

DIN EN ISO 9241-306



ICS 13.180; 35.180

Ersatz für
DIN EN ISO 9241-306:2009-06

**Ergonomie der Mensch-System-Interaktion –
Teil 306: Vor-Ort-Bewertungsverfahren für elektronische optische
Anzeigen (ISO 9241-306:2018);
Deutsche Fassung EN ISO 9241-306:2018**

Ergonomics of human-system interaction –
Part 306: Field assessment methods for electronic visual displays (ISO 9241-306:2018);
German version EN ISO 9241-306:2018

Ergonomie de l'interaction homme-système –
Partie 306: Méthodes d'appréciation sur le terrain des écrans de visualisation électroniques
(ISO 9241-306:2018);
Version allemande EN ISO 9241-306:2018

Gesamtumfang 73 Seiten

DIN-Normenausschuss Ergonomie (NAErg)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 9241-306:2018) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 159 „Ergonomics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 122 „Ergonomie“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitskreis NA 023-00-04-02 AK „Visuelle Anforderungen an Bildschirme“ im DIN-Normenausschuss Ergonomie (NAErg) zuständig.

Die Bilder in Anhang D mit dem Titel AGXX zeigen Prüfvorlagen aus dem ISO Standard Maintenance Portal (ISMP), siehe D.2. Die Prüfvorlagen sind dort mit dem Titel AEXX in Englisch, mit dem Titel AFXX in Französisch und mit dem Titel AGXX in Deutsch in hoher Auflösung (Vektorgrafik) herunterladbar. In DIN EN ISO 9241-306, Anhang D, werden nur Prüfvorlagen mit dem Titel AGXX, mit deutschem Inhalt, verwendet.

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

IEC 61966-2-1	siehe	DIN EN 61966-2-1
ISO 9241-302	siehe	DIN EN ISO 9241-302
ISO 9241-303:2011	siehe	DIN EN ISO 9241-303:2012-03
ISO 9241-305	siehe	DIN EN ISO 9241-305
ISO 9241-307	siehe	DIN EN ISO 9241-307
ISO 11664-4	siehe	DIN EN ISO 11664-4
ISO/IEC 17025	siehe	DIN EN ISO/IEC 17025

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 9241-306:2009-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) der Bereich der Beobachtungsabstände und Kontraste der Anzeigen wurde erweitert, z. B. für Tablet- und Projektionsanzeigen in der Anwendung;
- b) es wurden fünf zusätzliche Farbprüfvorlagen zur Prüfung der Anzeigenausgabe bei acht verschiedenen Reflexionen des Umgebungslichtes auf der Anzeige aufgenommen. Viele Elemente der Farbprüfvorlagen basieren auf anderen Normen, z. B. ISO/IEC 15775, ISO/IEC TR 24705 und DIN 33872-1 bis -6. Formblätter dienen zur Dokumentation der Ausgabeeigenschaften der Anzeigen am Arbeitsplatz;
- c) Kathodenstrahlanzeigen (CRT) wurden in einen neuen informativen Anhang E aufgenommen.

Frühere Ausgaben

DIN EN ISO 9241-306: 2009-06

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 61966-2-1, *Multimediasysteme und -geräte — Farbmessung und Farbmanagement — Teil 2-1: Farbmanagement; Vorgabe-RGB-Farbraum, sRGB*

DIN EN ISO 9241-302, *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion — Teil 302: Terminologie für elektronische optische Anzeigen*

DIN EN ISO 9241-303:2012-03, *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion — Teil 303: Anforderungen an elektronische optische Anzeigen (ISO 9241-303:2011); Deutsche Fassung EN ISO 9241-303:2011*

DIN EN ISO 9241-305, *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion — Teil 305: Optische Laborprüfverfahren für elektronische optische Anzeigen*

DIN EN ISO 9241-307, *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion — Teil 307: Analyse- und Konformitätsverfahren für elektronische optische Anzeigen*

DIN EN ISO 11664-4, *Farbmetrik — Teil 4: CIE 1976 L*a*b*-Farbenraum*

DIN EN ISO/IEC 17025, *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien*

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Ergonomie der Mensch-System-Interaktion —
Teil 306: Vor-Ort-Bewertungsverfahren für
elektronische optische Anzeigen
(ISO 9241-306:2018)

Ergonomics of human-system interaction —
Part 306: Field assessment methods for
electronic visual displays
(ISO 9241-306:2018)

Ergonomie de l'interaction homme-système —
Partie 306: Méthodes d'appréciation sur le terrain
des écrans de visualisation électroniques
(ISO 9241-306:2018)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 3. August 2018 angenommen.

Die CEN-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 CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

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

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
Vorwort	6
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	10
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe	10
4 Vorbereitung zur Bewertung	10
4.1 Reinigung	10
4.2 Aufbau	10
4.3 Aufwärmen des Bildschirms	11
4.4 Einstellungen der optischen Anzeige	11
5 Bewertungsverfahren	12
5.1 Betrachtungsbedingungen	12
5.1.1 Vorgesehener Sehabstand	12
5.1.2 Vorgesehene Sehrichtung	14
5.1.3 Blick- und Kopfneigungswinkel	14
5.1.4 Virtuelle Bilder	14
5.2 Leuchtdichte	14
5.2.1 Beleuchtungsstärke	14
5.2.2 Anzeigeleuchtdichte	14
5.2.3 Leuchtdichteausgewogenheit und Blendung	15
5.2.4 Einstellung der Leuchtdichte	15
5.3 Spezielle physikalische Umgebungen	15
5.3.1 Vibrationen	15
5.3.2 Wind und Regen	15
5.3.3 Überhöhte Temperaturen	15
5.4 Visuelle Artefakte	15
5.4.1 Ungleichmäßige Leuchtdichte	15
5.4.2 Ungleichmäßige Farbe	16
5.4.3 Ungleichmäßiger Kontrast	16
5.4.4 Geometrische Verzeichnungen	16
5.4.5 Bildelement-Fehler	16
5.4.6 Zeitliche Instabilität (Flimmern)	17
5.4.7 Räumliche Instabilität (Zittern)	17
5.4.8 Moiré-Effekte	17
5.4.9 Weitere Instabilitäterscheinungen	17
5.4.10 Unerwünschte Reflexionen	17
5.4.11 Unbeabsichtigte Tiefeneffekte	18
5.5 Leserlichkeit und Lesbarkeit	18
5.5.1 Leuchtdichtekontrast	18
5.5.2 Bildpolarität	18
5.5.3 Zeichenhöhe	18
5.5.4 Konstanz der Textgröße	19
5.5.5 Zeichenstrichbreite	20
5.5.6 Verhältnis Zeichenbreite zu Zeichenhöhe	20

