

# Digitale Fotografie

*Chancen und Risiken für die forensische Arbeit*

## **1. Allgemeines, Grundlagen**

Der Boom der Digitalkameras hält ungebrochen an und die digitale Fotografie hat längst in der Beweissicherung Einzug gehalten. Die Praxis führt aber vor Augen, dass das Potenzial oft nicht ausgeschöpft wird und in der Handhabung vermeidbare Fehler unterlaufen. Müssen nicht alle in der forensischen Arbeit auch Konsequenzen daraus ziehen ?

Die Vorteile liegen zunächst auf der Hand:

- Egal, wie viele Bilder Sie machen, die Stückzahl bestimmt zunächst nicht den Preis. Ausprobieren, ggf. wieder löschen. Etwa zum Preis herkömmlicher Abzüge lässt sich dann auch das ausgewählte Foto zu Papier bringen.
- Mittlerweile sind die Fotosensoren sehr lichtempfindlich, auch ohne Zusatzlicht kann gut dokumentiert werden.
- Digitalkameras bieten Zoombereiche, die bei Analogkameras nur mit Wechselobjektiven möglich sind.
- Sehr zu schätzen ist oft der schnelle Zugriff auf das Foto. Bei eigenem Ausdruck entfällt der Weg zum und die Wartezeit des Fotolabors .
- Heutige Speichermedien liefern Platz für mehrere hundert Fotos in der Kamera; dazu die direkte Anbindung zum PC für Verwaltung, Archivieren oder Versand.
- Digital gespeicherte Bilder altern im Unterschied zu Papierabzügen nicht.

Aber die Kehrseite:

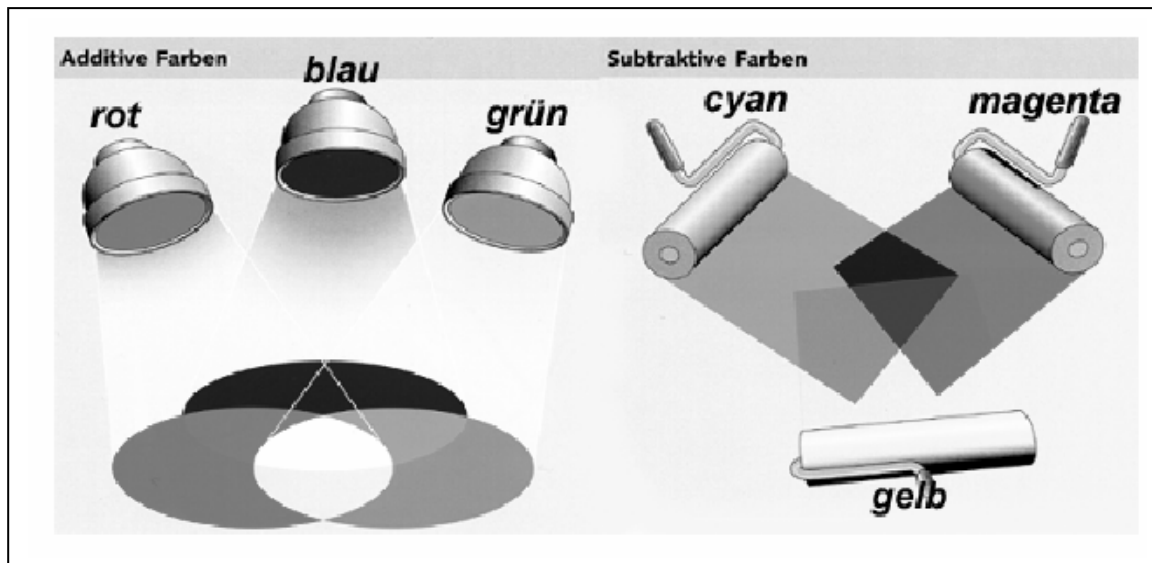
- Eine moderne Digitalkamera kostet mehr als der vergleichbare Analogfoto. Speicherkarte(n) und Ladegerät sind regelmäßige Zusatzkosten. Dazu kommt der rapide Preisverfall, fast jährlich überholt sich die Entwicklung.
- Digitalkameras sind Stromfresser. Bei längerem Einsatz ist der Zweitakku unverzichtbar. Vor Ort ist der PC nicht greifbar, also muss auch immer an die Speicherkapazität gedacht werden. Filmwechsel ist da einfacher.

