

Erweiterte Werkzeuge und Möglichkeiten im DI-Prozess

Die Restaurierung von Film ist ein zeit- und kostenintensives Verfahren. Daher wurden wegen der Kosten nur Filme mit breitem öffentlichen Interesse in den ursprünglichen Zustand wiederhergestellt. Der Restaurierungsbedarf klassischer Filme ist aber gestiegen. Gründe dafür sind alte Wochenschauen und Themen von pädagogischer oder historischer Natur, von denen man annimmt, dass sie für zukünftige Generationen archiviert werden müssten. Der Artikel beschreibt die neuen Tools innerhalb des Revival-Systems von Da Vinci, die eine Arbeitsablaufverbesserung bei der Restaurierungsarbeit ermöglichen, denn Werkzeuge, die für Filmrestaurierung entwickelt werden, sind auch Werkzeuge für Probleme, die während der Herstellung von digitalem Film und bei Videoproduktionen entstehen.

Film restoration used to be extremely time-consuming. Because of the enormous costs, only movies with broad public interest have been restored into their original state. In the meantime there is increasing demand for the restoration of historical and educational content to be archived for future generations. The article explains how da Vinci's Revival enhances restoration work. Tools which are developed for film restoration can also be used to correct problems arising during digital film and video production.

Übersicht der Da Vinci Werkzeuge

Das Revival-Restorationssystem von Da Vinci Systems bietet eine Auswahl softwarebasierender Restaurationswerkzeuge (**Bild 1**) die zeit- und kostenintensive Aufgaben in der Wiederherstellung eines Filmes automatisieren. Mit dem System wird sowohl der Bereich Film- als auch Video-Mastering angesprochen. Revival ist auflösungsunabhängig, unterstützt 8/10 bit Bilder in 2K- oder 4K-Auflösung ebenso wie alle anderen Standardauflösungen. Eine optionale Videoein-/ausgabeschnittstelle unterstützt SDTV- und HDTV-Videoanwendungen.

Revival bietet zwei Betriebsmodi: automatisch und interaktiv (manuell). Während viele der aufwendigen Aufgaben automatisch behandelt werden, liegt das Hauptaugenmerk bei der Wiederherstellung in der interaktiven bzw. manuellen Phase. Beim Arbeiten mit älterem Film ist es gewöhnlich unmöglich –

ohne wirklich hohem Zeitaufwand – keine sichtbaren Fehler zu erhalten und direkt auf neuem Film zu archivieren.

Das automatische Toolset von Revival ist für eine wirksame Reparatur spezifischer Probleme im Filmbild entwickelt worden, und der automatische Prozess kann generell 75 bis 80% der gefunden Fehler reparieren. Der Anwender stellt anhand von Erfahrungswerten die Voreinstellungen für eine Anzahl automatischer Prozesse ein. Diese können in einer 'Batch Prozess'-Reihe angelegt werden, sodass das System frameunabhängig und immer unter Kontrolle des Anwenders arbeitet. Manche dieser Prozesse enthalten Schmutz-/Staubentfernung, Bildstabilisierung, Korn- und Rauschunterdrückung, Reparatur von vertikalen Kratzern und Deflicker.

Der automatische Modus nutzt künstliche Intelligenz und die CPU-Leistung von mehreren Prozessoren, um zu analysieren und Bildpunkte zu vergleichen. Diese so genannten 'Power House'-Systeme werden während der Installation skaliert, um auf die wechselnde Frame- und Datengröße reagieren zu können. Es gibt für wechselnde Frame-/Datengrößen unterschiedliche Anforderungen: Es ist üblich 6 bis 8 CPUs für SD-Material, 10 bis 12 CPUs für HD-Material und für Daten (2K oder 4K) ein System bis zu 16 CPUs zu nutzen.

Viele der automatischen Tools haben auch komplementäre, interaktive oder manuelle Werkzeuge für die Reparatur von schwierigsten Problemen. Für diese Operationen wird, um die Verarbeitungszeit zu verkürzen, generell eine 'Region of Interest' (ROI) de-



G. Adams

Gary Adams ist für das Revival-Restorationssystem bei Da Vinci Systems verantwortlich und war Mitentwickler des TLC-Telescope-Schnittsystems.

