

Inhalteübertragung via Internet

Welche Rolle spielen Content Delivery Networks?

Imme Philbeck, Christin-Isabel Gries

Ein Content Delivery Network (CDN) hilft, die Übertragung von Inhalten über das Internet zu optimieren, und trägt als ein „Internetverkehrsmanagement-Tool“ dazu bei, im Kerninternet mögliche Kapazitätsengpässe zu minimieren. Der Nutzen besteht also darin, die Nachteile der herkömmlichen Inhalteübertragung im Internet zu überwinden, und den Zugang für den Nachfrager zu den immer größer werdenden Datenmengen zu verbessern. Im Auftrag der Bundesnetzagentur untersuchten die Autorinnen dieses Beitrags die „Marktentwicklungen im Bereich der Content Delivery Networks“.



Der ungekürzte Beitrag inklusive Literaturhinweisen steht NET-Abonnenten im Heftarchiv 6/13 unter www.NET-im-web.de zur Verfügung.

Imme Philbeck und Dr. Christin-Isabel Gries sind als Senior Consultants im Wissenschaftlichen Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste (WIK) in Bad Honnef tätig

Ein Content Delivery Network (CDN) ist eine Softwarelösung, die als „Overlay“ zur existierenden Internetinfrastruktur angesiedelt ist und auf der Basis von global verteilten Cache-Servern, die zum Teil mit Übertragungswegen verbunden sind, die Inhalteübertragung über das Internet optimiert und verbessert. Die zu übertragenden Inhalte können sowohl statischer als auch dynamischer Natur sein. Die Server sind i.d.R. an verschiedenen

von CDN-Betreibern ausgesuchten geografisch-strategischen Standorten verteilt und üblicherweise am Rand oder auch innerhalb der Zugangsnetze von Internet Service Providern (ISP) untergebracht. Als Übertragungsweg nutzen CDN-Betreiber das Internet oder auch eigene bzw. angemietete Übertragungsinfrastruktur.

Warum CDNs?

CDNs haben seit ihrer Entstehung vor etwa zehn bis 15 Jahren eine große Bedeutung für die effiziente Übertragung von internetbasierten Inhalten erlangt. Sie haben sich von anfangs weitgehend auf Caching ausgerichteten Server-Netzen zu Systemen mit zahlreichen Funktionen und hohem Innovationsgrad weiterentwickelt, die auf die zunehmend komplexen und dynamischen Internetinhalte ausgerichtet sind. Marktexperten schätzen, dass heute bereits etwa 30 % der Datenübertragung im Internet auf CDNs basiert und potenziell bis zu 60 % des Internetverkehrs über sie übertragen werden könnte.

Ein wesentlicher Treiber für CDNs ist der dynamisch steigende Datenverkehr und der dadurch bedingte Be-

darf an Lösungen zur effizienten Datenübertragung. Immerhin hat sich der globale Internetverkehr in den vergangenen fünf Jahren verachtfacht (Quelle: Cisco) und wird voraussichtlich zwischen 2011 und 2016 mit durchschnittlichen jährlichen Wachs-

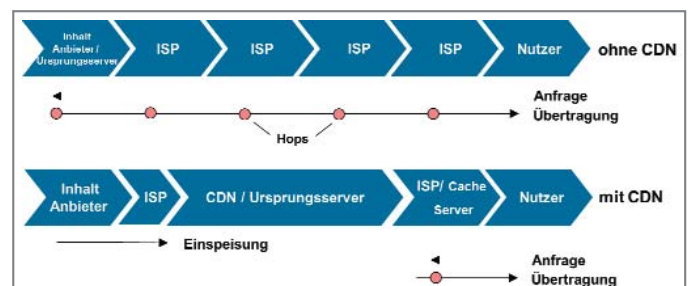


Bild 1: Inhalteübertragung mit und ohne Content Delivery Network (CDN)

tumsraten von 29 % zunehmen. In Westeuropa wird mit 27 % ein etwas geringeres Wachstum erwartet. Hingegen liegt Deutschland den Schätzungen zufolge mit 29 % im weltweiten Durchschnitt.

Funktionsweise eines CDN

Ein CDN ist grundsätzlich darauf ausgerichtet, verschiedene Formen von Webinhalten zum Endkunden zu übertragen. Das ist nicht neu – es ist die Kernfunktion des Internet, Inhalte zu übertragen. Allerdings ist die herkömmliche Übertragung von Inhalten über das Internet oft mit Schwierigkeiten wie z.B. Verzögerungen, Jitter und Paketverlusten behaftet, zudem werden i.d.R. weder Quality of Service (QoS) noch Quality of Experience (QoE) garantiert. Netzbetreiber sind bei (unvorhergesehenen) Verkehrsspitzen mit möglichen Kapazitätsengpässen konfrontiert.

