

Die Bryce Kamera

Die Bryce Kamera ist eine ideale Kamera und fehlerfrei. Sie hat ein geradliniges "Zoom-Objektiv" mit einem weiten Bereich von Weitwinkel bis Tele und verschiedene Regler, und kann Teile ausschneiden.

FOV (°)

FOV steht für Field of View oder Field of Vision (Gesichtsfeld). Dieser Begriff ist etwas verwirrend, den FOV wird oft definiert als die Breite in Meter einer Szene, die mit einem Objektiv mit einer spezifischen Fokaldistanz in einem bestimmten Abstand von der Kamera aufgenommen werden kann. Andere definieren FOV als den horizontalen Gesichtswinkel.

In der Fotografie wird für FOV normalerweise der Begriff AOF (angle of view = Gesichtswinkel) verwendet und in Grad (°) angegeben. Der für Objektive, angegebene Winkel wird in der Diagonalen von einer Bildecke zur gegenüberliegenden gemessen.

Wenn wir mit Bryce arbeiten, interessiert uns normalerweise AOF_h, der horizontale Gesichtswinkel. Wenn wir eine herkömmliche 35 mm SLR (single-lens reflex) Kamera annehmen, dann ist das Seitenverhältnis des Films 2:3; 24 mm hoch und 36 mm breit, die Diagonale 43.267 mm. Der "Film" in der Bryce Kamera hat ein anderes Seitenverhältnis, nämlich 3:4. Wir können die Filmgröße annehmen als 27 mm hoch und 36 mm breit, was eine Diagonale von 45 mm ergibt. Das Seitenverhältnis bleibt unabhängig vom Seitenverhältnis des Dokumentes.

Der Winkel, welcher in das FOV-Feld der Bryce Kamera eingetragen wird, ist der Winkel gemessen in der Diagonalen bei einem Seitenverhältnis von 3:4. In diesem Seitenverhältnis ist die Diagonale 1.25 Mal länger als die Breite; oder andersherum, die breite Seite entspricht 80% der Länge der Diagonalen.

Deshalb ist der resultierende Gesichtswinkel in der Breite nur 80% des im FOV-Feld eingetragenen Winkels. Um das horizontale Gesichtsfeld zu erhalten, muss der gewünschte Winkel mit 1.25 multipliziert und dieser Wert in das FOV-Feld eingetragen werden.

$$\text{Horizontal AOF} = \text{Bryce FOV} * 0.8$$

$$\text{Bryce FOV} = \text{Horizontal AOF} * 1.25$$

Scale (%)

Obwohl ich es nicht nicht mit Sicherheit sagen kann, scheint, dass Scale der Länge der Diagonalen des "Films" entspricht. Ist Scale 100%, dann entspricht der eingegebene FOV Wert dem Winkel des diagonalen Gesichtswinkels.

Falls Scale kleiner ist als 100% vergrößert sich der Gesichtswinkel wie wenn der FOV Wert vergrößert wird. Das "Objektiv" wird progressiv zu einem Weitwinkelobjektiv.

Falls Scale größer ist als 100% verkleinert sich der Gesichtswinkel wie wenn der FOV Wert verkleinert wird. Das "Objektiv" mutiert zunehmend zu einem Teleobjektiv.

Wie man AOF von FOV und Scale berechnet

Der Gesichtswinkel wird von drei Parametern bestimmt. Zwei müssen bekannt sein, der dritte kann berechnet werden.

- f: Fokallänge (Brennweite) des Objektivs in mm,
- d: Diagonale des Films in mm,
- α: Gesichtswinkel (diagonal) in ° (Grad).

Der absolute Wert der Brennweite (f) ist unwichtig, ebenso der absolute Wert der Filmdia-
gonalen (d). Die Berechnungen werden vereinfacht, wenn nur allgemeine Werte benutzt
werden. Der einzige Wert, der absolut angegeben werden muss, ist der Gesichtswinkel (α).

Der allgemeine Wert von d ergibt sich, wenn 100 durch den Scale Wert dividiert wird:

$$d = 100 (\%) / \text{Scale } (\%).$$

Von d und α , wie im FOV Feld eingetragen, kann f berechnet werden:

$$f = d / (2 * \tan (\alpha / 2)).$$

Wenn d und f bekannt sind kann α bestimmt werden:

$$\alpha = 2 * \arctan (d / (2 * f)).$$

Scale berechnet sich aus f und α :

$$\text{Scale} = f * 2 * \tan (\alpha / 2) * 100. \quad \text{Einfacher: } \text{Scale} = f * 200 * \tan (\alpha / 2).$$

Das sind alle Formeln, die benötigt werden. Etwas Trigonometrie (Tangent), aber die Taschen-
rechner haben ja eine Taste, welche dies vollbringt, ohne dass man Mathematiker sein muss.
Man muss nur sicherstellen, dass der Rechner in Grad (deg) rechnet. Falls er mit Radianten
(rad) rechnet, kann man mit diesen Formeln Radianten in Grade und umgekehrt konvertieren
($\pi = 3.14159$):

$$\text{deg} = \text{rad} * (180 / \pi),$$

$$\text{oder } \text{deg} = \text{rad} * 57.296.$$

$$\text{rad} = \text{deg} * (\pi / 180),$$

$$\text{oder } \text{rad} = \text{deg} * 0.0175.$$

Beispiele

Einige Beispiele sollen die Formeln für d, f und α klar machen. Da die Formeln allgemeine
Werte benutzen, außer für α , sollte man sich nicht wundern, wenn unmögliche Werte für die
Brennweite herauskommen.

FOV auf 60° gesetzt, Scale auf 100%. Wie viele Grad ist der horizontale Gesichtswinkel AOF?

$$60^\circ * 0.8 = 48^\circ$$

Auf welchen Wert muss FOV bei Scale 100% gesetzt werden, um ein horizontales AOF von
60° zu erhalten?

$$60^\circ * 1.25 = 75^\circ$$

Auf welchen Wert muss Scale gesetzt werden, um ein horizontales AOF von 60° zu erhalten,
wenn im FOV Feld 60° eingetragen ist? Dies ist etwas komplizierter. Zuerst wird die Brenn-
weite vom FOV Wert bei Scale 100% berechnet.

$$d = 100\% / 100\% = 1.$$

$$f = d / (2 * \tan (\alpha / 2)) = 1 / (2 * \tan (30)) = 1 / (2 * 0.577) = 1 / 1.155 = \underline{0.866}.$$

Mit dieser Brennweite wird Scale für das horizontale AOF berechnet, so dass AOF = FOV.

$$\begin{aligned} \text{Scale} &= f * 2 * \tan ((\alpha * 0.8) / 2) * 100 = 0.866 * 2 * \tan (48 / 2) * 100 \\ &= 0.866 * 2 * \tan (24) * 100 = 0.866 * 2 * 0.445 * 100 = \underline{77.04} (\%). \end{aligned}$$

Antwort: Um den horizontalen Gesichtswinkel von 60° zu erhalten, wenn FOV 60° ist, muss
Scale von 100% auf 77.04% verkleinert werden.

Für die Scale Berechnungen um AOF = FOV zu erhalten, benutzen wir allgemeine Werte für
die Brennweite, Scale ist ursprünglich 100% und die Diagonale 1. Wird die Bryce Kamera mit
einer 35 mm Kamera verglichen, erhalten wir eine Diagonale von 45 mm bei der Annahme,

dass die Bildhöhe 27 mm und die Breite 36 mm beträgt, da das Seitenverhältnis der Bryce Kamera unabhängig von der Dokumentgröße 3:4 ist. Diese Formel würde uns die Brennweite der Bryce Kamera geben.

$$f = 45 / (2 * \tan(\alpha / 2)).$$

$$\text{Genauer: } f = (45 * d) / (2 * \tan(\alpha / 2)).$$

Bei Benutzung obiger Formel erhalten wir für die Brennweiten (Fokallängen) für FOV 30°, 60°, 90° und 120° (bei Scale 100%) von 84 mm, 39 mm, 22.5 mm und 13 mm.

Zu beachten ist, dass die Bryce Kamera ein geradliniges "Objektiv" hat. Für ein Fischauge wären die Formeln anders, ebenso die Verzerrungen wenn mit weitem FOV gerendert würde.