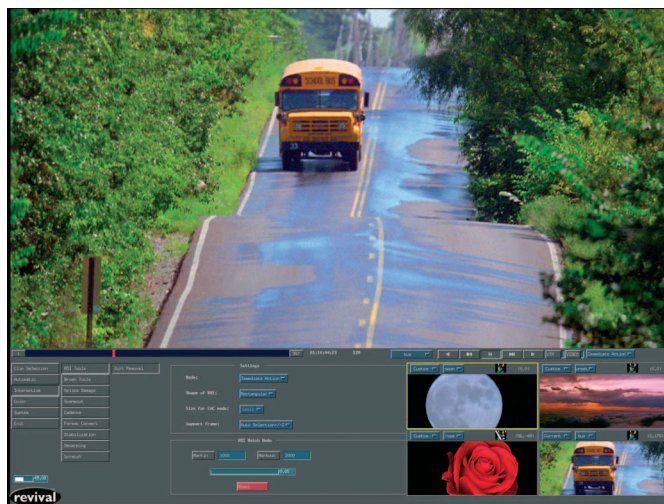


Bild 1. Revival-GUI

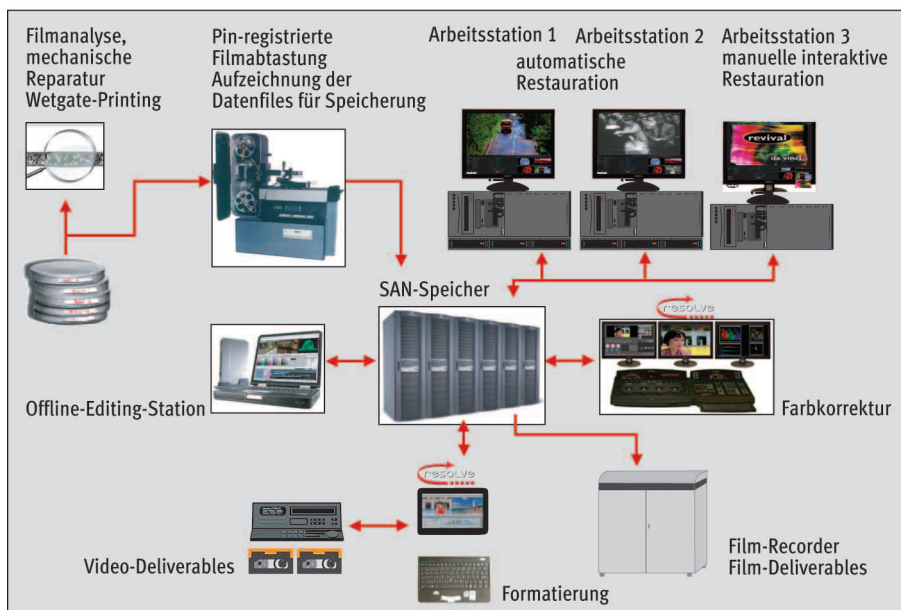


Bild 2. Arbeitsablauf der Restauration eines alten Films

finiert. Mit den Werkzeugen Brush, Reveal, Helligkeit, Klon und Farbe wird die ROI bearbeitet. Klebestellenschäden, Szenenschnittfehler und Kadenausgaben können auch überprüft und interaktiv repariert werden. Weiterhin gibt es ein Farbmodul für eine RGB-, Schwarz-, Gain- und Gamma-Regelung, sowie 'Power Windows' für eine 'Sekundäre Farbkorrektur'.

DI-Arbeitsablauf

Qualitätskontrolle

Der DI-Arbeitsablauf (**Bild 2**) für die Restauration beginnt mit einem Analyseprozess, bei dem viele Filmrollen nacheinander auf Qualität überprüft werden. Oftmals sind einige der Filmrollen beschädigt, jedoch gibt es weltweit oft dazu alternative Filmrollen in den Filmarchiven. Die Ersatzrollen liegen meist als Print vor, können aber auch in einem anderen Format von den ursprünglichen Filmherstellern vorhanden sein. Diese Spulen werden zuerst chemisch gereinigt. Hierzu gibt es verschiedene Prozesse, wie zum Beispiel das Wetgate-Printing, um ein optimale Qualität des Start-/Ursprungsmaterials zu erhalten.