5.5.7	Zeichenformat	20
5.5.8	Zeichenabstand	20
5.5.9	Wortabstand.....	20
5.5.10	Zeilenabstand	20
5.6	Leserlichkeit der Informationscodierung.....	20
5.6.1	Leuchtdichtecodierung	20
5.6.2	Absolute Leuchtdichtecodierung.....	20
5.6.3	Blinkcodierung.....	21
5.6.4	Farbcodierung	21
5.6.5	Geometrische Codierung	21
5.7	Leserlichkeit von Grafiken.....	21
5.7.1	Einfarbige und mehrfarbige Objektgröße.....	21
5.7.2	Kontrast für die Objektleserlichkeit	21
5.7.3	Grau- und Farbbetrachtungen für grafische Darstellungen	21
5.7.4	Hintergrund- und Umgebungsbildeffekte	21
5.7.5	Anzahl der Farben.....	21
5.8	Wiedergabetreue.....	22
5.8.1	Graumaßstab und Gammawert.....	22
5.8.2	Wiedergabe bewegter Bilder	22
5.8.3	Farbkonvergenzfehler	22
5.8.4	Bildaufbauzeit (IFT)	22
5.8.5	Räumliche Auflösung	23
6	Weitere Überlegungen.....	23
6.1	Isotrope Richtungsabhängigkeit.....	23
6.2	Anisotrope Richtungsabhängigkeit	23
6.3	Beobachtungswinkelbereich.....	23
6.4	Einstellbarkeit.....	24
6.5	Steuerbarkeit.....	24
6.6	Leuchtende Umgebung.....	24
Anhang A (informativ) Überblick über die Normenreihe ISO 9241		25
Anhang B (informativ) Einflüsse auf ergonomische Parameter von visuellen Anzeigen		26
Anhang C (informativ) Unerwünschte Reflexionen.....		30
Anhang D (informativ) Definition und Anwendung von Prüfvorlagen zur Linearisierung von Anzeigeausgaben für acht verschiedene Umgebungslichtreflexionen an Büroarbeitsplätzen.....		33
D.1	Einführung, Anwendungen und Änderungen im Vergleich zur Vorgängerversion	33
D.2	Definition von sechs Prüfvorlagen aus diesem Dokument zur Ausgabe von Elementar- oder Gerätebunttönen	36
D.2.1	Definition von sechs Prüfvorlagen zur Ausgabe von Elementarbunttönen.....	36
D.3	Definition von acht Kontraststufen zur Ausgabe von Elementar- oder Gerätebunttönen.....	42
D.4	Ausgabesimulation für sechs Prüfvorlagen aus ISO 9241-306 und für acht Kontraststufen.....	47
D.4.1	Datei zur Simulation der Ausgabeeigenschaften mit 8 und 24 Seiten für acht Kontraststufen.....	47
D.4.2	Simulation der Dateiausgaben mit Eigenschaften und Fragestellungen für acht Kontraststufen.....	48
D.4.3	Sichtprüfung für gleichabständige Ausgaben von acht Bildschirmreflexionen.....	51
D.5	Fragestellungen für die visuelle Bewertung und die Eingabe-Ausgabe-Beziehung	55
D.6	Softwaretool für die Ausgabe-Linearisierung der sechs Originalprüfdateien.....	56
D.6.1	Softwaretool zur Gammaanpassung von achromatischen und chromatischen ursprünglichen Prüfdateien.....	56
D.6.2	Vollständiger Arbeitsablauf für die Ausgabe-Linearisierung mit Prüfvorlage AG06 oder AG17	59

D.7	Prüfberichte durch visuelle Prüfung der Ausgaben im mittigen Bereich und Rahmenbereich	60
D.7.1	Allgemeines	60
D.7.2	Linearisierungsmethode der Ausgabe und Prüfbericht für die Computeranzeige und die externe Anzeige.....	60
D.7.3	Prüfbericht-Vordruck A — Visuelle Ausgabeprüfung für den mittleren Bereich.....	60
D.7.4	Prüfbericht-Vordruck B — Visuelle Ausgabeprüfung für den Rahmenbereich	61
D.8	Farbausgabe eines beispielhaften <i>sRGB</i>-Druckgeräts und von <i>rgb</i>*-Geräten.....	62
D.8.1	<i>sRGB</i>- und <i>rgb</i>*-Ausgabe	62
	Anhang E (informativ) Überlegungen für Kathodenstrahlanzeigen (CRT).....	67
	Literaturhinweise.....	69

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 9241-306:2018) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 159 „Ergonomics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 122 „Ergonomie“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis März 2019, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 2019 zurückgezogen werden.

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

Dieses Dokument ersetzt EN ISO 9241-306:2008.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 9241-306:2018 wurde von CEN als EN ISO 9241-306:2018 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (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 Themen 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-Direktiven, 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-Direktiven, 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.

