

Richtlijnen voor Preservation Imaging

Steeds vaker wordt als onderdeel van een conserveringsstrategie een digitale kopie gemaakt van het origineel. Die kopie wordt gebruikt voor raadpleging van originelen die te kwetsbaar zijn om te hanteren en als back-up. Daarom moet de kwaliteit zo hoog mogelijk zijn, en ook in de (verre) toekomst nog voldoen. Bureau Metamorfoze heeft hier richtlijnen voor ontwikkeld. De eerste stap op weg naar een nieuwe norm.

Hans van Dormolen

Onderdeel van de conservering van papieren erfgoed is zorgen voor een kopie die zo getrouw mogelijk de in het origineel zichtbare informatie weergeeft. Zo wordt die krant, die straks onder je handen verpulvert, voor het nageslacht behouden. Nu ja, niet de krant zelf, maar de informatie, die op een andere drager wordt overgezet. Tot voor kort was dat meestal een microfilm. Microverfilming is dan ook standaard onderdeel van een conserveringsproject zoals dat door Metamorfoze, het Nederlandse conserveringsprogramma voor behoud van ons papieren erfgoed, wordt gesubsidieerd. Maar waarom zou je in deze tijd van scanners en digitale fotografie nog preservation microfilms maken? Leg het origineel op de scanner, en je hebt een prachtige kopie. In kleur, niet meer in zwart-wit. En via internet ook nog eens overal te raadplegen: je hoeft niet meer naar de bibliotheek om een microfilm door zo'n stoffig leesapparaat te draaien. Microverfilming is echter een beproefde techniek: eigenlijk gewoon zwart-witfotografie, maar met een ander type camera en andere film.

Fotografische basisprincipes

Sinds de fotografie rond 1850 werd ontdekt, zijn de camera's, films en chemie

weliswaar steeds beter geworden, maar de basisprincipes zijn hetzelfde gebleven. Naast het principe van de werking van een camera zijn er nog drie andere basisprincipes die de kwaliteit van het beeld beïnvloeden en die in de loop van de tijd onveranderd zijn gebleven, namelijk helderheid, contrastweergave en scherpte. Dat geldt zowel voor analoge als voor digitale afbeeldingen. Voor het produceren van preservation microfilms voor Bureau Metamorfoze gelden strenge richtlijnen voor wat betreft deze basiscriteria.

Helderheid en contrastweergave vallen onder een fotografische wetenschap die sensitometrie heet. Dit is de leer die de inwerking van licht op lichtgevoelig materiaal onderzoekt. Sinds de beginjaren van de fotografie is men hier al mee bezig. Een van de boeken waarin sensitometrie uitvoerig wordt beschreven is *Fototechniek*, geschreven door P. Charpentier, voor het eerst gedrukt in 1966. Dit boek heeft in 2003 een belangrijke rol gespeeld bij de formulering van de Richtlijnen Preservation Microfilming Metamorfoze.

Weliswaar zijn de richtlijnen normstellend, wetten zijn het beslist niet. Het begrijpen van de technische onderbouwing van de richtlijnen, het hoe en

waarom, is belangrijker dan een strikte naleving. Er zullen namelijk altijd kleine afwijkingen zijn. Om deze afwijkingen, of marges, goed te kunnen beoordelen en in de toekomst te kunnen voorkomen, is fotografische kennis nodig.

Van microfilm naar digitaal

Tegenwoordig wil men digitaal. De microfilm, hoe geavanceerd ook, wordt gezien als een ouderwets en suf medium. Vooral wat betreft het gebruiksgemak. Een microfilm en een microfilmleesapparaat kunnen natuurlijk niet concurreren met alle gemakken van een computer, beeldscherm, internet en e-mail. Maar voor de langetermijnopslag, een belangrijk aspect van een conserveringsprogramma zoals Metamorfoze, is de microfilm superieur. Een microfilm bestaat uit een lichtgevoelige laag op een polyester ondergrond. Een goed ontwikkelde microfilm gaat dan ook, mits opgeslagen onder de juiste klimatologische condities, wel vijfhonderd jaar mee. Het voor lange termijn opslaan van digitale bestanden is uiterst gecompliceerd en vergt nog veel onderzoek. In de KB houdt een speciale afdeling zich hier al geruime tijd mee bezig.

