

1. Fototechnik und digitale Bildbearbeitung

- 1.1 Grundlagen der Fototechnik
- 1.2 Digitale Fotografie
- 1.3 Einführung in die fotografische Bildgestaltung
- 1.4 Speicherung digitaler Bilddaten 
- 1.5 Bearbeitung digitaler Bilder

Literatur:

C. Banek / G. Banek: Fotografieren lernen Band 1, dpunkt, 2. Aufl. 2013

Räumliche Auflösung des Sensors (Pixelzahl)

Typische Zahlen im Jahr 2015:



Sony DSC-HX 50

Kompaktkamera:
12 bis 20 Mio. Pixel
Kleiner Sensor
(z.B. 1:2,3": 4,6 x 6,2 mm)

Mittelklasse-DSLR:
20 bis 24 Mio. Pixel
DX-Sensor
ca. 15 x 23 mm
(Formatfaktor 1,5)



Canon EOS 70D

*Professionelle
Kleinbild-DSLR:*
Niedrige (16 Mio.) oder
hohe (36 Mio.) Pixelzahlen
FX-Sensor
24 x 36 mm



Nikon D800



Nikon D4s

*Professionelle
Mittelformat-DSLR:*
50-60 Mio. Pixel
Sensor ca. 33 x 44 mm



Hasselblad H5D-200c

Benötigte Auflösung (Pixelzahl)

Benötigte Auflösung (Pixelzahl) abhängig von geplanter Verwendung

Richtwerte für Ausgabe-Auflösung r in points per inch (ppi):

Monitor 72 ppi

Tintendrucker 200 ppi

Offsetdruck 225 ppi

Belichtung auf Fotopapier 300 ppi

Berechnung der benötigten Bild-Auflösung p
(Pixel pro cm^2):

$$p = \left(\frac{r}{2.54} \right)^2$$

Beispiel:

Fotopapier: $r = 300$ ppi

$$p = \left(\frac{300}{2.54} \right)^2 \approx 14000$$

Papierformat 9 x 13 cm:

Fläche in cm^2 : $F = 9 \text{ cm} \cdot 13 \text{ cm} = 117 \text{ cm}^2$

Benötigte Pixelzahl:

$$117 \text{ cm}^2 \cdot 14000 \text{ px/cm}^2 = 1638000 \text{ px}$$

= 1,6 Mio Pixel

Weitere Beispiele

9 x 13 cm Papierbild benötigt ca. 1,6 Mio. Pixel

18 x 24 cm Papierbild benötigt ca. 6 Mio. Pixel

30 x 40 cm Papierbild benötigt ca. 16 Mio. Pixel

30 x 40 cm Monitorausgabe benötigt ca. 1 Mio. Pixel

Höhere räumliche Sensorauflösung als
16 Mio. Pixel wird nur selten benötigt!

Speicherbedarf für Bilder

Typische Bildtiefe:

1 Byte pro Farbe, d.h. 24 Bit/Pixel

6 Mio. Pixel Bildgrösse:

18 MByte Rohdaten pro Bild

Bildformate:

TIFF:

verlustfrei, portabel, gross

"Roh"-Format der Kamera (RAW bzw. NEF):

verlustfrei, schwache Kompression (ca. 6:1)

JPEG:

verlustbehaftet, portabel,

Beste Basis für Nachbearbeitung

(z.B. bezüglich Weißabgleich): RAW



Beispiel:

Original 2,1 Mio. Pixel
Dateigrösse JPEG 640 kB

Kameraeinstellungen:

Bildgröße (Pixel)

Speicherformat

Kompression

Höhen-/Seitenverhältnis

Traditionelles Fernsehformat: 4:3

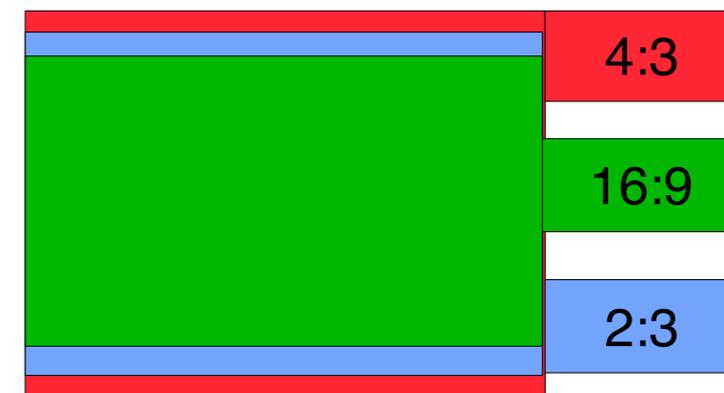
- Verwendet bei Computermonitoren, Videokameras
- (Achtung: Hier zuerst Breite, dann Höhe)
- Beispielauflösung:
2048 x 1536 Pixel (3.145.728 Pixel)
- Weit verbreitet bei Kompaktkameras

Fotoformat: 2:3

- Klassisches Kleinbildformat (24 x 36)
- (Achtung: Hier zuerst Höhe, dann Breite)
- Papierformate sind auf 2:3 abgestimmt
(10 x 15, 9 x 13 etc.)
- Digitale SLRs unterstützen das 2:3-Format

Breitbildformat: 16:9

- Im analogen APS-Format unterstützt
- Im Digitalkamerabereich zunehmend



Manche Kameras ermöglichen Wahl des Bildverhältnisses

Klassifikation von Speichermedien

Speicherdauer:

permanent vs. temporär

Zugriffsart:

sequentiell vs. wahlfrei/adressierbar

Benutzungsmodus:

nur lesen

vs.

lesen und schreiben

Zuverlässigkeit:

Anzahl der zulässigen Schreib-/Lesezyklen

Generelle Ausfallwahrscheinlichkeit

Langzeit-Halbleiterspeicher

EPRM: Erasable Programmable ROM

Prinzip: Laden eines "Floating Gate"
in einem Feldeffekt-Transistor

Ladung erhält sich mindestens 10 Jahre

Löschen des Speichers durch UV-Licht möglich



EPROM

EEPROM: Electrically Erasable PROM

Durch lange und starke Spannungsimpulse aufladbar und entladbar

Typischerweise geringe Kapazität (mehrere KByte) und lange Schreibzeiten

Flash-Memory

Weiterentwicklung von EEPROM

Ca. 10.000 Programmierzyklen möglich

Sehr robuster und permanenter (ca. 10 Jahre) Wechselspeicher

Praktische Erscheinungsformen: Flash Memory Devices, Flash-Speicherkarten

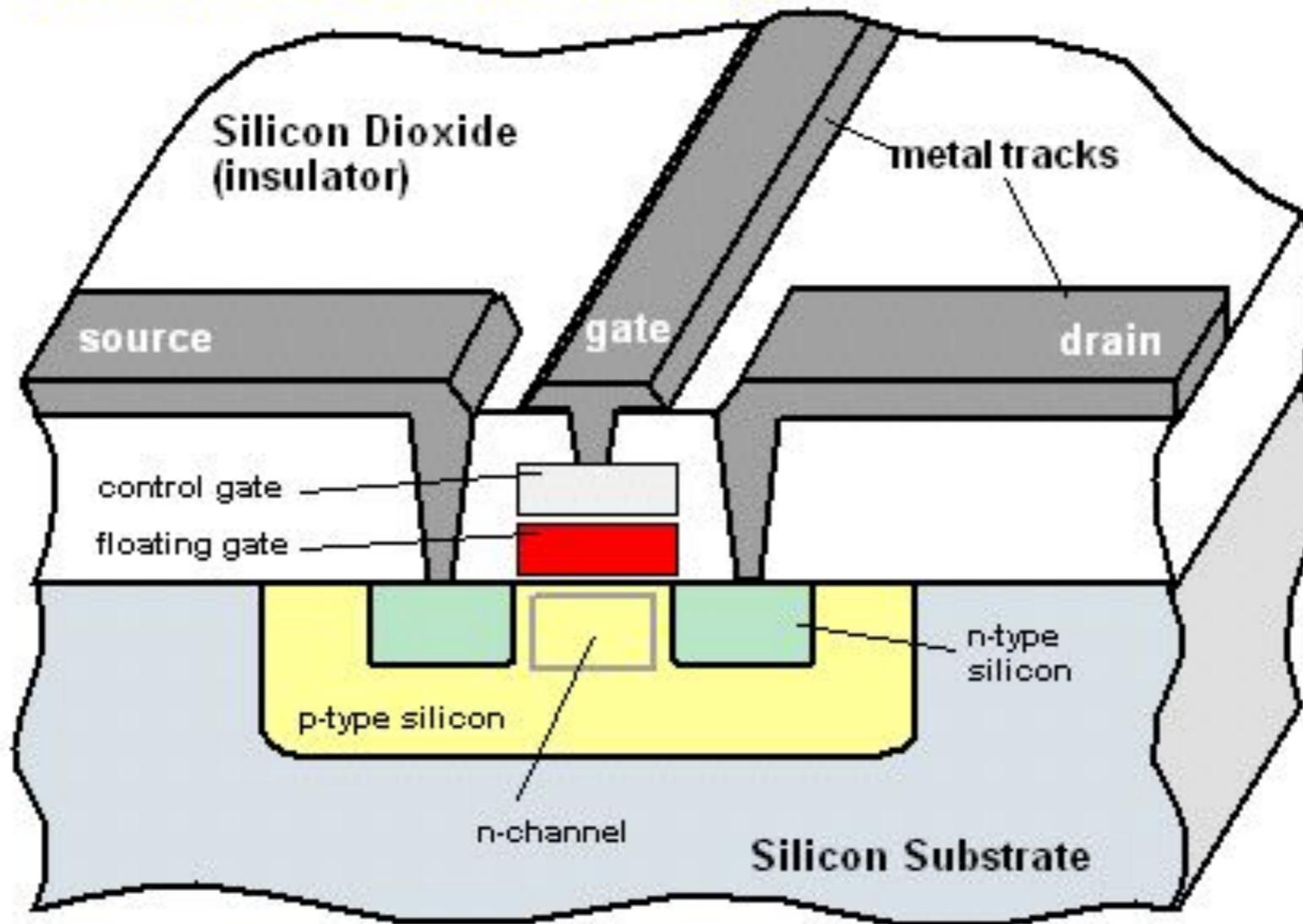
Früher langsam (400-800 KByte/s),

heute deutlich schneller: bis zu 500 MByte/s lesen+schreiben (Speicherkarte)

Floating Gate Transistor (in EEPROM/Flash)

From Computer Desktop Encyclopedia
© 2005 The Computer Language Co. Inc.

EEPROM and Flash Transistor



Typen von Flash-Speicherkarten

Compact Flash (CF) - bis zu 128 GB

Typ I: dünner (43 x 36 x 3,3 mm)

Typ II: dicker (5 mm), auch Mikro-Festplatte („MicroDrive“)

CompactFlash 5.0/6.0 (2010): bis 144 PB

IDE-Schnittstelle, Adressierung durch eingebauten Controller



SD Card (Secure Digital Card):

klein (32 x 24 x 2,1 mm), ursprünglich bis zu 2 GB

mini- und micro-Varianten (micro: 11 x 15 x 1 mm)

Controller in Karte integriert



Auslaufende proprietäre Standards:

MemoryStick/Memory Stick Pro (Sony)

xD Picture Card (Fuji Film/Olympus)

Neu aufkommende Standards:

XQD Card - offizieller Nachfolger für Compact Flash

CFast 2.0 Card (SATA Protokoll)



Varianten von SD-Karten



Standards:

klassische SD Card, bis zu 2 GB

SDHC = High Capacity Version, bis zu 32 GB

SDXC = Extended Capacity Version, bis zu 2 TB

Bauformen:

Normalgröße (32 x 24 x 2,1 mm), mini, micro

Bussystem:

Default/High-Speed: max. 25 MB/s

UHS-I: max. 104 MB/s

UHS-II: max. 312 MB/s

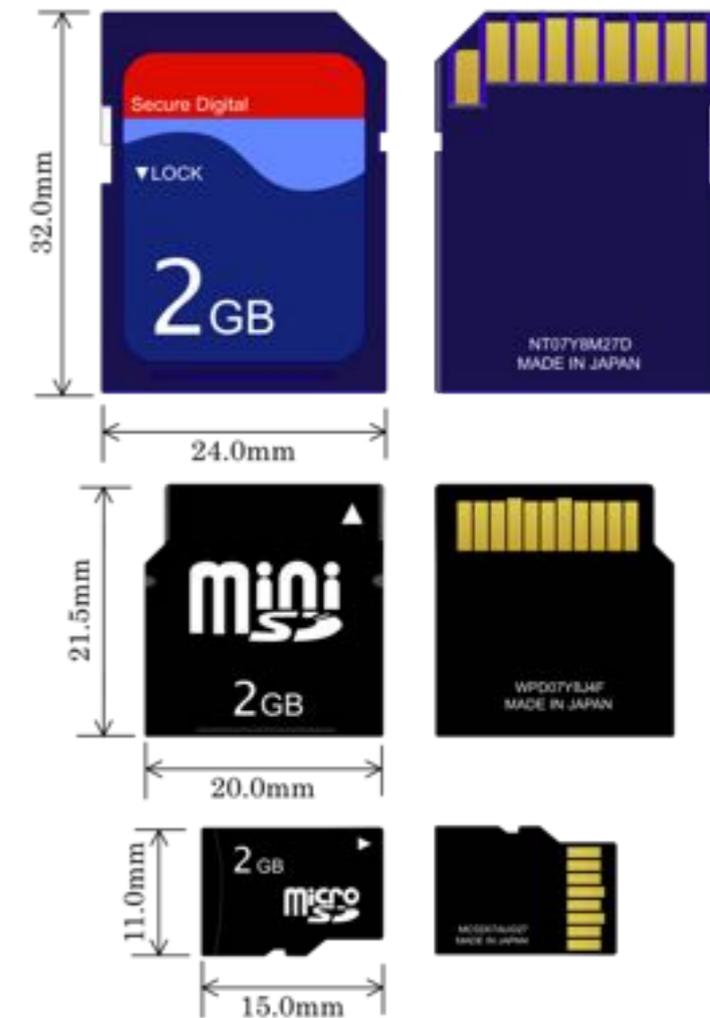
Geschwindigkeitsklassen (Minimum):

Speed-Klassen (ab SDHC):

Zahl ist Übertragungsrate in MB/s

UHS: Speed-Klassen

U1 (10 MB/s) und U3 (30 MB/s)



QUIZ



Was bedeuten die verschiedenen Logos?

