

Optoelektronische Abstands-, Profil- und Formmessung

DIN
32877

ICS 17.040.30

Optoelectronic measurement of distance, profil and form
Mesurage opto-électronique de distance, profile et forme

Ersatz für
DIN 32877:1992-02,
DIN V 32936-1:1995-03
und
DIN V 32936-2:1995-12

Vorwort

Diese Norm wurde vom NATG-C.2.7.2 im Normenausschuss Technische Grundlagen (NATG), Fachbereich C – Geometrische Produktspezifikation und -prüfung – erarbeitet. Sie fasst die Ergebnisse der im Rahmen der Entwicklungsbegleitenden Normung (EBN) erarbeiteten Vornormen DIN V 32936-1:1995-03 und DIN V 32936-2:1995-12 mit DIN 32877:1992-02 in einer Neuausgabe von DIN 32877 zusammen.

Änderungen

Gegenüber der DIN 32877:1992-02, DIN V 32936-1:1995-03 und DIN V 32936-2:1995-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Die Beschreibung der Messverfahren, die Definition der Benennungen und die Angaben der Tabelle wurden redaktionell überarbeitet.
- Die Anzahl der Prüfkörper für das Triangulationsverfahren wurde um zwei erhöht.
- Die Ebenheitstoleranz der Prüfkörper 1 und 2 wurde von 0,02 mm in 0,002 mm geändert.
- Der Abschnitt „Prüfung“ wurde überarbeitet.
- Der Titel der Norm wurde geändert.

Frühere Ausgaben

DIN 32877: 1992-02
DIN V 32936-1: 1995-03
DIN V 32936-2: 1995-12

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für optoelektronische Längenmeseinrichtungen zur Abstands-, Profil- und Formmessung. Sie definiert Benennungen und legt Anforderungen und deren Prüfung fest.

DIN 1319-2, *Grundlagen der Messtechnik – Teil 2: Begriffe für die Anwendung von Messgeräten.*

DIN 1319-3, *Grundlagen der Messtechnik – Teil 3: Auswertung von Messungen einer einzelnen Messgröße, Messunsicherheit.*

DIN 5401-1, *Wälzlager – Kugeln aus durchhärtendem Wälzlagerstahl.*

DIN 17350, *Werkzeugstähle – Technische Lieferbedingungen.*

DIN 55350-13, *Begriffe der Qualitätssicherung und Statistik; Begriffe zur Genauigkeit von Ermittlungsverfahren und Ermittlungsergebnissen.*

DIN VDE 0470-1, *Schutzarten durch Gehäuse (IP Code); (IEC 60529 (1989), 2. Ausgabe); Deutsche Fassung EN 60529:1991.*

DIN EN 573-3, *Aluminium und Aluminiumlegierungen Chemische Zusammensetzung und Form von Halbzeug Teil 3: Chemische Zusammensetzung; Deutsche Fassung EN 573-3:1994.*

2 Normative Verweisungen

Diese Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

DIN 1319-1, *Grundlagen der Messtechnik – Teil 1: Grundbegriffe.*

Fortsetzung Seite 2 bis 12

Normenausschuss Technische Grundlagen (NATG) – Geometrische Produktspezifikation und -prüfung –
im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

DIN EN 10027-2, *Bezeichnungssysteme für Stähle – Teil 2: Nummernsystem; Deutsche Fassung EN 10027-2:1992.*

DIN EN 60068-2-6, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen; Prüfung Fc: Schwingen, sinusförmig (IEC 60068-2-6:1995 + Corrigendum 1995); Deutsche Fassung EN 60068-2-6:1995.*

DIN EN 60068-2-27, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen; Prüfung Ea und Leitfaden: Schocken (IEC 60068-2-27:1987); Deutsche Fassung EN 60068-2-27:1993.*

DIN EN 60825-1 (VDE 0837 Teil 1), *Sicherheit von Laser-Einrichtungen – Teil 1: Klassifizierung von Anlagen, Anforderungen und Benutzer-Richtlinien (IEC 60825-1:1993); Deutsche Fassung EN 60825-1:1994 + A1:1996.*

