

38 AKTUELL

41 DIN SPEC 15587 – Das neue Regelwerk zur nachhaltigen Digitalisierung von kinematografischem Film

EGBERT KOPPE, JÖRG HOUPERT

46

ARD Medien-File-Transfer MFT 2.0 – Konzeption und Realisierung eines universellen File-Transfer-Systems für den Medienaustausch in heterogenen Systemumgebungen – Teil 1

RALF EINHORN, ANDREAS EBNER,

ANDRÉ STEFFENS, HOLGER LICHTENTHÄLER



# ARD MEDIEN-FILE-TRANSFER MFT 2.0 – TEIL 1

## Konzeption und Realisierung eines universellen File-Transfer-Systems für den Medienaustausch in heterogenen Systemumgebungen

RALF EINHORN, ANDREAS EBNER, ANDRÉ STEFFENS, HOLGER LICHTENTHÄLER

Die Rundfunkanstalten der ARD haben ein neues System für den Dateiaustausch implementiert: Medien-File-Transfer (MFT) 2.0. Ein stetig steigendes Transfervolumen auf Grund von hochauflösendem Videomaterial sowie die Integration von verschiedenen Medienformaten für Radio, Fernsehen und Online erforderten eine gemeinsame, universelle Austauschplattform. Die nahtlose Anbindung an unterschiedliche Endsysteme (CMS, MAM u. a.) auf Basis einer einheitlichen Schnittstelle und der Datenaustausch mit einem gemeinsamen Metadaten-Schema stellen hier besondere Herausforderungen an das Systemdesign.

► The broadcasters of ARD, First German Television, have implemented a new system for file exchange: Media File Transfer (MFT) 2.0. Continuously growing transfer volume due to high resolution video footage as well as integration of various media types for radio, television and online requires a common, universal platform for file exchange. Seamless integration with various systems (CMS, MAM, etc.) using a common interface as well as media exchange based on a common Metadata schema lead to some specific requirements regarding system design.

### Ausgangssituation

Die Landesrundfunkanstalten der ARD (Arbeitsgemeinschaft der Rundfunkanstalten Deutschlands) nutzten seit 2006 ein System zum Austausch von Video- und Audiodateien und zugehöriger Metadaten zwischen ihren Standorten im Rahmen der Fernsehprogramm- und Beitragsproduktion. Dieses Video-Filetransfersystem (VFT) wurde durch ein neues System ersetzt, im nachfolgenden mit MFT 2.0 bezeichnet.

### Anforderungen

MFT 2.0 kommt an sämtlichen Standorten der ARD-Häuser, teilweise mit Regional- und Auslandsstudios, Gemeinschaftseinrichtungen, ARTE sowie bei Partnerunternehmen für den internen und externen Datenaustausch zum Einsatz.

Zielsetzung war es, aktuellen und zukünftigen Anforderungen wie höherer Datenvolumina und gleichzeitig höherer Transfargeschwindigkeit gerecht zu werden. Mit der zunehmenden Verzahnung von Fernsehen, Hörfunk und Online ist zudem der Transport von multimedialem Material unterschiedlicher Formate und Größen bis in den Multi-Gigabyte-Bereich erforderlich. Insgesamt sind damit täglich mehrere Terabytes an Daten mit hoher Geschwindigkeit bis in den Multi-Gigabit-Bereich zwischen den Standorten zu übertragen.

Die Vernetzung der MFT-Systeme erfolgt über das ARD-Daten-CN, welches eine Wagenradstruktur aufweist und aus einzelnen Punkt-zu-Punkt Verbindungen besteht. Bild 1 zeigt die Struktur und die angeschlossenen ARD-Häuser.

