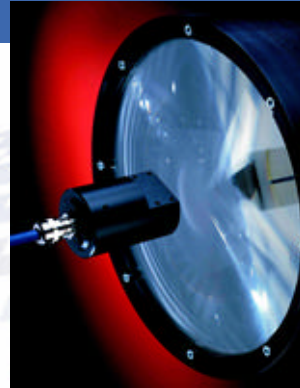


Das Objektiv - das unbekannte Wesen? Der Weg zum passenden Objektiv in der Machine Vision



Dr. Peter-Michael Merbach
Dr. Merbach, Optischer Gerätebau, Zella-Mehlis

Praxis-Seminare

Vision Academy GmbH ? Konrad-Zuse-Str. 15 ? D-99099 Erfurt / Germany ? Tel. +49(0)361 / 4262-187 ? Fax -189 ? infopoint@vision-academy.org ? www.vision-academy.org

Das Objektiv - das unbekannte Wesen? Der Weg zum passenden Objektiv in der Machine Vision

Inhalt

- Wozu braucht man Objektive?
- Wie sind sie aufgebaut, welche Merkmale haben sie?
- Die wichtigsten Kenngrößen
- Arten der Abbildung / Perspektive
- Die Telezentrie – Voraussetzung für genaues Messen

Dr. Merbach, Optischer Gerätebau

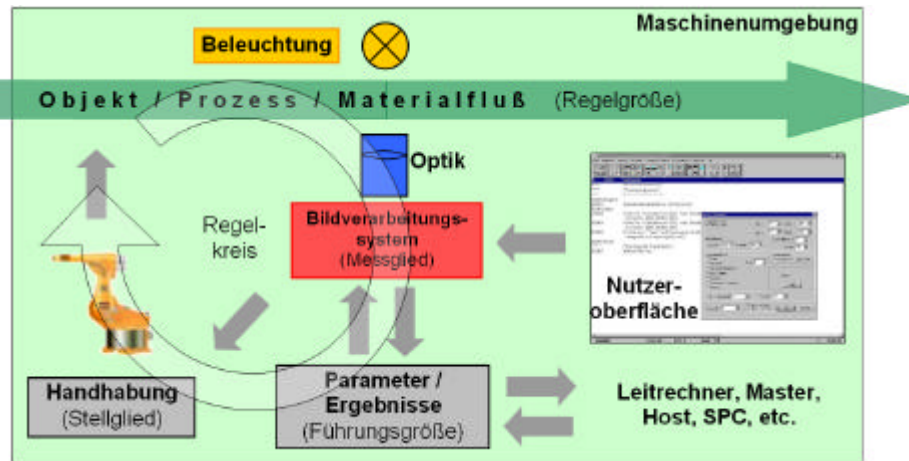
- Optik, Mechanik und Elektronik für die Bildverarbeitung
- Design und Bau von optischen Komponenten nach Kundenwunsch
- Anpassung von Standardkomponenten

Wo Machine Vision eingesetzt wird, tauchen Objektive auf



Das Objektiv - das unbekannte Wesen? Der Weg zum passenden Objektiv in der Machine Vision

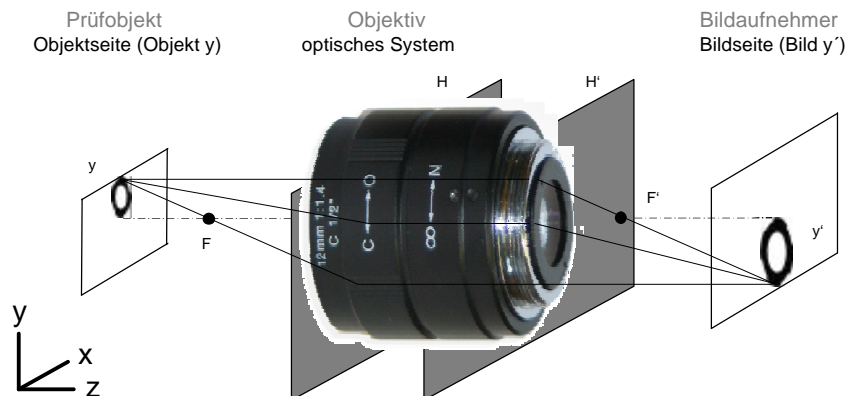
Objektive stehen im Gesamtsystem ganz vorn