CDNs können als ein „Internetverkehrsmanagement-Tool“ im Kerninternet dazu beitragen, mögliche Kapazitätsengpässe zu minimieren. Dazu implementieren sie als Softwareoverlay eine Vielzahl von intelligenten Applikationen und Techniken (z.B. Re-

quest-Routing-Algorithmen und -Mechanismen), die auf die Optimierung der Inhalteübertragung spezialisiert sind. Zusammen mit verteilter Hardware (Cache-Server) reduzieren sie die Verkehrsmenge, die bei der herkömmlichen Übertragung über das Kerninternet transportiert wird. Die nahe dem Endkunden platzierten Cache-Server replizieren die nachgefragten Inhalte und ermöglichen so eine direkte Bedienung von Inhalteanfragen. Das Kerninternet wird entlastet.

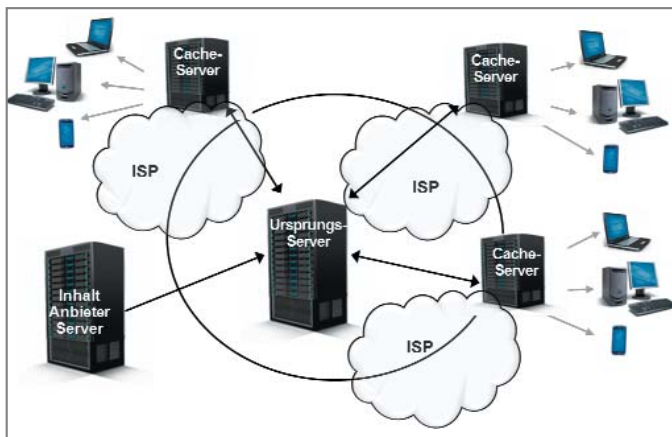


Bild 2: Funktionale Kernstruktur eines CDN

Die Anzahl der sog. Hops, die der nachgefragte Inhalt zum Nutzer zurücklegen muss, wird durch das CDN reduziert (Bild 1). Der Inhalt geht i.d.R. vom Cache-Server, der dem Nutzer am nächsten ist, über das Zugangnetz des ISP direkt zum Nutzer, ohne vorher durch das ganze Internet über zahlreiche Hops geleitet zu werden. Dies gilt selbstverständlich nur für Inhalte, die auf einem Cache-Server hinterlegt sind. Anderenfalls kann es passieren, dass der Inhalt direkt vom Ursprungs-Server abgerufen werden muss. Ein CDN generiert also einen Mehrwert bei der Inhalteübertragung, der vom Endnutzer durch eine verbesserte QoE wahrgenommen wird. Neben CDNs gibt es auch andere Verkehrsmanagementpraktiken, die die Verkehrsüberlastung im Kerninternet reduzieren. Diese umfassen Traffic Shaping und Usage Caps sowie Verkehrspriorisierung wie Ende-zu-Ende-QoS-Verkehrsklassen und z.B. Diffserv (Differentiated Services), MPLS (Multi-protocol Label Switching) oder RSVP (Resource Reservation Protocol). Auch gibt es Verfahren, die im Zugangnetz

angewendet werden, um die Überlastung an den Endpunkten zu reduzieren, wie End-Point Based Congestion Control, Internet Exchange Points und Peering. Im Gegensatz zu Ende-zu-Ende-QoS-Verkehrsklassen beeinträchtigen CDNs das dezentralisierte effiziente Routing von Internetverkehr nicht.

Technische Kernstruktur

Die Kernstruktur eines CDN besteht i.d.R. aus einem Server-Netz, das einen oder mehrere Ursprungs-Server und mehrere im CDN-Netz verteilte Cache-Server umfasst (Bild 2). Die Architektur des Server-Netzes kann entweder zentralisiert oder dezentralisiert sein. Eine zentralisierte Architektur besteht aus ein paar wenigen strategisch platzierten Points

of Presence (PoP), an denen die Cache-Server untergebracht sind. Eine dezentralisierte Architektur weist eine viel größere Anzahl von Cache-Servern auf, die an möglichst vielen Stellen nahe dem Endkunden platziert sind. Server mit populärem Inhalt werden so nahe wie möglich am Endkunden in den ISP-Netzen untergebracht und Server mit weniger populären Inhalten im eigenen Netz platziert.

