

Stereo 3D 360° Bullet Time Effekt Rig

Joscha Bitsch, Matrikel-Nr.: 41317

Einleitung

Was wäre, wenn „The Matrix“¹ in stereoskopischem 3D (S3D) gedreht wäre? Neben dem allgemeinen Mehraufwand wie Stereokalkulation und Kameraausrichtung, der mit einer S3D-Produktion einhergeht, hätten auch einige Effekte für S3D neu aufgesetzt werden müssen. Einer dieser Effekte ist der Bullet Time Effekt, bei dem der Eindruck einer Kamerafahrt um ein zeitlich eingefrorenes Objekt erzeugt wird².

Auch als „time freeze“ oder „time slice“ betitelt², ist der Bullet Time Effekt spätestens seit „The Matrix“¹ so gut wie jedem bekannt. Durch die Nutzung vieler Kameras, die gleichzeitig aufnehmen, kann so die Zeit „eingefroren“ werden und die Illusion einer sich bewegenden Kamera erzeugt werden. Hierfür wird in der entsprechenden Bildfrequenz von Kamerabild der einen zu Kamerabild der nächsten Kamera gesprungen.

Die Sony RX0³ ist eigentlich eine Actionkamera und zählt bei Sony eher zu den Consumer Geräten. In Verbindung mit einer separat erhältlichen Camera Control Box⁴ wird sie aber auch für professionelle Nutzer interessant. Durch diese Control Boxen lassen sich gleich mehrere Kameras über Netzwerk steuern und vor allem synchronisieren⁵. Dies ist sowohl für stereoskopisches 3D als auch für einen Bullet Time Effekt essenziell wichtig, da so keine zeitlichen Versetzungen zwischen den Einzelbildern der Kameras entstehen (siehe Abbildung 1).

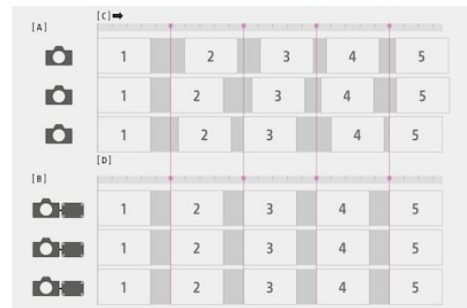


Abbildung 14: Videosynchronisierungs- und Zeitstapfung der RX0³

Das für den Effekt benötigte Rig setzt sich aus zwei Teilgruppen zusammen. Zum einen das für die RX0³ Kameras angepasste Stereo-Rig, zum anderen das Gestell, an dem die einzelnen Stereo-Rigs angebracht werden. In Zusammenhang mit der Datensatzerstellung, für die insgesamt nur zwei Kameras zur Verfügung standen, musste das Gestell entsprechend so gebaut werden, dass eine genaue Kreisfahrt um die Objekte, die im Bild „eingefroren“ werden sollten, möglich ist.

Ziel der Arbeit ist die Anfertigung einer Konstruktion, um mit nur einem Stereo-Rig einen Datensatz zu erstellen, der dem eines S3D 360° Bullet Time Effekts gleicht, um die Wirkung eines solchen Effekts in 3D zu ergründen. Hinzu kommt die Konzeption einer Konstruktion für einen echten S3D 360° Bullet Time Effekt durch die Skalierung der Ergebnisse.

Stereo-Rig

Stereo-Rigs sind „spezielle Gestelle, die der Aufnahme mit zwei Kameras in Stereo-3D-Konfiguration dienen“⁶. Die Kameras werden dabei allein in der Horizontalen um einen gewissen Abstand, der Stereobasis, zueinander verschoben. Dafür müssen die Kameras so ausgerichtet werden, dass sie absolut parallel zueinanderstehen.

Ansatz

Für das Stereo-Rig standen zu Beginn zwei verschiedene Möglichkeiten fest. Entweder ein handelsübliches Side-by-Side-Rig, also einer Platte, auf der die Kameras montiert und zueinander verschoben werden⁶ oder die Möglichkeit eines extra für die RX0³ modellierten 3D-

Druckes, ebenfalls in Side-by-Side Konfiguration. Ein Spiegel-Rig, bei dem die beiden Kameras ihr jeweiliges Bild über einen halbdurchlässigen Spiegel erhalten⁶, wurde aufgrund des Aufwands und der Größe im Vorhinein ausgeschlossen.

