

**Empfindungs-Stufungsfunktionen**  
**Helligkeit  $L^*$  und Normfarbwert  $Y$**   
**Adaptation auf Umgebung Weiß  $W$**   
 $L^*_W = 100 ( Y / 100 )^{1/2,0}$   
**Adaptation auf Umgebung Grau  $Z$**   
 $L^*_Z = 100 ( Y / 100 )^{1/2,4}$   
**Beschreibung durch CIELAB 1976**  
 $L^*_{CIELAB} = 116 ( Y / 100 )^{1/3,0} - 16$   
**Adaptation auf Umgebung Schwarz  $N$**   
 $L^*_N = 100 ( Y / 100 )^{1/3,0}$

BGU50-1N

**Beobachtungen von aneinandergrenzenden Graus**

1A $R; R+\Delta R$ $R_u=0,20$ RRReflexion	2A $Y; Y+\Delta Y$ $Y_u=20$ YNormfarbwert	3A $L; L+\Delta L$ $L_u=28 \text{ cd/m}^2$ L=Leuchtdichte
--	--	--

**Beobachtungen von separaten Graus**

1B $R; R+\Delta R$ $R_u=0,20$ RRReflexion	2B $Y; Y+\Delta Y$ $Y_u=20$ YNormfarbwert	3B $L; L+\Delta L$ $L_u=28 \text{ cd/m}^2$ L=Leuchtdichte
--	--	--

BGU50-2N

**Helligkeit  $L^*_Z$  für Umfeld Mittelgrau  $Z$  (sRGB)**  
 Für separate Körperfarben im Bereich  $3,6 < L < 90$  oder den digitalen Bereich  $100/255=0,39 < L < 100$  gilt:  
 $L^*_Z = a (L/L_u)^k$  [1]  $a=100; L_u=142 \text{ cd/m}^2; k=0,42$   
 $= b (L/L_u)^k$  [2]  $b=a(L_u/L_u)^k=50; L_u=18$   
 Für  $L=L_u$  it is valid:  $L^*_Z=50$ .  
 Derivation of equation [2] gives with  $1-k = 0,58$ :  
 $\delta(L^*_Z)/\delta L = c (L/L_u)^{1-k}$  [3]  $c = (b/L_u) = 21/18 = 1,17$   
 or for the threshold  $\delta(L^*_Z)=1$   
 $\delta L = d (L/L_u)^{1-k}$  [4]  $d = L_u/(b k) = 18/21 = 0,86$   
 Für die Umfeldhelligkeit  $L^*_Z=50$  mit  $L=L_u$  ist die Schwelle:  
 $\delta L_{Zu} = 0,86$ . This threshold is independent of  $k$ .

BGU51-1N

**Helligkeit  $L^*_{JND}$  für die gerade erkennbare Differenz (JND)**  
 Für aneinandergrenzende Körperfarben im Bereich  $3,6 < L < 90$  oder den digitalen Bereich  $100/255=0,39 < L < 100$  gilt:  
 $L^*_{JND} = a (L/L_u)^k$  [1]  $a=572; L_u=142 \text{ cd/m}^2; k=0,14$   
 $= b (L/L_u)^k$  [2]  $b=a(L_u/L_u)^k=450; L_u=18$   
 Für  $L=L_u$  gilt:  $L^*_{JNDu}=450$ .  
 Ableitung der Gleichung [2] ergibt mit  $1-k = 0,86$ :  
 $\delta(L^*_{JND})/\delta L = c (L/L_u)^{1-k}$  [3]  $c = (b/L_u) = 63/18 = 3,5$   
 oder für die Schwelle  $\delta(L^*_{JND})=1$   
 $\delta L = d (L/L_u)^{1-k}$  [4]  $d = L_u/(b k) = 18/63 = 0,29$   
 Für die Umfeldhelligkeit  $L^*_{JNDu}=450$  mit  $L=L_u$  ist die Schwelle:  
 $\delta L_{JNDu} = 0,29$ . Diese Schwelle ist unabhängig von  $k$ .

