

Lichtverteilungskurven sind die Werkzeuge der Beleuchtungsplaner. Ihre Messung erfordert präzise Messgeräte, exakte Verfahren und viel Erfahrung. **Christa Rosatzin-Strobel**

# Die Erfahrung zählt

Bloss keine Erschütterung oder schnelle Bewegung – im Labor der Zumtobel Staff in Dornbirn werden Leuchtmittel wie auserlesene Weine behandelt. Die Spezialisten transportieren die Leuchtmittel behutsam und lagern sie horizontal in Schubladen auf einem blauen Teppich. Die Leuchtmittel sind zwar nicht so teuer wie ein edler Tropfen – doch für die Mitarbeiter des Lichtlabors sind sie ebenso wertvoll.

Zumtobel Staff betreibt in Dornbirn eines der wenigen hoch präzisen Fotogoniometer in Europa. Die Spezialisten ermitteln damit Lichtverteilungskurven (LVK) von 1300 bis 1500 Leuchten im Jahr. Die LVK-Diagramme geben für jede Richtung im Raum die Menge des abgestrahlten Lichtes an. Gemessen wird der Lichtstrom in Lumen (lm), bezogen auf den Raumwinkel (Masseinheit sr) ergibt sich daraus die Lichtstärke in der Einheit Candela ( $1 \text{ cd} = 1 \text{ lm/sr}$ ).

## Präzis und reproduzierbar

Um die Lichtverteilung zu messen, muss ein lichtempfindlicher Sensor die Quelle aus allen Richtungen erfassen. Je nach Apparatur dreht sich dabei die Leuchte oder der Sensor bewegt sich um das Messobjekt (siehe Tabelle). Die Distanz vom Sensor (Fotozelle) zur Leuchte muss ausreichend gross sein, damit die Fotozelle einen möglichst engen Winkelbereich und damit nur Lichtstrahlen aus der gewünschten Richtung erfasst. Je schmaler der Bereich, desto kleiner sind die Winkelfehler und desto genauer wird die Messung. Bei einer Innenraumleuchte sollte die Entfernung 10 m bis 15 m betragen.

Lichtverteilungskurven erlauben Planern und Architekten, Beleuchtungskonzepte zu erstellen und Leuchten gezielt zu platzieren. Die Datensätze lassen sich in Computersimulationen einbinden und ermöglichen den Vergleich verschiedener Leuchten –

allerdings nur, wenn die Messungen präzise und reproduzierbar sind. Eine Forderung, die hohe Ansprüche an Geräte und Verfahren stellt: Bei Leuchtstoffröhren ist beispielsweise eine stabile horizontale Lage während des Messvorgangs entscheidend. Denn sobald das Leuchtmittel gekippt wird, verändert sich die Verteilung des Metallampfes innerhalb der Röhre und damit der lokal abgegebene Lichtstrom. Die Messung wird verfälscht. Bei Hochdrucklampen stellt sich der Lichtbogen auf die neue Lage ein, verändert seine Form und damit wiederum die Lichtverteilung des Leuchtmittels. Messverfahren, bei denen der Sensor fest ist und sich die Leuchte dreht, können die LVK von Objekten mit solchen Leuchtmitteln deshalb nicht mit genügender Genauigkeit erfassen.

### Die vier Methoden zur Messung von Lichtverteilungskurven (LVK)

**Bewegung der Lichtquelle:** Die Fotozelle ist fest montiert, die Lichtquelle dreht sich um die vertikale und horizontale Achse.

- |                        |  |
|------------------------|--|
| + geringer Platzbedarf | - ungenaue Messungen aufgrund der lage- und temperaturabhängigen Lichtverteilung von Leuchtstofflampen |
| + kostengünstig        | - nicht empfehlenswert für T5-Lampen   |

**Bewegung des Fotometerkopfes:** Die Lichtquelle dreht sich um die vertikale Achse, der Fotometerkopf bewegt sich um eine horizontale Achse um das Messobjekt (Typ Zumtobel).