Insbesondere muss der MFT 2.0 leicht in die heteroge-

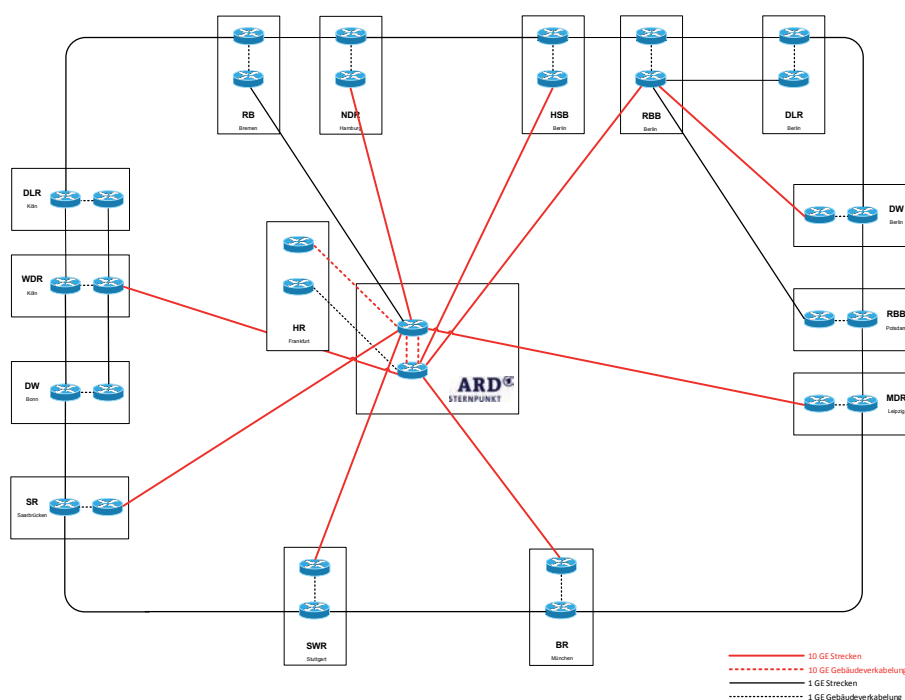


Bild 1. Struktur des ARD-Daten-CN

sofern nicht anders angegeben, alle Bilder: die Autoren

ne Systemlandschaft integriert werden können, d.h. in die unterschiedlichen bestehenden technischen Infrastrukturen der einzelnen Häuser. Somit kommt der Flexibilität bzw. Universalität der Systemschnittstellen große Bedeutung zu. Das MFT-System muss daher eine gemeinsame Schnittstelle für Content und Metadaten zur Verfügung stellen, die eine reibungslose Interaktion zwischen sämtlichen beteiligten Systemen (Produktions-CMS etc.) an Sende- und Empfangsseite ermöglicht. Ferner ist auch die Nutzung ohne zusätzliche Drittsysteme zu gewährleisten; zum einen für Standorte ohne CMS und zum anderen als alternative Bedienung bei Ausfall eines Drittsystems.

Daneben sollte auch die Möglichkeit geschaffen werden, nahtlos Material mit beliebigen externen Nutzern über das Internet bidirektional auszutauschen (Außentransfer). Auch in diesem Fall sind neben den Dateien begleitende Metadaten zu übermitteln. Aufgrund des vielfältigen Einsatzes ist zudem ein besonderer Augenmerk auf hohe Robustheit und einfachste Handhabung zu legen.

## Konzept und Funktion

Der MFT 2.0 ist als dezentrales System konzipiert, so dass keinerlei Abhängigkeit von zentralen Komponenten besteht. Jede Instanz kann so autonom mit beliebigen anderen (Peer-to-Peer) Daten austauschen. Mit jedem MFT-System können Transferjobs angelegt und empfangen werden. Komplett in Software realisiert läuft das System auf Linux (CentOS 7 bzw. RHEL 7) sowie Microsoft Windows (Server 2008R2 und 2012R2).

Aus Anwendungssicht initiiert grundsätzlich der Sender einen Transferjob (Push-Betrieb). Sender und Empfänger können gleichzeitig ihre Transfers steuern und überwachen, während das Scheduling – sofern erforderlich – durch den Empfänger erfolgt, der somit auf die Reihenfolge der Transfers Einfluss nehmen kann.

Das MFT-System wird in den meisten Häusern indirekt über Drittsysteme wie CMS oder andere steuernde Komponenten genutzt und ist damit für den Anwender in der Regel nicht direkt sichtbar. Aufgrund der Vielzahl unterschiedlicher Drittsysteme kommt dem MFT eine zentrale Rolle zu, da der komplette Materialaustausch über das MFT-System als gemeinsame Transferplattform abgewickelt wird. Alternativ kann zudem der komplette Funktionsumfang des MFT universell über ein Web-Interface genutzt werden; der Anwender benötigt in diesem Fall lediglich einen Web-Browser.