Ingest

Für einen Negativ-, IN-, IP- oder Print-Film wird für die Digitalisierung des Films ein Echtzeitabtaster oder Filmscanner von höchster Qualität benötigt. Es muss dabei auf die unterschiedliche Entwicklung (Exposure) der verschiedenen

Filmrollen eines Original-Kamera-Negatives (OCN) geachtet werden. Bei jeder einzelnen Filmrolle muss der Anwender den Abtaster (Telecine) neu justieren (Lichtpegel). Der Anwender muss Dmin- und Dmax-Einstellungen vornehmen, um den vollen Kontrastumfang des Films zu erhalten. Anschließend wird das Filmmaterial in einer passend hohen Auflösung gescannt und auf ein Speichersystem (SAN) eingespielt.

Ein zentraler Speicher (SAN) bietet sich an, damit auf die Bilddateien auch von verschiedenen Restaurationsprozessen zeitgleich Zugriff genommen werden kann. Manche dieser Prozesse können automatisch erledigt werden, andere Prozesse erwarten ein interaktives Eingreifen des Anwenders. Im Arbeitsfluss (s. Bild 2) können mehrere Revival-Arbeitsstationen an einer Bilddatei arbeiten, die wiederum von einem Anwender kontrolliert werden. Der Anwender kontrolliert mit dem 'Interaktive Prozess' die Bildprobleme, die nicht automatisch gelöst wurden.

Nutzung des Restauration-Tools

Während der Bildrestaurations-Phase, auch bekannt als Bild-Analysis-Phase, wird eine Liste von benötigten Restaurationswerkzeugen für das 'Processing' erstellt. Dieser Listenanteil ist ein Bestandteil des Restaurations-Logs, der die erforderlichen automatisierten Verfahren zusammen mit einer Liste der Beschädigungen skizziert, die manuell repariert werden. Um den Prozess zu beschleunigen, importiert Revival eine zweite Liste, die unabhängig von der Szenenschnittliste ist, zum

Zweck der Qualitätskontrolle (QK) oder Problemerkorrktur. Wenn diese Liste in Revival importiert ist, kann eine Serie von Markierungen in der Timeline benutzt werden, um schnell zu den Problemorten zu springen.

Wenn das Material auf dem SAN-System benutzt wird ohne es zu transferieren, startet der Restaurations-Log anhand der Marken in der Bild-Timeline mit seiner automatischen Reparatur. Nachdem der automatische Prozess abgeschlossen ist, startet der Anwender den 'Interaktiven Modus', um an individuellen Bildern zu arbeiten: Das hat oftmals eine weitere manuelle Schmutz-, Flecken- und vereinzelt auch Kratzerbeseitigung zur Folge.

Es können Bilder in einer niedrigeren Auflösung von den restaurierten, voll aufgelösten Bildern erstellt und an ein Offline-Editing-System gesendet werden. Beziehungsweise kann jedes Drittanbieter-Editing-System auf das Material auf dem SAN-System zugreifen, ohne vorher die Daten zu transferieren. An diesem Punkt werden die Bildinformationen zusammengesetzt, um die Reihenfolge der Originalfilmrolle zu erhalten. Hier wird noch nicht der End-Schnitt ausgeführt, da das Material während der Farbkorrektur noch angepasst (conformed) werden kann.

Farbkorrektur und Konform

Ein Spielfilm mit einer Länge von 120 Minuten benötigt zwischen 2 und 10 Tage für die Farbkorrektur, abhängig vom Umfang der erforderlichen Bearbeitung. Es ist wichtig für die visuelle Qualität des Endproduktes, das bei der Restauration von altem Film nicht übereilt 're-mastered' wird.

Hier muss angemerkt werden, dass in einem nichtlinearen Arbeitsprozess, wie zum Beispiel dem DI, die Farbkorrektur direkt beginnen kann, sobald das Material auf dem SAN vorliegt. Wenn ein Colorist seine Arbeit mit den richtigen Werkzeugen beginnt, kann er das Material in voller Auflösung und in jeder beliebiger Schnittrihenfolge direkt vom SAN abspielen. Da die aktuelle Reihenfolge zu diesem Zeitpunkt nicht wichtig ist, und die gespeicherten Daten in beliebiger Reihenfolge erreicht werden können, besteht für den Coloristen die Möglichkeit an mehreren Restaurations- und Farbkorrektur-Schritten zu jeder Zeit in Anhängigkeit von der Ressourcenverfügbarkeit arbeiten zu können.

