

DIN EN IEC 61300-3-55



ICS 33.180.20

Einsprüche bis 2021-05-12

Entwurf

**Lichtwellenleiter –
Verbindungselemente und passive Bauteile –
Grundlegende Prüf- und Messverfahren –
Teil 3-55: Untersuchungen und Messungen – Polarisations-
Extinktionsverhältnis und Kodierungsgenauigkeit von
polarisationserhaltenden passiven LWL-Bauteilen
(IEC 86B/4212/CDV:2019);
Deutsche und Englische Fassung prEN IEC 61300-3-55:2019**

Fibre optic interconnecting devices and passive components –
Basic test and measurement procedures –
Part 3-55: Examinations and measurements – Polarisation extinction ratio and keying
accuracy of polarisation maintaining, passive, optical components
(IEC 86B/4212/CDV:2019);
German and English version prEN IEC 61300-3-55:2019

Dispositifs d'interconnexion et composants passifs fibroniques –
Procédures fondamentales d'essais et de mesures –
Partie 3-55: Examens et mesures – Rapport d'extinction de polarisation et précision du
détrompage des composants optiques passifs maintenant la polarisation
(IEC 86B/4212/CDV:2019);
Version allemande et anglaise prEN IEC 61300-3-55:2019

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-03-12 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 dke@vde.com 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 die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in
DIN und VDE oder Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

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 47 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments prEN IEC 61300-3-55:2019 „Lichtwellenleiter – Verbindungselemente und passive Bauteile – Grundlegende Prüf- und Messverfahren – Teil 3-55: Untersuchungen und Messungen – Polarisations-Extinktionsverhältnis und Kodierungsgenauigkeit von polarisationserhaltenden passiven LWL-Bauteilen“ (Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dem entsprechend ist das internationale Dokument IEC 86B/4212/CDV:2019 „Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-55: Examinations and measurements – Polarisation extinction ratio and keying accuracy of polarisation maintaining, passive, optical components“ unverändert in den Entwurf prEN IEC 61300-3-55:2019 übernommen worden.

Da die Deutsche Fassung noch nicht endgültig mit der Englischen und Französischen Fassung abgeglichen ist, ist die englische Originalfassung des IEC-CDV entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom IEC/SC 86B „Fibre optic interconnecting devices and passive components“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und unterliegt dem Copyright der IEC . Das Dokument wurde den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Bei der Abstimmung zu dem Europäischen Schluss-Entwurf bei CENELEC und dem Internationalen Schluss-Entwurf bei IEC [Final Draft International Standard (FDIS)] sind jeweils nur „JA/NEIN“-Entscheidungen möglich, wobei „NEIN“-Entscheidungen fundiert begründet werden müssen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium DKE/UK 412.7 „LWL-Verbindungstechnik und passive optische Komponenten“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DKE (www.dke.de) und DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. IEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Die IEC-Normenreihe besteht unter dem Gruppentitel **Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test measurement procedures** aus den folgenden Teilen:

- Teil 1: Allgemeines und Leitfaden
- Teil 2: Prüfungen
- Teil 3: Untersuchungen und Messungen

**Lichtwellenleiter – Verbindungselemente und passive Bauteile –
Grundlegende Prüf- und Messverfahren – Teil 3-55: Untersuchungen
und Messungen – Polarisations-Extinktionsverhältnis und
Kodierungsgenauigkeit von polarisationserhaltenden passiven LWL-Bauteilen**

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich.....	8
2 Normative Verweisungen.....	8
3 Begriffe und Abkürzungen.....	8
3.1 Begriffe.....	8
3.2 Abkürzungen.....	8
4 Allgemeine Beschreibung.....	9
5 Messgrundsätze.....	9
6 Prüfeinrichtungen.....	10
6.1 Allgemeines.....	10
6.2 Verfahren A (Vorgehensweise ohne Referenzbauteile).....	10
6.2.1 Allgemeines.....	10
6.2.2 Lichtquelle.....	10
6.2.3 Polarisator und Analysator.....	11
6.2.4 Depolarisator.....	11
6.2.5 Ein- und Auskopplungsoptik.....	12
6.2.6 Leistungsempfangssystem.....	12
6.2.7 Mechanische Halterungen.....	12
6.2.8 Referenzsteckbuchse.....	12
6.2.9 PM-DUT.....	12
6.3 Verfahren B (vergleichende Vorgehensweise).....	12
6.3.1 Allgemeines.....	12
6.3.2 Lichtquelle.....	13
6.3.3 Polarisator, Wellenplättchen und Analysator.....	13
6.3.4 Referenzkabel.....	13
6.3.5 Kopplungsoptik.....	14
6.3.6 Leistungsempfangssystem.....	14
6.3.7 Mechanische Halterungen.....	14
6.3.8 Referenzsteckbuchse.....	14
6.3.9 PM-DUT.....	14
7 Messverfahren für das PER.....	14
7.1 Allgemeines.....	14
7.2 Verfahren A (Vorgehensweise ohne Referenzbauteile).....	14
7.2.1 Allgemeines.....	14
7.2.2 Vorbereitung der Messung.....	15
7.2.3 Messung des Polarisationsextinktionsverhältnisses.....	15

