

STREAMING 2.0 MIT MULTI-CDN UND LOCAL CACHING

DIPL.-ING. (FH) MARTIN SCHMALOHR

Nach den Anforderungen der großen Sendeanstalten hat das IRT ein Multi-CDN Management entwickelt, über das sich vorhandene CDNs und Local Caching in bestehende Workflows integrieren lassen. Die Lösung hilft, Datenmengen zu reduzieren und einen redundanten Transport zu gewährleisten.

► In response to the requirements of the major broadcasting companies, IRT has developed a Multi-CDN Management system that allows existing CDNs and local caching to be integrated into existing workflows. The solution helps to reduce data volumes and ensures redundant transport.

Der IP-Datenverkehr von ARD und ZDF für Streaming ist seit 2013 in den Exabyte-Bereich gewachsen. Heute rufen Nutzer knapp die Hälfte des gesamten damaligen Jahresaufkommens in nur einem Monat ab. Dabei macht die OnDemand-Nutzung etwa drei Viertel der gesamten Datenmenge aus. Um Inhalte mit hohen Bitraten in HD oder UHD gleichzeitig an viele Teilnehmer auszuliefern, wird zusätzlich zur adaptiven Wiedergabe eine Zwischenspeicherung im Content Delivery Network (CDN) genutzt. Dabei werden die Daten mit verschiedenen Transportverfahren, als Progressive Download, Pseudo-Streaming oder Live-Streaming über HTTP/2 oder Google-QUIC übertragen. Die Programmverbreitung über das offene Internet wird entweder auf der Serverseite, der Playerseite oder innerhalb des Netzwerks optimiert. Dafür benötigte Caching-Server stehen in Datenzentren an den Internet Exchange Points (IXP) oder beim nahegelegenen Internet Service Provider (ISP). Zusätzlich lassen sich mehrere CDNs, sogenannte Multi-CDNs, parallel verwenden, um regionale Leistungsgewinne verschiedener Anbieter zu kombinieren. Um die Internetverbreitung wirtschaftlicher zu gestalten, untersucht das IRT alternative Cache-Lösungen für den Multimedia-Transport an den Internetverteilorten bei Internet Exchange Points sowie Internet Service Providern.

Netflix Open Connect Initiative

Der Video-Streaming Dienst Netflix betreibt im Rahmen seiner Open-Connect-Initiative ein eigenes CDN, um durch Partnerschaften mit Internet Service Providern seine Inhalte effizienter bereitstellen zu können. Dabei werden erhebliche Datenmengen mithilfe sogenannter Open Connect Appliances (OCAs) lokalisiert. Aus Analysen des Netflix CDNs an der Queen Mary University geht hervor, dass der Video-

streaming-Dienst im Jahr 2017 im Vereinigten Königreich über 350 sogenannte Open Caching Appliances bei regionalen ISPs und weniger als 200 an zentralen IXPs betrieb. In Deutschland hingegen erfolgte die Lastverteilung des Netflix-Verkehrs 2017 weitestgehend über IXPs. Der mittlere Datendurchsatz pro Appliance im weltweiten Netflix-CDN betrug mehr als 0,5 Gbps bei ISPs und unter 1,5 Gbps bei IXPs – in Deutschland lag dieser je Standort bei über 1,0 Gbps bei ISPs und unter 100 Gbps bei IXPs.

Playerbasiertes Multi-CDN

Das IRT unterstützt die öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten der ARD bei der Einrichtung individueller Multi-CDN-Konfigurationen und der Erweiterung mit Hersteller-übergreifenden Caching-Lösungen. Dazu entwickelt es eine Lösung zur dynamischen Verteilung von Stream-Anfragen (HLS, MP4, DASH) an verschiedene alternative Hosts, unter Verwendung des gemeinsamen ARD-Players. Parallel zur primären CDN-Verteilung ist eine flexible Auswahl mehrerer Anbieter und Caching-Dienste möglich, wodurch Datenverkehr über Drittanbieter eingespart, Kosten gesenkt und die Content-Auslieferung stabiler wird. Die zusammen mit Das Erste, WDR und SWR entwickelte Lösung des IRT lässt sich nahtlos in bestehende Streaming-Workflows integrieren. Parallel betreibt der BR eine Multi-CDN-Lösung für verschiedene Live-Streams der ARD auf Basis einer gewichteten dynamischen DNS-Umschaltung, welche unabhängig vom verwendeten Player ist. Aktuell wird ein kombinierter Einsatz der DNS-gestützten Lösung mit dem playerbasierten Multi-CDN-System geprüft.

