

	Sicherheit von Maschinen Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen Teil 3: Besondere Anforderungen an aktive optoelektronische diffuse Reflektion nutzende Schutzeinrichtungen (AOPDDR) (IEC 61496-3:2001) Deutsche Fassung EN 61496-3:2001	DIN EN 61496-3
VDE	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Vorstand beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter nebenstehenden Nummern in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekannt gegeben worden.	Klassifikation VDE 0113 Teil 203
ICS 13.100; 31.260 Safety of machinery Electro-sensitive protective equipment Part 3: Particular requirements for Active Opto-electronic Protective Devices responsive to Diffuse Reflection (AOPDDR) (IEC 61496-3:2001); German version EN 61496-3:2001 Sécurité des machines Équipements de protection électro-sensibles Partie 3: Prescriptions particulières pour les équipements utilisant des dispositifs protecteurs opto-électroniques actifs sensibles aux réflexions diffuses (AOPDDR) (CEI 61496-3:2001); Version allemande EN 61496-3:2001 Die Europäische Norm EN 61496-3:2001 hat den Status einer Deutschen Norm. Beginn der Gültigkeit Die EN 61496-3 wurde am 2001-03-06 angenommen. Nationales Vorwort Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium UK 225.2 „Elektrosensitive Schutzeinrichtungen von Maschinen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE zuständig. Norm-Inhalt war veröffentlicht als E DIN IEC 61496-3 (VDE 0113 Teil 203):1998-10. Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 44 „Safety of machinery – Electrotechnical aspects“ erarbeitet. Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zum Jahr 2006 unverändert bleiben soll. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation – bestätigt, – zurückgezogen, – durch eine Folgeausgabe ersetzt oder – geändert. Fortsetzung Seite 2 und 53 Seiten EN DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Nationaler Anhang NA (informativ) Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

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

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

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist nachstehend wiedergegeben. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig.

IEC hat 1997 die Benummerung der IEC-Publikationen geändert. Zu den bisher verwendeten Normnummern wird jeweils 60000 addiert. So ist zum Beispiel aus IEC 68 nun IEC 60068 geworden.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60068-2:1999	IEC 60068-2-14:1984	DIN EN 60068-2-14:2000-08	–
EN 60068-2-75:1977	IEC 60068-2-75:1997	DIN EN 60068-2-75:1998-06	–
EN 60825-1:1994 + A11:1996 + A2:2001	IEC 60825-1:1993 + A2:2001	DIN EN 60825-1:2001 (VDE 0837 Teil 1):2001-XX	VDE 0837 Teil 1
EN 61496-1:1997	IEC 61496-1:1997	DIN EN 61496-1 (VDE 0113 Teil 201):1998-06	VDE 0113 Teil 201
EN 471:1994	–	DIN EN 471:1994-08	–

Nationaler Anhang NB (informativ) Literaturhinweise

DIN EN 60068-2-14, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen; Prüfung N: Temperaturwechsel* (IEC 60068-2-14:1984 + A1:1986); Deutsche Fassung EN 60068-2:1999.

DIN EN 60068-2-75, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen; Prüfung Eh: Hammerprüfungen* (IEC 60068-2-75:1997); Deutsche Fassung EN 60068-2-75:1997.

DIN EN 60825-1, *Sicherheit von Laser-Einrichtungen – Teil 1: Klassifizierung von Anlagen, Anforderungen und Benutzer-Richtlinien* (IEC 60825-1:1993 + A2:2001); Deutsche Fassung EN 60825-1:1994 + A11:1996 + A2:2001.

DIN EN 61496-1 (VDE 0113 Teil 201), *Sicherheit von Maschinen – Berührungslos wirkende Schutzrichtungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Prüfungen* (IEC 61496-1:1997); Deutsche Fassung EN 61496-1:1997.

DIN EN 471, *Warnkleidung*; Deutsche Fassung EN 471:1994.

Sicherheit von Maschinen
Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen
Teil 3: Besondere Anforderungen an aktive optoelektronische diffuse Reflektion
nutzende Schutzeinrichtungen (AOPDDR)
(IEC 61496-3:2001)

Safety of machinery
Electro-sensitive protective equipment
Part 3: Particular requirements for Active Opto-
electronic Protective Devices responsive to
Diffuse Reflection (AOPDDR)
(IEC 61496-3:2001)

Sécurité des machines
Équipements de protection électro-sensibles
Partie 3: Prescriptions particulières pour les
équipements utilisant des dispositifs protecteurs
opto-électroniques actifs sensibles aux
réflexions diffuses (AOPDDR)
(CEI 61496-3:2001)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2001-03-06 angenommen. Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.

CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 44/287/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe von IEC 61496-3, ausgearbeitet von dem IEC TC 44 „Safety of machinery – Electrotechnical aspects“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2001-03-06 als EN 61496-3 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2002-01-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2004-04-01

Diese Norm muss in Verbindung mit EN 61496-1:1997 angewendet werden.

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norm-Inhalt.

Anhänge, die als „informativ“ bezeichnet sind, enthalten nur Informationen.

In dieser Norm sind die Anhänge A, B und ZA normativ und die Anhänge C, AA und BB informativ.

