

Praktikumsversuch  
**Reflexblendung**

**Zielstellung des Praktikums**

- Untersuchung verschiedener Beleuchtungssituationen bezüglich der Reflexblendung
- Bewertung durch den Kontrastwiedergabefaktor CRF
- Kennenlernen verschiedener Messmethoden

**Grundlagen**

An glänzenden Oberflächen kommt es unter bestimmten Beleuchtungsbedingungen zur Ausbildung von störenden Lichtreflexen (Reflexblendung). Diese Lichtreflexe können sich entweder direkt als Blendquelle oder als Schleierüberlagerung bemerkbar machen. Unter Reflexblendung versteht man im engeren Sinne immer die Schleierüberlagerung.

Der Kontrast ( $C_N$ ) bei einer Referenzbeleuchtung (N) bestimmt sich aus der Leuchtdichte eines Sehhobjektes ( $L_S$ , schwarz) zur Leuchtdichte seines Umfeldes ( $L_W$ , weiß) wie folgt:

$$C_N = \frac{L_W - L_S}{L_W} \cdot 100 \%$$

Mit Schleierüberlagerung ( $L_V$ ) verringert sich der Kontrast (C):

$$C = \frac{L_W + L_V - (L_S + L_V)}{L_W + L_V} \cdot 100 \% = \frac{L_W - L_S}{L_W + L_V} \cdot 100 \%$$

Als Kontrastwiedergabefaktor (CRF) ist dann das Verhältnis definiert:

$$CRF = \frac{C}{C_N} \cdot 100 \%$$

Will man die CRF-Eigenschaft eines Beleuchtungssystems ganz allgemein beschreiben und sich nicht speziell auf ein Sehhobjekt beziehen, berechnet oder vermisst man die CRF-Werte mit einem Referenzkontrastnormal, das aus einer schwarzen, glänzenden und aus einer weißen, nicht so glänzenden Probe besteht. Der Kontrast dieses Normals unter einer diffusen Referenzbeleuchtung und die Leuchtdichtefaktoren unter verschiedenen Beleuchtungswinkeln sind bekannt.

In Bild 1 werden die Leuchtdichtefaktoren  $\beta$  in Abhängigkeit vom Beleuchtungswinkel  $V_C$  für eine Beobachtungsrichtung von  $V_A=25^\circ$  gezeigt.

$$\beta(V_A) = \frac{L(V_A)}{L_W}$$

- $L(V_A)$  Leuchtdichte des zu charakterisierenden Materials in die durch  $V_A$  bestimmte Richtung  
 $L_W$  ... Leuchtdichte einer mattweißen Fläche mit 100 % Reflexion

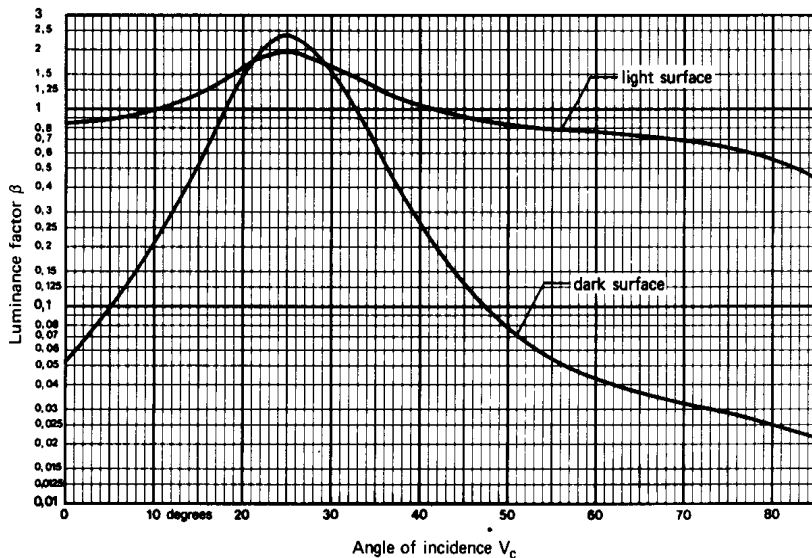


Bild 1: Abhängigkeit der Leuchtdichtefaktoren der beiden Oberflächen des Kontrastnormals vom Beleuchtungswinkel (dark surface: schwarzes Sehobjekt, light surface: weißes Umfeld)

## Versuchsaufbau und Durchführung

### CRF-Messgerät:

Zur Ermittlung der CRF-Werte müssen die Leuchtdichten eines Kontrastnormals bzw. von Proben in Beobachtungsrichtung (Bild 2) gemessen werden. Als typische Beobachtungsrichtung für waagerechte Flächen ist ein Winkel von  $V_A=25^\circ$  (Blicklinie-Flächennormale) angegeben. Das gesamte Messfeld (Bild 3) eines üblichen Arbeitsplatzes kann mit einem Goniometerarm, der den Leuchtdichtemesskopf trägt, entsprechend dem Blickwinkel des Auges abgerastert werden. Die Referenznormale (schwarze und weiße Probe) werden nacheinander in den Beobachtungsstrahlengang gebracht und vermessen. Der Referenzkontrast beträgt bei vollkommen diffuser Beleuchtung  $C_N=91\%$ .