BGU51-2N

**Beobachtungen von aneinandergrenzenden Graus**

1C $R_1; R_1+\Delta R_1$ $R_{1u}=1$ $R_1=R/R_u$	2C $Y_1; Y_1+\Delta Y_1$ $Y_{1u}=1$ $Y_1=Y/Y_u$	3C $L_1; L_1+\Delta L_1$ $L_{1u}=1$ $L_1=L/L_u$
--	--	--

**Beobachtungen von separaten Graus**

1D $R_1; R_1+\Delta R_1$ $R_{1u}=1$ $R_1=R/R_u$	2D $Y_1; Y_1+\Delta Y_1$ $Y_{1u}=1$ $Y_1=Y/Y_u$	3D $L_1; L_1+\Delta L_1$ $L_{1u}=1$ $L_1=L/L_u$
--	--	--

BGU50-3N

**Beobachtungen von aneinandergrenzenden Graus**

1E $R_2; R_2+\Delta R_2$ $R_{2u}=0$ $R_2=\log(R/R_u)$	2E $Y_2; Y_2+\Delta Y_2$ $Y_{2u}=0$ $Y_2=\log(Y/Y_u)$	3E $L_2; L_2+\Delta L_2$ $L_{2u}=0$ $L_2=\log(L/L_u)$
--	--	--

**Beobachtungen von separaten Graus**

1F $R_2; R_2+\Delta R_2$ $R_{2u}=0$ $R_2=\log(R/R_u)$	2F $Y_2; Y_2+\Delta Y_2$ $Y_{2u}=0$ $Y_2=\log(Y/Y_u)$	3F $L_2; L_2+\Delta L_2$ $L_{2u}=0$ $L_2=\log(L/L_u)$
--	--	--

BGU50-4N

**Helligkeit  $L^*_N$  für Umfeld Schwarz  $N$**   
 Für separate Körperfarben im Bereich  $0,0036 < R < 0,90$  oder den digitalen Bereich  $1/255=0,0039 < R < 1,00$  gilt:  
 $L^*_N = a (R/R_u)^k$  [1]  $a=100; R_u=1,00; k=0,33=1/3,0$   
 $= b (R/R_u)^k$  [2]  $b=a(R_u/R_u)^k=56; R_u=0,18$   
 Für  $R=R_u$  gilt:  $L^*_N=56$ .  
 Ableitung der Gleichung [2] ergibt mit  $1-k = 0,67$ :  
 $\delta(L^*_N)/\delta R = c (R/R_u)^{1-k}$  [3]  $c = (b/R_u) = 19/18 = 1,05$   
 oder für die Schwelle  $\delta(L^*_N)=1$   
 $\delta R = d (R/R_u)^{1-k}$  [4]  $d = R_u/(b k) = 18/19 = 0,95$   
 Für die Umfeldhelligkeit  $L^*_Nu = 50$  mit  $R=R_u$  ist die Schwelle:  
 $\delta R_{Nu} = 0,95$ . Diese Schwelle ist unabhängig von  $k$ .

BGU51-3N

**Helligkeit  $L^*_W$  für Umfeld Weiß  $W$**   
 Für separate Körperfarben im Bereich  $0,0036 < R < 0,90$  oder den digitalen Bereich  $1/255=0,0039 < R < 1,00$  gilt:  
 $L^*_W = a (R/R_u)^k$  [1]  $a=100; R_u=1,00; k=0,50=1/2,0$   
 $= b (R/R_u)^k$  [2]  $b=a(R_u/R_u)^k=42; R_u=0,18$   
 Für  $R=R_u$  gilt:  $L^*_W=42$ .  
 Ableitung der Gleichung [2] ergibt mit  $1-k = 0,50$ :  
 $\delta(L^*_W)/\delta R = c (R/R_u)^{1-k}$  [3]  $c = (b/R_u) = 21/18 = 1,17$   
 oder für die Schwelle  $\delta(L^*_W)=1$   
 $\delta R = d (R/R_u)^{1-k}$  [4]  $d = R_u/(b k) = 18/21 = 0,86$   
 Für die Umfeldhelligkeit  $L^*_Wu = 50$  mit  $R=R_u$  ist die Schwelle:  
 $\delta R_{Wu} = 0,86$ . Diese Schwelle ist unabhängig von  $k$ .