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61496-3:2001 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen.....	7
3 Definitionen	7
4 Anforderungen	7
4.1 Funktionsanforderungen.....	7
4.2 Konstruktionsanforderungen.....	8
4.3 Umgebungsanforderungen	12
5 Prüfung.....	14
5.1 Allgemeines.....	14
5.2 Funktionsprüfungen	15
5.3 Funktionsprüfung unter Fehlerbedingungen.....	20
5.4 Prüfung von Umgebungseinflüssen	20
6 Kennzeichnung zur Identifikation und zum sicheren Gebrauch	31
6.1 Allgemeines.....	31
7 Begleitdokumente	32
Anhang A (normativ) Zusätzliche Funktionen der AOPDDR	41
Anhang B (normativ) Katalog von Einzelfehlern, die die elektrische Ausrüstung der BWS beeinträchtigen (anzuwenden wie in 5.3 festgelegt).....	44
Anhang C (informativ) Literaturverzeichnis	44
Anhang AA (informativ) Beispiele für den Gebrauch einer AOPDDR in verschiedenen Anwendungen	44
Anhang BB (informativ) Zusammenhang zwischen Messgenauigkeit und Detektionswahrscheinlichkeit.....	48
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen.....	53
 Bild 1a – Beispiel für das maximale Schutzfeld einer AOPDDR.....	 33
Bild 1b – Beispiel für das Schutzfeld einer AOPDDR	33
Bild 2 – Diffuse Mindestreflektivität von Materialien.....	34
Bild 3a – Einfluss des Hintergrunds auf das Detektionsvermögen	34
Bild 3b – Einfluss von weiß strahlendem Licht auf das Detektionsvermögen – Beispiel 1.....	35
Bild 3c – Einfluss von weiß strahlendem Licht auf das Detektionsvermögen – Beispiel 2.....	35
Bild 3d – Einfluss von durch den Hintergrund reflektiertem Licht auf das Detektionsvermögen	36
Bild 3e – Einfluss von Stroboskoplicht auf das Detektionsvermögen – Beispiel 1	36
Bild 3f – Einfluss von Stroboskoplicht auf das Detektionsvermögen – Beispiel 2	37
Bild 3g – Prüfung der Lichtbeeinflussung.....	37
Bild 3h – Beeinflussung zwischen zwei AOPDDRs gleicher Bauart.....	38
Bild 4a – Konfiguration für die Dauerprüfung – Beispiel 1	38
Bild 4b – Konfiguration für die Dauerprüfung – Beispiel 2	39

Bild 5 – Prüfung homogener Verschmutzung.....40

Bild AA.1 – Beispiel für den Gebrauch einer AOPDDR an einer Maschine.....45

Bild AA.2 – Beispiel für den Gebrauch einer AOPDDR an einem FTS.....46

Bild AA.3 – Beispiel für den Gebrauch einer AOPDDR als ein Gerät zur Erkennung des Durchtritts
von Personen 47

Bild BB.1 – Zusammenhang zwischen Messgenauigkeit und Schutzfeld.....48

Bild BB.2 – Zusammenhang zwischen Messgenauigkeit, Schutzfeld und dem Wahrscheinlichkeits-
anteil des Toleranzbereichs 49

Bild BB.3 – Zusammenhang zwischen Messgenauigkeit, Schutzfeld und Toleranzbereich –
Beispiel 1 50

Bild BB.4 – Zusammenhang zwischen Messgenauigkeit, Schutzfeld und Toleranzbereich –
Beispiel 2 50

Bild BB.5 – POD einer Einzelmessung (logarithmisch) für eine M-von-M-Auswertung mit $1 \leq M \leq 50$ 51

Bild BB.6 – POD einer Einzelmessung für eine M-von-M-Auswertung mit $1 \leq M \leq 50$ in Beziehung
zu σ bei Normalverteilung 52

Tabelle 1 – Nachweis der Anforderungen zum Detektionsvermögen (siehe auch 4.2.12.1) 16

Tabelle 2 – Übersicht der Prüfungen zur Lichtbeeinflussung.....25

Einleitung

Eine berührungslos wirkende Schutzeinrichtung (BWS) wird an Maschinen angebracht, die ein Risiko der Körperverletzung bergen. Sie bietet Schutz, indem sie die Maschine veranlasst, einen sicheren Zustand einzunehmen, bevor eine Person in eine gefahrbringende Situation geraten kann.

Dieser Teil ergänzt oder ändert die korrespondierenden Abschnitte in IEC 61496-1, um besondere Anforderungen festzulegen für die Konstruktion, den Aufbau und die Prüfung von berührungslos wirkenden Schutzeinrichtungen (BWS) zur Absicherung von Maschinen, die aktive optoelektronische diffuse Reflektion nutzende Schutzeinrichtungen (AOPDDRs) für die Sensorfunktion verwenden.

Wo ein einzelner Abschnitt oder Unterabschnitt von Teil 1 in diesem Teil 3 nicht erwähnt ist, gilt dieser Abschnitt oder Unterabschnitt so weit wie möglich. Wo in diesem Teil „Ergänzung“, „Änderung“ oder „Ersatz“ steht, sollte der relevante Text von Teil 1 entsprechend angepasst werden.

Zusätzliche Anhänge sind mit AA, BB usw. bezeichnet.

Jeder Maschinentyp hat seine eigenen besonderen Gefährdungen, und es ist nicht Sinn dieser Norm, für eine besondere Maschine die Art der Verwendung der BWS zu empfehlen. Die Anwendung der BWS sollte eine Sache der Vereinbarung zwischen dem Gerätelieferanten, dem Maschinenanwender und der Behörde für die Durchführung der Sicherheitsmaßnahmen sein. In diesem Zusammenhang wird auf die einschlägigen international anerkannten Leitlinien, zum Beispiel ISO/TR 12100, hingewiesen.

ANMERKUNG Der Anhang AA enthält Anwendungsbeispiele, die allgemeine Informationen bieten und spezielle Eigenschaften für den Gebrauch der in diesem Teil von IEC 61496 beschriebenen BWS ansprechen. Für die verschiedenen Arten von BWS ist eine Anwendungsnorm in Vorbereitung.

