

Stereoskopische Bilder basierend auf

FOKUS-Bracketing

- Heribert Cypionka, Edeweicht -

Was ist Fokus-Bracketing?

Bracketing (von engl. to bracket, in Klammern einschließen) ist eine Funktion, die bei einer zunehmenden Anzahl neuer Digitalkameras genutzt werden kann. Sie ermöglicht es, mit einem Klick Bilderserien aufzunehmen, bei der einzelne Einstellungen über einen wählbaren Bereich (die „brackets“) automatisch variiert werden. Das können Belichtungszeit, Blende, Weißabgleich oder auch der Fokus sein. Anschließend kann man sich das beste Bild heraussuchen oder auch mehrere kombinieren. Hier wollen wir das mit Fokusserien im Nah- und Makrobereich tun. Die Kamera liefert uns einen Bilderstapel, in dem der Nahbereich sukzessiv von vorn nach hinten durchfokussiert ist.

Fokus-Stacking als zweiter Schritt zum 3D-Bild

Ein solcher Bilderstapel (engl. stack) kann nun mit geeigneter Software durch sogenanntes Fokus-Stacking zu einem einzigen Bild verarbeitet werden. Die dabei erreichte Schärfentiefe und Auflösung ist deutlich größer, als man es mit einer einzelnen Aufnahme erzielen kann. Fokus-Stacking-Software ist in manchen Kameras schon installiert. Es gibt auch weitere kommerzielle und kostenlose Programme. Als Autor des Freeware-Programms PICOLAY beschränke ich mich in diesem Artikel auf mein Programm. Ich kenne auch bisher keine Kamera, deren Software wie PICOLAY auch ein Tiefenkarte erstellt, die wir im weiteren für die Erstellung von 3D-Bildern nutzen werden.

Der unschätzbare Vorteil des Fokus-Bracketings ist, dass nichts bewegt werden muss.

Normalerweise muss man entweder das Objekt in feinen Schritten der Kamera annähern, oder man bewegt die Kamera auf das Objekt zu oder dreht am Fokussierring der Kamera. All das ist umständlich, zeitaufwändig, bringt die Gefahr der Verwacklung und ist bei Verwendung motorgetriebener Makroschienen teuer. Beim Fokus-Bracketing kann man sich einfach besser auf das Motiv konzentrieren.

Zubehör für das Fokus-Bracketing

Die Kamera sollte auf einem stabilen Stativ montiert sein. Man nutzt am besten den elektronischen Verschluss, da die Aufnahme von Bilderstapeln den mechanischen erheblich belastet und die Gefahr von Erschütterungen mit sich bringen könnte.

Abbildung 1: Lumix-GX 80 Kamera mit Zwischenring montiert auf einem Stativ mit Fokussierschiene für die Stereobasis-Verschiebung



Abbildung 2: Makro-Vorsatzlinse (Raynox M-250) und Zwischenringe für Micro-Four-Thirds-Kameras.



Objektive, Makrolinsen und Zwischenringe für den Nahbereich

Fokus-Bracketing kann man bei jedem (Zoom-)Objektiv nutzen, dessen Fokuseinstellung von der Kamera gesteuert werden kann. Man startet im Nahbereich des Objektivs, da die Aufnahmeserie stoppt, wenn die Einstellung bei ‚unendlich‘ am Anschlag ist. Um einen größeren Abbildungsmaßstab zu erreichen, kann man Zwischenringe (10 oder 16 mm) und Makrolinsen (z. B. Raynox M-150 oder M-250) verwenden, oder auch Kombinationen von Makrolinse und Zwischenring. Es ist sogar möglich, schwach vergrößernde Mikroskop-Objektive vor ein Teleobjektiv zu montieren. Dabei sollte es sich um Mikroskop-Objektive mit dem Unendlich-Symbol handeln, die parallele Bildstrahlen in das Kameraobjektiv schicken. Mehr als vierfach sollte die Vergrößerung nicht sein, da ansonsten die nutzbare Arbeitstiefe (Dif-

ferenz zwischen minimal und maximal fokussierbarer Distanz) sehr klein (< 3 mm) wird.