Eine Erläuterung zum freiwilligen Charakter von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT) berücksichtigt, enthält der folgende Link: www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 159, *Ergonomics*, Unterkomitee SC 4, *Ergonomics of human-system interaction* erarbeitet.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 9241-306:2008), die technisch überarbeitet wurde. Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- Kathodenstrahlanzeigen (CRT) wurden zu einem neuen informativen Anhang E hinzugefügt;
- Definitionen fünf chromatischer Prüfvorlagen zur Ausgabe von Elementar- oder Gerätebunttönen wurden zu Anhang D hinzugefügt.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 9241 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

Einleitung

Dieses Dokument ist Teil der Normenreihe ISO 9241, die die Anforderungen an die ergonomische Gestaltung von elektronischen optischen Anzeigen festlegt. Gleichzeitig ersetzt die untergeordnete Normenreihe 300 von ISO 9241 entweder teilweise oder vollständig einzelne früher veröffentlichte Teile von ISO 9241 sowie einige andere Internationale Normen (zu Einzelheiten siehe die Vorworte der entsprechenden Teile).

- Eine Einleitung in die untergeordnete Normenreihe ist in ISO 9241-300 enthalten.
- Begriffe für die betroffenen elektronischen optischen Anzeigen wurden in ISO 9241-302 überführt und zusammengefasst.
- Da die bereits in den Normen ISO 9241 und ISO 13406 behandelten Bereiche im Wesentlichen unverändert geblieben sind, wurden die Prüfverfahren und Anforderungen unter Berücksichtigung des Fortschritts in Technologie und Wissenschaft aktualisiert.
- Sämtliche grundlegenden ergonomischen Anforderungen wurden in ISO 9241-303 eingearbeitet.
- Die Anwendung dieser Anforderungen auf die unterschiedlichen Anzeigetechniken, Einsatzgebiete und Umgebungsbedingungen einschließlich der Prüfverfahren und Abnahme-/Ablehnungskriterien wurde in ISO 9241-307 festgelegt.
- Formale Messungen des Bildschirms zur Ermittlung der Anzeigeeigenschaften und zur Überprüfung technischer Spezifikationen können sehr kosten- und zeitintensiv sein. Diesbezügliche Verfahren sind in ISO 9241-305 und ISO 9241-307 beschrieben. Diese Prüfungen werden üblicherweise unter strengen Prüfbedingungen an einem neuen Gerät durchgeführt.
- Zusätzlich werden Leitlinien zur Gestaltung von Surface Conduction Electron Emitter Displays (SED) und Anzeigen mit organischen, Licht emittierenden Dioden (en: organic light-emitting diode, OLED) in ISO/TR 9241-308 und ISO/TR 9241-309 angegeben.

Die gesamte Struktur der untergeordneten Normenreihe wurde nach dem Baukastenprinzip aufgebaut, damit es möglich ist, Überarbeitungen und Änderungen vorzunehmen, sobald eine neue technologische Entwicklung neue Formen von Anzeigeninteraktionen ermöglicht.

Dieses Dokument behandelt die ergonomische Beurteilung des Arbeitsplatzes. Mit dieser Norm soll bewertet werden, ob die in ISO 9241-303 festgelegten ergonomischen visuellen Anforderungen innerhalb einer festgelegten Aufgabenstellung erfüllt werden. Das praktische Ziel besteht nicht unbedingt darin, eine perfekte Anzeige mit den absolut besten visuellen Merkmalen zu haben, sondern sicherzustellen, dass die zum Ausführen der visuellen Aufgabe erforderlichen Eigenschaften in zufriedenstellendem Maße tatsächlich vorhanden sind.

Während der Lebensdauer einer Anzeige kann sich deren Verwendungskontext oftmals verändern; „Altern“ findet in dem Umfang statt, in dem die Anzeige eingesetzt wird, und als Folge kann die Darstellungsqualität der Anzeige mit der Zeit abnehmen. Außerdem verändern sich oftmals die Beleuchtungsbedingungen, unter denen die Anzeige verwendet wird.

Beim eigentlichen Einsatz eines Bildschirmgerätes (VDT) an einem Arbeitsplatz sind die wichtigsten ergonomischen Fragen die auszuführende visuelle Aufgabe und die zu verwendenden Eingabegeräte zum Bewältigen dieser Aufgabe.

Es gibt verschiedene Faktoren, wodurch sich die Ausführung einer visuellen Aufgabe mithilfe eines Bildschirmgerätes von vielen anderen Aufgaben ohne Bildschirmgerät oder von Aufgaben mit Papiervorlage unterscheidet. Diese Faktoren stehen im Zusammenhang mit der Anordnung der für die Durchführung der visuellen Aufgabe erforderlichen unterschiedlichen Elemente.

Die ergonomische Zielstellung besteht darin, in der Lage zu sein, die Informationen auf der Anzeige so komfortabel, leicht, genau und schnell (falls notwendig) zu lesen, wie es beim Lesen eines auf dem Schreibtisch liegenden „Papierausdruckes“ erfolgt.

Eine Überlegung betrifft eine Eigenschaft, die als die *Lageempfindlichkeit* des Bildschirms bezeichnet werden kann. Bei schlechter Aufstellung sind Anzeigen anfällig gegenüber externen Lichtquellen; diese können in Richtung des Betrachters zurückreflektiert werden und zu einer verringerten Leserlichkeit der auf dem Bildschirm dargestellten Information beitragen. In ungünstigeren Umgebungen können diese Lichtquellen zur Blendung führen. Ursachen können das durch Fenster einfallende natürliche Licht oder künstliche Beleuchtungsanlagen wie an der Decke montierte Leuchten in Büros sein.

