

Linien-Element von Lichttechnik
(Leuchtdichte L) und Farbmetrik
mit „Farbwerten“ P, D, T

Leuchtdichte-Signalfunktion $F(L)$
Farb-Signalfunktionen $F(P, D, T)$

Taylor-Ableitungen:

$$\Delta F(L) = \frac{dF}{dL} \Delta L$$

$$\Delta F(P, D, T) = \frac{dF}{dP} \Delta P + \frac{dF}{dD} \Delta D + \frac{dF}{dT} \Delta T$$

JG690-1

Linien-Element von Helmholtz
(1896) mit „Farbwerten“ P, D, T

Drei separate Farb-Signalfunktionen

$$F(P) = i \ln P$$

$$F(D) = j \ln D$$

$$F(T) = k \ln T$$

Taylor-Ableitungen:

$$\Delta F(P, D, T) = \frac{dF}{dP} \Delta P + \frac{dF}{dD} \Delta D + \frac{dF}{dT} \Delta T$$

$$\Delta F(P, D, T) = \frac{i}{P} \Delta P + \frac{j}{D} \Delta D + \frac{k}{T} \Delta T$$

JG690-2

Linien-Element von Stiles
(1946) mit „Farbwerten“ P, D, T

Drei separate Farb-Signalfunktionen

$$F(P) = i \ln(1+9P)$$

$$F(D) = j \ln(1+9D)$$

$$F(T) = k \ln(1+9T)$$

Taylor-Ableitungen:

$$\Delta F(P, D, T) = \frac{dF}{dP} \Delta P + \frac{dF}{dD} \Delta D + \frac{dF}{dT} \Delta T$$

$$= \frac{9i}{1+9P} \Delta P + \frac{9j}{1+9D} \Delta D + \frac{9k}{1+9T} \Delta T$$

JG690-3

Linien-Element von Vos&Walraven
(1972) mit „Farbwerten“ P, D, T

Drei separate Farb-Signalfunktionen

$$F(P) = -2i\sqrt{P}$$

$$F(D) = -2j\sqrt{D}$$

$$F(T) = -2k\sqrt{T}$$

Taylor-Ableitungen:

$$\Delta F(P, D, T) = \frac{dF}{dP} \Delta P + \frac{dF}{dD} \Delta D + \frac{dF}{dT} \Delta T$$

$$\Delta F(P, D, T) = \frac{i}{\sqrt{P}} \Delta P + \frac{j}{\sqrt{D}} \Delta D + \frac{k}{\sqrt{T}} \Delta T$$

JG690-4

Funktionen $q[k(x-u)]$ zur
„Unbuntsignal“-Beschreibung mit

mit $x = \log L$ (L = Leuchtdichte)
 $u = \log L_u$ (L_u = Umfeld-Leuchtd.)

$$q[k(x-u)] = 1 + 1/[1 + \sqrt{2}e^{k(x-u)}]$$

Funktionswerte:

$$q[k(x-u) \rightarrow +\infty] = 1$$

$$q[k(x-u) = 0] = \sqrt{2}$$

$$q[k(x-u) \rightarrow -\infty] = 2$$

JG690-5

„Unbuntsignal“-Beschreibung mit
Funktionen $Q_{lm}[k(x-u)]$

mit $x = \log L$ (L = Leuchtdichte)
 $u = \log L_u$ (L_u = Umfeld-Leuchtd.)

$$Q_{lm}[k(x-u)] = \frac{1}{\ln \sqrt{2}} \ln q[k(x-u)] - m$$

Funktionswerte mit $l = m = 1$:

$$Q[k(x-u) \rightarrow +\infty] = 1$$

$$Q[k(x-u) = 0] = 0$$

$$Q[k(x-u) \rightarrow -\infty] = -1$$

JG690-6

„Unbuntsignal“-Unterscheidung als
Funktion der relativen Helldichte
 $h = \ln H = k(x-u)$ $\ln$ = natürl. Log.

$$Q' = \frac{d}{dh} [\ln \{1 + 1/(1 + \sqrt{2}H)\}] / \ln \sqrt{2}$$

$$= -\sqrt{2} / [\ln \sqrt{2} (1 + \sqrt{2}H) (2 + \sqrt{2}H)]$$

Funktionswerte:

$$Q'[k(x-u) \rightarrow +\infty] = 0$$

$$Q'[k(x-u) = 0] = -0,5$$

$$Q'[k(x-u) \rightarrow -\infty] = 0$$

JG690-7

Leuchtdichte-Unterscheidungsver-
mögen $L/\Delta L$ als Funktion von H

$$\text{mit: } L = 10^x \quad H = e^h = 10^{\log e k(x-u)}$$

$$dL/dx = \ln 10 L \quad dH/dx = k H$$

$$\text{Es folgt: } L/\Delta L = [kH / (dH \ln 10)]$$

$$\frac{L}{\Delta L} = \text{const } H / [(1 + \sqrt{2}H) (2 + \sqrt{2}H)]$$

$$Q'[k(x-u) \rightarrow +\infty] = 0$$

$$Q'[k(x-u) = 0] = \text{Maximum}$$

$$Q'[k(x-u) \rightarrow -\infty] = 0$$

JG690-8

Doppel-Linienelement von Richter
(1987) für die Lichttechnik mit
der Leuchtdichte $L = F(P, D, T)$

Leuchtdichte-Signalfunktion $F(L)$

$$F(L) = iQ(H) = \begin{cases} iQ(\bar{H}) & (x < u) \\ \bar{i}Q(\bar{H}) & (x \geq u) \end{cases}$$

mit: $k=1,4 \quad \bar{k}=1 \quad i=1 \quad \bar{i}=-2$

$$x = \log L \quad u = \log L_u$$

$$H = e^{k(x-u)}, \bar{H} = e^{\bar{k}(x-u)}, \bar{H} = e^{\bar{k}(x-u)}$$

JG691-1

Doppel-Linienelement von Richter
(1987) für die Lichttechnik mit
der Leuchtdichte $L = F(P, D, T)$

Leuchtdichte-Signalfunktion $F(L)$

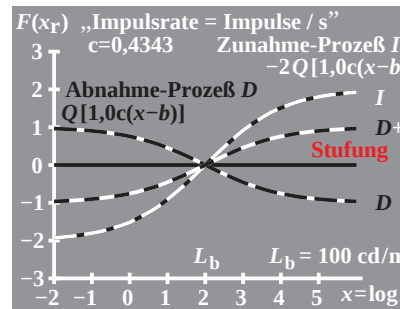
$$F(L) = iQ(H) \quad H = e^{k(x-u)}$$

Taylor-Ableitungen:

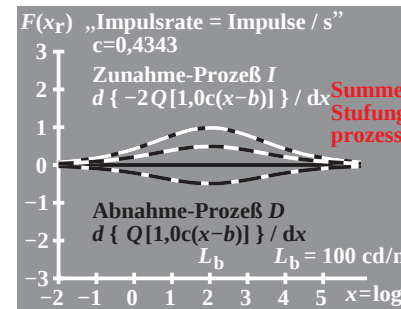
$$\Delta F(L) = \frac{dF}{dL} \Delta L = i \frac{dQ}{dH} \Delta H$$

$$= -i\sqrt{2} \Delta H / [\ln \sqrt{2} (1 + \sqrt{2}H) (2 + \sqrt{2}H)]$$

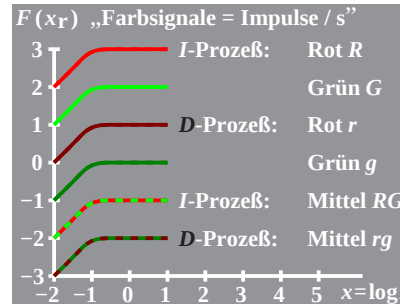
JG690-8



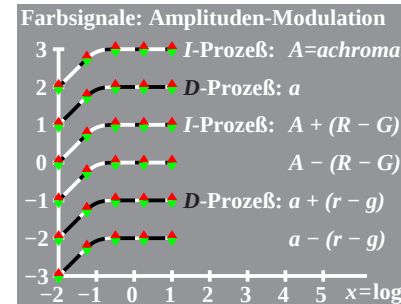
JG691-3



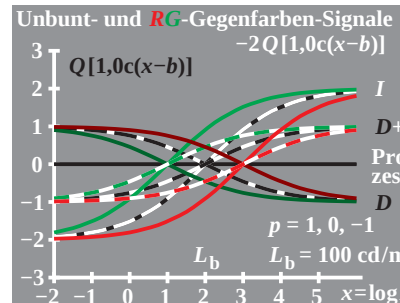
JG691-4



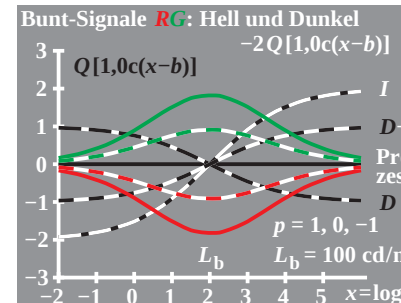
JG691-5



JG691-6



JG691-7



JG691-6, B8931-2, E8241-6, B4, 54, 2, N=4, 54, 2

Linien-Element von Lichttechnik (Leuchtdichte L) und Farbmetrik mit „Farbwerten“ P, D, T