Mit Micro-Four-Thirds-Kameras lassen sich ohne großen Aufwand Abbildungsmaßstäbe (Verhältnis Bildbreite zu Sensorbreite, bei Micro-Four-Thirds-Kameras 17,31 mm) von 1:6 bis 4:1 erreichen. So deckt ein (oft als Kit-Objektiv zusammen mit der Kamera verkaufte) 12-60-mm-Zoomobjektiv den Bereich von 1:6 bis 1:4 ab. Mit Zwischenring oder Makrolinse wie in Abbildung 2 lässt sich ein Faktor von 1:2 erreichen. Allerdings wird mit dem Zwischenring der Arbeitsabstand recht klein (2 cm), während er bei der Makrolinse angenehmere 5 cm beträgt. Sehr vielseitig verwendbar und von ausgezeichneter Qualität ist das Olympus-60-mm-Makro-Objektiv (ED 1:2.8, Abbildung 4). Hier lassen sich Abbildungsmaßstäbe von 1:4 bis mehr als 1:1 bei genügend großen Arbeitsabständen nutzen. Ähnliche Vergrößerungen lassen sich durch die Ver-

Abbildung 3: Preisgünstiges No-Name-Mikroskopobjektiv (Abb.-Maßstab 1:1) mit RMS-Gewinde und Adapterring auf 52 mm zur Befestigung vor einem Teleobjektiv



Abbildung 4: Das Olympus-Makroobjektiv 60 mm ED 1:2,8 bietet verschiedene Makro-Bereiche.



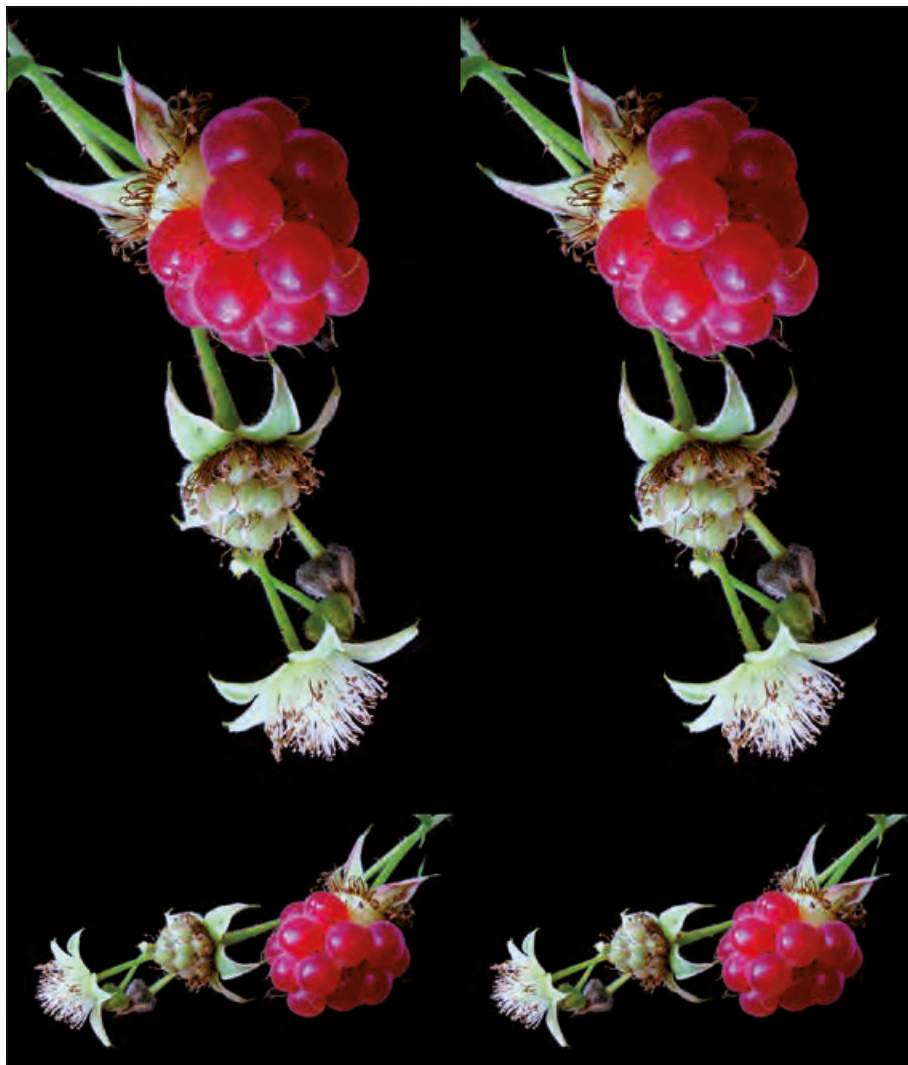


Abbildung 5: Fruchtentwicklung der Himbeere. Synthetische 3D-Bilder aus einem einzigen Bilderstapel. Stapelbild und Tiefenkarte lassen sich vor der Erzeugung des Stereobildes mit PICOLAY beliebig drehen. Ebenso ist die Bildtiefe einfach einstellbar.

wendung eines Teleobjektivs mit aufgeschraubtem Mikroskop-Objektiv (Abbildung 3) erreichen. Dabei nimmt allerdings die Lichtstärke ebenso ab wie die nutzbare Arbeitstiefe.