Een ander pluspunt van digitale beelden



A. Contrast en helderheid zijn beide goed



B. Probleem met de helderheid



C. Contrast te hoog

Afbeelding 1. Contrast en helderheid

Tekening gemaakt door Alexander Ver Huell (1822-1897). Tekening in bezit van Gemeentearchief Leiden

‘Je hoeft niet meer naar de bibliotheek om een microfilm door een stoffig leesapparaat te draaien’

is kleur. De verkleuring van oud papier, zoals bij oude kranten, is opeens zichtbaar. Dit levert een veel natuurgetrouwer en prettiger beeld op dan de zwart-witmicrofilms. Daarom is Bureau Metamorphoze zo’n anderhalf jaar geleden begonnen met een onderzoek naar de kwaliteitscriteria voor *preservation imaging*, met als doel richtlijnen te ontwikkelen voor het scannen en digitaal fotograferen van papieren cultureel erfgoed. De basis van deze richtlijnen is dezelfde als die ten grondslag ligt aan de richtlijnen voor *preservation microfilming*: alles wat zichtbaar is in het origineel moet ook zichtbaar zijn op de afgeleide, zowel analoog als digitaal. Met origineel worden kranten, boeken, tijdschriften en handschriftelijk materiaal bedoeld. Het hart van deze richtlijnen wordt gevormd door de technische kwaliteitscriteria met betrekking tot respectievelijk helderheid, contrastweergave en scherpte.

Helderheid

Helderheid is het verschil tussen zwart en wit. Denk maar aan een beeldscherm of het maken van een foto. Bij het instellen van een beeldscherm kun je de helderheid instellen. Wit kun je weergeven als bijvoorbeeld grijs of iets lichter grijs, of als

wit of te wit. Zwart kun je instellen als grijs, te zwart (te donker) of zwart met nog een beetje doortekening. Bij het maken van een foto doe je hetzelfde met het instellen van de belichtingstijd en diafragma. Een foto kun je goed belichten, of overbelichten of onderbelichten. Voor de juiste helderheid, of juiste belichting hebben we criteria opgesteld. Deze criteria zijn enerzijds gebaseerd op de helderheid van het origineel en anderzijds gebaseerd op het vermogen van de film of de CCD in een digitale camera, om wit en zwart beide goed weer te geven. (De CCD, Charge Coupled Device, is de chip achter de lens die het licht opvangt en vertaalt naar een elektrisch signaal.)

Contrast

Contrastweergave is de weergave van de tonale verschillen tussen zwart en wit. Een beeldscherm, bijvoorbeeld, kan een beeld te grijs of beter gezegd te zacht weergeven. Ook kan een beeldscherm een beeld te hard, of beter gezegd met te weinig grijstonen weergeven. De goede beeldinstelling ligt ergens hier tussenin. Afbeelding 1 illustreert problemen met helderheid en contrast. Met een grijstrap, zoals getoond in afbeelding 2, kunnen we het contrast en ook de helderheid precies normeren en beoordelen.

