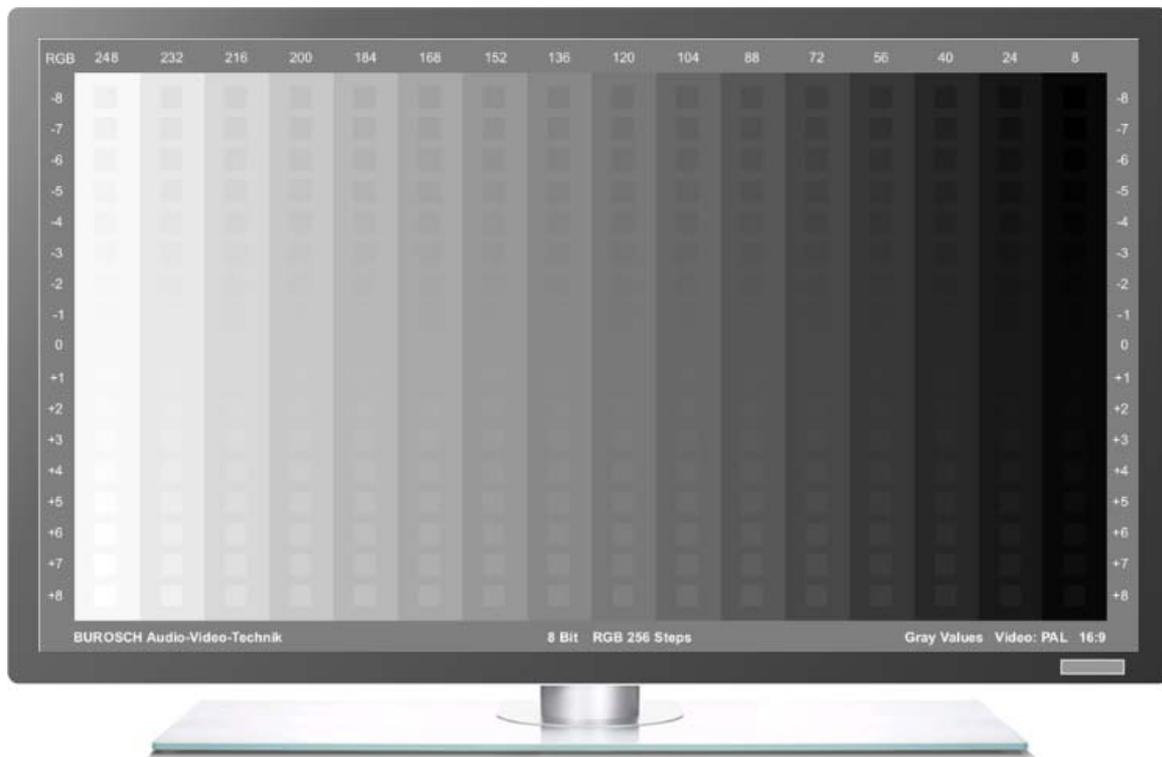


# **BUROSCH**

---

## **Audio-Video-Technik**



**Gray Values**

**Referenz Testbild**

**Technische Dokumentation und Anwendung**

### Referenz Testbild:

### Gray Values

### Inhaltsverzeichnis:

<b>1</b>	<b>Firmenprofil</b> .....	<b>4</b>
1.1	Videolabor der Firma BUROSCH Audio-Video-Technik .....	6
1.1.1	Referenz Messgeräte .....	7
1.1.2	Quellcode .....	10
<b>2</b>	<b>Beschreibung</b> .....	<b>11</b>
2.1	Panasonic Bildschirmmenü .....	13
2.1.1	Helligkeit.....	13
2.1.2	Kontrast.....	14
2.2	Übersicht der Testzonen.....	15
2.2.1	Testzone 1: Hell .....	15
2.2.2	Testzone 2: Mittel .....	15
2.2.3	Testzone 3: Dunkel .....	15
<b>3</b>	<b>Allgemeines</b> .....	<b>16</b>
3.1	Gamma ( $\gamma$ ).....	17
3.2	Geeignete Auflösungen .....	20
3.3	Vergleichsbild „Jasmin und Sabrina“ .....	21
3.4	Bewertungsschema .....	22
3.5	Testumgebung.....	23
3.5.1	Verkabelung .....	24
3.5.2	Umgebungslicht und Betrachtungsabstand .....	25
<b>4</b>	<b>Individuelle Testzonen</b> .....	<b>26</b>
4.1	Hellgraue Testzone.....	27
4.1.1	Typische Fehler.....	28
4.2	Mittelgraue Testzone .....	31
4.2.1	Typische Fehler.....	32
4.3	Dunkelgraue Testzone.....	33
4.3.1	Typische Fehler.....	34
4.3.1.1	Helligkeit zu niedrig .....	35
4.3.1.2	Kontrast zu hoch .....	35
4.3.1.3	Gamma zu hoch.....	36
<b>5</b>	<b>Normen</b> .....	<b>37</b>
<b>6</b>	<b>Augentest</b> .....	<b>38</b>
6.1	Farben.....	38
6.2	Schärfe.....	39

### Referenz Testbild:

### Gray Values

<b>7</b>	<b>Impressum.....</b>	<b>41</b>
7.1	Konformitätserklärung.....	42
7.2	Copyright .....	42

### Referenz Testbild:

### Gray Values

## 1 Firmenprofil

Kompetenz und Innovationskraft sind die charakteristischen Merkmale der Firma BUROSCH Audio-Video-Technik. Bereits 1948 produzierten wir Röhrenradios. Geprägt von dieser langjährigen Erfahrung im Fachbereich Elektronik sind wir heute zum Marktführer in Referenz Testsignalen für die Qualitätsbeurteilung bzw. Optimierung von Displays geworden.

Bereits 1994 entwickelten wir den Quellcode für diese Testsignale, welcher die Basis garantiert für die Anforderungen unserer Konformitätserklärung.

Eine Vielzahl an statischen und dynamischen Testsequenzen für jeden Zweck und alle Bildformate sowohl als auch für FullHD Displays steht uns auf unserem firmeninternen Server zur Verfügung um die individuellen Wünsche unserer Kunden zu erfüllen.

Gerne bieten wir Ihnen auch entsprechende Audio Testtöne in verschiedenen Tonformaten an.

Somit bieten wir dem Techniker eine Vielzahl von Audio- und Video Testsequenzen um alle Komponenten der Wiedergabekette professionell zu beurteilen und wenn notwendig damit zu optimieren.

Die von uns entwickelten Sequenzen dienen in vielen nationalen und internationalen Laboren als Maßstab für vergleichende Warentests und werden genauso weltweit von führenden Herstellern in der Entwicklung, Qualitätskontrolle und auch im Service eingesetzt.

Selbstverständlich pflegen wir auch die Zusammenarbeit mit verschiedenen Forschungsinstituten, technischen Universitäten und Fachhochschulen.

Herr Prof. Dr. Ing. M. Plantholt (Arbeitsgebiet Fernsehmesstechnik an der Fachhochschule Wiesbaden) bestätigt auch die Referenzqualität unserer Testsequenzen.

### Referenz Testbild:

### Gray Values

Profitieren auch Sie von unserem Know-How! In unserer langjährigen beratenden Tätigkeit, unter anderem auch für viele bekannte Industriefirmen, stehen wir Ihnen gerne zur kompetenten Unterstützung bzw. Beratung von zum Beispiel Lookup-table Konfigurationen über Farbtemperaturmessungen bis hin zu dynamischen Kontrastmessung zur Verfügung.



Abbildung 1: von links:  
Steffen Burosch, Eberhard Graf, Andreas Burosch, Klaus Burosch, Paul Gaukler  
(Jahr 2007)

### Referenz Testbild:

### Gray Values

#### 1.1 Videolabor der Firma BUROSCH Audio-Video-Technik

Durch die langjährige Erfahrung ist die Firma BUROSCH Audio-Video-Technik zum Marktführer Europas im Bereich Bildbeurteilung bzw. Bildoptimierung geworden.

Modernste Video- und Audioanalyatoren finden in unserem professionellen Videolabor Verwendung.

Im Videolabor der Firma Burosch werden hochwertige Messinstrumente von namhaften Herstellern eingesetzt, wie zum Beispiel Sony, Hewlett Packard, Rohde & Schwarz, Tektronix, Quantum Data, Konica Minolta und viele mehr.

Selbstverständlich arbeiten wir heute schon mit dem Spektroradiometer CS-2000 von Konica Minolta um exakte Analysen und Kalibrierungen durchführen zu können.

Als Vergleichsmaßstab werden auch in unserem Videolabor hochwertige Broadcast Class A Röhren Monitore von Sony als Referenz eingesetzt. Trotz gravierender Verbesserungen der LCD- und Plasmatechnik, dienen heute noch die Broadcast Class A Monitore zur Beurteilung sowie Dokumentation der Natürlichkeit von Farben und Bewegungsunschärfen.

Wir vermitteln auch unser Fachwissen an Labore bekannter Testzeitschriften für vergleichende Warentests, wie zum Beispiel Chip, c't Magazin, AVF Bild sowie an professioneller Prüflabore wie zum Beispiel ASIG und OBL.

Abgespeichert auf unterschiedlichen Medien, wie zum Beispiel CD, Video-DVD und Blu-ray Disc (BD) sind alle Testsignale bei uns für Sie erhältlich.

Auch führende Hersteller in der Unterhaltungselektronik, wie Panasonic werden von uns in der Entwicklung kompetent beraten.

Gerne beraten wir auch Sie individuell!  
Profitieren Sie von unserer Kompetenz!

### Referenz Testbild: Gray Values

#### 1.1.1 Referenz Messgeräte

Auf folgenden Seiten stellen wir die Messgeräte zur professionellen Bildanalyse der Firma BUROSCH Audio-Video-Technik vor. Professionelle Spektroradiometer, wie zum Beispiel das CS-2000 von Minolta kommen im Burosch Videolabor zum Einsatz. Dies ermöglicht hochpräzise Displaymessungen und perfekte Analysen. Folgende Abbildung zeigt ein Bild des hochwertigen Messinstruments von Minolta.



