

## A2. Technik der digitalen Bildverarbeitung

A2.1 Grundlagen der Fototechnik

A2.2 Bildgestaltung

A2.3 Digitale Fotografie

A2.4 Bearbeitung digitaler Bilder ←

### Literatur:

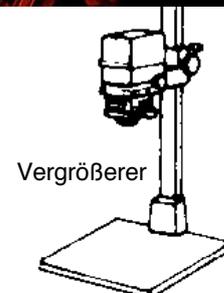
J. Gulbins, Grundkurs Digital Fotografieren, dpunkt 2004

B. + U. Steinmüller, Die digitale Dunkelkammer, dpunkt 2004

<http://www.outbackphoto.com>

## 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

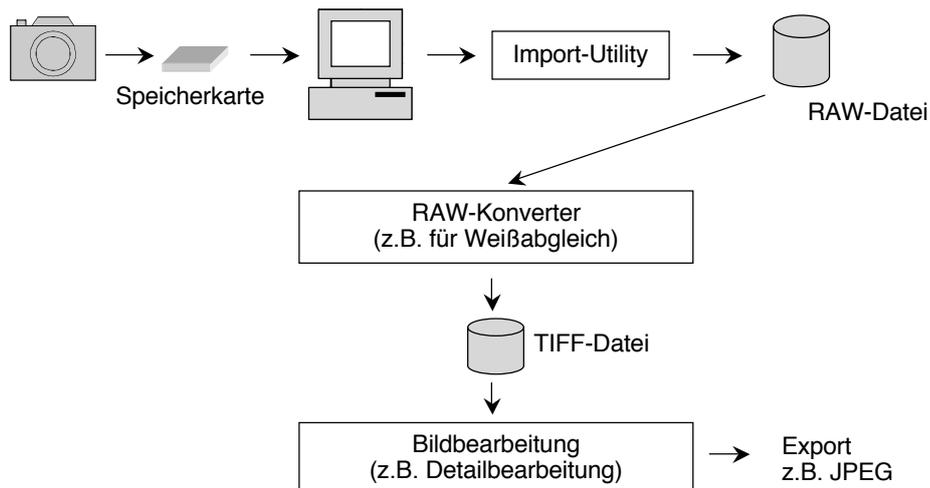
## Software-Werkzeuge

- Bildbearbeitungs-Software
  - Adobe Photoshop (hier verwendete Version: 7.0)
  - The Gimp (Open Source)
- Raw-Konverter (für professionelles Arbeiten)
  - Adobe Camera Raw (Photoshop Plugin)
    - » Bemühung um standardisiertes Raw-Format (DNG Digital Negative)
  - Proprietäre Software von Kamera-Herstellern
    - » Z.B. Nikon Capture, Canon Digital Photo Professional, ...
  - 2006: Apple Aperture vs. Adobe Lightroom
  - Alternativen: Capture One, Bibble, ...?
- Bild-Browser, Bild-Datenbanken
- Utilities
  - Z.B. zum systematischen Benennen von Bilddateien
- Integrierte Anwendungen
  - Z.B. Apple iPhoto

## Grundlegender Arbeitsablauf der Bildbearbeitung



## Konkretes Beispiel: Ablauf in der Praxis

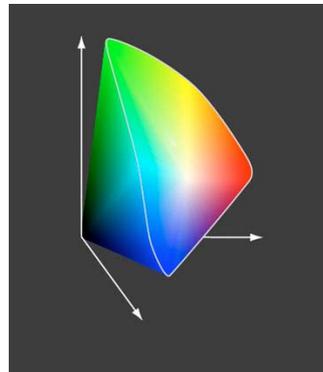


## JPEG oder RAW als Aufnahmeformat?

- 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

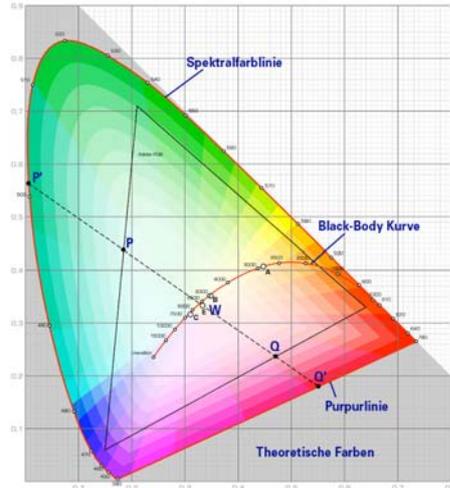
## Color-Management (CM)