Scherpte

Scherpstellen doe je met een lens, en is dus afhankelijk van de kwaliteit van de lens. Digitaal ligt het iets ingewikkelder omdat we te maken hebben met pixels, de beeldpunten waaruit het beeld is opgebouwd. Het vermogen om kleine details weer te geven is afhankelijk van het aantal beeldpunten per cm of per mm. Het vermogen neemt toe als er meer beeldpunten (pixels) in een beeld zitten en neemt af als er minder beeldpunten in een beeld zitten. Dit vermogen om kleine details weer te geven is echter ook afhankelijk van de kwaliteit van de lens. De kwaliteit van de lens is weer afhankelijk van de glassoort die gebruikt is om de lens te maken. Ook is het type lens van belang. Het aantal beeldpunten moet in verhouding zijn met het vermogen van de lens om kleine details weer te geven, dit is het scheidend vermogen. Het heeft immers geen zin om iets met 400 ppi

(pixels per inch) te scannen, terwijl de lens maar 300 pixels per inch afzonderlijk kan waarnemen. Het is dus van belang om het scheidend vermogen van de lens van een scanner of camera te weten voordat men gaat scannen: welk detail kan deze lens nog waarnemen? Zowel bij microverfilming als digitaal wordt met een opname met scherptetestkaarten (zie afbeelding 3) het scheidend vermogen in kaart gebracht. Bij microverfilming wordt die opname beoordeeld met een microscoop, bij digitale afbeeldingen gebruiken we speciale software. Bovendien worden bij digitale opnamen andere typen scherptetestkaarten gebruikt. Of je nu kijkt met behulp van software of door een microscoop, het oordeel over de scherpte is gebaseerd op de scherptebeleving van het menselijk oog. Deze scherptebeleving is gedefinieerd door Lord Rayleigh omstreeks 1879. In een formule opgesteld voor de sterrenkunde beschrijft hij het scheidend vermogen met de kortste afstand tussen twee punten (sterren) waarop die twee punten (sterren) nog net waargenomen kunnen worden. Dit heet het Rayleigh Criterium. In de gehele optica wordt nu nog steeds dankbaar gebruikgemaakt van zijn formulering. Wanneer men spreekt over twee punten die afzonderlijk waargenomen moeten



Afbeelding 2. Colorchecker SG en Kodak Gray Scale

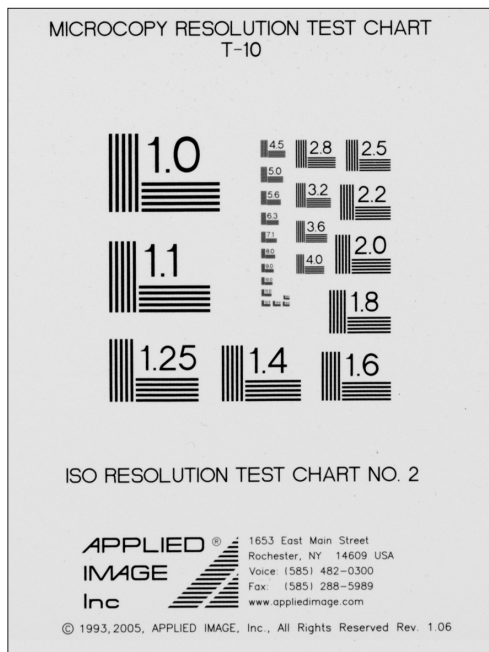
Op deze afbeelding is een Colorchecker SG-kleurenkaart te zien. Deze kaart heeft 140 velden. De kaart die in de tekst wordt besproken heeft 24 velden. Meer velden en ook een grotere verscheidenheid aan kleuren leidt tot een

nauwkeurigere indruk van de kleurbetrouwbaarheid van de camera. In het midden en boven in deze kaart (binnen de coördinaten E2 – J2 en E5 – J5) bevinden zich de 24 velden van de minder uitgebreide Colorchecker.