DIN EN 61326 (VDE 0843 Teil 20), *Elektrische Betriebsmittel für Messtechnik, Leittechnik und Laboreinsatz – EMV-Anforderungen (IEC 61326:1997); Deutsche Fassung EN 61326:1997.*

DIN EN 61326/A1 (VDE 0843 Teil 20/A1), *Elektrische Betriebsmittel für Messtechnik, Leittechnik und Laboreinsatz – EMV-Anforderungen; Änderung A1 (IEC 61326:1997/A1:1998); Deutsche Fassung EN 61326:1997/A1:1998.*

DIN EN ISO 4288, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) – Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren – Regeln und Verfahren für die Beurteilung der Oberflächenbeschaffenheit (ISO 4288:1996); Deutsche Fassung EN ISO 4288:1997.*

DIN EN ISO 11145, *Optik und optische Instrumente – Laser und Laseranlagen – Begriffe und Formelzeichen (ISO 11145:1994); Deutsche Fassung EN ISO 11145:1994.*

Internationales Wörterbuch der Metrologie (VIM), BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML, 2. Ausgabe 1993¹⁾.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Norm gelten die Grundbegriffe der Messtechnik nach DIN 1319-1 bis DIN 1319-3, die Begriffe des Internationalen Wörterbuches der Metrologie (VIM), die Grundbegriffe der Lasertechnik nach DIN EN ISO 11145 sowie die folgenden Begriffe:

3.1 Allgemeine Begriffe

3.1.1

optoelektronische Messeinrichtung

Einrichtung, bestehend aus einer Bestrahlungseinrichtung, einem Messsignalaufnehmer, einer Signalverarbeitungseinrichtung und einer Steuereinrichtung.

ANMERKUNG Die optische Messeinrichtung kann aus mehreren, räumlich getrennten Einheiten bestehen, z. B. Aufnehmer und Steuereinrichtung, verbunden durch eine Aufnehmerleitung.

3.1.2

Bestrahlungseinrichtung

Gesamtheit aller Komponenten, die erforderlich ist, um die für das betreffende Messverfahren erforderliche Bestrahlungsstruktur im Messbereich zu erzeugen.

BEISPIEL Strahlquellen, Strahlformungsoptik, Blenden, Gitter, Spiegel-scanner, Steuerelektronik für Laserdiode.

3.1.3

Bestrahlungsstruktur

Durch die Bestrahlungseinrichtung örtlich und zeitlich erzeugte Strahlverteilung im Messbereich.

BEISPIEL Messfleck, Messfleckzeile, Messlinie

3.1.4

Signalverarbeitungseinrichtung

Gesamtheit aller Komponenten, die erforderlich ist, um aus den erzielten Messsignalen die Messgröße zu ermitteln und damit das Messergebnis zu erzeugen.

BEISPIEL Linearisierungseinheit, Empfangselektronik für Messaufnehmer, Filterung

3.1.5

Steuereinrichtung

Gesamtheit aller Komponenten, die erforderlich ist, um eine optoelektronische Messeinrichtung zu steuern und mit externen Systemen oder Geräten zu kommunizieren.

BEISPIEL Mikrokontroller, Messwertspeicher, digitale Ein- und Ausgänge, Schnittstellen

3.1.6

Empfangsstrahlung

Der Teil, der von der Bestrahlungseinrichtung kommenden auf der Oberfläche des Prüfgegenstandes gestreuten Strahlung, der von der Abbildungsoptik des Messsignalaufnehmers erfasst und auf dem Empfänger abgebildet wird.

3.1.7

Dynamikbereich der Empfangsstrahlung

Bereich der empfangenen Strahlungsleistung, innerhalb dem die Spezifikationen erfüllt werden.

3.1.8

Grenze der Fremdstrahlungsstärke

Höchstwert der Bestrahlungsstärke, bei der die für die Messeinrichtung angegebenen Fehlergrenzen nicht überschritten werden.

ANMERKUNG Das spektrale und das zeitliche Verhalten der Fremdstrahlungsquelle ist zu berücksichtigen.

3.1.9

Messfrequenz

Frequenz der Aktualisierung des Messergebnisses am Ausgang der Messeinrichtung.

