

Lehramt Mathematik Lehramt Naturwissenschaften - Grundlagen digitaler Lehr-Lern Szenarien - Computergrafik

JProf. Dr. Sven Hofmann

Institut für Informatik
Professur für Didaktik der Informatik

 0341 / 97 32325

 sven.hofmann@informatik.uni-leipzig.de

Übersicht über die Themen der Vorlesungsreihe

1. Grundlagen der Mediengestaltung
2. **Computergrafik**
3. Interaktive Medien
4. Modelle und Modellierung
5. Aspekte des e-Learning
6. Erstellen und Gestalten von Webpräsentationen

Einleitendes Beispiel-Problem aus der Schulpraxis

Ihre Klasse fährt zu einer mehrtägigen Exkursion (die entsprechend kostenintensiv ist...). Sie beauftragen einige Schülerinnen und Schüler damit, die Erlebnisse fotografisch festzuhalten, um zum Elternabend zu berichten. Während der Klassenfahrt wird daher fleißig mit den Handys fotografiert, die Bilder stellen Ihnen die Schüler anschließend per Mail mit folgendem Ergebnis zur Verfügung:

„Hallo Frau ..., Hallo Herr ...,
leider kann ich Ihnen meine Bilder nicht zusenden. Das Mailprogramm sagt, dass die Datei für das Versenden zu groß ist.“

„Hallo Frau..., Hallo Herr ...,
hiermit sende ich Ihnen meine fotografierten Bilder zu. Die werden Ihnen bestimmt gefallen.“

Nach dem Öffnen eines der Bilder erhalten Sie diese Anzeige:



Bild öffnen

Worin liegen die Ursachen für diese Probleme?

Gliederung

1. Pixelgrafik

- Einführung
- Farbräume, Farbtiefe
- Bildbearbeitung

2. Dateiformate

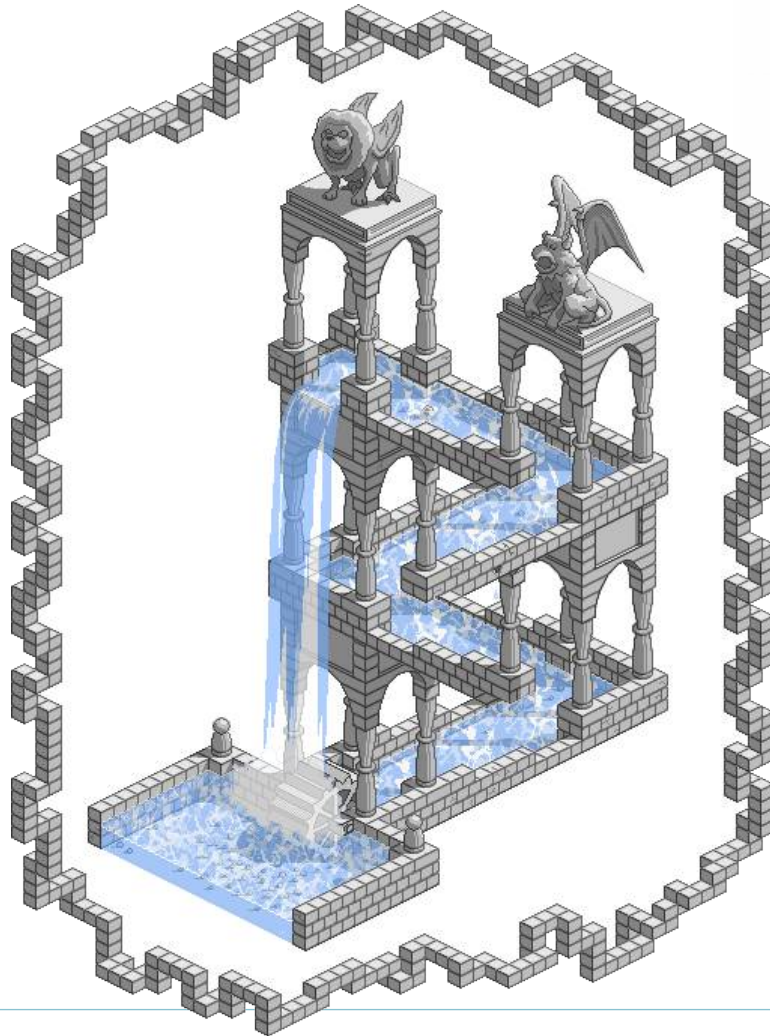
- Unkomprimierte und komprimierte Grafikformate

3. Vektorgrafik

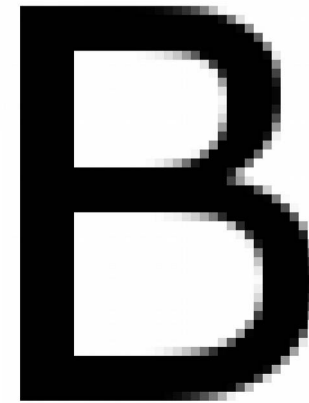
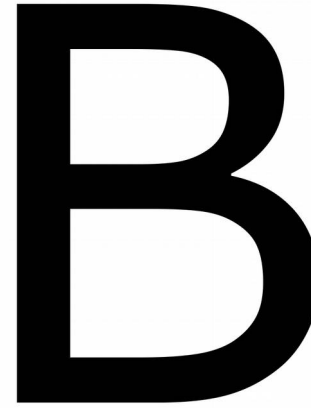
- Einführung
- Vergleich Pixel- und Vektorgrafik
- Dateiformate
- Darstellung von Vektorgrafiken

4. Zusammenfassung

Pixelgrafik



(1)



Begriff „Pixelgrafik“

Eine **Pixelgrafik** (Rastergrafik) ist eine Menge rasterförmig angeordneter Pixel, durch die ein Bild mit computerlesbaren Daten beschrieben wird.

Ein **Pixel** ist die kleinste darstellbare Einheit einer Computergrafik.

(Kunstwort aus „picture“, umgangssprachlich gekürzt zu „**pix**“ und „**element**“)



(2)

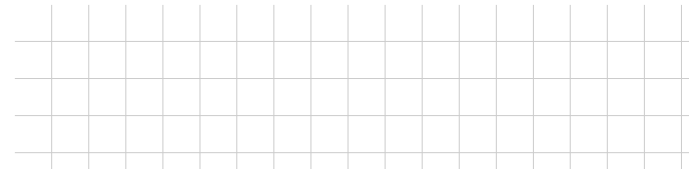
Begriff „Auflösung“

1. Definition:



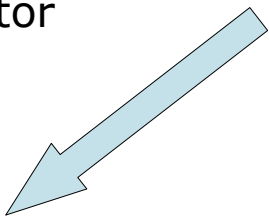
Beispiele:

Digitalphoto	2560x1920 Bildpunkte
	4256x2848 Bildpunkte



Interaktives Board (Tafel)	1280x1024 Bildpunkte	~1,3MP, 19", 4:3,
----------------------------	----------------------	-------------------

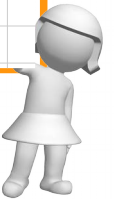
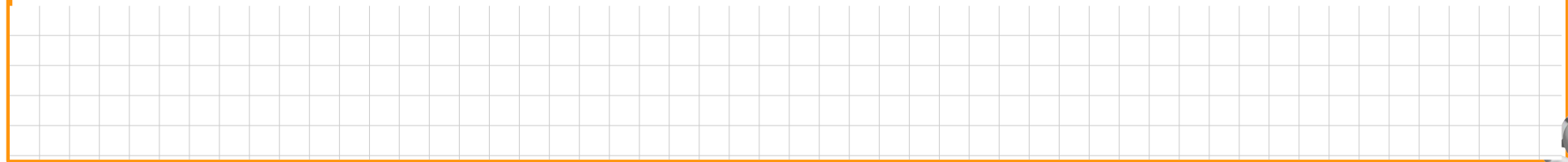
Monitor	1920x1080 Bildpunkte „Full-HD“	~2,1MP, 24", 16:9
	3840x2160 BP „UHD1“, „4k“	~8,3MP
	7860x4320 Bildpunkte „UHD2“	



Ein Computermonitor mit 24 Zoll Bildschirmdiagonale hat eine native Auflösung von 1920x1080 und eine physikalische Auflösung (Punktdichte) von 96DPI. (Bei 4k-Auflösung sind es rund 140DPI.)

