

Digitale Foto- und Videoarchivierung in der HNO

Zusammenfassung

Digitale Bild- und Videodaten gehören heutzutage zu den Standard-Dokumentationsmedien im klinischen Alltag. Es existieren verschiedenste Datenquellen und -formate im ambulanten und stationären Sektor. Die Archivierung auf Ausdrucken, Videokassetten, CD-ROMs, auf anderen Datenträgern und in Aktenarchiven bedingt rasch eine unüberschaubare Datenflut. Abhilfe versprechen computergestützte Multimediaarchive, die alle digitalen Informationen zusammenbringen und archivieren. Neben der Zentralisierung müssen die Daten nicht nur schnell verfügbar sein und allen Benutzern zur Verfügung stehen, sondern insbesondere im Verbund mit anderen Komponenten eines klinikweiten digitalen Datenaustausches zu Verfügung stehen und somit eine Qualitätssteigerung der Befunddokumentation gewährleisten. Im Folgenden werden von uns unterschiedliche Datenformate und -quellen, Zentralisierungstechnologien und unterschiedliche Archivierungssysteme vorgestellt und ihre Vor- und Nachteile diskutiert.

Schlüsselwörter

Digitale Fotografie · Digitales Video · Krankenhausinformationssystem · Qualitätssicherung · Bilddatenarchivierung

d

Digital photography and video archives in ENT

Abstract

Digital media have become standard documentation tools in modern ENT clinics. To date, multiple formats are generated by variable data sources. Old fashioned archiving techniques with numerous print-outs, hardcopies or even slides would soon generate an unmanageable data flood and require costly manpower for proper and precise maintenance. It has become obvious that data archiving is the prime challenge for modern hospital information technology. Multiple computerized multimedia archives exist and offer promising solutions for collecting and managing these data. From a clinical point of view, not only data centralisation but also interactions with existing network components and hospital information technology systems have to be made available. Here, we describe variable data sources and formats, centralisation techniques, networking options and discuss available digital documentation solutions.

s

Lernziel: Täglich steigt die Zahl der Kliniken und Hochschulen, die globale Befund- und Archivierungsprogramme aufbauen (RIS: Radiologie-Informationssystem; PACS: Picture Archiving and Communication System). Wegbereiter für solche globalen und abteilungsübergreifenden Systeme waren die digitalen Netzwerke und Programme der Klinikverwaltungen und von klinischer Seite die radiologischen Institute mit ihren Bildarchivierungs- und Sichtungsprogrammen. Moderne Befund- und Archivierungsprogramme erlauben heute nicht mehr nur den Zugriff auf radiologische Bild- oder verwaltungstechnische Patientenstammdaten, sondern formen vielmehr das Grundgerüst für ein zentral gesteuertes und peripher abrufbares Befundsystem. Dieses kann als Vorläufer oder Fundament für eine mögliche Erweiterung zur elektronischen Patientenakte angesehen werden.

Prämisse bei der Erstellung eines HNO-Bildarchivierungskonzeptes muss somit die ► **Integrationsfähigkeit** in bestehende Netzwerkstrukturen und nicht die Schaffung einer weiteren Insellösung sein. Flexibilität und Anpassungsvermögen an die jeweilige vorhandene Infrastruktur werden von den meisten Anbietern moderner Bildarchivierungssysteme gewährleistet, da kein System allen Anforderungen gerecht werden kann. Insbesondere die Auswahl der Hardwarekomponenten hängt von bereits vorhandenen Geräten, eigenen Wünschen, Anforderungen an die Multimediadaten und nicht zuletzt den verfügbaren finanziellen Ressourcen ab. Gerade die Auswahl der notwendigen Geräte in Bezug auf die verwendeten Bild- und Videoformate wird immer unübersichtlicher und geht heute schon weit über das übliche Wissen eines Arztes hinaus. Die technischen und theoretischen Grundlagen wurden bereits ausführlich von Schmidt u. Stasche in dieser Rubrik erläutert [2, 3]. Diese Übersicht soll dem Leser die prinzipielle Problematik der aktuellen digitalen Bilddatenarchivierung nahe bringen und beim Aufbau einer eigenen Lösung nützliche Anhaltspunkte liefern.

Die patientenbezogenen Befunde liegen in der HNO zunehmend in digitaler Form (Bild und Videodaten, elektronische Befundberichte) vor. Somit entstehen rasch Unmengen an Daten verschiedenster Hardwarequellen, unterschiedlicher Qualität und diversester Bildformate. Die Bildaufnahmequellen sind oft an verschiedenen Orten in einer Klinik oder Abteilung aufgestellt. Können Bilder im Nachhinein nicht eindeutig einem Patienten zugeordnet werden, kommt es zu einer hohen „Verlustrate“ von Befunddaten. Die Fortschritte in der modernen Bildgebungs- und Softwareentwicklung erfordern demnach immer mehr eine konzeptionelle Zusammenführung aller Datenquellen. Eine hierzu notwendige Archivierungssoftware sollte folgende Anforderungen erfüllen:

1. Volle Kompatibilität mit Windows® oder den vor Ort verwendeten Betriebssystemen.
2. Die Software- und Hardwarekomponenten müssen auch für zukünftige Veränderungen (Updates) an Datenquellen und Betriebssystemen betriebsbereit bleiben und dementsprechend kostenneutral gewartet werden.
3. Auch für am Computer wenig erfahrenes Personal muss die Bedienung übersichtlich und nach kurzer Einarbeitung problemlos möglich sein.
4. Der Zugriff auf Vorbefunde eines Patienten sollte sofort am Arbeitsplatz verfügbar sein, um Verlaufsbeobachtungen zu vereinfachen und, wenn nötig, den Gesamtbilddatenbestand prüfen zu können.
5. Die durchgeführten bildgebenden Maßnahmen sollten aus abrechnungstechnischen Gründen als Prozedur in einer Leistungserfassung gespeichert werden.
6. Neben der Aufnahme von digitalen Standbildern ist in der HNO auch die Speicherung von kurzen Videosequenzen zu fordern.
7. Für die Aufbereitung der Daten für Präsentationen, wissenschaftliche Fragestellungen und die ärztliche Fort- und Weiterbildung sollten die Daten für autorisierte Benutzer einer späteren Auswertung und Medienbearbeitung zur Verfügung stehen. Dies beinhaltet neben multifaktoriellen Suchfunktionen auch eine standardisierte Befunddokumentation und Statistikfunktion.

