



# JENIFFER: Wie die Farbe in das Digitalbild kommt

Claudia Grosch  
Joachim Groß

# Gliederung

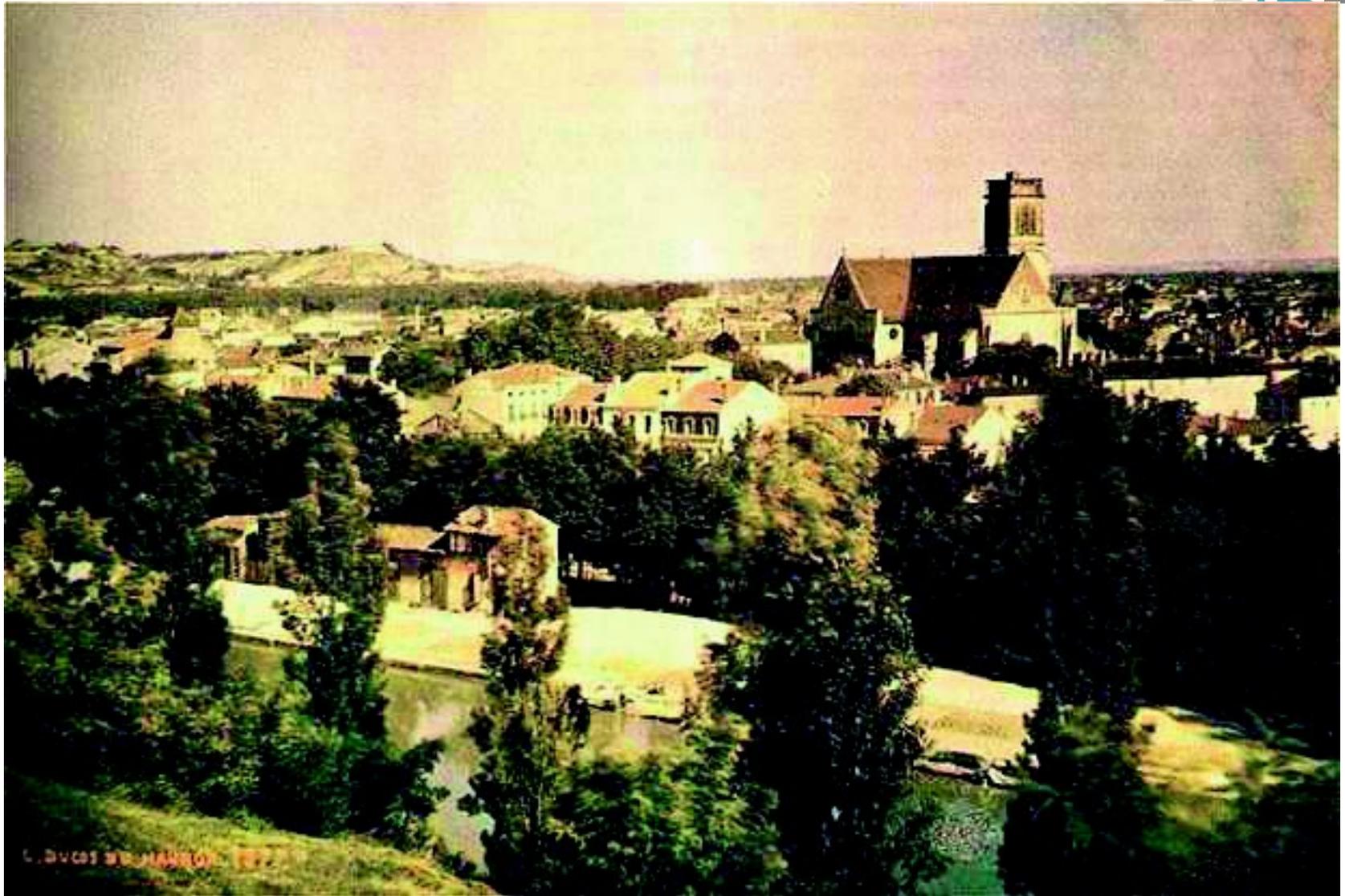
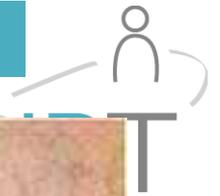


- Wie kommt die Farbe in das Digitalbild
- Interpolationsverfahren
- Dateiformate: Von JPEG zu NEF und DNG
- JENIFFER: Die Oberfläche
- JENIFFER: Arbeitsweise
- JENIFFER: Die Verfahren
- JENIFFER: Die Softwarestruktur
- Ausblick

# Farbe in der Fotografie



- Fotografische Verfahren gibt es seit ~ 1823
- erste Versuche zur Farbfotografie ab 1877
- ernsthafte Verfahren seit ~ 1950
  
- Farbfilm: Drei Farbfilter übereinander, Silberbromidfilm
  
- jeder Bildpunkt hat die Information aller drei Grundfarben  
Rot – Grün – Blau (RGB)

