

Stacking / Fokus-Bracketing mit Lumix G-Kameras und den MFT-Makro-Objektiven PanaLeica 2,8/45mm und Olympus 2,8/60mm

Teil 2: Ausführliche Anleitung „L“

1. Vorbemerkungen

Das in den Lumix-G-Systemkameras installierte Fokus-Bracketing-Verfahren ermöglicht es, Foto-Serien aufzunehmen, bei denen sich die Fokus-Ebene automatisch von Foto zu Foto verschiebt. Durch eine geeignete Wahl der Größen, die das Bracketing beeinflussen, muss sichergestellt werden, dass sich die Schärfezonen der jeweils benachbarten Fotos überlappen und dass sich der Bracketing-Prozess über die gewünschte Tiefe des Aufnahme-Objekts erstreckt.

Nach dem Bracketing können die Fotos einer Serie mit einem entsprechenden Spezialprogramm zu einem über den gesamten Bracketing-Bereich scharfen Bild zusammengefügt werden („Stacking“). Diese Technik ist insbesondere im Nah- und Makrobereich wegen der dort sehr geringen Schärfentiefe interessant. Selbstverständlich kann das Bracketing nur mit Stativ und nur bei während der gesamten Belichtung einer Serie unbewegten Objekten funktionieren (erstarrte Raupe in Bild 1).

2. Technische Voraussetzungen, Ausrüstung

- Lumix-G-Kamera mit Menüpunkt „Fokus-Bracketing“
- ein zur Kamera kompatibles AF-Objektiv (für Fotos im Makro-Bereich und teilweise auch im Nahbereich kommen nur Makro-Objektive in Betracht; s. Kap. 5)
- Die in den Anleitungen enthaltenen Tabellen usw. gelten nur für die beiden folgenden MFT-Objektive: 1) **PanaLeica Makro 2,8/45 mm** , 2) **Olympus Makro 2,8/60 mm** (andere Objektive: s. Kap. 5)
- Stativ, Fernauslöser, evtl. Zollstock oder Maßband

3. Begriffe und Bezeichnungen (s. auch Bild 1)

Schritt s	steuert (objektiv-abhängig!) den Abstand zwischen den Einfeldfotos $s = 1 \Rightarrow$ geringer Abstand , $s = 10 \Rightarrow$ großer Abstand (s ist kein Wert in mm!) (zwischen 1 und 10 linearer Verlauf; z. B. ergibt eine Verdoppelung von s eine Verdoppelung der tatsächlichen Schrittweite Δw und eine Halbierung der Zahl der Fotos). Wie groß der Abstand (die Schrittweite Δw in mm) der Fotos tatsächlich ist, hängt von s , vom Objektiv, der Brennweite, dem Abbildungsmaßstab, der lfd. Nr. des Fotos und der Blendenzahl B_z ab.
Schritt s_{25}	Dieser s -Wert (gemäß Tab. 1 und 2) stellt eine Überlappung benachbarter Fotos von 25% und hiermit einen gleichmäßigen Schärfe-Eindruck des zusammengesetzten („gestackten“) Fotos sicher.
Schrittweite Δw	tatsächlicher Abstand (in mm) der Fokus-Ebenen zweier benachbarter Fotos. Dieser Abstand wird von Foto zu Foto größer; er ist also NICHT konstant!

- Bildzähler n** Anzahl der Fotos einer Serie; maximal kann $n = 999$ eingegeben werden.
- Sequenz $0 / +$** Die Fokus-Ebene verlagert sich mit jedem Foto weiter von der Kamera weg. Hierbei wird der Abbildungsmaßstab nach den Gesetzen der Perspektive von Foto zu Foto kleiner.
- Sequenz $0 / - / +$** Die Fokus-Ebene verlagert sich abwechselnd auf die Kamera zu / von der Kamera weg. Entsprechend wird der Abbildungsmaßstab größer / kleiner.
- Fokus-Ebene F_{E0}** Fokus-Ebene des ersten Fotos. Vom Fotografen muss auf diese Ebene (am besten manuell!) scharfgestellt werden.
- Fokus-Ebene F_{En}** Fokus-Ebene des letzten Fotos.
- e_0** Abstand der ersten Fokus-Ebene F_{E0} von der Vorderkante der zum verwendeten Objektiv gehörenden Original-Gegenlichtblende. Der Abstand muss senkrecht zur Sensor-Ebene gemessen (oder geschätzt) werden.
- a_B** Tiefe des Bracketing-Bereichs = Abstand zwischen erster Fokus-Ebene F_{E0} und letzter Fokus-Ebene F_{En} .
- $M_0 = 1: V_{k0}$** Abbildungsmaßstab bzgl. F_{E0} .
- V_{k0}** Verkleinerungsfaktor ; gehört zum Abbildungsmaßstab $M_0 = 1: V_{k0}$. Beide Größen beziehen sich auf die Fokus-Ebene F_{E0} !
(In der Fachliteratur wird V_k auch als β^{-1} bezeichnet.)