Der 3D-Druck wurde dabei in der CAD-Software FreeCad⁷ modelliert (siehe *Abbildung 2*). Bei der Kalkulation der Szenen wurde eine Stereobasis von 65 mm festgelegt, die in die Modellierung eingebracht wurde, da diese im Nachhinein nicht variabel einstellbar ist.

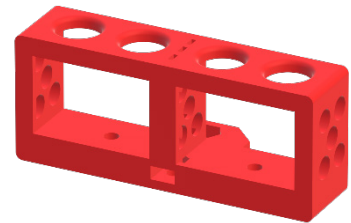


Abbildung 2: 3D-Modell aus Free-Cad⁷

Die beiden möglichen Rigs wurden anschließend verglichen und das für den Effekt besser geeignete ausgewählt. Dabei wurde vor allem auf folgende Punkte geachtet:

- Kosten des Rigs, vor allem in Betracht der benötigten Menge
- Benötigter Aufwand, um die Kameras im Rig auszurichten
- Größe des Rigs in Betracht des begrenzten Platzes im Kreis

Ergebnisse

Nachdem der Druck mithilfe eines standardmäßigen Filament-3D-Druckers ausgedruckt wurde, konnten die Kameras einfach in das Rig eingesetzt werden (siehe *Abbildung 4*) und waren ohne weiteres Ausrichten in sehr guter Position. Dies zeigt das in *Abbildung 3* zu sehende, unbearbeitete Differenzbild einer Testchart. Hier zeigt sich nicht viel mehr als ein leichter vertikaler Versatz, der in der Postproduktion einfach zu korrigieren ist.

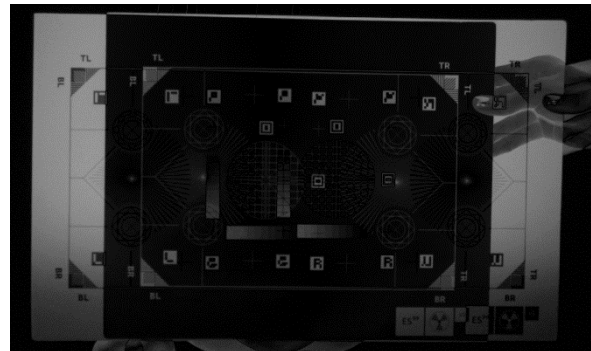


Abbildung 3: unbearbeitetes Differenzbild einer Testchart, aufgenommen mit zwei RX0s³ im 3D-Druck

Die Ausrichtung der Kameras auf einem normalen Side-by-Side-Rig ist indessen deutlich aufwendiger. Da die Live-Feeds der Kameras nicht einfach in einem Differenzbild übereinandergelegt werden können, muss nach jeder Korrektur der Ausrichtung ein Bild mit den Kameras aufgenommen, extern analysiert und anhand der daraus gewonnenen Erkenntnisse die Ausrichtung angepasst werden. Diese Schritte wiederholen sich, bis die Ausrichtung stimmt. Der Aufwand ist schon bei nur einem Rig sehr groß und skaliert sich bei mehreren entsprechend.



Abbildung 4: 3D-Gedrucktes Side-by-Side Rig mit zwei RX0³ Kameras

Auch der Preis des 3D-Drucks ist deutlich geringer als der eines professionelles Side-by-Side-Rigs. Kostet ein solches gut und gerne mehrere Tausend Euro, lässt sich ein einfacher 3D-Druck im einstelligen Euro-Bereich bewerkstelligen. Auch bei hochwertigeren Drucken liegt man hier immer noch unter 100 Euro. Dies ist vor allem in Betracht der Skalierung des Effekts wichtig, da entsprechend viele Stereo-Rigs benötigt werden.