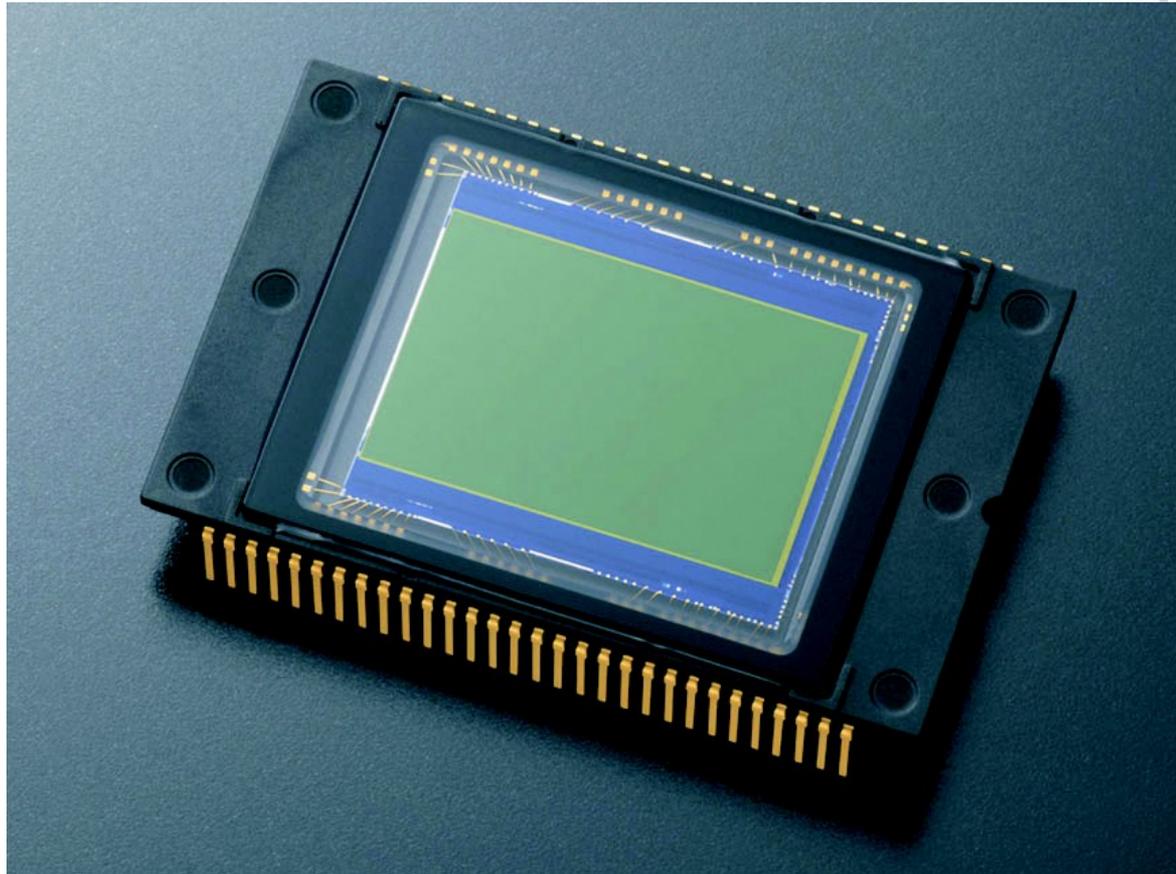


dreifarbiger Pigmentdruck: Ducos du Hauron, 1877

...in der Digitalfotografie jedoch...



- im Digitalen ist die Situation grundlegend unterschiedlich
- statt des Films: Digitalsensor (CCD oder CMOS) bestehend aus einzelnen Pixeln
  - heute typischerweise bis zu 8 Millionen Pixel je Sensor
- aber: jedes Pixel „sieht“ nur Helligkeitsunterschiede
- die Digitalkamera ist prinzipiell **farbblind**

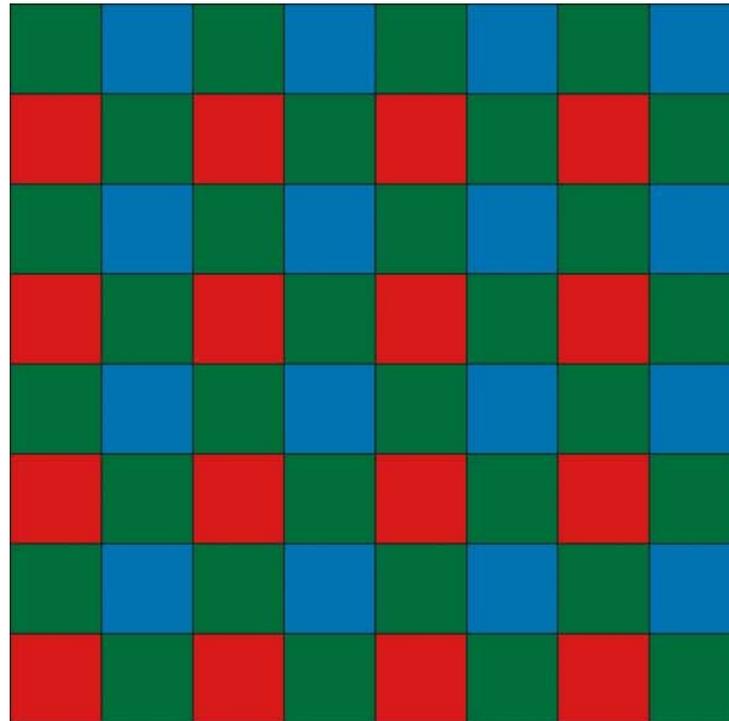


CMOS-Sensor der Nikon D2X mit 12,4 Megapixel



- Kodak (Dr. Bryce E. Bayer ) erfindet deshalb das Bayer-Mosaik:
  - Bedampfung des Sensors mit Mosaik in den Farben RGB
  - 50 % Grün (jedes 2. Pixel), 25 % Rot und 25 % Blau (je jedes 4. Pixel)
  - die Bildverarbeitungssoftware muss dieses Muster auflösen, so dass jedes Pixel alle 3 Farben hat:
  - **Demosaicing** („Debayerize“)

# Das Bayer-Mosaik

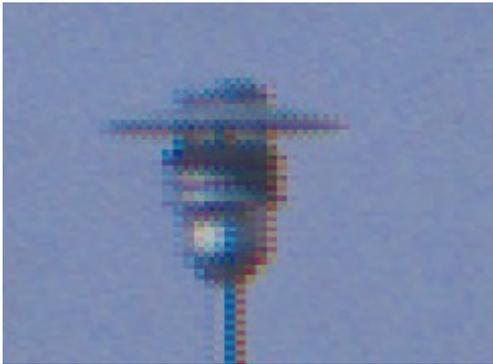


# Demosaicing



- Auflösung des Bayer-Mosaiks: mathematische Interpolation
- es gibt zahlreiche unterschiedliche Verfahren
  - sehr schnelle – aber ungenaue Verfahren wie „Nächster Nachbar“
  - sehr hochwertige, aber rechenintensive Verfahren wie das beliebte „Bikubisch“
  - am besten: Adaptive Verfahren

# Vergleich verschiedener Verfahren



...und welches Verfahren nehmen Sie???



