

VIRTUOSA – DER WEG ZU 5G UND VIRTUALISIERUNG IN DER RUNDfunkPRODUKTION (POC)

ANDREAS METZ, HACI M. CENGIZ

Das EU-Forschungsprojekt VIRTUOSA demonstriert die Kombination von 5G mit Virtualisierungskonzepten für eine effizientere und kostengünstiger standortübergreifende Produktion von Live-Inhalten – wie beispielsweise Sport- oder Musikberichterstattungen. Die neue Generation von Mediennetzwerken basiert auf drahtloser 5G-Kommunikation und auf Technologien, die in der IT bereits weit verbreitet sind, bislang aber nicht für die Medienproduktion geeignet erschienen: Internet Protocol (IP)-Technologie, Software-Defined Networking (SDN)-Technologie, Network Function Virtualization (NFV), High Performance Computing (HPC) und Cloud Computing.

Einführung – All-IP

Alle modernen Netze basieren auf dem sogenannten Internet Protokoll (IP). Dies ermöglicht prinzipiell eine universelle Kommunikation aller Dienste innerhalb nahezu aller global vernetzten Orte – auch innerhalb der Medienproduktion. Neben der weltweiten Signalzuführung in die Funkhäuser durch Reporter löst die IP-Produktion auch innerhalb eines Studios und auf dem Mediacampus den Einsatz klassischer Video- und Audiosignale ab.

Die Migration der altbewährten Signale wie SDI, ASI und AES3 auf eine standardisierte Netzwerkstruktur wurde anfangs in Zweifel gezogen, später kontrovers diskutiert. Mit dem Projekt VIRTUOSA sollte der Beweis gelingen, dass eine komplette Medienproduktion über IP-Infrastrukturen sowohl im Studio zwischen den Medienstandorten als auch mobil über moderne 5G-Netze technisch möglich ist und darüber hinaus den Anforderungen der Medienschaffenden gerecht wird.

Use-Case in drei Phasen

Das Projekt wurde zeitlich in drei aufeinander aufbauende Phasen gegliedert, von denen jede einen typischen Anwendungsfall in der Medienproduktion definierte. In Phase 1 wurde die Produktionsinfrastruktur eines Hauptstudios auf Basis des SMPTE-Standards ST2110 im IRT nachgebaut. Sie bildete die typische Studioproduktion von Magazinen und Nachrichtensendungen ab: der Moderator befindet sich im Studio, eventuell mit einem oder mehreren Studiogästen. Alle Beiträge wurden vorproduziert und liegen auf einem Server zur Einspielung bereit. Das Studio umfasst mindes-

tens eine Kamera (besser zwei bis drei Kameras), für jede Person ein Mikrofon, einen Kontrollmonitor für den Moderator und je nach Studio-Design einen Monitor/Videoleinwand im Hintergrund des Moderators. In Phase zwei wird das Produktionsstudio um ein Remote-Studio erweitert: ein zweites Studio zur Livezuschaltung eines Interviewgastes. Dabei handelt es sich um eine professionelle Studioumgebung, wie sie typischerweise in einem Regional- oder Auslandstudio anzutreffen ist. Die Anbindung erfolgt in der Regel über permanente Verbindungen und je nach Situation und Anforderungen werden codierte oder sogar unkomprimierte Video- und Audiosignale übertragen. In Phase drei wird der Versuchsaufbau um eine mobile Reportereinheit ergänzt, um die kurzfristige Berichterstattung von auswärts abzubilden. Die Anbindung an das Hauptstudio erfolgt dabei über eine mobile 5G-Infrastruktur.

Technische Realisierung

Die technische Realisierung der lokalen IP-Produktionsinfrastruktur setzt im Kernnetz auf moderne Spine-Leaf-Architektur mit Mellanox-Switches vom Typ SN3700. Sowohl die Produktionsmittel als auch die Test- und Messgeräte wurden direkt an die Leaf-Switches angebunden. Das Netz wurde so strukturiert, dass die Leaf 1-Switches alle Geräte des Produktionsstudios und die Leaf 2-Switches das Equipment der Regie enthielten. Im IP-Studio wurden alle Video- und Audiosignale der beiden Sony HDC-3100 Kameras und der StageTec Nexus-Audiokreuzschiene nativ über IP bereitgestellt. Um auch klassische Basisbandsignale in eine IP-Produktion zu integrieren, wurden die Nevion Virtuoso MI als Video-Gateways verwendet und der Videosever Sony PWS-4500 sowie alle Monitore über SDI-Verkabelung daran angeschlossen.

