



Leitfaden

VIDEO HOSTING & INFRASTRUKTUR

Dieser umfassende Guide beschäftigt sich mit den zugrunde liegenden Technologien von Videostreaming und Video Hosting, ihren Herausforderungen und Praktiken.



Inhalt

1.	Grundlagen des Video Hostings	<u>3</u>
1.1	Video Encoding	<u>4</u>
1.2	Video Transcoding	<u>5</u>
1.3	Adaptives Bitrate Streaming	<u>6</u>
	Die 3 beliebtesten Streaming-Protokolle	<u>8</u>
	Welche Vorteile bietet ABR-Streaming?	<u>9</u>
1.4	Video Latenz	<u>10</u>
	Low-Latenz	<u>10</u>
	Auswirkungen von hoher Latenz	<u>12</u>
	Der Wert von Lösungen mit niedriger Latenz	<u>13</u>
	RTT und FAST RTT	<u>15</u>
2.	Video Netzwerke	<u>17</u>
2.1	Das Content Delivery Network	<u>17</u>
	Die Schlüsselkomponenten eines CDN	<u>18</u>
	Die Sicherheit eines CDN	<u>19</u>
2.2	Das Multi Content Delivery Network	<u>20</u>
	Multi-CDN: Die technische Umsetzung	<u>22</u>
	Die Bedeutung von DNS für ein Multi-CDN	<u>23</u>
2.3	Das eCDN	<u>25</u>
	Fazit	<u>27</u>
	Kontakt	<u>28</u>



Video ist aus der modernen Unternehmenskommunikation nicht mehr wegzudenken.

Die Möglichkeit, Video online zu hosten und per Stream zu verteilen, bietet eine effektive Methode zur Übermittlung von Informationen, Schulungsinhalten, Marketingbotschaften und Events aller Art an ein breites Publikum – bei Bedarf weltweit.

1. Grundlagen des Video Hostings

Video Hosting basiert auf Technologien, die es ermöglichen, Videos in Echtzeit über das Internet anzusehen. Für den Benutzer liegen die Vorteile auf der Hand: Videos müssen vor dem Anschauen nicht mehr vollständig aus dem Web heruntergeladen werden (Download), sondern starten direkt auf Knopfdruck als Video on Demand (VoD) oder als Livestream. Für den Anbieter der Videoinhalte (Content Provider) hat externes Video Hosting den Vorteil, dass er sich auf sein Kerngeschäft (Marke, Produkte, Dienstleistungen) konzentrieren kann.

Bevor ein digitales Videosignal jedoch gehostet oder gestreamt werden kann, müssen einige grundlegende Schritte erfolgen.



1.1 Video Encoding

Encoding im eigentlichen Sinn bezeichnet die digitale Erfassung und Umwandlung analoger AV-Signale in digitale Signale, meist direkt in der Kamera. Diese Kodierung kann verlustfrei (lossless) geschehen, ist in der Praxis jedoch häufig aus guten Gründen verlustbehaftet: Bestimmte Details innerhalb des Bildes, einzelne Bilder oder ganze Bildsequenzen werden komprimiert oder teilweise oder ganz unterdrückt. Zudem kodieren manche Verfahren zwar das erste Bild (Keyframe) einer Gruppe von Bildern vollständig, von den Folgebildern der Gruppe aber nur noch die Unterschiede zum Keyframe. Diese Verfahren haben eine (erwünschte) Reduktion der Signalqualität zur Folge: So können die Daten effizienter gespeichert und übertragen werden.

Typisch sind je nach Verfahren Größenreduzierungen im Verhältnis von 5:1 bis etwa 500:1 im Vergleich zum unkomprimierten Signal. Hohe Kompressionen können sich in der Qualität von Bild und Ton bemerkbar machen, wenn die Daten zur Darstellung auf einem Bildschirm wieder rückgewandelt (dekodiert) werden.

Das Werkzeug zur Kodierung ist der Codec, ein Begriff, der abgeleitet ist von „Coder“ (Kodierer) und „Decoder“ (Dekodierer). Das Herzstück eines jeden Codecs ist sein mathematischer Algorithmus, der in beide Richtungen (Encoding, Decoding) berechnet werden kann. Der Algorithmus des Codecs kann in Software ausgeführt werden, z. B. durch ein separates Programm, das vom Hauptprozessor abgearbeitet wird, oder in Hardware durch spezielle ICs im Gerät. Werden Audio- oder Videosignale von einem Digitalformat in ein anderes übertragen, wird dies als Konvertierung oder Transcoding bezeichnet.

Encoding

Decoding



Video Encoding erstreckt sich auf verschiedene Ebenen. Zu unterscheiden ist zwischen dem Datenformat des Codecs (zum Beispiel AV1, VP9, H.264, H.265), einer (optionalen) Kompression (zum Beispiel Run Length Encoding / RLE) und dem Containerformat (zum Beispiel AVI, MP4, QuickTime). Wie der Name schon impliziert, können in einem Container unterschiedliche Audio- und Video-Codecs arbeiten, wahlweise mit und ohne Kompression. Durch die Kombination dieser Elemente ergeben sich mehr als 250 unterschiedliche Digitalformate, die aktuell weltweit gebräuchlich sind.

1.2 Video Transcoding

Bei der Transkodierung werden ausgewählte oder alle Elemente eines Videos (Ton, Bild, Codec, Kompression, Container usw.) von einem Digitalformat in ein anderes konvertiert. Das ist insofern vorteilhaft, als dadurch das Video für die Wiedergabe auf möglichst vielen verschiedenen Geräten optimiert wird: Ein PC kann andere und mehr Digitalformate verarbeiten als ein Smartphone, ein Fernseher andere als eine Spielekonsole. Die Transkodierung kann sich auf alle Parameter beziehen, die sich auf die Dateigröße oder die Übertragungsrate des Videos auswirken. Das sind zum Beispiel die räumliche Auflösung des Videos, seine Bildwiederholrate oder die Farbtiefe.