- die meisten Kameras wenden bereits in der Kamera ein Interpolationsverfahren an
- die Kamera ist dann wirklich die „Black Box“
  - kein Einfluss auf das Verfahren
  - keine Möglichkeit der Optimierung

# Dateiformate (I)



## ■ JPEG

- beliebtes verlustbehaftet komprimiertes Dateiformat
- dreifarbige Pixel: Interpolation ist bereits erfolgt
- nettes kompaktes Endformat, für die Bearbeitung ungeeignet

## ■ TIFF

- Universales Dateiformat, nicht verlustbehaftet komprimiert
- dreifarbige Pixel
- sehr große Dateien

# Dateiformate (II)



- viel besser: Digitale Roh-Formate: RAW
  - Rohdaten direkt aus dem Sensor ohne Bildverarbeitung in der Kamera
  - herstellerspezifische Formate
  - Nikon: nef, Canon. crw (alt) und cr2 (neu)
  
  - neuer Ansatz (Herbst 2004):  
Adobe Universalformat DNG (Digitales Negativ)
    - die meisten proprietären Formate können nach DNG konvertiert werden
  
- aber: RAW-Verarbeitung benötigt Software

# JENIFFER



## ■ JENIFFER

### □ **Java Extended Nef Image File Format Editor**

□ erste und einzige RAW-Software mit verschiedenen, offengelegten und frei wählbaren Interpolationsverfahren

## ■ 2004: Michael Keßler

□ Diplomarbeit JENIFFER

## ■ 2005: Praxissemesterarbeit am CCIDT

# JENIFFER: Die Oberfläche



- beim ersten Start Wahl zentraler Parameter
  - Sprache (deutsch/englisch/spanisch)
  - Speicherbedarf der Software
  
- zentrale Elemente
  - Hauptfenster (Einzelbild, „Leuchttisch“)
  - Werkzeugleiste
  - Metadaten
  - Histogramm

# Ziele



- Vereinfachung des Startprozesses
- Mehrsprachigkeit
- Gedächtnisfunktionen
- undo
- Überarbeitung von Algorithmen
- Erweiterung der BV-Funktionen