Beleuchtung

Natürliches Tageslicht kann eine sehr gute Beleuchtung sein, allerdings ergibt direktes Sonnenlicht oft zu starke Schatten und Lichtspitzen. Falls das Objekt Lichter spiegelt, kann man mit einem Diffusor (z. B. Papiertaschentuch) oder Videoleuchten eine weiche Ausleuchtung erzie-

len. Oft lassen sich durch schrägen Lichteinfall räumliche Strukturen reliefartig hervorheben.

Kamera-Einstellungen

Ein kleiner ISO-Wert (100 oder 200) hilft, das Rauschen zu minimieren. Die Fokussierung wird auf manuell eingestellt und die Blende des Objektivs geöffnet (4 oder 5.6), da dort die meisten Objektive ihre beste Abbildungsleistung haben und wir von geringer Schärfentiefe profitieren können. Die automatische Verwacklungskorrektur wird abgeschaltet, da sie zu Verzerrungen im



Abbildung 6: Mohnkapsel
Oben ein von PICOLAY erzeugtes synthetisches Bilderpaar aus einem einzigen Bilderstapel, unten mit Hilfe von StereoPhoto Maker erzeugtes Bilderpaar, das auf zwei mit Kameraverschiebung aufgenommenen Bilderstapeln beruht, die jeweils mit PICOLAY gestapelt wurden.

Bilderstapel führen könnte. Wie unten erklärt, kann man aus einem einzigen Bilderstapel ein synthetisches 3D-Bild erstellen. Manchmal wird das Ergebnis aber besser, wenn man zwei Bilderstapel mit Verschiebung um die Stereobasis aufnimmt. Dazu kommt, wie in Abbildung 1 dargestellt, zwischen Stativ und Kamera eine Fokussierschiene, die zum seitlichen Verschieben verwendet wird. Als Bildformat sollte man dann das breitere 16:9-Verhältnis wählen, da beim Justieren des späteren 3D-Bildes die Ränder seitlich beschnitten werden müssen.

Im Kamera-Menü wird das Fokus-Bracketing ausgewählt. Die Anzahl der Bilder sollte mindestens 30 betragen, um genügend Tiefenstufen für die Erstellung des 3D-Bildes zu haben. Mehr als 120 Bilder sind selten erforderlich. Allerdings ist es oft sinnvoll, das Objekt bis in den Hintergrund hinein scharf zu erfassen. Die Schrittgröße hängt von der verwendeten Optik ab und sollte so gewählt werden, dass der Fokus in der Sequenz kontinuierlich und nicht in sichtbaren Sprüngen wandert. Ich starte meist mit Schrittgröße 2 und 60 Aufnahmen pro Stapel und passe die Werte nötigenfalls an. Wichtig ist es, die Sequenz auf

0/+ und nicht auf -/0/+ zu stellen, da ansonsten der Fokus in der Bilderserie um den Mittelpunkt herum vor- und zurückspringt.

Einen oder zwei Bilderstapel?

Bevor man eine Bilderserie aufnimmt, stellt man den Fokus manuell auf die minimal mögliche Distanz und platziert das Objekt kurz dahinter in den unscharfen Bereich. Mit einem Klick wird dann ein Bilderstapel gewonnen. Da man im Unschärfen begonnen hat, stört es nicht, dass durch das Auslösen die ersten zwei oder drei Bilder noch verwackelt sein können. Diese werden vor der weiteren Bearbeitung gelöscht. Nun verschiebt man die Kamera mit der Fokussierschiene um ca. 20 % des sichtbaren Bildausschnitts zur Seite und nimmt einen zweiten Stapel auf. Ob man dann aus beiden Stapeln oder aus nur einem und der Tiefenkarte ein Stereobild erzeugt, kann man immer noch später entscheiden. Auf jeden Fall hat man den zweiten Stapel als Backup.

Sortieren der Bilderstapel und Fokus-Stacking

Normalerweise macht man nicht nur einen einzigen Bilderstapel und startet dann das

Fokus-Stacking, sondern nimmt mehrere auf, die in einer langen Liste auf der Speicherkarte der Kamera gespeichert werden. Um die einzelnen Bilderstapel zu trennen, kann man sich im Hauptverzeichnis der Speicherkarte leere Verzeichnisse mit den Namen ‚01‘, ‚02‘ ... anlegen. Davon kopiert man nun eine ausreichende Anzahl in das aktuelle Bilderverzeichnis und verschiebt dann die einzelnen Bilderstapel in jeweils ein Verzeichnis, wobei die unscharfen und evtl. verwackelten Bilder am Anfang gleich gelöscht werden.

