

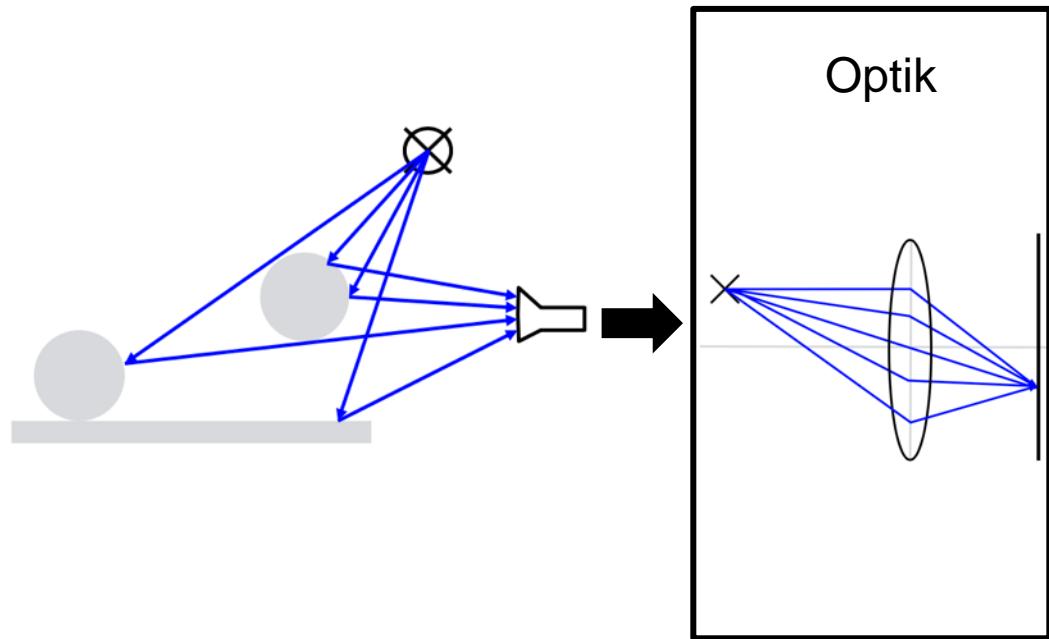
Sensordatenverarbeitung

# DATENAUFNAHME BILD (3B)

28.10.-1.11.2024

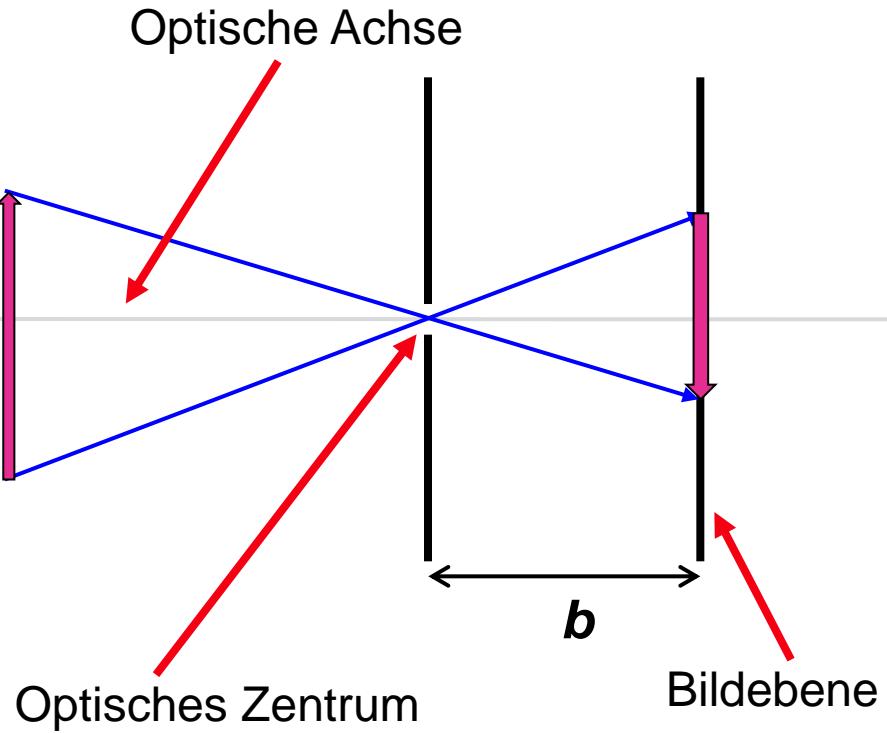


1b

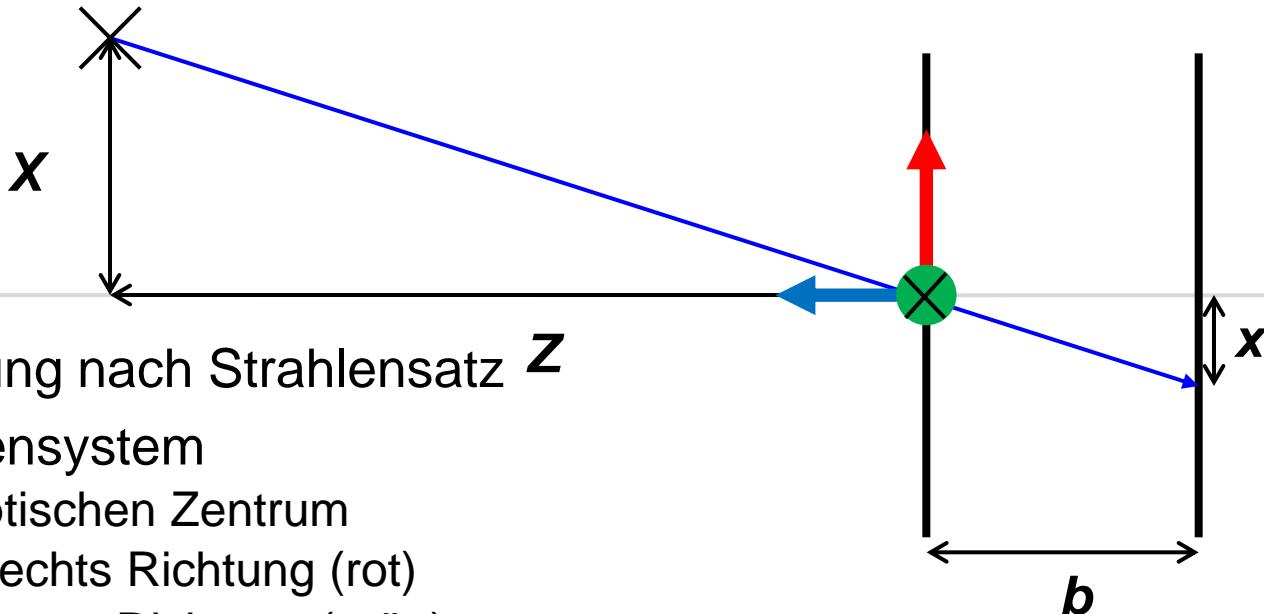


LICHTSTRÄHLEN  
(elektromagnetische Welle)





- Lichtstrahlen fallen durch das Loch in der Vorderseite
  - optisches Zentrum
- Auf der Rückseite entsteht das (umgedrehte) Bild
  - In der Bildebene
- definiert abstrakte perspektivische Abbildung
- Abstand ist die Bildweite  $b$ 