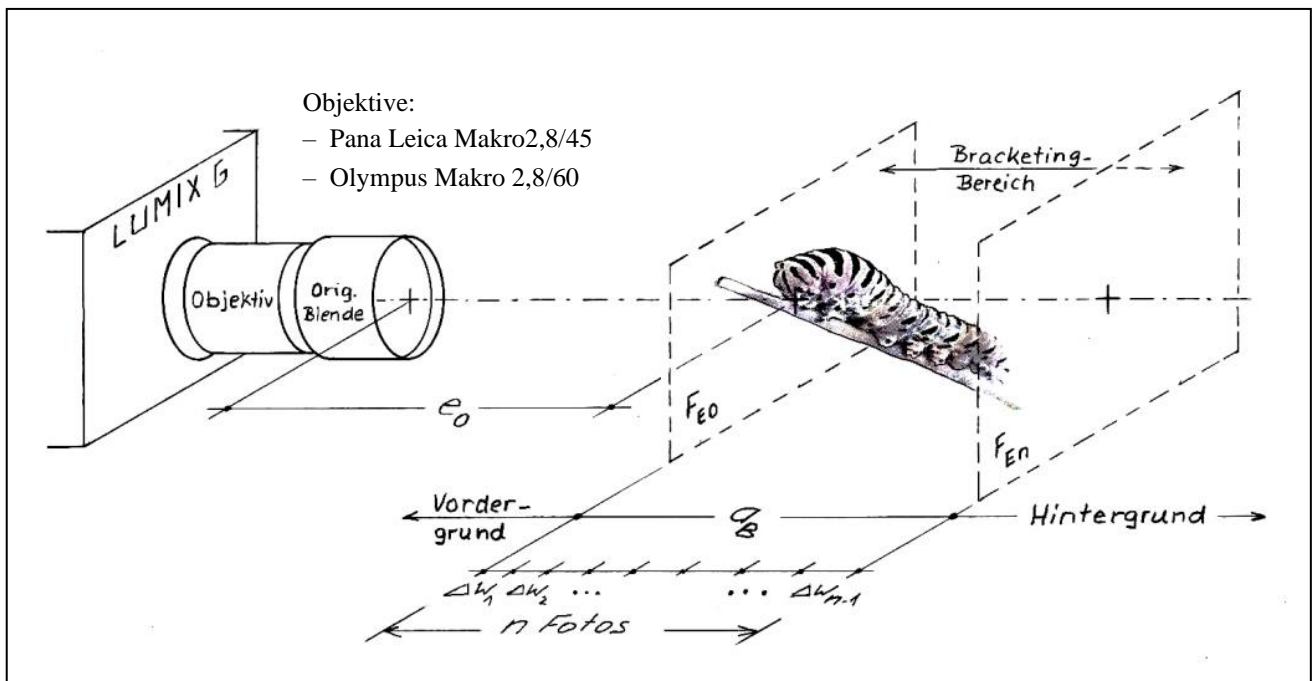


Bild 1. Fokus-Bracketing mit n Fotos.

Bracketing-Bereich der Tiefe a_B , (veränderliche) Schrittweite Δw_i .