Hardwareanforderungen am Arbeitsplatz

Im Fachhandel erhältliche Computer bieten eine breites Spektrum an Leistungsklassen; die als ► **Multimedia-Computer** beworbenen Geräte besitzen dann meist bereits leistungsfähige Sound- und Graphikkarten (mit 3D-Funktion und 128–256 MB Speicher), CD- und/oder DVD-Brenner, einen MindestArbeitsspeicher von 512 MB sowie einen schnellen Pentium®-4- oder AMD®-64-Prozessor mit einer Taktung von mindestens 2,5 GHz oder mehr. Das Modulsystem der meisten Computer erlaubt meist auch die problemlose Aufrüstung auf weitere leistungsfähigere Komponenten. Wenn ein Schwerpunkt auf die Aufnahme und Bearbeitung von Videodaten gelegt wird, ist die Auswahl einer leistungsfähigen Video-/Graphikkarte zu beachten. Computer, die diesen Anforderungen genügen, sind in einer Preisklasse von 2000–3000 EUR erhältlich.

Von der Anschaffung eines Computers, wie er von Discontnern angeboten wird, ist abzuraten, da eine enge ► **technische Unterstützung** spätestens zum Zeitpunkt von Defekten und Hardwareproblemen essenziell ist. Zu unterscheiden sind ferner Rechner, die Bilddaten aufnehmen (hier sind Framegrabber-/Videokarten erforderlich) und bearbeiten sollen, von denen, die lediglich zur Bildbetrachtung dienen und dementsprechend eine weitaus geringere technische Ausstattung aufzuweisen haben. Für Letzteres sind aktuelle handelsübliche PCs ausreichend.

Bei der Aufstellung von Computern und technischen Geräten die direkt am Patienten eingesetzt werden ist zu beachten, dass solche Geräte nach dem Medizinproduktgesetz, d. h. mit dem ► **CE-Zeichen**, zertifiziert sind, da ansonsten haftungsrechtliche Schwierigkeiten auftreten könnten. Hersteller von kompletten Archivierungssystemen bieten hier neben der Archivierungssoftware auch die Aufstellung optimierter Hardwarekomponenten an, die dann allerdings einen erheblich höheren finanziellen Mehraufwand erfordern.

Datenquellen

Im HNO-Bereich kann man die anfallenden Bilddaten- und Befundquellen, die in ein zentrales Dokumentationssystem eingefügt werden können, grob in ambulante, intraoperative und externe Datenquellen untergliedern (■ **Abb. 1**).

Wenn Fremdbefunde/Bilder vorhanden sind, können diese durch Dritte digitalisiert werden. Die Anschaffung eines ► **Diascanners** erlaubt die Eingliederungen von archivierten Diapositiven in eine digitale Datenbank. Mit Hilfe von Fotoscannern mit Durchlichtaufsätzen können Daten zentral eingelesen werden. Die Güte der Kopie schwankt hier wiederum je nach Leistung des verwendeten Geräts und den eigenen Qualitätsanforderungen.

Eingescannte Bild und Befunddaten werden in der Regel als „Bilddatei“ abgespeichert und behandelt. Erwähnenswert ist der zeitliche und personelle Aufwand, der bei der routinemäßigen Archivierung von Bildern und Befunden entsteht und vorab berücksichtigt werden muss. Befunddaten von EMG, Neurootologie etc. werden, wenn Sie im DICOM-Format vorliegen, direkt von kompatiblen Archivierungsprogrammen übernommen oder können alternativ als Bilddatei (bei uns Microsoft-Word-, JPEG- oder TIFF-Datei importiert werden).

Digitalkameras sind mit CCD- (Charge-coupled-device-)Sensoren als bildspeichernde Einheit ausgestattet. Es wird also kein Film belichtet, sondern nach Belichtung einzelner Dioden eines Chips werden Bildpixel gebildet. Digitalkameras können auf ► **Operationismikroskope** (bei uns werden Canon-Digitalspiegelreflexkameras verwendet) aufgesetzt werden (Fa. Carl Zeiss, Jena).

Spezielle Objektive und ► **Adapter** (z. B. Fa. Storz, Tuttlingen) stehen für den Anschluss starrer und flexibler Endoskopoptiken zur Verfügung. Einige kleine kostengünstige Digitalkameras bieten durch Sonderanfertigungen ebenfalls die Möglichkeit einer Endoskophalterung. Die hiermit generierten Bilder sind im Vergleich zu Profigeräten jedoch qualitativ deutlich schlechter.

In der Vielzahl der offerierten Digitalkameras sind preiswerte Consumergeräte von hochwertigen und kostenintensiven digitalen ► **Spiegelreflexkameras** (bis 11 Megapixel

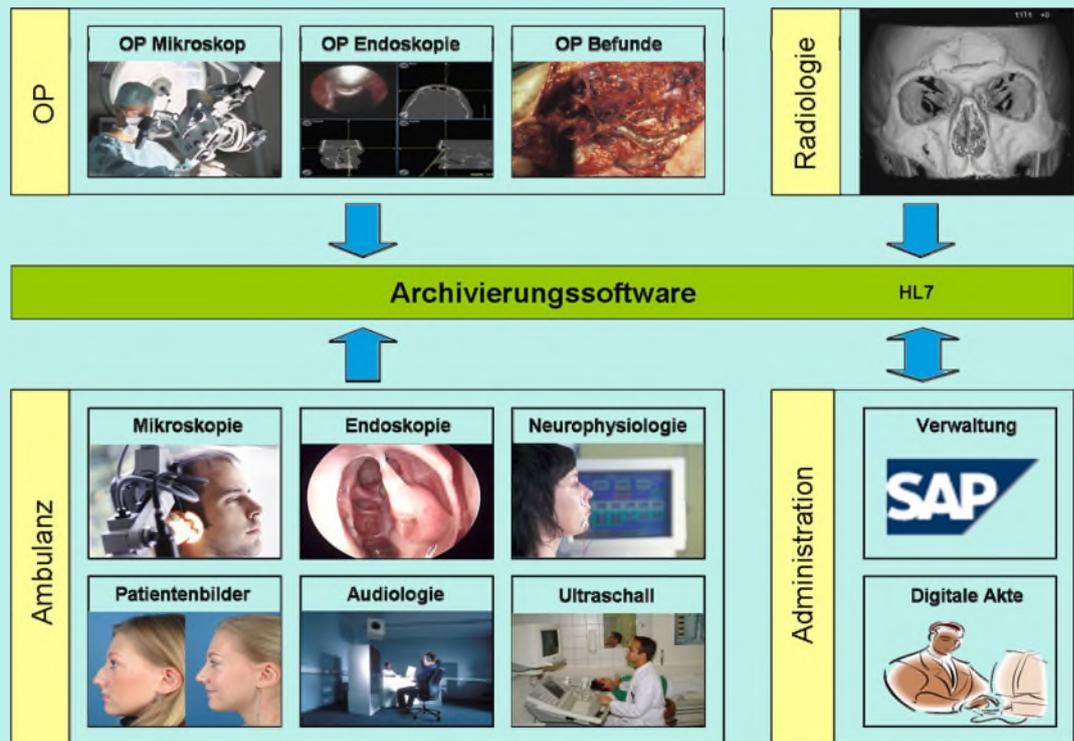


Abb. 1 ► Datenquellen (ambulanter, operativer und administrativer Bereich) und Informationsfluss in einer HNO-Klinik

