

Global Shutter

KAMERA/TECHNIK

Global Shutter ist eine Belichtungstechnik, bei der alle Pixel eines Sensors simultan belichtet und ausgelesen werden, was Rolling Shutter Artefakte eliminiert und für Action-Aufnahmen ideal ist.

Definition Global Shutter (englisch: auch "Global Exposure" oder "True Global Shutter") ist eine Belichtungstechnik, bei der alle Pixel eines Sensors gleichzeitig belichtet werden. Im Gegensatz zu Rolling Shutter, wo Zeile für Zeile belichtet wird, garantiert Global Shutter, dass jedes Pixel der Szene zum exakt gleichen Zeitpunkt erfasst wird. Dies eliminiert alle Rolling Shutter

Artefakte: ? Kein Jello-Effekt ? Kein Skew oder Shear ? Kein Aliasing-Muster ? Perfekte Tracking für VFX Historischer Kontext Analog-Film (der ursprüngliche "Global Shutter") 35mm-Film war de facto Global Shutter: Mechanical shutter öffnet und schließt für alle Frames Alle Perforationen belichtet zur gleichen Zeit Keine zeitlichen Offset-Probleme Digital-Evolution 2000er :

CCD-Sensoren in professionellen Kameras = echtes Global Shutter (teuer) 2010er : CMOS wird Standard, bringt Rolling Shutter mit sich 2024 : SONY BURANO = erste professionelle Global Shutter CMOS Kino-Kamera Problem: Global Shutter CMOS ist technologisch schwierig: Benötigt spezialisierte Speicher-Architektur Höhere Wärmeentwicklung Kleinere Pixelgröße = weniger Lichtempfindlichkeit Sehr teuer in der Entwicklung Technische Spezifikationen Global Shutter Implementierung True Global Shutter: Zum Zeitpunkt $t=0\text{ms}$ werden alle Pixel gleichzeitig belichtet. Die Belichtung dauert von $t=1\text{ms}$ bis $t=41.67\text{ms}$. Zum Zeitpunkt $t=41.67\text{ms}$ lesen alle Pixel simultan aus. Resultat: Perfekt synchron, keine zeitlichen Offsets. SONY BURANO Spezifikationen (2024) Sensor Format: Super35 (ähnlich ARRI Alexa) Auflösung: 6K (6144 x 3160) Global Shutter: ? Ja, erste Kino-Kamera Base ISO: 500 Dynamic Range: ~16 Stops (RAW) Frame Rate: 24fps, 25fps, 30fps (Standard) 60fps (High Frame Rate) Speicher: X-OCN RAW (ARRI-kompatibel) Loch-Zeit: ~29ms pro Frame (24fps) Wärmeentwicklung: Deutlich höher als CMOS RS Preis: ~€2.8M (Miete: ~€10-15k/Tag) Vergleich ARRI Alexa 35 (Rolling Shutter): Base ISO: 160 Scan-Zeit: ~10ms (22% der Frame) Preis: €800k-1.2M (Miete: €3-5k/Tag) Wärme: Deutlich geringer Weitere Global Shutter Kameras Professional/Consumer: Phantom Flex4K (High-Speed): - Echtes Global Shutter - Spezialist für 1000fps+ Aufnahmen - Nicht für Standard-24fps Dreharbeiten - Sehr teuer und spezialisiert Sony ?9 III / ?1 II (Fotografie): - Electronic Global Shutter (kein echtes GS) - Nur Video-Modus - APS-C/Full Frame - Viel günstiger (~€6-7k) Panasonic S1H (hybrid): - Rolling Shutter, aber sehr optimiert - Kein echtes Global Shutter - Full Frame Vergleich: Global Shutter vs. Rolling Shutter Technische Unterschiede Parameter Global Shutter Rolling Shutter Synchronisation 0% Zeitoffset 5-40% Zeitoffset Jello-Effekt Nein Ja (bei Bewegung) Wärmeentwicklung Sehr hoch Moderat Pixeleffizienz ~60% (Memory overhead) ~95% Lichtempfindlichkeit Leicht schlechter Besser Rolling Shutter Lines Keine 2160+ (4K) Verfügbarkeit Extrem selten Standard Speicherbedarf Noch höher Hoch Praktische Unterschiede Szene: Schnelle 60°-Schwenkung in 1 Sekunde bei 24fps ARRI Alexa 35 (Rolling Shutter): - Jello-Effekt deutlich sichtbar - 2-5° Verformung - Nicht ideal für Kino-Qualität SONY BURANO (Global Shutter): - Keine Verformung - Perfekt lineare Kamera-Bewegung - Cinematic quality in jedem Frame Praktische Anwendungen 1. Action-Sequenzen Global Shutter ist ideal für: High-Speed Chase Szenen: - Schnelle Verfolgungen auf Motorrädern/Autos - Helicopter Shots mit dynamischen