- 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
  - Farbwerte immer relativ zum verwendeten Farbraum
  - Farbraum + Farbprofil liefert absoluten Farbwert (z.B. für Monitor)



## Verbreitete Standard-Farbräume

- sRGB
  - Für die Bildschirmdarstellung ausgelegt
  - Kleiner als typischer Farbraum von Digitalkameras
- Adobe RGB (1998):
  - Verbreiteter Standard für Fotobearbeitung
  - Größer als RGB, fast alle druckbaren Farben
- ProPhoto RGB
  - Kodak-spezifischer Standard mit großem Farbumfang
- Apple RGB
  - Apple-spezifisch, kleiner als Adobe RGB, größer als sRGB
- ECI-RGB
  - Speziell für Buch- und Zeitschriftendruck (Druckvorstufe)

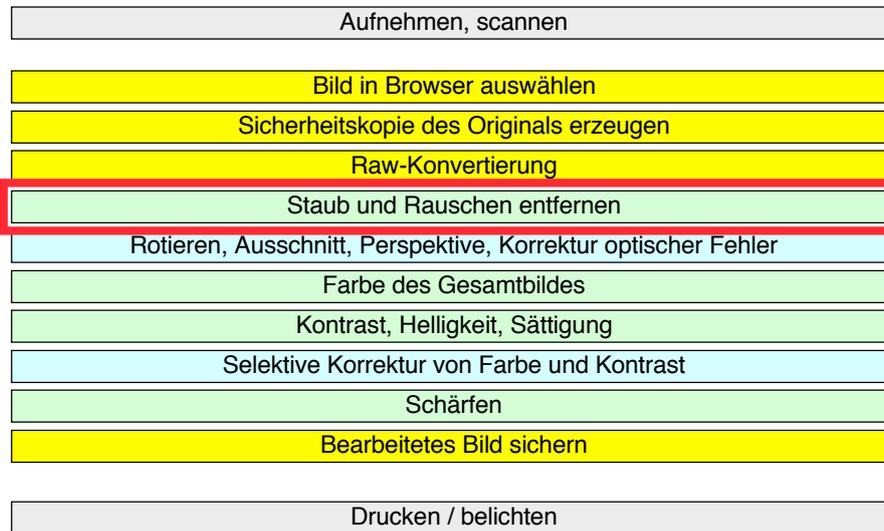


## Globale Farbkorrekturen: Weißabgleich

- Weißabgleich wird nötig durch verschiedene Spektralzusammensetzungen, die subjektiv als „weiß“ empfunden werden
  - Ziel beim Weißabgleich ist die subjektive Wahrnehmung unter Berücksichtigung von Stimmungen
- Weißabgleich ist möglich
  - In der Kamera
  - Im Raw-Konverter
  - In der Nachbearbeitung (nur eingeschränkt)
- Methoden bei der Aufnahme:
  - Automatischer Abgleich
  - Verwendung eines grauen Bildelements als Referenz (bei Aufnahme: Graue Standard-Farbkartons)
- Methoden bei der Raw-Konversion:
  - Manuelle Einstellung



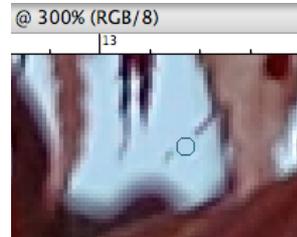
## Grundlegender Arbeitsablauf der Bildbearbeitung