Erste Fokus-Ebene F_{E0} mit dem Abstand e_0 von der Vorderkante der Gegenlichtblende, letzte Fokus-Ebene F_{En}

4. Durchführung des Bracketing

4.1 Vorbereitung [in eckigen Klammern: Menü-Punkt der G9]

1. Kamera auf das Stativ setzen, ausrichten, Weißabgleich, ISO-Wert usw. einstellen
2. Fernauslöser anschließen
3. Bildgröße wählen [REC-Menü 1/5]
4. Qualität wählen: JPG / RAW / JPG+RAW } (wegen der zahlreichen Fotos einer Serie genau überlegen, ob RAW erforderlich ist!)
5. Im Allg. den Verschlusstyp ESHTR wählen [REC-Menü 4/5]
6. MF-Lupe und Focus peaking aktivieren [IND-Menü 3/7 und 5/7]
7. **Fokus-Schalter auf MF** (in den beiden AF-Stellungen ist kein Fokus-Bracketing möglich!)
8. **Modusrad auf A** (Zeitautomatik)
9. Blende einstellen:
 - Kleine Blendenzahl (z. B. 2,8) \Rightarrow Vorder- und Hintergrund „verschwimmen“,
 - Große Blendenzahl (z. B. 8) \Rightarrow Vorder- und Hintergrund werden schärfer
 - Blendenzahlen ≥ 11 vermeiden \Rightarrow Beugungsunschärfe!
 - Kleine Blendenzahl \Rightarrow große Zahl n der Fotos (und umgekehrt)
10. Fokus-Bracketing [Rec 5/5]
 - **Sequenz 0 / +** wählen (die Sequenz 0/-/+ ist komplizierter; s. Abschn. 5.6)
 - **Schritt s** wählen: **s_{25}** (siehe Anm. 1)
 - PanaLeica 2,8/45:** entweder „pauschal“ **$s_{25} = 7$** oder genauer **nach Tab.1**
 - Olympus 2,8/60:** entweder „pauschal“ **$s_{25} = 5$** oder genauer **nach Tab.2**
 - **Bildzähler n** wählen: **$n = 999$** (= max n) (siehe Anm. 2)
11. Manuell auf die (zur Kamera hin gelegene) erste Fokus-Ebene F_{E0} scharfstellen

4.2 Bracketing ausführen und beenden

12. Kamera mit dem Fernauslöser auslösen: \Rightarrow Bracketing läuft automatisch ab
13. **Hierbei das Wandern der Fokus-Ebenen auf dem Monitor beobachten**
14. Wenn die Fokus-Ebene den gewünschten Endpunkt erreicht hat:
Bracketing durch Drücken der Menü/Set-Taste (im Vier-Richtungswähler) beenden

- Anm. 1:** **Der s_{25} -Wert ist von der Blendenzahl unabhängig!** (vgl. Abschn. 5.1)
 Mit den o. a. Werten **$s_{25} = 7$** (PanaLei 2,8/45) bzw. **$s_{25} = 5$** (Oly 2,8/60) bzw. **den Werten nach Tab.1, 2** ist sichergestellt, dass sich die Schärfentiefe-Bereiche benachbarter Fotos sich um mindestens 25% überlappen, sodass im später aus den Einzelfotos zusammengesetzten („gestackten“) Bild ein gleichmäßiger Schärfeverlauf entsteht. Kleinere s -Werte vergrößern die Überlappung und die erford. Zahl der Fotos.
 Dieser Schärfeverlauf **innerhalb** des Bracketing-Bereichs kann **nur über den s -Wert** verändert werden, **NICHT** über die Blendenzahl (!!) oder eine Änderung von n .
 Auf- und Abblenden verändert jedoch die Schärfe im **Vorder- und Hintergrund** (also **außerhalb** des Bracketing-Bereichs).
 Die Tiefe des Bracketing-Bereichs vergrößert sich mit s (und n).
- Anm. 2:** Eine genaue Vorab-Berechnung wie auch eine Vorab-Schätzung der erforderlichen Anzahl n der Fotos ist (wegen $\Delta w \neq \text{const}$) so kompliziert, dass sie nur mit hohem Aufwand durchführbar ist und deshalb für die Praxis kaum in Frage kommt (s. 5.5).
 Ein weiterer Nachteil bei $n < 999$: Wird n zu klein geschätzt, muss die gesamte Bracketing-Serie neu durchgeführt werden; deshalb: \Rightarrow **$n = 999$ wählen!**

4.2 Tabellen für Schritt s_{25} (\Rightarrow Überlappung des Schärfe-Bereichs benachbarter Fotos $\geq 25\%$)

Tab. 1. Schritt s_{25} für 25% Mindest-Überlappung
 $f = 45 \text{ mm}$ des Schärfebereichs benachbarter Fotos