Bewegungen - Schnelle Schnitte und Übergänge - Dynamite Musik-Videos Vorteil: Jede Bewegung bleibt präzise und unverzerrt 2. VFX und Motion Capture Motion Capture Studio: - Marker-basiertes Tracking - Keine Rolling Shutter Verzerrungen - Perfekte 3D-Rekonstruktion - Höhere Tracking-Genauigkeit Camera Tracking für VFX: - Point-Cloud basiertes Tracking - Ohne RS Artefakte können Punkte perfekt verfolgt werden - Bessere 3D-Rekonstruktion 3. Wissenschaftliche und technische Aufnahmen Ballistische Messung: - Hochgeschwindigkeits-Projektile - Flüssigkeits-Dynamik - Keine Verformungen nötig Remote Sensing / Drohnen: - Satellitenähnliche Aufnahmen - Keine Jello-Effekte - Geografisch präzise Daten 4. Hybrid Produktionen Multi-Camera Setups mit Global Shutter: - Perfekte Zeitsynchronisation zwischen Kameras - Easier Color Grading (identische Belichtungszeit) - VFX-Compositing präziser Global Shutter im Workflow Vorproduktion Entscheidung: Brauche ich Global Shutter? ? Ja, wenn: - Heavy Action Sequences - Motion Capture Required - Multiple synchronous cameras - VFX-heavy Production - High-speed Pans sind essentiell ? Nein, wenn: - Drama mit gemäßigten Bewegungen - Budget-limitiert - Standard Kamera-Fahrten - Keine VFX-Arbeiten Kostenplanung: Rolling Shutter (ARRI Alexa 35): Miete: €3-5k/Tag Objektive: €5-15k für Set Stabilisierung: Gimbal (€2-3k/Tag) Global Shutter (SONY BURANO): Miete: €10-15k/Tag Objektive: €8-20k (neue PL-Mount Optionen) Support Crew: +50% (Spezialisten nötig) Total: 3-4x höhere Produktionskosten Dreharbeiten 1. Global Shutter ermöglicht neue kreative Techniken: Beispiel Szene: Hero Action Sequence Mit Rolling Shutter (ARRI): - Moderate Kamerabewegungen - Gimbal-stabilisierte Aufnahmen - Vorbereitete Moves (langsam geplant) - Post-Stabilisierung in Nuke Mit Global Shutter (BURANO): - Extreme schnelle Schwenks - Freihand möglich (Gimbal optional) - Spontane Moves (DoP Kreativität) - Keine Post-Stabilisierung nötig 2. LED-Kompatibilität: Interessante Eigenschaft: Global Shutter ist weniger sensitiv gegenüber LED-Flicker: Rolling Shutter (ARRI): - LED 50Hz flicker visible (je nach Scan-Zeit) - PWM-Frequenz muss hoch sein (100+ kHz) Global Shutter (BURANO): - LED flicker weniger merklich - Aber dennoch PWM-LEDs empfohlen Nachproduktion Vorteil: Signifikant weniger Post-Production nötig Rolling Shutter Workflow: 1. Capture Raw/ProRes 2. Roto/Tracking für Stabilisierung 3. VFX Korrektur (Nuke/Fusion) 4. Color Grading Kosten: +30-50% VFX Zeit Global Shutter Workflow: 1. Capture Raw/ProRes 2. Direkt zu Color Grading 3. VFX Integration (sauberer) 4. Final Delivery Kosten: Baseline, keine Korrektur nötig Emerging Global Shutter Technologies Stack-basierte Global Shutter CMOS (2024-2026) Technologie: Stacked Sensor Architektur Sony: - "Stacked CMOS" in FX-Kameras - Speicher-Layer unter Sensor - Ermöglicht schnellere Auslesung - Resultat: Minimales Rolling Shutter SONY BURANO nutzt diese Technologie: - First Kino-Grade Implementation - Full Global Shutter - Aber: extreme Wärmeentwicklung (Kühlung nötig) Projected Global Shutter (2025+) Kommende Technologien: Panasonic S-Series (geplant 2025): - "Full Global Shutter" Mode - Hybrid CMOS mit spezialisiertem Speicher - Günstiger als BURANO Canon (geplant 2026): - Möglicher Global Shutter für Cinema EOS - Noch nicht angekündigt Global Shutter Herausforderungen 1. Thermisches Management Global Shutter erzeugt viel Wärme: SONY BURANO Kühlung: - Aktives Kühlsystem erforderlich - Ventilator läuft ständig - Stellt Anforderungen an Stromversorgung - Im kalten Wetter: unkritisch - Im heißen Wetter: Probleme möglich 2. Pixelgröße und ISO Speicher-Architektur bedeutet weniger Space für Pixel: Global Shutter (BURANO): Pixelgröße: ~5.0µm Base ISO: 500 (höher = weniger Licht-sensitiv) Rolling Shutter (Alexa 35): Pixelgröße: ~5.9µm Base ISO: 160 (Standard) Praktische Folge: BURANO braucht ~1-1.5 Stops mehr Licht 3. Kosten Global Shutter Kameras sind noch sehr teuer: Current Market (2024-2025): ARRI Alexa 35: €800k-1.2M (erprobt, Standard) SONY BURANO: €2.8M (neu, Limited Supply) Miet-Verhältnis: Alexa 35: ~€3-5k/Tag BURANO: ~€10-15k/Tag = 3x teurer Für viele