3.1.10

Höchstwert der Triggerfrequenz

Frequenz, mit der das Messergebnis aufgrund eines externen Triggersignals am Ausgang der Messeinrichtung aktualisiert werden kann.

3.1.11

Grenzfrequenz der Änderung der Messgröße

Frequenz, bis zu der eine sinusförmige Änderung der Messgröße ohne Überschreitung der Fehlergrenzen noch übertragen wird.

3.1.12

Triggerverzögerung

Die zeitliche Verzögerung zwischen dem Triggersignal und dem Beginn der auf das Triggersignal folgenden Messung.

3.1.13

Antwortverzögerung

Die zeitliche Verzögerung zwischen dem Triggersignal und der Ausgabe des aufgrund der Triggerung ermittelten Messwertes.

1) Zu beziehen durch: Beuth Verlag GmbH, 10722 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin), ISBN 3-410-13086-1

3.2 Begriffe für das Triangulations- und Fokussierverfahren

3.2.1

Messfleck

Eine durch die Bestrahlungseinrichtung erzeugte Strahlungsverteilung auf der Oberfläche des Prüfgegenstandes.

3.2.2

mittlerer Messabstand

Abstand zwischen der Bezugsebene des Aufnehmers und der Mitte seines Messbereiches (siehe Bilder 1 und 2).

3.2.3

Grenzfrequenz der Änderung der Empfangsstrahlung

Frequenz, bis zu der für eine konstante Messgröße bei einer Änderung der Empfangsstrahlung um 95 % des Dynamikbereiches die Fehlergrenzen nicht überschritten werden.

3.2.4

Sprungantwort an einer Übergangsstelle

Zeit, die zwischen einer ersten Änderung des Messwertes um 10 % in Bezug auf den statischen Messwert vor der Übergangsstelle und dem letzten Erreichen eines Messwertes nach der Übergangsstelle, der 10 % vom statischen Messwert nach der Übergangsstelle abweicht, verstreicht.

ANMERKUNG Die Sprungantwort kann an Stelle der Grenzfrequenz der Änderung der Messgröße oder der Empfangsstrahlung angegeben werden.

3.2.5

Grenzneigung

Höchstmaß des Winkels zwischen der gemittelten Normalen auf der bestrahlten Oberfläche des Prüfgegenstandes und der Einstrahlrichtung des sie bestrahlenden Strahles, bei dem die angegebenen Fehlergrenzen gelten.

ANMERKUNG Die Größe der bestrahlten Oberfläche richtet sich nach den Maßen der Bestrahlungsstruktur.

3.2.6

Wiederholpräzision (eines Messgerätes)

Fähigkeit eines Messgerätes, bei wiederholtem Anlegen derselben Messgröße, unter denselben Messbedingungen nahe beieinander liegende Anzeigen zu liefern (VIM 5.27).

3.2.7

zeitliche Wiederholpräzision (beim Triangulationsverfahren)

Wiederholpräzision, bei der während der Messungen unter Wiederholbedingungen die Position des Messflecks auf einem Prüfgegenstand nicht verändert wird.

3.2.8

örtliche Wiederholpräzision (beim Triangulationsverfahren)

Wiederholpräzision, bei der während der Messungen unter Wiederholbedingungen nur die laterale Position des Messflecks auf einem Prüfgegenstand verändert wird, nicht aber der Abstand zwischen dem Prüfgegenstand und der Bezugsebene des Aufnehmers.

3.2.9

Linearitätsabweichung (beim Triangulationsverfahren)

Die Abweichung des Messwertes vom richtigen Wert, wobei die Einflüsse der zeitlichen und örtlichen Wiederholpräzision durch Mittelwertbildung reduziert werden.

3.3 Begriffe für das Schattenbild- und Scanningverfahren

3.3.1

Arbeitsabstand

Abstand zwischen Aufnehmer und Messebene am Prüfgegenstand.

3.3.2

Bestrahlungsabstand

Abstand zwischen Bestrahlungseinrichtung und Messebene am Prüfgegenstand.

3.3.3

Abtastbreite

Beim Schattenbildverfahren die zur Auswertung benutzte Breite der Bestrahlungsstruktur oder beim Scanningverfahren der Durchmesser des Strahls senkrecht zu seiner Ausbreitungsrichtung am Prüfgegenstand.

