

Bildrate

Englisch: Frame Rate

KAMERA/TECHNIK

Anzahl der Bilder pro Sekunde — 24fps für Kinofilm, 25fps für PAL-TV, 60fps für Zeitlupe.

Technische Grundlagen und Standards Bildrate (Frame Rate) wird in Bildern pro Sekunde (fps - frames per second) gemessen und beschreibt, wie viele Einzelbilder pro Sekunde aufgezeichnet oder angezeigt werden. Diese Zahl beeinflusst direkt: Bewegungsflüssigkeit: Höhere fps ergeben flüssigere Bewegungen Bewegungsunschärfe (Motion Blur): Niedrigere fps erzeugen mehr natürliche Bewegungsunschärfe Speicherplatz: Proportional linear - 60 fps bedeuten 2,5x mehr Daten als 24 fps Beleuchtungsanforderungen: Höhere fps benötigen deutlich mehr Licht Industriestandards nach Region und Anwendung Kinoindustrie (weltweit): 24 fps - Goldstandard für Spielfilme, etabliert seit 1929 48 fps - Moderne High Frame Rate (HFR) Option für 3D und Action (Avatar 2, Avatar 3) 96 fps - Experimentelle HFR-Kinoproduktion (selten) Fernsehen und Streaming: 25 fps (PAL) - Europa, Afrika, Asien, Australien Broadcast-Standard 29,97 fps (NTSC Drop-Frame) - Nordamerika, Japan, Teile Südamerikas 24 fps - Netflix, Premium Streaming weltweit 30 fps - YouTube, Web-Content Standard Sport und Live-Broadcasting: 50 fps (PAL) - Europäische Sportübertragung 59,94 fps (NTSC) - Nordamerikanische Sportübertragung 60 fps - High-Speed Sport-Analysen High-Speed und Zeitlupe: 60 fps - Standard für 2,5x Zeitlupe 120 fps - Standard für 5x Zeitlupe (Werbung, Action-Filme) 240 fps - Extreme Zeitlupe (seltener) 1.000+ fps - Wissenschaftliche und ballistische Hochgeschwindigkeit Shutter Angle und Motion Blur - Das kritische Verhältnis Die Bildrate allein bestimmt nicht den Look einer Aufnahme. Mindestens ebenso wichtig ist der Shutter Angle (Verschlusswinkel), der die Belichtungszeit pro Frame steuert. 180-Grad-Shutter-Regel (Standard): Verschlusszeit = $1 / (2 \times \text{fps})$ 24 fps: 1/48 Sekunde 25 fps: 1/50 Sekunde 30 fps: 1/60 Sekunde 60 fps: 1/120 Sekunde 120 fps: 1/240 Sekunde Diese Regel erzeugt eine natürliche Bewegungsunschärfe mit kinetischem Flair. Ein kleinerer Shutter Angle (z.B. 90-Grad) erzeugt schärfere, digitaler wirkende Bilder. Ein größerer Shutter Angle (z.B. 270-Grad) erzeugt dramatischere Bewegungsunschärfe mit softerer Ästhetik. Beispiel: 24 fps mit 180-Grad-Shutter wirkt kinematografisch und emotional. 24 fps mit 90-Grad-Shutter wirkt digital und technisch. 48 fps mit 180-Grad-Shutter wirkt hyperrealistisch. Geschichte und Standardisierung der Bildrate Frühe Cinema-Ära (1890er-1920er): Thomas Edison etablierte 1891 mit dem Kinetoskop 46 fps aus Stromnetzfrequenz-Gründen Die Brüder Lumière reduzierten 1895 auf 16 fps aus Kostengründen (weniger Filmverbrauch) Stille-Filme variierten zwischen 16-24 fps, je nach Studio und Region Fehlende Standardisierung führte zu Kompatibilitätsproblemen Etablierung des 24-fps-Standards (1929): Hollywood standardisierte 1929 auf exakt 24 fps für den Tonfilm Grund: 24 fps war der Sweet Spot zwischen: Ausreichender Bildfrequenz für flüssige Bewegung Vertretbarem Filmverbrauch und Produktionskosten Synchronisierbarkeit mit 50/60 Hz Stromnetzfrequenz für Synchronmotoren Dieser Standard wurde zur globalen Kinonorm und existiert bis heute Fernsehen-Ära (1950er-1970er): 1953: PAL-Standard (Europa, Australien, Asien): 25 fps, 625 Zeilen 1953: NTSC-Standard (Nordamerika, Japan): 29,97 fps (30000/1001), 525 Zeilen Diese Drop-Frame-Komplexität entstand durch die Anpassung an 60 Hz Stromnetzfrequenz Digitale Revolution (2000er-2010er): 2000er:

Digitale Kameras (RED, ARRI) ermöglichen beliebige Bildraten 2009: Avatar und andere 3D-Filme experimentierten mit 48 fps 2012: "Der Hobbit" wurde vollständig in 48 fps gedreht (gemischte Reaktionen) 2023: Avatar 2 und 3 nutzen selektiv 48 fps für Action-Sequenzen Praktische Anwendungsszenarien Narrative Spielfilme (24 fps): Erzeugt eine emotionale, traumhafte, kinematografische Atmosphäre Optimiert für psychologisches Storytelling International vermarktbare Beispiele: Alle großen Spielfilme, prestigeträchtige TV-Serien Dokumentationen und Reportagen (25/30 fps): Wirkt authentisch und unmittelbar Der TV-Look ist Zuschauern vertraut Guter Kompromiss zwischen Bewegungsflüssigkeit und Kosten Beispiele: BBC Documentaries (25 fps), National Geographic (30 fps) Sport-Broadcasting (50/60 fps): Bewegungen sind kristallklar und analytisch Instant-Replay ist ohne separate Systeme möglich Besonders wichtig bei schnellen Ballspielen Beispiele: Fußball, Tennis, American Football Action-Sequenzen mit Zeitlupe (60-120 fps gedreht, 24 fps abgespielt): $60 \text{ fps} \div 24 \text{ fps} = 2,5\times$ Zeitlupe $120 \text{ fps} \div 24 \text{ fps} = 5\times$ Zeitlupe Erlaubt dramatische Inszenierung schneller Momente Beispiele: Mad Max: Fury Road, John Wick Franchise Werbung und kommerzielle Produktion (24 oder 60 fps): Oft 24 fps für einen Premium- bzw. Luxury-Look 60 fps für Produktdemonstration und schnelle Action Hybride Ansätze kombinieren beide Musikvideos (variabel): Pop: Oft 24 oder 30 fps für Energie Künstlerisch: Häufig 60 fps für spektakuläre Tanzchoreografie Slow-Motion Videos: 120+ fps gedreht, 24 fps abgespielt Technische Anforderungen nach Bildrate Beleuchtung Dies ist einer der größten praktischen Faktoren: Bildrate Relative Lux-Anforderung Beispiel-Setup 24 fps 1x (Basis) 2-4 Arri SkyPanel 600W 30 fps 1,25x 3 Arri SkyPanel 600W 60 fps 4x 8 Arri SkyPanel 600W oder 2x HMI 4K 120 fps 8x 4x HMI 12K oder großer LED-Array Speicherverwaltung Bildrate Format Datenrate 1 Stunde Material 24 fps 4K ProRes 422 2.5 Gbps 1.1 TB 24 fps 4K RAW 3.2 Gbps 1.4 TB 60 fps 4K ProRes 422 6.3 Gbps 2.8 TB 120 fps 4K ProRes 422 12.5 Gbps 5.6 TB Fokus- und Kameraanforderungen 24-30 fps: Standard manuelle Fokus-Unterstützung 60 fps: Präzisere Fokusplanung erforderlich 120 fps: Automatischer Fokus wird bevorzugt; manuelle Fokussierung erfordert erfahrene Fokus-Puller Unterschiede zwischen ähnlichen Standards 24 fps vs. 25 fps: 24 fps: Kinostyle, mit längerer Bewegungsunschärfe 25 fps: Europäischer TV-Look, minimal schneller, mehr Bewegungsflüssigkeit Konvertierung: 24 $\rightarrow$ 25 fps erfordert 4% Speed-Up (minimal wahrnehmbar) 25 fps vs. 30 fps: 25 fps: PAL-Standard, präzise mit 50 Hz Stromnetzfrequenz 30 fps: NTSC-Standard, moderner und webfreundlich Konvertierung: 25 $\rightarrow$ 30 fps erfordert 20% Speed-Up oder Frame-Interpolation 60 fps vs. 120 fps: 60 fps: 2,5x Zeitlupe bei 24 fps (Standard für Action) 120 fps: 5x Zeitlupe bei 24 fps (dramatischer, erfordert 2x Licht) Moderne Alternativen und Zukunft Motion Interpolation: Einige TV-Geräte und Streaming-Player interpolieren Zwischenframes (z.B. 24 $\rightarrow$ 120 fps) Umstritten: Einige sehen darin motion smoothing, andere einen nützlichen Effekt Variable Frame Rates (VFR): Moderne Kameras ermöglichen Bildrate-Änderungen während der Aufnahme Erzeugt beschleunigte bzw. verlangsamte Effekte ohne separate Aufnahmen Adaptive Frame Rate Matching: Netflix und andere Plattformen passen die Streaming-Bildrate an das Gerät an Reduziert Bandbreite bei 24 fps, ermöglicht 60 fps auf 120Hz-Displays KI-basierte Frame-Interpolation: Künstliche Intelligenz kann Zwischenframes synthetisieren Die Qualität schwankt je nach Bildmaterial und Einsatzbereich, etwa beim Upscaling