

gph

# 3D-Makro-Verfahren

DGS-Regionalgruppe Ulm/Laupheim



gph



# 1 Sequentielle Verfahren

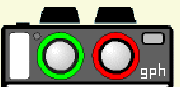
Nur eine Kamera erforderlich.

**Nur unbewegte Objekte!**

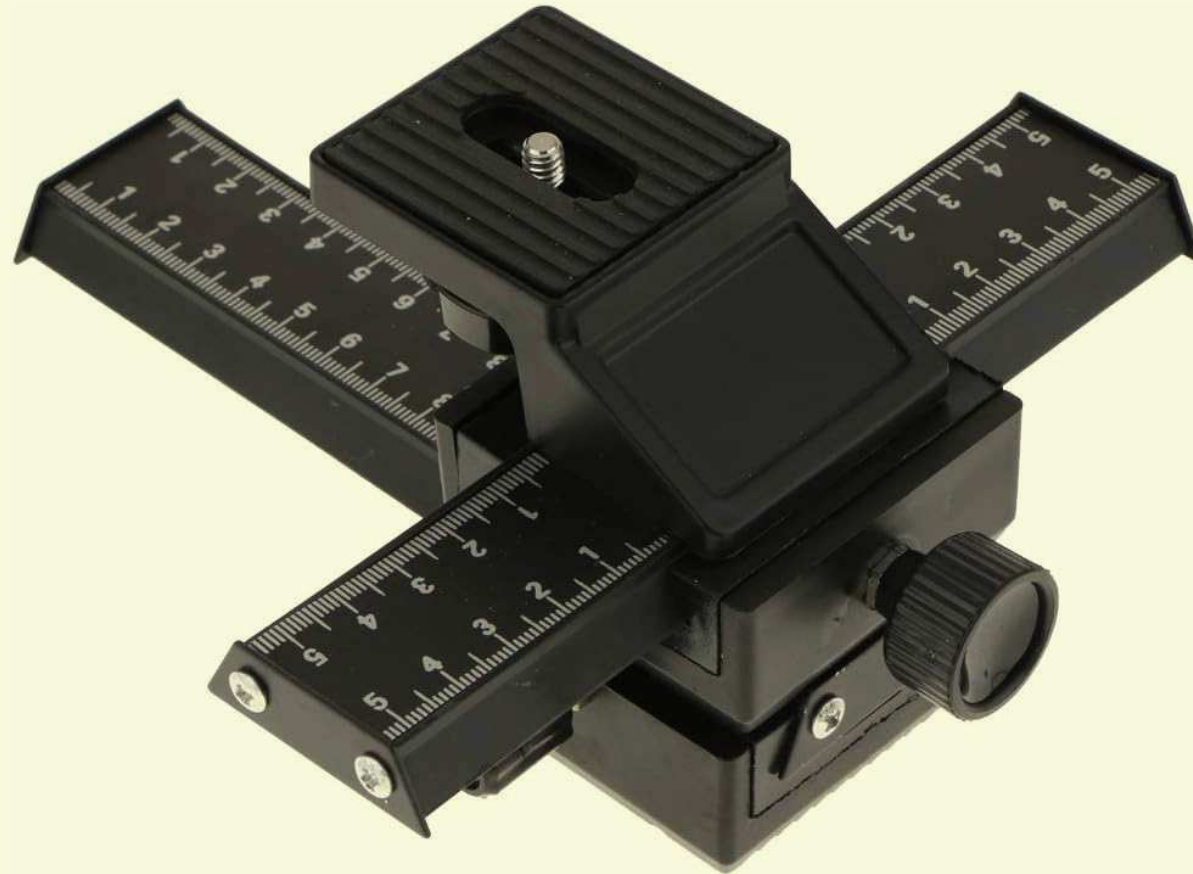
1.1 Verschiebetechnik / Shiftbalgen / Trapezverzeichnung

1.2 Kipptechnik

1.3 Tiefenmaske aus Stapel -> 2D/3D-Konvertierung



# 1.1 Verschiebetechnik



Bei Amazon für 12€:

4 Macro Cross Sledge Camera Mount Adjustment Slide 4 Macro Rail for Macro Photography

# 1.1 Shiftbalgen

Um Trapezverzeichnungen zu vermeiden:

Vordere **Objektiv-Standarte**:

