

DIN EN ISO 10360-10



ICS 17.040.30; 17.040.40

Ersatz für
DIN EN ISO 10360-10:2017-03

**Geometrische Produktspezifikationen (GPS) –
Annahmeprüfung und Bestätigungsprüfung für
Koordinatenmesssysteme (KMS) –
Teil 10: Lasertracker (ISO 10360-10:2021);
Deutsche Fassung EN ISO 10360-10:2021**

Geometrical product specifications (GPS) –
Acceptance and reverification tests for coordinate measuring systems (CMS) –
Part 10: Laser trackers (ISO 10360-10:2021);
German version EN ISO 10360-10:2021

Spécification géométrique des produits (GPS) –
Essais de réception et de vérification périodique des systèmes à mesurer
tridimensionnels (SMT) –
Partie 10: Laser de poursuite (ISO 10360-10:2021);
Version allemande EN ISO 10360-10:2021

Gesamtumfang 61 Seiten

DIN-Normenausschuss Technische Grundlagen (NATG)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 10360-10:2021) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 213 „Dimensional and geometrical product specifications and verification“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 290 „Geometrische Produktspezifikationen und -prüfung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Unterausschuss NA 152-03-02-12 UA „Koordinatenmesstechnik (VDI/VDE-GMA FA 4.31)“ im DIN-Normenausschuss Technische Grundlagen (NATG).

Dieses Dokument enthält in 9, Tabelle 5 und E.5.2.4 Nationale Fußnoten zur Referenzfassung ISO 10360-10:2021, die ergänzende oder erläuternde Hinweise zur Anwendung des Dokuments geben.

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

ISO 3650	siehe	DIN EN ISO 3650
ISO 8015	siehe	DIN EN ISO 8015
ISO 10360-2:2009	siehe	DIN EN ISO 10360-2:2010-06
ISO 10360-8:2013	siehe	DIN EN ISO 10360-8:2014-03
ISO 10360-9:2013	siehe	DIN EN ISO 10360-9:2014-04
ISO 14253-1	siehe	DIN EN ISO 14253-1
ISO 14638	siehe	DIN EN ISO 14638
ISO 17450-1	siehe	DIN EN ISO 17450-1

Dieses Dokument enthält den informativen Anhang A „Formblätter“. Dem Anwender ist unbeschadet der Rechte von DIN an der Gesamtheit des Dokumentes die Vervielfältigung der Formblätter in Anhang A gestattet.

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 10360-10:2017-03 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Verringerung der Anzahl an Prüflängen;
- b) Hinzufügung von vom Anwender wählbaren Positionen bei Zwei-Lagen-Prüfungen;
- c) Hinzufügung weiterer Hinweise zu Zwischenprüfungen;
- d) Änderung des Symbols E_{Uni} in E_{Vol} ;

e) redaktionelle Überarbeitung.

Frühere Ausgaben

DIN EN ISO 10360-10: 2017-03

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 3650, *Geometrische Produktspezifikationen (GPS) — Längennormale — Parallelendmaße*

DIN EN ISO 8015, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Grundlagen — Konzepte, Prinzipien und Regeln*

DIN EN ISO 10360-2:2010-06, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Annahmeprüfung und Bestätigungsprüfung für Koordinatenmessgeräte (KMG) — Teil 2: KMG angewendet für Längenmessungen (ISO 10360-2:2009); Deutsche Fassung EN ISO 10360-2:2009*

DIN EN ISO 10360-8:2014-03, *Geometrische Produktspezifikation und -prüfung (GPS) — Annahme- und Bestätigungsprüfung für Koordinatenmesssysteme (KMS) — Teil 8: KMG mit optischen Abstandssensoren (ISO 10360-8:2013); Deutsche Fassung EN ISO 10360-8:2013*

DIN EN ISO 10360-9:2014-04, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Annahmeprüfung und Bestätigungsprüfung für Koordinatenmesssysteme (KMS) — Teil 9: KMG mit Multisensorik (ISO 10360-9:2013); Deutsche Fassung EN ISO 10360-9:2013*

DIN EN ISO 14253-1, *Geometrische Produktspezifikationen (GPS) — Prüfung von Werkstücken und Messgeräten durch Messen — Teil 1: Entscheidungsregeln für den Nachweis von Konformität oder Nichtkonformität mit Spezifikationen*

DIN EN ISO 14638, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Matrix-Modell*

DIN EN ISO 17450-1, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Grundlagen — Teil 1: Modell für die geometrische Spezifikation und Prüfung*

Deutsche Fassung

Geometrische Produktspezifikationen (GPS) —
Annahmeprüfung und Bestätigungsprüfung für
Koordinatenmesssysteme (KMS) —
Teil 10: Lasertracker (ISO 10360-10:2021)

Geometrical product specifications (GPS) —
Acceptance and reverification tests for coordinate
measuring systems (CMS) —
Part 10: Laser trackers (ISO 10360-10:2021)

