Testverfahren und Testdienstleistungen

Die Entwicklung modernster und leistungsfähiger Testverfahren für Geräte der Fotografie, Bildverarbeitung und deren Peripherie ist eine der Kernkompetenzen von Anders Uschold Digitaltechnik. Dabei werden unter Verwendung aktueller Methoden der digitalen und computerbasierten Bildanalyse Verfahren auf höchstem technischen Niveau entwickelt und Untersuchungen mit diesen Verfahren als Dienstleistungen für Presse, Industrie und Forschung durchgeführt.

Die aktuellen Testverfahren

Für die Untersuchung bilddatenverarbeitender Geräte unterschiedlicher Klassen haben wir bisher drei Verfahren entwickelt, ein viertes befindet sich in der Implementierungsphase. Diese Verfahren werden in unserem Haus für industrielle, redaktionelle und wissenschaftliche Anwendungen angeboten und eingesetzt:

BAS®	Klassischer Objektivtest für Foto-, Video- und Filmobjektive
DCTau®	Modernes, automatisches Verfahren für die Beurteilung und Vermessung digitaler Kameras und WebCams
DCTau®Scan	Adaption von DCTau® für die Untersuchung von Scannern
DCTau®Print	Adaption von DCTau® für die Untersuchung von Druckern Derzeit in der Entwicklungsphase

Philosophie und Intentionen

Die Ansätze um moderne Leistungen mit hoher Innovation zu gewährleisten gliedern sich in drei Bereiche:

Neue Funktionen mit hoher Präzision schliessen Lücken bestehender Verfahren, die aufgrund ihrer technologischen Ansätze oder Historie die aktuellen Eigenschaften moderner bildgebender Geräte nicht mehr ausreichend oder zuverlässig beschreiben können. Oft beinhalten auch weit verbreitete Methoden deutliche Kompromisse, weil für die leichte Umsetzbarkeit und schnelle Durchführung eine niedrigere Komplexität bevorzugt wird.

Eine der Haupteinschränkungen bei Tests in Ermangelung finanzieller Mittel oder geeigneter automatischer Verfahren ist der Einsatz von Fachleuten für die subjektive visuelle Beurteilung. Die automatische Auswertung ohne visuelle Einflussnahme und Unsicherheit des Testers ist ein weiterer Ansatz, den wir verfolgen.

Der Nutzwert eines Testergebnisses ist schliesslich nur gegeben, wenn eine ausreichende Praxisnähe zwischen den geprüften Eigenschaften, dem Bewertungsschlüssel und den realen Bedürfnissen der Anwender angestrebt und umgesetzt wird.

Mit der Thematik der Standardisierung und dem Einsatz standardisierter Verfahren setzen wir uns differenziert auseinander, um für unsere Bedürfnisse und die unserer Kunden die sinnvollsten Verfahren und Ergebnisse zu erhalten. Informationen zu diesem wichtigen Thema finden Sie unter Einsatz standardisierter Testverfahren. Im Feld der Forschung und Weiterentwicklung finden Neue Standards der DIN und ISO in Zusammenarbeit mit der DIN und ISO statt.

BAS®: Testverfahren für Objektive

Der BAS®-Objektivtest ist ein Test für fotografische Objektive, der für die redaktionelle Nutzung exklusiv für die Zeitschrift Fotomagazin in München durchgeführt wird. Nach seiner Neuentwicklung im März 1998 wurde er im September 1999 unter Verwendung neuester Bildanalysetechniken um bisher noch nicht verfügbare Funktionen erweitert.

Der BAS®-Test wird auch in der Video-, Film- und Sicherheitstechnik erfolgreich eingesetzt und steht für solche Untersuchungen zur Verfügung.

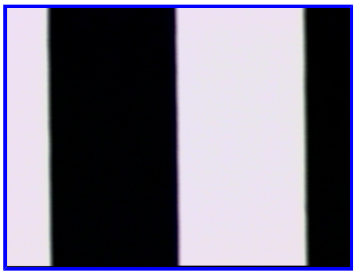
Der Test gliedert sich in folgende Teilbereiche und liefert nach unterschiedlichen Techniken die beschriebenen Ergebnisse:

1. Auflösung, Zentrierung und Farbwiedergabe

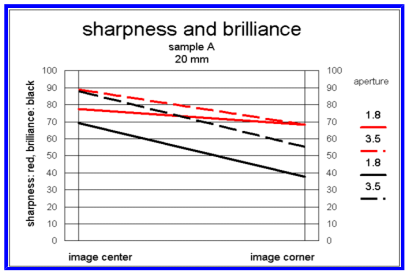
Die Messung der Auflösung, Zentrierung und Farbwiedergabe basiert auf der Rückprojektionsmethode. Dabei wird das zu testende Objektiv als Projektionsobjektiv benutzt und eine extrem hochauflösende Testtafel mit Strukturen bis 625 Linienpaaren pro Millimeter auf der Filmebene in den Raum gestrahlt. Dieses Luftbild wird bei einem Masstab von 1:30 bis 1:50 in Ausschnitten mit einer kalibrierten 3-CCD-Hochleistungskamera, Typ Sony DSC-930P, aufgenommen, über einen Computer digitalisiert und schliesslich softwarebasiert ausgewertet.

Die Messung nach Rückprojektion ist Testaufnahmen auf Film um einen Faktor 3 bis 20 überlegen und erlaubt Fehler der Testgeräte und Aufnahmebedingungen deutlich besser auszuschliessen. Diese Messungen können an beliebig vielen Orten und Ausrichtungen der Filmebene bei allen Brennweiten und Blenden erfolgen. In der Zeitschrift Fotomagazin wird bei den wichtigsten Stufen Bildmitte und kurz vor dem Bildrand, bzw. offene Blende und um zwei Stufen geschlossen gemessen. Die Ergebnisse sind die Schärfe, die die aufgelöste Wiedergabe feinster Strukturen bewertet und die Brillanz die zeigt, ob sich kontrastreiche Strukturen mit knackigen Hell- und Dunkelwerten oder eher weich und nebelig darstellen.

Testbild optimaler Abbildung:

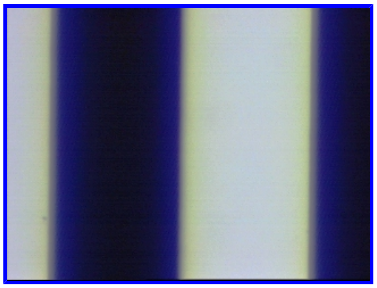


Grafik zu Schärfe und Brillanz:

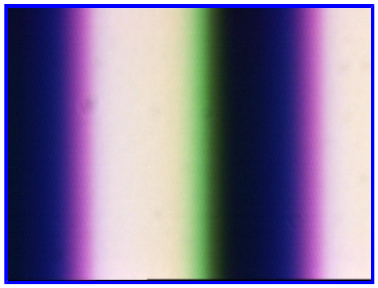


Eine sehr unangenehme Fehlerklasse sind die Farbfehler, da sie Fremdfarben und bunte Säume in ein Bild einbringen. Der Farblängsfehler oder chromatische Aberration genannt tritt in erster Linie bei offener Blende auf und kann durch Abblenden verringert werden. Der Farbquerfehler tritt nur ausserhalb der Bildmitte auf und kann durch Abblenden nicht beseitigt werden. Manchmal wird er durch die Kontrastanhebung beim Abblenden bunter und damit deutlicher.