Das Server-Netz ist wiederum ein komplexes System, das von einer Vielzahl an Support-Funktionen und -Equipment unterstützt wird, um die Einspeisung von Inhalt, Re-Routing, Verteilung, Replikation (Caching), Transfer und Datensammlung zu gewährleisten. Des Weiteren werden auch technische und administrative Support-Funktionen wie Formatumwandlung, Sammlung und Generierung von Statistiken sowie Abrechnung benötigt. Somit lassen sich zusätzlich zum Server-Netz folgende technische Komponenten identifizieren:

- Request-Routing-System zur Weiterleitung der Inhalteanfragen an die jeweiligen Cache-Server;

- System zur Verteilung der Inhalte vom Ursprungs- auf die Cache-Server und zur Realisierung von Konsistenz und Update der Cache-Server;
- Accounting-System zur Generierung und Sammlung von Statistiken und der nutzungs-basierten Abrechnung.

Der CDN-Markt

Seit seinem Entstehen sind zahlreiche neue Anbieter mit unterschiedlicher strategischer Ausrichtung in den CDN-Markt eingetreten und bieten vielfältige Dienste an. War er Ende der 90-er Jahre noch durch Spezialisten geprägt, bietet nun ein Großteil der Wettbewerber CDN im Rahmen eines breiten Produktportfolios an.

Der Eintritt in den CDN-Markt steht grundsätzlich jedem Unternehmen offen: Es gibt keine rechtlichen Marktzutrittschranken in Form von Lizenzen. Eintrittsbarrieren in Form von Economies of Scale und Scope spielen jedoch eine relevante Rolle.

Der CDN-Markt weist heute einen intensiven Wettbewerb und eine hohe Dynamik auf. Sein Volumen und seine zukünftige Entwicklung sind aufgrund von Abgrenzungsproblemen und mangels öffentlich zugänglicher Daten nur schwierig zu quantifizieren, Schätzungen von Marktexperten weichen stark voneinander ab. Alle Untersuchungen und die Angaben der Anbieter deuten darauf hin, dass das Marktvolumen derzeit relativ klein ist (2011: etwa 2 Mrd. € Umsatz weltweit).

Die meisten Experten erwarten, dass die Umsätze im CDN-Markt in den nächsten Jahren durch hohe Wachstumsraten gekennzeichnet sein werden. Diese hängen von zahlreichen Faktoren ab, deren Entwicklung heute nur schwierig vorherzusehen ist.

Angebot ...

CDN-Betreiber können basierend auf ihrem unternehmerischen Hintergrund, ihres Spezialisierungsgrades und der technischen Ausgestaltung des CDN grob unterschieden werden in:

- CDN-Spezialisten: konzentrieren sich ausschließlich auf den CDN-Betrieb;
- integrierte CDN-Betreiber mit eigener Internetinfrastruktur; betreiben

CDNs zusätzlich zu einem breiten Produktportfolio;

- CDN-Reseller, deren Geschäftstätigkeit ausschließlich im Weiterverkauf von CDN-Diensten besteht.

Marktanteile einzelner Anbieter oder Anbietergruppen im CDN-Markt können aufgrund von Abgrenzungsproblemen und mangels verfügbarer Daten nur qualitativ analysiert werden. Im globalen CDN-Markt spielen die Spezialisten Akamai, Limelight und Edgecast sowie der integrierte Betreiber Level 3 eine führende Rolle. Sie dürften mindestens die Hälfte der globalen CDN-Umsätze erwirtschaften und fast 30 % des globalen Internetverkehrs abwickeln. Ihr wichtigster Absatzmarkt ist die USA. In einigen Regionen der Welt sind andere Unternehmen führend, z.B. Chinacache in China. Als weltweiter Marktführer kann – gemessen am Umsatz – Akamai bezeichnet werden.

Im deutschen CDN-Markt werden die Dienste der globalen CDN-Spezialisten oft über Reseller vermarktet, deren Stärke in den Kundenbeziehungen und der Beratungskompetenz liegt. Daneben agieren deutsche CDN-Spezialisten wie z.B. TV1.eu und integrierte Betreiber mit Sitz in Deutschland wie z.B. Nacamar. Die Deutsche

Telekom betreibt bisher kein eigenes CDN und ist als Reseller von Edgecast tätig.

... und Nachfrage

Nachfrager von CDNs können grundsätzlich alle Unternehmen, Organisationen oder private Personen sein, die Inhalte auf einer eigenen Website zur Verfügung stellen. Typischerweise werden CDNs jedoch nur von Nachfragern genutzt, über deren Homepage ein hoher Datenverkehr erfolgt und für die QoS eine hohe Bedeutung hat. Für Nachfrager mit einem extrem hohen Datenaufkommen wie z.B. Google und Amazon kommt auch der Eigenbetrieb eines CDN infrage.