Spécification géométrique des produits (GPS) —
Essais de réception et de vérification périodique des
systèmes à mesurer tridimensionnels (SMT) —
Partie 10: Laser de poursuite (ISO 10360-10:2021)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 21. August 2021 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	4
Vorwort.....	5
Einleitung.....	6
1 Anwendungsbereich.....	7
2 Normative Verweisungen.....	7
3 Begriffe und Definitionen.....	7
4 Symbole.....	12
5 Zulässige Betriebsbedingungen.....	14
5.1 Umgebungsbedingungen.....	14
5.2 Betriebsbedingungen.....	14
6 Annahmeprüfungen und Bestätigungsprüfungen.....	14
6.1 Allgemeines.....	14
6.2 Antastabweichungen Größenmaß und Form.....	15
6.2.1 Prinzip.....	15
6.2.2 Referenzprüfkörper.....	15
6.2.3 Verfahren.....	15
6.2.4 Ableitung von Prüfergebnissen.....	18
6.3 Ortsabweichungen (Zwei-Lagen-Prüfungen).....	18
6.3.1 Prinzip.....	18
6.3.2 Referenzprüfkörper.....	18
6.3.3 Verfahren.....	18
6.3.4 Ableitung von Prüfergebnissen.....	19
6.4 Längenmessabweichungen.....	20
6.4.1 Allgemeines.....	20
6.4.2 Prinzip.....	20
6.4.3 Referenzprüfkörper.....	21
6.4.4 Verfahren.....	22
6.4.5 Ableitung von Prüfergebnissen.....	25
7 Konformität mit der Spezifikation.....	25
7.1 Annahmeprüfungen.....	25
7.2 Bestätigungsprüfungen.....	26
8 Anwendungen.....	26
8.1 Annahmeprüfung.....	26
8.2 Bestätigungsprüfung.....	27
8.3 Zwischenprüfung.....	27
9 Alternative, unformatierte Darstellung von Symbolen.....	27
Anhang A (informativ) Formblätter.....	30
A.1 Formblatt 1 – Allgemeine Spezifikationen und zulässige Betriebsbedingungen.....	30
A.2 Formblatt 2 – Leistungsspezifikationen des Herstellers.....	31
Anhang B (normativ) Kalibrierte Prüflängen.....	33
B.1 Allgemeines.....	33
B.2 Maßverkörperungen.....	33

B.3	Maßstäbe	33
B.4	Feste Nester	33
B.5	Schienen- oder Wagensystem	33
B.6	Gemittelte und bidirektionale Längen	34
Anhang C (normativ) Temperaturkompensation von Werkstücken		36
Anhang D (informativ) Spezifikation von MPE		37
D.1	Allgemeines	37
D.2	Beiträge von Teilsystemen	37
D.3	Entwicklung der generischen Gleichung	38
D.4	Anmerkung zur Abstands(bereichs)prüfung	39
D.5	Anmerkung zur Zwei-Lagen-Messung	40
Anhang E (informativ) Zwischenprüfung		41
E.1	Allgemeines	41
E.2	Betrachtungen bezüglich der Umgebung	41
E.3	Häufigkeit von Zwischenprüfungen	42
E.4	Leitlinie für ein bewährtes Verfahren	42
E.5	Durchführung von Zwischenprüfungen	42
E.5.1	Zwischenprüfung für Geometrieabweichungen	42
E.5.2	Zwischenprüfung für Neigungsmesserabweichungen (Prüfungen der Ausrichtung nach der Schwerkraft)	46
Anhang F (normativ) Prüfung der Kombination aus Taster und Retroreflektor (SRC)		50
F.1	Allgemeines	50
F.2	Antastabweichungen	50
F.3	Richtungsabhängige Abweichungen	50
F.3.1	Allgemeines	50
F.3.2	Prüfmittel	51
F.3.3	Durchführung	51
F.3.4	Ableitung von Prüfergebnissen	51
F.4	Registrierungsabweichungen	51
F.5	Symbole, die diesen Anhang betreffen	52
Anhang G (normativ) Prüfung der Kombination aus optischem Abstandssensor und Retroreflektor (ODR)		53
G.1	Allgemeines	53
G.2	Antastabweichungen	53
G.3	Registrierungsabweichungen	54
G.4	Ebenheitsmessung	54
G.5	Symbole, die diesen Anhang betreffen	55
Anhang H (informativ) Zusammenhang mit dem ISO GPS-Matrix-Modell		56
H.1	Allgemeines	56
H.2	Informationen über dieses Dokument und seine Anwendung	56
H.3	Position im GPS-Matrix-Modell	56
H.4	Zugehörige Internationale Normen	56
Literaturhinweise		57

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 10360-10:2021) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 213 „Dimensional and geometrical product specifications and verification“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 290 „Geometrische Produktspezifikationen und -prüfung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis März 2022, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 2022 zurückgezogen werden.

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

Dieses Dokument ersetzt EN ISO 10360-10:2016.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 10360-10:2021 wurde von CEN als EN ISO 10360-10:2021 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (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 Normungsthemen 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.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 213, *Dimensional and geometrical product specifications and verification*, in Zusammenarbeit mit dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Technisches Komitee CEN/TC 290, *Geometrische Produktspezifikationen und -prüfung*, in Übereinstimmung mit der Vereinbarung zur technischen Zusammenarbeit zwischen ISO und CEN (Wiener Vereinbarung) erarbeitet.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 10360-10:2016), die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- Verringerung der Anzahl an Prüflängen;
- Hinzufügung von vom Anwender wählbaren Positionen bei Zwei-Lagen-Prüfungen;
- Hinzufügung weiterer Hinweise zu Zwischenprüfungen;
- Änderung des Symbols E_{Uni} in E_{Vol}

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 10360 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

Einleitung

Dieses Dokument ist eine Norm für die Geometrische Produktspezifikation (GPS) und als eine allgemeine ISO GPS-Norm (siehe ISO 14638) anzusehen. Es beeinflusst das Kettenglied F der Normenkette über Größenmaß, Abstand, Form, Richtung, Ort und Lauf.