Aufgrund der Größe und Abmessungen der meisten Anzeigen wird eine Anzeige gewöhnlich eher in vertikaler als in horizontaler Lage ausgerichtet. Diese Ausrichtung und Lage der zu lesenden Information unterscheidet sich wesentlich vom Lesen eines auf dem Schreibtisch liegenden Buches oder Blattes. Die Sehachse vom Auge auf die visuelle Aufgabe wird auf 45° angehoben, was zu einem ganz anderen visuellen Hintergrund führt – oft mit sich ändernder Hintergrundleuchtdichte infolge der Wände und sonstiger Objekte in der Umgebung. Diese Faktoren können die Arbeitshaltung eines Benutzers beeinflussen, der versucht, zwischen dem auf die Anzeige einzuhaltenden Sehachsenwinkel und dem Sehabstand zu kompensieren.

Diese und weitere Überlegungen beweisen, dass das Positionieren einer Anzeige von größerer Bedeutung ist als das Anordnen von Papierausdrucken und zu lesenden Papiervorlagen. Dies begründet die Notwendigkeit einer Einstellungsmöglichkeit der Anzeige bezüglich Ausrichtung und Höhe und einer flexiblen Geräteanordnung am Arbeitsplatz, um die Bedürfnisse eines einzelnen Benutzers erfüllen zu können. Die Kombination aus Anzeige, Umgebungsbeleuchtung und Geräten des Arbeitsplatzes ist die Grundlage für einen ergonomisch gut gestalteten Arbeitsplatz.

Anders als die meisten Materialien für visuelle Aufgaben sind Anzeigen dafür vorgesehen, mehrere Jahre lang benutzt zu werden. Zahlreiche andere Arten von Arbeitsmaterialien werden einmal oder nur wenige Male genutzt bzw. ausgewechselt oder erneuert, wenn die Sicht zu gering oder unter Umständen zu ungenau ist (z. B. Sicherheitsanweisungen oder Warnhinweise), oder sie bleiben über die Zeit unverändert.

Die Absicht des vorliegenden Dokuments ist die Beschreibung von Bewertungsverfahren für Anzeigen, die in den meisten Fällen keine teuren Messgeräte erfordern und am Arbeitsplatz einschließlich der Arbeitsumgebung einfach durchgeführt werden können. Während der Durchführung dieser Bewertungen sollte es möglich sein festzustellen, ob ein Problem mit:

- a) der Anzeige selbst (oder in Kombination mit der Grafikkarte);
- b) der Anwendungssoftware; oder
- c) den physikalischen Umgebungsbedingungen zusammenhängt.

Geht es um die Anzeige, so ist es vorteilhaft, den Aufbau des Bildschirmarbeitsplatzes zu überprüfen, um festzustellen, ob er den Herstelleranweisungen entspricht; sofern nicht, wird eine weitere Bewertung durchgeführt, um festzustellen, wie den Herstelleranweisungen entsprochen werden kann. Geht es um die Anwendungssoftware, so kann es notwendig sein, Kontakt mit den Softwareentwicklern aufzunehmen, um festzustellen, ob mögliche korrigierende Maßnahmen ergriffen werden können. Geht es um physikalische Umgebungsbedingungen, so kann eine einfache Neuausrichtung des Arbeitsplatzes und/oder Neuaufstellung des Bildschirms ausreichend sein. In komplexeren Situationen kann es notwendig sein, Festlegungen mit den entsprechenden Beteiligten zu treffen, um zu ermitteln, welche geeigneten Maßnahmen durchführbar sind. Zu Einzelheiten siehe Anhang B.

Die Normenreihe ISO 9241 wurde ursprünglich als 17-teilige Internationale Norm über ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten (VDTs) erstellt. Im Zuge der Normenüberarbeitung wurde eine grundlegende Umstrukturierung der Normenreihe ISO 9241 vereinbart, um den Anwendungsbereich zu erweitern, andere einschlägige Normen einzubeziehen und die Brauchbarkeit zu verbessern. Der Haupttitel der überarbeiteten Normenreihe ISO 9241 (Ergonomics of human-system interaction) spiegelt diese Änderungen wider und passt die Normenreihe an den Gesamttitel und Umfang des Technischen Komitees ISO/TC 159, *Ergonomics*, Unterkomitee SC 4, *Ergonomics of human-system interaction* an. Die überarbeitete Normenreihe wurde als Normenreihe mit einer Nummerierung in „Hunderterschritten“ aufgebaut, z. B. behandelt die Reihe 100 Softwareschnittstellen, die Reihe 200 die benutzerorientierte Gestaltung, die Reihe 300 optische Anzeigen, die Reihe 400 physikalische Eingabegeräte usw.

Anhang A gibt einen Überblick über die gesamte Normenreihe ISO 9241.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt optische, geometrische und visuelle Prüfverfahren fest, die zur Bewertung einer Anzeige unter unterschiedlichen Einsatzbedingungen entsprechend ISO 9241-303 angewendet werden können.

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 9241-302, *Ergonomics of human-system interaction — Part 302: Terminology for electronic visual displays*

ISO 9241-303:2011, *Ergonomics of human-system interaction — Part 303: Requirements for electronic visual displays*

ISO 9241-307, *Ergonomics of human-system interaction — Part 307: Analysis and compliance test methods for electronic visual displays*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 9241-302.

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

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

4 Vorbereitung zur Bewertung

4.1 Reinigung

Es ist sicherzustellen, dass die optische Anzeige sauber ist, andernfalls ist sie entsprechend den Anweisungen des Herstellers zu reinigen.

4.2 Aufbau

Die optische Anzeige muss für die Bewertung physikalisch vorbereitet werden. Die optische Anzeige ist mit den folgenden Parametern zu betreiben:

- Auflösung: Es ist die native Auflösung oder die vom Hersteller empfohlene Auflösung zu verwenden;
- für CRT siehe Anhang E;
- Bildgröße: auf die angegebene Größe anpassen.