  - Ungefähr, aber nicht exakt die Brennweite des Objektivs



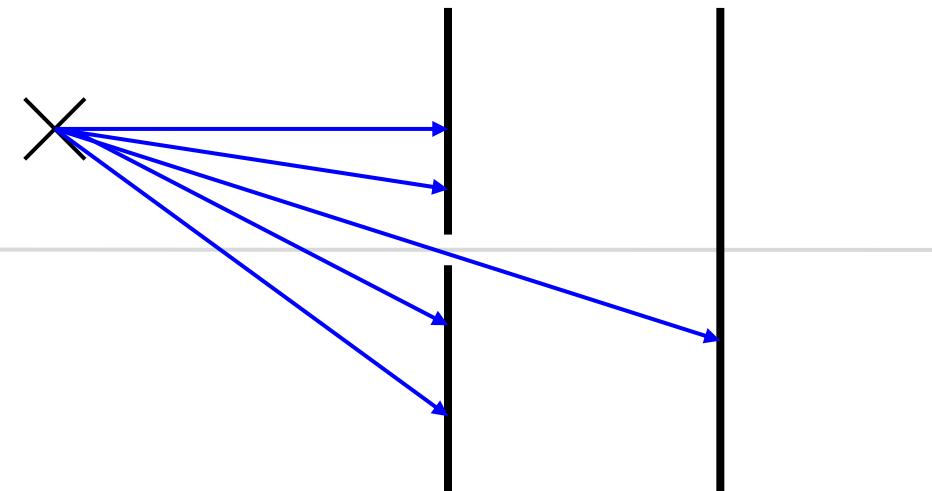
- Abbildungsgleichung nach Strahlensatz  $Z$
- Kamerakoordinatensystem
  - Ursprung im optischen Zentrum
  - $X$  zeigt in Bild-rechts Richtung (rot)
  - $Y$  zeigt in Bild-unten Richtung (grün)
  - $Z$  zeigt in die Tiefe (blau, optische Achse)
- $(X, Y, Z)$  Koordinaten des abgebildeten Punktes im Kamerasytem
- $(x, y)$  Koordinaten des Abbildes im *physikalischen* Bild