Wieso ist bei 45 MB/s nur Speed-Klasse U1 angegeben, nicht U3 (30 MB/s)?

DCF-Dateistruktur

DCF = Design Rule for Camera File System

- JEITA Standard
- Dateinamen und Ordnernamen auf den Speichermedien für Kameras

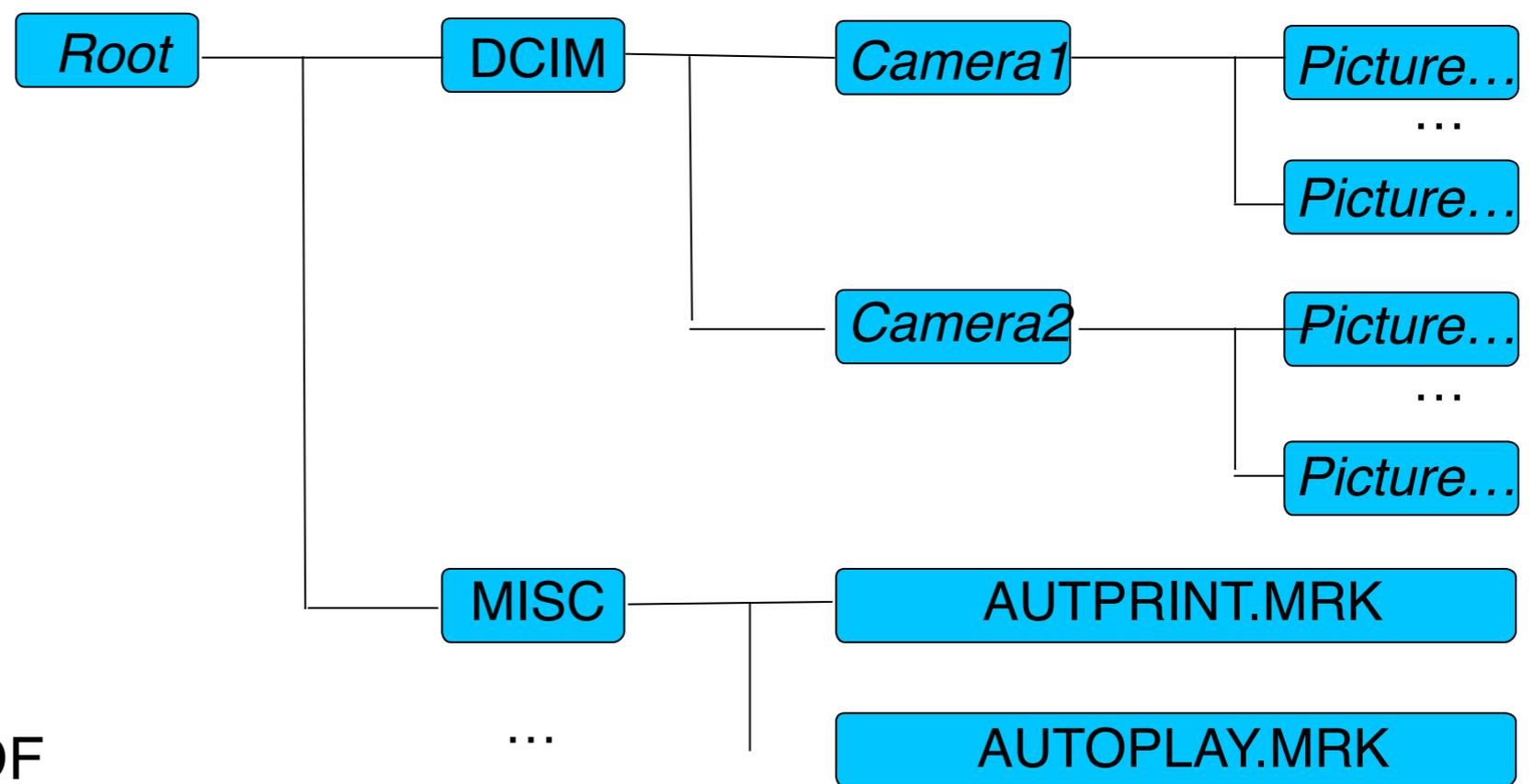
Kameraordner: NNNAAAAA

- *NNN* Ziffern (verschieden innerhalb DCIM), Rest frei

Bilddateien: AAAANNNN

- *AAAA* Großbuchstaben (frei), *NNNN* Laufende Nummer

Ordnerstruktur:



<http://www.exif.org/dcf.PDF>

Exchangeable Image File Format (Exif)

JEITA -Standard für Metadaten zu Bildern

Im Header von Bilddateiformaten (z.B. JFIF, TIFF)

Wichtigste Einträge:

Datum, Uhrzeit

Orientierung

Brennweite

Belichtungszeit

Blendeneinstellung

Belichtungsprogramm

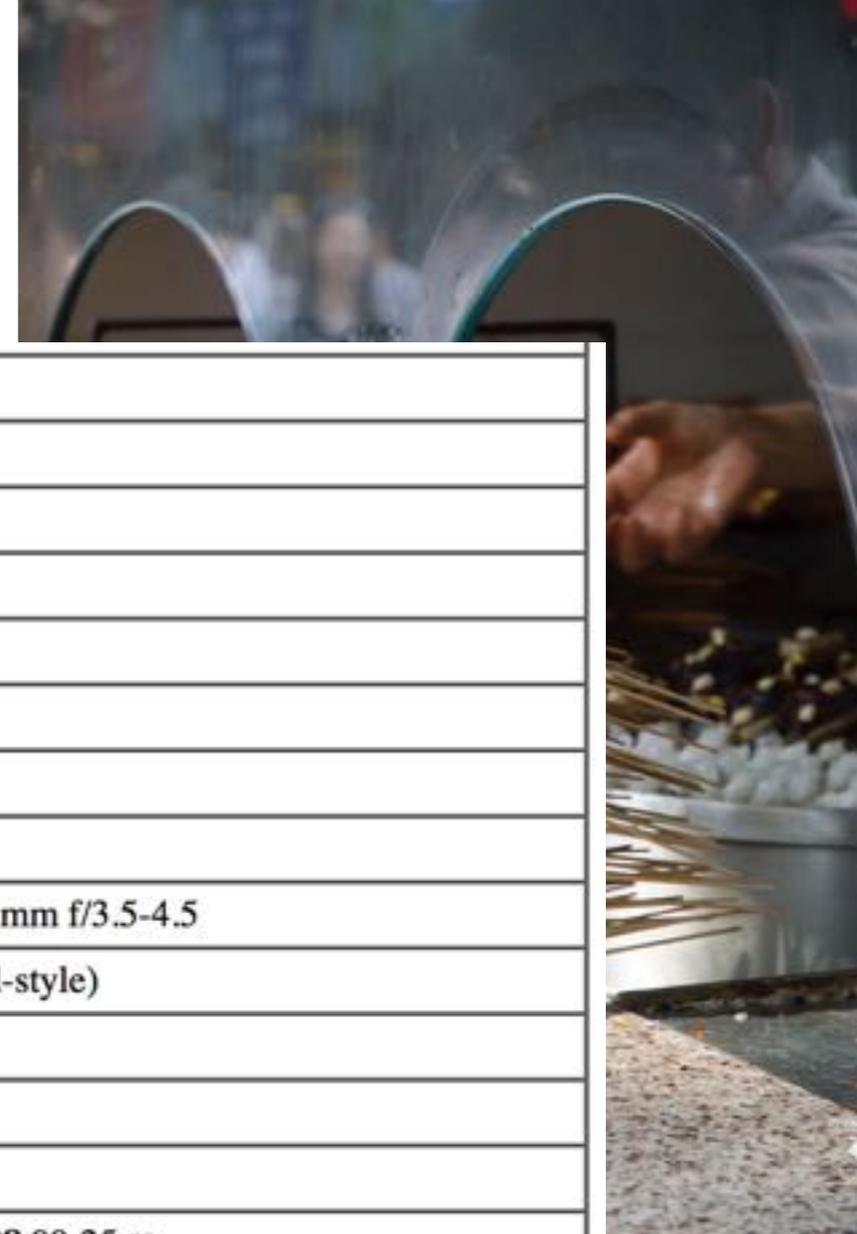
ISO-Wert

Geo-Koordinaten

Vorschaubild

Informationen zu Kamera und Objektiv

Beispiel zu Exif



ngdu 2014

EXIF — this group of metadata is encoded in 16,737 bytes (16.3k)

<http://regex.info/exif.cgi>

Make	NIKON CORPORATION
Camera Model Name	NIKON D7000
Software	Adobe Photoshop Camera Raw 8.4 (Macintosh)
Exposure Time	1/80
F Number	4.50
Exposure Program	Program AE
ISO	320
Sensitivity Type	Recommended Exposure Index
Exif Version	0230
Date/Time Original	2014:07:25 17:12:03 9 months, 19 days, 16 hours, 26 minutes, 44 seconds ago
Shutter Speed Value	1/80
Aperture Value	4.50
Exposure Compensation	0
Max Aperture Value	4.4
Metering Mode	Multi-segment
Light Source	Unknown
Flash	Off, Did not fire
Focal Length	70.0 mm
Sub Sec Time Original	50
Sub Sec Time Digitized	50
Sensing Method	One-chip color area
File Source	Digital Camera
Scene Type	Directly photographed
CFA Pattern	[Red,Green][Green,Blue]

Custom Rendered	Normal
Exposure Mode	Auto
Digital Zoom Ratio	1
Focal Length In 35mm Format	105 mm
Scene Capture Type	Standard
Gain Control	None
Contrast	Normal
Subject Distance Range	Unknown
Lens Model	18.0-70.0 mm f/3.5-4.5
Compression	JPEG (old-style)
X Resolution	72
Y Resolution	72
Thumbnail Length	15,809
Modify Date	2014:07:28 00:25:50 9 months, 17 days, 9 hours, 12 minutes, 57 seconds ago
Create Date	2014:07:25 17:12:03 9 months, 19 days, 16 hours, 26 minutes, 44 seconds ago
Serial Number	6096022
Lens Info	18-70mm f/3.5-4.5
Resolution	300 pixels/inch
White Balance	Auto
Saturation	Normal
Sharpness	Normal

DPOF

Datenformat zur Ergänzung der Bilddaten um Auftragsdaten für Bearbeitungsaufträge

DPOF = Digital Print Order Format

Vorwiegend für den Endverbraucher-Markt

Ermöglicht es, an der Kamera bzw. in einem Bildbearbeitungsprogramm festzulegen:

- Bildnummer, Option für Index-Print ("Kontaktabzug"), Anzahl der gewünschten Abzüge/Prints, Formate der Abzüge, Adressdaten
- Integriert mit DCF-Dateistruktur (MISC-Ordner)

1. Fototechnik und digitale Bildbearbeitung

- 1.1 Grundlagen der Fototechnik
- 1.2 Digitale Fotografie
- 1.3 Einführung in die fotografische Bildgestaltung
- 1.4 Speicherung digitaler Bilddaten
- 1.5 Bearbeitung digitaler Bilder 

Literatur:

C. Banek / G. Banek: Fotografieren lernen Band 3 - Bildbearbeitung und Präsentation, dpunkt 2012

J. Gulbins / U. Steinmüller: Handbuch Digitale Dunkelkammer, dpunkt, 2. Auflage 2011

<http://photography.tutsplus.com/series/comprehensive-guide-to-adobe-camera-raw--photo-17655>

Die klassische Dunkelkammer

“Dunkelkammer” (*darkroom*):

Dunkel bis auf Speziallicht (meist rot)

Vom belichteten Film zum Papierabzug:

Entwickeln des Films: liefert Negativ (Original)

“Vergrößern”:

Projizieren auf lichtempfindliches Papier

Belichten mit genau definierter Belichtungszeit

Entwickeln, fixieren, trocknen des Papierabzugs

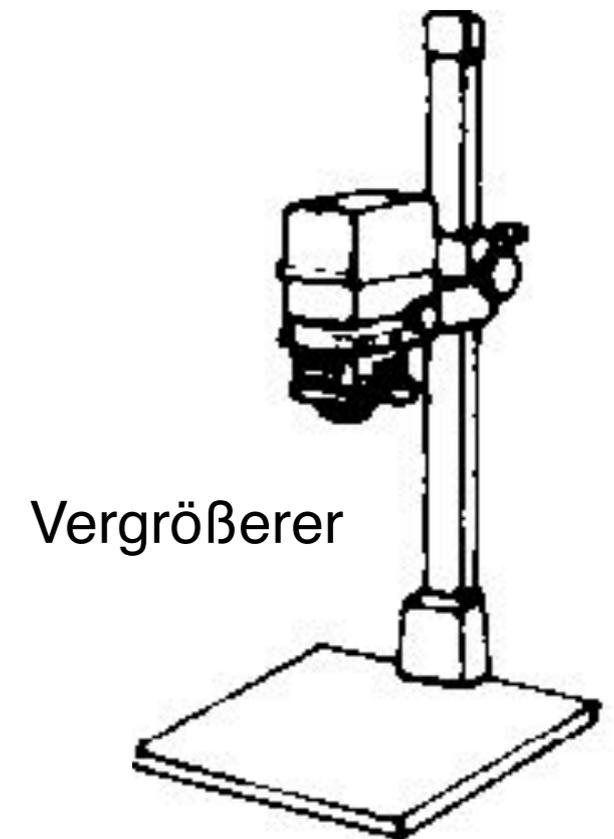
Vielfältige Gestaltungsmöglichkeiten:

Ausschnittwahl

Filter (Farbkorrekturen, Effekte)

Belichtung

Selektive Belichtung durch Abdecken von Partien
(z.B. Aufhellen)



Die digitale Dunkelkammer

“Negativ” = Abtastergebnis des Kamerasensors

Bei (semi-)professioneller Arbeit meist im Rohformat (“RAW”)

Weiterbearbeitung mit Software

Ausschnittwahl

Filter (Farbkorrekturen, Effekte)

Aufhellen, abdunkeln

Schärfe verbessern, weichzeichnen

Fehler der Aufnahmegерäte korrigieren

Weißabgleich

...