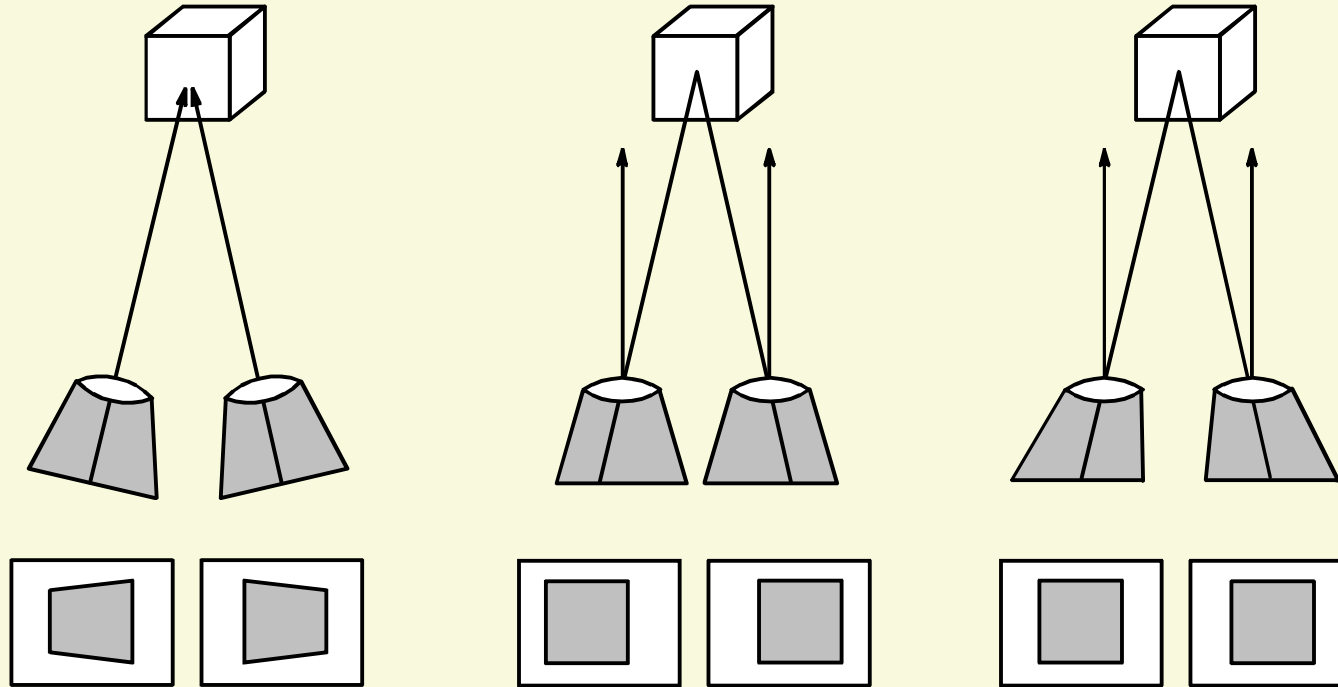
- um Basis verschieben

Hinter **Kamera-Standarte**:

- für gleichen Bildinhalt verschieben



# 1.1 Trapezverzeichnung

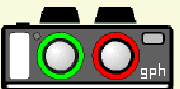


Verzeichnungen!