Begriff „Auflösung“

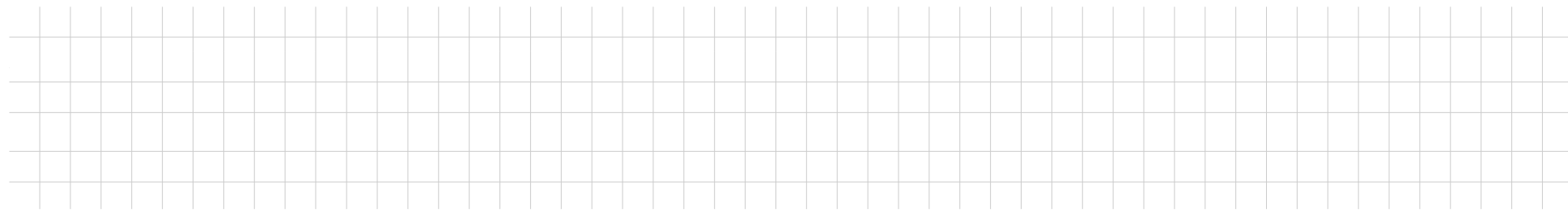
2. Definition:



Beispiele:

Scanner Auflösung 600DPI

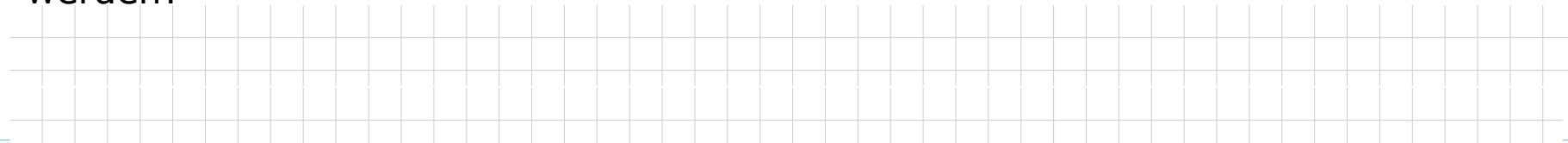
Wie viele Pixel werden beim Einscannen einer A4-Seite 21cm*29,9cm abgetastet?



Drucker Auflösung 1200DPI

Wie viele Bilder meiner Digitalkamera (5MP) können auf eine A4-Seite gedruckt werden?

Auflösung für Bild mit 5MP siehe vorherige Folie



Auflösung – Speicherbedarf bei s/w Pixelgrafik

Bsp. QR-Code:



Wie viel Speicherbedarf hat diese s/w-Grafik (Quadrat mit 25x25 Einheiten)?



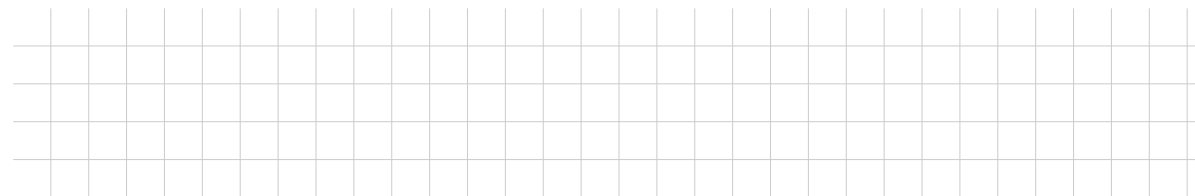
1 0 1 1 0 1 0 0

„Acht mal 1 oder 0“

→ Acht mal zwei mögliche Werte

→ **8 Bit = 1 Byte**

Links kürzen &
QR-Code herstellen
z.B. mit <https://t1p.de>



Farbmodelle



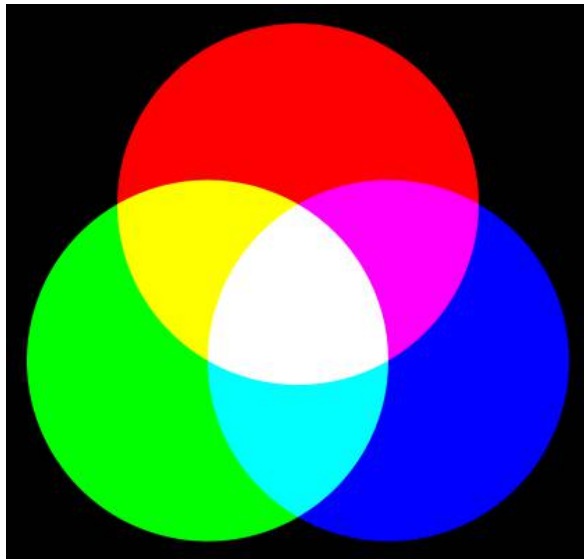
Abbilden eines Pixels:

X = 117	Rot	= 36%
Y = 457	Grün	= 33%
	Blau	= 29%

(3)

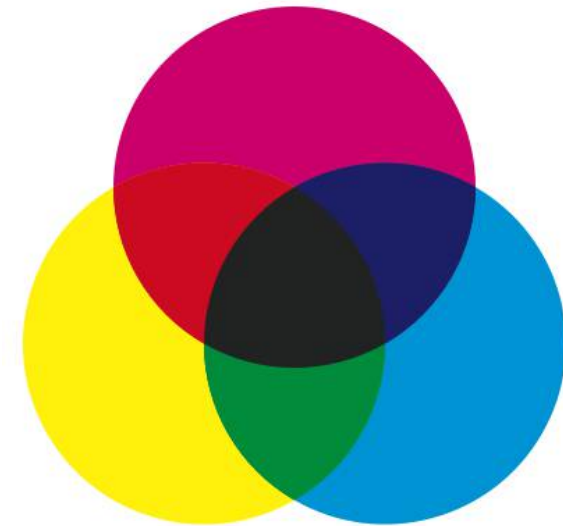
Farbmodelle

Farbmodelle definieren die Farbe eines Objekts auf Basis einer Menge von Grundfarben und der Berechnungsfunktion aus diesen.



(4)

Additive
Farbmischung

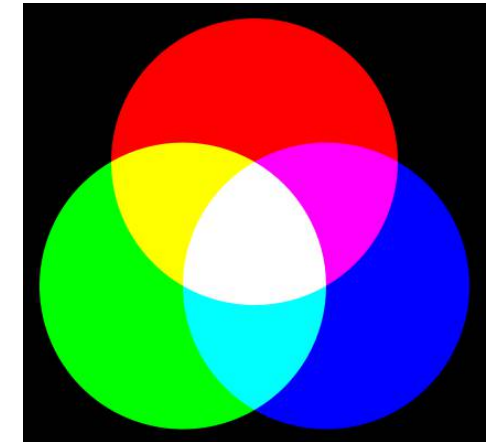


(5)

Subtraktive
Farbmischung

Farbmodelle – Additive Farbmischung

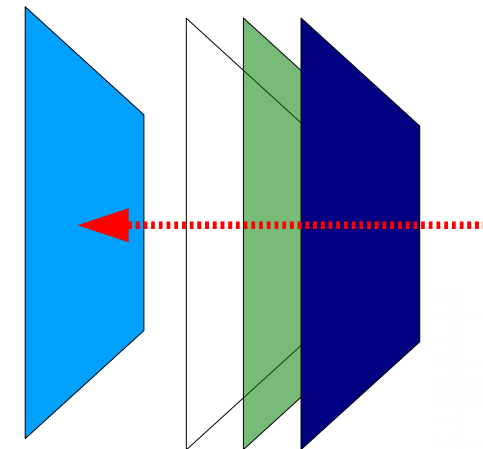
- Farbwerte „addieren“ sich,



RGB-Farbmodell:

⟨Rot; Grün; Blau⟩

- Farbwert ist ein **Vektor**:
- Angabe der Werte als Prozentwerte, als Dezimalwert (0..255) oder Hexadezimalwert (00 .. FF)
- Bsp. 0% Rot, 7% Grün, 100% Blau
 (0,18,255) (RGB-Vektor)
 #00A2FF (HTML)

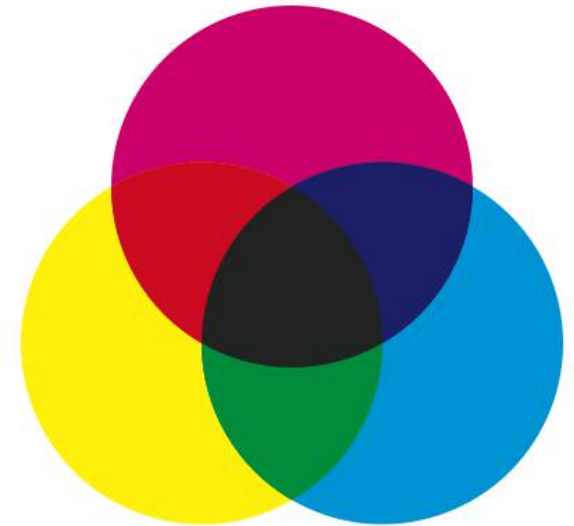


Online-Farbmischer



Farbmodelle – Subtraktive Farbmischung

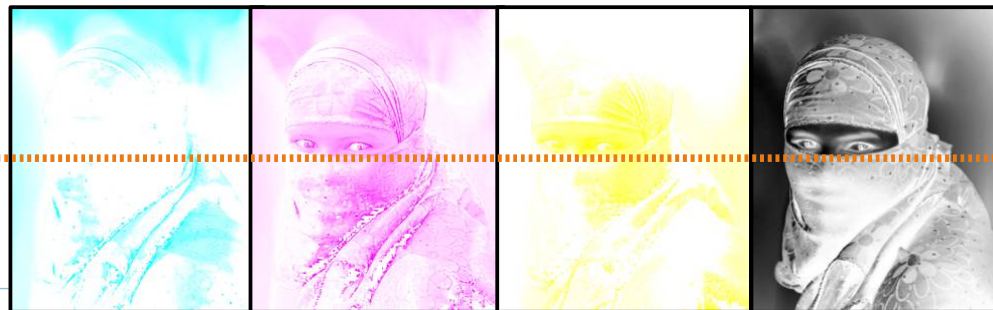
- Farbwerte „subtrahieren“ sich,



CMYK-Farbmodell:

- Farbwert ist ein Vektor:

⟨Cyan; Magenta; Gelb; Schwarz⟩

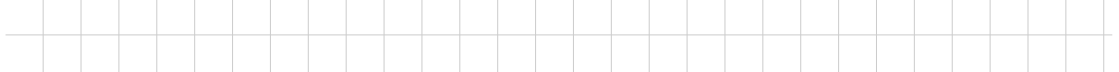


Begriff „Farbtiefe“

Die **Farbtiefe** ist ein Maß für die **Anzahl der möglichen Farbwerte** eines Pixels.