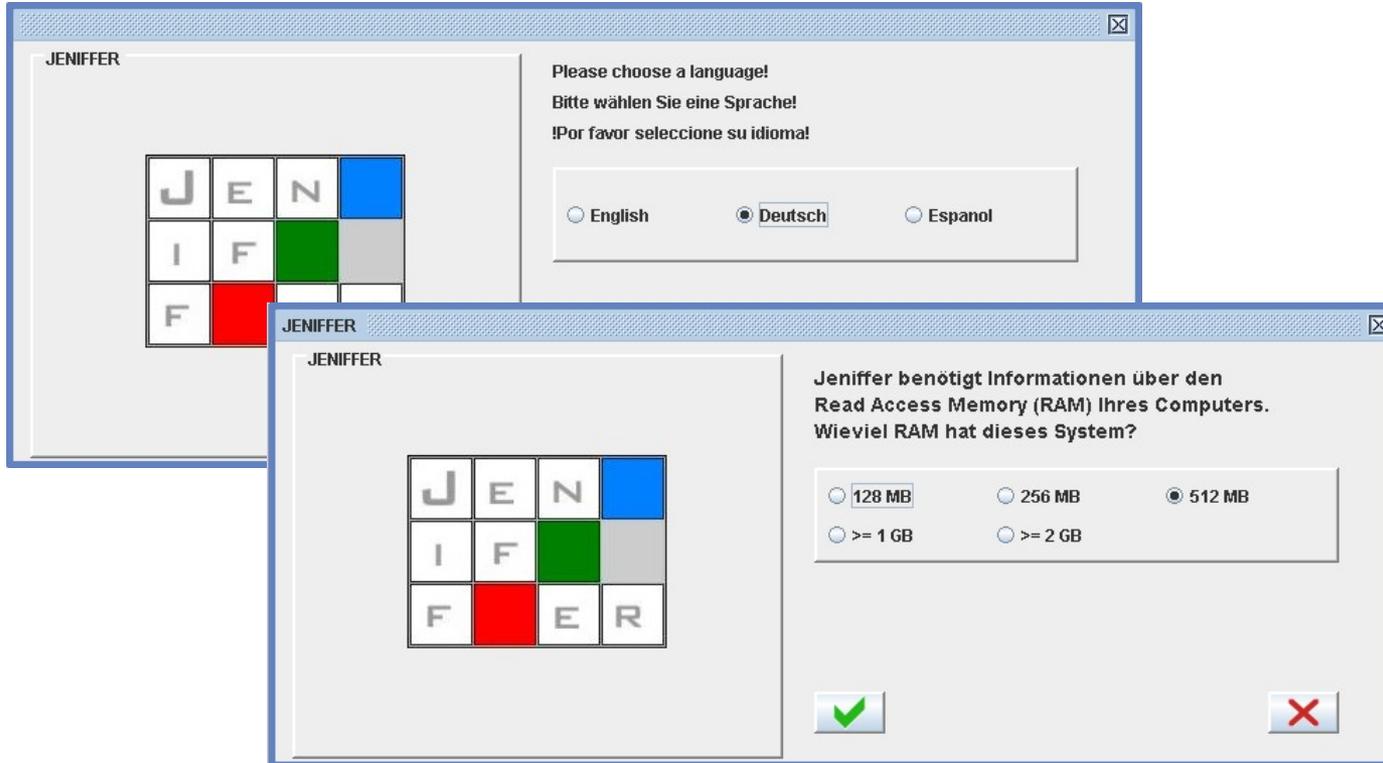




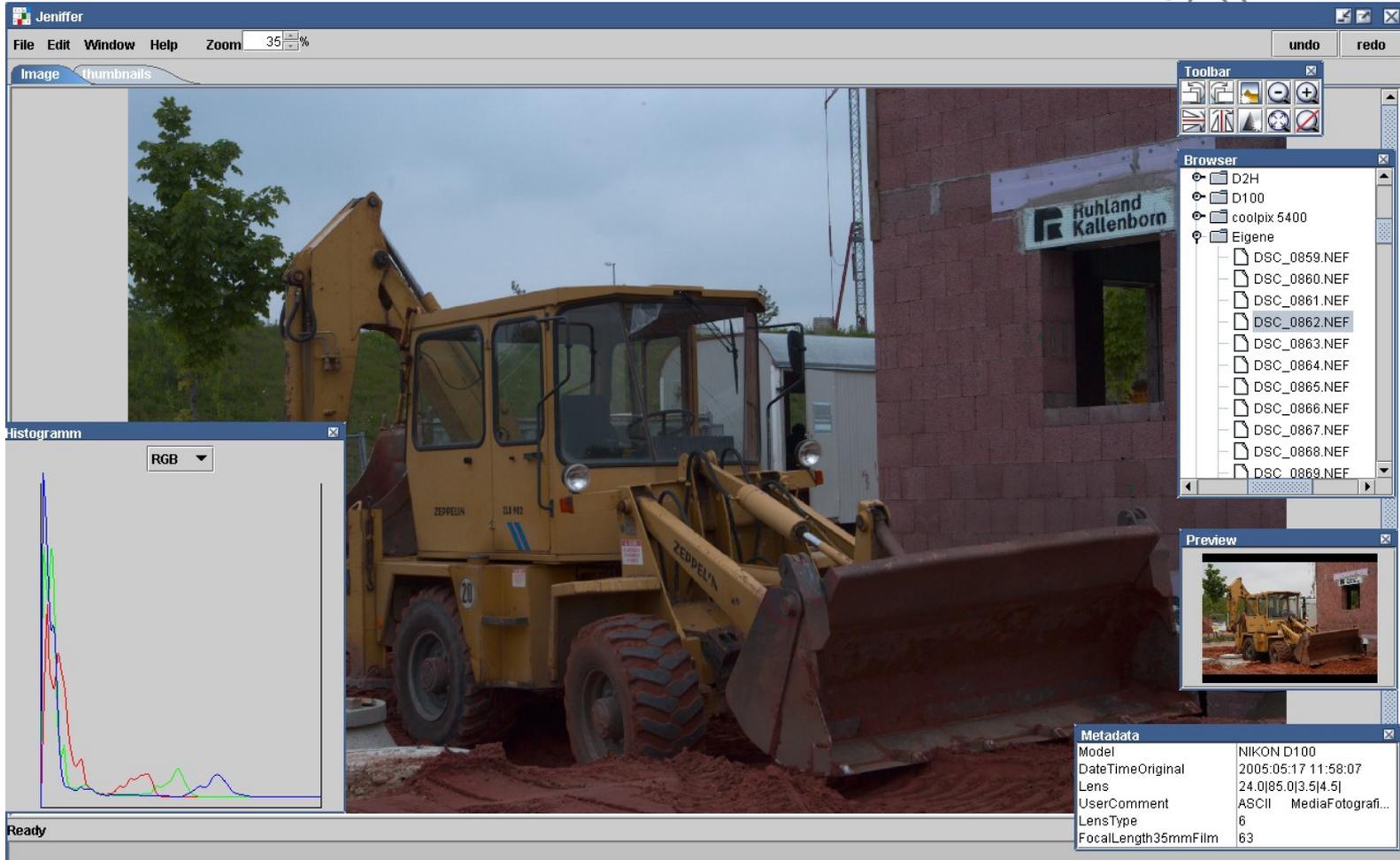
# Startprozess

- JENIFFER benötigt Parameter für JVM
- Vorher:
  - Parametereingabe über Konsole
  - Parametereingabe über Entwicklungsumgebung (z.B. eclipse)
- Jetzt: Zwei Java Virtual Machines:
  - Startdialoge (2 MB)
  - JENIFFER (Xms, Xmx)