1 Anwendungsbereich

Ersatz:

Dieser Teil von IEC 61496 legt zusätzliche Anforderungen für die Konstruktion, den Aufbau und die Prüfung von berührungslos wirkenden Schutzeinrichtungen (BWS) zur Absicherung von Maschinen fest, die aktive optoelektronische diffuse Reflektion nutzende Schutzeinrichtungen (AOPDDRs) für die Sensorfunktion verwenden. Besondere Aufmerksamkeit wird auf die Anforderungen gelenkt, die sicherstellen, dass eine ausreichende sicherheitsbezogene Leistungsfähigkeit erreicht wird. Eine BWS kann zusätzliche sicherheitsbezogene Funktionen enthalten, für die die Anforderungen im [Anhang A](#) dieses Teils und auch im [Anhang A von IEC 61496-1](#) aufgeführt sind.

Dieser Teil legt weder die Abmessungen noch die Konfiguration des Schutzfeldes und dessen Anordnung in Bezug auf Gefährdungen für eine besondere Anwendung fest, ebenso nicht, was für eine Maschine ein gefahrbringender Zustand ist. Er ist auf das Funktionieren der BWS beschränkt.

AOPDDRs sind Geräte, die ein in zwei Dimensionen festgelegtes Schutzfeld besitzen, in dem Strahlung im nahen Infrarotbereich von einem oder mehreren Sendeelementen ausgesendet wird. Wenn die ausgesendete Strahlung auf ein Objekt trifft (zum Beispiel eine Person oder einen Teil einer Person), wird ein Teil der ausgesendeten Strahlung durch diffuse Reflektion zu einem oder mehreren Empfangselementen reflektiert, wodurch das Vorhandensein eines Objekts detektiert werden kann.

ANMERKUNG Unter bestimmten Umständen müssen Einschränkungen des Sensors bezüglich seiner Verwendung betrachtet werden, zum Beispiel:

- Objekte, die spiegelähnliche (gerichtete) Reflektionen erzeugen, können unter Umständen nicht detektiert werden, wenn der Wert des diffusen Reflektionsgrades geringer ist als der für den schwarzen Probekörper festgelegte Wert.
- Die Festlegung der Mindestreflektionsfaktoren für die Detektion von Hindernissen beruht auf der Bekleidung einer Person. Objekte, die eine geringere Reflektivität als die in diesem Teil betrachtet haben, können unter Umständen nicht detektiert werden.

AOPDDRs, die Strahlung außerhalb des Wellenlängenbereiches von 820 nm bis 946 nm verwenden, und AOPDDRs, die andere als die von der AOPDDR selbst erzeugte Strahlung verwenden, sind von diesem Teil der Norm ausgenommen. Dieser Teil kann als Leitlinie für Sensoreinrichtungen, die Strahlung außerhalb dieses Wellenlängenbereiches verwenden, verwendet werden. Weiterhin sind AOPDDRs ausgenommen, die ein festgelegtes Detektionsvermögen außerhalb des Bereiches von 50 mm bis 100 mm haben.

Dieser Teil kann für andere Anwendungen als zum Schutz von Personen bedeutsam sein, zum Beispiel zum Schutz gegen mechanische Zerstörung von Maschinen oder Produkten. In solchen Anwendungen können zusätzliche Anforderungen erforderlich sein, zum Beispiel, wenn die durch die Sensorfunktion zu detektierenden Materialien Eigenschaften besitzen, die unterschiedlich zu denen von Personen und ihrer Bekleidung sind.

Dieser Teil behandelt keine Anforderungen zur Störausstrahlung bezüglich elektromagnetischer Verträglichkeit (EMV).

Optoelektronische Geräte, die nur eindimensionale punktförmige Entfernungsmessungen ausführen, zum Beispiel Näherungsschalter, sind in diesem Teil nicht behandelt.

2 Normative Verweisungen

Ergänzung:

IEC 60068-2-14:1984, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test N: Change of temperature.*

IEC 60068-2-75:1997, *Environmental testing – Part 2-75: Tests – Test Eh: Hammer tests.*

IEC 60825-1:1993, *Safety of laser products – Part 1: Equipment classification, requirements and user's guide.*

IEC 61496-1:1997, *Safety of machinery – Electro-sensitive protective equipment – Part 1: General requirements and tests.*

EN 471:1994, *High-visibility warning clothing.*

3 Definitionen

Ergänzung:

3.301

Aktive optoelektronische diffuse Reflektion nutzende Schutzeinrichtung (AOPDDR)

Gerät, dessen Sensorfunktion durch optoelektronische Sende- und Empfangselemente erzeugt wird, welche die diffuse Reflektion von im Gerät erzeugter optischer Strahlung durch ein in einem durch zwei Dimensionen festgelegten Schutzfeld befindlichen Objekt detektiert

3.302

Detektionsvermögen der AOPDDR

Fähigkeit, die spezifizierten Probekörper (siehe [4.2.13](#)) im Schutzfeld zu detektieren

3.303

Toleranzbereich

Bereich außerhalb des Schutzfeldes, der erforderlich ist, um die erforderliche Detektionswahrscheinlichkeit für den bzw. die spezifizierten Probekörper (siehe [4.2.13](#)) innerhalb des Schutzfeldes zu erreichen

4 Anforderungen

Dieser Abschnitt von Teil 1 ist gültig, außer wie folgt:

4.1 Funktionsanforderungen

4.1.3 Arten von BWS

Ersatz:

In diesem Teil von IEC 61496 wird nur eine BWS Typ 3 betrachtet. Es liegt in der Verantwortung des Maschinenherstellers und/oder Anwenders vorzuschreiben, ob dieser Typ für eine besondere Anwendung geeignet ist.

