



WESTFÄLISCHE  
WILHELMS-UNIVERSITÄT  
MÜNSTER

# Digitale Bildbearbeitung und Fotografie



# Wiederholung: Die Werbung mit dem Frosch

- Ein namhafter SLR-Hersteller warb mit folgendem Bild:
  - Ein begeisterter Fotograf
    - hüpfte mit der SLR vor Augen dem Frosch hinterher.
- Der Dozent macht das nicht vor.
- Was lehrt uns diese Werbung in Bezug auf die folgenden Unterschiede?
  - Kompaktkamera ↔ SLR



# Wiederholung/Vertiefung: Belichtung: Einflussnahme

- zu viel/wenig Licht: Über-/Unterbelichtung
- Einflussnahme für die gewünschte Belichtung
  - durch manuelle Einstellmöglichkeiten
    - Belichtungszeit
    - Blende
    - ISO-Wert
    - Blitz
    - Sensorgröße

# Digitale Fotografie: Einflussnahme

- Belichtungszeit
  - länger:
    - mehr Licht wird vom Sensor aufgenommen
    - Verwacklung durch die Hand/Spiegelschlag
      - lässt sich mit einem Stabilisator kompensieren
        - optisch im Objektiv
        - durch Gegenbewegung des Sensors
        - rein softwarebasiert praktisch nutzlos, da nur ein Bild
        - durch ein Stativ (immer nötig bei Langzeitbelichtungen)
  - Verwacklung durch sich bewegende Motive
    - oft erst sichtbar bei
      - Belichtungszeiten jenseits der „Handverwacklung“
      - schneller Bewegung des Motivs



# Wiederholung: Belichtung - Einflussnahme

- Blende
  - offener:
    - mehr Licht wird vom Sensor aufgenommen
      - in Extremfällen Gefahr der Überbelichtung: Graufilter erforderlich
    - die Tiefenschärfe nimmt ab
    - die Gefahr von Vignettierung nimmt zu
    - nicht immer im Preisrahmen!
      - bei Zoomobjektiven kostengünstig nur im Weitwinkel realisierbar



# Auswirkungen unterschiedlicher Blendeneinstellungen



# Digitale Fotografie: Einflussnahme

- ISO-Wert
  - Signalverstärkung des einfallenden Lichtsignals
    - bei kleiner Fläche pro Pixel sehr früh nötig
      - eine SLR rauscht bei ISO 800 oft wie eine kleine Kamera bei ISO 100
  - höher:
    - das verstärkte Lichtsignal simuliert mehr Licht auf dem Sensor
    - zwei Möglichkeiten
      - a.) das Bildrauschen nimmt sichtbar zu
      - b.) das sichtbare Bildrauschen wird durch Filter korrigiert:
        - Entrauschen → Bild verliert Details, wirkt unscharf
        - Kanten nachschärfen → Bild wirkt wieder etwas schärfer
        - mehrmalig iteriert ergibt sich ein Ölgemäldeeffekt

# Digitale Fotografie: Einflussnahme

- Blitz
  - ein:
    - das Bild ist ausreichend belichtet
    - Verwacklungen sind vermieden
    - aber
      - Reflektionen treten auf
        - in Spiegeln, glänzenden Flächen
        - Rote-Augen-Effekt
      - die Farben der Umgebung werden neutralisiert
        - alles wird „kalt weiß“
        - Lichter gehen aus (Kerzen)
      - es werden Schatten generiert
      - am Ende der Blitzreichweite ist es dunkel
        - Blitzfleckfotografie