Beispiele:

- QR-Code:

Schwarz / Weiß → 2 Farben → 

- RGB:

3 Farben (Rot, Grün, Blau)

jede Farbe mit 256 Abstufungen (0 ... 255) – 

- CMYK:

4 Farben, jede Farbe mit i.d.R. 256 Werten → 32 Bit Farbtiefe

→ ca. 4 Mrd. verschiedene Farben



Bildbearbeitung – ausgewählte Editierfunktionen

Transformationen

- Skalieren
- Zuschneiden
- Drehen / Spiegeln
- **Perspektive**



(7)

Bildbearbeitung – ausgewählte Editierfunktionen

Transformationen

- Skalieren
- Zuschneiden
- Drehen / Spiegeln
- Perspektive

Filter

- **Weichzeichnen**
- Verbessern
- Rauschen
- Belichten, Schattieren



Bildbearbeitung – ausgewählte Editierfunktionen

Transformationen

- Skalieren
- Zuschneiden
- Drehen / Spiegeln
- Perspektive

Filter

- Weichzeichnen
- Verbessern
- Rauschen
- Belichten, Schattieren

Farbfunktionen

- **Farbton und Sättigung**
- Helligkeit und Kontrast

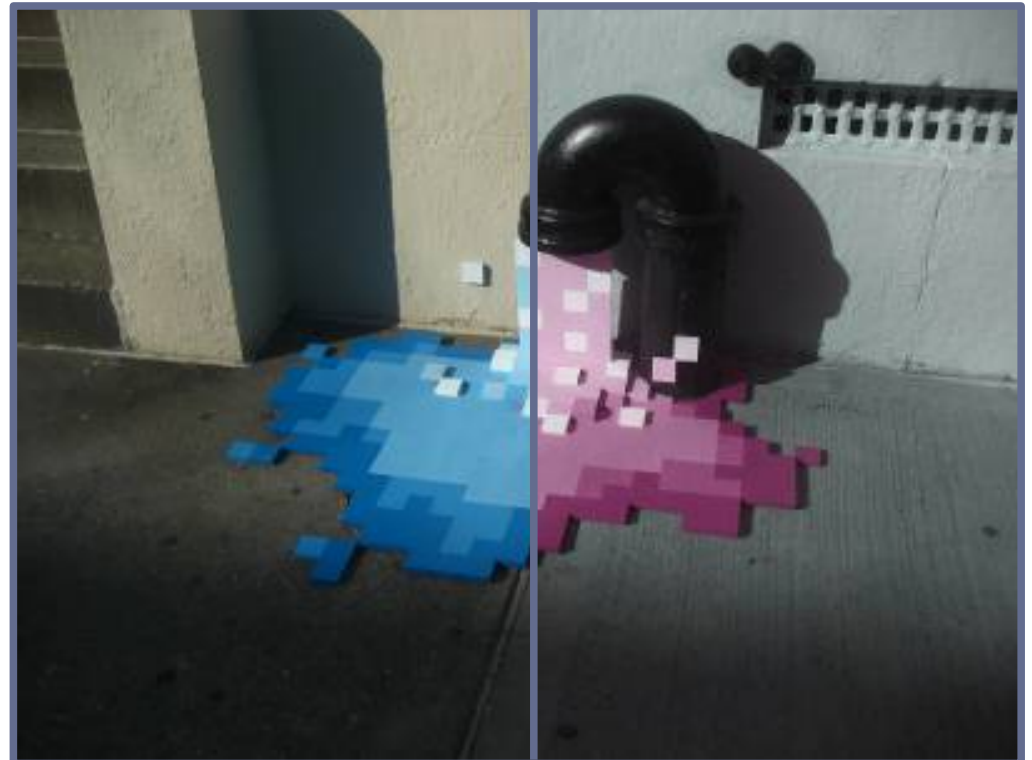


Bild-Ebenen - Layertechnik

Problem: bei der Bilderstellung / -komposition:

- Häufig mehrere Bildquellen zur Erstellung eines Bildes
- Überlagerung von Bildern / Bildausschnitten
- Problem der Nachbearbeitung, wenn Inhalte „verschmelzen“

Lösung: Einführen von Ebenen (Layern) in Bildern

- Eigenschaften: Position (Tiefe), Sichtbarkeit (Transparenz), Art der Überlagerung (Blendenmodus)

Beispiel:

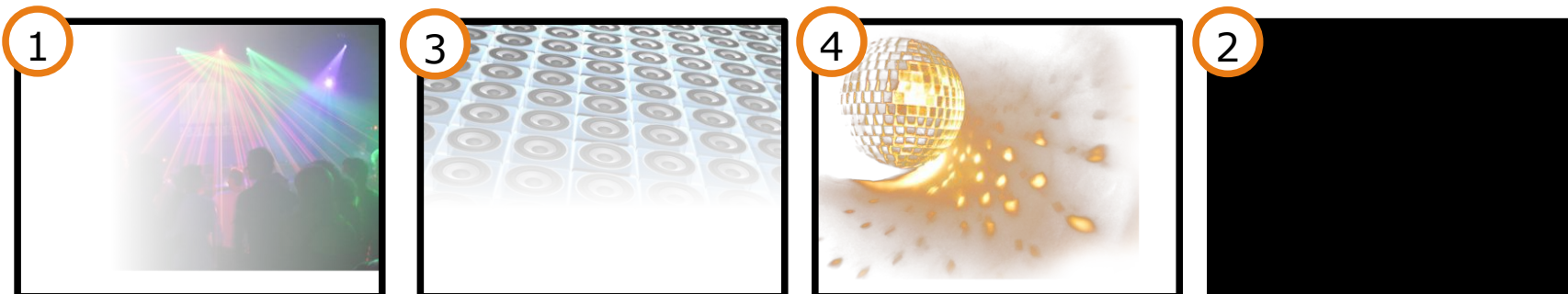


Bild-Ebenen - Layertechnik

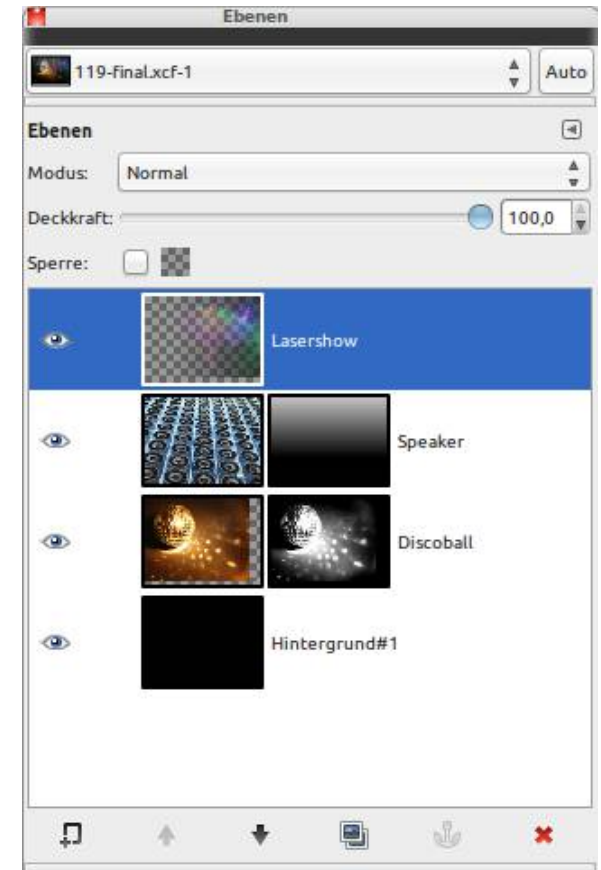
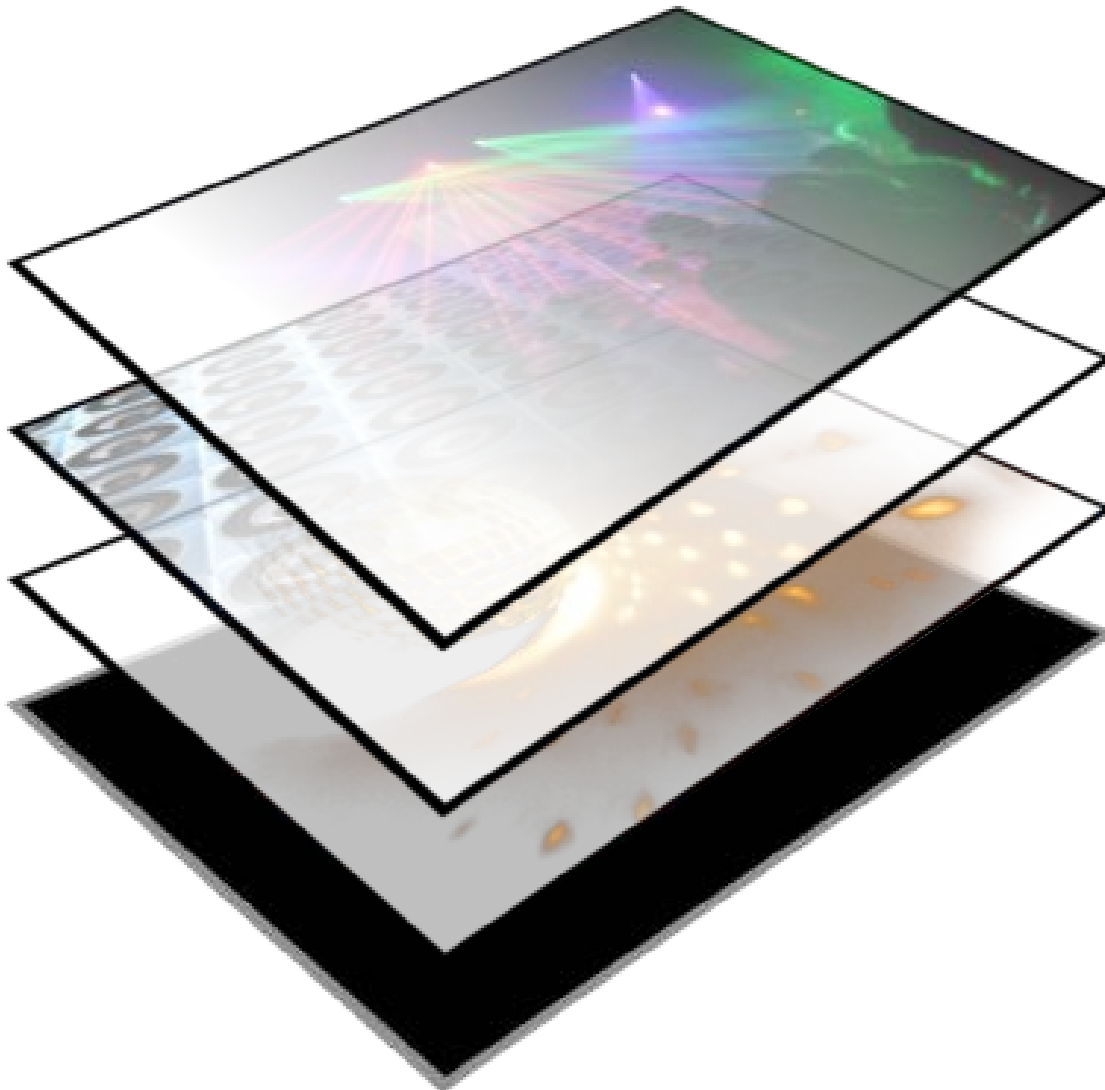
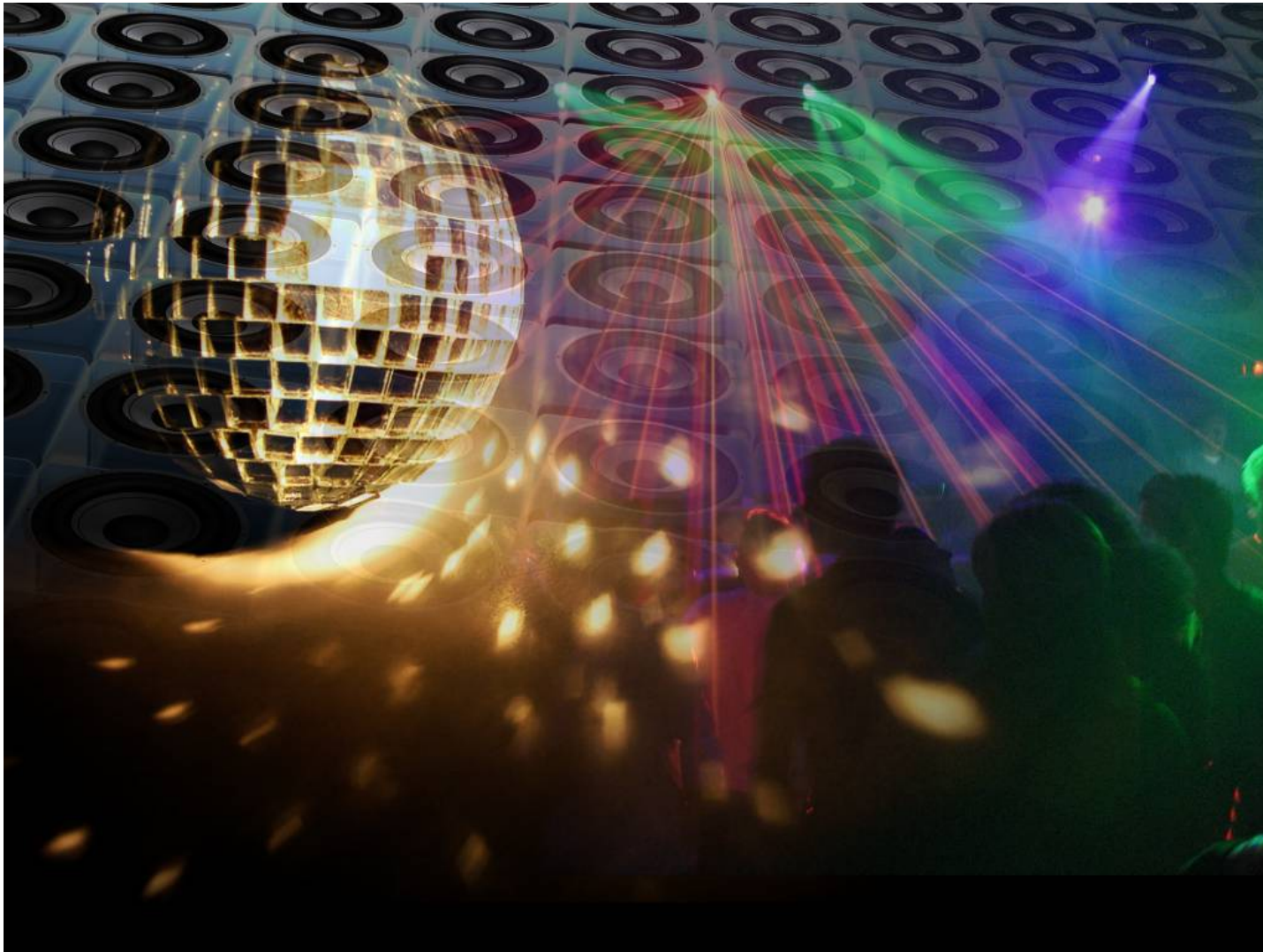


Bild-Ebenen - Layertechnik



(8)

Projekt „Blinkenlights“




Link zu YouTube

Werkzeuge für die Arbeit mit Pixelgrafiken

 [The Gimp](#)
(professionelle Bildbearbeitung, unterstützt Ebenen, plattformübergreifend)

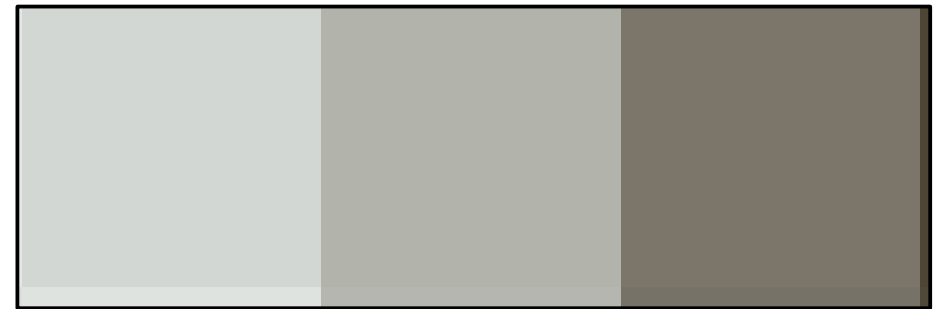
 [IrfanView](#)
(Bildbetrachtung und einfache Bildbearbeitung für Windows)

 [Paint.NET](#)
(erweiterte Bildbearbeitung für Windows)

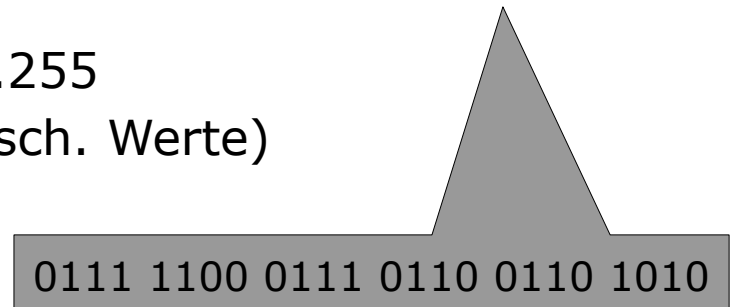
 [PhotoScape](#)
(Tools zur Bildbetrachtung, Bildbearbeitung, Screenshot, Anim.Gif,...)