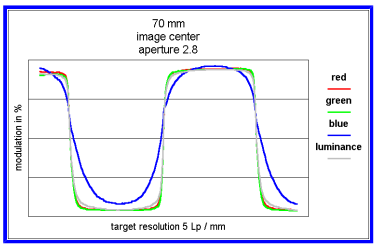
Testbild, kontrastmindernder Farblängsfehler:



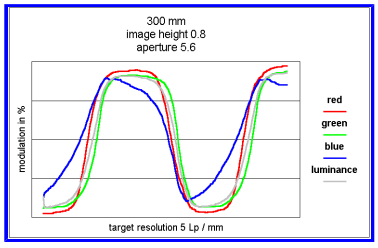
Testbild, Farbquerfehler:



Analyse Farblängsfehler:



Analyse Farbquerfehler:

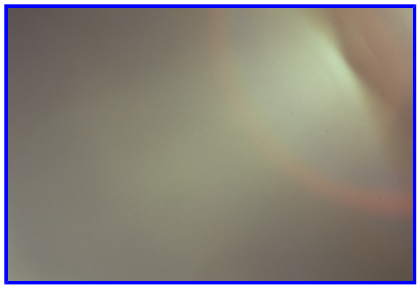


2. Streulicht, Randabdunklung, Verzeichnung

Diese Messdaten werden für eine hohe Praxisnähe und Genauigkeit anhand von Aufnahmen auf Diafilm gemessen, die daraufhin eingescannt und softwarebasiert ausgewertet werden. Für das Streulicht konfrontiert ein definierter Halogenpunktstrahler das Objektiv mit der schlimmsten Störlichtsituation: Knapp ausserhalb der Bildecke imitiert er die Sonne vor einem schwarzen Hintergrund, so dass eine eventuell verwendete Streulichtblende gerade unterwandert und damit wirkungslos wird. Die entstehenden Geisterbilder werden auf zwei Arten bewertet. Die Abzeichnung beschreibt wie viele Flecken auftreten und wie scharf sich ihre Ränder konkret abzeichnen. Die Schleierbildung zeigt wie der Kontrast des Bildes durch diffuses Streulicht abfällt, das Bild wird weich.

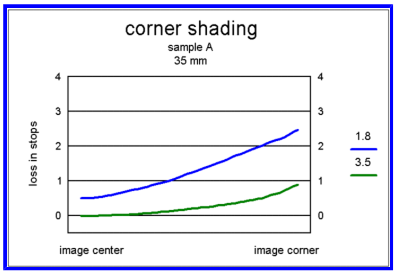
Deutliche Abzeichnung von Blendenreflexen:

Deutlicher Kontrastverlust durch Schleierbildung:



Randabdunklung und die Verzeichnung werden an transparenten Testtafeln gemessen. Besonders Weitwinkelobjektive und hochlichtstarke Objektive verlieren bei offener Blende sehr viel Licht zum Rand. Konstruktiv wird bei besseren Modellen nur die durch limitierte Linsengrössen entstehende physikalische Vignettierung verringert. Die projektionsbedingte Randabdunklung besonders bei starken Weitwinkeln ist oft kaum zu reduzieren. Das Beispielbild zeigt, wie der Anwender die Randabdunklung durch Abblenden unterschiedlich vermindern kann.

Abblenden reduziert die Randabdunklung deutlich, Objektiv 35 mm 1.8:



Die Verzeichnung erzeugt bevorzugt am Bildrand krumme Linien. Biegen sie von der Bildmitte nach aussen, nennt man sie tonnenförmig, bei Durchbiegen nach innen kissenförmig. Wechselt die Verzeichnung von kissen- zu tonnenförmig, entsteht die besonders unangenehme wellenförmige Verzeichnung. Tonnenförmige Verzeichnung tritt bevorzugt bei Weitwinkelobjektiven und starken Zoomobjektiven in der Weitwinkelposition auf. Kissenförmige Verzeichnung findet man oft bei Zoomobjektiven in der Teleposition.

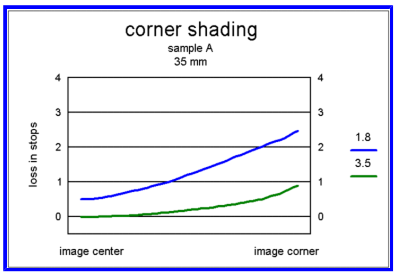
Deutliche tonnenförmige Verzeichnung am unteren Bildrand:

3. Reale Lichtstärke, Lichtverlust im Nahbereich

Die reale Lichtstärke eines Objektives muss nicht zwangsläufig mit der Herstellerangabe übereinstimmen. Bei preiswerten Modellen findet man Differenzen bis zu einer Blendenstufe, da eine hohe Lichtstärke stets hohe Kosten in der Herstellung mit sich bringt. Besonders bei anspruchsvollen Anwendungen in den Bereichen Studio, externe Belichtungsmessung, Sport und Available Light sollte die reale Lichtstärke Beachtung finden. Einfache consumerorientierte Motive sind eher unkritisch.

Durch den Einsatz der kameraeigenen TTL-Messung liefert ein Fehler der realen Lichtstärke keine Belichtungsfehler, da die Kamera ihn automatisch berücksichtigt. Nur mit externen Belichtungsmessern und bei Manuellem Blitzen nach der Leitzahl / Entfernungs – Regel können Belichtungsfehler auftreten.

R-Stop-Fehler von 0.6 Blendenstufen als Versatz der Linien in der Bildmitte:



Der Lichtverlust im Nahbereich ist nur bei Makroobjektiven relevant und wird dort bei besonderer Ausprägung genannt.

4. Mechanische Bewertung

Die Bauweise eines Objektives wird nach mehreren Gesichtspunkten bewertet:

- Verarbeitungsqualität und Materialwahl
- Gängigkeit und Präzision bewegter Elemente wie Zoom, Fokussierung, Blende
- Oberflächenbehandlung und Lichtschutzmassnahmen
- Typ der Fokussierung
- Drehende oder feste Filterfassung, letztere ist deutlich praktischer für Polfilter
- Gegenlichtblende, Ausführung und Gängigkeit
- Stativring, Ausführung und Gängigkeit
- Blendenring, Abstufung und Gängigkeit

DCTau®: Testverfahren für digitale Kameras

Entwickelt von Anders Uschold im Frühjahr 1998 als Version 1.0 ist DCTau® in der aktuellen Version 3.0 eine wissenschaftliche Testumgebung für bilddatenverarbeitende Geräte. Im Bereich der Consumercameras stellt es international derzeit das einzige Verfahren dar, das die Auflösung automatisch, d.h. ohne subjektive Beurteilung eines Testers, und mit einer Korrektur und hohen Stabilität gegenüber bildoptimierenden Funktionen berechnen kann. Die negativen Erfahrungen mit bestehenden fourierbasierten Analysen wie der ISO 12233 „Resolution Measurement“ haben zu Initiativen geführt, die in DCTau® entwickelten Verfahren der Kantenverwaschungsfunktion zu einem internationalen Standard nach DIN und ISO führen. Details dazu erhalten Sie unter Neue Standards für DIN und ISO.