Neben dem ARD-internen Materialaustausch kann mit Hilfe eines optionalen Außentransfer-Moduls auch die Auslieferung und Anlieferung über eine öffentliche Internetverbindung realisiert werden. Hier erfordert der übliche Betrieb in der DMZ eine konsequente Trennung zwischen MFT und Außentransfer bei gleichzeitig enger funktionaler Kopplung.

Basis bildet die TIXstream MFT Software von TIXEL, eine Lösung für den beschleunigten Managed File Transfer großer Datenmengen, vornehmlich in Unternehmensnetzen. Der Außentransfer wird mit TIXstream FX realisiert, TIXELs serverzentrische Software für den schnellen Dateiaustausch im Internet mit Workflow-Integration.

Grundsätzlich arbeiten die Transfersysteme TIXstream MFT und TIXstream FX unabhängig vom Material und Metadaten („content agnostic“). Sie sind somit für die universelle Übertragung von Dateien und Metadaten jeglicher Art unabhängig von Inhalt und Umfang geeignet. Die erforderliche Kopplung zwischen Mediendaten und Metadaten – Metadaten enthalten in der Regel Verweise auf die Namen der zugehörigen Mediendateien – erfolgt mit Hilfe eines über eine Plug-in-Schnittstelle eingebundenen Editors zur Ein-

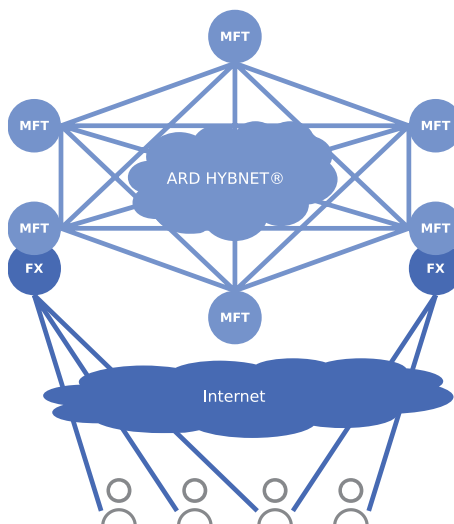


Bild 2. Schema MFT-Knoten (WAN-Sicht)

gabe, Änderung und Anzeige der Metadaten. Somit können flexibel Anpassungen an den individuellen Anwendungsfall durch Aktualisierung des Metadaten-Editors unabhängig vom Transfersystem durchgeführt werden.

## Architektur und Systemaufbau

Die einzelnen MFT-Knoten agieren gleichberechtigt als Sender und/oder Empfänger. Im Gegensatz zum zentralen Client/Server-Modell kommt hier somit eine symmetrische Server-Server-Architektur zum Einsatz. Grundsätzlich erfolgt die Steuerung jeweils über ein lokales System am Standort des MFT-Knotens, wobei vom Sender angelegte Transferjobs jeweils von beiden beteiligten Knoten (Sender und Empfänger) gesteuert und überwacht werden können.

Jeder MFT-Knoten ist über einen eindeutigen Namen, den (Ziel-)System-Alias identifizierbar, vergleichbar mit einem DNS-Namen. Zudem werden auf jedem MFT-System Speicherorte (Zielpfade) als Zielpfadalias definiert. Jedes MFT-System kann mehrere Speicherorte bedienen. Durch Angabe von Zielsystemalias und Zielpfadalias wird das Ziel der Mediendaten eines Transferjobs eindeutig definiert.

Damit MFT-Knoten untereinander Transfers durchführen können, müssen diese mittels Eintrag ihrer URI (Uniform Resource Identifier) gegenseitig bekannt gemacht werden. Zur Vereinfachung der Einrichtung umfangreicher Systemlandschaften können hierzu auch Systemlisten importiert werden.

Basis für die Kommunikation bildet ein Standard IP-Netz; in MFT 2.0 ist ein Großteil der MFT-Knoten über das ARD Daten-CN (ARD HYBNET) mit Verbindungen im Gigabit- und Multi-Gigabit-Bereich vernetzt.

## Lokaler MFT-Systemaufbau

Jeder MFT-Knoten verfügt neben der externen Schnittstelle zur Kommunikation mit anderen MFT-Knoten über diverse lokale Schnittstellen zur Anbindung von lokalen Systemen über das interne Netzwerk.