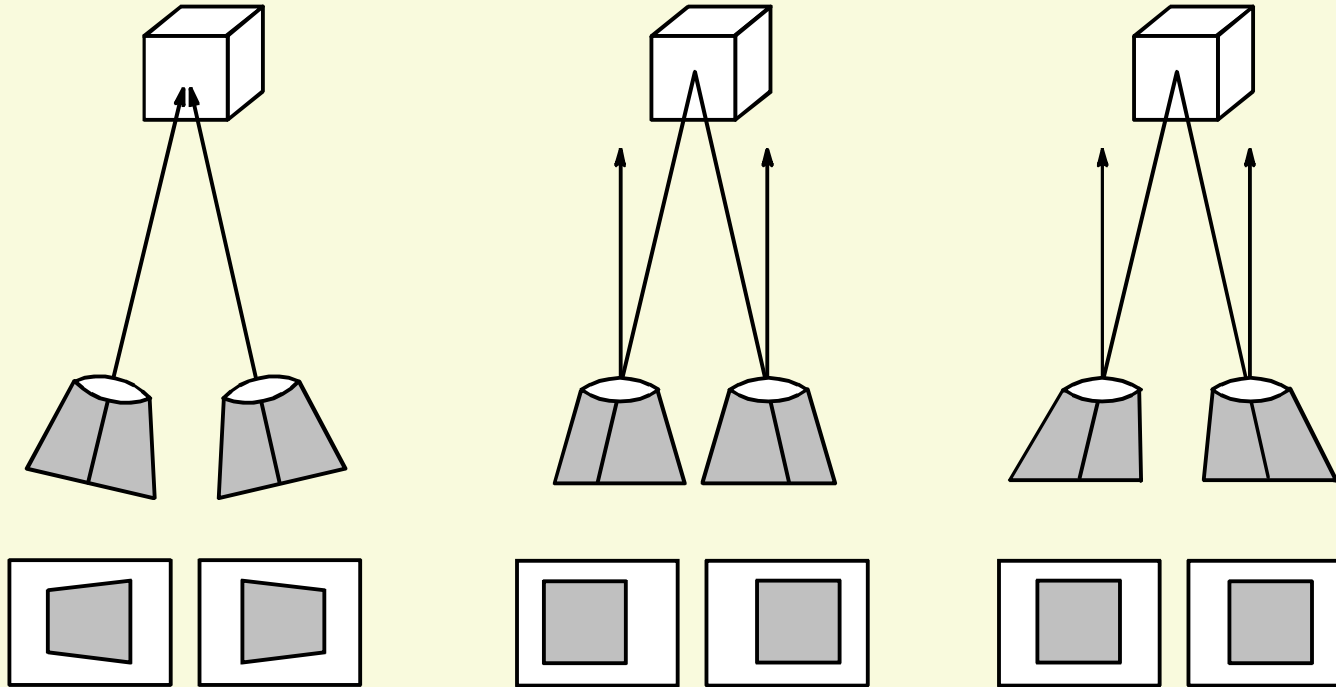
unterschiedliche  
Bildinhalte!

So soll es sein!



# 1.1 Trapezverzeichnung

**ABER:**

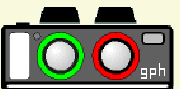


Verzeichnungen!

unterschiedliche  
Bildinhalte!

So soll es sein!

**COSIMA**

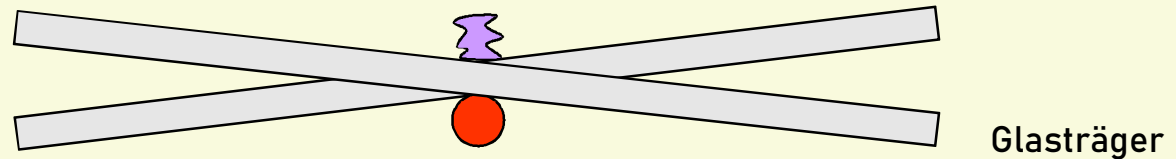


## 1.2 Kipptechnik

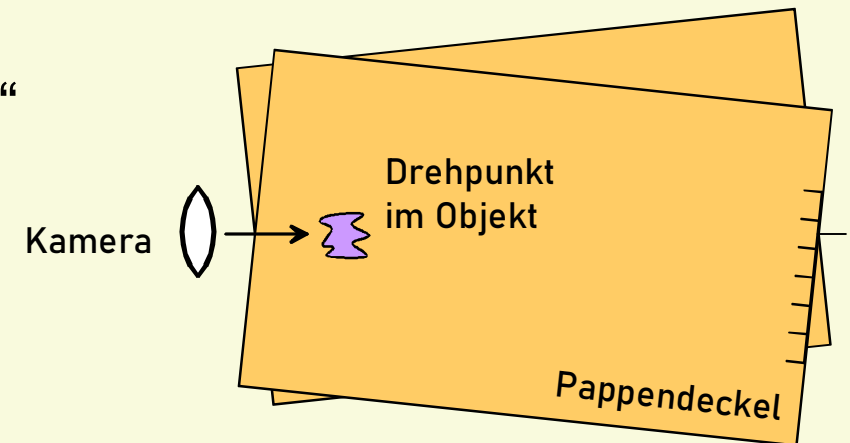
Entweder die **Kamera** wird bewegt ... oder das **Objekt**:

Die **Kipptechnik** eignet sich für hohe Vergrößerungsfaktoren

- für **Mikroskope**



- für einen **Drehteller** (beschrieben in:  
„Von Bergwerken und Kristallschätzen“  
von Erich Offermann  
und Wolfgang Schreiber)



*Winkel 3° und Trapez entzerren!*

# 1.3 Tiefenmaske aus Stapel

## Focus Stapel:

Für jedes Pixel wird die Ebene (das Bild) bester Schärfe gesucht.

