

Mit freundlicher Genehmigung des Instituts für Sachverständigenwesen möchten wir Ihnen folgenden Beitrag zur Verfügung stellen:

Dipl.inform.univ. Anders Uschold, München¹

Einstufung und Bewertung der digitalen Fotografie für die gutachterliche Tätigkeit

I. Einführung

Die Verwendbarkeit und der Einsatz der digitalen Fotografie unterliegt einer grossen allgemeinen Unsicherheit und auch Ängsten bei Anwendern und Beteiligten. Dass hierbei immer noch Fehleinschätzungen und unzureichende Fachkenntnisse das allgemeine Bild prägen und für massive Verwirrung sorgen wird hervorragend anhand eines aktuellen Artikels zu diesem Thema deutlich. Um die genannten Einschätzungen präzise zu klären wird hier der Artikel mit dem Titel “Verwendung digitalisierter Fotos in technischen Gutachten”, erschienen in der NJW Heft 2 2002², als Musterbeispiel behandelt. Dabei versteht sich dieser Beitrag nicht als Gegendarstellung des o.g. Artikels sondern soll vielmehr Fragen beantworten und Richtlinien aufzeigen um in der digitalen Fotografie wie in allen anderen Bereichen sachverständiger Tätigkeit durch bewussten Umgang mit technischen Hilfsmitteln deren erforderliche Zuverlässigkeit und Eignung zu wahren.

Im Folgenden werden in Anlehnung an den zu Grunde gelegten Artikel in dessen Reihenfolge die kritischen Aspekte genannt und besprochen.

II. Grundlage

Die Verwendung von Bildmaterial in der dokumentierenden Tätigkeit ist besonders unter dem Blickwinkel des besonderen Sachverständigen, d.h. der definierten und präzisen Beschreibung von Sachverhalten zum Zwecke der besseren Darstellung und Reproduzierbarkeit, wobei nicht nur inhaltliche sondern vor allem qualitative und quantitative Schlüsse aus der Dokumentation möglich sein sollen, ein unverzichtbares Werkzeug. Dabei reicht es nicht aus “schöne Bilder” anzufertigen.

¹ Der Autor Uschold ist öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger der Industrie- und Handelskammer für München und Oberbayern für Analoge und digitale Fotografie und Privatdozent am Lehrstuhl für digitale Bildverarbeitung, Institut für Informatik, TU München.

² *Regierungsrat Dr. Peter Mühlhausen, Dipl. Phys. Dr. Gerhart Prell*, Verwendung digitalisierter Fotos in technischen Gutachten, NJW 02/02 S. 99 - 103

Für den jeweiligen Zweck und die intendierten Aussagen muss das Bildmaterial gewisse Mindestanforderungen bezüglich Informationsgehalt, Reproduzierbarkeit, Authentizität, Lebensdauer und Manipulationsfestigkeit erfüllen. In der Vergangenheit und heute werden der Fotografie auf der Basis von Silberhalogenidfilmen, allgemein als „Analoge Fotografie“ bezeichnet, diese Attribute zuerkannt. Dementsprechend ist die Analoge Fotografie als Mittel der Beweis- und Dokumentationserstellung umfassend anerkannt.

Mit dem Wechsel des Aufnahmemediums, hier halbleiterbasierte Elemente anstatt lichtempfindliche Silbersalze, geschehen einige technische Änderungen im Produktionsfluss von der Aufnahme zum Bild. Diese stellen zum gegenwärtigen Entwicklungsstand keine signifikanten Verschlechterungen zur analogen Technik mehr dar. In einigen Aspekten bietet die neue Technik sogar Vorteile die die Zuverlässigkeit und spezielle Eignung des Mediums Fotografie für die sachverständige Arbeit deutlich verbessern.

III. Aspekte zur Eignung der digitalen Fotografie

1. Grundprinzipien der Aufnahmetechnik

Fotografie wird definiert als Aufnahme, Verarbeitung oder Reproduktion von optisch abgebildeten Objekten oder Szenen wobei chemische oder elektronische Technologien verwendet werden können³. Für die Aufnahmechnik gelten vereinfacht fünf Basisregeln, die hier kurz gezeigt werden:

A. Die **Belichtungsdauer** beeinflusst die Darstellung von Bewegung, d.h. es wird in der dokumentarischen Tätigkeit insbesondere Unschärfe durch Verwacklung erzeugt oder verhindert.

B. Die Einstellung der **Objektivblende** beeinflusst die sogenannte Schärfentiefe, d.h. räumliche Objekte werden auch dann noch scharf abgebildet, wenn man nicht auf sie scharfgestellt hat.

C. Die Kombination aus Belichtungsdauer und Objektivblende bildet die **Belichtung**. Diese bestimmt, ob ein Motiv in seiner Helligkeit korrekt dargestellt wird oder nicht.

D. Der Bildwinkel des verwendeten Objektivs und der Standort der Kamera bestimmen den **Bildausschnitt** und die **Perspektive**. Damit legt man fest, wieviel des Motivs auf den Bildausschnitt gelangt und wie es in seiner Räumlichkeit dargestellt wird.

³ ISO 12231

Alle diese bildbestimmenden Techniken sind unabhängig davon ob sich auf der Bildebene der Kamera ein analoger oder digitaler Sensor befindet. Ein nicht informierter Anwender würde sowohl bei Erstellung der Aufnahmen als auch bei der Betrachtung der Ergebnisse bei angemessener Qualität den Unterschied schwerlich bis gar nicht benennen können. Ein Eignungsunterschied für den Sachverständigen liegt hier nicht vor.