Das Objektiv - das unbekannte Wesen? Der Weg zum passenden Objektiv in der Machine Vision

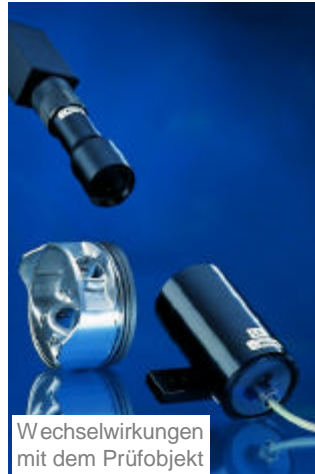
Objektive realisieren die optische Abbildung ...

Übertragung Lichtinformationen von Objektseite zur Bildseite
Geometrische Optik (Strahlenmodell) beschreibt am Besten:



Worauf müssen wir achten?

- Anpassung an Bildaufnehmer (Größe, Gesichtsfeld)
- Anpassung an Kameramechanik
- Abbildungsart des Objektivs
- Abbildungsfehler
- Genügend Auflösung für zu untersuchende Details / Software?
- Erzeugt genügend helles Bild? (Blendeneinstellung)
- Bild in der Tiefe scharf genug? (Schärfentiefe)
- Verbesserung der Bildqualität durch Lichtfiltern
- Stimmt Arbeitsabstand?
- ...



- Beleuchtung hell genug für Objektiv?
- Ausleuchtung des Objektes gleichmäßig?
- Beleuchtete Fläche genügend groß für Gesichtsfeld?
- Beleuchtungstechnik mit Objektiv zusammen realisierbar?
- Ausrichtung Beleuchtung – Objektiv notwendig?

Prüfobjekt

- Größe
- Abstand
- Verkippung
- geom. Eigenschaften

Brennweite

- kennzeichnet entozentrische Objektivs
- Brennweitenangabe sinnvoll für fokale Systeme (Systeme mit Brennpunkt)
- Brennweite = Abstand von Hauptebenen ($f: F \rightarrow H$; $f': F' \rightarrow H'$)
- Gesamtbrennweite ergibt sich durch Linsenkombinationen und wird bestimmt durch: Radien, Glas, Abstände, Medium zwischen Linsen
- standardisierte Brennweitenstufen der BV: 3.5, 4.5, 6, 8, 10, 12, 16, 25, 35, 50, 75, 100 [in mm]
- Festbrennweiten / Zoom
- Codierung der Brennweite in der Objektivbezeichnung, z.B. Tevidon 2/10