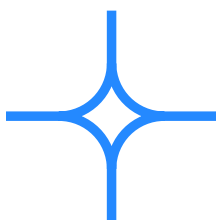
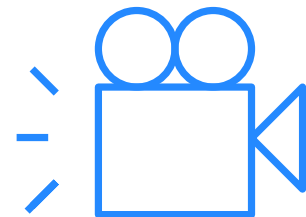
Netzwerk-Bandbreiten sind großen Schwankungen unterworfen. Je nach Attraktivität der Inhalte und der Nachfrage danach zu unterschiedlichen Tages- und Nachtzeiten herrscht in lokalen wie globalen Netzen mal freie Fahrt, dann wieder Datenstau. Je mehr und je längere Unterbrechungen ein Videostream aufweist, desto mehr Zuschauer brechen ihn ab. Durch eine automatische Transkodierung aller Inhalte des Content Providers kann der Video Hosting Service seiner Wahl die Videostreams in allen nur möglichen Formaten vorhalten. Damit wird die jeweils verfügbare Bandbreite optimal genutzt. Dank der Transkodierung kann der Anbieter ein flüssiges Videoerlebnis auf so gut wie jedem Gerät gewährleisten, Nutzerabbrüche verhindern und sein Kundenpotenzial voll ausnutzen.



1.3 Adaptives Bitrate Streaming

Das Streaming mit adaptiver Bitrate (ABR Streaming) ist eine zentrale Methode zur Verbesserung des Video-Streamings über HTTP-Netzwerke. Je höher die Bitrate einer Verbindung, desto höher die Geschwindigkeit der Datenübertragung und somit der maximalen Videoqualität, die beim Nutzer ankommen kann. Wie wir gesehen haben, werden beim Streaming Videos, die auf einem entfernten Server gehostet werden, an einen Client übertragen. Dabei werden die Videos in nur wenige Sekunden lange Segmente unterteilt, sodass das Video nicht vollständig geladen werden muss, bevor der Nutzer mit dem Abspielen beginnen kann.

Zunächst werden mehrere Versionen der abzuspielenden Videodatei erstellt und kodiert (*siehe Encoding*), um verschiedene Netzwerkbedingungen zu berücksichtigen. Dann wählt der Videoplayer auf Grundlage von Faktoren wie Bandbreite und Gerätetyp die hochwertigste Datei aus, die das jeweilige Endgerät mit möglichst geringer Pufferung abspielen kann. Dies ermöglicht – unabhängig vom Gerät oder der Internetgeschwindigkeit – eine reibungslose Wiedergabe.



Beim Adaptive Bitrate Streaming „erlernt“ der Videoplayer nach und nach die maximale Videoqualität, die eine Verbindung bewältigen kann. Hat eine Verbindung Schwierigkeiten beim Abspielen eines hochqualitativen Videosegments, wechselt der Player nach Abschluss des Segments für das nächste Segment zu einer kleineren Datei (Rendition) mit geringerer Qualität. Dies geschieht in so kleinen Inkrementen, dass der Betrachter die Qualitätsänderung in der Regel nicht bemerkt. Wichtigstes Ergebnis: Das Video wird weiterhin unterbrechungsfrei abgespielt.

[zurück](#)



Wird ein Video zum ersten Mal abgespielt, fordern viele Videoplayer zunächst einen Stream mit der niedrigsten Bitrate an. Wenn der Player feststellt, dass der Client Streams mit höherer Bitrate verarbeiten kann, wählt er in der Folge Streams mit immer höherer Bitrate aus, bis er diejenige findet, die der Client maximal stabil verarbeiten kann. Passt die ausgewählte Datei zur Verbindung, fordert der Player weiterhin Segmente mit dieser Bitrate an, es sei denn, die Bedingungen ändern sich.

Dieses Verfahren wird als adaptive Bitrate bezeichnet. Der Player steigt auf der „Kodierungsleiter“ nach oben, wenn die Verbindung genügend Bandbreite für Videos mit höherer Bitrate bietet, und er steigt nach unten, wenn die Bandbreite abnimmt.

Welche **Streaming-Protokolle** unterstützen ABR?

Adaptive Bitrate Streaming ist nur mit bestimmten, proprietären Streaming-Protokollen möglich. Die drei beliebtesten Streaming-Protokolle, die ABR Streaming unterstützen, sind HTTP Live Streaming (HLS), Dynamic Adaptive Streaming over HTTP (DASH) und HTTP Dynamic Streaming (HDS).

HLS DASH HDS

Alle drei folgen dem gleichen grundlegenden Prozess der Kodierung und Segmentierung von Videos vor dem Streaming. Jedes Protokoll hat jedoch seine eigenen Anforderungen an die Kodierung oder Stream-Typen und ist mit unterschiedlichen Geräten kompatibel. Einige Protokolle erfordern beispielsweise Kodierungsformate, die Möglichkeiten zur Optimierung von Videodateien für verschiedene Plattformen, Programme und Geräte bieten.



Die 3 beliebtesten Streaming-Protokolle

HLS

HLS funktioniert für Video on Demand und Livestreaming und erfordert ein Encoding mittels der Codecs H.264 oder H.265. Anders als andere Protokolle erfordert HLS dabei nicht die Verwendung spezieller Server. Ursprünglich war HLS nur mit Apple-Geräten kompatibel, mittlerweile ist es geräteunabhängig. Allerdings akzeptieren Apple-Geräte ausschließlich das HLS-Format.

DASH

DASH erfordert kein bestimmtes Kodierungsformat. Darüber hinaus kann jeder Ursprungsserver für DASH-Streams eingerichtet werden, da es über HTTP läuft. Das DASH-Format funktioniert – wie alle anderen Formate außer HLS – nicht mit Apple-Geräten.

HDS

HDS kann ebenfalls für Video on Demand oder Livestreaming verwendet werden und funktioniert über HTTP-Verbindungen. Das HDS-Format erfordert, dass Videos von MP4 in F4F (fragmentiertes MP4) und das H.264-Kodierungsformat konvertiert werden. Apple-Geräte sind mit dem HDS-Protokoll nicht kompatibel. Seitdem Adobe sein Flash-Format eingestellt hat, kommt HDS kaum noch zum Einsatz.



Welche Vorteile bietet ABR Streaming?