Integration

Der Multi-CDN-Dienst (MCDN) wurde als hochskalierbare Lösung in der Google Cloud implementiert, um sehr hohe Lasten vieler gleichzeitiger Anfragen des ARD-Players bedienen zu können. Der Cloud-Dienst antwortet auf jede Wiedergabeanfrage des ARD-Players mit einer individuellen Liste alternativer Server. Gewichtet wird dabei nach dem vorgegebenen Regelsatz der Rundfunkanstalt. Der Algorithmus des Addons im Webplayer des Nutzerendgeräts wählt anschließend ein CDN oder einen Caching-Server mit Hilfe eines gewichteten Zufallswertes aus. Die Gewichtung wird dynamisch für jede Wiedergabesituation und entsprechend des eingestellten Regelsatzes berechnet. Darüber hinaus soll der zentrale Multi-CDN-Dienst künftig auch das im IRT entwickelte datenschutzkonforme Monitoring-System Argos nutzen, um die CDN-Gewichtung auf Basis der konfigurierbaren Logik nachzuregeln – beispielsweise bei einer Häufung von Wiedergabebefehlen in einer bestimmten Region.

Ein Management-Interface erlaubt den Rundfunkanstalten, die gewünschte Gewichtung für mehrere CDN-Konfigurationen einschließlich ihrer lokalen Caching-Server, zu

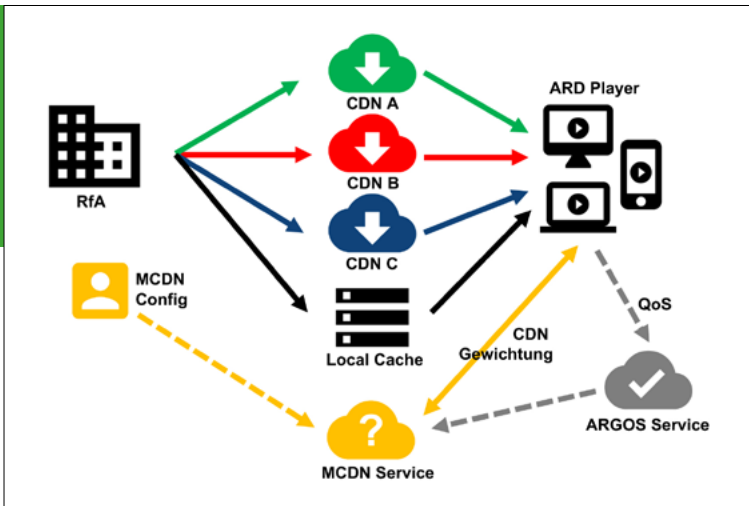


Abbildung 1: Multi-CDN-System mit Local Caching

hinterlegen. Gemeinsam genutzte „Shared CDNs“, welche die ARD unter Vertrag hat, lassen sich auch hinsichtlich ihrer Gesamtbandbreite oder der maximalen Anzahl an gleichzeitigen Nutzern limitieren, soweit dies aus dem Argos-Feedback hervorgeht.

