Medientechnik

Heinrich Hußmann
Ludwig-Maximilians-Universität München
Sommersemester 2011

Lehr- und Forschungseinheit Medieninformatik

Prof. Dr. Heinrich Hußmann

Amalienstr. 17, 5. OG, Raum 508

Email: heinrich.hussmann@ifi.lmu.de

Übungsleitung:

Hendrik Richter, 2. OG, Raum 203

Fabian Hennecke, 2. OG, Raum 203

Wichtigste Informationsquelle: WWW

- Folien (vor der Vorlesung)
- Podcasts
- Übungsaufgaben
- Aktuelle Informationen

Inhalt der Vorlesung

- Diese Vorlesung: Ergänzendes Wissen zu digitalen Medien
  - Teilweise aufbauend auf „Digitale Medien“
  - Technische Grundlagen der Multimediatechnik
  - Basisinformationen zu Algorithmen der Medienbearbeitung
- *Achtung: Im Vergleich zu früheren Vorlesungen gleichen Titels deutlich reduzierter Programmieranteil!*

- Themen:
  - Programmierung grafischer Benutzungsoberflächen (Bsp. Java Swing)
  - Grundlagen der Fototechnik, digitale Fotografie, Bildbearbeitung
  - Film- und Videotechnik analog und digital, digitaler Filmschnitt
  - Audio-Aufnahme- und Wiedergabetechnik, Tonbearbeitung
  - Speichermedien, digitale Hardware-Schnittstellen

Vorlesung und Übungen

- Vorlesung "Medientechnik":
  - Konzepte, Überblickswissen
  - ***keine*** vollständigen technischen Detailinformationen
- Übungen "Medientechnik":
  - Praktische Anwendung und Ergänzung des Vorlesungsstoffs
  - Zum Themenschwerpunkt Hardware/Technik:
    - » Drei Praktika (in kleinen Gruppen):
      Praktische Arbeit zu Foto, Video, Audio
  - Zum Thema Programmierung:
    - » Übungsgruppen, (wenige) Programmier-Hausaufgaben

Gliederung

1. Fototechnik und digitale Bildbearbeitung (3 Vorlesungen)
   - Grundlagen der analogen und digitalen Fototechnik
   - Prinzipien der Bildgestaltung
   - Grundlagen der Bildbearbeitung, auch Algorithmen mit Java 2D
   - Technik der Bildspeicherung (v.a. Halbleiterspeicher)
2. Programmierung von Benutzungsschnittstellen (Swing) (1 Vorlesung)
   - Grafische Oberflächen, Ereignisgesteuerte Programmierung, MVC-Muster
   - ***Als Einschub in Kapitel 1 platziert: Zweiter Vorlesungstermin!***
3. Film- und Videotechnik und digitale Videobearbeitung (2 Vorlesungen, 1 Gastvortrag)
   - Grundlagen der Film- und Videotechnik
   - Prinzipien der Filmgestaltung, Spezialeffekte, Filmschnitt
   - Schnittstellen für breitbandige Datenübertragung (z.B. USB)
4. Tontechnik und digitale Tonbearbeitung (3 Vorlesungen)
   - Grundlagen der Tontechnik, Audiogestaltung, Tonbearbeitung
   - Optische Speichermedien (CD/DVD/Bluray)

Übungen und Praktika

- Programmierübungen:
  - Einzeln zu bearbeiten
  - Übungsblätter jeweils Montag vor der Übung online
  - Abgabe in der nächsten Woche nach der Übung am Donnerstag (bis 18 Uhr) über UniWorX
  - Anmeldung zu einer Übung verpflichtend, d.h. nur Besuch dieser Übung möglich
- Praktika (Foto, Video, Audio):
  - In Vierergruppen
  - Jeweils 3 Stunden Praktikum, Nachbearbeitung als Hausaufgabe
  - Den Gruppen sind schon Termine für die Foto-Praktika zugeordnet (siehe Wiki). In den anderen beiden Praktika bleiben diese Gruppen bestehen, die Praktikumstermine können Sie wählen (wird dann angekündigt).
  - Leider müssen auch „ungünstige“ Zeitfenster wegen der hohen Teilnehmerzahl sowie begrenzter Ressourcen genutzt werden.
  - Falls noch bei keiner Praktikumsgruppe angemeldet: Umgehend über UniWorx anmelden!
  - Anmeldung zur Vorlesung, Übung oder zum Praktikum spätestens bis heute (06.05.11) Abend, da danach die Anmeldung geschlossen wird!

Übungen und Praktika

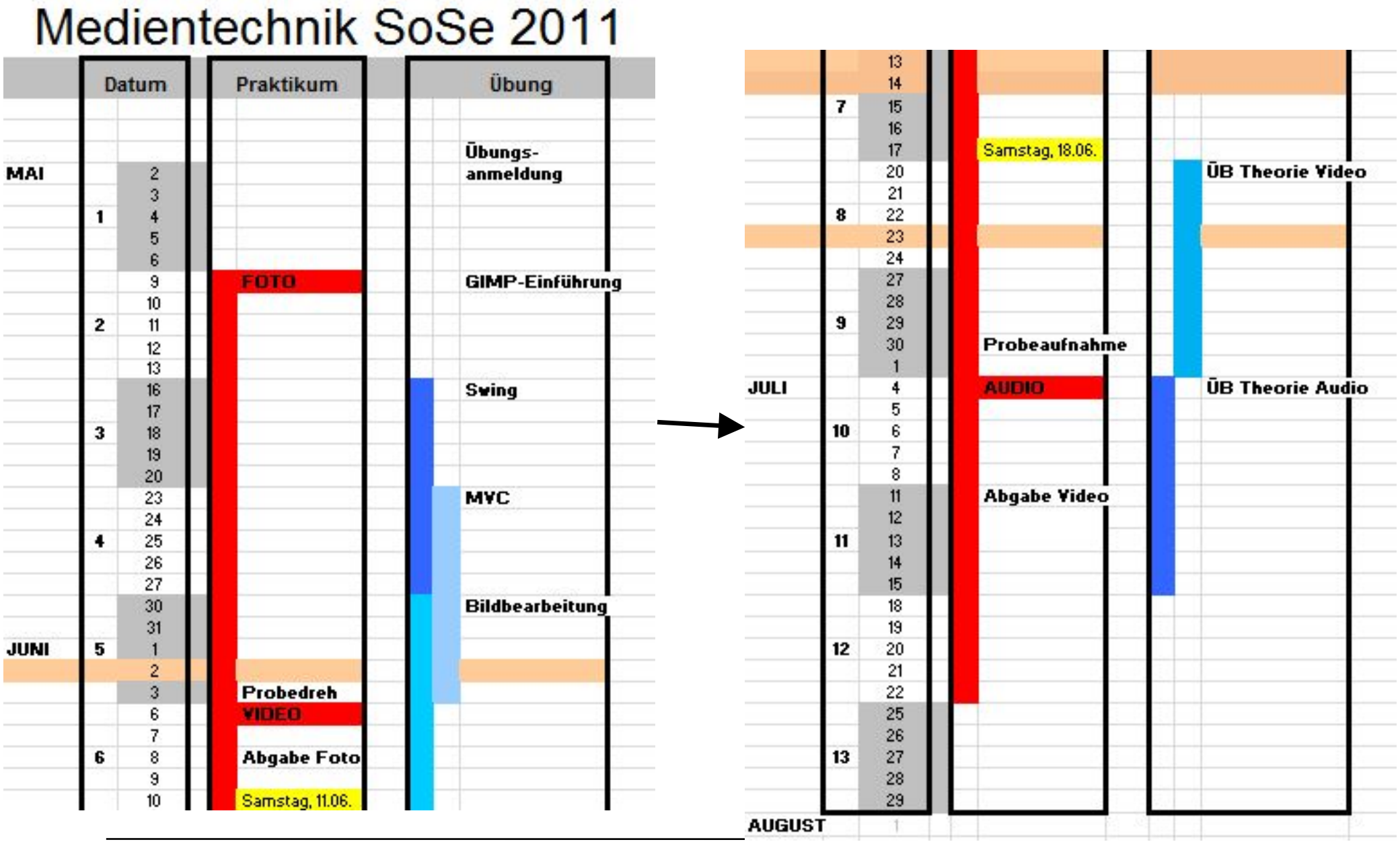
Programmierberatung:

- Bei Problemen mit aktuellen Programmieraufgaben kann die Programmierberatung helfen:
  - Amalienstraße 17, Raum 203
  - Di., 16:00 – 17:00 Uhr

Erwerb der ECTS-Punkte:

- Teilnahme an allen drei *Praktika*
  - Auf Teilnehmerliste unterschreiben
- Sinnvolle Abgabe aller *Übungsblätter:*
  - Insgesamt 60 von 100 Punkten bei allen Übungsblättern
- Teilnahme an der Abschlusspräsentation der Praktikumsergebnisse
- ***Keine Klausur, keine Benotung!***

Zeitplan Übungen und Praktika



http://www.die-informatiker.net

- Im Forum können Probleme mit Aufgaben aktueller Übungsblätter *diskutiert* werden (keine Lösungen posten!)
  - Tutoren/Übungsleiter schauen regelmäßig ins Forum und können dort ggf. fachliche Fragen beantworten

- Bei Fragen zu Korrekturen oder Bewertungen bitte *persönlich* an die Korrektoren bzw. die Übungsleitung wenden

Plagiarismus

- Abschreiben
  - von Kommilitonen
  - von anderen Quellen (z.B. Wikipedia)
  - ist **in keiner Weise** erlaubt!

- Ok:
  - zusammen lernen
  - Links zu guten Quellen austauschen
  - gemeinsames Code Review
  - Tricks verraten

- Nicht ok:
  - Code/Text von anderen kopieren
  - …oder zusammen schreiben

Plagiarismus

- Im Zweifelsfall **immer** vor der Abgabe nachfragen.
- Wenn Sie erwischt werden, wird das Übungsblatt oder auch die gesamte Übung als *nicht bestanden* gewertet.
- Wir prüfen nach – eventuell auch erst nach Ende der Übungen.

Begleitende Literatur

Zu dieser Vorlesung gibt es kein passendes Lehrbuch.

(Spezialthemen können meist nur einführend behandelt werden.)

Zu Hintergrundinformationen und einzelnen Themen:

- Rainer Malaka, Andreas Butz, Heinrich Hußmann:
  Medieninformatik - eine Einführung
  Pearson Studium 2009
- Peter A. Henning: Taschenbuch Multimedia,
  2. Auflage, Fachbuchverlag Leipzig/Carl Hanser 2001
- Andreas Holzinger: Basiswissen Multimedia, Band 1: Technik,
  Vogel Verlag, 2000

Kapitelspezifische und weiterführende Literatur:

- Bei den einzelnen Kapiteln angegeben

1. Fototechnik und digitale Bildbearbeitung

1.1 Grundlagen der Fototechnik

1.2 Digitale Fotografie

Literatur:

E. Eibelshäuser, Fotografische Grundlagen, dpunkt 2004

C. Banek / G. Banek: Fotografieren lernen Band 1, dpunkt 2010

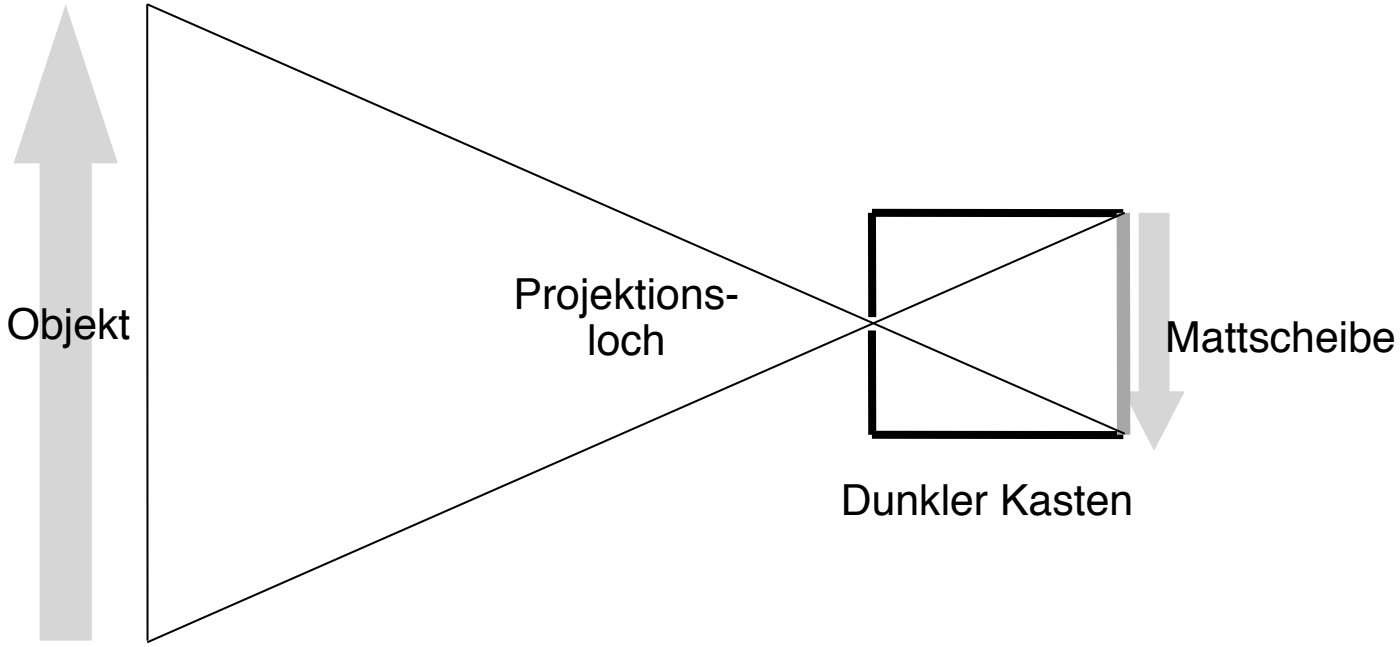
J. Webers, Handbuch der Film- und Videotechnik, 8. Auflage, Franzis 2007, Kap. A.1-2, A.5, B.1, C.3

http://www.fotolehrgang.de

Lochkamera *(camera obscura)*

Seit der Spätrenaissance bekannt

anfangs als Vorlage zum Zeichnen, z.B. von Landschaftsszenen



Optische Grundprinzipien

Reflexion (lichtundurchlässiges Medium):

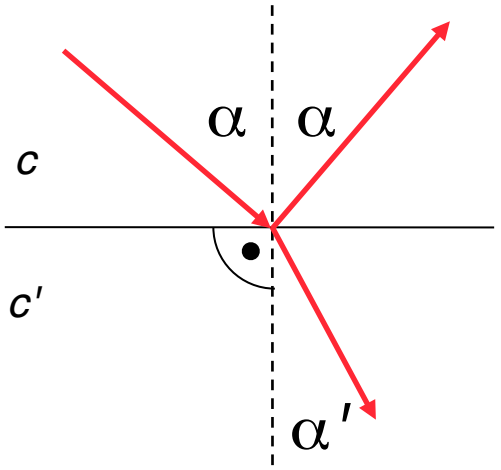
- Einfallender Strahl, Einfallslot, ausfallender Strahl: eine Ebene
- Einfallswinkel = Ausfallswinkel

