E DIN ISO 11421:2026-07 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2026-06-12

Optik und Photonik - Unsicherheit von Messungen der optischen Übertragungsfunktion (ISO 11421:2025); Text Deutsch und Englisch

Optics and photonics - Uncertainty of optical transfer function (OTF) measurement (ISO 11421:2025); Text in German and English

Inhalt

Seite

Nationales Vorwort 5

Vorwort 6

Einleitung 8

1 Anwendungsbereich 9

2 Normative Verweisungen 9

3 Begriffe 9
3.1 Begriffe 9
3.2 Symbole 10

4 Ursachen von Unsicherheiten bei Messanlagen 12
4.1 Allgemeines 12
4.2 Geometrie des optischen Banksystems 12
4.2.1 Allgemeines 12
4.2.2 Endlicher Objekt- und Bildabstand 12
4.2.3 Unendlicher Objektabstand und endlicher Bildabstand 13
4.2.4 Unendlicher Objekt- und Bildabstand 14
4.2.5 Ausblenden von Abweichungen des Bildabstandes durch Nachfokussierung 15
4.2.6 Befestigung des Prüflings 15
4.3 Ändern des Azimutes 16
4.3.1 Allgemeines 16
4.3.2 Endlicher Objekt- und Bildabstand 16
4.3.3 Unendlicher Objektabstand und endlicher Bildabstand 16
4.3.4 Unendlicher Objekt- und Bildabstand 16
4.3.5 Ausblenden von Abweichungen des Bildabstandes durch Nachfokussierung 16
4.4 Justierung (Ausrichtung) der TTU und des Bildanalysators 17
4.5 Korrekturfaktoren 18
4.5.1 Allgemeines 18
4.5.2 Abweichungen der Spaltbreite 18
4.5.3 Korrektur der MTF für inkohärent gekoppelte Übertragungsoptiken 18
4.5.4 Ortsfrequenzkorrektur für den Feldwinkel 19
4.5.5 Außeraxiale Vergrößerungsabweichungen infolge Bildverzerrung mithilfe von Gitterobjekten 19
4.6 Abweichung des Bildabstandes 20
4.7 Abweichung der Ortsfrequenz 20
4.8 Restaberrationen in Übertragungsoptiken 21
4.9 Spektralcharakteristiken 21
4.10 Größe der Prüffigur und/oder des Abtastbereichs und/oder des Kameradetektors 21
4.11 Winkelempfindlichkeit des Bildanalysators 22
4.12 Polare Leuchtdichteverteilung/Strahlungseigenschaften des Objektgenerators 22
4.13 Signal- und Datenverarbeitung 22
4.14 Streustrahlung 22
4.15 Kohärente Strahlung 22

4.16 Abweichung des Nullpegels ... 22
4.17 Linearität des Kameradetektors ... 23

5 Verfahren zur Beurteilung von Messabweichungen ... 23
5.1 Allgemeines ... 23
5.2 Geometrie des optischen Banksystems ... 23
5.2.1 Geradlinigkeit der Führungsbahnen ... 23
5.2.2 Parallelität der Flächen und/oder Rechtwinkligkeit zur Referenzachse ... 25
5.2.3 Abweichungen von Drehwinkeln ... 26
5.3 Kollimatorabweichung (Abweichung vom unendlichen Objektabstand) ... 27
5.4 Einstellung des Bildabstands ... 29
5.5 Spektralcharakteristiken ... 30
5.6 Größe der Prüffigur und/oder des Abtastfeldes und/oder des Kameradetektors ... 31
5.7 Signal- und Datenverarbeitung ... 31
5.8 Richtungsempfindlichkeit des Bildanalysators ... 32