Die BWS Typ 3 muss die Anforderungen an die Fehlererkennung nach [4.2.2.4](#) dieses Teils erfüllen. Bei bestimmungsgemäßem Betrieb muss der Ausgangstromkreis jedes von mindestens zwei Ausgangsschalt-elementen (OSSDs) der BWS Typ 3 in den AUS-Zustand wechseln, wenn die Sensoreinrichtung aktiviert wird oder wenn die Stromversorgung des Geräts unterbrochen wird.

Zusätzliche Funktionsanforderungen:

4.1.4 Bereich mit eingeschränktem Detektionsvermögen

Die am nächsten liegende Grenze des Schutzfeldes darf in der Detektionsebene nicht weiter als 50 mm von der optischen Frontscheibe entfernt sein.

Ein Bereich zwischen der optischen Frontscheibe und dem Anfang des Schutzfeldes wird als Bereich mit eingeschränktem Detektionsvermögen bezeichnet. Um sicherzustellen, dass in einer besonderen Anwendung keine Gefährdung auf Grund des Vorhandenseins dieser Zone zwischen der optischen Frontscheibe und dem Schutzfeld auftreten kann, muss der Lieferant ihre Abmessungen und angemessene Hinweise für den Gebrauch angeben.

4.2 Konstruktionsanforderungen

4.2.2 Anforderungen zur Erkennung von Fehlern

4.2.2.2 Besondere Anforderungen an eine BWS Typ 1

Dieser Unterabschnitt von Teil 1 ist nicht anwendbar.

4.2.2.3 Besondere Anforderungen an eine BWS Typ 2

Dieser Unterabschnitt von Teil 1 ist nicht anwendbar.

4.2.2.4 Besondere Anforderungen an eine BWS Typ 3

Ersatz:

Ein einzelner Fehler im Sensorteil, der zu einem kompletten Verlust des angegebenen Detektionsvermögens der AOPDDR führt, muss dazu führen, dass die BWS innerhalb der festgelegten Reaktionszeit in einen Verriegelungszustand wechselt.

ANMERKUNG 1 Für AOPDDRs, die einen drehenden Spiegel zur Abtastung des Schutzfeldes verwenden, kann diese Anforderung durch Messung auf ein definiertes Referenzziel, das sich außerhalb des Schutzfeldes und des Toleranzbereichs befindet, erfüllt werden.

Ein einzelner Fehler, der zu einer Verschlechterung des angegebenen Detektionsvermögens der AOPDDR führt, muss dazu führen, dass die BWS innerhalb einer Zeitspanne von 5 s in einen Verriegelungszustand wechselt.

ANMERKUNG 2 Beispiele für eine Verschlechterung des Detektionsvermögens der AOPDDR schließen ein:

- Zunahme der mindest detektierbaren Objektgröße;
- Zunahme des mindest detektierbaren Reflektionsgrades;
- Abnahme der Messgenauigkeit.

Ein einzelner Fehler, der dazu führt, dass die festgelegte Reaktionszeit überschritten wird, oder verhindert, dass zumindest ein OSSD in den AUS-Zustand übergeht, muss dazu führen, dass die BWS unmittelbar in einen Verriegelungszustand wechselt, d. h. innerhalb der Reaktionszeit oder unmittelbar nach jedem der nachfolgend aufgeführten Ereignisse, bei denen die Fehlererkennung einen Statuswechsel erfordert:

- bei Aktivierung der Sensorfunktion;
- beim Aus/Einschalten;
- beim Zurücksetzen der Anlaufsperrung oder der Wiederanlaufsperrung, falls vorhanden (siehe IEC 61496-1, A.5 und A.6);
- beim Anliegen eines externen Testsignals, falls vorhanden.

ANMERKUNG 3 Ein externes Testsignal kann erforderlich sein, wenn zum Beispiel in einer besonderen Anwendung die Häufigkeit der Aktivierung der Sensorfunktion vorhersehbar gering ist und die OSSDs nur bei einem Statuswechsel überwacht werden.

Wenn der Fehler, der einen Verriegelungszustand ausgelöst hat, noch vorhanden ist, darf es der BWS nicht möglich sein, zum Beispiel durch Unterbrechung und Wiederherstellung der Netzstromversorgung oder durch irgendwelche andere Mittel, ein Zurücksetzen des Verriegelungszustandes zu erreichen.

In Fällen, in denen ein einzelner Fehler, der keinen gefährdenden Ausfall der BWS verursacht, nicht aufgedeckt wird, darf das Auftreten weiterer Fehler nicht zu einem gefährdenden Ausfall führen. Zum Nachweis dieser Anforderung siehe 5.3.4.

4.2.2.5 Besondere Anforderungen an eine BWS Typ 4

Dieser Unterabschnitt von Teil 1 ist nicht anwendbar.

