

DIN EN ISO 11554



ICS 31.260

Entwurf

Einsprüche bis 2023-08-31
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 11554:2017-12

**Optik und Photonik –
Laser und Laseranlagen –
Prüfverfahren für Leistung, Energie und Kenngrößen des Zeitverhaltens
von Laserstrahlen (ISO/DIS 11554:2023);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 11554:2023**

Optics and photonics –
Lasers and laser-related equipment –
Test methods for laser beam radiant power, radiant energy and temporal characteristics
(ISO/DIS 11554:2023);
German and English version prEN ISO 11554:2023

Optique et photonique –
Lasers et équipements associés aux lasers –
Méthodes d'essai de la puissance rayonnante, de l'énergie rayonnante et des
caractéristiques temporelles des faisceaux lasers (ISO/DIS 11554:2023);
Version allemande et anglaise prEN ISO 11554:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-06-30 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nafuo@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NAFuO), Alexander-Wellendorff-Str. 2, 75172 Pforzheim.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 56 Seiten

DIN-Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NAFuO)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 11554:2023) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 172 „Optics and photonics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 123 „Laser und Photonik“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 027-01-18 AA „Laser und elektro-optische Systeme“ im DIN-Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NAFuO).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

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

ISO 11145	siehe	DIN EN ISO 11145
ISO 12100	siehe	DIN EN ISO 12100

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 11554:2017-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) in der gesamten Englischen Referenzfassung die Benennungen "power" und "energy", die für optische Leistung und optische Energie stehen, durch "radiant power" bzw. "radiant energy" ersetzt (zur Anpassung an ISO 80000-7:2019 und das Internationale Elektrotechnische Vokabular); in der Deutschen Fassung jedoch keine Anpassung vorgenommen, da hier kein Bedarf gesehen wird und die Benennungen dem deutschen Sprachgebrauch entsprechen;
- b) normative Verweisung auf IEC 61040:1990 gestrichen, da diese im August 2011 zurückgezogen wurde;
- c) in 3.1 die Definition von RIN korrigiert;
- d) in Bild 2 die Legendenpunkte 4, 5 und 6 geändert;
- e) in 6.3 einen erläuternden Text anstelle der Verweisung auf IEC 61040:1990 hinzugefügt;
- f) in 7.9 das Messverfahren geändert, um die Methode zur Entfernung von thermischem und Schrotrauschen sowie von Vorverstärkerrauschen aus der gemessenen Rauschleistung zu verdeutlichen;
- g) unter Abschnitt 9, c), 5), die Begriffe „Strom- oder Energieeintrag“, „Pulsenergie“, „Pulsdauer“ und „Puls-wiederholrate“ geändert, um ihre Eigenschaften zu verdeutlichen;
- h) Dokument redaktionell überarbeitet.

Nationaler Anhang NA
(informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 11145, *Optik und Photonik — Laser und Laseranlagen — Begriffe und Formelzeichen*

DIN EN ISO 12100, *Sicherheit von Maschinen — Allgemeine Gestaltungsleitsätze — Risikobeurteilung und Risikominderung*

– *Entwurf* –

E DIN EN ISO 11554:2023-08

– Leerseite –

Optik und Photonik – Laser und Laseranlagen – Prüfverfahren für Leistung, Energie und Kenngrößen des Zeitverhaltens von Laserstrahlen (ISO/DIS 11554:2023)

Optics and photonics – Lasers and laser-related equipment – Test methods for laser beam radiant power, radiant energy and temporal characteristics (ISO/DIS 11554:2023)

Optique et photonique – Lasers et équipements associés aux lasers – Méthodes d'essai de la puissance rayonnante, de l'énergie rayonnante et des caractéristiques temporelles des faisceaux lasers (ISO/DIS 11554:2023)