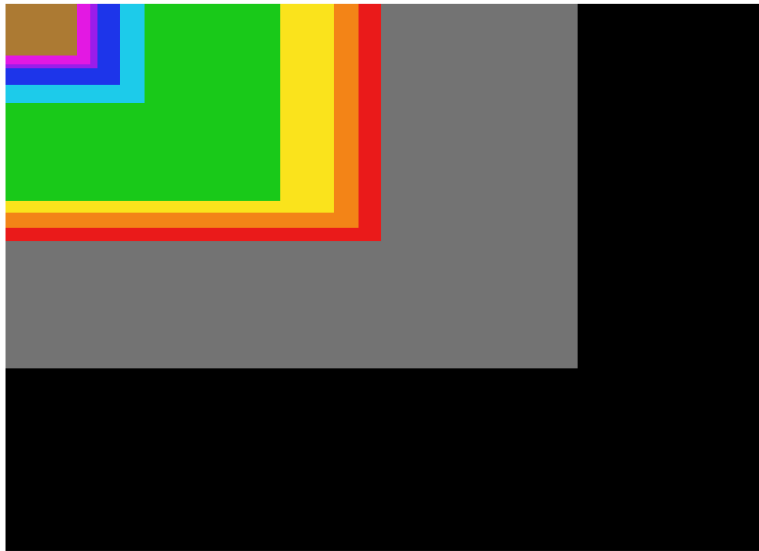


# Digitale Fotografie: Einflussnahme

- Sensorgröße
  - größer:
    - zwei Möglichkeiten
      - mehr Megapixel
        - Vorteile in der Detailtiefe insbesondere bei Sonnenschein
      - mehr Sensorfläche pro Pixel
        - Bilder in der Dämmerung mit akzeptablen Verschlusszeiten
        - kein Verwackeln
        - kein Blitz → natürliche Farben
  - teuer
    - in der Produktion:
      - steigende Fläche → exponentiell steigende Fehlerwahrscheinlichkeit

# Im Handel übliche Sensorgrößen

## Typische Sensorgrößen



### Angaben in mm

Mittelformat: 48,0 x 36,0

Kleinbild: 36,0 x 24,0

**DX:** 23,7 x 15,6

**APS-C:** 22,2 x 14,8

**Foveon:** 20,7 x 13,8

**Four-Thirds:** 17,3 x 13,0

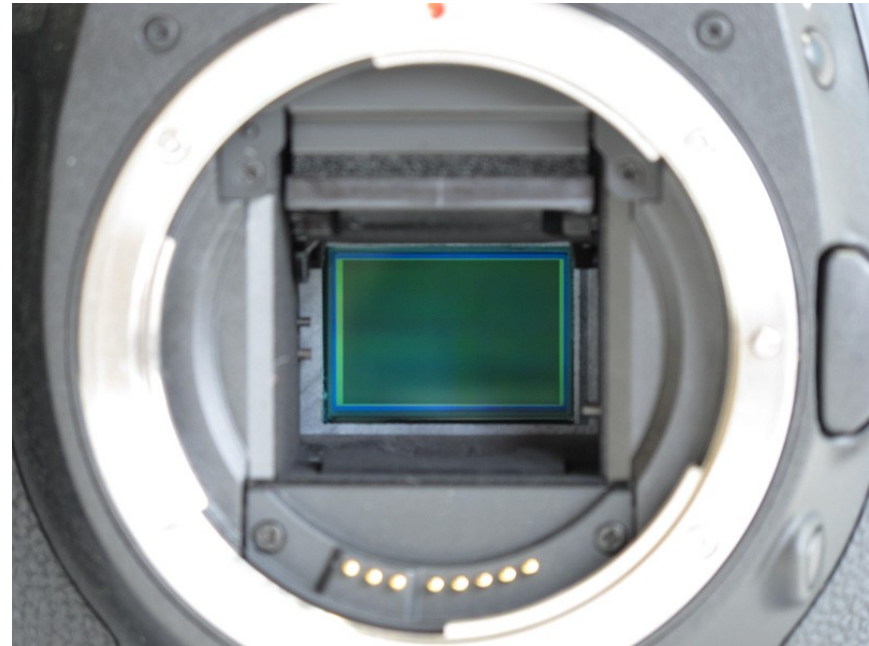
**2/3":** 8,8 x 6,6

**1/1,8":** 7,2 x 5,4

**1/2,5":** 5,8 x 4,3

**1/2,7":** 5,4 x 4,0

**1/3,2":** 4,5 x 3,4



# Digitale Fotografie: Einflussnahme

- Brennweite
  - größer:
    - Tiefenschärfe nimmt ab
  - veränderbar („Zoom“)
    - hohe Lichtstärke (= Offenblende) kostspielig
    - Schärfe der Optik nimmt ab durch
      - steigende Linsenzahl
      - besonderen Schliff
  - oft
    - tonnenförmige Verzeichnungen im Weitwinkel (barrel distortion)
    - kissenförmige Verzeichnungen im Telebereich (pincushion distortion)
    - Farbsäume (chromatische Aberrationen)
    - Randabschattungen (Vignettierung)
    - Lichtreflexe (flare patterns)

# Hauptwahlrad der Digitalkamera



# Digitale Fotografie: Einflussnahme

- Bedienmodi einer Fotokamera (falls vorhanden)
  - Automatik
  - Programmautomatik (P)
  - Motivmodi
  - Custom-Modi
  - Halbautomatiken
    - Blendenautomatik (S, Tv)
    - Zeitautomatik (A, Av)
  - (Voll-)Manueller Modus
    - nicht zu vergleichen mit M vieler digitaler Kompaktkameras
- in allen Modi außer der Vollautomatik
  - Wahl des Blitzes durch Einstellen/Ausklappen