Brechung (lichtdurchlässiges Medium):

- Einfallender Strahl, Einfallslot, gebrochener Strahl: eine Ebene
- Brechung bestimmt durch Verhältnis der Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichts in den beiden (physikalischen) Medien (z.B. Glas und Luft)

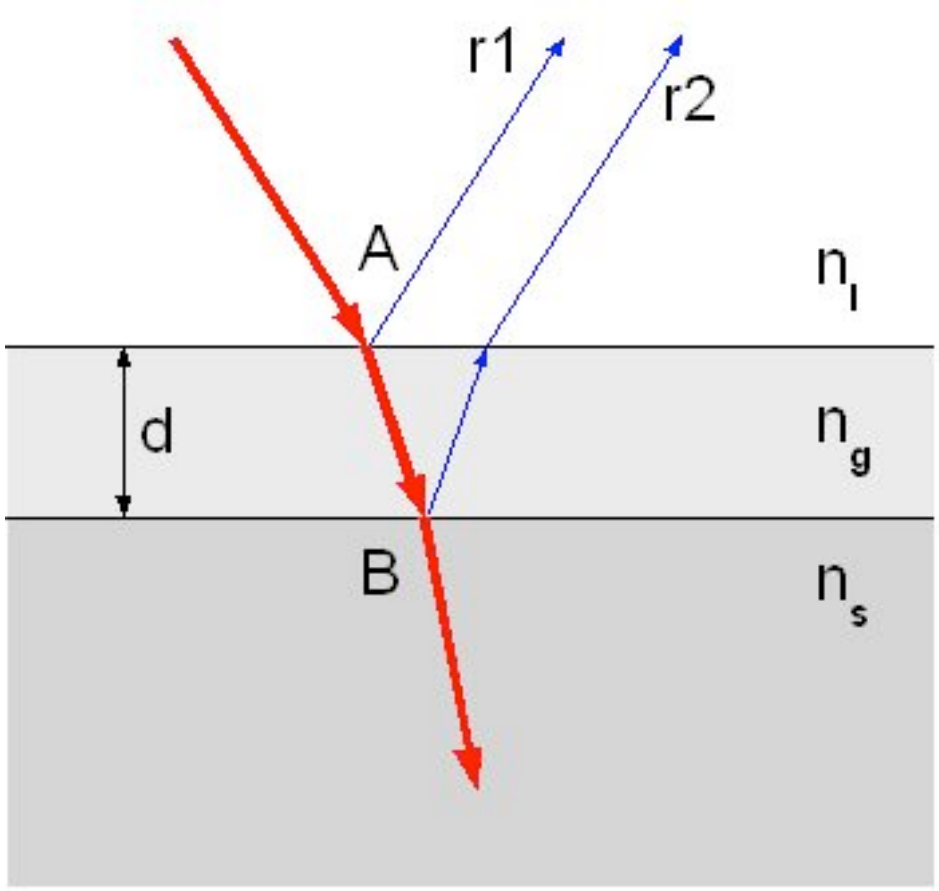
$$n = \frac{\sin\alpha}{\sin\alpha'} = \frac{c}{c'}$$

n Brechungszahl
c, c' Ausbreitungsgeschwindigkeiten



Optisches Glas: definierte Brechungszahl

Antireflexbeschichtung (opt. Vergütung)

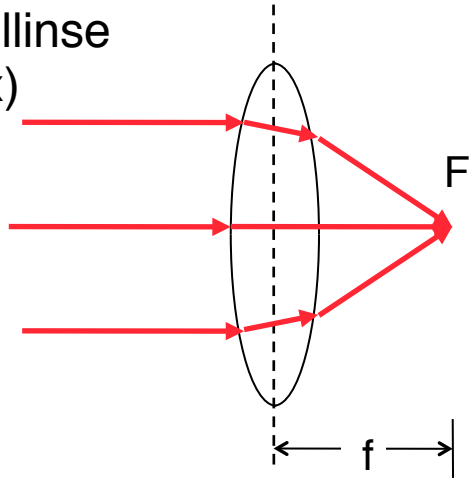


- Dünne reflektierende Schicht (Metallbedampfung)
- Mehrfache Reflexion mit Phasenverschiebung der Lichtwelle
- Destruktive Interferenz = Auslöschung der Reflexion

Bilder: Wikipedia

Linsenoptik, Brennweite

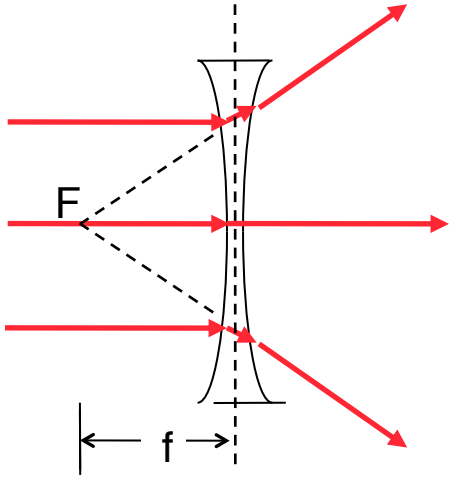
Sammellinse
(konvex)



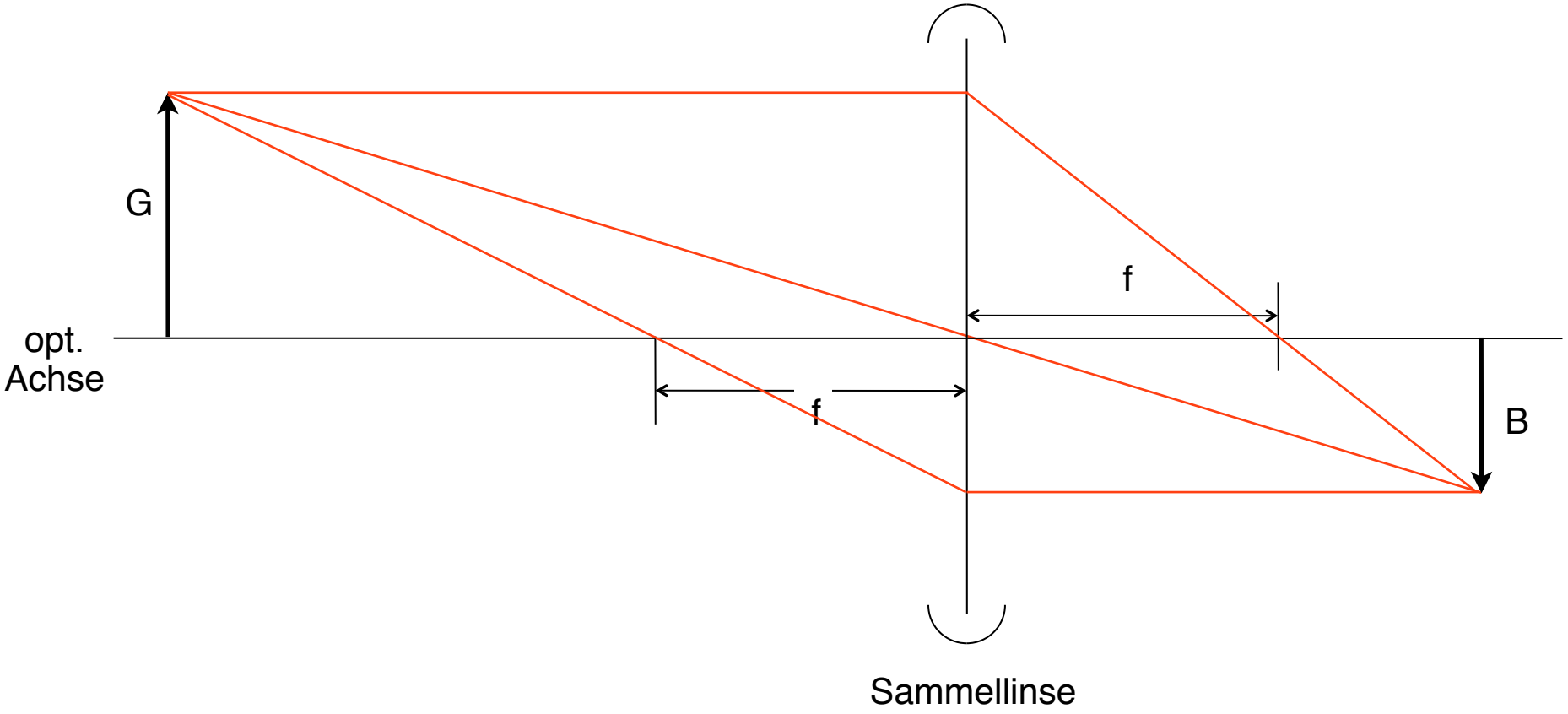
- f = Brennweite *(focal distance)*
- F = Brennpunkt *(focal point)*

- *Objektive* sind komplexe Kombinationen von Linsen mit der Gesamtwirkung einer sehr guten Sammellinse
- Brennweite kann fest oder verstellbar sein *(Zoom-Objektiv)*

Zerstreuungslinse
(konkav)

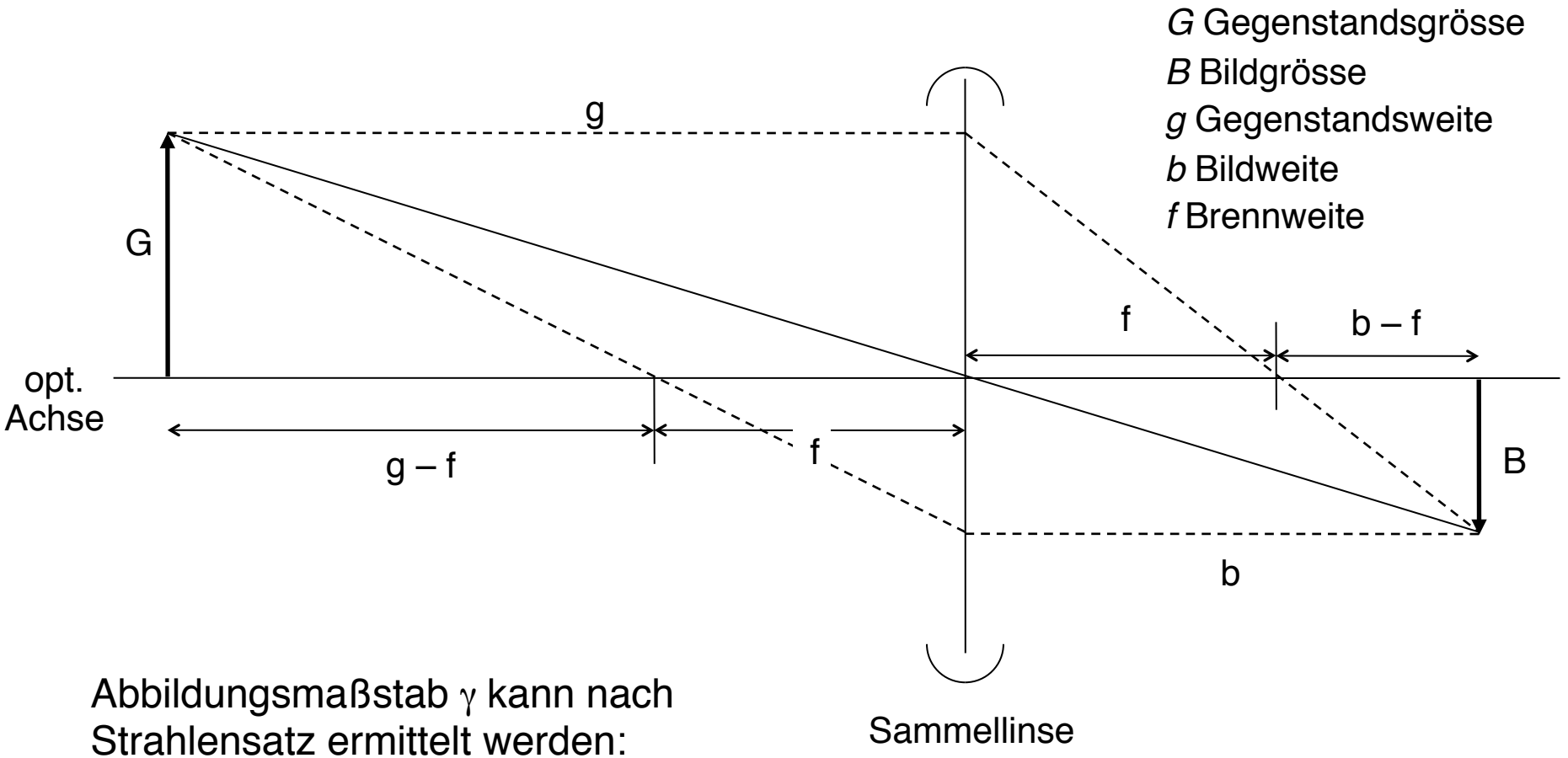


Strahlengang an einer Sammellinse



Strahlen, die von einem Punkt eines Gegenstandes G her auf eine Sammellinse fallen, schneiden einander nach dem Durchgang durch die Linse in einem im Bildraum gelegenen Punkt.