Abbildung 2: Spektroradiometer CS-2000 von Konica Minolta

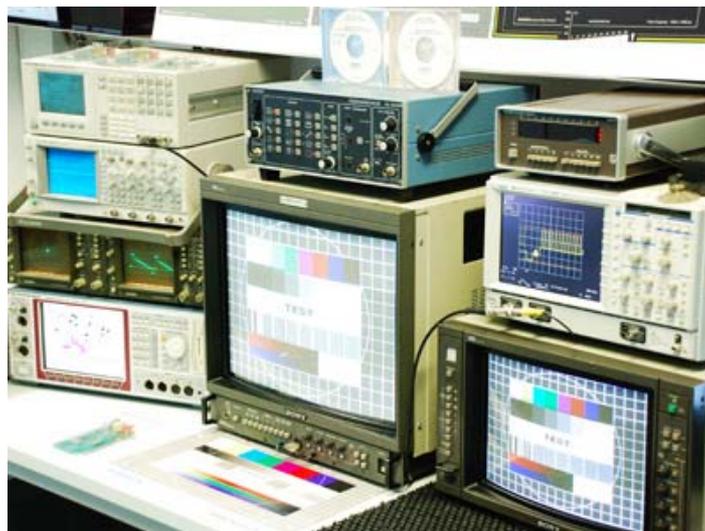


Abbildung 3: Erstklassige Mess- und Anzeigeeinstrumente von Rohde & Schwarz (VSA, UPL, CCVS), Tektronix (VM-700) und Hewlett Packard sowie mehrere Sony Broadcast Class A Monitore kommen im Labor der Firma Burosch zum Einsatz.

### Referenz Testbild: Gray Values



Abbildung 4: Andreas und Klaus Buros: Bild- und Videoanalysen mit Videoanalyzern von Rohde & Schwarz.



Abbildung 5: Klaus Buros: Bild- und Videoanalysen mit präzisen Messinstrumenten von Rohde & Schwarz und viele mehr.

### Referenz Testbild: Gray Values

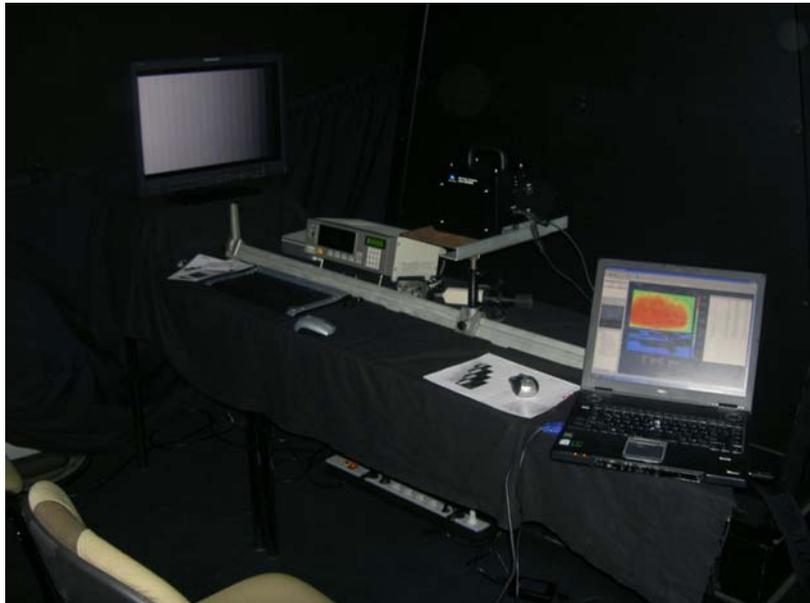


Abbildung 6: Displaymessungen mit Spektroradiometern und Color Analyzern von Minolta (CA-2000 und CS-2000)



Abbildung 7: Prototypenanalyse der neusten Panasonic Displays (Jahr 2007);  
von links: Herr Wild (Abt. Leiter HDTV Panasonic), Raphael Vogt, Klaus Burosch,  
Eberhard Graf, Philipp Smoldas

### Referenz Testbild:

### Gray Values

#### 1.1.2 Quellcode

Um eine professionelle Qualitätsbeurteilung durchführen zu können, muss die Qualität des Bezugssignals bekannt sein. Nur wenn das Ursprungssignal bekannt ist, kann die Bildqualität wirklich korrekt beurteilt werden.

Deshalb entwickelten wir bereits 1994 diesen Quellcode um die Rückführbarkeit unserer Referenz Testsignale zu garantieren und somit die Anforderungen der Konformitätserklärung zu erfüllen.

Basierend auf diesem Quellcode sind alle unsere Testsignale aufgebaut und bieten somit dem professionellen Techniker eine absolute Referenz.

Dieser Quellcode ist die Basis für alle weiteren Referenz Testbilder.

```
1115 gray = Image::new( xsize => $breite, ysize => $hoehe, channels => 1, type => 'bmp' );
1116 for ( $frame = 0; $frame < $anzframe; $frame++ ) {
1117     # $shift = 1.5707963267948966192313216916398 * 4 / $anzframe * $frame;
1118     $shift = 1.5707963267948966192313216916398 * 4 / $anzframe * $frame;
1119     $faktor = 1.5707963267948966192313216916398 / $bildbreite * 2 * $endfreq / 37.137330754352030947775628626692 * (( $frame / $anzframe * 2 ) + 0.5 );
1120     #BUROSCH Reference Test Pattern
1121     print "Frame $faktor shift $shift \n";
1122     for ( $y = $topmargin; $y < $bildhoehe + $topmargin; $y++ ) {
1123         #print "Line $y shift $shift \n";
1124         for ( $x = $leftmargin; $x < $bildbreite + $leftmargin; $x++ ) {
1125             $counter = 0;
1126             #my $color = Image::Color->new(gray => ((sin($x*log($y/10+1)/50+512)+1) * 128));
1127             #my $color = Image::Color->new(gray => ((sin($Kx*$x + $Ky*$y + $Kx2*$x*$x + $Ky2*$y*$y + $K1*$x + $K12*$x*$x)*256));
1128             my $skala = $y % 50;
1129
1130
1131             #if(($x == 50) or (($skala == 0) and ($x > 9) and ($x < 91))){
1132                 # $color_wert = 0;
1133             #}else{
1134                 my $distanz = sqrt(($x-$breite/2)*($x-$breite/2) + ($y-$hoehe/2)*($y-$hoehe/2));
1135                 # $color_wert = (sin(1.7044230976507124774645417661022*0.000001*$distanz*$distanz)+1)*128;
1136                 $color_wert = (sin($faktor*$distanz*$distanz+$shift)+1)*128;
1137             #}
1138             #print "Wert = $color_wert\n";
1139
1140             $color = Image::Color->new(gray => $color_wert);
1141
1142             if($color_wert == 0){
1143                 $counter++;
1144             }
1145             $gray -> setpixel( x => $x, y => $y, color => $color ); #=
1146         }
1147         # $color_new = $gray->getpixel(x=>$x, y=>$y);
1148         #print "Zeile \"$y.\", $counter*2, "\n";
1149     }
1150     $outfilename = $bildpath."/". "ZP". " $breite $hoehe". "H $endfreq $frame.bmp";
```

BUROSCH Referenz Test Pattern Quellcode

### Referenz Testbild: Gray Values

## 2 Beschreibung

Hier sehen Sie das Testbild in optimaler Darstellung



Das in 3 Testzonen gegliederte Gray Values Referenz Testbild dient zur Messung der Feinauflösung des Displays und der Signalkette auf der Helligkeitsskala, also wie feine Helligkeitsunterschiede sich noch klar darstellen lassen.

Dazu dienen 16 Spalten in gleichmäßig sinkender Helligkeit von links (Hell) bis rechts (dunkel). In den Balken befinden sich Quadrate mit minimal unterschiedlicher Helligkeit zum eigentlichen Balken, deren Leuchtdichte bzw. Helligkeit jeweils in Relation zum jeweiligen Balken sich minimal unterscheidet. Die Werte am linken und rechten Bildrand geben Aufschluss über die Helligkeitsdifferenzen der Quadrate, die von „-8“ bis „+8“ reichen. Die Beschriftung der Zeilen und Spalten sind für einfache Interpretierbarkeit ausgelegt und helfen somit dem genauen Ablesen und Quantisieren der Helligkeits- und Kontrastdifferenzierung. Die Skalen und Abstufungen der Felder folgen der üblichen Helligkeits-Einteilung der Computerwelt in acht Bit, also in gleichmäßigen Stufen von „0“ bis „255“.

Korrekte Darstellung:

- Die Spalten von „+248“ bis „+8“ sind in gleichgroßen Abstufungen abgebildet
- Alle Quadrate von „-8“ über „-1“ und „+1“ bis „+8“ sind innerhalb der Spalten klar erkennbar

### Referenz Testbild:

### Gray Values

**Hinweis:** Bitte achten Sie darauf, dass dieses Testbild nicht länger als 1 Stunde auf dem Anzeigegerät (TV-Display, etc.) dargestellt wird. Bei längeren statischen Darstellungen besteht Einbrenngefahr, die bei Flachbildschirmen besonders schnell „Geisterbilder“ beim späteren Filmgenuss verursachen kann. Auch Senderlogos oder schwarze Balken, die auftreten wenn ein Film im anderen Modus wiedergegeben wird als er produziert worden ist, können sich am Display des TV-Gerätes leicht einbrennen.

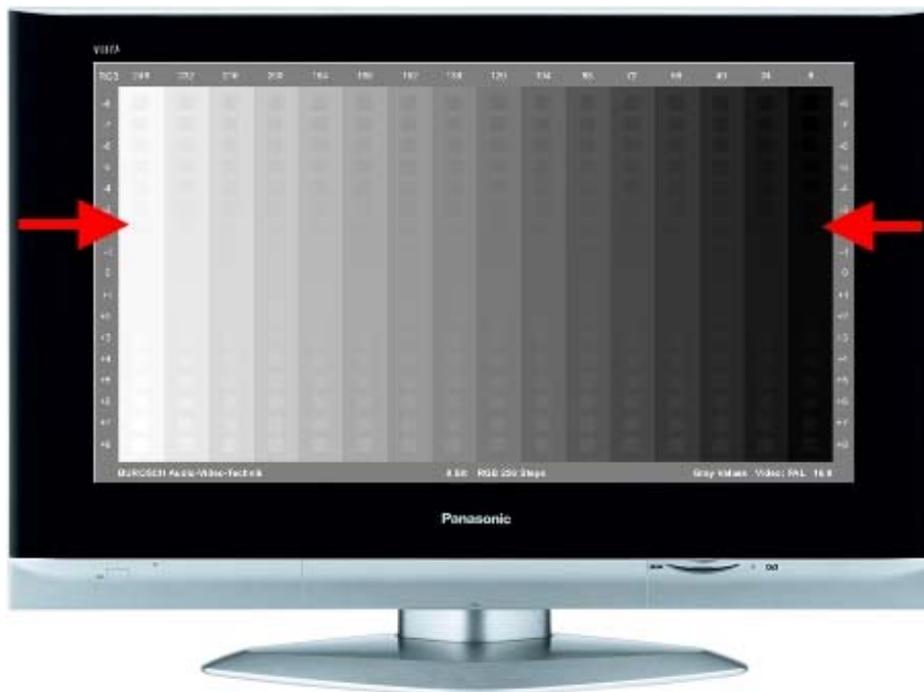
Wir empfehlen deshalb eine nicht zu lange Darstellung des Testbildes auf dem Display.

