

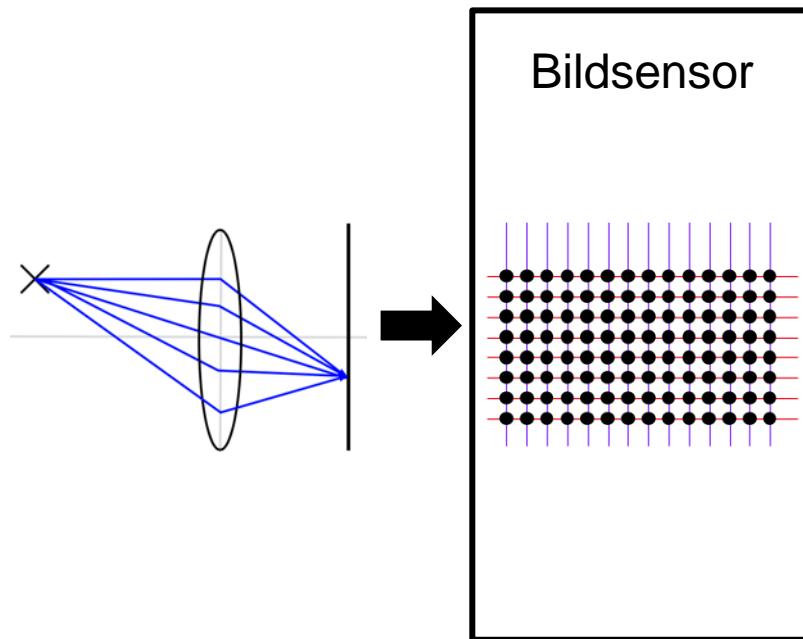
Sensordatenverarbeitung

# DATENAUFNAHME BILD (3C)

28.10.-1.11.2024



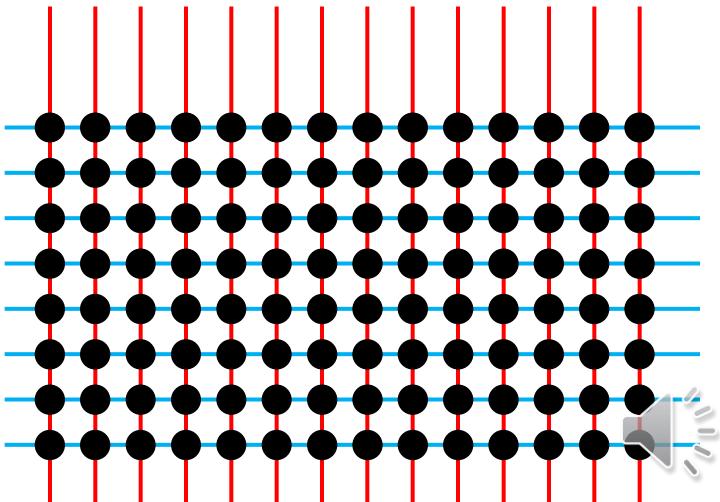
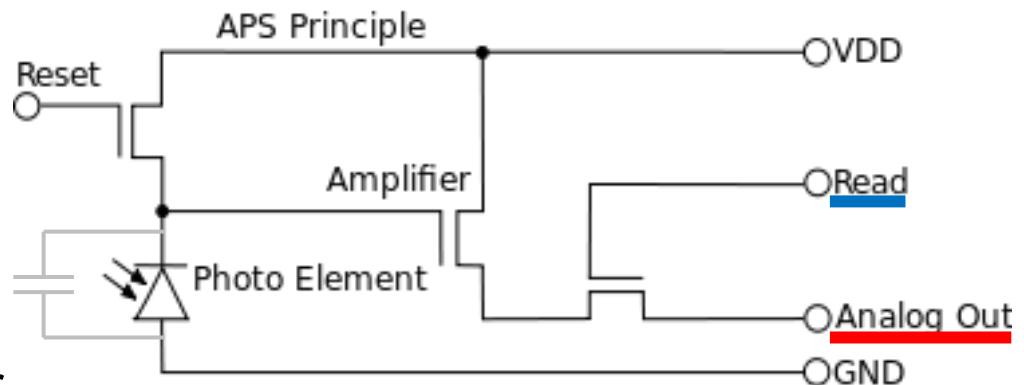
2



