

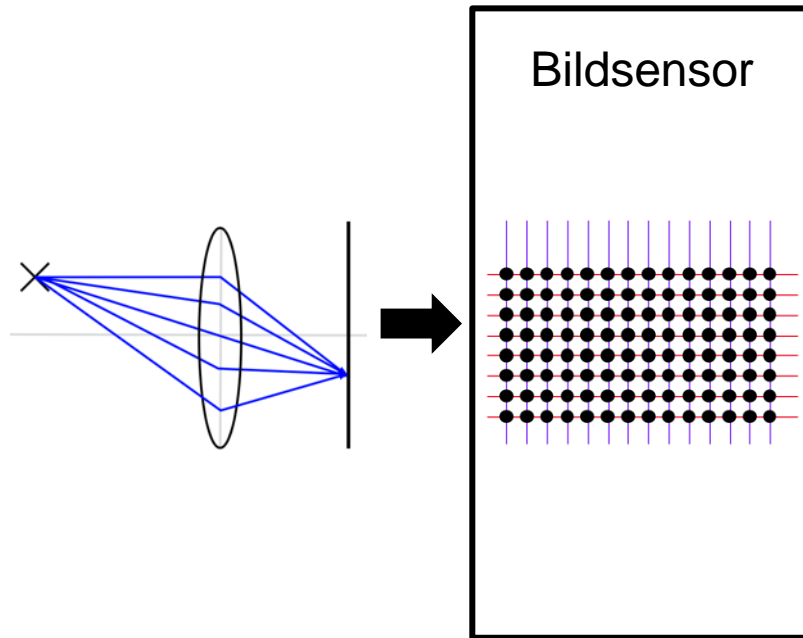
Sensordatenverarbeitung

DATENAUFNAHME BILD (3C)

28.10.-1.11.2024



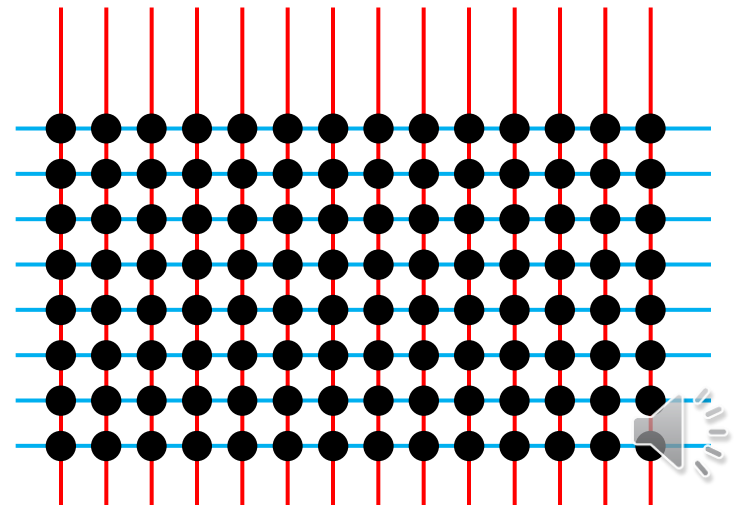
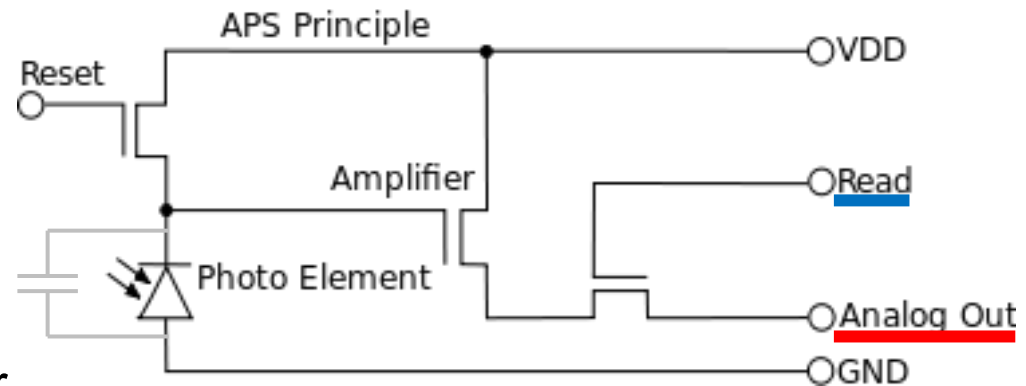
2