Erstellen des Papierbilds

Ausdruck bzw. Belichten auf Spezialpapier

Zweck der digitalen Bildbearbeitung:

Optimierung des Bilds für subjektive Wirkung

Als Spezialfall: Schaffung neuer Bilder

JPEG oder RAW als Aufnahmeformat?

Vorteile von RAW:

- Kein Informationsverlust gegenüber der Aufnahmesituation
- Optimale Basis für Nachbearbeitung
- 16 Bit Farbtiefe unterstützt

Nachteile von RAW:

- Sehr groß
- Nur in teuren Kameras unterstützt
- Nachbearbeitung ist zeitaufwändig

Vorteile von JPEG:

- Kompakte Dateien
- Direkt für Papierbilder, Präsentation nutzbar
- Automatische Tonwertkorrektur, Weißabgleich etc.

Nachteile von JPEG:

- Verluste, Artefakte
- Meist nur 8 Bit Farbtiefe

Software-Werkzeuge

Bildbearbeitungs-Software

Adobe Photoshop (hier verwendete Version: 13 bzw. CS6)

The Gimp (Open Source)

Raw-Konverter (für professionelles Arbeiten)

Adobe Camera Raw (Photoshop Plugin, hier verwendete Version: 8.4)

Proprietäre Software von Kamera-Herstellern

Z.B. Nikon Capture, Canon Digital Photo Professional, ...

Open source: DCRaw

Integrierte Nachbearbeitungs-Arbeitsplätze (digitale Dunkelkammer)

z.B. Adobe Photoshop Lightroom, Capture One, Bibble

Bild-Browser, Bild-Datenbanken

Utilities

z.B. zum systematischen Benennen von Bilddateien

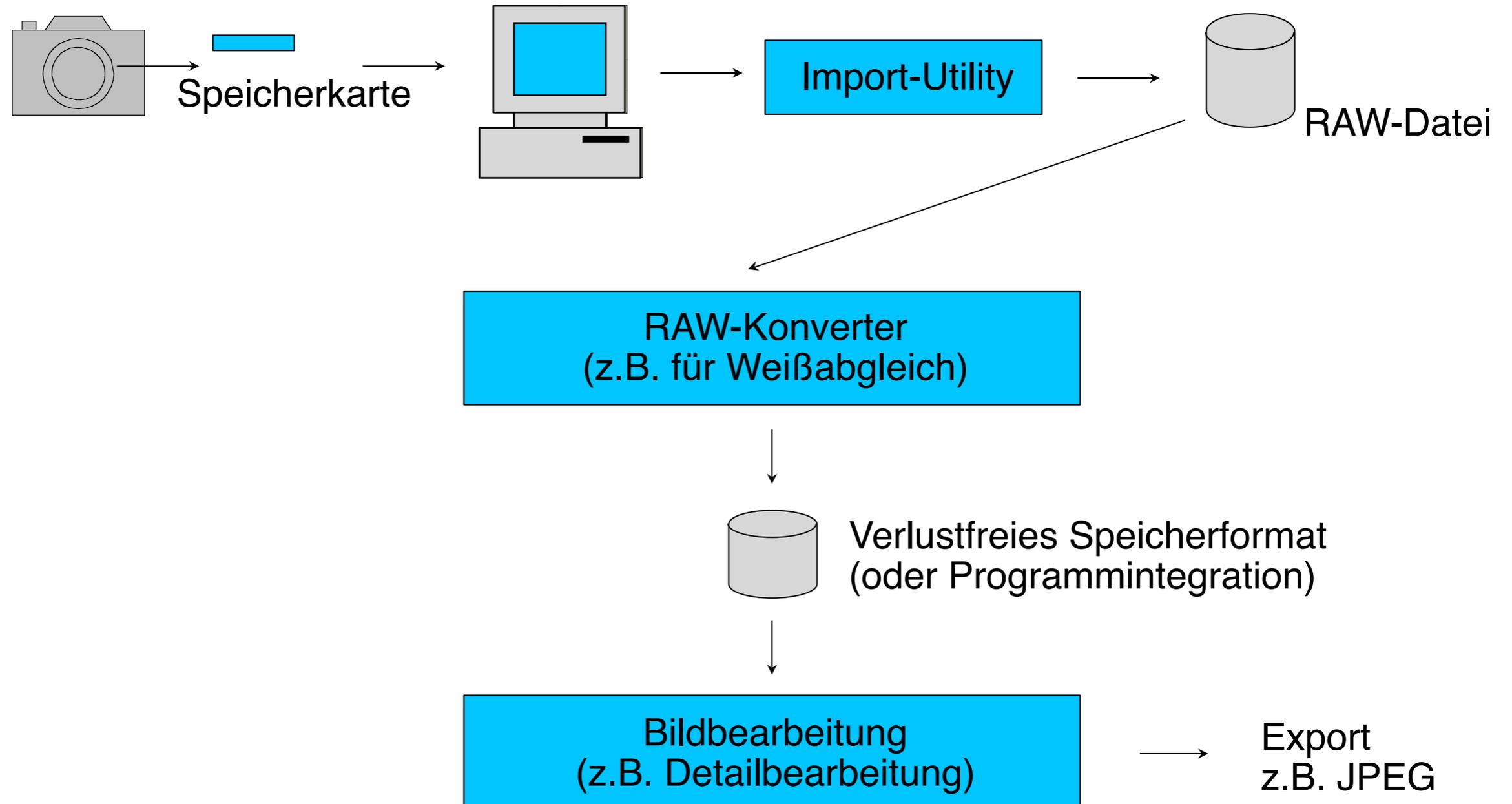
Integrierte Anwendungen

z.B. Apple Photo

Grundlegender Arbeitsablauf der Bildbearbeitung



Konkretes Beispiel: Ablauf in der Praxis



Alternativer Einsatz von Werkzeugen



Color-Management (CM)

Problem: Jedes Gerät hat unterschiedliche Randbedingungen der Farbdarstellung

Gerätespezifisches Farbspektrum: Farbraum oder Farb-*Gamut*

ICC (International Color Consortium): *Profil*-Beschreibungssprache

ICC-Profile für Geräte vom Hersteller verfügbar

Farbkalibrierung von Monitoren:

Einfache Softwarekalibrierung (Benutzerdialog)

Hardwarekalibrierung mit Messgerät

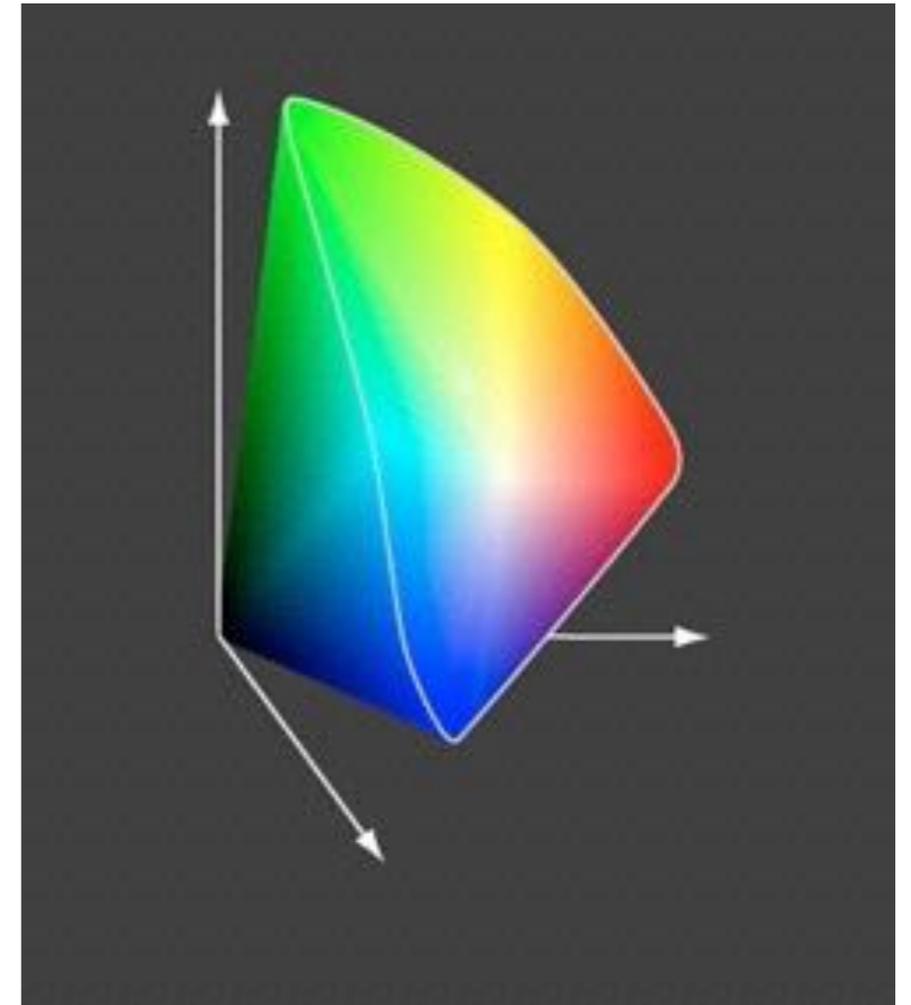
Liefert individuelle Geräteprofile

Austauschbarkeit von Farbdateien über Standard-Profile

Definiert von ICC

Relativ zum verwendeten Farbraum

Farbraum + Farbprofil liefert absoluten Farbwert
(z.B. für Monitor)



Standard-Farbräume

sRGB

Für die Bildschirmdarstellung ausgelegt

Kleiner als typischer Farbraum von Digitalkameras

Verbreitet bei Open Source

Adobe RGB (1998)