$$x = b \frac{X}{Z} \quad y = b \frac{Y}{Z}$$

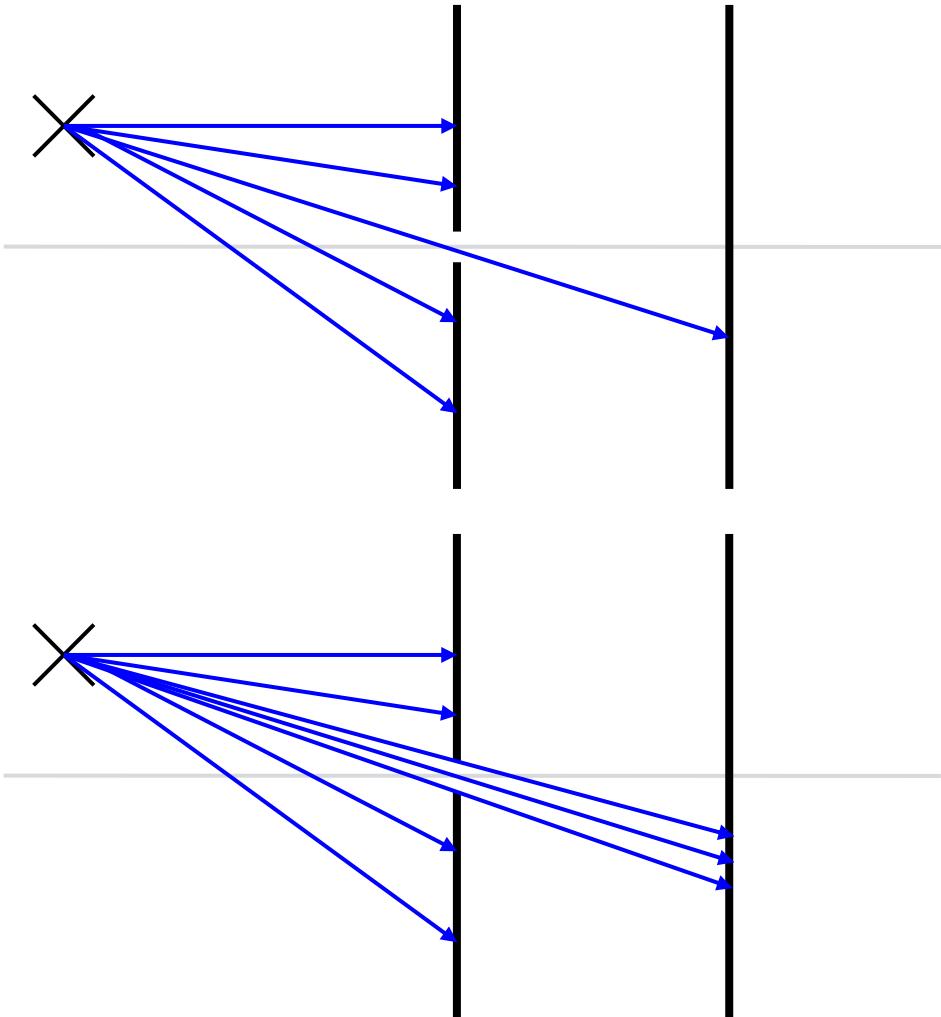


- Durch verschiedene Bildweiten kann der Bildausschnitt / Vergrößerung verändert werden
- Praktisch: Objektive mit verschiedenen Brennweiten oder Zoomobjektiv
- Dieselbe Szene mit  $\approx 80^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $15^\circ$  Öffnungswinkel
- Mensch:  $\approx 170^\circ$
- Verzerrungen bei über  $45^\circ$

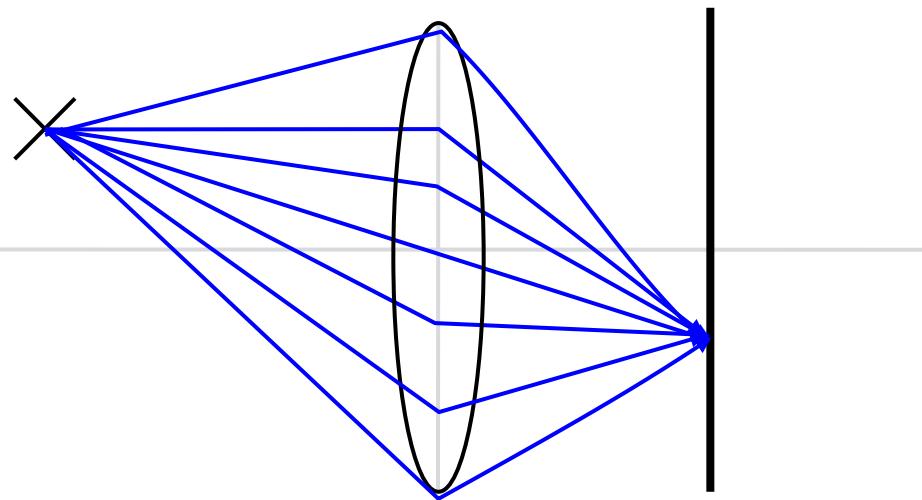




- Theorie: Loch ist ein Punkt ( $\emptyset = 0$ )
  - von jedem Objektpunkt geht ein Strahl durch optisches Zentrum
  - Bild ist immer scharf
  - Aber „0“ Licht