7.3	Verfahren B (vergleichende Vorgehensweise).....	16
7.3.1	Allgemeines.....	16
7.3.2	Vorbereitung der Messung.....	16
7.3.3	Messung des Polarisationsextinktionsverhältnisses.....	17
8	Mechanische Messverfahren für die Genauigkeit der Außenzentrierung.....	18
8.1	Allgemeines.....	18
8.2	Verfahren A (Vorgehensweise ohne Referenzbauteile).....	18
8.2.1	Allgemeines.....	18
8.2.2	Vorbereitung der Messung.....	18
8.2.3	Winkelversatz der Außenzentrierung des Steckverbinders Δ Messung.....	19
8.3	Verfahren B (vergleichende Vorgehensweise).....	19
8.3.1	Allgemeines.....	19
8.3.2	Vorbereitung der Messung.....	19
8.3.3	Winkelversatz der Außenzentrierung des Steckverbinders Δ Messung.....	19
9	Festzulegende Einzelheiten.....	19
	Anhang A (informativ) Erzeugung von linearen Polarisationszuständen.....	21
A.1	Allgemeines.....	21
A.2	Polarisator – Viertelwellenlängenplättchen – Polarisator.....	21
A.3	Polarisator – Halbwellenlängenplättchen.....	21
	Anhang B (informativ) Genauigkeit der Außenzentrierung für PM-Fasern.....	22
	Anhang C (informativ) Berechnetes Extinktionsverhältnis als Funktion der gemessenen Werte.....	23
	Literaturhinweise.....	25

Bilder

Seite

Bild 1 – Schematische Darstellung der Prüfeinrichtung für beide Messungen des Polarisationsextinktionsverhältnisses und für die Bestimmung des Winkelversatzes der Außenzentrierung der Steckverbinder.....	10
Bild 2 – Schematische Darstellung der Prüfeinrichtung für beide Messungen des Polarisationsextinktionsverhältnisses und für die Bestimmung des Winkelversatzes der Außenzentrierung der Steckverbinder mit einer Referenz.....	13
Bild 3 – Typischer Kurvenverlauf der übertragenen Leistung hinter dem Analysator.....	16
Bild 4 – Schematische Anfangsanordnung für die Vorbereitung der Messung nach Verfahren B.....	17
Bild 5 – Beispiele von relativen Winkelabweichungen zwischen der Hauptachse der Faser, der Achse der Außenzentrierung des Steckverbinders, der Achse der Referenzbuchse und der Ausrichtung des Analysators.....	19
Bild A.1 – Anordnung 1 für die Erzeugung eines willkürlich orientierten linearen SOP mit konstanter Intensität.....	21
Bild A.2 – Anordnung 2 für die Erzeugung eines willkürlich orientierten linearen SOP mit konstanter Intensität.....	21
Bild B.1 – Relative Position der Außenzentrierung des Steckverbinders; geometrische und optische Achsen in zwei Beispielen einer PM-Panda-Faser (unten links) und einer Schleifen-Faser (en: bow-tie fibre) (unten rechts).....	22

Bild C.1 – Berechnetes Extinktionsverhältnis als Funktion der gemessenen Werte.....	24
Bild C.2 – Berechnetes Extinktionsverhältnis für eine Verbindung von zwei PM-Faserabschnitten.....	24

Einleitung

Dieses Dokument enthält und erweitert den Inhalt von zwei vorigen Normen, d. h. IEC 61300, *Part 3-24: Examinations and measurements – Keying accuracy of optical connectors for polarization maintaining fibre* (de: Untersuchungen und Messungen - Genauigkeit der Außenzentrierung von optischen Steckverbindern für polarisationserhaltende Fasern) und IEC 61300, *Part 3-40: Examinations and measurements – Extinction ratio of a polarization maintaining (PM) fibre pigtailed connector* (de: Untersuchungen und Messungen – Messung der Verminderung des Extinktionsverhältnisses eines Steckverbinders mit einer polarisationserhaltenden (PM) Anschlussfaser).

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 61300 legt Verfahren zur Messung des Polarisationsextinktionsverhältnisses (PER) von polarisationserhaltenden Einmoden-LWL-Bauteilen fest, die auf polarisationserhaltenden Fasern basieren. Dieses Dokument legt auch Verfahren fest zur Feststellung der Eingangs- und Ausgangsrichtung der Hauptachsen von polarisationserhaltenden Bauteilen sowie Verfahren zur Schätzung der Genauigkeit der Außenzentrierung, d. h. dem Winkelversatz zwischen den Hauptachsen und der mechanischen Bezugsführung der Steckverbinder, sofern diese vorhanden sind.

2 Normative Verweisungen

Es gibt keine normativen Verweisungen in diesem Dokument.