## Störungsfilter



- Rauschen oder Störungen
  - Staub, Kratzer, Digitalisierungsartefakte
- In der Nachbearbeitung:
  - Manuell durch Retusche-Techniken entfernen (z.B. Pinsel, Stempel)
  - Automatische Filter mit erheblichen Nebenwirkungen (Weichzeichnung, Detailverlust): z.B. Photoshop-Filter „Staub und Kratzer entfernen“
- Im Raw-Konverter:
  - Raw-Konverter: Staubentfernung mit Referenzbild (z.B. Nikon Capture)
  - Optimal aber aufwändig



## Grundlegender Arbeitsablauf der Bildbearbeitung



## Geometrische Korrekturen

- Kamera schief gehalten?
  - Horizont gerade (horizontal ;- ) machen mit dem Messwerkzeug
- Perspektivenkorrektur
  - Korrektur von „stürzenden Linien“
  - Wichtig in Kombination mit Weitwinkel-Objektiven
  - Bsp. Photoshop: (Auswahl), Bearbeiten->Transformieren->Perspektivisch verzerren
- Korrektur von Linsenverzerrungen
  - Objektive haben konstruktionsbedingte und bekannte Verzeichnungsfehler
  - Spezialsoftware z.B. *PowerRetouche Lens Corrector*
- Korrektur von Belichtungsfehlern durch Objektive
  - Z.B. „Vignettierung“
  - Oft bei herstellerspezifischen Raw-Konvertern möglich
  - Berücksichtigt Brennweite, Blenden- und Entfernungseinstellung zum Aufnahmezeitpunkt sowie Objektivtyp



## Ausschnitt wählen



- Bildaufbau kann hier nochmal grundlegend verändert werden!
  - Bildaufteilung
  - Störende Objekte
- Was hier weggeschnitten wird, geht später auch bei Helligkeit+Kontrast nicht mehr ein!

## 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

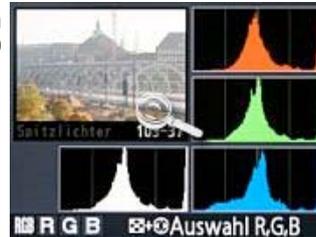
Bearbeitetes Bild sichern

Drucken / belichten

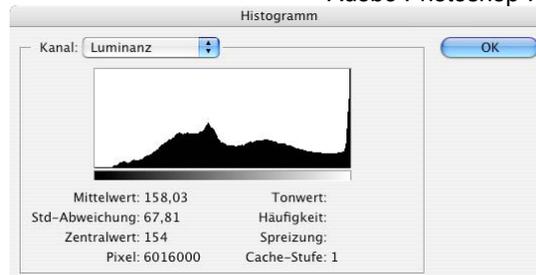
## Histogramm der Helligkeitsverteilung

- Histogramm:
  - Allgemeines Konzept der mathematischen 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



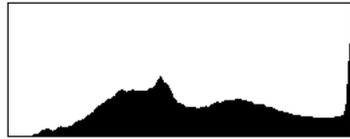
Adobe Photoshop 7



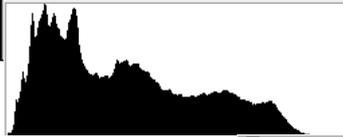
## Bildbeurteilung mit Histogrammen

- Begriffe:
  - *Tiefen* (= niedrige, dunkle Werte), *Lichter* (= hohe, helle Werte), *Mitteltöne*
  - *Low-Key*, *High-Key*, *Average-Key*: Schwerpunkt der Werte
- Ideale Verteilung:
  - Kompletter Wertebereich besetzt, klarer Anstieg/Abstieg zu den Rändern
- Luminanz-Kanal:
  - Unterbelichtung (zu geringe Zeichnung in Tiefen) bzw. Überbelichtung (zu geringe Zeichnung in Höhen): „Gebirge“ am Rand abgeschnitten
  - Geringer Kontrast: Schmalere Bereich der Werteskala ausgenutzt
- Farbkanäle:
  - Gelegentlich Beschneidung nur eines Farbkanals (bei besonders „einfarbigem“ Motiven)
  - Im Luminanz-Histogramm nicht zu erkennen

