

# Modul 114

Thema 8/11

Speicherplatz als rares Gut – Reduktion

# Agenda

2

Thema	Inhalte
1	Zahlensysteme BIN - DEZ - HEX
2	Arithmetische und logische Grundoperationen im Binärsystem
3	Die Logik und den Prozessor verstehen
4	Grosse Zahlen in kleinen Variablen ablegen
5	Fehler in der Datenübertragung finden und korrigieren
6	Speicherplatz als rares Gut - Dateien und ihr Platzbedarf
7	Speicherplatz als rares Gut - Kompression
8	Speicherplatz als rares Gut - Reduktion
9	Vektorgrafiken - Eine Alternative zu den Pixeln
10	Verschlüsselung - Geschichte und Grundsätzliches
11	Verschlüsselung - Moderne Verfahren



# Tagesziele

3

Ich kann...

- anhand von Samplingrate und Samplingtiefe erklären, wie Audiosignale digitalisiert werden.
- aufzeigen, wie durch psychoakustische Effekte Audio-Dateien reduziert werden können.
- den Kompressionsfaktor und die Kompressionsrate für Multimedia-Dateien berechnen.



# Audiodateien aufzeichnen

# Aufzeichnung eines Audiosignals

5



Analoges Signal



44 100 Samples pro Sekunde bei 16 Bit



22 000 Samples pro Sekunde bei 16 Bit

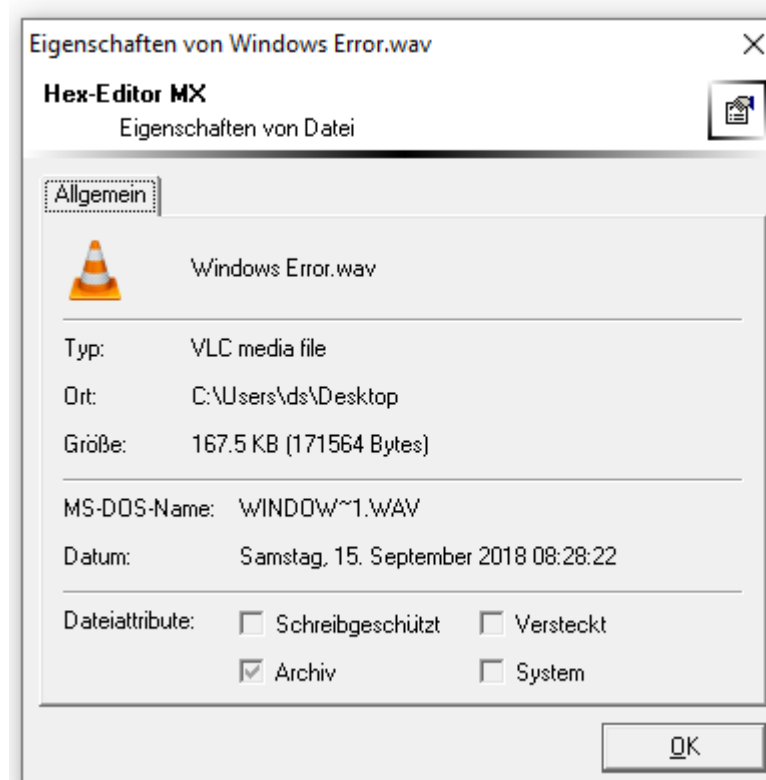


44 100 Samples pro Sekunde bei 8 Bit



# Aufzeichnung eines Audiosignals

6



# Aufzeichnung eines Audiosignals

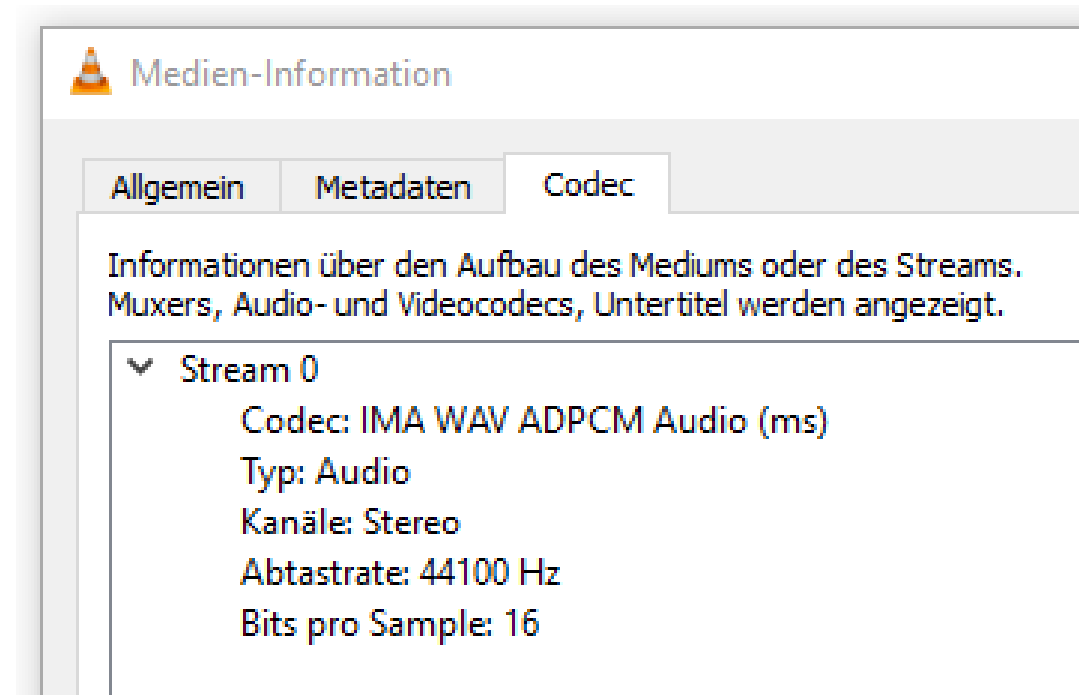
7

```
0x00000: 52 49 46 46 24 9E 02 00 57 41 56 45 66 6D 74 20 RIFF$!..WAVEfmt
0x00010: 10 00 00 00 01 00 02 00 44 AC 00 00 10 B1 02 00 .....D~...±..
0x00020: 04 00 10 00 64 61 74 61 00 9E 02 00 00 00 00 00 ....data.!.....
0x00030: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 .....
