

# Computergraphik: Pixel versus Vector





Doch wie viele Bildpunkte braucht man, um ein Bild zu beschreiben. Grundsätzlich gilt natürlich je mehr Punkte je besser. Doch nur bis zu einem bestimmten Punkt. Nämlich wenn trotz erhöhter Pixelanzahl keine extra Details hinzukommen. Eine andere Grenze stellt die Auflösung des Monitors dar.

Denn ein Monitor Pixel hat eine bestimmte physische Größe, die sich durch das Lochraster der Röhre ergibt.

Ein Bild-Pixel dagegen hat eine beliebige Größe. Es ist einfach eine mathematische Definition, die der Benutzer festlegen kann.

Die Größe und die Anzahl der Bildelemente hängt von der Größe und/oder vom Betrachtungsabstand ab.

Folgendes Bild soll hier als Demonstrationsobjekt dienen.



Bild:



1 Pixel:

Die kleinst mögliche Pixelanzahl um das Bild zu beschreiben ist selbstverständlich 1. Jedoch ergibt das nicht mehr als die Größe des Bildes und dessen Durchschnittsfarbe und Durchschnittshelligkeit. Also müssen mehr Pixel genommen werden, um mehr Details erkennen zu können!

Nehmen wir nun einmal ein Gitter mit 2x2 Quadraten an.



Bild 2x2:



2x2 Pixel (insgesamt 4)

Nun wird wieder der Durchschnittswert für Farbe und Helligkeit ermittelt. Man kann jedoch nur Unterschiede in der Farbe und der Helligkeit erkennen. Aber nicht mehr.



32x32 Pixel (gesamt 1024 Pixel):

Bei 32x32 kann man bereits das Bild erahnen. Man beachte, daß die Pixelgesamtanzahl sehr schnell steigt (wichtig für Speicherbedarf). Mit zunehmender Pixelzahl steigt natürlich auch die Auflösung.

Wie oben schon erwähnt bringt ab einer bestimmten Pixelanzahl eine weitere Erhöhung der Anzahl keine Verbesserung mehr. Dies liegt an der festgelegten Pixelgröße des Monitors. Sind die Bildpixel kleiner als die Bildschirmpixel so können sie einfach nicht mehr so klein dargestellt werden. Es hätte also nur Sinn die Pixelanzahl weiter zu vergrößern, wenn man später ins Bild hineinzoomen möchte.

Verkleinert man ein bestehendes Bild, wäre es folglich unsinnig die Pixelanzahl beizubehalten. Sie kann mit Verkleinerung des Bildes proportional mit verringert werden, ohne daß es bemerkt wird.



Bilder 256x256 128x128 64x64



### Graustufen:

Bei einem digitalen Bild muß die Anzahl der Abstufungen zwischen Grau und Weiß genau definiert sein. So ist es möglich jedem Bildpunkt genau einen definierten Wert zuzuweisen. Doch wie viele Abstufungen braucht man, um ein Bild sinnvoll darzustellen?

Das hängt selbstverständlich von dem Bild selbst ab. Handelt es sich bei dem Bild um eine SW-Zeichnung usw.... Was ist aber bei einem Foto?

Zu diesem Zweck soll hier das Bild durch eine "Grauwerttreppe" mit 8 verschiedenen Abstufungen beschrieben werden.



8 Graustufen:

Bei Weiß, Schwarz und 6 Abstufungen von Grau sieht das Foto gemustert aus. Es sind 8 Abstufungen also eindeutig zu wenig. Wieviele braucht man aber wirklich.

Durch Test hat man herausgefunden, daß das menschliche Auge ca. 200 Abstufungen einschließlich S&W erkennen kann. Doch bei den Bildern werden 256 verwendet. Der Grund hierfür ist sehr einfach. Mit 7 Bit könnte man nur 128 Werte unterscheiden. Mit 8 Bit (ein Byte) sind jedoch schon 256 Möglichkeiten vorhanden. Warum sollte man also nur 200 verwenden?

### **Das 1-Bit Bild:**

Mit einem Bit ist nur möglich S (0) oder W (1) zu unterscheiden. Ein Bild würde dann so aussehen.