2. Detaildarstellung digitaler Kameras

Die qualitative Darstellung eines Bildes begründet sich hauptsächlich in zwei Kriterien, die Wiedergabe von strukturellen Details (auch als Auflösung bezeichnet) und Farbtönen/ Helligkeiten (auch als Farbtiefe bezeichnet)⁴.

Besessen digitale Kameras zum Zeitpunkt der von den Autoren genannten Quellen⁵ noch **Auflösungen** von 1.3 bis selten 2.1 Millionen Bildpunkten stellen heute 3.3, 4 und 5 Millionen Bildpunkte den Stand der Technik dar. Diese Kameras liefern unter der für die menschliche Wahrnehmung als sinnvolle Grenze anzusetzenden Auflösung von 300 dpi Bilder mit einer Größe von ca. 10 cm x 15 cm bis 14 cm x 19 cm in fotorealistischer Qualität und bis zu DIN A4 unter normalen Qualitätsansprüchen verwertbare Ergebnisse⁶. Dabei ist es durchaus sinnvoll, sich im Vorfeld über spezifische Eigenschaften der jeweiligen Modelle und ihre Eignung für den Sachverständigen zu informieren⁷.

Der im Artikel gezogene Vergleich zu Kleinbildfilm als zu erreichende Referenz ist so nicht korrekt: Für den Informationsinhalt ist nicht die Leistung des Filmes anzusetzen, der in der Tat noch um den Faktor 3 über dem der genannten Kameras liegen kann. Die echte Begrenzung stellen die Kamerasysteme mit den verwendeten Objektiven dar⁸.

⁴ Anders Uschold, Was ist DCTau? Neues, wissenschaftliches Testverfahren für digitale Kameras. Fotomagazin 04/1998, S. 76ff.; Anders Uschold, Nichts hält für immer! Neuer Digitalkameratest DCTau 2.0. Fotomagazin 08/2000, S. 90ff.; Anders Uschold, DCTau 3.0: Testverfahren für digitale Kameras und bilddatenverarbeitende Geräte. White Paper zu dem Verfahren DCTau Version 3.0, erhältlich unter <http://www.uschold-digitaltechnik.de>

⁵ Aspekte der in Mühlhausen/Prell zitierten Jahrgänge entsprechen nicht mehr dem Stand der Technik oder adressieren an Bedürfnisse, die nicht denen des Sachverständigenwesens entsprechen: Bleul, Bildmanipulationen am PC, 1996; Marchesi, Lehrbuch der Digitalfotografie, Lektion 13, Beilage zu Photographie 9/99; ders. Lektion 6, "Druck-Praxis" Beilage zu Photographie 12/98.

⁶ Ulrich Hilgefert, Abgezogen. Fotos- auch aus der Digitalkamera- mit dem Tintendrucker ausgegeben. c't 11/2000.

⁷ Anders Uschold, Erwartungen an ein Testverfahren für digitale Kameras. Fachvortrag im Symposium "Testverfahren für digitale Kameras", Köln/Messe, 14.06.2000, Veranstalter: image Engineering, Dietmar Wüller und Anders Uschold Digitaltechnik, erhältlich unter <http://www.uschold-digitaltechnik.de>; Anders Uschold, Testergebnisse digitaler Kameras nach dem DCTau-Verfahren. ab Fotomagazin 08/2000; Anders Uschold, digitalkamera.de: Wie gut sind 4- und 5-Megapixel-Digitalkameras wirklich? digitalkamera.de 06.03.2002, URL: <http://www.digitalkamera.de/Info/News/12/32.htm>; Anders Uschold, digitalkamera.de: Olympus-Modelle mit spezieller Kantenaufbereitung. digitalkamera.de 08.03.2002, URL: <http://www.digitalkamera.de/Info/News/12/33.htm>

⁸ Carsten Meyer, APS gegen Digital, c't 14/00 S. 123

Im Bereich der bei Sachverständigen üblichen Objektive auf einfacher Consumerebene ist unter Berücksichtigung von Schärfe, Filmlage, Aufnahmebedingung und Pflegezustand von einer Auflösung von ca. 30 Linienpaaren pro Millimeter auf dem Film auszugehen⁹.

Ergebnisse typischer Consumerobjektive können den qualitativen Abfall zu Hochleistungsobjektiven belegen¹⁰. Unter fotorealistischen Bedingungen ergibt das Abzüge bis 14 cm x 21 cm, also nicht nennenswert mehr als gute digitale Kameras. Noch schlechter wird diese Bilanz bei Kompaktkameras¹¹. Betrachtet man die Tatsache, dass Polaroidaufnahmen im üblichen Format von 7 cm x 10.5 cm ein Medium der sachverständigen Dokumentation sind, ist die Auflösung digitaler Kameras keinesfalls mehr als qualitätsmindernd zu werten.

Für die Wiedergabe von Farben und Helligkeiten ist die sogenannte Dynamik und der darstellbare Farbraum einer Kamera entscheidend. Die von den Autoren Prell/Neuhausen getroffenen Aussagen digitale Systeme sind bezüglich Kontrastumfang / Hell-Dunkel-Differenzierung unterlegen, entspricht nicht dem Stand der Technik¹².

