

Für jede Situation das richtige Auge

Bei Systemkameras lässt sich das Objektiv je nach Aufnahmesituation auswählen.

Denise Müller-Dum und Jens Kube

Systemkameras zeichnen sich durch Objektive aus, die mit einem Handgriff auswechselbar sind. Am bekanntesten ist die Spiegelreflexkamera, doch seit einigen Jahren gibt es auch spiegellose Apparate. All diese Kameras lassen sich durch einen Objektivwechsel an die Situation anpassen, die es im Bild festzuhalten gilt.

Die Objektive unterscheiden sich in Brennweite und Lichtstärke bzw. maximaler Blendenöffnung. Je weiter die Blende zu öffnen ist, desto mehr Licht kann das Objektiv einfangen. Bei Dunkelheit oder schlechten Lichtverhältnissen sollten lichtstarke Objektive mit einer kleinen Blendenzahl zum Einsatz kommen. Diese gibt das Verhältnis der Brennweite zum Durchmesser der Blendenöffnung an. Die Blendenöffnung reguliert überdies die Bildschärfe. Je kleiner ihr Wert, desto größer ist der Tiefenbereich, der sich scharf abbilden lässt, die sogenannte Schärfentiefe. Beispielsweise profitieren Landschaftsaufnahmen von einer großen Schärfentiefe. Bei Porträts lenkt sie dagegen ab: Damit der Hintergrund verschwimmt, muss die Blende weit geöffnet sein.

Die Brennweite f des Objektivs entscheidet darüber, wie groß ein Gegenstand abgebildet wird. Sie entspricht dem Abstand zwischen der Fokusebene F und der Hauptebene H des Linsensystems, wo vereinfacht die



Adobe Stock / REDPIXEL

Kompakt und handlich, aber dennoch mit präziser Optik – das macht die Objektive von Systemkameras aus.

Brechung der Lichtstrahlen stattfindet. Für eine einzelne symmetrische Sammellinse entspricht die Brennweite der Distanz zwischen Linsenmitte und dem Punkt maximaler Schärfe. Die Normalbrennweite entspricht der Diagonalen des Bildsensors. Bei einem Kleinbild-Vollformatsensor sind das etwa 43 mm. Normalobjektive besitzen Brennweiten zwischen 40 und 55 mm (Abb. 1a). Sie erzeugen eine ähnliche Abbildung wie das menschliche Auge.

Um Tiere in der Natur aufzunehmen und Details zu zeigen, eignet sich ein Teleobjektiv mit langer Brennwei-

te, das wie ein Fernrohr wirkt: Es bildet Gegenstände größer ab und erfasst einen geringeren Bildwinkel. Würden Teleobjektive nur aus einer Linse bestehen, wären sie unhandlich lang. Die Konstruktion lässt sich mithilfe je einer Gruppe von Sammellinsen bei gleicher Brennweite stauchen (Abb. 1b). Die Hauptebene ergibt sich aus der Rekonstruktion des Strahlengangs durch beide Linsengruppen. Werden die Strahlen ausgehend von der Fokusebene verlängert, hat die Hauptebene einen größeren Abstand zur Fokusebene als die Linsen selbst.

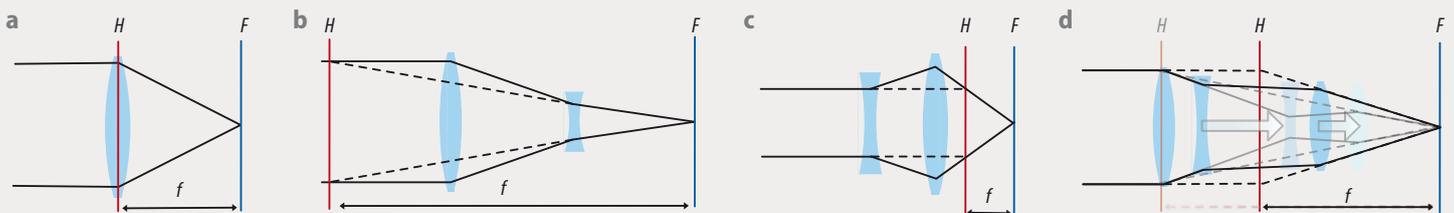


Abb. 1 Um den dargestellten Strahlengang zu erreichen, bestehen Normalobjektiv (a), verkürztes Teleobjektiv (b), Weitwinkelobjektiv mit Retrofokus (c) und Zoomobjektiv (d) in der Praxis aus mehreren Linsen oder Linsengruppen. Das minimiert Abbildungsfehler und gewährleistet die Qualität der optischen Abbildung. H kennzeichnet die Hauptebene, F die Fokusebene und f die Brennweite.