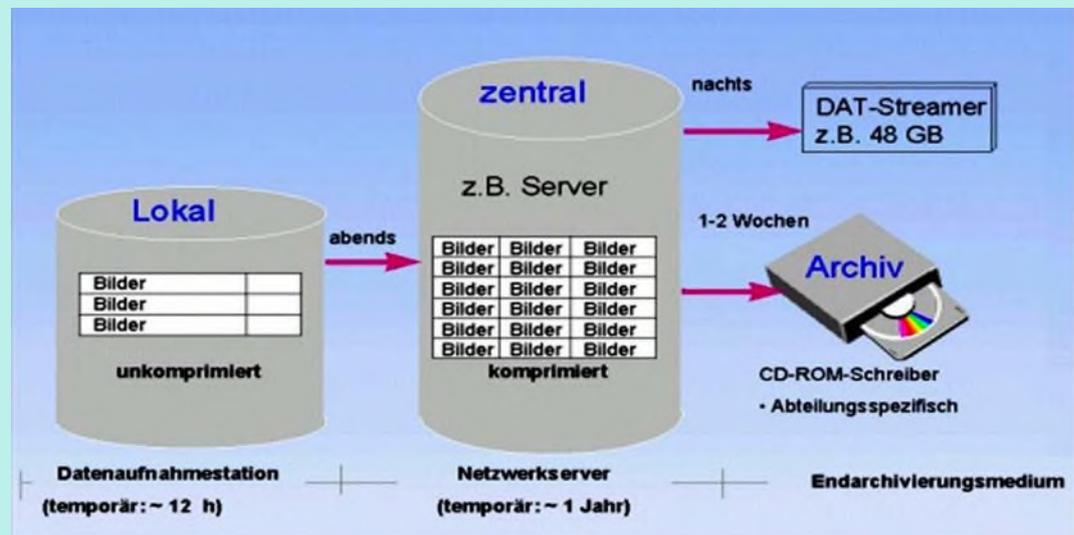


Abb. 2 ► Konzept einer Datensicherung eines Multimediaarchivs mit Speicherung auf einem Server und externen Sicherungsmedien

Bildauflösung) zu unterscheiden, deren Anwendung wir aber nur in Verbindung mit dem Operationsmikroskop und bei der Patientenfotografie (mit einem Ringblitzaufsatz) für erforderlich halten. Die Kompatibilität der Kameras und Adaptersysteme sollte im Vorfeld geprüft werden.

Wir speichern die intraoperativ gewonnenen makroskopischen Befundaufnahmen über das Auslesen der Speicherkarte in das Archivierungsprogramm ein. Dabei wird auch die Selektion der zu archivierenden Aufnahmen notwendig, wobei unerwünschte Aufnahmen herausgefiltert und verworfen werden können. Kurze Videoaufnahmen von Eingriffen mit dem Operationsmikroskop werden über ein ►S-VHS-Kabel direkt in die Archivierungssoftware importiert. Längere Sequenzen werden auf einer ►DV-Kassette (DV: „Digital-Video“) gespeichert. Immer mehr digitale Fotokameras können auch kurze Videosequenzen aufnehmen. Die Aufnahmen besitzen aber eine limitierte Auflösung (ca. 320×240 Pixel) im AVI- oder JPEG-Format, weswegen wir davon Abstand genommen haben.

Die Entscheidung, welches Kameramodell gewählt wird, hängt von den eigenen Anforderungen an die Qualität, die Dateigröße und den Anschaffungspreis ab. Essenzieller Punkt: Ist die Kamera mit vorhandenen Komponenten (Mikroskop, Endoskopadaptern, Bildquellen) kompatibel? Aufgrund der sehr unterschiedlichen Voraussetzungen kann hier der Rat gegeben werden, vor dem Entschluss zum Kauf eines bestimmten Geräts eine ausreichend lange Testphase abzuwarten und die gewünschten qualitativen Bedürfnisse klar festzulegen.

Netzwerk

Zum Aufbau eines zentralen Archivierungssystems, an dem mehrere Rechner beteiligt sind, müssen diese in ein ► **Klinikinformationssystem (KIS)** oder ein entsprechendes Netzwerk eingebunden werden, bzw. es muss ein eigener Datenserver implementiert werden.

Die Anforderungen an Hard- und Software orientieren sich an den örtlich vorhandenen Ausstattungen. Diese muss von ► **erfahrenem IT-Personal** eingerichtet und gewartet werden. Bei der Auswahl und Aufstellung eines zentralen Multimediaarchivs muss vorher die Möglichkeit der Anbindung an ► **Patientenstammdatenverwaltungsprogramme** geprüft werden. Ist dies technisch möglich, so vereinfacht sich die Zuordnung der generierten Bilddaten zu den jeweiligen Patienten. Außerdem wird somit die Leistungsabrechnung von bildgebenden Medien nachvollziehbar und erlaubt den schnellen Zugriff auf Vorbefunde.

Der heutige ► **Schnittstellenstandard (HL7)** verbindet digitale Bilddaten, vorzugsweise im DICOM-Format von Bild und Befunddaten auf zentralen Serverstationen. Wir haben über eine HL7-Schnittstelle die Anbindung unseres Archivierungsprogramms mit der zentralen Patientenverwaltung (SAP®-Plattform) realisieren können. Somit werden hierbei Patientenstammdaten in das Archivierungssystem übernommen und entsprechende Leistungsdaten an das Verwaltungsprogramm zurückgesandt. Mit Ausbau der Schnittstellen und Datenkommunikation zwischen peripheren Datenquellen und einem zentralen Patientenverwaltungssystem bzw. RIS (Radiologie-Informationssystem) und PACS-Netzwerken sind damit auch die Grundvoraussetzungen für eine komplette elektronische Patientenakte geschaffen, wie sie bundesweit in vielen Kliniken initiiert werden.

Weitere interessante Erläuterungen zu klinikweiten Informationssystemen und Schnittstellen finden sich auch unter <http://www.medi-informatik.de>.