Im Multi-CDN-Service können mehrere primäre Domains pro Rundfunkanstalt angegeben werden, auf die das System bei Anfragen aus dem ARD-Player reagiert, was beispielsweise bei Livestreaming und Video OnDemand genutzt wird. In den Regelsätzen können Abhängigkeiten von Tageszeit, Netzwerksegment oder Geolokalisierung zum Beispiel für

spezielle Internet Service Provider festgelegt und entsprechend in der jeweils gewünschten Gewichtung von CDNs oder Local Caches berücksichtigt werden. Die Priorisierung dieser alternativen Stream-Quellen wird vom sogenannten Resolver im Multi-CDN-Service in Form einer JSON-Datei an den Player übergeben. Dabei werden alle Regeln innerhalb des Sets nacheinander vergleichbar mit einer Personal Firewall abgearbeitet. Um IP-Ranges automatisch zu aktualisieren, wird derzeit an der Integration des Border Gate Protokolls (BGP) gearbeitet. Der Aufbau einer BGP-Session zum ISP ist Voraussetzung beim Betrieb eines Local Caches beim Provider, um die Adress-Bereiche der regionalen Kundenanschlüsse einzugrenzen. Mit Hilfe des BGP-Protokolls reagiert der Multi-CDN-Dienst des IRT zeitnah auf geänderte Anforderungen im lokalen Netz des ISP, um unerwünschten Transitverkehr zu vermeiden.

Schlussendlich wird die prozentuale Verteilung zwischen den hinterlegten Host-Namen verschiedener CDNs und Local Caches für jede Regel eingestellt. So können beispielsweise regionale Nutzer eines bestimmten ISPs, bei dem ein Local Cache betrieben wird, gegenüber regulären CDNs priorisiert werden.

Player-Verhalten

Beim playerbasierten Multi-CDN wird die Auswahl eines geeigneten CDNs bzw. Hostnamens dem Player selbst überlassen. Um dennoch über alle Wiedergabesitzungen hinweg eine gewünschte Verteilung zu erreichen, muss der Player bei jeder neuen Wiedergabe einen neuen, gewichteten Zufallswert berechnen. Dieser entscheidet in Abhängigkeit der Verteilungsvorgabe über die Auswahl des Hostnamens. Damit stellt sich über eine Vielzahl an Wiedergaben eine ge-

Showing 3 CDNs i

name	url	sharedCDN	limit_maxUsers	limit_maxBandwidthGbps	edit	delete
Akamai	irt-a.akamaihd.net	Akamai				
CenturyLink	vod-cl-irt.secure.footprint.net	No Shared CDN	1000			
Local Cache IRT	irt-a.cache-irt.opencdn.tv	No Shared CDN		1		

Abbildung 2: Multi-CDN-Konfigurator

Rule Name

Rule Type

network ▾

Rule Value

Abbildung 3: Verteilungsregel im Multi-CDN-Konfigurator

Abbildung 4: CDN-Gewichtung im Multi-CDN-Konfigurator

Showing 3 CDNs

cdn	weight	weight value
Akamai	<input type="range"/>	10 %
CenturyLink	<input type="range"/>	0 %
Local Cache IRT	<input type="range"/>	90 %

wünschte statistische CDN-Verteilung ein. Das ausgewählte CDN wird in Form einer normalen Stream-URL für HLS, MP4 oder DASH an das jeweilige Framework zur Wiedergabe übergeben. Endgeräte, welche die Media Source Extension (MSE) aus HTML5 nicht unterstützen, wie beispielsweise HbbTV bis einschließlich Version 2.0.2 (ETSI 1.5.1) oder Smartphones mit Apple iOS, sind auf eine native Wiedergabe angewiesen. Ein Wechsel des CDNs nach erfolgter Wiedergabe ist bei diesen Geräten nicht mehr möglich, da die aufrufende Webapplikation Zugriff auf die Ablaufsteuerung der nativen Wiedergabe benötigt. Tritt ein Fehler bei der Wie-

dergabe auf, fällt der Player entweder auf den nächst-niedriger gewichteten Host oder auf den primären Stream ohne Multi-CDN zurück.