Das in ISO 14638 angegebene ISO GPS-Matrix-Modell gibt einen Überblick über das ISO GPS-System, von dem dieses Dokument ein Teil ist. Die in ISO 8015 angegebenen Grundregeln zu ISO GPS gelten für dieses Dokument, und die Default-Entscheidungsregeln nach ISO 14253-1 gelten für Spezifikationen, die in Übereinstimmung mit diesem Dokument festgelegt wurden, sofern nichts anderes angegeben.

Ausführlichere Informationen über die Beziehung dieses Dokuments zu anderen Normen und dem ISO GPS-Matrix-Modell können Anhang H entnommen werden.

Ziel dieses Dokumentes ist es, ein wohldefiniertes Prüfverfahren zur Verfügung zu stellen:

- a) für Hersteller von Lasertrackern, um die Leistungsfähigkeit mittels höchstzulässiger Abweichungen (MPEs, en: maximum permissible errors) zu spezifizieren;
- b) um die Prüfung dieser Spezifikationen mit Hilfe kalibrierter und rückführbarer Prüflängen, Prüfkugeln und Prüfebenen zu ermöglichen.

Die Vorteile dieser Prüfungen bestehen darin, dass das Messergebnis direkt auf die Längeneinheit Meter rückführbar ist und dass es Informationen darüber liefert, wie sich der Lasertracker bei ähnlichen Längenmessungen verhalten wird.

Dieses Dokument unterscheidet sich von ISO 10360-2, welche für Koordinatenmessgeräte (KMG) mit berührenden Messkopfsystemen gilt, dahingehend, dass die Ausrichtung der kalibrierten Prüflängen die unterschiedliche Gerätegeometrie und die unterschiedlichen Abweichungsursachen innerhalb des Gerätes widerspiegelt.

1 Anwendungsbereich

In diesem Dokument werden die Annahmeprüfungen zur Überprüfung der Leistungsfähigkeit eines Lasertrackers durch die Messung von kalibrierten Prüflängen entsprechend den Spezifikationen des Herstellers festgelegt. Außerdem legt es die Bestätigungsprüfungen fest, die dem Anwender eine periodische Überprüfung der Leistungsfähigkeit des Lasertrackers ermöglichen. Die in diesem Dokument angegebenen Annahme- und Bestätigungsprüfungen sind auf Lasertracker anwendbar, die einen Retroreflektor oder einen Retroreflektor in Verbindung mit einem Taster oder einem optischen Abstandssensor als Messkopfsystem verwenden. Lasertracker mit interferometrischer Messung (IFM, en: interferometric measurement), absoluter Abstandsmessung (ADM, en: absolute distance measurement) oder beidem können nach diesem Dokument überprüft werden. Dieses Dokument kann auch für die Spezifikation und Überprüfung der maßgeblichen Leistungsprüfungen anderer Koordinatenmesssysteme mit Kugelkoordinaten herangezogen werden, die kooperative Zielmarken verwenden, wie z. B. „Laserradar“-Systeme.

ANMERKUNG Systeme, die die Zielmarke nicht verfolgen, wie z. B. Laserradar-Systeme, werden nicht auf Antastabweichungen geprüft.

Dieses Dokument gilt nicht ausdrücklich für Messsysteme, die kein Kugelkoordinatensystem verwenden. Interessierte Parteien können dieses Dokument jedoch in gegenseitigem Einvernehmen auf derartige Systeme anwenden.

Dieses Dokument spezifiziert:

- Leistungsanforderungen, die vom Hersteller oder vom Anwender des Lasertrackers zugewiesen werden können;
- die Art und Weise der Ausführung der Annahme- und Bestätigungsprüfungen, um die festgelegten Anforderungen nachzuweisen;
- Regeln für den Konformitätsnachweis;
- Anwendungen, für die die Annahme- und Bestätigungsprüfungen eingesetzt 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 10360-8:2013, *Geometrical product specifications (GPS) — Acceptance and reverification tests for coordinate measuring systems (CMS) — Part 8: CMMs with optical distance sensors*

ISO 10360-9:2013, *Geometrical product specifications (GPS) — Acceptance and reverification tests for coordinate measuring systems (CMS) — Part 9: CMMs with multiple probing systems*