Vom Licht zum elektrischen Signal

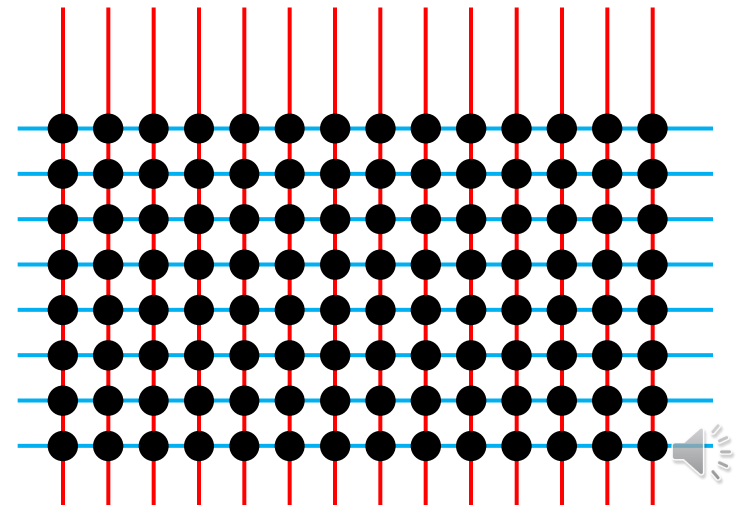
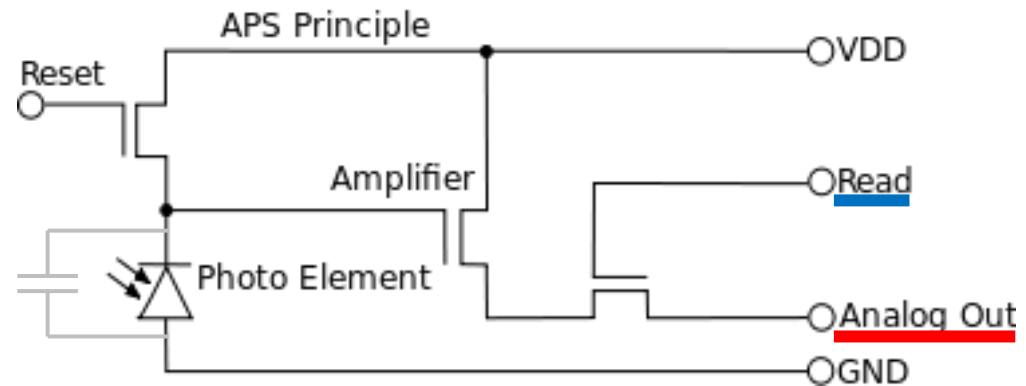
Bildsensor

- CMOS / APS (Active Pixel Sensor)
- Fotodiode ist gleichzeitig Kondensator (grau)
- Reset lädt Kondensator auf
- Photon entlädt Kondensator um ein Elektron
- je Pixel Verstärker mit schaltbarem Ausgang
- Quelle:
Wikipedia / Active_Pixel_Sensor



Bildsensor

- CMOS / APS (Active Pixel Sensor)
- Fotodiode ist gleichzeitig Kondensator (grau)
- Reset lädt Kondensator auf
- Photon entlädt Kondensator um ein Elektron
- je Pixel Verstärker mit schaltbarem Ausgang
- Auswahl der Zeile durch Steuerleitung (rot)
- Signal aller Pixel der Zeile (blau)
- billig, weil CMOS Standard Fertigungsprozess
- Quelle:
Wikipedia / Active_Pixel_Sensor