Die Regie im Projekt VIRTUOSA war die eines Produktionsstudios. Alle Videosignale vom und zum Bildmischer (Sony XVS-6000) sowie vom und zum Multiviewer (TAG MCM 9000) wurden ausschließlich als IP-Streams übertragen. Dasselbe galt für die Audiosignale: Die Zuführung zur Audioverarbeitung im StageTec Nexus erfolgte ausschließlich über das Netzwerk. Selbst die Wiedergabe in der Regie erfolgte über IP-Lautsprecher. Die Regie-Monitore wurden wiederum über die VIRTUOSA MI Video-Gateways angeschlossen.

Für die Synchronisation in der VIRTUOSA-Infrastruktur wurde das PTP-Profil nach Standard SMPTE ST2059 verwendet. Vergleichbar mit einer klassischen Taktverteilung, war auch hier die Taktquelle (Meinberg M3000) GPS-verkoppelt. Die Mellanox-Switches verteilten PTP um Boundary Clock Modus zu allen Endgeräten, was einem hierarchischen Master-Slave-Betrieb entsprach. Der nötige Zeitcode wurde ebenfalls vom PTP abgeleitet. Lediglich der Videosever, der im Basisband arbeitete, benötigte die klassische Taktung

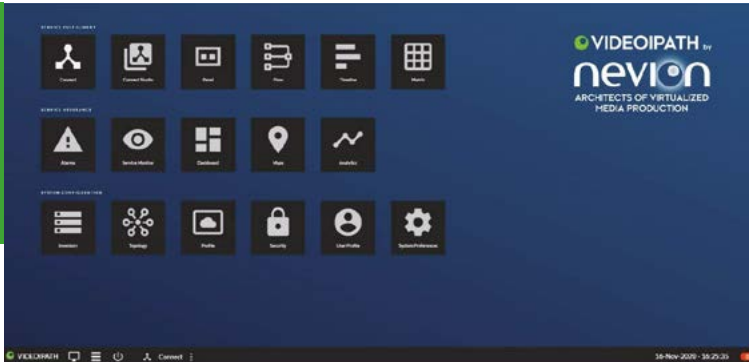


Abbildung 1: Software Defined Networking Orchestrator

Quelle: Screenshot aus VIRTUOSA VideolPath-System

über Black Burst. Eine zusätzliche Verkabelung für Takt- und Zeitinformationen entfiel damit.

Verwendung offener Standards

Der Aufbau einer kompletten Produktionsumgebung setzt die Integration von Geräten unterschiedlichster Hersteller voraus. Damit alle Audio-, Video-, Metadaten- und Taktsignale problemlos zwischen den verschiedenen Geräten ausgetauscht werden können, sind standardisierte Schnittstellen unumgänglich. Dies ändert sich auch mit der Transformation zu einer IP-Infrastruktur nicht. Im Projekt VIRTUOSA wurde daher durchgehend die Standardfamilie SMPTE ST2110 angewendet, da diese für alle Essenzen einen eigenen, separaten IP-Stream beschreibt – analog zur klassischen Infrastruktur im Basisband – und somit bestens für Studioumgebungen geeignet war. Auf eine Kompression der Video- oder Audiosignale wurde verzichtet, was die minimalen Delays und die bestmögliche Qualität ermöglichte. Für die Synchronisation und Zeitverteilung in IP-Netzen wurde das Precision Time Protokoll (PTP) nach Standard IEEE 1588 definiert. Für die professionelle Medienproduktion fand die Definition nach SMPTE ST2059 Anwendung.

Video IPath – Software Defined Networking Orchestrator

Das Projekt VIRTUOSA wurde im Kernelement mit der SDN-Orchestrator-Software von NEVION/SONY realisiert, welche die volle Integration der Media- und IP-Nodes umfasst und eine zentrale Verwaltung von Netzwerkgeräten ermöglicht. Das System diente für die Media Nodes als NMOS IS-04 Registry Server und steuerte diese per NMOS IS-05. Media Nodes, die noch kein NMOS integriert hatten, wurden

per Treiber oder per NAT'ing (Network Address Translation) eingebunden.