Abbildungsmaßstab



Abbildungsmaßstab γ kann nach Strahlensatz ermittelt werden:

$$\gamma = \frac{B}{G} = \frac{f}{g-f} = \frac{b}{g} = \frac{b-f}{f}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b}$$

Fokussierung

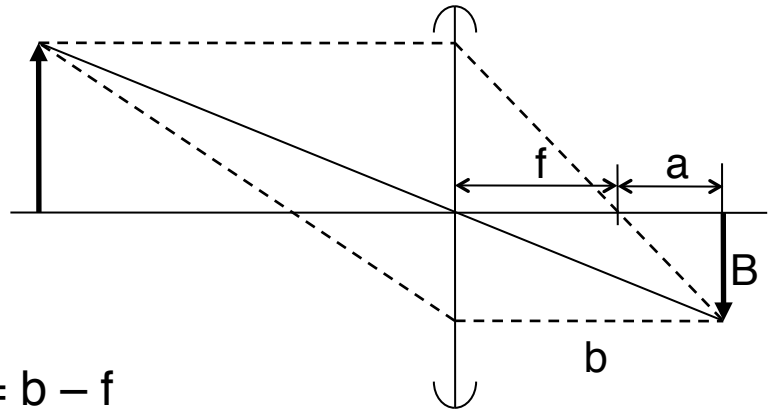
Fokussieren bedeutet Festlegung der Bildebene
(= Ebene, in der Gegenstände scharf abgebildet werden)

Bildgröße und Brennweite bleiben konstant

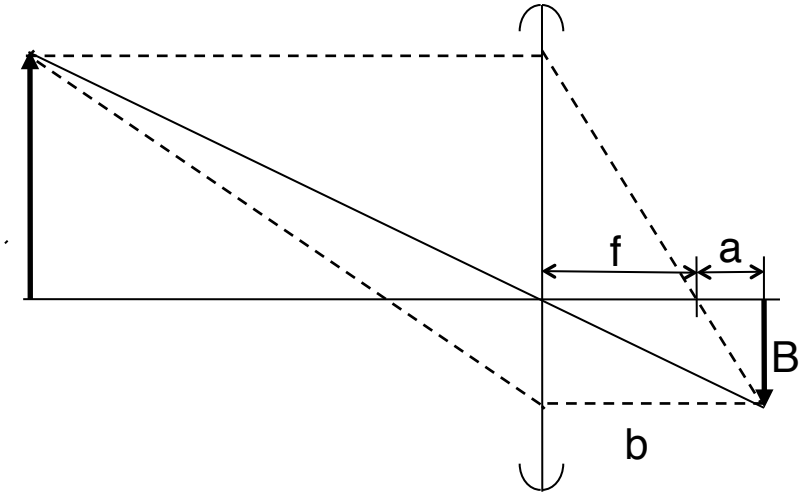
Veränderte Lage der Linsenebene des Objektivs auf der optischen Achse

Bewegung **auf** die Bildebene **zu**:
Weiter entfernte (und größere) Objekte scharf abgebildet

„Unendlich“-Einstellung: Bildebene im Brennpunkt (f = b)



a = b – f

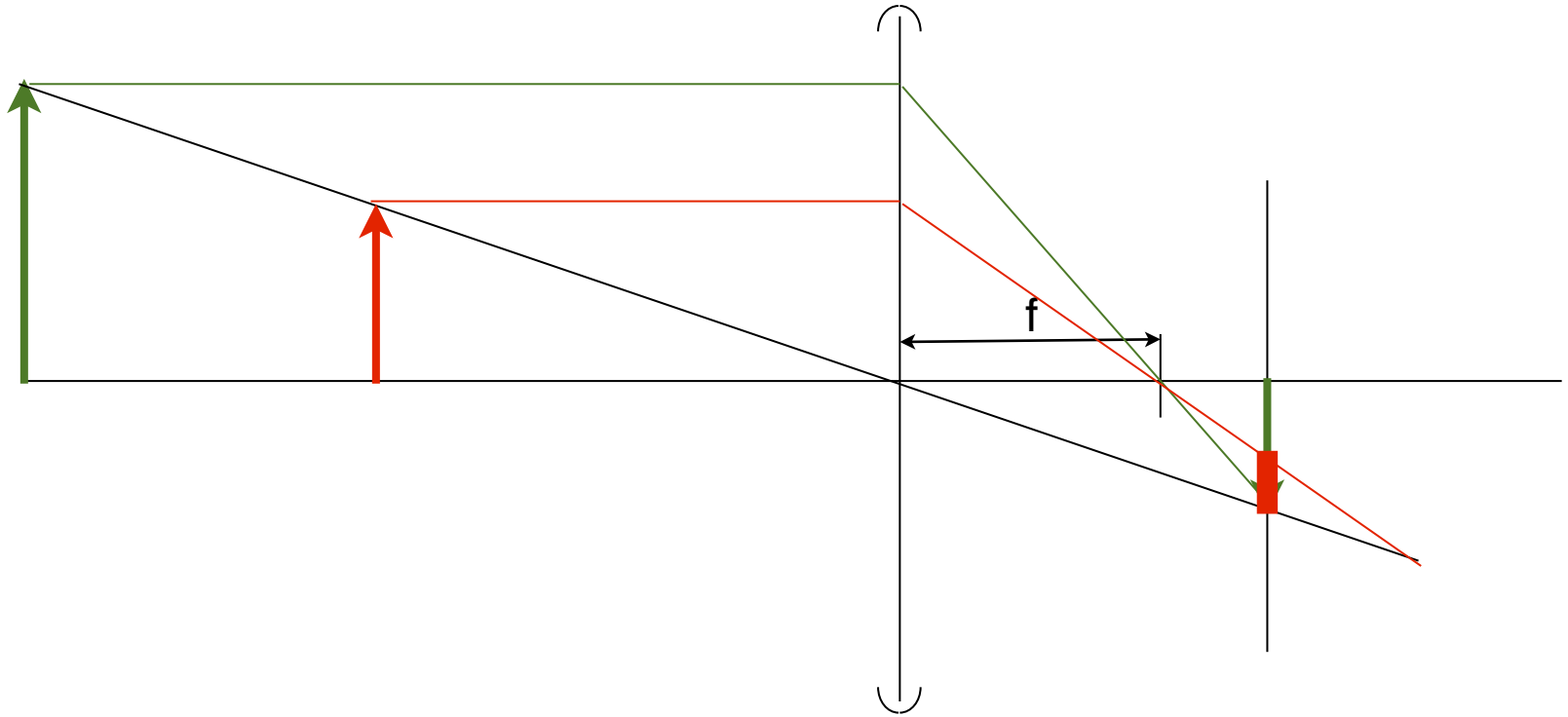


Unschärfe durch Fokussierung

Unscharf dargestellt werden Objekte, die vor oder hinter der fokussierten Gegenstandsebene liegen

Zerstreuungskreis :

Punkt des Gegenstands wird als *Kreis* dargestellt



Beispiel zur Fokussierung

Suzhou, China
© aller Fotos: Heinrich Hussmann

Autofocus-Systeme

Automatische Fokussierung

- Sensor misst Schärfenunterschiede
- Stellmotor verändert Bildweite
- ggf. Hilfslicht für Dunkelheit

Prinzipien für ***passive*** Entfernungsmessung:

- Kontrastmessung
  - Erkennung hoher Ortsfrequenzen
  - Problematisch bei manchen Motiven
  - Klassisch: Optische Einstellhilfen
- Phasenvergleich zweier Sensoren (Stereobild)

Prinzipien für ***aktive*** Entfernungsmessung:

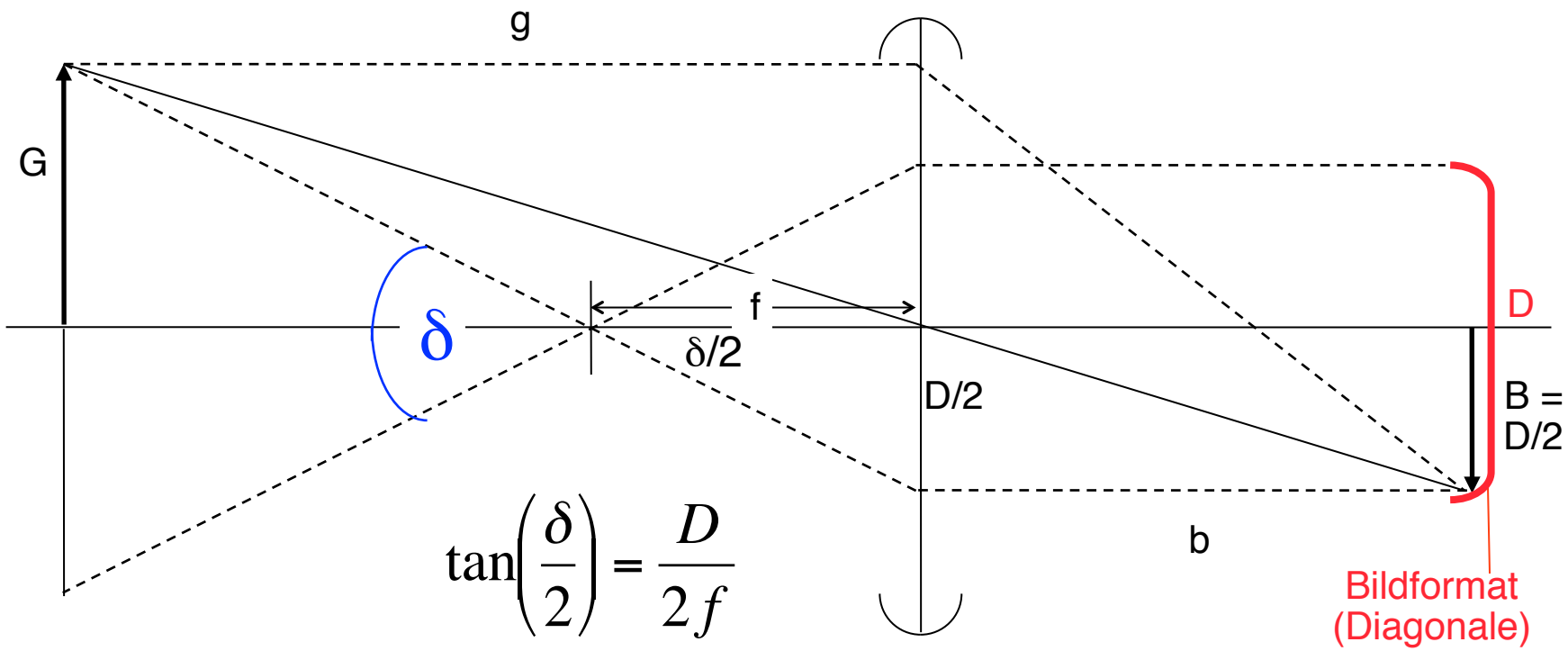
- Ultraschall oder Infrarot-Licht
- Strahl wird ausgesendet, reflektiert und empfangen

Autofocus: Spezielle Funktionen

Funktionen gut ausgestatteter Kameras:

- Mehrfeldmessung
  - manuelle oder automatische Umschaltung
  - z.B. automatische Wahl des Messfeldes kürzester Aufnahmedistanz
- Verfolgen von Objekten
- Prädiktion von Bewegungen
- Schärfepriorität vs. Auslösepriorität

Bildwinkel



$$\tan\left(\frac{\delta}{2}\right) = \frac{D}{2f}$$

Der Bildwinkel eines Objektivs hängt vom *Bildformat* **und** der *Brennweite* ab.

Objektivbrennweiten und Aufnahmeformat

"Normalobjektiv":

- Brennweite = Bildformat-Diagonale
- Bildwinkel ungefähr 45°, ähnlich menschlicher Wahrnehmung

Standard-Fotoformat "Kleinbild" (basiert auf 35mm-Kinofilm)

- Bildformat 24 x 36 mm
- Bilddiagonale 43,27 mm
- Normalobjektiv-Brennweiten 45 bis 50 mm

Beispiel einer Digitalkamera (Canon PowerShot G2):

- Objektivbrennweiten (7-21 mm) beziehen sich auf wesentlich kleineres Bildformat!
- Sensordiagonale der Kamera 8,98 mm
- Damit sind 9 mm Brennweite "normal"!
- Prospektangaben für Brennweiten bei Digitalkameras oft umgerechnet auf Kleinbildformat ("KB-Äquivalent")

Praktikum...

Digitale Spiegelreflex-Kamera

Viele Einstellmöglichkeiten
Relativ großer Sensor
Kleiner als "Kleinbild"!

Weit verbreitete Sensorgröße:
"DX" = 22 x 15 mm
Diagonale 27 mm
"Normalobjektiv" ca. 30 mm

Faustregel für Fotografen, die an Kleinbild-Brennweiten gewöhnt sind:
DX-Brennweite * 1,5 = KB-Brennweite

Objektivbrennweiten

Normalobjektiv:
- Bildwinkel ca. 45°
- Bei Kleinbild ca. f = 50 mm

Teleobjektiv:
- Kleiner Bildwinkel, Fernrohreffekt, vergrößert
- Bei Kleinbild typischerweise f = 100-200 mm
  (Bildwinkel bei 100 mm: 24°, bei 200 mm: 12°)

Weitwinkelobjektiv:
- Großer Bildwinkel, Panoramaeffekt, verkleinert
- Bei Kleinbild typischerweise f = 35 mm
  (Bildwinkel 65°)

Fisheye-Objektiv:
- Extreme Verkleinerung, Rundumblick
- Bei Kleinbild f = 20 mm und darunter
  (Bildwinkel bei 20 mm: 95°)
- Extrem: Fast 180° Bildwinkel und kreisrunde Abbildung
- Keine korrekte perspektivische Projektion!

Zoomobjektiv:
- Veränderliche Brennweite
- Z.B. f = 7–21 mm ist sogenanntes 3x-Zoom

Normal

Tele

Weitwinkel

Verschiedene Brennweiten am gleichen Motiv (1)

10 mm DX
(15 mm KB)

20 mm DX
(30 mm KB)

35 mm DX
(50 mm KB)

Verschiedene Brennweiten am gleichen Motiv (2)

50 mm DX
(75 mm KB)

70 mm DX
(100 mm KB)

200 mm DX
(300 mm KB)

Beispiele Superweitwinkel (Fisheye)

KB 15

KB 8

Verschiedene Perspektiven

Weitwinkel: räumliche Tiefe

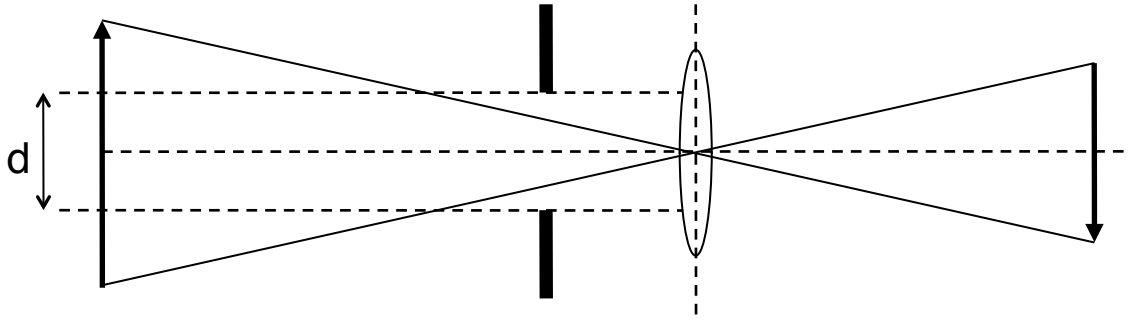
Tele: "Heranholen" entfernter Objekte,
Verflachung

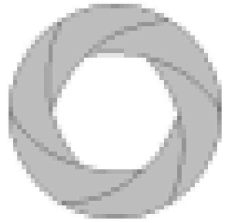
Xi'an, China

Blendenöffnung

Objektive haben nur einen endlichen Durchmesser der Eintrittsöffnung

Mit mechanischen Blenden (v.a. Irisblende) kann der Durchmesser künstlich verkleinert werden:





- Stärker geschlossene Blende macht das Bild dunkler, bei unveränderter Größe, Ausleuchtung, Schärfe (bzgl. der Fokusebene), etc.
- Maß für die Blendenöffnung:
  - relativ zur Brennweite
    (Objektivöffnung muss für kleinen Bildwinkel bei gleicher Lichtstärke grösser sein)
  - Quotient aus Brennweite *(f)* und Eintrittspupille *(d)*: $r = \frac{f}{d}$