Benutzerverwaltung/Datenschutz

Den Grundsätzen des Datenschutzes entsprechend, sollen alle Personen, die an der Behandlung eines Patienten beteiligt sind – aber auch nur diesen Personen (► **Prinzip des Behandlungszusammenhangs**) –, alle für ihre Tätigkeit notwendigen Informationen – aber auch nur diese Informationen (► **Prinzip der minimalen Rechte**) – zur Verfügung stehen.

Darüber hinaus benötigen die Mitarbeiter des Netzwerkbetreibers sowie von ihm beauftragte Dritte Zugang zu den Systemen und allen Daten im Rahmen der Erfüllung ihrer Dienstaufgaben. Die Verantwortung für Datenschutz/-sicherheit obliegt dem Betreiber bzw. Datenschutz-/EDV-Beauftragten.

Ein weiteres Problem, welches in diesem Zusammenhang häufig genannt wird, ist die mögliche nachträgliche ► **„Manipulation“** von Bild- und Befunddaten. Da heutzutage mittels Bildverarbeitungsprogrammen mannigfaltige Modifizierungsoptionen zu Verfügung stehen, müssen digital bearbeitete Bilddaten von den ursprünglichen unterschieden werden können. Hersteller von Archivierungssystemen versuchen dies, indem sie eine Veränderung des Ursprungsdatensatzes nur in einem begrenzten Zeitfenster (z. B. 48 h) zulassen bzw. bei einer Modifikation den ändernden Benutzer dokumentieren. Solche Zuordnungen von Bilddaten zu einem Urheber spielen auch bei der zunehmenden Verbreitung von klinischen Daten im frei zugänglichen Internet eine Rolle. Hier können publizierte Bild- und Videodaten als Downloads auf den eigenen Rechner gespeichert werden und liegen dann häufig ungeschützt für eine spätere Modifikation vor.

Neben einem entsprechenden Schutz durch Passwörter können Bildbearbeitungsprogramme wie z. B. Photoshop Copyright-Informationen hinzufügen und Anwender da-

rauf hinweisen, dass ein Bild durch ein digitales, auf der Digimarc-Image-Bridge-Technologie basierendes ► **Wasserzeichen** urheberrechtlich geschützt ist. Das Wasserzeichen (ein digitaler Kode) kann vom menschlichen Auge praktisch nicht wahrgenommen werden. Durch in einem Bild eingebettete digitale Wasserzeichen erhalten Anwender Kontaktinformationen über den Urheber. Diese Funktion ist besonders nützlich für Bildproduzenten, die ihre Arbeit an andere lizenzieren. Wird ein Bild mit eingebettetem Wasserzeichen kopiert, werden auch das Wasserzeichen und die mit ihm verbundenen Informationen kopiert. Weitere Informationen zum Einbetten von digitalen Wasserzeichen finden Sie auf der Website <http://www.digimarc.com>.

Eine weitere vergleichbare Methode zum Schutz von digitalen Dokumenten sind die ► **„digitalen Zertifikate“**. Hierbei handelt es sich um Dateianhänge, welche die Authentizität einer Datei verbürgen. Digitale Zertifikate bieten eine sichere Verschlüsselung bzw. eine überprüfbare Urheber-Signatur.

Datenspeicherung

Die archivierten Bild- und Befunddaten werden in der Regel zunächst lokal auf dem Computermedium gespeichert. Zur Archivierung werden diese über einen Kartenleser oder eine ► **USB-/Firewireschnittstelle** auf dem Computer gespeichert bzw. in ein Archivierungsprogramm importiert. Dies ist sinnvoll, da bei einer direkten Einspeisung auf einen entfernten ► **Netzwerkserver** eine Zeitverzögerung durch den Datentransfer entsteht. Viele Archivierungsprogramme bieten eine automatisierte Datensicherung auf einem wählbaren Serverlaufwerk an. Parallel dazu sollten in Intervallen die Daten auf externen Medien, wie CD-ROM und/oder DVD gespeichert werden.

In jedem Fall sollten nicht Einzelrechner als Multimediaspeicher fungieren, sondern ein eigener Server, der im Verbund die Multimediaten aller beteiligten Computer aufnimmt und verwaltet. Wir haben für unser Archivierungssystem einen eigenen Server (Windows 2000®) mit einer Datenkapazität von 150 Gigabyte eingerichtet, der nach einer Laufzeit von 2 Jahren erweitert wird. Im Wochenabstand werden die Serverdaten auf CD-ROM gebrannt. Im Rahmen der klinikumsweiten Datensicherung an der Universität Erlangen erfolgt zusätzlich eine tägliche Sicherung der Datenbank und der Dateisysteme der Server in den Bandroboter an einem räumlich entfernten Rechnerstandort (■ **Abb. 2**).

Speichermedien

Wenn die Komponenten der Bild- und Videoquellen nicht integraler Teil eines Bildarchivierungssystem sind, dann liegen Bild- und Videodaten in unterschiedlichem Format auf externen Datenträgern vor. Digitalkameras verwenden als Speichermedien wechselbare ► **Speicherkarten** unterschiedlicher Kapazität (bis zu 1 Gigabyte): Compact-Flash®-Karten, Smart-Media®-Karten oder Micro-Drive®-Karten. Diese können nach Entnahme in Kartenlesegeräten in externe Rechner ausgelesen werden.

Alternativ können die Kameras über USB- oder Firewireschnittstellen (IEEE1394) mit externen Rechnern verbunden werden und die Bilddaten automatisiert an den zentralen Server übertragen. Je nach verwendeter Schnittstelle werden Datenübertragungsraten von 500Mbit/s erreicht. DV-Rekorder sind im Heimvideobereich weit verbreitet. Im OP können komplette operative Eingriffe auf DV-Kassetten gespeichert werden und stehen im Weiteren für spätere Bearbeitungen zur Verfügung.

Heute erfreuen sich für den schnellen persönlichen Transport von Daten so genannte ► **„Memorysticks“** großer Beliebtheit. Die in den USB-Port einsteckbaren Stifte bieten eine Speicherkapazität von 64 MB bis über 1 Gigabyte. Das Medium eignet sich besonders für den Export von Dateien im Rahmen von Präsentationen und Fortbildungen.

Bilddateiformate

► **BMP (Bitmap)** ist das Windows-Standardformat für Bilder auf DOS-kompatiblen Computern. Das BMP-Format unterstützt die Farbmodi RGB, Indizierte Farben und Graustufen.