Nun startet man PICOLAY und stellt unter ‚Stack operations‘ → ‚Set stacking parameters‘ zwei Parameter ein: ‚Align images‘ (Bilder ausrichten) und ‚Save depth map‘ (Tiefenkarte speichern). Anschließend sucht man im Hauptmenü das übergeordnete Verzeichnis der neuen Bilderstapel (‚File‘ → ‚Stack multiple subfolders‘ → ‚Select upper-level folder‘) und markiert alle Stapel-Verzeichnisse (‚Toggle marks‘).

Nach einem Klick auf ‚Go‘ werden nun die Bilder aller Unterverzeichnisse gestapelt und die Ergebnisse (scharfe Stapelbilder und Tiefenkarten) mit bildnummerspezifischen Namen im übergeordneten Verzeichnis abgelegt. Das kann je nach Anzahl der Stapel und der Bilder pro Stapel schon mal eine Stunde dauern ...

Von Stapelbildern zum Stereobild

Wenn man paarweise Bilderstapel mit Kamera-verschiebung aufgenommen hat, verschiebt man die zusammengehörenden Stapelbilderpaare jeweils in eigene Verzeichnisse ‚A‘, ‚B‘, ‚C‘ ... und verwendet z. B. das Freeware-Programm ‚Stereo-Photo Maker‘, um Stereobilder zu erzeugen. Dieses Verfahren möchte ich hier nicht beschreiben, da es den meisten bekannt sein dürfte.

Um aus einem einzigen Stapelbild ein ‚synthetisches‘ Stereobild – bzw. zwei Bilder mit leicht verändertem Betrachtungswinkel – zu gewinnen, benötigt man die Tiefenkarte. Stapelbild und Tiefenkarte werden mit PICOLAY geladen und die Tiefenkarte mit ‚Edit‘ (über dem rechten Fenster) → ‚Copy to depth map‘ als Tiefenkarte definiert. Das scharfe Stapelbild (wie übrigens auch die Tiefenkarte) kann man mit verschiedenen Funktionen von PICOLAY verbessern und retuschieren. Tatsächlich ist PICOLAY ein vollwertiges Bildbearbeitungsprogramm, das ich selbst ausschließlich zur Bildbearbeitung verwende. Anschließend

wird das optimierte Bild gespeichert und mit ‚Edit‘ → ‚Copy to result window‘ als Vorlage für das Stereobild definiert.

Die Einstellungen für das Stereobild werden über ‚3D view‘ (rechts über dem rechten Fenster) aufgerufen. Hier muss man die Tiefe des Bildes (z-Achse) einstellen, da PICOLAY nicht wissen kann, mit welchem Fokus-Vorschub die Bilder jeweils aufgenommen wurden. Um nicht lange rechnen zu müssen, wird die Tiefe im Vergleich zur Bildhöhe (y-Achse, in Prozent) angegeben. Hat man zum Beispiel eine Kugel durchfokussiert, sollten Bildhöhe und -tiefe gleich sein (100%). Außerdem kann man den Betrachtungswinkel der Augen einstellen, für den das Bild berechnet werden soll. Der liegt vor dem Bildschirm bei etwa 3°, bei einer Präsentation in einem großen Raum bei etwa 2°. PICOLAY kann nun verschiedene Stereoformate erzeugen. Am universellsten ist die Ausgabe als zwei separate Bilder für das linke und das rechte Auge. Diese kann man mit PICOLAY in eine mpo-Datei umwandeln (‚Image list‘ → ‚Generate MPO file‘) oder auch mit Stereo-Photo Maker weiter verarbeiten.

Vor- und Nachteile der Einstapelmethode

Oft lassen sich sowohl mit Hilfe zweier Bilderstapel als auch mit einem Stapel plus Tiefenkarte vergleichbar gute Stereobilder gewinnen. Anhand von Abbildung 6 können Sie sich hiervon selbst ein Bild machen.

Die Einstapelmethode hat neben zahlreichen Vorteilen allerdings auch wenige Nachteile.

Vorteile

- Man benötigt nur einen Bilderstapel, spart Zeit und Speicherplatz.
- Es gibt keine störenden Diskrepanzen (Lichtreflexe etc.) zwischen dem linken und rechten Bild, da beide aus demselben Stapel entstehen.
- Man muss beim Retuschieren nur ein Bild bearbeiten, und nicht zwei.
- Es ist kein Beschnitt der beiden Bilder erforderlich, da es keine Kameraverschiebung um die Stereobasis gegeben hat.
- Vor dem Erstellen eines Stereobildes kann man Stapelbild und Tiefenkarte beliebig drehen, während bei zwei Stapeln die Kameraverschiebung die Horizontale festlegt.