Bild SW:

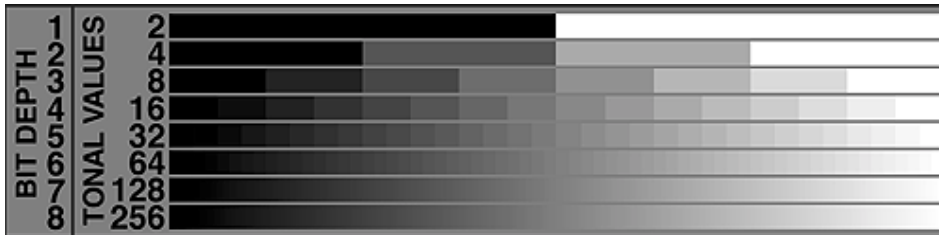
Dadurch daß nur ein Bit benötigt wird um die Helligkeit der Pixel zu bestimmen, sind solche Bilder selbstverständlich sehr klein.



Mit 2 Bits wären dann 4 Töne möglich. (Weiß, Hellgrau, Dunkelgrau, Schwarz)

2-Bit Bild:

- 3 Bit: 8 Töne
- 4 Bit: 16 Töne
- 5 Bit: 32 Töne
- 6 Bit: 64 Töne
- 7 Bit: 128 Töne
- 8 Bit: 256 Töne



Bittiefe und Grautöne:



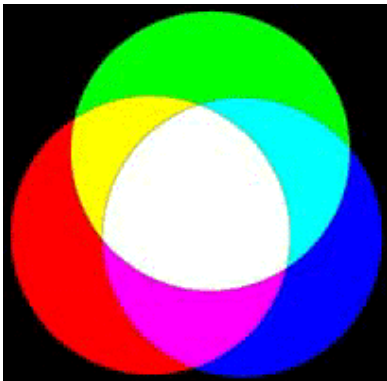
8-Bit Bild



## Truecolor durch 24-Bit Farben:

Natürlich ist es auch möglich digitale Fotos in Farbe darzustellen. Da dies aber mehr Information bedeutet werden dafür mehr Bits (und damit Speicherplatz) benötigt. Wie oben schon erklärt, reichen 8 Bit (256 Grautöne), um Schwarzweißbilder ausreichend zu beschreiben. Ein Farbbild setzt sich aus den 3 Primärfarben Rot, Grün und Blau zusammen. Durch additive Farbmischung (wie beim Fernseher!) können alle anderen Farben erzeugt werden. Für jede der 3 Primärfarben werden jeweils auch nur 8 Bit benötigt. Insgesamt sind also 24 Bit nötig um ein Echtfarbenbild (Truecolor) zu charakterisieren. Die Anzahl der möglichen Farben ist daher:

$$2^{24}=16.777.213 \text{ Farben} = 256*256*256$$



Mischung der Primärfarben:

Wie man an der Mischgraphik sehen kann ergeben alle Primärfarben zusammen Weiß. Schwarz hingegen entsteht, wenn keine der Primärfarben enthalten ist.