Tabelle 1

Auswahl an Bildbearbeitungsprogrammen		
Name	Hersteller	Adresse
Paint Shop Pro®	Corel	http://www.corel.com
Adobe Photoshop CS®	Adobe	http://www.adobe.de
Microsoft Office Picture Manager®	Bestandteil von Microsoft Office	http://www.photos.msn.de
Foto Designer Pro Plus®	Microsoft	http://www.microsoft.com
Irfan View®	Irfan View	http://www.irfanview.com
ACDSee 8®	ACDSee Systems	http://www.acdsee.com

Das gebräuchlichste Speicherformat herkömmlicher Digitalkameras ist das ► **JPEG-Format** (Joint Photographic Expert Group). Es handelt sich um ein komprimiertes Datenformat, d. h. die Bilddaten werden zur Verkleinerung der Dateigröße auf Kosten der Bildqualität komprimiert. Das JPEG-Format ist zum Standard avanciert und kann mit allen gängigen Softwareanwendungen gelesen und bearbeitet werden.

Ein weiteres gängiges Format wird als ► **TIF-Format** (Tagged-Image File Format) bezeichnet; Das TIF-Format dient zum Austauschen von Dateien zwischen unterschiedlichen Programmen und Plattformen. TIFF ist ein flexibles Bitmap-Bildformat, das von praktisch allen Mal-, Bildbearbeitungs- und Layoutprogrammen unterstützt wird.

Bei Anwendungen im Internet sind hier auch das PNG- und GIF-Format zu nennen. Das ► **PNG-Format**, das als patentfreie Alternative zum GIF-Format entwickelt wurde, wird für die verlustfreie („lossless“) Komprimierung und die Anzeige von Bildern im Internet verwendet. PNG-Bilder werden jedoch nicht von allen Webbrowsern unterstützt.

► **GIF** (Graphics Interchange Format) ist das gängige Dateiformat zum Anzeigen von Farbgraphiken und Bildern in ► **HTML-Dokumenten** (Hypertext Markup Language) über das World Wide Web. Das GIF-Format erhält die Transparenz in indizierten Farbbildern und unterstützt auch Animationen. Alle erwähnten Bilddatenformate können mit entsprechenden Bildbetrachtungs- und Bearbeitungsprogrammen nachträglich modifiziert werden. Hierzu gehören neben einer Beschriftung selbstverständlich die Veränderung von Bildgröße, Helligkeit, Kontrast, Farbwerteverschiebung zur Optimierung der Aufnahme bzw. Betonung interessierender Bereiche. Überschüssige Bildanteile können entfernt werden und für Fortbildung oder Präsentationen aufbereitet werden.

Wir verwenden routinemäßig das JPEG- (mittlerer Kompression) und TIF-Format. Die angestrebten Dateigrößen pro Bild liegen dabei um 1,5–3 MB. Größere Bildauflösungsformate erfordern lange Bildaufbauzeiten beim Laden auf einem Netzwerk und sind in der Bildbetrachtung unhandlich. Im Gegensatz zur Befundbeurteilung von radiologischen Aufnahmen ist bei der Betrachtung von Bilddaten im HNO-Bereich eine geringere Bildqualität gerechtfertigt (► **Tabelle 1**).

Videoformate

Auch bei den verschiedenen Speicherformaten für Videosequenzen haben sich in den letzten Jahren zahlreiche Fortschritte aufgezeigt. Bevor Sie mit der Bearbeitung von aufgenommenem Videomaterial beginnen können, müssen diese in ein verarbeitbares Format umgewandelt werden. Wenn in einer Abteilung unterschiedliche Videoformate als Quelldaten vorliegen, ist darauf zu achten, dass diese von der verwendeten Software auch übernommen und prozessiert werden können. Ob diese Formate verwendet werden können, hängt von den installierten ► **Codecs** ab (Codec: COmpress und DECompress). Jedes Video in einem Computer benutzt einen bestimmten Algorithmus bzw. ein Programm für die Videoverarbeitung. Solch ein Programm wird als Codec bezeichnet.

Videodateien werden in Abhängigkeit von gewünschter Qualität und Dateigröße verschieden stark komprimiert, d. h. die Datengröße wird auf Kosten der Bildinformation

reduziert – mit unterschiedlichen und wählbaren Folgen für die Bildqualität (■ **Tabelle 2**).

Die geläufigen Videoformate, die derzeit angetroffen werden, sind: ► **AVI** (Audio-Video Interleave ist ein Format für digitale Videodateien, das für eine Microsoft-Windows-Umgebung entworfen wurde), ► **MPEG** (Motion Pictures Experts Group Format), es erlaubt eine sehr starke Komprimierung ohne erkennbaren Qualitätsverlust. MPEG-1 weist eine Bildauflösung von 352×288 Pixel bei 25 Bildern/s auf, MPEG-2 720×576 Pixel bei 25 Bildern/s. ► **WMV** (Windows Media Video) ist für die Videowiedergabe im Internet geeignet, wurde von Microsoft entwickelt. ► **DivX** ist ein besonders effektives Videokompressionsverfahren auf MPEG-4-Standard.

Noch Schwierigkeiten bereitet häufig der Import von Filmdateien im ► **Quick-Time**-, ► **Real-Media**- und DivX-Format. Auch die gegenwärtige Speicherung im modernen DivX- oder anderen MPEG-4-Kompressionsalgorithmus wird nur von einigen Videoschnittprogrammen angeboten. Wir empfehlen und verwenden zur Videodatenarchivierung auf Bildarchivierungsprogrammen die Formate/Kompressionen MPEG-2 bzw. DivX, da hier der beste Kompromiss von Bildqualität und Speicherbedarf erreicht wird.

Da häufig Videosequenzen für Präsentationen, z. B. in Microsoft Power Point, verwendet werden, ist vorab die Kompatibilität der modifizierten Videosequenzen mit dem Computer, auf dem die Präsentation erfolgen soll, zu prüfen.

Wir haben aus eigener Erfahrung lernen müssen, dass in Zweifelsfällen zu einer MPEG-1-Kompression zurückgegangen werden muss, um eine Lauffähigkeit auf verschiedenen externen Computern (nationale und internationale Kongresse) zu garantieren. Bei Präsentationen mit Power Point und einem Beamer führen ferner eine inkongruente Bildschirmauflösung (probatorisch 800×600 Pixel) und das Fehlen von entsprechend installierten Codecs häufiger zu unangenehmen Überraschungen.