In einer HTML5-basierten Wiedergabe mit einem MSE-tauglichen Desktop-Browser wie beispielsweise Chrome, Firefox oder EDGE kann das MCDN-Addon des ARD-Players das CDN auch nach dem Start einer laufenden Wiedergabe wechseln („Instream-Switching“). Ein CDN-Wechsel während der Wiedergabe wird mit Hilfe des HLS.js-Frameworks realisiert. Der Wechsel kann auf Grund eines Fehlers vom Player selbst initiiert oder durch eine geänderte Gewichtungsvorgabe aus dem Management von außen getriggert werden. Zu diesem Zweck fragt das MCDN-Addon des ARD-Players zyklisch etwa jede Minute beim sogenannten OpenCDN-Resolver die jeweils gültige Gewichtung aller alternativen Hostnamen an. Ändert sich die Gewichtung während der Wiedergabe beispielsweise auf Grund einer CDN-Überlastung oder wegen einer Regel, die nur in einem bestimmten Zeitfenster gültig ist, so kann das Addon das nächste angeforderte AV-Segment von einem anderen Host bzw. CDN anfordern.

Real User Tests

Derzeit wird die dynamische Lastverteilung von Stream-Anfragen für die adaptive VoD-Auslieferung evaluiert. Die Umschaltung von HLS-Streams auf alternative Hosts mit populären TV-Inhalten wird parallel zur primären CDN-Distribution mit dem ARD-Player getestet. Zu diesem Zweck streamen das IRT und Das Erste deutsche Serien wie beispielsweise „Rote Rosen“, „Sturm der Liebe“ und „Tatort“ über mehrere Content Delivery Networks. Die laufenden Versuche sollen die Skalierbarkeit des Multi-CDN-Dienstes (MCDN) des IRT in der Google-Cloud in Kombination mit einem MCDN-fähigen ARD-Player auf der Website von Das Erste bewerten. Um die Internetverbreitung wirtschaftlicher zu gestalten und die Kostenentwicklung zu begrenzen, untersucht das IRT ge-