Benutzt man nun die von einer Offline-Suite generierte EDL, so können die hoch aufgelösten, restaurierten Bilder mit einer nichtlinearen Farbkorrektur 'conformed' werden,

wie zum Beispiel mit einem Resolve-System (da Vinci). Während der Konform-Phase können Farbkorrekturen in der traditionellen Vorgehensweise für jede einzelne Szene benutzt werden. Weiterhin können Referenzbilder in einem Referenzspeicher abgelegt werden, um eine durchgehende Kontinuität der Korrekturen des gesamten Films zu gewährleisten. Auch andere Prozesse, wie zum Beispiel eine Schärfenanhebung, können dazu beitragen, den Film in seinen 'Ursprungslook' wieder zurückzubringen – zu restaurieren.

Zuletzt wird der Film durch eine Konform-Station zurück auf das SAN-System gerendert, um das fertige 'Digitale Master' zu erhalten. Titel – falls benötigt – werden an externen Compositing-Stationen erstellt.

Wiederhergestellte und auslieferbare Filme

Der restaurierte Film kann nun direkt zum Film-Recorder geschickt werden, um ein neues Film-Master zu erstellen. Oft werden Video-Auslieferungen (Deliverables) benötigt, die in einer „Format Station“ vom Digital-Master erstellt werden. Während des Farbkorrekturprozesses werden 3D-LUTs am Kontrollmonitor eingebunden, um die gleiche Farbraumumgebung, die auf einem Filmprint vorhanden ist, zu reproduzieren. Der Resolve-Formatter hat die Möglichkeit einen identischen LUT in einer Videoausspielung zu integrieren. Die Format-Station wird die benötigte Videoversion produzieren und auf Band aufnehmen.

Hindernisse während der Restauration

Warping (Verformen)

Warping entsteht – wenn Film schrumpft – durch Sprocket-Beschädigung oder aber auch Scanning-Fehler. Daraus resultierend findet man zerstörte Filmbilder meistens mit Ausdehnungs- oder Kompressionsfehler. Das deWarp-Tool korrigiert diese Fehler, indem es erst die Verformung des defekten Bildes schätzt und danach eine entgegengesetzte Verformung aktiviert, um damit das Bild in den Ursprungszustand zurückzusetzen.

Der erste und auch wichtigste Schritt des deWarp-Prozesses ist die Erkennung der Position der verformten Bewegung. Im deWarp-Prozess wird eine erkannte Bewegung im Bild in drei Kategorien eingeteilt:

- Globale Bewegung entsteht normalerweise durch Kamerabewegung.

- Lokale Bewegung wird meistens durch Bewegung der Vordergrundobjekte hervorgerufen, wie zum Beispiel gehende Personen. Sowohl die globale als auch die lokale Bewegung sind gültige Bewegungen, die es während des deWarp-Prozesses zu schützen gilt.
- Die Warping-Motion kann verschiedene Gründe haben: Physikalisch beschädigten Film und auch Defekte, die während des Scanning-Prozesses entstanden sind. Das Ziel des deWarp-Prozesses ist das Extrahieren der verformenden Bewegung (Warping-Motion) bei gleichzeitigem Erhalten der globalen wie auch der lokalen Bewegung.

Um diese Bewegung abschätzen zu können, wird ein Tracking-Tool genutzt. Das Tool kann schnell und automatisch jede Bewegung innerhalb des Bildes schätzen. Leider kann es nicht immer zwischen den drei Bewegungstypen unterscheiden. Daher muss der Revival-Anwender eingreifen, das Tool unterstützen und somit die lokale Bewegung schützen (meist entsteht das Problem durch lokale Bewegung). Die verbleibende Bewegung muss nach Einschätzung durch das Tool folglich global (Global-Motion) oder verformend (Warping-Motion) sein. Damit die globale Bewegung geschützt werden kann, müssen zwei Referenzbilder gesetzt werden. Diese beiden Referenzbilder sollten möglichst nicht defekt sein. Anhand der Bewegungsschätzung der nicht beschädigten Bilder wird Revival mit Informationen über die globale Bewegung versorgt. Revival kann dann die verformende Bewegung ableiten und das Bild wiederherstellen.

Mit dem deWarp-Tool werden Bilder, die durch Schrumpfung oder Filmklebestellen (stören präzises Film-Scanning) fehlerhaft sind, behandelt. Schrumpfung verursacht, dass der Film die genaue Größe und die Form (Shape) von jedem Bild mit der Zeit nicht beibehält. Beschädigte oder vergrößerte Film-Perforation tragen auch zu einem nicht linearen Bild bei. Das sieht dann wie ein gestrecktes oder gestauchtes Bild aus. Manche Scanning-Systeme können ein ähnliches Problem verursachen, wenn eine Klebestelle über das System läuft. Diese bewirkt, dass sich die Geschwindigkeit des Films etwas ändert, was ein Strecken bzw. Komprimieren der Bilder über mehrere Frames bewirkt.

