

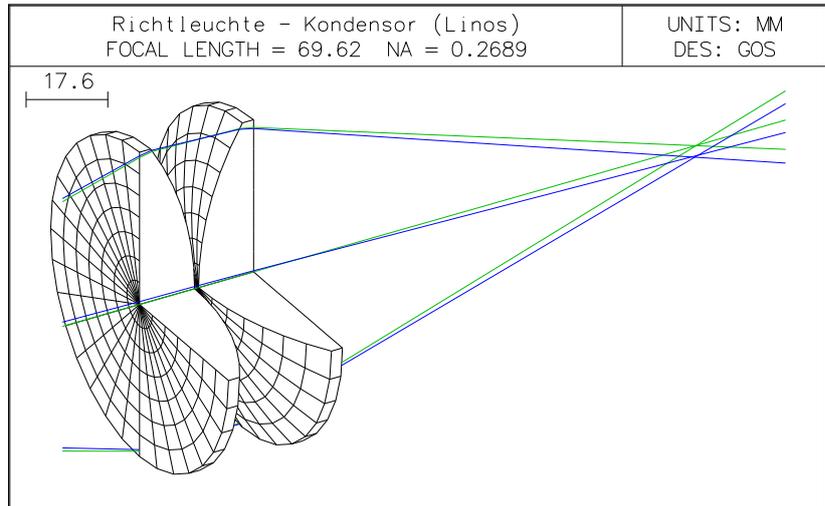
## Verketteter Strahlengang

### 1 Aufgabe

- Bestimmung der optischen Eigenschaften einer Richtleuchte, wie Abbildungsverhältnisse, Apertur- und Feldwinkel.
- Aufbau eines verketteten Strahlenganges.

### 2 Theoretische Grundlagen

Das vorliegende Beleuchtungssystem hat die Aufgabe, einen möglichst großen Anteil des von einer Halogenlampe erzeugten und in den Kugelraum ausgestrahlten Lichtstroms für eine optische Abbildung zu erfassen und anzupassen. Im vorliegenden Fall wird ein sphärischer Doppelkondensator genutzt (Abbildung 1). Außerdem erfasst ein Hohlspiegel einen Teil des von der Lampe nach hinten abgestrahlten Lichtstrom. Die Lampenwendel steht im Krümmungsmittelpunkt des Hohlspiegels und wird damit mit  $\beta' = -1$  abgebildet. Durch Verschieben der Lampenwendel zusammen mit dem Hohlspiegel in Richtung der optischen Achse lassen sich

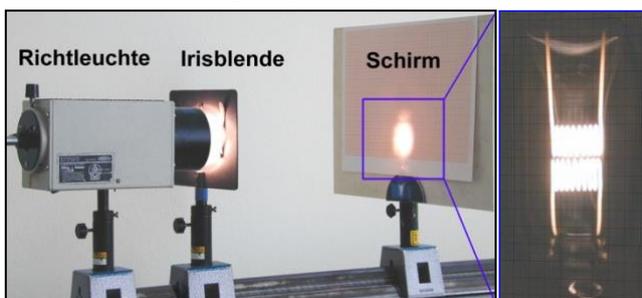


**Abbildung 1** Kondensorsystem der Richtleuchte (Optiksoftware OSLO®)

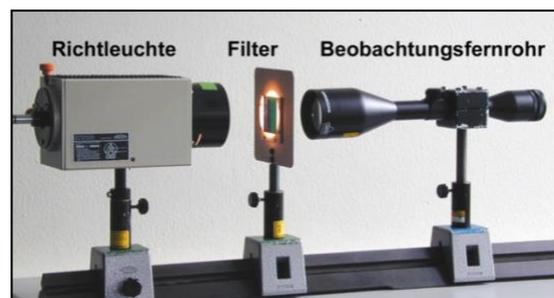
verschiedene Abbildungsverhältnisse für die Lampenwendel realisieren. Meist kommt der „verflochtene (verkettete) Strahlengang“ zur Anwendung, bei dem Beleuchtungsstrahlengang und abbildender Strahlengang aufeinander abgestimmt werden müssen.

### 3 Hinweise zur Durchführung

- a) **Grundjustage:** Für die Ausrichtung der Lampenwendel muss bei ausgeschalteter Lampe der Kondensator von der Richtleuchte genommen werden. Jetzt kann mit Hilfe eines Schraubendrehers die Lage des Hohlspiegels so justiert werden, dass das Lampenwendelbild genau gegenüber der Lampenwendel zu liegen kommt und gleich groß ist (Abbildung 2). Die Richtleuchte muss auf der optischen Bank ausgerichtet werden. Dazu dient als Hilfsmittel ein Schirm mit Zielmarke, welcher auf der optischen Bank verschoben wird. Das Gehäuse der Richtleuchte ist waagrecht auszurichten. Bei großem Schirmabstand ist die Lampenwendel orthogonal (in x- bzw. y-Richtung) zur optischen Achse mittels zweier Justierschrauben an der Leuchte zu justieren. Bei kleinem Schirmabstand ist dann die Kippage (Neigungsverstellung) der Richtleuchte vorzunehmen. Dieser Vorgang ist mehrmals zu wiederholen. Durch den Einsatz einer Irisblende wird eine Verbesserung der Abbildung erreicht. Achtung: Das Gehäuse der Leuchte wird während des Betriebes sehr warm.
- b) **Wendelabbildung:** Durch axiales Verschieben der Lampenwendel lassen sich verschiedene Abbildungsmaßstäbe (Konvergenzpunkte) realisieren. Der Projektionsschirm wird dann jeweils in die Bildebene



**Abbildung 2** Messung der Konvergenzpunktlagen / Lampenwendelbild



**Abbildung 3** Messung der Konvergenzpunktlage im Unendlichen

gebracht. Für die minimale und 6 weitere Lagen, welche jeweils in Schritten von 10 mm mit einem Messschieber zwischen den Anschlägen der Stange zum Verschieben der Lampenwendel abgenommen werden, werden die entsprechende Schnittweite  $s'$  (vordere Linsenfläche zu Schirm), bzw. die Bildgröße  $y'$  der Lampenwendel gemessen. Für eine statistische Auswertung sind Wiederholmessreihen anzufertigen. Für die Bestimmung der Konvergenzpunktlage im Unendlichen ist an Stelle des Schirmes nach Abbildung 3 ein Zielfernrohr einzusetzen. Mit niedriger Lampenhelligkeit und einem zusätzlichen Filterglas lässt sich die Lampenwendel jetzt direkt beobachten.

- c) Verkettung des Strahlenganges: Objektiv und Objekt (Messdia) werden nacheinander in den Strahlengang gebracht und optisch ausgerichtet (zentriert). Durch Verschieben des Objektivs lässt sich das vergrößerte Bild des Messdias auf dem Schirm scharf stellen. Es soll eine 10-fache Vergrößerung des Bildes erzielt werden. Für die Verkettung des Strahlenganges muss als letztes die Lampenwendel in das Objektiv abgebildet werden.

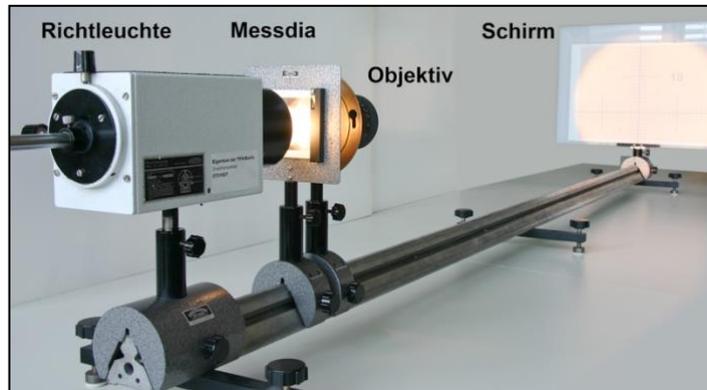


Abbildung 4 Verkettung des Strahlenganges

#### 4 Auswertung

- Bestimmung der Bildweite  $a' = f(a)$ , Bildgröße  $y' = f(a)$  und des Abbildungsmaßstabes  $\beta' = f(a)$  und Vergleich mit den theoretischen Werten in einem Diagramm.
- Fehlerrechnung oder statistische Auswertung mit Angabe der Vertrauensbereiche.
- Maßstäbliche Skizze des Strahlenganges bestehend aus Richtleuchte, Objektiv, Dia und Bildebene.

#### 5 Geräte

- Richtleuchte (GOS Reg. 7 / # 206)
- Netzgerät (12 V / 10 A)
- Irisblende, Filterglas
- Beobachtungsfernrohr (Zielfernrohr)
- Objektiv Berolina-Westromat 1:3,5/135 mm
- Digitalmessschieber, Maßlineal
- Messdia mit Millimeterskala
- Optische Bank, Reiter, Diahalter, Schirm

#### 6 Literaturhinweise

- [1] SCHRÖDER, Gottfried: *Technische Optik*. 10. Aufl. Würzburg: Vogel, 2007, S. 48/49, 113/114, 136/137 & 187 ff..
- [2] PEDROTTI, F. et al.: *Optik für Ingenieure*. 4. Auflage. Berlin: Springer, 2008.
- [3] VORLESUNG: *Optik Design und Optische Techniken in der Mechatronik*. Berlin: BHT Berlin.
- [4] LEUSCHNER, Bernd; UCKERT, Danilo: *Messgerätekatalog*. Berlin: BHT Berlin / GOS.  
<https://labor.bht-berlin.de/fileadmin/labor/gos/dokument/Messgeraetekatalog.pdf> – Aktualisierungsdatum: 18.05.2022.