d_j}{20} \quad (8)$$

Dabei ist

$\overline{d_1}$ der arithmetische Mittelwert der Höhenunterschiede, d_j , aus dem ersten Messwertesatz.