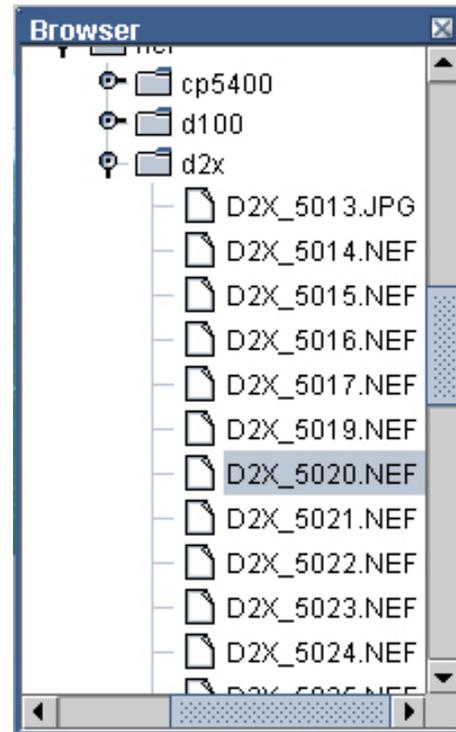
# Die Startdialoge



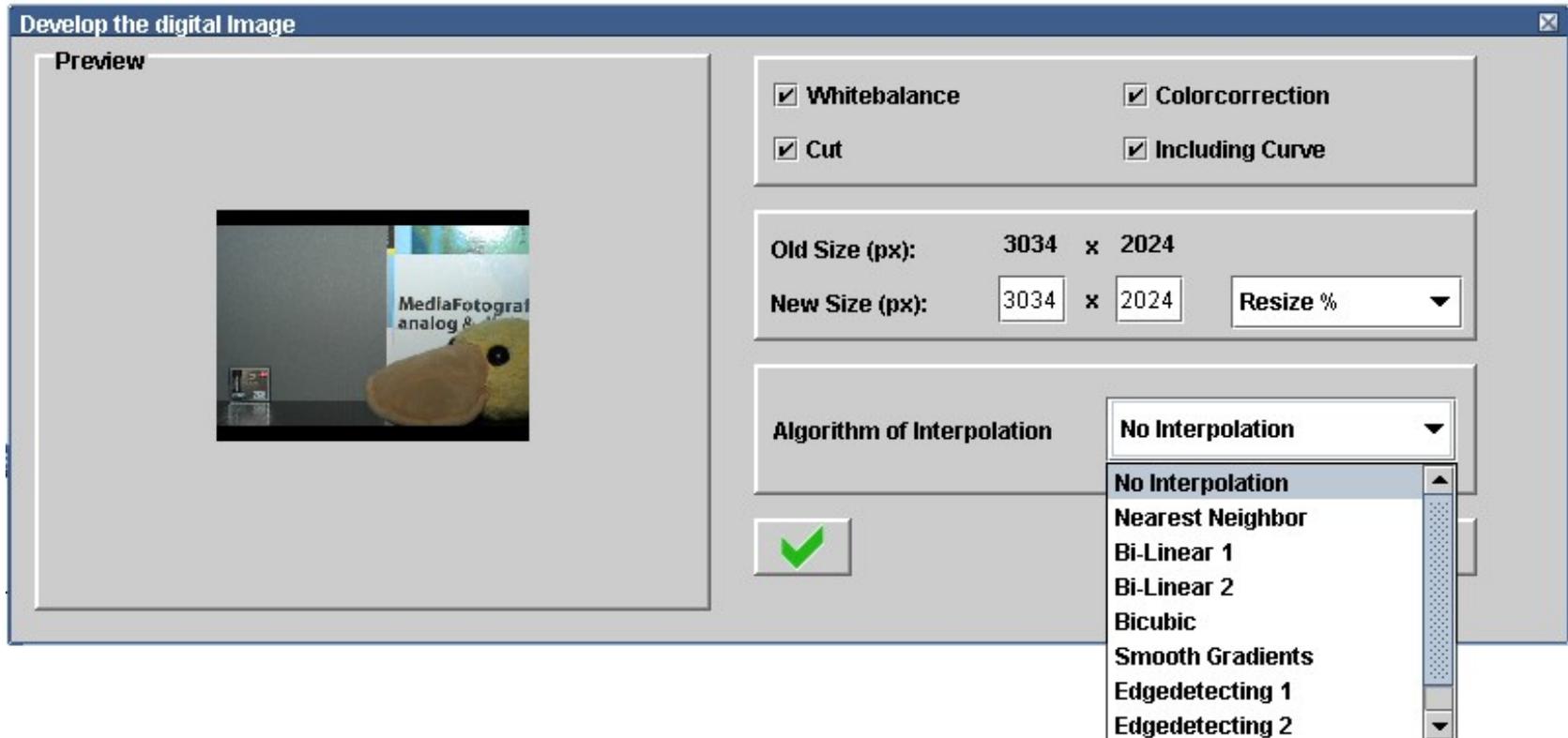
# Die Benutzeroberfläche



# Der Dateibrowser



# Der Interpolationsdialog



# Ziele



- eigenständiges Look-And-Feel
- Überarbeiten des Entwicklungsworkflow
  - Analyse der Metadaten
  - Anpassung des Weißabgleichs
  - Überarbeitung der Farbkorrektur
- Zusätzliches Analysewerkzeug
  - Histogramm

# JENIFFER: Wie die Software arbeitet



- Verarbeitungsschritte von JENIFFER
- 2. Öffnen der RAW-Datei
- 3. die eigentliche Interpolation
- 4. Einrechnung des Weißabgleichs
- 5. Farbkorrektur
- 6. Umwandeln in LAB
- 7. Berechnung der Gradationskurve
- 8. weitere Optimierungen und Funktionen (Schärfen, Helligkeit, Kontrast, Drehen, Spiegeln, Invertieren, Zoomen ...)