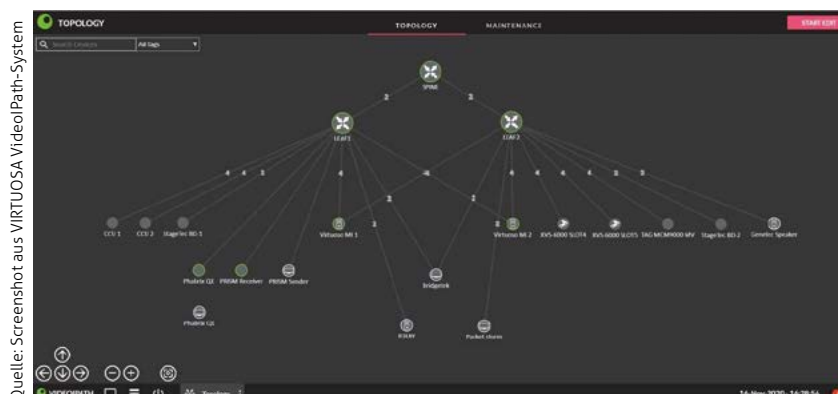
Die Anbindung der verwendeten Mellanox-Switches SN3700 an den SDN-Orchestrator erfolgte mit OpenFlow, einem Netzwerkprotokoll, das die direkte und sichere Kommunikation zwischen Netzwerksystemen über Ethernet ermöglichte. In diesem Modell wurde ein IP-Paket dann gemäß der OpenFlow-Konfiguration weitergeleitet, wenn eine solche Konfiguration mit den Paketparametern übereinstimmte. Andernfalls wurde das Paket durch die normale Pipeline (normale Weiterleitung/Routing) behandelt. Die Switch-Implementierung basierte auf dem Hybridmodell, dass die Koexistenz einer OpenFlow-Pipeline und einer normalen Pipeline ermöglichte. Somit konnten die Switches und In-Band betriebenen Geräte an das vorhandene Management Netzwerk des IRT angeschlossen werden.

Die Verwaltung der verwendeten Multicast IP-Adressen wurde bei NMOS- und SDP-gesteuerten Geräten dem Orchestrator überlassen, der diese dynamisch aus seinem Pool zuwies. Video IPath berechnete serviceorientiert den optimalen Ende-zu-Ende-Pfad für jede beliebige Verbindung. Das System berücksichtigte die derzeit und zukünftig verfügbare Bandbreite und verhinderte so die Überbuchung einer Leitung. Dabei wurden die Redundanzanforderungen voll einbezogen und SMPTE 2022-7 Ströme disjunktiv per „Shortest Path First“-Algorithmus geschaltet.

Schalten im Netz

Ein „sauberes“ bzw. synchronisiertes Umschalten zwischen zwei Signalen stellt die IP-Produktion vor eine Herausforderung. Bisher verhält es sich so, dass ein Endpunkt beide Ströme abonniert, diese puffert, zwischen diesen Strömen umschaltet und das ursprüngliche Signal abmeldet. Make-before-Break ist ein Ansatz, der sich dieser Problematik annimmt. Er verzichtet auf eine Verdopplung der Bandbreite, indem der redundante Pfad für die neue Verbindung verwendet wird, sofern eine Redundanz besteht.

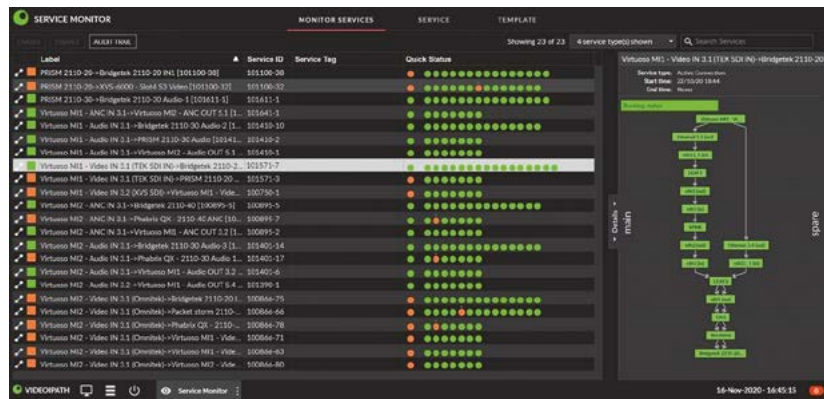
Neben der verdoppelten Bandbreite ergibt sich das Problem der zeitlichen Divergenz, bedingt durch separate API-Aufrufe für eine Umschaltung. Diese zeitliche Divergenz kann sich je nach Menge der gleichzeitig geschalteten Signale auch akkumulieren. NVIDIA (ehemals Mellanox Technologies) hat eigens für das Projekt VIRTUOSA eine Lösung entwickelt. Das „saubere“ Umschalten soll demnach im Switch selbst passieren, sodass ein Endgerät bei der Umschaltung nicht beide Signale gleichzeitig empfangen muss. Diese Umschaltung muss so erfolgen, dass der Empfänger davon nicht gestört wird bzw. es zu einem Aussetzer kommt. Der Ansatz basiert auf RTP-Zeitstempel und die Verwendung des `oxm_field` im OpenFlow (OpenFlow Extensible Match