Verbreiteter Standard für Fotobearbeitung

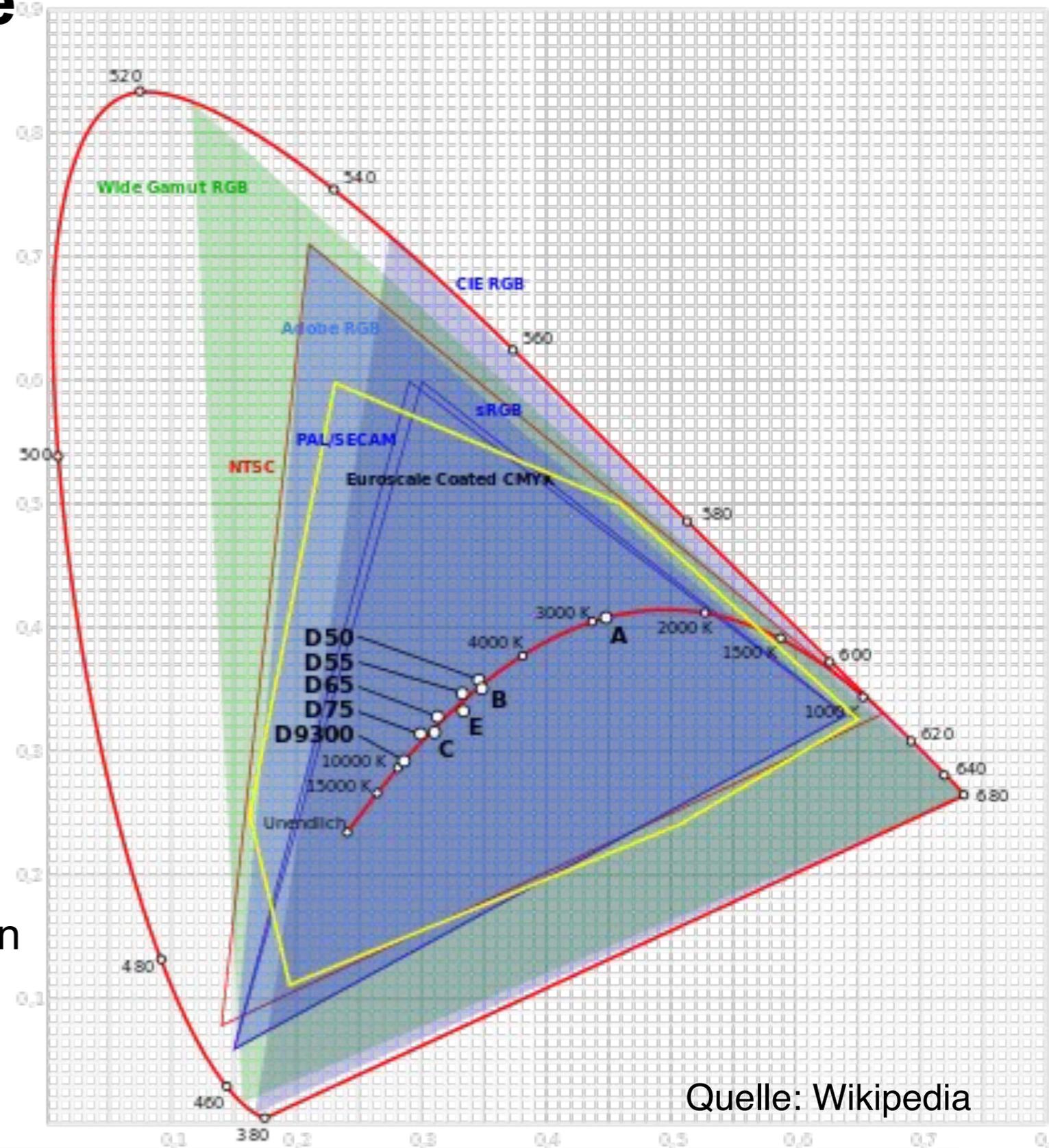
Größer als sRGB, fast alle druckbaren Farben

Adobe Wide Gamut RGB

Größerer Farbumfang
(77.6% der sichtbaren Farben im Lab-Farbraum)

BT.709, BT.2020

ITU-T Standards für TV



Globale Farbkorrekturen: Weißabgleich

Subjektiv empfundenes „weiß“ definieren

Weißabgleich ist möglich

- in der Kamera
- im Raw-Konverter
- in der Nachbearbeitung (nur eingeschränkt)

Methoden bei der Aufnahme:

Automatischer Abgleich
Referenz-Farbfläche

Methoden bei der Raw-Konversion:

Manuelle Einstellung



Grundlegender Arbeitsablauf der Bildbearbeitung

Aufnehmen, scannen

Bild in Browser auswählen

Sicherheitskopie des Originals erzeugen

Raw-Konvertierung

Staub und Rauschen entfernen

Rotieren, Ausschnitt, Perspektive, Korrektur optischer Fehler

Farbe des Gesamtbildes

Kontrast, Helligkeit, Sättigung

Selektive Korrektur von Farbe und Kontrast

Schärfen

Bearbeitetes Bild sichern

Drucken / belichten

Störungsfilter

Rauschen oder Störungen

Staub, Kratzer

Digitalisierungsartefakte

Im Raw-Konverter:

Staubentfernung mit Referenzbild
(z.B. Nikon Capture)

Optimal aber aufwändig

Spezielle Retusche-Techniken

z.B. Camera Raw: "Spot Removal"

In der Nachbearbeitung:

Manuell durch Retusche-Techniken entfernen

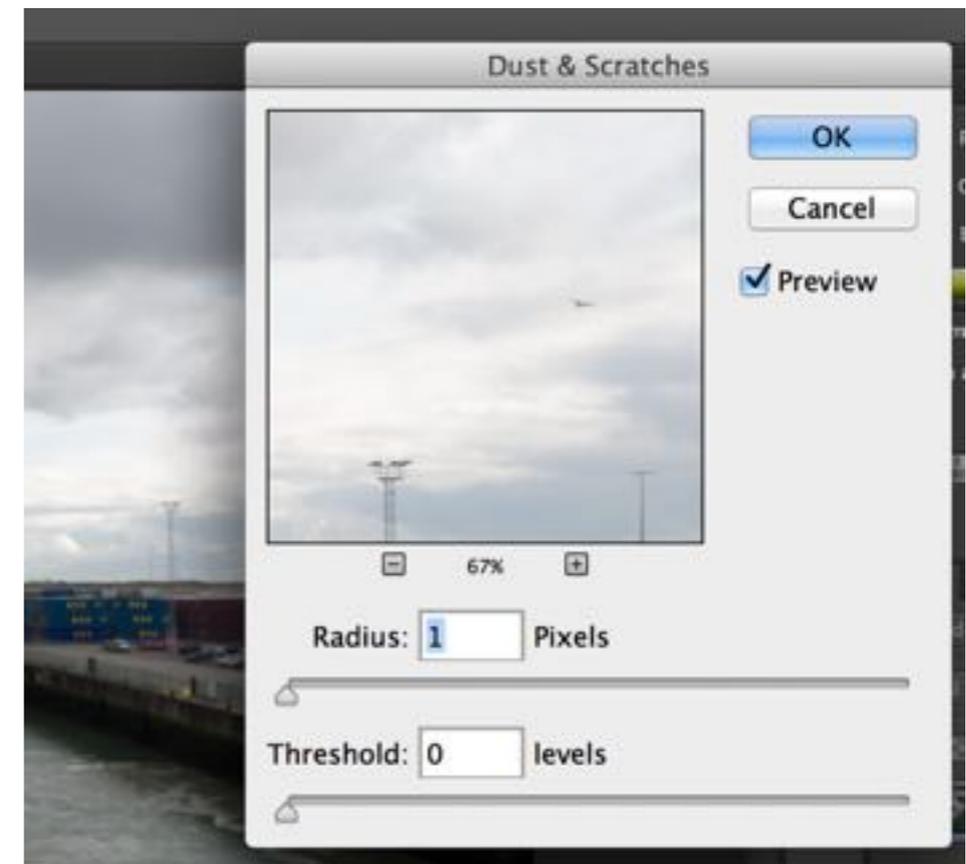
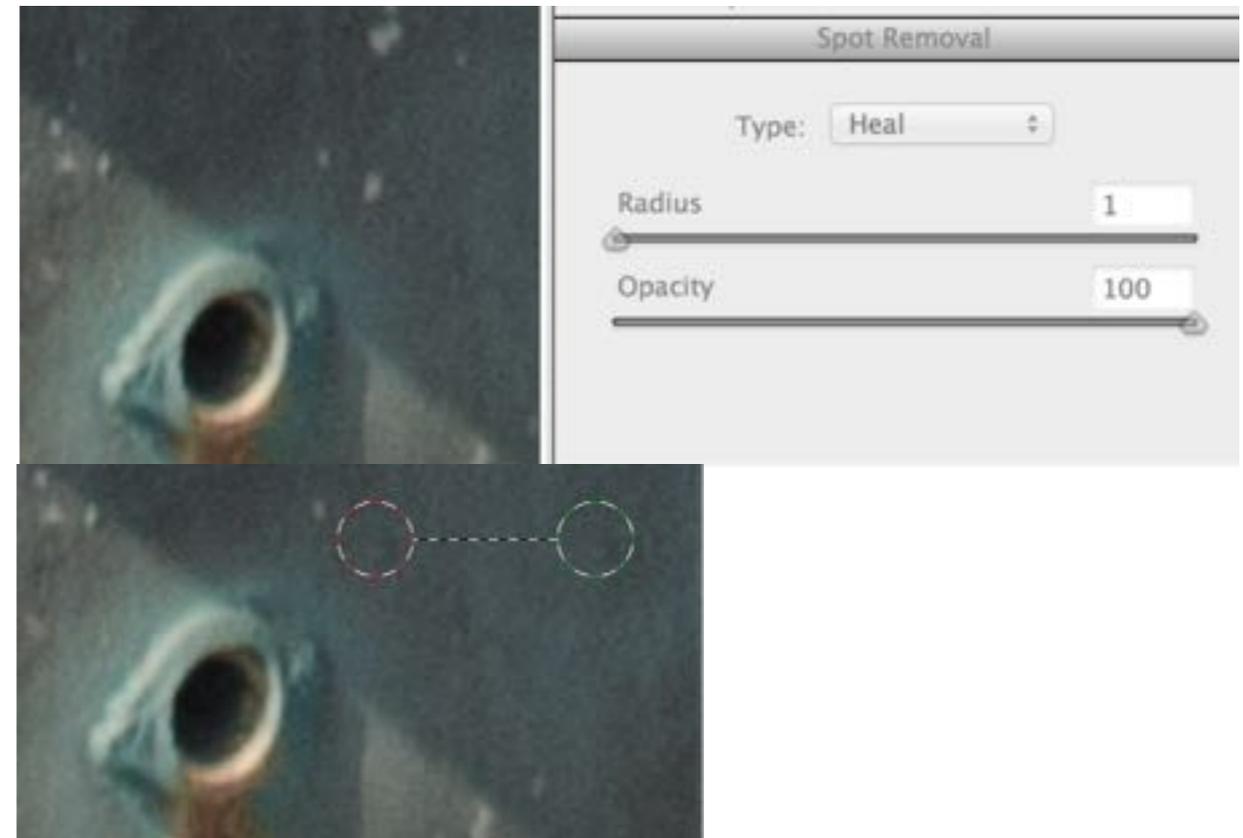
Automatische Filter

z.B. Photoshop-Filter

„Staub und Kratzer entfernen“

Nebenwirkungen

(Weichzeichnung, Detailverlust)



Grundlegender Arbeitsablauf der Bildbearbeitung

Aufnehmen, scannen

Bild in Browser auswählen

Sicherheitskopie des Originals erzeugen

Raw-Konvertierung

Staub und Rauschen entfernen

Rotieren, Ausschnitt, Perspektive, Korrektur optischer Fehler

Farbe des Gesamtbildes

Kontrast, Helligkeit, Sättigung

Selektive Korrektur von Farbe und Kontrast

Schärfen

Bearbeitetes Bild sichern

Drucken / belichten

Geometrische Korrekturen

Kamera schief gehalten?

Horizont gerade (horizontal ;-) machen
Spezielle Messwerkzeuge nutzen

Perspektivenkorrektur

Korrektur von „stürzenden Linien“
(bei Weitwinkel-Objektiven)

Bsp. Photoshop:
Transformieren->Perspektivisch verzerren

Bsp. Camera Raw: Lens Correction

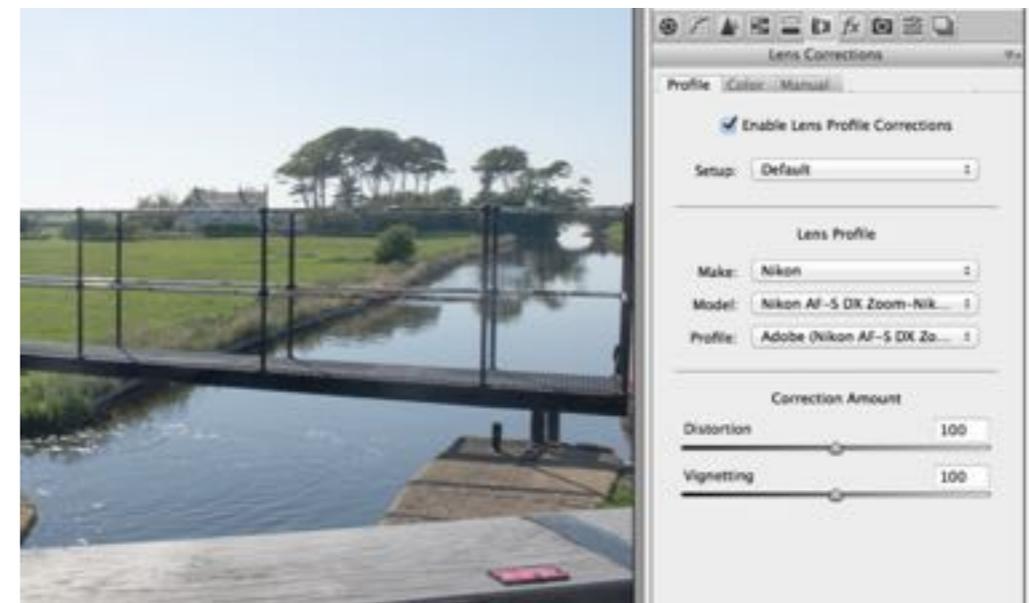
Korrektur von bekannten Objektivfehlern

Konstruktionsbedingte Verzeichnungsfehler
Belichtungsfehler (Z.B. „Vignettierung“)

Produktspezifische Software
z.B. Lens Corrector Plugin für Photoshop
Nutzt Metadaten zur Aufnahme
(z.B. Objektiv, Brennweite)



“Straighten”-Tool (Camera Raw)



“Lens Correction” (Camera Raw)

