

# DIN EN ISO 9241-305:2009-06 (D)

Ergonomie der Mensch-System-Interaktion – Teil 305: Optische Laborprüfverfahren für elektronische optische Anzeigen (ISO 9241-305:2008);  
Deutsche Fassung EN ISO 9241-305:2008

---

| Inhalt   | Seite |
|--|-------|
| Vorwort .....  | 3     |
| Einleitung .....   | 4     |
| 1 Anwendungsbereich .....  | 5     |
| 2 Normative Verweisungen .....   | 5     |
| 3 Begriffe .....   | 5     |
| 4 Allgemeines .....  | 5     |
| 4.1 Messungen – Grundlegende Messungen und abgeleitete Verfahren .....                                   | 5     |
| 4.1.1 Grundlegende Messungen – Messung M .....   | 5     |
| 4.1.2 Zusammengesetztes Messverfahren – Verfahren P .....  | 6     |
| 4.2 Struktur.....  | 6     |
| 4.3 Grundgerüst aus Messbedingungen, -verfahren und -vorgänge.....                                       | 6     |
| 5 Messbedingungen .....  | 6     |
| 5.1 Vorbereitungen und Verfahren .....   | 6     |
| 5.1.1 Standardvorbereitung eines CRT(Kathodenstrahlröhre)-Bildschirms .....                              | 6     |
| 5.1.1.1 Technikabhängige Parameter .....   | 6     |
| 5.1.1.2 Reinigung .....  | 7     |
| 5.1.1.3 Ausrichtung .....  | 7     |
| 5.1.1.4 Einstellung von „Helligkeit“ und Kontrast .....  | 7     |
| 5.1.1.5 Bildgröße .....  | 7     |
| 5.1.1.6 Spannung des Videosignals .....  | 7     |
| 5.1.2 Standardvorbereitung eines Bildschirms mit Flüssigkristallanzeige .....                            | 7     |
| 5.1.2.1 Vorwärmen des Bildschirms .....  | 7     |
| 5.1.2.2 Technikabhängige Parameter .....   | 7     |
| 5.1.2.3 Reinigung .....  | 8     |
| 5.1.2.4 Ausrichtung .....  | 8     |
| 5.1.2.5 Einstellung von „Helligkeit“ und Kontrast .....  | 8     |
| 5.1.2.6 Bildgröße .....  | 8     |
| 5.1.2.7 Spannung des Videosignals .....  | 8     |
| 5.1.3 Standardvorbereitung eines Bildschirms mit Frontprojektion<br>(Systeme mit fester Auflösung) ..... | 8     |
| 5.1.3.1 Vorwärmen des Bildschirms .....  | 8     |
| 5.1.3.2 Technikabhängige Parameter .....   | 8     |
| 5.1.3.3 Reinigung .....  | 9     |
| 5.1.3.4 Ausrichtung .....  | 9     |
| 5.1.3.5 Einstellung von „Helligkeit“ und Kontrast .....  | 9     |
| 5.1.3.6 Bildgröße .....  | 9     |
| 5.1.3.7 Spannungen des Videosignals .....  | 9     |
| 5.1.4 Standardvorbereitung eines PDP (Plasmabildschirms) .....   | 9     |
| 5.1.4.1 Technikabhängige Parameter .....   | 9     |
| 5.1.4.2 Reinigung .....  | 9     |
| 5.1.4.3 Ausrichtung .....  | 10    |

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 5.1.4.4 | Einstellung von „Helligkeit“ und Kontrast.....           | 10 |
| 5.1.4.5 | Bildgröße .....  | 10 |
| 5.1.4.6 | Spannung des Videosignals.....                           | 10 |
| 5.1.5   | Handgeräte („handgehaltene“ Geräte) .....                | 10 |
| 5.1.5.1 | Vorwärmen des Bildschirms .....                          | 10 |
| 5.1.5.2 | Technikabhängige Parameter.....                          | 10 |
| 5.1.5.3 | Reinigung .....  | 11 |
| 5.1.5.4 | Ausrichtung.....   | 11 |
| 5.1.5.5 | Einstellung von „Helligkeit“ und Kontrast.....           | 11 |
| 5.1.5.6 | Bildgröße .....  | 11 |
| 5.1.5.7 | Spannungen des Videosignals.....                         | 11 |
| 5.2     | Zusatzausrüstung für die Prüfung .....                   | 11 |