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

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

- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

Im Folgenden werden weitere Begriffe definiert.

3.1.1

Hauptpolarisationszustände

(PSP, en: **principal states of polarization**)

Polarisationszustand (SOP, en: state of polarisation), der sich unverändert durch ein optisch anisotropes Medium ausbreitet

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies ist auch als Eigenpolarisation bekannt.

3.1.2

Polarisationsextinktionsverhältnis

(PER, en: **polarisation extinction ratio**)

Anteil der Leistung eines PSP, der senkrecht zum PSP austritt, wenn er sich entlang des polarisationserhaltenden Bauteils ausbreitet

3.2 Abkürzungen

Begriff	Beschreibung
DUT	Prüfling (en: device under test)
PM	polarisationserhaltend (en: polarisation maintaining)
SMF	Einmodenfaser (en: single mode fibre)
QWP	Viertelwellenlängenplättchen (en: quarter wave plate)

Begriff	Beschreibung
HWP	Halbwellenlängenplättchen (en: half wave plate)
SLD	Super-LED (en: super luminescent diode)

4 Allgemeine Beschreibung

Ein polarisationserhaltendes Bauteil ist ein physikalisches System, das einen spezifischen Eingangs-SOP unverändert lässt, wenn sich Licht durch das Bauteil ausbreitet. In linear doppelbrechenden Systemen entsprechen diese SOP zwei linearen Polarisationen, die auch als PSP bezeichnet werden, deren Polarisationsrichtung parallel zu den Hauptachsen der zwei polarisationserhaltenden Elemente sind.

Während sich in idealen PM-Bauteilen die zwei Hauptpolarisationszustände ungekoppelt und unverändert ausbreiten, können sie in der Realität Energie austauschen und sich tatsächlich vom Eingangs-SOP unterscheiden. Die Ursachen für derartige Abweichungen vom idealen Verhalten können sein:

- intrinsischer Art und den Formabweichungen im Aufbau des optisch leitenden Materials zuzuschreiben, oder
- von außen wirkend und verbunden mit äußeren mechanischen, elektrischen oder thermischen Veränderungen, die sich auf das PM-Bauteil oder einen Teil davon auswirken.

Wie genau ein PM-Bauteil seine PSP behalten kann, wird zahlenmäßig mit dem PER angegeben. Dieses Dokument definiert Messverfahren, die auf der Leistungskopplung zwischen den beiden Nenn-PSP in einem linearen doppelbrechenden System beruhen, und bei dem inkohärentes, linear polarisiertes Licht in das zu prüfenden PM-Bauteil (nachfolgend als PM-DUT bezeichnet) eingespeist wird.

Wo ein PM-Bauteil eine Aneinanderreihung von mehreren bestimmten PM-Unterbauteilen ist, wird das Betriebsverhalten des Gesamtsystems sehr stark davon beeinflusst, wie präzise die optischen Achsen der einzelnen Unterbauteile an den Verbindungspunkten zueinander ausgerichtet sind. Da an derartigen Verbindungsstellen häufig LWL-Steckverbinder zu finden sind, ist es von vordringlicher Wichtigkeit, zu bewerten und sicherzustellen, dass deren Bezugsführungsmechanismen richtig auf die Hauptachsen der ummantelten Faser ausgerichtet sind, damit sich die PSP unverändert weiter ausbreiten können. Auch für die Bewertung derartiger Winkelfehlanpassungen werden Verfahren beschrieben. Diese stützen sich auf die gleichen Messanordnungen, die bei den für die Beschreibung des PER-Betriebsverhaltens vorgeschlagenen Verfahren verwendet werden.

In diesem Dokument werden zwei Verfahren für die Messung des PER-Betriebsverhaltens und der Führungsgenauigkeit beschrieben: ein Verfahren ohne Referenzbauteile (Verfahren A) und ein Vergleichsverfahren (Verfahren B). Beim Vergleich der mit den beiden Verfahren erzielten Ergebnisse ist Vorsicht geboten, weil sich die gemessenen PER-Werte auf zwei verschiedene Messanordnungen beziehen.

5 Messgrundsätze

Die beiden Verfahren A und B beruhen auf dem Kreuzpolarisator-Prüfverfahren, bei dem das PM-Verhalten eines linear doppelbrechenden PM-DUT bewertet wird, indem das Verhältnis zwischen der Leistung der linear polarisierten Komponenten, die entlang der beiden Hauptachsen verlaufen, aus dem optischen Bauteil austreten, und der in den PM-DUT eingekoppelten Eingangsleistung bewertet wird.