Zusätzliche Konstruktionsanforderungen:

4.2.12 Wirksamkeit des Detektionsvermögens der AOPDDR

4.2.12.1 Allgemeines

Die Konstruktion der AOPDDR muss sicherstellen, dass das Detektionsvermögen durch keinen der nachfolgend aufgeführten Einflüsse unter die vom Lieferanten und die in dieser Norm spezifizierten Grenzen absinkt:

- Alterung von Bauteilen;
- Bauteiltoleranzen (zum Beispiel spektrale Empfindlichkeit des Empfangselements);
- entfernungsabhängige Änderung der Empfindlichkeit, die zum Beispiel durch die Optik bedingt ist;
- Einstellgrenzen;
- instabile Befestigung optischer und mechanischer Bauteile innerhalb der AOPDDR;
- Umgebungseinflüsse, im Besonderen:
 - a) Systemrauschen;
 - b) elektrische Störeinflüsse nach IEC 61496-1, 4.3.2;
 - c) Verschmutzung der Oberfläche der optischen Frontscheibe des Gehäuses;
 - d) Kondensation auf der Oberfläche der optischen Frontscheibe des Gehäuses;
 - e) Umgebungstemperatur;
 - f) Umgebungslicht;
 - g) Hintergrund (zum Beispiel Kontrast zwischen Objekt und Hintergrund);
 - h) Schwingungen und Schock;
 - i) Feuchtigkeit;
 - j) Änderungen und Unterbrechungen der Versorgungsspannung.

Falls ein einzelner Fehler (wie in IEC 61496-1, Anhang B festgelegt), der unter normalen Betriebsbedingungen (siehe 5.1.2.1 von IEC 61496-1) nicht zum Verlust des angegebenen Detektionsvermögens der AOPDDR führt, sondern erst in Kombination mit den oben angegebenen Bedingungen zu einem solchen Verlust führt, muss dieser Fehler zusammen mit der Kombination von Bedingungen als einzelner Fehler betrachtet werden und die AOPDDR muss auf einen solchen einzelnen Fehler wie in 4.2.2.4 gefordert reagieren.

ANMERKUNG Die Methode der Messung auf ein Referenzziel kann die Anforderungen bezüglich der Alterung von Bauteilen erfüllen. Andere Maßnahmen, die zum gleichen Grad an Sicherheit führen, können verwendet werden.

4.2.12.2 Schutzfeld und Toleranzbereich

Der Lieferant muss den (die) Toleranzbereich(e) spezifizieren. Der Lieferant muss die ungünstigsten Bedingungen in Betracht ziehen, die zum Beispiel das Signal/Rauschverhältnis S/N und die Standardabweichung σ einschließen, unter Berücksichtigung aller in dieser Norm aufgeführten Einflüsse und aller zusätzlichen vom Hersteller spezifizierten Einflüsse (Umwelteinflüsse, Hardwarefehler usw.).

Der Toleranzbereich ist von systematischen Störeinflüssen, Messfehlern, der Auflösung der Messwerte usw. abhängig und ist erforderlich, um die Detektion innerhalb des Schutzfeldes zu garantieren. Die Bilder 1a und 1b zeigen Beispiele für Toleranzbereiche.

Die Probekörper (siehe 4.2.13) müssen überall innerhalb des (der) Schutzfeldes(er) mit einer Mindest-Detektionswahrscheinlichkeit von $1 - 2,9 \times 10^{-7}$ detektiert werden. Um diese Mindest-Detektionswahrscheinlichkeit zu erreichen, wird der Toleranzbereich zum Schutzfeld hinzugefügt (siehe Bild BB.2, Anhang BB).

ANMERKUNG 1 Die Detektionswahrscheinlichkeit ist, wie in diesem Teil verwendet, durch die Messgenauigkeit bestimmt und nicht auf die Wahrscheinlichkeit von Fehlern bezogen.

ANMERKUNG 2 Besondere Aufmerksamkeit kann erforderlich sein, wenn das Schutzfeld der AOPDDR durch mehr als eine Sende- und/oder Empfangseinheit aufgebaut ist, um sicherzustellen, dass die AOPDDR keine Bereiche mit eingeschränktem Detektionsvermögen zwischen den Sichtfeldern dieser Einheiten besitzt.

Die Grenze zwischen dem Schutzfeld und dem Toleranzbereich muss dem Mittelwert der Messwertverteilung entsprechen, der unter Verwendung eines Probekörpers mit einer Reflektivität bestimmt ist, die gleich der des schwarzen Probekörpers oder der des weißen Probekörpers ist oder zwischen diesen liegt. Der Lieferant muss den verwendeten Probekörper und die angewendeten Berechnungen angeben. Diese Anforderung kann durch die Inspektion der Erklärung des Lieferanten verifiziert werden.

ANMERKUNG 3 Der Wert der Messgenauigkeit und des Toleranzbereichs ist nicht notwendigerweise konstant. Er kann zum Beispiel eine Funktion der Messentfernung sein.

ANMERKUNG 4 Wenn die AOPDDR eine Einrichtung zum automatischen Einlernen eines (der) Schutzfeldes(er) besitzt, muss der Entfernungsmessfehler der eingelernten Werte bei der Festlegung des Toleranzbereichs berücksichtigt werden (siehe Abschnitt A.11).

ANMERKUNG 5 Anhang BB enthält zusätzliche Informationen über den Zusammenhang zwischen Messgenauigkeit und Detektionswahrscheinlichkeit.

4.2.12.3 Abtastgeometrie, Abtasthäufigkeit und Reaktionszeit

Der Lieferant muss die relevanten Parameter des (der) Schutzfeldes(er) einschließlich Reichweite und Abtastwinkel spezifizieren. Die Abtastgeometrie und/oder Abtasthäufigkeit muss ausreichend sein um sicherzustellen, dass ein Probekörper mit einem Durchmesser der detektierbaren Mindestobjektgröße in maximaler Reichweite des (der) Schutzfeldes(er) detektiert wird. Der Lieferant muss Werte im Bereich von 50 mm bis 100 mm als detektierbare Mindestobjektgröße der AOPDDR festlegen. Die detektierbare Mindestobjektgröße kann reichweitenabhängig sein.