Vom Licht zum elektrischen Signal

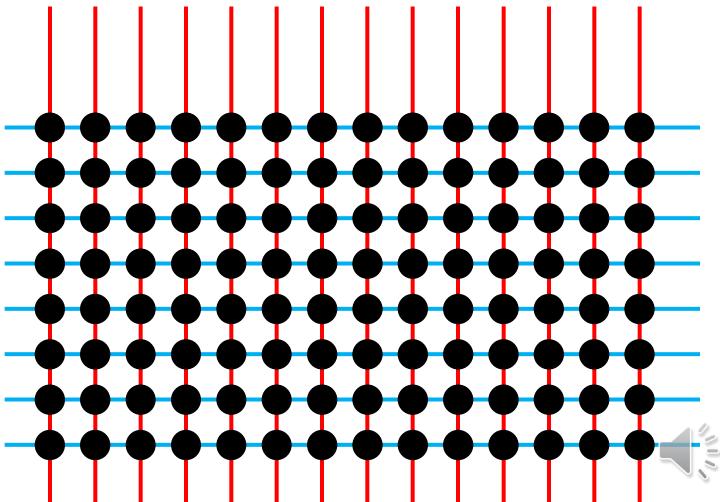
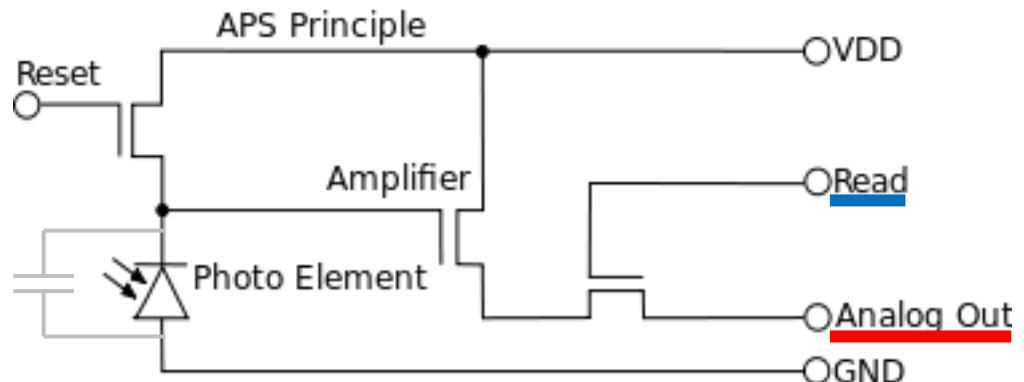
# Bildsensor

- 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

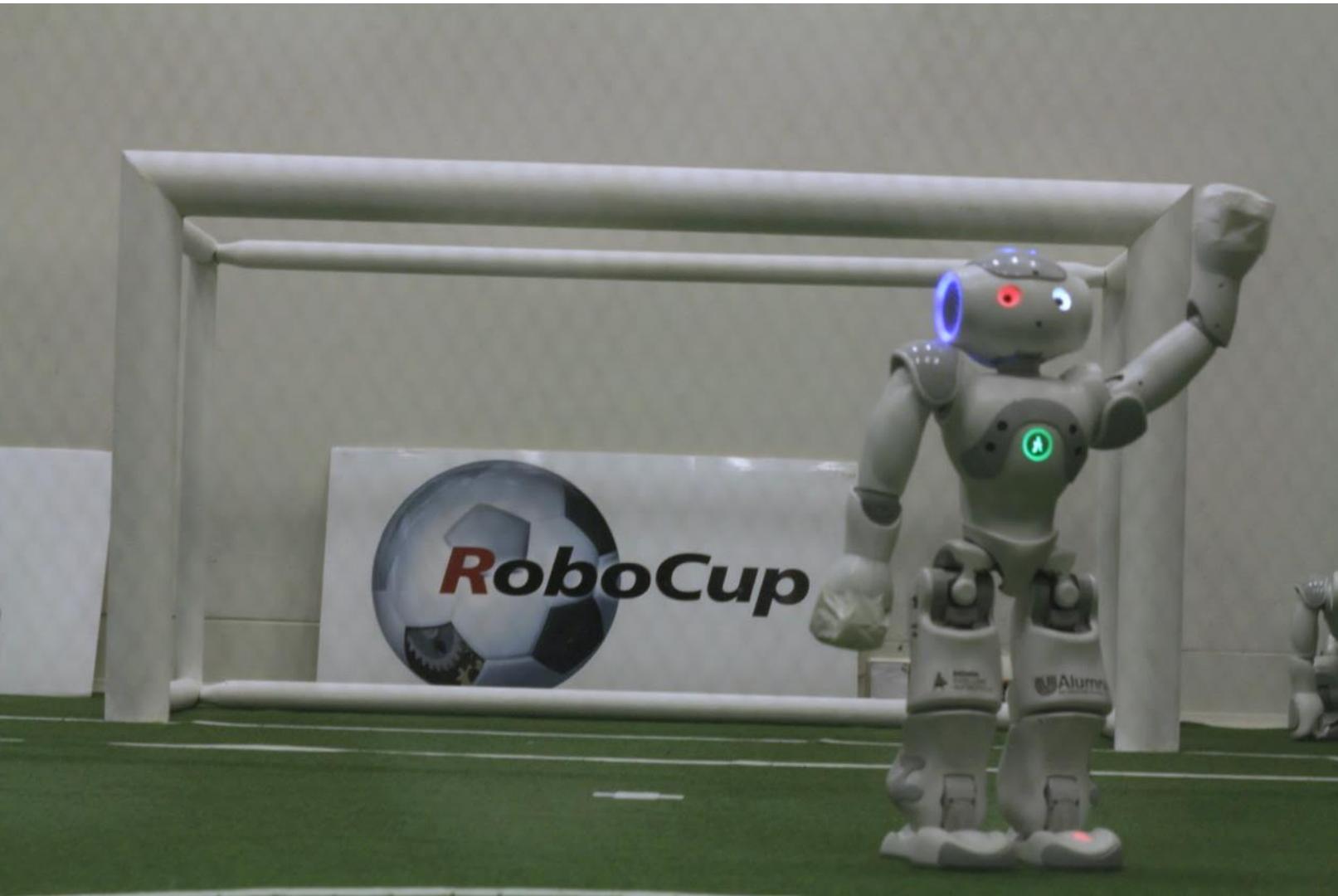


- ▶ **Bestimmte Menge Licht nötig**
  - ▶ hell, empfindlicher Sensor (Gain/ISO), große Blendenöffnung → kurze BLZ
  - ▶ dunkel, unempfindlicher Sensor (Gain/ISO), kleine Blendenöffnung → lange BLZ
- ▶ **Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Bewegungsunschärfe>**

Blendenöffnung: Groß → Belichtung: kurz

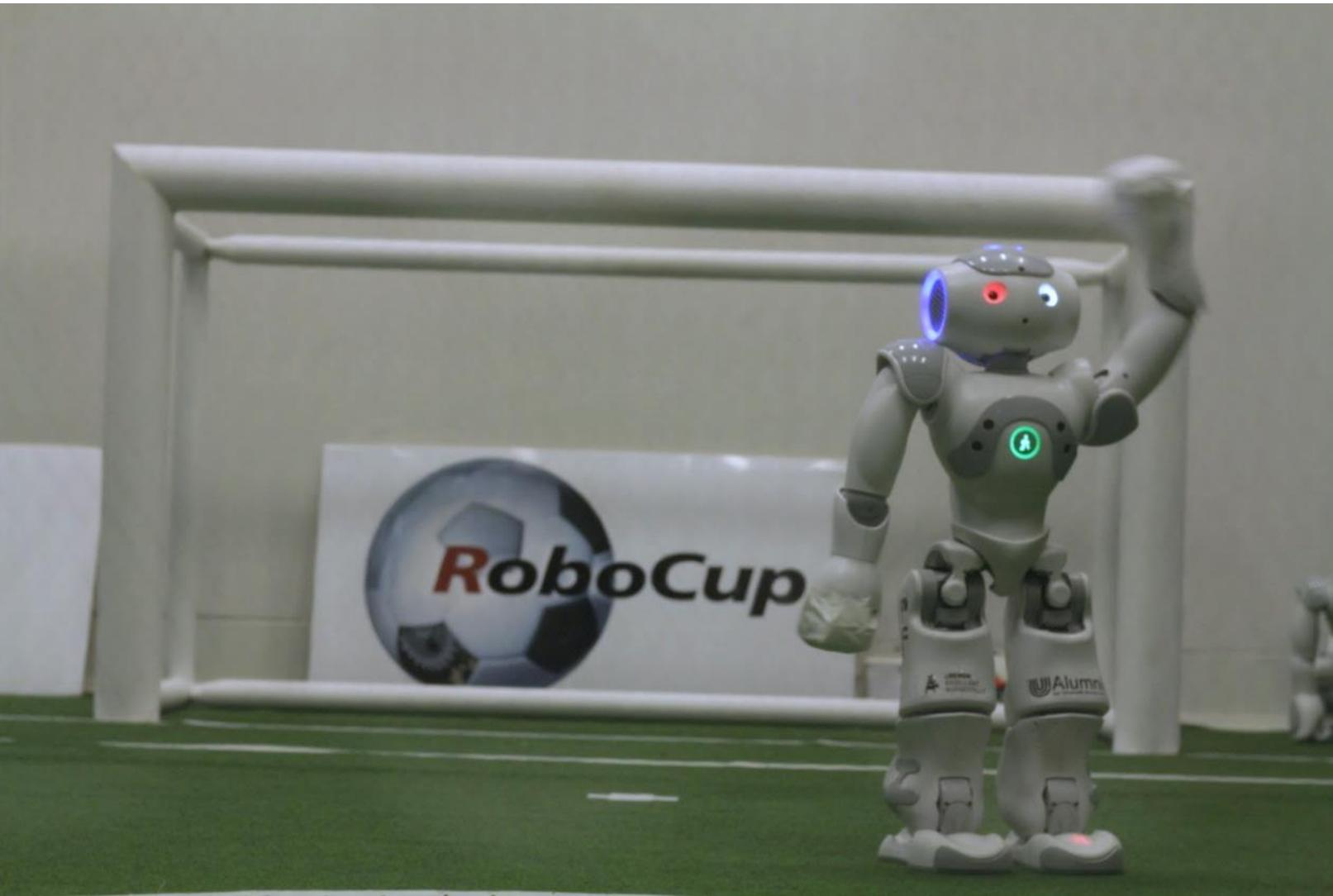
Fokus: Mitte

Bewegung



Blendeneöffnung: Mittel → Belichtung: mittel

Fokus: Mitte  
Bewegung



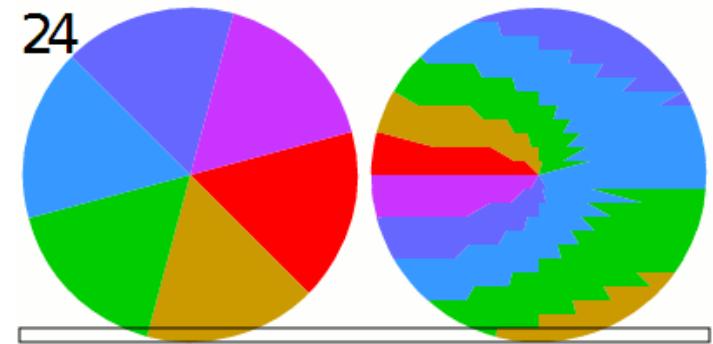


Blendenöffnung: Klein → Belichtung: lang

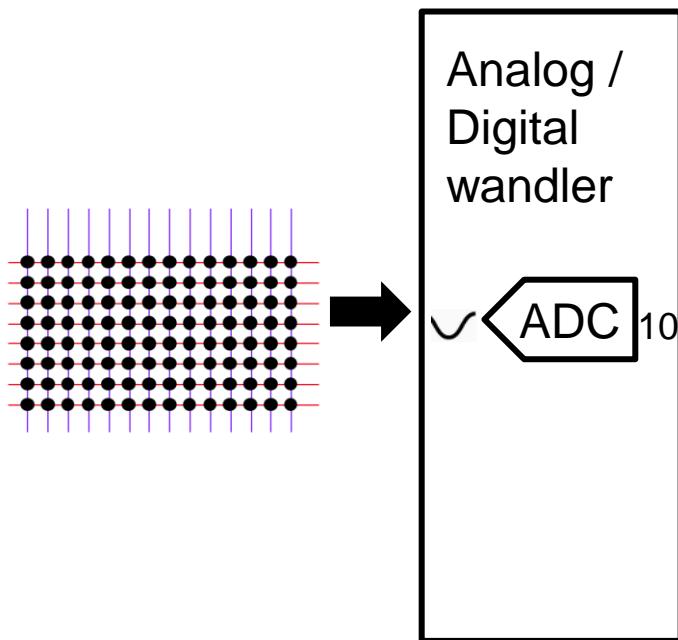
Fokus: Mitte

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



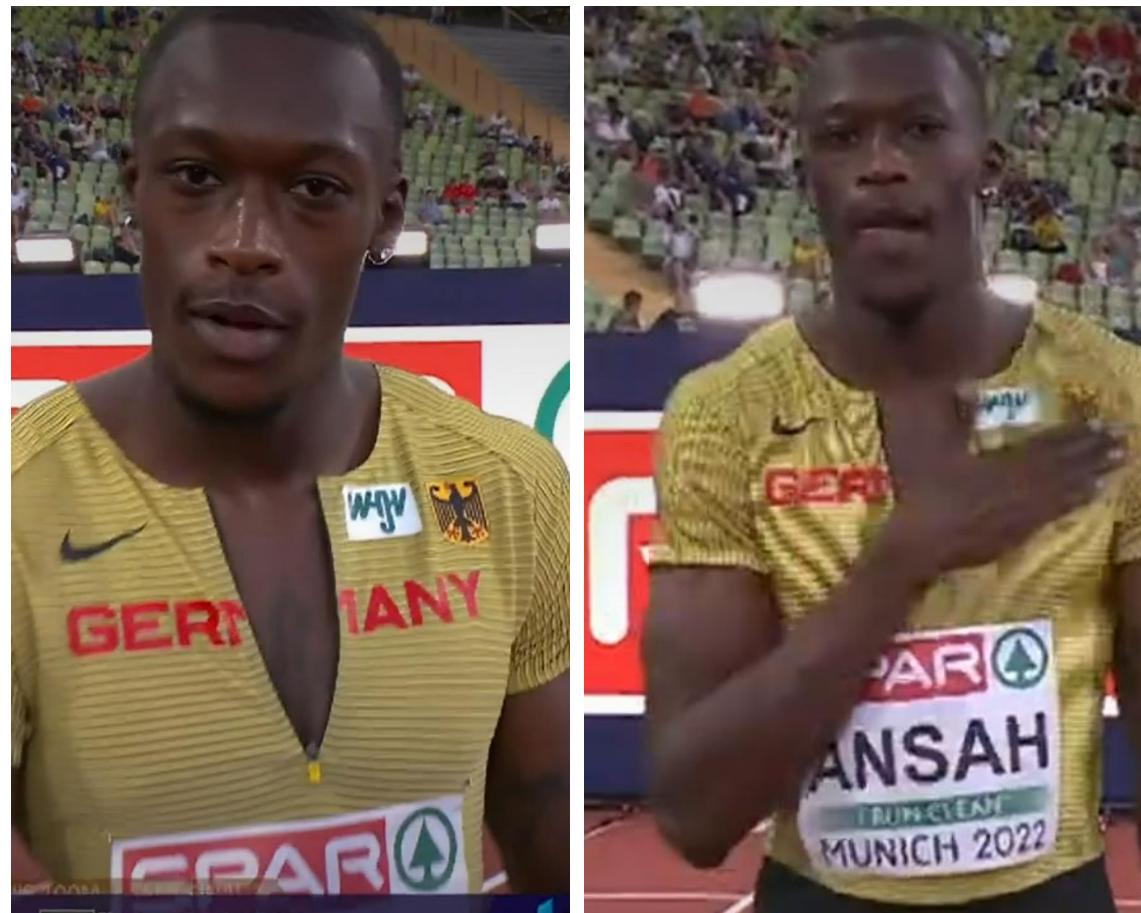
Vom elektrischen zum digitalen Signal

- 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
- Datenrate = Bilder/s \* Breite \* Höhe \* Bits/Pixel
- i.d.R. durch digitale Verbindung beschränkt

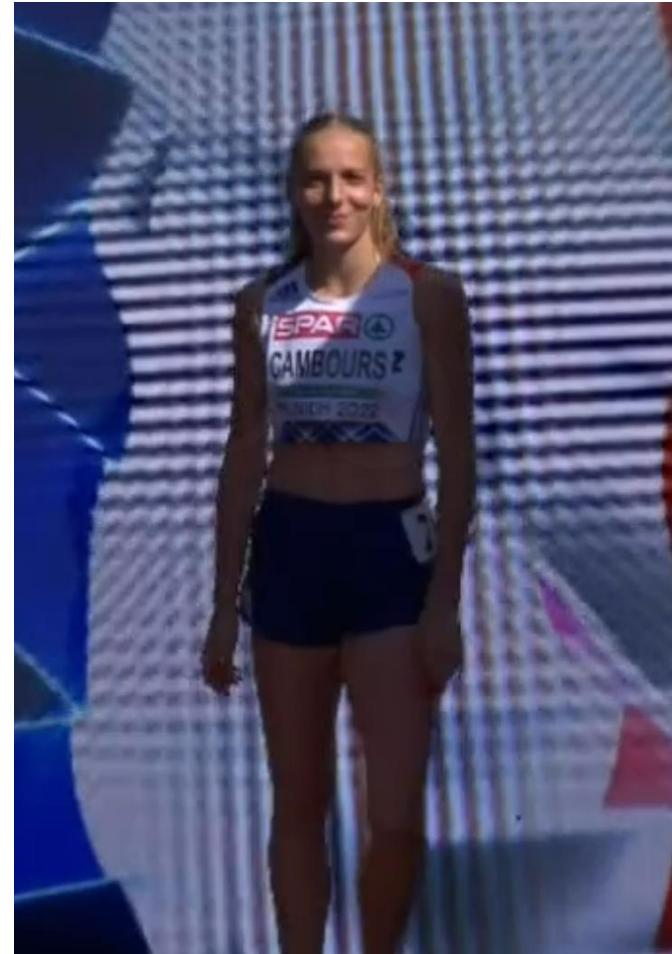


- Tiefe Phantomfrequenzen
  - Bilder → grobe Phantomstrukturen
- → Feinen Streifenmuster im Fernsehen sind ungünstig

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)	Bewegungsunschärfe	dunkel
Verstärkung (Gain)	hohes Rauschen	dunkel
Zoom	dunkel	wenig Auflösung
Beleuchtungsstärke	aufwändig	dunkel
Beleuchtungsentfernung	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/>

