

CCD

KAMERA/TECHNIK

Charge-Coupled Device - ältere Sensortechnologie geschätzt für Farbwissenschaft und Global Shutter.

Technische Details Professionelle Film-CCDs erreichen Auflösungen von 1920×1080 bis 4096×2160 Pixel bei Sensorgrößen zwischen 2/3 Zoll (8,8×6,6 mm) und Super35 (24,89×18,66 mm). Die Quanteneffizienz liegt typisch bei 40-60%, das Signal-Rausch-Verhältnis bei 60-65 dB. CCDs arbeiten mit vertikalem und horizontalem Schieberegister: Nach der Belichtung werden die Ladungen zeilenweise zum vertikalen Register übertragen, dann spaltenweise zum horizontalen Ausleseregister und schließlich zum Ausgangsverstärker. Full-Frame-CCDs belichten die gesamte Sensorfläche, während Interline-CCDs zwischen Photodioden und abgeschirmten Transferkanälen unterscheiden. Frame-Transfer-CCDs nutzen zwei identische Bereiche für Belichtung und Zwischenspeicherung.

Geschichte & Entwicklung Willard Boyle und George Smith entwickelten 1969 bei Bell Labs das CCD-Prinzip, wofür sie 2009 den Nobelpreis erhielten. Sony brachte 1975 die erste CCD-Videokamera (HVC-2200) auf den Markt. Panavision führte 1988 mit der Genesis die erste digitale 35mm-CCD-Filmkamera ein. In den 1990ern dominierten 3-CCD-Systeme von Sony, Panasonic und JVC die professionelle Videoproduktion. Ab 2000 erreichten CCDs mit der Sony F900 (2,2 Megapixel) Kinoqualität. Der Höhepunkt war 2005-2010 mit Kameras wie der RED One (4K Mysterium Sensor). Praxiseinsatz im Film George Lucas drehte 2002 "Star Wars Episode II" vollständig digital mit Sony HDW-F900-Kameras und 2,2-Megapixel-CCDs. Danny Boyle nutzte 2008 für "Slumdog Millionaire" Canon XL-H1-Kameras mit 1/3-Zoll-CCDs für die Slum-Sequenzen. CCDs liefern linearen Helligkeitsverlauf ohne Rolling-Shutter-Effekte durch Global Shutter und erzeugen charakteristisch weiches Clipping in Überbelichtungen. Die sequenzielle Auslesung begrenzt jedoch Bildfrequenzen auf maximal 60p bei Vollauflösung. Hoher Stromverbrauch (15-25 Watt) und Hitzeentwicklung erfordern aktive Kühlung bei längeren Takes. Vergleich & Alternativen CMOS-Sensoren lösten CCDs ab 2010 weitgehend ab, da sie parallele Pixelauslesung, geringeren Stromverbrauch (5-10 Watt) und höhere Bildfrequenzen ermöglichen. CCDs übertreffen CMOS jedoch bei Dynamikumfang und Rauschverhalten in den Schatten. Während CCDs typisch 11-12 Blendenstufen erreichen, schaffen moderne CMOS-Sensoren 14-15 Stufen. Tube-Kameras (Bildröhren) wurden durch CCDs ersetzt, Film-Negative bieten weiterhin höhere Auflösung als digitale Sensoren. Heute finden CCDs primär in wissenschaftlichen Kameras und Astronomie Verwendung.