Folgende Messergebnisse und Eigenschaften von DCTau® sind nach dem derzeitigen Stand international exklusiv und werden von anderen Verfahren nicht geleistet oder angeboten:

- Auflösungsmessung an Strukturen mit stufenlos variabler Feinheit
- Auflösungsmessung mit beliebiger Ausrichtung von 0 bis 360 Grad
- Automatische Berechnung der Auflösung mit Stabilität gegen bildmanipulierende Kamerafunktionen
- Separate Messungen und Rückführung der Leistungsfähigkeit von Optik, Sensorik, Belichtung, Interpolation und Bildaufbereitung
- Automatische Streuungs- und Zentrierungsmessung
- Bildformat- und bildgrössenunabhängige Bewertung der Auflösung
- Berechnung des Nettoinformationsinhaltes zur Vergleichbarkeit verschiedener Auflösungsklassen
- Berechnung eines Systemwirkungsgrades für die Bewertung und Optimierung des Gesamtsystems
- Prüfung auf verdeckte Schäden und Justagedefekte für höchste Zuverlässigkeit im Test- und Hochleistungsbereich
- Berechnung des Systemleistungsindex: Optimaler Blendenbereich zwischen Objektivoffenblendfehler und Limitierungen durch Beugung

- Messung der Scharfzeichnung an horizontalen und vertikalen Linien mit beliebigem Kontrast

- Kantenanalyse mit grafischer Darstellung von Artefakten und Kontrastverlusten

Eine detaillierte Beschreibung erhalten Sie unter DCTau® 3.0 White Paper (2.097 kB).

Übersicht und kurze Beschreibung der Testfunktionen von DCTau® 3.0

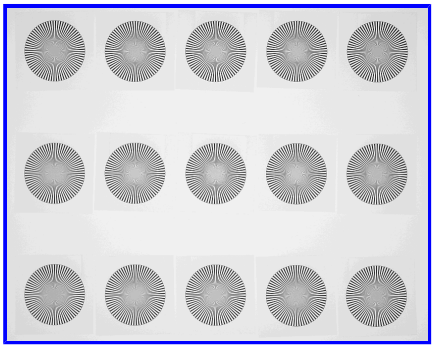
1. Auflösung

Die Auflösungsmessung erfolgt über die sog. Kantenverwaschungsfunktion an Testvorlagen mit variabler Strukturfeinheit. Als Testtafel dienen für digitale Kameras 15 angeordnete Siemenssterne, an denen die Auflösung in Ausrichtungen von 0 bis 360 Grad und mit der Verteilung über dem gesamten Bildfeld ermittelt wird.

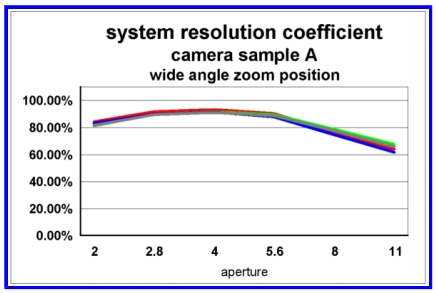
Diese Messungen liefern die Auflösung von der Bildmitte bis zum Rand bei unterschiedlichen Brennweiten und Blenden, den Systemleistungsindex und das Nettodateivolumen. Besonders praktisch ist das Nettodateivolumen, das unabhängig von der Pixelzahl des Kamerasensors den maximalen nutzbaren Bildinhalt darlegt.

Der Systemleistungsindex beschreibt die Gesamtinformation der Kamera abhängig von der Objektivblende. Das Maximum des Systemleistungsindex zeigt den optimalen Blendenbereich zwischen Offenblendfehlern und Schärfeverlust durch Beugung.

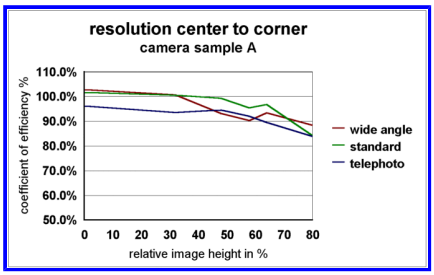
Testvorlage für die Auflösungsmessung:



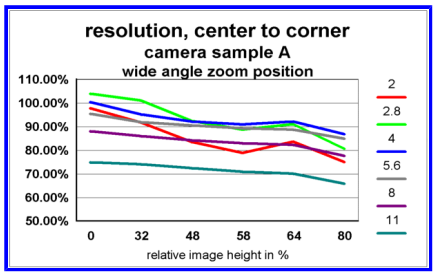
Systemleistungsindex:



Auflösung von der
Bildmitte zum Rand
bei 3 Brennweiten:



Auflösung von der
Bildmitte zum Rand
bei 6 Blendenstufen:

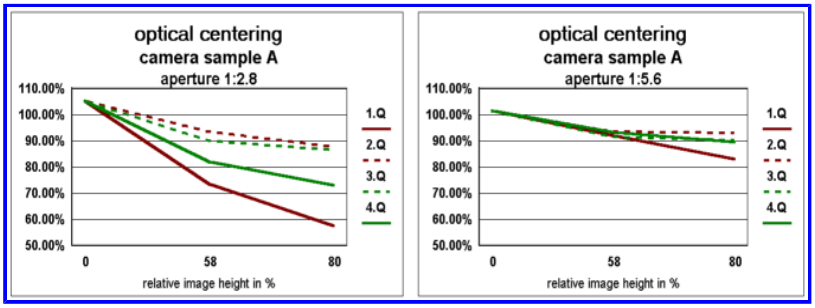


2. Zentrierung und Schadensprüfung

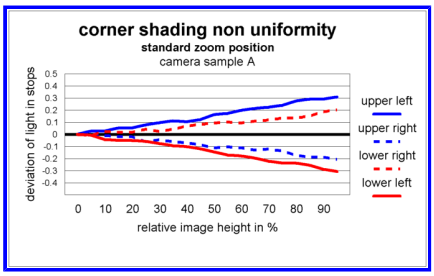
Beobachtungen der letzten drei Jahre ergeben bei Testkameras eine signifikante Streuung von Qualität, Fertigung und Schadensbildern. Besonders kritisch stellen sich sog. latente Defekte dar. Für eine sichtbare Fehlfunktion und Reklamation zu schwach, können sie die Leistung unbemerkt aber teilweise erheblich absenken. Im redaktionellen Test ist die Veröffentlichung der Ergebnisse eines nicht repräsentativen Gerätes in höchstem Masse bedenklich.

Die differenzierte Analyse der Auflösungs- und Helligkeitsverteilung ermöglicht eine sehr zuverlässige Detektion solcher „Hidden defects“. Damit liefert DCTau® maximale Sicherheit in redaktionellen Tests und stellt ein sinnvolles Werkzeug für die Endkontrolle und Qualitätssicherung dar.

Kritische Streuung der Auflösung von
der Bildmitte zu den 4 Bildecken
bei 2 Blendenstufen:



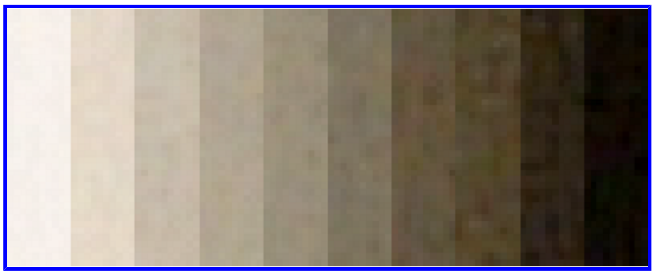
Kritische Streuung der Randabdunklung
von der Bildmitte zu den 4 Bildecken:



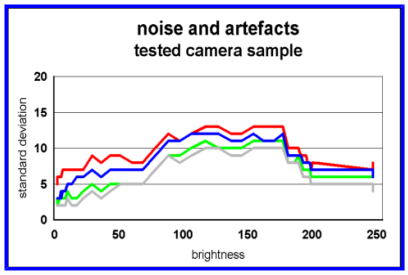
3. Rauschen und Artefakte

Anhand eines kontinuierlichen Graukeils werden stufenlos Rauschen und Artefakte in den drei Farbkanälen und einem auf die menschliche Wahrnehmung abgestimmten Helligkeitskanal gemessen. Dabei wird zusätzlich zwischen dem farbneutralen Helligkeitsrauschen und dem unangenehmeren Farbrauschen unterschieden.