## Wie sieht aber eigentlich eine Bitmap-Datei aus?

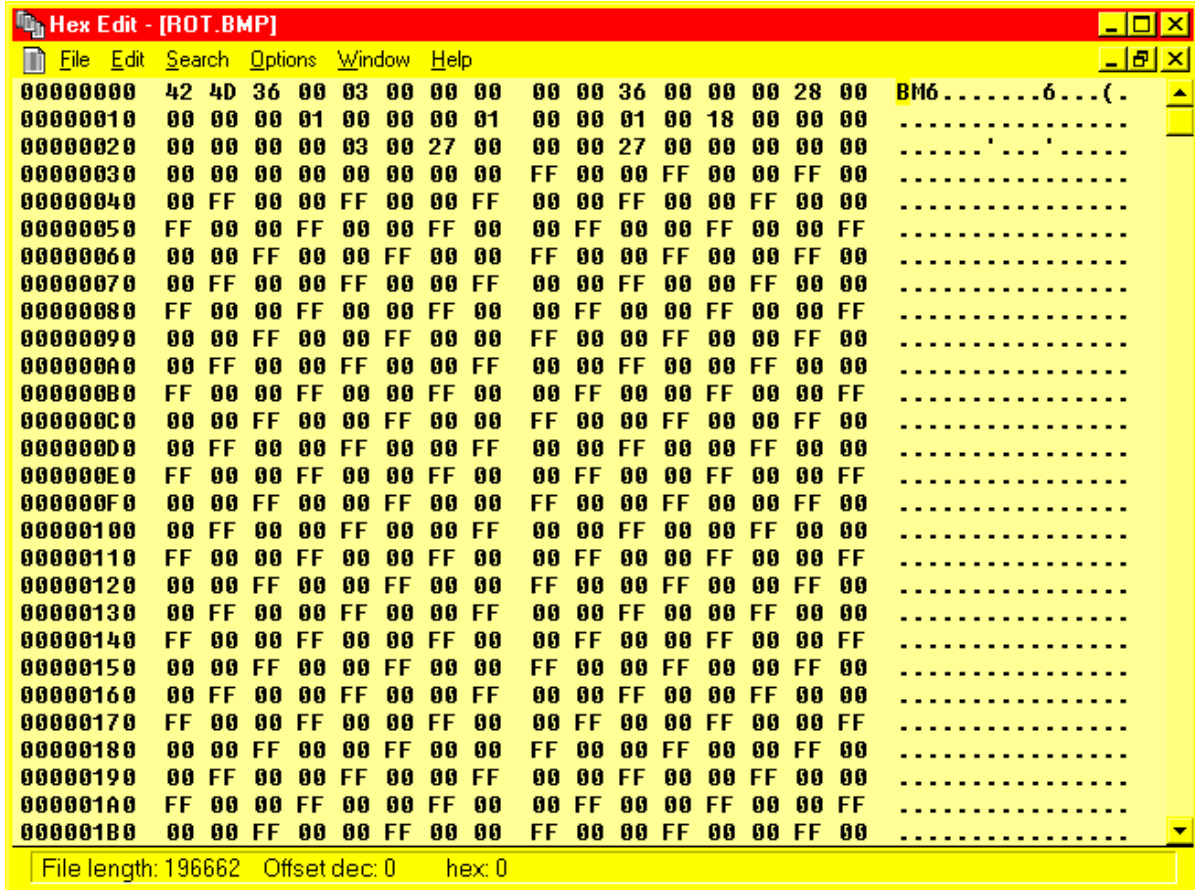
In einer Bitmap Datei steht eigentlich nichts anderes als die Farbwerte der Pixel. Natürlich müssen auch noch Dateiname und die Größe der Pixel angegeben werden. aber das passiert am Anfang der Datei. Danach folgen nur noch die Farbwerte aller gesamten Pixeln. Sie werden in einer langen Kette einfach hintereinander aufgelistet.

Schaut man sich ein Primärrotes Bitmap im Hex-Editor einmal an, so wird die Datei folgendermaßen aussehen.

Bei dem Bild handelte es sich um ein Bitmap mit einer Matrix von 256x256 Pixeln. Zu Demonstrationszwecken wurde das gesamte Bild Rot gemacht.

Doch zum besserem Verständnis sei noch etwas vorher erklärt.

Im Hex-Editor werden die Werte, wie der Name schon sagt hexadezimal angezeigt. Mit 4 Bit ( $2^4=16$ ) kann eine Hex-Ziffer dargestellt werden. Man Braucht also 2 Hex-Ziffern (8 Bit) für je eine Farbe. Also stehen in der Hex-Tabelle 6 Hexziffern immer für die Farbe eines Bildpunktes.