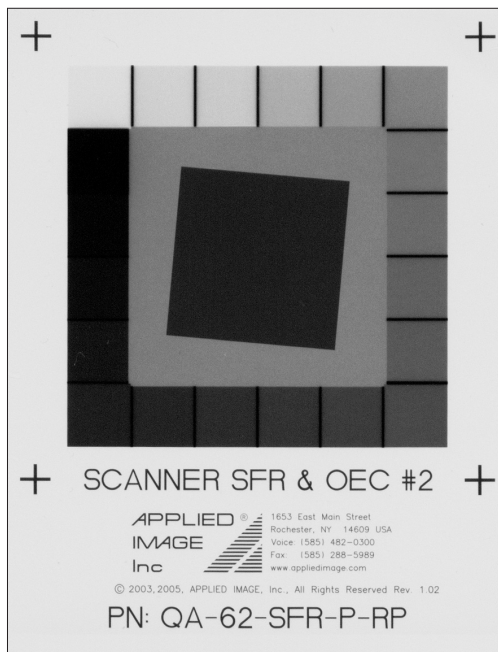
Onder deze kaart ligt een Kodak Gray Scale. Dit is een grijstrap en bestaat uit 20 grijsvakken, oplopend van wit naar zwart. Contrast en helderheid en ruis worden met deze kaart nauwkeurig omschreven en beoordeeld.

Afbeelding 3.

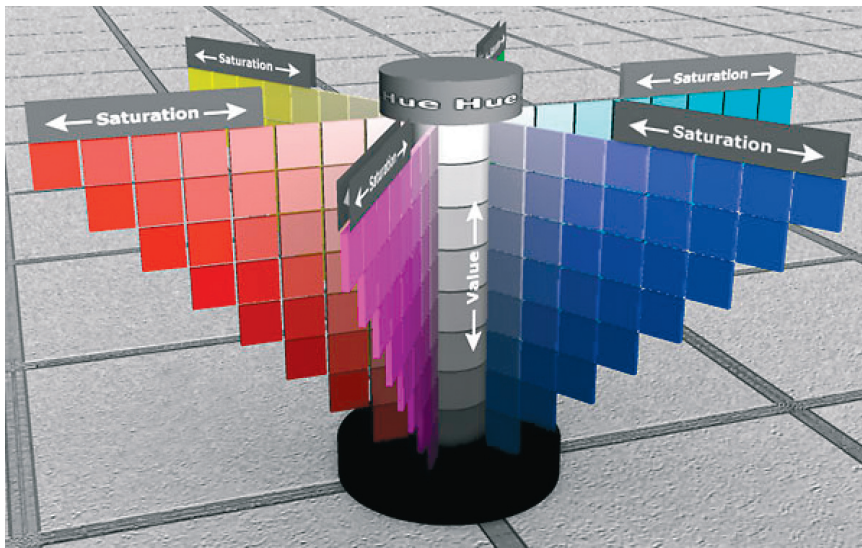
Scherptetestkaart analoog



Scherptetestkaart digitaal



Beide testkaarten geven de scherpte weer in aantal lijnenparen per mm. De analoge scherptetestkaart wordt visueel beoordeeld met een microscoop. De digitale scherptetestkaart wordt met SFR-software beoordeeld. SFR staat voor Spatial Frequency Response. SFR wordt ook aangeduid met de term MTF (Modulation Transfer Function).



© Jim Coe 2006

Afbeelding 4. 'Boom van Munsell'

Afbeelding ontleend aan: www.art-head-start.com/color-wheel.html

Aan de onderkant is de boom zwart, aan de bovenkant wit. De stam loopt van zwart naar wit. De verticale as verbeeldt het begrip helderheid. De kleuren bevinden zich als takken aan deze boom en hangen op verschillende helderheidsniveaus. Op de kruising tus-

sen tak en boom is de kleur neutraal grijs. De kleurverzadiging neemt naar het einde van de tak toe. Aan het einde van de tak is de kleur volledig verzadigd. Op elk helderheidsniveau bevinden zich kleurentakken. De kleuren van de takken worden gevormd

door de hoofdkleuren. Alle kleuren worden gevormd door het mengen van de hoofdkleuren. Dit gebeurt tussen de takken met kleuren onderling op elk helderheidsniveau. De mengverhouding van de hoofdkleuren zegt iets over de tint.