- |   |  |
|---|--|
| + sehr präzise Messmethode, auch bei stark temperatur- und lageabhängigen Lampentypen | - hoher Platzbedarf aufgrund der grossen Distanz zwischen Sensor und Objekt (bei Innenraumleuchten 10 m bis 15 m)<br>- hohe Kosten |
|---|--|

**Drehung eines Spiegels:** Die Lichtquelle dreht sich um die vertikale Achse. Der Fotometerkopf ist fest und sieht die Quelle über einen Drehspiegel, der um eine horizontale Achse gedreht wird.

- |   |   |
|---|---|
| + sehr präzise Messmethode, auch bei stark temperatur- und lageabhängigen Lampentypen | - aufwendige Mechanik<br>- hohe Anforderungen an die Qualität des Spiegels<br>- hohe Kosten |
|---|---|

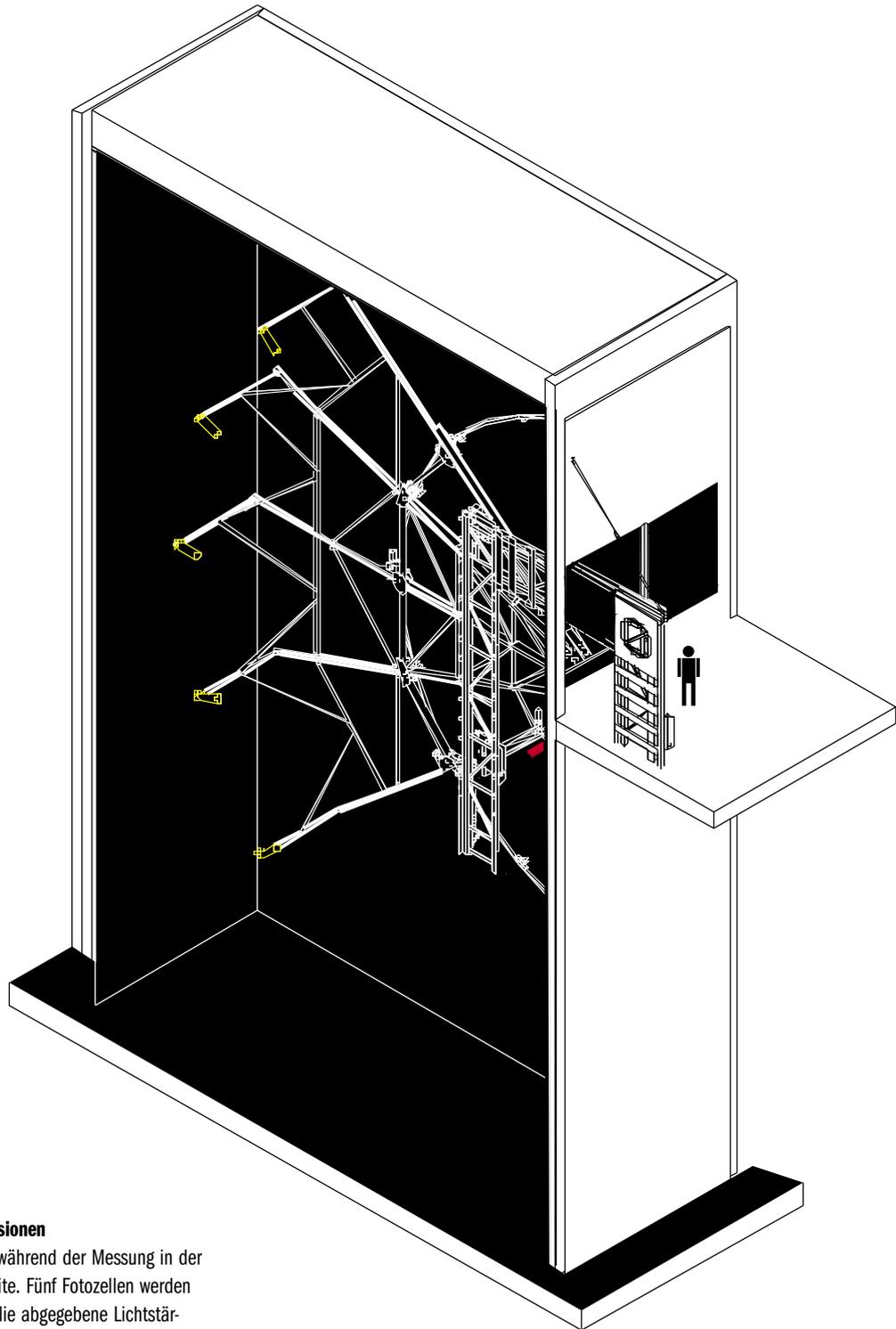
**Nahfeldfotometrie:** Prinzip analog der Bewegung des Fotometerkopfes. Statt des Fotometers wird eine Digitalkamera eingesetzt. Die LVK wird aus den einzelnen Bildpunkten und der Geometrie des Raumes errechnet.

- |                        |                              |
|------------------------|------------------------------|
| + präzise Messmethode  | - hoher Kalibrierungsaufwand |
| + geringer Platzbedarf | - relativ hohe Kosten        |

## Erschütterungsfreie Lagerung

Auch Streuungen oder Temperaturabhängigkeiten der Leuchtmittel dürfen die Messresultate nicht beeinträchtigen. Was einfach scheint, ist jedoch nur mit grossem Aufwand und viel Erfahrung zu bewerkstelligen. Denn es gibt keine »Normmesslampen«. Die Leuchtmittel ändern ihre Abstrahlcharakteristik mit jeder Betriebsstunde. Die Spezialisten in Dornbirn kaufen handelsübliche Leuchtmittel und halten sich bei ihrer Benutzung an jahrelang entwickelte Abläufe. Nach einer Alterung von 1000 Stunden wird der Lichtstrom der Kombination Leuchtmittel und Vorschaltgerät in der Ulbrichtschen Kugel gemessen. Die Kombination wird bis zu ihrem Einsatz im Fotogoniometer sorgfältig – wie ein Château Mouton Rothschild – aufbewahrt. Denn bei Leuchtstofflampen ist eine erschütterungsfreie Abkühlung und Lagerung in horizontaler Richtung entscheidend, da sich das Quecksilber bei der Abkühlung am kältesten Punkt sammelt. Wird die Lampe in dieser Zeit bewegt, bilden sich Klumpen, die beim nächsten Einschalten eine inhomogene Verteilung des Quecksilberdampfes bewirken.

Massgebend für die Reproduzierbarkeit sind zudem die Temperaturverhältnisse während einer Messung. Abweichungen von  $1^\circ\text{C}$  oder bewegte Luft können das Messresultat bis zu 10 % verfälschen. Im Fotogoniometer in Dornbirn kann die Temperatur auf zwei hundertstel Grad genau eingestellt werden. Dazu wurden sämtliche Oberflächen, also Boden, Wände und Decken mit einer Flächenheizung ausgerüstet. ■



### Eine einfache Messanordnung mit nicht alltäglichen Dimensionen

Im Fotogoniometer der Zumtobel Staff ruht die Leuchte (rot) während der Messung in der Mitte eines Raumes von 25 m Höhe, 15 m Tiefe und 5 m Breite. Fünf Fotozellen werden um die Leuchte herum bewegt und messen an jeder Position die abgegebene Lichtstärke. Die Sensoren (gelb) sind am Ende von 12 m langen Trägern befestigt und drehen sich wie die Kabinen eines Riesenrades um den Mittelpunkt einer Seitenwand. Mit den Fotozellen kann die Verteilung einer einzigen Leuchtdiode in einer Distanz von 12 m mit einem Lichtstrom von 2 bis 3 lm gemessen werden.

Die Messung beginnt unterhalb der Leuchte. Die Träger bewegen die Fotozellen auf einer Kreisbahn nach oben, bis der oberste Sensor die Höhe der Leuchte erreicht hat. Dabei wird die Lichtstärke in Schritten von  $1^\circ$  erfasst. Sobald der erste Viertelkreis vermessen ist, dreht sich die Leuchte um  $15^\circ$  um die vertikale Achse und die Sensoren erfassen den nächsten Teilkreis. Der Raum unterhalb der Leuchte wird so in 24 Messschritten erfasst. Der Bereich oberhalb der Leuchte wird analog vermessen.

#### Technische Daten

Max. Grösse Messobjekt (horizontaler Schnitt)	3,2 m
Distanz zwischen Fotozellen und Leuchte	12 m
Auflösung Lichtstärke	0,05 mcd
Kleinster messbarer Lichtstrom	2 bis 3 lm