Variante 1: Zwei Stapel, getrennt für links und rechts

Variante 2: Tiefenmaske -> Stereobild

**Achtung:** Wenn sich beim Stacking der Abstand zwischen Objekt und Objektiv ändert, wird der Abbildungsmaßstab verfälscht.

Helicon Focus (<https://www.heliconsoft.com/>, depth map 184€ oder 51€/Jahr)

Zerene Stacker (<https://zerenesystems.com/>, depth map ab 189\$)

Picolay (<http://www.picolay.de>, frei)

DepthMapper (<https://github.com/tonyketcham/Depth-Mapper>, frei)

CombineZP (<https://combinezp.software.informer.com>, frei, keine depth map?)

Zum Weiterlesen: <https://www.foto-schuhmacher.de/artikel/focus-stacking.html>

<https://www.alternativen.pro/blog/focus-stacking>





# 2.1 Systeme ohne Spiegel

Nur eine Kamera erforderlich.

**Aber:** Erhebliche Randbedingungen!

2.1.1 Lumix 3D-Objektiv

2.1.2 Loreo 3D-Objektiv

2.1.3 de Wijs

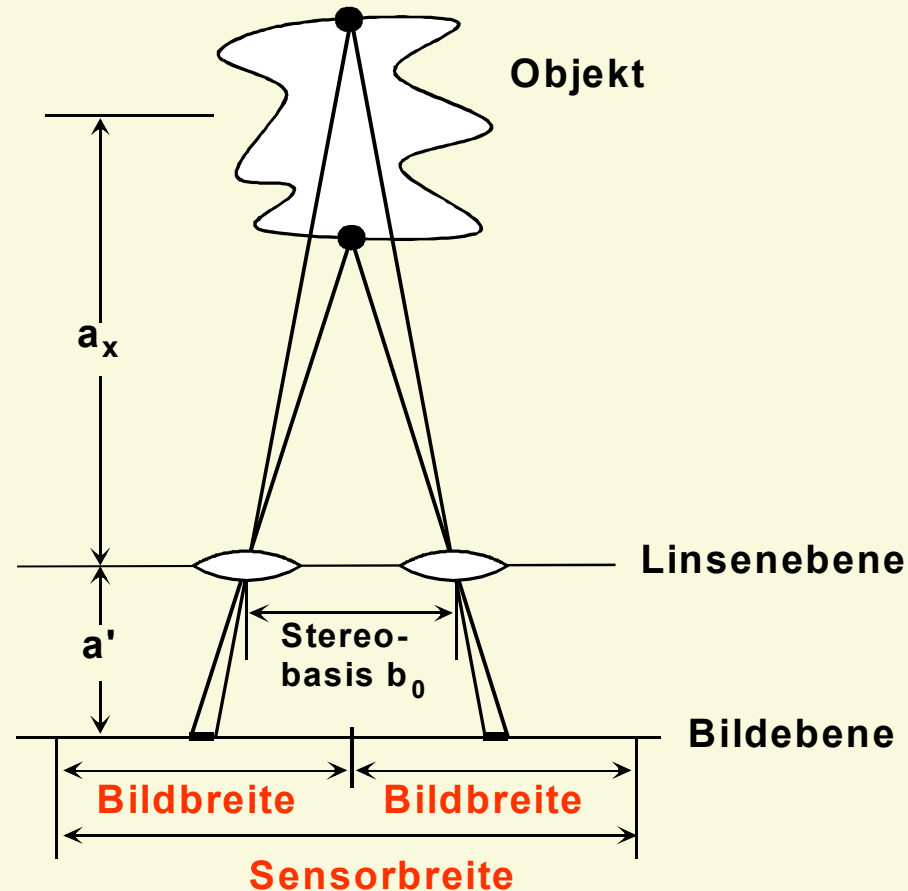
2.1.4 Konkavlinse (Nimslo-Umbau)

2.1.5 Pat Whitehouse (Big Bertha)



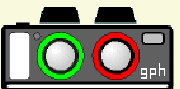
## 2.1 Systeme ohne Spiegel

Ein Sensor -> keine Syncprobleme, **ABER:**



weitere geometrische  
Abhängigkeit:

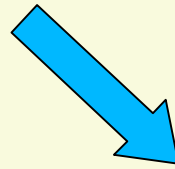
$$b_0 = \frac{\text{Bildbreite}}{1 + \beta}$$