Die Auswahl eines CDN-Betreibers nehmen Nachfrager anhand zahlreicher, auch spezifischer Kriterien vor. Zu den Entscheidungsfaktoren gehören u.a. Preis, Reichweite, Kapazität, Skalierbarkeit, Zuverlässigkeit und

Verfügbarkeit eines Netzes oder Services. Der Preis spielt für die meisten Nachfrager eine wichtige Rolle. Ebenso sollte beachtet werden, wie hoch das zu übertragende Datenvolumen

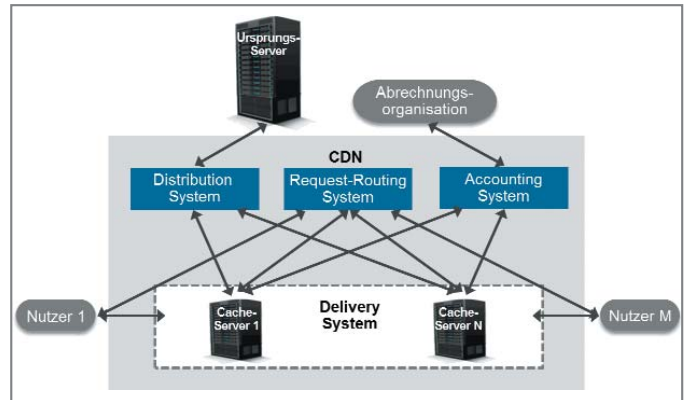


Bild 3: Komponenten eines CDN (nach Markus Vahlenkamp, 2010)

ist, um welche Art der zu übertragenden Inhalte es sich handelt und welche Kern- und Mehrwertdienste genutzt werden.

Nachfrager können unterschieden werden in die Segmente Video/Media & Entertainment und Non-Video/Enterprises. Auf jedes entfällt derzeit schätzungsweise die Hälfte des gesamten Umsatzes im CDN-Markt. Der im Videosegment erzeugte Verkehr liegt jedoch deutlich höher als im Non-Video-Bereich. Es ist zu erwarten, dass der Videoverkehr in den kommenden Jahren weiterhin überdurchschnittlich stark zunehmen wird. Video war in den vergangenen Geschäftsjahren auch der Haupttreiber des Umsatzes, wie die Angaben der im Video- und Non-Video-Segment tätigen CDN-Betreiber zeigten.

Entwicklung des CDN-Marktes

Die weitere Entwicklung des Marktes für Content Delivery Networks ist von der Ausprägung zahlreicher Faktoren abhängig, die jedoch im Einzelnen mit hoher Unsicherheit behaftet sind (siehe nebenstehenden *Textkasten*). Insgesamt sind die Rahmenbedingungen für die CDN-Marktentwicklung als günstig einzuschätzen, da der kontinuierlich steigende IP-Datenverkehr auch in Zukunft effiziente Lösungen zur internetbasierten Datenübertragung erfordern wird. (bk)

Einflussfaktoren auf die CDN-Marktentwicklung

- Entwicklung der Nachfrage nach Breitbandanwendungen und damit einhergehende Entwicklung des IP-Verkehrs und möglicher Kapazitätsengpässe;
- Zahlungsvereinbarungen zwischen Netzbetreibern und Content Providern: Sollten Netzbetreiber gegenüber Content Providern zukünftig verstärkt über die reine Konnektivität hinausgehende Zahlungen durchsetzen, könnte dies die Nachfrage nach CDNs ggf. verstärken;
- Entwicklung der Preise für CDN-Leistungen im Verhältnis zu Preisen für Netzübertragung;
- Technische Weiterentwicklungen im CDN-Bereich selbst sowie technische Weiterentwicklungen bei komplementären und substitutiven Diensten;
- Umfang, in dem bisherige Nachfrager von CDNs zu einem Eigenbetrieb wechseln;
- Entwicklung der Netzneutralitätsregulierung: (drohende) Auflagen und Restriktionen für Traffic-Management könnten dazu führen, dass die Potenziale von CDNs als Verkehrsmanagement-Tool stärker ausgeschöpft werden;
- CDN-Strategien der Netzbetreiber: Eigenbetrieb oder Resale-Ansatz, Intensität der Vermarktungsbemühungen; ein stärkeres Engagement der Netzbetreiber beflügelt möglicherweise auch die Ausschöpfung des CDN-Marktpotenzials;
- Intensität des Engagements von spezialisierten Resellern, so dass neue Nachfragegruppen in den nationalen Märkten erschlossen werden.