0x00040: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 .....
0x00050: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 .....
0x00060: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 .....
0x00070: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 .....
0x00690: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 .....
0x006A0: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 FF FF 00 00 FE FF .....ÿÿ..þÿ
0x006B0: 00 00 FC FF 00 00 FA FF 00 00 FD FF 00 00 09 00 ..üÿ..úÿ..ýÿ....
0x006C0: 00 00 26 00 00 00 4F 00 00 00 82 00 00 00 BB 00 ..&...0...!...»..
0x006D0: 00 00 F6 00 00 00 2E 01 00 00 65 01 00 00 95 01 ..ö.....e...!..
0x006E0: 00 00 BD 01 00 00 DB 01 00 00 E9 01 00 00 E4 01 ..¼...Û...é...ä..
0x006F0: 00 00 C9 01 00 00 9A 01 00 00 58 01 00 00 0C 01 ..É...!...X.....
0x00700: 00 00 B6 00 00 00 5B 00 00 00 FD FF 00 00 99 FF ..¶...[...ÿÿ..ÿÿ
0x00710: 00 00 33 FF 00 00 CE FE 00 00 6D FE 00 00 16 FE ..3ÿ..Ïþ..mp...þ
0x00720: 00 00 CD FD 00 00 99 FD 00 00 7D FD 00 00 79 FD ..ÿÿ..ÿÿ..}ÿ..ÿÿ
0x00730: 00 00 8B FD 00 00 AF FD 00 00 E4 FD 00 00 29 FE ..ÿÿ..ÿÿ..äÿ..)þ
0x00740: 00 00 7D FE 00 00 E2 FE 00 00 53 FF 00 00 CD FF ..}þ..âþ..Sÿ..ÿÿ
0x00750: 00 00 47 00 00 00 BF 00 00 00 2B 01 00 00 88 01 ..G...¿...+...!..
0x00760: 00 00 D1 01 00 00 04 02 00 00 23 02 00 00 2D 02 ..Ñ.....#...-..
0x00770: 00 00 24 02 00 00 08 02 00 00 D7 01 00 00 90 01 ..$.....x....
0x00780: 00 00 37 01 00 00 CF 00 00 00 5F 00 00 00 EF FF ..7...ÿ..._...ÿÿ
0x00790: 00 00 80 FF 00 00 17 FF 00 00 B7 FE 00 00 61 FE ..ÿÿ..ÿÿ..þ..âþ
```