### Referenz Testbild:

### Gray Values

#### 2.1 Panasonic Bildschirmmenü

##### 2.1.1 Helligkeit



Bitte beachten Sie die ausführlichen Informationen über die Funktion der Testzonen Hell, Mittel, Dunkel (siehe Kapitel 2.2 für die Erklärung der individuellen Testzonen).

### Referenz Testbild:

### Gray Values

#### 2.1.2 Kontrast



Bitte beachten Sie die ausführlichen Informationen über die Funktion der Testzonen Hell, Mittel, Dunkel (siehe Kapitel 2.2 für die Erklärung der individuellen Testzonen).

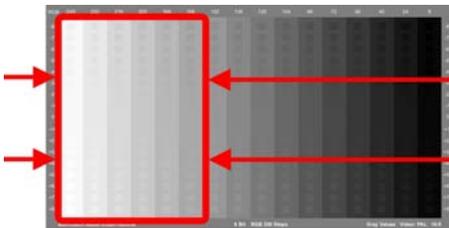
### Referenz Testbild:

### Gray Values

#### 2.2 Übersicht der Testzonen

Hier sehen Sie nun eine Übersicht der verschiedenen Testzonen. Detaillierte Informationen finden Sie im Kapitel „Individuelle Testzonen“.

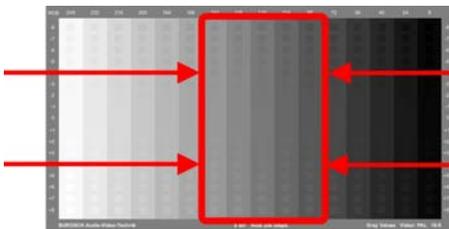
##### 2.2.1 Testzone 1: Hell



Die erste Testzone zeigt die ersten 6 helleren Graustufen inklusive der darin befindlichen Quadrate mit unterschiedlicher Helligkeit.

Nähere Informationen zu dieser Testzone finden Sie im Kapitel „Individuelle Testzonen“ im Unterpunkt „Hellgraue Testzone“.

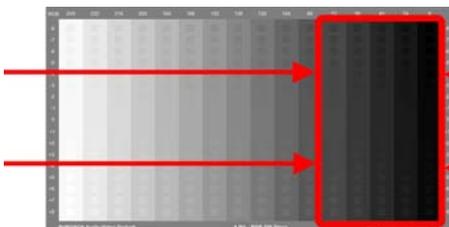
##### 2.2.2 Testzone 2: Mittel



Diese zweite Testzone zeigt 5 mittelgraue Graustufen inklusive der darin befindlichen Quadrate mit unterschiedlicher Helligkeit.

Nähere Informationen zu dieser Testzone finden Sie im Kapitel „Individuelle Testzonen“ im Unterpunkt „Mittelgraue Testzone“.

##### 2.2.3 Testzone 3: Dunkel



Die dritte und letzte Testzone zeigt 5 dunkelgraue Graustufen inklusive der darin befindlichen Quadrate mit unterschiedlicher Helligkeit.

Nähere Informationen zu dieser Testzone finden Sie im Kapitel „Individuelle Testzonen“ im Unterpunkt „Dunkelgraue Testzone“.

### Referenz Testbild:

### Gray Values

## 3 Allgemeines

Diese Beschreibung bezieht sich auf alle auf dem Markt befindlichen Fabrikate und Technologien von Displays, sei es PDP (Plasma), LCD, Projektoren (Beamer) oder DLPs (Rückprojektoren).

Das hier beschriebene Universaltestbild dient sowohl zur visuellen als auch zur messtechnischen Untersuchung bzw. Beurteilung.

Stellen Sie vor der Verwendung der Testbilder sicher, dass alle Bedingungen, insbesondere der Signalpfad und die Lichtbedingungen, der späteren Anwendung entsprechen.

Achten Sie besonders auf eine angenehme Raumhelligkeit und stellen Sie das TV-Display wenn möglich nicht so auf, dass eine Lichtquelle das Bild durch ihr Umgebungslicht negativ durch Reflexionen beeinflusst. Bei Tag kann nämlich das Farb- sowie Helligkeitsempfinden durch die Umgebungshelligkeit und die dadurch resultierenden Reflexionen verfälscht bzw. getäuscht werden. Die besten und dem Auge angenehmsten Bedingungen sind gegeben, wenn das TV Gerät in einen möglichst dunklen Raum mit nur wenig Licht gestellt wird, wie zum Beispiel im Kino. Demzufolge kommen Farben und Helligkeitsunterschiede um einiges besser zur Geltung.

Falls Sie Veränderungen an Parametern zur Verbesserung der Bildqualität vornehmen, vergessen Sie nicht diese auch zu speichern, damit sie dauerhaft Wirkung besitzen.

Beachten Sie dazu die Optionen Ihres Bildgebers (z.B. DVD-Player, etc.). Versuchen Sie auch, mit möglichst wenigen so genannten Bildverbesserungs-Features auszukommen, von denen viele leider das Originalbild mehr verfälschen als tatsächlich verbessern.

Selbstverständlich müssen die Einstellungen im Bildgeber wie auch im Bildwiedergabegerät (TV-Display) richtig eingestellt sein um eine optimale Bildwiedergabe zu ermöglichen.

**Tipp:** Lassen Sie sich und somit Ihrem Auge ruhig mehrere Minuten Zeit um Farbunterschiede oder Darstellungsprobleme gut zu erkennen. Dazu bietet sich dieses Testbild besonders gut an, weil man bei bewegten Bildern oftmals für eine Realisierung bzw. Wahrnehmung durch die raschen Bewegungen keine Zeit hat.

### Referenz Testbild:

### Gray Values

#### 3.1 Gamma ( $\gamma$ )

Der nachfolgende Artikel zeigt verschiedene Gamma-Begriffe, die schwer auseinander zu halten sind. Die DIN EN-Norm 61966-A spricht deshalb von einer „Mehrdeutigkeit in der Definition des Begriffes Gamma“ und empfiehlt, den Begriff in normalen Zusammenhängen überhaupt nicht mehr zu verwenden.

Der Normtext von DIN EN 61966-2 Anhang A (Farbmessung und Farbmanagement) verweist dabei auf die anfängliche Verwendung in der Fotografie. In der Fotografie wird der Begriff derzeit für Anstieg, Gradient und Kontrast benutzt.

Eine Gammakorrektur wird in abbildenden Systemen benötigt um das nichtlineare Helligkeitsempfinden des menschlichen Auges zu kompensieren. Das Auge reagiert beim Anstieg auf eine doppelte Helligkeit nicht zwangsläufig mit einer Verdopplung der Helligkeitsempfindung. Die empfundene Helligkeit  $H$  steigt in dunklen Bereichen steiler und in hellen weniger steil an. Das menschliche Auge hat ein Gamma von ca. 0,3 bis 0,5.

Die Wahrnehmung des menschlichen Sehens ist nicht linear. Elektronische Displays sollen die menschlichen Sehgewohnheiten simulieren bzw. nachbilden, daher wird eine Korrektur notwendig, denn ein elektronischer Sensor, wie etwa ein CCD-Chip oder eine Elektronenstrahlröhre arbeiten annähernd linear.

Um dieses Problem so gut wie möglich zu beheben wurde die Gammakorrektur eingeführt:  $A = E^\gamma$  (A: Ausgangssignal; E: Eingangssignal)

Bei der Berechnung des Ausgangssignals  $A$  werden nur die Grauwerte verändert, Schwarz- und Weißpunkt bleiben erhalten wenn das Eingangssignal  $E$  im Intervall  $[0,1]$  liegt, beziehungsweise auf eins gesetzt wurde. Diese Korrekturfunktion trägt den Namen des Exponenten Gamma ( $\gamma$ ).

Bei einem Gamma von eins ist das Ausgangssignal gleich dem Eingangssignal. Bei einem Gamma größer als eins wird die Ausgabe insgesamt etwas dunkler - hellere Stufen einer Grautreppe sind stärker abgestuft als die dunkleren. Bei einem Gamma kleiner als eins wird die Ausgabe insgesamt heller – dunkleren Stufen einer Grautreppe sind stärker abgestuft als die hellen, ohne dass jedoch der hellste Wert Weiß (100% Weiß) und der dunkelste Wert Schwarz (0% Weiß) dabei in der Helligkeit verändert wird.

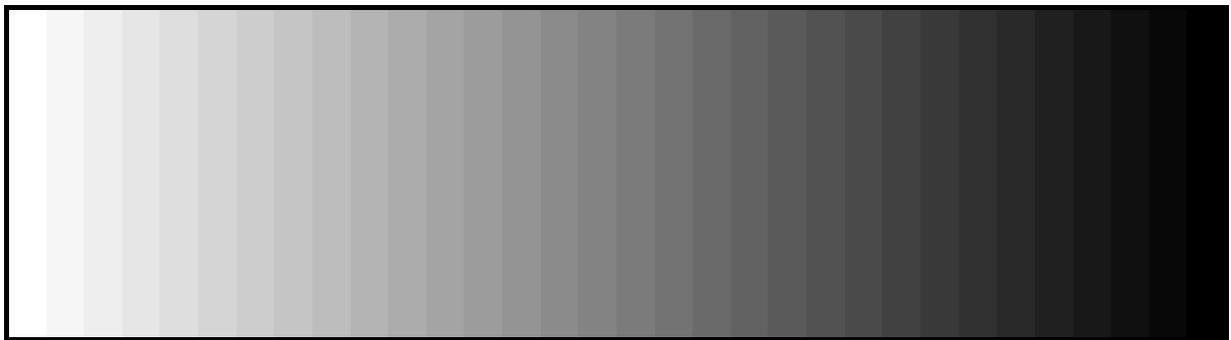
Die Hersteller moderner Displays halten sich strikt an einen “idealen” Gammawert von ca. 2,2 um eine reale Helligkeitsempfindung des menschlichen Auges sicherzustellen.