Ein herkömmlicher Negativfilm ist in der Lage Helligkeitsunterschiede bzw. Motivkontraste bis 1 : 1000, d.h. bis 10 Blendenstufen, wiederzugeben, ein Diafilm schafft unter professionellen Reprobdingungen 1:256, was bis 8 Blendenstufen entspricht¹³. Moderne Digitalkameras besitzen üblicherweise ein Dynamik von 8.5 bis 9.5 Blendenstufen¹⁴. Hier wird zusätzlich ein entscheidendes Kriterium übersehen. Der analoge Film benötigt vor allem deshalb eine hohe Dynamik, weil der so gewährleistete **Belichtungsspielraum** auch bei falsch belichteten Aufnahmen ermöglicht, oft noch akzeptable Abzüge zu erstellen. Praktisch jede Digitalkamera ist mit einem internen Monitor zur Beurteilung getätigter Aufnahmen ausgerüstet. So kann der Sachverständige nach jeder Aufnahme ihre korrekte Belichtung prüfen oder die Aufnahme korrigiert wiederholen. Damit bieten digitale Kameras eine deutlich höhere Zuverlässigkeit und niedrigere Ausfallrate.

⁹ *Michaela Ritter; Dietmar Wueller*, Objektive selber testen, Color Foto 4/98 S. 38-40 (Unschärfen auch bei mittleren Verschlusszeiten vom Stativ wegen Spiegelschlag)

¹⁰ *Anders Uschold*, Der neue BAS-Objektivtest. Fotomagazin 09/1998, S. 43ff.; *Anders Uschold*, Testergebnisse von Objektiven nach dem BAS-Verfahren. ab Fotomagazin 09/1998.

¹¹ *Dr. Klaus Peeck*, Wahlhilfe Digital, Beratung und Background für den Digitalkamera-Kauf. c't 25/2001

¹² *Christian Loebich, Dietmar Wueller*, Three Years of Practical Experience in Using ISO Standards for Testing Digital Cameras, PICS 2001: Image Processing, Image Quality, Image Capture Systems Conference, Montreal, Quebec, Canada; 5/22/2001; p. 257-261; ISBN / ISSN: 0-89208-232-1

¹³ Einführung in die digitale Fotografie, Agfa Schriftenreihe zur digitalen Farbe, 1996 S. 18

¹⁴ *Anders Uschold*, Testergebnisse digitaler Kameras nach dem DCTau-Verfahren. ab Fotomagazin 08/2000

3. Einrichtung und Justage eines digitalen “Fotoarbeitsplatzes”

Der angeführte Punkt, digitale Fotografie erfordere eine unverhältnismässig komplexe Justage von Kamera, Rechner, Monitor und Drucker ist in diesem Kontext falsch. Das als **color management** bezeichnete Verfahren digitale Arbeitsplätze zu kalibrieren, ist eine Voraussetzung im Bereich der Druck- und Reprotechnik, für einen Sachverständigen ist dieser Anspruch als zu hoch anzusetzen. Richtlinien für eine sinnvolle Einstellung finden sich unter ¹⁵. Hinweise für die Einstufung anwendungsspezifischer Bedürfnisse finden sich unter¹⁶.

Allgemein unterliegt auch die analoge Produktion deutlichen Schwankungen in Helligkeits-, Kontrast- und Farbwiedergabe. Bedingt durch Filmchargen, einfache Entwicklungen, Photochemie und Photopapiere erfahren herkömmliche Farbabzüge Schwankungen, die denen normaler Digitalkameras in nichts nachstehen¹⁷. Diese Relevanz greift besonders, da bei den üblichen Sätzen der ZSEG farboptimierte und damit teurere Fachabzüge nicht angefertigt werden.

Im Gegenzug kann man mit Digitalkameras über die Funktion der variablen Farbtemperatur Farbschwankungen bedingt durch Wolken, Schatten, Sonnenstand und sogar die extremen Farbstiche von künstlichen Lichtquellen vieler Art ausgleichen. Verbunden mit der bereits genannten Kontrollmöglichkeit am Kameramonitor sind digitale Kameras in Aspekten der kritischen Farbwiedergabe ihren analogen Pendanten im gutachterlichen Einsatz deutlich überlegen, ja erlauben erst farbkritische Aufnahmen wie Lackierungen unter Kunstlicht, mit denen ein Sachverständiger ohne fotografische Ausbildung üblicherweise überfordert ist. Die im Artikel hierzu genannten Quellen sind veraltet oder adressieren eine ganz andere Berufsgruppe.

¹⁵ Dietmar Wüller, Zum Anbeißen – Farbechte Bilder vom Scanner bis zum Drucker, c’t 19/01 S. 124

¹⁶ Dr. Klaus Peeck, Wahlhilfe Digital, Beratung und Background für den Digitalkamera-Kauf. c’t 25/2001; Anders Uschold, digitalkamera.de: Wie gut sind 4- und 5-Megapixel-Digitalkameras wirklich? digitalkamera.de 06.03.2002, URL: <http://www.digitalkamera.de/Info/News/12/32.htm>; Anders Uschold, Erwartungen an ein Testverfahren für digitale Kameras. Fachvortrag im Symposium "Testverfahren für digitale Kameras", Köln/Messe, 14.06.2000, Veranstalter: image Engineering, Dietmar Wüller und Anders Uschold Digitaltechnik, erhältlich unter <http://www.uschold-digitaltechnik.de>

¹⁷ Heinemann, Kommentare zur Problematik unter dem besonderen Aspekt der Labortechnik, Reger Studios, www.reger.de/aktuelles/digital.htm

4. Qualität der Abzüge und deren Lebensdauer

Der Artikel zeigt beispielhaft eine klassische Verwechslung der Sachverhalte. Kritisiert wird die digitale Fotografie und als Grund werden Eigenschaften der Drucktechnik genannt. Der Sachverhalt, dass z.B. Tintenstrahldrucker in vielen Fällen Bilder mit gegenüber fotografischen Abzügen reduzierter Lebensdauer ausgeben ist nur teilweise korrekt, bei richtiger Wahl von Drucker, Tinte und Papier sind sehr hohe Lagerzeiten erreichbar¹⁸. Dass diese Drucker Ergebnisse niedrigerer Bildqualität liefern ist nicht mehr anzusetzen, hier sind die aufgeführten Quellen als veraltet anzusehen. Heutige Techniken bei Druckern, Tinten und Papier erlauben jedoch Lagerzeiten die die Anforderungen im Sachverständigenwesen erfüllen¹⁹.