Voraussetzung für dieses Messverfahren ist, dass das Polarisationsverhalten des zu prüfenden Bauteils stationär ist, d. h. dass die Polarisationsleistung während des Charakterisierungsprozesses nicht aktiv durch äußere Faktoren (elektrische, mechanische, thermische oder andere, wie z. B. Faser- und Steckverbindermanipulationen) beeinflusst oder verändert wird. Diese Anforderung unterscheidet das Kreuzpolarisatorverfahren von einem alternativen Messansatz, bei dem die Leistungskopplung zwischen den PSP durch eine dynamische externe Intervention (mechanisch oder thermisch) und die Erfassung der

Entwicklung des momentanen Ausgangs-SOP bewertet wird. Dieser letztgenannte Ansatz, der auch als „in-line“-Verfahren bezeichnet wird, basiert auf grundlegend anderen experimentellen Bedingungen und kann je nach Interpretation der Ergebnisse zu anderen oder inkonsistenten Ergebnissen im Vergleich zu denen führen, die mit dem Kreuzpolarisatorverfahren erzielt werden.

Für eine korrekte Bewertung des PM-Verhaltens ist es beim Kreuzpolarisator-Prüfverfahren erforderlich, dass inkohärentes, linear polarisiertes Licht, dessen Polarisation mit einer der Eingangshauptachsen übereinstimmt, am Eingangsende des PM-DUT eingekoppelt wird.

Das Polarisationsverhalten des PM-DUT wird aus den übertragenen Leistungen berechnet, die von den beiden linearen Polarisationen geführt werden, die entlang der beiden Hauptachsen des zu prüfenden Bauteils verlaufen.

Die Orientierung der optischen Ausgangsachsen des PM-DUT wird von der Orientierung des Analysators abgeleitet, sobald Polarisator und Analysator auf absolute kleinste Leistungsübertragung eingestellt sind.

6 Prüfeinrichtungen

6.1 Allgemeines

Die für die Verfahren A und B verwendeten Messanordnungen unterscheiden sich vor allem in der Vorbereitung des Eingangs-SOP, der in den PM-DUT eingespeist wird, obwohl sie auf den gleichen physikalischen Prinzipien basieren.

6.2 Verfahren A (Vorgehensweise ohne Referenzbauteile)

6.2.1 Allgemeines

Das Verfahren A charakterisiert ohne Referenzbauteile und berührungslos und unterliegt keinen Einschränkungen, die durch das Vorhandensein von Referenzkabeln, Referenzsteckverbindern und deren Wellenlängenabhängigkeit vorgegeben werden. Dieses Verfahren eignet sich daher im Allgemeinen gut für PM-DUT mit hohen PER-Werten oder für Messungen, die einen höheren Genauigkeitsgrad erfordern. Die Messungen werden nicht durch die Orientierungsgenauigkeit zwischen den optischen Achsen der Faser und der mechanischen Bezugsführung der Steckverbinder der PM-DUT beeinflusst. Dies ist das bevorzugte Messverfahren zur Bewertung der PER.

Die Prüfeinrichtung darf schematisch dem Beispiel nach Bild 1 ähnlich sein.

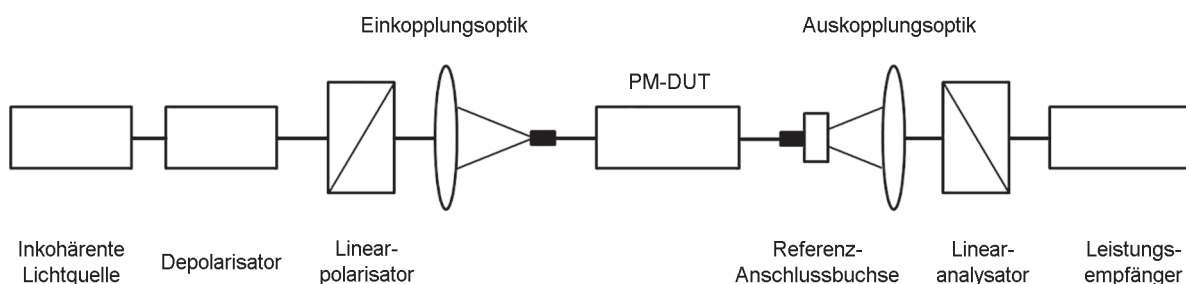


Bild 1 – Schematische Darstellung der Prüfeinrichtung für beide Messungen des Polarisationsextinktionsverhältnisses und für die Bestimmung des Winkelversatzes der Außenzentrierung der Steckverbinder

6.2.2 Lichtquelle

Die Lichtquelle muss ausreichend inkohärent sein, um jeglichen Interferenzeffekt zwischen den linearen Polarisationskomponenten zu beseitigen, die entlang der beiden Hauptachsen des PM-DUT orientiert sind. Die Kohärenzlänge l_c der Lichtquelle muss die folgende Randbedingung erfüllen:

$$l_c < \frac{1}{10} \frac{L}{L_B} \lambda \quad (1)$$

Dabei ist

- L die Länge des PM-DUT;
 L_B die PSP-Schwebungslänge;
 λ : die Mittenwellenlänge der Lichtquelle.

ANMERKUNG 1 Wenn L_B nicht anderweitig verfügbar ist, siehe IEC 60793-1-60.