	1	2	3
	V_{k0} ($M_0=1:V_{k0}$)	<i>Leica 2,8/45 mm:</i> e_0 ab VK Blende (mm)	S_{25} \Rightarrow mind. 25% Überlappung (gilt für alle B_z)
1	1,0 – 1,09	42 – 47	10
2	1,09 – 1,18	47 – 51	9
3	1,18 – 1,36	51 – 59	8
4	1,36 – 2,70	59 – 123	7
5	2,70 – 9,5	123 – 450	8
6	9,5 – 11,5	450 – 565	9
7	11,5 – ∞	565 – ∞	10

Tab. 2. Schritt s_{25} für 25% Mindest-Überlappung
 $f = 60 \text{ mm}$ des Schärfebereichs benachbarter Fotos

	1	2	3
	V_{k0} ($M_0=1:V_{k0}$)	<i>Oly 2,8/60 mm:</i> e_0 ab VK Blende (mm)	S_{25} \Rightarrow mind. 25% Überlappung (gilt für alle B_z)
1	1,0 – 1,07	38 – 40	10
2	1,07 – 1,15	40 – 43	9
3	1,15 – 1,28	43 – 48	8
4	1,28 – 1,54	48 – 59	7
5	1,54 – 2,25	59 – 93	6
6	2,25 – 7,40	93 – 393	5
7	7,40 – 9,60	393 – 521	6
8	9,60 – 11,8	521 – 648	7
9	11,8 – 13,8	648 – 764	8
10	13,8 – 16	764 – 892	9
11	16 – ∞	892 – ∞	10

5. Weiterführende Fragen

5.1 Auf- und Abblenden: Warum ist der s -Wert von der Blendenzahl unabhängig?

Beim Abblenden um eine Stufe (z. B. von $B_z 4$ auf 5,6; $5,6 = 4 \sqrt{2} \Rightarrow \text{Faktor } \sqrt{2}$)

- vergrößert sich die Schärfentiefe um diesen Faktor $\sqrt{2}$.
- Eigentlich könnte dementsprechend auch der s -Wert um $\sqrt{2}$ vergrößert werden.
- Stattdessen wird intern im Bracketing-Programm die tatsächliche Schrittweite Δw verdoppelt, sodass sich die Vergrößerung der Schärfentiefe nicht auf den s -Wert auswirkt. Das Ab- bzw. Aufblenden scheint also keinen Effekt zu haben.

Die beiden Effekte (die Vergrößerung der Schärfentiefe und – damit automatisch gekoppelt – die Vergrößerung der tatsächlichen Schrittweite Δw um denselben Faktor) heben sich also auf.

Dass das Abblenden keinen Effekt auf die Schärfentiefe zu haben scheint, geht jedem Fotografen natürlich absolut gegen jedes Gefühl!

5.2 Verwendung anderer Objektive (Lumix-G-AF-kompatibel!)

- **Objektive gleicher Brennweite (45 mm bzw. 60 mm) bzw. anderer Brennweite**

Beispiel: MFT-Sigma 2,8/60 mm

Test-Ergebnis bei $M=1:2$:

Die Schrittweite Δw ist ungefähr doppelt so groß wie bei dem Oly 2,8/60 mm.

Jedes Objektiv zeigt beim Bracketing also eine andere Charakteristik.

- \Rightarrow Die in den Tab. 1 und 2 zusammengestellten Ergebnisse gelten – **selbst bei gleicher Brennweite** wie die der beiden Test-Objektive – **nicht** für andere Objektive.

5.3 Verwendung von Objektiven mit Zwischenringen

- \Rightarrow Die in den Tab. 1 und 2 zusammengestellten Ergebnisse gelten hierfür nicht (s. o.)
- \Rightarrow Im Makro- und im Nahbereich eher ungeeignet, weil innerhalb des Bracketing-Bereich u. U. der Zwischenring (1) gegen einen schmalen Ring (2) ausgetauscht werden müsste, da der Fokussierbereich des Objektivs mit Ring (1) verlassen wird.
- \Rightarrow Die Messergebnisse für Δw weisen bei Wechsel des Zwischenrings eine sprunghafte Veränderung auf.

FAZIT: Die Verwendung von Objektiven mit Zwischenringen ist beim Bracketing nicht sinnvoll.