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie 2006/42/EG	5
Vorwort	6
Einleitung	8
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	9
4 Formelzeichen und Maßeinheiten	10
5 Grundlagen des Verfahrens	11
6 Messaufbau, Prüfgeräte und Hilfsmittel	11
6.1 Vorbereitung	11
6.1.1 Quellen mit kleinen Divergenzwinkeln	11
6.1.2 Quellen mit großen Divergenzwinkeln	11
6.1.3 Messung des RIN	12
6.1.4 Messung der Kleinsignal-Grenzfrequenz	13
6.2 Kontrolle der Umgebungseinflüsse	14
6.3 Detektoren	14
6.4 Strahlformende Optiken	15
6.5 Optische Abschwächer	15
7 Messungen	15
7.1 Allgemeines	15
7.2 Leistung von Dauerstrichlasern	16
7.3 Leistungsstabilität von Dauerstrichlasern	16
7.4 Pulsenergie von Pulslasern	16
7.5 Energiestabilität von Pulslasern	16
7.6 Zeitliche Pulsform, Pulsdauer, Anstiegszeit, Abfallzeit und Spitzenleistung	16
7.7 Stabilität der Pulsdauer	16
7.8 Pulsfolgefrequenz	17
7.9 Relatives Intensitätsrauschen, RIN	17
7.10 Kleinsignal-Grenzfrequenz	17
8 Auswertung	17
8.1 Allgemeines	17
8.2 Leistung von Dauerstrichlasern	18
8.3 Leistungsstabilität von Dauerstrichlasern	18
8.4 Pulsenergie von Pulslasern	19
8.5 Energiestabilität von gepulsten Lasern	19
8.6 Zeitliche Pulsform, Pulsdauer, Anstiegszeit, Abfallzeit und Spitzenleistung	19
8.7 Stabilität der Pulsdauer	21
8.8 Pulsfolgefrequenz	21
8.9 Relatives Intensitätsrauschen, RIN	22
8.10 Kleinsignal-Grenzfrequenz	22
9 Prüfbericht	22
Anhang A (informativ) Relatives Intensitätsrauschen (RIN)	25
Literaturhinweise	27

Bilder

Bild 1 — Schematische Messanordnung für hochdivergente Quellen	12
--	----

Bild 2 — Messanordnung zur RIN-Bestimmung	13
Bild 3 — Messanordnung zur Bestimmung der Kleinsignal-Grenzfrequenz von Diodenlasern . .	13
Bild 4 — Detektor mit ebener Oberfläche — Veranschaulichung der Winkel	14
Bild 5 — Beispiel für den zeitlichen Verlauf der Strahlungsleistung eines Laserpulses	20
Bild 6 — Beispiel für den zeitlichen Verlauf der Strahlungsleistung des Pulses eines TEA-Lasers	20
Bild 7 — Beispiel für die Messung der Anstiegszeit	21

Tabellen

Tabelle ZA.1 — Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und der Richtlinie 2006/42/EG	5
Tabelle 1 — Formelzeichen und Maßeinheiten	10

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 11554:2023) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 172 „Optics and photonics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 123 „Laser und Photonik“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO 11554:2017 ersetzen.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Mandates erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelsassoziation CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinie(n).

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinie(n) siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

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.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 11554:2023 wurde von CEN als prEN ISO 11554:2023 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Anhang ZA
(informativ)

**Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den
grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden
Richtlinie 2006/42/EG**

Diese Europäische Norm wurde im Rahmen eines von der Europäischen Kommission erteilten Mandats „M/396 Auftrag an CEN und CENELEC betreffend die Normung im Bereich Maschinen“ erarbeitet, um ein freiwilliges Mittel zur Erfüllung der grundlegenden Anforderungen der Richtlinie 2006/42/EG über Maschinen bereitzustellen.

Sobald diese Norm im Amtsblatt der Europäischen Union im Sinne dieser Richtlinie in Bezug genommen worden ist, berechtigt die Übereinstimmung mit den in Tabelle ZA.1 aufgeführten normativen Abschnitten dieser Norm innerhalb der Grenzen des Anwendungsbereiches dieser Norm zur Vermutung der Konformität mit den entsprechenden grundlegenden Anforderungen der Richtlinie 2006/42/EG und der zugehörigen EFTA-Vorschriften.