Für Unternehmen sind Videoinhalte ein stetig wachsender Kommunikationskanal. Daher ist es wichtig, die Qualität der Videowiedergabe für alle Nutzer sicherzustellen. Adaptive Bitrate Streaming bietet zahlreiche Vorteile:



Höhere Videoqualität: ABR Streaming verbessert die tatsächlich ausgelieferte Videoqualität auf quasi jedem Endgerät – bis hin zu 4K-Auflösung im Heimkino.



Erweiterung des Zugangs: Ohne ABR Streaming könnten Zuschauer mit langsameren Verbindungen oder bestimmten Geräten einige Videos überhaupt nicht sehen.



Verbesserung der Benutzererfahrung: ABR Streaming verringert die Pufferung, sodass Benutzer weniger Ladeverzögerungen erleben.



Mobiles Ansehen mit weniger Unterbrechungen: Streamt ein Betrachter mobile Videoinhalte während einer Ortsveränderung, kann die Bitrate auf ein- und demselben Gerät erheblich variieren. So kann die Verbindung in einem Heim-WLAN-Netzwerk stärker sein als in einem fahrenden Zug oder in einem Einkaufszentrum. Durch die kontinuierliche Anpassung an wechselnde Bedingungen kann ABR Streaming Unterbrechungen für Zuschauer mit Mobilgeräten deutlich minimieren oder ganz eliminieren.



1.4 Video Latenz

Beim Streamen von Live-Videos in professioneller Qualität besteht die besondere Herausforderung darin, jedem Zuschauer das bestmögliche Erlebnis zu bieten. Die wichtigste Anforderung an den Anbieter besteht darin, die sogenannte Latenzzeit seiner Streams möglichst niedrig zu halten.

„Latenz“ bezeichnet die Verzögerung zwischen dem Zeitpunkt, an dem ein Bild des Echtzeitvideos in der Kamera am Ort des Live-Events generiert wird, und dem Zeitpunkt, an dem es auf dem Bildschirm des Zuschauers erscheint. Besonders bei Live-Inhalten professioneller Übertragungen ist eine niedrigstmögliche Latenz unerlässlich.

Low-Latency Video-Streaming

Mit Low Latency Streaming ermöglichen Livestreams eine Wiedergabe in Echtzeit, und sie behalten während der gesamten Übertragungsdauer die bestmögliche Qualität bei. Was verursacht Latenz? Die Latenz ist von der Dauer zahlreicher Einzelschritte abhängig:

- 1 der Erstellung und Verarbeitung des Videobildes durch die Kamera (Generation)
- 2 der Kodierung der Inhalte (Encoding)
- 3 der Übertragung vom Content Provider zum Video Host (Upload)
- 4 der Übertragung des Videos zum Gerät des Zuschauers (Streaming)
- 5 der Pufferung des Videos auf dem Endgerät des Zuschauers (Buffering)
- 6 der Dekodierung des Videos auf dem Anzeigegerät (Decoding)



Schritte 1 bis 3

geschehen beim Produzenten der Live-Bilder, etwa einem Fernsehsender oder einer Videoproduktionsfirma.

Schritt 4

passiert beim Video Hosting Service.

Schritte 5 bis 6

geschehen auf den jeweiligen Endgeräten.

Bei manchen Livestreams addieren sich diese Einzelschritte in der Praxis schnell zu einer Latenz von 30 Sekunden, bei Übertragungen aus oder nach Asien kommt maximal eine Latenz von 10 Sekunden dazu.

Dabei hängt die Geschwindigkeit der einzelnen Schritte voneinander ab: So kann ein aufwändiges Encoding in der Kamera des Produzenten zwar länger dauern als ein weniger aufwändiges, produziert dafür aber weniger Daten, was dann Zeit bei der Übertragung und im Buffering spart.

Dafür verlängert sich dann allerdings meist wieder die Dauer des Decodings, weil der zuständige Prozessor im Endgerät die aufwändig verschlüsselten Daten auch wieder aufwändig dekodieren muss. So kann das Reduzieren einer Latenzkomponente in einigen Fällen die Latenz der nachfolgenden sogar erhöhen.

Ausschlaggebend für die Gesamt-Latenz sind folglich das Zusammenspiel und die genaue Abstimmung aller Komponenten.



Auswirkungen von hoher Latenz

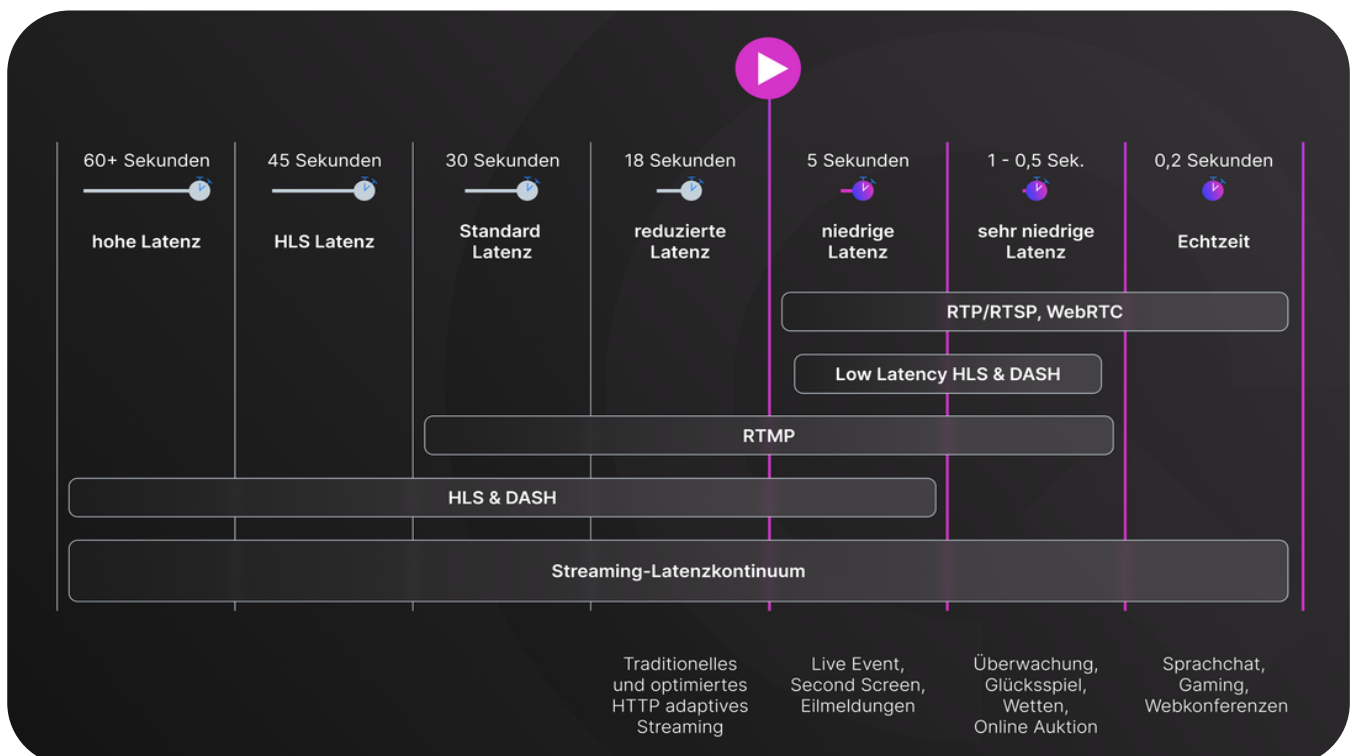
Hohe Latenz verursacht Verzögerungen und kann den Erfolg von Live-Übertragungen beeinträchtigen.