Als Speicher können sämtliche Systeme eingebunden werden, die auf dem MFT-Knoten über das eingesetzte Betriebssystem als Dateisystem verfügbar sind, zudem FTP- und SFTP-Server. Die zu nutzenden Speichersysteme werden lokal als Quelle und/oder Ziel für Transfers eingerichtet.

Drittsysteme steuern und überwachen die Aktivitäten des lokalen MFT-Knotens über eine REST-Schnittstelle (Drittsystem-API), die sämtliche Funktionen des Transfersystems

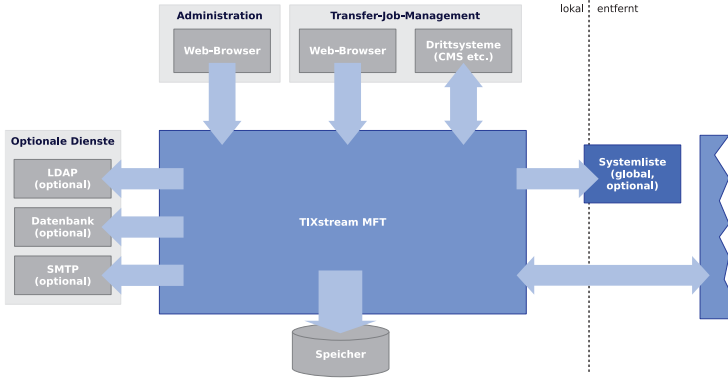


Bild 3. MFT-Knoten (LAN-Sicht)

bereitstellt. So können z. B. Zielsysteme abgerufen werden, Transferaufträge initiiert und gesteuert werden, Metadaten abgeholt und übertragen werden sowie der Zustand aktiver, wartender und abgeschlossener Transferjobs abgefragt werden.

Auch die Web-GUI setzt auf diese API auf und verhält sich somit wie ein weiteres Drittsystem. Zusätzlich ist in der Web-GUI der Metadaten-Editor des IRT zur Bearbeitung (Anlegen, Eingabe, Anzeige) der erforderlichen Metadaten, entsprechend der Medienbegleitkarte eingebunden. Diese basieren auf einer Teilmenge von BMF<sup>i)</sup> (Broadcast Metadata Exchange Format), das einen großen Teil der in der Wertschöpfungskette für Rundfunkanwendungen anfallenden Metadaten in einem gemeinsamen Modell strukturiert<sup>ii)</sup>. Die damit erzeugten XML-Daten werden im Rahmen eines Transferjobs transparent übertragen.

Optional können externe Services wie LDAP zur Authentifizierung und Autorisierung von Benutzern, zentrale oder lokale Datenbankserver (MySQL/MariaDB oder MSSQL) zur Speicherung der Transferjob- und/oder Benutzerdaten sowie ein SMTP-Server zum Versand von E-Mail-Benachrichtigungen angebunden werden. Darüber hinaus kann das Außentransfersystem zur automatischen, bidirektionalen Weiterleitung von Transferjobs an einen MFT-Knoten angeschlossen werden.

Intern ist die MFT-Software modular aufgebaut. Die wesentlichen Komponenten sind dabei die TIXstream Transfer-Engine für den beschleunigten Dateitransport, der Transfer-Job-Manager für die Steuerung der Transferaufträge als Bindeglied zwischen Drittsystemen und Transfer-Engine, das TIXEL Control Center für die Steuerung, Überwachung und Konfiguration mittels Web-Browser sowie der Access-Manager für Authentifizierung und Autorisierung.

### Metadaten

Das MFT-System transportiert Metadaten als Bestandteil der Transferjob-Informationen und stellt diese vorab, d. h. vor Beginn der Dateiübertragung, dem Empfänger bereit. Auf diese Weise liegen die Metadaten beim Empfänger unmittelbar beim Anlegen – genauer: bei der Publikation – eines Transferjobs durch den Sender vor. Somit kann der Empfänger auf Basis der vorliegenden Metadaten Entscheidungen über das Queuing bzw. die Priorisierung des zugehörigen Transferjobs treffen oder ihn gar ablehnen (Cancel), ohne dass Mediendaten unnötigerweise übertragen werden müssen.