Die CRF-Werte werden aus der Kontrastminderung R, die an dem Messgerät abgelesen werden kann, nach Gleichung 5 berechnet:

$$R = \frac{C_N - C}{C_N} \cdot 100 \%$$

$$CRF = 100 \% - R$$

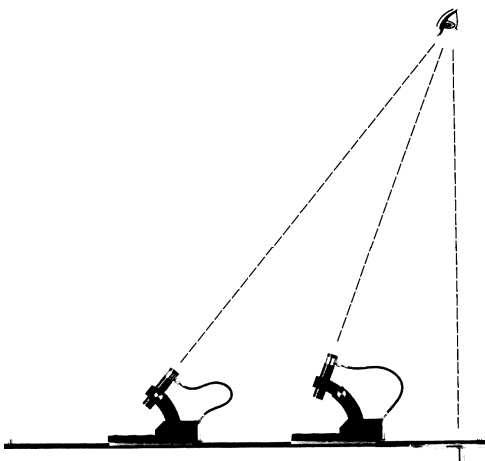


Bild 2: Automatische Einstellung der Messrichtung bei Verwendung des Goniometerarms

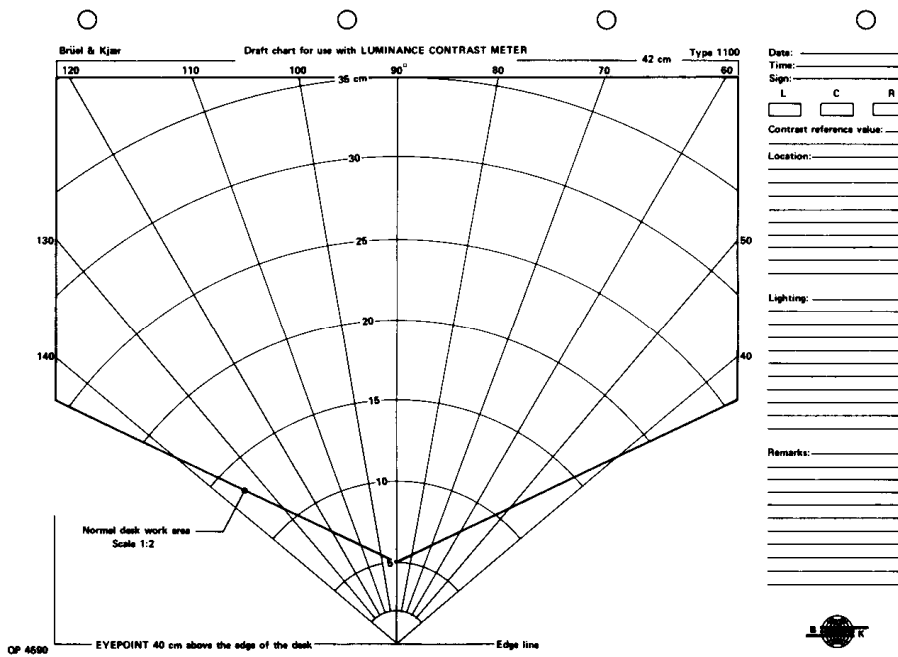


Bild 3: Koordinatenpapier QP 4590

### Messungen mit einer Leuchtdichtekamera:

Die Messung von Leuchtdichten mit einer Kamera hat den Vorteil, dass mit einer Messung viele Messpunkte in einer Fläche gleichzeitig gemessen werden können. Dazu müssen die Kontrastnormale jedoch die ganze Fläche abdecken. Die Kamera wird in Beobachtungsrichtung  $V_A=25^\circ$  positioniert und die Leuchtdichteverteilungen auf dem weißen und dem schwarzen Kontrastnormal werden nacheinander vermessen und in der Software gespeichert. Mit Hilfe der Bildarithmetik in der Kamerasoftware können die beiden Bilder zunächst zum Kontrast und anschließend zu CRF-Wert verknüpft werden

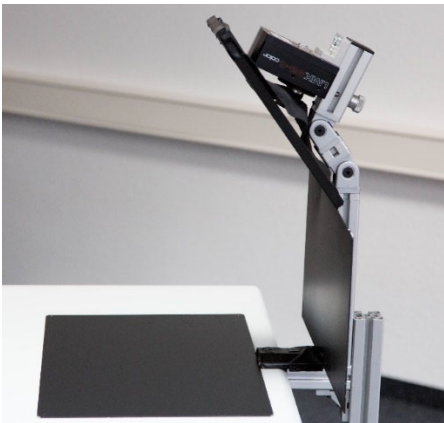


Bild 4: Leuchtdichtekamera bei der Vermessung des schwarzen Kontrastnormals

### **Durchführung**

Messung des Kontrastwiedergabefaktors CRF an einem Büroarbeitsplatz mit einer Arbeitsplatzleuchte. Leuchte befindet sich am oberen Rand des Arbeitsplatzes und die Leuchtenebene ist einmal parallel zum Tisch und einmal um ca.  $25^\circ$  zum Beobachter geneigt. ( $V_B=0^\circ$ ,  $V_C=0^\circ$  bzw.  $V_C=25^\circ$ )

1. Bestimmen Sie die R und CRF-Werte an den Schnittpunkten von Bild 3 für die genannten Leuchteneinstellungen und tragen Sie die Werte in das Koordinatenpapier ein!

- Für ein reales Sehobjekte (Bleistiftschrift auf Zeichenkarton) ist der Kontrast an einem Ort sehr guter Kontrastwiedergabe ( $CRF > 1$ ) und an einem Ort schlechter Kontrastwiedergabe zu bestimmen (Leuchtenneigung  $25^\circ$ )
- Wiederholen Sie die Messungen aus 1 mit einer Leuchtdichtekamera

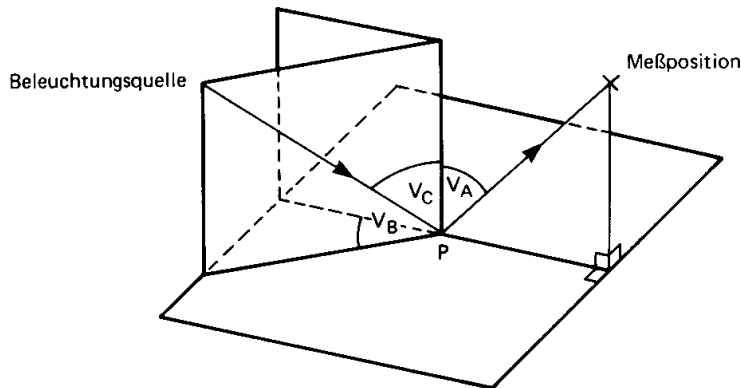


Bild 5: Darstellung der Winkelbeziehungen  $V_A$ ,  $V_B$  und  $V_C$

### Auswertung

- Bewerten Sie die CRF-Messungen der Arbeitsplatzleuchten entsprechend folgender Abstufung:

|          | Stufe | $CRF_{\text{mittel}}$   | $CRF_{\text{min}}$ |
|----------|-------|-------------------------|--------------------|
| sehr gut | 1     | $CRF \geq 100\%$        | 0,95               |
| gut      | 2     | $85\% \leq CRF < 100\%$ | 0,7                |
| mäßig    | 3     | $70\% \leq CRF < 85\%$  | 0,5                |

- Vergleichen Sie die Kontraste der verschiedenen Objekte (Standardreflexionsnormal, Bleistift).
- Vergleichen Sie die Messwerte der bei Messmethoden.

### Vorbereitungsaufgaben

- Wie ist der Leuchtdichtefaktor definiert?
- Welchen Zusammenhang gibt es zwischen dem Reflexionsgrad und dem Leuchtdichtefaktor bei diffuser Reflexion?
- Unter welchen Umständen kann der CRF-Wert größer als "Eins" werden?
- Welchen Zusammenhang gibt es zwischen der Glanzzahl und dem CRF-Wert?
- Welche Erscheinungen verbergen sich hinter dem Begriff "Reflexblendung"?

### Literaturangaben

- Baer: Beleuchtungstechnik: Grundlagen
- Datenblatt und Beschreibung: Kontrastmesser und Luminanzkontrastnormal (Anhang)
- LiTG-Publikation 13: Der Kontrastwiedergabefaktor CRF – ein Güte Merkmal der Innenbeleuchtung 1991 (Bibliothek FG Lichttechnik)