# Aufzeichnung eines Audiosignals

8





# Aufzeichnung eines Audiosignals

9

**Samplingrate:** Auch: „Abtastrate“  
Wie oft wird das Signal pro Sekunde abgetastet.  
Angabe in Hertz (16kHz = 16'000 mal pro Sekunde)

**Samplingtiefe:** Auch: «Abtasttiefe»  
Wie viele Bit stehen für die Messskala zur Verfügung  
Z.B. 8 Bit für eine Skala mit 256 Einheiten  
oder 16 Bit für eine Skala mit 65'536 Einheiten.

**WAV-Dateien:** Samplingraten von 1Hz bis 4.3GHz

**MP3:** Samplingraten 32kHz, 44.1kHz und 48kHz



# Aufgabe



10

Welchen Speicherplatz würde die .wav-Datei von der vorletzten Folie benötigen, wenn sie 3.5 Minuten dauern würde?

**Ziel:** Anwenden des Gelernten  
**SF:** Einzelarbeit/Partnerarbeit  
**Zeit:** 10 Minuten



# Lösung



11

$210 \text{ sec} \times 44'100 \text{ Abtastungen} \times 2 \text{ Byte} = \mathbf{18'522'000 \text{ Byte}}$ ,  
das Ganze dann auch noch in Stereo (also doppelt):