6 Berechnung der Gesamtunsicherheit einer Messung ... 32

7 Spezifizierung einer allgemeinen Anlagenunsicherheit ... 34
7.1 Allgemeines ... 34
7.2 Nominal-Unsicherheitswert (NUV, en: nominal uncertainty value) ... 34
7.3 Standard-Objektiv-Messungen (SLM; en: standard-lens measurements) ... 35
7.4 Audit-Objektiv-Messungen (ALM; en: audit lens measurements) ... 35
7.5 Spaltblendenprüfung (SAT; en: slit aperture test) ... 36

8 Regelmäßige Leistungsbewertung ... 36

Anhang A (normativ) Unsicherheiten in der PTF-Messung ... 37
A.1 Ursachen von Unsicherheiten bei Messanlagen ... 37
A.2 Verfahren zur Bewertung von Messabweichungen bei der PTF-Messung ... 37
A.2.1 Seitliche Verschiebung des Bildebenenursprungs ... 37
A.2.2 Spaltblendenprüfung ... 37
A.2.3 Standard- und Audit-Objektive ... 38

Anhang B (informativ) Bestimmung der Änderungsrate der MTF in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern ... 39
B.1 Allgemeines ... 39
B.2 Änderungsrate der MTF in Abhängigkeit vom Bildabstand ... 39
B.3 Änderungsrate der MTF in Abhängigkeit von der Bildhöhe ... 40
B.4 Änderungsrate der MTF in Abhängigkeit von der Ortsfrequenz ... 40

Anhang C (informativ) Beispielberechnung des Nominal-Unsicherheitswertes (NUV) ... 42
C.1 Objektivparameter ... 42
C.2 Beispiel für die Berechnung von MTF-Abweichungen ... 44
C.2.1 Allgemeines ... 44
C.2.2 Abweichungen durch die Geometrie des optischen Banksystems ... 44
C.2.3 Abweichungen durch Azimutänderung ... 45
C.2.4 Abweichung in der Ausrichtung der TTU und des Bildanalysators ... 45
C.2.5 Abweichungen durch Korrekturfaktoren ... 46
C.2.6 Abweichungen des Bildabstandes infolge Fokusabweichungen ... 47
C.2.7 Abweichung der Ortsfrequenz ... 47
C.2.8 Aberrationen in Übertragungsoptiken ... 48
C.2.9 Winkelcharakteristik des Bildanalysators ... 48
C.2.10 Signal- und Datenverarbeitung ... 49
C.3 Von Messabweichungen zu einer Angabe der Messunsicherheit ... 49
C.3.1 Allgemeines ... 49
C.3.2 Unsicherheit aufgrund der Geometrie des optischen Banksystems ... 49
C.3.3 Unsicherheit durch andere Messabweichungen und erweiterte Messunsicherheit ... 51

Literaturhinweise ... 54

Bilder

Bild 1 — Sagittale und tangentiale OTF, Auszug aus ISO 9334:2012, Bild 1 10

Bild 2 — Ausrichtfehler zwischen Abtastspalt und Objektfigur 17

Bild 3 — Mechanische Fehler der optischen Bank 25

Bild 4 — Messung von Geradheit und Parallelität mit Wegaufnehmer 25

Bild 5 — Gebrauch eines Autokollimators zur Ausrichtung von Flächen 26

Bild 6 — Kalibrierung von Drehwinkeln 27

Bild 7 — Überprüfung des Kollimatorfokus 29

Bild 8 — Bestimmung systematischer Fokusabweichungen 30

Bild 9 — Außeraxiale Prüfung des Bildanalysators 34

Bild B.1 — Bestimmung der Änderungsrate der MTF in Abhängigkeit vom Bildabstand 40

Bild B.2 — Bestimmung der Änderungsrate der MTF in Abhängigkeit von der Ortsfrequenz 41

Tabellen

Tabelle C.1 — Beispiele für Parameterwerte zur Berechnung des Nominal-Unsicherheitswertes (NUV) 42

Tabelle C.2 — Beispiel für MTF-Unsicherheiten auf der Grundlage angenommener Unsicherheiten in den Eingangsgrößen 52