„Unkomprimierte“ Grafikdateien¹⁾

- **Windows Bitmap** – „Einfachstes“ Bildformat
- Sequentielle Speicherung der Farbwerte aller Pixel in einem Bild („nacheinander“)
- Farbwerte: $\langle R;G;B \rangle$, in der Regel im Bereich 0..255
→ 1 Byte je Farbe (1 Byte = 8 Bit $\leftrightarrow 2^8 = 256$ versch. Werte)
- **Farbtiefen:** 1, 4, 8, 16, **24**, 32 **Bit**,
- Dateiendung: **BMP**
- Zusätzlich: TIFF (auch CMYK-Farbraum möglich)



..... D2D7D3 B2B3AB 7C766A

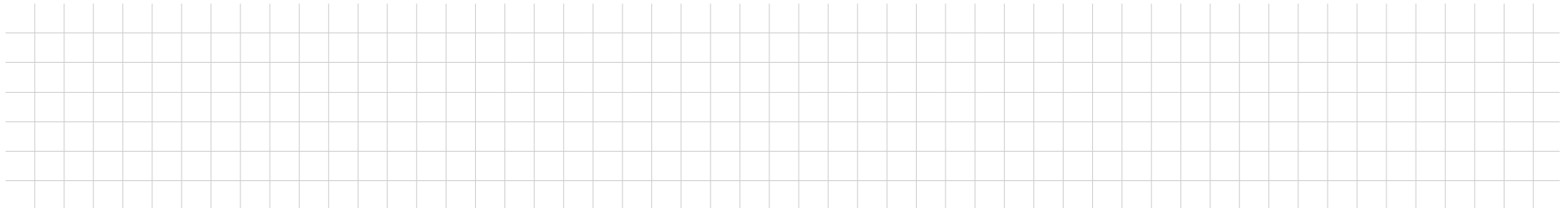


1) Auch Bitmap-Dateien werden laulängenkomprimiert, daher ist diese Aussage i.e.S. nicht ganz korrekt!

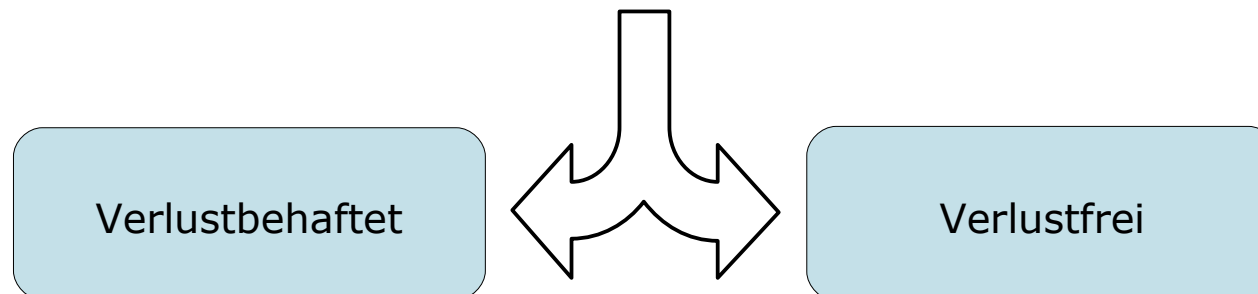
„Unkomprimierte“ Grafikdateien¹⁾

Rechenbeispiel:

Welchen Mindest- Speicherbedarf hat ein Bild im bmp-Format, das mit einer Digitalkamera (Auflösung $4256 * 2848$, Farbtiefe 24 Bit) aufgenommen wurde?

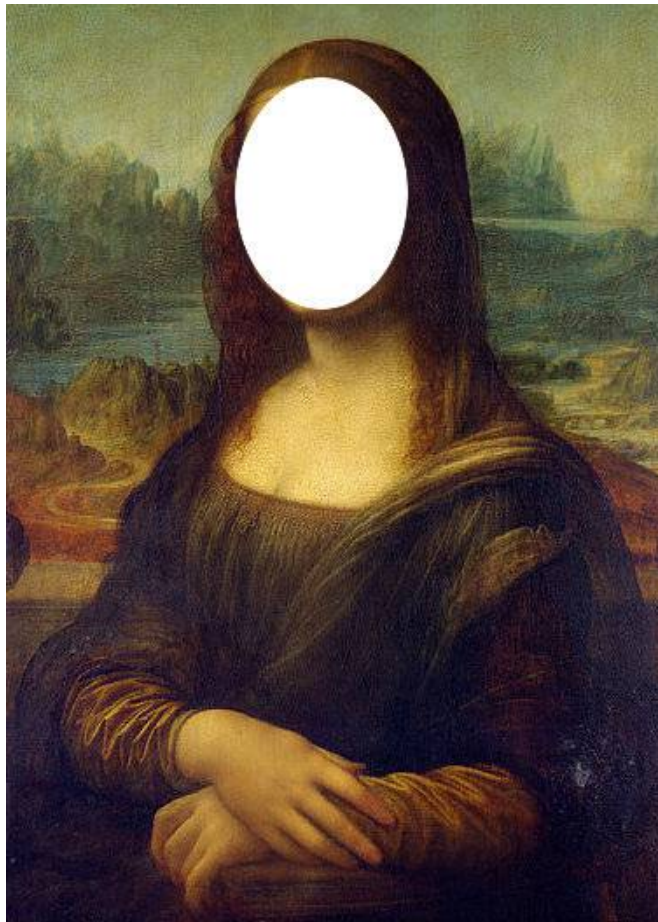


- Problem: Wie kann die Speichergröße von Bildern reduziert werden?



Verlustbehaftete Kompression

Verlustbehaftetes Bildformat?



NEIN!

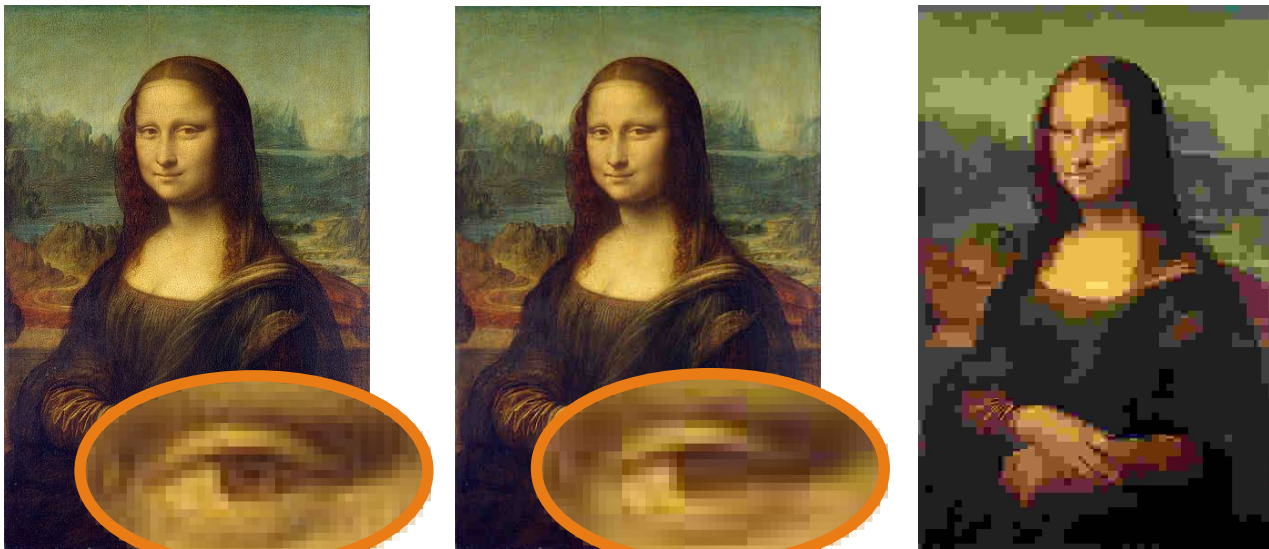
Verlustbehaftete Kompression ist „schlaues“ Weglassen von Information

→ „Infrmtk“

(9)