Metadaten eines Transferjobs werden über die API an das MFT-System übergeben; entweder als Zeichenkette innerhalb der API-Methode oder als Referenz auf eine Metadaten-Datei, analog zur Referenz auf eine Mediendatei. Auf gleiche Weise können die Metadaten am MFT-System beim Sender und Empfänger über die API abgerufen werden. Für Workflows ohne API-Drittsysteme (API-Less-Clients) werden die Metadaten hier zusätzlich als Datei zusammen mit den Mediendaten beim Empfänger im Dateisystem abgelegt –

i) Metadata, IRT, <https://www.irt.de/en/activities/data-and-security/metadata/>  
 ii) Metadaten in Produktion & Distribution, Andreas Ebner, FKT 01.02.2017, <https://www.fkt-online.de/news/news-detail/16720-metadaten-in-produktion-distribution/>

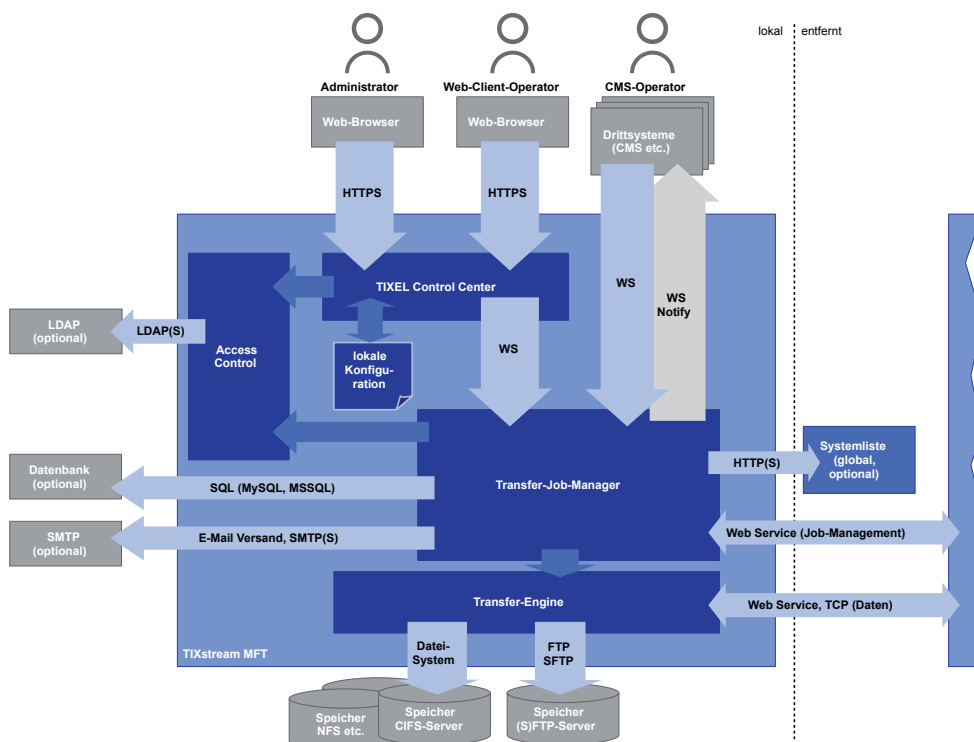


Bild 4. MFT-Knoten: Module und Schnittstellen

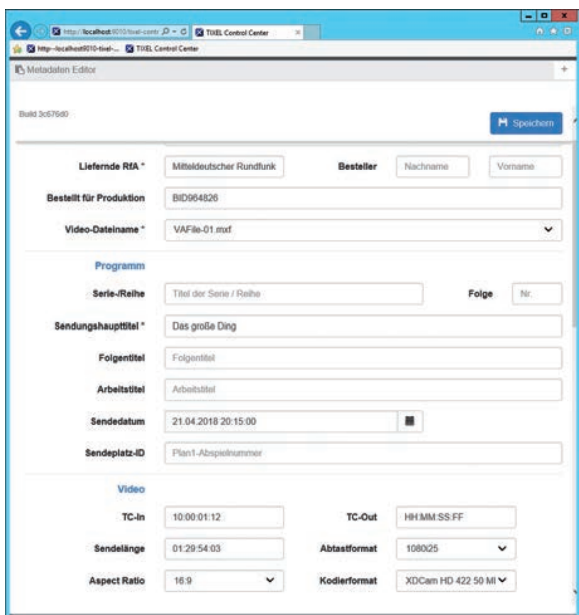


Bild 5. IRT Metadaten-Editor (Screenshot)

auch bereits unmittelbar bei der Publikation eines Transferjobs durch den Sender.