Ausgangsbild  
nach Interpolation



Weißabgleich

Farbkorrektur



# Weißabgleich



- je Farbtemperatur Anpassung der RGB-Werte
  - Kelvin-Werte müssen in Koeffizienten umgerechnet werden und mit kameraspezifischen Werten verrechnet werden
  - Danach werden RGB-Werte angepasst

	Farbtemperatur (Näherungswerte)*					
	Kunstlicht	Leuchstoffröhre	Direkte Sonne	Blitzgerät	Wolken	Schatten
+3	2.700 K	2.700 K	4.800 K	4.800 K	5.400 K	6.700 K
+2	2.800 K	3.000 K	4.900 K	5.000 K	5.600 K	7.100 K
+1	2.900 K	3.700 K	5.000 K	5.200 K	5.800 K	7.500 K
±0	3.000 K	4.200 K	5.200 K	5.400 K	6.000 K	8.000 K
-1	3.100 K	5.000 K	5.300 K	5.600 K	6.200 K	8.400 K
-2	3.200 K	6.500 K	5.400 K	5.800 K	6.400 K	8.800 K
-3	3.300 K	7.200 K	5.600 K	6.000 K	6.600 K	9.200 K

$$R' = R \cdot \alpha1_{kamera} \cdot \alpha1_{temp}$$
$$G' = G \cdot \alpha2_{kamera} \cdot \alpha2_{temp}$$
$$B' = B \cdot \alpha3_{kamera} \cdot \alpha3_{temp}$$

# Farbkorrektur



- grundlegender Entwicklungsschritt:  
die Farbkorrektur

$$R' = R \cdot \alpha_1 + G \cdot \beta_1 + B \cdot \gamma_1$$

$$G' = R \cdot \alpha_2 + G \cdot \beta_2 + B \cdot \gamma_2$$

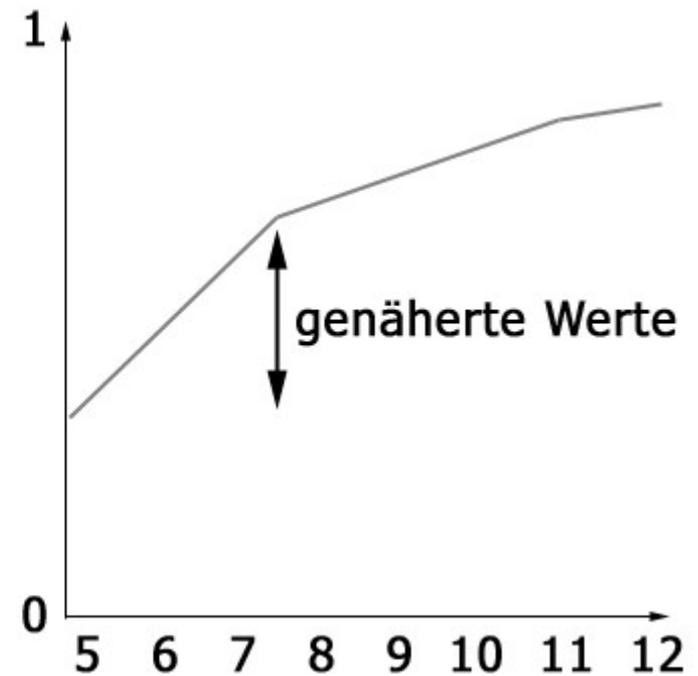
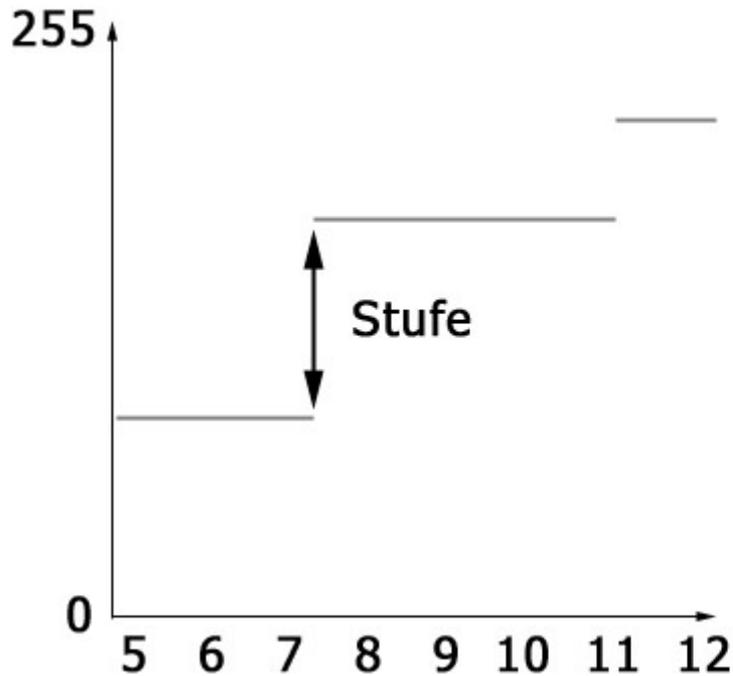
$$B' = R \cdot \alpha_3 + G \cdot \beta_3 + B \cdot \gamma_3$$