# 2.1 Systeme ohne Spiegel

Basisbedingung:

$$b_0 = \frac{a_x}{20}$$



Formatbedingung

$$b_0 = \frac{\text{Bildbreite}}{1 + \beta}$$



$\beta$	$b_0$ [mm]		$a_x$ [mm]		$f$ [mm]
	KB (36mm)	MFT (18mm)	KB (36mm)	MFT (18mm)	
0.1	16	8	327	164	30
0.2	15	8	300	150	50
0.3	14	7	277	138	64
0.4	13	6	257	129	73
0.5	12	6	240	120	80
1.0	9	5	180	90	90



## 2.1.1 Lumix 3D (MFT)

$b_0 = 10\text{mm}$ ,  $f = 12.5\text{mm}$  (25mm equ),  $a_x = 1.2\text{m}$  (fix foc. 0.6m -  $\infty$ )

**Entweder:** Mit Vorsatzlinse ( $f_V$ ) Abstand vergrößern auf:

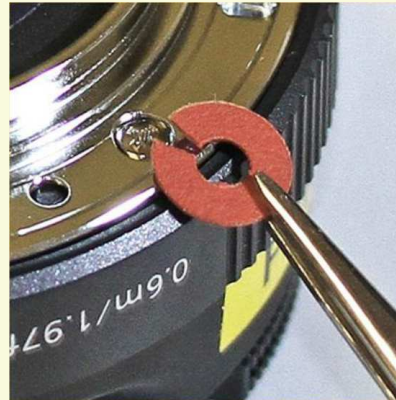
$a_x |_{\text{neu}} = 20 * b_0 = 20 * 10\text{mm} = 200\text{mm}!$

$$\frac{1}{f_V} = \frac{1}{20\text{cm}} - \frac{1}{1.2\text{m}} \quad \rightarrow \quad f_V \sim 4\text{dptr.} \quad f_G = 11.9\text{mm} \text{ (24mm equ)}, \beta = 0.06$$

**Oder:** Unterlegscheibe 0.7mm

$\rightarrow \beta = 0.066$

<https://www.oz3d.info/Articles/Close-Up 3D with a Lumix 3D Lens.pdf>



## 2.1.2 Loreo (APS-C)

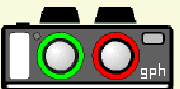
$b_0 = 20\text{mm}$ ,  $f = 38\text{mm}$  (60mm equ), crop factor  $\sim 1.5$   
Schärfe:  $a_x = 23\text{-}85\text{cm}$ ,  $\beta = f / (a_x - f) = 0.2$  bis  $0.05$

Mit  $a_x = 40\text{cm}$   $\rightarrow$   $\beta \sim 0.1$

Es werden im Internet Vorsatzlinsen erwähnt (bis 4 dptr.), aber Vorsicht!



[http://www.loreo.com/pages/products/loreo\\_3dmacrocap.html](http://www.loreo.com/pages/products/loreo_3dmacrocap.html)



## 2.1.3 de Wijs

Brennweite  $f = 63\text{mm}$  (wahrscheinlich alle identisch)  
Alle für Vollformat!

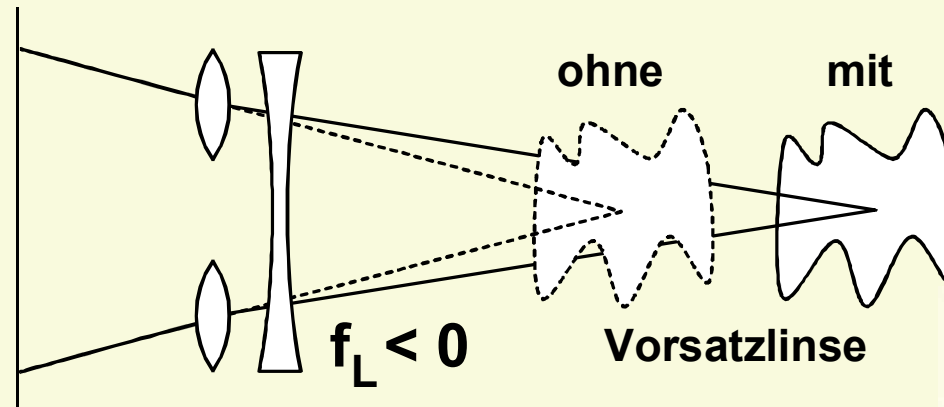
Bezeichnung (Bildfeld)	Abstand [mm]	Basis [mm]	$\beta$
F10x14	89	6.5	1.71
F21x29	127	9.4	0.83
F40x57	200	12.3	0.42
F56x77	230	13.5	0.31
F180x110	318	14.6	0.23



