PQ / Perceptual Quantizer / Wahrnehmungs-Quantisierer

Englisch: PQ / Perceptual Quantizer / SMPTE ST 2084

POST/TECHNIK

Elektro-optische Transferfunktion (EOTF), standardisiert als SMPTE ST 2084 für HDR-Video – entwickelt zur Anpassung an menschliche Wahrnehmung, ermöglicht effiziente Kodierung von High-Dynamic-Range-Inhalten bis 10.000 Nits, verwendet in HDR10, Dolby Vision und HDR10+.

Was ist PQ? PQ (Perceptual Quantizer) ist eine elektro-optische Transferfunktion für HDR-Video , standardisiert als SMPTE ST 2084. Sie ermöglicht die effiziente Kodierung von Helligkeit bis zu 10.000 Nits. Grundprinzip Aspekt Beschreibung Typ EOTF (Elektro-Optisch) Standard SMPTE ST 2084 Entwickler Dolby Laboratories Zweck HDR-Encoding Technische Basis Parameter Wert Max Luminanz 10.000 nits Min Luminanz 0,0001 nits Bit-Tiefe 10-bit minimum Wahrnehmungsmodell Barten-Modell Barten-Modell Aspekt Beschreibung Basis Menschliche Wahrnehmung Kontrast-Sensitivität Berücksichtigt Effizienz Optimale Bit-Verteilung Wissenschaft Psychovisuelle Forschung PQ vs. Gamma Aspekt PQ Gamma Dynamikumfang Sehr hoch Begrenzt Max Luminanz 10.000 nits ~100 nits Wahrnehmung Optimiert Historisch Bit-Effizienz Besser Standard PQ vs. HLG Aspekt PQ HLG Typ Absolute Scene-Referred Rückwärtskompatibel Nein Ja Anwendung Streaming, Disc Broadcast Metadaten Oft nötig Nicht nötig HDR-Formate mit PQ Format Beschreibung HDR10 Statisches PQ HDR10+ Dynamisches PQ Dolby Vision PQ mit dynamischen Metadaten PQ10 Basis PQ HDR10 Aspekt Beschreibung Metadaten Statisch MaxCLL/MaxFALL Im Container Verbreitung Sehr weit Lizenz Offen Dolby Vision Aspekt Beschreibung Metadaten Dynamisch, per Shot Tonemapping Präzise gesteuert Lizenz Dolby lizenziert Qualität Höchste Workflow-Integration Phase PQ-Relevanz Aufnahme Log-Capture Grading PQ-Monitoring Export PQ-Encoding Display PQ-Dekodierung Grading mit PQ Aspekt Beschreibung Monitoring PQ-fähiger Monitor Timeline PQ oder Log Reference 1000/4000 nits Workflow ACES oder DaVinci Display-Mapping Aspekt Beschreibung Problem Display < Mastered Lösung Tone Mapping Methode Roll-off in Highlights Qualität Variiert Metadaten Typ Beschreibung Static MaxCLL, MaxFALL Dynamic Per-Scene, per-Frame Container HEVC SEI, etc. Funktion Display-Guidance MaxCLL / MaxFALL Parameter Bedeutung MaxCLL Maximum Content Light Level MaxFALL Max Frame Average Light Level Verwendung Tor Mapping Position Container-Metadaten Encoding Codec PQ-Support HEVC Ja AV1 Ja VP9 Ja ProRes Ja (4444 XQ) Farbräume mit PQ Farbraum Kombination Rec.2020 Standard für HDR P3 Intermediate Rec.709 Nicht üblich ACES Workflow QC-Überlegungen Check Beschreibung Peak Nits Innerhalb Spec FALL Durchschnitt prüfen Clipping Vermeiden Metadata Korrekt Display-Anforderungen Spec Minimum HDR10 1000 nits peak Dolby Vision Zertifiziert Consumer 400-4000 nits Grading 1000-4000 nits Best Practices Praxis Grund Kalibrierung Korrekte Darstellung Referenz-Monitor Echtes HDR-Feedback Metadaten Korrekt setzen SDR-Prüfung Downconvert testen Heute PQ ist der dominante HDR-Standard für Premium-Content. Die Kombination aus wissenschaftlicher Basis, weiter Verbreitung und hoher Qualität macht PQ zur ersten Wahl für HDR-Mastering. Mit zunehmender HDR-Display-Verbreitung wird korrektes PQ-Verständnis für alle Beteiligten in der Film-Postproduktion wichtiger.