Der Zuschauer möchte beim Event „live dabei sein“, nicht Minuten später.

Hohe Latenz kann die Erfahrung des Zuschauers und folglich seine Verweildauer im Stream negativ beeinflussen. Wer etwa ein Sportereignis zugleich „live“ am Bildschirm und auf Social Media verfolgt, möchte im Messenger oder im Chat nicht eine

Szene bereits kommentiert sehen, die auf seinem Bildschirm noch gar nicht angezeigt worden ist. Kommt es zu Verzögerungen oder „friert“ das Bild wegen des Bufferings ständig ein, schwindet die Live-Erfahrung.

Je geringer die Latenz, desto größer das Gefühl beim Zuschauer, „in Echtzeit“ am Event teilzunehmen. Je höher die Latenz, desto stärker nimmt das „Live“-Gefühl ab.



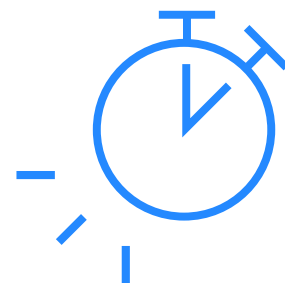


Der Wert von Lösungen mit niedriger Latenz

Das Zusammenspiel zahlreicher Faktoren ist ausschlaggebend für die Zeitspanne, die zwischen der Auswahl eines Livestreams oder eines Links und dem Start des gewünschten Streams oder Videos vergeht: Prozessorleistung des Endgerätes des Nutzers, installierter Speicher, Art der Verbindung (Kabel, SAT, LAN, WLAN usw.), Datei- oder Streamingformat, Auflösung, Bildwiederholrate, Kompression u.v.a.

Auf manche dieser Faktoren hat der Videohosting-Service keinen Einfluss (z. B. alles, was mit dem Endgerät und der Infrastruktur beim Nutzer zusammenhängt), auf andere hingegen schon. Messungen und Optimierungen der Latenz beziehen sich daher immer auf die beeinflussbaren Faktoren, zum Beispiel auf die End-to-End-Verzögerung (E2E) bei einem Livestream (Verzögerung zwischen einem Event und der Verfügbarkeit des Streams des Events beim Nutzer).

Untersuchungen haben gezeigt, dass ab Latenzen von nur zwei Sekunden Zuschauer abzuspringen beginnen, und zwar mit einer Rate von durchschnittlich 6 % pro zusätzlicher Sekunde Verzögerung. Das bedeutet: Startet ein Livestream nach zwei Sekunden mit 100 Zuschauern, verliert er in der ersten Sekunde danach bereits 6 Zuschauer. Nach 22 Sekunden Wartezeit sind nur noch rund 30 Zuschauer beim Stream dabei, nach 32 Sekunden die Hälfte davon, nach einer Minute statistisch nur noch rund 3. Durch die hohe Latenz einer suboptimalen Streaming-Lösung hat der Anbieter somit zwar möglicherweise ein wenig Budgets gespart, aber innerhalb von nur einer Minute 97% seines Publikums verloren. Steigt die E2E-Latenz gar auf zwei Minuten, haben 99,9% aller Zuschauer abgeschaltet.





Für eine dauerhafte Zuschauerbindung ist es von entscheidender Bedeutung, Streaming mit einer möglichst niedrigen Latenz zu realisieren. Besonders wichtig ist dies etwa bei Live-Sportübertragungen, Live-Auktionen, Events mit Publikumsbeteiligung oder beim Gaming.

Low Latency Streaming ist somit entscheidend, um das Publikum an das jeweilige Format und seinen Anbieter zu binden. Intelligente CDN-Lösungen sind durch das HLS-Streaming Protokoll in der Lage, die Latenz der Übertragung dramatisch zu reduzieren.

Aktuell produzieren solche Videostreaming-Plattformen die geringsten Latenzen, die das HLS-Streaming-Protokoll verwenden. HLS steht für „HTTP Live Streaming“ und wurde von Apple entwickelt. Es löste das proprietäre RTMP-Protokoll ab, das Adobe ursprünglich für sein Flash-Format entwickelt hatte. Zur Übertragung an den Zuschauer kommt RTMP nicht mehr zum Einsatz, erfreut sich allerdings weiterhin hoher Beliebtheit bei der Übermittlung des Videosignals an den Videohosting-Service (Ingest).

Mit Beginn des Uploads des Streams durch den Content Provider werden die meisten Streams für die Auslieferung durch die Video-Plattform automatisch in HLS und DASH - je nach Dienst und Nutzungsszenario - umgewandelt. Das ermöglicht hochwertiges HTTP Livestreaming für die Zuschauer.



RTT und FAST RTT

Die Round Trip Time (RTT) ist ein entscheidendes Maß für die Netzwerkleistung. Sie beschreibt die Zeit, die eine Netzwerkanfrage benötigt, um von einem Ausgangspunkt zu einem Ziel zu gelangen und zurückzukehren. Je größer die RTT, desto langsamer die Netzwerkverbindung. In einem CDN ist eine hohe RTT gleichbedeutend mit langsamem Seitenaufbau, langen Ladezeiten für Video und häufigem Buffering.