Blendenwerte, Lichtstärke

Blendenwerte sind prinzipiell Zweierpotenzen: 1, 2, 4, 8, 16, 32

1 bedeutet: Pupillengröße gleich Brennweite

Halbe Pupillengröße (Wert 2) liefert 1/4 der Lichtmenge

Zwischenschritte mit Faktor √2 (1,4) ergeben Halbierung der Lichtmenge:
0,7; 1; 1,4; 2; 2,8; 4; 5,6; 8; 11; 16; 22; 32

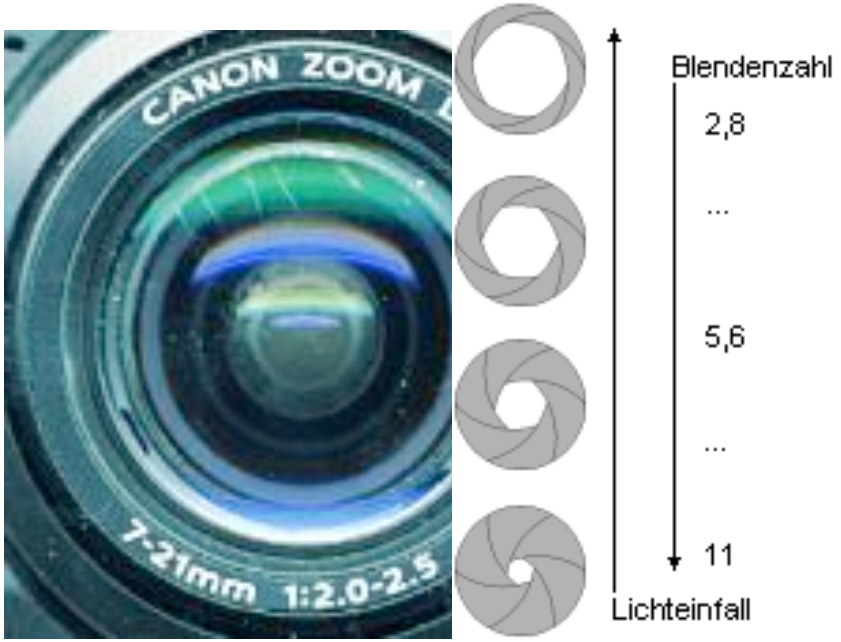
Lichtstärke = Maximale Öffnung des Objektivs, als Blendenwert

Hoher Wert = kleine Öffnung !

Typische Objektivbezeichnung:
f = 50 mm; 1:1,4

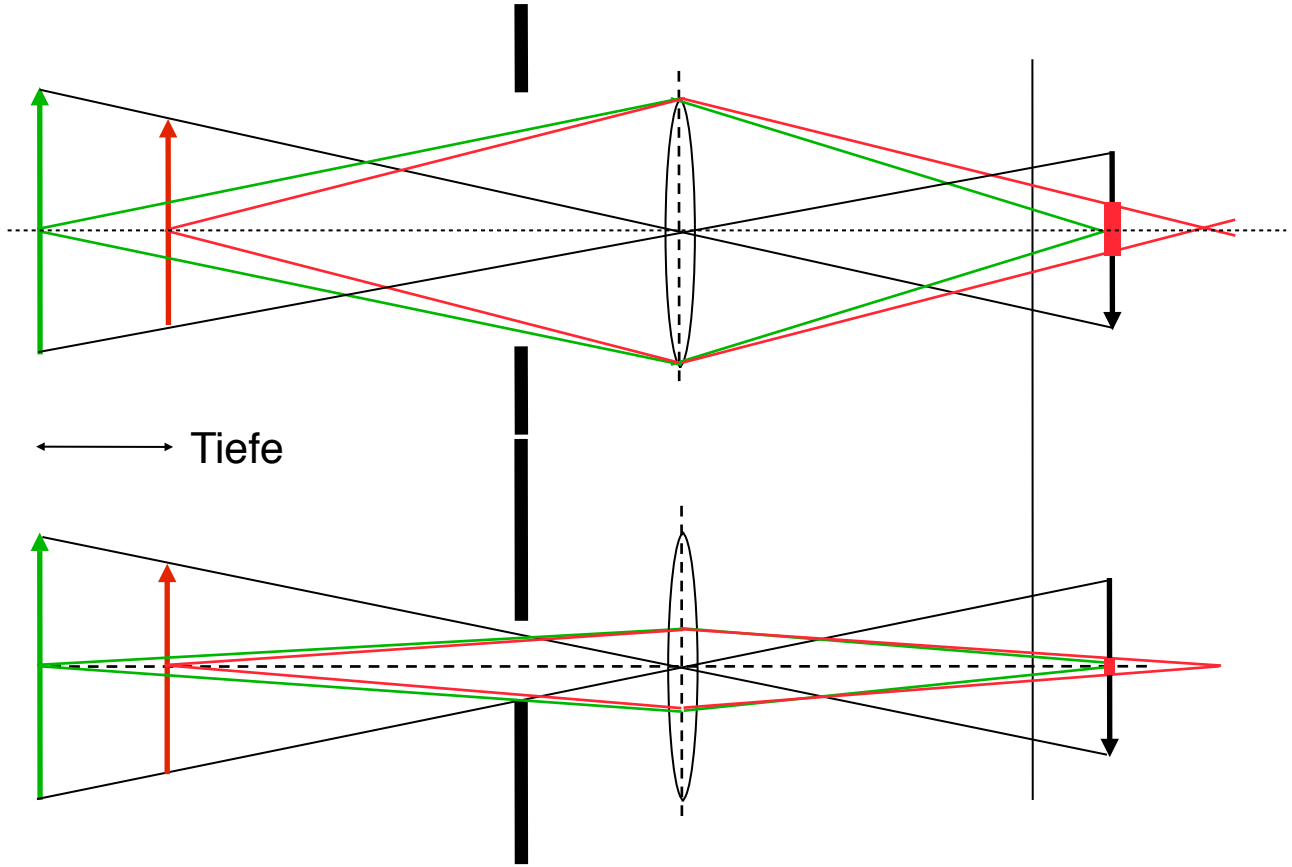
Bei Zoomobjektiven variiert meist die Lichtstärke mit der Brennweite

f = 7-21 mm; 1:2.0-2.5 bedeutet;
Lichtstärke 2.0 bei 7 mm;
Lichtstärke 2.5 bei 21 mm



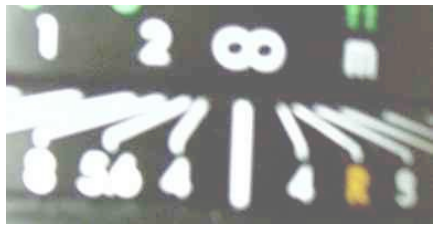
Schärfentiefe (1)

Schärfe entspricht Größe der Zerstreuungskreise
Sehr kleiner Kreis = „(fast) scharf“



Bei kleiner Pupillen-öffnung verkleinern sich auch die Zerstreuungskreise: Der Bereich der (fast) scharf abgebildeten Objekte in der Tiefe der optischen Achse wird größer.

Schärfentiefe (2)



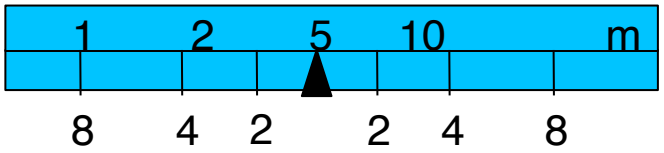
- *Schärfentiefe* (auch „*Tiefenschärfe*“):
  - Zulässiger Tiefenunterschied zwischen Gegenständen einer Szene, so dass Zerstreuungskreis innerhalb gegebener Schärfetoleranz liegt.
  - "Umgebung" auf der Entfernungsskala zur aktuellen Entfernungseinstellung

Zusammenhänge: Höhere Schärfentiefe wird erreicht durch...

- ... kleinere Blendenöffnung (höherer Blendenwert)
- ... kürzere Brennweite (größerer Bildwinkel)
- ... weitere Aufnahmeentfernungen
- ... kleineres Aufnahmeformat (dadurch kürzere Brennweiten)

Klassisches Kamera-/Objektivdesign:

- Markierungen beim Einstellpunkt für Entfernung



Beispiel: Schärfentiefe

Blende 5,6
Belichtungszeit 1/125 s

Blende 29
Belichtungszeit 1/6 s

Kreatives Arbeiten mit Schärfentiefe erfordert großes Sensorformat !

Verschluss und Belichtungszeit

Fotografische Aufnahmen entstehen nur "in einem Augenblick"

- Zeitdauer der Aufnahme = Belichtungszeit (oder Verschlusszeit)

Verschluss:

- Klassische Kameras:
  - Zentralverschluss (Iris-Lamellen) oder
  - Schlitzverschluss (durchlaufende Vorhänge)
- Öffnet für genau definierten Zeitabstand den Lichtkanal zwischen Motiv und Film
- Digitalkameras: Entweder klassischer Verschluss oder elektronische Steuerung (Abtastzeit)

Typische Werte für Belichtungszeit (s):

- 1/2000, 1/1000, 1/500, 1/250, 1/125, 1/60, 1/30, 1/15, 1/8, 1/4, 1/2, 1, 2, 4
- Jeder Schritt halbiert bzw. verdoppelt die Lichtmenge

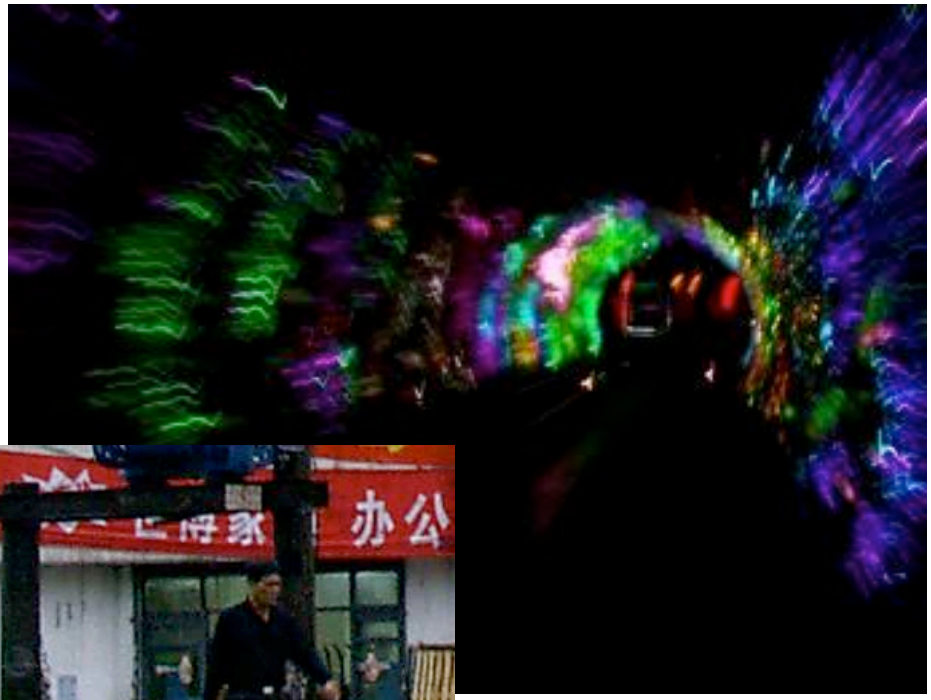
Beispiel: Bewegungsunschärfe

1/250 s, Blende 4

1/20 s, Blende 16

Ursachen von Bewegungsunschärfe

Bewegung
der Kamera



Bewegtes Objekt

Beide Fotos:
Shanghai, Oktober 2003

Gestalten mit Bewegungsunschärfe

Belichtungsstufen, Zeit, Blende

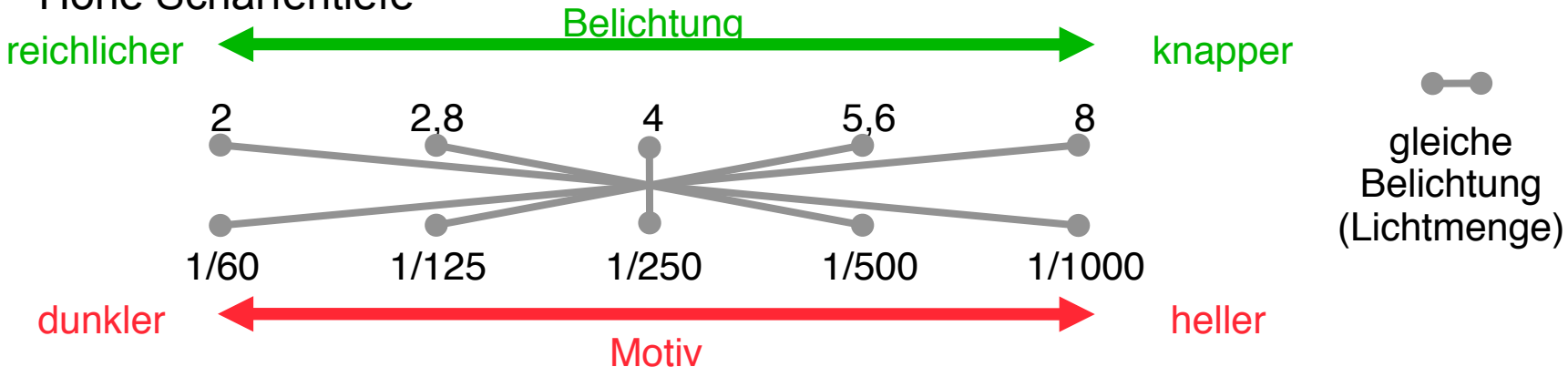
Die gleiche effektive Lichtzufuhr für die Aufnahme (Belichtungsstufe, *Exposure Value, EV*) kann durch verschiedene Kombinationen von Blendeneinstellung und Belichtungszeit erreicht werden.