ANMERKUNG Es ist die werksseitig empfohlene (physikalische) Auflösung zu verwenden. Das Verändern der nativen Auflösung in eine andere Auflösung kann infolge einer mangelhaften Interpolation der Bildelemente zu einer Verschlechterung der Bildqualität der Anzeige und der Zeichendarstellung führen (siehe Bild 1).



Bild 1 — Vergleich von angezeigten Buchstaben mit physikalischer Auflösung und mit reduzierter Auflösung

4.3 Aufwärmen des Bildschirms

Es ist ausreichend Zeit (mindestens 20 min) zum Stabilisieren der Anzeigeleuchtdichte vorzusehen. Sofern vom Hersteller angegeben, muss das Aufwärmen für die festgelegte Zeit erfolgen.

ANMERKUNG Für manche Technologien wird mitunter eine spezifische Aufwärmsequenz empfohlen. Für Electronic Paper Displays (EPD) kann empfohlen werden, die Testmuster dreimal zu aktualisieren, bevor Messungen vorgenommen werden.

4.4 Einstellungen der optischen Anzeige

Der Hersteller sollte die optische Anzeige mit einer Werkseinstellung ausliefern, die dem Benutzer dabei hilft, die optische Anzeige innerhalb des vorgesehenen Nutzungskontextes ergonomisch und effizient zu nutzen. Falls verfügbar, sollte der Benutzer die Empfehlungen des Herstellers bezüglich der Einrichtungsbedingungen beachten.

Entsprechende Einstellungen sind die Helligkeitseinstellung, die Kontrasteinstellung und die Gammaeinstellung.

Für optische Anzeigen, die das Darstellen von Graustufen ermöglichen, sind die Ausgaben des 16-stufigen Graumaßstabs mit gleichmäßigem Abstand aus Prüfvorlage AG06 mit Mustern zwischen Schwarz und Weiß zu verwenden, siehe Bild D.2.

In der vorgesehenen Umgebung ist eine visuelle Prüfung der folgenden Anzeigeausgabeeigenschaften durchzuführen:

- 1) Die niedrigsten zwei Schwarzstufen sollten gerade so unterschieden werden können.
- 2) Die hellsten zwei Weißstufen sollten gerade so unterschieden werden können.
- 3) Alle Graustufen sollten unterschieden werden können.
- 4) Die optische Anzeige sollte über eine angemessene Helligkeitsstufe verfügen.

Um diese Bedingungen zu erzielen, sind die Werkseinstellungen und Empfehlungen des Anzeigenherstellers als Einrichtungsbedingungen anzuwenden. Falls vorhanden, sind die Einstellungen der optischen Anzeige zu verwenden, um die oben genannten Anzeigeausgabeeigenschaften zu erreichen.

In einem dunklen Raum sollte der 16-stufige Graumaßstab in etwa gleichmäßigen Abständen sichtbar sein, wenn der Gammawert nach IEC 61966-2-1 angepasst wurde. Bei allen ergonomischen Ausgaben in einer nicht dunklen Umgebung ist es vorgesehen, den Graumaßstab in etwa gleichmäßigen Abständen darzustellen. Wenn diese Ausgabeeinrichtungsstufe für dunkle Umgebungen erreicht wurde, ändert die Reflexion des Umgebungslichts auf der Anzeigenoberfläche die gleichmäßigen sichtbaren Abstände. Bei höheren Umgebungsreflexionen auf dem Bildschirm kommt es vermehrt zu Änderungen. Im ungünstigsten Fall sind 5 Dunkelgraustufen nicht zu unterscheiden.

5 Bewertungsverfahren

5.1 Betrachtungsbedingungen

5.1.1 Vorgesehener Sehabstand

Der optimale Abstand zwischen der visuellen Anzeige und den Augen des Benutzers wird von verschiedenen Faktoren bestimmt, vor allem von der Leserlichkeit der Zeichen (siehe Tabelle 1) und in bestimmten Fällen der Möglichkeit der Betrachtung einer vollständigen Anwendung ohne Kopfbewegung (siehe Tabelle 2). Der vorgesehene Sehabstand, d. h. der vom Hersteller der Anzeige festgelegte Abstand, ist auf ≥ 300 mm eingestellt (siehe ISO 9241-303). Der optimale Sehabstand für Büroarbeiten am Schreibtisch in sitzender Position beträgt etwa 600 mm. Einzelne Benutzer bevorzugen jedoch Einstellungen zwischen 400 mm und 750 mm. Sehabstände in diesem Bereich erfordern für die meisten Menschen Zeichenhöhen mit Seh winkeln zwischen $20'$ und $22'$ (siehe ISO 9241-303).

Es ist nachzuprüfen, ob die Anzeige im festgelegten Sehabstand D verwendet wird. Es ist der Abstand zwischen den Augen des Benutzers und der Mitte des Bildschirms mit einem Lineal zu messen. Für Büroarbeiten am Schreibtisch liegt der übliche Bereich zwischen 400 mm und 750 mm; liegt der ausgewählte Abstand nicht innerhalb dieses Bereichs, ist nachzuprüfen, ob ein Problem wie schlechte Bildqualität, falsche Zeichengröße oder eine nicht korrigierte Sehstörung vorliegt.

Wenn es die Betrachtungsaufgabe erfordert, dass die gesamte Anwendung wie z. B. die Seiten- oder Zeilenbreite auf einen Blick, d. h. ohne Kopfbewegungen, zu erfassen ist, werden die kleinsten Sehabstände aus Tabelle 2 empfohlen. Diese Werte ergeben sich aus dem größten horizontalen Betrachtungswinkel von $\pm 15^\circ$, bezogen auf die Normale zur Bildschirmoberfläche, der die Betrachtung auf einen Blick erlaubt, und sie hängen von der Bildschirmgröße ab. Typische Anwendungsbereiche sind in Wartenräumen gegeben. Bild 2 zeigt die Beziehung zwischen Betrachtungswinkel, Anwendungsbreite und Sehabstand.

