

Zwischenringe & Nahlinsen

Die kostengünstige Alternative zum Makro-Objektiv

Neben Brennweite und kleinstem Blendenwert (Lichtstärke) werden Objektive über ihren Mindestanstand (MOD) zwischen Objekt und Kamera, sowie deren Abbildungsmaßstab definiert. Der Abbildungsmaßstab kennzeichnet das Verhältnis von natürlicher Objektgröße und dessen Abbildungsgröße auf dem Bildsensor. Der Abbildungsmaßstab nimmt mit geringerem Abstand zum Objekt und längerer Brennweite zu. Je länger die Brennweite je größer in der Regel der minimale Objektanstand. Der minimale Objektanstand (MOD) ist der Abstand zwischen Objekt und Linse bei dessen Unterschreitung das Objekt nicht mehr fokussiert, der Gegenstand also nicht mehr scharf abgebildet werden kann. Spezielle Makro-Objektive die linsenseitig auf sehr kurze MODs und Abbildungsmaßstäbe bis 1:1 optimiert wurden, sind überwiegend nur als kostspielige F-Mount-Objektive lieferbar. Eine kostengünstigere Alternative bilden Zwischenringe und Nahlinsen.

A) Zwischenringe

Zwischenringe sind linsenlose Abstandsringe die zwischen Objektiv und Objektivaufnahme geschraubt werden. Der Strahlengang wird nach dem Objektiv verändert. Sie verlängern das Auflagemaß (Abstand zwischen Objektiv und Bildsensor) und verringern gleichzeitig den Abbildungsmaßstab. Objekte können entsprechend größer dargestellt werden und der minimale Objektanstand (MOD) wird reduziert. Zwischenringe sind in unterschiedlichsten Stärken erhältlich.



Vorteil Zwischenringe:

- preiswert
- keine optischen Anpassungen erforderlich
- Zwischenringe sind für verschiedene Objektive einsetzbar da sie zur Objektivaufnahme passen

Nachteile Zwischenringe:

- Lichtstärke sinkt um 1-2 Blenden
- weit entfernte Objekte können nicht mehr fokussiert werden

Da das Auflagemaß verlängert wird, können weit entfernte Objekte nicht mehr fokussiert werden. Neben dem minimalen Objektanstand entsteht nun auch ein maximaler Objektanstand.

$$d_{\max} = (\text{Breite Zwischenring} + \text{Brennweite Objektiv}) * (1 + (\text{Brennweite Objektiv} / \text{Breite Zwischenring}))$$

Der Arbeitsabstand für einen vordefinierten Abbildungsmaßstab errechnet sich aus:

$$d_m = (\text{Breite Zwischenring} + \text{Brennweite Objektiv}) * (1 + (\text{Gegenstandsgröße} / \text{Abbildungsgröße}))$$

Die nachstehende Tabelle zeigt einige Beispiel für die Veränderung der Arbeitsabstände durch den Einsatz von Zwischenringen mit C-Mount-Optiken. Der Abbildungsmaßstab variiert innerhalb dieser Grenzen natürlich.

Brennweite	12 mm	16 mm	25 mm	50 mm	75 mm
Normale MOD	25 cm	25 cm	25 cm	35 cm	90 cm
Minimaler und maximaler Objektanstand in Abhängigkeit zur Zwischenringbreite					
Ring 0,5 mm	12-31 cm	22-54 cm			
Ring 1,0 mm	8-15 cm	17-28 cm			
Ring 1,5 mm	6-10 cm	14-20 cm	27-45 cm		
Ring 5,0 mm	2-3 cm	7-8 cm	14-16 cm	43-59 cm	69-125 cm
Ring 10,0 mm			9-10 cm	29-34 cm	50-69 cm
Ring 15,0 mm				23-25 cm	41-50 cm
Ring 20,0 mm					35-41 cm
Ring 25,0 mm					30-35 cm

Zwischenringe & Nahlinsen

Die kostengünstige Alternative zum Makro-Objektiv

B) Nahlinsen

Nahlinsen sind Linsen die vor das Objektiv geschraubt werden. Der Strahlengang wird vor dem Objektiv verändert. Nahlinsen wirken als Lupe und verkürzen die Brennweite des Objektivs. Gleichzeitig bleibt der Auszug des Objektivs erhalten wodurch ein kürzerer minimaler Objektstand ermöglicht wird.



Vorteil Nahlinsen:

- kein Verlust an Lichtstärke der Gesamtoptik
- mitunter bessere Abbildungsqualität als mit Zwischenringen
- unterschiedliche Vergrößerungsmaßstäbe verfügbar (Abstufung der Nahlinsen in Dioptrien)

Nachteile Nahlinsen:

- Nahlinsen beeinflussen das Optische System des Objektivs
- Nahlinsen müssen zum Filtergewinde des Objektivs passen
- Abbildungsfehler durch „Chromatische Abberation“

Die chromatische Abberation beschreibt die unterschiedliche Brechung eines Lichtstrahl durch eine Linse in Abhängigkeit von dessen Wellenlänge. Unschärfen in der Abbildung sind die Folge. Dieser Fehler wird durch Kombination von Linsensystemen mit unterschiedlichen Brechzahlen versucht auszugleichen. Als Nahlinsen stehen kostenintensive Achromate zur Verfügung.

Die resultierende Brennweite lässt sich sehr leicht berechnen. Die Brechkraft in Dioptrien ist gleich dem Kehrwert der Brennweite. Ein 50 mm Objektiv hat demnach eine Brechkraft von $1/0,05\text{m} = 20$ Dioptrien. Zieht man nun die Brechkraft der Nahlinse hinzu ergibt sich die Gesamtbrechkraft und folglich die Gesamtbrennweite.

Brechkraft = 1/Brennweite (m)	50 mm Objektiv	=	20 Dioptrien
	Nahlinse (Beispiel)	=	+2 Dioptrien
Brennweite_{gesamt} = 1/ (Brechkraft Objektiv + Brechkraft Nahlinse)	Gesamtbrennweite	=	1/22 = 45,4 mm

Zur Berechnung des resultierenden Objektstandes benötigt man die Auszugslänge des Objektivs für eine bestimmte Entfernungseinstellung. Diese ist für jede Brennweite unterschiedlich. Die Auszugsverlängerung des Objektivs ist die Bildweite abzüglich der bildseitigen Brennweite Objektstand errechnet sich nun aus:

Der Arbeitsabstand für einen vordefinierten Abbildungsmaßstab errechnet sich aus:

Objektivauszug = (Abbildungsgröße * Gesamtbrennweite)/Objektgröße

$$d = \frac{\text{Gesamtbrennweite} \times (\text{Objektivbrennweite} + \text{Objektivauszug})}{(\text{Objektivbrennweite} + \text{Objektivauszug}) - \text{Gesamtbrennweite}}$$

C) Fazit

Zwischenringe und Nahlinsen bilden eine kostengünstige Alternative zu Makro-Objektiven und sind für Anwender zu empfehlen die gelegentlich Nahaufnahmen aufzeichnen möchten. Natürlich sind sie nicht mit dem optimierten Linsenaufbau und der Abbildungsqualität echter Makro-Objektive vergleichbar.

© 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

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

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

info@imaging-solutions.de