'Bij digitale beelden wordt de verkleuring van oud papier opeens zichtbaar'

worden is ook de helderheid en het contrast van die twee punten in relatie tot elkaar en tot de omgeving van belang. Denk aan sterren die in de schemering niet of nauwelijks zichtbaar zijn, maar 's nachts wel.

Het mooie van het gebruik van software voor de scherptemeting is dat er geen discussies kunnen ontstaan over de behaalde scherpte. Analoog kan dit in theorie wel voorkomen, gewoon omdat de ene persoon wat beter ziet dan de andere. Maar als de scherpte discutabel is, betekent dit dat die in feite al te laag is. De scherpte is, zoals hierboven vermeld, ook afhankelijk van het aantal beeldpunten per mm. Om één punt weer te geven wordt gesteld dat je in ieder geval twee beeldpunten nodig hebt. Als je nu beschikt over acht pixels per mm, betekent dit dat je in ieder geval vier punten in die mm kunt laten zien. Omgerekend naar pixels per inch is dit ongeveer 200 ppi.

In de richtlijnen hebben we een ondergrens opgesteld voor de detaillering. Hierbij gaan we, zowel analoog als digitaal, uit van een onderkastletter van

1 mm groot. Als onderkastletter gebruiken we de letter 'e'. Deze letter willen we goed en duidelijk leesbaar in beeld hebben. Deze normering geldt overigens ook voor handschriftelijk materiaal. Om een onderkastletter 'e' van 1 mm groot goed te kunnen weergeven, hebben we minimaal vijf punten per mm nodig. Dit betekent dat we minimaal tien pixels per mm nodig hebben. Omgerekend is dit een minimaal vereist aantal pixels van 254 ppi. Om nu te beoordelen of deze 254 pixels per inch ook daadwerkelijk beeldinformatie krijgen van de lens, voeren we de hierboven beschreven scherptetest uit.

Er is nog een aantal andere criteria die allemaal op een of andere manier verbonden zijn met de hierboven besproken basiscriteria helderheid, contrastweergave en scherpte. Dat zijn: uitlichting, kleur en ruis.

Uitlichting

De uitlichting zegt iets over de mate van gelijkheid van verlichting over het gehele beeldvlak. Het geeft ook informatie over hoe we een afbeelding moeten interpreteren. Als we een afbeelding bekijken en we zien donkere verkleuring aan de randen, en we weten dat de uitlichting goed is, dan weten we ook dat de verkleuring die we zien het gevolg is van natuurlijke verkleuring van het origineel. De uitlichting kan pas gecontroleerd worden als de helderheid en het contrast in het gehele gebied van zwart tot en met wit kloppen. De marge in helderheid waaraan uitlichting moet voldoen is gebaseerd op een marge van helderheidsverschil die het menselijk oog nog net kan waarnemen op een witte ondergrond. Denk hierbij aan een heel lichte schaduw op een wit stuk papier. Deze marge komt overeen met de kleinste marge die een professionele lichtmeter kan aangeven. Deze marge is 1/10^e stop. Een stop is een verdubbeling of halvering van het licht, zoals je die bijvoorbeeld kunt instellen met de diafragmaring van een camera. Met de diafragmaring kun je de lens wat verder open- of dichtdraaien. De diafragmagetallen zoals vermeld op de lens, bijvoorbeeld 5,6, 8 en 11, zijn steeds verdubbelingen of halveringen van de hoeveelheid licht die de lens in die bepaalde stand doorlaat. Met diafragma 8 laat de lens de helft van de hoeveelheid