# Automatiken einer Kamera

- Auto → Vollautomatik → klar
- Szenen-Modi (Sport, Nacht, Porträt etc.) → Vollautomatiken mit anderen Prioritäten
- P → „Programmautomatik“
  - hier darf man nur ISO-Wert und ob Blitz für die Belichtung wählen
  - Blende und Verschlusszeit errechnet die Kamera
    - im Normalfall mit offenster Blende
- Tv/S → Halbautomatik,
  - in der man Verschlusszeit (und ISO/Blitz) wählen darf
  - die nötige Blende errechnet die Kamera → Warnung falls nicht verfügbar
- Av/A → Halbautomatik
  - in der man die Blende (und ISO/Blitz) wählen darf
  - die Verschlusszeit errechnet die Kamera → Warnung bei Verwacklungsgefahr

# Die Entstehung des Bildes

- Wir wissen schon:
  - Für eine bestimmte Zeit (Verschlusszeit)
    - fällt
      - durch eine Blende
      - durch die Linsen des Objektivs  
(den den Sensor beleuchtenden Lichtkegel nennen wir Bildkreis)
    - Licht auf einen Sensor
      - dessen Fläche in Aufnahmevierecke eingeteilt ist (Bildpunkte-Raster)
- Was passiert nun
  - Auf dem Sensor erzeugt der Lichteinfall auf den Vierecken elektrische Ladungen
  - Diese werden einem AD-Wandler zugeführt.
  - Dieser wandelt je eine Ladung in einen digitalen Wert um.
  - Dieser digitale Wert ist das Maß für die dort aufgenommene Helligkeit.

# Entstehung des Bildes: Farben

- Helligkeitswerte allein machen kein buntes Bild
- Auf modernen TFTs werden
  - rote, grüne und blaue Bildpunkte verwendet
  - um bunte Bilder darzustellen
- Dieses Verfahren
  - ist einfach realisierbar
  - simuliert für das Auge den RGB-Farbraum
    - durch eng beieinander liegende einfarbige Punkte
    - zeigt einen oft ausreichenden Teil der durch das Auge erkennbaren Farben
- Bei Digitalkameras wird dieses Verfahren umgekehrt:
  - jeder aufzeichnende Bildpunkt
    - mit einem Farbfilter versehen, der alle anderen Farben aussperrt
    - zeichnet daher nur rot, grün, oder blau auf
- Das Aufnahme-Raster wird z.B. als Bayer-Muster angeordnet

# CCD-Foto-Sensor

- bestehend aus
  - Fotoelementen
    - „Aufnahmevierecke“ liegen in einem Raster vor
  - Charged Coupled Device
    - erfunden in den Bell Labs zur Datenspeicherung
  - AD-Wandler
- an die Fotoelemente gekoppelte CCD-Speicherzellen sind in Ketten organisiert
- schaltbare Ladungsgatter zwischen Fotoelementen und CCD-Speicherzellen
  - ersetzen Verschluss
- Ladungen werden wie in einer Eimerkette im Takt weitergereicht
- am Ende der Kette(n) wird die Ladung einem AD-Wandler zugeführt

# CMOS-Foto-Sensor

- CMOS → „komplementärer Metall-Oxid-Halbleiter“
- Halbleiter-Detektor zur Lichtmessung
  - Jedes Fotoelement
    - integriert den Detektor-Schaltkreis
      - führt Berechnungen für die Belichtung durch
      - enthält seinen eigenen AD-Wandler
- lassen oft hohe Bildraten zu
- System on a Chip: geringe Baugröße/Stromverbrauch
- früher nicht konkurrenzfähig, da
  - viel „Schaltkreis pro Photodiode“
  - → schlechtes Signal-Rauschverhältnis, da so wenig lichtempfindlich
  - hohe Integrationsdichte nötig,
    - um Platz für die ausreichend viele lichtempfindliche Photodioden zu haben
- heute viele SLRs mit CMOS-Sensor



# Fortsetzung

„Die 4 von Zeile 13“  
oder  
„Die Erschaffung des Bildes“

Eine Bildergeschichte von Hans-Werner Kisker

- ... im zweiten PDF-Dokument zum Multimedia-Praktikum von HWK:
  - Wie ein Bild entsteht
  - Was ist ein Pixel?
  - (Perspektive, Brennweite, Sensorgröße)



# Entstehung des Bildes: abschließende Berechnungen

geschehen

- in der Kamera (z.B. JPG-Erzeugung)
- durch eine RAW-Import-Software (nach Rohdaten-Bilder-Export aus der Kamera)

Workflow z.B.:

- Farben an Nutzerwunsch anpassen
  - Farbprofile
- Entrauschen
- Schärfen
  - insbesondere der Kanten/Konturen
- Farbpalette integrieren
- Komprimieren
  - verlustfrei, z.B. TIF
  - verlustbehaftet, z.B. JPG