Das Einzelbild auf einem Film kann perfekt sein, es ist aber beim Scanning-Prozess mit hoher Auflösung eine extreme Präzision des Filmtransports – auch bei sehr langsamen Geschwindigkeiten – erforderlich. Rollt

eine Klebestelle durch den Mechanismus, können die Geschwindigkeit und die geometrische Positionierung des Films gestört werden, was zur Folge hat, dass verschiedene Bildstörungen auftreten: Eine feine Beule oder Strecken/Drehen des Bildes. Das deWarp-Tool analysiert das zerstörte Bild, indem es gute angrenzende Referenzbilder mit dem defekten Bild vergleicht und somit die schwere der Beschädigung kalkulieren kann. Mit dieser Berechnung stellt Revival das Bild in einem automatisierten Verfahren durch entsprechend entgegengesetzte Verformung wieder her.

Dieser Prozess der Wiederherstellung von defekten Bildern – anhand der Vergleiche mit guten Bildern – würde mit heutigen Graphikprogrammen mehrere Stunden dauern. Revival benötigt dafür zwischen 5 und 15 Minuten, je nach Bewegungsstärke. Aber nicht nur alte Filme machen Probleme, denn auch ganz neue Kinofilme sind problematisch, wenn bearbeiteter/geschnittener Negativfilm gescannt wird: Ein paar Bilder können nach jedem Szenenwechsel beschädigt sein, die dann während des DI-Prozesses korrigiert werden müssen.

Normaler deWarp-Workflow

Das deWarp-Tool in Revival ist ein halb automatisiertes Verfahren. Es führt die Bewegungsschätzung (Motion Estimation) und die deWarp-Funktion aus, während der Anwender zwischen Warping-Motion und „lokaler Bewegung“ (Local Motion) unterscheiden muss.

Wurden defekte Bilder gefunden, versucht der Colorist ein oder zwei gute Bilder in der Nähe des defekten Bildes (Frames) zu identifizieren, damit diese als Referenz für die globale Bewegung (Global Motion) benutzt werden können. Es wird ein Mark-In- und Mark-Out-Bereich definiert, der alle beschädigten Bilder enthalten soll. Ist der Bereich definiert, übernimmt Revival die Bewegungsverfolgung von allen drei Arten: Global, lokal und Verformung (Warping). Revival schützt automatisch die Global-Motion anhand der zwei Referenzbilder und wird nur die durch den Anwender definierte Lokal-Motion mit den Extrakt- und Track-Tools verfolgen. Gelegentlich sind manuelle deWarping-Schritte, aufgrund von Verfolgungsfehlern (Tracking Errors), erforderlich.

Manuelle deWarping-Schritte sind unter anderem:

- Falsch interpretierte Kennzeichen: Korn, Flicker und Schmutz können potenzielle

Gründe für eine Fehlinterpretation sein. Manchmal werden Kennzeichen (Features) auch falsch interpretiert, durch sich wiederholende Muster innerhalb eines Bildes, zum Beispiel Schachbrettmuster. In diesem Fall genügt es, die falschen Kennzeichen zu löschen und dem Tool zu erlauben, nur die guten Kennzeichen (Features) für die deWarp-Funktion der Bilder zu benutzen.

- Ungenügende Kennzeichen: Revival hat die Möglichkeit, Punkte in der Nähe der Bildecken, zuverlässig zu extrahieren und zu verfolgen. Aber, falls das Bild große Bereiche enthält, die keinen Eckpunkt haben, zum Beispiel ein Bild mit sehr vielen vertikalen Streifen, dann werden nur ungenügende Kennzeichen in diesem Bereich für eine Schätzung der Warping-Motion vorhanden sein.
- Kennzeichen verfolgen = 'lokale Bewegung': Kennzeichen können durch bewegte Objekte beeinflusst werden. Diese Kennzeichen müssen gelöscht werden, oder die Local-Motion wird durch die deWarp-Funktion beseitigt.
- Falsche Schätzung der 'Globalen Bewegung': Revival schätzt automatisch, anhand der beiden Referenzbilder (Frames), die 'Globale Bewegung'. Die globale Bewegung des defekten Bildes wird zu der globalen Bewegung der Referenzbilder linear interpoliert.