### Referenz Testbild:

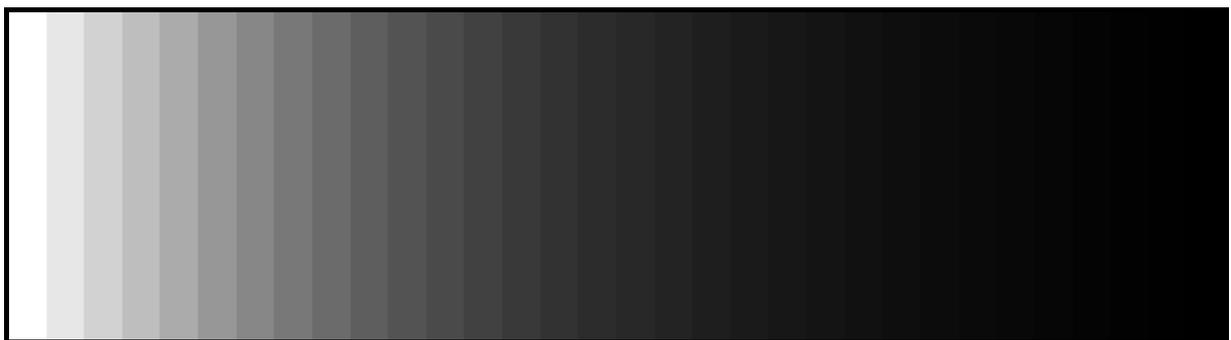
### Gray Values

Nachfolgend wird anhand von 4 markanten und geeigneten Beispielen die unterschiedlichen Gammafunktionen erklärt.

Das Originalbild (folgende Abbildung) zeigt einen Graustufenkeil mit zunehmender linear abgestufter Helligkeit von links nach rechts – linkes Feld 100% Weiß, rechtes Feld Schwarz.



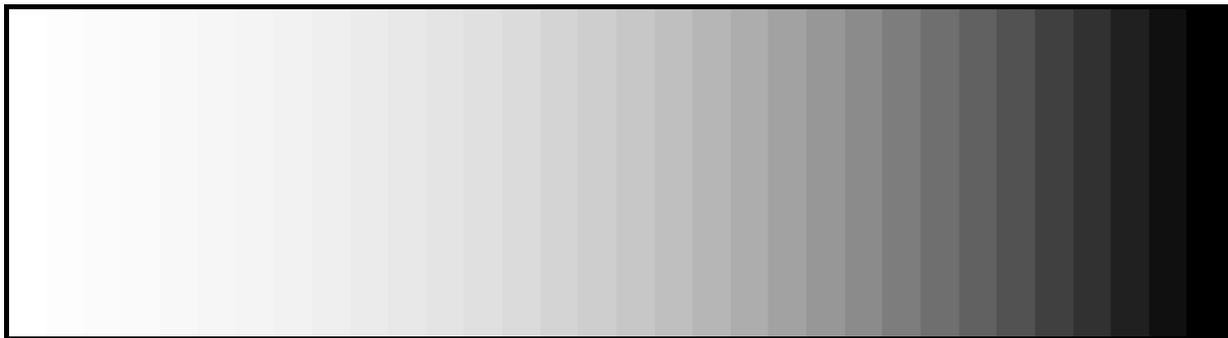
- Bei einem zu hohen Gamma sind die helleren Felder stärker abgestuft als die dunkleren, das heißt dunkle Bereiche im Bild lassen sich nicht mehr auseinander halten (folgende Abbildung)



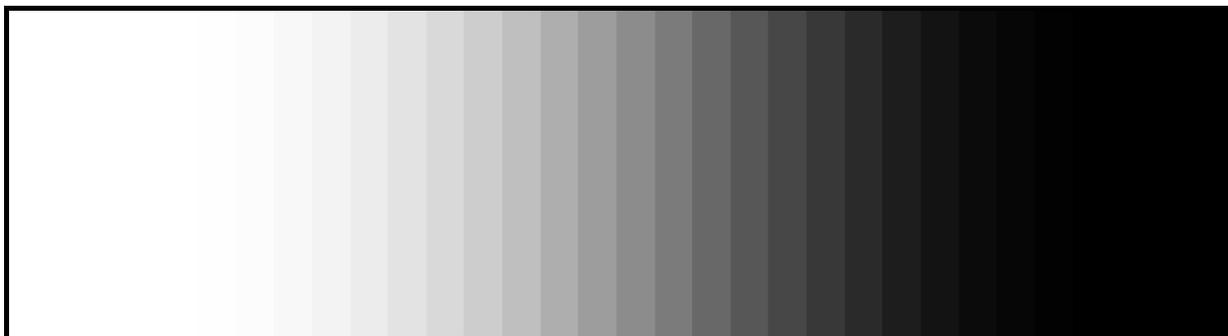
### Referenz Testbild:

### Gray Values

- Bei einem zu niedrigem Gamma sind die dunkleren Felder stärker abgestuft als die helleren, das heißt helle Bereiche im Bild lassen sich nicht mehr auseinander halten (folgende Abbildung)



- Bei einem S-förmig verzerrtem Gamma sind die mittelgrauen Felder stärker abgestuft als die äußeren, das heißt helle sowie dunkle Bereiche im Bild lassen sich nicht mehr auseinander halten (folgende Abbildung)



### Referenz Testbild:

### Gray Values

#### 3.2 Geeignete Auflösungen

Dieses Referenz Testbild ist sowohl für kleine Auflösungen als auch für große optimal geeignet. Eine große Bandbreite an Displays – egal welches Fabrikat, Bildformat oder Verwendungszweck – kann mit Hilfe dieses Referenz Testbildes korrekt kontrolliert, beurteilt und wenn nötig optimiert werden.

Kleinste Displays, wie etwa in Mobiltelefonen, Navigationsgeräten oder in digitalen Bilderrahmen bis hin zu den größten Fernsehgeräten von über 1,70 Meter Bilddiagonale können mit diesem Testbild problemlos bespielt werden.

Eine Übersicht der geeigneten Auflösungen sehen Sie nun in der folgenden Tabelle:

**Bildschirm Auflösungen**

Bezeichnung	Pixel	Seitenverhältnis
VGA	640 x 480	1,33 : 1 = 4 : 3
SVGA	800 x 600	1,33 : 1 = 4 : 3
WVGA	853 x 480	1,77 : 1 = 16 : 9
XGA	1.024 x 768	1,33 : 1 = 4 : 3
SXGA	1.280 x 1.024	1,25 : 1
WXGA	1.280 x 768	1,66 : 1 = 15 : 9
WXGA	1.280 x 800	16 : 10
WXGA	1.366 x 768	1,77 : 1 = 16 : 9
SXGA+	1.400 x 1.050	1,33 : 1 = 4 : 3
UXGA	1.600 x 1.200	1,33 : 1 = 4 : 3
Full HD	1.920 x 1.080	16 : 9

**Hinweis:** Das Testbild ist optimal für ein 16:9 Bildformat geeignet. Für andere Bildformate (16:10, 4:3, ...) benutzen Sie bitte das Quellmaterial von Ihrem entsprechenden Signalgeber.

### Referenz Testbild:

### Gray Values

#### 3.3 Vergleichsbild „Jasmin und Sabrina“

Nachfolgend finden Sie die Beschreibung der individuellen Bildelemente und jeweils im Vergleich die Auswirkungen möglicher Bildfehler auf ein Realbild.

Exemplarisch für den Vergleich verwenden wir ein Realbild aufgebaut mit der Abbildung von Portraits mit verschiedenen Hauttönen.

Nachfolgende Abbildung zeigt das Realbild in optimaler, originaler Darstellung.



Zusätzlich zu vielen abstrakten, technischen Testbildern zeigt dieses Realtestbild praktisch einige typische Problemfälle und ihre Auswirkung auf reale, komplexe Bilder. Zur Verdeutlichung dienen teilweise auch vergrößerte Ausschnitte dieses Fotos.

Bei diesem Realbild sind folgende Aspekte besonders zu beachten:

- Ganzflächiger, neutral weißer Hintergrund
- Reale Hautfarben des hellen und dunklen Hauttyps mit dementsprechend erkennbaren Differenzierungen der Hauttöne
- Haare der beiden Frauen perfekt voneinander differenzierbar in hellen sowie in den dunkleren Bereichen
- Realbild ist komplett ohne Verzerrungen oder jeglichen Beschnitt klar sichtbar

### Referenz Testbild:

### Gray Values

#### 3.4 Bewertungsschema

Alle Abbildungen sind nach Qualitätsskala in Anlehnung an die Norm zur Bildschirmbeurteilung ITU-R BT500-11 bewertet und mit einfachen Sternen symbolisiert. Dies soll Ihnen ein Gespür für die Schwere der dargestellten Abweichung vom Original geben:

Sehr gut ★★★★★ Bild ist oder entspricht dem Original	Gut ★★★★ Keine augenfälligen Unterschiede zum Original	Befriedigend ★★★ Sichtbare, unkritische Unterschiede zum Original
Mangelhaft ★★ Unübersehbare Unterschiede zum Original	Ungenügend ★ Entspricht nur noch in Teilen dem Original, Informationsverlust	

Eine wirklich gute Wiedergabekette mit geeigneten digitalen Verbindungen (HDMI, DVI,...) von der Signalquelle zum Display sollte eine Qualität von fünf oder vier Sternen erreichen.

Analoge Verkabelungen, wie SCART-RGB oder S-Video (Y/C) sollten an einem guten Bildgeber, egal welchen Funktionsprinzips – CRT (Bildröhre), LCD, PDP (Plasma) oder Projektion – nicht schlechter als drei Sterne werden.