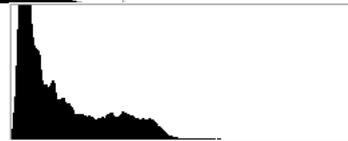
## Beispiele zu Histogrammen



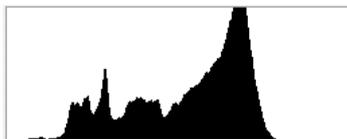
Überbelichtung



Normale Belichtung



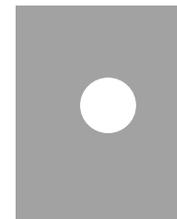
Unterbelichtung



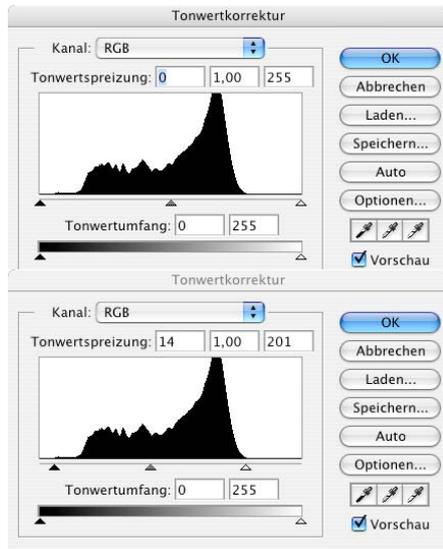
Tonwertumfang nicht ausgenutzt  
(geringer Kontrast)

## Abwedeln, Nachbelichten etc.

- Selektive Helligkeitskorrektur:
  - Bildpartien zu hell: Nachbelichten
  - Bildpartien zu dunkel: „Abwedeln“
- Namen von klassischer Labortechnik entlehnt
  - Pappmasken wie hier skizziert, müssen immer in Bewegung sein
- Wirkungsvoll bei hoher Pixeltiefe des Originals
- Abwedeln idealerweise bei Photoshop über eigene Ebene
  - (sh. Steinmüller S. 135)
- Weitere ähnliche Hilfsmittel:
  - Selektive Weichzeichnung und Scharfzeichnung
  - Schwamm
  - Wischfinger



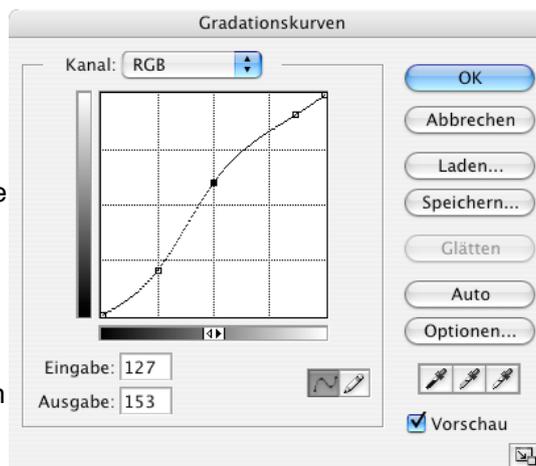
## Tonwertumfang/Kontrast



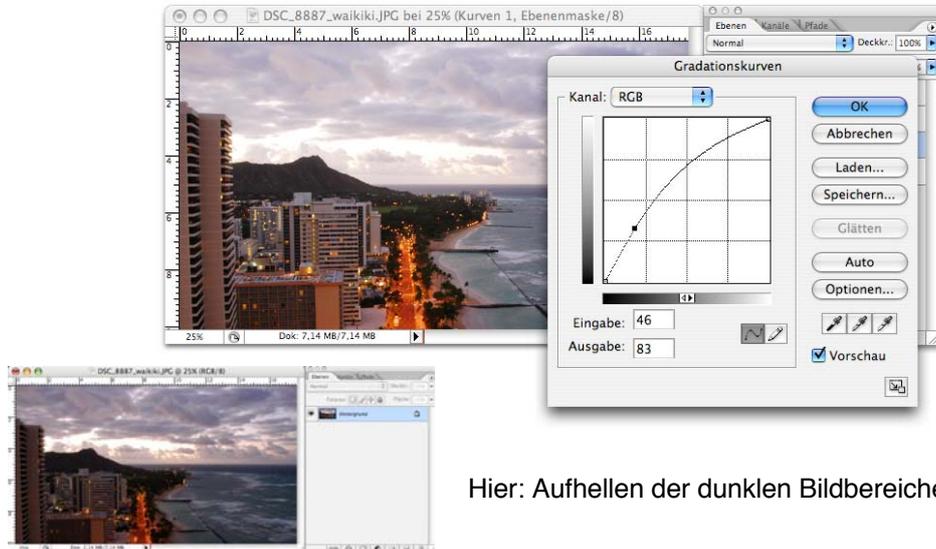
- Wertebereiche, die im Bild nicht vorkommen, können (oft) weggelassen werden
  - Spreizung des Intervalls vorhandener Werte auf Darstellungstiefe
- *Weißpunkt*: Grenze zu hellen Werten
- *Schwarzpunkt*: Grenze zu dunklen Werten
- Tipp zu Photoshop: Drücken der „Alt“-Taste macht die weggeschnittenen Bildteile optisch sichtbar
- Zu starken Kontrast vermeiden!
- Gesamthelligkeit nachjustieren

