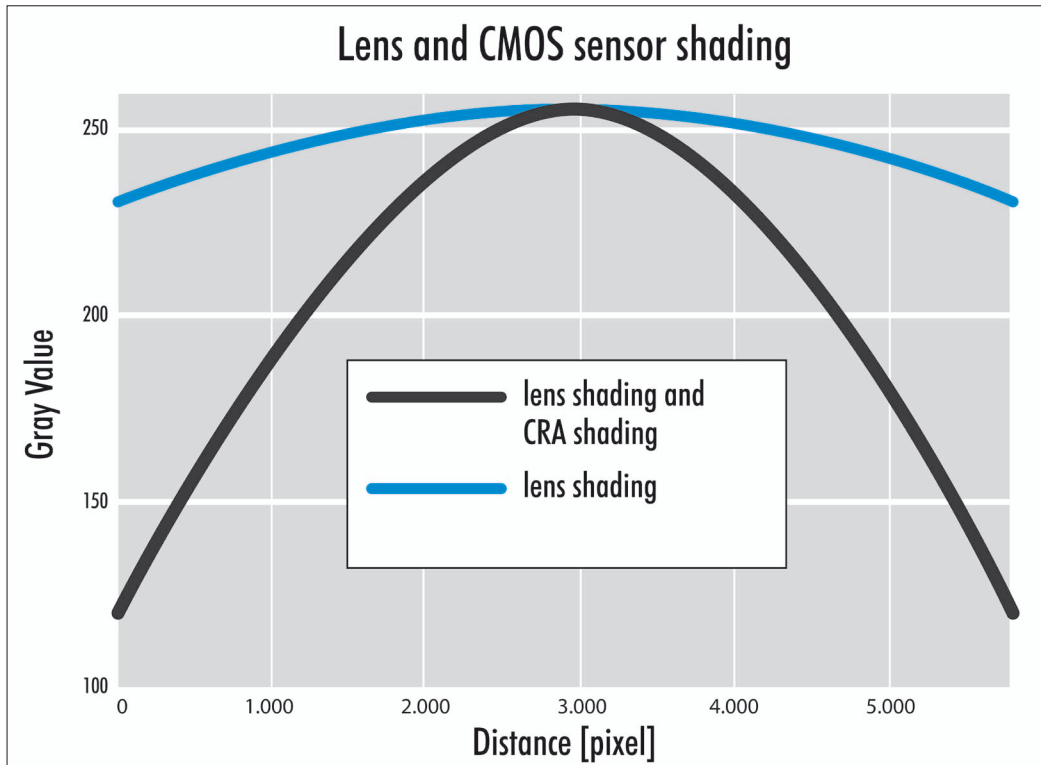


## Shading mit CMOS-Kameras vermeiden



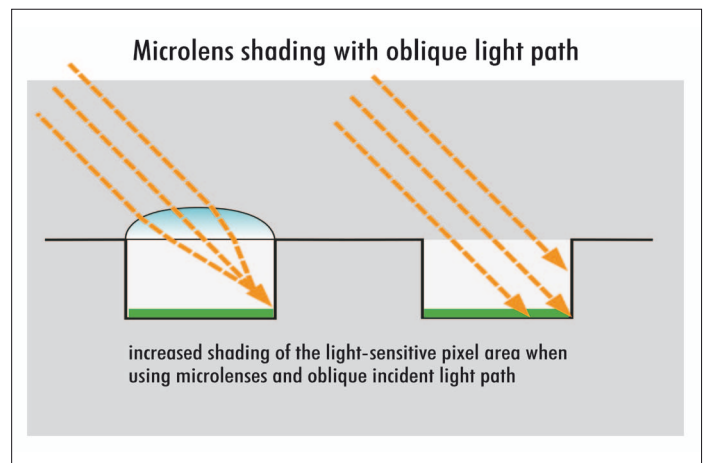
Neben dem Objektiv haben auch moderne CMOS-Sensoren einen großen Einfluss auf das Shading-Verhalten bei modernen, hochauflösenden Kameras. (Bilder: SVS-Vistek)

Die Kombination eines teuren Objektivs mit hervorragenden Werten und einer modernen, hochauflösenden Kamera mit großem CMOS-Sensor kann zu überraschenden und unerwünschten Shading-Effekten führen. Mit dem nötigen Hintergrundwissen und einer geeigneten Auswahl von Kamera und Optik lässt sich dies verhindern.

