

Thunderbolt

KAMERA/BEGRIFFE

Thunderbolt ist Apples Hochgeschwindigkeits-Datenübertragungsstandard für externe Geräte. Verbindet Kameras, Recorder und Speichersysteme mit bis zu 40 Gbit/s.

Technische Details Thunderbolt 1 (2011) liefert 10 Gbit/s bidirektional über Mini DisplayPort-Stecker, Thunderbolt 2 (2013) bündelt beide Kanäle für 20 Gbit/s unidirektional. Thunderbolt 3/4 nutzen USB-C-Connector mit 40 Gbit/s und unterstützen bis zu 100W Stromversorgung. Die Daisy-Chain-Topologie ermöglicht Verkettung von bis zu sechs Geräten pro Port. Thunderbolt 3 unterstützt zwei 4K-Displays bei 60Hz oder ein 5K-Display, während Thunderbolt 4 mindestens ein 8K-Display oder zwei 4K-Displays garantiert. Geschichte & Entwicklung Intel entwickelte Light Peak ab 2009, Apple integrierte die Technologie 2011 erstmals in MacBook Pro-Modelle. 2013 folgte Thunderbolt 2 mit verbesserter Videoübertragung für 4K-Workflows. Thunderbolt 3 (2015) wechselte zu USB-C und verdoppelte die Bandbreite erneut. Intel öffnete 2017 den Standard als Royalty-Free-Lizenz, 2020 erschien Thunderbolt 4 mit erweiterten Sicherheitsfeatures und garantierten Mindestspezifikationen. Praxiseinsatz im Film High-End-Kinoproduktionen nutzen Thunderbolt-RAIDs für 8K-RED-Material, das bis zu 300 MB/s Durchsatz erfordert. Colorgrading-Suiten verbinden DaVinci Resolve-Systeme über Thunderbolt mit externen GPU-Gehäusen wie Blackmagic eGPU Pro. Dokumentarfilmer schätzen Thunderbolt-SSDs wie die Samsung X5 (2.800 MB/s) für mobiles 4K-Editing direkt am MacBook Pro. Die geringe Latenz von unter 10µs ermöglicht Echtzeit-Playback unkomprimierter 4K-ProRes-Sequenzen ohne Proxy-Erstellung. Vergleich & Alternativen USB 3.1 Gen 2 erreicht nur 10 Gbit/s ohne DisplayPort-Integration, während FireWire 800 mit 0,8 Gbit/s für moderne Workflows unbrauchbar wurde. Thunderbolt übertrifft Ethernet 10GBase-T (10 Gbit/s) deutlich und bietet niedrigere Latenz als NAS-Lösungen. USB4 basiert auf Thunderbolt 3-Spezifikation, erreicht aber nur 20-40 Gbit/s ohne garantierte Mindestleistung. Für GPU-intensive Anwendungen bleibt direkter PCIe-Anschluss überlegen, Thunderbolt bietet jedoch Flexibilität für mobile Workflows.