also ca. **37 MB**

**Wie gross ist eine Musikdatei gleicher Länge auf Ihrem Smartphone?**

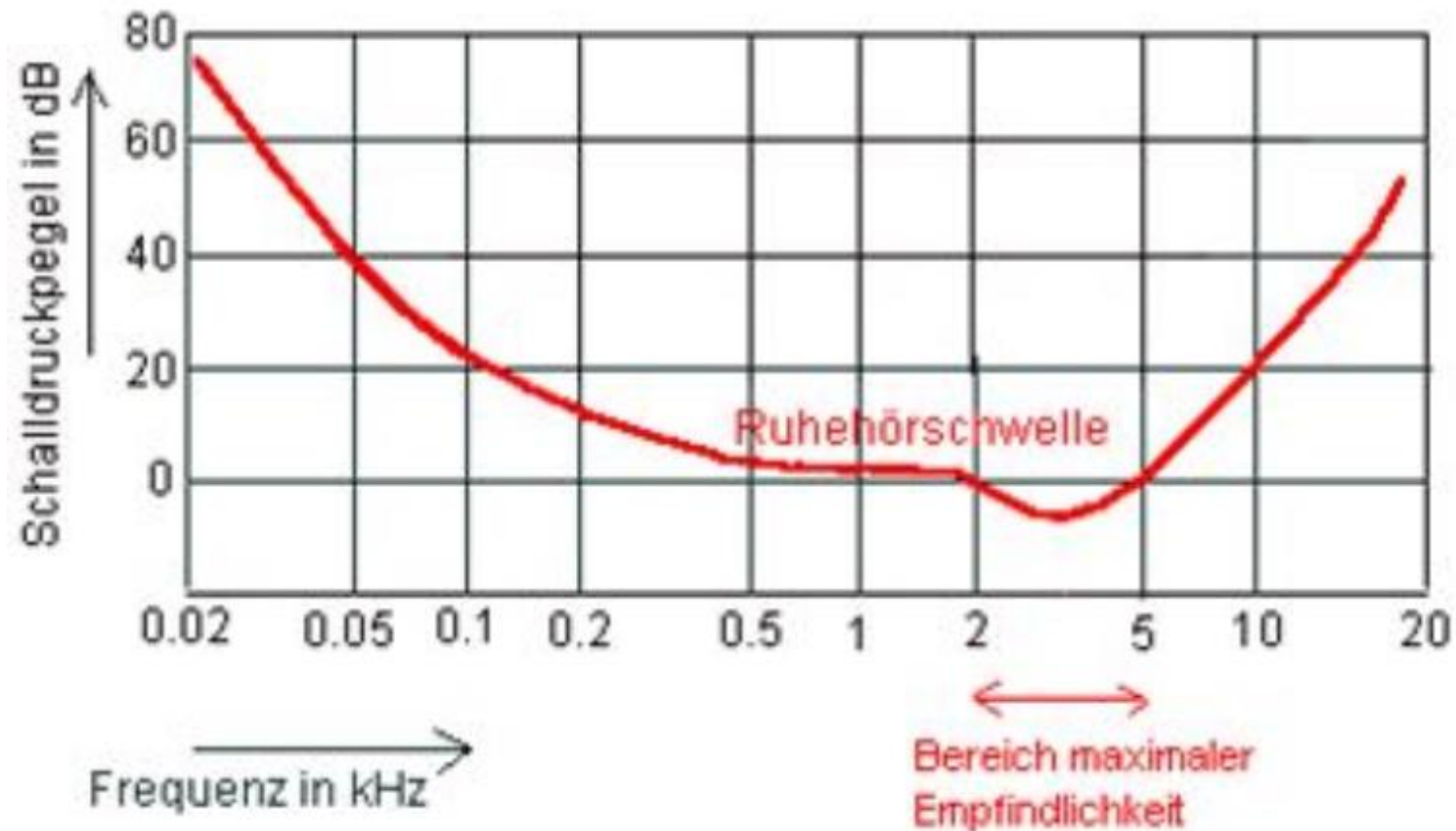
**Woher kommt der markante Unterschied?**