# Gradationskurven

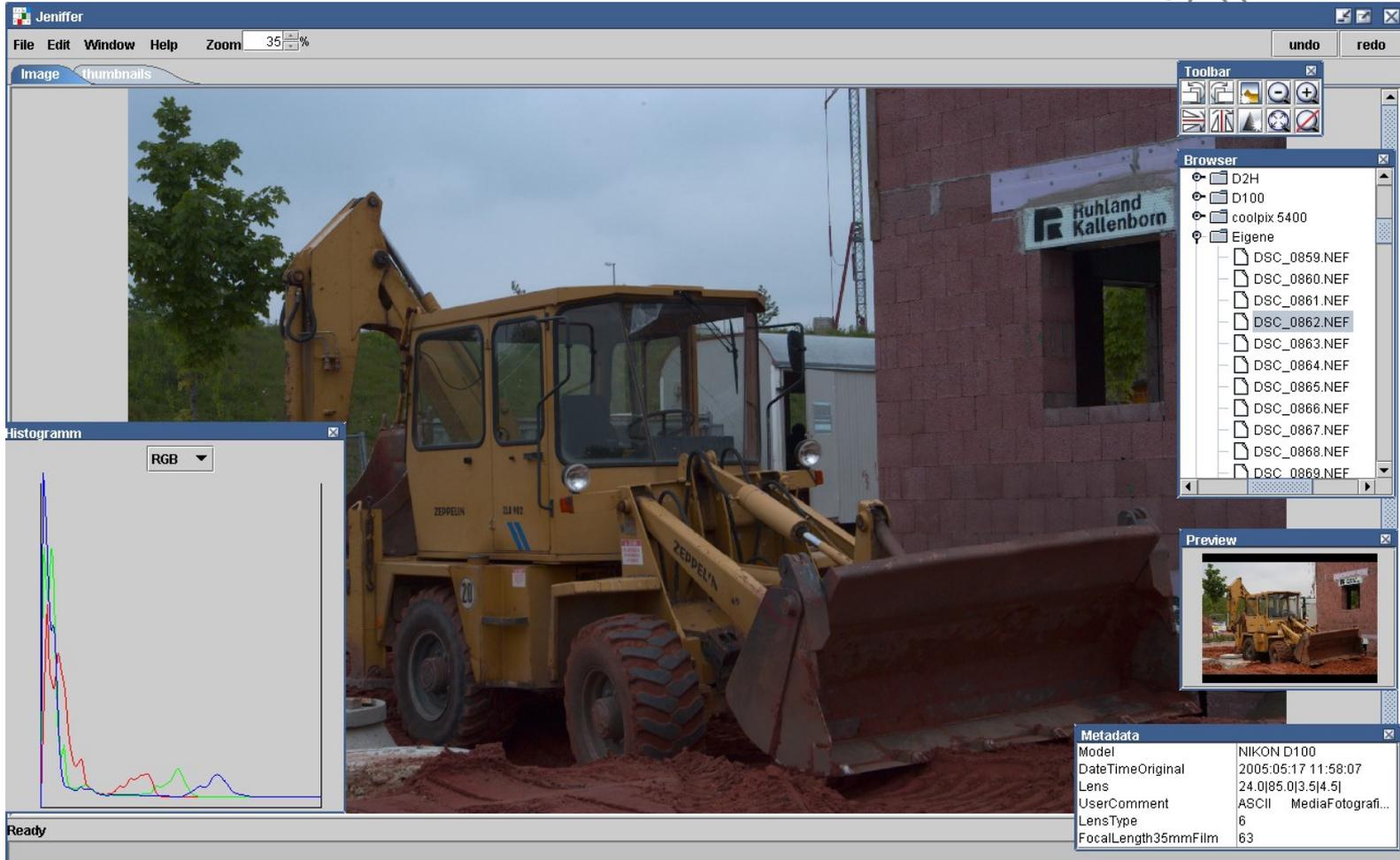


- Gradationskurve: Zusammenhang von hervorgerufener Schwärzung in Abhängigkeit von einfallender Lichtmenge
- in RAW-Datei als Matrix mit 4.096 Werten zu je 8 bit hinterlegt
- Vom Benutzer frei definierbar

# Gradationskurven



# Die Benutzeroberfläche



# Das Look-And-Feel



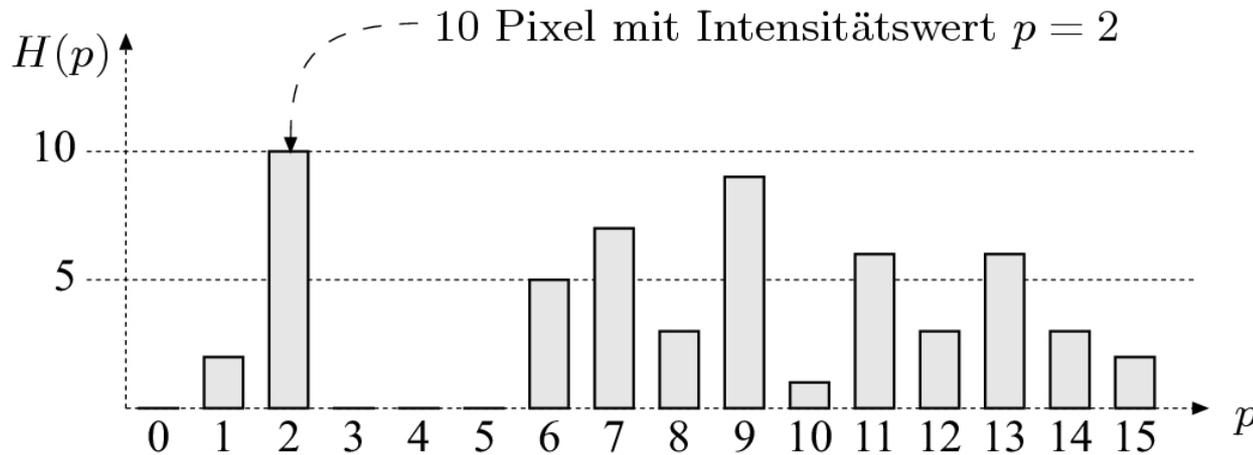
- Erweiterung des Standard Metal-Theme
  - Änderungen der Grundfarben
- Problem:
  - Peer-Klassen
- Überschreiben entsprechender UI-Delegierten
  - JRootPaneUI
    - TitelPane
  - JTabbedPaneUI