Speicherformate auf externen digitalen Datenträgern

Sollen längere Videoaufnahmen auf einem externen Datenträger abgelegt werden, existieren neben der DV-Kassette noch die CD-ROM und die ► **Digital Versatile Disc (DVD)**. Sie ist aufgrund ihrer hohen Speicherkapazität für die Videoproduktion sehr beliebt. Dies garantiert nicht nur eine herausragende Audio- und Videoqualität, sondern eine DVD kann auch ein Vielfaches mehr an Daten enthalten als VCDs und SVCDs. DVDs können in DVD-Spielern oder DVD-ROM-Laufwerken von PCs abgespielt werden.

Die Video-Compact-Disc (VCD) ist eine besondere Version einer CD-ROM, die das MPEG-1-Format verwendet.

Die ► **Super-Video-CD (SVCD)** wird im Allgemeinen als eine Erweiterung von VCD beschrieben. Sie basiert auf der MPEG-2-Technologie mit Unterstützung variabler Bitrate (VBR). Die typische Laufzeit einer SVCD beträgt ca. 30–45 min. Auch wenn Sie sie bis auf 70 min verlängern könnten, müssten Sie das mit Kompromissen bei Ton- und Bildqualität bezahlen. SVCDs können auf VCD-/SVCD-Spielern, den meisten DVD-Spielern und allen CD-ROM-/DVD-ROM-Laufwerken mit einer DVD-/SVCD-Abspielsoftware wiedergegeben werden.

Videoschnitt

Die auf DV-Kassetten oder direkt als Datenfiles gespeicherten Bildsequenzen liegen in den seltensten Fällen in der Länge und Form vor, wie sie für Präsentationen oder spätere ► **datenschonende Archivierungen** benötigt werden. Hierfür müssen die interessanten Aspekte einer operativen Intervention oder Befundansicht selektiv herausgefiltert werden. Basale Funktionen eines Videoschnitts sind gelegentlich Bestandteil von Archivierungssystemen. Hier können unerwünschte Abschnitte gleich nach der Aufnahme entfernt und die relevanten Sequenzen für die Speicherung ausgewählt werden. Häufig wird jedoch auch später eine Nachbearbeitung durch kommerzielle Videoschnittprogramme notwendig, die im Umfang der angebotenen Modifizierungsmöglichkeiten stark variieren.

Tabelle 2

Auswahl an Internetadressen zu Videoformatumwandlung und Videocodecs	
Adresse	Inhalt
http://www.germandoom9.org	Informationssammlung über Videofilmbearbeitung
http://www.freecodecs.com	Informationen zu eingerichteten Codecs
http://www.virtualdub.com	Umwandlung von Videoformaten
http://www.moviecodec.com/video	Zugriff auf Videocodecs
http://www.divx.com	Download des DivX-Codecs

Tabelle 3

Videoschnittsoftware (Auswahl)		
Programm	Internetadresse	Steckbrief
Moviemaker 2.1 [®]	http://www.microsoft.com/windowsxp/downloads/updates	Schnittprogramm, aktuellen WindowsXP-Versionen beiliegend
Pinnacle Studio 10 [®]	http://www.Pinnacle.com	Verbreitetes Videoschnittprogramm aus dem Heimanwenderbereich
Ulead Video Studio 9 [®]	http://www.ulead.com	Verbreitetes Videoschnittprogramm aus dem Heimanwenderbereich
AVID FreeDV 1.3 [®]	http://www.avid.com/freedv	Kostenloses Schnittprogramm
Adobe Premiere Pro 1.5 [®]	http://www.adobe.de	Professionelles Schnittprogramm

Tabelle 4

Bildbetrachtung und Sortierung	
Name	Adresse
Irfan View 3.9 [®]	http://www.irfanview.com
ACDSee 8 [®]	http://www.acdsee.com
Adobe Photoshop Album [®]	http://www.adobe.de
Picasa2 [®]	http://www.picasa.de

Tabelle 5

Auswahl von Anbietern von Dokumentationssoftware		
Name	Anbieter	Adresse
Clinic WinData [®]	E&L Medical Systems GmbH	http://www.eundl.de
MIRROR SUITE [®]	Digitale Photographie GmbH	http://www.digitale-photographie.de
AIDA [®] , Karl Storz Medi Pack	Karl Storz	http://www.karlstorz.de
View Point [®]	LB-Systems	http://www.lb-systems.at
ImageAccess [®]	Imagic Bildverarbeitungs AG	http://www.imagic-imagic.com
Bild-Archiv [®]	IS Informatik Systeme	+41(0)1894060
MediLive [®]	Carl Zeiss	http://www.zeiss.de
rPSzene [®]	Rheder&Partner Medizintechnik	http://www.rheder.de

Werden längere Videodateien von DV-Kassetten ausgelesen, müssen diese in jedem Fall von einem bedienungsfreundlichen Programm geschnitten werden. Wir verwenden Programme aus dem Heimanwenderbereich (Pinnacle Studio 10[®] und Ulead Video Studio 9[®]), die den meisten Anforderungen vollauf genügen (■ **Tabelle 3**).

Neben Schneidewerkzeugen bieten die genannten Programme ein breites Spektrum der Nachbearbeitung und die Möglichkeit, die endgültige Datei in diversen Datenformaten zu sichern. Für die reine Befunddokumentation reichen in der Regel Filmlängen, die 10–15 s nicht überschreiten.

Im Vorfeld ist die Überlegung zu treffen, wie längere Videosequenzen archiviert werden sollen. Wir verwenden für die intraoperative ►**videoendoskopische Dokumentation** eine Direkteinspeisung in das Archivprogramm mit Standbildern und Videosequenzen von 10 s Länge, die nach Abschluss der Intervention direkt komprimiert (und damit mit Qualitätsverlust) auf dem Server abgelegt werden. Für die komplette Op.-Aufzeichnung wird das Video auf einer DV-Kassette gespeichert. Die einzige Möglichkeit, ein Maximum an Qualität zu gewährleisten, ist die Archivierung der DV-Kassetten selbst, die komplette Nachbearbeitung von DV-Kassetten erfordert jedoch einen deutlichen Zeitaufwand. Eine komplette Archivierung der Kassettendaten ohne Qualitätsverlust in das Archivprogramm ist wegen des erforderlichen Speicherbedarfs (1 h entspricht ca. 10–15 Gigabyte!) nicht sinnvoll.

Für die Erstellung von Lehrfilmen oder Präsentationen längerer intraoperativer Sequenzen wird alternativ die Speicherung als unkomprimiertes AVI-Format auf Datenträgern wie CD-ROM oder DVD angeraten, um eine gute Bildqualität zu erhalten und zentrale Server nicht mit Einzeldatenpaketen von mehreren Gigabyte zu beladen.