Content Delivery Networks versuchen daher immer, die RTT maximal zu verkürzen. Das bekannteste Programm zu ihrer Messung ist „Ping“. Bei einer Ping-Messung werden Anfragen an das Ziel gesendet, und die RTT wird anhand der Zeitdauer bis zur Antwort ermittelt. Da allerdings die von Ping bereitgestellten Informationen je nach Betriebssystem variieren, kann es allenfalls einen Schätzwert darstellen. Außerdem weicht das ICMP-Protokoll, das Ping benutzt, vom TCP-Standard des Internet ab, was ebenfalls die Resultate verändert. Dennoch hat sich die Verwendung von Ping für die RTT-Messung eingebürgert.

Die RTT wird von zahlreichen Faktoren beeinflusst: das Medium der Datenverbindung (Funk oder physisch, Kupferkabel oder Glasfaser, WLAN oder Satellit), Datenstau im LAN noch vor dem externen Internet, Server-Überlastung, überlastete Internetknoten und vieles mehr. Der größte Faktor ist allerdings die physische Distanz zwischen Start- und Endpunkt der Kommunikation. Je weiter beide auseinanderliegen, desto länger im Prinzip die RTT. Die RTT von Berlin nach Potsdam ist kürzer als die RTT von Berlin nach Tokio, sofern nicht andere technische Umstände und Maßnahmen das verhindern.



Im Video-Streaming ist eine große Distanz zum Ziel einer Kommunikation das stärkste Argument für den Einsatz von Content Delivery Networks: Sie bringen die Inhalte über ihre PoPs näher an die Benutzer heran und sparen so wertvolle Round Trip Time. Indem sie ihre Server an strategisch wichtigen Internetknoten platzieren, bescheren sie den Benutzern genau das Streaming-Erlebnis, das diese erwarten.

FAST RTT

Optimal austarierete CDNs sind in der Lage, die RTT auf das in der Praxis mögliche physikalische Minimum zu drücken. Wird in vielen Branchen eine RTT unterhalb von 100 Millisekunden angestrebt, so drücken die besten CDNs unter Einsatz der fortschrittlichsten Technologien und optimalen Bedingungen die RTT auf wenige Millisekunden.

Unter dem Strich ist die RTT ein entscheidender Faktor in der Netzwerkleistung, und ihre Optimierung steht für CDNs weit oben auf der Prioritätenliste, um den Benutzern eine reibungslose und schnelle Verbindung zu bieten.





2. Video Netzwerke

2.1

Das CDN

Content Delivery Network

Content Delivery Networks (CDNs) sind entscheidend für die Bereitstellung von Videos mit hoher Leistung und geringer Latenz. Sie verteilen Inhalte über mehrere Server-Standorte weltweit, um die Ladezeiten zu minimieren und Engpässe zu vermeiden.

Was ist ein CDN?

Ein CDN ist ein komplexes Netzwerk von Servern, die strategisch im Zielgebiet verteilt sind (im maximalen Fall global). Diese Server arbeiten zusammen und sind aufeinander abgestimmt, um digitale Inhalte wie Webseiten, Bilder, Videos und andere Ressourcen schneller und zuverlässiger an Endnutzer auszuliefern. Die Idee hinter einem CDN besteht darin, die Inhalte geografisch näher an die Nutzer heranzubringen, was zu kürzeren Ladezeiten und einer besseren Benutzererfahrung führt. Dazu replizieren die verteilten Webserver, die Points of Presence (PoPs), die Inhalte im gesamten CDN. Der Client des Anwenders greift auf die ihm geografisch nächstgelegene Kopie des Inhaltes zu. Durch die Nähe zum Anwender ist dieses Verfahren deutlich effizienter, als wenn die Inhalte auf einem zentralen Server vorgehalten werden. Weil die Datenlast auf zahlreiche Server verteilt ist, werden Engpässe (Bottlenecks) vermieden.

Grundsätzlich werden CDNs je nach ihrem hauptsächlichen Inhaltstyp geplant, aufgesetzt und optimiert: allgemeine Webseiten, dynamische Inhalte (z. B. Webshops), Application Delivery (Cloud), Audio Streaming Dienste usw. Im Rahmen dieses Whitepapers beschäftigen wir uns mit CDNs für Videostreaming (Livestreaming und Video on Demand).



Die Schlüsselkomponenten eines CDN

Ein CDN nimmt Anfragen von Endnutzern entgegen und wählt mithilfe der Verteilungslogik den besten Edge Server aus. Dieser liefert die angeforderten Inhalte an den Nutzer aus. Der Vorteil besteht darin, dass die Inhalte auf den Edge Servern gecacht sind, was die Ladezeiten erheblich reduziert.

Die Hauptkomponenten eines CDN sind:

- ✓ **Edge Server:** Die Points of Presence (PoPs) sind zumeist als Edge Server ausgeführt. Sie bilden die Grundlage eines CDNs und sind über das gesamte geografische Zielgebiet verteilt. Sie speichern Kopien von Webinhalten und dienen als Vermittler zwischen dem Endnutzer und dem Ursprungsserver, von dem die Inhalte abgerufen werden.
- ✓ **Ursprungsserver:** Dies ist der zentrale Server beim Video Hosting Service, auf dem die Originalinhalte gehostet werden. Das CDN ruft die Inhalte in der Regel in Echtzeit beim Content Provider ab.
- ✓ **Verteilungslogik:** Die CDNs verwenden ausgeklügelte Algorithmen, um den optimalen Edge Server für jeden einzelnen Nutzer zu ermitteln. Dabei werden Faktoren wie Standort, Serverauslastung und Verkehrslast berücksichtigt.
- ✓ **Caching:** CDNs verwenden Caching, um Inhalte auf den Edge Servern zu speichern. Dadurch können Inhalte schneller ausgeliefert werden, da sie nicht jedes Mal vom Ursprungsserver abgerufen werden müssen. Dies resultiert in wesentlich kürzeren Ladezeiten und der Reduzierung des Datenverkehrs im Netzwerk.
- ✓ **Optimierung von Protokollen:** CDNs optimieren Protokolle wie TCP und HTTP, um die Leistung der Datenübertragung zu maximieren.