Tabelle 1 — Optimaler und größter Sehabstand für die Leserlichkeit von Zeichen

Zeichenhöhe mm	Sehabstand für eine allgemein annehmbare Leserlichkeit cm	Größter Sehabstand cm
1,4	—	30
2	33	43
3	49	65
4	66	86
4,6	75	99
9,2	150	197
18,3	300	394

ANMERKUNG 1 Der maximale Sehabstand basiert auf einer Zeichenhöhe mit Seh winkeln von $16'$. Die allgemein anerkannte Leserlichkeit, d. h. eine Leserlichkeit, die von den meisten Benutzern gut angenommen wird, wurde auf der Basis von $21'$ berechnet. Die optimale Zeichenhöhe für die Aufgabenausführung besteht in einem Kompromiss zwischen dem Ziel der Leserlichkeit und dem Ziel der „Betrachtung auf einen Blick“, d. h. die Darstellung der auf einen gemeinsamen Kontext bezogenen Informationen auf demselben Bildschirm.

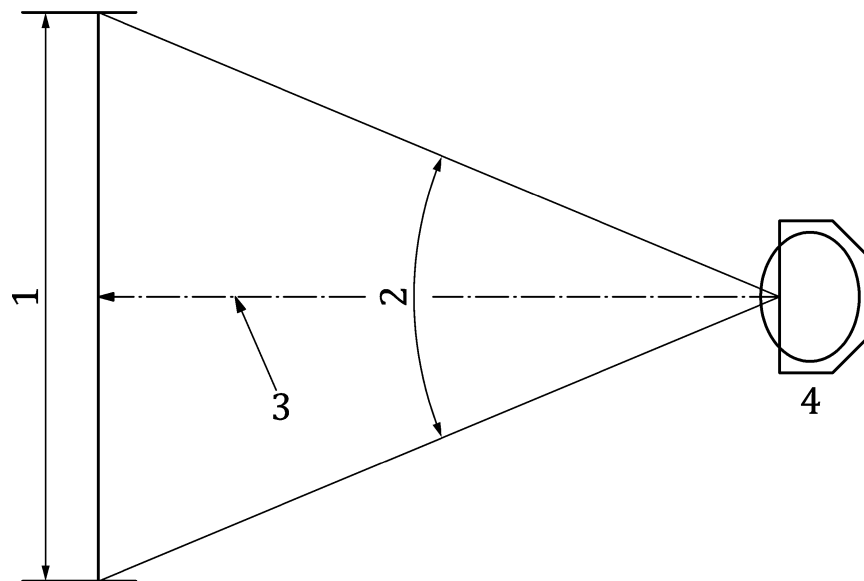
ANMERKUNG 2 Eine vereinfachte Daumenregel für die Leserlichkeit der Zeichen ist: für optimale Leserlichkeit: Sehabstand $\approx 165 \times$ Zeichenhöhe:

- annehmbarer Bereich $\approx \pm 30\%$ für die meisten Benutzer;
- annehmbarer Bereich $\approx \pm 100\%$ für manche Benutzer.

Tabelle 2 — Kleinster Sehabstand, bei dem die gesamte Anwendungsbreite ohne Kopfbewegung erfasst werden kann

Anwendungsbreite (oder Seiten- oder Zeilenbreite) cm	Kleinster Sehabstand ohne Notwendigkeit einer Kopfbewegung cm
16	30
21	40
30	56
40	75
50	94
60	112
150	280
300	560

ANMERKUNG 1 Das Verhältnis beruht auf der Anforderung von $\pm 15^\circ$ nach Bild 2.
ANMERKUNG 2 Vor Ort kann folgende Näherung als Daumenregel von Vorteil sein: Sehabstand $\geq 1,9 \times$ Anwendungsbreite.



Legende

- 1 Bildschirmbreite, W
- 2 Betrachtungswinkel ($\pm 15^\circ$)
- 3 Sehabstand, D
- 4 Betrachtungsstandort

Bild 2 — Sehabstand und Betrachtungswinkel

5.1.2 Vorgesehene Sehrichtung

Bei einem Flachbildschirm ist zu überprüfen, ob dieser für den festgelegten Sehrichtungsbereich nach ISO 9241-303 und ISO 9241-307 angewendet wird.

5.1.3 Blick- und Kopfneigungswinkel

Mithilfe eines Winkelmessgeräts (z. B. Winkelmesser, Goniometer) ist nachzuprüfen, ob es der Arbeitsplatz und die visuelle Anzeige dem Benutzer ermöglichen, den Bildschirm mit einem Blickwinkel von 0° bis 45° und mit einem Kopfneigungswinkel von 0° bis 20° zu betrachten.

5.1.4 Virtuelle Bilder

Siehe ISO 9241-303:2011, Anhang E.

5.2 Leuchtdichte

5.2.1 Beleuchtungsstärke

Mit einem Luxmeter ist die Beleuchtungsstärke auf der Bildschirmoberfläche zu messen. Der Messfühler des Luxmeters ist direkt in der Mitte der Anzeigefläche mit dem gleichen Neigungswinkel wie bei der Benutzeranordnung anzuordnen. Es ist zu überprüfen, dass keine Schatten auf den Messfühler fallen.

Es ist nachzuprüfen, ob die gemessene Beleuchtungsstärke den vom Hersteller festgelegten Wert überschreitet.

5.2.2 Anzeigeleuchtdichte

Die Flächenleuchtdichte mit einem Leuchtdichtemessgerät in der Mitte der optischen Anzeige messen. Anzuwenden sind:

- a) ein weißer Vollbildschirm bei maximaler Graustufe;
- b) ein weißer Kasten mit maximaler Graustufe und einer Größe von 4 % des aktiven Anzeigebereichs nach Gleichung (1).

$$A = H_{\text{view}}/5 \times W_{\text{view}}/5 \quad (1)$$

Dabei ist

A die aktive Anzeigefläche;

H_{view} die Höhe des aktiven Anzeigebereichs, gemessen in Meter;

W_{view} die Breite des aktiven Anzeigebereichs, gemessen in Meter.