Tabelle ZA.1 — Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und der Richtlinie 2006/42/EG

Grundlegende Anforderungen der Richtlinie 2006/42/EG	Abschnitt(e)/Unterabschnitt(e) dieser Europäischen Norm	Erläuterungen/Anmerkungen
1.5.10 Strahlung	Gesamte Norm	
1.5.12 Laserstrahlung	Gesamte Norm	

WARNHINWEIS 1 — Die Konformitätsvermutung bleibt nur bestehen, so lange die Fundstelle dieser Europäischen Norm in der im Amtsblatt der Europäischen Union veröffentlichten Liste erhalten bleibt. Anwender dieser Norm sollten regelmäßig die im Amtsblatt der Europäischen Union zuletzt veröffentlichte Liste einsehen.

WARNHINWEIS 2 — Für Produkte, die in den Anwendungsbereich dieser Norm fallen, können weitere Rechtsvorschriften der EU anwendbar sein.

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 Direktives, 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 Direktives, 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 172, *Optics and photonics*, Unterkomitee SC 9, *Laser and electro-optical systems* erarbeitet.

Diese fünfte Ausgabe ersetzt die vierte Ausgabe (ISO 11554:2017), die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- a) Gesamtes Dokument: Die Begriffe „en: power“ und „en: energy“, die für optische Leistung und optische Energie stehen, wurden durch „en: radiant power“ bzw. „en: radiant energy“ ersetzt, um eine Anpassung an ISO 80000-7:2019 und das Internationale Elektrotechnische Vokabular zu erreichen.
- b) Normative Verweisungen: IEC 61040:1990 wurde gestrichen, da sie im August 2011 zurückgezogen wurde.
- c) 3.1: Die Definition von RIN wurde korrigiert.
- d) Bild 2: Die Legendeneinträge 4, 5 und 6 wurden geändert.
- e) 6.3: Es wurde ein erläuternder Text anstelle der Verweisung auf IEC 61040:1990 hinzugefügt.
- f) 7.9: Das Messverfahren wurde geändert, um die Methode zur Entfernung von thermischem und Schrotrauschen sowie von Vorverstärkerrauschen aus der gemessenen Rauschleistung zu verdeutlichen.

- g) Abschnitt 9, c), 5): Die Begriffe „Strom- oder Energieeintrag“, „Pulsenergie“, „Pulsdauer“ und „Pulswiederholrate“ wurden geändert, um ihre Eigenschaften zu verdeutlichen.

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

Die Messung der Laserleistung (Laserenergie bei gepulsten Lasern) ist eine häufige Messung, die von Laserherstellern und -anwendern durchgeführt wird. Leistungs- bzw. Energiemessungen erfolgen aus Gründen der Lasersicherheitsklassifizierung, wegen Stabilitätsfestlegungen, Spezifizierung der maximalen Laserleistung, Vermeidung von Beschädigungen, spezifischen Anforderungserfordernissen und Ähnlichem. Dieses Dokument liefert eine Anleitung für die Durchführung von Laserleistungs- bzw. Energiemessungen, wie sie zur Stabilitätscharakterisierung angewandt werden. Die Stabilitätskriterien werden für verschiedene Zeitbereiche beschrieben (z. B.: Kurzzeit, mittlerer Zeitbereich und Langzeit) und es werden Verfahren angegeben, um diese Spezifikationen zu quantifizieren. Dieses Dokument behandelt auch Pulsmessungen, bei denen die Ansprechgeschwindigkeit des Detektors von kritischer Bedeutung sein kann, wenn die Pulsform oder die Spitzenleistung von kurzen Pulsen untersucht wird. Um die Mitteilung von Ergebnissen von Leistungs- bzw. Energiemessungen zu vereinheitlichen, ist auch eine Vorlage für einen Prüfbericht enthalten.

Dieses Dokument ist eine Typ-B-Norm, wie in ISO 12100 angegeben.

Die Festlegungen dieses Dokumentes dürfen durch eine Typ-C-Norm ergänzt oder abgeändert werden.