Kürzere Belichtungszeit / offenere Blende:

- Besser geeignet zum "Einfrieren" schneller Bewegungen
- Geringere Gefahr von "Verwackeln"
- Geringere Schärfentiefe

Höhere Belichtungszeit / geschlossenere Blende:

- Erzeugt Bewegungsunschärfe (manchmal gewollt)
- Hohe Schärfentiefe



Belichtungsautomatiken

Automatische Systeme
bestimmen eine angemessene Zeit-/Blenden-Kombination

Vollautomatische Systeme
(Oft Programm "Auto")
– Durchschnittlich sinnvolle Kombination

Programmautomatik ("P"):
Ähnlich, manuell beeinflussbar

Zeitvorwahl
(Programm "S" oder "Tv", *speed, time*)
– Fotograf gibt manuell Zeit vor, Blende wird nachgeführt
– Variante: "Sportprogramm", Automatik versucht kurze Zeit zu erzielen

Blendenvorwahl
(Programm "A" oder "Av", *aperture*)
– Fotograf gibt manuell Blende vor, z.B. um Schärfentiefe einzuhalten
– Variante: "Landschaftsprogramm"

In modernen Systemen oft kombiniert mit Autofocus-Vorgaben:
– z.B. automatische Objektverfolgung bei "Sportprogramm"

Lichtempfindlichkeit

Filmmaterial kann unterschiedlich empfindlich auf Licht reagieren:

- "Schnelles" (hochempfindliches) Material ist teurer und grobkörniger (schlechtere Auflösung)

Skalen zur Messung der Lichtempfindlichkeit von Filmen:

- DIN-Skala: 3 Stufen entsprechen einer Belichtungsstufe (EV)
- ASA/ISO-Skala: Verdopplung entspricht einer Belichtungsstufe (EV)

Typische Werte:

DIN	ASA/ISO
12	12
15	25
18	50
21	100
24	200
27	400
30	800
33	1600

Gebräuchlicher Bereich

Digitalkameras:
Einstellbare Lichtempfindlichkeit!
(Erhöhtes „Rauschen“ bei höherer Empfindlichkeit)

Farbtemperatur und Weißabgleich

Farbtemperatur:

- Kaminfeuer: ab 525° sichtbare Temperaturstrahlung (Glühen)
- Spektrale Energieverteilung kann ausgedrückt werden als Temperatur eines idealen "Schwarzen Strahlers" (keinerlei Reflexion)
- Extrem wichtig für subjektive Farbempfindung
  - Farben erscheinen in verschiedener Beleuchtung unterschiedlich

Wichtigste Farbtemperaturen:

- Glühlampen: ca. 2800 K
- Halogenlampen: 3200-3400 K
- Elektronenblitz: 5500 K
- Tageslicht: 5500-6500 K

Foto-Filme: auf spezielle Farbtemperatur abgestimmt

Weißabgleich (klassisch durch Filter, automatisch bei Digitalkameras):

- Kompensation "unpassender" Spektralzusammensetzung der Beleuchtung
- Ziel: Realistischer und/oder subjektiv angenehmer Farbeindruck

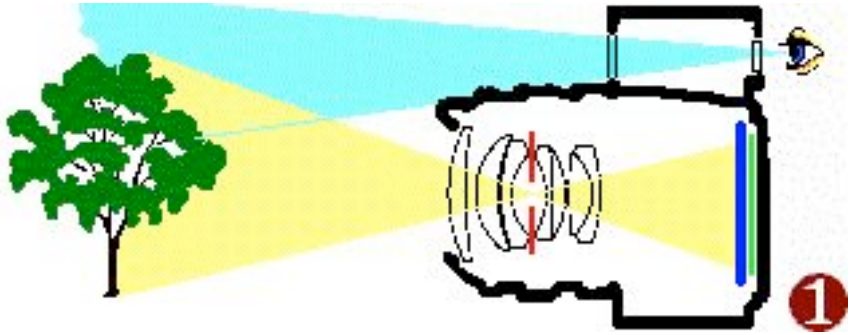
Weißabgleich an Beispielen

Automatischer Weißabgleich (bei Tages- oder Kunstlicht)

Tageslicht, aber Weißabgleich auf Kunstlicht

Kunstlicht, aber Weißabgleich auf Tageslicht

Sucherkamera und Spiegelreflexkamera

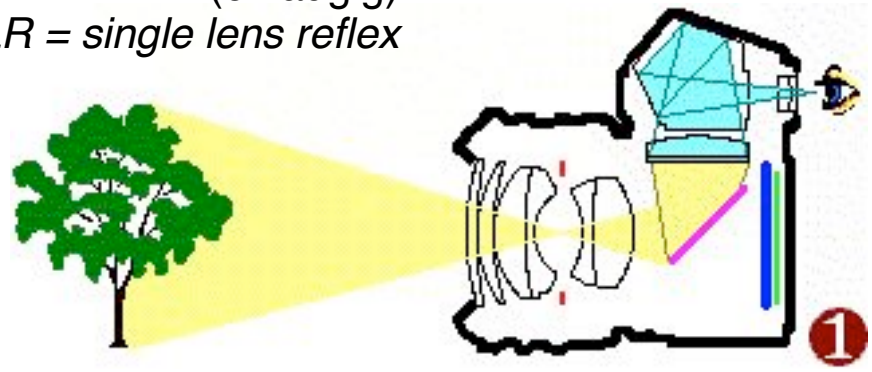


Sucherkamera

+ Sucher kann lichtstärker als Objektiv sein (helles Sucherbild)
– "Parallaxenfehler" vor allem bei nahen Objekten

Spiegelreflexkamera
(einäugig)
SLR = single lens reflex

+ Optimale Anpassung an wechselnde Objektive (Sucherbild immer richtig)
+ Beurteilung von Schärfentiefe im Sucher möglich



http://www.photomeeting.de

Sucher bei Digitalkameras

- Optischer Sucher:
  - Separates System, hell, Parallaxenfehler
- LCD-Sucher:
  - Häufig bei Kompaktkameras
  - Realzeitanzeige des Sensorbildes, lichtschwach, kein Parallaxenfehler
  - Deutlich billiger und kleiner als Spiegelreflex („Bridge-Kameras“)
- Spiegelreflexsucher:
  - Hell, kein Parallaxenfehler, Verdunklung während Aufnahme, teuer
- Electronic Viewfinder (EVF)
  - LCD-Sucher, aber Betrachtung durch kleinen separaten Suchereinblick
- Spiegelreflexsucher mit Live (Pre-)View
  - Spiegelreflexsucher umschaltbar auf Anzeige im LCD-Monitor
  - Spezialfunktion für komplizierte Aufnahmesituationen
    (Meist: Spiegel weggeklappt, kein Autofocus,
    manchmal: Zweiter Sensor für Live View)

Blitzlicht

Kurzer elektrisch erzeugter Lichtblitz

- "Elektronenblitz":
  - Durch Gasentladungsröhre erzeugt (hohe Spannung, ca. 10.000 V)
  - Benötigt Aufladezeit für Kondensator zur Energiespeicherung
- Blitzdauer wesentlich kürzer als kürzeste Verschlusszeiten

Leitzahl:

- Mass für Blitzhelligkeit (Reichweite = Leitzahl / Blende)
- Bei gegebener Filmempfindlichkeit!

Verstellbarer Reflektor:

- Kann Bildwinkel des Blitzes dem des Objektivs anpassen

Bild: fotonews.dh2publishing.info

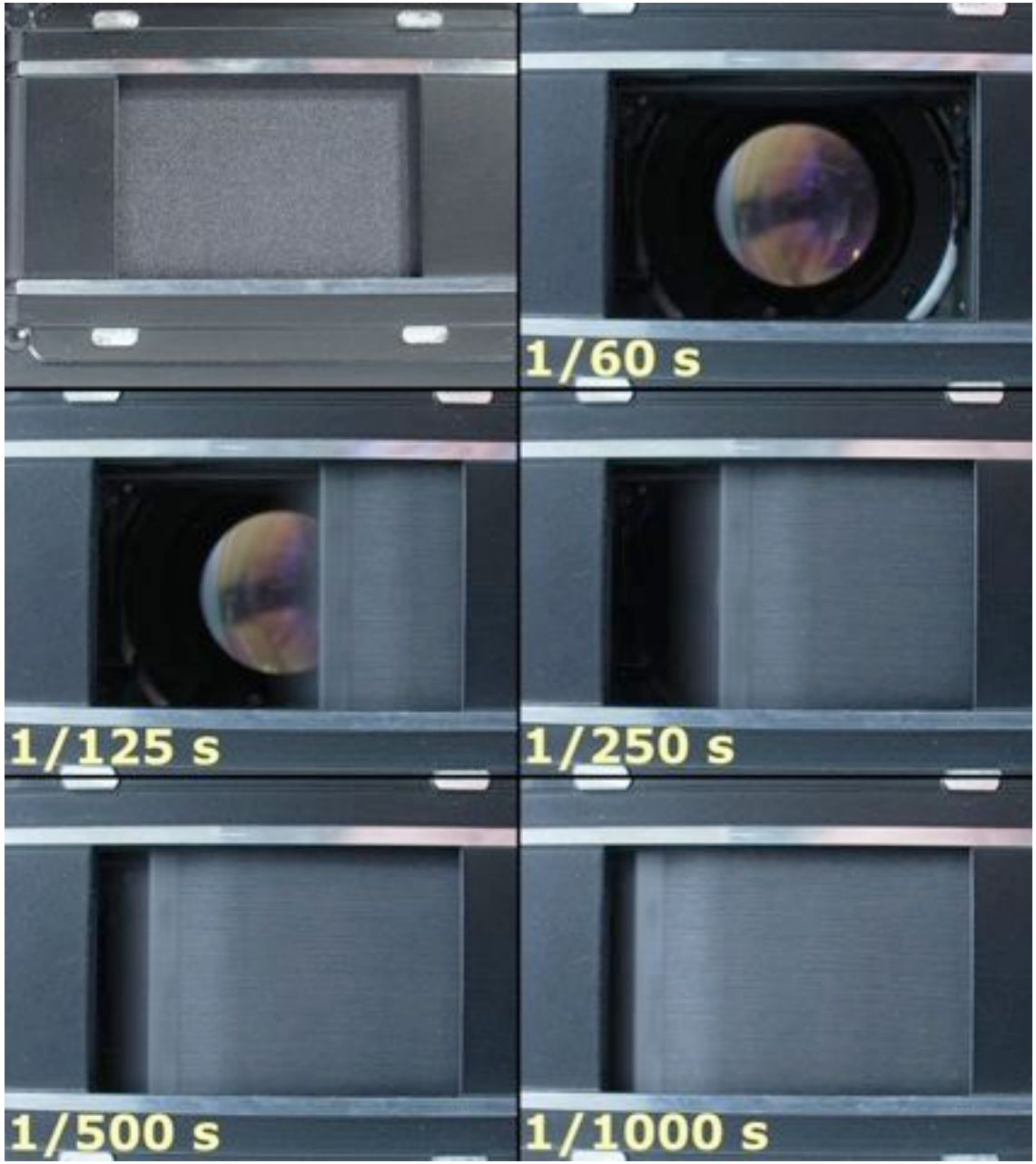
Blitzsynchronzeit

Verschluss öffnet
langsamer als
Leuchtdauer des
Blitzes

"Schlitzverschluss":
Zwei einander
folgende "Vorhänge"

Synchronzeit =
Kürzeste Zeit, bei der
Verschluss ganz
geöffnet ist

Bei kürzeren Zeiten
erreicht der Blitz nicht
das volle Bildformat!



Bildquelle:
R. Knäpper, wikimedia

Belichtungssteuerung bei Blitzlicht

TTL-Blitzmessung ("Through the lens")

- Reflexion des Lichts von Film- bzw. Sensoroberfläche gemessen
- Blitzleuchtdauer regulierbar: gezielt verkürzt für optimale Belichtung

Indirektes Blitzen, Mehrfachblitzen

- Blitz gegen Decke oder mit Reflektor, mehrere Geräte
- Vermeidet unschöne Beleuchtungseffekte (z.B. "rote Augen")
- Besonders gut durch TTL-Messung unterstützt

Langzeitsynchronisierung

- Lange Belichtungszeit, um vorhandenes Licht mitzunutzen
- Entscheidung über Blitzzeitpunkt ("rear sync" für Bewegungsillusionen)

Studio-Blitzanlagen

- Mehrere synchronisierte Blitzgeräte, erlauben systematische Ausleuchtung
- Belichtung meist durch Testserien, Blitzgeräte regelbar

1. Fototechnik und digitale Bildbearbeitung

1.1 Grundlagen der Fototechnik

1.2 Digitale Fotografie

Literatur:

J.+R. Scheibel, Fotos digital – Basiswissen, vfv 2000

http://micro.magnet.fsu.edu/primer/digitalimaging/ (CCD)

http://learn.hamamatsu.com/articles/

http://www.photo.net

Digitale und analoge Sensoren in der Fotografie

Analoge Sensoren: Filmmaterial

- Varianten bezüglich Lichtempfindlichkeit und Auflösung (Korn)
- Bildeinheiten im KB-Dia: mehr als 20 Mio., bis zu ca. 40 Mio.
- Exzellente Farbwiedergabe
- Alte Kameras profitieren von neuem Filmmaterial
- Spezialfilme für verschiedene Zwecke verfügbar (z.B. Schwarz-Weiß)
- Zeitverzögerung durch Entwicklungsprozess
- Nach wie vor ungeschlagene ***Bildqualität***

Digitale Sensoren: Lichtempfindlicher Halbleiter

- Auflösung und maximale Lichtempfindlichkeit fest in die Kamera eingebaut
  - Bei nicht übertriebenen Kosten derzeit: ca. 10-14 Mio. Bildeinheiten
- Mäßige Farbwiedergabe
- Kein Materialverbrauch, aber relativ hohe Kosten für laufend aktuelle Technik
- Verlustfreier Übergang in digitale Nachbearbeitung
- Sofortbild

Geschichte der Digitalfotografie

Vorläufer: Videotechnik

- Magnetaufzeichnung von Fernsehclips (MAZ)
- Videorekorder für Haushalte ab 1964

1969 George Smith, Willard Boyle (Bell Labs):
Entwicklung des *Charged Coupled Device* (CCD)-Bildsensors

1974: CCD mit 10 000 Pixel in Astro-Teleskop

1981: Sony Mavica (Diskettenspeicherung)

1988: Digitalkamera-Prototypen
mit 400.000 Pixel und Kartenspeicherung

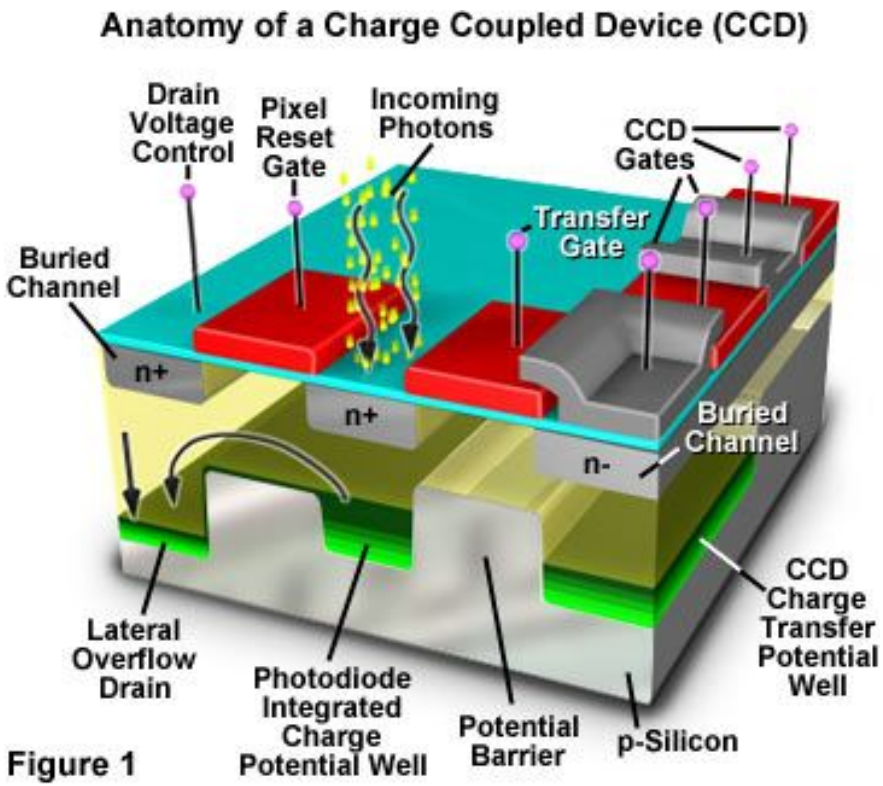
1990 Kodak: Photo CD-Format

1995: Beginn des Consumer-Marktes
(z.B. digitale SLRs, Apple QuickTake)