Optimal verkabelte, gute Markengeräte sollten bei richtiger Einstellung nie auf zwei oder ein Sterne Niveau abstürzen. Das ist typischerweise ein untrügliches Zeichen, dass noch ein Problem in der Signalkette vorliegt. Sei es Konfiguration, Kalibrierung oder sonstige falsche Einstellung oder schlicht ein Defekt und bedarf einer weiteren Überprüfung.

Bitte beachten Sie, dass nicht alle Hersteller von TV-Displays komplexe Kalibrierungen an Parametern wie zum Beispiel Gamma oder Farbprocessing (Farbverarbeitung des Displays) ermöglichen. Die typischen Parameter zur Kalibrierung, die alle Displays besitzen sollten, sind Helligkeit, Kontrast, Farbe, Schärfe und gegebenenfalls die Bildgeometrie.

### Referenz Testbild:

### Gray Values

#### 3.5 Testumgebung

Die optimale Bildwiedergabe am TV-Gerät hängt zum einen von den individuellen Einstellungen (Helligkeit, Kontrast, usw.) und zum anderen von der korrekten Testumgebung ab. Die Testumgebung ist ein sehr wichtiger Faktor, der von den meisten Nutzern oftmals unterschätzt bzw. überhaupt nicht berücksichtigt wird. In diesem Kapitel wird auf gerade diesen Faktor detailliert eingegangen. Besonders zu beachten sind folgende Kriterien:

- Verkabelung
- Umgebungslicht (Raumhelligkeit)
- Betrachtungsabstand
- Betrachtungswinkel (möglichst 90°)

Bitte beachten Sie für den perfekten Filmgenuss einen möglichst senkrechten (90°) Betrachtungswinkel (Blickwinkel) auf das Display. Bei zu großen Winkelabweichungen, zum Beispiel wenn das Display von zu weit links oder rechts betrachtet wird, kann es zu Farb-, Helligkeits-, und Kontrastverfälschungen kommen. Desweiteren gilt es ebenfalls auf die korrekte Voreinstellung aller Menüeinstellungen der Signalquelle und des Wiedergabegerätes zu achten.

### Referenz Testbild:

### Gray Values

#### 3.5.1 Verkabelung

Für ein perfektes Bild- und Tonsignal muss eine korrekte, qualitativ hochwertige Verkabelung gewährleistet sein. Denn nur mit einer geeigneten Verkabelung ist eine perfekte Wiedergabe und somit ein optimales „Heimkino Feeling“ garantiert. In diesem Abschnitt werden diverse Möglichkeiten zur Verkabelung vorgestellt und kurz beschrieben. Man unterscheidet bei Verkabelungen zwischen analogen und digitalen Übertragungssystemen.

- Analog:

Verkabelungen über SCART, S-Video, oder Component Video über Cinch-Stecker zählen zu den analogen Verbindungen, die ein eher minderwertiges Bild- und/oder Tonsignal wiedergeben. Aufgrund ihrer hohen Störempfindlichkeit durch zu wenig abgeschirmte Kabel und/oder durch zu große Leitungslängen ist von solchen analogen Datenübertragungssystemen eher abzuraten. Die folgende Abbildung zeigt einen SCART-, Cinch- (Component Video) sowie ein S-Video-Stecker. Von diesen analogen Leitungen ist die SCART-RGB Variante die sinnvollste und beste.



- Digital:

Moderne Verkabelungen via digitale Schnittstellen wie etwa HDMI, DVI oder LVDS ermöglichen eine sehr gute Wiedergabequalität und verdrängen die veralteten analogen Übertragungssysteme in der Unterhaltungselektronik. Das folgende Bild zeigt die üblichen digitalen Schnittstellen bzw. Stecker HDMI und DVI, die die beste Bild- und Tonwiedergabe ermöglichen.



### Referenz Testbild:

### Gray Values

#### 3.5.2 Umgebungslicht und Betrachtungsabstand

Neben korrekten Verkabelungen ist ebenfalls auf eine optimale Platzierung des Fernsehgerätes besonders zu achten. Stellen Sie Ihr TV-Gerät wenn möglich nicht so auf, dass diverse Lichtquellen, wie zum Beispiel direktes Sonnenlicht oder Licht einer Glühlampe die Bildqualität durch Reflexionen negativ beeinflussen können. Desweiteren empfehlen wir einen ungefähren Betrachtungsabstand, der von der Displaygröße abhängig ist. Der von uns empfohlene Betrachtungsabstand vom Display lässt sich auf einfachste Weise ermitteln: 3 x Bilddiagonale des TV-Gerätes. Zum Beispiel gilt es bei einer Displaydiagonale von einem Meter einen Betrachtungsabstand von circa 3 Meter einzuhalten um ein perfekt scharfes und kontrastreiches Bild sicherzustellen.

Die folgende schematische Darstellung zeigt ein optimales Heimkino-System. Bitte beachten Sie ebenfalls die richtige Aufstellung der Stereo oder Dolby Digital 5.1 Lautsprecher.

LF (Left Front): vorne links

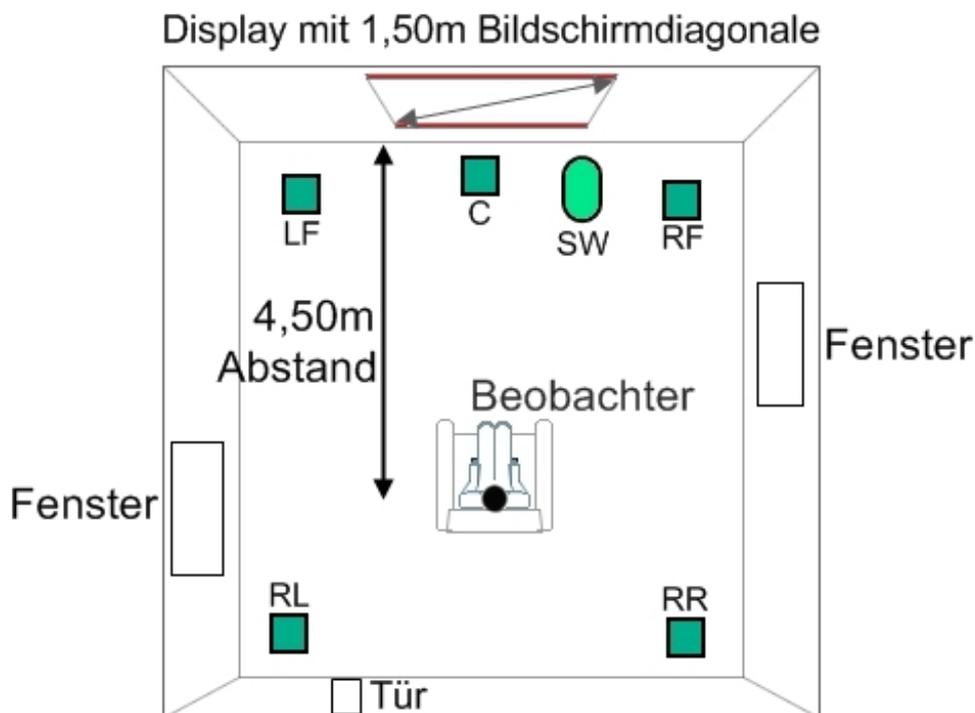
RL (Rear Left): hinten links

C (Center): Mitte

RR (Rear Right): hinten rechts

RF (Right Front): vorne rechts

SW: Subwoofer



Schematische Darstellung eines idealen Heimkino-Systems

### Referenz Testbild:

### Gray Values

## 4 Individuelle Testzonen

In diesem Kapitel werden die individuellen Testzonen dieses Referenz Testbildes gezeigt. Eine detaillierte Beschreibung auch mit Fehleinstellungen der einzelnen Testzonen finden Sie ebenfalls in diesem Kapitel.

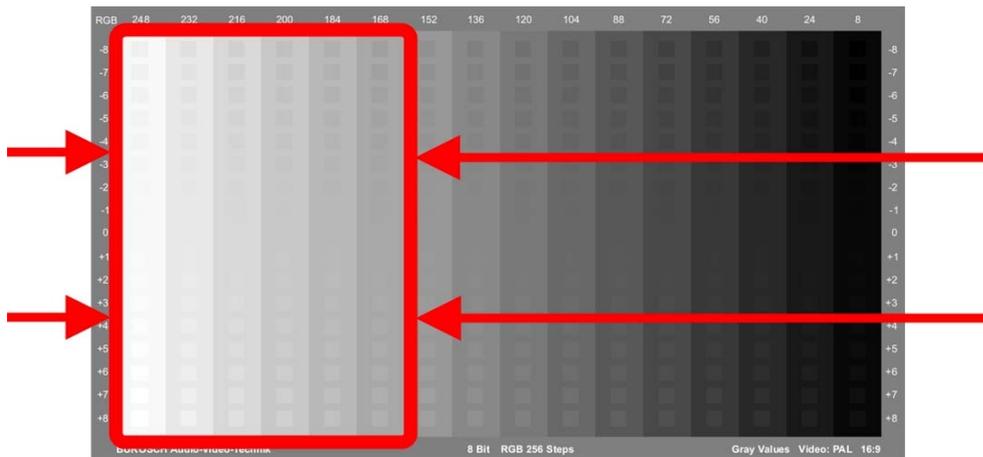
Das Referenz Testbild „Gray Values“ (deutsch: Grauwerte) besteht aus insgesamt 3 verschiedenen Testzonen:

- Hellgraue Testzone
- Mittelgraue Testzone
- Dunkelgraue Testzone

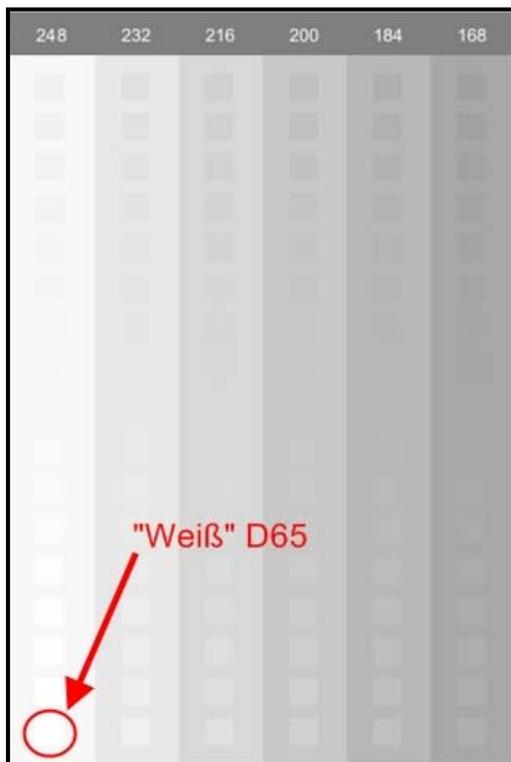
Zur Verdeutlichung sind nun die jeweiligen Testzonen rot markiert um die jeweilige angesprochene Testzone deutlich zu kennzeichnen um die es geht.