Leuchtdichte-Signalfunktion $F(L)$
Farb-Signalfunktionen $F(P, D, T)$

Taylor-Ableitungen:

$$\Delta F(L) = \frac{dF}{dL} \Delta L$$

$$\Delta F(P, D, T) = \frac{dF}{dP} \Delta P + \frac{dF}{dD} \Delta D + \frac{dF}{dT} \Delta T$$

JG690-1

Linien-Element von Helmholtz (1896) mit „Farbwerten“ P, D, T

Drei separate Farb-Signalfunktionen

$$F(P) = i \ln P$$

$$F(D) = j \ln D$$

$$F(T) = k \ln T$$

Taylor-Ableitungen:

$$\Delta F(P, D, T) = \frac{dF}{dP} \Delta P + \frac{dF}{dD} \Delta D + \frac{dF}{dT} \Delta T$$

$$\Delta F(P, D, T) = \frac{i}{P} \Delta P + \frac{j}{D} \Delta D + \frac{k}{T} \Delta T$$

JG690-2

Linien-Element von Stiles (1946) mit „Farbwerten“ P, D, T

Drei separate Farb-Signalfunktionen

$$F(P) = i \ln(1+9P)$$

$$F(D) = j \ln(1+9D)$$

$$F(T) = k \ln(1+9T)$$

Taylor-Ableitungen:

$$\Delta F(P, D, T) = \frac{dF}{dP} \Delta P + \frac{dF}{dD} \Delta D + \frac{dF}{dT} \Delta T$$

$$= \frac{9i}{1+9P} \Delta P + \frac{9j}{1+9D} \Delta D + \frac{9k}{1+9T} \Delta T$$

JG690-3

Linien-Element von Vos&Walraven (1972) mit „Farbwerten“ P, D, T

Drei separate Farb-Signalfunktionen

$$F(P) = -2i\sqrt{P}$$

$$F(D) = -2j\sqrt{D}$$

$$F(T) = -2k\sqrt{T}$$

Taylor-Ableitungen:

$$\Delta F(P, D, T) = \frac{dF}{dP} \Delta P + \frac{dF}{dD} \Delta D + \frac{dF}{dT} \Delta T$$

$$\Delta F(P, D, T) = \frac{i}{\sqrt{P}} \Delta P + \frac{j}{\sqrt{D}} \Delta D + \frac{k}{\sqrt{T}} \Delta T$$

JG690-4

Funktionen $q[k(x-u)]$ zur „Unbuntsignal“-Beschreibung mit

mit $x = \log L$ (L = Leuchtdichte)
 $u = \log L_u$ (L_u = Umfeld-Leuchtd.)

$$q[k(x-u)] = 1 + 1/[1 + \sqrt{2}e^{k(x-u)}]$$

Funktionswerte:

$$q[k(x-u) \rightarrow +\infty] = 1$$

$$q[k(x-u) = 0] = \sqrt{2}$$

$$q[k(x-u) \rightarrow -\infty] = 2$$

JG690-5

„Unbuntsignal“-Beschreibung mit Funktionen $Q_{lm}[k(x-u)]$

mit $x = \log L$ (L = Leuchtdichte)
 $u = \log L_u$ (L_u = Umfeld-Leuchtd.)

$$Q_{lm}[k(x-u)] = \frac{1}{\ln \sqrt{2}} \ln q[k(x-u)] - m$$

Funktionswerte mit $l = m = 1$:

$$Q[k(x-u) \rightarrow +\infty] = 1$$

$$Q[k(x-u) = 0] = 0$$

$$Q[k(x-u) \rightarrow -\infty] = -1$$

JG690-6

„Unbuntsignal“-Unterscheidung als Funktion der relativen Helldichte $h = \ln H = k(x-u)$ $\ln$ = natürl. Log.

$$Q' = \frac{d}{dh} [\ln \{1 + 1/(1 + \sqrt{2}H)\}] / \ln \sqrt{2}$$

$$= -\sqrt{2} / [\ln \sqrt{2} (1 + \sqrt{2}H) (2 + \sqrt{2}H)]$$

Funktionswerte:

$$Q'[k(x-u) \rightarrow +\infty] = 0$$

$$Q'[k(x-u) = 0] = -0,5$$

$$Q'[k(x-u) \rightarrow -\infty] = 0$$

JG690-7

Leuchtdichte-Unterscheidungsvermögen $L/\Delta L$ als Funktion von H

$$\text{mit: } L = 10^x \quad H = e^h = 10^{\log e k(x-u)}$$

$$dL/dx = \ln 10 L \quad dH/dx = k H$$

$$\text{Es folgt: } L/\Delta L = [kH / (dH \ln 10)]$$

$$\frac{L}{\Delta L} = \text{const } H / [(1 + \sqrt{2}H) (2 + \sqrt{2}H)]$$

$$Q'[k(x-u) \rightarrow +\infty] = 0$$

$$Q'[k(x-u) = 0] = \text{Maximum}$$

$$Q'[k(x-u) \rightarrow -\infty] = 0$$

JG690-8

Doppel-Linienelement von Richter (1987) für die Lichttechnik mit der Leuchtdichte $L = F(P, D, T)$

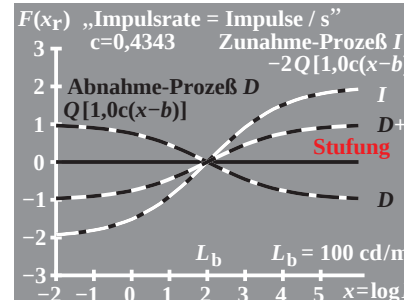
$$\text{Leuchtdichte-Signalfunktion } F(L) \\ F(L) = iQ(H) = \begin{cases} iQ(\bar{H}) & (x < u) \\ \bar{i}Q(\bar{H}) & (x \geq u) \end{cases}$$

$$\text{mit: } k=1,4 \quad \bar{k}=1 \quad i=1 \quad \bar{i}=-2$$

$$x = \log L \quad u = \log L_u$$

$$H = e^{k(x-u)}, \bar{H} = e^{\bar{k}(x-u)}, \bar{H} = e^{\bar{k}(x-u)}$$

JG691-1



JG691-3

Doppel-Linienelement von Richter (1987) für die Lichttechnik mit der Leuchtdichte $L = F(P, D, T)$

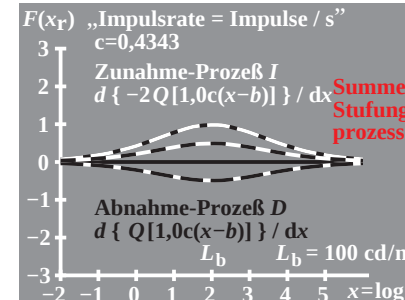
$$\text{Leuchtdichte-Signalfunktion } F(L) \\ F(L) = iQ(H) \quad H = e^{k(x-u)} \\ Q[\ln\{1 + 1/(1 + \sqrt{2}H)\}] / \ln \sqrt{2} - 1$$

Taylor-Ableitungen:

$$\Delta F(L) = \frac{dF}{dL} \Delta L = i \frac{dQ}{dH} \Delta H$$

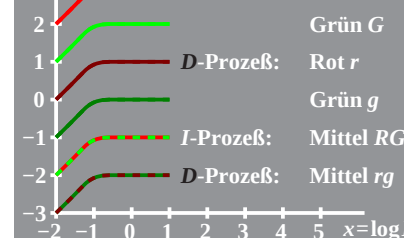
$$= -i\sqrt{2} \Delta H / [\ln \sqrt{2} (1 + \sqrt{2}H) (2 + \sqrt{2}H)]$$

JG691-8



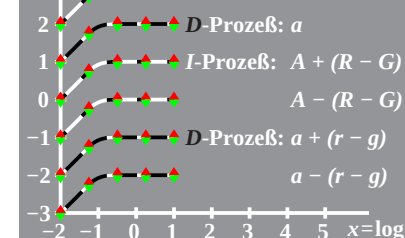
JG691-4

$F(x_r)$ „Farbsignale = Impulse / s“



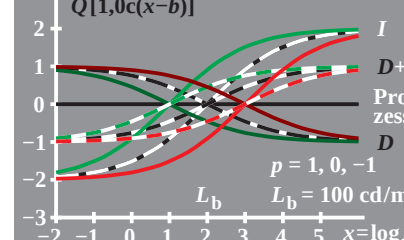
JG691-5

Farbsignale: Amplituden-Modulation



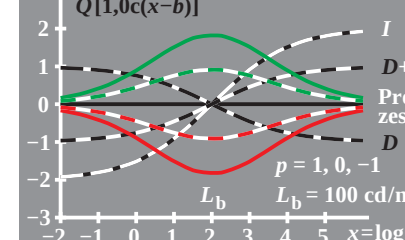
JG691-6

Unbunt- und RG-Gegenfarben-Signale



JG691-7

Bunt-Signale RG: Hell und Dunkel



JG691-6, B8931-2, E8241-6, B4-54-2, N-4-54-2