Ausschnitt wählen

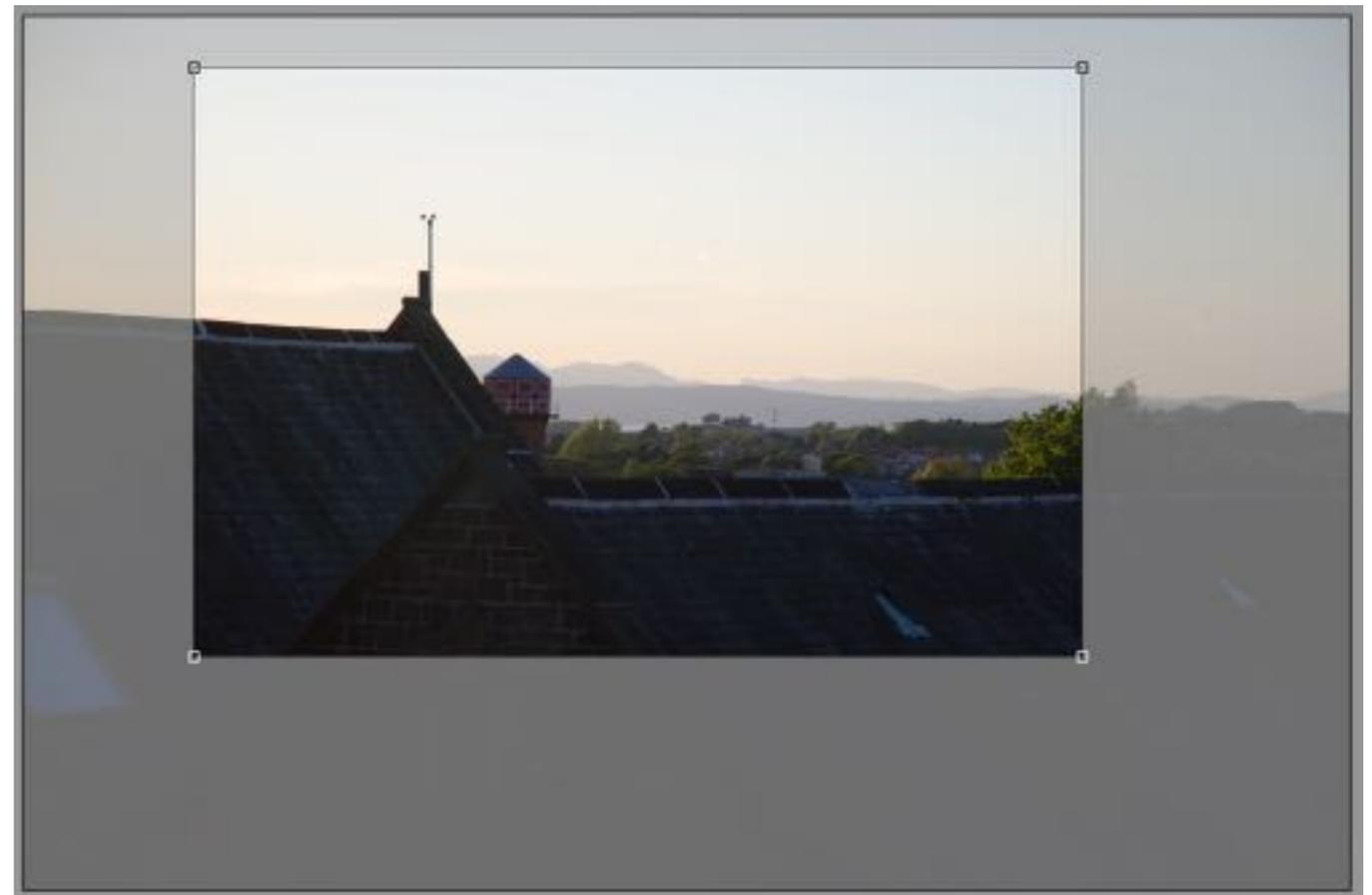
Bildaufbau kann hier noch grundlegend verändert werden!

Weggeschnittene Teile gehen später bei Helligkeit, Kontrast etc. nicht mehr ein!

Sinnvoll: Seitenverhältnis einstellen



“Crop”-Tool (Camera Raw)



Grundlegender Arbeitsablauf der Bildbearbeitung

Aufnehmen, scannen

Bild in Browser auswählen

Sicherheitskopie des Originals erzeugen

Raw-Konvertierung

Staub und Rauschen entfernen

Rotieren, Ausschnitt, Perspektive, Korrektur optischer Fehler

Farbe des Gesamtbildes

Kontrast, Helligkeit, Sättigung

Selektive Korrektur von Farbe und Kontrast

Schärfen

Bearbeitetes Bild sichern

Drucken / belichten

Histogramm der Helligkeitsverteilung

Histogramm:

Allgemeines Konzept in der Statistik
Visualisierung der
Häufigkeitsverteilung eines
Merkmalwertes

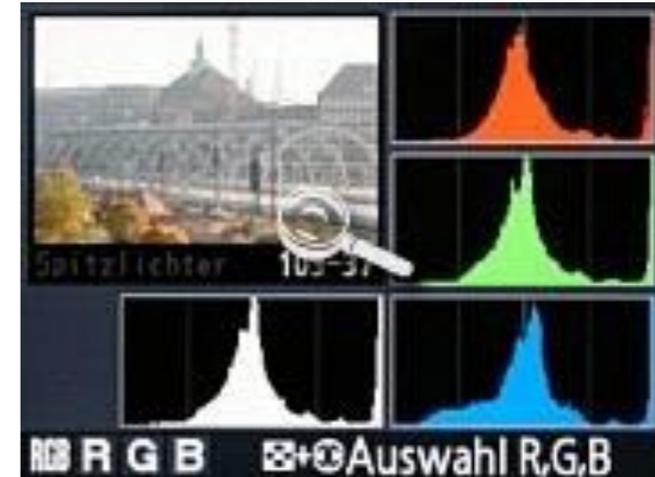
Histogramme von Bildern:

x-Achse: Helligkeit oder Tonwert
z.B. links dunkel, rechts hell
y-Achse: Anzahl der Pixel
mit betreffendem Wert

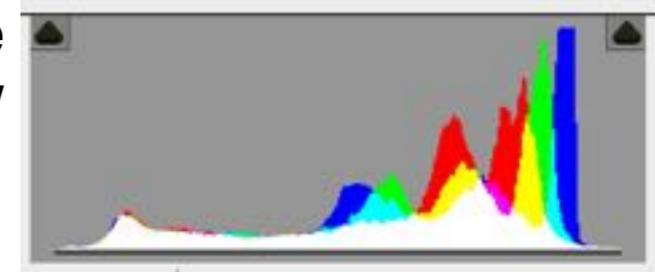
Anzeige:

Kamera
RAW-Konverter
Bildbearbeitungs-
Programm

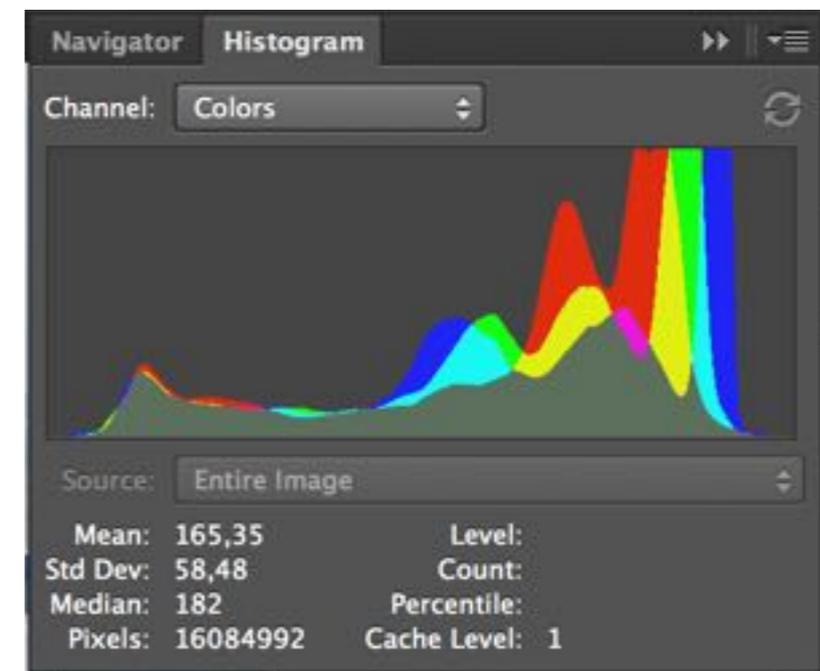
Nikon
D200



Adobe
Camera Raw



Adobe
Photoshop



Bildbeurteilung mit Histogrammen

Begriffe:

Tiefen (= niedrige, dunkle Werte), *shadows*

Lichter (= hohe, helle Werte), *highlights*

Mitteltöne, *midtone*s

Low-Key, High-Key, Average-Key: Schwerpunkt der Werte

Ideale Verteilung:

Kompletter Wertebereich besetzt, klarer Anstieg/Abstieg zu den Rändern

Luma-Kanal:

Unterbelichtung (zu geringe Zeichnung in Tiefen): „Gebirge“ rechts abgeschnitten

Überbelichtung (zu geringe Zeichnung in Höhen): „Gebirge“ links abgeschnitten

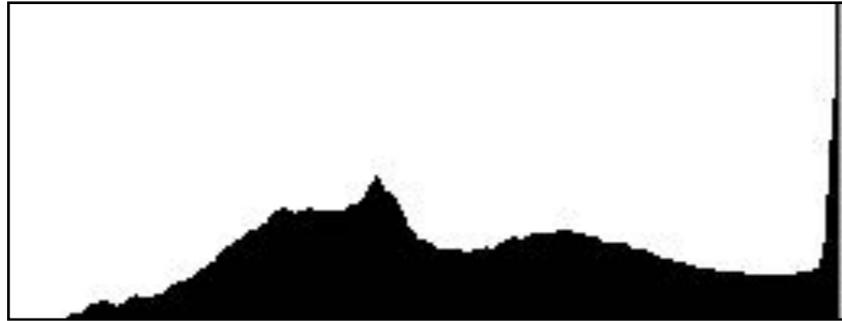
Geringer Kontrast: Schmäler Bereich der Werteskala ausgenutzt

Farbkanäle:

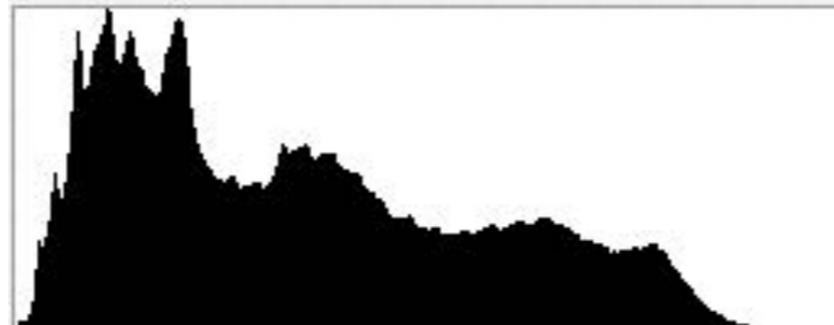
Gelegentlich Beschneidung nur eines Farbkanals
(bei besonders „einfarbigen“ Motiven)

Im Luma-Histogramm nicht zu erkennen

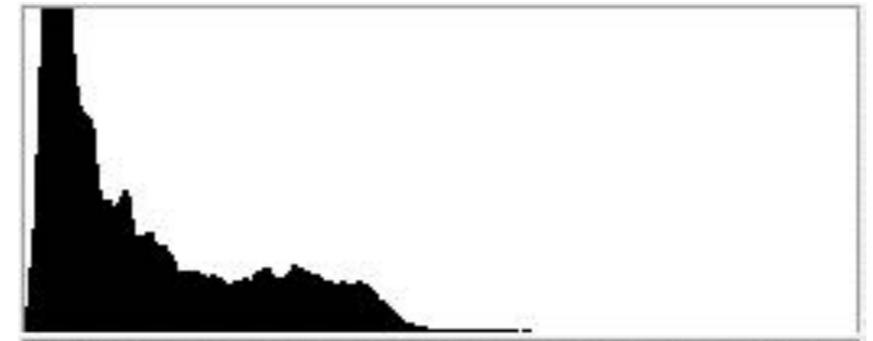
Beispiele zu Histogrammen



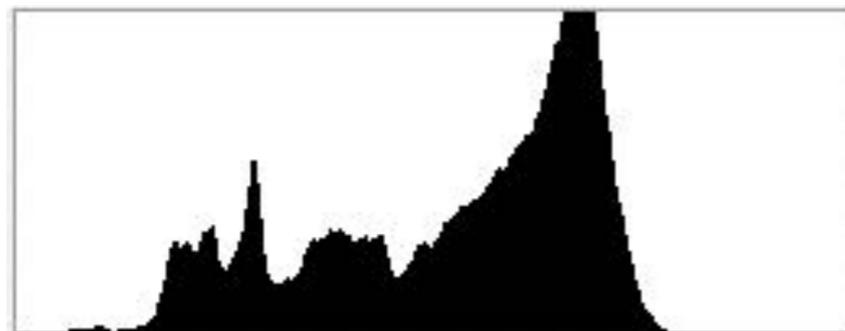
Überbelichtung



Normale Belichtung



Unterbelichtung



Tonwertumfang nicht ausgenutzt
(geringer Kontrast)

Helligkeitskorrektur: Global und selektiv

Globale Helligkeitskorrektur:

Regler für Belichtung (*Exposure*)