Rauschen auf der 10 Helligkeitsstufen:



Messkurve Rauschen:



4. Opto-elektronische-Übertragungsfunktion, Eingangsdynamik und Ausgangsdynamik

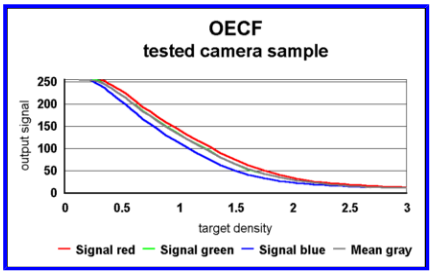
Die Umwandlung des Eingangssignales zum Ausgangssignal erfolgt parallel zur Rauschmessung. Die Untersuchung dieser Funktion, genannt **opto electronic conversion function** OECF, findet ebenfalls auf allen Farbkanälen und dem mittleren Grau statt. Für den Anwender haben folgende Messwerte die jeweiligen Auswirkungen:

Die Eingangsdynamik entspricht dem Belichtungsumfang des analogen Filmes. Hohe Werte gewährleisten bei Aufnahmen sehr kontrastreicher Motive und Lichtsituationen kein oder nur geringes Ausbrennen von Lichtern und Schatten.

Die Ausgangsdynamik beschreibt den Tonwertreichtum der Bildwiedergabe. Hohe Werte um 250 bis 255 garantieren tiefe Schwärzen und brillante Lichter.

Nichtlinearitäten der OECF zeigen sich meist in einer weichen Wiedergabe der Schatten und manchmal der Lichter.

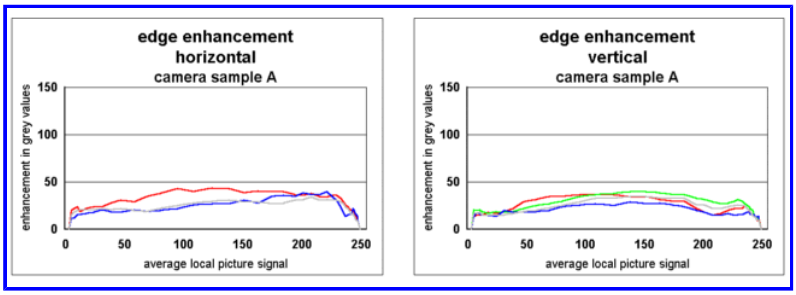
OECF Messkurve:



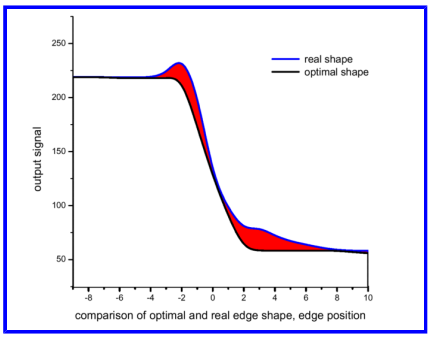
5. Scharfzeichnung, Kantenverläufe

Als besondere Funktion berechnet DCTau® die Kantenverläufe an scharfen Übergängen unterschiedlicher Helligkeit. Dabei auftretende Einschränkungen im Bild entstehen oft durch Scharfzeichnung und Kontrastverluste. Die Scharfzeichnung wird in Ihrer Stärke an horizontalen und vertikalen Kanten separat an der hellen und dunklen Seite der Kante ermittelt. Damit lassen sich auch Richtwerte für eine optimierte Qualitätsverbesserung durch asymmetrische Scharfzeichnung finden.

Verteilung der Scharfzeichnung an horizontalen und vertikalen Kanten über allen Bildhelligkeiten:



Verlauf einer Hell / Dunkel-Kante
mit Scharfzeichnung an der Hellseite
und Brillanzverlust an der Dunkelseite:

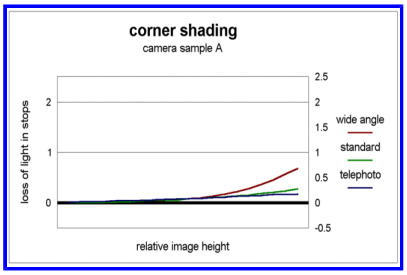


6. Randabdunklung und Helligkeitsverteilung

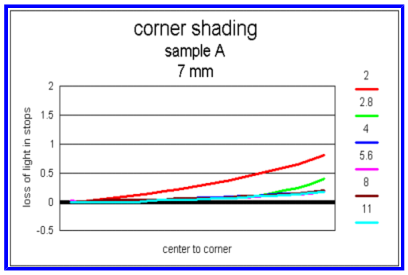
Randabdunklung ist eine Eigenschaft fotografischer Objektive und verursacht einen Helligkeitsverlust von der Bildmitte zum Rand. Die Prüfung der Randabdunklung kann abhängig von der Brennweite und Objektivblende erfolgen.

Die Gleichmässigkeit der Randabdunklung zu allen vier Bildecken ist für die homogene Ausleuchtung wichtig, Schwankungen sind oft ein Indiz für Zentrierungsfehler des Objektives.

Randabdunklung bei
drei Brennweiten:



Randabdunklung bei
sechs Blendenstufen:



7. Verzeichnung und Komprimierung

Als weitere Eigenschaft fotografischer Objektive wird die tonnen-, kissen-, oder wellenförmige Verzeichnung nach der Methode der TV-Verzeichnung ermittelt.

Die Komprimierungsstufen der Kamera werden mit einer standardisierten Vorlage IT8 getestet und bezüglich ihrer Stärke, Abstufung und Flexibilität bewertet.

DCTau®Scan: Testverfahren für Scanner

DCTau®Scan ist ein Testverfahren für Flachbettscanner, das eng verwandt mit seinem Per bei digitalen Kameras ist. Das Testverfahren für digitale Kameras DCTau® wurde von Anbe als eine wissenschaftliche Testumgebung konzipiert, die auf die typischen Eigenschaften bildgebender und -verarbeitender Geräte optimiert ist und mit pixelbasierten Bilddarstellung arbeitet. Unabhängig ob es sich bei dem Gerät um eine Digitale Kamera, die ein 3D-Scanne oder um einen Flachbettscanner, der ein klassischer 2D-Scanner ist, handelt, die Prinzipien besitzen stets die selben Eigenarten. So stehen die meisten Funktionen aus DCTau® auch DCTau®Scan zur Verfügung oder werden gerade darauf portiert. In der Testphase sind die unten genannten Funktionen erprobt. Für die kommerzielle Anwendung werden derzeit noc Optimierungen an den Testtafeln und Vorlagen durchgeführt.