# Das Histogramm



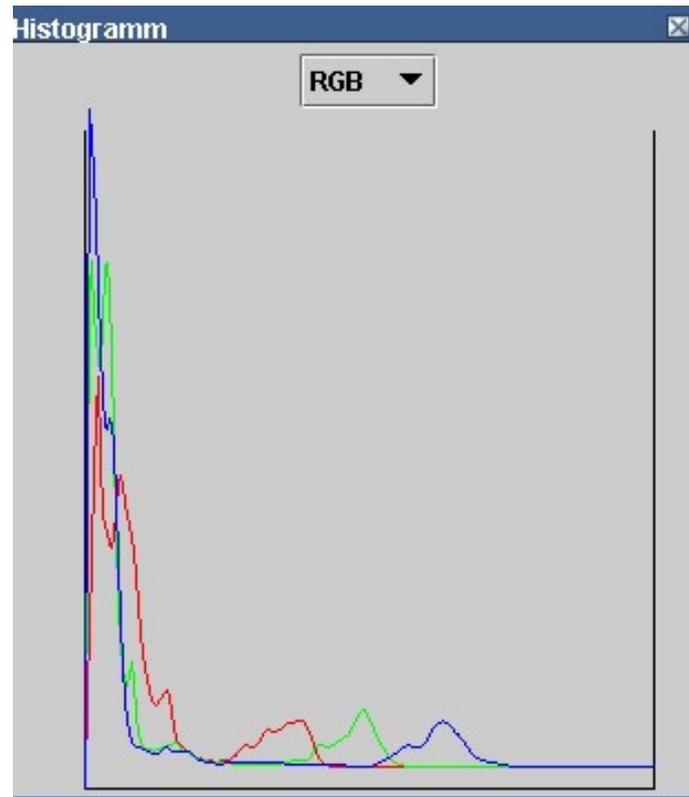
- Erweiterte Möglichkeiten zur Bildanalyse
- Intensitätswerte zählen und in Array eintragen



$H(p)$	0	2	10	0	0	0	5	7	3	9	1	6	3	6	3	2
$p$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15



# Das Histogramm

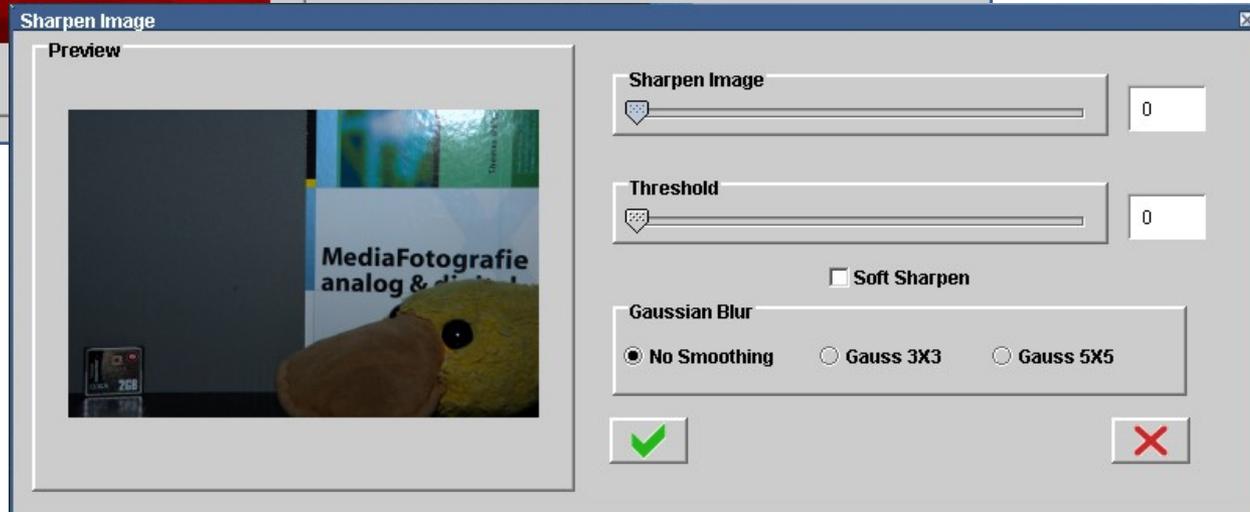


# Benötigte Pakete



- Benutzt NEF-IO von Fabrizio Giudici  
erweitert für neue Kameramodelle
- benötigt ImageJ, eine Bildverarbeitungsapi

# Weitere Funktionen



# Der Laplace-operator



## 1. Multiplikation mit Filtermatrix

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

## 6. Addition der Ergebnisse

## 7. Subtraktion vom Ausgangswert

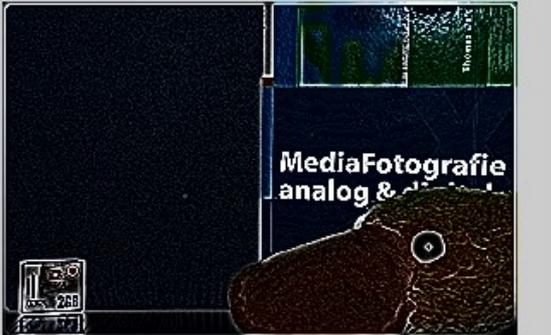


# Kantendetektion



Filter

Preview



The preview window shows a book cover with the text 'MediaFotografie analog & digital'. The image is processed with an edge detection filter, resulting in a binary image where only the edges are visible. A small inset in the top right of the preview shows the original image.

0	0	1	0	0
0	1	2	1	0
1	2	-16	2	1
0	1	2	1	0
0	0	1	0	0

Find Edges

# Ausblick



- JENIFFER wird als Projekt unter Federführung des CCIDT entwickelt
- einzige RAW-Software mit transparenten und frei wählbaren Interpolationsverfahren
- plattformunabhängig, da Java
- erweiterbar um neue Interpolationsverfahren
- Grundlage für Highend-Entwicklung des digitalen Negativs

J	E	N	
I	F		
F		E	R