Entscheidend ist, dass Eigenschaften von Druckern nicht mit digitaler Fotografie gleichzusetzen und als Kriterium zu nennen sind. Bereits seit mehreren Jahren wird von Fotolaboren die Ausbelichtung digitaler Daten auf herkömmliches Fotopapier als Standardleistung angeboten, das identisch mit den Materialien der analogen Fotografie ist. Mit der Verbreitung schneller Internetzugänge gestaltet sich dies sogar einfacher als die herkömmliche Entwicklung und die Kosten dieser Abzüge liegen in der Regel unter denen der oben genannten Fototintenstrahldrucker²⁰. Da die Materialien und chemischen Prozesse bei analogen und digitalen Abzügen identisch sind, macht es keinen Sinn qualitativ und bezüglich der Lebensdauer zu differenzieren.

5. Manipulationssicherheit analoger Bilder

„Die Manipulation von Bildern und Dokumentationen ist ein generelles Problem das sich nie sicher ausschliessen lässt. Diese Manipulation kann wie beschrieben auf unterschiedliche Art und Weise erfolgen. Ein Aspekt ist die zeitliche Konsistenz und Vollständigkeit einer fotografischen Dokumentation die sich bei einem Film aufgrund der Negative und ihrer fortlaufenden Nummern im Gegensatz zu digitalen Bildern von Dritten oder einem Richter verifizieren lässt. Die sehr hohe Fälschungssicherheit von Negativen untermauert deren Zuverlässigkeit.“

Dieser Verdacht basiert, ungeachtet einer unterschweligen Manipulationsunterstellung, auf unzureichenden Kenntnissen sowohl analoger als auch digitaler Bilddatenträger. Negativstreifen können entgegen der vertretenen Meinung durch mehrere relativ einfache, jedermann zugängliche und durchaus bezahlbare Techniken manipuliert werden.

¹⁸ Internetseite der Wilhelm Research Labs, www.wilhelm-research.com, Katsuhiko Iida, EPSON Perfect Imaging System and New Colorfast Ink, *DPP 2001: Eye on the Future*, Antwerp, Belgium; May 13, 2001; p. 288-290; ISBN / ISSN: 0-89208-233-X; Epson Produkt Prospekt zu Stylus Photo 2000P

¹⁹ Ulrich Hilgefert, Abgezogen. Fotos- auch aus der Digitalkamera- mit dem Tintendrucker ausgegeben. c't 11/2000

²⁰ Jens Schroeder, Der digitale Weg zum Bild. Onlinefotodienste im Test. PCProfessionell 02/2001, S. 122ff

Dazu gehören mit steigender Qualität das Abfotografieren von Ausdrucken, die auch inhaltlich verändert sein können, Montagen, Projektionen, unscharf von Monitoren und letztendlich Fotoabzügen. Höhere Qualität liefern Ausbelichtungen digitaler Bilddaten, eine Standardleistung besserer Fotolabore, oder Duplikate und Internegative die höchste, praktisch kaum zu detektierende Qualität auf nahezu jedes Filmmaterial erlauben. Ausschnitte, Anzahl und Reihenfolge sind ebenso frei manipulierbar²¹.

Digitale Bilder besitzen auf der anderen Seite eine Vielzahl einmaliger und sehr schwer manipulierbarer Kennzeichen. Redet man bei analogen Bildern vom Originalnegativ, so stellt die von der Kamera gelieferte Datei das Pendant dar. Die Problematik der Reihenfolge und Vollständigkeit digitaler Serien kann auf einfachem, aber auch manipulierbarem Wege durch die automatische Nummerierung der Dateien und der Erstellungszeit kontrolliert werden. Zuverlässiger sind die vielen Informationen zu Aufnahmezeit, -einstellungen und Randbedingungen der Aufnahme im sog. **Header**, dem Dateikopf. Diese Informationen werden von nahezu allen Herstellern eingebaut und können über die spezifischen Betriebsprogramme des Lieferungsumfanges der Kamera geprüft werden. Eine Änderung dieser Daten erfordert anspruchsvolle Kenntnisse der Dateimanipulation und ist Nichtspezialisten schwerer zugänglich als die oben genannten Manipulationen analoger Filme.

Die Originalität bei digitalen Bildern existiert äquivalent zu analogen Bildern. Dabei ist wichtig zu klären worin das digitale Original besteht. Entsprechend einer analogen Kamera bei der nach Belichtung und Entwicklung der Film das erste stabile kopierbare Original ist stellt die stabile gespeicherte Datei der Kamera das Original dar. Diese sind von der Kamera mit mehreren bereits oben genannten Originalitätsmerkmalen versehen²².

6. Originalitätsmuster in Bildern

Moderne Kameras bieten häufig die Möglichkeit sog. digitale Wasserzeichen auf die getätigten Aufnahmen zu bringen. Neben dieser Verschlüsselung von Daten zu Herkunft und Bedingungen enthalten fast alle digitalen Kameras im Anfangsbereich der Bilddatei, dem sog. Header, sehr spezifische Daten zu Aufnahmeeinstellungen, Lichtarten, Datum und Reihenfolge der Aufnahmen. Natürlich können solche Daten manipuliert, zerstört oder simuliert werden. Das erfordert jedoch ebenfalls eine weitergehende Kenntnis über den Umgang und die Manipulation von Formaten und Datenstrukturen die dem normalen Anwender so nicht geläufig sind.