Verlustbehaftete Kompression – JPEG-Format

- komplexes, **verlustbehaftetes** Verfahren
- Dateiendung: JPG / JPEG (Joint Photographic Experts Group)
- Vorteile: Sehr gute Qualität trotz geringer Bildgröße, weitgehend unabhängig vom Farbmodell (RGB, CMYK)
- Nachteile: Informationsverlust, „JPEG-Artefakte“



60%

25%

0%

Verschiedene JPEG-Qualitätsstufen

JPEG-Artefakte bei abrupten Farbübergängen



Verlustfreie Kompression

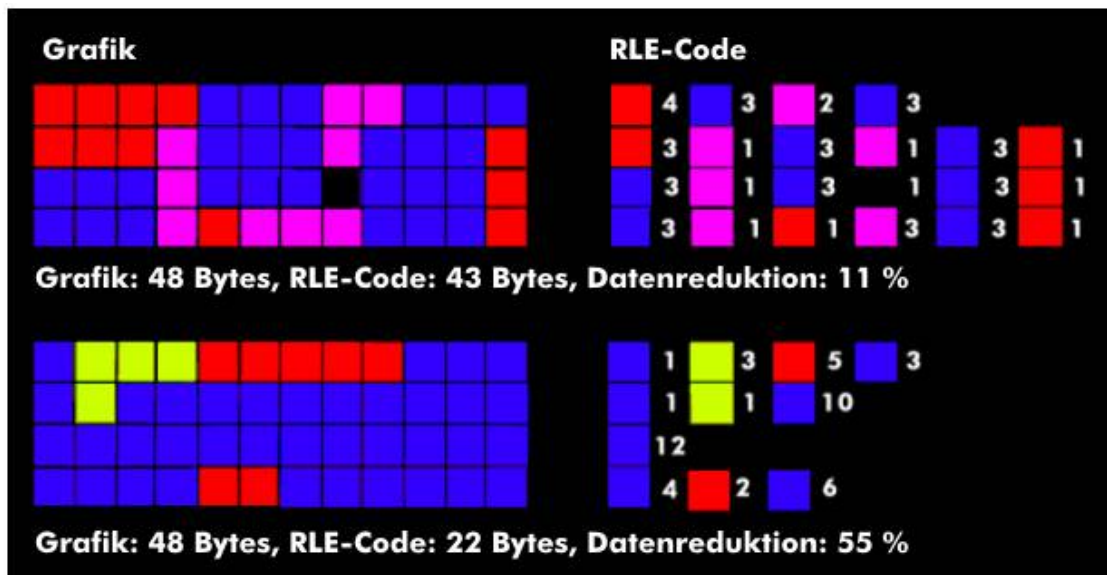
Im Vergleich zu verlustbehafteter Kompression sind alle Informationen reproduzierbar!

- Beispiel „Lauf längencodierung“ RLE (run length encoding):

000001101000111010111101 24

5x0,2x1;1x0;1x1;3x0;3x1;1x0;1x1;1x0;4x1;1x0;1x1

50 21 0 1 30 31 0 1 0 41 0 1 17



Vorteile: keine Artefakte,
kein Qualitätsverlust

Nachteile: Veränderliche Effizienz

[www.itwissen.info]

Verlustfreie Kompression – PNG-Format

- **Verlustfreies Kompressionsverfahren**
- Dateiendung **PNG** (Portable Network Graphics)
- Zusätzlich: Wert für Transparenz der Pixel festlegen



PNG-Bild (Würfel) mit Transparenz vor verschiedenen Hintergründen

Vorteile: Verlustfreie Kompression

Nachteile: Bei Fotos wird nicht dieselbe Kompressionsrate wie bei JPEG erreicht; keine CMYK-Unterstützung

Verlustfreie Kompression – GIF-Format

- Datei-Endung **GIF** „Graphics Interchange Format“
- Kompression analog PNG (schlechtere Kompression)
- Animationen durch Bildfolgen möglich



Dateiformate für Pixelgrafik – Zusammenfassung

Dateiendung	BMP	JPEG	PNG
Kompression	Keine	Verlustbehaftet	Verlustfrei
Vorteil(e)	Kein Informationsverlust	Sehr gute Kompression	Kein Informationsverlust, gute Kompression
Nachteil(e)	Sehr große Dateien	Qualitätsverschlechterung bei Kompression	Bei Fotos etwas schlechtere Kompression als JPEG, Kein CMYK
Besonderheiten		Bildbeschreibung einfügbar (Metadaten)	Transparenz möglich

Dateiformate für Pixelgrafik – Zusammenfassung

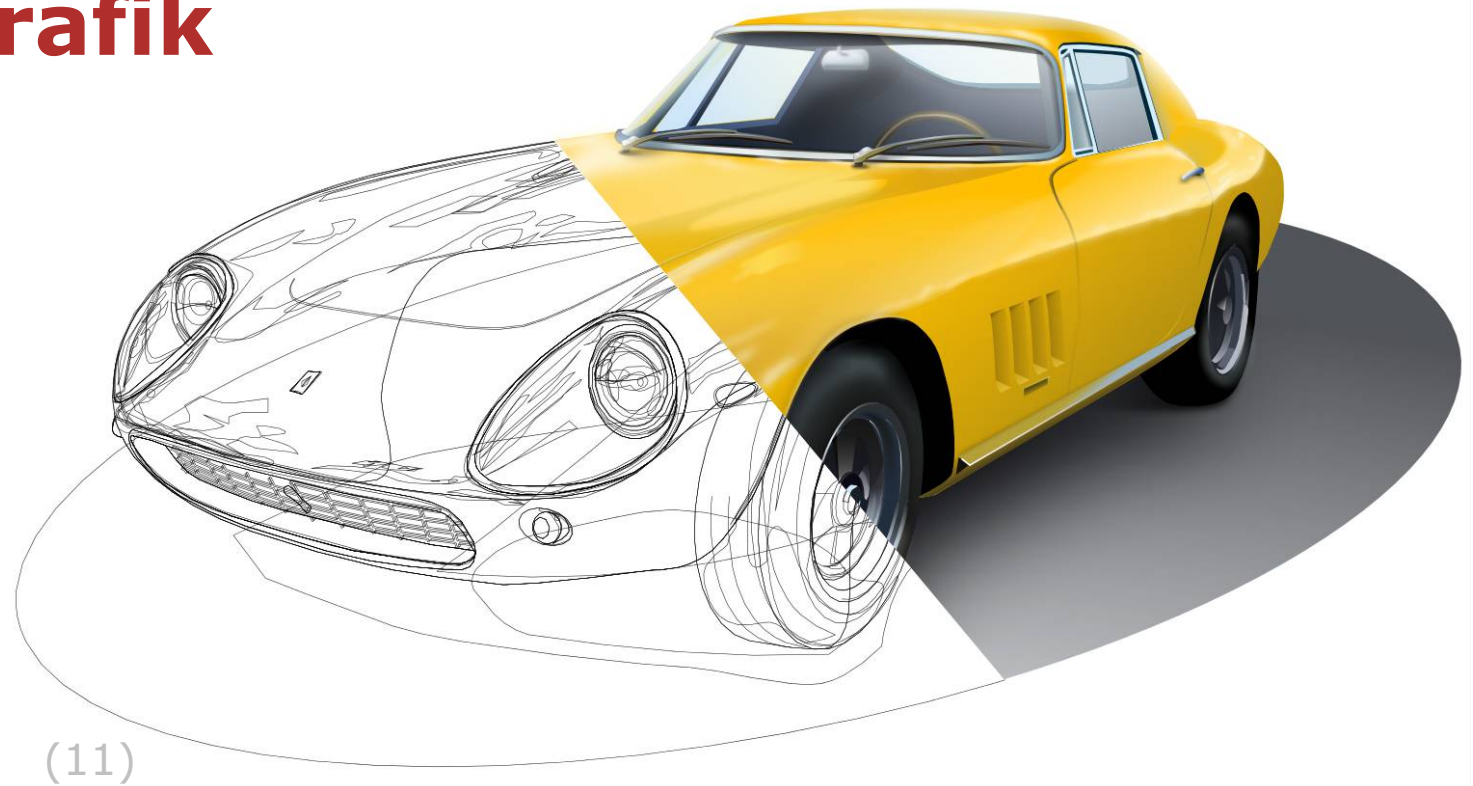
- Je **Pixel** eines Bildes wird ein **Farbwert** und ggf. ein **Transparenzwert** abgelegt,
- in der Regel werden **Pixelgrafiken komprimiert** (verlustfrei oder verlustbehaftet),
- gängige **Bildformate sind JPEG und PNG**, diese sollten verwendet werden
- Erweiterung durch Animation möglich: GIF-Dateiformat
- **Layertechnik** zur professionelleren Bildbearbeitung → anwendungsspezifische Dateiformate (PS, XCF...)

Fazit – Probleme bei Pixelgrafiken

- Für jedes einzelne Pixel müssen Farbwerte und ggf. Transparenz-Informationen abgelegt werden
→ **Hoher Speicherbedarf**
- Vergrößerung ergibt immer Verlust an Informationen
→ **Qualitätsverlust**
- In der Regel können einmal vorgenommene Änderungen nur schlecht rückgängig gemacht werden
→ **begrenzte Nachbearbeitung**

DAHER...