Archivierungssoftware

Um ein zentrales Multimediaarchiv zu schaffen, werden mittlerweile eine ganz Reihe von Bildarchivierungsprogrammen für den medizinischen Bereich angeboten. Nahezu alle Programme bieten kleine Übersichtsbilder – sog. ►**„Thumbnails“** – zur schnellen Bildidentifikation an. Die angebotenen Funktionen der automatisierten Archivierung, Befundzuordnung, Kommunikation/Kompatibilität zu Datenquellen und anderen datenverarbeitenden Programmen unterscheiden sich jedoch prägnant.

Als einfachste Lösung können zur Schaffung von Bildarchiven kommerzielle Programme aus dem Heimanwenderbereich für wenige 100 EUR verwendet werden. Es handelt sich hierbei prinzipiell um Bildbetrachtungsprogramme mit konfigurierbaren Archivierungsfunktionen. Bilder und Videos können Befunde und Kategorien zugeordnet werden, anhand derer sich die einzelnen Befunde wieder finden lassen. Die Patienten werden in Ordnern gespeichert, die mit Stammdaten oder Identifikationsnummern gekennzeichnet sind (■ **Abb. 3**).

Diese Informationen müssen aber von Hand eingegeben werden. Nachteil dieser teils im Internet kostenlos erhältlichen Programme (■ **Tabelle 4**) ist die fehlende Anbindung an die Stammdatenverwaltung. Somit ist eine eindeutige Zuordnung der generierten Daten zum entsprechenden Patienten nicht gewährleistet, und deren Fehlen würde einen hohen zeitlichen und personellen Aufwand bei der nachträglichen Datenbankpflege notwendig machen. Des Weiteren hängt die Möglichkeit, Befunde wieder zu finden, von der Anzahl der klassifizierenden Kategorien und damit von Disziplin und Sorgfalt der Dateneingabe ab (■ **Tabelle 4**).

Professionellere, aber dann auch erheblich kostenintensivere Lösungen von mehreren Zehntausend Euro offerieren eine komplette Archivierung nebst Schnittstellenanbindung an Patientenverwaltungen und PACS-/RIS-Netzwerke. Die offerierten Systeme verfügen in unterschiedlichem Ausmaß über eine Anbindung an verschiedene Datenquellen (Op.-Mikroskop, Endoskopkamera, Stroboskop, Digitalkameras, DICOM-Quellen). Einige Anbieter verfügen über eine Archivierungsfunktion ohne Möglichkeiten einer Befunddokumentation oder externen Bildimport. Bei anderen Herstellern sind Komponenten, wie Import von externen Videoquellen oder Speicherkarten, mit ►**Zusatzkosten** verbunden.

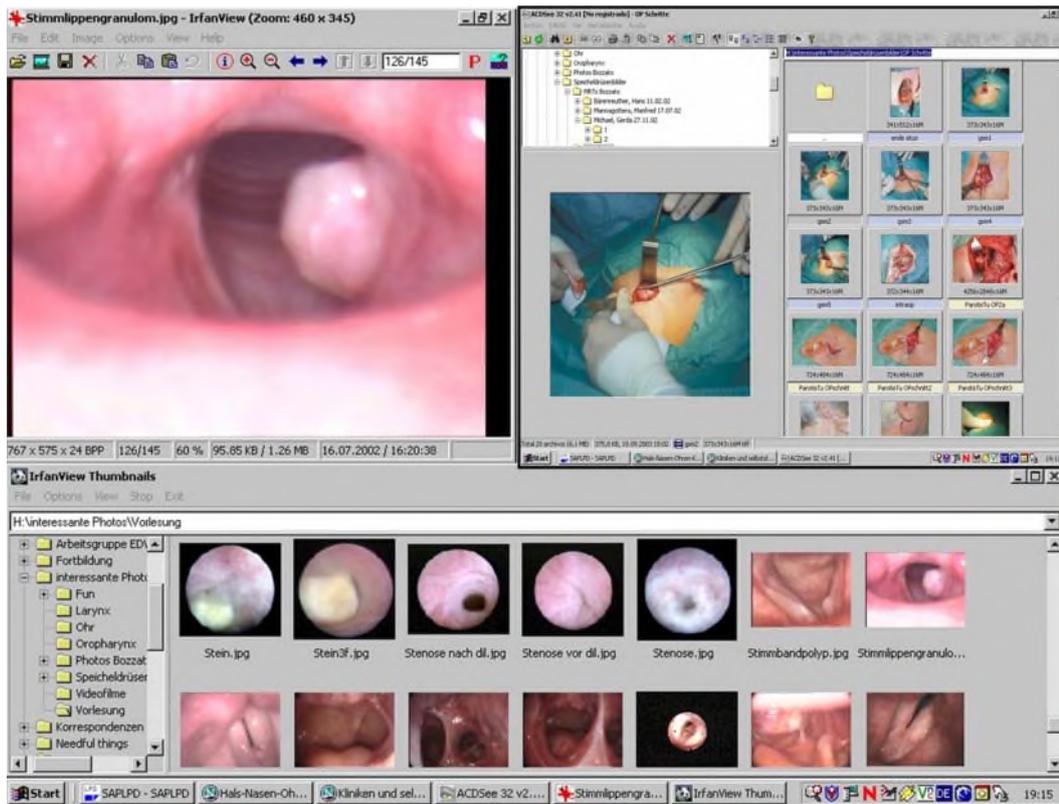


Abb.3 ◀ Bildbetrachtung und Katalogisierung aus dem Heimanwenderbereich „Thumbnailansicht“ mit „IrfanView“ und „ACDSee“



Abb.4 ◀ Bildarchivierungsprogramm „Clinic WinData“ mit Befundein-gabemaske und Bildansicht von aktuell aufgenommenen Ultraschall-bildern