Es ist zu beachten, dass für Maschinen, die in den Anwendungsbereich einer Typ-C-Norm fallen und die nach den Festlegungen dieser Typ-C-Norm entworfen und gebaut wurden, die Festlegungen der Typ-C-Norm Vorrang vor den Festlegungen dieser Typ-B-Norm haben.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Prüfverfahren zur Bestimmung der Leistung und Energie von Dauerstrich- und Puls-lasern sowie für die Kenngrößen für das Zeitverhalten fest: Pulsform, Pulsdauer und Pulsfolgefrequenz. Prüf- und Auswerteverfahren für die Leistungsstabilität von Dauerstrichlasern, Energiestabilität von Puls-lasern und Pulsdauerstabilität werden ebenfalls angegeben.

Die Prüfverfahren, die in diesem Dokument angegeben werden, dienen zur Prüfung und Charakterisierung von Lasern.

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 11145, *Optics and photonics — Lasers and laser related equipment — Vocabulary and symbols*

ISO/IEC Guide 99, *International vocabulary of metrology — Basic and general concepts and associated terms (VIM)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 11145, ISO/IEC Guide 99 und die folgenden Begriffe.

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

— ISO Online Browsing Platform: unter <https://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: unter <https://www.electropedia.org/>

3.1

relatives Intensitätsrauschen

RIN

$R(f)$

Quotient aus der mittleren quadratischen Schwankung des Strahlungsflusses und dem mittleren quadratischen Strahlungsfluss, normiert auf ein Frequenzband mit Einheitsbreite

$$R(f) = \frac{\langle \Delta P(f)^2 \rangle}{\langle P \rangle^2} \cdot \frac{1}{\Delta f} \quad (1)$$

dabei ist Δf die äquivalente Rauschbandbreite

Anmerkung 1 zum Begriff: Das relative Intensitätsrauschen $R(f)$ oder RIN [siehe Gleichung (1)] ist explizit ausgedrückt die „spektrale Dichte des Intensitätsrauschens“, wird aber üblicherweise lediglich als RIN bezeichnet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Weitere Details siehe Anhang A.

3.2

Kleinsignal-Grenzfrequenz

f_c
Frequenz, bei der die Modulation der Ausgangsleistung des Lasers auf die Hälfte des Wertes bei niedrigen Frequenzen abgefallen ist, wenn die Eingangsleistung mit kleiner, konstanter Amplitude und steigender Frequenz moduliert wird

4 Formelzeichen und Maßeinheiten

In diesem Dokument werden die Formelzeichen und Maßeinheiten verwendet, die in ISO 11145 und in Tabelle 1 angegeben sind.

Tabelle 1 — Formelzeichen und Maßeinheiten

Formelzeichen	Einheit	Begriff
f	Hz	Frequenz
f_c	Hz	Kleinsignal-Grenzfrequenz
$[f_1, f_2]$	Hz	Frequenzbereich, für welchen das relative Intensitätsrauschen $R(f)$ gegeben ist
k	1	Erweiterungsfaktor für die Bestimmung der Unsicherheit
m	1	Messwert
$\bar{m}$	1	mittlerer Messwert
P	W	Mittelwert der Leistung über die Abtastperiode
$\bar{P}$	W	mittlere Leistung, gemittelt über die Messzeit bei den vom Hersteller angegebenen Betriebsbedingungen
ΔP	1	relative Leistungsschwankung für die zugehörige Abtastperiode [ΔP (1 μ s) und/oder ΔP (1 ms) und/oder ΔP (0,1 s) und/oder ΔP (1 s)] beim Vertrauensniveau von 95 %
$\bar{Q}$	J	mittlere Pulsenergie
ΔQ	1	relative Pulsenergieschwankung beim Vertrauensniveau von 95 %
$R(f)$	Hz ⁻¹ oder dB/Hz	relatives Intensitätsrauschen, RIN
$S(t)$	1	Detektorsignal
s	1	empirische Standardabweichung
T	s	Periodendauer
t	s	Messzeit
U_{rel}	1	erweiterte relative Unsicherheit entsprechend einem Vertrauensniveau von 95 % (Erweiterungsfaktor $k = 2$)
$U_{\text{rel}}(C)$	1	erweiterte relative Kalibrierunsicherheit entsprechend einem Vertrauensniveau von 95 % (Erweiterungsfaktor $k = 2$)
τ_F	s	Abfallzeit des Laserpulses
$\Delta\tau_H$	1	relative Schwankung der Pulsdauer τ_H beim Vertrauensniveau von 95 %
τ_R	s	Anstiegszeit des Laserpulses
$\Delta\tau_{10}$	1	relative Schwankung der Pulsdauer τ_{10} beim Vertrauensniveau von 95 %