Das hierfür notwendige kriminelle Potential und der Aufwand stellen keine signifikante Änderung zu den in 3.5 genannten Erfordernissen zur Fälschung analoger Materialien dar. Aus diesem Grund ist es nicht angemessen der Digitalfotografie hier einen gravierenden Mangel zu attestieren.

²¹ Anders Uschold, Kopiermaschinen: Diaduplikatoren im Test. Fotomagazin 12/1995, S. 48ff

²² JEITA Standard, Exif (Exchangeable image file format for Digital Still Camera) Version 2.2, <http://tsc.jeita.or.jp/wto-01.htm>

7. Qualitätsverlust und Zerstörung der Originalität durch Komprimierung

In dem Artikel wird der für die Digitalfotografie notwendigen Komprimierung und Dekomprimierung ein Qualitätsverlust und eine Zerstörung der Originalität bescheinigt. Diese Aussagen sind pauschal nicht haltbar bzw. basieren auf einem diskussionswürdigen Verständnis des Originalitätsbegriffes. Für die Originalität einer Aufnahme gelten die für die Erstellung dieser Aufnahme festen und im Produktionsablauf verankerten Randbedingungen. Da die Komprimierung eine in der Kamera implementierte Funktion ist, ist sie fester Bestandteil und keine manipulierende Fremdeinwirkung:

Das von der Kamera gelieferte komprimierte Bild ist die Originalaufnahme!

Gleiches trifft für oft als verfälschend kritisierte Bildverarbeitungsfunktionen wie Scharfzeichnung oder Farbanpassung zu. Diese besitzen ihr Pendant in der analogen Fotografie, wo der Entwicklerverarmungseffekt ebenfalls eine Scharfzeichnung im Bild erzeugt und bei Abzügen ständig Farben nach subjektiven Aspekten gefiltert werden.

Die Wirkungsweise der Komprimierung erfordert eine differenzierte Betrachtung. Sowohl die Geschwindigkeit als auch die beschränkten Kapazitäten der in digitalen Kameras verwendeten Speichermedien erfordern aus Gründen der Praktikabilität eine Komprimierung der Bilddateien²³. Generell ist eine verlustfreie Komprimierung nur bis zur Halbierung der ursprünglichen Dateigröße möglich also Faktor zwei. Stärkere Reduzierungen erfordern sog. verlustbehaftete Verfahren die per se den Informationsgehalt und damit die Qualität herabsetzen. In digitalen Kameras wird fast ausschliesslich das Komprimierungsverfahren JPEG eingesetzt, das sich bis zu einem Komprimierungsfaktor von 4 - 9 im Bereich der sog. **visually-lossless-compression** bewegt²⁴. Hier sind die auftretenden Bildstörungen visuell noch nicht relevant bzw. liegen in ihrer Ausprägung unter den systematischen Abbildungsfehlern der Digitalkamera. Aus diesem Grund ist es zu empfehlen Kameras immer in der Einstellung höchste Auflösung und niedrigste Komprimierungsstufe zu benutzen, was meist einem JPEGFaktor von 4 - 9 entspricht. Die Verwendung einer manchmal vorhandenen unkomprimierten Speicherung im TIFF-Modus wird wegen der im Vergleich zum Zeit- und Energieaufwand geringen Qualitätsverbesserung nur bedingt empfohlen.

²³ Franz Grieser, Eine Lösung von Format. PCProfessionell TechGuide Digitale Fotografie 01/2001, S. 8ff

²⁴ Nasir D. Memon and Daniel R. Tretter, Method for variable quantization in JPEG for improved perceptual quality, [Electronic Imaging 2000: IS&T/SPIE's Symposium on Electronic Imaging Science and Technology](#), San Jose, CA;; p. 24-34;

Die Dekomprimierung einer Datei aus dem JPEG-Format erfolgt per Spezifikation verlustfrei. Abgeraten wird von einer weiteren Komprimierung mit JPEG, nachdem eine Bild bearbeitet wurde, z.B. Einfügen von Schriften, Ausschnitte, Helligkeitsänderungen. Solche die Auswertbarkeit verbessernde Schritte sollten wegen des evtl. Manipulationsvorwurfes nur durchgeführt werden, wenn die von der Kamera gelieferten Originale separat unverändert aufbewahrt werden. Die Bearbeitungen sollten idealerweise in einem Durchgang ohne komprimierte Zwischenspeicherung erfolgen, so es die Speicherressourcen zulassen. Dazu verwendet man ein verlustfreies Bildformat wie TIFF oder Windows Bitmap BMP. Als kritisch müssen wiederholte Speicherungen mit JPEG angesehen, besonders wenn man das Bild immer wieder bearbeitet oder die Komprimierungsfaktoren und damit die resultierenden Dateigrößen verändert.

8. Einfache Verfügbarkeit und leichte Durchführbarkeit von Manipulationen bei digitalen Bildern

Eine Kernaussage und eines der Hauptargumente Kritiker digitaler Bilder ist die umfassende Verfügbarkeit von Bildbearbeitungsprogrammen und deren leicht zugängliche Bedienung. Digitale Bilder sind im Gegensatz zu den sicheren analogen Bildern "kinderleicht" zu fälschen und deshalb abzulehnen.