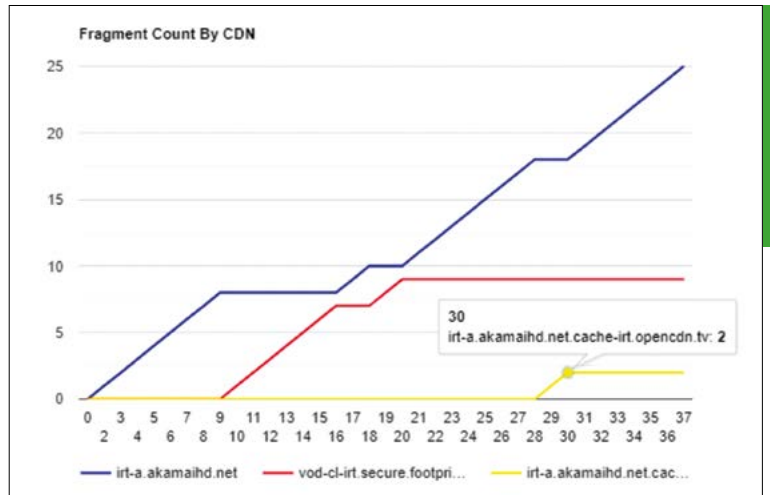


Abbildung 5: „Instream-Switching“

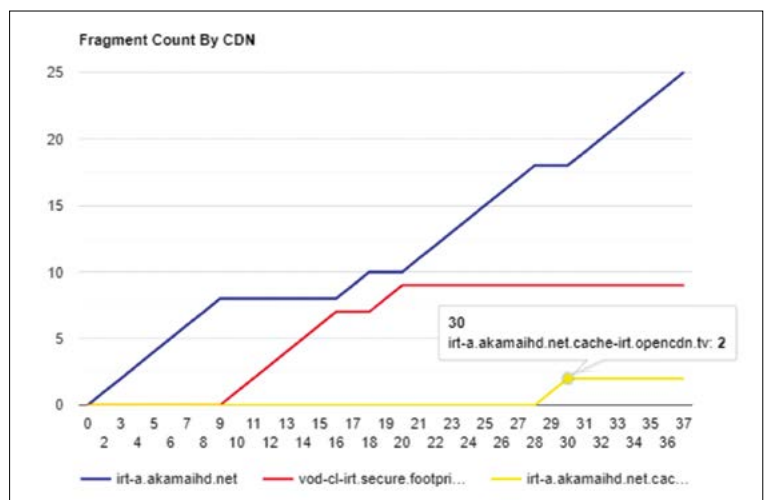


Abbildung 6: CDN-Verteilung mit Local Cache

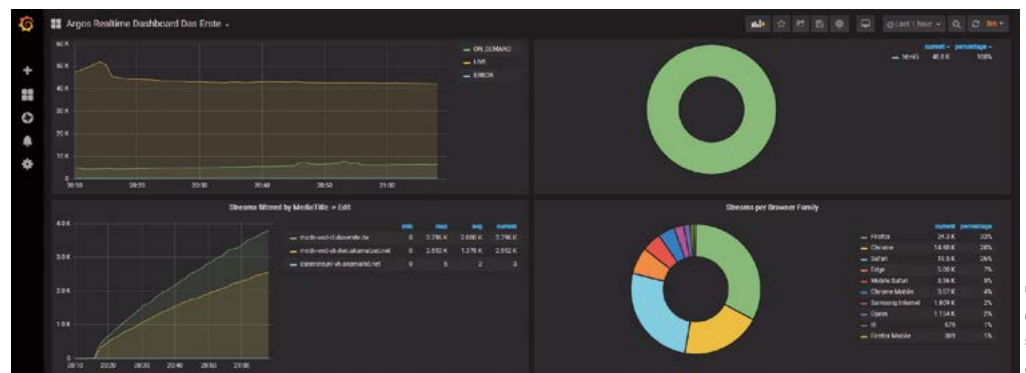


Abbildung 7: CDN-Verteilung im Real User Test „Tatort“



Abbildung 8: CDN-Verteilung im Real User Test „Sturm der Liebe“

Quelle: DasErste

Quelle: DasErste

meinsam mit der ARD alternative Cache-Lösungen für den Multimedia-Transport an den Internetverteilorten bei Internet Exchange Points sowie Internet Service Providern.

In der Spitze konnte der Resolver des Multi-CDN-Systems die HLS-Wiedergabe von mehr als 6.400 gleichzeitigen Nutzern im ARD-Player auf zwei verschiedene CDNs nach vorgegeben Regeln verteilen. Die Google Cloud Plattform hat dabei 184 Anfragen/sec bzw. 11.000 Anfragen/min verarbeitet, während die Cloudkosten gering blieben. Die gewünschte CDN-Verteilung für die jeweilige TV-Folge wurde mit dem Monitoring-System Argos im Verlauf des Publikationsfensters mit Hilfe einer Umschaltung im vorgegebenen Zeitfenster verfolgt.

In der ersten Versuchsphase wurde eine statische HLS-Paketierung verwendet, um den VoD-Inhalt auf verschiedenen regulären kommerziellen CDNs bereitzustellen. In Phase zwei wird die Multi-CDN-Konfiguration um Local Caches bei regionalen Internet Service Providern wie MNet und NetCologne zusammen mit dem WDR erweitert. Ebenfalls in Prüfung durch den WDR ist aktuell die Anbindung von Caches, welche der ISP Vodafone als Dienstleistung in seinem Netz bereitstellt. Darüber hinaus wird die statische Paketierung mit dynamischer HLS-Segmentierung auf Basis von Open Source NGINX mit einem Kaltura VOD Packager



**DIPL.-ING. (FH)
MARTIN SCHMALOHR**

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Bereich Media Services & Platforms am Institut für Rundfunktechnik.