BGU51-4N

**Helligkeit  $L^*_Z$  für Umfeld Mittelgrau  $Z$  (sRGB)**  
 Für separate Körperfarben im Bereich  $0,0036 < R < 0,90$  oder den digitalen Bereich  $1/255=0,0039 < R < 1,00$  gilt:  
 $L^*_Z = a (R/R_u)^k$  [1]  $a=100; R_u=1,00; k=0,42=1/2,4$   
 $= b (R/R_u)^k$  [2]  $b=a(R_u/R_u)^k=50; R_u=0,18$   
 Für  $R=R_u$  gilt:  $L^*_Z=50$ .  
 Ableitung der Gleichung [2] ergibt mit  $1-k = 0,58$ :  
 $\delta(L^*_Z)/\delta R = c (R/R_u)^{1-k}$  [3]  $c = (b/R_u) = 21/18 = 1,17$   
 oder für die Schwelle  $\delta(L^*_Z)=1$   
 $\delta R = d (R/R_u)^{1-k}$  [4]  $d = R_u/(b k) = 18/21 = 0,86$   
 Für die Umfeldhelligkeit  $L^*_Zu = 50$  mit  $R=R_u$  ist die Schwelle:  
 $\delta R_{Zu} = 0,86$ . Diese Schwelle ist unabhängig von  $k$ .

BGU50-5N

**Helligkeit  $L^*_{JND}$  für die gerade erkennbare Differenz (JND)**  
 Für aneinandergrenzende Körperfarben im Bereich  $0,0036 < R < 0,90$  oder den digitalen Bereich  $1/255=0,0039 < R < 1,00$  gilt:  
 $L^*_{JND} = a (R/R_u)^k$  [1]  $a=572; R_u=1,00; k=0,14=1/7,2$   
 $= b (R/R_u)^k$  [2]  $b=a(R_u/R_u)^k=450; R_u=0,18$   
 Für  $R=R_u$  gilt:  $L^*_{JNDu}=450$ .  
 Ableitung der Gleichung [2] ergibt mit  $1-k = 0,86$ :  
 $\delta(L^*_{JND})/\delta R = c (R/R_u)^{1-k}$  [3]  $c = (b/R_u) = 63/18 = 3,5$   
 oder für die Schwelle  $\delta(L^*_{JND})=1$   
 $\delta R = d (R/R_u)^{1-k}$  [4]  $d = R_u/(b k) = 18/63 = 0,29$   
 Für die Umfeldhelligkeit  $L^*_{JNDu}=450$  mit  $R=R_u$  ist die Schwelle:  
 $\delta R_{JNDu} = 0,29$ . Diese Schwelle ist unabhängig von  $k$ .

BGU50-6N

**Helligkeit  $L^*_N$  für Umfeld Schwarz  $N$**   
 Für aneinandergrenzende Körperfarben im Bereich  $3,6 < Y < 90$  oder den digitalen Bereich  $100/255=0,39 < Y < 100$  gilt:  
 $L^*_N = a (Y/Y_u)^k$  [1]  $a=100; Y_u=100; k=0,33=1/3,0$   
 $= b (Y/Y_u)^k$  [2]  $b=a(Y_u/Y_u)^k=56; Y_u=18$   
 Für  $Y=Y_u$  it is valid:  $L^*_N=56$ .  
 Derivation of equation [2] gives with  $1-k = 0,67$ :  
 $\delta(L^*_N)/\delta Y = c (Y/Y_u)^{1-k}$  [3]  $c = (b/Y_u) = 19/18 = 1,05$   
 or for the threshold  $\delta(L^*_N)=1$   
 $\delta Y = d (Y/Y_u)^{1-k}$  [4]  $d = Y_u/(b k) = 18/19 = 0,95$   
 Für die Umfeldhelligkeit  $L^*_Nu = 50$  mit  $Y=Y_u$  ist die Schwelle:  
 $\delta Y_{Nu} = 0,95$ . This threshold is independent of  $k$ .