Diese Aussage und die genannte Schlussfolgerung darf man nicht unreflektiert stehen lassen, sie entsprechen nicht der tatsächlichen Situation. Die überschätzte Manipulationssicherheit analoger Bilder ist in 5. umfassend beschrieben, beachtet werden soll nun die "einfache digitale Fälschung".

Jedes neue Medium bringt mit seinen neuen Vorteilen auch neue Qualitäts- und Verfügbarkeitsaspekte. Als Faktum darf angesehen werden, dass ein professionell gefälschtes Bild, ob analog oder digital, ausser von einem Experten von niemandem als solches erkannt werden kann. Diese hochwertige Fälschung ist jedoch keineswegs eine für jedermann durchführbare Sache, was die enormen Kosten für den Einsatz geschulter Bildgestalter und Grafikdesigner in der Druck- und Werbebranche belegen können.

Auch routinierten Spezialisten verlangt es einem signifikanten Aufwand ab, optisch gute, sprich visuell nicht als fehlerhaft oder als Montage erkennbare Arbeiten zu liefern. So stellt die kritische Prüfung der Unterlagen im Zweifelsfall kein Novum dar. Besteht bei einem Gutachten Zweifel, so ist es übliche Praxis einen weiteren Spezialisten zur Überprüfung der Inhalte zuzuziehen.

Ob nun in einem fragwürdigen Kfz-Gutachten textliche Unstimmigkeiten und Verdachtsmomente durch einen zweiten Spezialisten für Kfz oder bildliche Unstimmigkeiten und Verdachtsmomente durch einen entsprechenden Fachmann für Bilder verifiziert werden ist per se dasselbe procedere. Und es kann davon ausgegangen werden, dass einerseits textliche Manipulationen noch leichter verfügbar sind als bildliche und andererseits bildliche mit nichtspezialisiertem Hintergrund mit einer hohen Zuverlässigkeit detektiert werden können²⁵. Von einer generellen Senkung der Sicherheit von Gutachten darf man bei Verwendung digitaler Bilder nicht ausgehen.

9. Sicherer Umgang und klare Provenienz von Bildern

Entgegen der vertretenen Ansicht bieten digitale Bilder eine deutlich höhere Sicherheit bezüglich ihres Umgangs und ihrer Verarbeitung. Analoge Aufnahmen existieren nur als Unikat. Als solches ist der normale Sachverständige gezwungen das Filmunikat zur Entwicklung einem Labor zu übergeben. Dort können Schwankungen und Fehler in Entwicklung, Zuordnung, Verwahrung und Transport von Film und Bildern auf vielfältige Weise nicht reproduzierbare Fehler in Farbe, Helligkeit, Kontrast erzeugen und Beschädigungen bis zum Totalverlust entstehen.

Bei digitalen Daten werden bei entsprechendem Umgang nur originalidentische Kopien bearbeitet und bewegt. Bei qualitativen und inhaltlichen Modifikationen ist jederzeit eine vergleichende Kontrolle mit den Ursprungsdaten möglich, die genannte Beschädigungs- und Verlustgefahr entfällt. Handelt es sich um unwiderbringliche Bilddaten sollte beachtet werden, dass die Sorgfaltspflicht des Sachverständigen diesen sicheren Weg im Grunde genommen sogar verlangt.

10. Umgang und Speicherung grosser Datenmengen, sichere Archivierung

Die Einschätzung digitale Bilddaten stellen in ihrem Volumen und der dafür notwendigen Speichers ein nicht handhabbares Problem dar, entspringt einer ungenügenden Sachkenntnis digitaler Speichermedien.

Erfolgt die Umstellung von analoger auf digitale Fotografie mit der Erwartung diese würde keinen Aufwand mehr erfordern, liegt der Sachverständige natürlich falsch. Eine Pflege und angemessene Organisation ist analog wie digital erforderlich. Die Festplatte eines Rechners erfüllt im Allgemeinen die Anforderungen für eine kurz- bis mittelfristige Archivierung. Sowohl die heutzutage verfügbaren Kapazitäten von bis zu 160 Gigabyte und die üblichen mittleren Ausfallabstände von über 100.000 Betriebsstunden sind als ausreichend anzusehen.

²⁵ Anders Uschold, Fälschung und Verifikation von digitalen Bilddaten. Fachvortrag im Symposium "ProVISION", photokina Fachmesse für das Bild, Köln/Messe, Veranstalter: Medieninstitut Dr. Dotzler, 24.09.2000

Für die Langzeitarchivierung ist als Pendant zu Film- und Negativordnern die Speicherung auf CD-ROM oder DVD-ROM sinnvoll. Qualitativ hochwertige Datenträger besitzen geprüfte Materiallebensdauern von bis zu 200 Jahren, die Robustheit gegenüber klimatischen Belastungen übersteigt die von Film bei weitem²⁶.

Unangemessene Kapazitätsprobleme entstehen dabei nicht. Wie bereits in 7. beschrieben ist es als zulässig anzusehen, die von der Kamera gelieferten niedrig komprimierten Dateien zu verwenden und in dieser Form zu archivieren. Eine hochwertige 4-Megapixelkamera liefert bei einem qualitativ adäquatem Komprimierungsfaktor von 6 eine Bilddatei von ca. 2 Megabyte. Eine CD-ROM mit 650 MByte Kapazität kann so über 320 Aufnahmen fassen. Das Medium DVD-ROM mit 4.7 Gigabyte bietet sogar Platz für über 2300 Aufnahmen. Die als erforderlich genannte extreme Komprimierung der Bilder mit einem verbundenen Qualitätsverlust ist i.a. weder technologisch noch ökonomisch notwendig. Die Kosten einer hochwertigen CD-ROM liegen derzeit bei ca. 1 - 2 EUR und eine DVD-ROM kostet ca. 8 - 15 EUR. Das Raumvolumen einer CD / DVD liegt deutlich unter der entsprechenden Anzahl von Filmablageblättern. Bei der Auswahl der Hersteller sollten jedoch nur hochwertige Typen zum Tragen kommen, wie z.B. Mitsui Gold Ultra. Als Kapazität sind die kleineren Modelle mit 650 MByte in jedem Fall denen mit 700 MByte vorzuziehen, da nur diese umfassend die Hersteller- und ISO-Spezifikationen erfüllen, was die rechtliche Lage sichert.