Einschränkung bei der Verfolgung (Tracking Constraints)

Das Ziel des Tracking-Constraints ist, Revival die Möglichkeit zu geben, automatisch eine Korrektur der falsch verfolgten Kennzeichen (Features) zu ermöglichen und somit die manuelle Arbeit zu minimieren. In vielen Fällen kann das zu einer substantiellen Zeitersparnis führen. Um diese verschiedenen Constraints-Features mit Revival zu nutzen, muss der Anwender den Type der Warping-Motion im defekten Bild identifizieren und die Einschränkung (Constraint Feature), die den Fehler am besten beschreibt, auswählen.

Als Standardwert, wählt deWarp bereits die 'sanfte Einschränkung' (Smooth Constraint), die in jede Richtung arbeitet (horizontal, vertikal und zoom) aus, indem die Objektveränderung von Bild zu Bild einen sanften Verlauf erhält. Zusätzlich zu der sanften Einschränkung, bietet Revival noch die 'horizontale Einschränkung' (Horizontal Constraint), die nur auf horizontale Warping-Beschädigung

reagiert. Jegliche verformende vertikale Bewegung ist entweder eine lokale oder globale Bewegung und muss geschützt werden. Genauso wird eine vertikale Einschränkung (Vertical Constraint) für Beschädigungen, die nur vertikal bestehen, angeboten, und jegliche Warping-Motion in horizontaler Richtung ist entweder lokale oder globale Bewegung und muss geschützt werden. Die Pan-Einschränkung (Pan Constraint) kann benutzt werden, wenn das gesamte Bild um die gleiche Summe verschoben ist. Abtaster-Jitter wäre hier ein Beispiel für eine Beschädigung, die mit dem Constraint-Tool beseitigt werden könnte. Als letzte Option wird 'no constraint' angeboten, falls die Warping-Motion exakt dem geschätzten Feature-Tracking-Tool entspricht.

Wiederverwenden der Warping-Motion-Messungen

Vom Standpunkt eines Anwenders, ist der Schätzvorgang der Warping-Motion wahrscheinlich der zeitintensivste Teil des Restaurationsprozesses. In Situationen, in denen viele Frames auf gleiche Art und Weise beschädigt sind, versorgt Revival den Anwender mit einem Weg die Warping-Motion-Kalkulation zu speichern und die deWarp-Funktion dann auf andere beschädigte Frames anzuwenden. Diese Messungen werden als Aktionspunkte gespeichert und können in jedem markierten Bereich angewandt werden.

Das deWarp-Tool ist ideal für die Reparatur von beschädigtem Film, dessen Bildlinearität beeinträchtigt worden ist. Vorausgesetzt das gute Frames mit gleichen Kennzeichen vorhanden sind, können beschädigte Frames repariert werden. Das Tool verhindert, dass Bilder rekonstruiert werden müssen und daraus resultierend, den totalen Verlust des Originalbildmaterials.

Farbregistrierung (Color Registration)

Das Farbregistrierungswerkzeug richtet automatisch RGB-Bildschichten (Layer) ein und korrigiert ein spezifisches Problem, das für Film einmalig ist. Das Problem wird in drei getrennten YCM- oder RGB-Filmstreifen dargestellt. Diese drei Filme haben oftmals unbeständige Schrumpfraten (shrinkage) oder Sprocket-Beschädigungen und passen sich einfach nicht an die Registrierung an. Diese variable Rate der Schrumpfung resultiert in ausgefransten Farben in den Rot-, Grün- und Blau-Kanälen. Die Ausrichtungsstörung ist nicht nur auf einen X- und Y-Ausgleich (Offset)



Bild 3. Farbregistrierung

limitiert; es können auch verschiedene Bildteile verschieden schlecht ausgerichtet sein.

Da der deWarp-Algorithmus die Möglichkeit hat, anhand von guten Referenzbildern Bilder zu verschieben und zu verformen, kann die gleiche Technik auch für die RGB-Layer angewandt werden. Revival kann eine Ausrichtung, oder Registrierung bewerkstelligen, anhand einer Serie von Algorithmen, die einzelne Kanäle wieder zusammen formt, wodurch ein Abschneiden (Cropping) der Kanten vermieden wird. Das Farbregistrierungswerkzeug fügt die Farben wieder zusammen und richtet diese aus. Mit einem Klick sind die Farbschichten (Layer) synchronisiert, ohne Bestandteile der individuellen Farbkanäle des Originalmaterials zu verlieren.