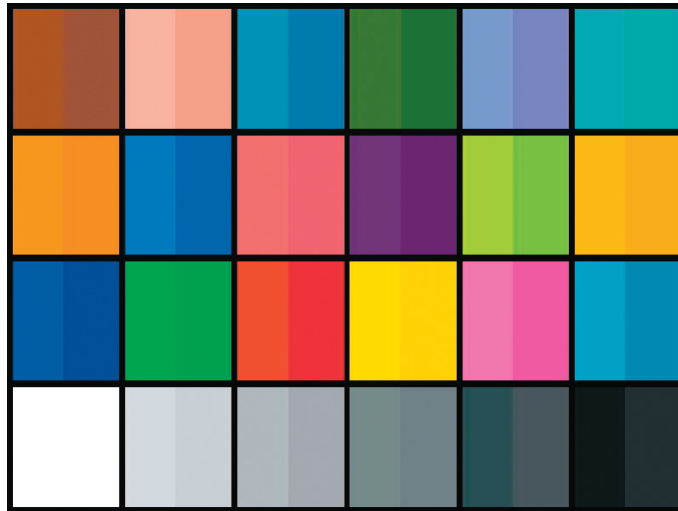
licht door in vergelijking met diafragma 5.6. Het verschil tussen diafragma 5.6 en 8 heet een stop.

Kleur

Voor het beoordelen van kleur is een goed begrip van de kleurenleer onontbeerlijk, vooral van de begrippen additieve en subtractieve kleurmenging, en de 'boom van Munsell'. Zonlicht bestaat uit alle kleuren licht die er zijn. Elke kleur licht heeft zijn eigen golflengte. Deze verschillende golflengtes zijn zichtbaar als ze door een oppervlakte vallen waarin ze op een verschillende manier worden gebroken. Bijvoorbeeld door een prisma of door regendruppels (de regenboog). Opeens zijn alle kleuren die in het witte licht zitten afzonderlijk waar te nemen. Alle kleuren licht bij elkaar vormen wit licht. Deze manier van kleurenmenging heet additieve kleurmenging. Bij additieve kleurmenging onderscheiden we drie hoofdkleuren: rood, groen en blauw. Een monitor en een televisie werken op deze manier maar ook een camera en het menselijk oog. Bij het mengen van verf spreken we over subtractieve kleurmenging. Hierbij vormen alle kleuren bij elkaar zwart.

Bij het beoordelen van kleur kijken we eerst naar verschillende tinten tussen wit en zwart. Hier gebruiken we een kleurenkaart voor. Deze kleurenkaart bestaat uit 24 vakken. Zes vakken vormen een grijstrap (verloop) van wit naar zwart. Deze vakken bekijken we eerst. Als namelijk wit licht gevormd wordt door alle kleuren, dan moeten in wit licht alle kleuren in dezelfde verhouding aanwezig zijn. Dat geldt dan ook voor alle tinten (grijze vakken) tussen wit en zwart. In deze grijsvlakken moeten dan ook steeds alle kleuren in een gelijke verhouding aanwezig zijn. Zit er in een grijsvlak bijvoorbeeld meer rood dan groen en blauw, dan is er een rode zweem zichtbaar in het grijze vak. Kleurenzweem is aan marges gebonden; het mag in beperkte mate voorkomen. De toelaatbare marge is zo bepaald dat de mogelijke zweem niet zichtbaar is.

Vervolgens gaan we naar de kleurweergave kijken. Daar gebruiken we de andere achttien vakken van de kleurenkaart voor. Alle hoofdkleuren van het additief en subtractief mengsysteem zijn in deze kaart aanwezig.



Afbeelding 5
Gebruik van de Colorchecker

Dit is een afbeelding van de Colorchecker afkomstig uit de IE Analyzer-software. Deze opname is bedoeld om de gefotografeerde of gescande versie van de

kleurenkaart visueel te vergelijken met de referentiekleuren. In het midden van elk kleurvak waarvan de kleuren van de opname niet of in beperkte mate

overeenkomen met de kleuren van de referentiekleuren is een streep te zien. Links van deze streep is de kleur van de opname te zien, rechts de referentiekleur.