## Gradationskurven

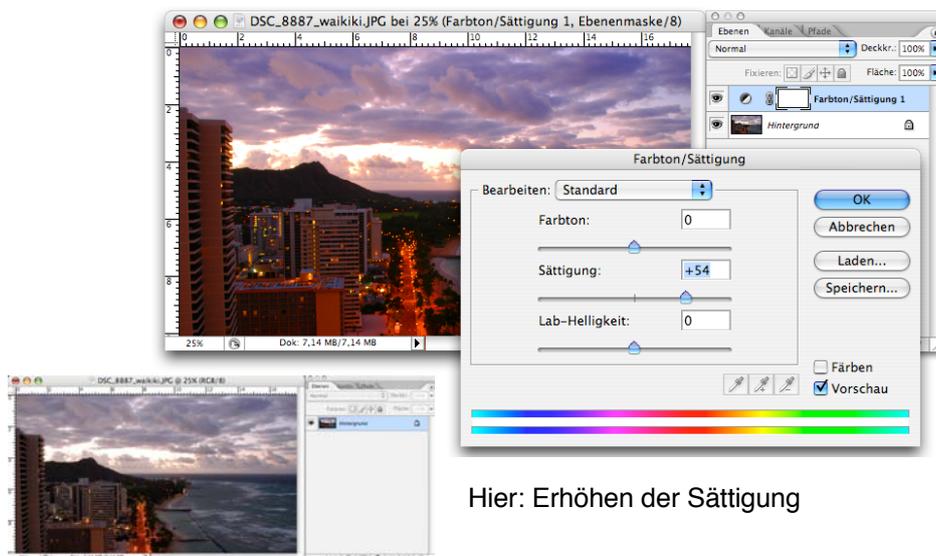
- Statt einer linearen Spreizung ist oft eine nicht-lineare Modifikation der Tonwerte sinnvoll
- Gradationskurven erlauben die interaktive Modifikation mit direkter Vorschau
- Oft sinnvoll: Leichte S-Kurve (entspricht dem Verhalten von fotografischem Film)
- Photoshop: Auswahl von Hilfspunkten über Bilddarstellung (via Pipetten-Werkzeug) möglich