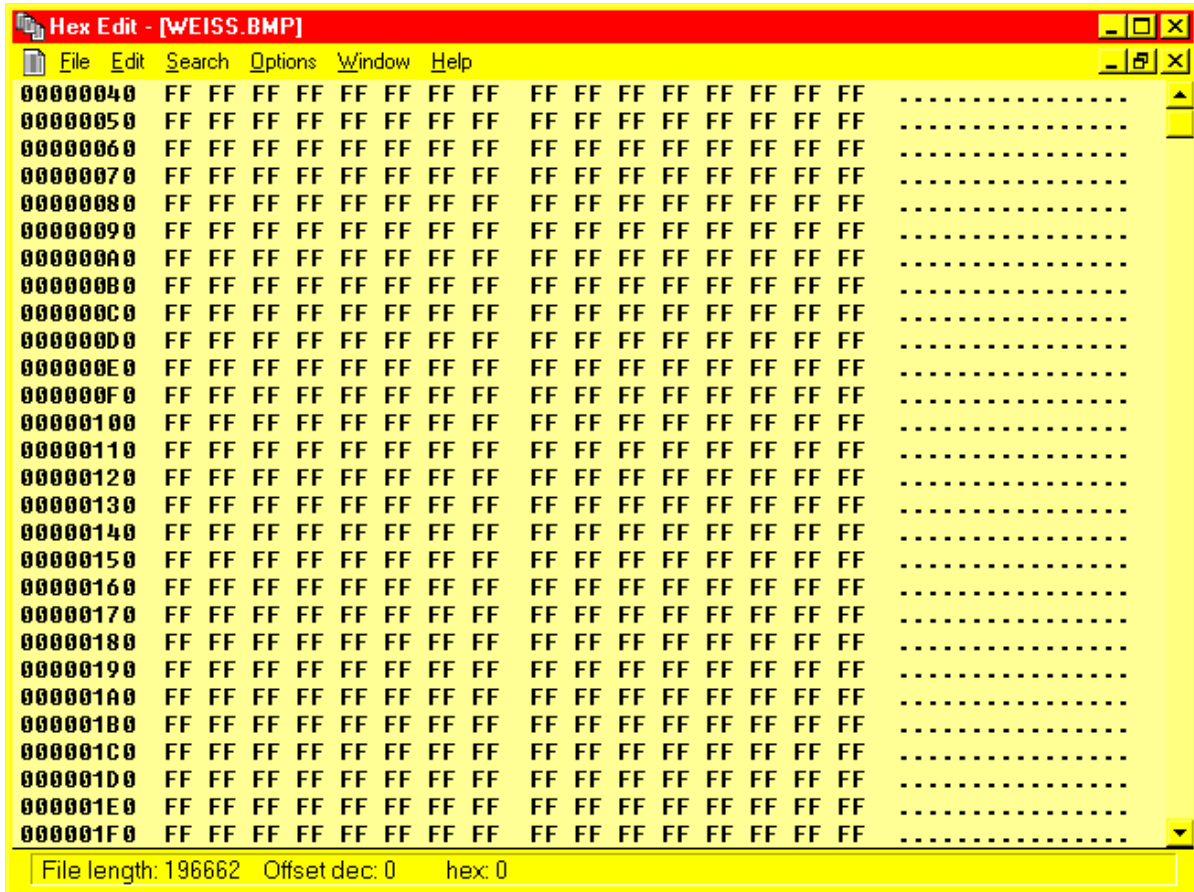
Hex-Tabelle für rotes 24-Bit Bild

Die Reihenfolge der Farben für ein Punkt ist folgendermaßen: Blau Grün Rot.  
 00 00 FF bedeutet daher, daß das Bild Rot ist.

Interessanterweise beginnen die Pixel nicht in der oberen linken Ecke, sondern in der unteren linken. Ist diese fertig wird auf der oberen ganz links wieder begonnen.  
 Da bei diesem Bild 65.536 ( $256^2$ ) Punkte beschrieben werden müssen kann man sich leicht vorstellen, wie lang diese Liste ist.



Ein Weißes Bild sieht mit dem Hex-Editor betrachtet folgendermaßen aus. Da Weiß aus der Mischung aller Primärfarben entsteht, sind ihre Werte auf FFh gesetzt.