### Referenz Testbild: Gray Values

#### 4.1 Hellgraue Testzone



#### Detailansicht:



Diese erste Testzone zeigt 6 vertikal geteilte Balken. Die darüber stehenden RGB Werte teilen die Helligkeit dieser Balken mit: Je niedrigerwertiger desto dunkler. In vertikaler Ebene sind pro Balken 16 kleine Quadrate zu sehen, von oben nach unten mit jeweils ansteigender Luminanz bzw. Helligkeit von „-8“ bis „+8“ in Relation zur eigentlichen Helligkeit des vertikalen Balkens, wobei jeweils „0“ die exakt selbe Helligkeit besitzt, wie der Balken selbst. Das unterste Quadrat („+8“) am linken Balken entspricht also einem RGB-Wert von 255, was einer Helligkeit und damit auch einem Weiß von 100% entspricht. Das Weiß dieses Quadrates entspricht der Normlichtart D65, welche das Weiß eines bewölkten Tageshimmel darstellt.

Diese Testzone dient der Feinabstimmung bzw. Feinabgleich der hellsten Bereiche im Bild.

Im besten Fall sind sämtliche Quadrate in den Balken gut differenziert sichtbar sein.

### Referenz Testbild:

### Gray Values

#### 4.1.1 Typische Fehler

- Die Quadrate im linken Balken „RGB 248“ sind nicht eindeutig zu erkennen bzw. zu differenzieren– Helligkeit ist geringfügig zu hoch eingestellt.

mangelhafte Differenzierung



Die Qualität dieses Beispiels entspricht „gut“ ★★★★★

In diesem Beispiel ist die Helligkeit minimal zu hoch eingestellt. Solche minimalen Helligkeitsunterschiede lassen sich mit dieser Testzone perfekt ermitteln. Im Realbild sind so gut wie keine Differenzen zum Original feststellbar.

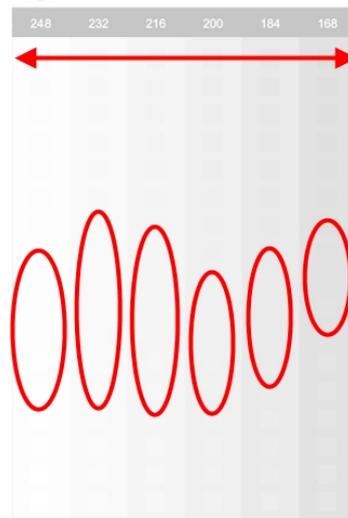


### Referenz Testbild:

### Gray Values

- Die Quadrate im Bereich „-4“ bis „+4“ Luminanz (Helligkeit) sind schlecht erkennbar und die Differenzierung der vertikalen Balken ist ebenfalls unzureichend – Gamma des Displays zu niedrig eingestellt.

mangelhafte Differenzierung



Die Qualität dieses Beispiels entspricht „mangelhaft“ ★★

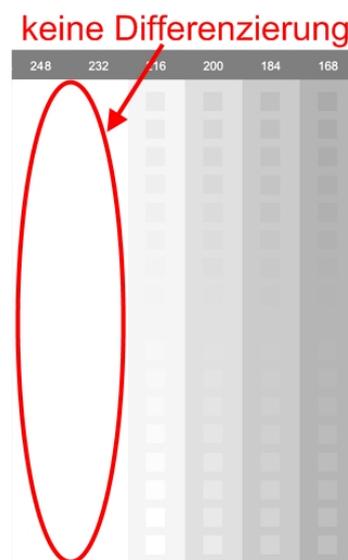
Ein zu niedriges Gamma des Displays hat zur Folge, dass helle Bereiche kaum oder überhaupt keine Differenzen mehr aufzeigen. Der Gesichts- und Schulterbereich der linken Frau ist unzureichend differenziert. Die kommende Abbildung zeigt die Auswirkung.



### Referenz Testbild:

### Gray Values

- Die zwei linken Balken inklusive der darin befindlichen Quadrate lassen sich überhaupt nicht voneinander differenzieren – Kontrast des Displays zu hoch eingestellt.



Die Qualität dieses Beispiels entspricht „mangelhaft“ ★★

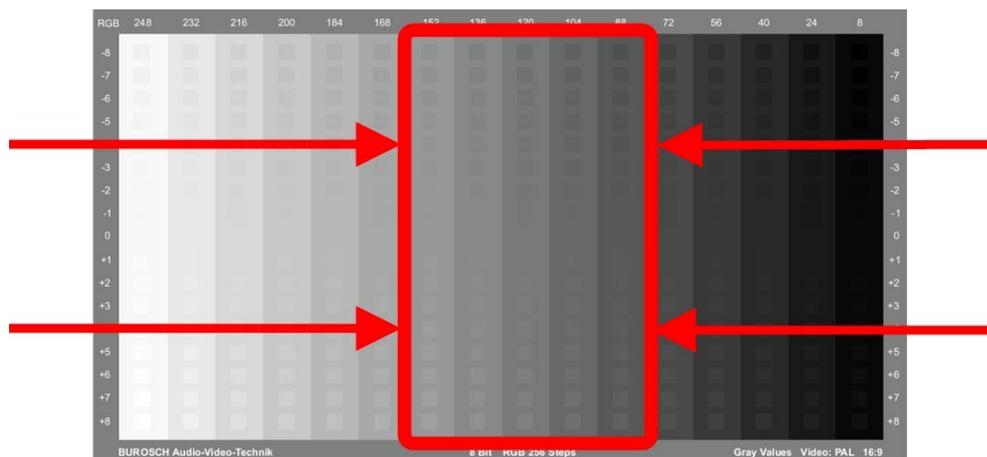
Ein zu hoch eingestellter Kontrastregler hat zur Folge, dass sowie helle als auch dunkle Bereiche im Bild kaum differenziert sind. Die Auswirkung sieht man im folgenden Realbild deutlich (rot markiert). Der Schulter- und Gesichtsbereich der linken Frau sowie die Haare der rechten Frau werden als eine helle bzw. dunkle Fläche dargestellt.



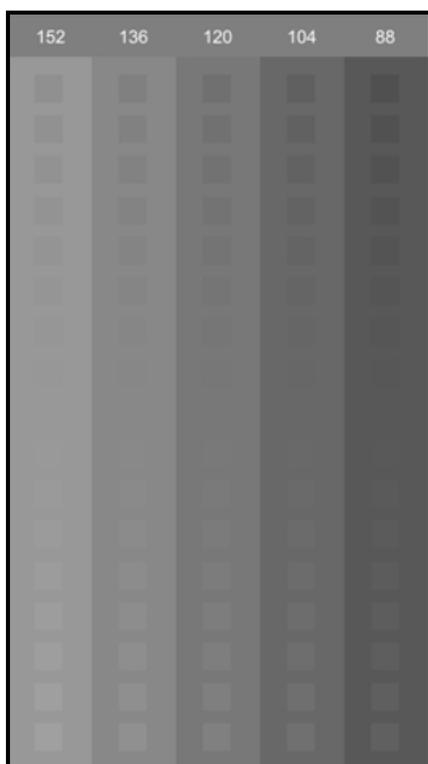
### Referenz Testbild:

### Gray Values

#### 4.2 Mittelgraue Testzone



#### Detailansicht:



Diese zweite Testzone zeigt 5 vertikale mittelgraue Balken mit sinkender Helligkeit von links nach rechts von RGB „152“ bis „88“. Im Vordergrund der Balken sind in vertikaler Ebene kleine Quadrate mit jeweils von oben nach unten ansteigender Helligkeit zu sehen.

Am linken und rechten Bildrand sind die Abweichungen der Helligkeiten der Quadrate zu sehen.

Diese Testzone dient der Feineinstellung der mittleren Helligkeitsstufen und dient ebenfalls der Erkennung von Verschiebungen (Drifts) der Farbtemperatur. Denn mit dieser Testzone können eventuelle Farbverfälschungen am besten entdeckt werden.

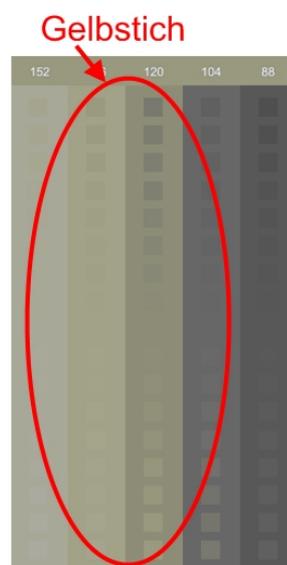
Im besten Fall sind sämtliche Quadrate perfekt zu erkennen, höchstens geringfügig der Bereich von „-2“ bis „+2“ Helligkeit.

### Referenz Testbild:

### Gray Values

#### 4.2.1 Typische Fehler

- Eine oder mehrere Stufen weisen Farbstiche einer oder mehrerer Farben auf – Es findet eine Verschiebung der Farbbalance statt. In diesem Beispiel ist ein deutlicher Gelbüberschuss im mitteldunklen Bereich erkennbar



Die Qualität dieses Beispiels entspricht „mangelhaft“ ★★

Die folgende Detailansicht des Realbildes zeigt die Auswirkung einer driftender Farbbalance (Farbtemperatur). An mittelgrauen Bereichen, wie etwa beim Haaransatz oder im Gesichtsbereich der rechten Frau erkennt man die Falschfarben deutlich.