ANMERKUNG 1 Weitere Ausführungen zum Vertrauensniveau von 95 % siehe ISO 2602 [1].

ANMERKUNG 2 Die erweiterte Messunsicherheit erhält man durch Multiplikation der Standardabweichung mit dem Erweiterungsfaktor $k = 2$. Sie wird nach dem *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement* [3] ermittelt. Der Wert der Messgröße liegt mit diesem Erweiterungsfaktor im Regelfall mit einer Wahrscheinlichkeit von annähernd 95 % in dem Werteintervall, das durch die erweiterte Messunsicherheit festgelegt wird.

ANMERKUNG 3 $R(f)$ in dB/Hz ausgedrückt ist gleich $10 \log_{10} R(f)$ mit $R(f)$ in Hz^{-1} angegeben.

5 Grundlagen des Verfahrens

Der Laserstrahl wird auf die Detektoroberfläche gerichtet, um ein Signal zu erzeugen, dessen Amplitude der Leistung oder der Energie des Lasers proportional ist. Die Amplitude über der Zeit wird gemessen. Strahlung, die von Quellen mit großen Divergenzwinkeln emittiert wird, wird mit einer integrierenden Kugel gesammelt. Geeignete strahlformende und -abschwächende Vorrichtungen dürfen, soweit notwendig, verwendet werden.

Die Auswertung hängt von der zu bestimmenden Größe ab und ist in Abschnitt 8 beschrieben.

6 Messaufbau, Prüfgeräte und Hilfsmittel

6.1 Vorbereitung

6.1.1 Quellen mit kleinen Divergenzwinkeln

Der Laserstrahl und die optische Achse des Messsystems müssen coaxial zueinander liegen. Der Durchmesser (Querschnitt) des optischen Systems ist so zu wählen, dass der gesamte Laserstrahlquerschnitt erfasst wird und dass Abschneide- oder Beugungsverluste kleiner als 10 % der gewünschten Messunsicherheit sind.

Eine optische Achse wird coaxial zum zu prüfenden Laserstrahl festgelegt. Geeignete optische Justiervorrichtungen stehen hierfür zur Verfügung (z. B. Justierlaser oder Führungsspiegel). Abschwächer oder strahlformende Optiken werden so montiert, dass die optische Achse durch deren geometrische Mittelpunkte führt. Auf die Vermeidung systematischer Fehler sollte geachtet werden.

ANMERKUNG 1 Mögliche Fehlerquellen sind Reflexionen, Umgebungslicht, Wärmestrahlung und Luftströmungen.

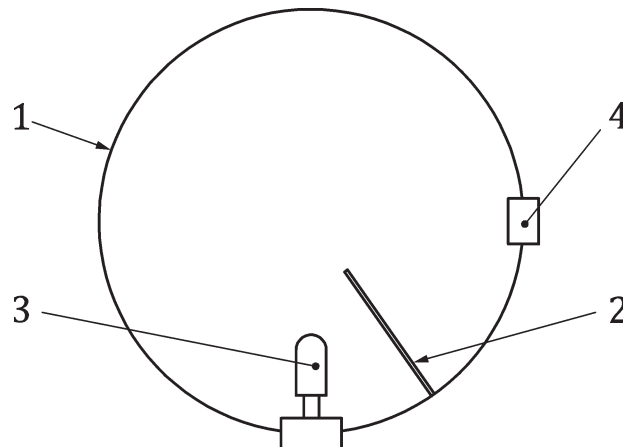
Nach Fertigstellung des Messaufbaus ist festzustellen, ob der ganze Laserstrahl die Detektorfläche trifft. Für diese Prüfung können Blenden unterschiedlichen Durchmessers in den Strahlengang vor jedes optische Bauelement gebracht werden. Die Blendengröße wird so lange verringert, bis das Ausgangssignal um 5 % abgenommen hat. Die zugehörige Blende sollte einen mindestens 20 % kleineren Durchmesser als die Öffnung des optischen Bauelements haben. Für divergente Strahlen sollte die Blende unmittelbar vor den Detektor gestellt werden, um die Erfassung des gesamten Strahles sicherzustellen.