Hex-Tabelle für weißes 24-Bit Bild

Ein SW-Bild (1 Bit) sieht folgendermaßen aus:

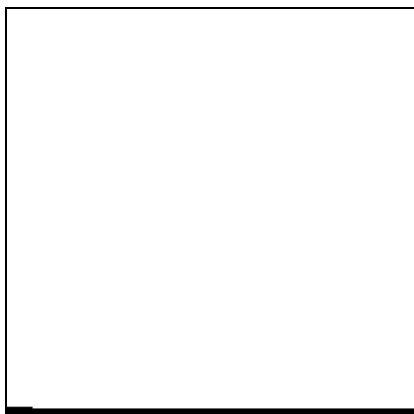
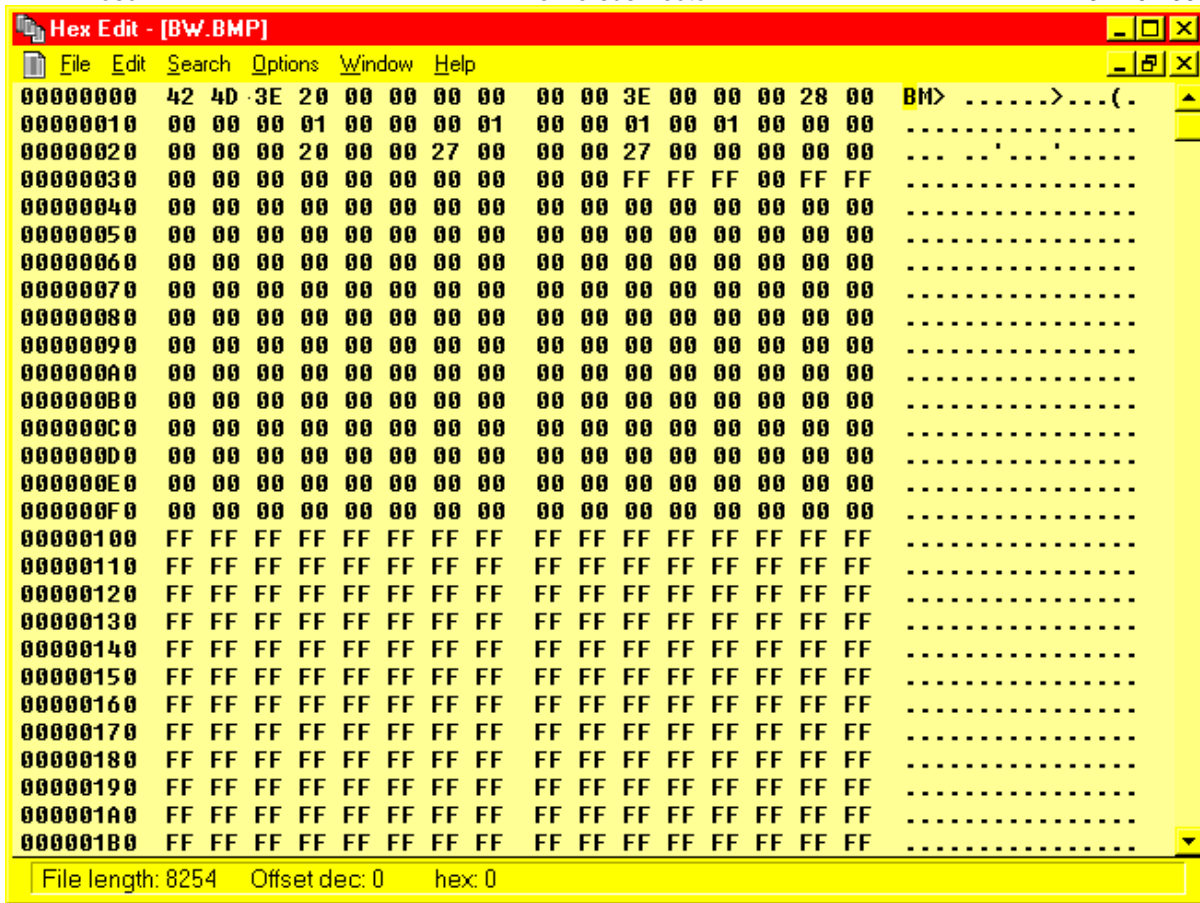


Bild mit schwarzem Streifen



Hex-Tabelle für SW-Bild

Die Nuller repräsentieren den Schwarzen Streifen unten. Die nachfolgenden Fs stehen für die ganzen Einsen (Weiß).