Folgende Messergebnisse und Eigenschaften von DCTau®Scan sind nach derzeitigen Star international exklusiv und werden von anderen Verfahren nicht geleistet oder angeboten:

- Automatische Auflösungsmessung an Strukturen mit stufenlos variabler Feinheit bis 11.500 dpi optische Scanleistung

- Auflösungsmessung mit beliebiger Ausrichtung von 0 bis 360 Grad

- Automatische Berechnung der Auflösung mit Stabilität gegen bildmanipulierende Scannerfunktionen

- Separate Messungen und Rückführung der Leistungsfähigkeit von Optik, Sensorik und Bildaufbereitung

- Automatische Streuungs- und Zentrierungsmessung

- Berechnung eines Systemwirkungsgrades für die Bewertung und Optimierung des Gesamtsystems

- Prüfung auf verdeckte Schäden und Justagedefekte

- Messung der Scharfzeichnung an horizontalen und vertikalen Linien mit beliebigem Kontrast

- Kantenanalyse mit grafischer Darstellung von Artefakten und Kontrastverlusten

Übersicht und kurze Beschreibung der Testfunktionen von DCTau®Scan 1.(

1. Auflösung

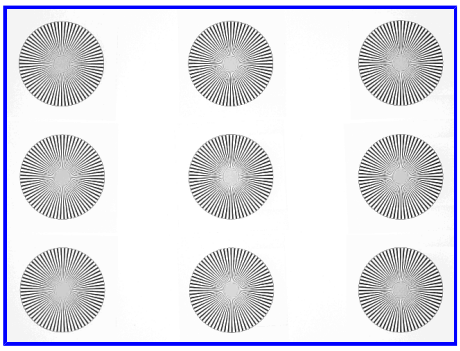
Übliche Messverfahren wie die ISO 12233 liefern nur die Auflösungen entlang der Laufricht der Scaneinheit und quer zur Laufrichtung. DCTau®Scan berechnet die Auflösung bei Struk in allen Ausrichtungen und an beliebigen Bildorten. Für eine einfache Einschätzung und Vergleichbarkeit unterschiedlicher Scannerklassen beschreibt der Systemleistungsindex die durchschnittliche Leistung über dem gesamten Scanfeld und detektiert uneffiziente Auflösungseinstellungen und Interpolationen.

Die Auflösungsmessung erfolgt über die sog. Kantenverwaschungsfunktion an Testvorlager variabler Strukturfeinheit. Als geeignete Testtafel dienen 9 angeordnete Siemenssterne, an denen die Auflösung in Ausrichtungen von 0 bis 360 Grad mit einer repräsentativen Verteilu über den gesamten Bildfeld zur Verfügung stehen.

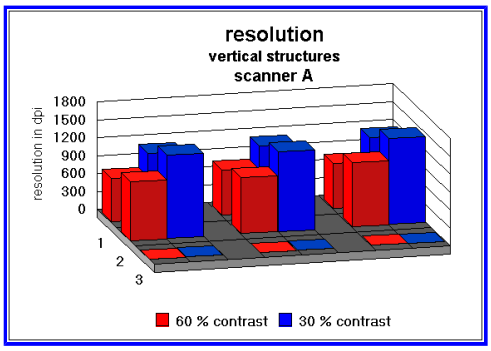
Die Angaben der Auflösung werden nach der inversen Modulations-Transfer-Funktion berec Diese zeigt für jeden gewünschten Kontrast die maximal darstellbare Auflösung von wiedergegebenen Strukturen.

Messungen entlang der Scanrichtung beschreiben die Stabilität und Präzision der Mechanik des Aufbaus. Quer zur Scanrichtung werden sowohl die Parallelität und Justierung der optis Einheit als auch die Querfehler des abbildenden Objektives geprüft, das in der Regel eine d stärksten Begrenzungen der erreichbaren Auflösung darstellt. In der Darstellung der Auflösu als Balkendiagramm wird für eine bessere Lesbarkeit die vordere Balkenreihe auf Null gese

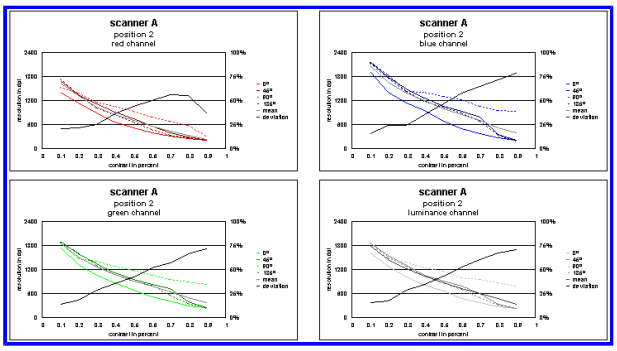
Testvorlage für die Auflösungsmessung:



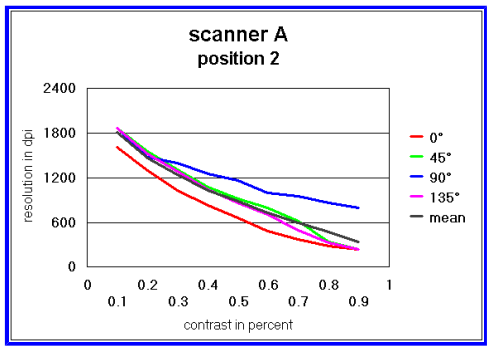
Auflösung bei zwei Kontrast-werten, Balkendiagramm:



Auflösung in allen vier Farb-
kanälen mit der inversen MTF:



Auflösung in den vier Rich-
tungen 0, 45, 90, 135 Grad:

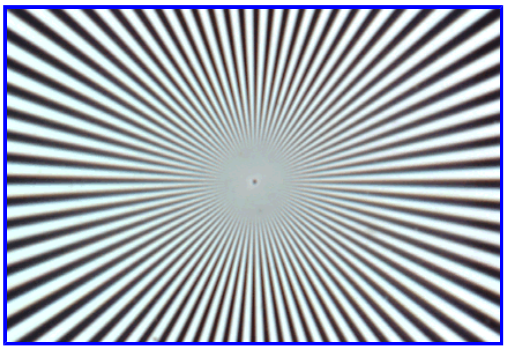


2. Zentrierung und Schadensprüfung

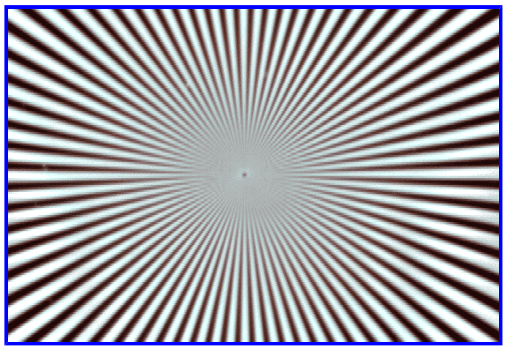
Beobachtungen bei der Entwicklung des Verfahrens und in aktuellen Tests zeigen, dass be
Testgeräten eine relevante Streuung von Qualität, Fertigung und Schadensbildern vorlieger
kann. Besonders kritisch stellen sich sog. latente Defekte dar. Für eine sichtbare Fehlfunktio
und Reklamation zu schwach können sie die Leistung unbemerkt aber teilweise erheblich
schwächen. Im redaktionellen Test ist die Veröffentlichung der Ergebnisse eines nicht
repräsentativen Gerätes in höchstem Masse bedenklich, da sie die korrekte
Leistungsbeschreibung und Darstellung unzulässig verfälschen.