Das TIXEL Control Center (die MFT-Web-GUI, TCC) enthält eine Plug-in-Schnittstelle für einen Metadaten-Editor zur Anzeige, Erzeugung (Eingabe) und Bearbeitung von Metadaten. Auch diese Schnittstelle für den Editor ist mittels REST Web-Service realisiert, so dass ein anwendungsspezifischer Metadaten-Editor auf Basis von HTML, CSS und JavaScript-Code implementiert werden kann und sich so nahtlos in die Web-GUI integriert. Dieselbe Schnittstelle steht auch im Außentransfersystem zur Verfügung, so dass hier derselbe Editor eingesetzt werden kann.

Beim MFT 2.0 kommt dabei der BMF-Metadaten-Editor des IRT zum Einsatz. Dieses Plug-in bietet mehrere Eingabemasken für unterschiedliche Anwendungsfälle, wie Programmaustausch, Materialaustausch usw. und dient damit der Anzeige und Erstellung der Medienbegleitkarte, erweitert um relevante Lieferinformationen.

Da der MFT für die Metadaten lediglich als „Briefträger“ fungiert und eine transparente Schnittstelle für den Editor bereitstellt, sind Änderungen und Anpassungen an dem eingesetzten Metadaten-Schema jederzeit flexibel ohne Anpassungen des MFT-Systems möglich.

### Steuerung und Überwachung

Das Transfersystem ist für die meisten Nutzer an den ARD-Standorten praktisch unsichtbar. Steuerung und Überwachung erfolgen über Drittsysteme oder das TIXEL Control Center als generisches Web-GUI, jeweils über die API des Transfer-Job-Managers. Eine Reihe von Methoden ermöglicht die umfassende Nutzung sämtlicher MFT-Funktionen. Als zentrale Schnittstelle kommt dieser API eine besondere Bedeutung zu. Sie wurde daher in Zusammenarbeit mit API-Nutzern wie den Drittsystemherstellern entwickelt und nutzt aktuelle REST Web-Service-Technologien. Die Parameterübergabe der Web-Service-Methoden erfolgt im JSON-Format.

Grundsätzlich arbeitet der MFT konsequent im Push-Betrieb: der Sender erstellt auf Basis der zu versendenden Daten einen Transfer-Auftrag (Job). Da zum einen beim Sender sämtliche Informationen zur Erstellung des Auftrags vorliegen und er festlegt, wer seine Daten bekommen soll, ist hier

– im Gegensatz zum Pull-Betrieb – eine umfassende Kontrolle über das zu transferierende Material möglich. Nach Auftragserstellung nimmt jedoch primär der Empfänger Einfluss auf die Ablaufplanung (Scheduling) und damit auf die Reihenfolge der Dateitransfers, da typischerweise nur der Empfänger über die Relevanz des zu empfangenen Materials urteilen kann. In zeitkritischen Fällen können so Transferjobs vorgezogen oder priorisiert werden.

Die Adressierung eines Transferjobs erfolgt über die Kombination aus Transfersystem („Zielsystem“ bzw. „Zielsystemalias“ oder „Node“) und Speicherort („Zielpfad“ bzw. „Zielpfadalias“ oder „Share“). Beides zusammen definiert eindeutig das Ziel. Jeder MFT-Knoten verwaltet eine individuelle Liste von Transfersystemen, mit denen Daten ausgetauscht werden sollen. Zur Vereinfachung der Einrichtung in umfangreichen Systemlandschaften kann zudem eine vorgefertigte Gesamtliste als lokale Datei oder mit einer hinterlegten Adresse (URI) über das Netz via HTTP(S) importiert werden. Wurden Transfersysteme gegenseitig bekannt gemacht, können fortan Transferjobs in beide Richtungen ausgetauscht werden.

Ist ein Transferjob beim Sender angelegt worden, wird dieser dem Empfangssystem mitsamt den Metadaten übermittelt. Ferner kann festgelegt werden, wann dieser Job ausgeführt werden soll:

- sofort,
- zu einem bestimmten Zeitpunkt oder
- später zu einem unbestimmten Zeitpunkt.