Und was ist mit dem vertikalen Gesichtswinkel?

Die Bryce Kamera hat ein Seitenverhältnis von 3:4, unabhängig davon, wie das Seitenverhältnis für das Dokument eingestellt ist. Falls das Seitenverhältnis des Dokumentes geändert wird – vorausgesetzt FOV und Scale bleiben unverändert – ändert das horizontale AOF nicht. Ist der horizontale Gesichtswinkel 60° bei einer Dokumentgröße von 1600 x 1000, bleibt dieser Winkel wenn das Dokument auf 800 x 1000 verändert wird. Der vertikale Gesichtswinkel wird sich ändern, nicht aber das Seitenverhältnis der Kamera.

Bei einem 1600 x 1000 Dokument mit einem horizontalen AOF von 60° wird das vertikale AOF 37.5° (60 / 8 * 5). Wird das Dokument auf 800 x 1000 geändert, wird das vertikale AOF 75° (60 / 4 * 5), und bei 1000 x 1000 60°. Nun, nicht genau. Das stimmt nur bei einem Dokumentseitenverhältnis von 4:3 – dann erhalten wir für 60° horizontal 45° vertikal. Der Fehler beträgt aber nur einige Prozente.

$$AOF_v \cong AOF_h * \text{Dokument Seitenverhältnis.}$$

Nicht vergessen: Der horizontale Gesichtswinkel ist die Referenz, nicht FOV, welcher den diagonalen Winkel für ein Seitenverhältnis von 3:4 gilt.

DOF (Depth of Field = Schärfentiefe)

Die Berechnung der Schärfentiefe ist aufwändig. Wikipedia zeigt die relevanten Formeln unter diesem Link: <https://de.wikipedia.org/wiki/Schärfentiefe>. Unglücklicherweise sind die DOF Parameter in den Render Optionen ziemlich verwirrend.

Lens Radius ist nicht der Durchmesser der Blende. Es scheint sich um ein Verhältnis zur Brennweite handelt, sicher nicht der erwartete Blendendurchmesser.

Eine Vergrößerung des Lens Radius resultiert in einer engeren Schärfentiefe, eine Verkleinerung ergibt einen tieferen Schärfenbereich.

Focal Length ist überhaupt nicht die Fokallänge oder Brennweite, sondern die Distanz von der Kamera zum Objekt, auf welches scharf eingestellt werden soll; in Bryce Einheiten.

Allgemein hängt die Schärfentiefe ab von der Brennweite, dem Blendendurchmesser, der Vergrößerung und der Größe des Zerstreuungskreises.

Weitere Formeln https://en.wikipedia.org/wiki/Depth_of_field auf der Englischen Wiki Seite.

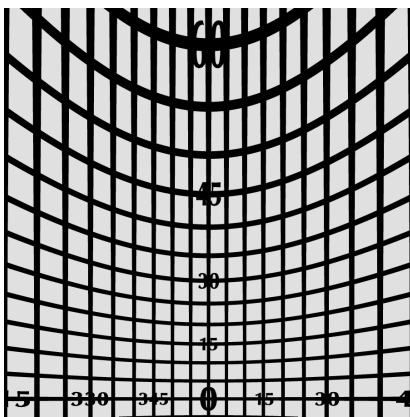
Verschieben (Pan V und Pan H)

Hier muss man sich den 2D "Film" vorstellen, auf welchen Bryce rendert. Wird die Kamera Position geändert oder gedreht, geschieht dies in der Bryce 3D Welt. Verschieben oder Panning kann eher mit dem Ausschneiden eines Bildteils in einem Bildbearbeitungsprogramm verglichen werden. Da Bryce mehr rendert als im Bild erscheint, können mit Verschieben auch Teile sichtbar gemacht werden, die außerhalb des Dokumentes liegen, diese werden aber verzerrt, je weiter die Kamera aus dem Bild geschoben wird. Wird ein Ausschnitt gewählt und vergrößert, werden Pan V, Pan H und Skalierung (Scale) automatisch angepasst. Da sich der Ausschnitt innerhalb des Dokumentes befindet, ergeben sich keine Verzerrungen.