ANMERKUNG 1 Die Einschränkung der detektierbaren Mindestobjektgröße auf den Bereich von 50 mm bis 100 mm beruht auf heutigen Anwendungen. Für AOPDDRs, die ein Detektionsvermögen außerhalb dieses Bereiches haben, können zusätzliche Anforderungen erforderlich sein.

Objekte mindest detektierbarer Größe, die sich entweder ortsfest oder bewegt innerhalb des Schutzfeldes mit einer Geschwindigkeit bis zu 1,6 m/s befinden, müssen von der BWS innerhalb der festgelegten Reaktionszeit detektiert werden. Die Reaktionszeit muss vom Lieferanten unter Berücksichtigung von Worst-case-Bedingungen, besonders für die Abtasthäufigkeit und die Bewegung von Objekten, festgelegt werden. Wenn der Lieferant festlegt, dass eine AOPDDR verwendet werden kann, um Objekte zu detektieren, die sich mit Geschwindigkeiten größer als 1,6 m/s bewegen, müssen die Anforderungen bei jeder Geschwindigkeit bis einschließlich der maximal festgelegten erfüllt werden.

ANMERKUNG 2 Das Detektionsvermögen kann bei einer besonderen Konstruktion durch die optische Geometrie der AOPDDR in der Form festgelegt sein, dass ein kompletter Strahl auf den spezifizierten Probekörpern in der maximalen Reichweite von Schutzfeld und Toleranzbereich auftrifft. In diesem Fall übersteigt der Abstand zwischen den Mittelpunkten zweier benachbarter Sendestrahlen (mit Ausnahme des ersten und des letzten) nicht den halben Durchmesser der Probekörper. Für andere Konstruktionen kann es schwieriger sein, den Nachweis nach 5.2.1.2 und 5.2.11 durchzuführen. Dies trifft besonders zu, wenn die Bewegung von Objekten, wie oben gefordert, berücksichtigt wird.

ANMERKUNG 3 Im Anhang, AA.5 befindet sich ein Beispiel für die Berechnung der Reaktionszeit.

Alle Punkte auf einer von irgendeinem Punkt der Grenze des Schutzfeldes zu dem(n) Empfangselement(en) projizierten Linie müssen innerhalb des Schutzfeldes (siehe 4.2.12.2) oder des Bereichs mit eingeschränktem Detektionsvermögen (siehe 4.1.4) liegen.

4.2.13 Probekörper für Typprüfungen

4.2.13.1 Allgemeines

Die Probekörper sind Teil der AOPDDR und müssen daher vom Lieferanten für die Verwendung bei den Typprüfungen nach Abschnitt 5 zur Verfügung gestellt werden. Sie müssen mit einem Hinweis auf den Typen und dem Namen der AOPDDR, mit der sie verwendet werden sollen, gekennzeichnet sein.

Die Probekörper müssen einen Durchmesser haben, der dem spezifizierten maximalen Detektionsvermögen entspricht (Minstdurchmesser). In Abhängigkeit vom Detektionsvermögen der AOPDDR können für die Prüfung auch andere Durchmesser aus dem Bereich von 50 mm bis 100 mm erforderlich sein.

ANMERKUNG Die effektive Mindestlänge der Probekörper wurde gewählt, um einen einfachen Gebrauch zu ermöglichen.

4.2.13.2 Schwarzer Probekörper

Der schwarze Probekörper muss ein Zylinder sein mit einer effektiven Länge von mindestens 0,3 m. Die Oberfläche des Probekörpers muss unter Normalbedingungen und unter Einschluss der Messgenauigkeit einen Wert des diffusen Reflektionsgrades im Bereich von 1,6 % bis 2,0 % bei der Wellenlänge des Senders haben. Dieser Wert muss durch Messung nachgewiesen werden. Wo dieser Wert des diffusen Reflektionsgrades im Rahmen von Berechnungen verwendet wird, muss der nominelle Wert von 1,8 % verwendet werden.

ANMERKUNG Bild 2 zeigt die Ergebnisse einer Untersuchung zur Bestimmung des Reflektionsgrades des schwarzen Probekörpers.

4.2.13.3 Weißer Probekörper

Der weiße Probekörper muss ein Zylinder sein mit einer effektiven Länge von mindestens 0,3 m. Die Oberfläche des Probekörpers muss einen Wert des diffusen Reflektionsgrades im Bereich von 80 % bis 90 % bei der Wellenlänge des Senders haben.

4.2.13.4 Retroreflektierender Probekörper

Der retroreflektierende Probekörper muss ein Zylinder mit einer effektiven Mindestlänge von 0,3 m sein. Die Oberfläche des Probekörpers muss aus retroreflektierendem Material bestehen. Das Material muss den Anforderungen zur Retroreflektion aus EN 471, Klasse 2, oder vergleichbaren Anforderungen entsprechen.

ANMERKUNG EN 471, Tabelle 5 definiert den spezifischen Mindestrückstrahlwert für ein retroreflektierendes Material der Klasse 2 als $330 \text{ cd} \cdot \text{lx}^{-1} \cdot \text{m}^2$ mit einem Anleuchtungswinkel von 5° und einem Beobachtungswinkel von $0,2^\circ$ ($12'$).

4.2.14 Wellenlänge

AOPDDRs müssen bei einer Wellenlänge innerhalb des Bereichs von 820 nm bis 946 nm arbeiten.

ANMERKUNG Die Wahl dieses Wellenlängenbereichs ist durch die momentane Verfügbarkeit von Bauteilen und ebenso durch Untersuchungen begründet, die zeigen, dass dieser Bereich für Materialien, die als Bekleidung verwendet werden, passend ist.