Die differenzierte Analyse der Auflösung ermöglicht eine sehr zuverlässige Detektion solche
„Hidden defects“. Damit liefert DCTau maximale Sicherheit in redaktionellen Tests und stellt
auch bei Herstellern ein sinnvolles Werkzeug für die Endkontrolle und Qualitätssicherung da

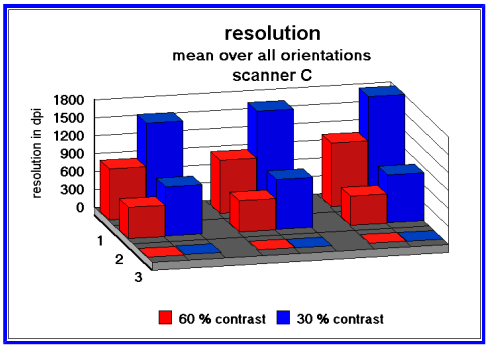
Gute Auflösung am
Rand der Scanfläche:



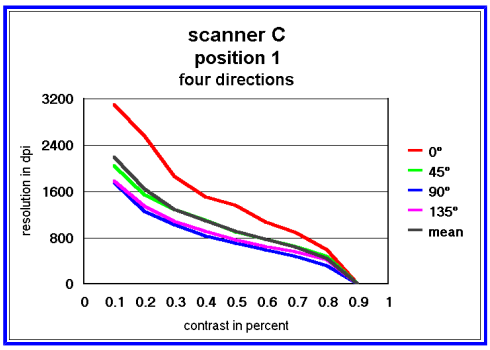
Schlechte Auflösung mit
Störungen in der Mitte:



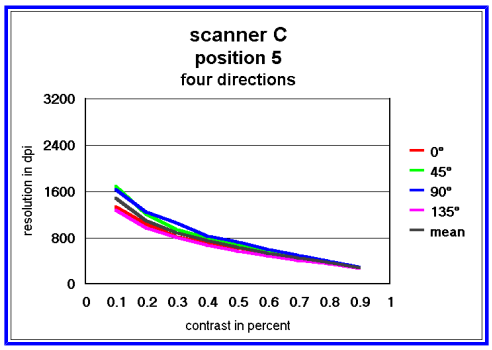
Deutlich höhere Auflösung am Bildrand als in der Bildmitte:



Höhere Auflösung im korrekt justierten Randbereich:



Niedrigere Auflösung im falsch justierten Mittelbereich:

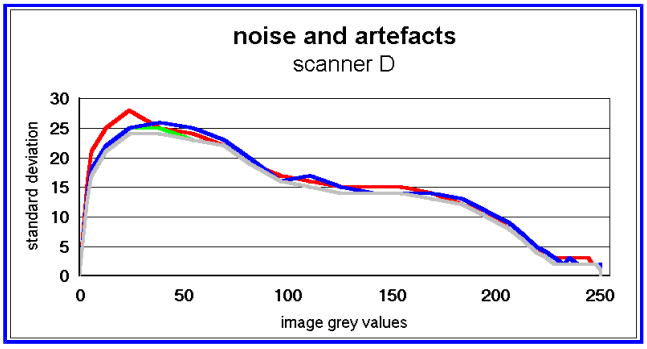


3. Rauschen und Artefakte

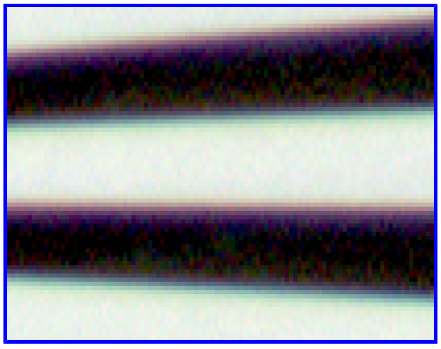
Anhand eines kontinuierlichen Graukeils werden stufenlos Rauschen und Artefakte in den d Farbkanälen und allen Helligkeiten gemessen. Dabei wird zwischen dynamischem, d.h. zufälligem Rauschen durch die Signalgenerierung und statischem, d.h. festem Rauschen unterschieden, das durch Abweichungen und Fehler der einzelnen Sensorzellen verursacht Das statische Rauschen ist hauptverantwortlich für das Auftreten von Schlieren entlang der Scanrichtung. Als Anteile werden das farbneutrale Helligkeitsrauschen und das physiologisc unangenehmere Farbrauschen unterschieden.

Sehr starkes Rauschen besonders in dunklen Bildpartien:

Darstellung des Rauschens
über allen Helligkeiten:



Sichtbares Rauschen an
dunklen Strukturen:



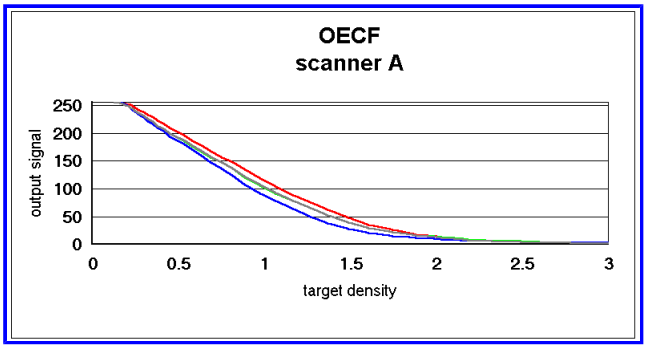
4. Opto-elektronische-Übertragungsfunktion, Eingangsdynamik und Ausgangsdynamik

Die Umwandlung des Eingangssignales zum Ausgangssignal erfolgt parallel zur Rauschmessung. Die Untersuchung dieser Funktion, genannt opto electronic conversion function OECF, findet ebenfalls auf allen Farbkanälen und dem mittleren Grau statt. Für der Anwender haben folgende Messwerte die jeweiligen Auswirkungen:

Die **Eingangsdynamik** entspricht dem Dichteumfang. Hohe Werte gewährleisten Scans be kontrastreichen Vorlagen ohne Ausbrennen von Lichten und Schatten. Besonders wichtig ir grafischen Einsatz oder bei Röntgenfilmen und zur farbdifferenzierten Korrektur dunkler Ber in Diavorlagen.

Die **Ausgangsdynamik** beschreibt den Kontrastreichtum der Bildwiedergabe. Bei Scannerr besitzt sie nicht den Stellenwert anderer Geräte wie Digitale Kameras oder Videosysteme.

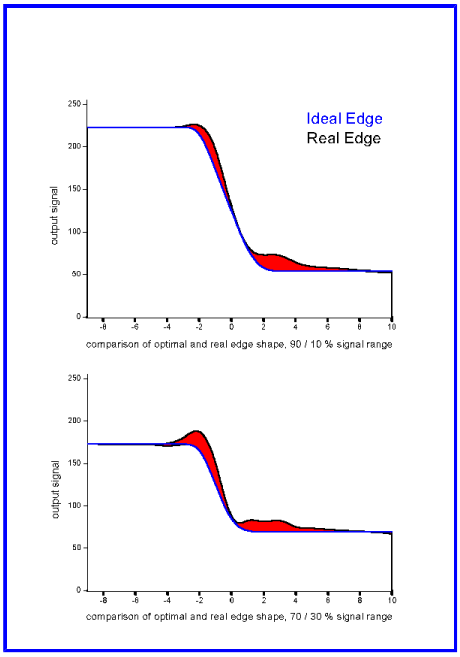
Signalübertragung und OECF:



5. Scharfzeichnung, Kantenverläufe

Als besondere Funktion berechnet DCTau®Scan die Kantenverläufe an scharfen Übergäng unterschiedlicher Helligkeit. Dabei auftretende Einschränkungen entstehen durch Scharfzeichnung und Kontrastverluste durch begrenzte Leistung des Objektives oder selten Flare am Sensor. Die Scharfzeichnung wird in Ihrer Stärke an horizontalen und vertikalen K separat an der hellen und dunklen Seite ermittelt. Damit lassen sich auch Richtwerte für ein optimierte Qualitätsverbesserung durch asymmetrische Scharfzeichnung finden.

Kantenartefakte durch Scharfzeichnung
bei hohen und mittleren Bildkontrasten:



6. Helligkeitsverteilung

Randabdunklung ist eine Eigenschaft des Objektives und verursacht einen Helligkeitsverlus quer zur Scanrichtung, die ausgeglichen werden muss. Die Gleichmässigkeit der Helligkeitsverteilung über dem Scanfeld ist für die gleichmässige Ausleuchtung wichtig. Schwankungen sind oft ein Indiz für einen zu einfachen Aufbau der Lichtquellen.