Das Farbregistrierungswerkzeug erkennt automatisch die Ausrichtung zwischen den Layern Rot, Grün und Blau (Bild 3). Anhand eines einzelnen Bildes, der Grün-Kanal wird als Referenz genutzt, ist Revival in der Lage den Rot- und Blau-Kanal so zu verschieben und zu verformen, dass alle drei Farben übereinander liegen. Das wird auf einer Bild-zu-Bild-Basis angewandt und wenn erforderlich, können bestimmte Zonen des Bildes unabhängig von anderen Bildern justiert werden. Das alles wird in einem komplett automatisierten Prozess ausgeführt. Zusätzlich ist die

se Einstellung nicht nur horizontal und vertikal, sondern offeriert auch verschiedene Korrekturen innerhalb des Bildes.

Weitere Merkmale im DI Prozess

Paralleles und automatisches Processing

Der DI-Restaurationsablauf wird mit Parallel- und Automatik-Processing unterstützt. Das System gibt dem Anwender die Möglichkeit viele Clips, Szenen und Projekte zeitgleich zu bearbeiten, während er interaktive und manuelle Reparaturen an anderen Bildern vornimmt. Das ist nur möglich, da das PowerHouse-Processing komplett im Hintergrund stattfindet. Der automatische Prozess wird für, Schmutz, Staub, Korn, Rauschen, Klebestellen, Kratzer, Flackern, Stabilisierung und Flecken genutzt. Jeder einzelne automatische Prozess erlaubt dem Anwender die Einstellung von Setup-Parametern. Die Verarbeitungsgeschwindigkeit ist abhängig von der verwendeten Anzahl an CPUs. Nach jedem automatischen Prozess wird das bearbeitete Material in einer Qualitätskontroll(QK)-Phase überprüft, um festzustellen, ob es den erwarteten Ergebnissen gerecht wird.

Korn und Rauschen

Bei HD-Material wird empfohlen, hardwarebasierende Korn- und Rausch-Reduziersysteme zu nutzen. Es gibt aber trotzdem spezielle Umstände, die eine Nutzung von softwarebasierenden Korn- und Rauschunterdrückungswerkzeugen erforderlich macht.

Korn- und Rauschunterdrückung sind unabhängig voneinander. Spatial-Kontrollen werden benutzt um Bildpixel ineinander zu blenden und somit das Korn zu glätten (smooth). Für die Rauschunterdrückung werden größere Gruppen von Pixel über eine Gruppe von Bildern geglättet. Wenn eine langsame Verschiebung des Bildpegels über mehrere Bilder erfolgt, wird das Rauschreduzierungsprogramm automatisch eine Korrektur durchführen und den Durchschnitt über mehrere Bilder berechnen. Das wiederum könnte auch zur Balancierung der Farbverschiebung zwischen den Kanälen genutzt werden.

deFlicker

Normalerweise kann Flicker lokal (Bildpegel variiert im Bild) oder global (Bildpegel variiert von Bild-zu-Bild) sein. Bildflicker kann viele Gründe haben: Zum Beispiel Emulsion oder

Farbverschiebung über einen längeren Zeitraum, Hitze und Feuchtigkeit hatten Langzeitwirkung auf den Film und Filmschleier aufgrund von chemischen Reaktionen, ebenso wie auch Flecken und Kratzer.

Einige ältere Zwei- und Drei-Streifen-Filme von Technicolor könnten verschiedene Flicker- oder Pegelverschiebungen zwischen den Kanälen haben, wenn sie ausgedruckt (print) werden. Revival kann diese Kanäle unabhängig voneinander glätten und stellt eine solide Pegel- und Farbbalance bereit. Das System hat Einstellungen (lokal und global) um Veränderungen zusammen mit Bewegungskompensation anzupassen. Zusätzlich ist deFlicker szenenbasiert und braucht ein definiertes Referenzbild für jede Szene. Für ein Schnell-Setup setzt Revival einen Ausgangspunkt (default) in das mittlere Szenenbild – als eine Art initialisierte Referenz. Ausgehend vom mittleren Referenzbild kann dann in beide Richtungen gearbeitet werden.