Vektorgrafik



Vergleich Pixel- und Vektorgrafik

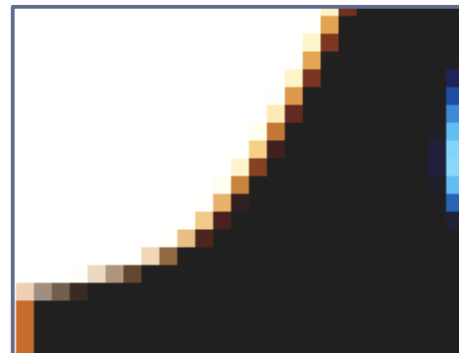
Original



3-fache
Vergrößerung

9-fache
Vergrößerung

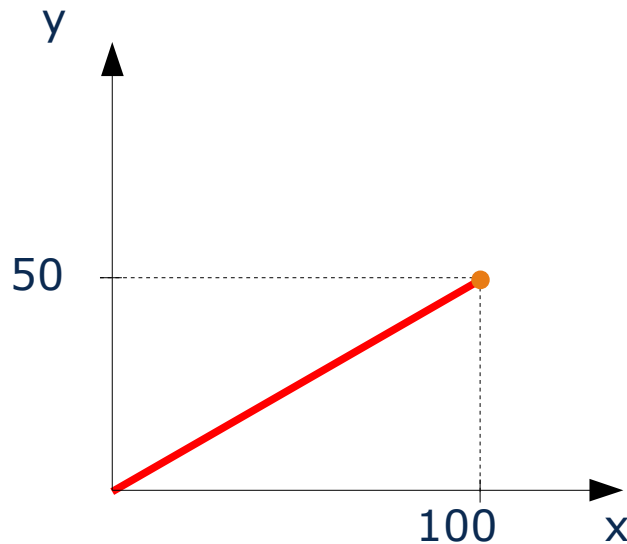
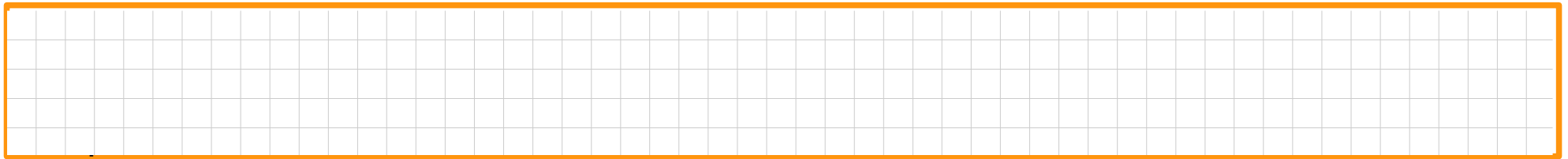
Pixelgrafik



Vektorgrafik



Begriff „Vektorgrafik“



```

<LINE
  x1="0" y1="0"
  x2="100" y2="50"
  stroke-width="1px"
  stroke="red"
/>
  
```

- Gespeichert werden **Vektoren**, aus denen sich die Grafik zusammensetzt
- Parameter sind u.a. Koordinaten von Eckpunkten, Linienstärke, Linienfarbe ...

Vergleich Pixel- und Vektorgrafik

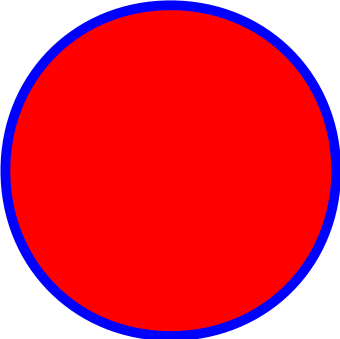
Pixelgrafik:

- Farbwerte einzelner Pixel werden gespeichert



Vektorgrafik:

- Es werden Koordinaten geometrischer Objekte gespeichert,
- zusätzlich Linienstärken, Füllmuster, Farben/ Farbverläufe...



```

<CIRCLE
  cx="200" cy="200" r="100"
  stroke-width="5px" stroke="blue"
  fill="red"
/>

```

Dateiformate – SVG (Scaleable Vector Graphics)

Grundformen:

- Linie `<line../>`
- Kreis `<circle../>`
- Rechteck `<rect../>`
- Ellipse `<ellipse../>`
- Polylinie `<polyline../>`
- Polygon `<polygon../>`
- Pfad `<path../>`

Polylinie



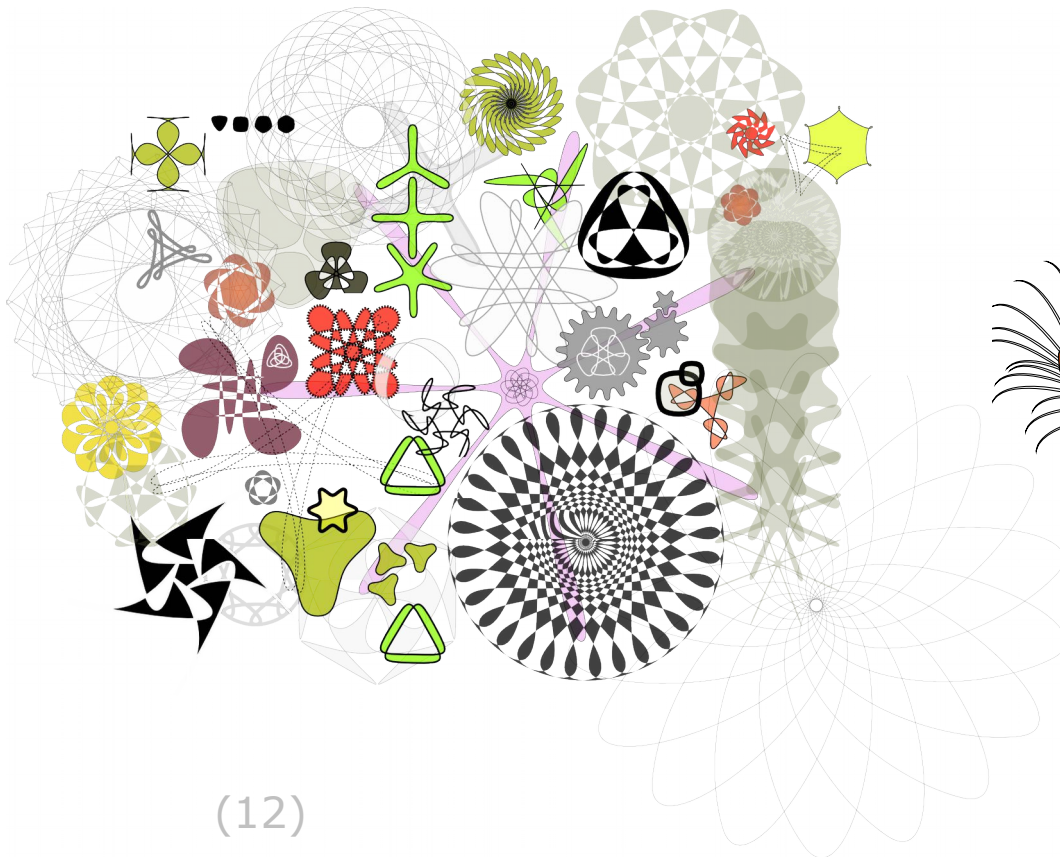
Polygon



Pfad



Dateiformate – SVG (Scaleable Vector Graphics)

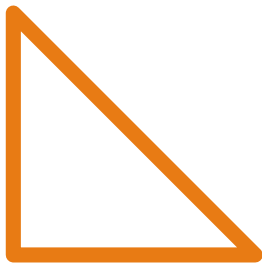


Darstellen von Vektorgrafiken

- **Problem:** Darstellen (Bildschirm, Drucker etc.) erfordert Umrechnen der Vektorformat in Pixelformat

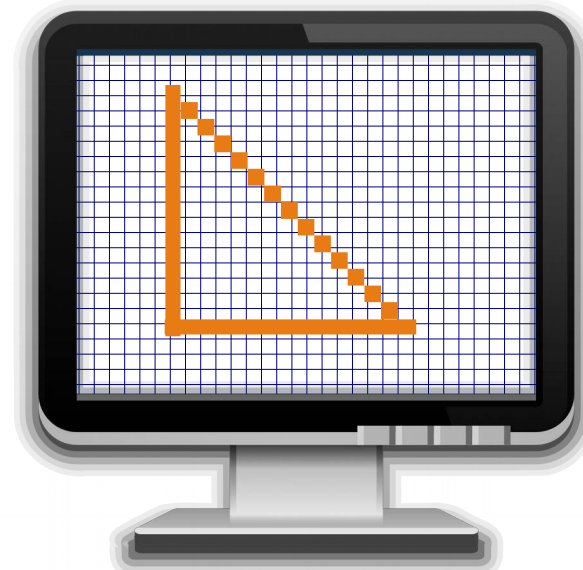
```
<POLYGON points="0,0 50,50 0,50" />
```