Neue Funktionen und Testmethoden

Mit der zunehmenden Rechenleistung von Prozessoren, Bauteilen und Bildverarbeitung in Geräten wie Scanner und digitale Kameras haben sich die Möglichkeiten der internen Bildaufbereitung in den letzten Jahren grundlegend gewandelt:

Bilder werden umfassend modifiziert und mit wahrnehmungstechnischen Tricks auf eine bessere subjektive Darstellung getrimmt. Dieser Vorteil für den Anwender bringt immense Schwierigkeiten im Test- und Analysebereich. Klassische Messverfahren können mit den teilweise stark modifizierten Bilddaten nicht mehr zuverlässig umgehen. Mit derselben Komplexität, mit der Bilder modifiziert werden, müssen auch Analyseverfahren erweitert werden.

Auf der Basis neuester Forschungen und Technologien der digitalen Bildverarbeitung werden bei Anders Uschold Digitaltechnik Verfahren entwickelt, die diese neuen Technologien bewerten können.

Beispiel: Auflösungsmessung

Klassische Verfahren zur Bestimmung der Auflösung bei Bildern basieren meistens auf der frequenzbasierten Fourier-Analyse oder auf der Bestimmung der kontrastorientierten Modulations-Transfer-Funktion. Dabei treten häufig folgende Probleme auf:

- Bei Scharfzeichnung in Kameras und Scannern liefern klassische Verfahren falsche, meist zu hohe Ergebnisse

- Die praktische Fourier-Analyse wird nur an einer freistehenden Schwarzweiß-Kante gemessen, sie erfasst nicht die Wiedergabe feiner Motivstrukturen

- Testtafeln mit waagrechten, senkrechten oder parallelen Linien liefern keine Aussagen über die Auflösung bei anderen Ausrichtungen und sind extrem empfindlich gegen Artefakte wie Moiré-Effekte

- Störungen und Überlagerungen wie Moiré-Effekte werden als kontrastreiche Auflösung fehlinterpretiert und sogar positiv bewertet

- Eine zu kleine Zahl von untersuchten Bilddetails kann durch zufällig positive oder negative Positionierung der Motivstruktur und des Sensors unzuverlässig liefern, die zu gute oder schlechte Ergebnisse produzieren

Die **neuen Analysefunktionen**, wie sie zum Beispiel im Testverfahren DCTau® verwendet werden, gehen sehr viel weiter:

- Eingebaute, umfeldsensitive Funktionen können die Auflösung mit Korrektur der Scharfzeichnung bewerten

- Komplexe und rechenzeitintensive aber robuste Verfahren werden der leicht zu implementierenden und schnellen Fourier-Analyse generell vorgezogen

- Die Auflösung wird an Testtafeln mit kontinuierlich feinen Strukturen in allen Ausrichtungen von 0 bis 360 Grad gemessen um eine Aussage über beliebig feine Bilddetails in jeder Richtung zu erhalten

- Störungen, wie Moiré-Effekte können als solche erkannt und damit bewertet und sogar ausgeschlossen werden

- Mit einer extrem hohen Anzahl von Einzelmessungen werden statistische Fehler durch optimale und nichtoptimale Positionierung vermieden und eine sehr hohe Genauigkeit erreicht

Beispiel: Scharfzeichnung

Für die Messung der Scharfzeichnung gibt es derzeit keine etablierten Ansätze in anderen Verfahren. Wenn überhaupt, dann wird sie visuell und subjektiv von Fachleuten bewertet. Im Testverfahren DCTau befindet sich ein automatischer, quantitativer Ansatz, der folgende Eigenschaften untersucht und bewertet:

- Messung und Einstufung der Scharfzeichnung nach Helligkeitsänderung der betroffenen Bildbereiche in Breite und Form der entstehenden künstlichen Kanten

- Asymmetrische Untersuchung der Kanten. Die Wechselwirkung softwarebasierter Scharfzeichnung und hardwarebasierter Veränderungen der Kantenwiedergabe, zum Beispiel durch Kontrastverlust des Objektives oder Blooming des Sensors, kann beurteilt werden

- Messungen an Motivvorlagen mit unterschiedlichem Kontrast und allen im Bild möglichen Helligkeiten. Die Verteilung der Scharfzeichnung abhängig von der Bildhelligkeit wird ebenso gemessen wie der Mindestkontrast ab dem eine Kante scharfgezeichnet wird

- Die Scharfzeichnung wird derzeit an horizontalen, vertikalen und diagonalen Kanten gemessen. Damit können Besonderheiten wie zum Beispiel die um 45 Grad geneigte Sensor-Architektur des Super-CCD von Fuji umfassend beurteilt werden

Mehr Informationen zum Test finden Sie unter DCTau®. Die Thematik von Messungen bei unterschiedlichen Strukturen und Moiré-Effekte erklären die Artikel News zu Scharfzeichnung (459 kB) und Neue Kameragenerationen (778 kB). Wissenschaftliche Informationen enthalten Neue Standards für DIN und ISO und Aktuelle Forschungsprojekte.

Visuelle Beurteilung und automatisierte Auswertung

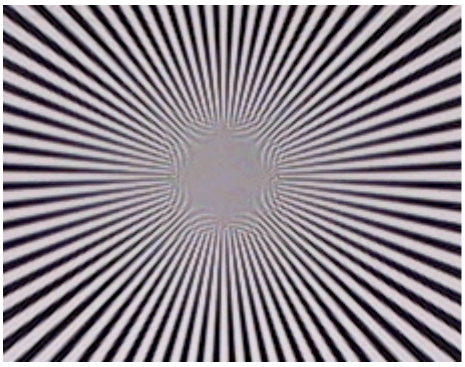
Die Analyse von Bilddaten ist eine deutlich komplexere Aufgabe als es auf den ersten Blick erscheint. Das menschliche Auge ist in der Lage gleichzeitig eine sehr hohe Informationsmenge aufzunehmen und im Gehirn zu verarbeiten. Die Möglichkeit der Assoziation und des Vergleiches eines Bildbereiches mit seiner Umgebung ist ein enorm mächtiges Werkzeug. Diese Methoden softwarebasiert nachzuempfinden ist extrem schwierig und in den meisten Fällen kaum oder nur mit sehr hohem Aufwand möglich.

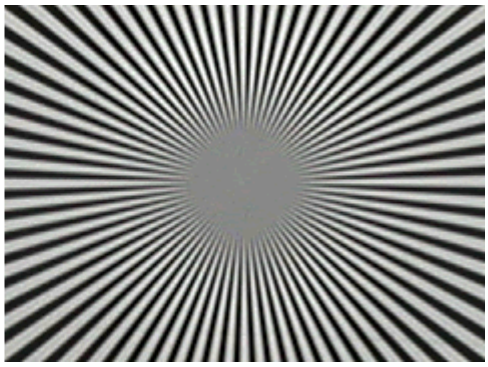
Aus diesen Gründen ist die visuelle Bewertung von Bildern, z.B. bezüglich Auflösung, Farbe oder Scharfzeichnung, ein oft eingesetztes und in vielen Fällen auch ausreichendes Vorgehen. Nachteile der subjektiven Bewertung entstehen durch mangelnde Genauigkeit, niedrige Reproduzierbarkeit und eine Abhängigkeit von der Person des Testers und seiner Tagesform. Besonders kritisch wird die subjektive Beurteilung, wenn auf die Physiologie des Menschen abgestimmte Bildoptimierungen eingesetzt werden. Scharfgezeichnete Strukturen werden oft besser gewertet und auftretende Verfälschungen und Artefakte nicht ausreichend gewichtet.