3 Begriffe und Definitionen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe und Definitionen.

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

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

3.1

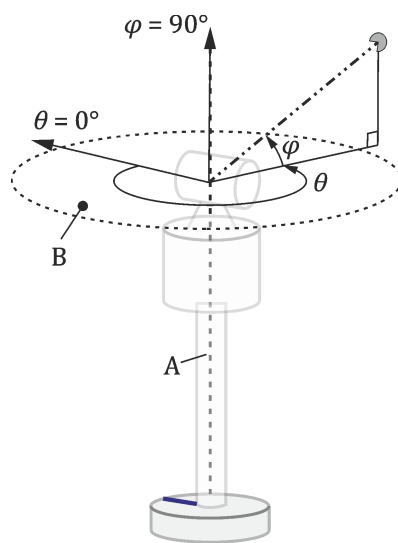
Lasertracker

Koordinatenmesssystem, bei dem eine kooperative Zielmarke mit einem Laserstrahl nachverfolgt und ihr Ort anhand des Abstands(bereichs) und zweier Winkel bestimmt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die beiden Winkel werden als Azimut θ (Rotation um eine senkrechte Achse, die Stehachse des Lasertrackers) und entweder als Elevation φ (Winkel in einer horizontalen Ebene, senkrecht zur Stehachse) oder als Zenit (Winkel zur Stehachse) bezeichnet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Bei den mit Kugelkoordinatensystemen verbundenen Symbolen sollte mit Umsicht und Sorgfalt vorgegangen werden, weil dazu unterschiedliche Konventionen existieren. Die in ISO 80000-2 enthaltene Beschreibung eines Kugelkoordinatensystems z. B. verwendet die Symbole anders und nutzt den Zenitwinkel (den Winkel zur Senkrechten) anstelle der Elevation.

Anmerkung 3 zum Begriff: Siehe Bild 1.



Legende

- A Stehachse
- B horizontale Ebene (des Lasertrackers)
- θ Azimutwinkel
- φ Elevationswinkel

Bild 1 — Koordinatensystem eines Lasertrackers

3.2

interferometrischer Messmodus

IFM-Modus, en: interferometric measurement mode

Messmethode, bei der ein Laserverschiebeinterferometer, integriert in einen *Lasertracker* (3.1), zur Bestimmung des Abstands(bereichs) zu einer Zielmarke eingesetzt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Verschiebeinterferometer können nur Abstandsänderungen bestimmen und erfordern daher einen Bezugsabstand (z. B. die Home-Position).

3.3

Messmodus mit absoluter Abstandsmessung

ADM-Modus, en: absolute distance measurement mode

Messmethode, bei der eine Laufzeitmesseinrichtung, integriert in einen *Lasertracker* (3.1), zur Bestimmung des Abstands(bereichs) zu einer Zielmarke eingesetzt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Laufzeitmesseinrichtungen können eine Vielzahl von Modulationsverfahren zur Berechnung des Abstands zur Zielmarke verwenden.

3.4

Retroreflektor

passives Messmittel zur Reflektion von Licht parallel zur Einfallsrichtung über einen Bereich von Einfallswinkeln

Anmerkung 1 zum Begriff: Typische Retroreflektoren sind das Katzenauge, die Würfecke und Kugeln aus Spezialmaterial.

Anmerkung 2 zum Begriff: Retroreflektoren sind kooperative Zielmarken.

Anmerkung 3 zum Begriff: Bei bestimmten Systemen, wie z. B. bei Laserradar, wird der Retroreflektor möglicherweise eine kooperative Zielmarke, wie z. B. eine polierte Kugel, sein.

3.5

Messkugelretroreflektor

SMR, en: spherically mounted retroreflector

in einem kugelförmigen Gehäuse montierter *Retroreflektor* (3.4)

Anmerkung 1 zum Begriff: Im Fall einer offenen Würfecke stimmt der Eckpunkt üblicherweise mit dem Mittelpunkt der Kugel überein.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Prüfungen in diesem Dokument werden üblicherweise mit einem Messkugelretroreflektor ausgeführt.

Anmerkung 3 zum Begriff: Siehe Bild 2.

3.6

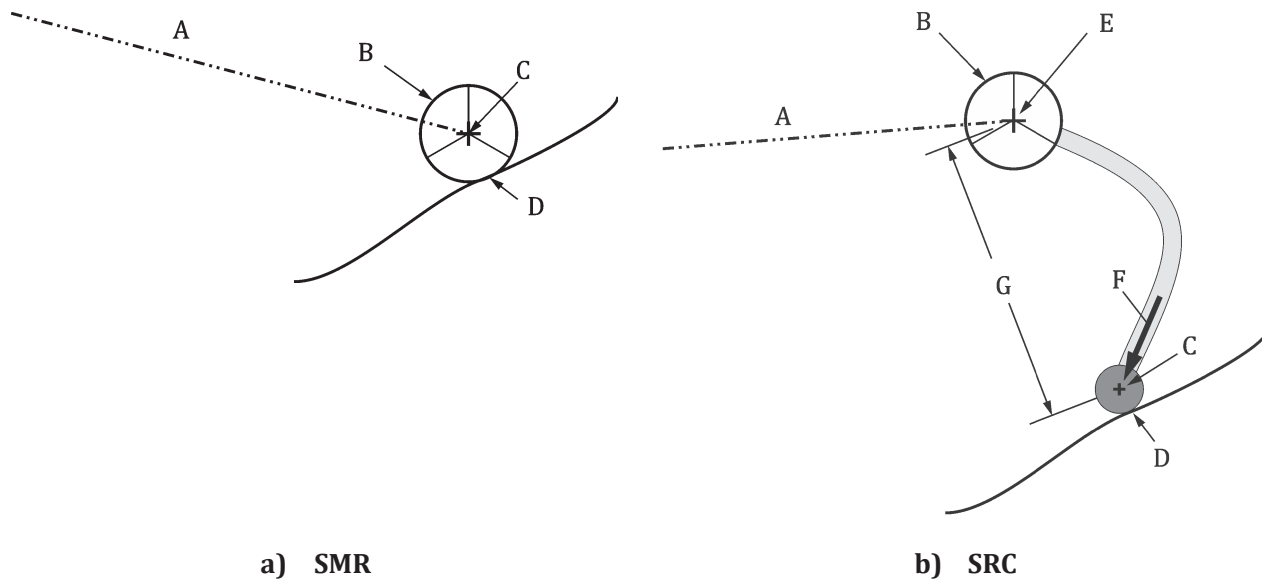
Kombination von Taster und Retroreflektor