# Reduktion mithilfe der Psychoakustik

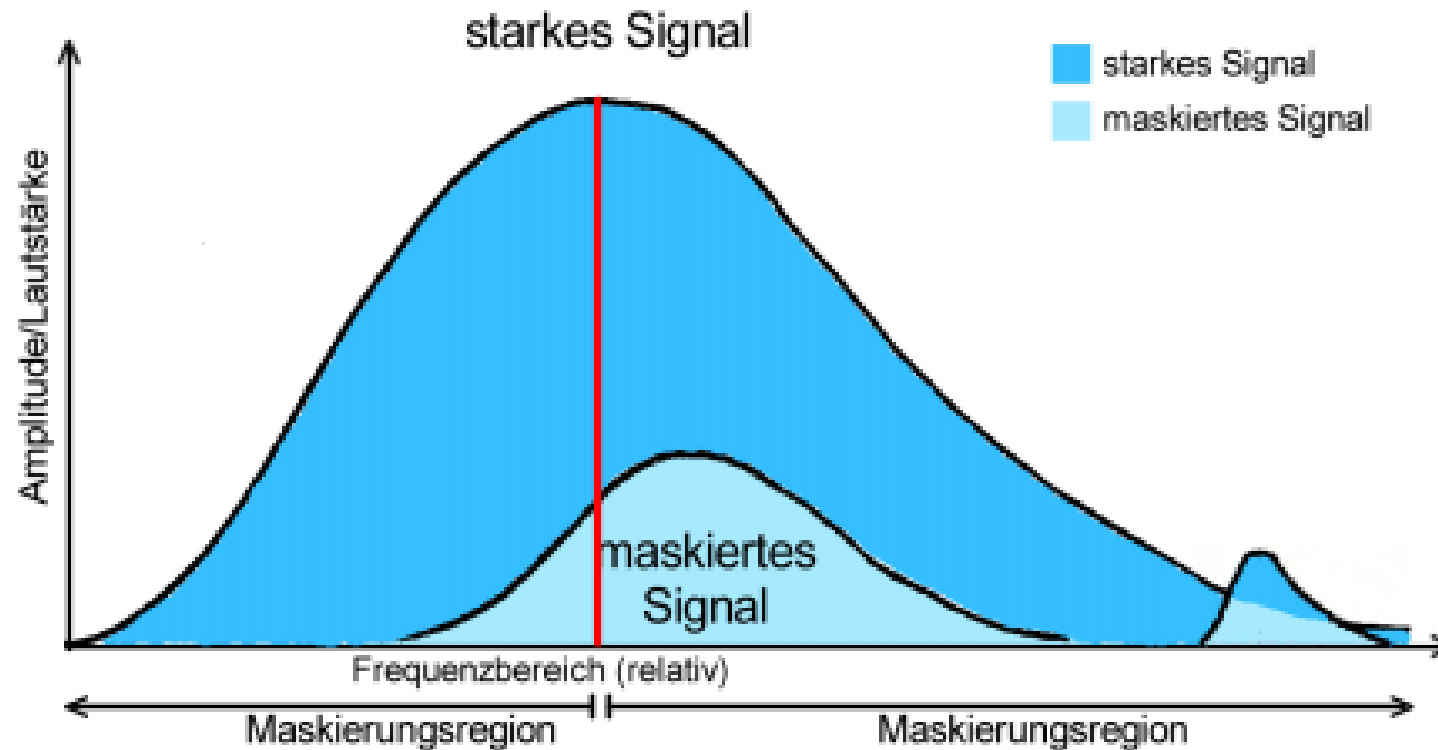
# Hörschwelle des Gehörs

13



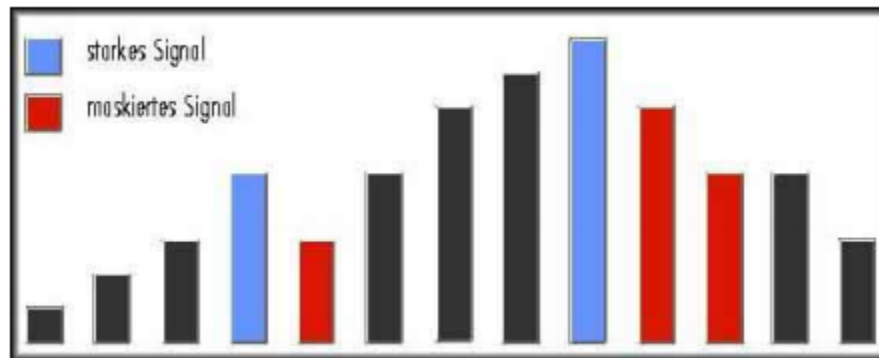
# Laute Töne «maskieren» Nebenfrequenzen

14



# Nachmaskierung

15



# Effekt

16

Beim MP3-Verfahren kommt anschliessend ein Huffman-Verfahren zum Zug, welches die auftretenden Bitmuster nochmals mit einem optimal kurzen Code codiert.