ANMERKUNG 2 Diese Blenden sind vor der Durchführung der Leistungsmessungen (Energiesmessungen) nach Abschnitt 7 wieder zu entfernen.

6.1.2 Quellen mit großen Divergenzwinkeln

Die von Quellen mit großen Divergenzwinkeln emittierte Strahlung muss durch eine integrierende Kugel gesammelt werden. Die gesammelte Strahlung wird mehrfach an der Wand der integrierenden Kugel reflektiert; dies führt zu einer gleichförmigen Bestrahlung der Oberfläche proportional zum gesammelten Fluss. Ein in die Kugelwand eingelassener Detektor misst diese Bestrahlung. Ein strahlungsundurchlässiger Schirm verhindert die direkte Bestrahlung des Detektors durch die vom Prüfling emittierte Strahlung. Das abstrahlende Element wird an oder nahe der Eingangsöffnung der integrierenden Kugel platziert, so dass keine direkte Strahlung den Detektor erreichen kann.

Bild 1 zeigt eine Messanordnung mit einer integrierenden Kugel für eine kleine emittierende Quelle, die innerhalb der Kugel angebracht ist. Großflächige Quellen sollten natürlich außerhalb der Kugel aufgestellt werden, jedoch nahe genug an der Eintrittsöffnung, so dass die gesamte emittierte Strahlung in die Kugel eintritt.



Legende

- 1 integrierende Kugel
- 2 diffus reflektierender, strahlungsundurchlässiger Schirm
- 3 Prüfling
- 4 Detektor

Bild 1 — Schematische Messanordnung für hochdivergente Quellen

6.1.3 Messung des RIN

Bild 2 zeigt die Messanordnung zur Bestimmung des RIN. Der Strahl durchläuft die Linse, einen Abschwächer oder ein ähnliches verlustbehaftetes Medium und trifft auf den Detektor. Bei der Justierung der Messanordnung muss die Rückwirkung der Ausgangsleistung in den Laser minimiert werden, um Messfehler zu vermeiden.

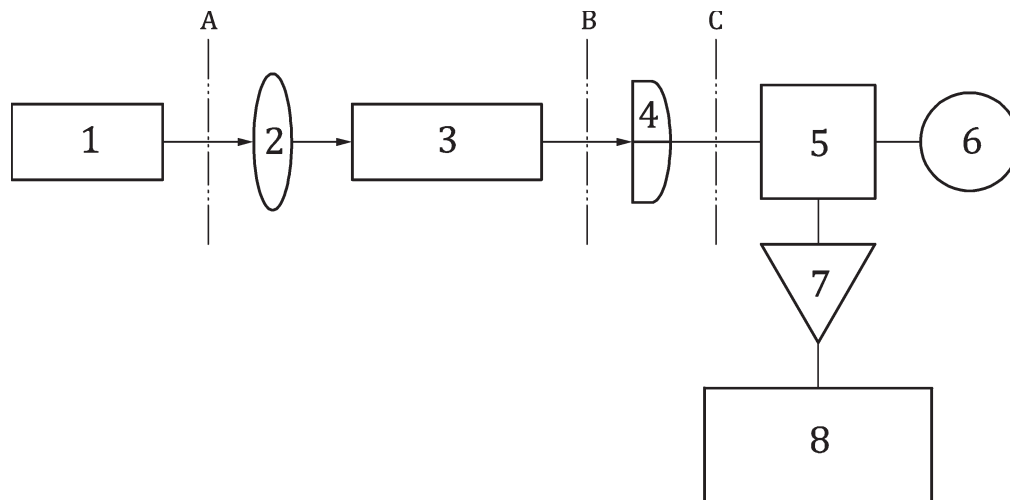
Das RIN, $R(f)$ wird vor der Bezugsebene A, vor jeglichen Verlusten, bestimmt. Der Poisson-Anteil des RIN ist in der Ebene B durch die Propagationsverluste und zusätzlich in Ebene C durch die Ineffizienz des Detektionsprozesses erhöht.