4 Grundlagen der Messverfahren

4.1 Allgemeines

Die hier behandelten Triangulations-, Fokussier- und Schattenbildverfahren sind Verfahren, bei denen der Prüfgegenstand nicht berührt wird. Das Messsignal wird entweder digital oder analog erfasst und verarbeitet.

Der ermittelte Messwert kann digital oder analog ausgegeben werden.

4.2 Triangulations- und Fokussierverfahren

Ein Strahl wird auf die Oberfläche eines Prüfgegenstandes gerichtet und erzeugt dort einen Messfleck. Ein Teil der gestreuten Strahlung wird genutzt, um den Messfleck in einer vorgegebenen Beobachtungsrichtung auf einem Empfänger abzubilden. Dort erzeugt er ein für die aktuelle Position des Messflecks im Messbereich charakteristisches Messsignal. Dieses Messsignal ist somit ein Maß für den Abstand zwischen dem Messfleck und einer definierten Bezugsebene des Aufnehmers bzw. einem Bezugskoordinatensystem des Aufnehmers im Falle von Verfahren für die mehrdimensionale Messung.

Im Anhang A ist die Erweiterung des Triangulationsverfahrens für mehrdimensionale Messungen beispielhaft beschrieben.

ANMERKUNG 1 Bei Prüfgegenständen mit optisch glatter oder spiegelnder Oberfläche kann der Fall eintreten, dass die Empfangsstrahlung nicht ausreicht, um ein Messsignal zu erzeugen. Je nach Anwendungsfall und Objektgeometrie können bei Messungen sekundäre Streueffekte und Abschattungen auftreten, die das Messergebnis unter Umständen beeinflussen. Diese Sekundärreflexionen treten vor allem bei der Messung von Innenkanten auf und sollten bei der Auswertung und Darstellung von Messergebnissen vom Anwender berücksichtigt werden.

ANMERKUNG 2 Der Messfleck kann seine Größe oder Gestalt innerhalb des Messbereiches ändern. Ursachen sind z. B.

- a) Eigenschaften der Bestrahlungseinrichtung, z. B. Fokussierung;
- b) geometrische oder optische Eigenschaften der Oberfläche des Prüfgegenstandes z. B. Neigung des Prüfgegenstandes, Volumestreue;
- c) Eigenschaften des optischen Übertragungsmediums, z. B. der Umgebungsluft.

Beim statischen Triangulationsverfahren wird die Position des Bildes des Messflecks auf dem Empfänger zur Bestimmung des Abstandes verwendet. Bewegliche Baugruppen sind nicht vorhanden. Der Grundaufbau der statischen Messflecktriangulation ist in Bild 1 dargestellt.

Sonderformen mit mehreren Empfängern, bewegtem Messstrahl oder bewegter Empfangsoptik können in Analogie zu dem statischen Triangulationsverfahren behandelt werden.

Das Triangulationsverfahren wird üblicherweise für Messungen bei Messspannen von 1 mm bis 100 mm auf diffus reflektierenden Oberflächen verwendet.

Beim Fokussierverfahren wird ein gebündelter Strahl auf die Oberfläche des Prüfgegenstandes projiziert. Die Optik ist verschiebbar gelagert und wird stets so nachgeführt, dass der Fokus des Strahls auf der Oberfläche des Prüfgegenstandes liegt, siehe Bild 2. Die Verschiebung der Optik wird mit einem Messsystem gemessen. Sie ist gleich der Änderung des Abstandes zwischen Aufnehmer und Prüfgegenstand.

Das Fokussierverfahren wird üblicherweise für Messungen bei Messspannen unter 1 mm verwendet. Wegen des Messfleckdurchmessers von etwa 1 µm geht bei diesem Verfahren die Oberflächenrauheit des Prüfgegenstandes mit in das Messergebnis ein.

