

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 Objektstand)	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 tangentielle 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