

# 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**

<b>Bild 1 — Sagittale und tangentielle OTF, Auszug aus ISO 9334:2012, Bild 1 .....</b>	<b>10</b>
<b>Bild 2 — Ausrichtfehler zwischen Abtastspalt und Objektfigur .....</b>	<b>17</b>
<b>Bild 3 — Mechanische Fehler der optischen Bank.....</b>	<b>25</b>
<b>Bild 4 — Messung von Geradheit und Parallelität mit Wegaufnehmer .....</b>	<b>25</b>
<b>Bild 5 — Gebrauch eines Autokollimators zur Ausrichtung von Flächen.....</b>	<b>26</b>
<b>Bild 6 — Kalibrierung von Drehwinkeln.....</b>	<b>27</b>
<b>Bild 7 — Überprüfung des Kollimatorfokus.....</b>	<b>29</b>
<b>Bild 8 — Bestimmung systematischer Fokusabweichungen .....</b>	<b>30</b>
<b>Bild 9 — Außeraxiale Prüfung des Bildanalysators.....</b>	<b>34</b>
<b>Bild B.1 — Bestimmung der Änderungsrate der MTF in Abhängigkeit vom Bildabstand .....</b>	<b>40</b>
<b>Bild B.2 — Bestimmung der Änderungsrate der MTF in Abhängigkeit von der Ortsfrequenz.....</b>	<b>41</b>

## **Tabellen**

<b>Tabelle C.1 — Beispiele für Parameterwerte zur Berechnung des Nominal-Unsicherheitswertes (NUV) .....</b>	<b>42</b>
<b>Tabelle C.2 — Beispiel für MTF-Unsicherheiten auf der Grundlage angenommener Unsicherheiten in den Eingangsgrößen .....</b>	<b>52</b>