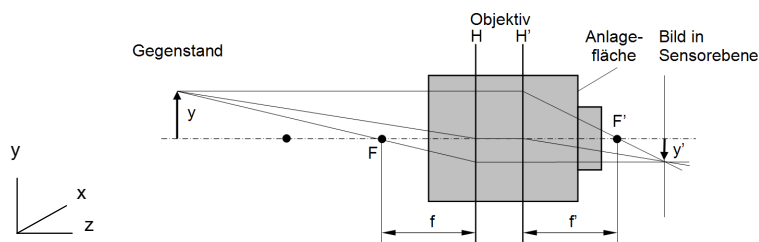


Abbildung eines nahen Gegenstandes

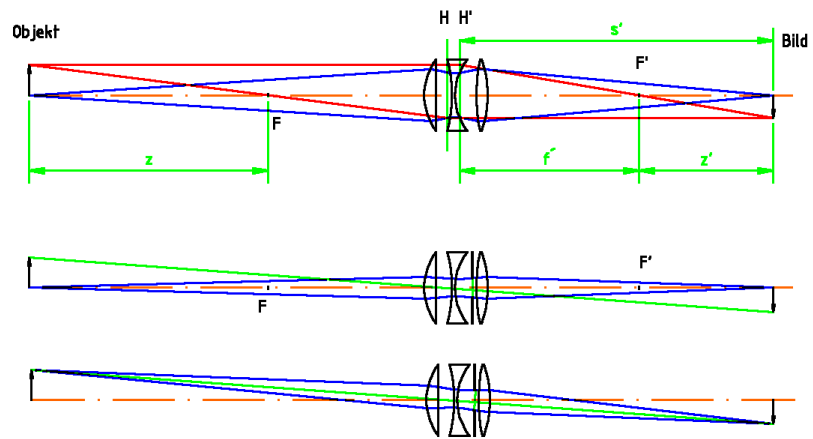
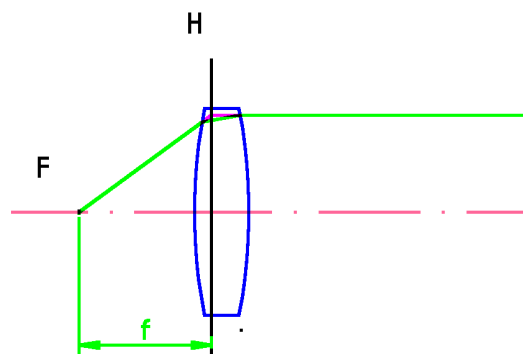


Abbildung eines nahen Gegenstandes

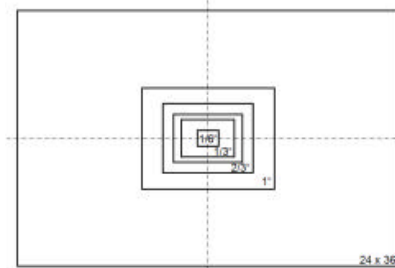


Definition von Brennpunkt und Hauptebene

... auf dem Bildaufnehmer in der Bildebene

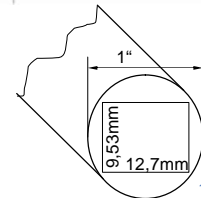
Zoll-Bezeichnungen von Vidikon-Vakuumaufnahmeröhren mit Ursprungsformat 1" abgeleitet:

Größe	Fläche/mm ²	Diagonale	typ. Pixelraster (2007)
„klassisch“ 4 : 3			
1,2"			
1"	12,7 x 9,5	16 mm	9 µm
2/3"	8,8 x 6,6	11 mm	6,7 µm
5/9=1/1,8	7,2 x 5,3		
1/2"	6,4 x 4,8	8 mm	6,7 µm
1/3"	4,8 x 3,6	6 mm	6 µm
1/4"	3,6 x 2,7	4,5 mm	5 µm
1/5"	2,9 x 2,2	3,6 mm	4 µm
1/6"	2,1 x 1,6	2,7 mm	4 µm
...
1/10"	...	1,8 mm	2,9 x 2,3 µm ²
Pixelfläche 1/10" → ~ 1/20 Pixelfläche 2/3"!			



Bildaufnehmer im Größenvergleich

Maße an Vidikon-Röhre



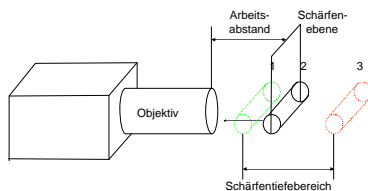
Hinweis: Weitere Bildaufnehmer Format 1:1 o.ä.
Größe und Diagonale beachten.

Effektive Fläche häufig kleiner (BV-System „schneidet“ Pixel weg)

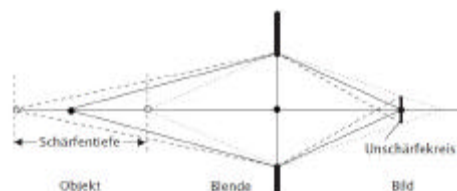
Tiefenschärfe

Ist der Verschiebebereich des Objektes entlang optischer Achse, ohne ...