Das digitale Bild besteht aus Punkten, diese sind in Zeilen und Spalten angeordnet. Die Gesamtzahl der Bildpunkte (sog. Pixel, ein Kunstwort aus *picture* und *element*) wird als Auflösung bezeichnet. Für eine Million solcher Bildpunkte hat sich der Begriff „MegaPixel“ etabliert. Das Seitenverhältnis herkömmlicher Fotos beträgt 2:3, man denke insoweit an den Kleinbildfilm, dessen Negativ 24\*36 mm misst. Digitale Bilder werden regelmäßig, in Anlehnung an das Seitenverhältnis von Computerbildschirmen im Format 3:4 dargestellt.

Der chemisch entwickelte Kleinbildfilm besitzt, je nach Qualität ca. 30 Millionen Silberhalogenid-Kristalle. Diese Kristalle werden zumindest auf drei Farbschichten aufgeteilt, damit kann theoretisch eine Auflösung von 10 Millionen Bildpunkten realisiert sein, praktisch ist aber noch der Verlust über die Abbildungsqualität des Objektivs zu sehen. Real bildet ein gutes konventionelles Foto die Szene mit rund 8 bis 9 Millionen Bildpunkten ab. Diese Auflösung ist mittlerweile auch in den teureren Kameramodellen der Mittelklasse zu finden.

Eine hinreichend gute Beweissicherung kann mit Kameras der mittleren Preiskategorie bei einer Auflösung von 4 bis 6 MegaPixel erwartet werden. Grundvoraussetzung hierfür ist aber ein leistungsstarkes Objektiv, eine hohe Pixelzahl liefert nicht zwangsläufig auch ein Foto mit entsprechend hoher realer Auflösung. Zudem empfiehlt sich dringend die Fertigung von Detailaufnahmen, sie bieten die oft erforderlichen Reserven für Vergrößerungen.

Digitale Bilder werden in unterschiedlichen Farbmodellen dargestellt. Grundsätzlich ist zwischen der additiven und subtraktiven Darstellung zu unterscheiden. Erstere Methode mischt die Grundfarben rot, grün und blau (RGB) und wird bei Monitor- oder Projektordarstellung eingesetzt. Im zweiten Verfahren werden die Farbsubstanzen bestimmter Wellenlängen aus dem Umgebungslicht gefiltert, nicht absorbierte Wellen werden reflektiert und können somit in das Auge des Betrachters gelangen (Fotos, Ausdrücke). Anders als bei erstgenannter Darstellung ist für die Begutachtung des Bildes die Beleuchtung und Verteilung des Umgebungslichtes entscheidend.



**Abb.1: Gegenüberstellung von RGB- und CMY-Farbmodell**

Die Sachverständigen werden die digitalen Bilder eher vom Monitor aus beurteilen. Diese Darstellung bietet grundsätzlich mehr Brillanz als der Fotoausdruck.

## **2. Digitalkameras**

Das zentrale Bauelement der digitalen Kamera ist der Bildsensor. Aktuell werden die (kostengünstigeren) CMOS-Sensoren mit höherem Rauschanteil (also geringer Abbildungsqualität) und CCD-Sensoren eingesetzt. Bei einfacheren CMOS-Kameras erscheinen die Farben oft etwas unnatürlich, was es bei Farbvergleich zwischen Bild und Realität zu beachten gilt (Testaufnahmen).

Bildsensoren können nur Helligkeitsunterschiede, nicht jedoch Farben unterscheiden. Es werden daher sog. Mosaikfilter auf die Sensoren gedampft. Diese Filter sind nur für den Farbanteil einer Grundfarbe durchlässig. Nachdem das menschliche Auge für die Farbe Grün das stärkste Empfinden für Helligkeit besitzt und Helligkeit wiederum für Erkennen von Konturen (Schärfe) verantwortlich ist, wird grünlastig gefiltert. Zur Erhöhung der Bildschärfe wird die Hälfte der Pixel grünempfindlich, jeweils ein Viertel Rot und Blau aufgezeichnet. Fehlende Farbanteile werden durch mathematische Verfahren

kompensiert (Interpolation). Von Hersteller zu Hersteller wird insoweit unterschiedlich berechnet, darin begründet sich auch die differierende Farbbrillanz trotz gleicher Sensoren (ein Standardchip ist in verschiedenen Kameras zu finden). Diese Farbinterpolation macht aber gleichzeitig einen abrupten Farbwechsel unmöglich. Von einer Mindestbreite bei scharfem Farbwechsel von 5 Bildpunkten ist auszugehen. An Schwarz/Weiß-Kanten treten durch diesen Effekt sog. Farbsäume auf, bei geringerer Bildauflösung und feinen Hell/Dunkel-Wiederholungen kann es zu Farbverfälschungen kommen (sog. Farbmoirè).