Das Argument der Vergänglichkeit digitaler Formate verlässt häufig den im Sachverständigenwesen anzusetzenden Zeitraum. Der Datenträger CD-ROM ist ein seit Jahrzehnten zuverlässiges Medium, die standardisierten Formate JPEG, TIFF und BMP existieren bereits seit den 80er Jahren und lassen mit ihrer überlegenen Marktdurchdringung keine Risiken für die relevanten Zeiträume erkennen. Der Wechsel von Datenträgern wie z.B. von CD-Rom auf DVD-Rom gestaltet sich nicht so kritisch, wie der gerne zitierte von 5 1/4-Zoll-Disketten auf 3,5-Zoll-Disketten. DVD-Lesegeräte sind abwärtskompatibel, so dass auch in dem für das Sachverständigenwesen relevanten Zeitraum die Verfügbarkeit gewährleistet sein sollte. Ein signifikanter Wechsel der Speichertechnologien ist stets mit einer massiven Erhöhung der Kapazitäten verbunden. Sollte es tatsächlich zu einem nicht abwärtskompatiblen neuen Medium kommen, das CD und DVD in absehbarer Zeit zum Aussterben bringt, ist das Umkopieren der alten Daten auf dieses neue Medium als unkritischer Aufwand anzusehen²⁷.

²⁶ Willi Schneider, Langzeitarchivierung von optischen Datenträgern. BSI-Forum 6/1997; KODAK Ultima Lifetime Calculation, <http://www.kodak.com/cluster/global/en/service/faqs/faq1632.shtml>; Mitsui Advanced Media, Methoden der Qualitätskontrolle von CD-R's. URL: http://www.mitsuimedia.de/publiv/al/web/ctl_method.htm

²⁷ Andreas Grote, Verflüchtigt. Der Zahn der Zeit nagt an den digitalen Daten. c't 24/2000

Ein gutes Beispiel für einen nicht ausreichend differenzierten Umgang mit dieser Problematik liefert das im Artikel genannte der NASA-Bilddaten der ersten Mondlandung. Die angegebene Quelle ist nicht nachvollziehbar. Damals fanden nichtstandardisierte Datenformate Anwendung die keinerlei Marktbedeutung besaßen. Die Speichermedien waren einfache Magnetdatenträger mit Halbwertszeiten und Fehlerraten, die in keinem Verhältnis zu aktuellen optischen Datenträgern stehen. Letztgenannt sei der relevante Zeitraum der Archivierung. Die Mondlandung war 1969. Dass dies nicht zwangsläufig der Fall sein muss zeigen die Aufnahmen der Marssonden, bei denen von vornherein Wert auf Datenerhalt gelegt wurde. Sie sind problemlos verfügbar²⁸.

Es stellt sich aber dennoch die Frage: Wie lange ist es sinnvoll Gutachten über die gesetzlich vorgeschriebenen Fristen archivieren und wieviel zuverlässige Farbinformation besitzen analoge Filme aus dieser Zeit? Eine farbverbindliche Aussage zu Lackschäden aus vor dreissig Jahren erstelltem analogem Material ist sicherlich unrealistisch. Die Farbstoffe hätten sich alterungsbedingt deutlich verändert und ggfls. wurden mit hoher Wahrscheinlichkeit die auf Gelatine basierenden Bildträger bereits von Pilzen und Bakterien “verdaut”, da üblicherweise kein Sachverständiger technisch in der Lage ist adäquate klimatische Archivierungsbedingungen zu schaffen. Die Stabilität und Sicherheit digitaler Bilder ist der analoger prinzipiell überlegen.

11. Aufbewahrungsform von Gutachten

Ein letzter Unsicherheitsfaktor ist in vielen Fällen die Aufbewahrung der Gutachten. Da Gutachten heutzutage fast ausschliesslich am Computer erstellt werden, ist auch hier ein veränderter Originalitätsbegriff zu beachten. Da ein schriftlicher Ausdruck nur eine Kopie der Dateiform des Originalgutachtens darstellt, ist es legitim und wegen der Möglichkeit der Sicherheitskopien sogar sinnvoll in digitaler Form zu archivieren. Für digitale Bilder hat das unterschiedliche Folgen. Sachverständige, die ihre Bilder im Labor auf Fotopapier ausbelichten lassen müssen sich zwischen der separaten Lagerung von in Kopie erstellten Abzügen oder des zeitlich mit Verzögerungen verbundenen Erstellens von Abzügen bei einer Anfrage entscheiden.

Einfacher haben es Gutachten, bei denen die digitalen Bilder direkt in die Textdatei eingebunden sind. Typische Formate wären Microsoft Word mit grosser Verbreitung aber jederzeit einfach veränderbar und durchaus mit sicherheitskritischen Aspekten behaftet. Ein hervorragendes Beispiel für die ungewollte Veröffentlichung streng vertraulicher Details zeigt sich in²⁹.