- „merkliche“ Änderung der Bildschärfe. (klass. Definition der Fotografie)
- Änderung des Kantenortes bei Änderung der Bildschärfe. (auf BV angepasste Definition)
- komplementär auf der Bildseite: Abbildungstiefe
 - tolerierbare Verschiebung des Bildaufnehmers (Auflagemaß)
 - Abbildung (ungewollter) Partikel auf Deckglas Bildaufnehmer
- für Berechnung: Quantifizierung der zulässigen Unschärfe nötig



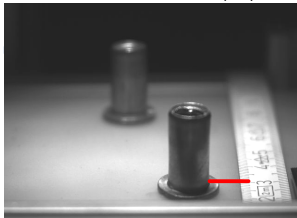
Strecke 1-2 < Strecke 2-3
Schärfentiefebereich unsymmetrisch



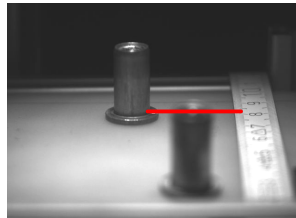
Definition Unschärfekreis und Abbildungstiefe

Tiefenschärfe – Beispiel: Gewindehülse auf Förderband

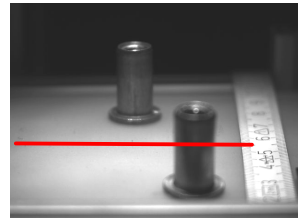
- k=1,4, Schärfenebene (rot) vorn



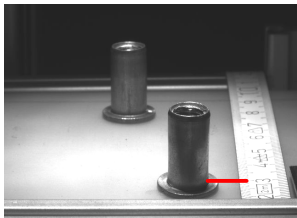
hinten



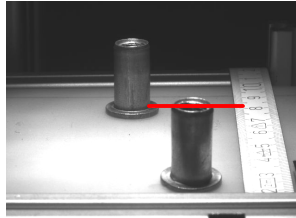
Mitte



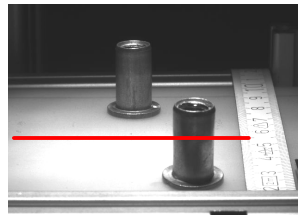
- k=8, Schärfenebene (rot) vorn



hinten



Mitte



Tiefenschärfe - Berechnung

- Fernpunkt

$$a_{\text{fern}} = \frac{a}{1 - u'k \frac{a}{f'^2}}$$

- Nahpunkt

$$a_{\text{nah}} = \frac{a}{1 + u'k \frac{a}{f'^2}}$$

Tiefenschärfe bei Abbildung mit unterschiedlichen Brennweiten - Berechnungsbeispiel

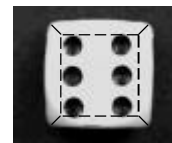
Arbeitsabstand $a=250$ mm

	f = 15 mm, u = 10 μ m			f = 30 mm, u = 20 μ m		
	a fern - a	a - a nah	t gesamt	a fern - a	a - a nah	t gesamt
k = 2	9,2	8,6	17,8	3,1	3,1	6,2
k = 4	19,1	16,6	35,7	6,4	6,1	12,5
k = 16	99,5	55,4	154,9	27,6	22,6	50,2