Das Leuchtdichtemessgerät ist senkrecht zur Anzeigefläche auf dem Prüfmuster anzuordnen. Es ist nachzuprüfen, ob der Messbereich des Leuchtdichtemessgeräts geringer ist als das Prüfmuster.

Es ist nachzuprüfen, ob die gemessenen Leuchtdichtewerte ISO 9241-307 entsprechen.

Wenn erforderlich, z. B. zur Bestimmung der geringsten und höchsten Leuchtdichte, kann die Messung nach ISO 9241-307 an Messstellen für individuelle Technologien wiederholt werden.

5.2.3 Leuchtdichteausgewogenheit und Blendung

Zu messen ist die Anzeigeleuchtdichte (z. B. weißer Vollbildschirm) eines häufig betrachteten Aufgabenbereichs (z. B. ein Dokument auf dem Schreibtisch) und einer ausgewählten Umgebung (z. B. Raumwände). Zu berechnen ist das Leuchtdichteverhältnis zwischen dem Bildschirm und dem häufig betrachteten Bereich. Die gleiche Berechnung ist für das Leuchtdichteverhältnis zwischen dem Bildschirm und der ausgewählten Umgebung durchzuführen. Es ist nachzuprüfen, ob die Verhältnisse dem in ISO 9241-303 festgelegten Wertebereich entsprechen.

Ein mögliches Verfahren zur Feststellung der Abwesenheit von Blendung ist die Prüfung, ob die Oberfläche des Gehäuses matt oder glänzend ist. Glänzende Oberflächen können eine Blendung hervorrufen; der Wert des Glanzes kann mit einem Glanzmessgerät oder mit Glanzvergleichsmustern gemessen werden.

5.2.4 Einstellung der Leuchtdichte

Es ist nachzuprüfen, ob die Anzeigeleuchtdichte und der Kontrast zwischen Zeichen und Zeichenhintergrund auf der Anzeige sich durch den Benutzer an die Umgebungsbedingungen des Arbeitsplatzes anpassen lassen.

5.3 Spezielle physikalische Umgebungen

5.3.1 Vibrationen

Siehe ISO 9241-303:2011, 5.3.2.

5.3.2 Wind und Regen

Siehe ISO 9241-303:2011, 5.3.3.

5.3.3 Überhöhte Temperaturen

Siehe ISO 9241-303:2011, 5.3.4.

5.4 Visuelle Artefakte

5.4.1 Ungleichmäßige Leuchtdichte

Die Ungleichmäßigkeit der Leuchtdichte ist durch fortlaufendes Betrachten verschiedener Flächen auf dem Bildschirm einzuschätzen, um den Grad der Ungleichmäßigkeit zu bestimmen. Wenn festgestellt wird, dass eine wahrnehmbare Ungleichmäßigkeit der Leuchtdichte vorhanden ist, wird die Messung der Leuchtdichte mit einem Leuchtdichtemessgerät empfohlen.

Die Messstellen sind die Stellen auf dem Bildschirm mit der niedrigsten und höchsten Leuchtdichte (siehe 5.2.2). Das Verhältnis der Ungleichmäßigkeit der Leuchtdichte ist zu bestimmen nach Gleichung (2):

$$L_{\text{NU}} = 100 \% \left(\frac{L_{\text{max}} - L_{\text{min}}}{L_{\text{max}}} \right) \quad (2)$$

Dabei ist

L_{NU} die Ungleichmäßigkeit der Leuchtdichte;

L_{min} die geringste Leuchtdichte in cd/m^2 ;

L_{max} die höchste Leuchtdichte in cd/m^2 .

Es ist nachzuprüfen, ob der Wert der Gleichmäßigkeit der Leuchtdichte ISO 9241-307 entspricht.

5.4.2 Ungleichmäßige Farbe

Auf dem vollen Bildschirm ist nur eine Farbe anzuzeigen, und durch fortlaufendes Betrachten verschiedener Flächen auf dem Bildschirm ist die Ungleichmäßigkeit der Farbe einzuschätzen. Der Ablauf ist mit verschiedenen Farben zu wiederholen.

Der subjektive Farbeindruck wird nicht nur durch die Farbe selbst bestimmt (Farbart), sondern auch durch die Leuchtdichte. Bei Anwendungen, die eine genaue Farbunterscheidung fordern, ist ein Farbmessgerät oder Spektrophotometer zu verwenden. Weitere Einzelheiten siehe ISO 9241-305.

5.4.3 Ungleichmäßiger Kontrast

Die Ungleichmäßigkeit des Kontrasts ist aus den in 5.2.2 gemessenen Werten nach Gleichung (3) zu berechnen:

$$C_{\text{NU}} = 100 \% \left(\frac{C_{\text{max}} - C_{\text{min}}}{C_{\text{max}}} \right) \quad (3)$$

Dabei ist

C_{NU} die Ungleichmäßigkeit des Kontrasts;

C_{min} der geringste Kontrast;

C_{max} der höchste Kontrast.

5.4.4 Geometrische Verzeichnungen

Es sollten keine störenden Veränderungen der Zeichenform oder der Zeichenposition infolge von Fehlern der Bildstabilität oder der Geometrie auftreten. Derartige geometrische Fehler können z. B. durch das Anlegen eines rechtwinkligen Blattes Papier an waagerechte oder senkrechte Linien im vorgesehenen Bereich der Anzeige festgestellt werden.

Die meisten dieser Fehler können mithilfe der Kontrollregler des Bildschirms korrigiert werden.

