

Sensordatenverarbeitung















DATENAUFNAHME BILD (3A)

28.10.-1.11.2024



- Die klassische Verarbeitungskette zur Messung von Signalen
physikalisches Signal → elektrisches Signal → digitales Signal
- Was ist das Bildsignal: Lichtstrahlen im Raum (= elektromagnetische Welle)
- Weg des Bildes in den Rechner wird durch viele Faktoren beeinflusst
 - Optik der Szene
 - Beleuchtungstechnik
 - Polarisierung
 - Objektiv
 - Bildsensor
 - Datenübertragung
- Farbe → Vorlesung 5

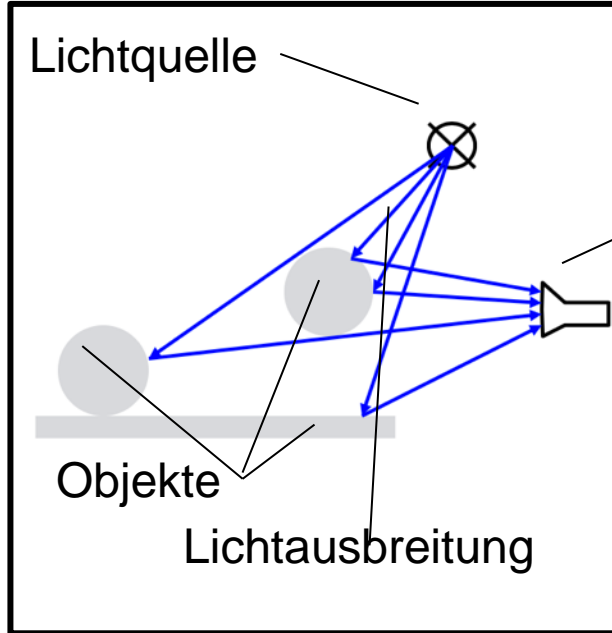


Nr.	Thema	
1	Einleitung; einführende Beispiele	
2	Datenaufnahme; Audio-Datenaufnahme	
3	Bild-Datenaufnahme	
4	Farbe, Segmentierung, Segmentierungsgetriebene BV	
5	Audiosignal, 1D Frequenzraum, Fouriertransformation	
6	Koordinatensysteme; Bewegungs-Datenaufnahme	
7	2D Frequenzraum, 2D Filter	
8	Kanten, SdV-Paradigmen, direkte Bildmerkmale	
9	Houghtransformation, Bewegungsmerkmale	
10	Audiomerkmale	
11	Klassifizierungsalgorithmen	
12	Entwicklung und Evaluation sensorbasierter Systeme	
13	Bayes-Schätzung & Bayes-Filter	

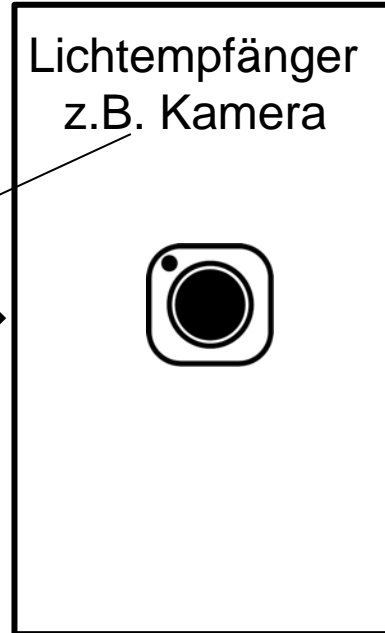
- Datenaufnahme Bild
- Welche Phänomene spielen bei der Aufnahme von Bildern eine Rolle
- Wie sollte man diese nutzen, um möglichst saubere und gut auszuwertende Daten zu erhalten
- Wir betrachten Einzelbilder, kein Video.



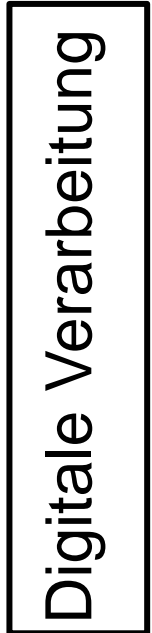
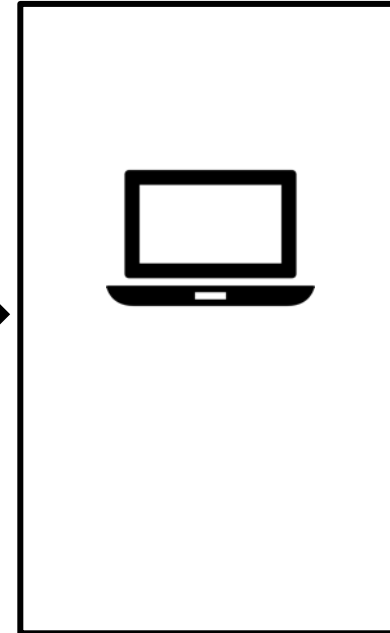
1



2



3

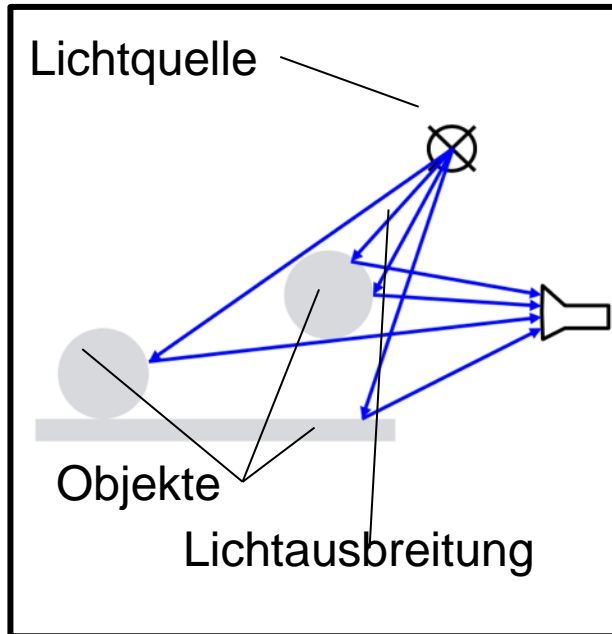


LICHTSTRAHLEN
(elektromagnetische Welle)

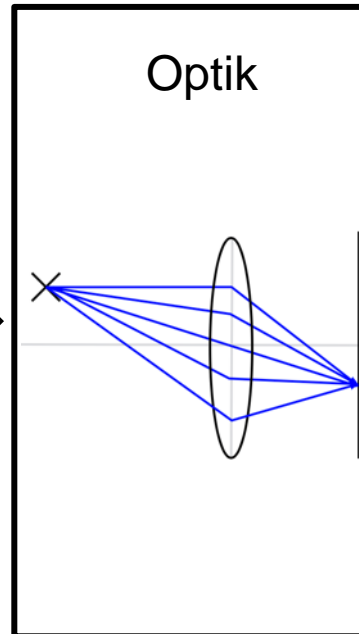
ELEKTRISCHES
SIGNAL

DIGITALES
SIGNAL

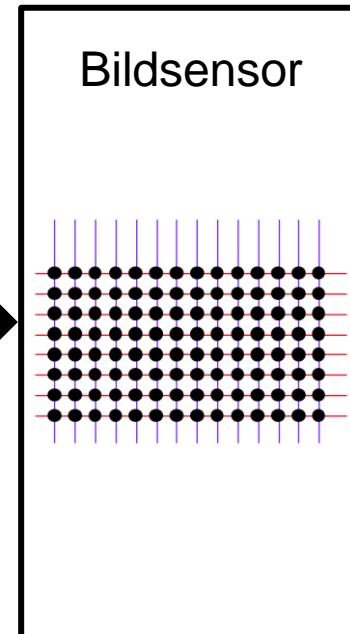
1a



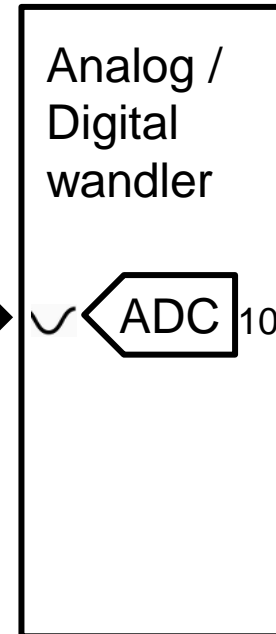
1b



2



3

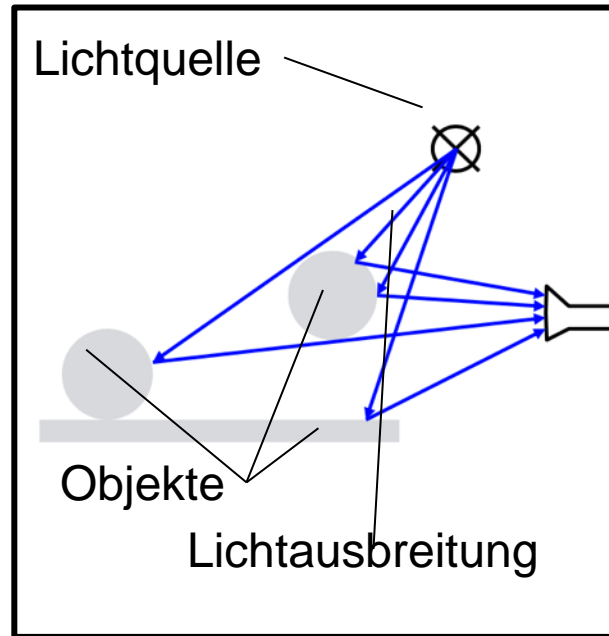


technisch Teil der Kamera

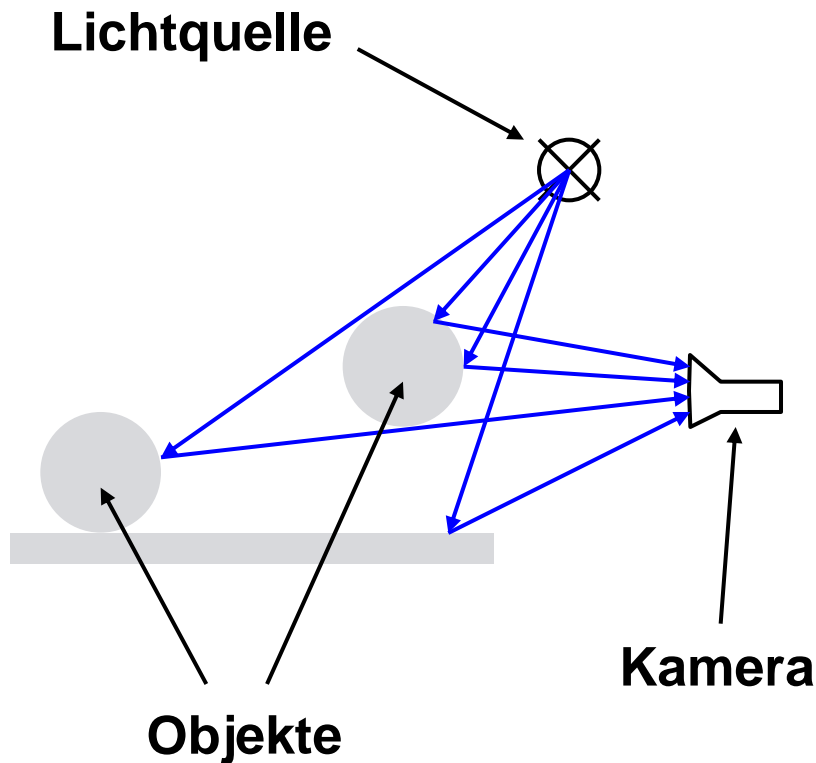
LICHTSTRAHLEN LICHTSTRAHLEN
(elektromagnetische Welle)

ELEKTRISCHES DIGIT
SIGNAL SIG

1a



LICHTSTRAHLEN
(elektromagnetische Welle)



- Licht wird von der Lichtquelle ausgesandt
- Trifft auf das Objekt und wird zurückgeworfen
- Stärke hängt von Oberfläche, Winkel zur Lichtquelle und tlw. Winkel zur Kamera ab
- Lichtstrahl trifft das Objektiv der Kamera
- Farbe kommt später

Einfluss der Beleuchtung

Frage: Wo kann man was gut erkennen?



von oben



von hinten



Durchlicht



von unten



rundherum



Blitz



Führungslicht



Fhrgs. + Fülllicht



von links



Ringlicht



Einfluss der Beleuchtung

Frage: Wo kann man was gut erkennen?



von oben



von hinten



Kontur, Form,
Maße

Durchlicht



von unten



Merkmale auf
dem Objekt

rundherum



Blitz



(Fell-)
oberfläche

Führungslicht



Fhrgs. +Fülllicht



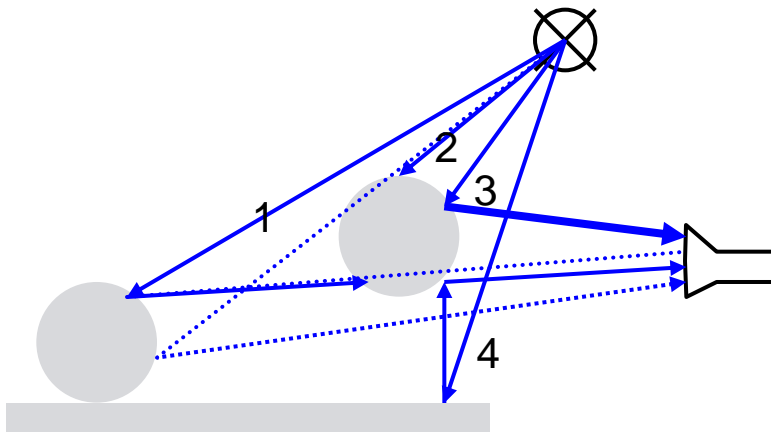
von links



Merkmale auf
dem Objekt

Ringlicht



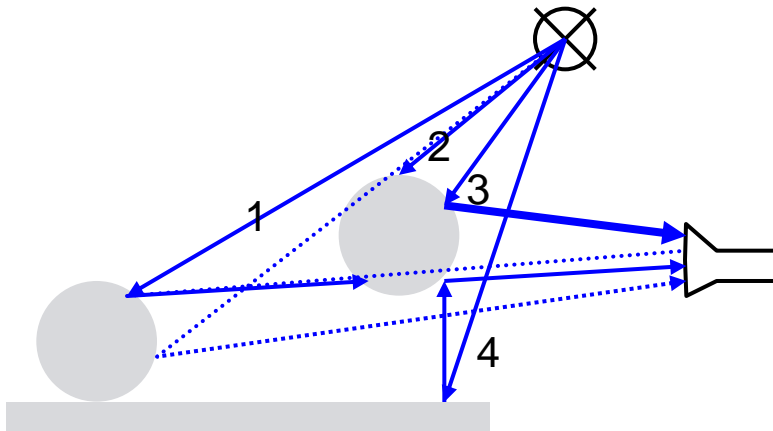


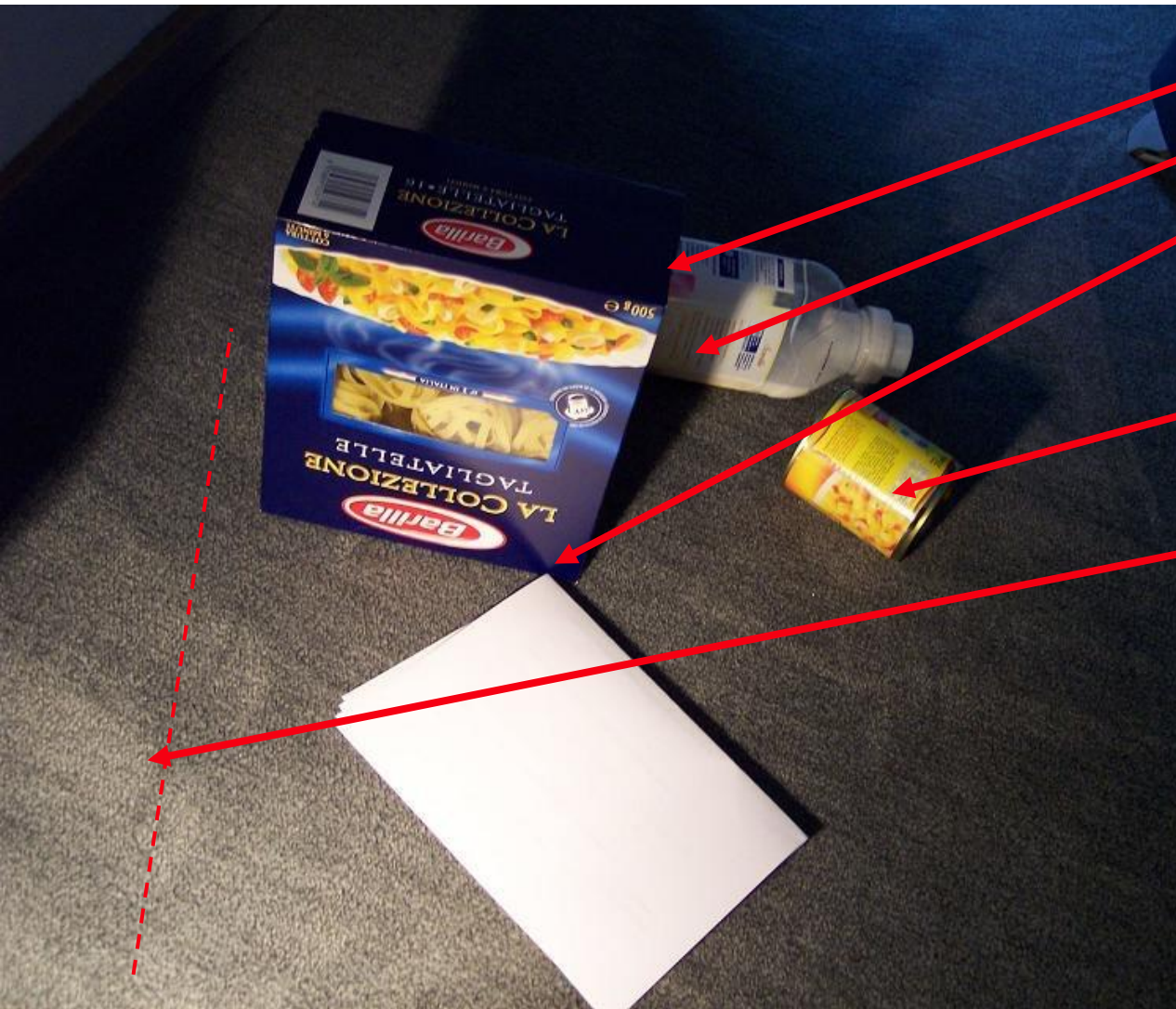
Effekte, die Probleme machen

- Frage an das Auditorium: Könnt Ihr die skizzierten Problemeffekte benennen? (einer hat die selben Pfeile wie der Normalfall)

Effekte, die Probleme machen

1. Verdeckung
 2. Schatten
 3. Reflexionen
 4. indirektes Licht
 - von einem Objekt zurückgeworfen
 - Spiegelbild eines Objektes in einem anderen
- Beleuchtungsgradient (Licht einer Punktquelle ist $\sim 1/r^2$)





- Verdeckung
- Schatten
- Licht von einem Objekt (hier Spiegelbild)
- Reflexionen
- Beleuchtungsgradient

Frage an das Auditorium: Was tut man gegen...

- Verdeckungen:
- Schatten
- Reflexionen
- Licht von einem Objekt
- Beleuchtungsgradient

Frage an das Auditorium: Was tut man gegen...

- Verdeckungen:
 - Bessere Kameraposition; Mehrere Kameras; Objekte besser platzieren
- Schatten
 - Licht nah an die Kamera (vgl. später)
 - Ausgedehnte Lichtquellen (vgl. später)
- Reflexionen
 - Matte Oberflächen; Licht von besserem Winkel;
 - ggf. Flächenlicht, Lichtdom (vgl. später); Polarisationsfilter (vgl. später)
- Licht von einem Objekt
 - Matte und dunkle Oberflächen
- Beleuchtungsgradient
 - Senkrecht beleuchten; Flächenlicht

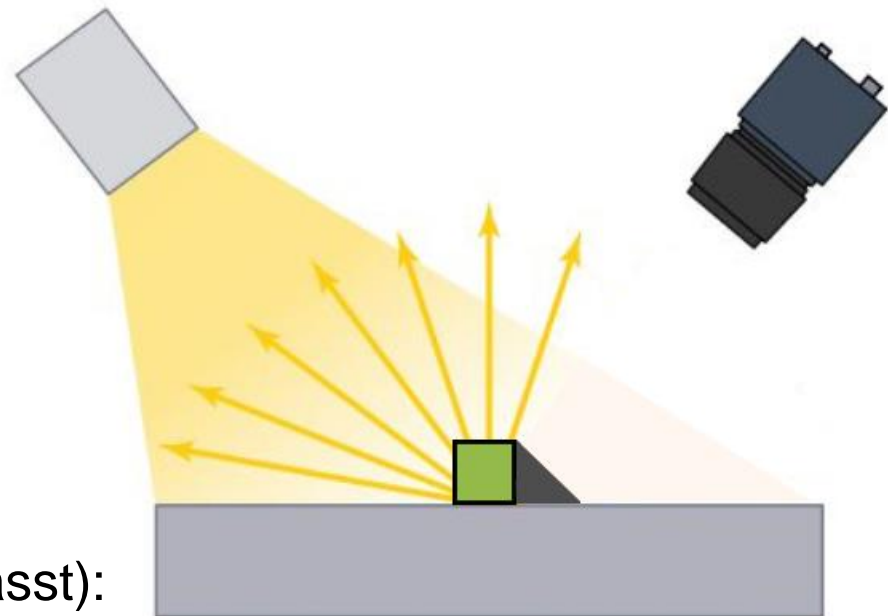
- Frage an das Auditorium: Wir wollen die Augen der Würfel erkennen. Was ist haben wir hier alles falsch gemacht?



- Frage an das Auditorium: Wir wollen die Augen der Würfel erkennen. Was ist haben wir hier alles falsch gemacht?
- Schräge Perspektive
- Schatten
- Vordere Würfel unscharf
- Hintergrund farblich ähnlich
- Hintergrund mit viel Struktur
- → Alles nicht unmöglich, aber unnötig schwierig



- Ungleichmäßig
- Schatten von einer Seite
 - Im Schatten vieles nicht erkennbar
 - Erzeugt unsymmetrische Probleme
 - Schatten oft hart
- Oft Reflexionen
- Bessere Beleuchtung möglich
 - Besonders in Maschinen
 - Besonders für kleine Objekte



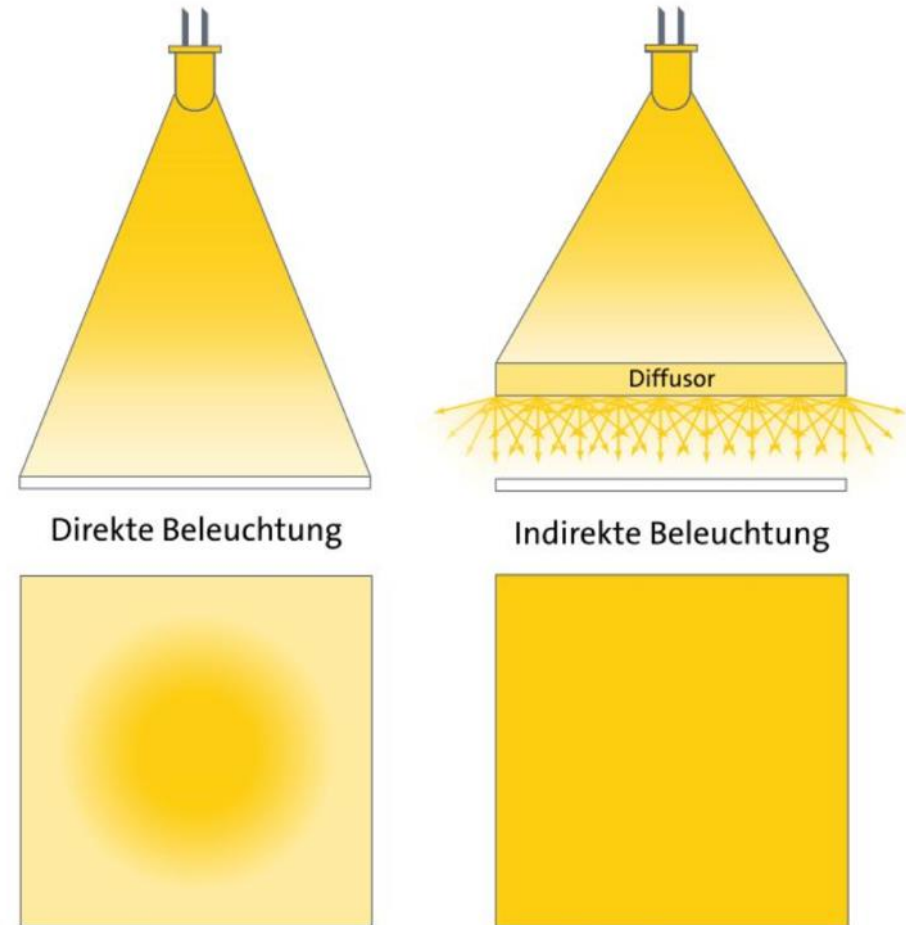
- Quelle der Illustrationen (tlw. angepasst):
Stemmer Imaging, Handbuch der Bildverarbeitung, S. 54ff,
http://reader.paperlit.com/read/prj_599d388f9f483/pub_599d38901ad39/5000-01-06?token=eyJ0eXAiOiJKV1QiLCJhbGciOiJIUzI1NiJ9.eyJwcm9qZWN0SWQiOiJwcmpfNTk5ZDM4OGY5ZjQ4MyIsInByb2plY3RQZXJtaXNzaW9uc0JpdG1hc2siOiJF9.w32x0nBNNr qF2W x-YyVNtAOy3CQQPjuZHPoFrQE9VmE&hasNewsstand=true&variantId=45254&page=54-55

- Zu erkennende Merkmale hervorgehoben
- Störende Merkmale unterdrückt

Dafür häufig hilfreiche Qualitäten

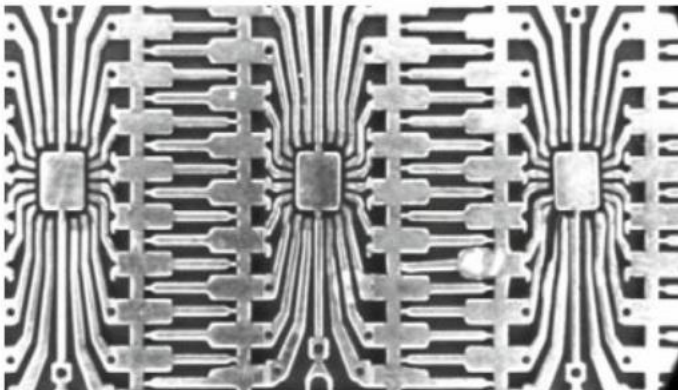
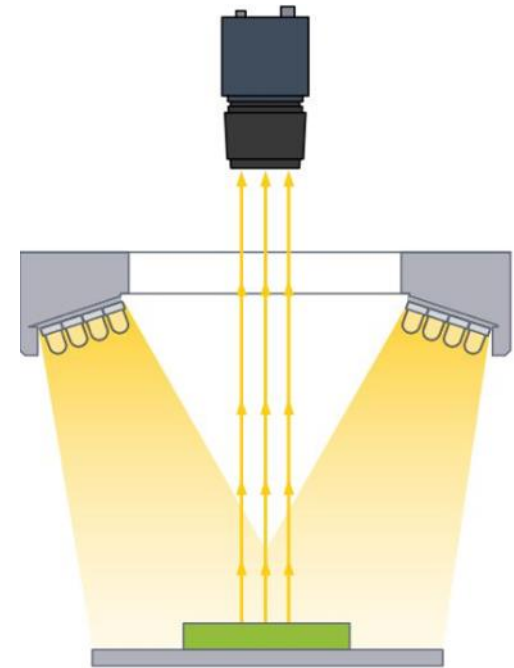
- Wir betrachten hier industriellen Einsatz
 - In einem kontrollierten Aufbau
- Homogen
- Kontrastreich
- Keine oder zumindest weiche Schatten
 - Diffuses Licht
- Keine oder definierte Spiegelungen
- Unabhängig von Außenlicht
- Arbeitsraum macht einen Unterschied:
 - Kleiner Arbeitsraum: vieles praktikabel bzw. kaufbar
 - Großer Arbeitsraum: aufwändig, Kompromisse nötig

- Diffuses Licht
 - Licht aus „allen“ Richtungen (präzise: obere Hemisphäre)
 - Weiche Schatten
 - Homogen verteilt
- Ausgedehnte (flächige) Lichtquelle
- Meist Diffusor vor Lichtquelle
 - Fotografie: Fotoschirm, Softbox, Faltschirm
 - Matttransparente Platte
 - Als LED-Flächenlicht gekauft
 - Anwendungsspezifisch zusammengestellt
- Dilemma: Große Lichtfläche verdeckt Blick der Kamera

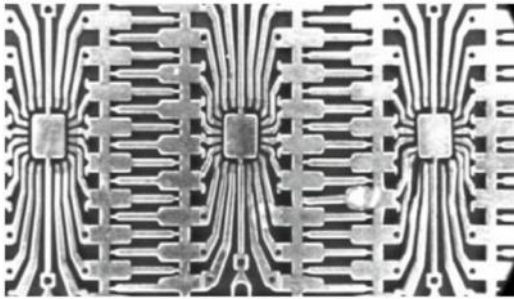


Ringlicht

- Ringförmig leuchtende Fläche um die Kamera herum
- Oft Ring von LEDs
 - Ggf. hinter Diffusor
- Fotografie: sehr spezielle Ästhetik
- Schattenfrei
- Alle Richtungen gleich
- Licht kommt von oben
- Für matte Objekte
 - Sonst Reflexionen
 - Außer in Mitte
- Nicht perfekt aber günstig.



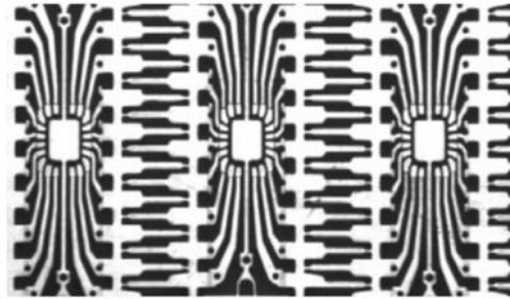
- Halbdurchlässiger Spiegel teilt Strahlen zwischen Kamera und Flächenlicht
- Wie Flächenlicht „in“ der Kamera
- Licht von oben „ohne Loch“



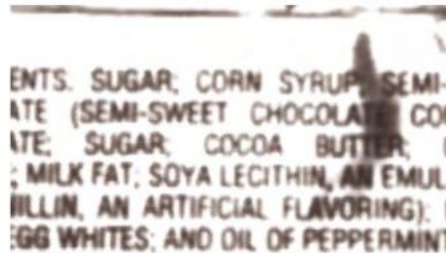
Ringlicht



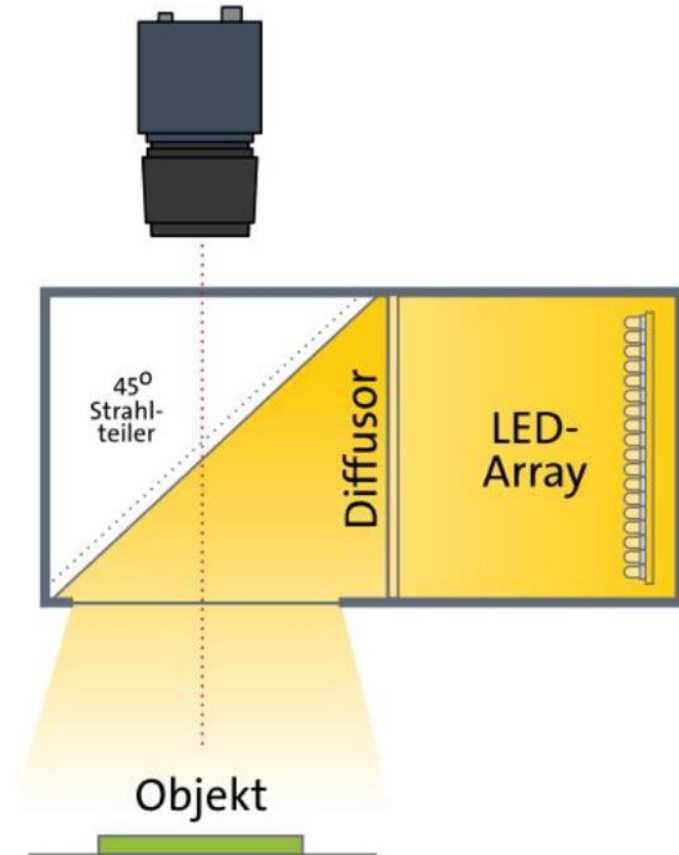
*Aufdruck auf einer Folienverpackung
beleuchtet mit einem Ringlicht*



Koaxialbeleuchtung



*Der gleiche Aufdruck beleuchtet mit einer
homogenen Koaxialbeleuchtung*



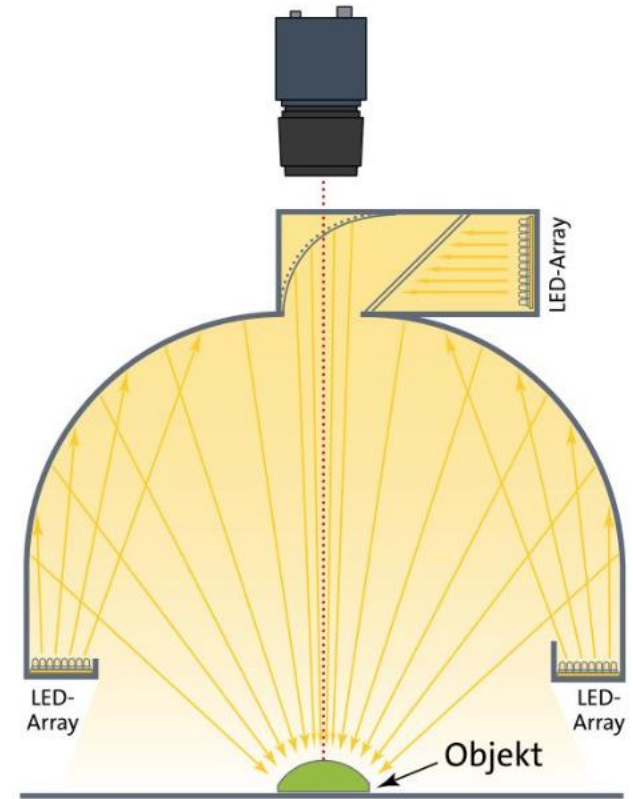
- Weiße Kuppel über Objekt wird angeleuchtet
 - Licht von „überall“ (eigentlich aus der oberen Hemisphäre)
 - Perfekt diffus
 - Keine Reflexionen
- Halbtransparenter Spiegel für Kamera
- Aufwändig, teuer
 - Besonders für großen Arbeitsraum

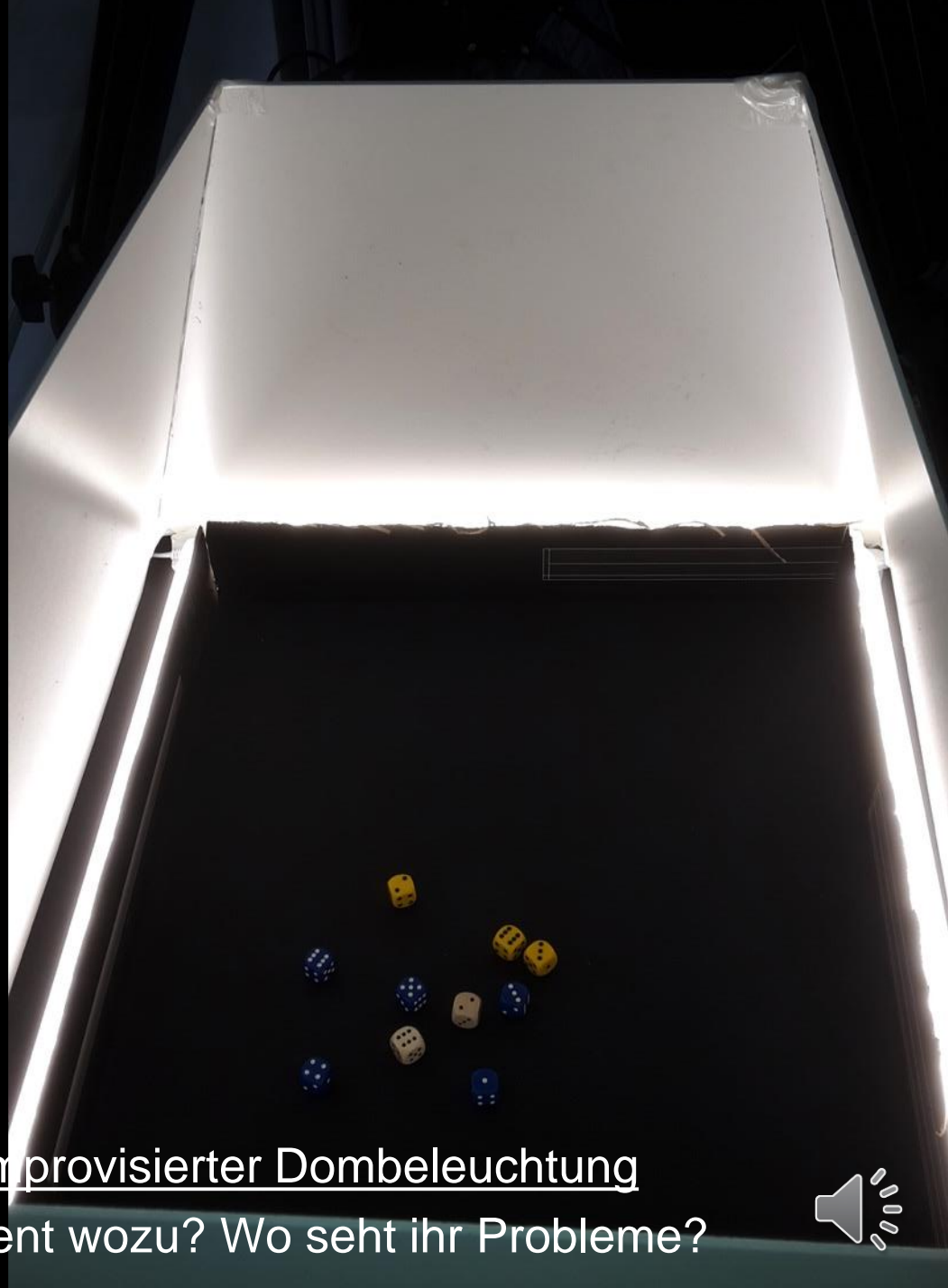


Tastenfeld beleuchtet mit einem Ringlicht



Das gleiche Tastenfeld beleuchtet mit einer Dombeleuchtung



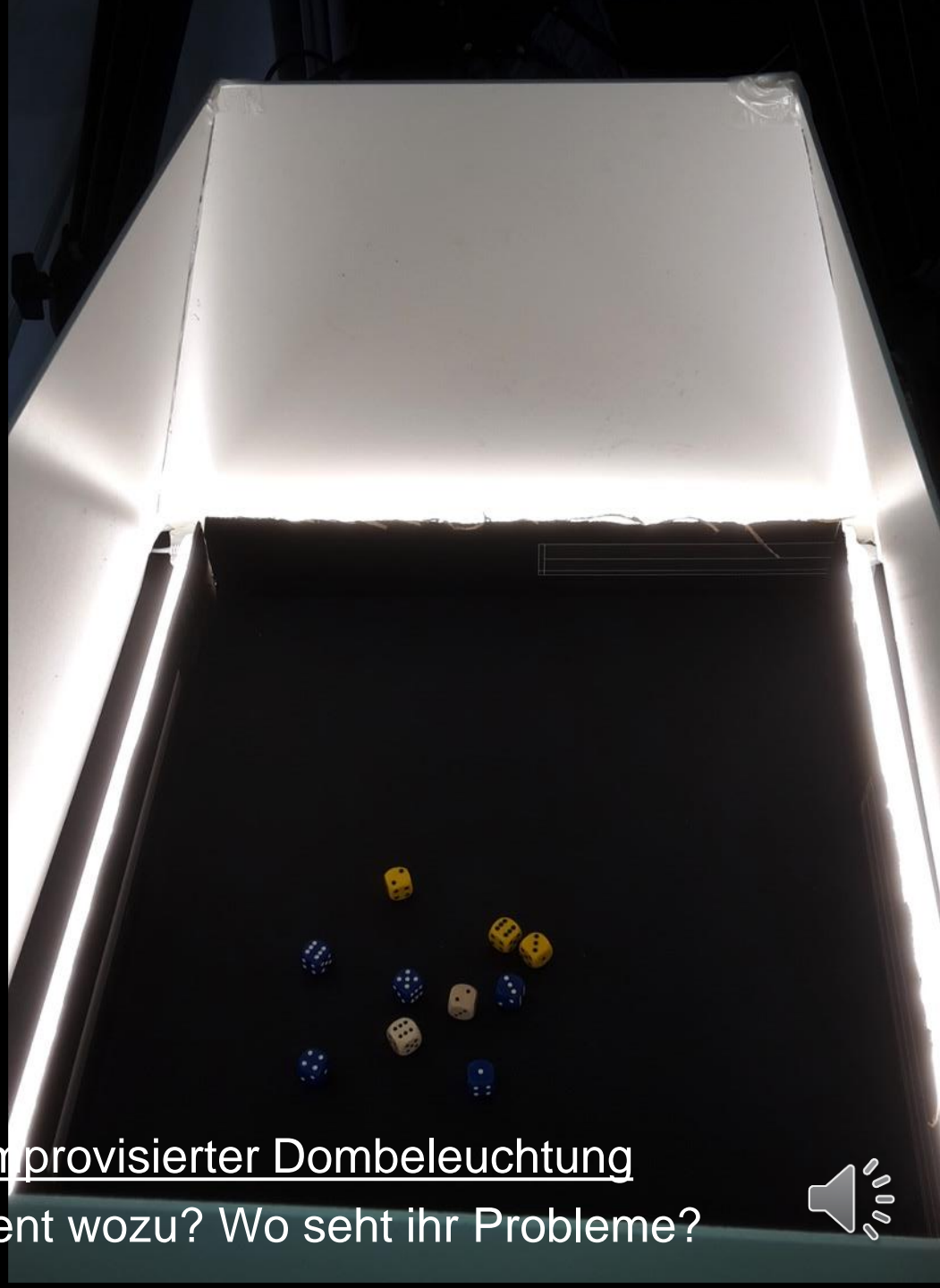


Tabletop Fotostand AG MSIS mit improvisierter Dombelichtung

- Frage an das Auditorium: Was dient wozu? Wo seht ihr Probleme?



- Viereck von Röhren gibt Licht
- Weiße Platten reflektieren diffus und schirmen Fremdlicht ab
- Viereck von schwarzen Blenden schirmt direktes Licht der Röhren ab
- Problem: Kein Licht direkt von oben



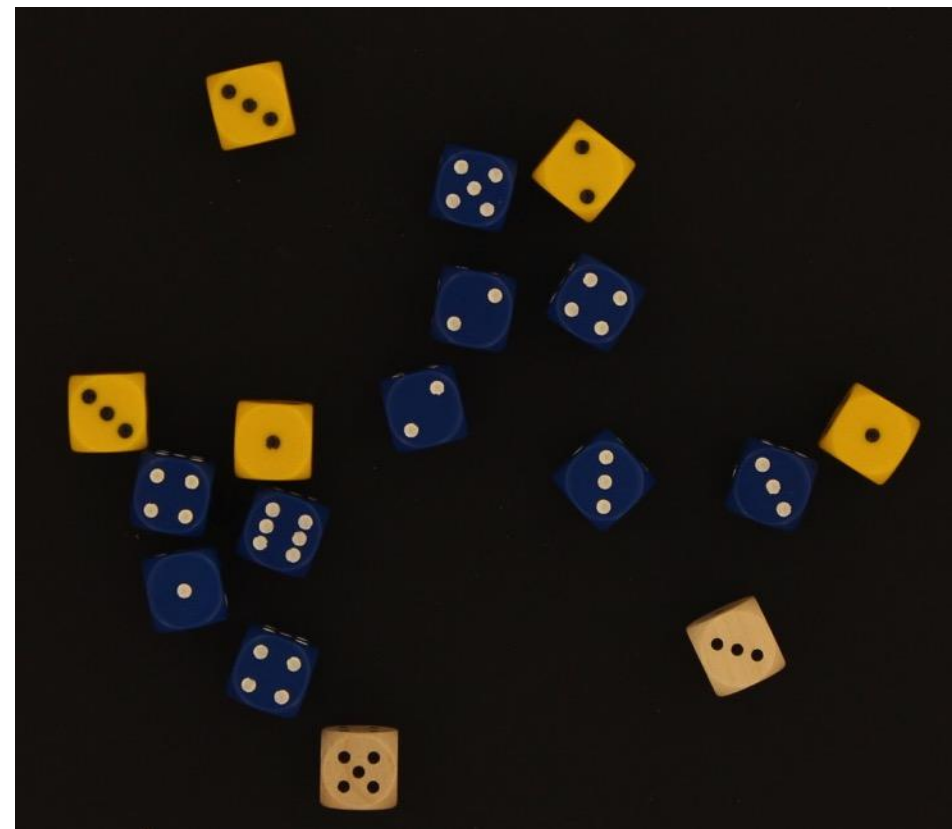
Tabletop Fotostand AG MSIS mit improvisierter Dombелеuchtung

- Frage an das Auditorium: Was dient wozu? Wo seht ihr Probleme?



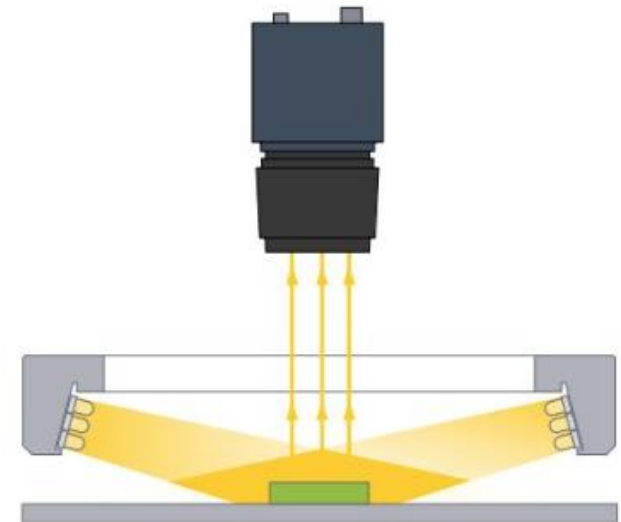


Ringlicht

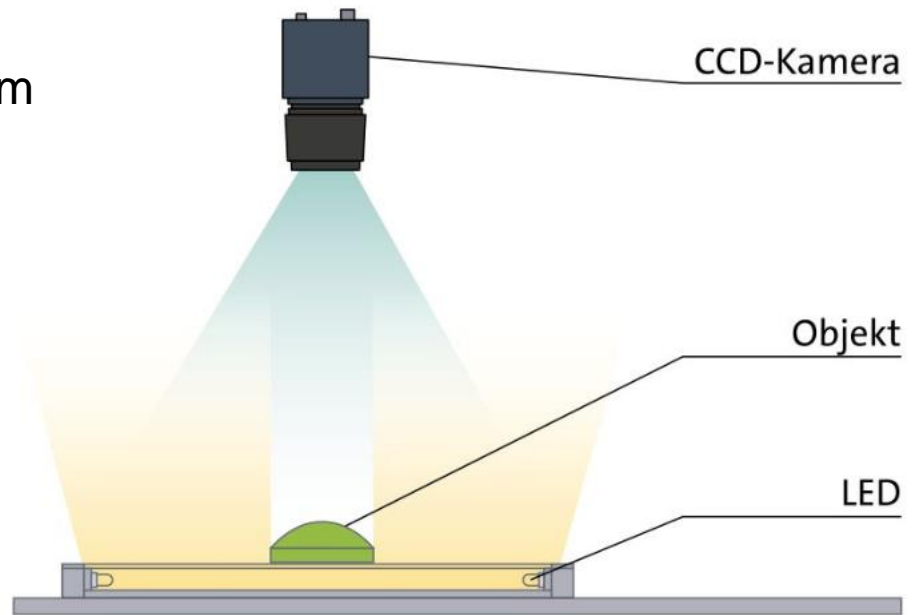


Improvisierte Dombeleuchtung

- Flaches seitliches Licht
 - Würde von einem Spiegel nicht in die Kamera reflektiert („Dunkel“)
- Erhebungen reflektieren Licht
 - Erscheinen hell
 - Kratzer
 - Stege, Fasen, Prägungen



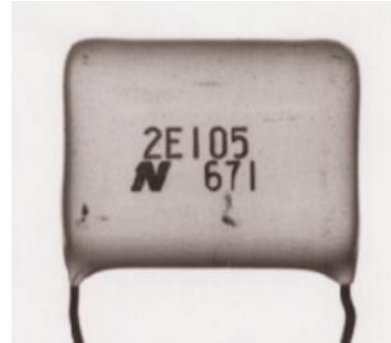
- Weiße leuchtende Fläche
 - Wie weißes Bild auf Flachbildschirm
- Beleuchtet Objekt von hinten
- Objekt schwarz auf weißem Grund
- Oder für transparente Objekte
- Für Form und Maße



Auflicht



Durchlicht



Auflicht

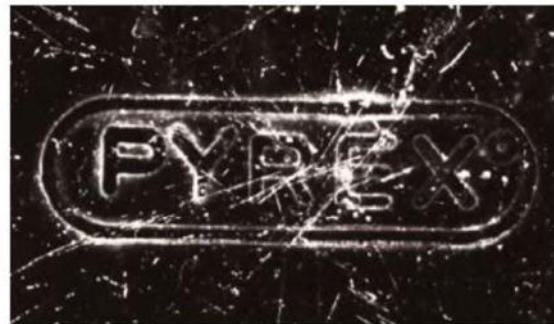


Durchlicht

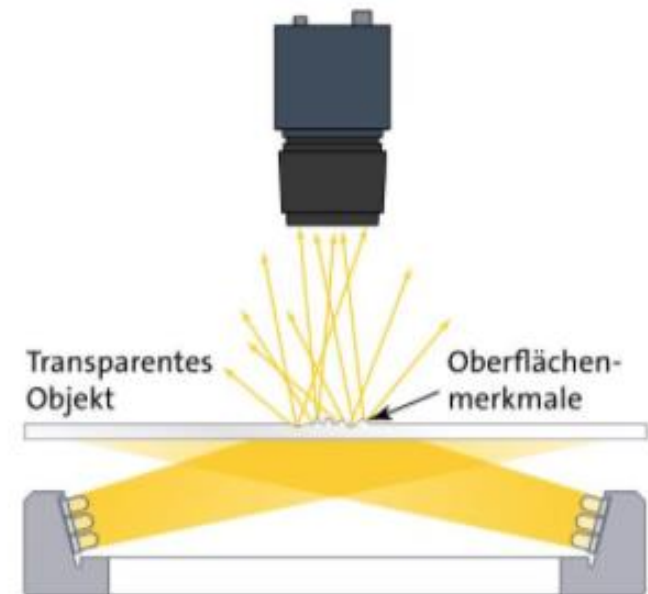
- Dunkelfeldbeleuchtung von unten
- Kratzer in Transparentem Material



Durchlicht



Dunkelfeld-Durchlicht



Auflicht, Hellfeld, diffus



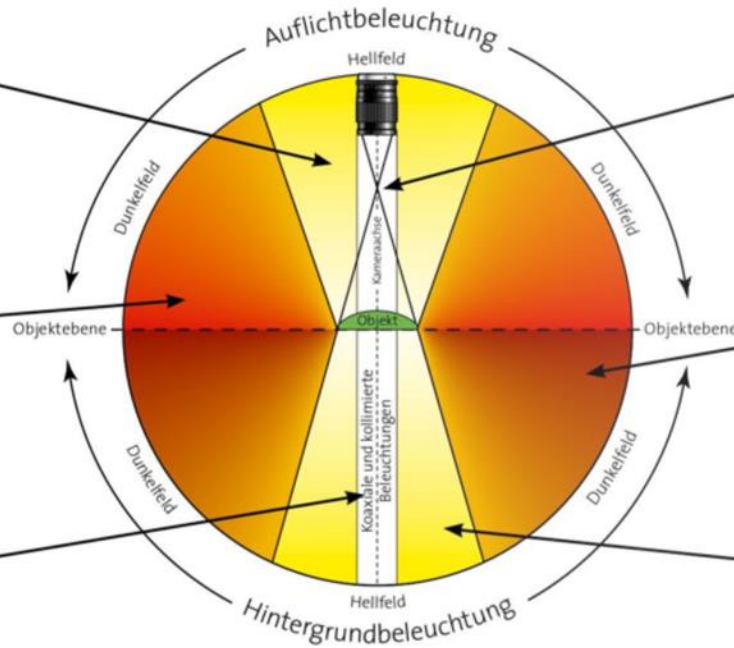
Auflicht, Dunkelfeld-beleuchtung



Hintergrundbeleuchtung, kollimiert, koaxial



Beleuchtungswinkel



Koaxiale Auflicht-beleuchtung



Hintergrund-, Dunkelfeld-beleuchtung



Diffuse Hintergrund-beleuchtung



Direktes Auflicht



Diffuses Auflicht



Leichtes Dunkelfeld



Flach einfallendes Dunkelfeld









transversale Wellenanregung

- Licht schwingt quer zum Lichtstrahl
 - Zwei unabhängige Ebenen der Schwingung
- Polarisationsfilter lässt nur eine Ebene durch
 - 3D Brillen im Kino (eine Ebene für jedes Auge)
- Reflektion verändert Polarisationssebene
 - Reflektionsentfernung
- Quelle Video: <https://www.youtube.com/watch?v=o1H2hdhAgr8>,
Universität Innsbruck, Physik: Longitudinale und transversale Wellen,
11.1.2016
- Quelle: Improve vision application through optical filtering (STEMMER IMAGING VisionTechForum 2015)

No Filter

Polarizing Filter

Polarizing Filter & Film

BP660 + Polarizing Filter & Film



Glare from LED & ambient light



Significant glare remains



Minimal glare from ambient light remains



Further reduces glare & improves contrast

- Weg des Bildes in den Rechner wird durch viele Faktoren beeinflusst
- Optik der Szene: Beleuchtung, Verdeckung, Schatten, Reflexionen
- Beleuchtungstechnik
 - Lampe-neben-Kamera Beleuchtung produziert Schatten, Reflexionen und unterschiedliche visuelle Eigenschaften verschiedener Seiten des Objektes
 - Ringlicht für einfache Fälle (matte Oberflächen)
 - Koaxial-Auflicht: kontrollierte Reflexion
 - Dombelichtung: keine Reflexion
 - Dunkelfeldbeleuchtung: Kratzer, Prägungen, etc.
 - Durchlicht: Maße, transparente Objekte
- Gute Infos auch <http://www.industrie-kamera.de/>