Die Einheiten in Gleichung (1) müssen einheitlich verwendet werden.

Für PM-DUT mit einer typischen Länge von einigen Meter, die bei $\lambda = 1\,550\text{ nm}$ geprüft werden, fordert Gleichung (1) eine kürzere Kohärenzlänge als etwa 1 mm oder äquivalent eine 3-dB-Bandbreite der Quelle, die größer als etwa 10 nm ist.

Zur Verringerung von Ungenauigkeiten, die durch Licht verursacht werden können, das nicht genau innerhalb der PM-Faser geführt wird, darf nicht mehr als 0,1 % der ausgesendeten optischen Leistung unterhalb der Grenzwellenlänge des PM-DUT liegen.

Weiterhin ist es notwendig, dass die in den PM-DUT eingekoppelte optische Leistung, und damit die von der inkohärenten Quelle emittierte Leistung, während der Dauer der Messung stabil ist. Zum Erreichen einer Unsicherheit der PER-Messung von $\pm 1\text{ dB}$ müssen die Schwankungen der gekoppelten Leistung kleiner als 5 % sein.

Die in den PM-DUT eingekoppelte Leistung muss unterhalb der Schwellengrenzwerte für nichtlineare Ausbreitungseffekte bleiben, die für übliche Quarzglasbauteile im Spektralbereich zwischen etwa 700 nm und 1 650 nm in der Größenordnung von 10 mW liegt (Siehe IEC TR 61282-4).

Leuchtdioden (LED) oder Super-Leuchtdioden (SLD) sind beste Beispiele für inkohärente Lichtquellen. Fabry-Perot-Quellen sollte Beachtung geschenkt werden, deren zeitlich gemittelt Spektrum breit genug aussieht, aber deren Ist-Spektrum wesentlich schmäler ist.

6.2.3 Polarisator und Analysator

Die kombinierten Filtereigenschaften des Polarisators und des Analysators müssen eine Gesamtextinktion ergeben, die mindestens um den Faktor 10 höher ist als das höchste PER, das voraussichtlich mit dem PM-DUT gemessen wird. Erstklassige Kandidaten sind Glan-Thompson-Polarisatoren mit Extinktionen von 50 dB oder mehr.

Bei der Positionierung sowohl des Polarisators als auch des Analysators senkrecht zum Lichtstrahl ist Vorsicht geboten. Alle räumlichen Komponenten des kollimierten Strahls müssen während der Messung innerhalb des Akzeptanzwinkels der beiden polarisierenden Elemente liegen.

Da beide Geräte winklig zu den Hauptachsen des PM-DUT ausgerichtet sein müssen, werden Polarisator und Analysator oft innerhalb von Drehtischen montiert. Die Winkelauflösung der Positionierung muss eine absolute Unsicherheit von besser als $\pm 0,5^\circ$ ermöglichen.

6.2.4 Depolarisator

Wenn sich der Polarisator in Bezug auf den PM-DUT dreht, kann es bei Vorhandensein einer teilweise polarisierten Quelle notwendig sein, ein depolarisierendes Element einzuführen, um Schwingungen der gekoppelten Leistung zu vermeiden. Wie in Anhang A beschrieben, kann der Depolarisator durch zusätzliche optische Elemente ersetzt werden, z. B. durch eine Kombination von Wellenplatten, die zirkular polarisiertes Licht vor dem Polarisator erzeugen. Andere Optionen sind möglich und zulässig, solange ein linearer SOP mit

hoher Extinktion am Eingang des PM-DUT vorhanden ist und die Orientierung dieses SOP parallel zu einer der optischen Hauptachsen des PM-DUT ist.

6.2.5 Ein- und Auskopplungsoptik

Jedes zusätzliche optische Element entlang des optischen Weges zwischen Polarisator und Analysator muss frei von Doppelbrechung sein. Die kombinierte Extinktion all dieser Teile sollte mindestens 10 dB höher sein als das erwartete PER, das im PM-DUT gemessen werden soll.

Es muss darauf geachtet werden, dass Störreflexionen vermieden werden, die depolarisiert und in den PM-DUT oder in das Leistungsempfangssystem eingekoppelt werden können.

6.2.6 Leistungsempfangssystem

Die Antwort des Photoempfängers muss in dem zu untersuchenden Wellenlängenbereich polarisationsunabhängig und homogen über die aktive Fläche und über das gesamte Emissionsspektrum der Lichtquelle sein. Die aktive Fläche muss außerdem groß genug sein, um jederzeit die aus dem PM-DUT austretende optische Gesamtleistung zu erfassen. Der Dynamikbereich des Empfängers, der das Leistungsmessgerät und möglicherweise ein ergänzendes synchrones Empfangssystem umfassen kann, muss größer sein als der Bereich, der durch die maximalen und minimalen Leistungen definiert ist, welche während der Messungen beobachtbar sind. Das gesamte Leistungsempfangssystem muss über den gesamten Dynamikbereich auf einer linearen Skala innerhalb von ± 1 % linear sein.