**Kompressionsrate:** Mit MP3 erreicht man Kompressionsraten von bis zu 10%.

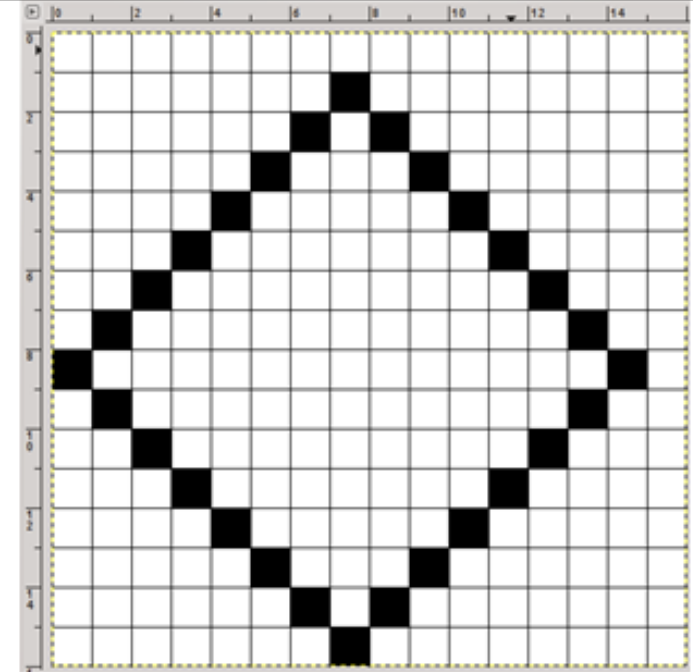




# Kompression von Bilddateien

# Pixelgrafik


18

Bild	Zeile Nr.	Bitwerte	Hexadezimalwerte
	1	0000 0000 0000 0000	0x0000
	2	0000 0001 0000 0000	0x0100
	3	0000 0010 1000 0000	0x0280
	4	0000 0100 0100 0000	0x0440
	5	0000 1000 0010 0000	0x0820
	6	0001 0000 0001 0000	0x1010
	7	0010 0000 0000 1000	0x2008
	8	0100 0000 0000 0100	0x4004
	9	1000 0000 0000 0010	0x8002
	10	0100 0000 0000 0100	0x4004
	11	0010 0000 0000 1000	0x2008
	12	0001 0000 0001 0000	0x1010
	13	0000 1000 0010 0000	0x0820
	14	0000 0100 0100 0000	0x0440
	15	0000 0010 1000 0000	0x0280
	16	0000 0001 0000 0000	0x0100



# Graustufen: Zusatzinformation!

19



Bei 16 möglichen Graustufen benötigen wir 4 Bit  
zusätzliche Information pro Pixel!



# Pointilismus (um 1900)

20



# Farben – noch mehr Information

21

## RGB

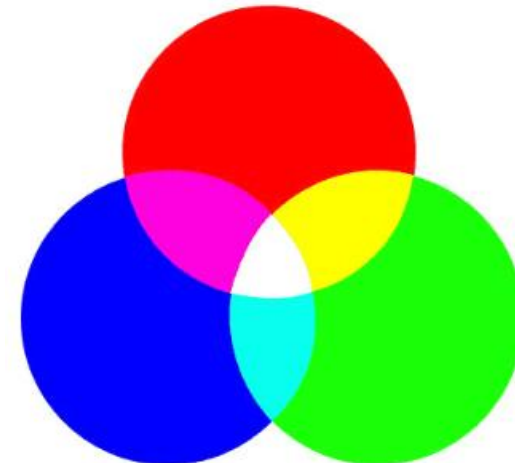
Additive Mischung von Rot-, Grün- und Blauanteilen zur Darstellung auf Bildschirmen.

«Real Color»	5 Bit/Farbe, 15 Bit/Pixel	$2^{15} = 32'768$ Farben
«True Color»	8 Bit/Farbe, 24 Bit/Pixel	$2^{24} = 16'777'216$ Farben

Notation in HTML (True Color):

#000000 entspricht schwarz

#FFFFFF entspricht weiss



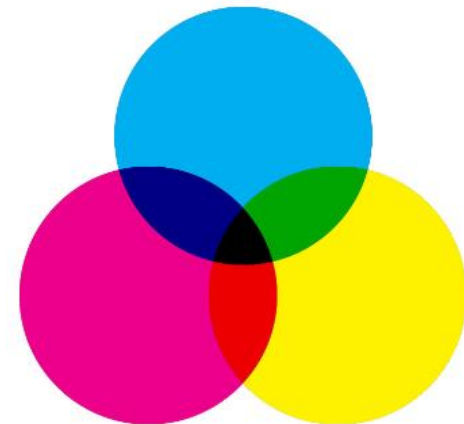
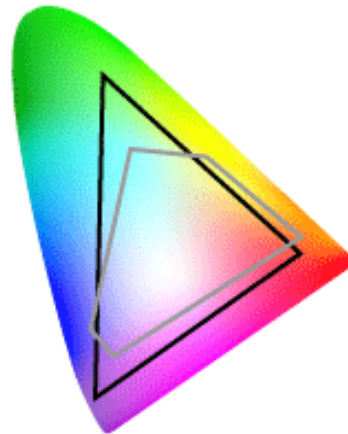
# Farben – noch mehr Information

22

## CMYK

Subtraktive Mischung von Cyan-, Magenta-, Yellow und Blackanteilen (Key) zur Darstellung auf Papier.