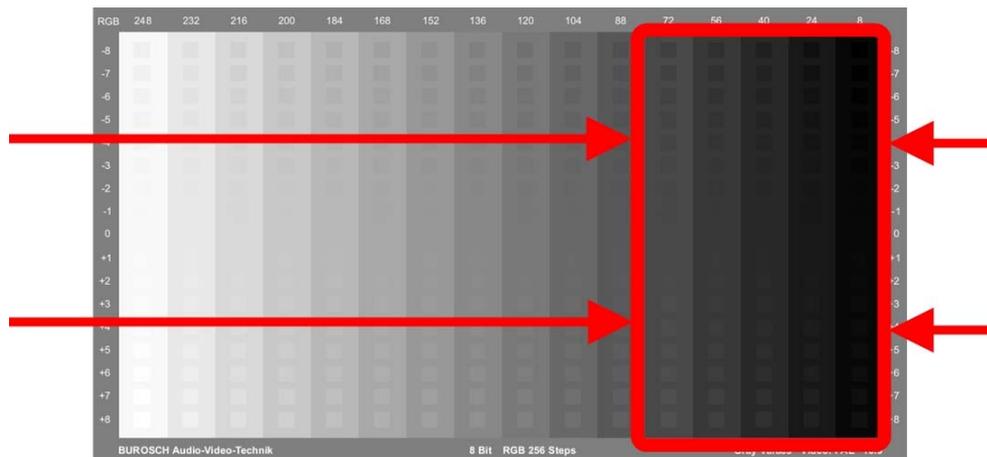
unnatürliche Verfärbungen



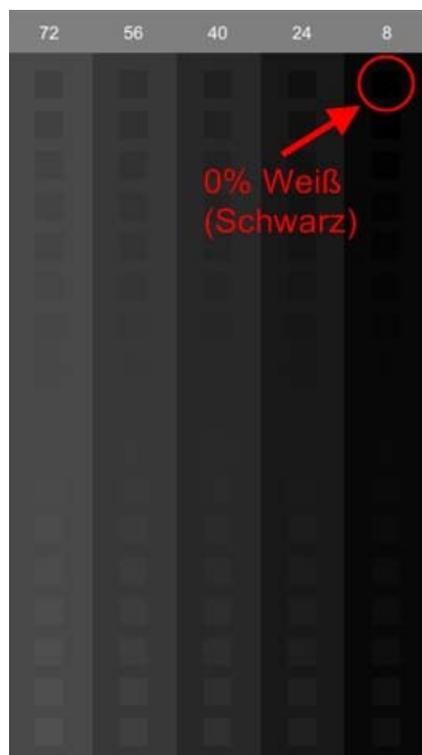
### Referenz Testbild:

### Gray Values

#### 4.3 Dunkelgraue Testzone



#### Detailansicht:



Diese dritte Testzone besteht aus 5 vertikalen dunkelgrauen Balken mit unterschiedlichen Helligkeiten von RGB „72“ bis „8“. In den Balken sind wiederum jeweils 16 Quadrate in feinen Abstufungen. Das Quadrat oben rechts sollte im Idealfall als komplett schwarzes Quadrat (RGB 0,0,0) vom Hintergrund (RGB 8) differenziert erkennbar sein.

Die dunkelgraue Testzone dient der Erkennung von minimal abweichenden Helligkeits-, Kontrast oder Gammaeinstellungen, also der Feineinstellung der dunkelgrauen Wiedergabe des Displays.

Im besten Fall sind sämtliche Quadrate gut sichtbar, höchstens kann es sein, dass sich die Quadrate im Helligkeitsbereich „-2“ bis „+2“ nur noch schwer erkennen lassen.

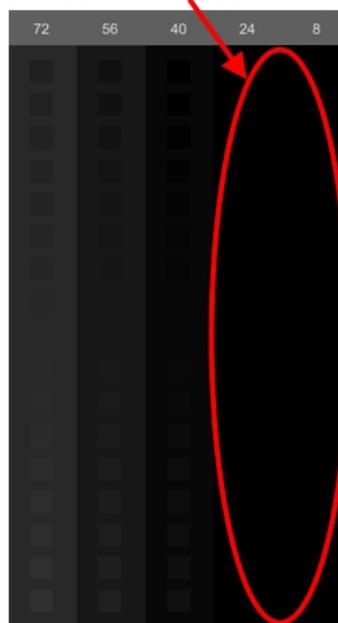
### Referenz Testbild:

### Gray Values

#### 4.3.1 Typische Fehler

- Einer oder mehrere der dunklen Balken samt der darin befindlichen Quadrate lassen kaum oder gar keine Differenzen zu – Dies kann mehrere Ursachen haben: Gamma zu hoch, Helligkeit zu niedrig und/oder evtl. ist der Kontrastregler zu hoch eingestellt.

keine Differenzierung



Die Qualität dieses Beispiels entspricht „mangelhaft“ ★★

Für dieses Beispiel kann es mehrere Ursachen geben. Die Abbildungen an den nächsten Seiten zeigen jeweils die Auswirkungen der unterschiedlichen falsch eingestellten Parameter des Displays (Helligkeit, Kontrast, Gamma) am Realbild „Jasmin und Sabrina“.

### Referenz Testbild:

### Gray Values

#### 4.3.1.1 Helligkeit zu niedrig

Dieses Beispiel zeigt das Realbild "Jasmin und Sabrina" bei zu niedrig eingestellter Helligkeit. An diesem Bild wirkt sich eine zu niedrige Helligkeit wie folgt aus:

- Hintergrund wird grau
- Dunkle Bereiche, etwa die Haare der rechten Frau lassen kaum noch Differenzen zu



#### 4.3.1.2 Kontrast zu hoch

Ein zu hoch eingestellter Kontrastregler hat zur Folge, dass sowohl helle als auch dunkle Bereiche im Bild kaum differenziert sind. Die Auswirkung sieht man im folgenden Realbild deutlich (rot markiert). Der Schulter- und Gesichtsbereich der linken Frau sowie die Haare der rechten Frau werden als eine helle bzw. dunkle Fläche dargestellt.



### Referenz Testbild:

### Gray Values

#### 4.3.1.3 Gamma zu hoch

Bei einem zu hohen Gamma des Displays bleibt der Hintergrund neutral weiß. Es lassen sich jedoch die dunklen Bereiche im Bild, wie zum Beispiel die Haare der rechten Frau kaum noch auseinander halten bzw. zu differenzieren.

Leider haben Sie bei den meisten Anzeigegeräten keine Möglichkeit das Gamma zu verstellen.

Die Auswirkung sehen Sie nun an folgendem Realbild recht deutlich.



### Referenz Testbild:

### Gray Values

## 5 Normen

Zur korrekten Wiedergabe eines Films oder Videos oder auch eines Fotos bedarf es einer neutralen Übertragung. Oft hört man das Argument, dass dies nicht notwendig sei, da jeder Mensch anders sehe und deshalb eine objektive Wiedergabe gar nicht möglich sei. Das ist grundsätzlich richtig. Dabei wird allerdings übersehen, dass dies nur möglich ist, wenn sich die Übertragung selbst neutral und unverfälschend verhält. Nur wenn das wiedergegebene Bild so aussieht, wie das, das die Kamera aufzeichnete, kann der Mensch mit seinem individuellen Empfinden das wahrnehmen, was er vor Ort auch gesehen hätte. Verfälscht etwas das Motiv auf dem Transportweg, und der Endet nun einmal auf dem lokalen Bildschirm oder der lokalen Leinwand, dann sieht er nicht mehr das, was er eigentlich gesehen hätte – egal wie vom Durchschnitt abweichend seine Wahrnehmung ist. Die Übertragung selbst, muss sich also neutral verhalten. International kümmern sich große Institute um die Normen, die es benötigt, damit diese Neutralität gewährleistet ist.

Im deutschsprachigen Raum ist Maßgeblich das Institut für Rundfunktechnik der Öffentlich Rechtlichen Rundfunkanstalten der ARD, ZDF, DLR, ORF und SRG/SSR für die Normung zuständig:

**[www.irt.de](http://www.irt.de)**

Für den gesamten europäischen Bereich und als den lokalen -Forschungs- und Normungsinstituten übergeordnet handelt die European Broadcast Union, die EBU, mit Sitz in der Schweiz:

**[www.ebu.ch](http://www.ebu.ch)**

Auf internationalem Parkett zählt dazu auch bereits 1865 in Paris gegründete International Telecommunication Union, kurz ITU:

**[www.itu.int](http://www.itu.int)**

Zur Bildbeurteilung und Kalibrierung verwendet man am geeignetsten Testbilder, wie die hier beschriebenen. Theoretisch funktioniert das auch mit realen, gefilmten Motiven, aber mit vielen Einschränkungen. Der große Vorteil von Testbildern, wie sie BUROSCH Audio-Video-Technik herstellt liegt darin, dass exakt bekannt ist, wie sie aussehen müssen und daher auch genauso exakt und immer wieder reproduzierbar sind. Nur so lässt sich die Neutralität der Übertragung und Wiedergabe exakt messen und gegebenenfalls korrigieren:

**[www.burosch.de](http://www.burosch.de)**

### Referenz Testbild:

### Gray Values

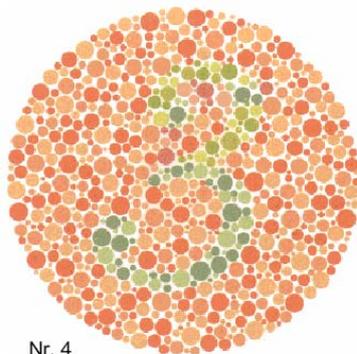
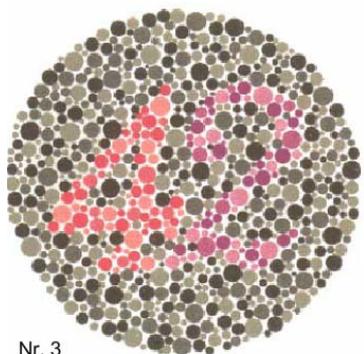
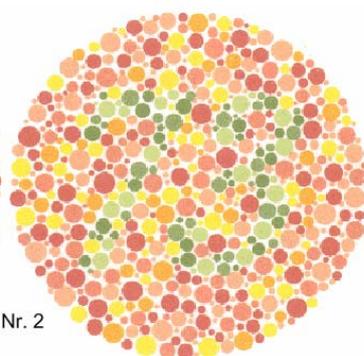
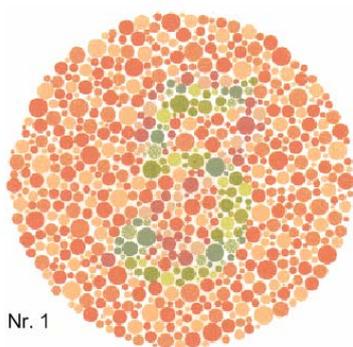
## 6 Augentest

Die Grundvoraussetzung für eine optimale Schärfe- und Farbempfindung ist eine gute Arbeit des menschlichen Auges.