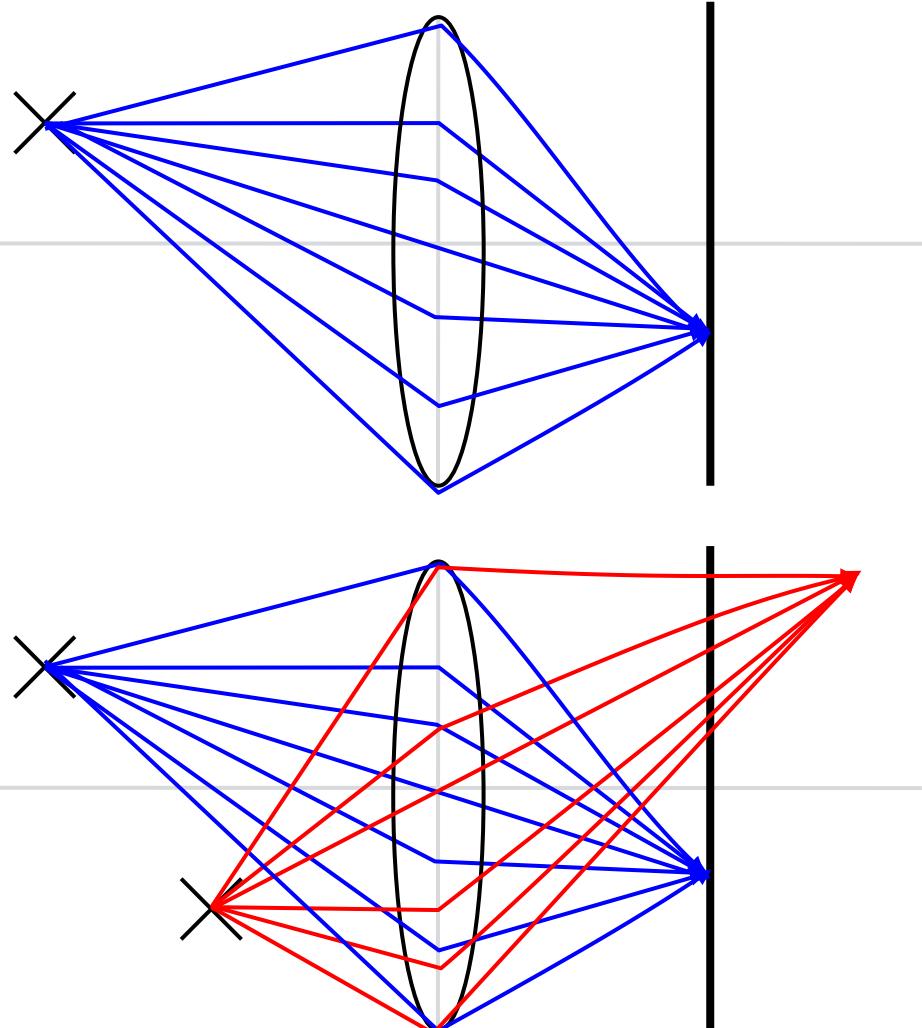


- Theorie: Loch ist ein Punkt ( $\emptyset = 0$ )
  - von jedem Objektpunkt geht ein Strahl durch optisches Zentrum
  - Bild ist immer scharf
  - Aber „0“ Licht
- Praxis: Loch endlicher Größe ( $\emptyset > 0$ )
  - Genug Licht
  - Bildpunkt so groß wie Loch
  - Bild wird unscharf



- Linse endlicher Größe ( $\emptyset > 0$ )
  - sammelt Strahlen eines Objektpunktes in einem Punkt der Bildebene.
  - Scharfes Bild mit genug Licht

# Linsenkamera



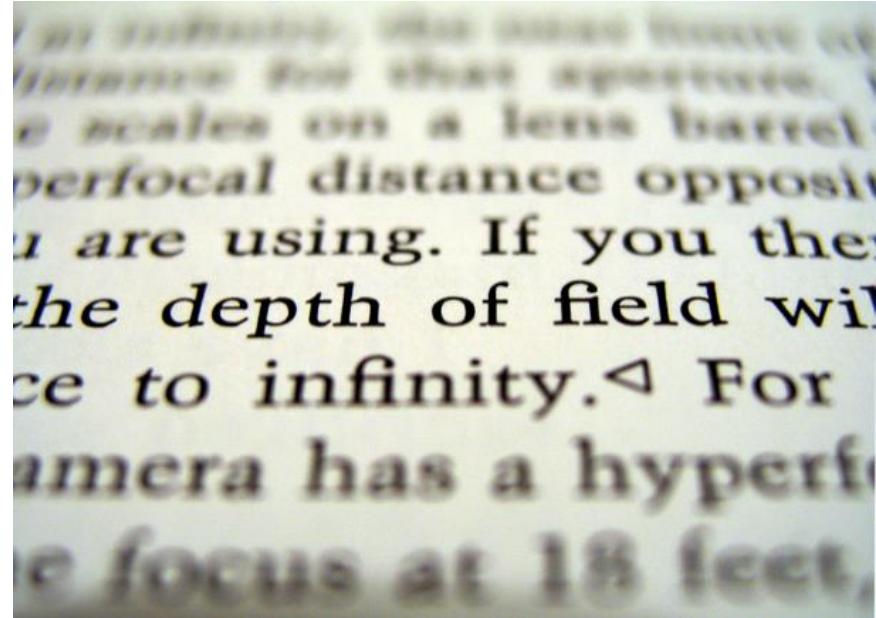
- Linse endlicher Größe ( $\emptyset > 0$ )
  - sammelt Strahlen eines Objektpunktes in einem Punkt der Bildebene.
  - Scharfes Bild mit genug Licht



- Aber, nur Punkte einer bestimmten Entfernung auf Bildebene scharf
  - Fokus
  - sonst entsteht Bildkreis ( $\emptyset > 0$ )
  - Abhängig von Unterschied zur fokussierten Entfernung
  - Abhängig von Linsendurchmesser (Blende)