Notation: Prozentanteile jeder Farbe (0C/0M/0Y/0K ist weiss)  
Farbraum: Kleiner als RGB (graues Fünfeck → CMYK)





# Aufgabe



23

Überlegen Sie gemeinsam, wie man Bild- und Videodateien reduzieren kann, ohne dass der Betrachter etwas davon bemerkt.

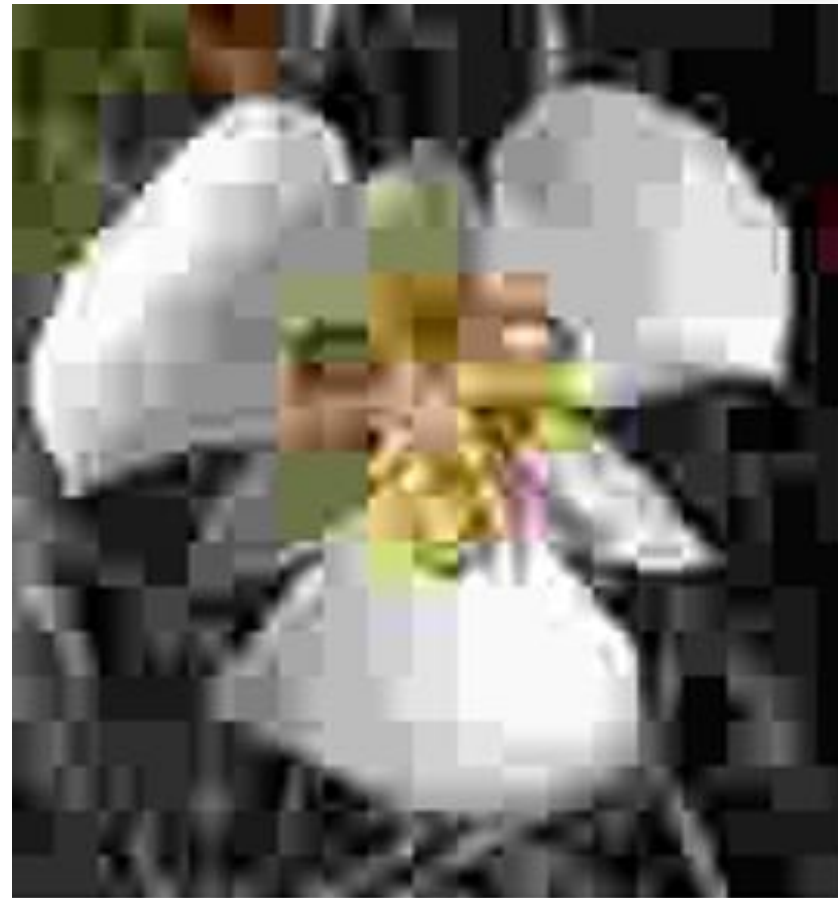
**Ziel:** Anwenden des Gelernten  
**SF:** Einzelarbeit/Partnerarbeit  
**Zeit:** 10 Minuten



# Lösungsansatz JPG



24





# Übungsaufgaben



25

- › Das Gelernte können Sie mit Hilfe von AB 114-08 üben

**Ziel:** Repetition und Vertiefung des Stoffes  
**SF:** Einzelarbeit/Partnerarbeit  
**Zeit:** 45 Minuten



# Abschluss



26

- › **Offene Punkte / Fragen**
- › **Feedback**
- › **Hausaufgaben**
  - Arbeitsblatt AB114-08 fertig lösen