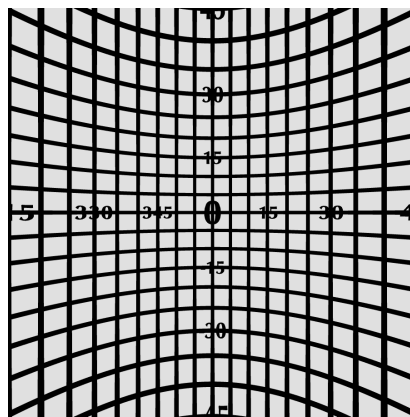
Parameter

Die Werte, welche in die Pan Felder eingefügt werden können, sind Pixel und beziehen sich auf die Dokumentgröße. Wird die Dokumentgröße verändert, ändern sich die Werte automatisch. Die Werte können positive oder negativ sein.

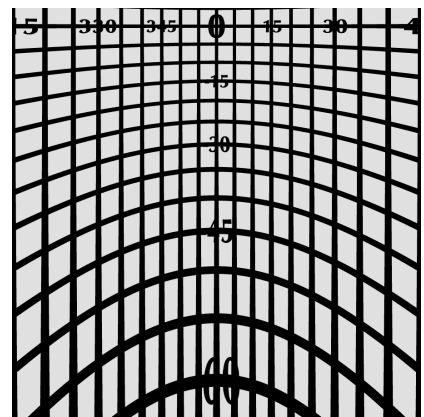
Pan V verschiebt vertikal, positive Werte verschieben die „Filmebene“ nach unten (Kamera nach oben) und negative Werte die „Filmebene“ nach oben (die Kamera nach unten).



Pan V +410

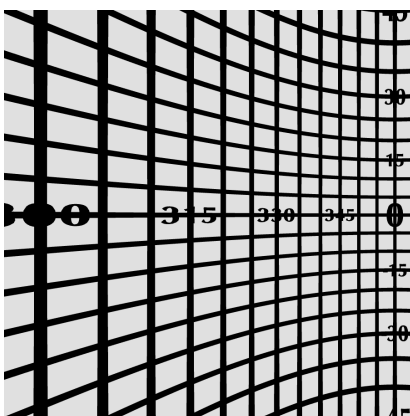


Pan V 0 (Dokument 900 x 900)

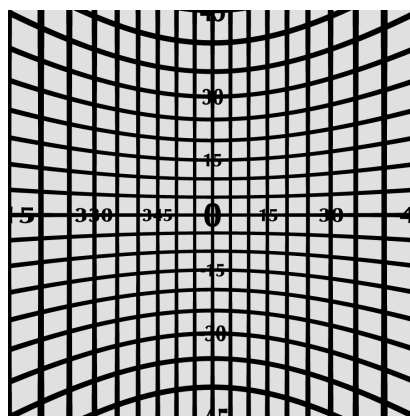


Pan V -410

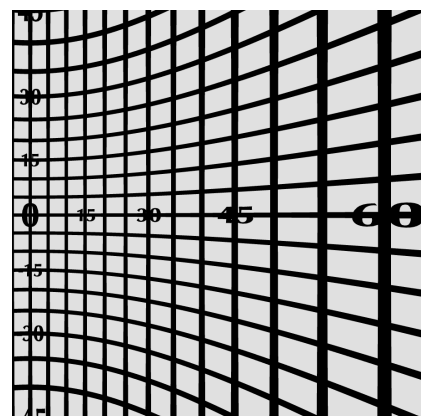
Pan H verschiebt horizontal, positive Werte verschieben die „Filmebene“ nach rechts (Kamera nach links) und negative Werte die „Filmebene“ nach links (Kamera nach rechts).



Pan H +410



Pan H 0 (Dokument 900 x 900)



Pan H -410

Die Kamera ist im Weltzentrum, die Kugel mit den Längen- und Breitengraden alle 5° ist auch im Weltzentrum und die Sichtwinkel sind 90° (FOV 112.5°, Scale 100%). Bei einer Dokumentgröße von 900 Pixeln im Quadrat sind 410 Pixel nahezu die Hälfte (45.6%), was sehr viel ist, und die Verzerrungen sind offensichtlich: die Kugel wird platt gedrückt.