► www.irt.de

Quelle: IRT

Modul ausgetauscht, welches als Cloud Service vom WDR zur Verfügung gestellt wird. Zudem werden die Vorteile einer Multi-CDN-Realisierung über dynamisch manipulierte Manifest-Files mit redundanten Variant-Streams beispielsweise in der HLS-Ausspielung für native Player geprüft. ►

[1] OpenCDN – Player-based IP distribution from alternative servers – IRT Lab, <https://bit.ly/37gfmJ1>

[2] Open Connect Everywhere: A Glimpse at the Internet Ecosystem through the Lens of the Netflix CDN, Timm Böttger et al., Queen Mary University of London, <https://bit.ly/2MGxKkN>

[3] Netflix – Open Connect, https://openconnect.netflix.com/de_de/

ZEHN NOMINIERTE FÜR ARD/ZDF FÖRDERPREIS „FRAUEN + MEDIENTECHNOLOGIE“ 2020

Aus acht verschiedenen Hochschul- und Universitätsstandorten in Deutschland kommen die zehn Nominierten für den ARD/ZDF Förderpreis "Frauen + Medientechnologie" 2020, teilt die ARD.ZDF Medienakademie mit. Die Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg und die Technische Hochschule Köln haben in diesem Jahr jeweils zwei ihrer Absolventinnen in den Top Ten. Zum allerersten Mal in der zwölfjährigen Geschichte des Förderpreises kommt eine Nominierende von der Fachhochschule Dortmund.

Die Nominierungen umfassen fünf Masterarbeiten, drei Bachelorarbeiten und zwei Dissertationen. In den nominierten Abschlussarbeiten bildet sich ein breites Themenspektrum zu Grundlagen und Trendthemen aus der Audio- und Videotechnik ab, auch zu aktuellen Problemstellungen.

Zu den zehn Nominierten mit ihren Arbeiten des Wettbewerbs 2020 gehören (in alphabetischer Reihenfolge):

- **Hadeer Allam:** Evaluation of P4 Coded forwarding Plane in a Broadcasting Environment. Master, Technische Hochschule Köln
- **Beatrix Bau:** Analyse des Medienproduktionsprozesses zur Optimierung durch Cloudtechnologie am Fallbeispiel des ZDF. Master, Technische Universität Ilmenau
- **Elena Burdiel:** Investigations into a Machine Learning Based NonGuided Audio Bandwidth Extension for Music Signals. Master, Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
- **María Luis Valero:** Acoustic echo reduction for multiple loudspeakers and microphones: Complexity re-

duction and convergence enhancement. Dissertation, Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg

- **Franziska Mertl:** Automatisierte Trainingsdatengenerierung zur Gesichtserkennung. Master, Hochschule für angewandte Wissenschaften München
- **Thi Minh Hue Nguyen:** CNN-based detection and correction of purple fringing aberration / CNN-basierte Erkennung und Korrektur von Purple Fringing Aberrationen. Bachelor, Technische Hochschule Köln
- **Jana Pape:** Der Umgang mit VFX und CGI, aus Sicht des Director of Photography. Master, Filmuniversität Babelsberg KONRAD WOLF
- **Jennifer Rasch:** Signal Adaptive Methods to Optimize Prediction Signals in Video Coding. Dissertation, Technische Universität Berlin
- **Maike Richter:** Lautheitsmessung von objektbasierten Audioszenen. Bachelor, Hochschule der Medien Stuttgart
- **Lotte Ruf:** GREEN FILMMAKING – klimaneutral produzieren. Bachelor, Fachhochschule Dortmund

Nach einer weiteren Juryrunde stehen im Juli 2020 dann die drei Preisträgerinnen fest. Die drei Preisränge sind im Gesamtwert von zusammen 10.000 Euro dotiert.

Ausgerichtet wird der ARD/ZDF Förderpreis "Frauen + Medientechnologie" 2020 von der ARD.ZDF Medienakademie, der Fort- und Weiterbildungseinrichtung des öffentlich-rechtlichen Rundfunks in Deutschland. Schirmherr des diesjährigen Wettbewerbs ist Manfred Krupp, Intendant des Hessischen Rundfunks.

<http://www.ard-zdf-foerderpreis.de>