<https://www.dewijs-3d.com/en/products/3d-macro-lens-for-slr-2007/>  
<https://www.dewijs-3d.com/en/products/3d-macro-lens-2021>

## 2.1.4 Konkav-Linsen

**Konkav-Linsen** können helfen, die Brennweite zu **vergrößern** und damit auch den Abstand zu **vergrößern**, wenn man aus Formatgründen die **Basis vergrößern müsste** (aber nicht möchte)!



Beispiel:  $f = 35\text{mm}$  (Stereotare),  $b_o = 18\text{mm}$  😞  
Ohne Linse:  $a_x = 360\text{mm}$  → Bildbreite = **19.4mm**

Mit Konkavlinse  $-2\text{ dptr}$  → Bildbreite = **22mm** 😊



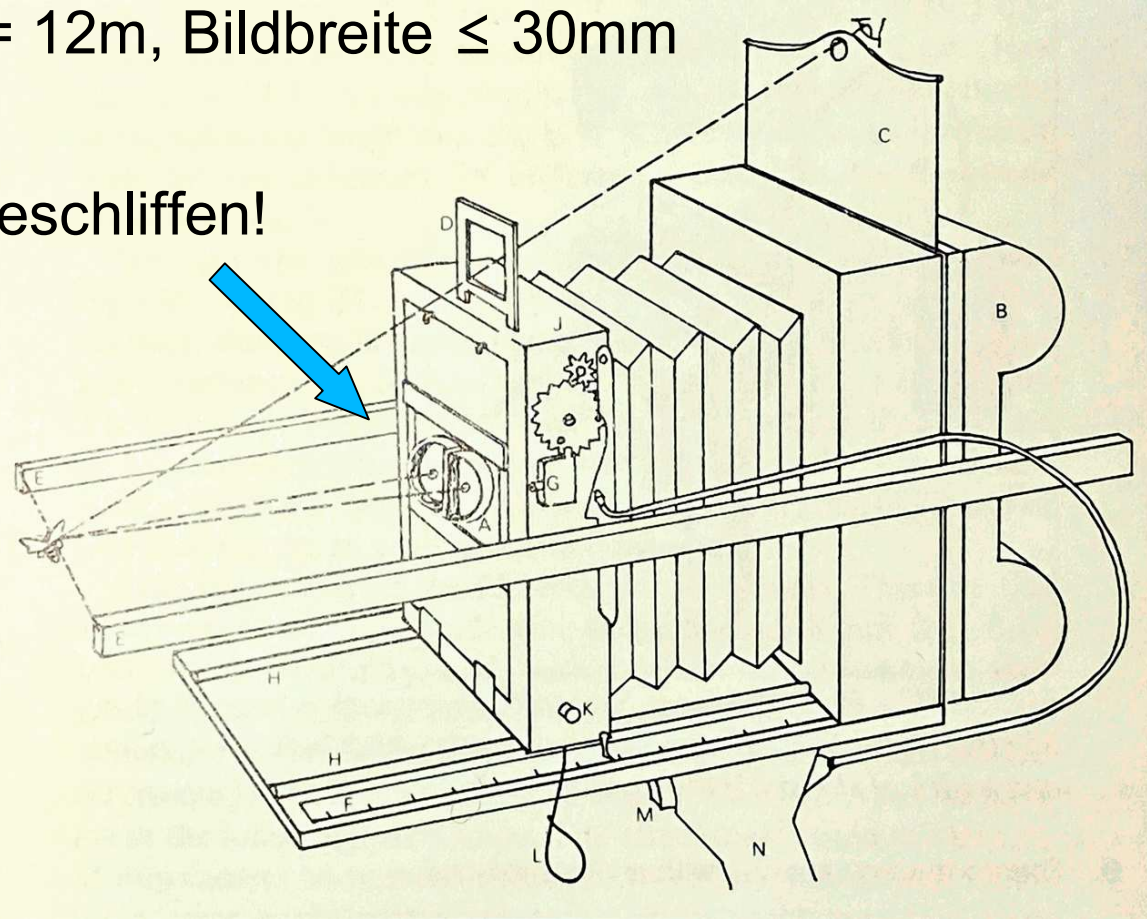
Kamera: Herbig

## 2.1.5 Pat Whitehouse

Baby Bertha 2:  $f = 75 \text{ mm}$ ,  $b_0 = 12 \text{ m}$ , Bildbreite  $\leq 30 \text{ mm}$

Linsen wurden per Hand angeschliffen!