6.2.7 Mechanische Halterungen

Der PM-DUT muss durch mechanische Haltvorrichtungen in seiner Position gehalten werden, die keine Beanspruchungen verursachen, welche die PM-Eigenschaften des PM-DUT beeinträchtigen könnten. Die mechanische Anordnung muss außerdem stabil genug sein, um jede Schwankung der in das zu prüfende PM-Element eingekoppelten Leistung von mehr als ± 1 % zu verhindern.

6.2.8 Referenzsteckbuchse

Wenn der PM-DUT über Eingangs- oder Ausgangssteckverbinder verfügt, dann stellt die Referenzbuchse eine Halterung für den Ausgangsanschluss bereit. Die Buchse muss enge mechanische Toleranzen haben, um das axiale Rotationsspiel zwischen dem Ausrichtungsmerkmal des Steckverbinders und dem Buchsengegenstück zu minimieren. Die Ausrichtung der Buchse in Bezug auf die Achse des Analysators sollte mit einer Unsicherheit von $\pm 0,5^\circ$ bekannt sein.

6.2.9 PM-DUT

Die linearen Doppelbrechungseigenschaften des PM-DUT müssen während der Durchführung der Messung stationär sein. Das bedeutet, dass die Doppelbrechung des PM-DUT während der Messung unverändert bleibt, so dass die beiden orthogonalen linearen PSP immer als konstant angesehen werden können.

6.3 Verfahren B (vergleichende Vorgehensweise)

6.3.1 Allgemeines

Verfahren B stützt sich auf eine Vergleichsmessung, bei der das PER-Betriebsverhalten des PM-DUT anhand eines bekannten Referenzkabels bewertet wird, das aus einer kalibrierten PM-Faser mit einem kalibrierten Steckverbinder besteht (siehe 6.2.4). Das PER des PM-DUT wird aus der Messung einer Anordnung gewonnen, die den PM-DUT, die Referenz und die Verbindung zwischen den beiden umfasst. Die Genauigkeit dieses Verfahrens ist deshalb von der Qualität der Referenz und der Genauigkeit der mechanischen Ausrichtung zwischen den optischen Achsen der Faser und der mechanischen Referenzführung der Steckverbinder sowohl der Referenz als auch des PM-DUT abhängig. Verfahren B kann für die Charakterisierung von PM-DUT verwendet werden, deren PM-Verhalten deutlich geringer als das der Referenz ist, oder es eignet sich für

die Charakterisierung von PM-DUT, bei denen die Vorbedingungen für Verfahren A nicht eingehalten werden können (z. B. wenn das durch den Mantel geführte Licht nicht zufriedenstellend unterdrückt werden kann).

Die Prüfeinrichtung darf schematisch dem Beispiel nach Bild 2 ähnlich sein. Im Vergleich mit der Prüfeinrichtung für das Verfahren A sind die zusätzlichen Elemente der Prüfeinrichtung für Kontaktmessungen gegen ein Referenzkabel erforderlich.

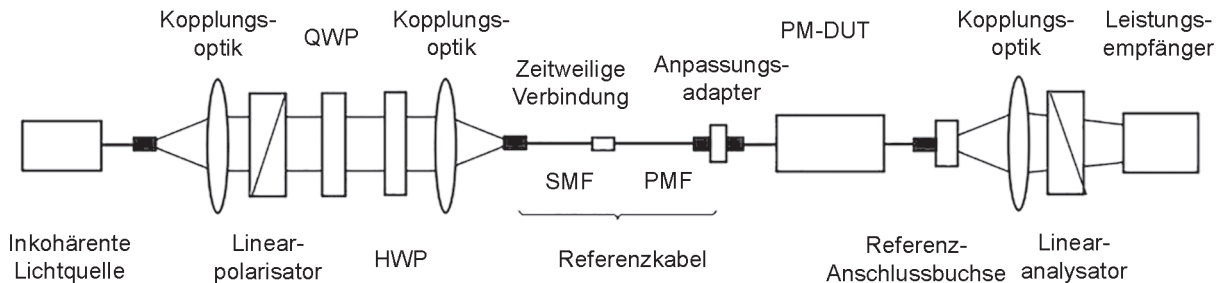


Bild 2 – Schematische Darstellung der Prüfeinrichtung für beide Messungen des Polarisationsextinktionsverhältnisses und für die Bestimmung des Winkerversatzes der Außenzentrierung der Steckverbinder mit einer Referenz

6.3.2 Lichtquelle

Für die inkohärente Lichtquelle gelten die in 6.2.2 beschriebenen Anforderungen.