Het verschil tussen de gescande opname en de referentie wordt uitgedrukt in een cijfer (kleurafwijking in Delta E). In de tweede illustratie wordt deze waarde voor elk vakje van de Colorchecker weergegeven; de afwijkingen zijn kleurgecodeerd. Groen staat voor een relatief kleine afwijking, namelijk 1 tot

6. Lichtgroen tot geel staat voor een grotere afwijking in Delta E, namelijk 6 tot ongeveer 12. Oranje en rood staan voor relatief grote afwijking van Delta E 12, 15 en groter. Zo is meteen te zien dat onder andere bij het eerste en laatste kleurvak op de tweede rij de kleur van de opname te veel afwijkt van de

referentiewaarde. Voor Metamorfoze wordt op dit moment een Delta E-waarde van maximaal 10 aangehouden. Bij het reproduceren van schilderijen, waarbij de kleurbetrouwbaarheid van de opnameapparaatuur nog belangrijker is, zal de maximaal acceptabele afwijking eerder tussen de 1 en 6 liggen.

‘De originelen, ons papieren cultureel erfgoed, zijn kwetsbaar en lijden aan autonoom verval’

Helderheid, tint en chroma (verzadiging) zijn criteria die met kleur verbonden zijn. Om deze drie criteria te begrijpen moet men ‘de boom van Munsell’ kennen, het kleurenmodel gepubliceerd door Albert Munsell in 1915, waarin deze drie begrippen in hun onderlinge samenhang worden geïllustreerd (zie afbeelding 4). Uit dit model is de CIELAB-kleuruimte ontwikkeld waarin kleuren op helderheid, tint en verzadiging beoordeeld worden. (CIE staat voor *Commission Internationale de l’Eclairage*.)

Voor de criteria helderheid, tint en verzadiging bij elkaar zijn normen opgesteld die uitgaan van een begrensde afwijking ten opzichte van een referentiemodel. Dit referentiemodel is de hierboven genoemde kleurenkaart. Na het scannen of fotograferen van deze kaart worden de kleuren in de opnamen vergeleken met de referentiewaarden van dezelfde kleuren. Zo kan een mogelijke afwijking in helderheid, tint of verzadiging worden vastgesteld (zie afbeelding 5).

Ruis

Ruis kan worden omschreven als beeldinformatie die zichtbaar is in het beeld maar die niet aanwezig was en is in het origineel. Ruis komt veelal voor op gebieden tussen zwart en wit, waar de camera moeite mee heeft om die te registreren. Zwart kan bijvoorbeeld zo diep zwart zijn dat deze tint zwart buiten het bereik ligt van de camera (CCD). Denk hierbij aan het maken van foto’s in de avond of schemering zonder gebruik te maken van een flitser. Op een donkere jas of kast zal veelal ruis te zien zijn. Ruis ziet eruit als een soort korrel zoals we die kennen uit de analoge fotografie. De hoeveelheid ruis in een bepaald gebied drukt men uit als afwijking van de norm, waarbij de norm uiteraard ruisvrij is. Dit kan in Photoshop worden gemeten. De acceptabele hoeveelheid ruis in een beeld is gerelateerd aan de visuele beleving van een beeld. Ruis mag niet (of nauwelijks) zichtbaar zijn, ook niet in de donkere partijen.

Vandaar dat ruis ook weer verbonden is met het begrip helderheid. Met het criterium helderheid omschrijven we immers ook donkere en lichte partijen. Voor deze partijen geldt ook dat de hoeveelheid ruis aan een bepaald maximum is gebonden.

Afbeeldingsartefacten

Alle genoemde technische aspecten beoordelen we met speciale testkaarten. Maar er zijn ook fouten die sporadisch en plotseling kunnen verschijnen. Ze laten zich niet makkelijk beschrijven. We duiden ze aan onder de noemer van afbeeldingsartefacten. Omdat ze een onregelmatig karakter hebben moeten niet alleen de opnamen van de testkaarten goed worden bekeken, maar ook de opnamen van de originelen.