Subjektive Tests besitzen in der Form von vergleichenden Tests eine relativ gute Genauigkeit. Will man aber Ergebnisse einer vergangenen Untersuchung mit aktuellen Vergleichen, ist dies durch Veränderung der Randbedingungen, Gewöhnung an bestimmte Effekte oder durch einen gestiegenen Qualitätsanspruch oder Erfahrungsschatz normalerweise nicht mehr gewährleistet.

Anhand zweier Beispielbilder soll die subjektive Wirkung der Scharfzeichnung dargestellt werden: Das linke Testbild wirkt brillanter als das rechte. Erst der detaillierte Ausschnitt mit Kennzeichnung der Bildbereiche mit korrekt verwertbaren Strukturen zeigt die Gleichwertigkeit beider Auflösungen.

Auflösung bei unzureichender subjektiver Betrachtung. Klicken Sie auf das Bild für eine korrekte Darstellung.





In den von uns entwickelten und angebotenen Testverfahren wird umfassend versucht, Messungen zu automatisieren und damit folgende Vorteile zu gewährleisten:

- Höhere Genauigkeit und absolute Angabe von Werten, z.B. für Vergleiche und Benchmark-Listen

- Unabhängigkeit von Personen und deren Tagesform

- Reproduzierbare Ergebnisse für Vergleiche über einem längeren Zeitraum

- Stabilität gegen subjektive Qualitätsoptimierungen

Weitere Informationen finden Sie unter DCTau® und News zu Scharfzeichnung (459 kB).

Praxisnähe und Konzeptoptimierung von Testverfahren

Die Konzeption und der Einsatz von Testverfahren unterliegen generellen Randbedingungen, die oft unterschätzt oder übersehen werden. Das Testverfahren steht und fällt mit der Güte der Umsetzung. Bei der Erstellung eines Testverfahrens und bei Testdienstleistungen legen wir deshalb großen Wert auf eine umfassende Konzepterstellung und Betreuung um maximale Effizienz und Praxisnähe zu gewährleisten.
Ein Testverfahren wird allgemein in drei Abschnitten erstellt und daraufhin eingesetzt:

Bedarfsanalyse

Zuerst ist es notwendig die für den Anwender oder Verwerter des Tests relevanten Aspekte und Parameter zu definieren. In einem **öffentlichen Test** ist dies die Einschätzung der Bedürfnisse von Benutzern und Lesern, und eine Abschätzung welche Anwendergruppen wie stark vertreten sind und wie sich ihre Bedürfnisse unterscheiden. Im **industriellen Einsatz** wird bevorzugt geprüft, ob eine angestrebte Leistung erreicht wird oder wie sich die Leistung absolut unter verschiedenen Randbedingungen verändert. Letzteres ist besonders für den Bereich Forschung und Entwicklung maßgeblich.

Technische Umsetzung

Erst nach der Definition der Bedürfnisse und Anforderungen der Verwerter wird das zu testende Gerät analysiert. Entscheidend ist es Verfahren zu finden, die die wesentlichen Eigenschaften möglichst funktionsnah erarbeiten und dabei einen einsetzbaren Kompromiss zwischen Kosten, Zeitaufwand und Genauigkeit der Ergebnisse liefern.

Definition des Auswertungsschlüssels

Der dritte Abschnitt ist die Definition eines Bewertungsschlüssels mit dem die gemessenen Ergebnisse sinnvoll auf die beim Anwender oder Verwerter vorliegenden Bedürfnisse abgebildet werden können. Diese Schlüssel sind der individuellste Bereich bei der Aufstellung und Anwendung eines kompletten Testes. In der Regel basiert er auf vertraulichen Erhebungen und Analysen der jeweiligen Zielgruppe.
Welche Wichtigkeit der Schlüssel besitzt und wie oft er unterschätzt wird, zeigt sich beispielsweise dann, wenn zwei Redaktionen gleiche Geräte mit demselben Testverfahren untersuchen lassen und die Ergebnisse der Schlussbewertung deutlich variieren. Hier liegt normalerweise kein Fehler vor, denn es ist notwendig auf die unterschiedlichen Lesergruppen dieser zwei Redaktionen gleiche Messergebnisse verschiedenen zu interpretieren und zu bewerten. Diese Problematik trifft auch für den industriellen Einsatz zu.

Mehr Informationen zu diesem Thema finden Sie unter dem Vortrag Erwartungen an Testverfahren (778 kB).

Vor- und Nachteile standardisierter Testverfahren

Die Verwendung standardisierter Testverfahren ist eine häufig gestellte Anforderung, deren Für und Wider sorgfältig betrachtet werden muss.

Vorteile der Standardisierung

Auf den ersten Blick ist der Einsatz eines nach DIN oder ISO standardisierten Verfahrens eine gute Sache, da Zuverlässigkeit, allgemeine Akzeptanz, Genauigkeit, Seriosität und nicht zuletzt die Qualität eigener firmeninterner Prozesse gewährleistet bleiben. Insbesondere zur Vermeidung juristischer Schwierigkeiten oder bei der Einbindung solcher Prozesse in den eigenen zertifizierten Produktionsfluss bietet ein ISO-Standard die genannten Vorteile.

Nachteile der Standardisierung

Es liegt aber in der Natur der Standardisierung, dass diese signifikante Nachteile birgt:

Der Zeitraum von der Initialisierung eines Standards bis zu seiner Verabschiedung kann eineinhalb bis mehrere Jahre betragen. Gerade bei Technologien wie die Bildverarbeitung und der Umgang mit digitalen Medien, die sich sehr schnell weiterentwickeln, bedingt dieser lange Zeitraum, dass die resultierenden Verfahren nicht die Erfahrung und die Eignung **aktuellster Messmethoden** besitzen und damit für neueste technische Entwicklungen nicht das volle Potenzial ausschöpfen können.

Wird ein Verfahren zertifiziert und veröffentlicht, so dient dies der breiten Verfügbarkeit als gemeinsame Basis für verschiedenste Anwender und Verwerter. Damit muss die **Komplexität eines Verfahrens** zwangsläufig mit einer realistischen Implementierbarkeit unter akzeptablen Kosten verknüpft werden. Außerdem sollten Testverfahren einfach bedienbar sein und nach Möglichkeit zeiteffizient ablaufen.

Die beschließenden Gremien der DIN und ISO bestehen in der Regel aus Vertretern mehrerer Branchen und großer Firmen der Industrie. Die Entwicklung eines Standards stellt damit auch immer eine bestmögliche Konsolidierung der jeweils eigenen Interessen dar. Wird ein solcher Standard schließlich verabschiedet, ist er oft die Schnittmenge unterschiedlicher Ansätze, die von den Beteiligten so getragen wird.

Standardisierte Verfahren bei Anders Uschold Digitaltechnik

Es ist eines der wichtigsten Ziele von Anders Uschold Digitaltechnik, neueste und sehr leistungsfähige Verfahren für die Untersuchung und Forschung verwenden und anbieten zu können. In diesem Bereich werden die genannten Nachteile einer allgemeinen Standardisierung der Testverfahren oder der Reduktion auf standardisierte Verfahren als sehr hoch angesehen. Aus diesem Grund basieren unsere Untersuchungen und Dienstleistungen überwiegend auf nicht standardisierten Verfahren, da wir so die maximale Leistungsfähigkeit und den Schulterschluss zu aktuellen Technologien gewährleisten können. Beispiele für die resultierende Leistungsspanne finden Sie unter Neue Funktionen mit hoher Präzision.

Auszüge aus unseren Entwicklungen und Verfahren werden auf Grund ihrer Fähigkeiten derzeit bei den Gremien der DIN und ISO zur Standardisierung vorgeschlagen und diskutiert. Informationen hierzu erhalten Sie unter Neue Standards der DIN und ISO.