(0,0)



(0,50)

(50,50)



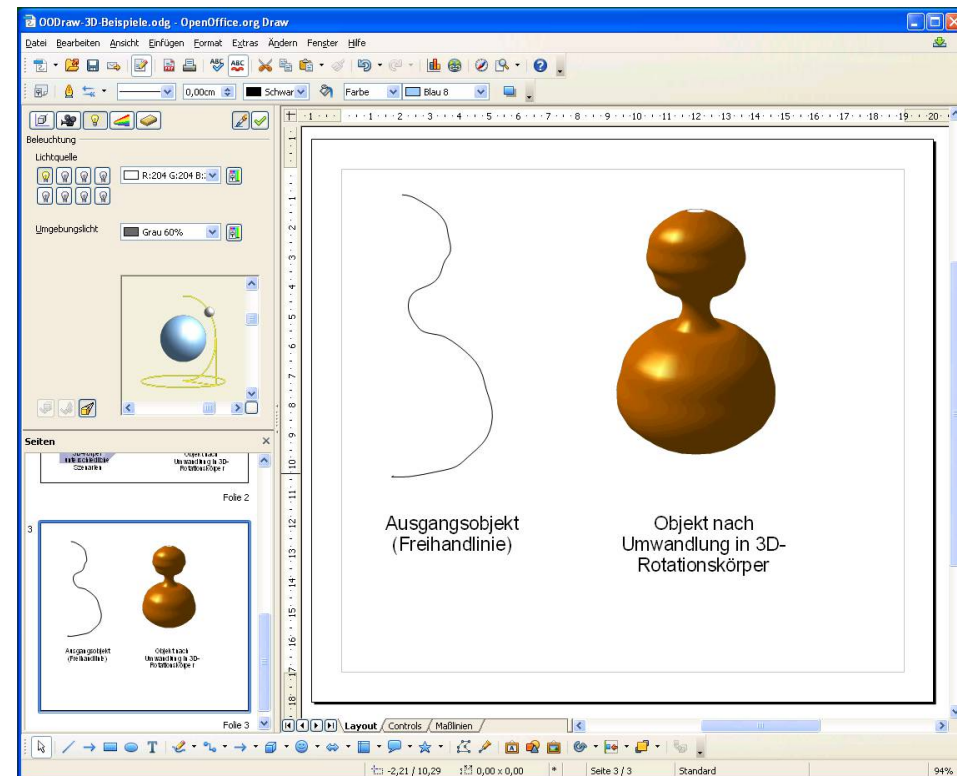
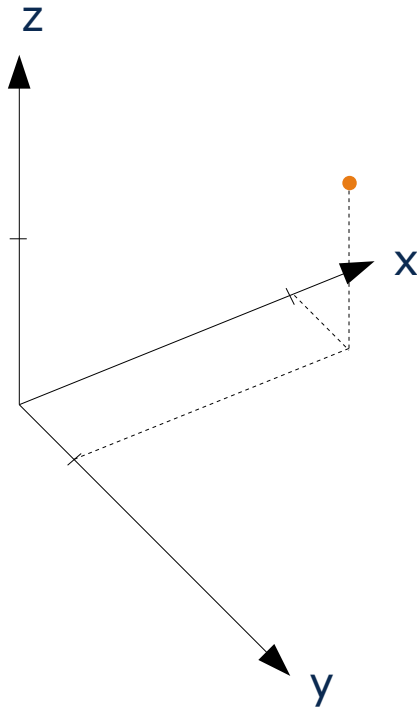
- Diese Berechnung muss bei jeder Veränderung (Zoom, Drehen, Bewegung, ..) neu erfolgen (vgl. Computerspiele).

Beispiel: OpenOffice Draw

The image shows a screenshot of the OpenOffice Draw application interface. At the top, there is a toolbar with various drawing tools. A dropdown menu for the 'Rechteck' (Rectangle) tool is open, displaying a grid of different shapes. In the center, a light blue rectangle is drawn on the canvas, with a mouse cursor hovering over it. On the left side, a context menu is open, listing various actions such as 'Linie...', 'Fläche...', 'Text', 'Position und Größe...', 'Zeichnen...', 'Absatz...', 'Anordnung', 'Ausrichtung', 'Spiegeln', 'Umwandeln', 'Beschreibung...', 'Name...', 'Vorlage bearbeiten...', 'Ausschneiden', 'Kopieren', and 'Einfügen'. The 'Position und Größe...' option is highlighted with a blue box, and an arrow points from it to a dialog box on the right. The dialog box, titled 'Position und Größe', has three tabs: 'Position und Größe', 'Drehung', and 'Schräg stellen / Eckenradius'. The 'Position und Größe' tab is active, showing input fields for 'Position X' (7,40cm), 'Position Y' (7,00cm), 'Breite' (7,80cm), and 'Höhe' (4,50cm). There are also checkboxes for 'Seitenverhältnis beibehalten', 'Schützen' (Position, Größe), and 'Anpassen' (Breite an Text anpassen, Höhe an Text anpassen). At the bottom of the dialog are buttons for 'OK', 'Abbrechen', 'Hilfe', and 'Zurück'. Below the dialog box, the filename 'GeomObjekte.odg' is displayed in a box.

Erweiterung – 3D-Vektorgrafiken

- Bisher: Koordinaten der Form (100,0)
- Erweiterung: Dreidimensionaler Raum \rightarrow (100, 25, 50)



Werkzeuge für Vektorgrafiken



Inkscape

(Vektorbearbeitung für das SVG-Format)



LibreOffice / OpenOffice

Draw (Zeichenprogramm), Impress (Präsentationsprogramm)



FreeCAD

(2D- und 3D-CAD-Werkzeug)

Zusammenfassung – Eigenschaften von Vektorgrafiken

Vorteile:

- Skalierbarkeit nahezu uneingeschränkt
- Deutlich geringere Datenmengen
- Möglichkeit zur Nachbearbeitung

Nachteile:

- Nicht geeignet für Bilder wie Photos
- Bei komplexen Grafiken oder Animationen: Hoher Rechenaufwand zum Darstellen (=Umwandeln in Pixeldarstellung)



Kontrollfragen

1. Erläutern Sie den Unterschied zwischen additiven und subtraktiven Farbmischsystem. Geben Sie Beispiele für die Einsatzgebiete der beiden Systeme an.
2. Erläutern Sie die wesentlichen Unterschiede zwischen Vektor- und Pixelgrafiken. Nennen Sie Vor- und Nachteile der Systeme.
3. Nennen Sie wenigstens zwei verschiedene Farbmodelle und deren Einsatzgebiete.
4. Ordnen Sie die folgenden Auflösungen der entsprechenden Hardware zu und geben Sie an, um welche Art der Auflösung (Pixelanzahl oder Pixel je Längeneinheit) es sich handelt.

Drucker	1920x1080
Digitalkamera	600DPI
Monitor	5 MegaPixel
5. Nennen sie wenigstens drei verschiedene Grafikformate (bspw. Anhand der Dateiendungen) für Pixelgrafiken und geben Sie jeweils die Besonderheiten an.
6. Geben Sie drei Beispiele für Grundfunktionen der Bildbearbeitung bei Pixelgrafiken an.
7. Erläutern Sie den Begriff „Ebenen“ (Layertechnik) bei der Bildbearbeitung.
8. „Bei der Komprimierung von Pixelgrafiken verlieren diese stets an Qualität“. Beziehen Sie zu dieser Aussage Stellung.
9. Folgende Aufgaben sind zu erledigen:
 - (a) ein Diagramm für eine Präsentation ist zu entwerfen,
 - (b) das Bild eines Produktes ist für ein Werbe-Transparent abzuspeichern,
 - (c) Der Grundriss einer Wohnung ist auszudrucken.
 Geben Sie für alle drei Aufgaben an, für welches Bildformat (Vektor/Pixelgrafik), welchen Dateityp und welches Farbmischsystem (Zusatz: Welche Software) Sie Sich entscheiden würden. Begründen Sie Ihre Antwort.

Zum Weiterlesen

Internet:

- <http://voillusions.blogspot.de/2010/08/moving-eschers-waterfall-illusion.html>
- http://www.flickr.com/photos/justin_case/2073294609/
- <https://forcechange.com/60911/condemn-lashing-and-house-arrest-of-15-year-old-rape-victim/>
- <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e0/Synthese%2B.svg>
- <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/52/Synthese-.svg>
- <http://img.fotocommunity.com/Nature/Abstract-Nature/image-a21400791.jpg>
- <http://www.gimpusers.de/tutorials/fotos-verschwimmen-lassen> (verändert)
- <http://www.rhiz.eu/attachment-21858-en.html>
- <https://www.schulbilder.org/bild-mona-lisa-i17052.html>
-

Es wurden nur Quellen verwendet, deren Nutzung freigegeben ist. Da die Angabe bzgl. der Option der freien Nutzung der Bilder in der Regel aus Internetquellen stammt, übernimmt der Autor keine Haftung für die Korrektheit dieser Information!