Bildsensoren sind deutlich kleiner als das herkömmliche Kleinbild-Negativ. Die Linsensysteme digitaler Kameras besitzen bauartbedingt kürzere Brennweiten. Die Sensoren sind nicht einheitlich groß, demzufolge kann aus der Brennweite, so sie denn bestimmt werden konnte, auch nicht auf den Bildwinkel geschlossen werden (auf Kleinbildformat umgerechnete Brennweite und Abbildungsgenauigkeit achten).

### **3. Auswerten von digitalen Bildern**

Bei einer Auflösung von 3 MegaPixeln besitzt eine ursprüngliche Bilddatei eine Größe von rund 9 Megabyte, bei 5 Millionen Pixeln sogar fast 15 MB. Deshalb werden Bilddateien in der Regel auch schon kameraseitig komprimiert. Derzeit ist das JPG-Verfahren Standard. Diese Kompressionsmethode ist aber zwangsläufig und nicht reversibel verlustbehaftet. Dieser (erstmalige) Verlust ist mit dem bloßen Auge nicht zu sehen. Wird das Bild auch nur geringfügig verändert, dann wieder als .JPG-Datei gespeichert, läuft der Kompressionsvorgang erneut vollständig ab, weitere Bildinformationen gehen verloren. **Eine Mehrfachkompression sollte daher unbedingt vermieden werden.** Hersteller moderner Kameras lagern den JPG-Bildern eine sog. *exif*-Datei ein, hier sind Informationen zu Kamera-, Aufnahme- und Bilddaten gespeichert.

Schon mal bearbeitete Bilddateien sind immer der Gefahr einer (vorsätzlichen oder nichtvorsätzlichen) Veränderung ausgesetzt.

**Digitale Bilder sollten deshalb immer anhand der Original-Kamera-Bilddateien ausgewertet werden.**



***Abb.2: Ausschnittsvergrößerung bei zu geringer Auflösung***

Zu den Original-Bilddateien sollten zusätzlich der Kamerateyp und die eingestellte Komprimierungsstufe bei der Aufnahme abgefragt werden. Bild- und Kameraauflösung müssen exakt übereinstimmen. Das Dateiformat muss ein Kamera-Ausgabeformat sein. Werden diese Grundvoraussetzungen nicht erfüllt, kann es sich bei einer Bilddatei nicht um eine Original-Kamera-Bilddatei handeln.

Bei der Auswertung von digitalen Bildern sollte durch Vergleich der Bildgröße mit der Dateigröße das Ausmaß der Komprimierung abgeschätzt werden. Bei einer JPG-Dateigröße von weniger als 15% der unkomprimierten Bildgröße sollte immer auf Komprimierungsverfälschungen geachtet werden. Mehr-Ebenen-Formate werden nur von Bildbearbeitungssoftware erstellt. Diese Formate sind immer ein Hinweis auf eine Veränderung gegenüber dem Originalbild.

Ausdrucke sind oft von mangelhafter Qualität und feine, für die Unfallrekonstruktion relevante Strukturen können verfälscht oder auch gar nicht erkennbar sein. Eine Beurteilung von Farbabweichungen bzw. Farbuordnungen sind anhand von Ausdrucken meist nicht mit hinreichender Sicherheit möglich.

#### **4. Erkennen von Bildverfälschungen/ -Manipulationen**

Ein absolut sicheres Verfahren, um ungewollte Bildverfälschungen oder betrügerische Manipulationen in allen Fällen zu erkennen, gibt es (noch) nicht. Mögliche Veränderungen sind jedoch durch folgende Vorgehensweise einzugrenzen:

##### ***Inaugenscheinnahme des gedruckten Bildes***

- Ausdrücke, die das gesamte Originalbild zeigen sollen, müssen das Seitenverhältnis der Kamera, also meist 4:3, besitzen.
- Logische Fehler oder physikalisch nicht mögliche Darstellungen lassen sich oft schon in einzelnen Ausdrucken erkennen (Abweichungen in Perspektive oder Fluchtpunkt, nicht reale Größenordnungen, falsche Vorder-/Hintergrund-Beziehungen, falsche Schattenrichtungen, falsche Ausrichtung von beleuchteten Flächen).
- Bei dem Vergleich mehrerer Bilder vom gleichen Objekt, aber aus unterschiedlichen Richtungen können die eben genannten Kriterien geprüft. Sind Anhaltspunkte für perspektivische Abweichungen vorhanden, so kann die fotogrammetrische Entzerrung und anschließende Überlagerung der Bilder eine Abweichung anzeigen.
- Beim Einfügen von Bildinhalten werden andere Inhalte verdeckt. Es ist nach unvollständigen Restdarstellungen zu suchen. Diese können z. B. Schatten oder Spiegelungen von nicht mehr sichtbaren Objekten oder Konturen oder aber auch Objekte ohne Schatten sein.

##### ***Begutachten der Bilddateien***

- Datei-Datum und -Uhrzeit müssen zum angegebenen Aufnahmezeitpunkt passen. Es ist zu berücksichtigen, dass an den Kameras nicht immer das aktuelle Datum eingestellt ist.
- Die Dateigröße muss einer typischerweise von dieser Kamera ausgegebenen Dateigröße in einer Komprimierungsstufe entsprechen.

- Die Kamera muss das vorgelegte Dateiformat erzeugen können.
- Die Größe des Bildes muss exakt der Auflösung der Kamera entsprechen. Bereits eine fehlende Pixelzeile oder -spalte belegt eindeutig eine Bearbeitung des Bildes.
- Gibt die angegebene Kamera eine exif-Datei aus, so muss diese auch in der Bilddatei enthalten sein. Die darin enthaltenen Daten sind auf Plausibilität zu überprüfen. Unplausible exif-Daten belegen eine Veränderung der Bilddatei (der Umkehrschluss ist aber nicht zulässig)
- Gibt eine Kamera keine exif-Datei aus, so wird meist für jedes Bild eine kleine Zusatzdatei mit einigen Kameradaten angelegt. Diese ist gegebenenfalls anzufordern und auszuwerten.
- Die sog. Header-Daten sind mit einem Hexadezimal-Editor auf Hinweise auf Bildbearbeitungssoftware zu untersuchen. Die meisten Programme hinterlassen bei der Speicherung Angaben zur Software und zur benutzten Version.

Je nach Gesamtumfeld lassen sich weitere Kriterien für die Plausibilität und Richtigkeit digitaler Fotografien entwickeln. Die dargestellte Methodik erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

## **5. Foto-Ausdruck**

In der Praxis kommt zur Ausgabe eines digitalen Fotos der Tintenstrahldrucker zum Einsatz. Auf geeignetem (auch nicht mehr zu teuerem) **Fotopapier** sind brauchbare Ergebnisse zu produzieren. Leider wird das Auflösungsvermögen aktueller Fotodrucker oft nicht im erforderlichem Umfang genutzt. Ein scharfes Detailfoto auf dem Bildschirm verkommt zur aussagelosen Anhäufung von Tintenklecksen, wenn zwar schnell aber mit minimaler Auflösung gedruckt wird. Es empfiehlt sich also dringend, zur Dokumentation mit 200 dpi, besser noch mit 300 dpi (**dots per inch**) zu drucken. Gerade auch die Schadensgutachter sollten sich bewusst sein, dass ihre Beweissicherung oft die zentrale Anknüpfung für eine Unfallrekonstruktion darstellt.

## **6. Literatur**

- [c` t 1]: c` t spezial, Sonderheft Digitale Fotografie, 3/2003
- [PC 1]: PC-WELT-EXTRA, Sonderheft Digital fotografieren, 4/2003
- [U 1]: Jürgen Ulrich, VorsRiLG Dortmund, Digitale Fotos in Gutachten –entsprechen sie den anerkannten Regeln der Technik?, Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik, Heft 11, 2002
- [W 1]: Stephan Wietschorke, Der Einsatz von Digitalkameras in der Beweissicherung, Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik, Heft 9, 1998
- [W 2]: Stephan Wietschorke, Zur digitalen Fotografie und zum Umgang mit digitalen Bilder, EVU-Jahrestagung 2002

Ein Service von  
***www.unfallanalyse24.de***