Die **Sicherheit** eines CDN

CDNs auf dem aktuellen Stand der Technik bieten das komplette Spektrum von Maßnahmen, die die Sicherheit der Inhalte, der Anwendung und der persönlichen Nutzerdaten erhöhen:

DSGVO-Konformität, DRM, Verschlüsselung (Encryption), Schutz vor unberechtigten Zugriffen, **Tokenization**, Unterstützung von **SSO** und **IDP** und vieles mehr. Sie bieten eine zusätzliche Sicherheitsebene gegen **Distributed Denial of Service** Angriffe (DDoS).

Durch die Verteilung des Datenverkehrs auf verschiedene Server können sie DDoS-Angriffe besser abwehren. CDNs können den eingehenden Verkehr analysieren und verdächtige Anfragen blockieren, bevor sie den Ursprungsserver erreichen. Darüber hinaus ermöglicht die geografische Verteilung der Server eine bessere Verteilung der Last und reduziert die Anfälligkeit für DDoS-Angriffe.

Content Delivery Networks sind ein entscheidendes Instrument für IT-Experten in Unternehmen, um die Leistung, Zuverlässigkeit und Sicherheit ihrer digitalen Inhalte zu verbessern.

Sie ermöglichen eine effizientere Bereitstellung von Inhalten und tragen erheblich zur Verbesserung der Benutzererfahrung bei.



2.2

Das Multi Content Delivery Network

Im Abschnitt **CDN** haben wir erläutert, dass ein jedes CDN im Kern aus einem verteilten Netzwerk von Servern (Edge Server oder Points of Presence / PoPs) besteht. Sie sind für die Bereitstellung unterschiedlicher Webinhalte - Text, Bilder, Anwendungsdaten, Audio und Video – optimiert. Doch Content Delivery ist dynamisch, entwickelt sich permanent.

Eine der innovativsten Lösungen der letzten Jahre für eine zuverlässige, latenzarme, leistungsstarke und sichere Bereitstellung digitaler Inhalte ist das Konzept der Multi Content Delivery Networks (Multi-CDN).

Historisch gesehen verließen sich Unternehmen darauf, einen einzigen CDN-Anbieter für die Verteilung und Auslieferung ihres Contents einzusetzen. Obwohl dieser Ansatz in zahlreichen Szenarien die bestmögliche Lösung ist, birgt er in anderen Fällen bestimmte Herausforderungen:

- 1 Geografische Beschränkung:** Ein einzelnes CDN verfügt möglicherweise nicht über eine optimale Präsenz in allen Zielregionen, was zu einer ungleichmäßigen Content-Delivery-Leistung führen kann.
- 2 Einzelne Anfälligkeit:** Die Abhängigkeit von einem einzelnen CDN-Anbieter kann problematisch sein. Ausfallzeiten oder Netzwerkprobleme des Anbieters können den Content-Delivery-Prozess unterbrechen.
- 3 Netzwerküberlastung:** Die Ausrichtung auf einen einzelnen CDN-Anbieter kann zu Netzwerküberlastungen führen, insbesondere bei erhöhtem Traffic. Dies kann zu längeren Ladezeiten, unbefriedigenden Benutzererfahrungen und somit Umsatzverlust führen.



- 4 Sicherheit:** Wird ein einzelnes CDN im Rahmen einer Cyber-Attacke angegriffen (z. B. durch DDoS), steigt zum einen die Gefahr, dass der komplette Service temporär oder permanent ausfällt. „Kein Service“ bedeutet jedoch „kein Umsatz“. Im schlimmsten Fall kann der Angriff auf den Upload-Server des Content Providers übergreifen, wodurch seine wertvollen Inhalte gefährdet sind.
- 5 Kosten:** Proprietäre CDNs haben ihren Preis. Gerade bei global angefragten Inhalten ist es oft nicht wirtschaftlich, eigene Server an jedem Ort der Welt zu unterhalten.

Die Lösung: Multi-CDN

Multi-CDN, wie der Name schon sagt, bezeichnet die gleichzeitige Verwendung und Zusammenschaltung der CDNs mehrerer Anbieter, um die Einschränkungen eines einzelnen CDN zu überwinden.

So funktioniert es:

- ✓ **Lastenausgleich:** Multi-CDNs verteilen den Verkehr intelligent auf eine Vielzahl von CDN-Anbietern. Diese Lastenverteilung stellt sicher, dass kein einzelner Anbieter überlastet wird, wodurch das Risiko von Netzwerküberlastungen während Verkehrsspitzen minimiert wird
- ✓ **Redundanz und Robustheit:** Multi-CDN bietet Redundanz. Wenn ein CDN-Anbieter Probleme in der Stream-Auslieferung hat, kann der Verkehr automatisch zu alternativen Anbietern umgeleitet werden. Dies stellt eine hohe Verfügbarkeit sicher und minimiert Ausfallzeit.



- ✓ **Globale Reichweite:** Unterschiedliche CDN-Anbieter können in bestimmten geografischen Regionen eine stärkere Präsenz aufweisen. Multi-CDN ermöglicht es Content Providern, die Stärken verschiedener CDN-Anbieter zu nutzen, um eine weltweit effiziente Content-Delivery zu gewährleisten.
- ✓ **Leistungsoptimierung:** Multi-CDN Konfigurationen können sehr fein aufeinander abgestimmt werden, um die Content-Delivery basierend auf Faktoren wie Benutzerstandort, Art des Inhalts und Echtzeit-Netzwerkbedingungen zu optimieren. Dieser dynamische Ansatz garantiert hohe Benutzerzufriedenheit und somit die bestmögliche Konversionsrate.
- ✓ **Abwehr von Sicherheitsrisiken:** Ein Multi-CDN stärkt die Sicherheit, indem es verschiedene Schutzebenen gegen DDoS-Angriffe und andere bösartige Aktivitäten bietet. Der Verkehr kann schnell von einem angegriffenen CDN-Anbieter umgeleitet werden.

Multi-CDN Die technische Umsetzung

Die Implementierung von Multi-CDN umfasst eine Vielzahl technischer Aspekte.

