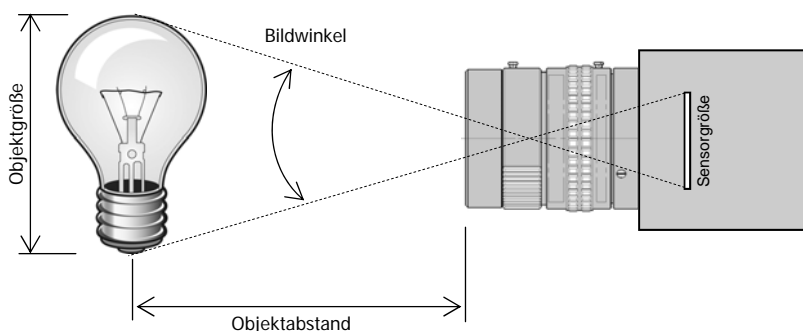


## Brennweitenberechnung & Einsatzgrenzen von C-Mount-Optiken

### Objektivauswahl und Einsatzgrenzen

Bedingt durch die stetig steigende physikalische Auflösung und damit verbundenen Größe der Sensorfläche aktueller digitaler Hochgeschwindigkeits-Kamerasysteme, stoßen die auf dem Markt verfügbaren Objektive mit C-Mount-Anschluss mitunter an ihre mechanischen und optischen Einsatzgrenzen. Die nachstehende Anleitung bietet eine Hilfestellung für die Ermittlung der benötigten Objektivbrennweite unter Berücksichtigung der jeweiligen Sensorfläche. Ebenso sollen physikalisch bedingte Einsatzgrenzen von Objektiven aufgezeichnet werden. Grundsätzlich sollte beachtet werden, dass unabhängig von Objektivart und Brennweite, möglichst lichtstarke Objektive gewählt werden.

#### A) Physikalische Zusammenhänge



Die benötigte Brennweite errechnet sich als Funktion aus Objektgröße und Objektstand, der Distanz zwischen Objekt und Kamera.

Zusätzlich sind Objektive nach ihrem Bildkreisdurchmesser klassifiziert. Der Film- oder Sensorfläche die durch das Objektiv belichtet werden kann. Aktuell wird zwischen C-Mount und Kleinbildobjektiven unterschieden (F-Mount).

#### B) C-Mount-Objektive

Der C-Mount-Anschluss ist ein standardisierter Gewindeanschluss für Objektive mit 1 Zoll (25,4 mm) Durchmesser und einer Gewindesteigung von 1/32 Zoll. Die verfügbaren Objektive sind nach ihrem Bildkreis, der maximalen Sensorfläche die das Objektiv ausleuchten kann, klassifiziert.

**C-MOUNT: Bildkreisdurchmesser / Sensorgröße**

3,6 mm	4,8 mm	6,4 mm	8,8 mm	12,7 mm
1/4"	1/3"	1/2"	2/3"	1" Sensor

**Die geforderte Brennweite ergibt sich aus den nebenstehenden einfachen Formeln.**

Brennweite Horizontal:  $f_h = \frac{\text{Objektabstand (mm)} \times \text{Sensorbreite (mm)}}{\text{Objektbreite (mm)} + \text{Sensorbreite (mm)}}$

Brennweite Vertikal:  $f_v = \frac{\text{Objektabstand (mm)} \times \text{Sensorhöhe (mm)}}{\text{Objektbreite (mm)} + \text{Sensorhöhe (mm)}}$

Grundsätzlich kann jedes größere Objektiv für einen kleineren Sensor- bzw. Bildkreis eingesetzt werden. Ein 2/3" Objektiv beleuchtet beispielweise vollständig einen 1/2" oder 1/3" Bildsensor. Die optischen Spezifikation des Objektivs werden in diesem Fall nicht voll genutzt, da die Randbereiche des Objektivs bzw. des Objektes außerhalb der Sensorfläche abgebildet werden.

## Brennweitenberechnung & Einsatzgrenzen von C-Mount-Optiken

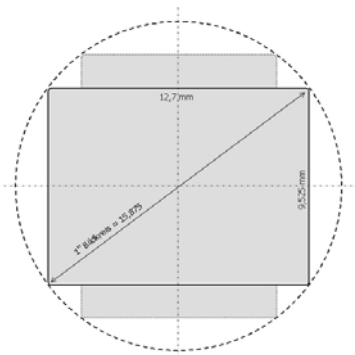
### Objektivauswahl und Einsatzgrenzen



Umgekehrt geht dies jedoch nicht!