ANMERKUNG Die verschiedenen Komponenten des RIN sind im Anhang A erläutert.

Zur Messung des RIN führt ein elektrischer Teiler den Gleichanteil des Detektorsignals, das durch einen Prüflaser erzeugt wird, einem Messgerät zu, während das Wechsellsignal des elektrischen Rauschens verstärkt und dann auf einem elektrischen Spektralanalysator dargestellt wird. RIN hängt von zahlreichen Größen ab, von denen die wichtigsten sind:

- Frequenz;
- Ausgangsleistung;
- Temperatur;
- Modulationsfrequenz;
- Zeitverzögerung und Verstärkung der optischen Rückkopplung;
- Modenunterdrückungsverhältnis;
- Relaxationsschwingungsfrequenz.

Schwankungen oder Veränderungen dieser Größen sollten deshalb während des Messvorgangs minimal gehalten werden.



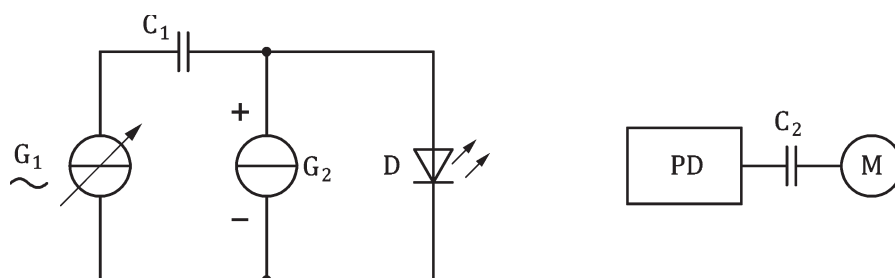
Legende

- | | |
|--|--|
| 1 Laser | 6 Messgerät für Gleichstrom (d.c.) |
| 2 Linse | 7 Vorverstärker |
| 3 Abschwächer oder anderes verlustbehaftetes Medium | 8 elektrischer Spektralanalysator |
| 4 Photodetektor | A Bezugsebene zur Definition von RIN |
| 5 elektrischer Teiler um Gleich- und Wechselstrom Anteile zu trennen | B Poisson-RIN nimmt wegen Verlusten zu |
| | C Detektor fügt Schrotrauschen RIN hinzu |

Bild 2 — Messanordnung zur RIN-Bestimmung

6.1.4 Messung der Kleinsignal-Grenzfrequenz

Zur Bestimmung der Kleinsignal-Grenzfrequenz f_c von Lasern wird der Laser wie in 7.10 beschrieben moduliert und der Wechselanteil der Ausgangsleistung gemessen. Bild 3 zeigt die grundlegende Messanordnung am Fall von Diodenlasern. Bei der Justierung der Messanordnung muss die Rückwirkung der Ausgangsleistung in den Laser minimiert werden, um Messfehler zu vermeiden.



Legende

- | | |
|--|---|
| D Prüfling | G ₁ Wechselstromgenerator mit einstellbarer Frequenz |
| PD Detektor (z. B. Photodetektor) | G ₂ Gleichstromgenerator |
| M Messinstrument für die Wechsel-Ausgangsleistung des Diodenlasers | C ₁ , C ₂ Koppelkondensatoren |

Bild 3 — Messanordnung zur Bestimmung der Kleinsignal-Grenzfrequenz von Diodenlasern