Schmutz, Staub und Kratzer

Die Schmutz- und Staubkorrektur (**Bild 4**) ist auch bei einem neuen Film im DI-Prozess nutzbar. Dem Restaurationsanwender werden viele Einstellungen betreffend Größe, Typ und Natur des Schmutzes angeboten. Das automatische 'Processing' nutzt diese Einstellungen anschließend für die gesamte Filmrolle. Es wird nur der Teil des Bildes verändert, in dem Schmutz vorhanden ist, und der Rest des Bildes bleibt unverändert. Dafür gibt es so genannte „Region of Interest“(ROI)-Kontrollen, die Bereiche definieren in denen Processing stattfindet – oder auch nicht.

Vertikale Kratzer im Filmbild sind schwer zu reparieren. Normalerweise werden vertikale Kratzer mit Spatial-Filter repariert, die die Pixel auf beiden Seiten des Schadens analysieren. Identische Kratzer über den gesamten Film werden normalerweise nicht gefunden. Meistens treten sie nur in Gruppen über mehrere Bilder auf, anstatt in einer ganzen Szene oder auf der gesamten Filmrolle.

Revival hat zwei Methoden um Kratzer zu reparieren. Die automatische Kratzerkorrektur wird nur eingesetzt, wenn zehn oder weniger Kratzer ähnlicher Natur auftreten. Es wird eine ROI um die einzelnen Kratzer gezeichnet, und danach werden alle Kratzer mit derselben Einstellung repariert. Wenn es nötig ist mehr als zehn Kratzer zu reparieren, oder wenn verschiedene Arten von Kratzern vorhanden sind, steht das interaktive Kratzer-Werkzeug (Interactive Scratch Tool) zur Verfügung, das we-

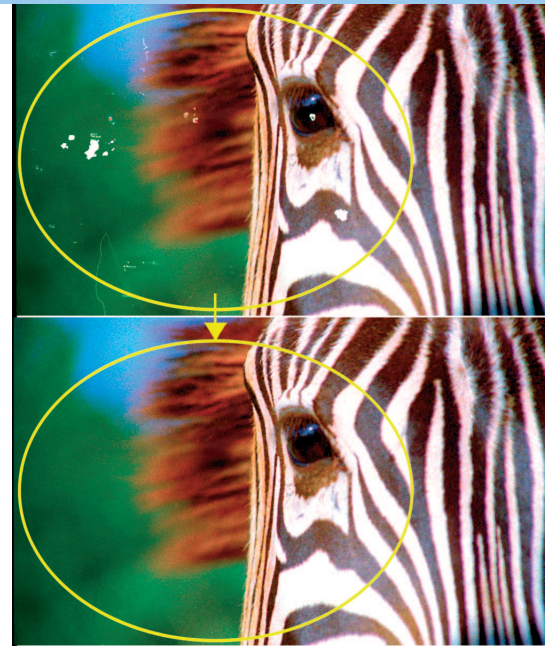


Bild 4. Beispiel für Staubbeseitigung

sentlich mehr „Regionen of Interest“ in einer Szene zur Verfügung stellt. Damit wird dem DI-Techniker die Möglichkeit gegeben, verschiedene Einstellungen für jeden Kratzer in einem Bild zu nutzen, mit dem zusätzlichen Vorteil von separaten Kontrollen für jeden einzelnen Kratzer. Für optimale Ergebnisse können mit Kratzer-Processing dezidiert Rot-, Grün- und/oder Blau-Kanäle bearbeitet werden.

Stabilisierung

Instabile Bilder können eine oder mehrere der folgenden Ursachen haben:

- Abgenutzte Perforationslöcher (Sprocket Holes), die verhindern, dass der Film korrekt im Scanning-Fenster (Gate) läuft.
- Vielfache Druckgenerationen (multiple printing), ohne jedes Mal die genaue Ausrichtung der Perforationslöcher zu beachten.
- Kantenschaden oder Filmschrumpfung verhindern, dass der Film immer in der gleichen Position im Film-Gate liegt.

Die automatische Stabilisierung nutzt einen erweiterten Algorithmus für die Feststellung der zu verfolgenden oder zu stabilisierenden Objekte, während die interaktive (manuelle) Stabilisierung dem DI-Techniker die Auswahl des Objektes zur Bildstabilisierung bietet.

Schlussbemerkung

Das System kann eine dynamische Rolle beim Re-Mastering von Projekten in DI-Einrichtungen übernehmen, indem es die höchste Qualität bei gleichzeitiger Zeit- und Kostensenkung in einem Restaurationsprozess zusichert. Mit Revival können Filme aller Altersstufen 'wieder zum Leben erweckt werden', um Kostbares und Wertvolles der Filmgeschichte zu bewahren.