Wird ein 2/3" Objektiv auf einer Kamera mit 1" Bildsensor eingesetzt, so kann nicht der gesamte Bildsensor ausgeleuchtet/belichtet werden. Es entsteht eine schwarze Vignettierung zum Randbereich des Sensors. Die Fläche des Bildsensors die nicht belichtet wird, ist als schwarze Fläche sichtbar.

Kleinere Objektive sind bei großen Bildsensoren nur sinnvoll einsetzbar wenn die aktive Bildauflösung für die Aufzeichnung reduziert wird, oder ohnehin eine höhere Aufzeichnungsfrequenz gewählt wird, die automatisch in einer reduzierten aktiven Sensorauflösung resultiert.



Die Einsatzgrenzen des jeweiligen Objektivs lassen sich für jedes Kamerasystem sehr einfach berechnen - sofern der Sensor relativ mittig montiert ist.

$$\text{Diagonale Bildsensor} = \sqrt{(\text{Auflösung}_H * \text{Pixelgröße}_H)^2 + (\text{Auflösung}_V * \text{Pixelgröße}_V)^2}$$

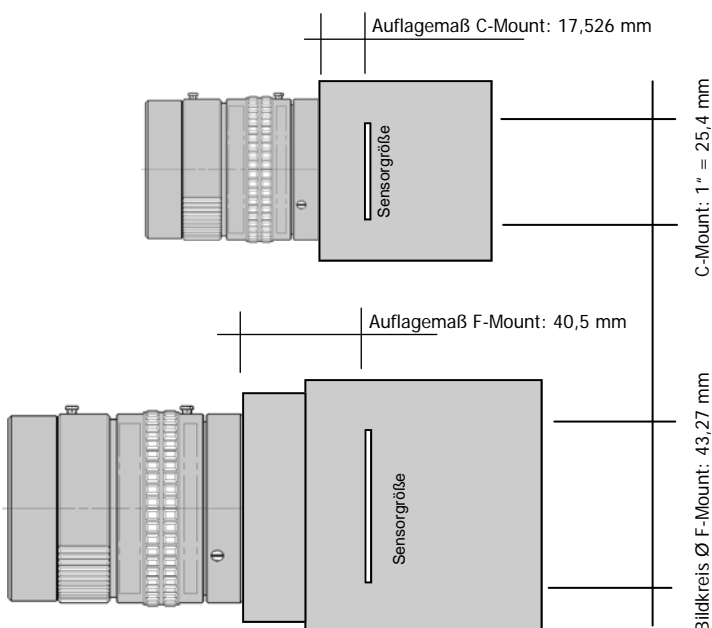
$$\text{Horizontale Auflösung}_{\text{MAX}} = \text{Auflösung}_H - \frac{(\text{Diagonale Bildsensor} - \text{Diagonale Bildkreis})}{\text{Pixelgröße}_H}$$

$$\text{Vertikale Auflösung}_{\text{MAX}} = \text{Auflösung}_V - \frac{(\text{Diagonale Bildsensor} - \text{Diagonale Bildkreis})}{\text{Pixelgröße}_V}$$

### C) F-Mount-Objektive

Viele der aktuell verfügbaren Hochgeschwindigkeitskameras sind mit einem Sensor ausgestattet, der nicht mehr durch 1" C-Mount-Objektive vollständig ausgeleuchtet werden kann. Zu diesem Zweck werden oftmals Kleinbildobjektive (F-Mount) über einen Adapter auf den C-Mount der Kamerasysteme gesetzt. Viele Hochgeschwindigkeitskamerasysteme verfügen inzwischen werkseitig über einen wechselbaren großformatigen F-Mount-Anschluss.

C-Mount und F-Mount unterscheiden sich in ihrem maximalen Bildkreisdurchmesser und Auflagemaß, der Abstand zwischen Objektiv und Sensoroberfläche.



Um ein F-Mount Objektiv an einer Kamera mit C-Mount-Anschluss verwenden zu können muss das Auflagemaß durch einen Adapter von 17,526 mm auf 40,5 mm verlängert werden.

Kameras mit werkseitigem F-Mount-Anschluss können meist durch Wechsel auf eine C-Mount-Platte rückadaptiert werden. Bei einem festen F-Mount ist der Einsatz von C-Mount-Optiken nicht möglich, da logischerweise keine Verkürzung des Auflagemaßes erfolgen kann.