Quelle: Screenshot aus VIRTUOSA VideolPath-System

Abbildung 2: SDN-Ansicht der Topologie

Abbildung 3:
Nachverfolgung der
einzelnen Dienste



Quelle: Screenshot aus VIRTUOSA VideoPath-System

Quelle: IRT



ANDREAS METZ (FKTG)
ist Projektleiter und Senior Engineer –
Department Future Networks im Institut
für Rundfunktechnik.
➤ www.irt.de

Quelle: LOGIC



HACI M. CENGIZ
ist SDN-Pionier und Solution Strategist
bei LOGIC.
➤ www.logic.tv

Audio- und Metadaten erfolgte herstellerübergreifend und nach der aktuellen NMOS-Logik. Für die Umsetzung wurden ausschließlich am Markt verfügbare Produkte verwendet. Anfängliche (Schnittstellen-)Probleme, bedingt durch Neuimplementierung der NMOS-Treiber, oder Integration neuer Produktserien, konnten gemeinsam mit den Projektpartnern und -unterstützern behoben werden. Das Gesamtsystem wurde nach der Inbetriebnahme durch das IRT erfolgreich auf Standardkonformität und die prinzipielle Eignung für eine Produktionsumgebung untersucht. Bei Tests und Messungen wurde das JT-NM Tested Programm Version 1.3 verwendet und auf die langjährige Erfahrung des IRT zurückgegriffen.

Die COVID-19-Pandemie hat das Projekt überschattet und den Projektablauf beeinflusst, war aber gleichzeitig der ultimative Beweis, dass der in 5G-VIRTUOSA gewählte Ansatz einer IP-basierten Produktion richtig und nötig ist, um auch in Zukunft flexibel, kostengünstig und effizienter zu produzieren. ➤

Projektpartner

Weitere Informationen zum Projekt 5G-VIRTUOSA und den Partnern finden sie unter www.5g-virtuosa.eu.

Format – OXM). Die RTP-Pakete desselben Frames beinhalten alle den gleichen Zeitstempel. Die Entwicklung von NVIDIA für VIRTUOSA kann Ingress-Signale auf RTP-Zeitstempel abgleichen, am Ende eines Frames umschalten und auf die Egress-Ports weiterleiten.

Diese Entwicklung wird im Switch implementiert und in Phase 2 des Projektes eingesetzt, in der die Produktionsbedingungen über zwei Standorte untersuchen werden. Der Fokus der Phase 2 liegt auf der Echtzeit-Anwendung über WAN für eine Produktion. Die Kosten für solche WAN-Verbindungen steigen mit der Bandbreite und erlauben keine Verzögerung für Live Produktionen. Diesen Bedarf zu decken, wird für Kontribution zwischen den Lokationen JPEG XS angewendet. Die Eigenschaften vom JPEG XS zeichnen sich durch eine effektive Kompression bei geringer Laufzeit aus und bietet sich deshalb für Remote-Produktion sehr gut an.

Das VIRTUOSA-Projekt ist getrieben von Innovationen. Die Einbindung von Cloud Applikationen, Remote-Einheiten und zentrale Geräte sind Ressourcen, die dynamisch eingebunden werden müssen. Die Anforderung dafür wird sein, eben diese autonomen Systeme für Produktionen unterschiedlicher Art zusammenschalten, um Signale auszutauschen. Das müssen die SDN-Controller untereinander, sicher und kontrolliert, kommunizieren können.

Zusammenfassung

Die Projektpartner haben im Projekt VIRTUOSA beleuchtet, wie die Optionen von IP, Cloud und Orchestrierung zur Gestaltung künftiger technischer Entwicklungen genutzt werden können. Eine komplett funktionstüchtiges IP-Produktionsstudio wurde aufgebaut. Die Steuerung aller Video-,



FKT

NEWSLETTER
wöchentlich & kostenlos
die neusten Infos über
➤ Personalentwicklungen
➤ Unternehmen
➤ Produkte und Lösungen
➤ Standards und Dienste
➤ Termine

www.fkt-online.de/newsletter