Sowohl Sender als auch Empfänger können darauf Einfluss nehmen. Eine Priorisierung kann nur durch den Empfänger angefordert werden.

Ausschließlich die beiden beteiligten Systeme (Sender und Empfänger) haben Kenntnis über einen Transferjob und können dessen Ablauf steuern und dessen Status bzw. Fortschritt überwachen. Ein Einblick in die Empfangs-Queue eines anderen Knoten ist damit unterbunden.

Während des Transfers kann ein Job pausiert und wieder gestartet werden. Vor und während des Transfers kann ein Job abgebrochen werden, optional mit dem expliziten Hinweis auf – aus Empfängersicht – ungültige Metadaten.

Neben der üblichen Übermittlung eines Transferjobs an den Empfänger unmittelbar beim Anlegen ist zudem die Vorbereitung von Transferjobs möglich: Jobs können bereits im sendenden MFT-Knoten angelegt werden, durch Drittsysteme aber noch modifiziert und ergänzt werden – etwa mit weiteren Metadaten. Erst nach einer expliziten Veröffentlichung (Publish) durch den Sender wird der Job dem Empfänger be-

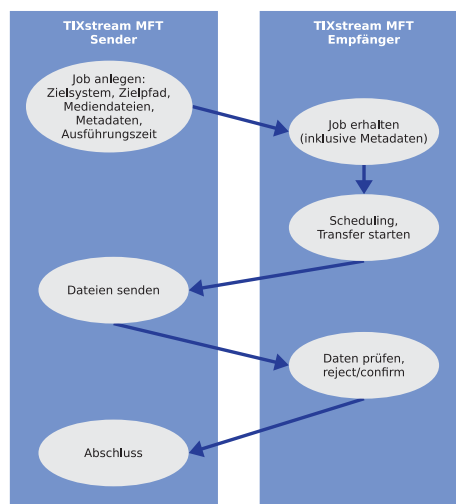


Bild 6. Typische Job-Verarbeitung (Schema)

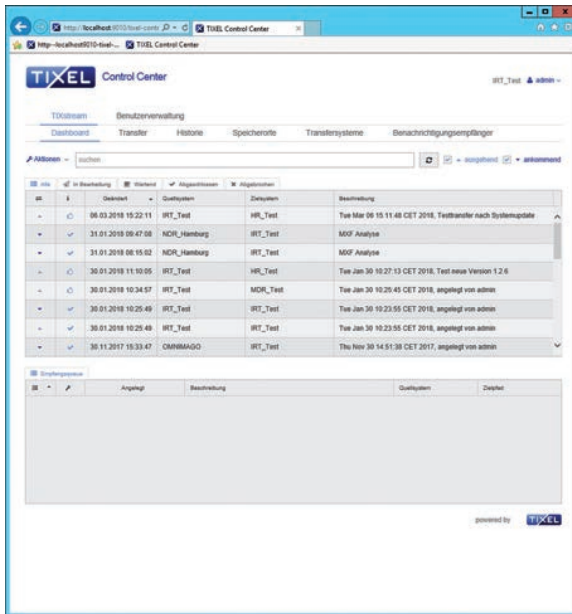


Bild 7. TIXEL Control Center – Übersicht (Screenshot)

reitgestellt. Der weitere Ablauf gestaltet sich wie oben beschrieben.

Nach Abschluss einer erfolgreichen Dateiübertragung kann der Empfänger einen Transferjob explizit bestätigen oder ablehnen. So kann etwa ein Drittsystem nach einem Qualitäts-Check der Mediendaten oder des MXF-Files dem Sender das Ergebnis mitteilen. Auch ist der Abbruch eines Transferjobs aufgrund von beim Empfänger festgestellter inkompatibler oder fehlerhafter Metadaten möglich. In beiden Fällen stellt der MFT Funktionen zum Austausch dieser Informationen bereit, die im Rahmen der Transferjob-Verarbeitung über die API von den involvierten Drittsystemen genutzt werden können.

Alle beschriebenen Funktionen stehen auch im TIXEL Control Center zur Verfügung. In der Transferübersicht (Dashboard) werden die aktiven Transferjobs laufend aktualisiert dargestellt. Zudem können abgeschlossene Transfers angezeigt werden und neue angelegt, überwacht und gesteuert werden.