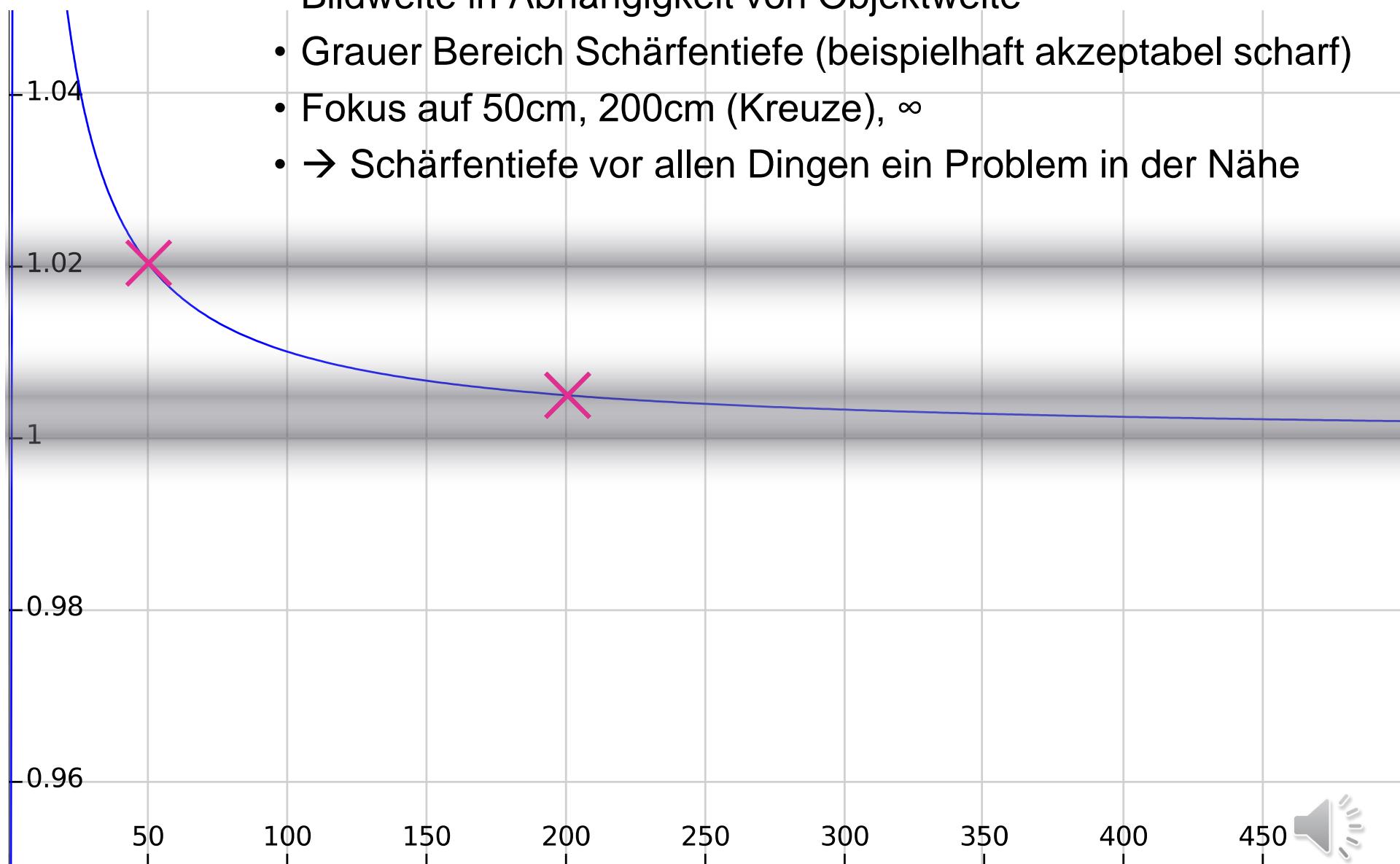


- Nur bestimmte ("fokussierte") Entfernung perfekt scharf
- Davor / dahinter graduell unschärfer
  - Bereich akzeptabler Schärfe ist die Schärfentiefe
- Schärfentiefe abhängig von Blende
  - Kleine Blendenöffnung = große Blendenzahl → große Schärfentiefe
  - Große Blendenöffnung = kleine Blendenzahl → kleine Schärfentiefe
- Fotografie
  - gestalterisch nutzen
- Bildverarbeitung
  - die relevanten Bildteile scharf halten
- <https://de.wikipedia.org/wiki/Schärfentiefe>



## Schärfentiefe (Beispiel)

- $f=1\text{cm}$ , Blendenöffnung fest
- Bildweite in Abhängigkeit von Objektweite
- Grauer Bereich Schärfentiefe (beispielhaft akzeptabel scharf)
- Fokus auf 50cm, 200cm (Kreuze),  $\infty$
- → Schärfentiefe vor allen Dingen ein Problem in der Nähe