## Gradationskurven

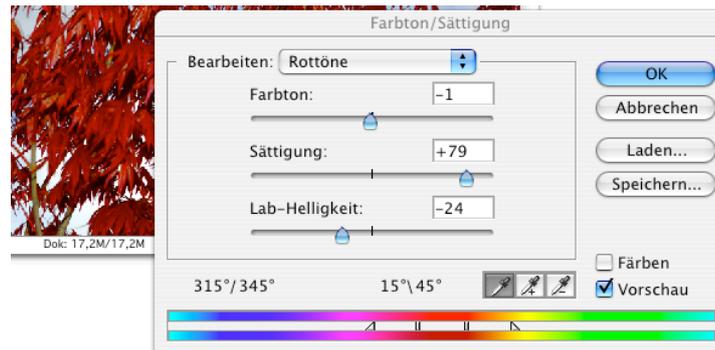


## Farbton + Sättigung

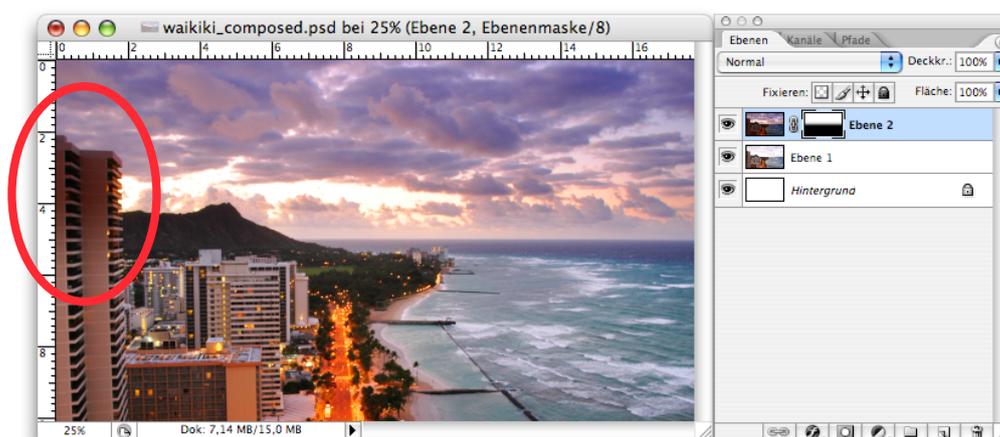


## Selektive Farbkorrekturen

- Z.B. mit „Farbton/Sättigung“ in Photoshop selektive Änderung einzelner Farbtöne möglich:
  - Himmel, Hauttöne, Grüntöne
  - Meist Erhöhung der Sättigung
- Sollte unbedingt erst **nach** der korrekten Kontrasteinstellung erfolgen!



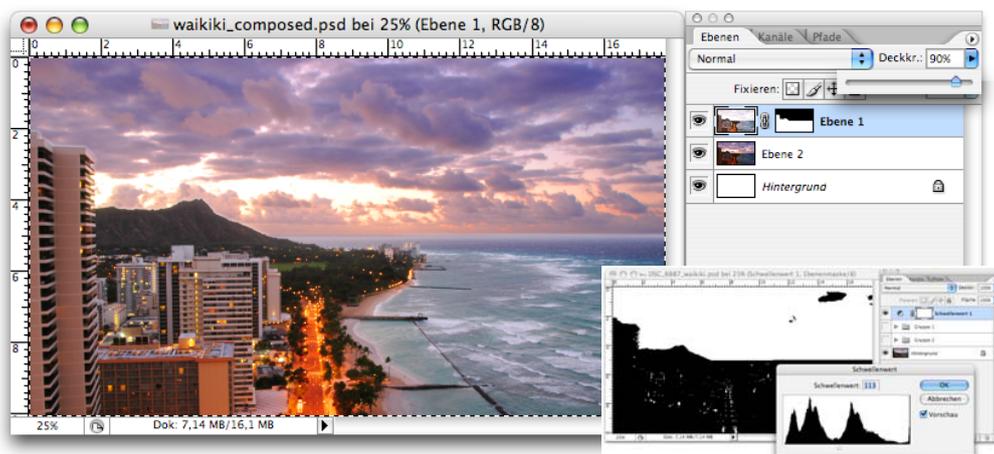
## Mischen verschiedener Korrekturen



- Problem hier: Trennlinie ist nicht gerade!