1998: Erste Kamera im Massenmarkt
mit mehr als 1 Mio. Pixel

http://www.digicamhistory.com/

Charged Coupled Device (CCD)



- Auftreffen von Licht (Photon) produziert freies Elektron und verbleibendes "Loch" (positive Ladung)
- Elektronen werden gesammelt *(charge potential well),* Löcher im Substrat absorbiert
- Potential-Barrieren verhindern das "Auslaufen" der Ladung in benachbarte Bereiche
- In einem komplexen Verschiebungsalgorithmus werden die Ladungen an Ausgabekontakte am Rande des Chips verschoben.

http://micro.magnet.fsu.edu

Charge Transfer: Analogie "Eimerkette"

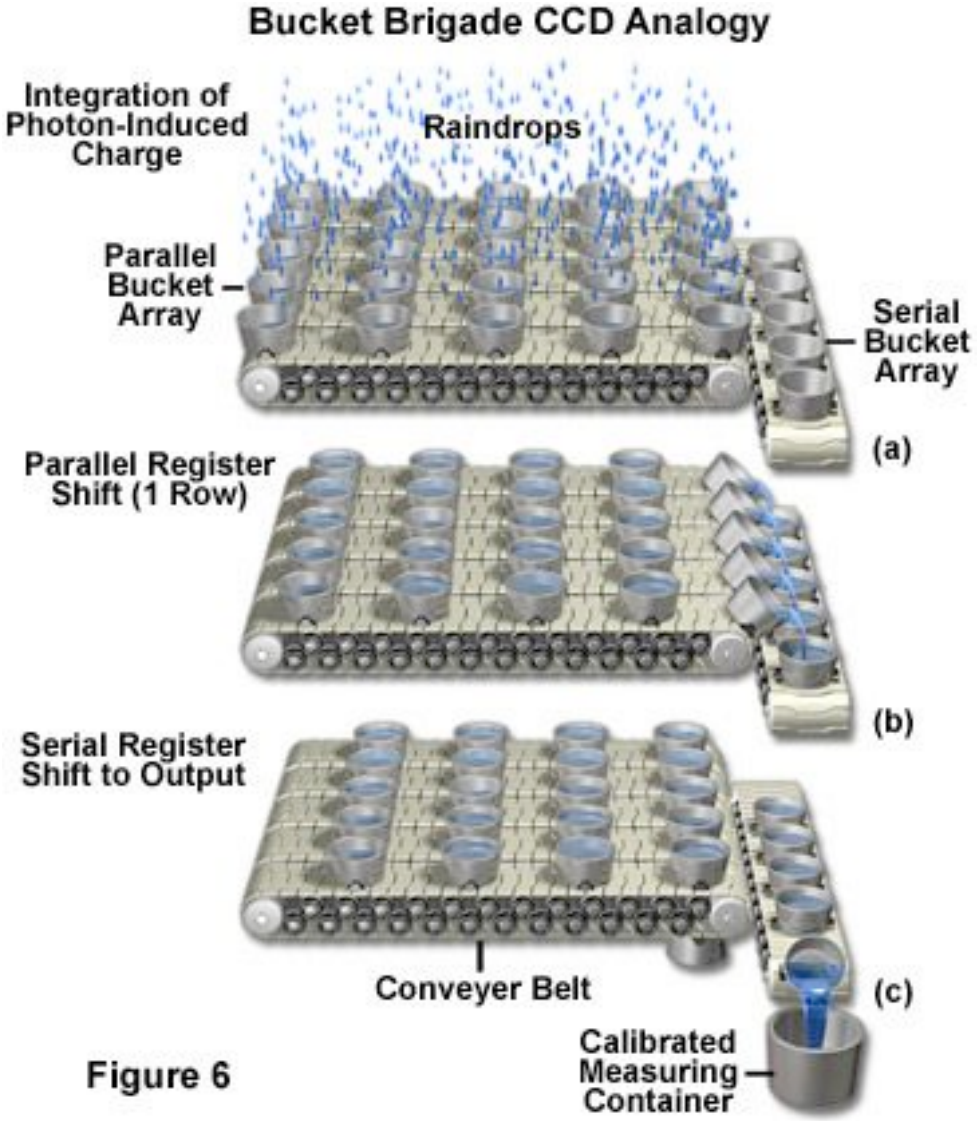


Figure 6

http://learn.hamamatsu.com/articles/microscopyimaging.html

Binning

Hardware-Lösung zur Integration von je 4 Pixeln zu einem Wert

Basis z.B. für Verbesserung der Lichtempfindlichkeit (bei schlechterer Auflösung)

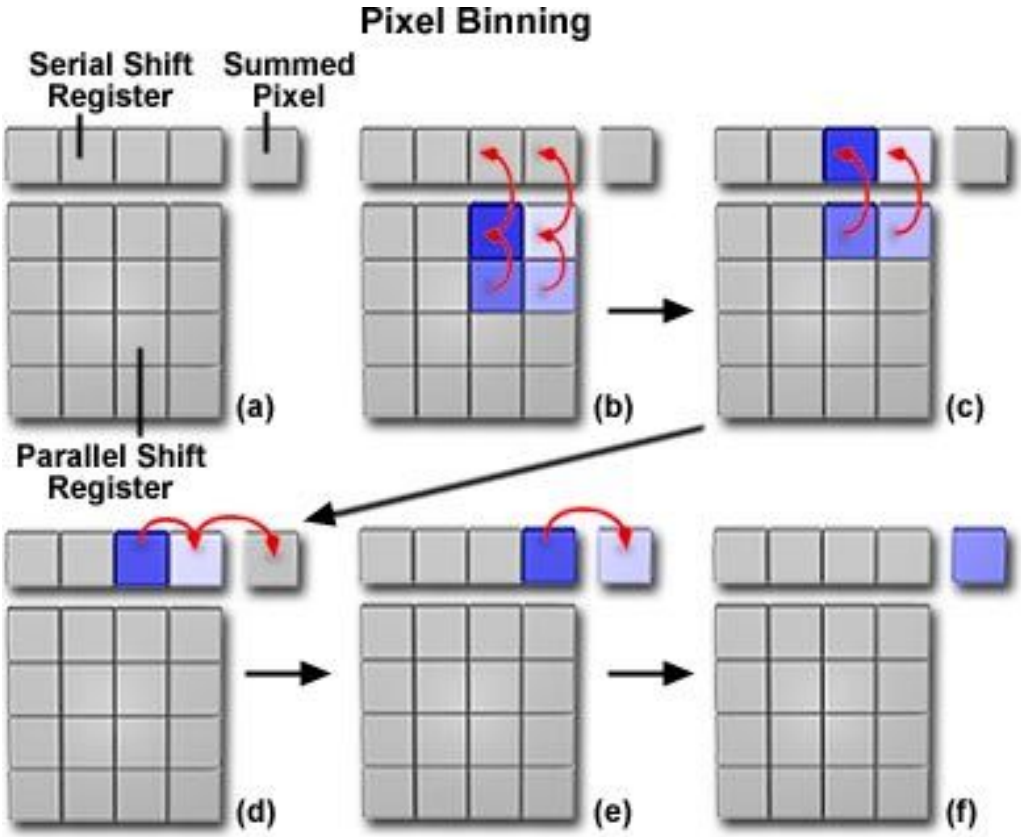
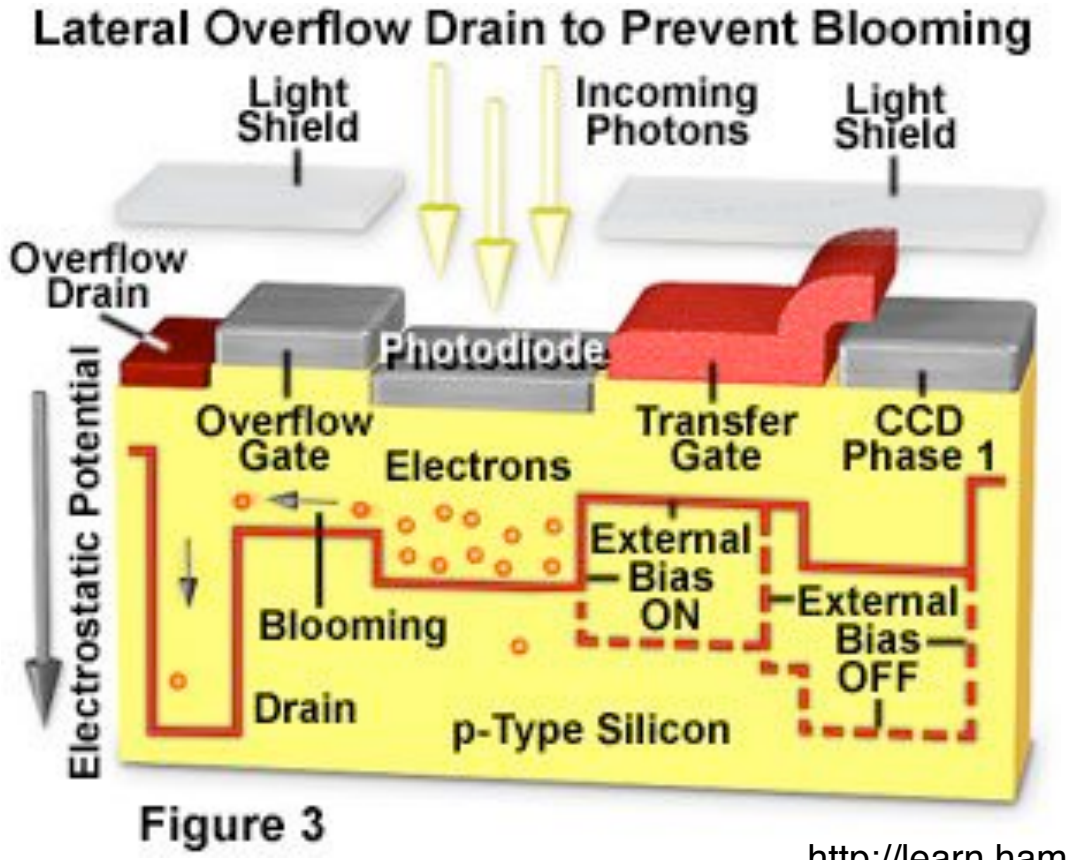


Figure 1

Blooming

Bei zu großer zugeführter Lichtmenge kann die Ladung einer CCD-Zelle in benachbarte Zellen überfließen und zu "Ausblühungen" führen.

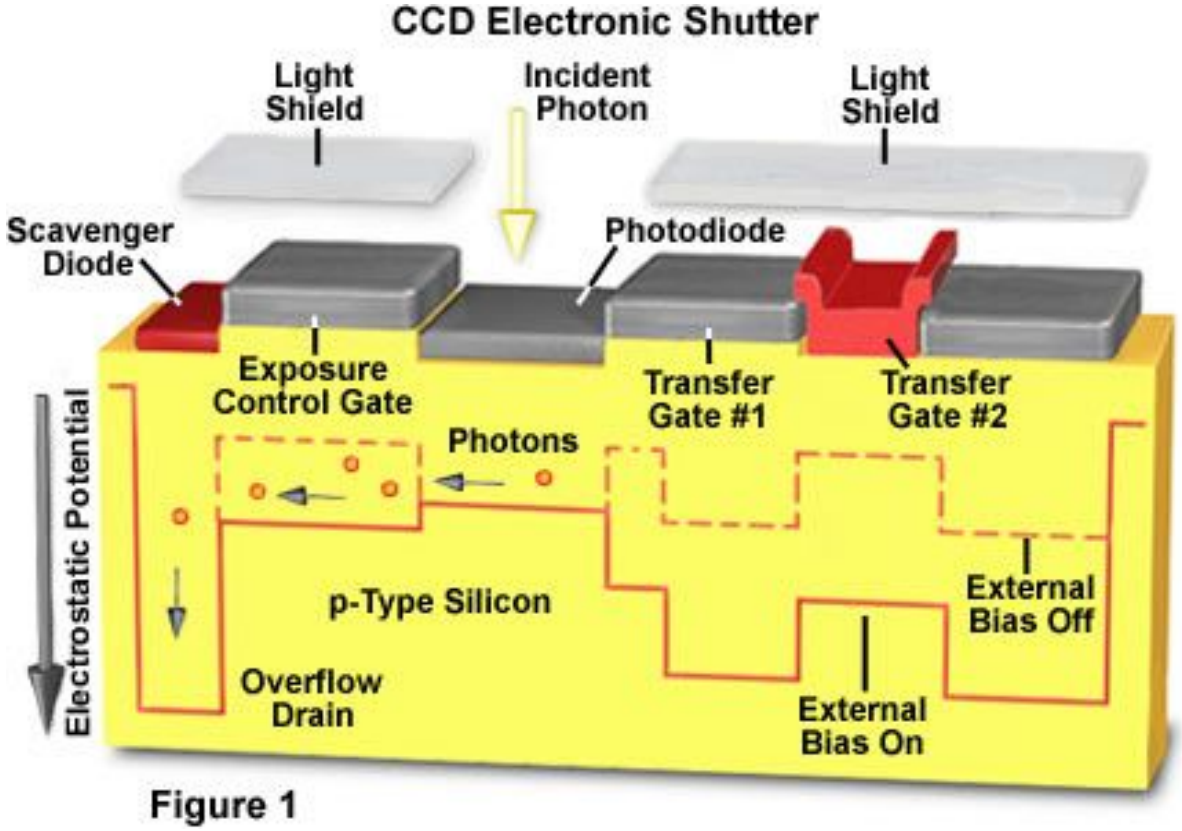
Abhilfe: Gezielte Abfuhr der Ladung *(overflow drain)*