Insbesondere aufgrund der flexiblen aber nahtlosen Integration der Metadaten kann das MFT-System uneingeschränkt auch über die Web-GUI genutzt werden. Das An-

wendungsspektrum reicht von der Notbedienung nur bei Ausfall eines Drittsystems bis hin zur regulären Nutzung, insbesondere, wenn am Standort kein CMS eingesetzt wird.

Neben dem Zugriff von Drittsystemen auf die MFT-API kann das MFT-System auch aktiv Benachrichtigungen (Notifications) an registrierte Systeme verschicken. Das MFT-System spricht dabei die Web-Service-Schnittstelle des mittels URI registrierten Systems an und teilt diesem Zustandsänderungen von Transferjobs mit. Auch hier kommt JSON als Standardformat zum Einsatz. Mit Hilfe eines separaten Tools können diese Benachrichtigungen auch im Dateisystem abgelegt werden, um API-Less-Clients, wie etwa Shell-Prozessen, den einfachen Zugriff auf diese Informationen zu ermöglichen.

## Speichersystemanbindung

Ein MFT-Knoten verfügt im allgemeinen nicht über lokalen Speicher für die Mediendaten. In typischen Produktionsumgebungen kommen Netzwerkspeichersysteme (NAS, SAN, Clustered NAS) zum Einsatz, auf die über Standard-Protokolle wie z. B. CIFS und NFS oder proprietäre Dateisystemtreiber zugegriffen wird. Das MFT-System kann dabei alle Dateisysteme nutzen, die auf dem eingesetzten Betriebssystem (Windows oder Linux) verfügbar sind. Darüber hinaus kann ein MFT-Knoten auch direkt FTP- und SFTP-Server ansprechen, d. h. dort Dateien lesen und schreiben. Für die Abwicklung des MFT-Transfers wird dabei grundsätzlich direkt auf die beteiligten Speichersysteme zugegriffen. Ressourcen- und zeitintensive Zwischenkopien sind daher nicht notwendig.

Sämtliche Speicher, die als Quelle oder Ziel zum Einsatz kommen, werden lokal auf dem MFT-Knoten konfiguriert. Hierbei werden Lese- und/oder Schreibberechtigungen definiert und die im LAN gültige URI (z. B. file://cifsserver/cifsshare/folder) hinterlegt. Mit Hilfe dieser Information können Speicherorte lokal eindeutig referenziert und so Dateien in Send- und Empfangsjobs direkt von Drittsystemen verarbeitet werden, die ebenfalls über Zugriff auf die referenzierten Speichersysteme verfügen.

Lokal konfigurierte Zielspeicher können dynamisch von bekannten Peer-Systemen abgerufen werden. Über ihren zugewiesenen Alias (z. B. „Redaktion“) sind Zielspeicher für andere MFT-Knoten sichtbar und können so extern adressiert werden. Den Peer-Knoten wird dabei lediglich der frei definierbare Alias mitgeteilt, das Mapping auf den dahinterliegenden konkreten Speicherort (CIFS-Shares, lokale Verzeichnisse etc.) erfolgt erst lokal beim Empfang. ◀

Teil 2 des Beitrags folgt in der FKT 3/2019.



Bild: Ralf Einhorn

### RALF EINHORN

ist Geschäftsführer der TIXEL GmbH.



Bild: André Steffens

### ANDRÉ STEFFENS

arbeitet als Systemkoordinator für die Vernetzte Produktion beim NDR in Hannover. Seine Schwerpunkte liegen u. a. in MFT, VPMS, und Vantage-Transcoding.



Bild: Andreas Ebner

### ANDREAS EBNER

studierte Elektrotechnik, Schwerpunkt Nachrichtentechnik an der TU München. Er ist am IRT als Fachreferent im Sachgebiet Daten und Sicherheit tätig.



Bild: Holger Lichtenthäler

### HOLGER LICHTENTHÄLER

ARD-Sternpunkt, studierte Ton- und Bildtechnik an der FH Düsseldorf. Er ist Leiter des ARD-Sendezentrums für das ARD-Gemeinschaftsprogramm „DasErste“ am Standort Frankfurt.