- 1 **Echtzeitüberwachung:** Um im Multi-CDN optimale Ergebnisse zu erzielen, wird die Leistung eines jeden verbundenen CDN-Anbieters kontinuierlich überwacht. Anpassungen an der Traffic-Umleitung werden in Echtzeit vorgenommen.
- 2 **Kluge Zwischenspeicherung:** Um das Potenzial von Multi-CDN bestmöglich zu nutzen, werden intelligente Zwischenspeicherungsstrategien eingesetzt, um festzustellen, welcher CDN-Anbieter bestimmte Inhalte gemäß der Benutzeranforderung bereitstellen sollte.



- 3 Dynamische Verkehrslenkung:** Automatisierte Systeme oder Algorithmen können so konfiguriert werden, dass sie den Verkehr basierend auf Echtzeit-Leistungsmetriken dynamisch zum geeignetsten CDN-Anbieter leiten.
- 4 DNS-Lastenausgleich:** DNS-basierte Lastenausgleichstechniken werden häufig eingesetzt, um Benutzeranfragen an verschiedene CDN-Anbieter basierend auf verschiedenen Kriterien wie Nähe und Servergesundheit zu verteilen.

Die Bedeutung von DNS für ein Multi-CDN

Am Anfang eines jeden Abrufs von Webinhalten steht eine DNS-Suche: In einem IP-Netz übernimmt das **Domain Name System** (DNS) die Beantwortung von Anfragen zu Domainnamen (Namensauflösung) und übersetzt diese in die zugehörige IP-Adresse (in der Regel IPv4 oder IPv6).

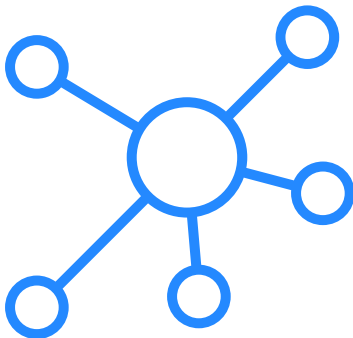
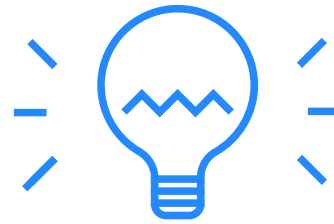
Ist der zugehörige CDN-Server gefunden, wird die Benutzeranfrage um- und weitergeleitet. Eine Grundlage dafür bietet das Request Routing-Verfahren.

Fordert ein Benutzer einen bestimmten Webinhalt an, verwendet er standort-unabhängig immer denselben Domainnamen. Die Antwort des DNS-Servers hingegen hängt ganz zentral vom Nutzerstandort ab, denn er ist dafür optimiert, dem Benutzer den nächstgelegenen CDN-Server zu vermitteln. Da die Namensauflösung bis zu einem Drittel der Ladezeit einer Website beansprucht, kommt ihr eine zentrale Bedeutung bei der Geschwindigkeit der Abarbeitung der Benutzeranfrage zu.



Der optimale Fall (schnellstmögliche Abwicklung der Benutzeranfrage) ist gegeben, wenn der CDN-Service-Provider selbst die Verwaltung der DNS-Server-Infrastruktur des DNS-Service-Providers übernimmt.

DNS-Namensauflösung und User Request Routing fallen dann in einer Instanz zusammen, und die Anfrage des Users kann ohne weitere Verzögerung an den leistungsfähigsten Service-Provider im Multi-CDN Verbund weitergeleitet werden.



Unter dem Strich stellt Multi-CDN die derzeit fortschrittlichste Strategie der Content-Delivery dar. Sie bietet die Möglichkeit, potenzielle Einschränkungen von einzelnen CDN-Lösungen zu überwinden.

Durch eine kluge Verteilung des Verkehrs, die Gewährleistung von Redundanz und die Optimierung der weltweiten Content-Delivery steigern Multi-CDNs Leistung, Zuverlässigkeit und Sicherheit im Vergleich zu Stand-alone-CDNs.

Multi-CDNs sind somit ein **Garant für ein hochwertiges Benutzer-Erlebnis** und eine bestmögliche Konversionsrate von Interessenten zu Kunden.