Shading ist ein bekanntes Optik-Problem. Einfach dargestellt entsteht es dadurch, dass Bildpunkte umso dunkler abgebildet werden, je weiter sie auf dem Sensor von der optischen Achse entfernt sind. Aufgenommene Bilder werden somit zu den Rändern hin punktsymmetrisch um die optische Achse dunkler. Ein Schließen der Blende vergrößert den nutzbaren Bildbereich.

Das ungewollte Shading-Phänomen kann jedoch auch durch Bildsensoren ausgelöst werden. Die Ursache dafür ist in der Sensor-Architektur aktueller CMOS-Kameras zu finden: Ein CMOS-Pixel besteht von der Lichteinfall-Seite betrachtet aus einem lichtempfindlichen Segment und einem lichtun-

empfindlichen Verstärker-Bereich. Moderne CMOS-Sensoren haben sogenannte Mikrolinsen. Hierbei ist über jeder einzelnen CMOS-Zelle eine Mikrolinse platziert, die einfallendes Licht auf den lichtempfindlichen Teil des Pixels richtet. Diese Konstruktion erhöht die Empfindlichkeit des Pixels erheblich und vermindert ein durch die Objektstruktur bedingtes Pixelrauschen.



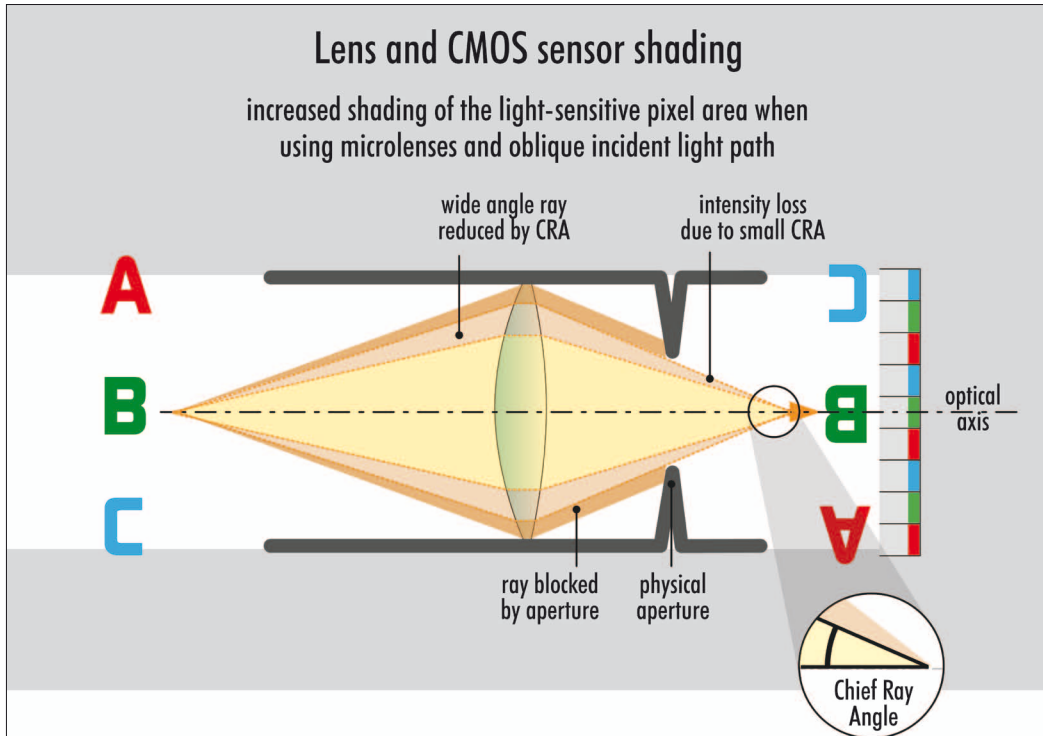
**Mikrolinsen bei modernen CMOS-Sensoren bewirken, dass einfallendes Licht aus einem bestimmten Winkelbereich kommen muss, da es sonst verstärkt auf die lichtunempfindlichen Bereiche des Pixels geleitet wird.**