Einzelne Bildpartien zu hell oder zu dunkel: Selektiv anpassen

Achtung: Starker Eingriff in Natürlichkeit der Darstellung

Korrektur durch Regler:

Einzelregler für Tiefen, Lichter,

Korrektur mit interaktiven Werkzeugen:

Nachbelichten (*burn*) und Abwedeln (*dodge*)

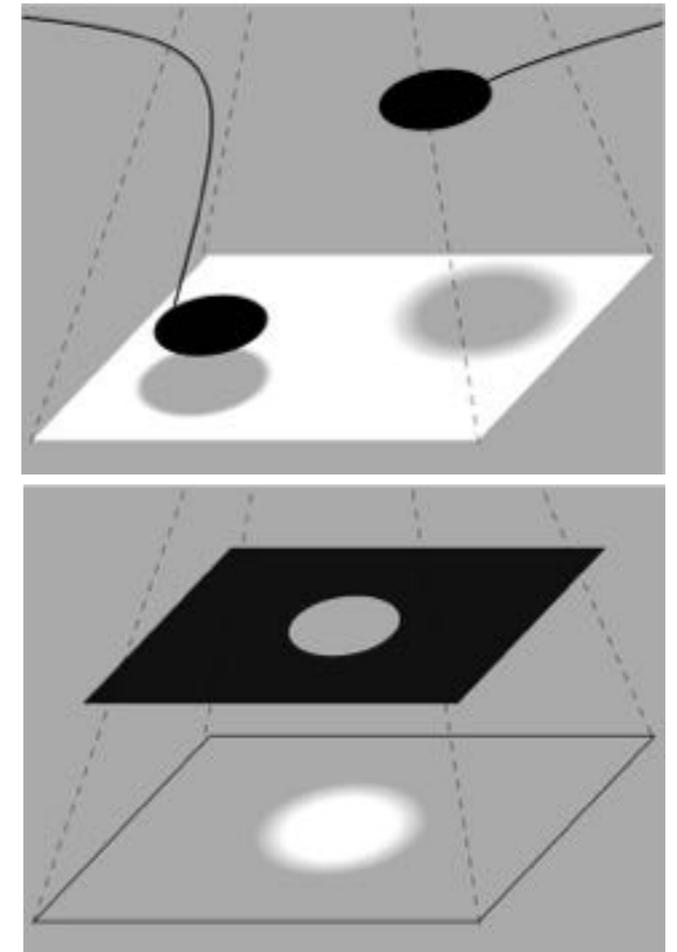
Namen von klassischer Labortechnik entlehnt

Runde Masken (oder Hände), in Bewegung

Wirkungsvoll bei hoher Pixeltiefe des Originals

Destruktive Korrekturen immer über eigene Ebene

Zuerst Ebene duplizieren (ganzes Bild)



Bilder: Wikipedia

Tonwertumfang/Kontrast

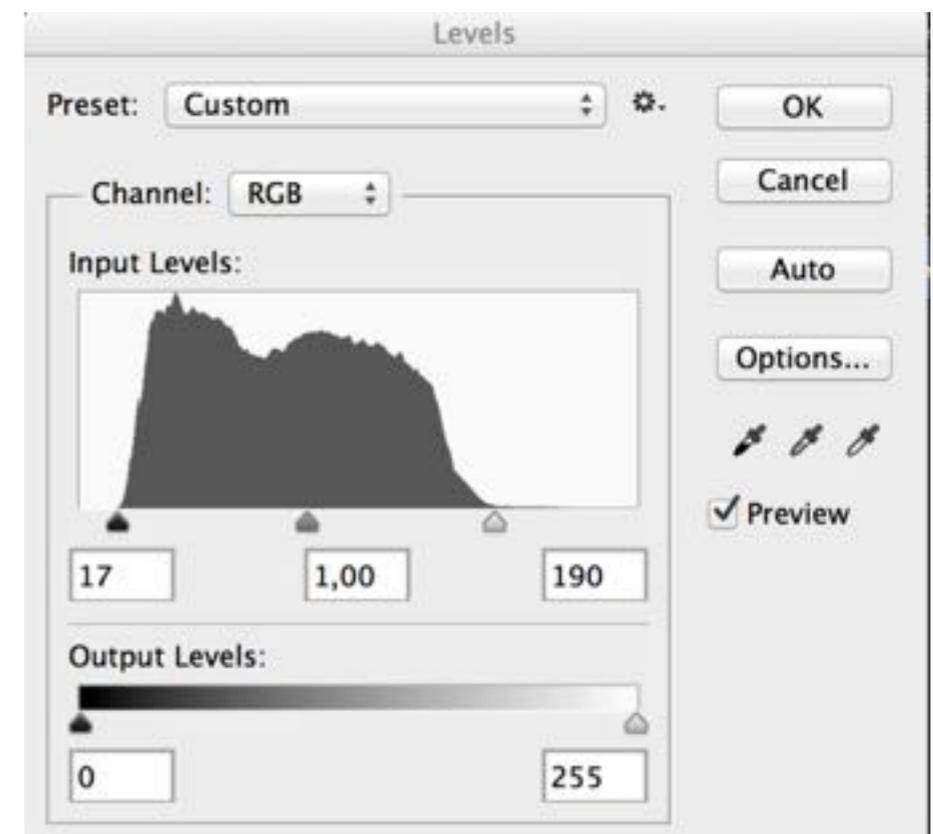
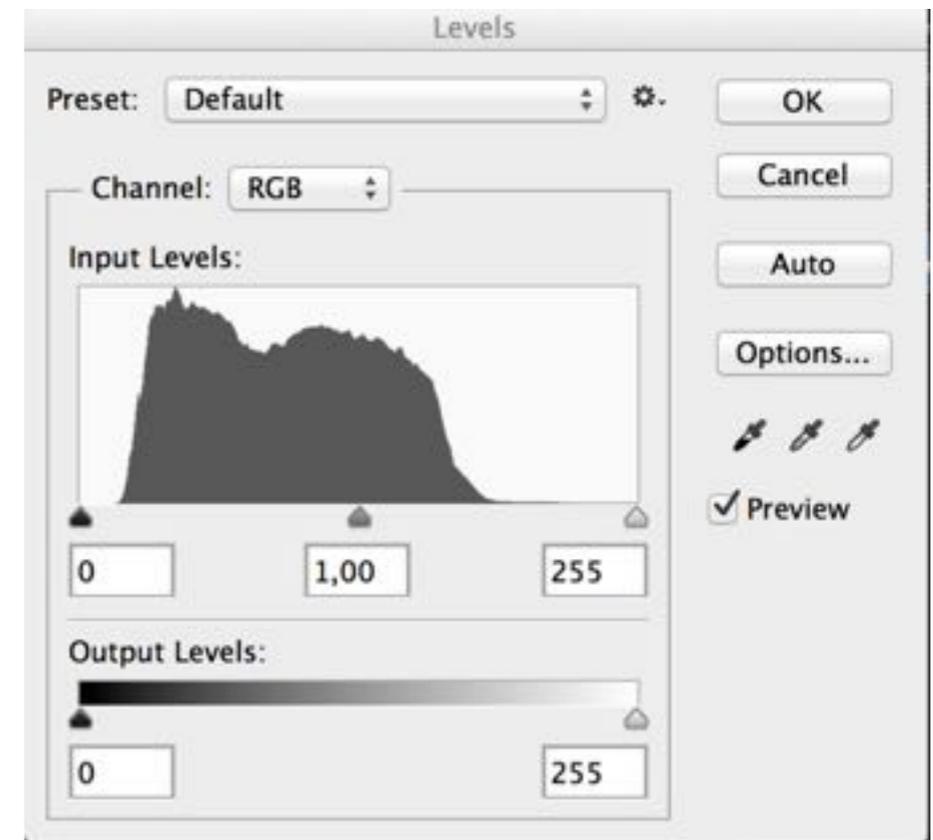
Wertebereiche, die im Bild nicht vorkommen, können (oft) weggelassen werden

Spreizung des Intervalls vorhandener Werte auf Darstellungstiefe

- *Weißpunkt:*
Grenze zu hellen Werten
- *Schwarzpunkt:*
Grenze zu dunklen Werten

Zu starken Kontrast vermeiden!