### Speicherbedarf:

Wie oben schon erwähnt braucht eine RGB-Datei 24 Bit für jedes Pixel. Ein Graustufenbild hingegen benötigt hingegen nur 8 Bit. Daher ist das gleiche Bild als Graustufenbild etwa 3 mal (24/8) kleiner. Als SW-Bild wäre es sogar ums 24-fache (24/1) kleiner.

### Vor- und Nachteile von Pixelgraphiken:

Pixelgraphiken eignen sich gut zur naturgetreuen Darstellung von Bildern, weil sie viele optische Details erlauben. Sie sind jedoch größenabhängig, d.h. sie verlieren beim Vergrößern an Qualität (Die einzelnen Pixel werden sichtbar). Doch durch die vielen Details werden noch 2 weitere Nachteile erkauft. Erstens belegen Pixelbilder viel Speicherplatz, sowohl auf der Festplatte, als auch im Arbeitsspeicher bei der Bearbeitung. Das ist auch der Grund warum das Bearbeiten solcher Graphiken viel Rechenzeit in Anspruch nimmt. Der zweite große Nachteil ist, daß Fehler bei Änderungen kaum bis gar nicht behoben werden können.

Nachfolgend noch eine tabellarische Übersicht auf die gängigsten Dateiformate:

### Schwarzweiß-Bilder

**Farbtiefe**

8 Bit, 256 Graustufen darstellbar

**Anwendungsgebiet**

gescannte Schwarzweiß-Fotos, im Computer erstellte Schwarz-Weiß-Zeichnungen mit Verläufen

**Dateiformate**

TIF, BMP, PCX, GIF, JPEG, IFF

### Indizierte Farben

**Farbtiefe**

1 bis 8 Bit, 2 (meist schwarz und weiß) bis 256 Farben möglich

**Anwendungsgebiet**

mehrfarbige Grafiken wie Zeichnungen, Logos, Schriftzüge, im Computer erstellte Zeichnungen mit max. 256 Farben ohne Farbverläufe, aus Platz- oder Geschwindigkeitsgründen heruntergerechnete Echtfarb-Bilder usw.

**Dateiformate**

TIF, BMP, PCX, MAC, GIF, IFF

### Echtfarb-Bilder

**Farbtiefe**

24 Bit (RGB) oder 32 Bit (CMYK),  
16,7 Mio. Farben

**Anwendungsgebiet**

gescannte Farbfotos, fotorealistische Bilder mit Farbverläufen

**Dateiformate**

TIF, BMP, PCX, MAC, JPEG, PCD, IFF

Zusätzlich gibt es unter anderen noch Farbbilder mit anderen Bittiefen, diese haben aber für den Datenaustausch mit Ihrer Druckerei kaum Bedeutung und werden nur für Spezialzwecke benötigt.

Die Echtfarb-Bilder können in verschiedene Farbräume transferiert werden (CMYK, RGB, Lab), die je nach Verwendungszweck ausgewählt werden sollten. Das Transferieren in den CMYK-Farbraum sollte nur erfolgen, wenn die Daten für den Druck benötigt werden, da, bedingt durch den kleineren Farbraum, keine verlustfreie Rücktransformation in die anderen Farbräume mehr möglich ist.

## Gebräuchlichste Pixelbild-Dateiformate

### TIFF (Tagged Image File Format)

#### **Bildtiefe**

RGB: 1 - 36 Bit (2 - 4,5 Mrd. Farben)  
RGB: 1 - 48 Bit (2 - 4,5 Mrd. Farben)  
Die Bit-Tiefen über 24 (RGB) und 32 (CMYK)  
werden nur benötigt, um in der  
Bildbearbeitungssoftware Spielraum für  
Tonwertkorrekturen zu haben, ohne daß ein  
Tonwertabriß entsteht.