Optische Abbildung – Arten der Abbildung / Perspektive

entozentrisch

- Perspektivitätszentrum vor dem Objekt
- nahe Objekte groß, ferne klein



telezentrisch

- Perspektivitätszentrum im Unendlichen
- nahe und ferne Objekte gleich groß

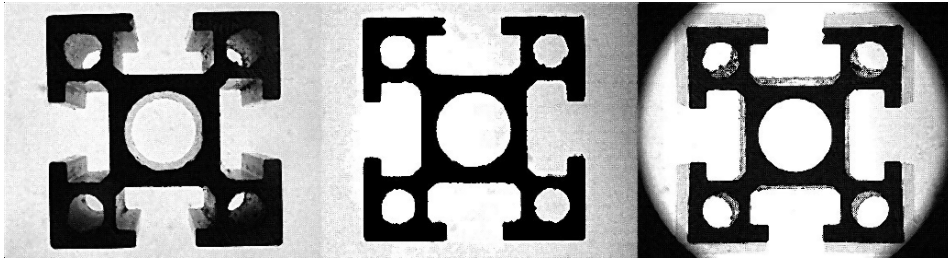


hyperzentrisch

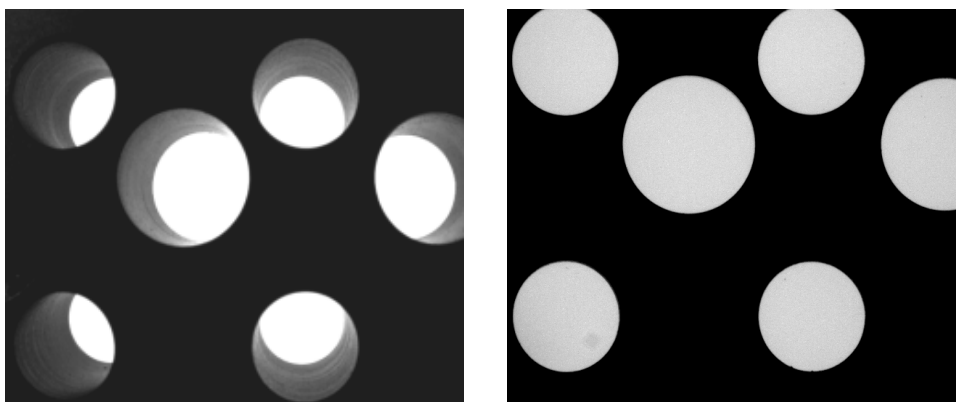
- Perspektivitätszentrum hinter dem Objekt
- nahe Objekte klein, ferne groß



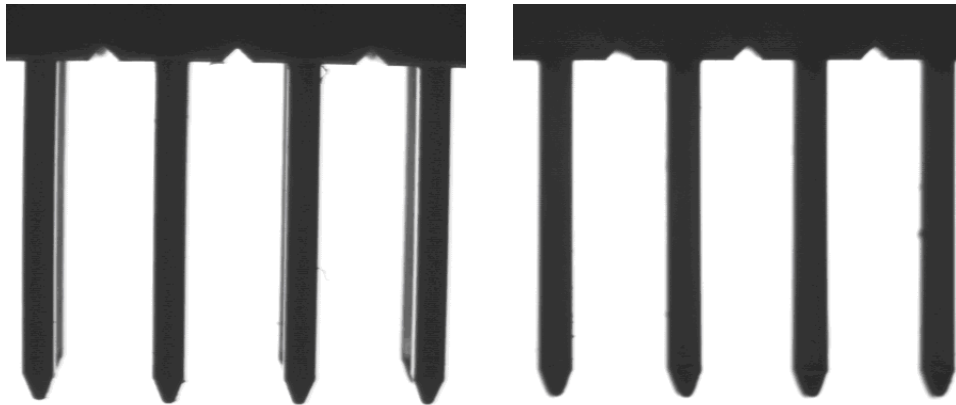
Entozentrische, telezentrische und hyperzentrische Abbildung



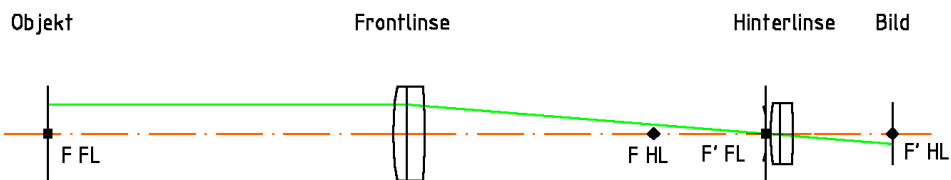
Entozentrische und telezentrische Abbildung