http://learn.hamamatsu.com/articles/ccdsatandblooming.html

Elektronischer Verschluss

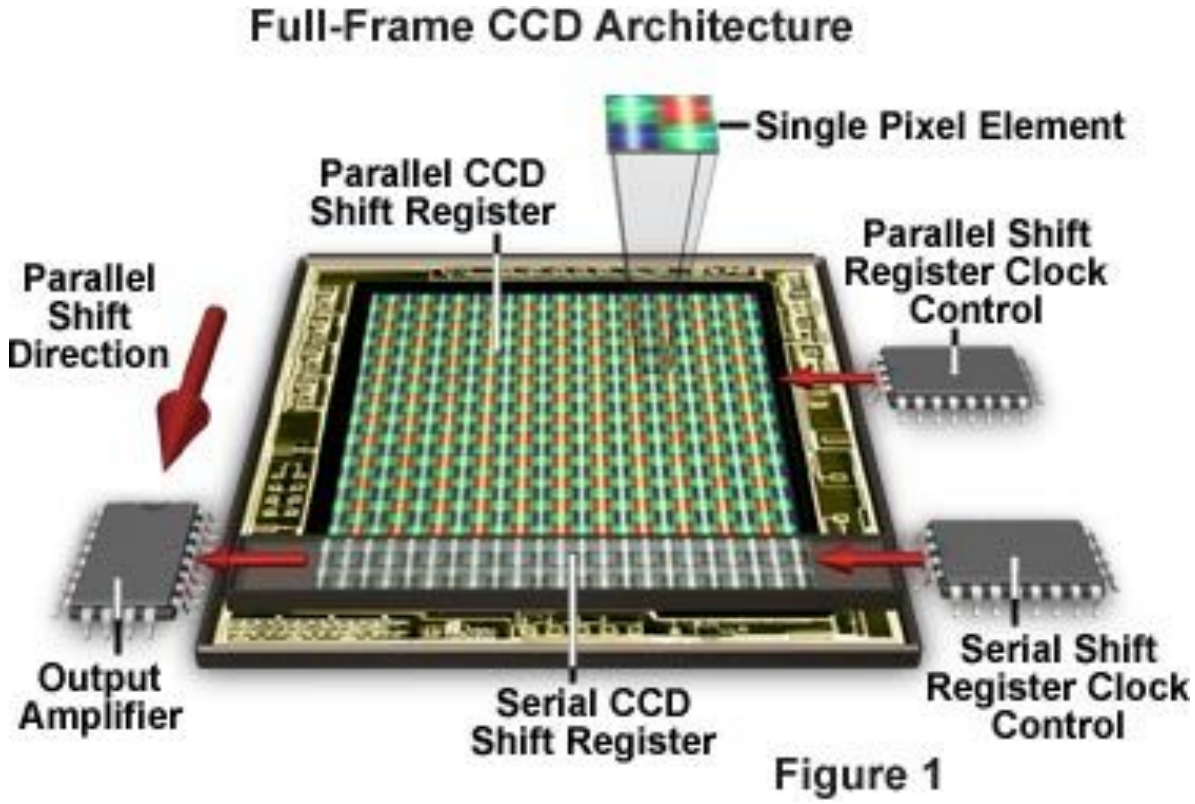
Speziell konstruierte CCDs erlauben es, durch ein externes Signal alle Fotodioden gleichzeitig zu entladen und nach einer bestimmten Zeit den Ladungstransfer einzuleiten.



http://learn.hamamatsu.com/articles/electronicshutter.html

Full-Frame CCD-Architektur

Einsatz in Kombination mit mechanischem Verschluss
Volle Sensorfläche wird für lichtempfindliche Zellen genutzt



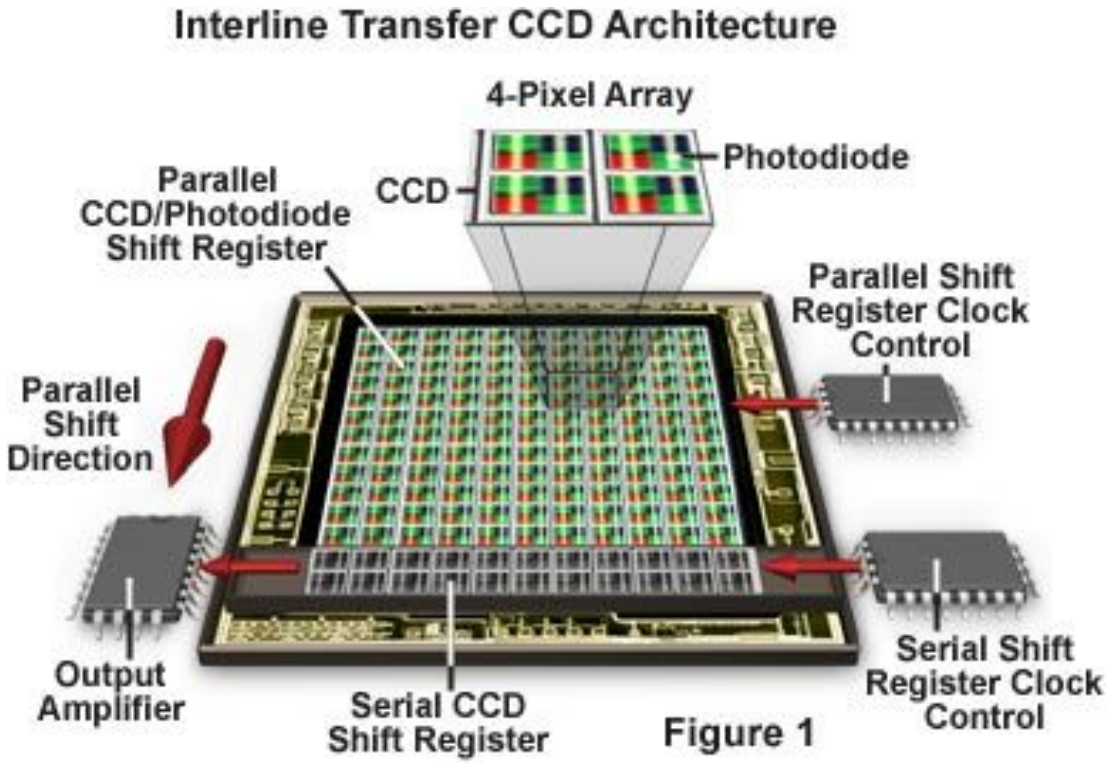
http://learn.hamamatsu.com/articles/fullframe.html

Interline Transfer CCD-Architektur

Jede Zelle: lichtempfindlicher Anteil und speichernder Anteil

Nur die Hälfte der Sensorfläche für Lichtaufnahme genutzt

Elektronische "Verschluss"-Steuerung



http://learn.hamamatsu.com/articles/interline.html

Praktische Konsequenzen der CCD-Architektur

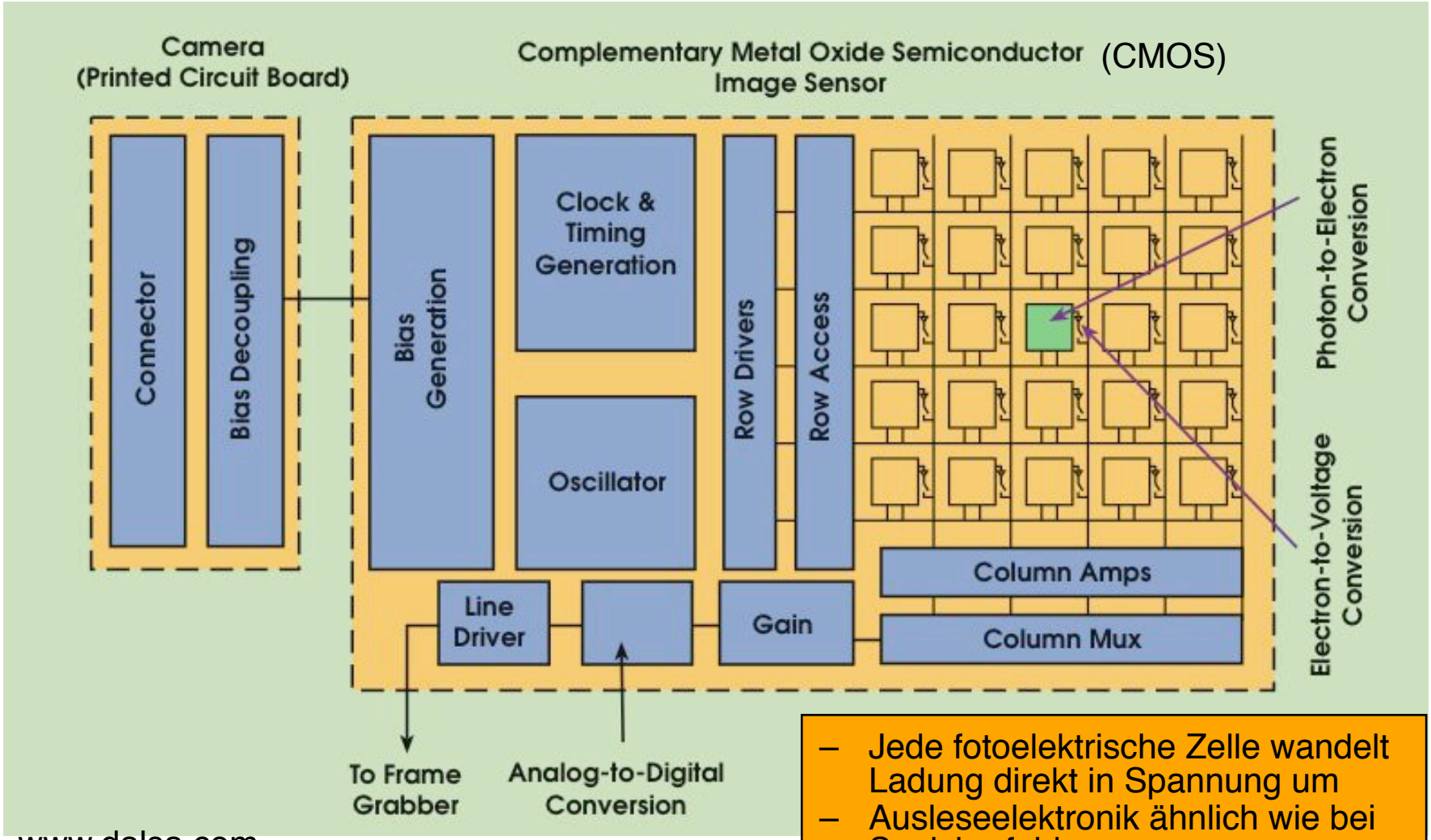
Interline-Transfer-Architektur

- erlaubt schnelle Bildfolgen
- Kamera relativ einfach mit weiteren Funktionen auszustatten
- z.B. Webcam-Funktion
- z.B. Aufnahme kurzer Videoclips

Full-Frame-Architektur

- meist in hochwertigen Kameras
- benötigt zusätzliche teure Mechanik
- ermöglicht optimale Lichtstärke
- verhindert Zusatzfunktionen wie z.B. Webcam-Einsatz

CMOS-Bildsensoren



www.dalsa.com
Dave Litwiller

- Jede fotoelektrische Zelle wandelt Ladung direkt in Spannung um
- Ausleseelektronik ähnlich wie bei Speicherfeldern

CCD vs. CMOS

CMOS:

- Modernere Technologie für Bildsensoren
- Fertigung prinzipiell günstiger, da Anschluss an Speicher-/Prozessor-Fertigungstechnologie
- Vorteile: Schnell, praktisch kein "Blooming"
- Nachteile: Teil der Bildfläche für Elektronik belegt, Uneinheitlichkeit der ausgelesenen Information (Zeit, Signal), elektronischer Verschluss benötigt zusätzliche Transistoren in der Bildfläche
- Stetig zunehmender Marktanteil, dominierend bei hochwertigen SLR-Kameras

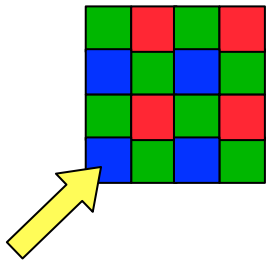
CCD:

- Bewährt und ausgereift
- Fertigung tendenziell teurer als bei CMOS
- Vorteile: Einheitliche Signalqualität, präziser elektronischer Verschluss
- Nachteile: Etwas langsamer, spezielle Massnahmen gegen Blooming nötig
- Derzeit dominierend bei preisgünstigen Kompaktkameras
- Auch: Verwendung in Hochleistungssensoren (z.B. Medizin, Mikroskopie)

Wie kommt die Farbe ins Bild?

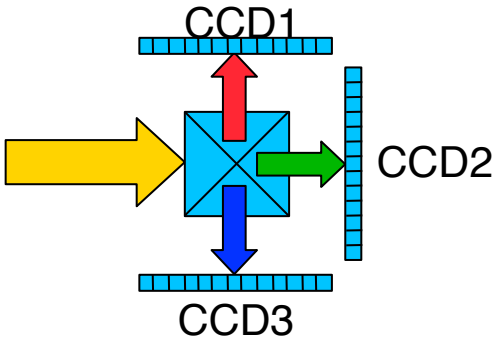
Sensor-Mosaik:

- Mehrere Fotodioden je Pixel auf dem selben Chip
- Farbfilter für RGB
- Bayer-Pattern (siehe folgende Folie!)



Drei-Sensor-Technik:

- Drei Chips für die drei RGB-Farben
- Farbtrennung über Prismensystem
- Volle Auflösung für jedes Pixel



Mehr-Aufnahmen-Technik:

- z.B. drei Aufnahmen nacheinander mit verschiedenen Farbfiltern
- Volle Auflösung für jedes Pixel
- Nur bei Standbildern möglich

Anordnung der Farbfilter

6 x 6 = 36 Graupixel

→ wie viele Farbpixel?

Naiver Ansatz:

Je 4 Pixel bilden eine Gruppe

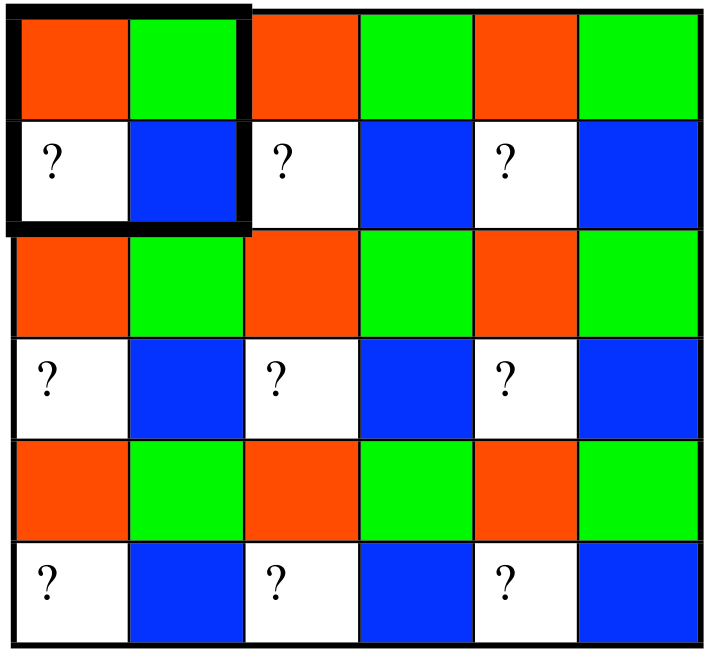
→ 3 x 3 = 9 Farbpixel

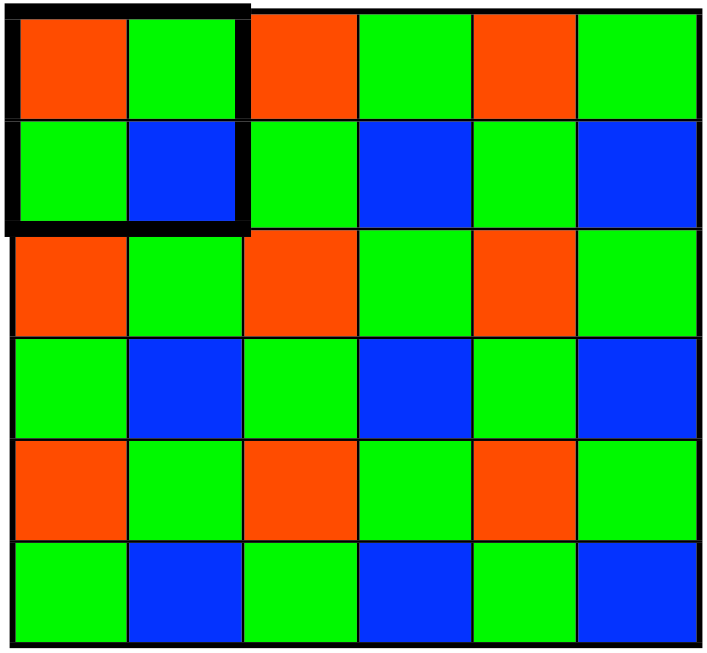
„Bayer-Pattern“

Jede quadratische 4er-Gruppe enthält alle Grundfarben

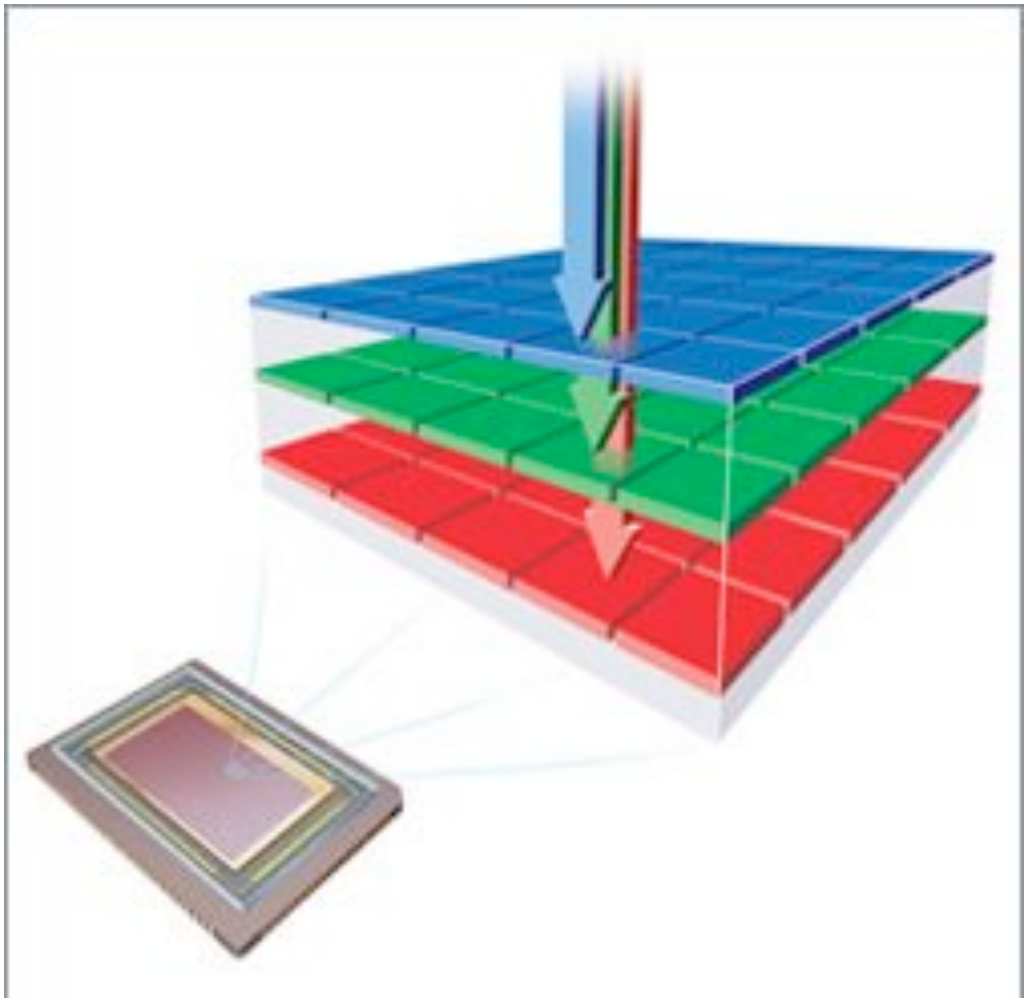
→ 5 x 5 = 25 Farbpixel

Allgemein: (n-1) * (n-1)





Beispiel Alternativer Bildsensor



Foveon X3
(Sigma)

Bildquelle: http://www.foveon.com/

Sensorgröße

Kleinbildaufnahmeformat: 24 x 36 mm

Sensorgrößen in Digitalkameras:

- „Vollformat“: 24 x 36 mm („Full Frame“, „FX“)
  - Nur in wenigen sehr teuren Kameras (Nikon D3, D700, Canon 1Ds, 5D)
- „1,6-Format“: 15 x 23 mm („„APS-C“, „DX“)
  - Faktor 1,6 zum Kleinbildformat
  - Gängig für digitale SLR (z.B. Nikon D90, D300, Canon 50D, 1000D)
- Weitere Sensorgrößen in Kompaktkameras (Zollangaben: nicht echte Bilddiagonale!)
- Beispiele:
  - Canon Powershot G10: 1:1,7“ = 9,5 x 7,6 mm
  - Panasonic DMC-FX550: 1:2,33“ = 6,13 x 4,6 mm

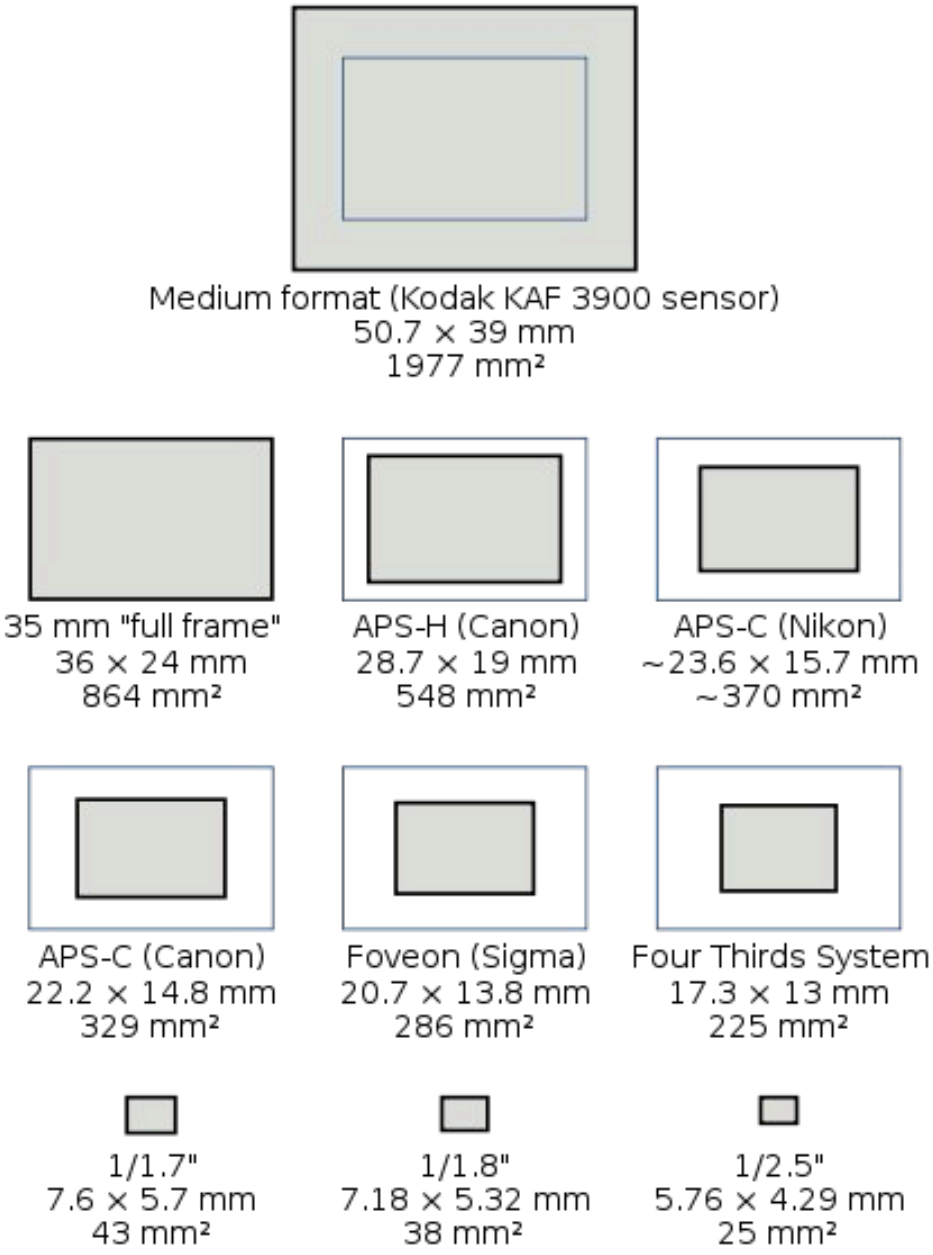
Die gleiche Pixelanzahl kann in verschiedenen Sensorgrößen realisiert werden.

- Größerer Sensor ist lichtstärker und "rauschärmer"

Kleinere Sensoren:

- Kurzbrennweitige Objektive (leichter, kleiner, preisgünstiger)
- Geringere Schärfentiefen-Effekte (weniger Gestaltungsmöglichkeiten)

Sensorgrößen Übersicht

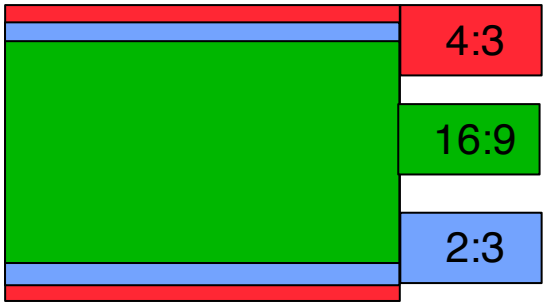


Quelle: Wikipedia

Höhen-/Seitenverhältnis

Traditionelles Fernsehformat: 4:3

- Verwendet bei Computermonitoren, Videokameras
- (Achtung: Hier zuerst Breite, dann Höhe)
- Beispielauflösung:
  2048 x 1536 Pixel (3.145.728 Pixel)
- Weit verbreitet bei Digitalkameras



Fotoformat: 2:3

- Klassisches Kleinbildformat (24 x 36)
- (Achtung: Hier zuerst Höhe, dann Breite)
- Papierformate sind auf 2:3 abgestimmt
  (10 x 15, 9 x 13 etc.)
- Digitale SLRs unterstützen das 2:3-Format

Breitbildformat: 16:9

- Im analogen APS-Format unterstützt
- Im Digitalkamerabereich zunehmend

Viele Kameras ermöglichen Wahl des Bildverhältnisses

Fortsetzung folgt...

Digitale Fotos

... erzeugt mit Kamera

... gespeichert als Datei

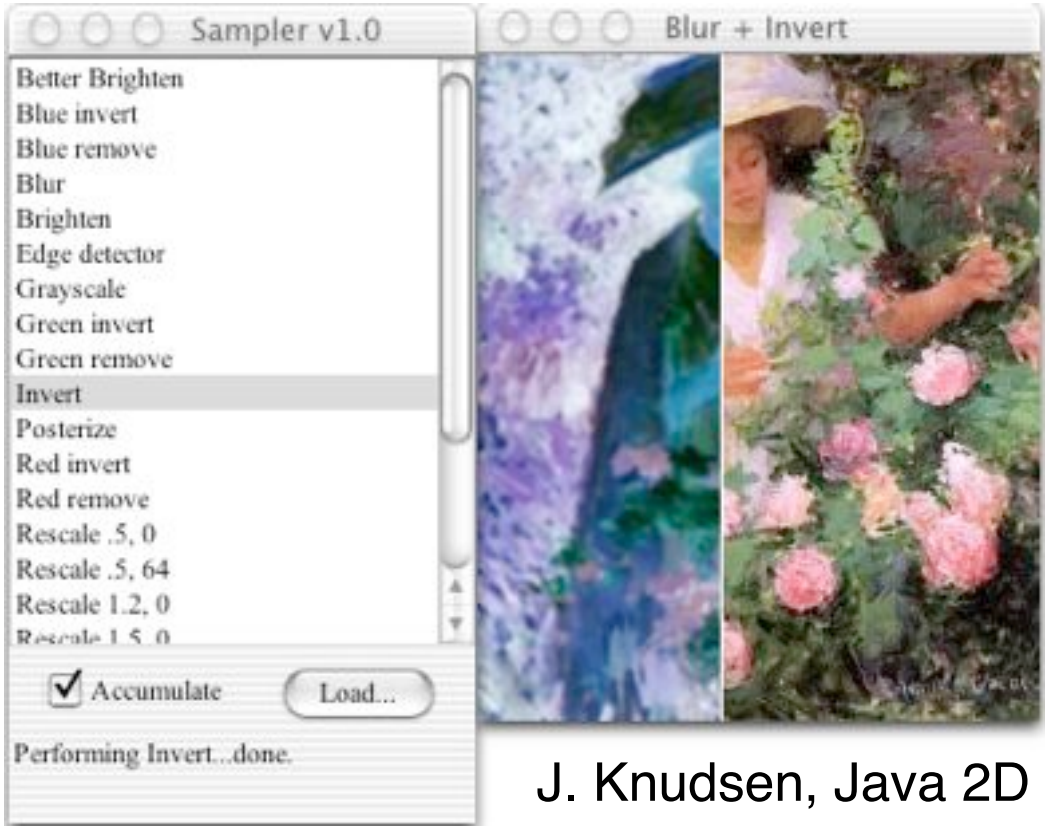
... nachbearbeitet mit Software

Wie funktioniert Bildbearbeitungssoftware?

Siehe spätere Vorlesung

Kann man Bildbearbeitung in Java programmieren?

Ja, aber...



J. Knudsen, Java 2D

Grafische Benutzungsschnittstellen in Java

Nächste Vorlesung

Einschub, Foto-Thematik wird fortgesetzt!