#### **Anwendungsbereich**

universelles Austauschformat zwischen fast allen  
Rechnerplattformen und Anwendungen

#### **Komprimierung**

LZW-Komprimierung (und noch mehrere  
andere Verfahren) möglich, je nach Bildtyp und  
-beschaffenheit Kompressionsraten zwischen 20  
und 60 % ohne Informationsverlust

#### **Vorteile**

wird von fast allen Rechnerplattformen und  
Programmen unterstützt, kein  
Informationsverlust beim Komprimieren, kann in  
fast jeder Bildbearbeitung nachbearbeitet  
werden

#### **Nachteile**

nicht alle Programme öffnen komprimierte  
Dateien korrekt

#### **Empfehlung**

Universal-Austauschformat

Verwenden Sie dieses Format mit  
Komprimierung zum Datenaustausch, klären Sie  
aber vorher, ob das Programm auf der  
Empfängerseite die Datei fehlerfrei öffnen kann.

Um vollständig sicherzugehen können sie dieses  
Format ohne Komprimierung verwenden, haben  
dann aber größere Dateien.

### BMP (Bitmap)

#### **Bildtiefe**

1 - 24 Bit (2 - 16,8 Mio. Farben)

#### **Anwendungsbereich**

Hausformat der Betriebssysteme Windows und  
OS/2

#### **Komprimierung**

Komprimierung möglich, allerdings nur bis 8 Bit  
Datentiefe, ohne Informationsverlust (dann als  
RLE- oder DIB-Datei)

#### **Vorteile**

wird von fast allen Windows- und und  
OS/2-Programmen unterstützt

#### **Nachteile**

fast nur auf IBM-kompatiblen Rechnern,

#### **Empfehlung**

Verwenden Sie dieses Format nur, wenn Sie  
Dateien zwischen Programmen die unter  
Windows oder OS/2 arbeiten, austauschen.

### **JPEG (Joint Photographic Experts Group)**

<b>Bildtiefe</b>	nur 8 Bit Graustufen und 24 Bit Echtfarbe
<b>Anwendungsbereich</b>	universelles Austauschformat zwischen fast allen Rechnerplattformen und Anwendungen - Weitergabe von großen Bilddateien
<b>Komprimierung</b>	Komprimierung allerdings mit erheblichem Datenverlust bis auf ca. 2 % der ursprünglichen Größe - je nach Einstellung
<b>Vorteile</b>	hohe Kompressionsraten, wird von fast allen Rechnerplattformen und Programmen unterstützt, kann in fast jeder Bildbearbeitung nachbearbeitet werden
<b>Nachteile</b>	Schärfe- und Farbverluste durch die Komprimierung
<b>Empfehlung</b>	Verwenden Sie dieses Format um große Foto-Bilddateien zu transportieren. Vergewissern Sie sich aber durch nochmaliges Öffnen der Datei vor der Weitergabe, ob das Bild noch Ihren Qualitätsanforderungen genügt.  Zur Darstellung von fotorealistischen Bildern im Internet am besten geeignet.

### **GIF (Graphics Interchange Format)**

<b>Bildtiefe</b>	1 - 8 Bit (2 - 256 Farben)
<b>Anwendungsbereich</b>	universelles Austauschformat zwischen fast allen Rechnerplattformen und Anwendungen, Standardbildformat im Internet
<b>Komprimierung</b>	LZW-Komprimierung, je nach Bildtyp und -beschaffenheit Kompressionsraten zwischen 20 und 95 % ohne Informationsverlust
<b>Vorteile</b>	wird von fast allen Rechnerplattformen und Programmen unterstützt, kein Informationsverlust beim Komprimieren, kann in fast jede Bildbearbeitung eingelesen werden
<b>Nachteile</b>	nur bis 256 Farben darstellbar
<b>Empfehlung</b>	Verwenden Sie dieses Format für die Darstellung von Logos und Zeichnungen mit weniger als 256 Farben im Internet.

## Vectorgraphik:

Ein Vector ist eine mathematische Wegbeschreibung - sinngemäß: 'Nimm diesen Weg, um von Punkt A nach Punkt B zu gelangen.' Im einfachsten Fall steht ein Vector für eine gerade Linie zwischen zwei Punkten. Unter Zuhilfenahme weiterer Angaben kann ein Vector aber nicht nur gerade Linien, sondern auch Kurven beschreiben.