Gesamthelligkeit nachjustieren



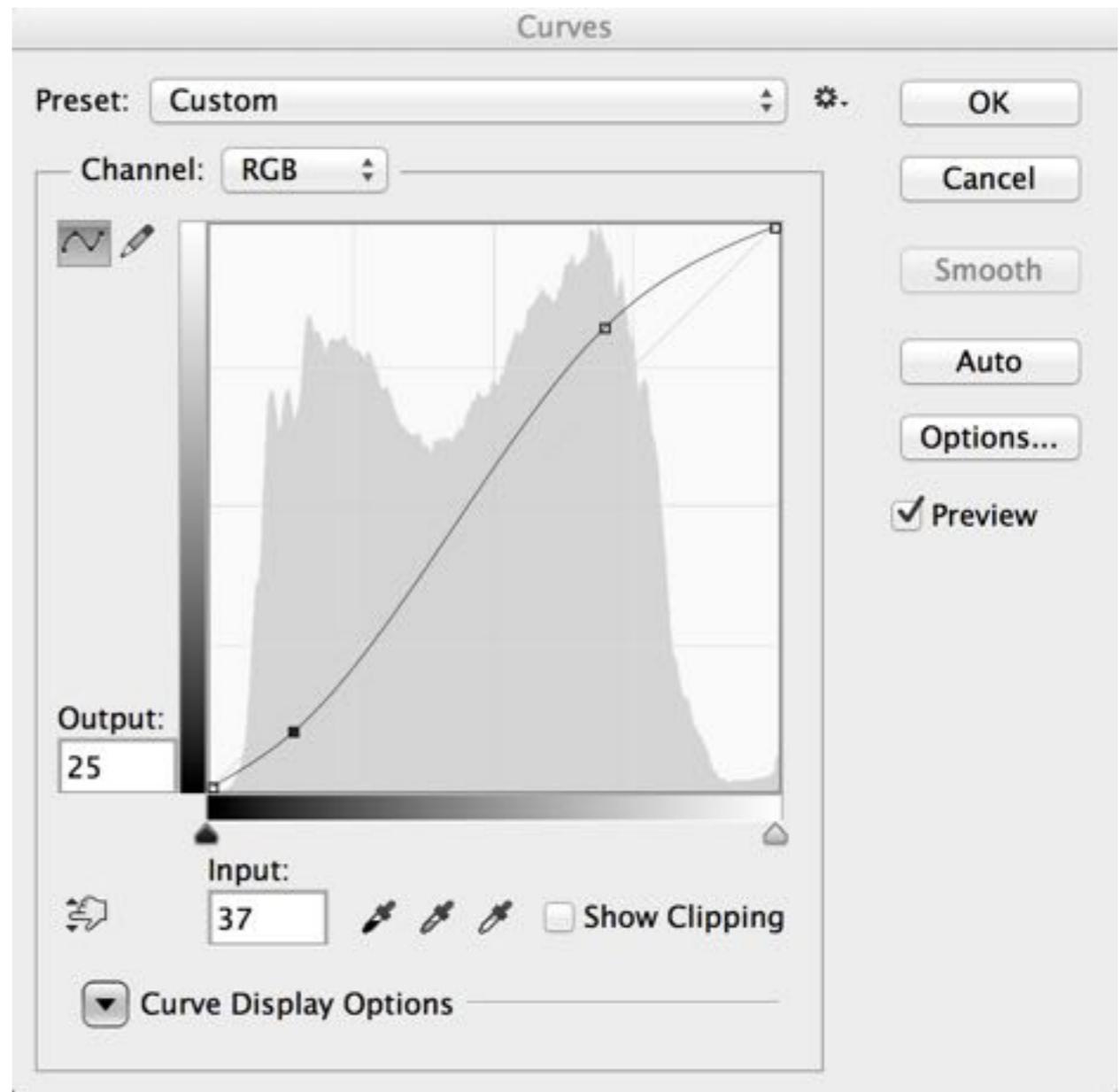
Gradationskurven

Nicht-lineare Modifikation der
Tonwerte

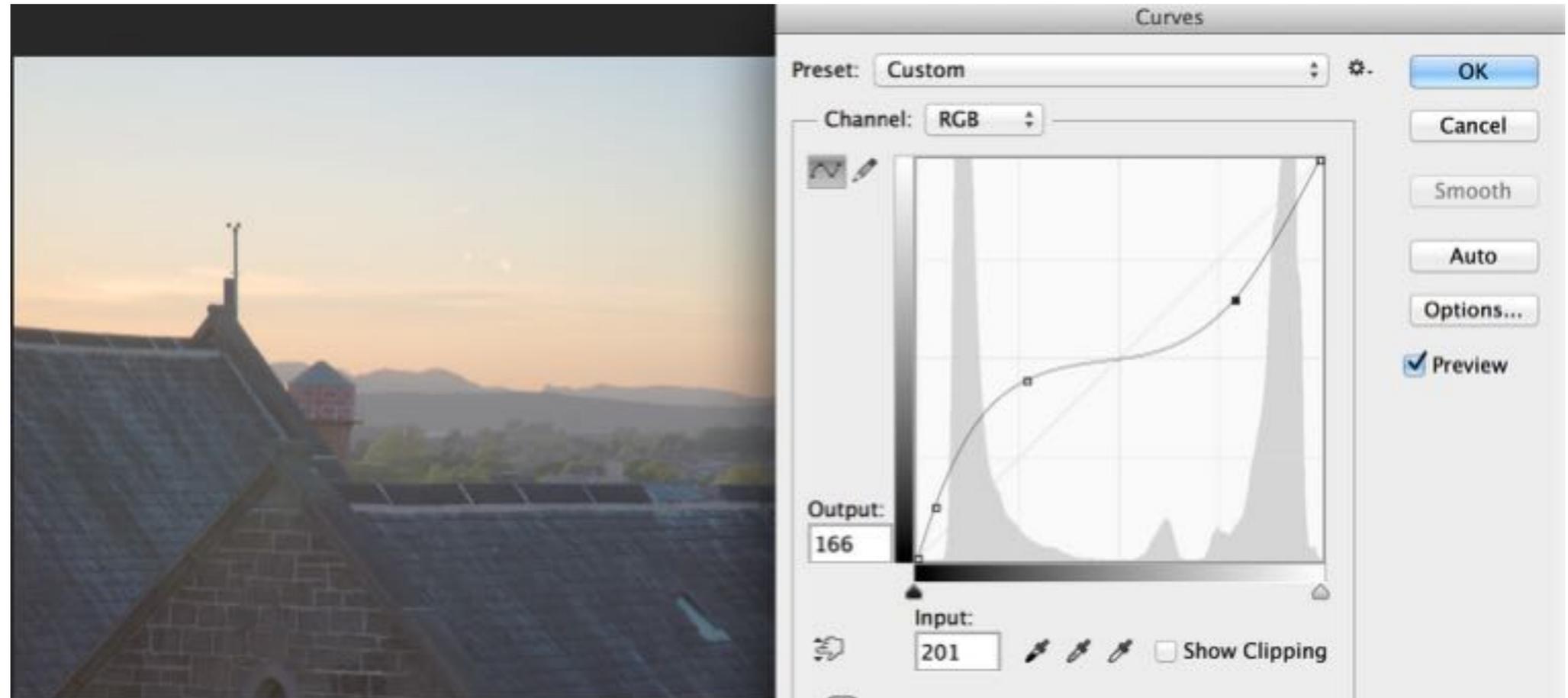
Gradationskurve =
Modifizierte Helligkeit vs.
vorgegebene Helligkeit
Leichte S-Kurve wirkt oft natürlich

Hilfspunkte in Werkzeugen:
Selektion von relevanten
Punkten im Bild

z.B. "Targeted Adjustment"
in Camera Raw

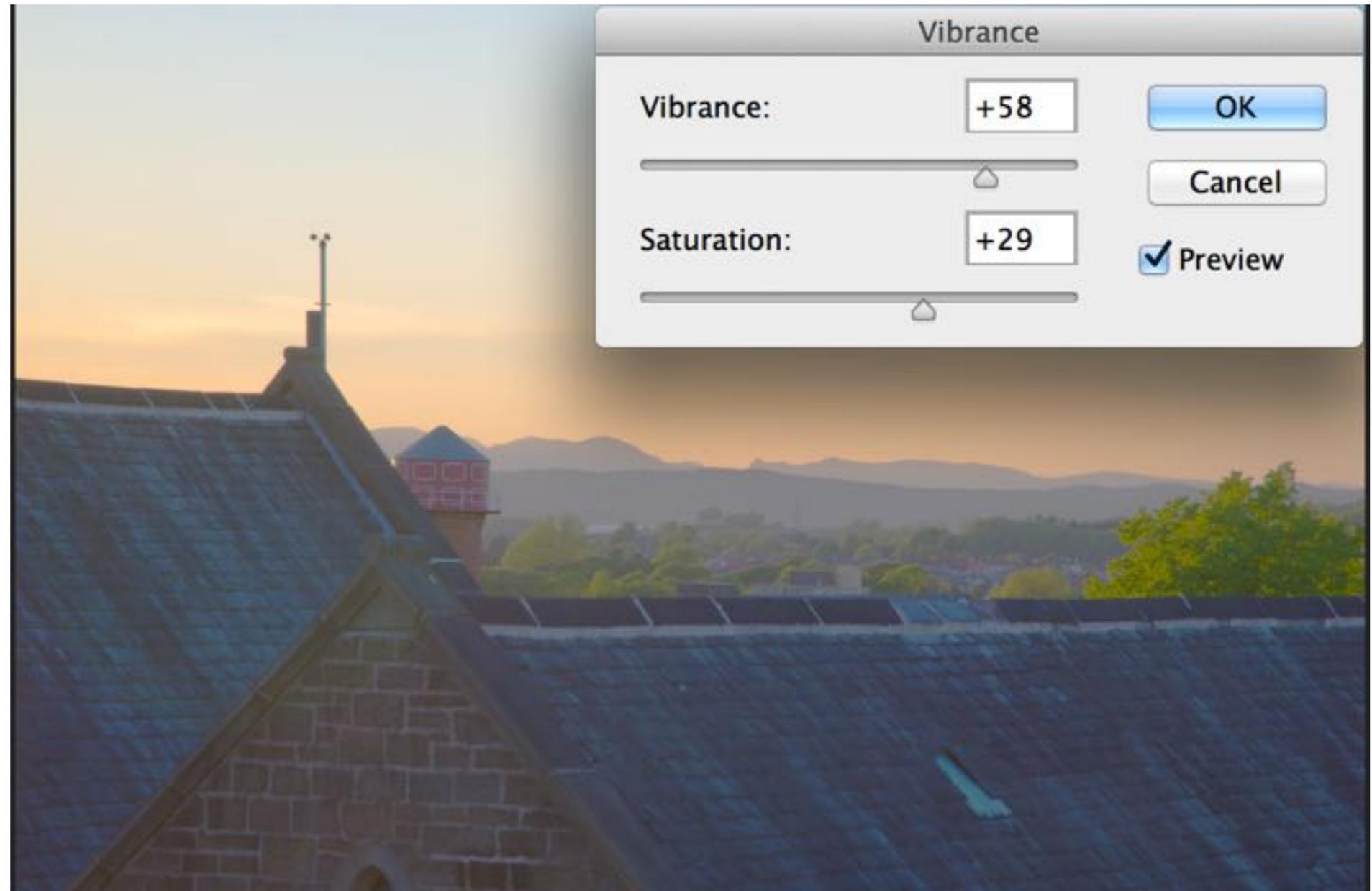


Gradationskurven



Hier: Aufhellen der dunklen Bildbereiche

Sättigung + Dynamik



Hier: Erhöhen der Farbsättigung
„Dynamik“ (*vibrance*): Modifizierte Sättigung nur für wenig gesättigte Farben

Lokale Modifikationen für Bildbereiche

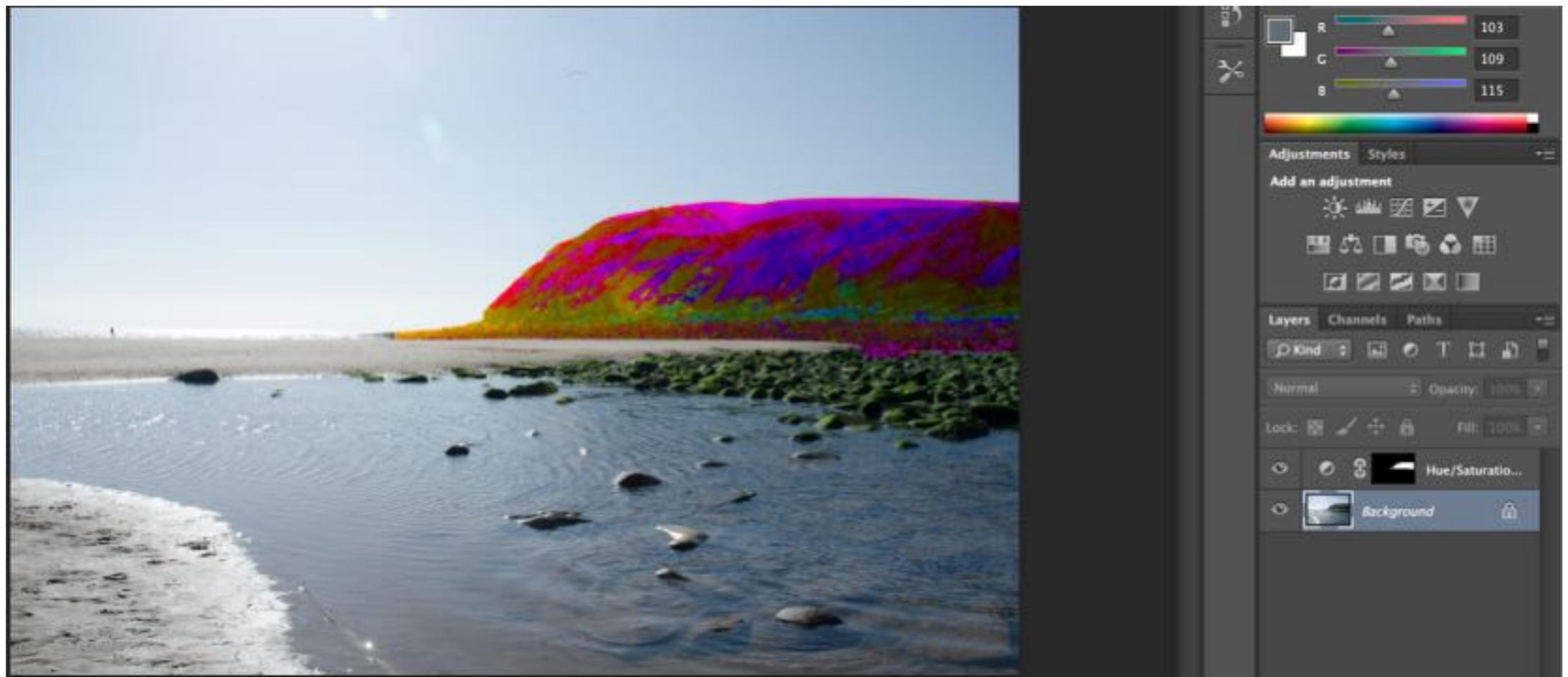
Beispiel: Ein spezielles Objekt im Bild in der Farbe verfremden

Lösung: Verwendung von bildverändernden Techniken:

Ebenen, Freistellen mit Masken!

Anwendbar z.B. für objektlokale Änderung von Kontrast, Helligkeit usw.