6.3.3 Polarisator, Wellenplättchen und Analysator

Die Eingangsbaugruppe, die aus einem Linearpolarisator, einem Viertelwellenlängenplättchen (QWP) und einem Halbwellenlängenplättchen (HWP) besteht, ist eine von vielen möglichen Konfigurationen, die zur Vorbereitung des Eingangs-SOP benötigt werden. Letzterer ist so festgelegt, dass er bei der Ausbreitung durch das Referenzkabel linear polarisiert und parallel ausgerichtet zur mechanischen Referenzführung des Ausgangssteckverbinders des Referenzkabels austritt. Weil das Referenzkabel einen Teil einer Standard-Einmodenfaser (SMF) enthalten kann, ist zu beachten, dass der in das Referenzkabel eingekoppelte Eingangspolarisationszustand möglicherweise nicht unbedingt linear ist. Aufgrund der Wellenlängenabhängigkeit von QWP und von HWP müssen diese außerdem mit der Betriebswellenlänge sowohl der Quelle als auch des PM-DUT kompatibel sein. Während die bisher beschriebenen Elemente typischerweise auf gebräuchlichen optischen Bauteilen beruhen, kann die gleiche Funktionalität durch Elemente auf Glasfaserbasis oder eine Kombination aus gebräuchlichen und LWL-Bauteilen erreicht werden.

Es gelten zusätzliche Anforderungen wie in 6.2.3 aufgeführt.

6.3.4 Referenzkabel

Der Zweck des Referenzkabels ist es, eine mit dem PM-DUT kompatible Modenintensitätsverteilung bereitzustellen, um die Leistungskopplung zwischen den Kernen der beiden Fasern so groß wie möglich und die im Fasermantel des PM-DUT gestreute Leistung so klein wie möglich zu machen. Das Referenzkabel kann aus zwei Faserabschnitten bestehen: einem Standardfaserabschnitt, gefolgt von einem PM-Faserabschnitt. Diese beiden dürfen über eine zeitweilige Verbindung verbunden werden, deren Zweck es ist, den Austausch verschiedener PM-Abschnitte je nach den Anforderungen des PM-DUT zu ermöglichen, ohne die Ausrichtung der Eingangskopplung zu beeinflussen. Dabei darf das Referenzkabel auch aus einem einzigen PM-Kabel bestehen.

Entlang des Referenzkabels darf ein Mantelmodenabstreifer eingefügt werden, um sicherzustellen, dass am Ausgangsende des Referenzkabels keine nachteilige Lichtmenge in der Ummantelung verbleibt.

Der Ausgang des Referenzkabels muss einen Fasersteckverbinder haben, dessen mechanischer Referenzführung auf die optische Achse der ummantelten Faser ausgerichtet ist. Die Winkelabweichung zwischen diesen beiden Achsen muss bekannt sein oder muss nach 8.2.3 bestimmt werden.

Der Ausgangssteckverbinder des Referenzkabels muss in einen Anpassungsadapter gesteckt werden, der durch ein minimales Drehspiel zwischen der mechanischen Referenzführung des Steckverbinders und dem entsprechenden Gegenstück des Anpassungsadapters charakterisiert ist (siehe z. B. mittlerer Teil von Bild 4).

Der PM-Abschnitt des Referenzkabels darf nach Verfahren A charakterisiert werden.

6.3.5 Kopplungsoptik

Jedes zusätzliche optische Element entlang des optischen Pfades zwischen dem Anpassungsadapter und dem Analysator muss im Wesentlichen frei von Doppelbrechung sein. Die kombinierte Extinktion aller dieser Teile sollte mindestens um den Faktor 10 höher sein als das erwartete PER, das vom PM-DUT aus gemessen werden soll.

Es muss darauf geachtet werden, dass Störreflexionen vermieden werden, die depolarisiert und in den PM-DUT oder in das Leistungsempfangssystem eingekoppelt werden können.

6.3.6 Leistungsempfangssystem

Die gleichen Anforderungen wie in 6.2.6.

6.3.7 Mechanische Halterungen

Die gleichen Anforderungen wie in 6.2.7.

6.3.8 Referenzsteckbuchse

Die gleichen Anforderungen wie in 6.2.8.

6.3.9 PM-DUT

Die gleichen Anforderungen wie in 6.2.9.

7 Messverfahren für das PER

7.1 Allgemeines

Hinsichtlich der Bewertung des PER-Betriebsverhaltens eines PM-DUT beruhen beide Verfahren A und B auf den gleichen allgemeinen Prinzipien. Die vier wesentlichen Elemente sind:

- 1) eine breitbandige inkohärente Lichtquelle, die auf die gewünschte Wellenlänge zentriert ist;
- 2) ein linearer Eingangs-SOP mit hoher Extinktion, der entlang einer der Hauptachsen des PM-DUT ausgerichtet ist;
- 3) ein rotierender, linearer Analysator mit hoher Extinktion zur Filterung des Ausgangslichts;
- 4) ein Leistungsempfangssystem mit einem linearen Ansprechverhalten über einen großen Dynamikbereich.

Die PER-Werte werden durch Vergleich der Beträge der optischen Leistung am Ausgang des PM-DUT bewertet, die den beiden PSP zugeordnet sind.