Werte ergeben  $\beta \sim 0.5$





## 2.2 Spiegel-System

Formatbedingung entfällt: Größere Freiheit.

**Aber:** Synchroner Kameras erforderlich (z.B. mit Sony Multiport)

**2.2.1** Halbdurchlässiger Spiegel (Spiegel-Box)

**2.2.2** Prismen-Strahlenteiler/umlenkung

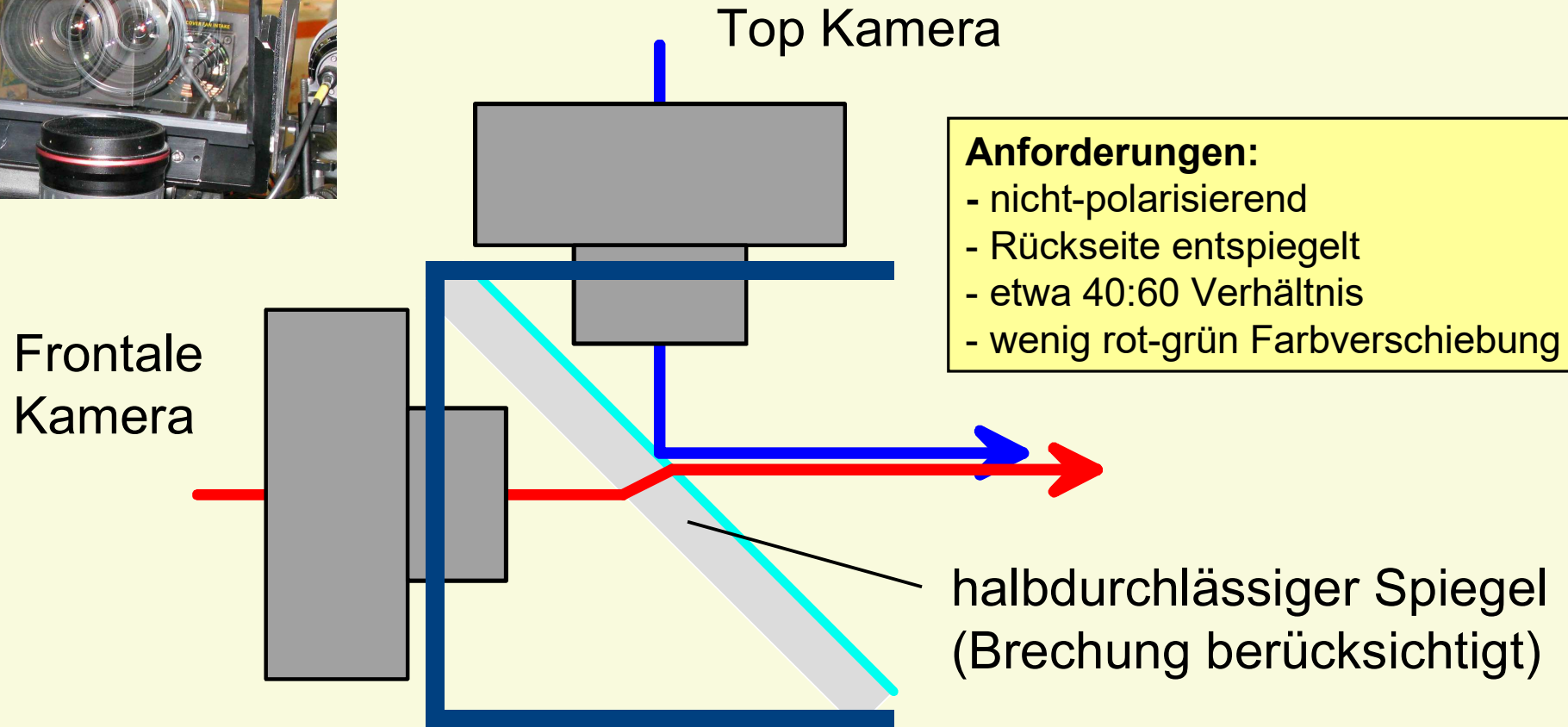
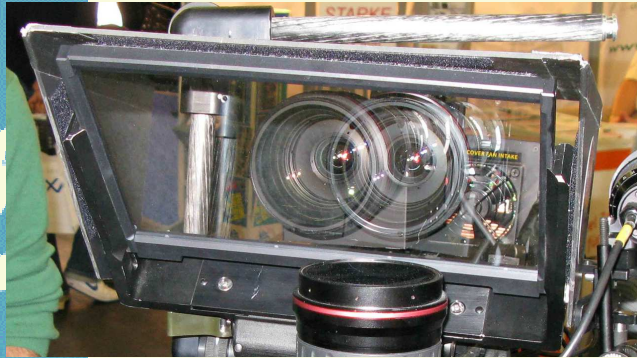
**2.2.3** RBT/Ochotta