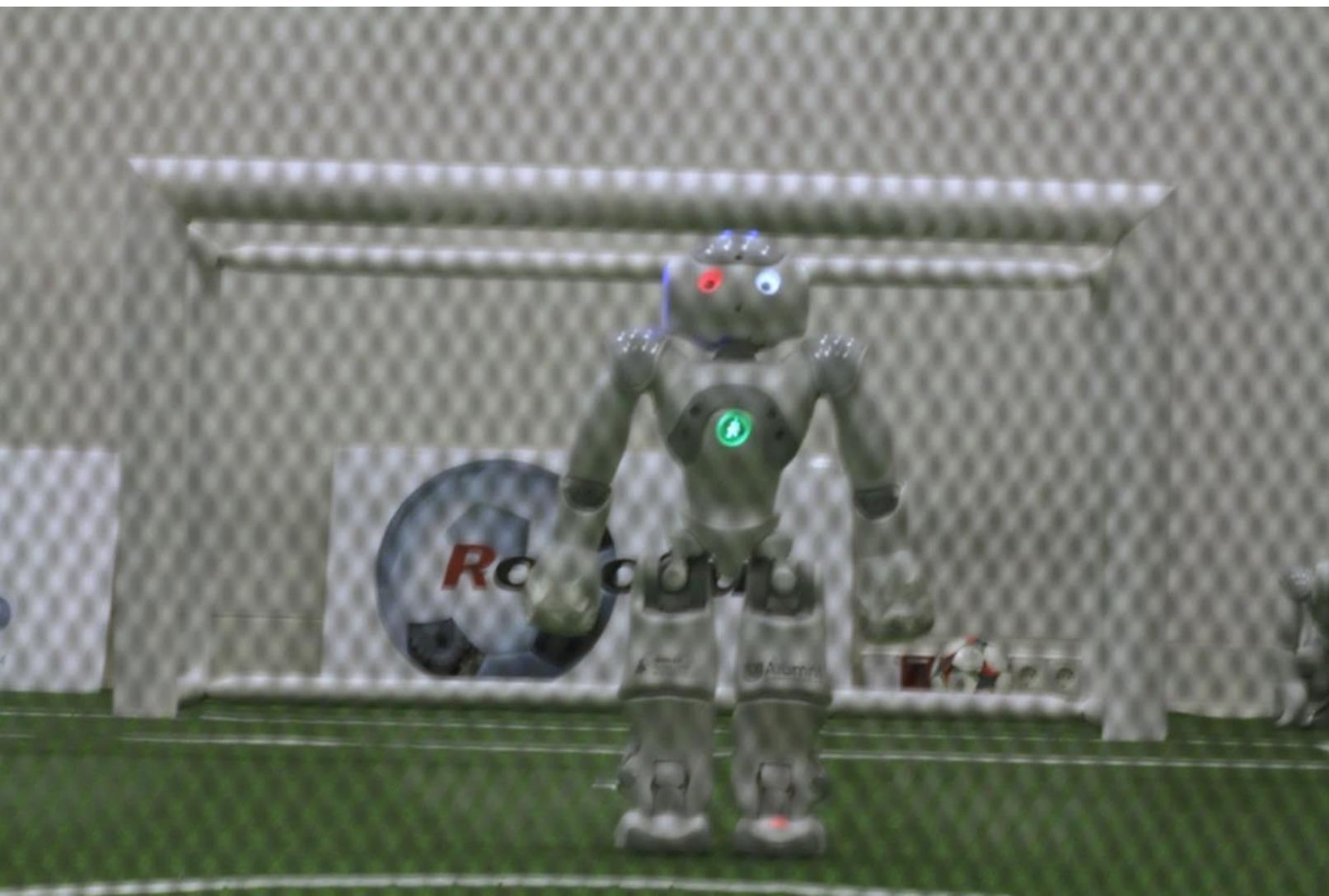
Blendenöffnung: Klein  
Fokus: Vorne





Blendenöffnung: Klein

Fokus: Mitte

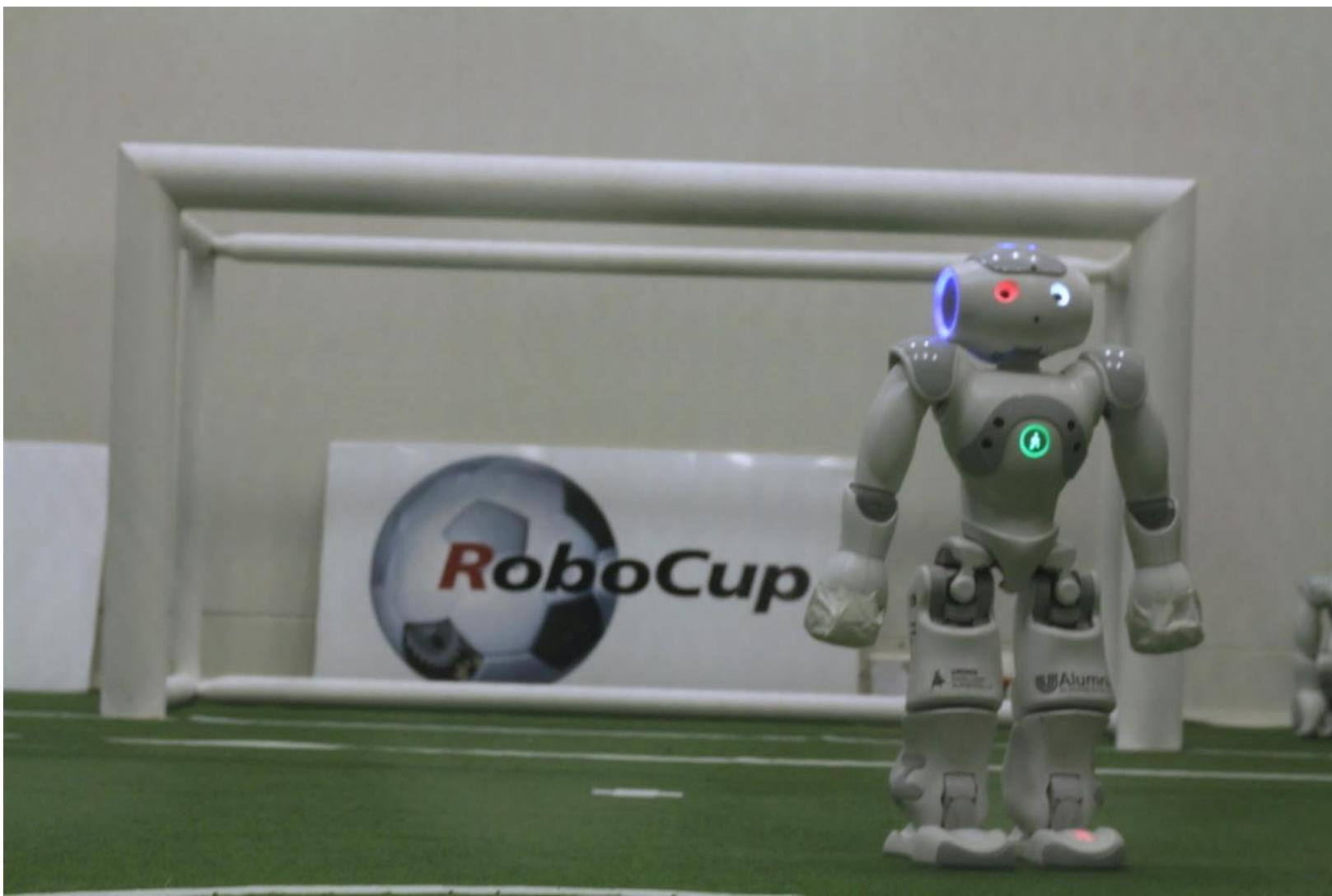


Blendenöffnung: Klein

Fokus: Hinten

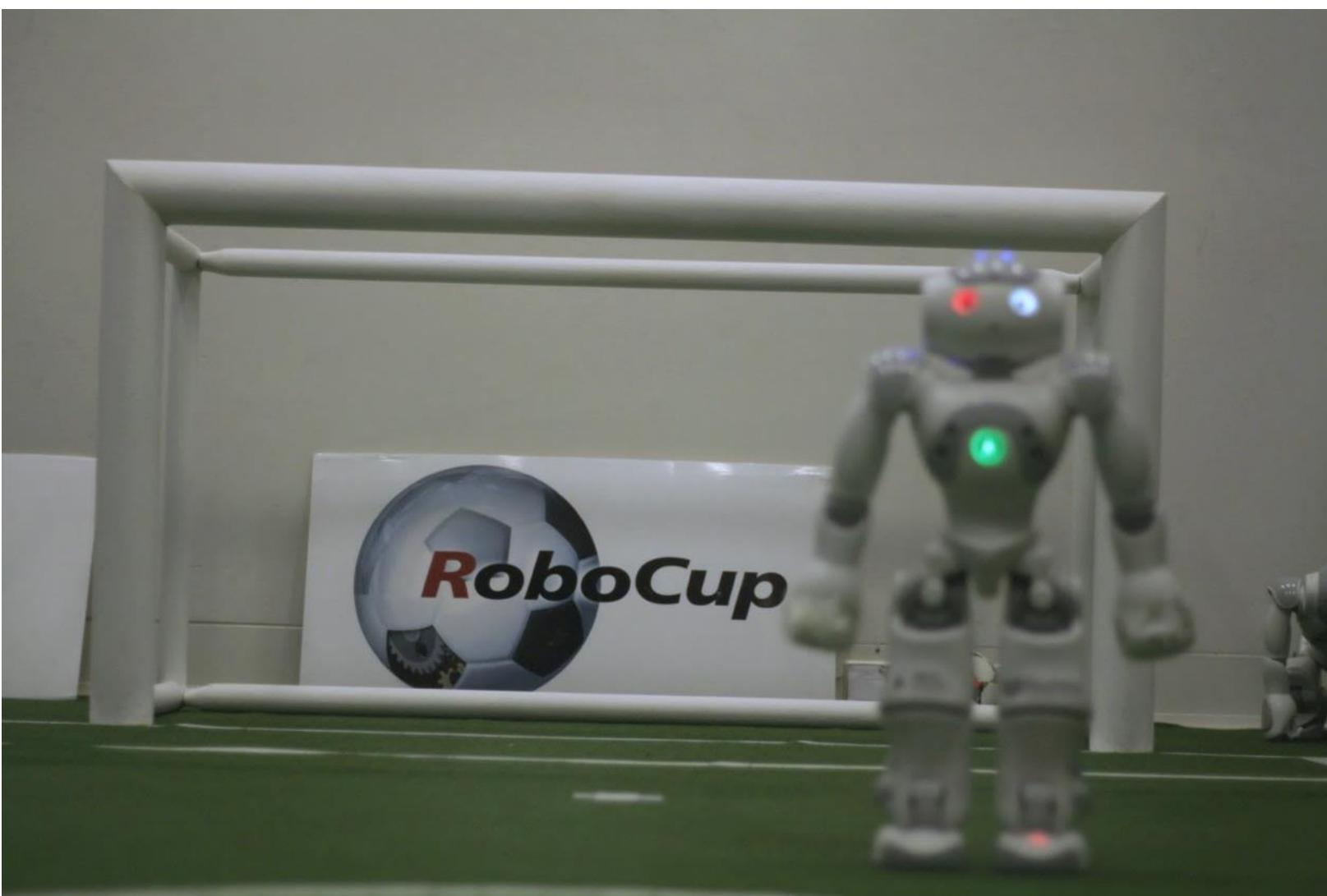


Blendenöffnung: Mittel  
Fokus: Vorne



Blendenöffnung: Mittel

Fokus: Mitte

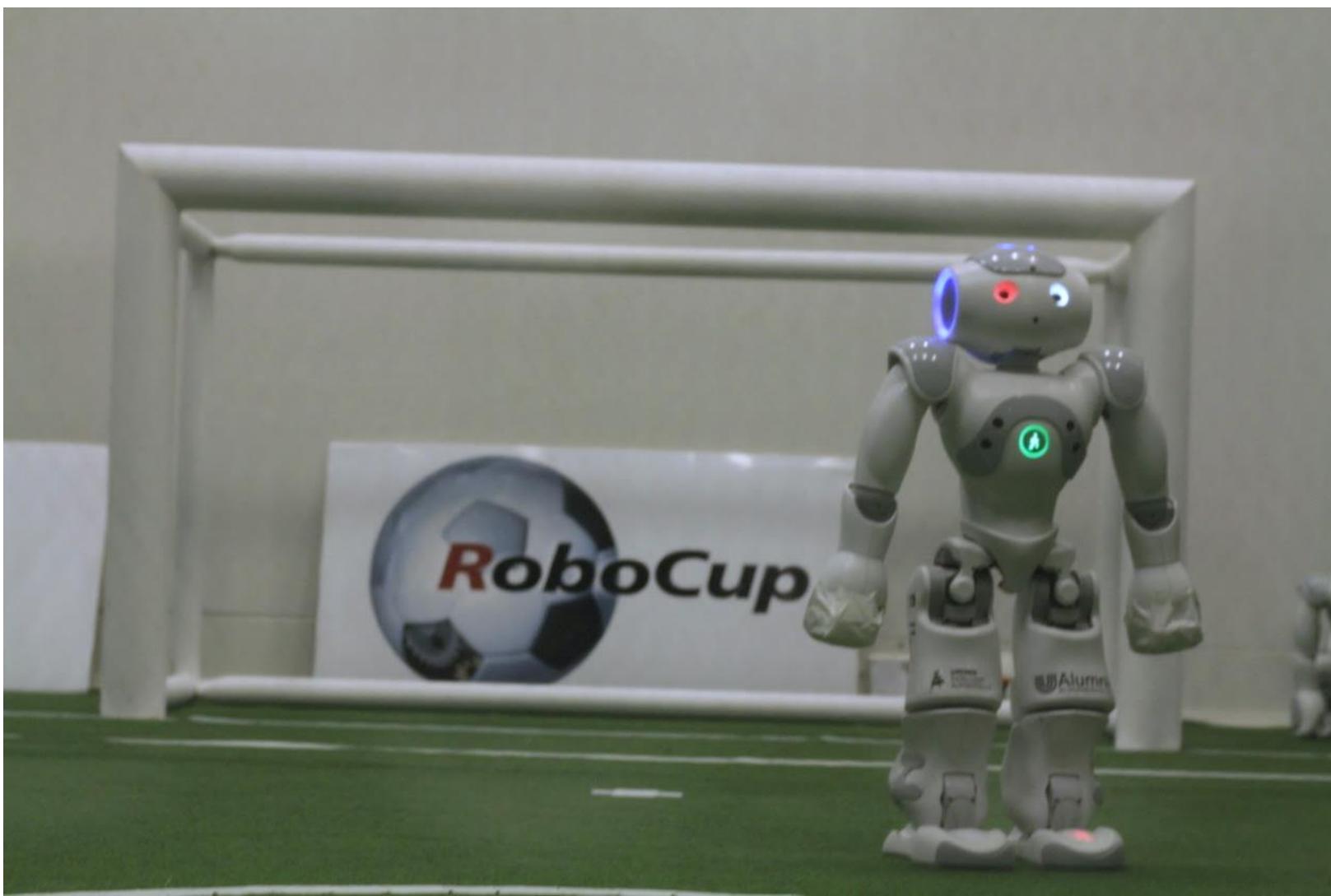