7.2 Verfahren A (Vorgehensweise ohne Referenzbauteile)

7.2.1 Allgemeines

Die PER-Bewertung besteht aus einem Schritt zur Vorbereitung der Messung, gefolgt von der eigentlichen PER-Messung.

7.2.2 Vorbereitung der Messung

Bevor der PM-DUT in den im Beispiel von Bild 1 dargestellten Messaufbau eingesetzt wird, ist sicherzustellen, dass seine optischen Ein- und Ausgangsschnittstellen, besonders im Kernbereich, sauber sind. Die Nichteinhaltung dieser Bedingung kann zu inkonsistenten und nicht reproduzierbaren Ergebnissen führen.

Wenn der PM-DUT an seiner Position ist und kein Licht eingekoppelt wird, ist der Leistungsmesswert des Empfangssystems P_{zero} aufzuzeichnen. Es sollte darauf geachtet werden, dass kein Streulicht auf die Fotodiode trifft.

Der Eingangsstrahl, die Eingangskopplungsoptik und der PM-DUT müssen derart eingerichtet werden, dass die Anregung von Moden höherer Ordnung oder Mantelmoden am Eingangsende des PM-DUT verhindert wird. Wann immer möglich sollten Verfahren zur Modenabstreifung angewendet werden, ohne die Ausbreitung der beiden PSP zu stören. Wenn Moden höherer Ordnung oder Mantelmoden eine Einschränkung der Messgenauigkeit darstellen, sollte ein Wechsel zu dem in 7.3 beschriebenen Verfahren B in Betracht gezogen werden.

Der Polarisator ist derart einzustellen, dass die Eingangspolarisation annähernd parallel zur beabsichtigten Hauptachse des PM-DUT ausgerichtet ist. Der Analysator wird derart gedreht, um die auf die Fotodiode übertragene Leistung so klein wie möglich zu machen. Polarisator und Analysator werden iterativ eingestellt, bis der Messwert vom Empfangssystem ein absolutes Minimum erreicht. Die sich daraus ergebende Konfiguration entspricht einer Eingangspolarisation, die parallel zu einer Hauptachse des PM-DUT ist, und der Analysator wird entlang der orthogonalen Achse ausgerichtet.

Der niedrigste zur Bestimmung des PER verwendete Leistungsmesswert muss mindestens 10 dB höher als P_{zero} sein, um zu vermeiden, dass die Messung durch das Rauschen des Empfangssystems beeinträchtigt wird. Es ist zu überprüfen, dass dieser kleinste Leistungsmesswert sich nicht in Abhängigkeit von der Temperatur oder der Anordnung des PM-DUT verändert. Die Nichteinhaltung der letztgenannten Bedingung kann darauf hinweisen, dass die verbleibende Kohärenz der Quelle überhöht ist.

7.2.3 Messung des Polarisationsextinktionsverhältnisses

Ohne Veränderung der Ausrichtung des Polarisators, die nach den in 7.2.2 beschriebenen Schritten erhalten wurde, sind die Werte der übertragenen Leistung aufzuzeichnen, während der Analysator eine volle Drehung um 360° ausführt. Die Auflösung bei der Winkeldrehung sollte ausreichend sein, um eine $\sin^2$ -Funktion genau an die gemessenen Daten anzupassen. Die Genauigkeit der Anpassung muss so sein, dass die Position der Extrema des Kurvenverlaufs mit einer Genauigkeit von besser als $0,5^\circ$ bestimmt wird. Die Winkelabtastung ist gegebenenfalls so zu erweitern, dass zwei Leistungsmaxima und zwei Leistungsminima deutlich sichtbar werden, wie in Bild 3 dargestellt. Das PER kann dann mit der folgenden Schrittfolge berechnet werden:

- Überprüfung, dass die Transmissionsmaxima und die Transmissionsminima einen Abstand von $180^\circ \pm 1^\circ$ voneinander haben.
- Überprüfung, dass benachbarte Transmissionsmaxima und die Transmissionsminima einen Abstand von $90^\circ \pm 1^\circ$ voneinander haben.
- Überprüfung, dass die Maxima (Minima) innerhalb von 1 dB voneinander entfernt sind.

Abweichungen von den vorstehend aufgeführten drei Bedingungen können auf das Vorhandensein von Ungenauigkeiten bei der Ausrichtung der optischen Bauteile entlang des Lichtwegs hindeuten. Dies kann auch zusätzliche Unsicherheiten in den Messwerten mit sich bringen.

- Festlegen von P_{max} als Mittelwert der zwei Übertragungsmaxima (auf linearer Basis).
- Festlegen von P_{min} als Mittelwert der zwei Übertragungsminima (auf linearer Basis).
- Das PER des gesamten PM-DUT wird mit Gleichung (2) berechnet.

$$\text{PER [dB]} = 10 \log_{10} \left(\frac{P_{\text{max}}[W]}{P_{\text{min}}[W]} \right) \quad (2)$$