5.4.5 Bildelement-Fehler

5.4.5.1 Bildelement-/Teil-Bildelement bleibt an

Diese Bildelemente/Teil-Bildelemente erscheinen immer als helle Bildelemente auf einem schwarzen Hintergrund. Zur Feststellung ist die Bildschirmanzeige auf Schwarz einzustellen.

5.4.5.2 Bildelement-/Teil-Bildelement bleibt wage

Diese Bildelemente/Teil-Bildelemente können unabhängig von einem weißen oder schwarzen Hintergrund als graue Bildelemente erscheinen. Zur Feststellung ist die Bildschirmanzeige zuerst auf Weiß, dann auf Schwarz einzustellen.

5.4.5.3 Bildelement-/Teil-Bildelement bleibt aus

Diese Bildelemente/Teil-Bildelemente werden immer als dunkle Bildelemente auf einem weißen Hintergrund erscheinen. Zur Feststellung ist die Bildschirmanzeige auf Weiß einzustellen.

ANMERKUNG Für eine vollständige Analyse siehe Literaturhinweis [7]. Zur Bestimmung der Fehlerklasse des Bildelementes siehe ISO 9241-307.

5.4.6 Zeitliche Instabilität (Flimmern)

Siehe ISO 9241-303:2011, 5.4.7.

5.4.7 Räumliche Instabilität (Zittern)

Ein starkes Zittern kann durch den Benutzer ohne ein Messgerät einfach festgestellt werden. Messungen des Zitterns können mit einer Lupe mit integrierter Skala durchgeführt werden.

Zu Messmethoden siehe ISO 9241-305.

5.4.8 Moiré-Effekte

Moiré-Effekte können durch Sichtprüfung oder geeignete Monitor-Prüfprogramme nachgewiesen werden.

Verschiedene Sichtanzeigen verfügen über eine eingebaute Korrekturfunktion, die zum Beseitigen von Moiré-Effekten verwendet werden sollte.

5.4.9 Weitere Instabilitäterscheinungen

Weitere Instabilitäterscheinungen, wie Schwimmen, Driften, Nebensprechen oder Schatten auf Objekten oder Zeichen, können durch Sichtprüfung nachgewiesen werden. Siehe ISO 9241-303.

5.4.10 Unerwünschte Reflexionen

Störende Reflexionen können durch Sichtprüfung nachgewiesen werden. Der Anhang C enthält Richtlinien zum Vermeiden von unerwünschten Reflexionen.

Anzeigen werden entsprechend ihren Antireflexeigenschaften nach positiver und negativer Polarität getrennt in drei Klassen unterteilt, siehe Tabelle 3.

Tabelle 3 — Reflexionsklasse des Bildschirms

Reflexionsklasse	Umgebung
I	geeignet für allgemeinen Bürogebrauch
II	geeignet für die meisten, aber nicht für alle Büroumgebungen
III	erfordert eine spezielle, kontrollierte Umgebungsbeleuchtung

Um festzustellen, ob die Anzeige für den vorgesehenen Einsatz in der gegebenen Umgebung geeignet ist, ist das Datenblatt zu überprüfen oder der Händler zu fragen.

Für die typische Büroumgebung wird eine positive Polarität empfohlen, da unvermeidbare Reflexionen im Vergleich mit der negativen Polarität weniger störende Auswirkungen haben.

5.4.11 Unbeabsichtigte Tiefeneffekte

Die Anwendung ist nach Tabelle 4 auf das Vorhandensein spektral extremer Farben zu überprüfen.

Tabelle 4 — Spektral extreme Farben

Bildhintergrund	Anforderungen/Empfehlungen	Problem oder Verweisung
positive Polarität, achromatische Darstellung	für die meisten Aufgaben bevorzugt	siehe ISO 9241-303
positive Polarität, chromatische Darstellung	Vermeiden von Blau auf Rot als Primärfarbe	Schärfentiefe des Auges Fehlerhafte, unerwünschte (Chromo-)Stereopsis
	Verwenden eines schwarzen oder dunkelgrauen Vordergrundes	Farberkennung
negative Polarität, achromatische Darstellung	Vermeiden von Blau als Primärfarbe	schlechte Leserlichkeit. Bei der Textdarstellung sind Kontrastanforderungen schwer einzuhalten
	Verwenden eines schwarzen oder dunkelgrauen Vordergrundes	Farberkennung
negative Polarität, chromatische Darstellung	Vermeiden von Rot auf Blau als Primärfarbe	Schärfentiefe des Auges Fehlerhafte, unerwünschte (Chromo-)Stereopsis

Spektral extreme Farben (extremes Blau, extremes Rot), die Tiefeneffekte hervorrufen (Chromostereopsis), dürfen nicht für Abbildungen verwendet werden, die ununterbrochen zu betrachten oder zu lesen sind.

5.5 Leserlichkeit und Lesbarkeit

5.5.1 Leuchtdichtekontrast

Die Flächenleuchtdichte ist mit einem Leuchtdichtemessgerät zu messen. Es ist das in 5.2.2 festgelegte Verfahren anzuwenden.

5.5.2 Bildpolarität

Siehe ISO 9241-303:2011, 5.5.3.

5.5.3 Zeichenhöhe

5.5.3.1 Zeichenhöhe gemessen mit einer Komparatorfolie

Es ist eine Kunststoffolie mit Messobjekten bekannter unterschiedlicher Höhe oder eine Lupe mit Skalenteilung zu verwenden. Die Folie/Lupe ist auf den Bildschirm aufzulegen. Die Messobjekte auf der Folie sind mit der Zeichenhöhe auf dem Bildschirm zu vergleichen, oder die Zeichenhöhe ist mit der Lupe zu messen. Mit der Gleichung (4) ist die Zeichenhöhe als Sehwinkelausdehnung, α , in Bogenminuten zu berechnen: