

Bildbearbeitung

Teil des Moduls 5CS-CGAN-50 im Studiengang Informatik

Teil 2

Referent: Hendrik Siegmund

Themenübersicht

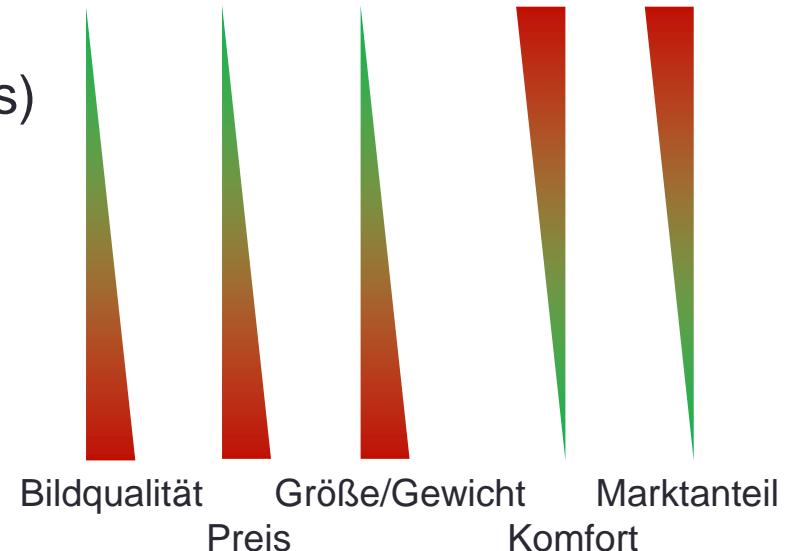
- Das Modul Bildbearbeitung
 - Ablauf, Lernziele, Prüfungen, Literatur
- Fotografie
 - Grundlagen, Entwicklung, Film und Bildaufnahmeröhren
- Aktuelle Sensoren und Kameras
 - CCD, CMOS, Formfaktor und Größe
 - Komponenten, Typen: Smartphone, Kompakt- und Bridgekameras, DSLR und DSLM
- Bildgestaltung
 - Gestaltungs- und Kompositionstechniken kennenlernen und praktisch anwenden
- Bildverwaltung und Bildbearbeitung
 - Bilder verwalten
 - Bilder digital bearbeiten: Farben, Belichtung, Ausschnitte, Schärfe, Effekte...

Kameras

Kameratypen – Einteilung

Digitale Kameras werden üblicherweise in folgende Klassen eingeteilt:

- Smartphone-Kameras
- Kompaktkameras (Pocket-Kameras)
- Bridge- oder Megazoom-Kameras
- Systemkameras
 - Spiegellos
 - Spiegelreflex
- Mittelformatkameras
- Spezialkameras



Kameras

Kameratypen

Digitale Kameras werden üblicherweise in folgende Klassen eingeteilt:

- Smartphone-Kameras
 - Eine oder mehrere Kameras
 - Fest eingebaute Objektive
 - Kleine Sensoren 1/3,2“ – 1/1,33“
 - Basis-Automatikfunktionen
 - Point-and-shoot
 - KI zur Steigerung der Bildqualität
 - Erzielen Leistungen wie Kompaktkameras
 - Sichtbare Schwächen bei wenig Licht



Kameras

Kameratypen

Digitale Kameras werden üblicherweise in folgende Klassen eingeteilt:

- Kompaktkameras
 - Fest eingebaute (Zoom-)objektive
 - Kleine Sensoren 1/3,2“ – 2/3“
 - Viel Automatik, Point-and-shoot
 - Schwächen bei wenig Licht



Kameras

Kameratypen

Digitale Kameras werden üblicherweise in folgende Klassen eingeteilt:

- Kompaktkameras: Sonderfall Edel-Kompakte
 - Hochpreisig, ab 500,- €
 - Hoher Anspruch an Design und Qualität
 - Sensor ab MFT bis Vollformat
 - Hochwertige Optik
 - Erfüllen z.T. professionelle Ansprüche



Quellen: Leica,
Fujifilm

Kameras

Kameratypen

Digitale Kameras werden üblicherweise in folgende Klassen eingeteilt:

- Bridge- oder Megazoomkameras
 - Größer und schwerer als Kompakte
 - Universell einsetzbar
 - Fest eingebaute Zoomobjektive
 - Brennweite bis >2000 mm KB äquiv.
 - Automatik und manuelle Funktionen
 - Sensoren bis 1"
 - Bildqualität im angehenden Profibereich
 - Noch Schwächen bei wenig Licht



Kameras

Kameratypen

Digitale Kameras werden üblicherweise in folgende Klassen eingeteilt:

- Systemkameras

Spiegelreflex (DSLR, Digital Single Lens Reflex)

- Optischer Sucher
- Hell und realitätsnaher Bildausschnitt
- Spiegel für Sucherbild und Messungen,
wird bei der Auslösung hochgeklappt
- Geringer Stromverbrauch



Kameras

Kameratypen

Digitale Kameras werden üblicherweise in folgende Klassen eingeteilt:

- Systemkameras

Spiegelreflex (DSLR, Digital Single Lens Reflex)

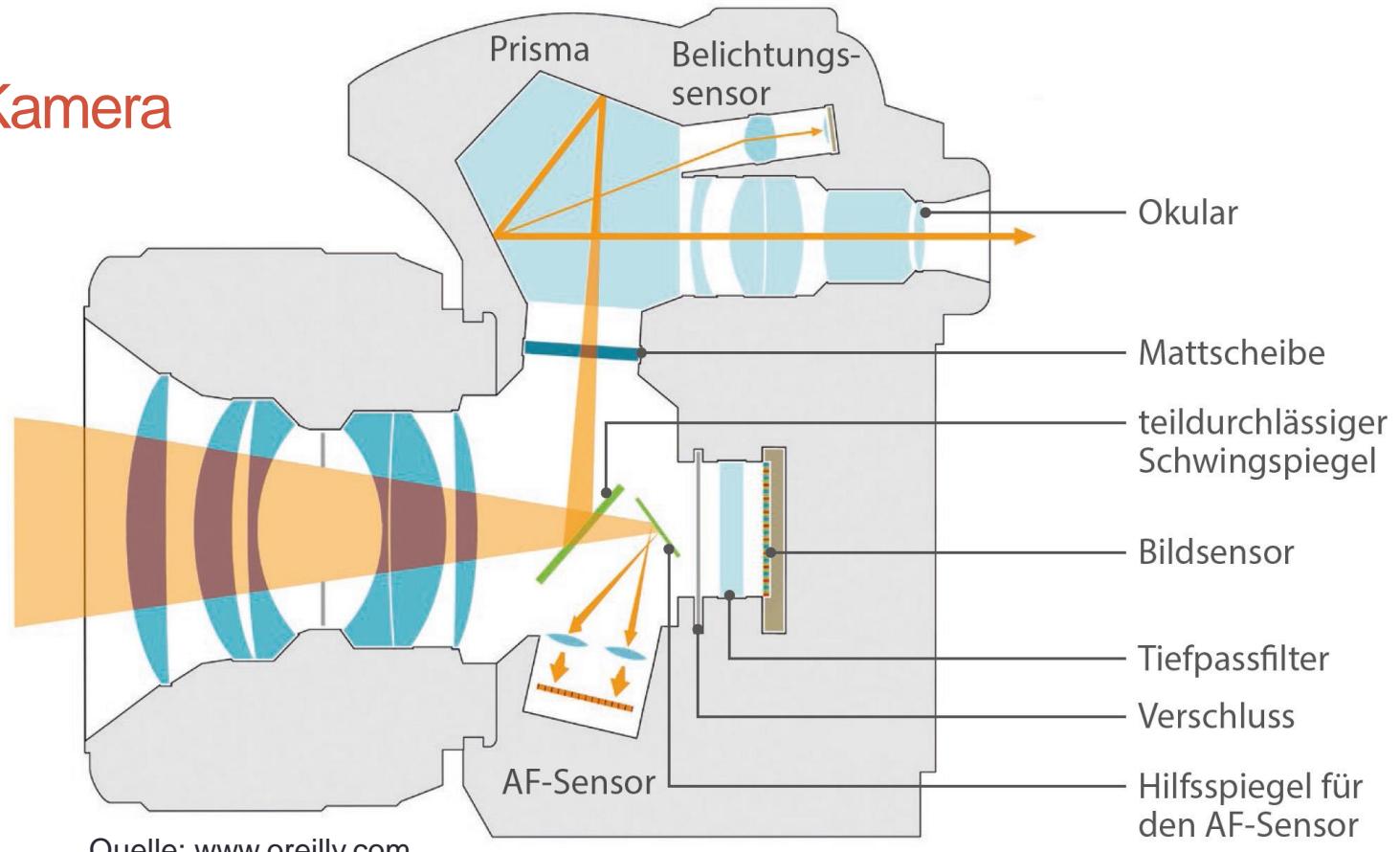
- Unterscheidet sich von zweiäugigen Spiegelreflexkameras wie der **Rolleiflex** von 1929 mit **zwei Linsensystemen**
- Ein Linsensystem für Sucher (TLR, Twin Lens Reflex)



Quelle: <http://camera-wiki.org>

Kameras

DSLR-Kamera



Kameras

Kameratypen

Digitale Kameras werden üblicherweise in folgende Klassen eingeteilt:

- Systemkameras

Spiegelreflex (DSLR, Digital Single Lens Reflex)

- Größe ab Bridgekamera, Profikameras noch größer
- Wechselobjektive, aktuell mit unübertroffener Auswahl
- Sensorgröße APSC bis Vollformat
- Vollumfängliche manuelle Bedienung und Automatik
- Sehr schnelle Bildfolgen und sehr schnelles Fokussieren
- Profikameras mit State-of-the-Art-Bildqualität
- Vollformat Optimale Bildqualität bei wenig Licht

Kameras

Kameratypen

Digitale Kameras werden üblicherweise in folgende Klassen eingeteilt:

- Systemkameras, spiegellos (DSLM)
- Digital Single Lens Mirrorless
 - Größe ab Bridgekamera, vergleichbar mit DSLR
 - Wechselobjektive, für KB noch eingeschränkt
 - Sensorgröße MFT bis Vollformat
 - Vollumfängliche manuelle Bedienung und Automatik
 - Profikameras mit State-of-the-Art-Bildqualität
 - Vollformat optimale Bildqualität auch bei wenig Licht
 - Langsamer als DSLR, Autofokus oft schwächer
 - Elektronischer statt optischer Sucher, nur Live View



Kameras

Kameratypen

Digitale Kameras werden üblicherweise in folgende Klassen eingeteilt:

- Mittelformatkameras
 - Größe vergleichbar mit Profi-DSLR
 - Mittelformatsensor z.B. 48x33mm
 - Unübertroffene Bildqualität
 - Profisysteme für Produkt- und Landschaftsfotografie



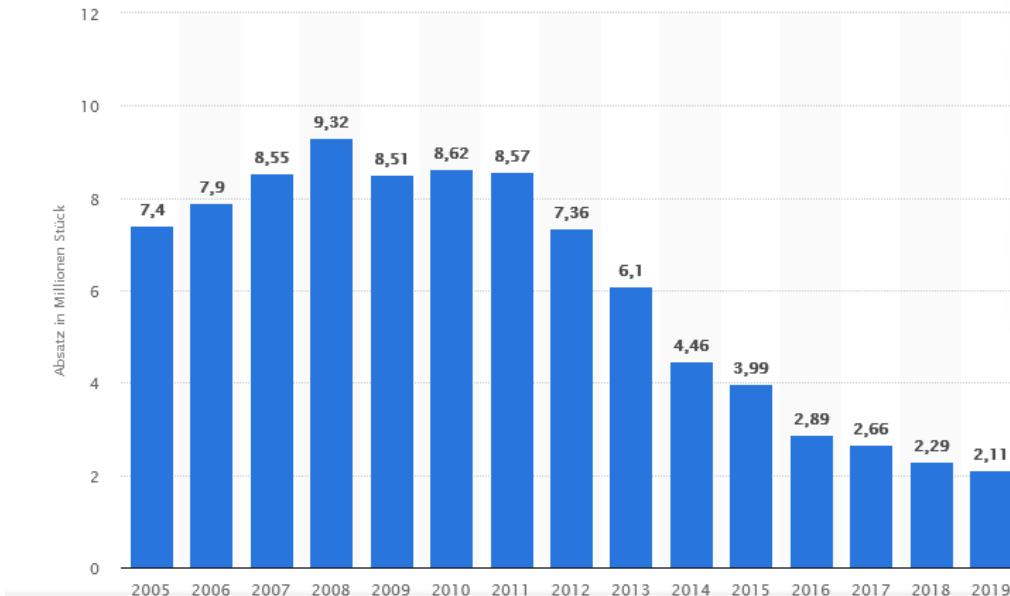
Quelle: hasselblad

Kameras

Kameratypen – Aktuelle Entwicklung und Ausblick

Sterben echte Kameras aus?

- Die Verkaufszahlen brechen seit 2011 dramatisch ein – ohne Corona



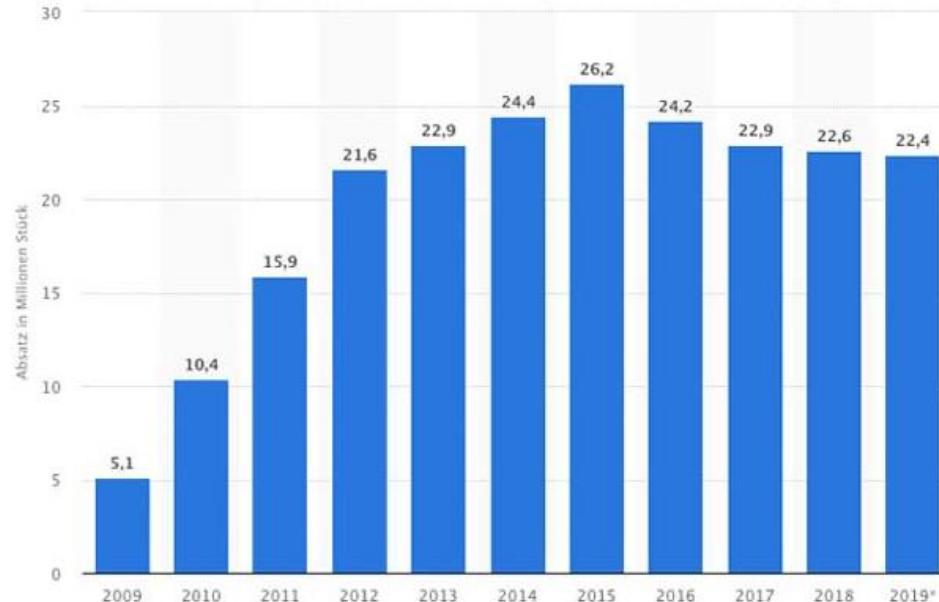
Quelle: de.statista.com

Kameras

Kameratypen – Aktuelle Entwicklung und Ausblick

Sterben echte Kameras aus? – Genauer hinsehen

- Auch der Smartphone-Markt ist in Deutschland gesättigt...



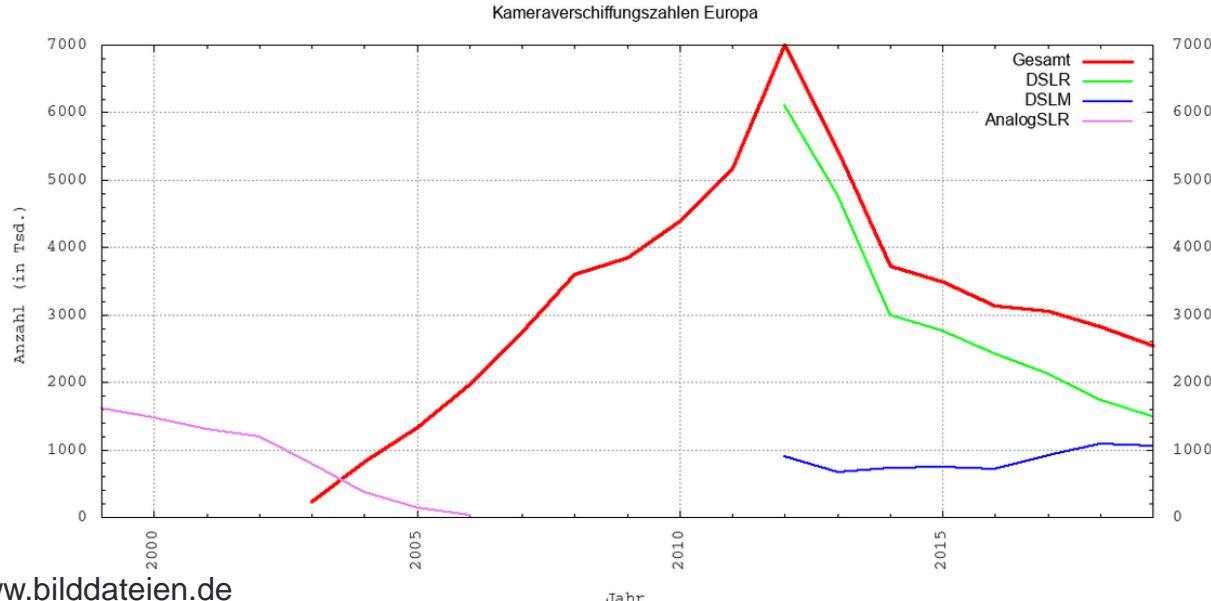
Quelle: de.statista.com

Kameras

Kameratypen – Aktuelle Entwicklung und Ausblick

Sterben echte Kameras aus? – genauer hinsehen

- Absatzzahlen nach Kameratypen: Vor Allem die DSLR bricht ein



Kameras

Kameratypen – Aktuelle Entwicklung und Ausblick

Genauere Analysen führen zu folgenden Schlüssen:

- Sensoren bis MFT sind/werden von Smartphone überflügelt : Rechenpower und KI schlagen Sensorgröße für Point-and-Shoot
- Kompaktkameras sind bald praktisch überflüssig, was bleibt sind Vollformat und Mittelformat
- Systemkameras im Vollformat bieten erheblich mehr künstlerische Gestaltungsmöglichkeiten
- DSLR sind komplizierter als DSLM und nur noch wenig besser, ihr Marktanteil wird weiter sinken, und der Gebrauchtwert ebenso
- Vollformat und Mittelformat in Profi-Systemkameras werden bleiben

Kameras

Sensoren und Kameras -Zusammenfassung

- Digitalkameras gibt es aktuell in verschiedenen Qualitätsklassen
- Point-and-Shoot-Kameras in Smartphone und Kompaktkamera
- Bridge- und Einsteiger Systemkameras mit 1“ bis APSC-Sensor
- Profi-Systemkameras als DSLR und DSLM mit Vollformat
- Mittelformat für maximale Qualitätsanforderungen
- CMOS-Sensoren mit Bayer-Filter sind Standard für Farbaufnahmen
- Auch wenn Smartphones immer bessere Kameras bekommen, können Sie zur Zeit das High End in Voll- und Mittelformat noch nicht erreichen, weder bei der Bildqualität noch bei der Bildgestaltung

Themenübersicht

- Das Modul Bildbearbeitung
 - Ablauf, Lernziele, Prüfungen, Literatur
- Fotografie
 - Grundlagen, Entwicklung, Film und Bildaufnahmeröhren
- Aktuelle Sensoren und Kameras
 - CCD, CMOS, Formfaktor und Größe
 - Komponenten, Typen: Smartphone, Kompakt- und Bridgekameras, DSLR und DSLM
- Bildgestaltung
 - Gestaltungs- und Kompositionstechniken kennenlernen und praktisch anwenden
- Bildverwaltung und Bildbearbeitung
 - Bilder verwalten
 - Bilder digital bearbeiten: Farben, Belichtung, Ausschnitte, Schärfe, Effekte...

Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung

- Bildgestaltung und Komposition
 - Motivauswahl, Bildausschnitt, Kameraposition, Perspektive...
- Belichtung
 - Blendeneinstellung
 - Belichtungszeit
 - Empfindlichkeit/Verstärkung
- Fokus
 - Autofokus, Stabilisator und Belichtungsprogramme
 - Bildfehler und ihre Korrektur

Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung

Bildgestaltung und Komposition – Motivauswahl

- Kommerzielle Fotografie: Definition durch den Auftraggeber
- Produktfotos, Werbefotos, Nachrichten usw.
- Illustrationen für Publikationen
- Hochzeitsfotos
- Portraits, Familien-, Gruppen oder Klassenfotos...

Bildgestaltung

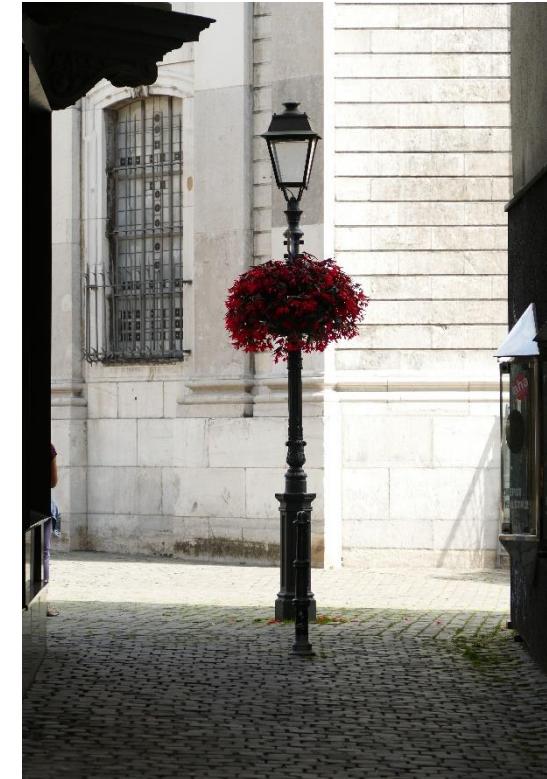
Elemente der Bildgestaltung

Bildgestaltung und Komposition – Freie Motivauswahl...

- interessante Objekte, Farben, Kontraste
- interessante Perspektiven
- besondere Lichtverhältnisse (blaue Stunde, Nebel, Dunkelheit)
- zu Publikations- und Dokumentationszwecken
- zur Erinnerung
- zum Teilen in sozialen Netzen
- ...

Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung
Bildgestaltung und Komposition –
Motivauswahl



Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung

...im Rahmen der Gesetze

- Persönlichkeitsrechte fotografierte Personen
- Datenschutz
- Urheberrechte abgelichteter Motive
- Eigentumsrechte beim Betreten von Grundstücken
- Ausdrücklich ausgesprochenes Fotografierverbot
- ...

Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung

Bildgestaltung und Komposition

Für Bildausschnitt und Komposition gibt es einige einfache Stilmittel:

- Symmetrie brechen erzeugt Spannung
- Aufteilung nach dem goldenen Schnitt oder
- Aufteilung in horizontale und vertikale Drittel
- Steigende und fallende Linien
- Arbeiten mit Licht und Schatten
- Arbeit mit Farben und Farbkontrasten
- Formenkontraste

Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung

Bildgestaltung und Komposition

- **Symmetrie brechen:** Motive nicht mittig oder zu klein platzieren, um statische und langweilige Bilder zu vermeiden



Bildgestaltung

Bildgestaltung und Komposition

- **Symmetrie brechen - Ausnahme:**
Die Symmetrie soll ausdrücklich eingefangen werden



Bildgestaltung

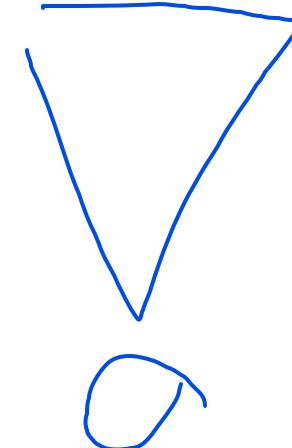
Elemente der Bildgestaltung

Bildgestaltung und Komposition

- Aufteilung nach dem goldenen Schnitt:



$$a/b = (a+b)/a = \text{etwa } 1,618$$

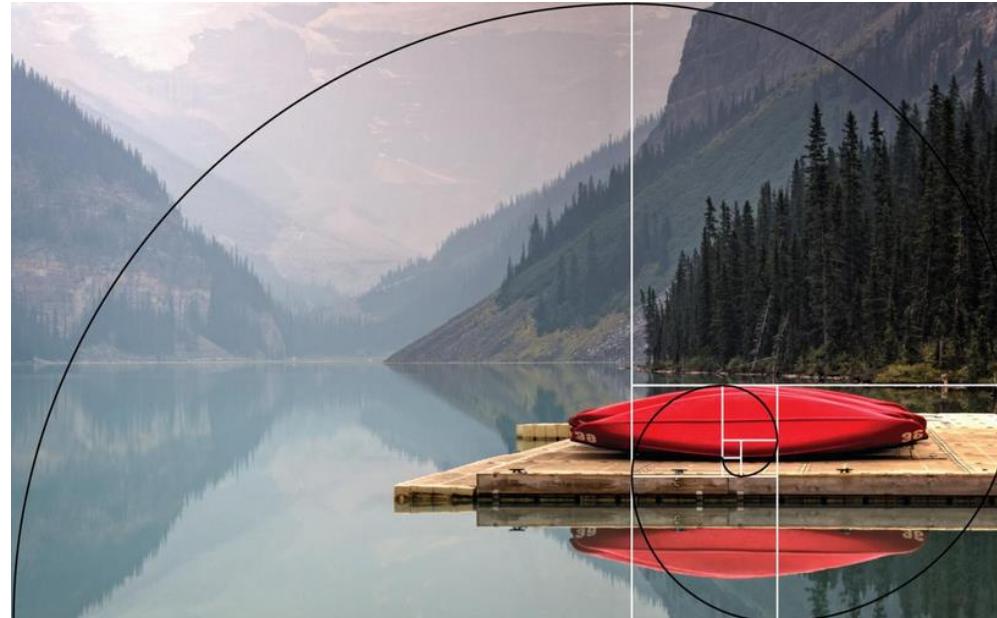


- Sowohl in der Horizontalen als auch in der Vertikalen anwendbar
- Dieses Verhältnis findet sich in Blüten, in Schneckenhäusern oder in Tiefdruckgebieten wieder und gilt als besonders harmonisch

Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung

Goldener Schnitt



Quelle: www.whitewall.com/de/mag/goldener-schnitt

Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung

Bildgestaltung und Komposition

- Eine Anpassung an horizontale und vertikale Drittel



Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung

Bildgestaltung und Komposition

- Steigende Linien...



Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung

Bildgestaltung und Komposition

- ...oder fallende Linien



Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung

Bildgestaltung und Komposition

- **Arbeiten mit Kontrasten 1:
Kontrast durch Verblassen in
schwarzweiß**



Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung

Bildgestaltung und Komposition

- **Arbeiten mit Kontrasten 2:
Strukturen in schwarzweiß**



Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung

Bildgestaltung und Komposition

- **Arbeiten mit Kontrasten 2:
Strukturen und (etwas) Farbe**

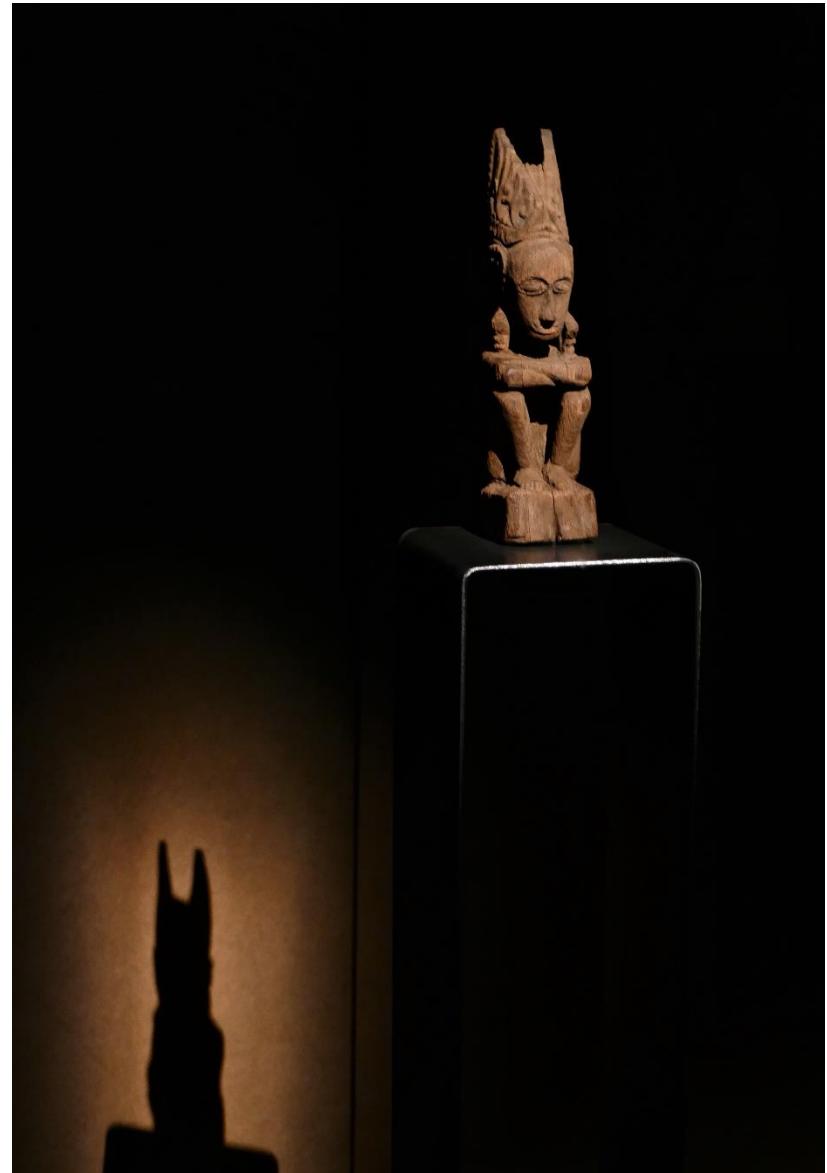


Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung

Bildgestaltung und Komposition

- **Arbeiten mit Kontrasten 3:**
- **Licht und Schatten 1**



Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung

Bildgestaltung und Komposition

- **Arbeiten mit Kontrasten 3:**
- **Licht und Schatten 2**



Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung

Bildgestaltung und Komposition

- **Arbeiten mit Kontrasten 4:**
- **Beleuchtung**



Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung

Bildgestaltung und Komposition –
Bildausschnitt und Komposition

- **Arbeiten mit Farben und Farbkontrasten 1**



Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung

Bildgestaltung und Komposition –
Bildausschnitt und Komposition

- **Arbeiten mit Farben und Farbkontrasten 2**



Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung

Bildgestaltung und Komposition –
Bildausschnitt und Komposition

- **Arbeiten mit Farben und Farbkontrasten 3**



Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung
Bildgestaltung und Komposition

- **Arbeiten mit Farben und Farbkontrasten 3**



Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung
Bildgestaltung und Komposition

- **Arbeiten mit Perspektive**



Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung

- Bildgestaltung und Komposition
 - Motivauswahl, Bildausschnitt, Kameraposition...
- **Belichtung**
 - Blendeneinstellung
 - Verschlusszeit
- Fokus
- Autofokus, Stabilisator und Belichtungsprogramme
- Bildfehler und ihre Korrektur

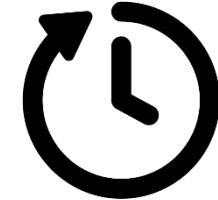
Bildgestaltung



Bildgestaltung – Belichtung und Belichtungseffekte

Die Lichtmenge auf dem Sensor wird neben dem Motiv durch zwei weitere Faktoren bestimmt:

- Blendeneinstellung
 - Belichtungszeit
-
- Die Helligkeit im finalen Bild kann zusätzlich durch die **Empfindlichkeit** beeinflusst werden



ISO

... 100 200 400 **800** 1600 3200 ...

Bildgestaltung

Bildgestaltung – Blendeneinstellung

- Die Blende bestimmt die Lichtmenge, die durch ein Objektiv tritt
- Sie ist außerdem maßgeblich für die Schärfentiefe, den Entfernungsbereich, der auf einem Foto scharf abgebildet wird
- Für jedes Objektiv kann eine bestimmte maximale Lichtstärke angegeben werden (i.e. die minimal mögliche Blendenzahl)
- Mathematisch ist die Blendenzahl das Öffnungsverhältnis eines Objektives:

$$\frac{\text{Durchmesser der Eintrittspupille } D}{\text{Brennweite } f}$$

Bildgestaltung

Bildgestaltung – Blendeneinstellung

- Die maximale **Lichtstärke** (i.e. die minimal mögliche Blendenzahl) wird als **Kehrwert der Blendenzahl** angegeben, z.B.:

$f=1/2,8$ oder $f/2,8$



- Eine entsprechende Angabe steht auf jedem Objektiv
- Bei Zoomobjektiven ist Angabe als Bereich üblich: **18-70mm/3,5-4,5**

Bildgestaltung

Bildgestaltung – Blendeneinstellung

- Die Lichtmenge, die durch ein Objektiv tritt, kann durch Abblenden reduziert werden
- Ausgehend von der größtmöglichen Öffnung (kleinste Blendenzahl, max. Lichtstärke) wird die Öffnung in Stufen einer Blendenreihe verkleinert
- Zwischenwerte sind möglich



Quelle: de.wikipedia.org

Bildgestaltung

Bildgestaltung – Blendeneinstellung

Blendenreihe

- Die Blendenreihe ist festgelegt, Abblenden bzw. Öffnen um eine Stufe entsprechen einer Halbierung bzw. einer Verdoppelung der Lichtmenge

f/	1	1,4	2	2,8	4	5,6	8	11	16	22	32
----	---	-----	---	-----	---	-----	---	----	----	----	----

- Diese Blendenreihe wird durch Multiplikation mit dem Faktor $\sqrt{2}$ bzw. gerundet 1,4 berechnet
- Es gibt sehr teure Objektive mit Öffnungsverhältnis <1

Bildgestaltung

Bildgestaltung – Blendeneinstellung



- Beim Abblenden erhöht sich die **Schärfentiefe**
- Je höher die Blendenzahl, umso größer ist der Entfernungsbereich um das Motiv, der scharf abgebildet werden kann
- Der Effekt ist besonders bei größeren Sensoren ausgeprägt und eines der wichtigsten fotografischen Gestaltungsmittel



Blende f/4



Blende f/22

Bildgestaltung

Bildgestaltung – Blendeneinstellung

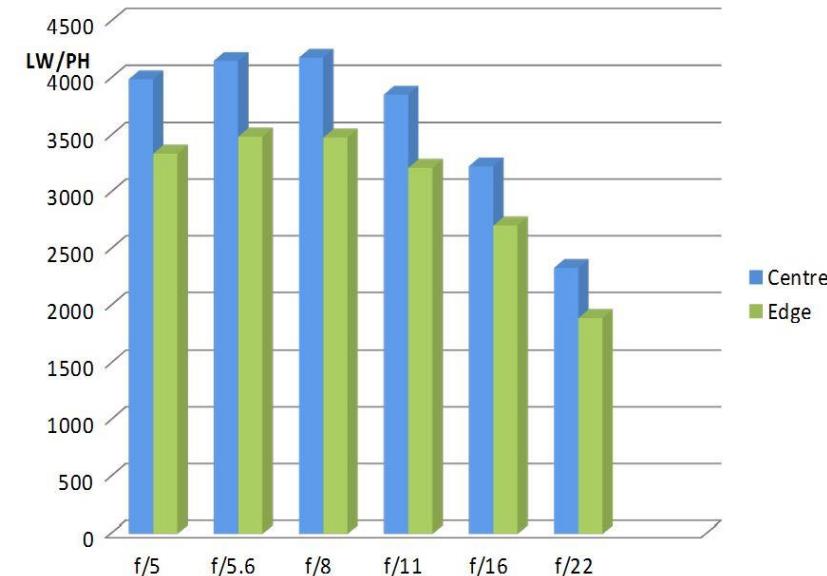
- Lichtstarke Objektive können nahe Objekte aus einem entfernten, unscharfen Hintergrund herausarbeiten
- Die visuell angenehme Darstellung des unscharfen Hintergrundes (**Bokeh**) ist ein wichtiges Qualitätsmerkmal für Objektive



Bildgestaltung

Bildgestaltung – Blendeneinstellung

- Abbildungsfehler lassen sich durch Abblenden vermindern
- Mit zunehmendem Abblenden tritt an den Rändern der Blendenöffnung **Beugung** auf, die sich als Unschärfe bemerkbar macht
- Objektive besitzen deshalb eine hinsichtlich der Schärfe optimale Blende, die **kritischen Blende**
- Sie liegt meist ein bis zwei Stufen über der Lichtstärke des Objektivs



Quelle: www.ephotozine.com

Bildgestaltung

Bildgestaltung – Belichtungszeit

- Der Verschluss steuert über die Belichtungszeit ebenfalls die auf den Sensor fallende Lichtmenge
- Zwischen Belichtungszeit und Lichtmenge besteht ein linearer Zusammenhang, eine Verdoppelung der Belichtungszeit verdoppelt die Lichtmenge
- Kurze Verschlusszeiten sind Voraussetzung für die Vermeidung von Bewegungsunschärfe
- Für kurze Verschlusszeiten eignen sich lichtstarke Objektive

Bildgestaltung

Bildgestaltung – Belichtungszeit

- Schnelle Bewegungen in Natur, Sport und Action müssen oft mit Belichtungszeiten deutlich unter 1/1000 sek. aufgenommen werden



Bildgestaltung

Bildgestaltung – Belichtungszeit

- Schnelle Bewegungen in Natur, Sport oder Action müssen oft mit Belichtungszeiten deutlich unter 1/1000 sek. aufgenommen werden



Bildgestaltung

Bildgestaltung – Belichtungszeit

- Bei schnellen Motiven und kurzen Belichtungszeiten kann ein Problem sichtbar werden:
Der **Rolling Shutter-Effekt**
- Tritt bei CMOS-Sensoren mit zeilenweiser Belichtung auf
- Während der Belichtung bewegt sich das Motiv weiter
- Alle Zeilen des Bildes geben unterschiedliche Positionen des Motivs wieder



Quelle: www.fotomagazin.de



Bildgestaltung

Bildgestaltung – Belichtungszeit

- Rolling Shutter-Effekte sind nur schwer vollständig zu vermeiden:
 - Kamera mit mechanischem Verschluss verwenden
 - Vermeidung von Situationen, in denen der Effekt sichtbar wird
 - Stark abblenden, um Belichtungszeiten zu verlängern und auf „Global Shutter“ umzustellen
 - ND-Filter verwenden
 - Korrektur in der Nachbearbeitung

Bildgestaltung

Bildgestaltung – Belichtungszeit

- Für spezielle Effekte wie Lichtmalerei, Aufnahmen von Gewittern oder in der Astrofotografie sind lange Belichtungszeiten erforderlich



Quelle: digitalefotoschule.de



Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung

- Belichtung und Belichtungseffekte
- **Fokus**
- Bildfehler und ihre Korrektur
- Autofokus, Stabilisator und Belichtungsprogramme
- Bildgestaltung und Komposition
 - Motivauswahl, Bildausschnitt, Kameraposition...

Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung – Fokus

- **Der Fokus setzt den Akzent für das Bild**
- Bei mehreren gleichrangigen Objekten auf einem Foto bestimmt der Fokuspunkt, wohin der Betrachter als erstes blickt – selbst dann, wenn das fokussierte Objekt nicht im Bildzentrum liegt



Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung – Fokus

- Der Fotograf kann bei der Bildgestaltung frei wählen, auf welchen Teil des Motivs fokussiert wird
- Bei Porträtaufnahmen von Mensch und Tier wird in der Regel auf die Augen fokussiert



Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung – Fokus

- Bei Makroaufnahmen ist es oft von Bedeutung, das gesamte Motiv scharf abzubilden: Blüten, Schmetterlinge...



Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung – Fokus

- ...oder das Motiv soll wieder einmal freigestellt werden
- Mit Blende, Belichtungszeit und Fokus ist bereits sehr viel Gestaltungsspielraum gegeben



Bildgestaltung

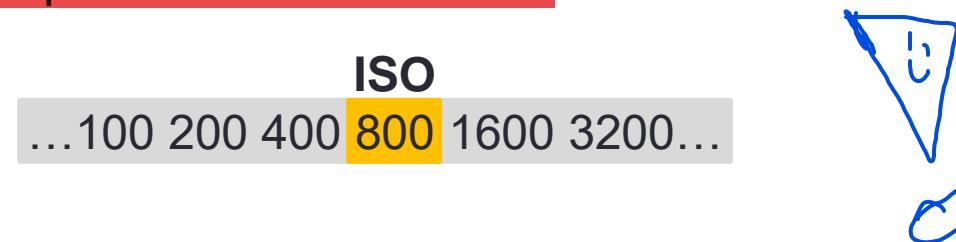
Elemente der Bildgestaltung – Empfindlichkeit

- Nicht immer sind für die benötigte Blende oder eine kurze Belichtungszeit genügend Licht vorhanden
- In der analogen Fotografie wurden Filme mit unterschiedlicher Körnung hergestellt:
 - Viele kleine Silberjodid-Körner für feine Details bei ausreichend Licht
 - Weniger große Körner für höhere Empfindlichkeit bei weniger Detail
- In der digitalen Fotografie ist die Verstärkung das Äquivalent zur Körnung
- Mit der Verstärkung lassen sich ungünstige Lichtverhältnisse zum Teil ausgleichen, die Empfindlichkeit für Sensorelektronen steigt

Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung – Empfindlichkeit

- Die Verstärkung wird heute mit derselben „Einheit“ eingestellt wie zuvor die Filmempfindlichkeit: eine DIN- oder ISO-Skala:



- Die Verstärkung verhält sich so wie im analogen Film die Empfindlichkeit, es besteht ein linearer Zusammenhang zwischen ISO-Wert und Verstärkungsfaktor
- Eine Blendenstufe Abblenden kann durch eine Verdoppelung der Empfindlichkeit von ISO 100 auf 200 kompensiert werden

$$\text{Höhe ISO} = \text{Höhe Empfindlichkeit}$$

Bildgestaltung

PSPIV. Sterne fotografieren

Elemente der Bildgestaltung – **Empfindlichkeit**

- De facto wird durch die Verstärkung erreicht, dass weniger Elektronen vom Sensor im AD-Wandler zur gleichen Helligkeitsstufe werden.
- Das Problem: Der Signal-Rauschabstand sinkt, weil das Rauschen mit verstärkt wird.
- Außerdem werden weniger Elektronen im AD-Wandler als die hellste möglichen Stufe interpretiert, die Gefahr der Überbelichtung steigt
- Höhere Verstärkung und damit scheinbar höhere Empfindlichkeit führt also nur wohl dosiert zu einer Verbesserung
- Je nach Sensorgröße können 800-3200 ISO noch brauchbar sein

Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung

- Belichtung und Belichtungseffekte
- Fokus
- **Bildfehler und ihre Korrektur**
- Autofokus, Stabilisator und Belichtungsprogramme
- Bildgestaltung und Komposition
 - Motivauswahl, Bildausschnitt, Kameraposition...

Bildgestaltung

Bildfehler und ihre Korrektur

- Verzeichnung: Geometrische Abbildungsfehler
- Vignettierung: Helligkeitsabfall zu den Bilddecken
- Chromatische Aberrationen: Farbränder
- Rauschen bei zu wenig Licht
- Sättigung und Detailverlust bei Überbelichtung

- Korrekturmöglichkeiten:
 - In der Kamera
 - In der Nachbearbeitung

} Objektivfehler

} Sensorgrenzen

Bildgestaltung

Verzeichnung: Geometrische Abbildungsfehler

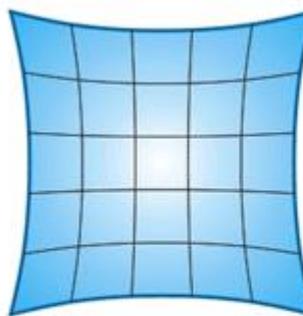
Tonnen- oder Kissenförmige Verzerrungen



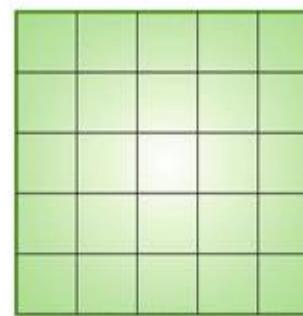
Bildgestaltung

Verzeichnung: Geometrische Abbildungsfehler

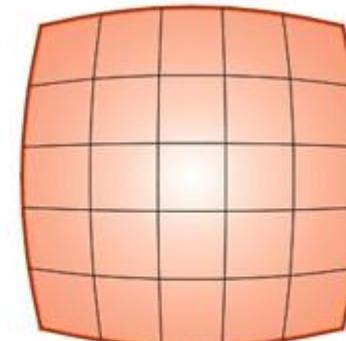
- Im Objektiv verändert sich die Vergrößerung mit zunehmendem Abstand von der Optischen Achse
- Je nach Objektivkonstruktion und Lage der Blende entstehen Tonnen- oder Kissenförmige Verzerrungen
- Bei Zoomobjektiven oft abhängig von der eingestellten Brennweite



Kissenförmige
Verzeichnung



verzeichnungsfreie
Abbildung



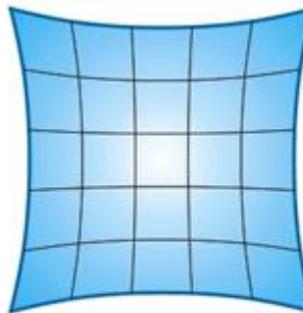
tonnenförmige
Verzeichnung

Quelle: www.univie.ac.at

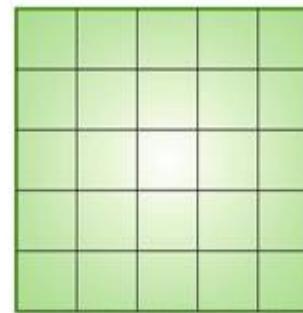
Bildgestaltung

Verzeichnung: Geometrische Abbildungsfehler

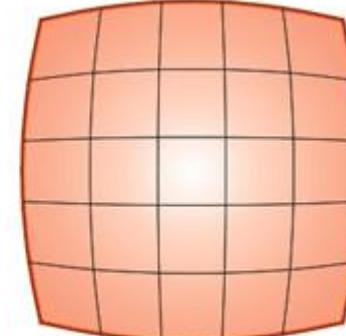
- Korrektur im Objektiv durch entsprechende Berechnung und Konstruktion
- Bei hochwertigen Objektiven bis unter eine Toleranzschwelle korrigiert



Kissenförmige
Verzeichnung



verzeichnungsfreie
Abbildung



tonnenförmige
Verzeichnung

Quelle: www.univie.ac.at

Bildgestaltung

Vignettierung: Helligkeitsabfall zu den Bildecken



Bildgestaltung

Vignettierung: Helligkeitsabfall zu den Bilddecken

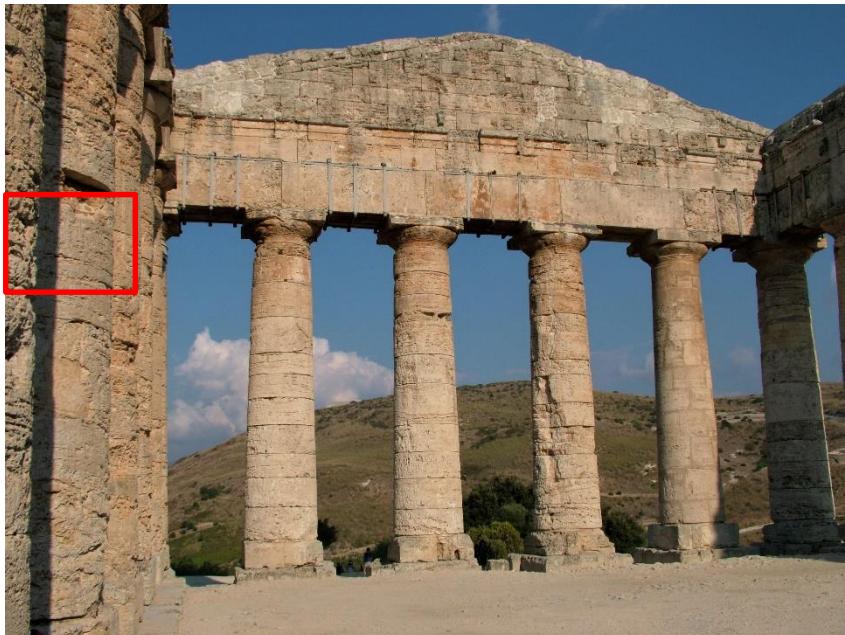
- Teilweise durch einen natürlichen, nicht beeinflussbaren Randlichtabfall bedingt
- Größtenteils verursacht durch Objektivkonstruktion:
 - Randabschattung durch Elemente in oder vor dem Objektiv (Filtervorsätze)
 - Verhältnis Objektivgröße zu Sensorgröße: Bei gegebenem Objektivdurchmesser fällt Vignettierung bei kleinerem Sensor weniger stark aus, kleinerer Anteil der Randbereiche am Bildausschnitt
- Vignettierung kann durch Abblenden reduziert werden

Bildgestaltung

TÜll ich küsse
DÜCH

Chromatische Aberrationen: Farbränder

Laterale chromatische Aberration, rot und grün nicht konvergent



Bildgestaltung

Chromatische Aberrationen: Farbränder

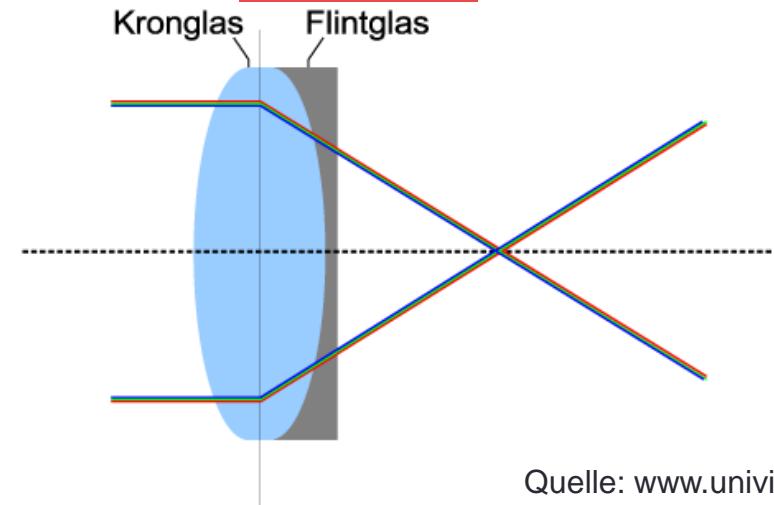
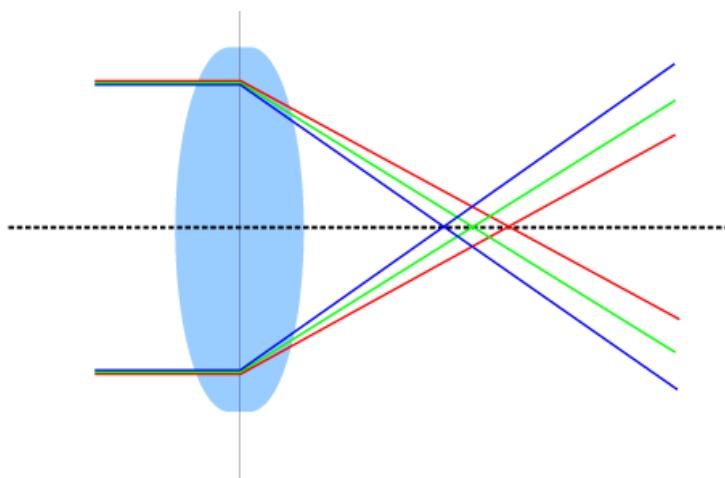
Longitudinale CA, blau nicht in der Fokusebene, Purple Fringing