Nachteilig ist am 3D-Druck, dass die Stereobasis im Vorhinein festgelegt werden muss und eine Änderung dieser nur mit einem neu modellierten Druck einhergeht. Ein Vorteil, der sich hierdurch jedoch ergibt, findet sich in der Breite des 3D-Drucks. Da die einzelnen Stereo-Rigs für einen S3D 360° Bullet Time Effekts nebeneinander angeordnet werden müssen, bestimmt die Breite, wie viele dieser Rigs in den Kreis nebeneinander passen. Wie in *Abbildung 5*

verdeutlicht befindet sich bei einem Standard Side-by-Side-Rig, bei dem sich die Stereobasis einstellen lässt, links und rechts neben den Kameras ein großer Raum, der nicht genutzt werden kann. Durch die feste Stereobasis beim 3D-Druck wird hier kein Platz verschwendet und es können mehr Bilder aufgenommen werden.

klassisches
Side-by-Side-Rig

3D-Druck

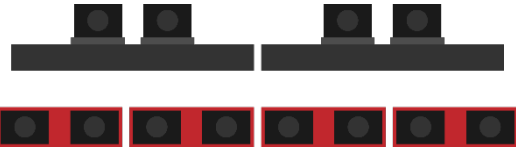


Abbildung 5: Vergleich der Breite zwischen Side-by-Side-Rig und 3D-Druck

Insgesamt bietet der 3D-Druck mit wenig Aufwand qualitativ sehr gute Ergebnisse. Die Anpassbarkeit und die kostengünstige Herstellung sprechen ebenfalls für ihn, weswegen die Wahl auf diese Art des Stereo-Rigs fiel.

Gestell

Für einen 360° Bullet Time Effekt müssen die Kameras, in diesem Fall die Stereo-Rigs, im Kreis um die aufzunehmenden Objekte positioniert werden. Daher wird eine Konstruktion benötigt, an der man die Stereo-Rigs gleichmäßig zueinander befestigen kann. Als Grundgerüst bieten sich in diesem Fall Traversenkreise sehr gut an, da sie einen exakten Kreis bilden und leicht zu beschaffen sind. Diese gibt es in festen Größen, weshalb hier das Gestell in Abgleich mit dem Set-Design auf einen Durchmesser von 2 Metern festgelegt wurde.

Da die Datensatzerstellung mit zwei Kameras, also einem einzelnen Stereo-Rig durchgeführt werden sollte, musste das Gestell entsprechend angepasst und vereinfacht werden. Die Erkenntnisse daraus wurden anschließend genutzt, um ein Rig zu konzipieren, mit dem ein echter S3D 360° Bullet Time Effekt mit mehreren Stereo-Rigs erstellt werden kann.

Ansatz

Für die Datensatzerstellung wurde das Gestell wie ein Zirkel aufgebaut. Das Stereo-Rig befand sich auf einem kleinen Dolly, der über ein Rohr mit einem Lager in der Kreismitte verbunden war, wie es in *Abbildung 6* zu sehen ist. So konnte man den Dolly in einer perfekten Kreisbewegung um die Objekte in der Kreismitte bewegen.

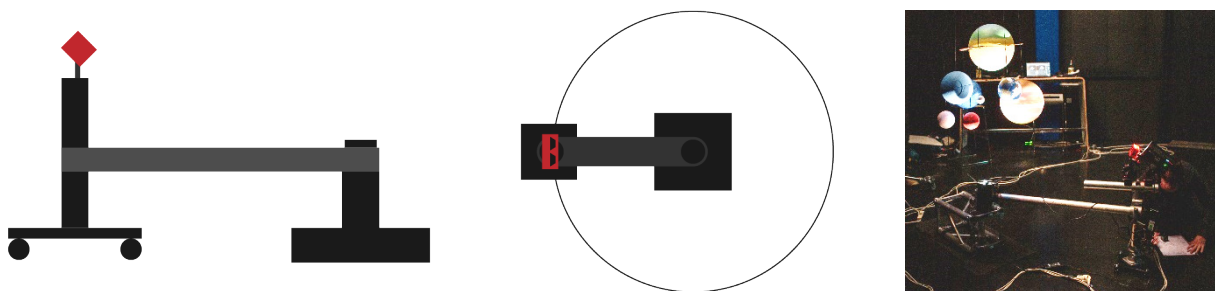


Abbildung 6: Zeichnung des "Zirkel"-Gestells von der Seite und von oben, sowie Abbildung des realen Gestells

Um ein möglichst realitätsnahes Ergebnis zu bekommen, wurde berechnet, wie oft das Stereo-Rig in den Umfang des zu fahrenden Kreises passt. Mit dem Dolly wurden dementsprechend die einzelnen Positionen angefahren.