Aber auch zur Ableitung völlig neuer Bilder



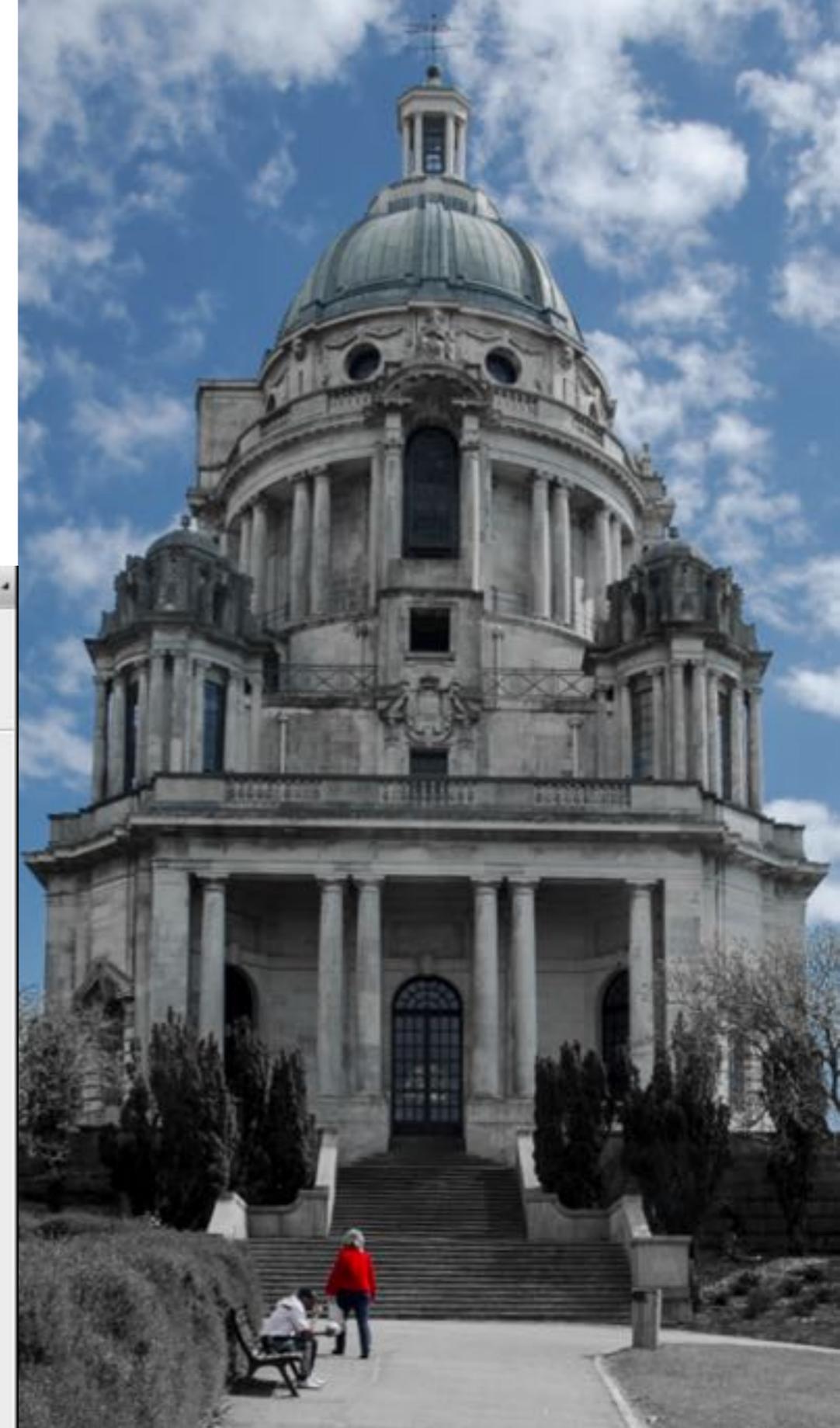
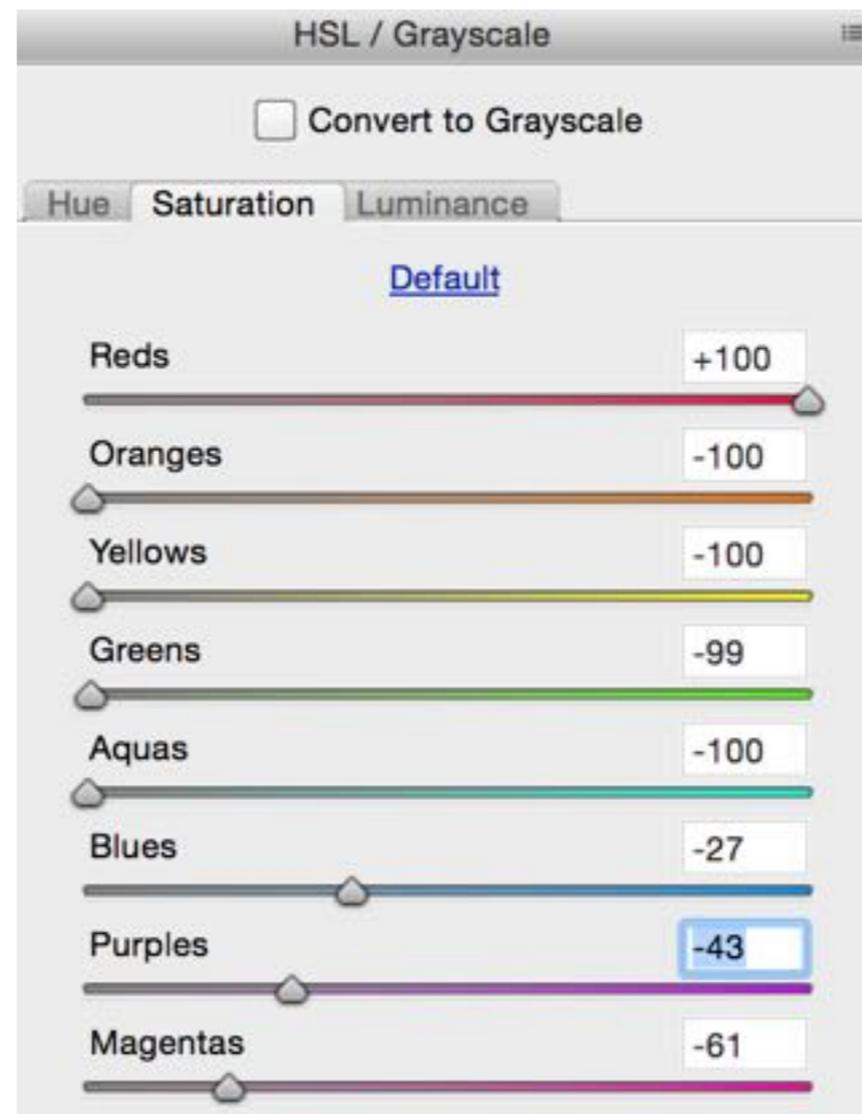
Selektive Farbkorrekturen

Selektive Änderung einzelner Farbtöne:

Himmel, Hauttöne, Grüntöne

Meist Erhöhung der Sättigung

Erst nach der Kontrasteinstellung!



Grundlegender Arbeitsablauf der Bildbearbeitung

Aufnehmen, scannen

Bild in Browser auswählen

Sicherheitskopie des Originals erzeugen

Raw-Konvertierung

Staub und Rauschen entfernen

Rotieren, Ausschnitt, Perspektive, Korrektur optischer Fehler

Farbe des Gesamtbildes

Kontrast, Helligkeit, Sättigung

Selektive Korrektur von Farbe und Kontrast

Schärfen

Bearbeitetes Bild sichern

Drucken / belichten

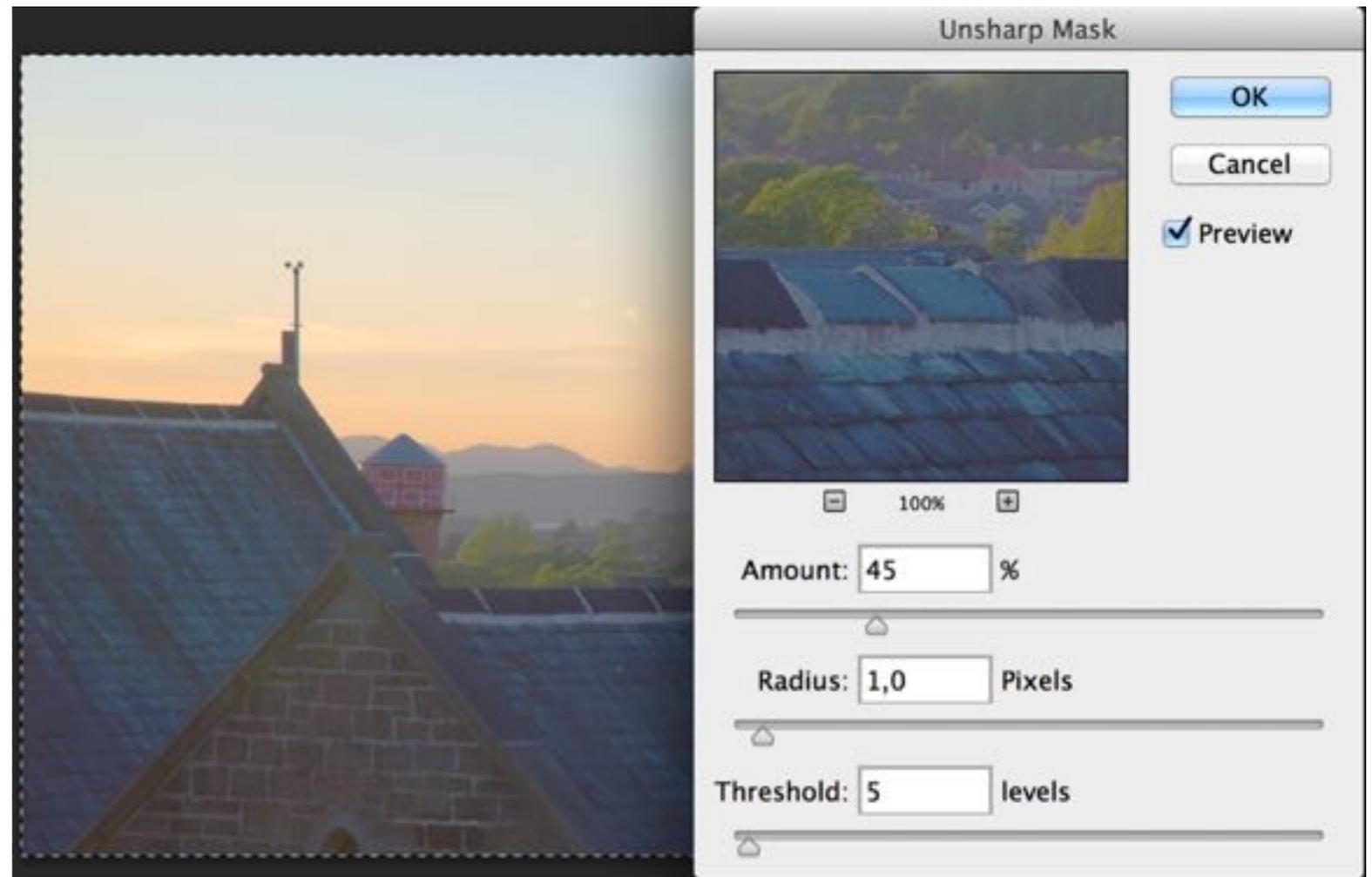
Schärfen

Frühere Technik mit Film hieß „Unscharf Maskieren“

Mathematische Nachbildung davon liefert sehr gute Schärfung
Prinzipiell Hochpassfilterung!

Letzter Schritt in der Kette, nach der Skalierung auf die Zielgröße!

Für Bildschirm eher stärker
Für Print eher schwächer



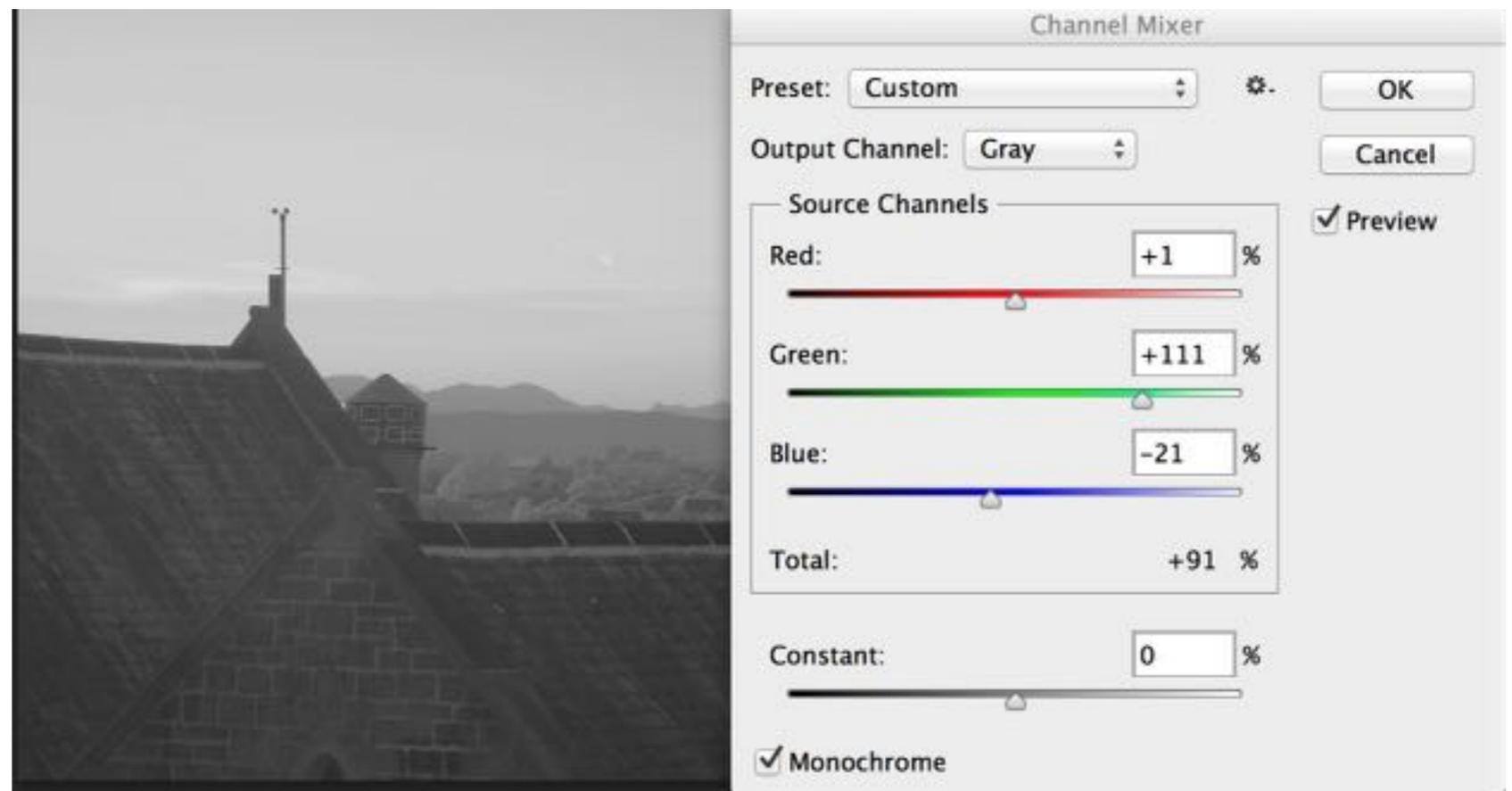
Schwarz-Weiß-Konversion

Die Konversion eines Farbbildes in ein ansprechendes Graustufenbild ist nicht trivial

Modusumstellung des Bildbearbeitungsprogramms genügt nicht

Einfaches Hilfsmittel bei Photoshop: Kanalmixer

Ermöglicht Bestimmung, zu welchem Anteil welcher Farbkanal einfließt
z.B. Verstärkung des Rotkanals



Weitere Filter

Große Palette an Filtern in Photoshop, Gimp etc.

Stilisierungsfiler, Kunstfilter, Malfilter, Zeichenfilter

Nur in Ausnahmefällen zur Fotonachbearbeitung verwendet!

Verfremdung, Abstraktion z.B. für Hintergrundbilder