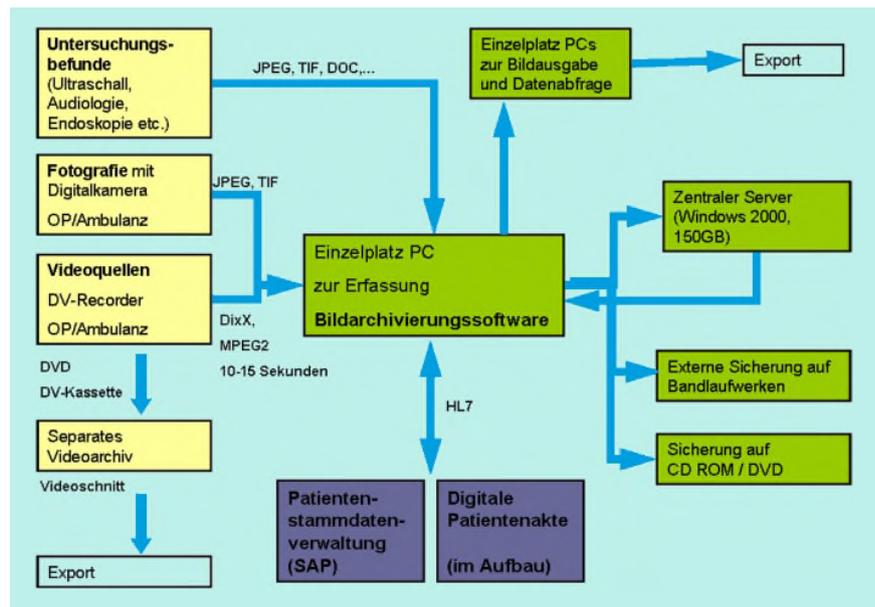


Abb.5 ▲ Aufbau der Bilddatenarchivierung an der HNO-Klinik Erlangen; zwischen den Kästen ist das verwendete Dateiformat beim Datentransfer angegeben; gelb Datenquellen; grün Bilddatenarchivierung und Datensicherung; blau Administration

Da die Mehrzahl der Programme primär nicht für den HNO- Bereich konzipiert sind, muss vorab die Kompatibilität der Software mit den vorhandenen Bildquellen gewährleistet sein.

Zu berücksichtigen ist auch, dass für jeden Arbeitsplatz eine eigene ► **Softwarelizenz** anfällt, eine Erweiterung also nicht kostenlos möglich ist. Da hier Lizenzgebühren von bis zu 1000 EUR pro Arbeitsplatz anfallen können, ist hier eine genaue Planung der benötigten Arbeitsplätze notwendig. Von den 5 vorgestellten Anbietern (■ Tabelle 5) erfüllen Clinic WinData®, View Point®, ImageAccess® und Bild-Archiv am umfassendsten die Anforderungen an ein komplettes HNO-Dokumentationsarchiv. Bei diesen Lösungen sind neben der Dokumentation auch die Befundberichterstellung verwirklicht worden.

Bei der Befunderstellung werden vorgefertigte ► **Eingabemasken** angeboten, die den individuellen Bedürfnissen angepasst werden können (■ Abb. 4).

Vorgegebene Textbausteine helfen ► **standardisierte Befundtexte** zu erstellen und somit die Befundung zu vereinheitlichen. ► **Abfragefunktionen** erlauben statistische Auswertungen und die Bearbeitung wissenschaftlicher Fragestellungen in kürzester Zeit. Die Auswahl der geeigneten Softwarelösung hängt besonders davon ab, welche technischen Ressourcen vorhanden sind und eingebunden werden sollen. Eine vorherige Absprache mit dem EDV-/IT-Beauftragten ist hierfür unerlässlich. Ferner sollten alle Softwarelösungen im klinischen Alltag getestet werden. Wie auch bei der Wahl einer Digitalkamera müssen folgende Aspekte bedacht sein:

- vorhandenes Equipment an leistungsfähigen Computern,
- Anbindung der Archivsoftware an Datenquellen in Verwaltung, Ambulanz, OP und Funktionsabteilungen,
- Art des Datenimports in das Archivierungssystem,
- vorhandene Infrastruktur und Kapazität von Datennetzen,
- Umfang und Art der gewünschten Daten (Bilder, digitalisierte Papierbefunde, CT/MRT Aufnahmen, Videodateien),
- sorgfältige Planung der entstehenden Kosten des Gesamtprojekts,
- darüber hinaus Folgekosten und Gewährleistung der Datenbank und Softwarepflege,
- Schulung des Anwenderpersonals in allen beteiligten Abteilungen.

Die meisten Anbieter stehen einer längeren ► **Testbereitstellung** sehr positiv gegenüber. Der Anschaffungspreis, der deutliche Unterschiede aufweist, wird in den meisten Fällen

deutlichen Einfluss auf die Wahl des Anbieters haben und mehrere Tausend Euro betragen (■ **Tabelle 5**).

Der Einrichtung und dem Aufbau eines Dokumentationsarchivs sollte eine sorgfältige ►**Planung** vorausgehen. Insbesondere sollte auch eine mittelfristige Weiterentwicklung der Hard- und Software berücksichtigt werden und ob die Software mit anderen geplanten PACS-Bestandteilen kommunizieren kann. Deshalb sollte gewährleistet sein, dass Datenquellen und Archiv von fachkundigem Personal in regelmäßigen Abständen betreut und aktualisiert werden. Der prinzipielle Aufbau unseres Archivierungssystems und seiner Bestandteile ist abschließend in ■ **Abb. 5** zusammengestellt.

Trotz der Zentralisierung und des Wegfalls von Befundblättern und Diaschränken erfordert die „innere“ Pflege einer Datenbank, die bei der korrekten und sorgfältigen Befundeingabe beginnt, eine Disziplin von jedem, der als Benutzer Zugriff auf die Multimediainformationen erhält. Nur dann können nach Implementierung eines digitalisierten Bilddatenarchivs auch deren Vorteile genutzt werden; z. B. sind bei Vorträgen multimediale Präsentationen inklusive Videosequenzen mittlerweile State of the art, der Zugriff auf digitalisierte Bilddaten zeitsparend.

Eine eigene Weiterbildung in Möglichkeiten der multimedialen Datenverarbeitung erleichtert den Einstieg bzw. das Verständnis in das teils unübersichtliche Gebiet [1]. Die „Digitalisierung“ am HNO-Arbeitsplatz wird in den nächsten Jahren noch weiter Fortschreiten – parallel dazu steigen stetig die Anforderungen an die ärztliche Dokumentation und Datenspeicherung, auch aus forensischer Sicht. Nach der Einarbeitung in Archivierungsprogramme zeigt sich der Nutzen einer computergestützten Datenkonzentration in Zeit- und Kostenersparnis bei deutlicher Qualitätssteigerung, wenn Befunde schnell zu erstellen und zuverlässig abrufbar sind. In einigen Jahren werden solche Bildarchivierungssysteme Bestandteil von elektronischen Praxisprogrammen/Patientenakten sein, mit denen alle in unserem Fachgebiet konfrontiert werden.

Korrespondierender Autor

Dr. A. Bozzato

Literatur

1. Maslo A, VonHoegen H (2005) Audio Video Foto. Markt+Technik, München
2. Schmidt H, Stasche N (2000) Digitale Foto- und Videodokumentation, Teil 1. HNO 48: 963–971
3. Schmidt H, Stasche N (2001) Digitale Foto- und Videodokumentation, Teil 2. HNO 49: 70–81