4.2.15 Strahlungsintensität

Die Strahlungsintensität, die von der AOPDDR erzeugt und ausgesendet wird, darf zu keiner Zeit, auch bei einem Hardwarebauteilausfall, die maximalen Leistungs- und Energiegrenzen für einen Laser der Klasse 1 nach IEC 60825-1, 9.3, 9.4 und Tabelle 1 überschreiten. Die Kennzeichnung als ein Laser der Klasse 1 muss, wie nach IEC 60825-1, 5.2 erforderlich, ausgeführt sein.

4.2.16 Mechanische Konstruktion

Wenn das Detektionsvermögen als Folge der Änderung der Position von Bauteilen unter die vom Lieferanten angegebene Grenze absinken kann, darf die Befestigung dieser Bauteile nicht allein auf Reibung beruhen.

ANMERKUNG Die Verwendung von Langlöchern zur Befestigung ohne zusätzliche Mittel kann zum Beispiel unter mechanischem Einfluss wie Schock zu einer Änderung der Position des Schutzfeldes führen.

4.3 Umgebungsanforderungen

Ergänzung:

ANMERKUNG Diese Anforderungen erfüllen eventuell nicht die Erfordernisse bestimmter Anwendungen (zum Beispiel Verwendung an Fahrzeugen, einschließlich fahrerloser Transportsysteme (FTS), Gabelstapler, beweglicher Maschinen usw.).

4.3.1 Umgebungstemperaturbereich und Feuchtigkeit

Ergänzung:

Die BWS darf nicht gefahrbringend ausfallen, wenn sie einem schnellen Wechsel von Temperatur und Feuchtigkeit, der zu Kondensation auf der optischen Frontscheibe führt, ausgesetzt ist.

Diese Anforderung wird durch die Kondensationsprüfung nach 5.4.2 verifiziert.

4.3.2 Elektrische Störung

Ergänzung:

Die in 4.3.2 von Teil 1 für eine BWS Typ 4 aufgeführten Anforderungen müssen auf diese BWS Typ 3 angewendet werden.

4.3.3 Mechanische Umgebung

Zusätzliche mechanische Anforderungen:

4.3.3.3 Temperaturwechsel

Die BWS muss nach den Prüfungen nach 5.4.4.3 unbeschädigt sein, dies schließt eine Verschiebung und/oder Risse der optischen Frontscheibe ein, und sie muss fähig sein, den Normalbetrieb fortzusetzen.

4.3.3.4 Widerstandsfähigkeit gegenüber Schlägen

4.3.3.4.1 Normalbetrieb

Die BWS muss nach den Prüfungen nach 5.4.4.4.2 unbeschädigt sein, dies schließt eine Verschiebung und/oder Risse der optischen Frontscheibe ein, und sie muss fähig sein, den Normalbetrieb fortzusetzen.

4.3.3.4.2 Gefahrbringender Ausfall

Die BWS darf nach den Prüfungen nach [5.4.4.4.3](#) nicht gefahrbringend ausfallen.

4.3.4 Gehäuse

Ergänzung:

Für die sichere Befestigung des Gehäuses bzw. der Gehäuse müssen geeignete Mittel vorhanden sein.

Gehäuse der AOPDDR, die optische Bauteile enthalten, müssen, wenn sie wie vom Lieferanten vorgegeben montiert sind, eine Mindestschutzart von IP65 (siehe [IEC 60529](#)) aufweisen.

Zusätzliche Umgebungsanforderungen:

4.3.5 Lichtbeeinflussung von AOPDDR-Empfangelementen und anderen optischen Komponenten

Die BWS muss im Normalbetrieb verbleiben, wenn sie folgenden Beeinflussungen ausgesetzt wird:

- weiß strahlendem Licht;
- fluoreszierendem Licht, welches mit einer hochfrequenten Stromversorgung betrieben wird;
- Strahlung von einer AOPDDR gleicher Bauart, falls durch den Lieferanten der AOPDDR keine Einschränkungen zur Montage bezüglich einer möglichen Beeinflussung gemacht worden sind.

Die BWS darf nicht gefahrbringend ausfallen, wenn sie folgenden Beeinflussungen ausgesetzt wird:

- weiß strahlendem Licht hoher Intensität (durch eine Quarzlampe simuliertes Tageslicht);
- fluoreszierendem Licht, welches mit der Nennstromversorgung und mit einer hochfrequenten Stromversorgung betrieben wird;
- Stroboskoplicht;
- Strahlung von einer AOPDDR gleicher Bauart.

Diese Anforderungen werden durch die Prüfungen nach [5.2.1.2](#) und [5.4.6](#) verifiziert.

4.3.6 Beeinflussung durch Verschmutzung

Der Lieferant muss den maximalen Wert homogener Verschmutzung, der nicht zu einer Verminderung des angegebenen Detektionsvermögens führt, als prozentualen Transmissionswert spezifizieren.

Die AOPDDR muss im Normalbetrieb verbleiben, wenn die Energie des vom Detektionssystem selbst empfangenen Signals durch homogene Verschmutzung bis zu 30 % abgeschwächt ist.

Verschmutzung zwischen den Sende- und/oder Empfangselementen und dem Anfang des Schutzfeldes der AOPDDR (einschließlich optischer Bauteile), die zu einem Verlust des angegebenen Detektionsvermögens führt, muss zum AUS-Zustand der OSSDs führen.

Diese Anforderungen werden durch die Prüfungen in [5.4.7](#) nachgewiesen.

ANMERKUNG Die Prüfungen in [5.4.7](#) berücksichtigen eventuell nicht alle möglichen Formen von Verschmutzung, zum Beispiel Öl, Schmiermittel und Bearbeitungsmaterialien.