| 5.2.1   | Normspiegel .....  | 11 |
| 5.2.2   | Bezugsnormal für Glanzschleier (en: haze).....           | 12 |
| 5.2.3   | Diffuses Reflexionsnormal .....                          | 12 |
| 5.2.4   | Entmagnetisierungsgerät .....                            | 13 |
| 5.2.5   | Geräte („Kegelstümpfe“) zur Störlichtunterdrückung ..... | 13 |
| 5.2.6   | Störlichtunterdrückungstabus und Projektionsmasken ..... | 14 |
| 5.2.7   | Oberflächenmasken .....                                  | 16 |
| 5.2.8   | Datenerfassung.....                                      | 17 |
| 5.2.9   | Schwingungsgedämpfte Messbank.....                       | 17 |
| 5.2.10  | Messgeräte für Abmessungen .....                         | 17 |
| 5.2.11  | Gleichförmige Lichtquellen .....                         | 17 |
| 5.2.12  | Nachbildung der Beleuchtung aus der Umgebung.....        | 18 |
| 5.2.13  | Vergrößerungsgeräte .....                                | 19 |
| 5.3     | Prüfmuster.....  | 19 |
| 5.3.1   | Prüfmuster „H“ für die Zeichenbreite.....                | 19 |
| 5.3.2   | Prüfmuster „Block“ für die Zeichenbreite.....            | 19 |
| 5.3.3   | Prüfmuster „E“ für die Zeichenhöhe .....                 | 19 |
| 5.3.4   | Prüfmuster „Block“ für die Zeichenhöhe.....              | 20 |
| 5.3.5   | Block .....  | 20 |
| 5.3.6   | Zeichenformat.....                                       | 20 |
| 5.3.7   | Zeichenabstand.....                                      | 20 |
| 5.3.8   | Wortabstand.....   | 20 |
| 5.3.9   | Zeilenabstand.....                                       | 21 |
| 5.3.10  | Gittermuster .....                                       | 21 |
| 5.3.11  | Mit „H“ gefüllter Bildschirm.....                        | 22 |
| 5.3.12  | Rechtwinkligkeit .....                                   | 22 |
| 5.3.13  | Bild „eee“ .....   | 22 |
| 5.3.14  | Bild „mmm“ .....   | 23 |
| 5.3.15  | Horizontale Balken .....                                 | 23 |
| 5.3.16  | Vertikale Balken .....                                   | 23 |
| 5.3.17  | Vollständig gefüllter Bildschirm.....                    | 23 |
| 5.3.18  | Punkt.....   | 23 |
| 5.3.19  | Prüfmuster zur Konvergenzprüfung.....                    | 23 |
| 5.3.20  | Punktraster.....   | 24 |
| 5.3.21  | Einpunktprüfmuster .....                                 | 24 |
| 5.3.22  | Prüfmuster für die Antwortzeit.....                      | 24 |
| 5.3.23  | Blockmuster .....  | 25 |
| 5.3.24  | Schachbrettmuster .....                                  | 25 |
| 5.3.25  | Lateinische Schriftzeichen .....                         | 25 |
| 5.3.26  | Arabische Schriftzeichen.....                            | 26 |
| 5.3.27  | Chinesische Schriftzeichen .....                         | 26 |
| 5.3.28  | Japanische Schriftzeichen.....                           | 26 |
| 5.3.29  | Koreanische Schriftzeichen.....                          | 27 |
| 5.3.30  | Kyrillische Schriftzeichen .....                         | 27 |
| 5.3.31  | Griechische Schriftzeichen.....                          | 28 |
| 5.3.32  | Thai-Schriftzeichen.....                                 | 28 |
| 5.3.33  | Schachbrettmuster 5×5 mit Kreuzen .....                  | 28 |