Bildgestaltung

Chromatische Aberrationen: Farbränder

- Korrektur durch achromatische oder apochromatische Linsen
- Achromatische Linsen korrigieren für zwei, apochromatische Linsen für drei Wellenlängen
- Objektive mit Linsen aus Glas mit „extra low dispersion“, ED-Linsen



Bildgestaltung

Digitale Korrektur der Objektivfehler

Objektivfehler können zum Teil digital korrigiert werden:

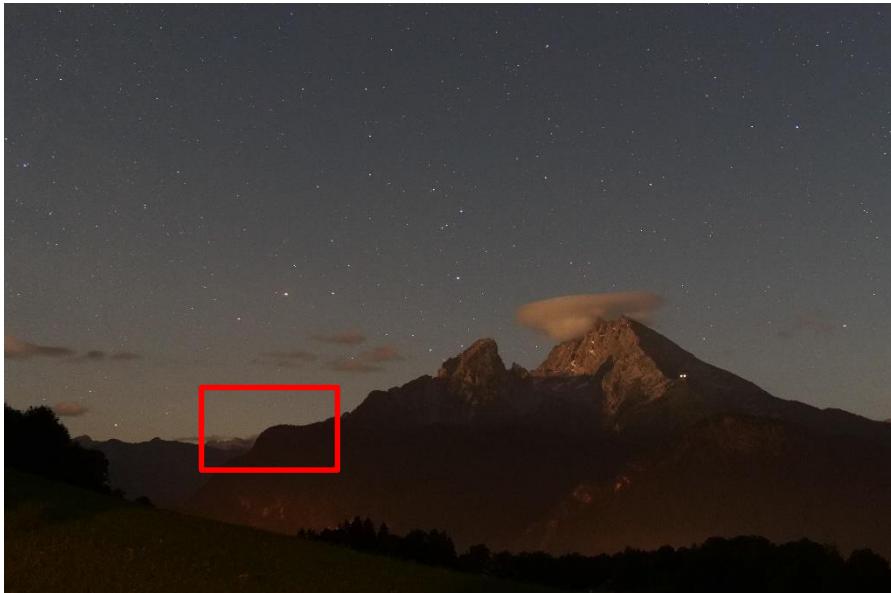
Geometrie, Vignettierung und chromatische Aberration

- In Kompakt- und Bridgekameras schon im Bildprozessor, oft nicht erkennbar und nicht abschaltbar
- In hochwertigen Kameras Korrekturen im Bildprozessor abschaltbar, zumindest für RAW-Dateien
- Mit Hilfe von Objektivprofilen bei der digitalen Nachbearbeitung
- Bildprozessor verarbeitet einen größeren Bildausschnitt und korrigiert durch Verschieben von Pixeln und Belichtungskorrektur
- Kann sich auf RAW- und JPEG-Dateien auswirken

Bildgestaltung

Rauschen bei zu wenig Licht

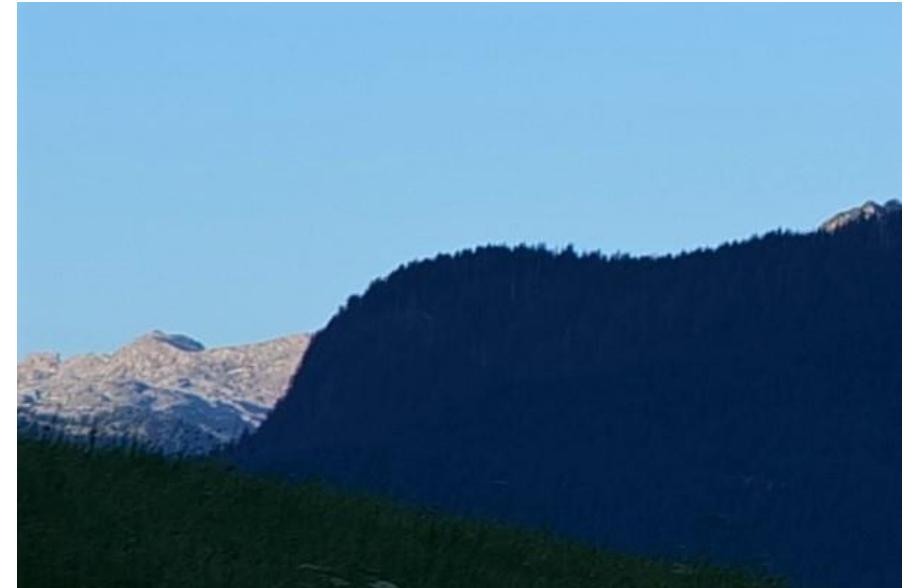
Die Verstärkung (ISO 6400) ist so hoch, dass Rauschen sichtbar wird



Bildgestaltung

Rauschen bei zu wenig Licht

Tagsüber mit weniger Verstärkung ist das Grundrauschen nicht sichtbar



Bildgestaltung

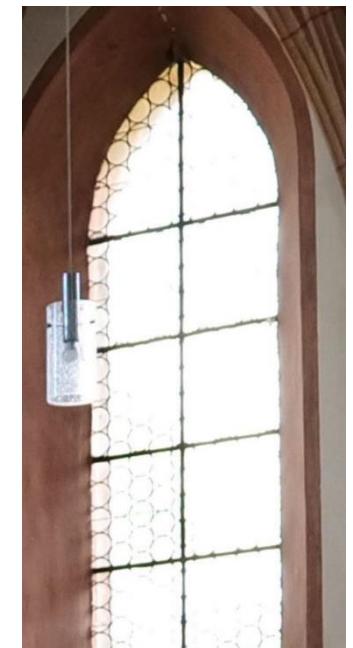
Rauschen bei zu wenig Licht

- Ausmaß des Rauschens abhängig von Sensorgröße und Qualität
- Minimiert durch Wahl lichtstarker Objektive, möglichst großer Blendenöffnung, langer Belichtung und geringer Verstärkung/ISO-Einstellung
- Korrektur mit Rauschfiltern in der Bildverarbeitung für JPEG schon in der Kamera
- Bei der Nachbearbeitung von RAW-Dateien etwas mehr Spielraum, aber stets auf Kosten der Schärfe

Bildgestaltung

Sättigung und Detailverlust bei Überbelichtung

Strukturen in hellen Bereichen gehen verloren



Bildgestaltung

Sättigung und Detailverlust bei Überbelichtung

- Kann in gewissem Umfang durch Veränderung der Belichtungswerte in der Nachbearbeitung korrigiert werden
- **Belichtung anpassen:**
 - Abblenden, Belichtungszeit verkürzen
 - Verstärkung/ISO-Empfindlichkeit reduzieren
 - ND-Filter oder Polarisationsfilter einsetzen, die die Lichtmenge reduzieren
- Durch Kamerainterne Messung und Anzeige in **Histogrammen** oder betonten **Spitzenlichtern** schon beim Fotografieren vermeidbar
- HDR-Programm der Kamera nutzen (Belichtungsreihe)

Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung

- Belichtung und Belichtungseffekte
- Fokus
- Bildfehler und ihre Korrektur
- **Autofokus, Stabilisator und Belichtungsprogramme**
- Bildgestaltung und Komposition
 - Motivauswahl, Bildausschnitt, Kameraposition...

Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung

Autofokus, Stabilisator und Belichtungsprogramme

- Exakte Fokussierung und Belichtung zur Bildgestaltung werden von modernen Kameras technisch unterstützt:
- **Autofokussysteme** fokussieren schnell und automatisch den gewünschten Ausschnitt des Motivs
- Die Belichtung wird durch variable, voreinstellbare und beeinflussbare **Belichtungsprogramme** unterstützt
- In Kamera und/oder Objektiv integrierte **Bildstabilisatoren** ermöglichen längere Belichtungszeiten ohne die Gefahr des „Verwackelns“

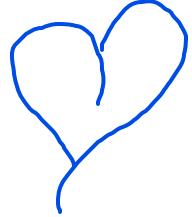
Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung - Autofokus Autofokussysteme

- Zu unterscheiden ist zwischen **Aktivem Autofokus und Passivem AF**
- Bei aktivem AF misst die Kamera die Entfernung zum Motiv, entweder per Ultraschall oder Infrarotlicht
- Dies funktioniert bei geringeren Entfernungen, ist jedoch nicht bei Teleaufnahmen oder durch Glasscheiben möglich (Ultraschall)
- Eingesetzt in analogen Kameras



Quelle: www.scandig.info/Autofokus.html



Heute nur noch
Passiv

Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung - Autofokus

Autofokussysteme

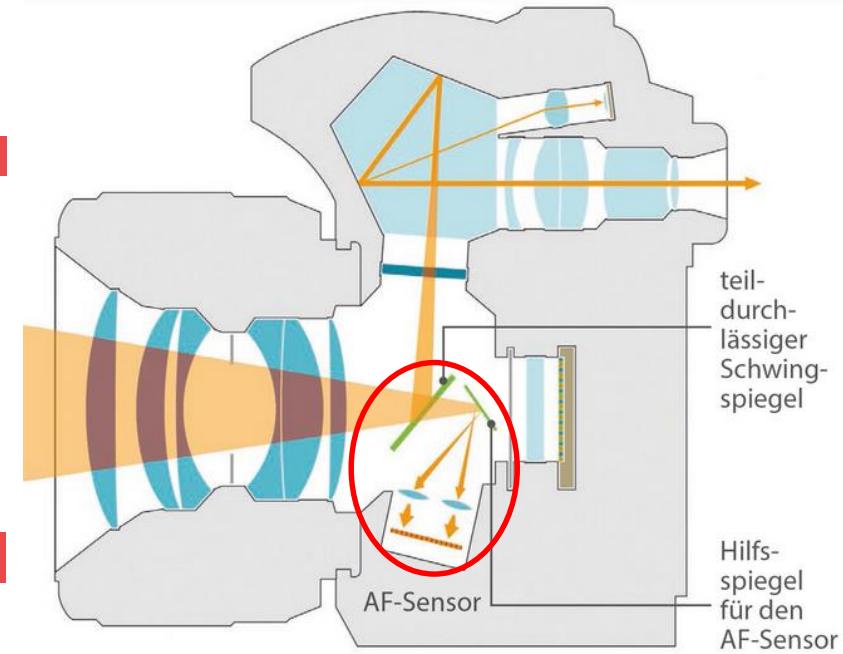
- Aktuelle Digitalkameras arbeiten zur automatischen Fokussierung mit zwei möglichen **passiven AF-Varianten** oder deren Kombination:
- **Phasenvergleichs-Autofokus**
- **Kontrast-Autofokus**
- **Hybrid-AF**

Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung - Autofokus

Phasenvergleichs-Autofokus

- Phasenvergleichs-AF benötigt spezielle Fokus-Sensoren und wird daher bis heute vorrangig in DSLR-Kameras eingesetzt
- Vor der Auslösung wird das Licht durch das Objektiv über einen Hilfsspiegel auf mindestens zwei gegeneinander versetzte Sensoren geschickt



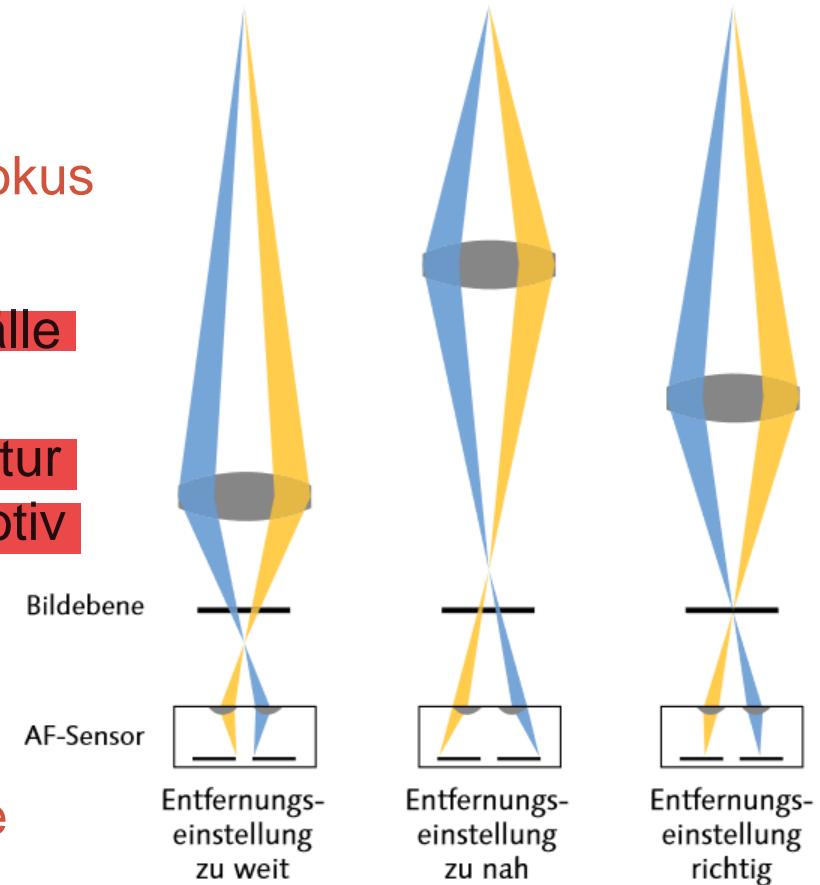
Quelle: www.oreilly.com

Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung - Autofokus

Phasenvergleichs-Autofokus

- Die AF-Sensoren erkennen drei Fälle und können daraus Betrag und Richtung der erforderlichen Korrektur am Objektiv errechnen, um das Motiv zu fokussieren
- Links: Näher fokussieren
- Mitte: Weiter entfernt fokussieren
- Rechts: korrekte Einstellung, beide Bilder sind deckungsgleich



Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung - Autofokus

Phasenvergleichs-Autofokus

Pro

- Phasenvergleichs-AF ist konkurrenzlos schnell, weil der korrekte Fokus theoretisch direkt und exakt angefahren werden kann

Contra

- Er ist jedoch stark von exakter Kalibrierung abhängig, weil AF-Messung und Aufnahme nicht auf dem gleichen Sensor stattfinden
- Phasen-AF funktioniert nur bei genügend lichtstarken Objektiven mit einem Öffnungsverhältnis von f5,6 oder weniger (teilweise auch f8)

Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung - Autofokus

Kontrast-Autofokus

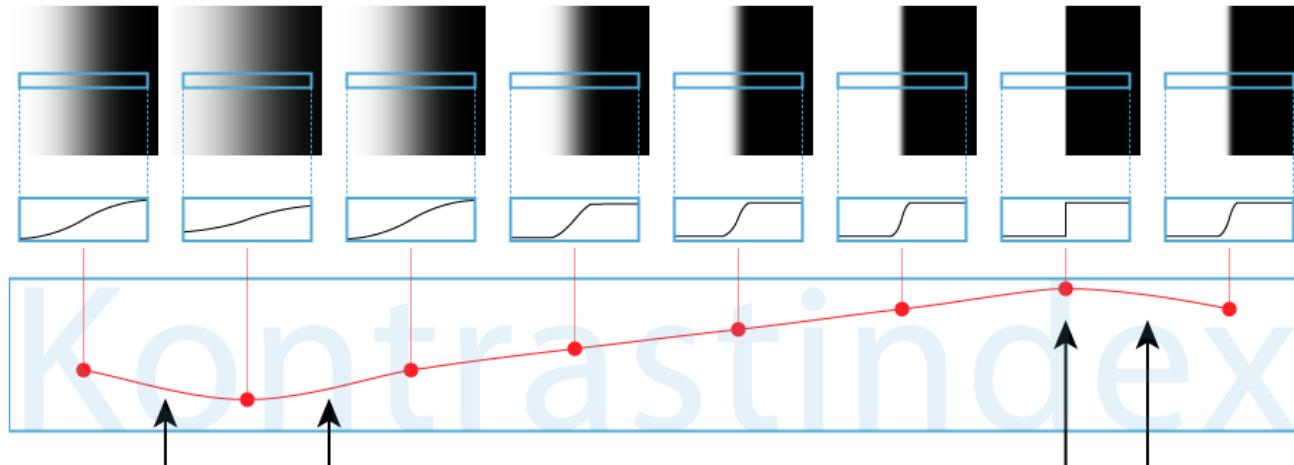
- Kontrast-Autofokus misst den Kontrast an Kanten des Motivs. Der Kantenkontrast erreicht ein Maximum bei optimal eingestelltem Fokus
- Zur Messung wird zunächst ermittelt, in welche Richtung das Objektiv eingestellt werden muss, um den Kontrast zu erhöhen
- Ist die korrekte Richtung gefunden, wird solange verändert, bis der Kontrast nach einem Maximum wieder geringer wird
- Abschließend wird auf das Maximum zurück gefahren

Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung - Autofokus

Kontrast-Autofokus

- Kontrast-Autofokus misst den Kontrast an Kanten des Motivs. Der Kantenkontrast erreicht ein Maximum bei optimal eingestelltem Fokus



Einstellrichtung falsch... ...korrekt...

...Fokus überschritten und zurück

Quelle: onzesi.de/technik/kontrastautofokus.php

Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung - Autofokus

Kontrast-Autofokus

Pro

- Die Kontrastmessung findet auf dem Bildsensor selbst statt, es gibt also keine Kalibrierungsfehler
- In aktuellen Kameras ist die Leistung für Einzelbilder vergleichbar mit Phasen-AF

Contra

- Bei schlechten Lichtverhältnissen bzw. bei Motiven mit geringem Kontrast wird „Pumpen“ sichtbar, bis das Motiv fokussiert ist
- Noch nicht mit Phasen-AF vergleichbare Leistung bei Serienbildern

Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung - Autofokus

Voraussetzungen für Autofokus

- Die Kamera muss zur automatischen Fokussierung einzelne Linsen im Objektiv bewegen können:
- Über einen **Antrieb im Kameragehäuse**, der auf das Objektiv wirkt
- Über einen im **Objektiv integrierten Motor**
- Dies setzt spezielle AF-Objektive voraus
- Aktuelle Objektive besitzen einen internen (Ultraschall-)Motor, der Leise und sehr schnell die Scharfstellung erledigt

Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung - Autofokus

Voraussetzungen für Autofokus

- Autofokus-Objektive sind in der Regel durch einen Aufdruck wie etwa „AF“ gekennzeichnet
- AF ist meist am Objektiv abschaltbar
- Die Hersteller haben außerdem dafür gesorgt, dass ältere Objektive ohne Autofokus trotzdem weiter an neuen Kameräen verwendet werden können, dann jedoch nur mit manuellem Fokus



Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung - Autofokus

Grenzen der Autofokussysteme und manuelle Fokussierung

- Alle passiven Autofokussysteme benötigen Licht und Helligkeitsunterschiede im Motiv
- In Umgebungen mit wenig oder gar keinem Licht können sie nur mit einem AF-Hilfslicht in der Kamera eingesetzt werden
- Für manche Aufnahmen ist daher und aus gestalterischen Gründen nach wie vor manuelle Fokussierung wichtig:
 - Makrofotografie
 - Landschaftsfotografie
 - Available-Light-Fotografie
 - Astrofotografie

Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung - Autofokus

Grenzen der Autofokussysteme und manuelle Fokussierung

- Zur Unterstützung des manuellen Fokussierens bieten Kameras verschiedene Funktionen wie **Focus-Peaking** oder Vergrößerung eines Ausschnitts an, die das Scharfstellen deutlich erleichtern
- Focus-Peaking beleuchtet die scharf abgebildeten Motivteile und hebt sie so besonders hervor



Quelle: de.wikipedia.org

Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung

Belichtungsautomatik

- Digitalkameras unterstützen die richtige Belichtung mit automatischer Belichtungsmessung und oft mit verschiedenen Motivprogrammen
- Standard ist eine automatische Belichtung mit:
 - **Zeitzvorwahlautomatik S** (Verschlusszeit wird vom Benutzer eingestellt)
 - **Blendenvorwahlautomatik A** (Blende wird vom Benutzer eingestellt)
 - **Programmautomatik P** (Kamera wählt Situationsabhängig beides selbst)



Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung

Belichtungsautomatik

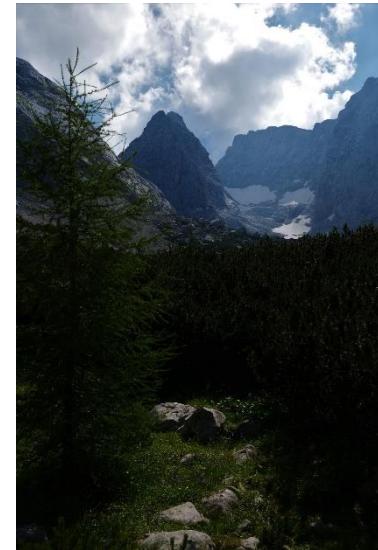
- Grundlegendes Axiom der Belichtungsmessung ist, dass die gesamte Lichtmenge eines gleichmäßig beleuchteten, kontrastarmen Motivs einem mittleren Helligkeitswert entspricht
- Die korrekte Belichtung führt dann zu einem **mittleren Grau mit 18% Intensität** (logarithmischer Maßstab)
- Die Helligkeitsverteilung hat dann sowohl für dunkle als auch für helle Bildbereiche ausreichend Dynamikspielraum

Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung

Belichtungsautomatik

- Zweites Axiom der Belichtungsmessung ist, dass der vom menschlichen Auge wahrnehmbare Kontrastumfang höher ist als bei Digitalkameras
- Kontrastreiche Motive können nicht gleichzeitig in dunklen und hellen Bereichen korrekt belichtet werden
- Fotograf oder Bildprozessor entscheiden, welche Bereiche unter- oder überbelichtet werden

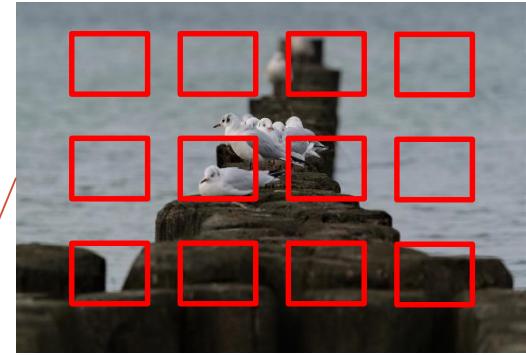


Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung

Belichtungsautomatik

- Um entweder über weite Teile eines Bildes oder für einen einzelnen Bildausschnitt korrekt belichten zu können, bieten die Kameras verschiedene Messmethoden und Messpunkte:
- Matrix- oder Mehrfeldmessung
- Spot-Messung
- Mittenbetonte Integralmessung



Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung

Belichtungsautomatik

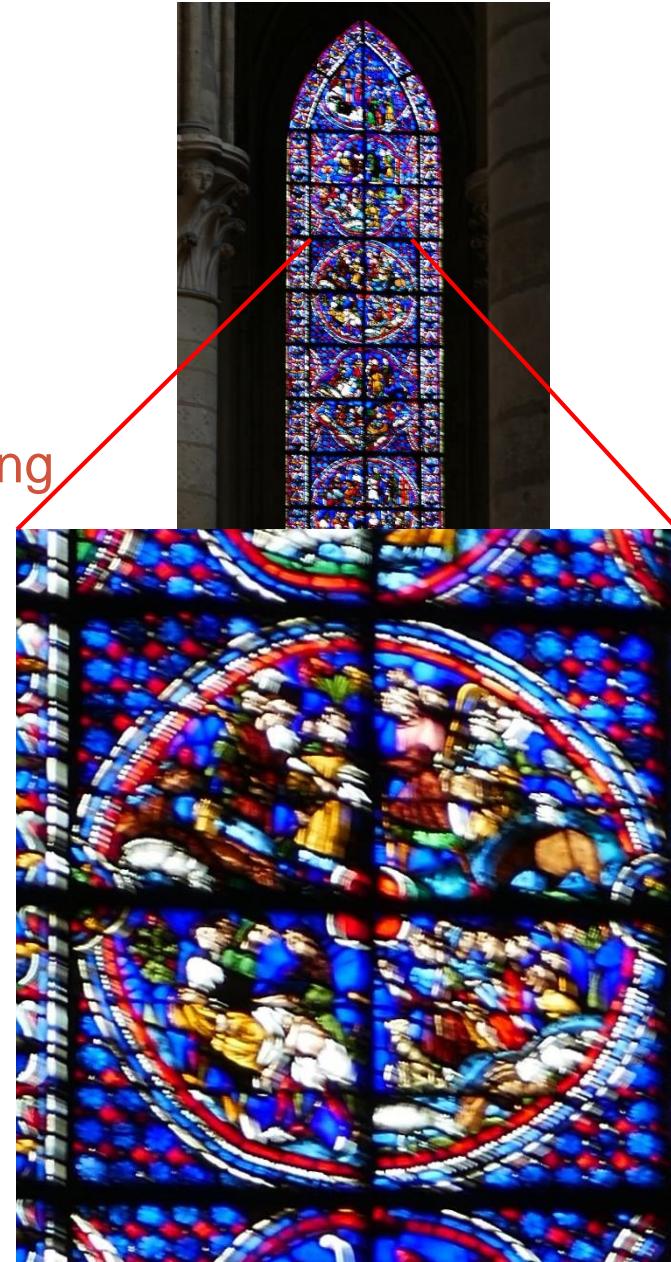
- Die Matrix- oder Mehrfeldbelichtung ist meist voreingestellt und soll ausgewogene Ergebnisse liefern
- Bei Spot-Messung kann der Messpunkt oft an eine beliebige Stelle im Bild gelegt werden, etwa dorthin, wo auch der Fokus liegen soll
- Gelingt dennoch keine zufrieden stellende Belichtung, kann ein mit anderem Bildausschnitt ermittelter Belichtungswert auch gespeichert und nach Wahl des endgültigen Bildausschnitts verwendet werden
- Alternativ können Motivprogramme gewählt werden

Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung - Bildstabilisierung

Längere Belichtungszeiten mit höheren
Brennweiten

- Werden Kameras ohne Stativ eingesetzt, besteht die Gefahr, dass Aufnahmen durch unbeabsichtigte Kamerabewegungen unscharf werden oder **verwackeln**
- Dabei entstehen typische **Verwackelungsunschärfen**, die einer Bewegung ähneln
- Das Risiko des Verwackelns nimmt mit Belichtungszeit und Brennweite zu



Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung - Bildstabilisierung

Längere Belichtungszeiten mit höheren Brennweiten

- Lange Zeit galt daher die Faustregel „Verwende ohne Stativ keine Belichtungszeiten größer als der Kehrwert der Brennweite“

Beispiel: Mit einem Teleobjektiv von **500mm Brennweite** nur mit Belichtungszeiten **kürzer als 1/500** fotografieren

- Diese Belichtungszeiten sind nur mit sehr teuren, lichtstarken Objektiven und bei guter Beleuchtung realisierbar
- Kameras verfügen daher über verschiedene Verfahren zur Bildstabilisierung, entweder optisch oder per KI

Bildgestaltung

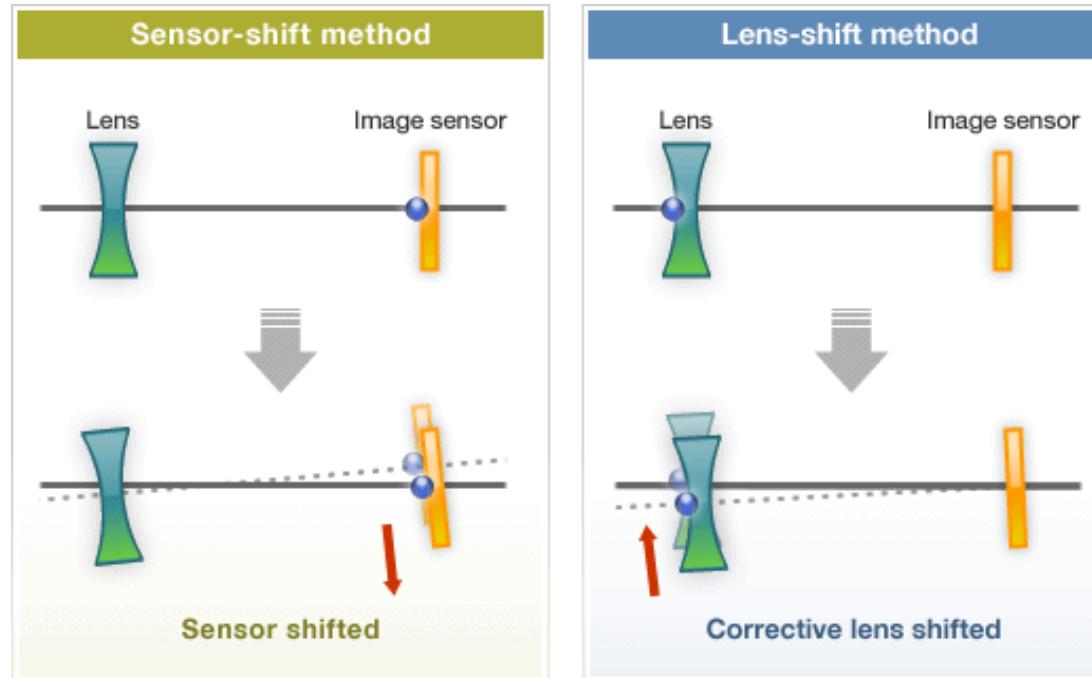
Elemente der Bildgestaltung - Bildstabilisierung

Längere Belichtungszeiten mit höheren Brennweiten

- Optische Bildstabilisierung ist auf zweierlei Weise umsetzbar:
- 1. Objektive mit Beschleunigungs- und Rotationssensor gleichen unerwünschte Kamerabewegungen durch Linsenbewegungen aus
- 2. Kameragehäuse mit Beschleunigungs- und Rotationssensor bewegen den Bildsensor, um Verwackeln auszugleichen

Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung - Bildstabilisierung



Quelle: Sony

Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung - Bildstabilisierung

Längere Belichtungszeiten mit höheren Brennweiten

- Die Kamera- und Objektivhersteller verwenden diese Verfahren uneinheitlich
- Panasonic und Sony beides gleichzeitig ein, sofern die Objektive dies unterstützen
- Hersteller geben bis zu 6 Blendenstufen längere Belichtungszeiten mit Stabilisierung an, realistisch sind aktuell 2-4 Blendenstufen
- Die **Optical Image Stabilization** OIS ist in der Regel abschaltbar, weil sie bei Stativaufnahmen entweder nutzlos ist oder sogar zu Artefakten führt

Bildgestaltung

Elemente der Bildgestaltung - Bildstabilisierung

Längere Belichtungszeiten mit höheren Brennweiten

- Manche Smartphones bieten **Electronic Image Stabilization** EIS auf Softwarebasis, insbesondere bei der Videoaufzeichnung
- Die Korrektur von Verwackelungsunschärfe ist eingeschränkt auch noch in der Nachbearbeitung möglich, Photoshop bietet entsprechende Optionen beim Einstellen der Schärfe
- Die Ergebnisse sind aktuell beachtlich, reichen aber nicht an OIS heran