### Chief Ray Angle

Allerdings hat diese Vorgehensweise auch ihren Preis: Die Verwendung der Mikrolinsen bewirkt, dass das einfallende Licht aus einem bestimmten Winkelbereich kommen muss. Von außerhalb dieses Chief Ray Angle (CRA) genannten Winkelbereichs einfallendes Licht wird dann ebenfalls verstärkt auf die lichtunempfindlichen Stellen des Pixels geleitet. Eine deutliche Intensitätsminderung und damit ein Shading-Effekt auf diesem Pixel ist die Folge. Beim Einsatz von modernen, hochwertigen CMOS-Industriekamerasensoren wie mit den in der Bildverarbeitung sehr verbreiteten Sensoren Sony IMX342 oder Canon 120MXSM in Kombination mit einer guten Optik kann Shading ebenfalls – oftmals überraschend – auftreten. Das zusätzliche Shading eines CMOS-Sensors entsteht durch die Kombination des Objektivs mit dem Sensor und addiert sich zum normalen Shading-Verhalten des Objektivs.

### CRA und Objektiv matchen

Auf der Objektivachse erfolgt der Lichteinfall senkrecht zum Sensor. Bei den meisten Sensoren sind die Mikrolinsen so angeordnet, dass das Licht optimal senkrecht einfallen sollte. Je weiter das einzelne Pixel jedoch außerhalb der Objektivachse gelegen ist, desto schräger fällt das Licht bei entzentrirten Objektiven ein. Dieser Effekt ist umso stärker, je kür-



**Mit einer passenden Abstimmung von Objektiv und Sensor lassen sich die mit einer Shading-Korrektur einhergehenden Dynamikverluste minimieren**

zer die Brennweite ist. Ist dieser Einfallswinkel größer als der CRA des Sensors, so kommt es zum sensorbedingten Shading.

### Problem vermeiden

Sensorseitig telezentrische Objektive weisen diesen Nachteil nicht auf, denn ihr Strahlengang verläuft auf

der gesamten Sensorfläche senkrecht zum Sensor. Auch mit MFT-Objektiven (Micro Four Thirds), die nahezu alle sensorseitig telezentrisch arbeiten, tritt das Problem nicht auf. Eine Ausnahme bilden hier allerdings CMOS-Sensoren mit einem sogenannten Pixelshift: Hier sind die Mikrolinsen so ange-

ordnet, dass der Positionsversatz der Mikrolinsenabbildung durch das am Rande des Sensors vom Objektiv schräger einfallende Licht durch eine geänderte Position der Mikrolinsen am Rande kompensiert wird. Derartige Sensoren funktionieren nicht korrekt, wenn sie mit telezentrischen Objektiven kombiniert wer-

den. Es ist also wichtig, dass Objektiv und Sensor perfekt harmonieren, um den mit einer Shading-Korrektur einhergehenden Dynamikverlust im Bild zu minimieren. Der CRA-Bereich und der sensorseitige Strahlengang eines Objektivs hängen nicht von der Brennweite, sondern von dessen Bauart ab. Der sensorseitige Strahlengang ist kein qualitatives, sondern ein konstruktives Merkmal und richtet sich hauptsächlich nach der Lage und Größe der Austrittspupille. Es gibt hier jedoch kein richtig oder falsch: Für jede Objektivbauweise gibt es gute Gründe, und selbst Objektive gleicher Brennweite des selben Herstellers können sehr unterschiedlich konstruiert sein.

### Fazit

Aufgrund dieser Situation ist bei der Auswahl einer leistungsfähigen Kombination aus CMOS-Kamera und Objektiv besondere Sorgfalt geboten, um die Shading-Problematik zu umgehen und qualitativ hochwertige Bilder zu erhalten, die auch die anschließende Auswertung erleichtern. SVS-Vistek bezieht schon seit Jahrzehnten bei der Beratung von Kameralösungen auch das Objektiv mit ein und stellt anhand von intensiven Tests sicher, dass beim Zusammenspiel von Optik und Kamera eine optimale Lösung für jede individuelle Aufgabenstellung gefunden wird. ◀