

Tonnenverzerrung

Englisch: Barrel Distortion

KAMERA/BEGRIFFE

Tonnenverzerrung: Optischer Fehler bei Weitwinkel-Objektiven — gerade Linien krümmen sich zu den Bildrändern hin nach außen.

Definition Tonnenverzerrung bezeichnet die optische Verzerrung bei Weitwinkelobjektiven, bei der gerade Linien am Bildrand nach außen gewölbt erscheinen und das Bild die Form einer Tonne annimmt. Die Verzerrung entsteht durch die komplexe Linsenkonstruktion von Weitwinkelobjektiven und verstärkt sich mit abnehmender Brennweite. Bei extremen Fisheye-Objektiven kann die Tonnenverzerrung Werte von über 15% erreichen, während sie bei Standard-Weitwinkelobjektiven zwischen 24-35mm typischerweise 2-5% beträgt. Technische Details Die Verzerrung folgt der mathematischen Formel $r' = r \times (1 + k_1 r^2 + k_2 r^4)$, wobei k_1 der Koeffizient für die Tonnenverzerrung ist. Bei Brennweiten unter 20mm steigt die radiale Verzerrung exponentiell an. Moderne Vollformat-Weitwinkelobjektive wie das Canon EF 16-35mm f/2.8L zeigen bei 16mm etwa 3,2% Tonnenverzerrung, während Fisheyes wie das Sigma 8mm f/3.5 Werte von bis zu 18% erreichen. Die Verzerrung ist bildmittenzentriert und nimmt zum Rand hin quadratisch zu. Geschichte & Entwicklung Die systematische Beschreibung von Tonnenverzerrung erfolgte erstmals 1905 durch den deutschen Optiker Ernst Abbe. Frühe Filmkameras der 1920er Jahre verwendeten einfache Weitwinkelkonstruktionen mit extremer Tonnenverzerrung von bis zu 8%. Mit der Einführung der retrofokalen Konstruktion durch Pierre Angénieux 1950 reduzierten sich die Verzerrungen deutlich. Digitale Korrekturverfahren etablierten sich ab 2003 mit der RED One, die erstmals Lens-Distortion-Metadata aufzeichnete. Praxiseinsatz im Film Stanley Kubrick nutzte bewusst die Tonnenverzerrung des Zeiss 18mm Super-Speed in "Barry Lyndon" (1975) für psychologische Raumwirkung. Christopher Nolan korrigiert systematisch alle Objektivverzerrungen in der Post-Production, während Danny Boyle in "28 Days Later" (2002) die Tonnenverzerrung der Canon XL1 bewusst als Stilmittel einsetzte. Moderne VFX-Pipelines integrieren automatische Distortion-Maps, die bereits beim Dailies-Processing angewendet werden. Software wie Nuke oder DaVinci Resolve verwendet Lens-Grid-Aufnahmen zur präzisen Korrektur. Vergleich & Alternativen Im Gegensatz zur Kissenverzerrung (Pincushion Distortion) bei Teleobjektiven wölben sich bei Tonnenverzerrung die Linien nach außen. Anamorphe Objektive zeigen zusätzlich asymmetrische Verzerrungen durch die zylindrischen Elemente. Moderne computational Photography-Ansätze wie bei der Alexa 35 korrigieren Verzerrungen bereits sensorbasiert. Tilt-Shift-Objektive vermeiden durch ihre symmetrische Konstruktion Tonnen- und Kissenverzerrung weitgehend.