²⁸ „Die Archivierung digitaler Bilder ist heute kein Problem mehr, wie die Langzeitarchivierung der Satellitenbilddaten der letzten zwei Jahrzehnte zeigt.“ *Ristow, Grau, Eckardt*, Vorträge Workshop „Digitalisierung und Langzeitarchivierung von Kunst- und Kulturgütern“ am 20.03.2002 DLR Berlin

²⁹ *Holger Bleich*, Transrapid-Gutachten gefälscht? Word-Änderungshistorie zeigt gelöschte Passagen in politisch brisanter Studie. c't 05/2002, S. 41

Deutlich sicherer und ebenfalls umfassend verbreitet ist das Adobe Acrobat PDF-Format, das Lesen über den kostenlosen und fast überall verbreiteten Acrobat Reader gestattet. Schreiben und Verändern von solchen Dateien ist nur mit der Vollversion Adobe Acrobat möglich und bleibt dabei äusserst eingeschränkt und oft leicht nachvollziehbar. Gutachten mit eingebundenen Bildern sind als vollständige Originalgutachten komplett digital verwaltbar. Ein Nachteil besteht darin, dass der Ausdruck dieser Dateien auf Farbdruckern erfolgen muss, was mit höheren Druckkosten und einer niedrigeren Haltbarkeit der Farbausdrucke gegenüber Abzügen aus dem Labor resultiert. Es empfiehlt sich, die Farbbilder im Anhang des Gutachtens zu bündeln, so dass nur für den Ausdruck dieser Seiten ein Farbdrucker erforderlich ist. So ist es auch ökonomisch möglich den Einsatz guter und besser haltbarer spezieller Fotopapiere auf die reine Bilddarstellung zu beschränken³⁰.

IV. Fazit:

Die oft vorgebrachten und beispielhaft in dem Artikel aufgeführten Argumente sind umfassend in Frage zu stellen, zu korrigieren oder zu verwerfen. Oft resultieren sie aus einem eingeschränkten Kenntnisstand der Anwender, der Zuhilfenahme diverser teils nicht mehr aktueller Quellen oder einer tiefgreifenden Unsicherheit im Umgang mit neuen Medien. Häufig werden auch Ängste und Bedenken geschürt. Dies ist mit ein Resultat der oft polarisierten nichtfachlichen Berichterstattung und vor allem der in Fernsehen und Kino als konsumwirksam bekannten aber technisch haarsträubenden Darstellungen digitaler Verfahren zu Fälschung und Manipulation. Ein echtes Grundlagenverständnis verlangt eine fachgebietsübergreifende Kenntnis der notwendigen Randbedingungen und wird selten vermittelt. Diese Qualifikation zur objektiven Beurteilung lassen die überwiegende Zahl von Fachautoren immer noch vermissen. Es ist notwendig, eine den Bedürfnissen des Sachverständigenwesens entsprechende Vorgehensweise bei der Digitalen Fotografie zu kultivieren. Viele Sachverständige bewegen sich noch auf einem qualitativ diskussionswürdigen Niveau. Die gezogenen Schlüsse dieses hochsensiblen Themas dürfen jedoch so nicht im Raum stehen bleiben.

Um die derzeit teilweise fanatische Diskussion Analog versus Digital auf einen letzten Punkt zu bringen: Es gibt nur eine einzige digitale Funktion die analog nicht durchführbar ist:

Die verlustfreie Kopie.

Dieser speziell hier unschätzbare Vorteil gestattet es beliebig viele Originale (= verlustfreie Kopien) zu erstellen und damit z.B. Richter, Anwälte, Parteien, Sachverständige und Sicherheitskopie im eigenen Tresor zu versorgen ohne zeitliche, organisatorische oder verlustrelevante Probleme zu bekommen. In diesem Kontext darf angedacht werden, ob die sachverständige Sorgfaltspflicht diese Sicherheit nicht vom Grundprinzip her verlangt.

³⁰ Ulrich Hilgefort, Stefan Labusga, Tropfenfänger. 42 Spezialpapiere für die Ausgabe von Fotos per Tintenstrahldrucker. c't 07/2000

V. Zusätze, Ansprechpartner und Kommentierungen

Ein besonderer Dank für seine kritische Auseinandersetzung, Kontrolle und Rediktion dieses Beitrages gilt Herrn Dietmar Wüller. Herr Wüller befindet sich derzeit im Verfahren zur öffentlichen Bestellung und Vereidigung zum Sachverständigen für digitale Fotografie, Scannertechnologien und digitale Bildverarbeitung durch die Industrie und Handelskammer zu Köln.

Der Artikel und die genannte Problematik wurde überdies verschiedenen Spezialisten auf dem Gebiet der Digitalen Fotografie und der angrenzenden Bereiche vorgelegt. Eine dazu erstellte informative Beurteilung findet sich unter³¹. Ansprechpartner für die technischen Themenbereiche finden sich unter³².

³¹ *Heinemann*, Kommentare zur Problematik unter dem besonderen Aspekt der Labortechnik, Reger Studios, <http://www.reger.de/aktuelles/digital.htm>

³² **Dietmar Wüller, image engineering**, Sachverständiger und Testinstitut für digitale Fotografie, Scanner und digitale Bildverarbeitung. <http://www.image-engineering.de>; **Anders Uschold Digitaltechnik**. Von der Industrie und Handelskammer für München und Oberbayern öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für analoge und digitale Fotografie. Sachverständiger des Bundes für digitale Fotografie. Testinstitut für bilddatenverarbeitende Technologien. Privatdozent für digitale Bildverarbeitung, Lehrstuhl für digitale Bildverarbeitung, Institut für Informatik, Technische Universität München. <http://www.uschold-digitaltechnik.de>