De toekomst

Zoals we aan het begin van dit artikel al signaleerden, zijn de basisprincipes van de fotografie al lang bekend. Van het eerste principe van de camera obscura wordt al ver voor onze jaartelling melding gemaakt. Analoge fotografie bestaat al ruim honderdvijftig jaar. De digitale apparatuur waar we nu mee werken, en waar iedereen zoveel van verwacht, bestaat nog maar een relatief korte tijd. Veel aspecten in de workflow van het maken van digi-

tale afgeleiden zullen in de toekomst ongetwijfeld nog verbeterd worden. Een beproefde oplossing voor langetermijnbewaring en toegankelijkheid bestaat bijvoorbeeld nog niet. Ook bestaan er nog geen scanners die op een goede en snelle manier de huidige microfilms met behoud van alle informatie kunnen scannen.

Maar de originelen, ons papieren cultureel erfgoed, zijn kwetsbaar en lijden aan autonoom verval. De verwachting is dat er in de toekomst heel veel gedigitaliseerd gaat worden, en dat wil je graag zo goed mogelijk doen. De richtlijnen moeten echter wel realistisch en praktisch uitvoerbaar zijn, en ook de prijs per opname speelt een grote rol. De concurrentie in de markt is groot. Deze nieuwe richtlijnen zullen aan de praktijk getoetst gaan worden – onder andere in door Metamorfoze gesubsidieerde conserveringsprojecten. Naar verhoopt zal zich zo een beproefde standaard ontwikkelen voor *preservation imaging*. <

De richtlijnen worden in juni op de website van Metamorfoze gepubliceerd.

*Hans van Dormolen is kwaliteitsmanager bij Bureau Metamorfoze in de Koninklijke Bibliotheek. Hij ontwikkelde de richtlijnen voor *preservation imaging* samen met Robèrt Gillesse, kwaliteitsmanager bij Het Geheugen van Nederland, eveneens in de KB.*

‘De richtlijnen voor *preservation imaging* moeten realistisch en praktisch uitvoerbaar zijn. Ook de prijs per opname speelt een grote rol’

Verder lezen

- > Koninklijke Bibliotheek www.kb.nl
- > Bureau Metamorfoze www.metamorfoze.nl
- > Richtlijnen Preservation Microfilming Metamorfoze, Versie III www.metamorfoze.nl/publicaties/richtlijnen/richtlijnen.html
- > Projectbureau Het Geheugen van Nederland, Richtlijnen en procedures voor uitvoering van projecten in het kader van Geheugen van Nederland, mei 2006, met name bijlage 9 en 11. www.kb.nl/coop/geheugen/richtlijnen/richtlijnen%20en%20procedures%20geheugen%20openbaar%204.1.pdf
- > P. Charpentier, *Fototechniek*. Utrecht, Het Spectrum, 1974 (4e druk). Eerste druk: 1966.
- > Tom Fraser & Adam Banks, *Kleurenleer voor een professioneel gebruik van kleur*.
- > Daniel L. Johnston, *A Simplified Standard Method of Digital Image Tonal Capture for Archival Projects*, IS&T's 2002 PICS conferentie.
- > Don Williams, Peter Burns, *Evaluating Digital Scanner and Camera Imaging Performance*, verslag tutorial IS&T Archiving 2006 conferentie.
- > Don Williams, Franziska Frey, e.a., *Guides to Quality in Visual Resource Imaging*, 2002. www.rlg.org/legacy/visguides/
- > Steven Puglia, Erin Rhodes ea, *U.S. National Archives and Records Administration (NARA), Technical Guidelines for Digitizing Archival Materials for Electronic Access: Creation of Production Master Files – Raster Images*, June 2004. www.archives.gov/research/arc/digitizing-archival-materials.html
- > ISO-normen: ISO 15739 (Photography – Electronic still-picture imaging – Noise measurements), ISO 12233 (Photography – Electronic still-picture cameras – Resolution measurements), ISO 14524 (Photography – Electronic still-picture cameras – Methods for measuring opto-electronic conversion functions - OECFs)