Entozentrische und telezentrische Abbildung

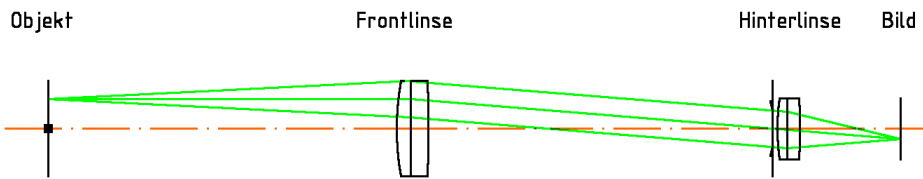


Telezentrische Objektive



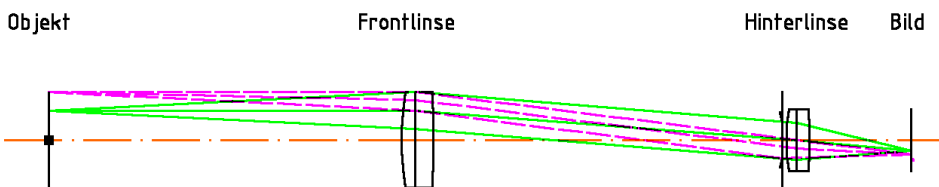
Prinzipieller Aufbau eines telezent. Objektivs

Telezentrische Objektive



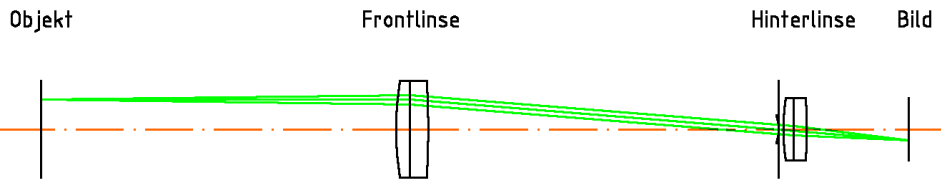
Verhältnisse bei großer Blende

Telezentrische Objektive



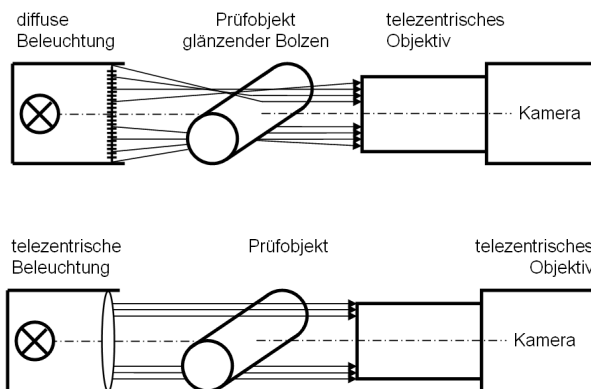
Unsymmetrische Beschneidung der Randbündel

Telezentrische Objektive

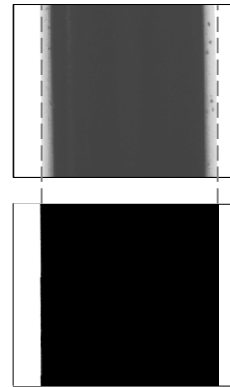
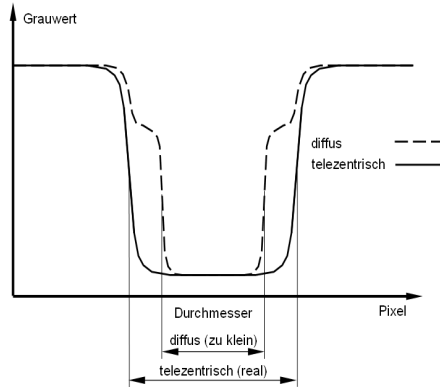


Verhältnisse bei kleiner Blende

Ungünstige und günstige Beleuchtung - Messfehler



Ungünstige und günstige Beleuchtung - Messfehler



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Fragen?