SRC, en: stylus and retroreflector combination

Messkopfsystem, das den Messpunkt unter Verwendung eines Tasters durch Antastung des Werkstücks, den Ort des Tastersystems durch einen *Retroreflektor* (3.4) und den Einheitsvektor der Tasterorientierung durch andere Mittel bestimmt

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Bezugspunkt für den Versatz des Tasterelements (*l*) ist der Mittelpunkt des Retroreflektors.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Bild 2.



Legende

- A Laserstrahl
- B Retroreflektor
- C Messpunkt
- D Berührungspunkt
- E Ort des Tastersystems
- F Vektor der üblichen Antast-Richtung
- G Versatzmaß des Tasterelements l

Bild 2 — Darstellung eines SMR im Vergleich zur SRC (bildliche Darstellungen vereinfacht)

3.7

Kombination von optischem Abstandssensor und Retroreflektor

ODR, en: optical distance sensor and retroreflector combination

Messkopfsystem, das für die Messung des Werkstücks den Messpunkt unter Verwendung eines optischen Abstandssensors bestimmt, wobei der Ort des optischen Abstandssensors durch einen *Retroreflektor* (3.4) und seine Ausrichtung durch andere Mittel bestimmt werden

3.8

Zielmarkennest

Nest

Vorrichtung zur wiederholbaren Positionierung eines *SMR* (3.5)

3.9

Längenmessabweichung

$E_{Vol:L:LT}$

$E_{Bi:L:LT}$

Anzeigeabweichung bei Durchführung einer gemittelten ($E_{Vol:L:LT}$) oder bidirektionalen ($E_{Bi:L:LT}$) Punkt-zu-Punkt-Abstandsmessung an einer kalibrierten Prüflänge mit Hilfe eines Lasertrackers mit einem Versatz des Tasterelements L

Anmerkung 1 zum Begriff: $E_{Vol:0:LT}$ und $E_{Bi:0:LT}$ (die in diesem Dokument häufig verwendet werden) entsprechen dem allgemeinen Fall ohne Versatz des Tasterelements, wenn der optische Mittelpunkt des Retroreflektors mit dem physikalischen Mittelpunkt des Messkopfsystems für *Messkugelretroreflektoren* (3.5) zusammenfällt.

3.10

Material mit einem normalen Ausdehnungskoeffizienten CTE-Standardmaterial

Material mit einem thermischen Ausdehnungskoeffizienten (CTE) zwischen $8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ und $13 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$

Anmerkung 1 zum Begriff: In einigen Dokumenten kann der CTE in Einheiten von $1/\text{K}$ oder K^{-1} angegeben sein, was $1/^{\circ}\text{C}$ entspricht.

[QUELLE: ISO 10360-2:2009, 3.3, modifiziert – Anmerkung 1 zum Begriff wurde hinzugefügt.]

3.11

Antastabweichung Form

$P_{\text{Form.Sph.1x25:SMR:LT}}$

Anzeigeabweichung, innerhalb der die Spannweite der Gaußschen Radialabstände mittels einer Einpassung von 25 durch einen *Lasertracker* (3.1) an einer kugelförmigen Maßverkörperung gemessenen Punkten nach der Methode der kleinsten Quadrate bestimmt werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Es wird nur eine Einpassung nach der Methode der kleinsten Quadrate durchgeführt, und für jeden Punkt wird sein Abstand (Radius) von diesem eingepassten Mittelpunkt ausgewertet.

3.12

Antastabweichung Größenmaß

$P_{\text{Size.Sph.1x25:SMR:LT}}$

Anzeigeabweichung des Durchmessers einer kugelförmigen Maßverkörperung, die durch eine Einpassung von 25 mit einem *Lasertracker* (3.1) gemessenen Punkten nach der Methode der kleinsten Quadrate ermittelt wurde

3.13

Antastabweichung Ort Zwei-Lagen-Abweichung

Umschlagabweichung

$L_{\text{Dia.2x1:P\&R:LT}}$

senkrecht zum Pfad des Laserstrahls ermittelter Abstand zwischen zwei Messungen eines ortsfesten *Retroreflektors* (3.4) wobei die zweite Messung unter einem Azimutwinkel des *Lasertrackers* (3.1) von etwa 180° zur ersten Messung vorgenommen wird und der Elevationswinkel des Lasertrackers etwa gleich bleibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Kombination von Achsendrehungen ist als Zwei-Lagen- oder Umschlagsprüfung bekannt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Das Stativ des Lasertrackers ist für diese Prüfung fest installiert.