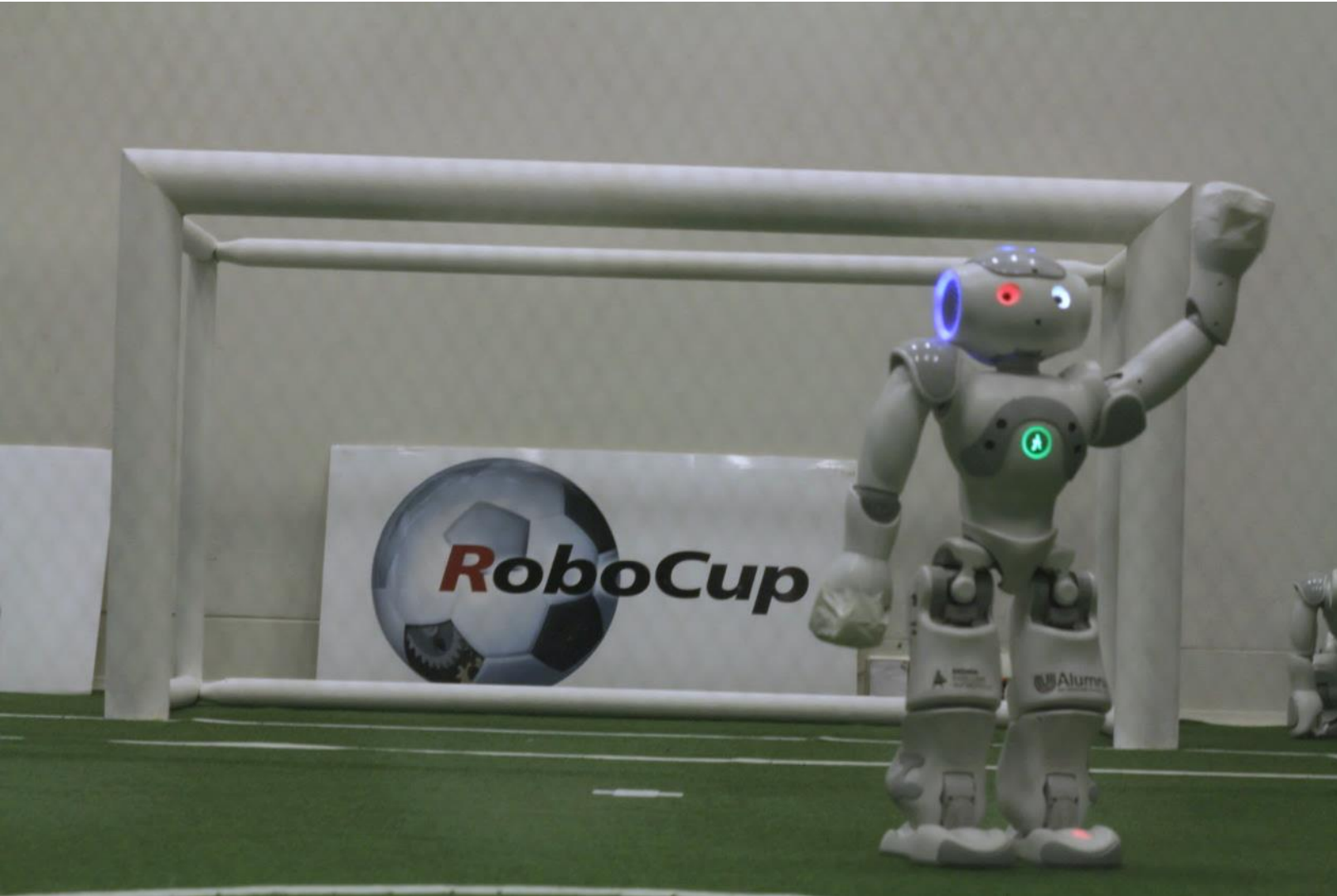
- Belichtungszeit (Shutter, Exposure) elektronisch steuerbar
 - an/abschalten des Aufsammelns von Licht
- $\text{pixel} = \text{gain} * \text{photonenzahl}^\gamma$
- $\gamma=0.45$ meist fest, aber steuerbare Verstärkung (Gain)
- Zusammenfassung Bildsensor:
 - Licht wird in pixelweise Spannung umgewandelt
 - Verstärkung und Gamma-Kurve
 - Belichtungszeit (Shutter), Verstärkung (Gain) einstellbar

- Kamera sammelt Licht während der Belichtungszeit (BLZ)
- Objekt "verwischt" so viel, wie es sich während BLZ bewegt
 - langsam / kurze BLZ → scharf
 - schnell / lang BLZ → unscharf
- Wählbare Verstärkung (Gain) für gewünschte Bildhelligkeit



► Bestimmte Menge Licht nötig

- hell, empfindlicher Sensor (Gain/ISO), große Blendenöffnung → kurze BLZ
- dunkel, unempfindlicher Sensor (Gain/ISO), kleine Blendenöffnung → lange BLZ
- Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Bewegungsunschärfe>



Blendenöffnung: Groß → Belichtung: kurz

Fokus: Mitte

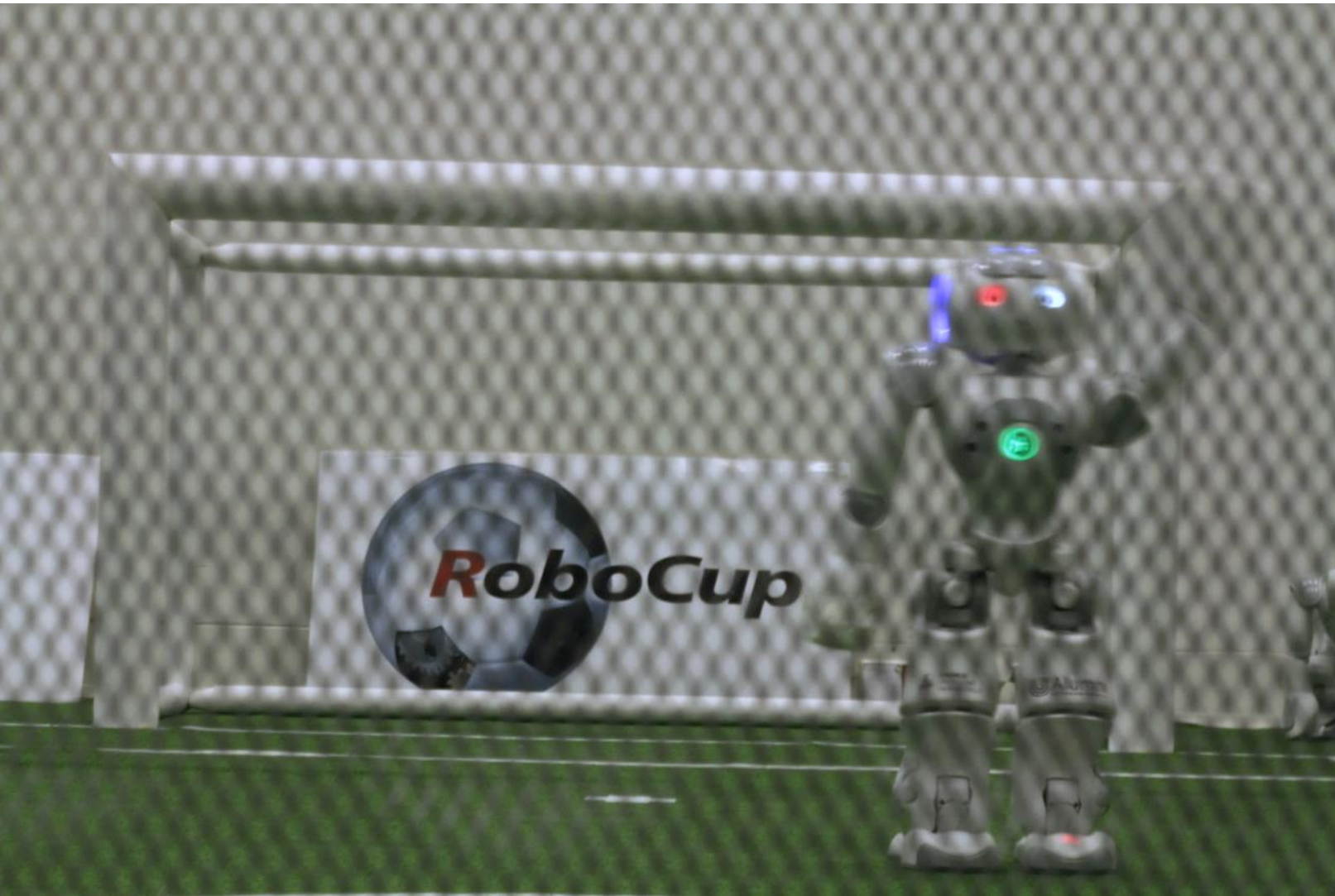
Bewegung



Blendenöffnung: Mittel → Belichtung: mittel

Fokus: Mitte

Bewegung

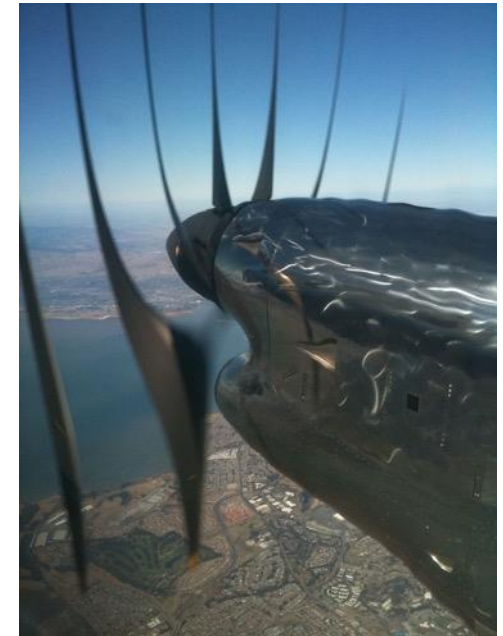
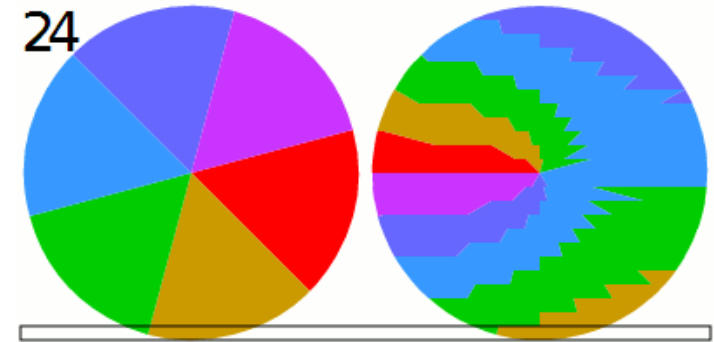


Blendenöffnung: Klein → Belichtung: lang

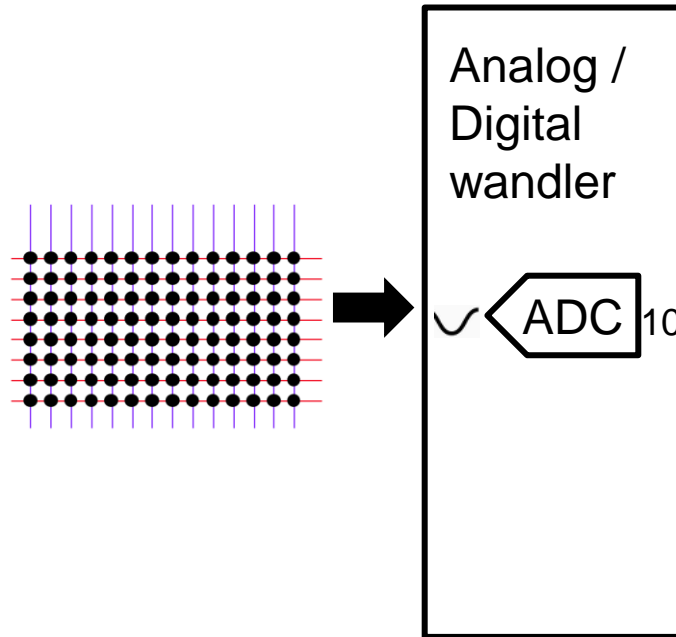
Fokus: Mitte

Bewegung

- Global Shutter
 - Alle Pixel belichten synchron
 - Bild zeigt die Realität in einem Zeitintervall
 - Bevorzugt, aber teuer
- Rolling Shutter
 - Pixel starten zeitlich versetzt
 - Unterschiedliche Zeilen zeigen Realität in unterschiedlichen Zeitintervallen
 - Schwere Bildverzerrung
 - Problematisch für Bildverarbeitung
 - Nur bei statischen Szenen verwenden
 - Billiger, Consumer-Geräte
- Quelle: Von cmglee - Rolling shutter effect.svg, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=29040436>
- Quelle: Von Richmilliron - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=16092937>



3



Vom elektrischen zum digitalen Signal

- A/D Wandlung im Sensorchip integriert
- Digitale Bilddaten meist per USB an den Rechner geschickt
- Daten vom Treiber angenommen
- Per Bus-Master im Speicher abgelegt
- $\text{Datenrate} = \text{Bilder/s} * \text{Breite} * \text{Höhe} * \text{Bits/Pixel}$
- i.d.R. durch digitale Verbindung beschränkt

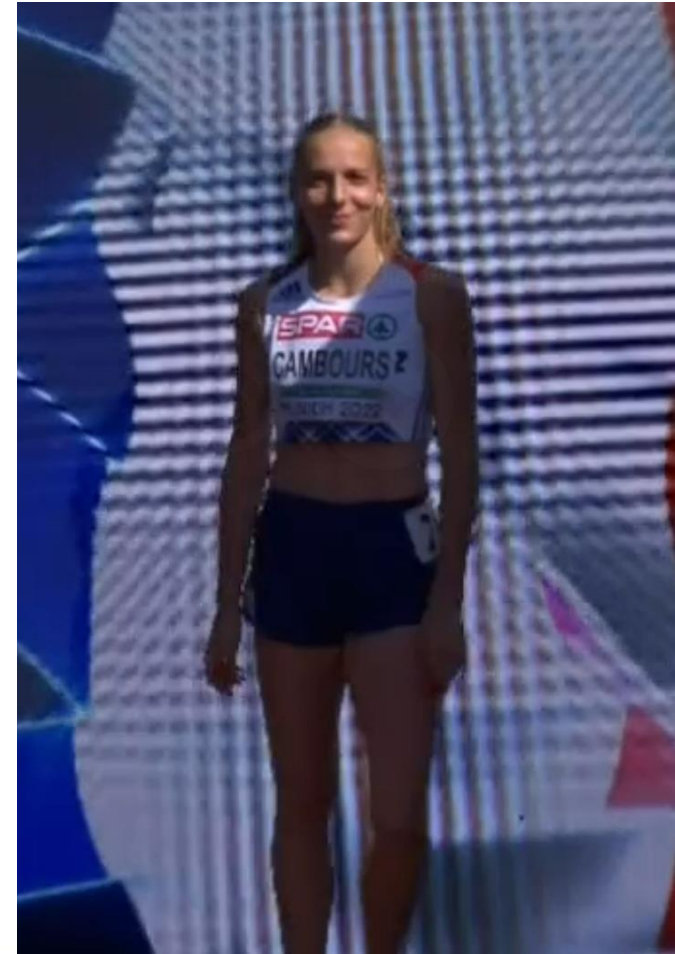
- Tiefe
Phantomfrequenzen
 - Bilder → grobe
Phantomstrukturen
- → Feinen Streifenmuster
im Fernsehen sind
ungünstig

Quelle: ARD Mediathek, EC2022,
16.8.22, 100m Men's semifinal 2,
Owen Ansah



- Tiefe Phantomfrequenzen
 - Bilder → grobe Phantomstrukturen
- LED Wände bestehen aus einzelnen Lichtpunkten
 - Wechsel zwischen LEDS: hohe Frequenz
 - → Aliasing unvermeidbar

Quelle: ZDF Mediathek, European Championships, 17.8.2022, Leonie Cambours



	Probleme wenn groß	Probleme wenn klein
Blendenöffnung (1/Blendenzahl)	geringe Schärfentiefe	dunkel
Belichtungszeit (Shutter)	Bewegungs- unschärfe	dunkel
Verstärkung (Gain)	hohes Rauschen	dunkel
Zoom	dunkel	wenig Auflösung
Beleuchtungs- stärke	aufwändig	dunkel
Beleuchtungs- entfernung	dunkel	ungleichmäßige Beleuchtung

Frage an das Auditorium:

Welche Kombination Beleuchtung, Blende, Belichtung, Verstärkung:

- In einer urigen Kneipe das Billardspiel verfolgen
- Fußballspielender Roboter
- Kamera an der Spitze eines Flugzeugs
- Laufroboter im Gebüsch

Frage an das Auditorium:

Welche Kombination Beleuchtung, Blende, Belichtung, Verstärkung:

- In einer urigen Kneipe das Billardspiel verfolgen
 - Kamera über Tisch, große Blendenöffnung / kleine Blendenzahl, kurze Belichtung
- Fußballspielender Roboter
 - kleine Blendenöffnung / große Blendenzahl, kurze Belichtung, viel Licht
- Kamera an der Spitze eines Flugzeugs
 - große Blendenöffnung/ kleine Blendenzahl (alles Gesehene ist weit entfernt), kurze Belichtung
- Laufroboter im Gebüsch
 - kleine Blendenöffnung / große Blendenzahl, kurze Belichtung, kein Eigenlicht → schwierig

- Weg des Bildes in den Rechner wird durch viele Faktoren beeinflusst
- Beleuchtung, Blende und Belichtungszeit gut wählen, keine Über- / Unterbelichtung
- Bildsensor, Datenübertragung: Beschränkt Auflösung / Bildrate
- Gute Infos auch <http://www.industrie-kamera.de/>