Ergebnis

Mithilfe des „Zirkel“-Gestells konnte ein qualitativ hochwertiger Datensatz erstellt werden. Durch die nahezu perfekte Kreisbewegung konnte die Illusion einer ruhigen und gleichmäßigen Kreiselfahrt erzeugt werden, die unter anderem einen guten 360° Bullet Time Effekt ausmacht.

Da der Umfang des abzufahrenden Kreises 6,28 m betrug und das Stereo-Rig eine Breite von 13,5 cm besaß, würden maximal 46 Stereo-Rig nebeneinander in den Kreis passen. Um entsprechend 46 Positionen anzufahren, wurde der Dolly jeweils um 13,65 cm verschoben. Bei einer Bildfrequenz von 25 fps entstand so pro Set ein Clip mit einer Länge von knapp 2 Sekunden.

Fazit

Durch die Erkenntnisse konnte nun ein Rig für einen echten S3D 360° Bullet Time Effekt konzipiert werden. Dieses könnte wie folgt aussehen:

Je nach Größe des aufzunehmenden Objekts / der aufzunehmenden Objekte, wird mithilfe einer entsprechenden Stereo-Kalkulation ein passender 2-Punkt Traversenkreis ausgewählt. Dieser kann nun auf Stativen befestigt oder auf den Boden gelegt werden.

Um die einzelnen Stereo-Rigs am Traversenkreis zu befestigen, empfiehlt sich ein weiteres 3D-Druck-Teil zu designen. Dieses sollte wie in *Abbildung 7* zu sehen auf die beiden Rohre des Kreises aufliegen und eine schon entsprechend angewinkelte Befestigungsmöglichkeit für das Stereo-Rig bieten. Durch die Auflage auf zwei festen Punkten sowie den vorgegebenen Winkel können die vielen Stereo-Rigs, die für einen S3D 360° Bullet Time Effekt benötigt werden, absolut gleichmäßig angebracht werden. Wird nun noch wie in *Abbildung 7* zu sehen auf einen gleichen Abstand der Befestigungen geachtet, kann ein entsprechend gutes Ergebnis erwartet werden.

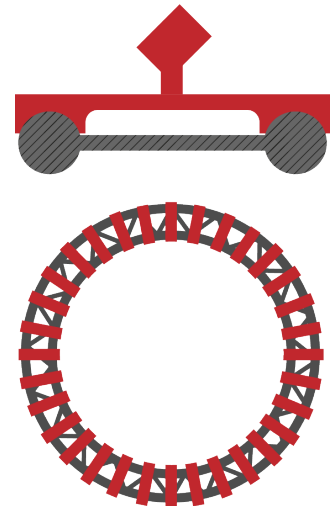


Abbildung 7: Traversenhalterung seitlich und von oben

Aufgrund der Maximalanzahl an Stereo-Rigs, die man in den Kreis setzen kann, gibt es jedoch eine Mindestgeschwindigkeit der Kamerafahrt, die ohne Änderung der Bildfrequenz nicht geändert werden kann. Eine Möglichkeit eine langsamere Fahrt zu erzeugen wäre die Zwischenbildberechnung, bei der virtuelle Kamerabilder erzeugt werden. Dies ist ein interessantes Thema, um das real Rig zukünftig digital zu erweitern.

Quellen

¹ The Matrix. USA 1999, 136 Min. Regie: The Wachowskis.

² Wikipedia (o.V., o.J): Bullet Time. URL: https://de.wikipedia.org/wiki/Bullet_Time, abgerufen am 30.06.2021.

³ Sony: RX0. URL: <https://www.sony.de/electronics/cyber-shot-kompaktkameras/dsc-rx0-dsc-rx0g>, abgerufen am 30.06.2021.

⁴ Sony: Camera Control Box. URL: <https://www.sony.de/electronics/cyber-shot-kompaktkameras-sonstiges-zubehoer/ccb-wd1>, abgerufen am 30.06.2021.

⁵ Sony: Camera Control Box Technische Daten und Funktionen. URL: https://www.sony.de/electronics/cyber-shot-kompaktkameras-sonstiges-zubehoer/ccb-wd1#product_details_default, abgerufen am 30.06.2021.

⁶ Tauer, Holger: Stereo 3D. Grundlagen, Technik und Bildgestaltung. 1. Auflage. Berlin, Schiele & Schön. Seiten: 524, 383, 391.

⁷ FreeCad. 2002. Version 0.18. URL: <https://www.freecadweb.org/>.