| 5.3.34  | Prüfmuster für Nebensprechen.....                        | 29 |
| 5.3.35  | Messung des Nebensprechens .....                         | 29 |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 5.3.36 | Prüfmuster zur Einstellung von Projektoren.....   | 30 |
| 5.3.37 | Farbeinstellmuster für den Projektor .....  | 30 |
| 5.4    | Ausrichtung – Messfeldposition und Position des Messgeräts.....                             | 31 |
| 5.4.1  | Senkrecht zum Bildschirm .....  | 31 |
| 5.4.2  | Lichtquelle .....   | 31 |
| 5.4.3  | Standard-fünf-Mess-Stellen .....  | 31 |
| 5.4.4  | Standard-11-Mess-Stellen .....  | 31 |
| 5.4.5  | Standard-neun-Messstellen .....   | 32 |
| 5.4.6  | Projektor: 16 Mess-Stellen .....  | 32 |
| 5.4.7  | Projektor: 13 Mess-Stellen .....  | 32 |
| 5.4.8  | Bildschirmmitte .....   | 32 |
| 5.4.9  | Visuelle Bestimmung .....   | 33 |
| 5.4.10 | Standard-neun-Stellen für Bildschirme mit virtuellem Bild .....                             | 33 |
| 5.4.11 | Alternative Neun-Punkt-Mess-Stellen (VESA) .....  | 33 |
| 5.5    | Lichtmessgerät (LMG).....   | 34 |
| 5.5.1  | Spot-Messgeräte .....   | 34 |
| 5.5.2  | Messgeräte für Mikroprofile der Leuchtdichte .....  | 35 |
| 5.5.3  | Konoskopische Lichtmessgeräte .....   | 35 |
| 5.5.4  | Optisches System mit kollimiertem Strahlengang .....  | 35 |
| 5.5.5  | Array-Lichtmessgeräte .....   | 35 |
| 5.5.6  | Goniometer für Bildschirme mit virtuellem Bild .....  | 36 |
| 5.6    | Messfeld .....  | 36 |
| 5.6.1  | Viele Pixel.....  | 36 |
| 5.6.2  | Innerhalb eines Pixels.....   | 36 |
| 5.6.3  | Austrittsöffnung der Lichtquelle.....   | 36 |
| 5.6.4  | Ausschnitt aus einer großen Beleuchtungsoberfläche.....                                     | 36 |
| 5.6.5  | Leuchtdichteprofil .....  | 36 |
| 5.7    | Aperturwinkel.....  | 37 |
| 5.8    | Zeitantwort des Messgeräts .....  | 37 |
| 5.8.1  | Schnell reagierendes Messgerät .....  | 37 |
| 5.8.2  | Messgerät mit Bildung von Zeitmittelwerten .....  | 37 |
| 5.9    | Prüfbeleuchtung.....  | 38 |
| 5.9.1  | Parameter und Toleranzen .....  | 38 |
| 5.9.2  | Dunkelraum .....  | 38 |
| 5.9.3  | Gerichtete Beleuchtung.....   | 39 |
| 5.9.4  | Kleinflächige Lichtquelle .....   | 39 |
| 5.9.5  | Ausgedehnte Lichtquelle, 5° .....   | 40 |
| 5.9.6  | Großflächige Lichtquelle, 15° bis 30° .....   | 41 |
| 5.9.7  | Zwei großflächige Lichtquellen, 15° bis 30° .....   | 41 |
| 5.9.8  | Ringförmiges Licht.....   | 42 |
| 5.9.9  | Kegelförmige Beleuchtung.....   | 43 |
| 5.9.10 | Halbkugelförmige Beleuchtung einschließlich Spiegelkomponenten.....                         | 44 |
| 5.9.11 | Halbräumliche Beleuchtung, unter Ausschluss von Spiegelkomponenten .....                    | 45 |
| 5.9.12 | Beobachtungsöffnung.....  | 46 |
| 5.9.13 | Beleuchtung in Spiegelrichtung .....  | 46 |
| 5.9.14 | Beleuchtung innerhalb der diffus strahlenden Kugel (Ulbricht-Kugel).....                    | 46 |
| 5.10   | Weitere Umgebungsbedingungen bei der Prüfung .....  | 48 |
| 5.10.1 | Normale Laborbedingungen .....  | 48 |
| 5.10.2 | Prüfung bei mehreren Temperaturen .....   | 48 |
| 5.10.3 | Prüfung des die Kathodenstrahlröhre umgebenden Magnetfelds .....                            | 48 |
| 6      | Messverfahren .....   | 49 |
| 6.1    | Grundlegende Lichtmessungen .....   | 49 |
| 6.1.1  | M12.1 — Grundlegende Spot-Messung .....   | 49 |
| 6.1.2  | M12.2 — Reflexionskoeffizient .....   | 50 |
| 6.1.3  | M12.9 — Grundlegende Messung der Beleuchtungsstärke .....                                   | 52 |
| 6.1.4  | P12.3 — Geschätzter angenäherter Lichtstrom .....   | 53 |
| 6.1.5  | P12.4 — Kombination von abgestrahltem und reflektiertem Licht .....                         | 54 |
| 6.1.6  | P12.5 — Abtastung der Bildschirmfläche — Standardmessorte .....                             | 55 |
| 6.1.7  | P12.6 — Visuelle Überprüfung zum Auffinden der Stellen für Höchstwert und Mindestwert... .. | 56 |

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 6.2    | Messungen des Leuchtdichteprofils .....  | 57  |
| 6.2.1  | M13.1 — Leuchtdichteprofil unter Anwendung des Grünprofils .....                 | 57  |
| 6.2.2  | M13.2 — Leuchtdichteprofil mit Glättungsalgorithmus.....                         | 58  |
| 6.3    | Richtungsabhängige Lichtmessungen .....  | 59  |
| 6.3.1  | P14.1 — Richtungsverteilung der Leuchtdichte .....                               | 59  |
| 6.3.2  | P14.2 — Gleichmäßigkeit der Richtungsverteilung der Leuchtdichte .....           | 60  |
| 6.4    | Messungen von zeitlichen Leistungsmerkmalen .....                                | 61  |
| 6.4.1  | M15.1 — Zeitliche Änderungen der Leuchtdichte .....                              | 61  |
| 6.4.2  | P15.2 — Bildaufbauzeit .....   | 61  |
| 6.4.3  | P15.2A — Bildaufbauzeit zwischen Graustufen .....                                | 64  |
| 6.4.4  | P15.3 — Flimmern.....  | 67  |
| 6.4.5  | P15.3.A — Erweiterte Flimmermessung.....   | 69  |
| 6.4.6  | P15.4 — Bildinstabilität (Jitter).....   | 71  |
| 6.4.7  | P15.5 — Blinkcodierung.....  | 74  |
| 6.4.8  | P15.7 — Aufwärmzeit .....  | 75  |
| 6.4.9  | M15.8 — Bewegungsartefakte .....   | 77  |
| 6.5    | Messung von Reflexionen .....  | 77  |
| 6.5.1  | M16.1 — Gerichtet reflektierte Leuchtdichte .....                                | 77  |
| 6.5.2  | M16.1A — Reflexionsgrad bei diffuser Beleuchtung .....                           | 80  |
| 6.5.3  | P16.2 — BRDF und abgeleitete Werte .....   | 81  |
| 6.5.4  | P16.3 — Kontrast unerwünschter gerichteter Reflexion .....                       | 82  |
| 6.5.5  | P16.4 Verfahren mit Ringlicht Beleuchtung.....                                   | 83  |
| 6.5.6  | P16.5 — Reflexionsgrad bei ausgedehnter Lichtquelle.....                         | 84  |
| 6.5.7  | P16.6 — Gerichtete Reflexion bei ausgedehnter Lichtquelle.....                   | 87  |
| 6.5.8  | P16.7 — Kalibrierung einer Probe für den diffusen Reflexionsgrad .....           | 90  |
| 6.6    | Leuchtdichtemessungen .....  | 91  |
| 6.6.1  | P17.1 — Mittlere Flächenleuchtdichte .....                                       | 91  |
| 6.6.2  | P17.2 — Laterale Gleichmäßigkeit der Leuchtdichte .....                          | 92  |
| 6.6.3  | P17.3 — Gleichmäßigkeit der Leuchtdichte .....                                   | 93  |
| 6.6.4  | P17.4 — Restbild (zurückbleibendes Bild).....                                    | 94  |
| 6.6.5  | P17.5 — Grauskala und Gamma.....   | 96  |
| 6.6.6  | P17.5A — Bewertung der Reduktion und der Umkehr von Graustufen.....              | 98  |
| 6.6.7  | P17.6 — Leuchtdichtecodierung.....   | 98  |
| 6.6.8  | P17.7 — Verhältnis Grauskala — JND (en: just noticeable differences) .....       | 99  |
| 6.7    | Kontrastermittlungen .....   | 100 |
| 6.7.1  | P18.1 — Blockkontrast .....  | 100 |
| 6.7.2  | P18.2 — Kontrast unter Umgebungsbeleuchtung .....                                | 101 |
| 6.7.3  | P18.2a — Kontrast unter gleichförmiger diffuser Beleuchtung.....                 | 102 |
| 6.7.4  | P18.3 — Kontrast unter Umgebungsbeleuchtung und gerichteter Reflexionen.....     | 103 |
| 6.7.5  | P18.4 — Kontrast des vollständig gefüllten Bildschirms .....                     | 104 |
| 6.7.6  | P18.5 — Kontrastgleichmäßigkeit.....   | 105 |
| 6.7.7  | P18.6 — Modulationstiefe .....   | 106 |
| 6.7.8  | P18.7 — Richtungsverteilung des Kontrasts.....                                   | 108 |
| 6.7.9  | P18.8 — Kontrastgleichmäßigkeit bezüglich der Richtung.....                      | 108 |
| 6.7.10 | P18.9 — Richtungsabhängigkeit von Gamma .....                                    | 109 |
| 6.7.11 | P18.10 — Gleichmäßigkeit von Gamma über der Betrachtungsrichtung.....            | 110 |
| 6.8    | Farbmessungen .....  | 111 |
| 6.8.1  | P19.1 — Spektral extreme Farben .....  | 111 |
| 6.8.2  | P19.2 — Laterale Gleichmäßigkeit der Farbarten ( $\Delta u^*v^*$ ) .....         | 112 |
| 6.8.3  | P19.3 — Gleichmäßigkeit der Farbart über die Betrachtungsrichtung .....          | 113 |
| 6.8.4  | P19.4 — Farbabstand, $\Delta E$ (CIELUV).....                                    | 114 |
| 6.8.5  | P19.4A — Farbabstand, $\Delta E$ (CIELAB).....                                   | 115 |
| 6.8.6  | P19.6 — Farbart .....  | 116 |
| 6.8.7  | P19.7 — Bereich des Farbumfangs .....  | 117 |
| 6.8.8  | P19.15 — Farbtemperatur, Weißpunkt und Genauigkeit des Weißpunkts .....          | 117 |
| 6.9    | Abmessungen und Geometrien .....   | 119 |
| 6.9.1  | P20.1 — Pixelgröße und Pixelabstand, ausgehend vom Profil der Leuchtdichte ..... | 119 |
| 6.9.2  | 20.1 — Pixelgröße und Pixelabstand, ausgehend von einer Maßzeichnung .....       | 120 |
| 6.9.3  | 20.3 — Pixelgröße bei Bildschirmen mit Projektor .....                           | 120 |
| 6.9.4  | 20.4 — Schriftzeichenabmessungen für CRT-Bildschirme .....                       | 121 |
| 6.9.5  | 20.5 — Schriftzeichenmaße für Bildschirme mit Flüssigkristallanzeige .....       | 122 |

|   |   |     |
|---|---|-----|
| 6.9.6   | 20.8 — Schriftzeichenstrichbreite für CRT-Bildschirme .....   | 123 |
| 6.9.7   | P20.7 — Schriftzeichenstrichbreite für normal adressierte Pixel .....                                       | 124 |
| 6.9.8   | P20.8 — Verhältnis von Schriftzeichenbreite zu Schriftzeichenhöhe.....                                      | 124 |
| 6.9.9   | M20.9 — Anzahl der adressierbaren Bildelemente .....  | 125 |
| 6.9.10  | P20.10 — Sichtbare Auflösung.....   | 126 |
| 6.9.11  | M20.11 — Verhältnis der Bildabmessungen (Bildseitenverhältnis).....   | 128 |
| 6.9.12  | P20.12 — Zeichenabstand .....   | 128 |
| 6.9.13  | P20.13 — Wortabstand .....  | 129 |
| 6.9.14  | P20.14 — Zeilenabstand .....  | 131 |
| 6.10  | Geometrien und Defekte .....  | 132 |
| 6.10.1  | M21.1 — Linearität .....  | 132 |
| 6.10.2  | P21.2 — Linearität, kleinabständige Linienverzerrung.....   | 134 |
| 6.10.3  | M21.3 — Welligkeit .....  | 135 |
| 6.10.4  | M21.4 — Rechtwinkligkeit .....  | 137 |
| 6.10.5  | P21.5 — Symbolverzerrung .....  | 141 |
| 6.10.6  | M21.7 — Kosmetische Defekte einschließlich Defekten an der Frontscheibe .....                               | 142 |
| 6.10.7  | M21.8 — Farbeffekte auf der Grundlage von Misskonvergenz.....   | 142 |
| 6.10.8  | P21.9 — Rastermodulation .....  | 144 |
| 6.10.9  | M21.10 — Füllfaktor.....  | 145 |
| 6.10.10   | M21.11 — Sichtung des gesamten Bildschirms zur Ermittlung geometrischer<br>Verzerrungen und Artefakten..... | 147 |
| 6.10.11   | P21.12 — Bildlast.....  | 147 |
| 6.10.12   | P21.13 — Schachbrettkontrast .....  | 148 |
| 6.10.13   | P21.14 — Überstrahlung.....   | 149 |
| 6.10.14   | M21.16 — Nebensprechen.....   | 150 |
| 6.11  | Ausrichtung von Bildschirmen mit virtuellen Bildern .....   | 152 |
| 6.11.1  | M23.1 — Goniometrische Messungen von virtuellen Bildern .....   | 152 |
| 6.11.2  | P23.2M — QVS — Messung des nutzbaren Sehbereichs — manuelle Beurteilung .....                               | 156 |
| 6.11.3  | P23.3M — QVS — Messung des nutzbaren Sehbereichs— Beurteilung durch Berechnung..                            | 157 |
| 6.11.4  | P23.6 — Geometrische Verzerrung .....   | 157 |
| 6.11.5  | P23.7 — Sichtfeld .....   | 160 |
| 6.11.6  | P23.8 — Brennweite .....  | 160 |
| 6.11.7  | P23.9 — Interokularer Abstand .....   | 161 |
| 6.11.8  | P23.10 —Konvergenzwinkel .....  | 161 |
| 6.11.10   | P23.12 — Vertikale Fehlausrichtung .....  | 162 |
| 6.11.11   | P23.13 — Nutzbarer Sehbereich (QVS), größter Augenabstand und Größe der<br>Austrittspupille .....           | 163 |
| 7   | Konformität .....   | 166 |
| Anhang A (informativ) Überblick über die Normenreihe ISO 9241 .....             |   | 167 |
| Anhang B (informativ) Richtlinien für Messverfahren.....                        |   | 171 |
| B.1   | Allgemeines .....   | 171 |
| B.2   | Grundlegendes Mess-(oder Bewertungs-)Verfahren — „grundlegende Messung“ M.....                              | 171 |
| B.3   | Prüfverfahren — „Verfahren“ P .....   | 171 |
| Anhang C (informativ) Tabelle der Messverfahren mit Quellen .....               |   | 173 |
| Anhang D (informativ) Bidirektionale Reflexionsverteilungsfunktion (BRDF) ..... |   | 181 |
| D.1   | Allgemeines .....   | 181 |
| D.2   | Bedeutung und Anwendung .....   | 181 |
| Anhang E (informativ) Hinweise zur Auswertung der Messunsicherheit .....        |   | 184 |
| E.1   | Angabe der Unsicherheit .....   | 184 |
| E.2   | Analyse der Unsicherheit .....  | 184 |
| E.2.1   | Zusammenfassung der Fehlerfortpflanzung .....   | 184 |
| E.2.2   | Beispiel - Unsicherheiten bei der Leuchtdichtemessung .....   | 186 |
| E.2.3   | Beispiel — Unsicherheit der Messung der Normfarbwertanteile .....   | 187 |
| E.2.4   | Beispiel — Unsicherheit der Kontrastmessung.....  | 187 |

|   |            |
|---|------------|
| <b>Anhang F (informativ) Rekonstruktion der Leuchtdichteverteilung durch Abtastung mit Mikroschritten .....</b> | <b>189</b> |
| <b>Literaturhinweise .....</b>  | <b>190</b> |