Blendenöffnung: Mittel

Fokus: Hinten

Blendenöffnung: Groß  
Fokus: Vorne



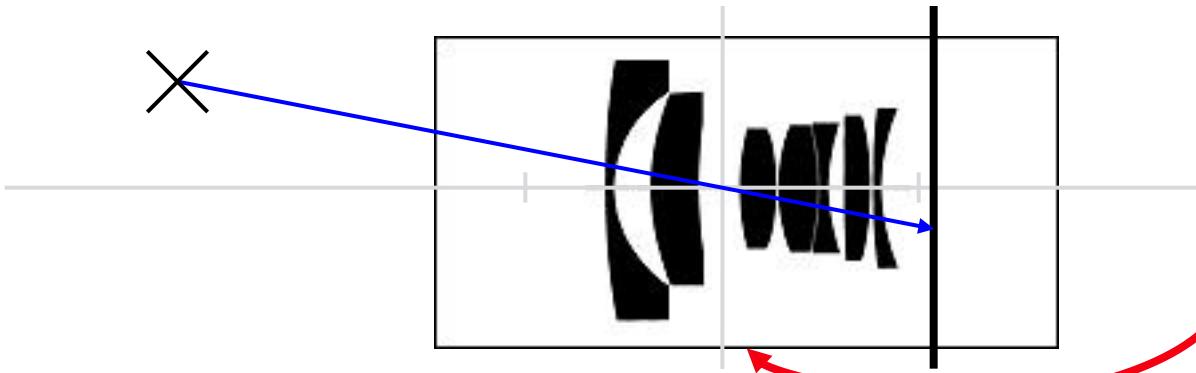


Blendenöffnung: Groß

Fokus: Mitte

Blendenöffnung: Groß  
Fokus: Hinten





Quelle:Zeiss AG  
([www.zeiss.de](http://www.zeiss.de))

- Moderne Objektive haben mehrere (3-9) Linsen
- Zoom, Fokus, Korrektur von Linsen- und Farbfehlern
- Aus Bildverarbeitungssicht wie eine einzelne Linse mit...
  - Optischem Zentrum
  - Optischer Achse
  - Brennweite

- Weg des Bildes in den Rechner wird durch viele Faktoren beeinflusst
- Objektiv: Öffnungswinkel, Blende
  - Große Blendenöffnung → kleine Schärfentiefe, u.U.
- Gute Infos auch <http://www.industrie-kamera.de/>