BGU51-5N

**Helligkeit  $L^*_W$  für Umfeld Weiß  $W$**   
 Für aneinandergrenzende Körperfarben im Bereich  $3,6 < Y < 90$  oder den digitalen Bereich  $100/255=0,39 < Y < 100$  gilt:  
 $L^*_W = a (Y/Y_u)^k$  [1]  $a=100; Y_u=100; k=0,50=1/2,0$   
 $= b (Y/Y_u)^k$  [2]  $b=a(Y_u/Y_u)^k=42; Y_u=18$   
 Für  $Y=Y_u$  it is valid:  $L^*_W=42$ .  
 Derivation of equation [2] gives with  $1-k = 0,50$ :  
 $\delta(L^*_W)/\delta Y = c (Y/Y_u)^{1-k}$  [3]  $c = (b/Y_u) = 21/18 = 1,17$   
 or for the threshold  $\delta(L^*_W)=1$   
 $\delta Y = d (Y/Y_u)^{1-k}$  [4]  $d = Y_u/(b k) = 18/21 = 0,86$   
 Für die Umfeldhelligkeit  $L^*_Wu = 50$  mit  $Y=Y_u$  ist die Schwelle:  
 $\delta Y_{Wu} = 0,86$ . This threshold is independent of  $k$ .

BGU51-6N

**Helligkeit  $L^*_Z$  für Umfeld Mittelgrau  $Z$  (sRGB)**  
 Für separate Körperfarben im Bereich  $3,6 < Y < 90$  oder den digitalen Bereich  $100/255=0,39 < Y < 100$  gilt:  
 $L^*_Z = a (Y/Y_u)^k$  [1]  $a=100; Y_u=100; k=0,42=1/2,4$   
 $= b (Y/Y_u)^k$  [2]  $b=a(Y_u/Y_u)^k=50; Y_u=18$   
 Für  $Y=Y_u$  it is valid:  $L^*_Z=50$ .  
 Derivation of equation [2] gives with  $1-k = 0,58$ :  
 $\delta(L^*_Z)/\delta Y = c (Y/Y_u)^{1-k}$  [3]  $c = (b/Y_u) = 21/18 = 1,17$   
 or for the threshold  $\delta(L^*_Z)=1$   
 $\delta Y = d (Y/Y_u)^{1-k}$  [4]  $d = Y_u/(b k) = 18/21 = 0,86$   
 Für die Umfeldhelligkeit  $L^*_Zu = 50$  mit  $Y=Y_u$  ist die Schwelle:  
 $\delta Y_{Zu} = 0,86$ . This threshold is independent of  $k$ .