Im Gegensatz dazu erfassen Weitwinkelobjektive beim Zoom die größtmögliche Umgebung. Für ihre sehr kleine Brennweite müsste das Objektiv dichter vor dem Sensor stehen, als das bei Spiegelreflexkameras mechanisch möglich ist: Der klappbare Spiegel benötigt einen Mindestabstand zwischen Sensor und Objektivbajonett. Abhilfe schafft der sogenannte Retrofokus (**Abb. 1c**), der das Licht zuerst streut und dann mit einer Sammellinse bündelt.

Die Brennweite ist als Kenngröße des Objektivs unabhängig vom Bildsensor der Kamera. Allerdings hängt von seiner Größe der Bildwinkel ab. Ein Chip, der kleiner ist als das Kleinbild-Vollformat von $36 \times 24 \text{ mm}^2$, nutzt weniger Bildfeld. Der Bildwinkel verringert sich um den Crop-Faktor, der das Verhältnis von Sensorgröße und Kleinbildformat angibt. So besitzt ein Superweitwinkelobjektiv mit 12 mm Brennweite auf einem Micro-Four-Thirds-Chip ($17,3 \times 13,0 \text{ mm}^2$) nur noch etwa den Bildwinkel eines 24-mm-Weitwinkel-Objektivs auf einem Vollformatchip: Der Crop-Faktor beträgt hier 2, und das vermeintlich bessere Objektiv kommt durch den kleineren Sensor nicht zur Wirkung.

Flexibel mit Zoom

Um das optimale Objektiv zu wählen, gilt es nicht nur, die gewünschte Brennweite und Lichtstärke zu beachten, sondern auch das Sensorformat der Systemkamera. Neben Objektiven mit fester Brennweite sind Zoomobjektive im Angebot, deren Brennweite sich in einem bestimmten Bereich anpassen lässt. Ein optischer Zoom besteht aus mehreren Linsengruppen, die sich entlang der optischen Achse bewegen (**Abb. 1d**). Die aufwändige Konstruktion ist nicht zu verwechseln mit dem digitalen Zoom vieler Smartphonekameras, der einen Bildausschnitt rechnerisch zu Lasten der Auflösung vergrößert. Ein optischer Zoom lässt sich nur dann im Smartphone unterbringen, wenn er sich als Periskop in der Länge des Geräts befindet. Alternativ nutzen einige Modelle mehrere Objektive unterschiedlicher Brennweite.

Im Vergleich zum Zoomobjektiv kommen Objektive mit fester Brennweite mit weniger Linsen aus. Das macht sie leichter und lichtstärker. Ihre optische Konstruktion ist für eine Brennweite optimiert und korrigiert Abbildungsfehler, die bei herkömmlichen sphärischen Linsen unvermeidbar sind. Beispielsweise werden bei der sphärischen Aberration die äußersten Strahlen stärker gebrochen und vor dem Brennpunkt abgebildet, sodass die Bildpunkte unscharf werden. Korrekturlinsen oder asphärische Linsen gleichen dies aus. Letztere bestehen nicht aus zwei Kreissegmenten, sondern sind nach außen hin abgeschliffen – eine Mehrarbeit, die sich im Preis niederschlägt. Auch andere Abbildungsfehler lassen sich bei Festbrennweiten besser korrigieren, als es bei Zoomobjektiven möglich ist. Diese nutzen einen Kompromiss für einen möglichst großen Brennweitenbereich.

Reflexionen minimieren

Eine weitere Herausforderung im Objektivbau besteht darin, Lichtreflexionen innerhalb des Objektivs zu minimieren. Um an den zahlreichen Glasoberflächen nicht zu viel Licht zu verlieren und einen Lichtschleier oder Lichtflecken auf dem Bild zu vermeiden, werden die Objektive vergütet. Aufgedampft auf die Linsen, fangen mikroskopisch dünne Metallschichten mit unterschiedlichen Brechungsindizes jeweils bestimmte Wellenlängen ein. Die Schichtdicke sorgt dafür, dass sich reflektiertes Licht von den beiden Grenzflächen der Schicht destruktiv überlagert und vollständig auslöscht. Alternativ kommen Nanokristalle zum Einsatz, die kleiner sind als die Wellenlänge der einfallenden Strahlen. Ihre pelzartige Struktur bricht das Licht in mehreren Schritten, sodass Reflexionen ausbleiben und mehr Licht für die Aufnahme zur Verfügung steht.

Ein breites Portfolio hochwertiger Objektive schafft immer bessere Voraussetzungen und ausgeklügeltere Systeme für gute und ansprechende Bilder. Für die jeweilige Aufnahme die richtige Wahl zu treffen, bleibt indes Aufgabe der Fotografierenden.

flexible.

Laser Engine for Neuroscience and Biophotonics*



Up to 7 wavelengths

405 nm - 785 nm

iChrome FLE

- 2-fiber switch / splitter
- All diode design for long lifetime
- COOL^{AC} automatic alignment

Plug & play installation!

*Convince yourself and apply for your own free live demo!