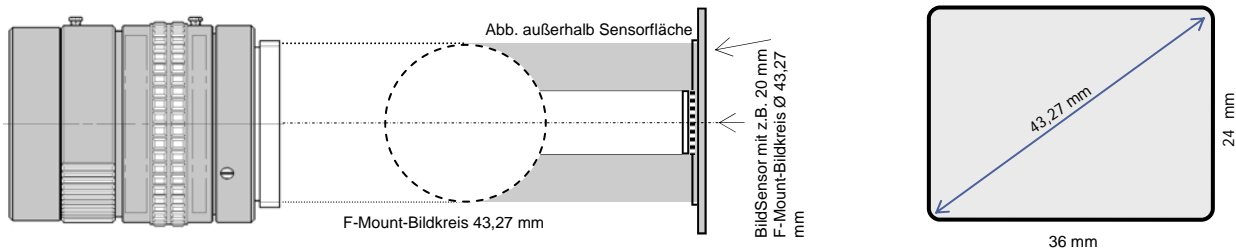
Warum werden angesichts immer größerer Sensoren nicht ausschließlich F-Mount-Objektive eingesetzt? Lichtstarke, kompakte und preiswerte C-Mount-Objektive sind in großer Variantenvielfalt erhältlich. Zudem vereinfacht der C-Mount die Adaptierung von Mikroskopen, Endoskopen und diverser Sonderoptiken.

Zusätzlich können über C-Mount-Optiken mitunter sehr kurze Arbeitsabstände/Objektabstände realisiert werden.

## Brennweitenberechnung & Einsatzgrenzen von C-Mount-Optiken

### Objektivauswahl und Einsatzgrenzen

F-Mount-Optiken haben einen maximalen Bildkreisdurchmesser von 43,27 mm, da sie für das Kleinbildformat mit 36 x 24 mm konstruiert sind. Wenn ein solches Objektiv auf einer Kamera mit kleinerem Bildsensor eingesetzt wird, so werden große Teile des Bildes außerhalb der lichtempfindlichen Sensorfläche abgebildet. Die errechnete Brennweite muss also über einen Faktor angepasst werden, der diesem Verlust gerecht wird bzw. diesen ausgleicht.



Brennweite Horizontal:	$f_h = \frac{\text{Objektabstand (mm)} \times 36}{\text{Objektbreite (mm)} + 36} \times \frac{\text{Sensorauflösung} \times \text{Pixelgröße } (\mu\text{m})}{36 \times 1000}$
Brennweite Vertikal:	$f_v = \frac{\text{Objektabstand (mm)} \times 24}{\text{Objektbreite (mm)} + 24} \times \frac{\text{Sensorauflösung} \times \text{Pixelgröße } (\mu\text{m})}{24 \times 1000}$

Durch diesen Korrekturfaktor wird die rechnerische Brennweite der F-Mount-Optik durch den Korrekturfaktor verlängert um den gleichen Bildausschnitt auf der kleineren Sensorfläche darstellen zu können.

#### D) Fazit

Die Anforderungen an aktuelle Hochgeschwindigkeits-Kamerasysteme hinsichtlich Sensorauflösung und Lichtempfindlichkeit stehen in klarem Widerspruch zu den zur Zeit verfügbaren lichtstarken Objektiven. Vor- und Nachteile von C- und F-Mount-Optiken müssen anwendungsgerecht abgewogen werden.

##### Vorteile C-Mount:

- lichtstark bis hinab auf f.0.95
- kompakt
- kostengünstig
- sehr große Variantenvielfalt
- Sonderoptiken verfügbar

##### Nachteil C-Mount:

- Bilddiagonale auf 1" = 15,875 mm limitiert

##### Vorteile F-Mount:

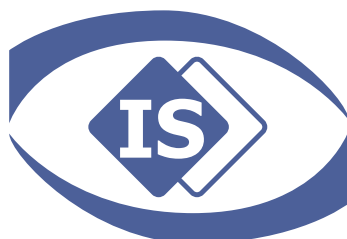
- große Bilddiagonale von 43,27 mm
- sehr gute Abbildungsqualität

##### Nachteile F-Mount:

- nur wenige lichtstarke Optiken verfügbar
- hohes Gewicht und komplexer Linsenaufbau

Zwischenzeitlich sind spezielle F-Mount-Optiken für digitale Kamerasysteme mit reduziertem Bildkreis erhältlich. Die Berechnung des Korrekturfaktors für die Abbildungsgröße erfolgt dann entsprechend dem Bildkreis der jeweiligen Optik.

© IS - Imaging Solutions GmbH, 2008. Unautorisierte Weitergabe, Kopie und Veröffentlichung, auch auszugsweise, nicht gestattet.



**Imaging Solutions GmbH**  
Arbachtalstrasse 6  
72800 Eningen u. A.

Büro Nord:  
Hermann-Löns-Strasse 3c  
50321 Brühl

[www.imaging-solutions.de](http://www.imaging-solutions.de)

Telefon: +49 7121 680853-1  
Telefax: +49 7121 680853-9

Telefon: +49 2232 411174  
Telefax: +49 2232 411175

[info@imaging-solutions.de](mailto:info@imaging-solutions.de)