BGU50-7N

**Helligkeit  $L^*_{JND}$  für die gerade erkennbare Differenz (JND)**  
 Für aneinandergrenzende Körperfarben im Bereich  $3,6 < Y < 90$  oder den digitalen Bereich  $100/255=0,39 < Y < 100$  gilt:  
 $L^*_{JND} = a (Y/Y_u)^k$  [1]  $a=572; Y_u=100; k=0,14=1/7,2$   
 $= b (Y/Y_u)^k$  [2]  $b=a(Y_u/Y_u)^k=450; Y_u=18$   
 Für  $Y=Y_u$  gilt:  $L^*_{JNDu}=450$ .  
 Ableitung der Gleichung [2] ergibt mit  $1-k = 0,86$ :  
 $\delta(L^*_{JND})/\delta Y = c (Y/Y_u)^{1-k}$  [3]  $c = (b/Y_u) = 63/18 = 3,5$   
 oder für die Schwelle  $\delta(L^*_{JND})=1$   
 $\delta Y = d (Y/Y_u)^{1-k}$  [4]  $d = Y_u/(b k) = 18/63 = 0,29$   
 Für die Umfeldhelligkeit  $L^*_{JNDu}=450$  mit  $Y=Y_u$  ist die Schwelle:  
 $\delta Y_{JNDu} = 0,29$ . Diese Schwelle ist unabhängig von  $k$ .

BGU50-8N

**Helligkeit  $L^*_N$  für Umfeld Schwarz  $N$**   
 Für aneinandergrenzende Körperfarben im Bereich  $3,6 < L < 90$  oder den digitalen Bereich  $100/255=0,39 < L < 100$  gilt:  
 $L^*_N = a (L/L_u)^k$  [1]  $a=100; L_u=142 \text{ cd/m}^2; k=0,33$   
 $= b (L/L_u)^k$  [2]  $b=a(L_u/L_u)^k=56; L_u=18$   
 Für  $L=L_u$  it is valid:  $L^*_N=56$ .  
 Derivation of equation [2] gives with  $1-k = 0,67$ :  
 $\delta(L^*_N)/\delta L = c (L/L_u)^{1-k}$  [3]  $c = (b/L_u) = 19/18 = 1,05$   
 or for the threshold  $\delta(L^*_N)=1$   
 $\delta L = d (L/L_u)^{1-k}$  [4]  $d = L_u/(b k) = 18/19 = 0,95$   
 Für die Umfeldhelligkeit  $L^*_Nu = 50$  mit  $L=L_u$  ist die Schwelle:  
 $\delta L_{Nu} = 0,95$ . This threshold is independent of  $k$ .

BGU51-7N

**Helligkeit  $L^*_W$  für Umfeld Weiß  $W$**   
 Für aneinandergrenzende Körperfarben im Bereich  $3,6 < L < 90$  oder den digitalen Bereich  $100/255=0,39 < L < 100$  gilt:  
 $L^*_W = a (L/L_u)^k$  [1]  $a=100; L_u=142 \text{ cd/m}^2; k=0,50$   
 $= b (L/L_u)^k$  [2]  $b=a(L_u/L_u)^k=42; L_u=18$   
 Für  $L=L_u$  it is valid:  $L^*_W=42$ .  
 Derivation of equation [2] gives with  $1-k = 0,50$ :  
 $\delta(L^*_W)/\delta L = c (L/L_u)^{1-k}$  [3]  $c = (b/L_u) = 21/18 = 1,17$   
 or for the threshold  $\delta(L^*_W)=1$   
 $\delta L = d (L/L_u)^{1-k}$  [4]  $d = L_u/(b k) = 18/21 = 0,86$   
 Für die Umfeldhelligkeit  $L^*_Wu = 50$  mit  $L=L_u$  ist die Schwelle:  
 $\delta L_{Wu} = 0,86$ . This threshold is independent of  $k$ .

BGU51-8N

Siehe ähnliche Dateien: <http://farbe.li.tu-berlin.de/BGU5/BGU5L0NP.PDF> / .PS; nur Vektorgrafik VG; Start-Ausgabe N: Keine 3D-Linearisierung (OL) in Datei (F) oder PS-Startup (S), Seite 1/1  
 Technische Information: <http://farbe.li.tu-berlin.de> oder <http://color.li.tu-berlin.de>

TUB-Registrierung: 20201101-BGU5/BGU5L0NP.PDF /.PS TUB-Material: Code=rhakt4  
 Anwendung für Beurteilung und Messung von Display- oder Druck-Ausgabe