Produktionen unfinanzierbar. 4. Begrenzte Verfügbarkeit SONY BURANO (2024 Marktlage): - Wenige Units weltweit - Long Rental Waiting Lists - Nur in großen Produktionshubs verfügbar - Equipment Houses haben max. 2-3 Units Resultat: Nicht ohne Months of Planning zu mieten Zukunftsperspektive Global Shutter wird Standard sein Prediction (2025-2030): 2024: Global Shutter ist Innovation, teuer 2025: 2-3 Hersteller bieten GS Kameras 2026: Preis-Druck beginnt, Kosten sinken 2028: Global Shutter wird Standard für High-Budget 2030: Global Shutter wird mainstream, Kosten normalisieren Analog zu: Digital-Kameras 2000-2010 Periode Hybrid Global/Rolling Shutter Kameras Zukünftige Entwicklung: Kameras mit "Modes": - Professional Mode: Global Shutter (höhere Wärme) - Efficiency Mode: Rolling Shutter (weniger Strom) - Nutzer wählt basierend auf Szene Technisch möglich, aber nicht implementiert (2024) Faustregel: Wann Global Shutter wählen? Nach Budget: Unter €500k (low) und €500k–2M (medium) ist Rolling Shutter die übliche Wahl. Bei €2–5M (high) hängt die Entscheidung vom Bedarf ab. Ab €5M (Blockbuster) wird Global Shutter stark bevorzugt. Nach Projekt-Typ: Drama, Thriller und Dokumentarfilm kommen mit Rolling Shutter aus. Action/Superhero, VFX-lastige Produktionen und dynamische Musikvideos profitieren von Global Shutter. Siehe auch Rolling Shutter – Gegenteil von Global Shutter Shutter Speed – Belichtungsdauer SONY BURANO – Global Shutter Kino-Kamera ARRI Alexa 35 – Rolling Shutter Standard Motion Capture – Global Shutter ideal VFX Tracking – Global Shutter bevorzugt Aktuelles Sony bringt 2026 den IMX925 Global Shutter Sensor mit 24,5 Megapixeln und bis zu 394 fps in die Serienproduktion, zunächst für industrielle Anwendungen. RED plant für Q3 2026 einen kompakten Nachfolger der Komodo-Kamera mit 6K/12K Global Shutter, der sich gezielt an mobile Filmemacher richtet. Diese Entwicklungen zeigen den anhaltenden Trend zu Global Shutter Technologie auch in kleineren, erschwinglicheren Kamerasystemen.