3.14

höchstzulässige Längenmessabweichung

$E_{\text{Vol:L:LT,MPE}}$

$E_{\text{Bi:L:LT,MPE}}$

maximal zulässiger Wert der *Längenmessabweichung* (3.9) $E_{\text{Bi:L:LT}}$ oder $E_{\text{Vol:L:LT}}$ entsprechend den Spezifikationen

Anmerkung 1 zum Begriff: $E_{\text{Vol:0:LT}}$ und $E_{\text{Bi:0:LT}}$ (die in diesem Dokument häufig verwendet werden) entsprechen dem allgemeinen Fall ohne Versatz des Tasterelements, wenn der optische Mittelpunkt des Retroreflektors mit dem physikalischen Mittelpunkt des Messkopfsystems für *Messkugelretroreflektoren* (3.5) zusammenfällt.

3.15

höchstzulässige Antastabweichung Form

$P_{\text{Form.Sph.1x25:SMR:LT,MPE}}$

maximal zulässiger Wert der *Antastabweichung Form* (3.11) $P_{\text{Form.Sph.1x25:SMR:LT}}$ entsprechend den Spezifikationen

3.16

höchstzulässige Antastabweichung Größenmaß

$P_{\text{Size.Sph.1x25:SMR:LT,MPE}}$

maximal zulässiger Wert der *Antastabweichung Größenmaß* (3.12) $P_{\text{Size.Sph.1x25:SMR:LT}}$ entsprechend den Spezifikationen

3.17

höchstzulässige Abweichung Ort

$L_{\text{Dia.2x1:P\&R:LT,MPE}}$

maximal zulässiger Wert der *Abweichung Ort* $L_{\text{Dia.2x1:P\&R:LT}}$ entsprechend den Spezifikationen

3.18

zulässige Betriebsbedingungen

Betriebsbedingungen, die entsprechend der Spezifikation während der Messung eingehalten werden müssen, damit sich das Messgerät oder Messsystem seiner Auslegung entsprechend verhält

Anmerkung 1 zum Begriff: Die zulässigen Betriebsbedingungen legen im Allgemeinen Wertebereiche für die Messgröße und andere Einflussgrößen fest.

Anmerkung 2 zum Begriff: Im Rahmen der Normenreihe ISO 10360 bedeutet die Benennung „der Auslegung entsprechend“ (en: „as designed“) in der Definition „wie durch MPEs festgelegt“.

Anmerkung 3 zum Begriff: Bei Nichteinhaltung der zulässigen Betriebsbedingungen in einer Prüfung nach der Normenreihe ISO 10360 kann weder die Konformität noch die Nichtkonformität mit den betreffenden Spezifikationen festgestellt werden.

[QUELLE: ISO/IEC Guide 99:2007, 4.9, modifiziert – die Definition wurde überarbeitet und die Anmerkung 2 und Anmerkung 3 zum Begriff wurden hinzugefügt.]

4 Symbole

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Symbole nach Tabelle 1.

Tabelle 1 — Symbole für Spezifikationsgrößen

Symbol	Bedeutung
$E_{\text{Vol:L:LT}}$ $E_{\text{Bi:L:LT}}$	Längenmessabweichung (gemittelte oder bidirektionale Längen), dabei ist L der Versatz des Tasterelements
$P_{\text{Form.Sph.1x25:SMR:LT}}$	Antastabweichung Form
$P_{\text{Size.Sph.1x25:SMR:LT}}$	Antastabweichung Größenmaß
$L_{\text{Dia.2x1:P\&R:LT}}$	Abweichung Ort (aus Zwei-Lagen-Prüfungen)
$E_{\text{Vol:L:LT,MPE}}$ $E_{\text{Bi:L:LT,MPE}}$	höchstzulässige Längenmessabweichung, dabei ist L der Versatz des Tasterelements
$P_{\text{Form.Sph.1x25:SMR:LT,MPE}}$	höchstzulässige Antastabweichung Form