## Ebenenmasken



- Z.B. durch Schwellwertbildung aus dem Bild selbst ableiten und dann unscharf machen

## Grundlegender Arbeitsablauf der Bildbearbeitung



## Schärfen



- Frühere Technik mit Film hieß „Unschärf Maskieren“
  - Mathematische Nachbildung davon liefert immer noch sehr gute Schärfung
  - Ansonsten prinzipiell Hochpassfilterung!
- Letzter Schritt in der Kette, Nach der Skalierung auf die Zielgröße!
  - Für Bildschirm eher stärker
  - Für Print eher schwächer

## Ergebnis

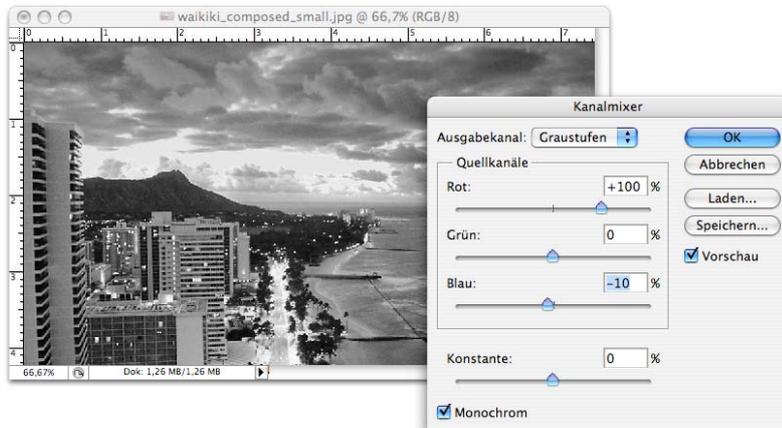


- Horizont gerade, Ausschnitt wählen
- Himmel kräftiger, Häuser heller
- Beide Korrekturen kombiniert
- Größe für Bildschirmdarstellung
- Schärfen
- Negativrand

## Schwarz-Weiß-Konversion

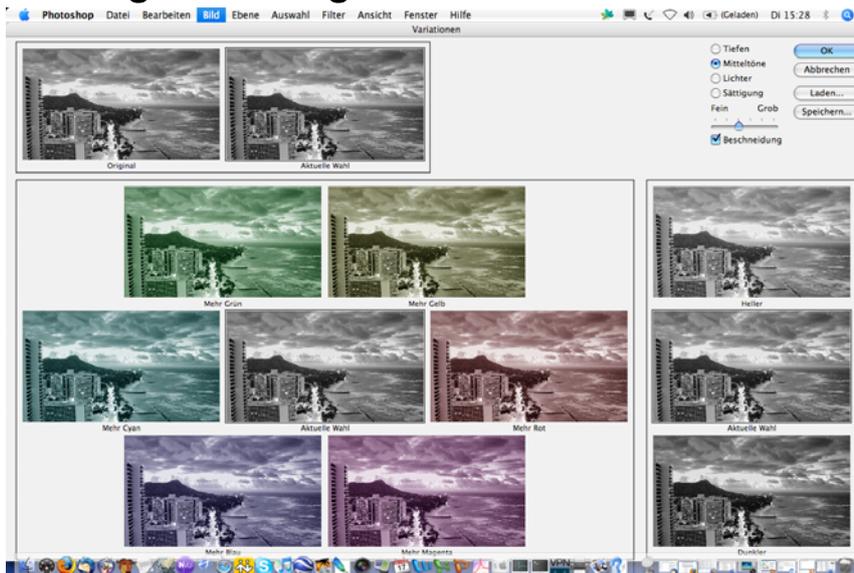
- Die Konversion eines Farbbildes in ein ansprechendes Graustufenbild ist nicht trivial
  - Modusumstellung des Bildbearbeitungsprogramms genügt nicht
- Einfaches Hilfsmittel bei Photoshop: Kanalmixer
  - Ermöglicht Bestimmung, zu welchem Anteil welcher Farbkanal einfließt
  - Z.B. Verstärkung des Rotkanals
- Verfeinerte Hilfsmittel:
  - Abstimmung der Tonwertkorrektur
- Spezialsoftware
  - Z.B. *PowerRetouche B&W Studio*
  - Ermöglicht u.a. Simulation des Verhaltens realer S/W-Filmtypen

## Schwarzweiss im Kanalmixer



- Idee: Bilde die Wirkung von Farbfiltern in der SW-Fotografie nach
  - Rot verstärkt Wolken
  - Grün mach unreine Haut glatt

## Tonung für Anfänger: Variationen



## 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