4.3 Schattenbildverfahren

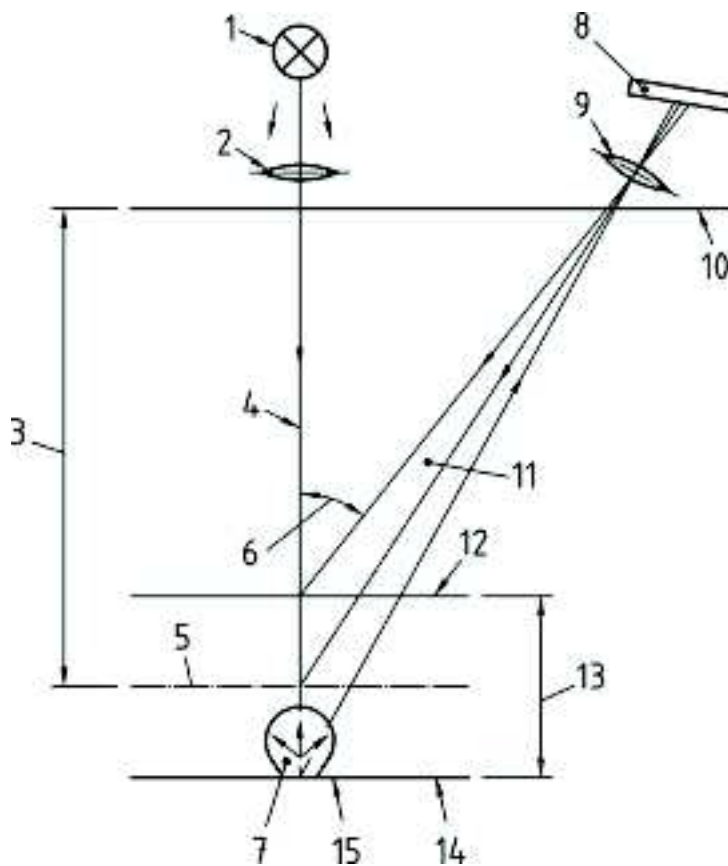
Beim Schattenbildverfahren nach Bild 3 wird entweder der Schatten des Prüfgegenstandes auf einem Empfänger registriert (Diodenzeile oder Fotodetektor), oder der hell-dunkel Unterschied an den Kanten des Prüfgegenstandes mittels eines optischen Systems auf dem Empfänger abgebildet. Die

Länge des Schattens entspricht dem Maß des Prüfgegenstandes. Der Prüfgegenstand kann mit paralleler oder nicht paralleler Strahlung bestrahlt werden.

Eine Variante des Schattenbildverfahrens ist das Scanningverfahren. Hier wird ein gebündelter Strahl (z.B. Laserstrahl), zum Beispiel durch einen rotierenden Spiegel und ein Optiksistem im Messbereich parallel zu sich selbst verschoben, siehe Bild 4. Ein zweites Optiksistem fokussiert das Strahlungsband auf einen Empfänger, der es in ein elektrisches Signal umwandelt. Ein in das Strahlungsband eingebrachter Prüfgegenstand unterbricht für eine bestimmte Dauer das Strahlungsband. Die Dauer der Unterbrechung oder der in dieser Zeit überstrichene Winkel des rotierenden Spiegels entspricht dem Maß des Prüfgegenstandes.

5 Anforderungen

Abhängig vom anzugebenden Messverfahren, muss der Hersteller die Kenngrößen für die Merkmale der Messeinrichtung und die weiteren Daten nach Tabelle 1 angeben. Ergänzende Angaben sind zulässig. Prüfung der Merkmale der Messeinrichtung, die die Messunsicherheit beeinflussen, nach Abschnitt 6.



Legende

- | | |
|--|-----------------------------|
| 1 Strahlungsquelle | 9 Abbildungsoptik |
| 2 Strahlformungsoptik | 10 Bezugsebene |
| 3 mittlerer Messabstand | 11 Empfangsstrahlung |
| 4 Messstrahl | 12 Ende des Messbereiches |
| 5 Mitte des Messbereiches | 13 Messbereich |
| 6 Triangulationswinkel bei mittlerem Messabstand | 14 Anfang des Messbereiches |
| 7 Streustrahlung | 15 Prüfgegenstand |
| 8 Empfänger | |

Bild 1 – Messprinzip des statischen Triangulationsverfahrens