Symbol	Bedeutung
$P_{\text{Size.Sph.1x25:SMR:LT,MPE}}$	höchstzulässige Antastabweichung Größenmaß
$L_{\text{Dia.2x1:P\&R:LT,MPE}}$	höchstzulässige Abweichung Ort (aus Zwei-Lagen-Prüfungen)
Prüfung zusätzlicher Sensoren – SRC	
$P_{\text{Form.Sph.1x25:SRC:LT}}$	Antastabweichung Form für SRC
$P_{\text{Size.Sph.1x25:SRC:LT}}$	Antastabweichung Größenmaß für SRC
$P_{\text{Dia.15x1:SRC:LT}}$	Abweichung Richtung für SRC
$P_{\text{Form.Sph.1x25:SRC:LT,MPE}}$	höchstzulässige Antastabweichung Form für SRC
$P_{\text{Size.Sph.1x25:SRC:LT,MPE}}$	höchstzulässige Antastabweichung Größenmaß für SRC
$P_{\text{Dia.15x1:SRC:LT,MPE}}$	höchstzulässige Abweichung Richtung für SRC
Prüfung zusätzlicher Sensoren – ODR	
$P_{\text{Form.Sph.1} \times 25:\text{ODR:LT}}$	Antastabweichung Form für ODR (25 Punkte)
$P_{\text{Form.Sph.D95 \%:ODR:LT}}$	Antastabweichung Form für ODR (95 % der Punkte)
$P_{\text{Size.Sph.1} \times 25:\text{ODR:LT}}$	Antastabweichung Größenmaß für ODR (25 Punkte)
$P_{\text{Size.Sph.All:ODR:LT}}$	Antastabweichung Größenmaß für ODR (alle Punkte)
$E_{\text{Form.Pla.D95 \%:ODR:LT}}$	Abweichung bei Ebenheitsmessung mit ODR (95 % der Punkte)
$P_{\text{Form.Sph.1} \times 25:\text{ODR:LT,MPE}}$	höchstzulässige Antastabweichung Form für ODR (25 Punkte)
$P_{\text{Form.Sph.D95 \%:ODR:LT,MPE}}$	höchstzulässige Antastabweichung Form für ODR (95 % der Punkte)
$P_{\text{Size.Sph.1} \times 25:\text{ODR:LT,MPE}}$	höchstzulässige Antastabweichung Größenmaß für ODR (25 Punkte)
$P_{\text{Size.Sph.All:ODR:LT,MPE}}$	höchstzulässige Antastabweichung Größenmaß für ODR (alle Punkte)
$E_{\text{Form.Pla.D95 \%:ODR:LT,MPE}}$	Höchstzulässige Abweichung bei Ebenheitsmessung mit ODR (95 % der Punkte)
Prüfung von Mehrfach-Tastersystemen	
$P_{\text{Form.Sph.nx25::MPS:LT}}$	Abweichung Form mit Mehrfach-Tastersystem
$P_{\text{Size.Sph.nx25::MPS:LT}}$	Abweichung Größenmaß mit Mehrfach-Tastersystem
$L_{\text{Dia.n} \times 25::\text{MPS:LT}}$	Abweichung Ort mit Mehrfach-Tastersystem
$P_{\text{Form.Sph.nx25::MPS:LT,MPE}}$	höchstzulässige Antastabweichung Form mit Mehrfach-Tastersystem
$P_{\text{Size.Sph.nx25::MPS:LT,MPE}}$	höchstzulässige Antastabweichung Größenmaß mit Mehrfach-Tastersystem
$L_{\text{Dia.n} \times 25::\text{MPS:LT,MPE}}$	höchstzulässige Antastabweichung Ort mit Mehrfach-Tastersystem

ANMERKUNG 1 Im allgemeinen Fall der Längenprüfung mit SMR ist L gleich 0 (z. B. $E_{\text{Bi:0:LT}}$).

ANMERKUNG 2 Die spezifischen Kombinationen der Taster für die verschiedenen Antastabweichungen bei Mehrfach-Tastersystemen sind abhängig von den mitgelieferten Tastern des Lasertracker-Systems. Es ist möglich, die Kombination könnte ausdrücklich im Symbol zu erfassen, wie z. B. im Falle von $P_{\text{Size.Sph.2x25:ODS,SMR:MPS:LT}}$, worin die Symbole für die Taster alphabetisch aufgeführt sind.

ANMERKUNG 3 Bei Mehrfach-Tasterprüfungen ist n (in $n \times 25$) die Anzahl der verwendeten Taster ($n \geq 2$).

5 Zulässige Betriebsbedingungen

5.1 Umgebungsbedingungen

Grenzwerte für die zulässigen Umgebungsbedingungen, wie z. B. Temperaturbedingungen, Luftdruck, Luftfeuchte und Schwingungen am Einsatz- oder Prüfort, die die Messungen beeinflussen, müssen festgelegt werden:

- im Fall von Annahmeprüfungen vom Hersteller;
- im Fall von Bestätigungsprüfungen vom Anwender.

In beiden Fällen steht es dem Anwender frei die Umgebungsbedingungen, unter denen die Prüfung durchgeführt wird, innerhalb der festgelegten Grenzwerte frei zu wählen (für die Festlegung dieser Bedingungen wird das in Anhang A enthaltene Formblatt 1 empfohlen).

Falls der Anwender wünscht, dass die Prüfung unter anderen Umgebungsbedingungen als den am Prüfort herrschenden Umgebungsbedingungen (z. B. bei einer höheren oder tieferen Temperatur) durchgeführt wird, sollte zwischen den Beteiligten Einvernehmen darüber erzielt werden, wer die Kosten für die Umgebungskonditionierung übernimmt.

5.2 Betriebsbedingungen

Die vom Hersteller für die Einhaltung der MPE-Spezifikation geforderten Bedingungen müssen festgelegt werden (z. B. wie in einem Spezifikationsdatenblatt angegeben).

Außerdem muss der Lasertracker bei der Durchführung der in Abschnitt 6 angegebenen Prüfungen nach den im Bedienhandbuch des Herstellers angegebenen Verfahren betrieben werden. Spezifische Teile des Betriebshandbuchs des Herstellers, die zu befolgen sind, schließen Folgendes ein:

- a) Einschalt- und Aufwärmzyklen des Gerätes;
- b) Verfahren zur Kompensation des Gerätes;
- c) Reinigungsverfahren für Retroreflektoren und Nester;
- d) Einmessen des SMR oder des SRC;
- e) Ort, Typ und Anzahl der Umgebungssensoren (d. h. die „Wetterstation“);
- f) Ort, Typ und Anzahl der Temperatursensoren am Werkstück;
- g) Stabilität und Schwingungsisolierung der Halterung.