Diese mathematischen Beschreibungen sind ähnlich einer Programmiersprache aufgebaut. Der Rechner muß die Informationen interpretieren und ausführen. So würde eine Vectorgraphik für einen Kreis in etwa so aussehen: 'Zeichne einen Kreis mit den Koordinaten (Mittelpunkt  $x=33\text{mm}$ ,  $y=57\text{mm}$ ; Radius= $20\text{mm}$ ; Füllfarbe Rot 100%; Linienstärke 1 Punkt; Linienfarbe Schwarz; durchgezogene Linie).'

Durch Kombination von Kurven und Geraden, lassen sich praktisch beliebige Formen erzeugen. Einfaches Beispiel: Rechteckige Tischplatte mit runden Beinen.

## Eigenschaften der Vectorgraphik:

### **Vorteile:**

Durch die mathematische Art der Beschreibung ist die Ausgabe größenunabhängig und kann für jede Auflösung und Vergrößerung neu berechnet werden, ohne daß die Qualität vermindert wird, wie es beim Vergrößern der Bitmaps der Fall ist.

Yellow Sumarine:





Da sie mathematisch genau bestimmt sind, eignen sie sich für sehr exakte Darstellungen - etwa bei der Konstruktion eines Autos.

Programme zur Bearbeitung von Vectorgraphiken (CAD-Programme) erlauben zu jedem Zeitpunkt massive Korrekturen an beliebigen Details, ohne daß andere Teile der Zeichnung dabei in Mitleidenschaft gezogen werden.

Vectorgraphiken benötigen natürlich auch viel weniger Speicherplatz als Pixelgraphiken.

Man stelle sich zum Beispiel eine Linie in einem Bitmap vor. Alle Pixel (auch der Hintergrund) müssen definiert werden. Dagegen braucht bei einer Vectorgraphik nur die Hintergrundfarbe und die Koordinaten der beiden Endpunkte (mit Linienstärke...)

angegeben werden. Aus diesem Grund lassen sich selbst komplexe Zeichnungen bequem per Modem verschicken.

Aufgrund der kleinen Arbeitsgröße lassen sich Vectorgraphiken auch schnell berechnen.

Deswegen wird sie auch in Computerspielen eingesetzt (z.B.: Comanche, Apache Longbow....).

**Nachteile:**

Der größte Nachteil von Vectorgraphiken zeigt sich bei der realistischen Darstellung natürlicher Objekte. So kann ein Tisch zwar auf Vectorformen wie 'Rechteck' und 'Zylinder' reduziert werden. Das so entstandene Bild unterschlägt aber zahllose Details wie die Struktur der Oberfläche, das Reflektionsverhalten, den Lichteinfall....

Mit anderen Worten: Vectorgraphiken enthalten meist nur stark vereinfachte Modelle der Wirklichkeit. Zwar können theoretisch alle oben genannten Details einbezogen werden, der dazugehörige Arbeits- Rechenaufwand ist aber sehr hoch. Das würde, je nach Detailtreue, sogar leistungsfähige Rechner überfordern.

Deswegen werden Vectorgraphiken auch vor allem dort eingesetzt, wo es auf Genauigkeit und bequeme Bearbeitung ankommt (z.B.: Konstruktionszeichnungen).

Zusätzliches Terrain eröffnet sich Vectorgraphiken übrigens durch die Kombination mit Pixelgraphiken. Hiervon profitieren vor allem 3D-Programme und damit viele spektakuläre Kinotricks.

Die Methode ist ziemlich simpel. Auf die Oberfläche eines 3D-Vectormodells wird ein Pixelbild (etwa eine Holzstruktur) projiziert. So müssen die Vektoren nur die nötigsten Daten über Gestalt des Objekts enthalten - die meisten Details aber liefert das Pixelbild. Das Verfahren ist aber sehr rechenaufwendig - vor allem wenn es um bewegte Bilder geht.