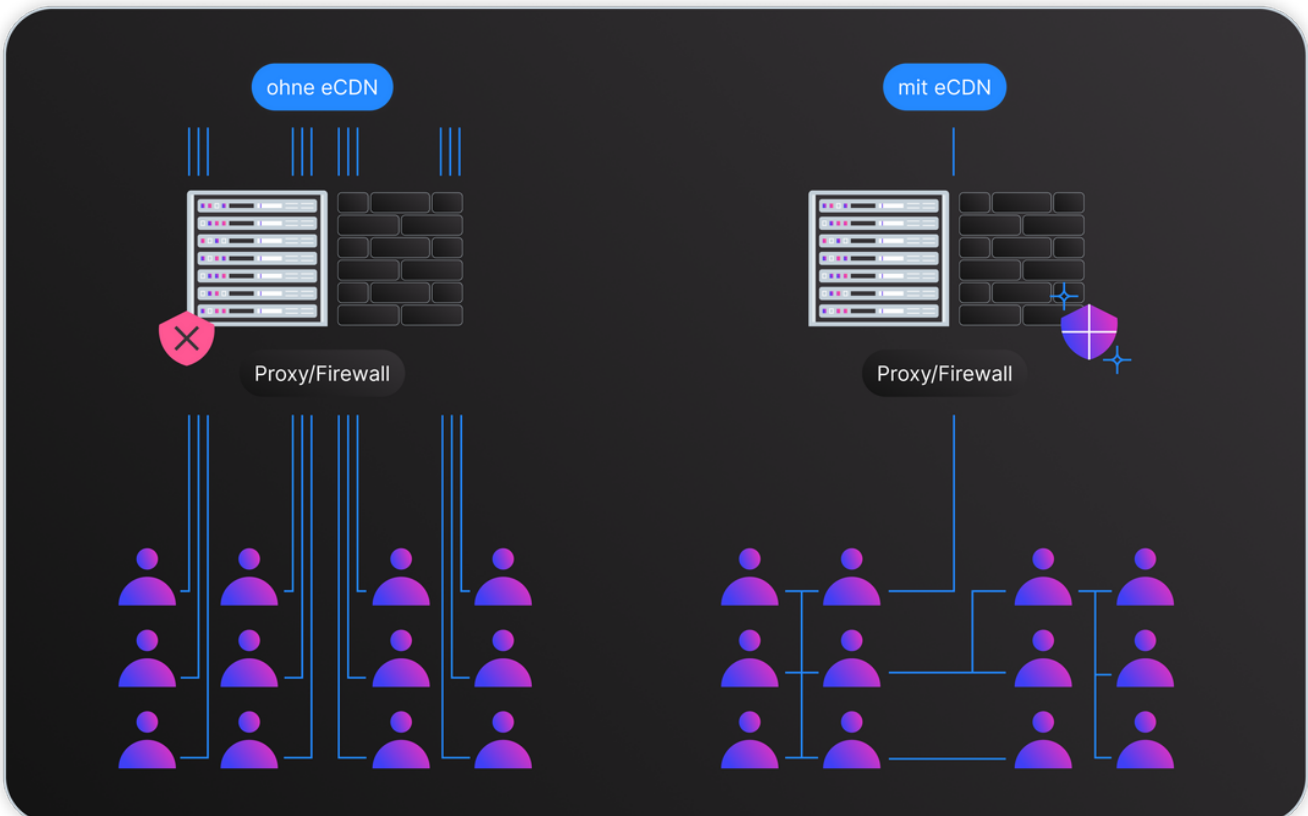
2.3

Das eCDN

Peer-to-Peer Streaming

Zuletzt haben wir CDNs außerhalb der IT-Umgebung des Content Providers betrachtet. Ein CDN kann allerdings auch direkt innerhalb eines Firmennetzwerkes eingesetzt werden. Ruft beispielsweise eine große Anzahl von Nutzern innerhalb des internen Netzwerkes Videos direkt aus dem Internet ab, kann dies zu kritischen Überlastungen des Netzwerkes führen.

Hier sind Lösungen gefragt, die eine intelligente Verwaltung der Video-Weiterleitung (Routing) sowie das Zwischenspeichern der Inhalte (Caching) hinter der Firewall der Unternehmensserver ermöglichen. Lösungen, die innerhalb eines Unternehmens diesen Funktionsumfang bieten, werden als **Enterprise Content Delivery Networks bezeichnet (eCDN)**.





eCDNs arbeiten meist als Peer-to-Peer Content Delivery Network (P2P CDN) und erleichtern die Bereitstellung von Videoströmen gemäß der Standardprotokolle HLS (HTTP Livestreaming) und MPEG-DASH (Dynamic Adaptive Streaming over http). Zusätzliche Hard- oder Software ist nicht erforderlich; die Lösung integriert sich nahtlos in HTML5-Webbrowser und Desktop-Anwendungen.

Die eCDN-Technologie bietet eine effiziente Lösung für die Bereitstellung von Videoinhalten in großen internen Netzwerken. Dazu zählt die intelligente Verteilung von Videodaten durch das Zwischenspeichern auf internen Servern. Dies entlastet bei umfangreichen Streaming-Veranstaltungen wie Online-Betriebsversammlungen, Townhall-Meetings etc. das Netzwerk.

Ein eCDN kann in der Regel innerhalb kurzer Zeit in der Unternehmens-IT implementiert werden. Ein weiterer Pluspunkt ist die erhöhte Sicherheit: eCDNs verwenden JavaScript-Code, der in einem isolierten IT-Bereich ausgeführt wird (Sandbox). Durch die Abschottung von allen anderen Servern bleibt die Ausführung des Codes folgenlos für die sonstige Unternehmens-IT. eCDNs erfüllen somit strengste Sicherheitsstandards.

Eine zeitgemäße eCDN-Lösung zeichnet sich durch ihre hohe Kompatibilität zu standardisierten HTTP-Technologien aus. Hierzu gehören Streaming-Protokolle (HLS, MPEG-DASH), Videoplayer, andere CDNs, Streaming-Server und DRM-Verfahren. Nutzer können Videos zudem gleichzeitig aus P2P- wie auch aus HTTP-Netzwerken streamen. Dadurch wird ein unterbrechungsfreier Zugriff auf die Inhalte sichergestellt.

Der Schlüssel zur Effizienz zeitgemäßer eCDN-Technologien liegt im Umfang und der Qualität seines Client-Software Development Kits (SDK). State of the Art-Lösungen bieten SDKs für HTML5 Web, iOS und Android und stellen PHP Bibliotheken zur Anbindung an Application Programming Interfaces (API) bereit. Damit kann jedes geeignete Endgerät innerhalb des Unternehmens die Inhalte darstellen. Mit diesem Funktionsumfang können eCDNs mit jedem Back-End einer Unternehmens-IT-Umgebung verbunden werden.



In diesem Guide haben wir die Grundlagen von Video Hosting und Video Streaming dargestellt: **Codecs**, den Vorteilen von **Transkodierung** und **adaptiver Bitrate**, Verfahren zur Verbesserung von **Latenz** und **RTT** usw. Und wir haben die verschiedenen Formen von Video-Netzwerken vorgestellt: **CDN**, **Multi CDN**, **eCDN**. Gemeinsam bieten sie Unternehmen eine leistungsstarke und zuverlässige Methode zur Verbreitung von Videoinhalten jeder Art.

Durch die richtige Kombination dieser Streaming-Technologien, CDNs und Sicherheitsmaßnahmen können Unternehmen ihren Kunden eine herausragende Benutzererfahrung bieten und gleichzeitig Skalierbarkeit und Sicherheit gewährleisten.

In einer Zeit, in der **visuelle Inhalte** immer wichtiger werden (und die Geduld der Zuschauer immer kürzer), sind **professionelles Video Hosting** und **Video Streaming** der **Zentralschlüssel zum Erfolg** der modernen Unternehmenskommunikation.

Fazit

Zusammenfassung



Haben Sie Fragen?

Wenden Sie sich an uns.
Wir beraten Sie gern.

Julius Thomas

CEO

julius.thomas@3q.video

+49-30-120833020

André Fischer

CRO

andre.fischer@3q.video

+49-89-215264721

Customer Support