6 Annahmeprüfungen und Bestätigungsprüfungen

6.1 Allgemeines

Im Folgenden werden

- Annahmeprüfungen nach den Spezifikationen und Verfahren des Herstellers ausgeführt, die diesem Dokument entsprechen;
- Bestätigungsprüfungen nach den Spezifikationen des Anwenders und den Verfahren des Herstellers ausgeführt.

Falls die Spezifikationen dies zulassen, darf der Lasertracker in einer anderen als der üblichen senkrecht stehenden Ausrichtung geprüft werden. In jedem Fall werden die Azimut- und Elevationswinkel in Bezug auf den Lasertracker ausgerichtet. Der Ort und die Ausrichtung der kalibrierten Prüflängen in Bezug auf den Lasertracker müssen vor Beginn der Prüfungen eindeutig festgelegt werden. Die kalibrierten Prüflängen drehen sich in der Regel nicht mit dem Lasertracker mit. Die Positionen der Antastprüfung und der Zwei-Lagen-Prüfung behalten jedoch ihr Verhältnis zur Stehachse des Lasertrackers bei (d. h. sie drehen sich mit dem Lasertracker). Ist der Lasertracker z. B. mit seiner Stehachse horizontal montiert, so befinden sich die in Tabelle 2 und Tabelle 3 als „höher“ und „tiefer“ bezeichneten Richtungen parallel zu dieser.

Wird eine Einpassung nach der Gaußschen Methode der kleinsten Quadrate in der Ableitung der Prüfergebnisse vorgenommen, so muss es sich dabei um eine uneingeschränkte Einpassung der Daten handeln, es sei denn, Einschränkungen in der Einpassung sind ausdrücklich angegeben.

Weil die Zwei-Lagen-Prüfungen schnell durchgeführt werden können und Probleme mit der Geometrie des Lasertrackers und ihrer Korrektur sofort aufdecken, wird empfohlen, einige oder sämtliche dieser Prüfungen zuerst durchzuführen.

6.2 Antastabweichungen Größenmaß und Form

6.2.1 Prinzip

Der Grundsatz dieses Prüfverfahrens besteht darin, das Größenmaß und die Form einer Prüfkugel anhand von 25 Punkten, die mit dem SMR, dem SRC oder der ODR angetastet werden, zu messen. Für zusätzliche Informationen über die Prüfung mit SRC- oder ODR-Tastern wird auf Anhang F bzw. Anhang G verwiesen. Zur Ermittlung der Anzeigeabweichungen für Form und Größenmaß wird das Ergebnis einer Kugeleinpassung der 25 Punkte nach der Methode der kleinsten Quadrate untersucht. Diese Analyse liefert die Antastabweichung Form $P_{\text{Form.Sph.1x25:SMR:LT}}$ und die Antastabweichung Größenmaß $P_{\text{Size.Sph.1x25:SMR:LT}}$.

ANMERKUNG 1 Die Antastabweichungen $P_{\text{Form.Sph.1x25:SMR:LT}}$ und $P_{\text{Size.Sph.1x25:SMR:LT}}$ gelten nicht für Laserradarsysteme.

ANMERKUNG 2 Es handelt sich um Prüfungen zur Ermittlung der Fähigkeit des Lasertrackersystems, den Ort einzelner Punkte im Raum zu ermitteln. Das Ziel dieser Prüfungen besteht nicht darin, irgendeine der von einem SMR-Hersteller bereitgestellten Spezifikationen zu überprüfen, obgleich Abweichungen im SMR die Prüfergebnisse beeinflussen.

ANMERKUNG 3 Wird diese Prüfung mit einem SMR durchgeführt, so können drei Arten von Abweichungen des SMR die Ergebnisse dieser Prüfung beeinflussen. Wenn die Kugel, in der der Retroreflektor montiert ist, keine perfekte Kugel ist, beeinflusst dies das Prüfergebnis. Auch wenn die verspiegelten Oberflächen, die den Retroreflektor bilden, nicht rechtwinklig zueinander sind oder wenn ihr Schnittpunkt nicht mit dem Mittelpunkt der Kugel zusammenfällt, wird das Prüfergebnis beeinträchtigt.

6.2.2 Referenzprüfkörper

Die Maßverkörperung, d. h. die Prüfkugel, muss einen Nenndurchmesser von mindestens 10 mm und höchstens 51 mm haben. Die Prüfkugel muss hinsichtlich Größenmaß und Form kalibriert sein.

ANMERKUNG Messungen an kleineren Prüfkugeln können durch den Einfluss der Kugelhalterung erschwert werden.

6.2.3 Verfahren

Die Prüfkugel ist so zu montieren, dass eine vollständige Halbkugel angetastet werden kann. Wird zur Antastung ein SMR verwendet, so sollte die Prüfkugelhalterung in die dem Lasertracker entgegengesetzte Richtung zeigen. Bei einem SRC sollte die Halterung in die der üblichen Antastrichtung entgegengesetzte Richtung zeigen (siehe Bild 2).