**WICHTIG:** Diese kleinen Tests können auflösungsbedingt nicht am Bildschirm erfolgen Achten Sie deshalb auf optimale Druckeinstellung und Druckqualität!

### 6.1 Farben

In diesem Kapitel wird eine grobe Vorprüfung Ihres Sehvermögens durchgeführt. Wissenschaftlich bewiesen leiden viele Menschen, besonders Männer an der so genannten Rot-Grün Blindheit. Das bedeutet, dass Farben falsch interpretiert werden. Anhand von Ishihara Tafeln kann diese Sehschwäche erkannt werden. Auf dieser Seite sehen Sie nun vier typische Ishihara Tafeln, die Ihre Farbempfindung auf die Probe stellen.



Links sehen Sie nun 4 nummerierte Ishihara Tafeln zur Überprüfung einer potentiellen Rot-Grün- bzw. Gelb-Blau-Schwäche.

Normalsichtige erkennen die erste Ishihara Tafel als „5“, die zweite als „73“, die dritte Tafel als „42“ und die letzte Tafel als eine „3“.

Bitte überprüfen Sie diese Tatsache an sich selbst.

Eine erblich bedingte Rot-Grün Sehschwäche tritt verstärkt bei Männern auf und verstärkt oder vermindert sich im Laufe der Zeit.

**Hinweis:** Diese kleinen relativen Tests können nur einen Trend aufzeigen und ersetzen nicht den Gang zu Ihrem Augenarzt!

### Referenz Testbild:

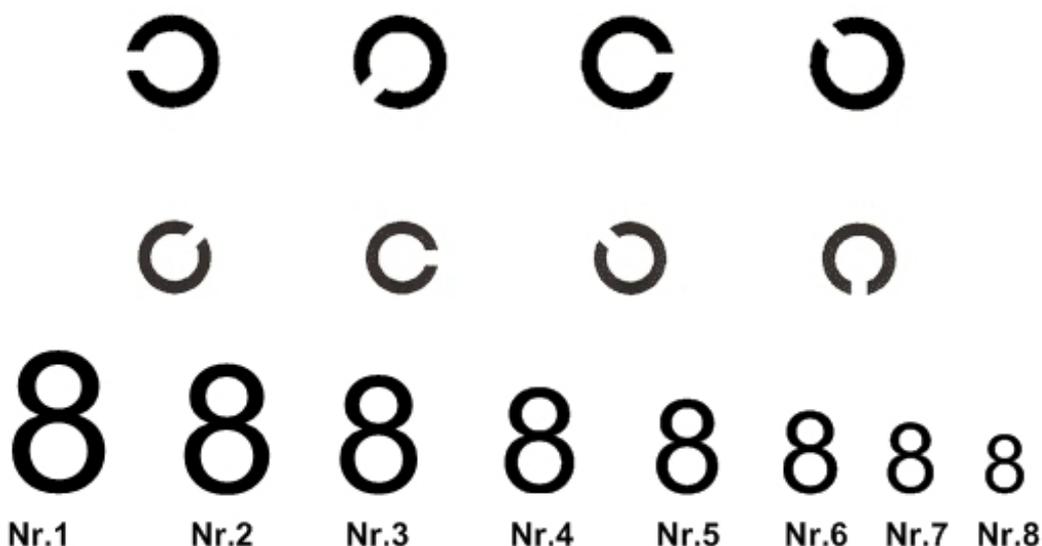
### Gray Values

#### 6.2 Schärfe

Der nachfolgende Sehtest stellt eine echte Herausforderung an Ihre Sehschärfe dar. Anhand der folgenden Ringe, der immer kleiner werdenden Zahl „8“ und der vertikal verlaufenden schwarz-weißen Streifen auf nächster Seite kann man auf leichteste Weise die eigene Sehschärfe testen bzw. überprüfen.

Drucken Sie diese Grafiken aus und hängen sie diese bei guter Beleuchtung in etwa 4 Meter Entfernung auf.

Die Ringöffnungen, mindestens der oberen Reihe sollten Sie problemlos erkennen können. Wenn Sie keine Ringöffnungen erkennen können, empfehlen wir die Untersuchung beim entsprechenden Augenarzt. Die immer kleiner werdende „8“ sollte im Idealfall aus 4 Metern in jeder Größe gut erkennbar sein, höchstens die letzte, kleinste „8“ kann aus 4 Metern durchaus schwierig zu identifizieren sein. Dieser Test kann nicht am Bildschirm erfolgen da Qualität und Auflösung die Wahrnehmbarkeit zu sehr beeinflussen.



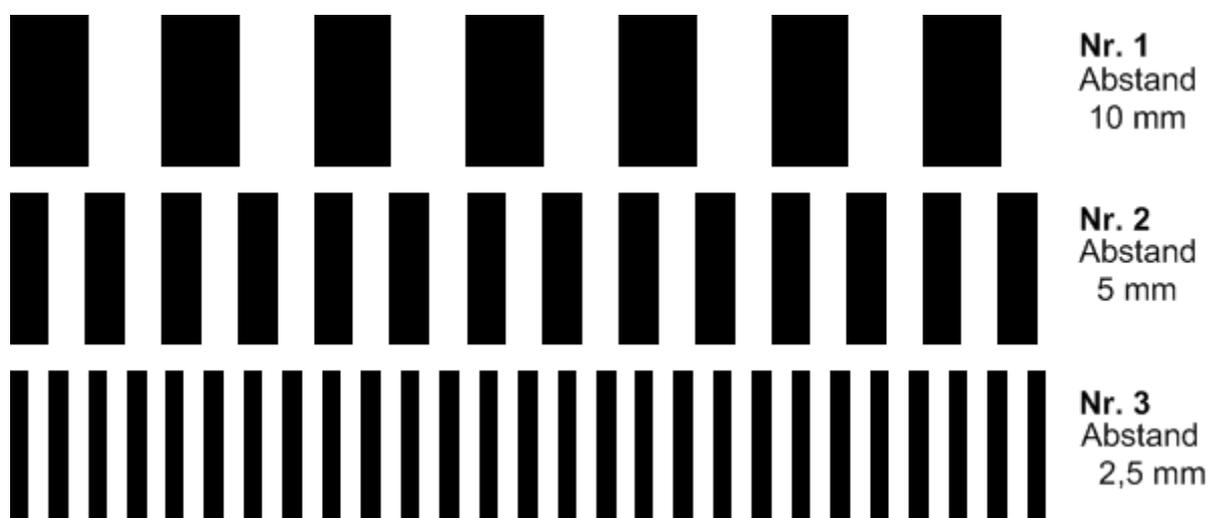
Bei einer optimalen Sehschärfe sind sämtliche Ringöffnungen und alle „8er“ klar erkennbar bzw. lesbar.

**Hinweis:** Diese kleinen relativen Tests können nur einen Trend aufzeigen und ersetzen nicht den Gang zu Ihrem Augenarzt!

### Referenz Testbild:

### Gray Values

Die nun folgende Abbildung zeigt 3 vertikal verlaufende Streifenmuster, die für die Sehstärke ebenfalls von großer Bedeutung sind. Sämtliche Abstände zwischen den Streifen sind je über die gesamte horizontale Fläche absolut identisch. Die schwarz-weißen Abstände der oberen Reihe betragen ca. 10 mm, die mittleren ungefähr 5 mm und die Abstände der untersten Reihe betragen jeweils rund 2,5 mm. Besonders wichtig bei diesem Bild sind die harten und konturscharfen Ränder der Streifen. Es sollten hier zumindest die oberen zwei Streifenmuster von einer Entfernung von ca. 5 Metern konturscharf abgegrenzt und klar voneinander unterscheidbar sein.



Wenn sämtliche Sehtests positiv verlaufen sind, kann man von einer Sehstärke von ca. 90 bis 100% ausgehen.

**Hinweis:** Diese kleinen relativen Tests können nur einen Trend aufzeigen und ersetzen nicht den Gang zu Ihrem Augenarzt!

**Referenz Testbild:**

**Gray Values**

## **7 Impressum**

**Herausgeber dieser technischen Dokumentation für die Anwendung und den zweckorientierten Einsatz des Referenztestbildes:**

### **BUROSCH Audio-Video-Technik**

Inhaber: Klaus Burosch, Steffen Burosch, Andreas Burosch

Techniker: Paul Gaukler, Eberhard Graf, Philipp Smoldas, Raphael Vogt

Sigmaringer Straße 20

70567 Stuttgart / Germany

Telefon: +49 (0)711 161 89 80

Telefax: +49 (0)711 161 89 81

eMail: [info@burosch.de](mailto:info@burosch.de)

Internet: [www.burosch.de](http://www.burosch.de)

VAT Nr.: DE147421720

Registriergericht: Stuttgart – Germany

Handelsregister Nr.: HRA 6322

### Referenz Testbild:

### Gray Values

#### 7.1 Konformitätserklärung

Hiermit garantiert die Firma BUROSCH Audio-Video-Technik, dass die Anforderungen der Konformitätserklärung in diesem Manuskript eingehalten und sichergestellt wurden.

Anforderungen der Signalproduktion und die Sicherheit der Reproduzierbarkeit dieses Referenzsignals sind gemäß ISO/IEC 17000 gewährleistet.

#### 7.2 Copyright

Diese Inhalte dienen dem privaten Anwender und er erkennt unsere ihm bekannten Geschäftsbedingungen an. Die gewerbliche Nutzung darf nur mit unserer ausdrücklichen Zustimmung erfolgen.

Wir übernehmen keine Haftung bei direkten und/oder indirekten Schäden, die bei nicht korrekter Anwendung unserer Information und Anwendung der Testbilder auftreten.

Diese technische Dokumentation und das entsprechende Testbild sind international urheberrechtlich geschützt und dürfen nur zweckbestimmt eingesetzt werden. Jede Form der Duplikation darf nur mit ausdrücklicher Genehmigung vom Herausgeber BUROSCH Audio-Video-Technik erstellt werden.

© Copyright 2008 All Rights Reserved