5.4 Verwendung von Vorsatzlinsen (z. B. Raynox)

Der Bracketing-Vorgang funktioniert bei Lumix-G-kompatiblen Objektiven auch mit einer Vorsatzlinse. Mit welcher Kombination aus Objektiv und Vorsatzlinse jedoch sinnvolle Ergebnisse erzielt werden, muss im Einzelfall ausprobiert werden.

5.5 Vorab-Berechnung bzw. -Schätzung der Anzahl n der erforderlichen Fotos einer Serie

- Genaue Vorab-Berechnung von n :

Wegen des nicht-linearen Zusammenhangs zwischen Δw und n muss n aus einer quadratischen Gleichung ermittelt werden, die neben den Koeffizienten der $\Delta w - n$ - Beziehung auch die Tiefe

a_B des Bracketing-Bereichs enthält (s. Teil 3). Wegen der Vielzahl der Parameter kann die Lösung nicht in Tabellenform dargestellt werden; dies würde ein umfangreiches Tabellenbuch ergeben.

Eine Lösung des Problems innerhalb einer App oder einer Excel-Anwendung ist jedoch denkbar.

- Vorab-Schätzung von n :

In Teil 3 werden hierfür Vorwerte in Tabellenform angegeben. Mit der dort näher erläuterten Methode ergeben sich Werte für n , die in der Regel deutlich zu groß sind. Auch hier sollte man also das Wandern der Fokus-Ebene während des Bracketings beobachten und den Vorgang rechtzeitig abbrechen.

- **Fazit :**

Die weiter oben vorgeschlagene Methode, $n = 999$ zu wählen und das Bracketing am gewünschten Punkt abzubrechen, dürfte für die Praxis der beste Kompromiss sein.

5.6 Sequenz 0 / – / +

- Bildzähler n : Anzahl der Schritte = $n/2$ in jede der beiden Richtungen – und +
- Schrittweite Δw und Schritt s :

Bei den „Minus-Schritten“ **verkleinert** sich die Schrittweite Δw von Schritt zu Schritt und **vergrößert** sich (wie bei der Sequenz 0 / +) bei den „Plus-Schritten“.

Deshalb sollte der Wert von s genau wie bei der Sequenz 0 / + eingestellt werden,

also entweder gemäß Tab. 1 und 2 oder „pauschal“; also $s = s_{25}$).

- Festlegen der ersten Fokus-Ebene F_{E0} :

Bei dieser Sequenz sollte die erste Fokus-Ebene F_{E0} ungefähr auf den vorderen Drittelspunkt des Bracketing-Bereichs gelegt werden. Dies ist deshalb sinnvoll, weil sich während des Ablaufs der „Minus-Schritte“ (hierbei bewegt sich die Fokus-Ebene zur Kamera hin) die Schrittweite Δw verringert, in „Gegenrichtung“ jedoch vergrößert. Würde F_{E0} in die Mitte des Bracketing-Bereichs gelegt werden, so würde die vordere (also kamera-seitige) Grenze des Bracketing-Bereichs deutlich schneller erreicht werden als die hintere Grenze.

- Grenze des Fokussierungsbereichs des Makro-Objektivs bei großen Abbildungsmaßstäben:

Da sich während des Ablaufs der „Minus-Schritte“ der Abbildungsmaßstab ständig vergrößert, kann die Grenze des Fokussierungsbereichs des Makro-Objektivs erreicht werden, bevor die vordere Grenze des Bracketing-Bereichs erreicht ist.

In diesem Fall wird das Bracketing vorzeitig automatisch abgebrochen; die Serie ist unvollständig.

Fazit: Die Sequenz 0 / – / + sollte möglichst vermieden werden.

5.7 Maßgebende Stelle für die Ermittlung des Wertes von s_{25}

Da sowohl die tatsächliche Schrittweite Δw wie auch die Schärfentiefe t_s bei den „Plus-Schritten“ von Foto zu Foto zunimmt, musste zu Anfang der Untersuchungen die ungünstigste Kombination dieser beiden Größen ermittelt werden. Es ergab sich, dass der Quotient aus Δw und t_s im Rahmen der Messgenauigkeit über den Bracketing-Bereich konstant ist. Für die weiteren Untersuchungen konnte also Δw_1 verwendet werden.