Alle Verschmutzungsüberwachungseinrichtungen, die zur Aufdeckung eines Verlusts des angegebenen Detektionsvermögens dienen, müssen mit allen relevanten Anforderungen dieser Norm übereinstimmen.

4.3.7 Hintergrundeinfluss

Der angegebene Toleranzbereich darf sich durch einen Hintergrundeinfluss nicht erhöhen. Diese Anforderung wird durch die Prüfung nach [5.4.8](#) verifiziert.

ANMERKUNG 1 Der Lieferant kann die AOPDDR für einen maximalen Reflektivitätswert spezifizieren, der durch die AOPDDR selbst überwacht wird und der zum AUS-Zustand der OSSDs führt, wenn der spezifizierte maximale Reflektivitätswert überschritten wird. Ein Hintergrundeinfluss durch Materialien mit höheren Reflektivitätswerten kann hierdurch ausgeschlossen werden.

ANMERKUNG 2 Hintergründe, die die Messergebnisse beeinflussen können, sind unter anderem Tripelreflektoren, Fliesen, Metallbleche, weißes Papier usw.

ANMERKUNG 3 Retroreflektoren werden im Rahmen der Prüfungen des Detektionsvermögens und der Messgenauigkeit als Hintergrund betrachtet (siehe 5.4.8). Wenn Retroreflektoren als Hintergrund zu Messfehlern führen, kann es möglich sein, für bestimmte Anwendungen andere Maßnahmen als einen Zuschlag zum Toleranzbereich zu wählen.

4.3.8 Manuelle Beeinflussung

Durch eine Abdeckung der optischen Frontscheibe des Gehäuses der AOPDDR oder anderer Teile (so weit zutreffend) oder durch die Platzierung von Objekten innerhalb des Bereichs mit eingeschränktem Detektionsvermögen (siehe 4.1.4) darf es nicht möglich sein, das angegebene Detektionsvermögen zu verringern. In solchen Fällen müssen die OSSDs innerhalb einer Zeitspanne von 5 s in den AUS-Zustand wechseln und im AUS-Zustand verbleiben, bis die manuelle Beeinflussung entfernt worden ist.

4.3.9 Optische Abschattung im Schutzfeld

Das Detektionsvermögen der AOPDDR muss aufrechterhalten werden, wenn sich kleine Objekte im Schutzfeld befinden. Diese Anforderung muss durch Analyse und Prüfung nach 5.4.10 verifiziert werden. Die Analyse muss die Überprüfung aller vorhandenen Softwarefilteralgorithmen einschließen.

ANMERKUNG Softwarefilteralgorithmen können zur Ausblendung kleiner Objekte vorgesehen sein, um zum Beispiel die Verfügbarkeit im Betrieb zu erhöhen.

4.3.10 Alterung von Bauteilen

Driften oder Alterung von Bauteilen, die das Detektionsvermögen unter den angegebenen Wert reduzieren würden, dürfen nicht zu einem gefahrbringenden Ausfall führen. Sie müssen innerhalb einer Zeitspanne von 5 s aufgedeckt werden und müssen zu einem Verriegelungszustand führen.

Wenn zur Überwachung von Alterung und Driften von Bauteilen ein Referenzziel verwendet wird, darf eine Änderung seiner Eigenschaften (zum Beispiel Reflektionsgrad) nicht zu einem gefahrbringenden Ausfall der BWS führen. Wenn zur Überwachung von Alterung und Driften von Bauteilen ein externes Referenzziel verwendet wird, muss dieses als Teil der AOPDDR betrachtet und durch den Lieferanten der AOPDDR geliefert werden.

5 Prüfung

Dieser Abschnitt von Teil 1 ist gültig, außer wie folgt:

5.1 Allgemeines

5.1.1.2 Betriebsbedingung

Ergänzung:

Außer wenn in diesem Teil andere Angaben erfolgen und wenn es möglich ist, das Schutzfeld zu konfigurieren, müssen Schutzfeld und Toleranzbereich wie folgt konfiguriert werden:

- Radius beziehungsweise Breite und Länge (oder vergleichbare Werte) des Schutzfeldes von 1,0 m;
- Hinzufügung des Toleranzbereichs.

Für eine AOPDDR, deren angegebene maximale Detektionsreichweite kleiner 1,0 m beträgt, muss diese Reichweite verwendet werden, wo im Abschnitt 5 ein Wert von 1,0 m spezifiziert ist.

Für eine AOPDDR, deren Schutzfeld nicht konfiguriert werden kann, muss das feste Schutzfeld für alle Prüfungen verwendet werden.

Während dieser Prüfungen muss der bzw. müssen die Probekörper senkrecht zur Ebene des Schutzfeldes der AOPDDR verwendet werden.

5.2 Funktionsprüfungen

5.2.1 Sensorfunktion und Detektionsvermögen

Ersatz:

5.2.1.1 Allgemeines

Die Sensorfunktion und die Wirksamkeit des Detektionsvermögens müssen wie spezifiziert unter Berücksichtigung folgender Punkte geprüft werden:

- durch die Prüfungen muss nachgewiesen werden, dass die spezifizierten Probekörper detektiert werden, wenn sich die Achse des Probekörpers innerhalb der(s) festgelegten Schutzfelder(es) befindet;
- durch die Prüfungen müssen die vom Lieferanten angegebenen Maße des Toleranzbereichs (d. h. die Messgenauigkeit) belegt werden;
- die Anzahl, Auswahl und Bedingungen der einzelnen Prüfungen müssen so gewählt sein, dass ein Nachweis der in [4.2.12.1](#) aufgeführten Anforderungen erfolgt.

[Tabelle 1](#) zeigt eine Übersicht der mindestens erforderlichen Prüfungen.