- Bildtiefe und der Betrachtungsabstand lassen sich bei synthetischen Stereobildern perfekt einstellen.
- Die Einstapelmethode ist insbesondere bei großen Abbildungsmaßstäben dem Zweistapel-Verfahren überlegen.

Schwachpunkte


- Sind in einem Motiv größere Bereiche ohne Strukturen, wird die Tiefenkarte ungenau.
- Überlappende Feinstrukturen (z. B. Haare in einigem Abstand voneinander) können Interferenzen erzeugen.
- Problematisch kann ein strukturierter Hintergrund werden. Wird er nicht im Bilderstapel durchfokussiert, scheint er sich wie eine Wand aufzurichten. Oft ist es vorteilhaft, Objekte vor strukturlosem Hintergrund darzustellen.

Alternative Aufnahmeverfahren

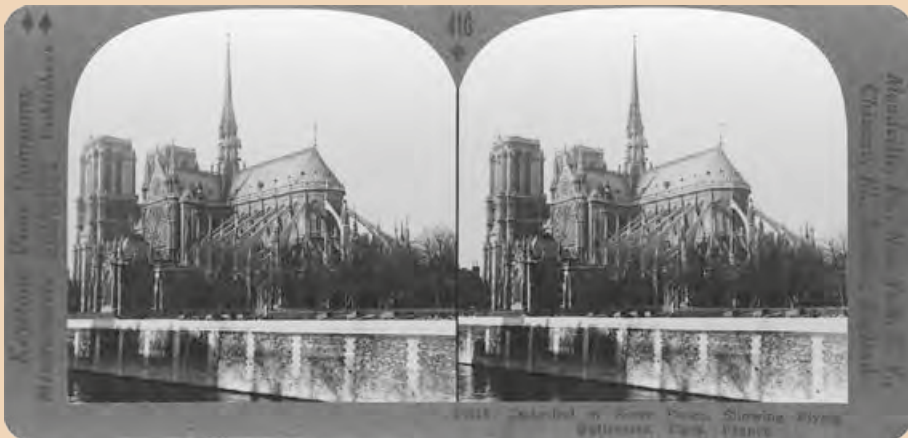
Wer keine Kamera mit Bracketing-Funktion hat,

kann vielleicht auf andere Aufnahmeverfahren ausweichen, um die hier beschriebenen Möglichkeiten zu nutzen. So gibt es etwa für ältere Sony-Kameras (mit Android-basiertem Betriebssystem) freie Software, die der Kamera entsprechende Fähigkeiten verleiht. Weiterhin gibt es von professionellen Anbietern Hardware, die entweder zwischen Kamera und Objektiv einzusetzen ist, oder mit der Objekt und Kamera schrittweise aufeinander zubewegt werden.

Schließlich kann man auch Video-Stacking durchführen. Mit vielen Kameras kann man 4K-Videos aufnehmen, in wenigen Sekunden das Objekt durchfokussieren und die Frames (mit immerhin 8 Megapixeln) extrahieren und wie beim Fokus-Bracketing verarbeiten. Allerdings muss man für die Aufnahme genügend Licht haben, da 30 Bilder pro Sekunde aufgenommen werden, und kann das Raw-Format nicht nutzen.

Bebilderte Beschreibungen im pdf-Format zum Fokus-Bracketing und Video-Stacking findet man auf der PICOLAY-Seite (www.picolay.de). 

3D-BILDER FÜR DEN WIEDERAUFBAU VON NOTRE DAME



Ein Professor der Universität Bamberg hilft beim Wiederaufbau der bei einem Brand schwer beschädigten Kathedrale Notre-Dame in Paris:

Kunsthistoriker Stephan Albrecht wird 3D-Aufnahmen des Querhauses und Farbanalysen des Nord- und Südportals zur Verfügung stellen, teilte die Hochschule mit. Diese Daten waren im Rahmen eines mehrjährigen Forschungsprojekts gesammelt worden. Aus ihnen soll nun ein 3D-Modell der Kathedrale entstehen, das wiederum als Grundlage für den Wiederaufbau dienen soll. Auslöser des Brands in Notre Dame Mitte April 2019 war vermutlich eine brennende Zigarette oder ein Kurzschluss bei Bauarbeiten auf dem Dach.

Quelle: DPA