**2.2.4** Pennings

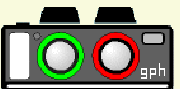
**2.2.5** 60°/90°-Prismen (Bur am Orde)



## 2.2.1 Spiegel-Box

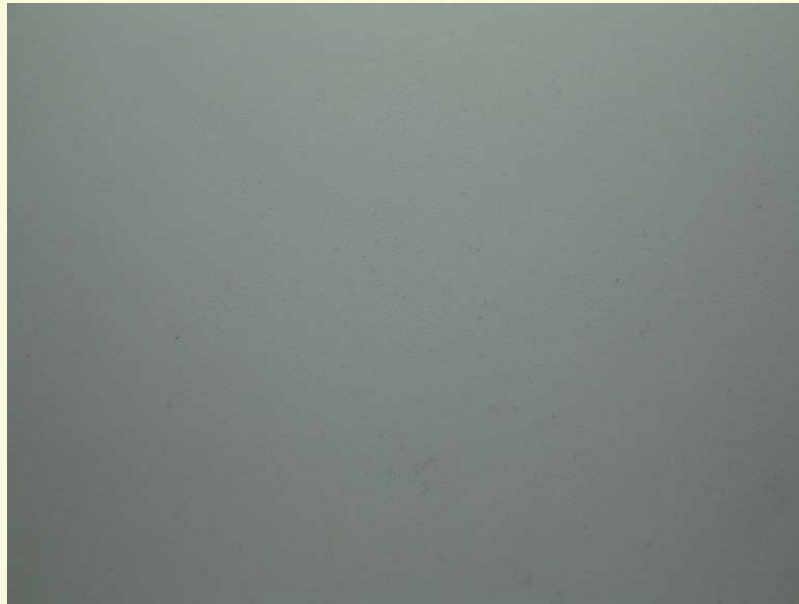


<https://www.twowaymirrors.com>

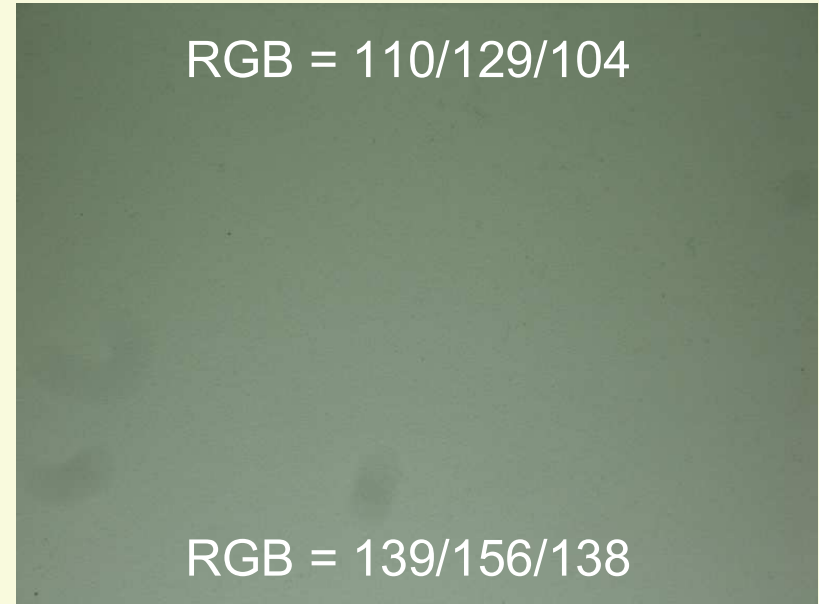


## 2.2.1 Spiegel-Box

Beispiel für P200, Tele, automatischer Weißabgleich  
Original-Makrobox von Co v. Ekeren



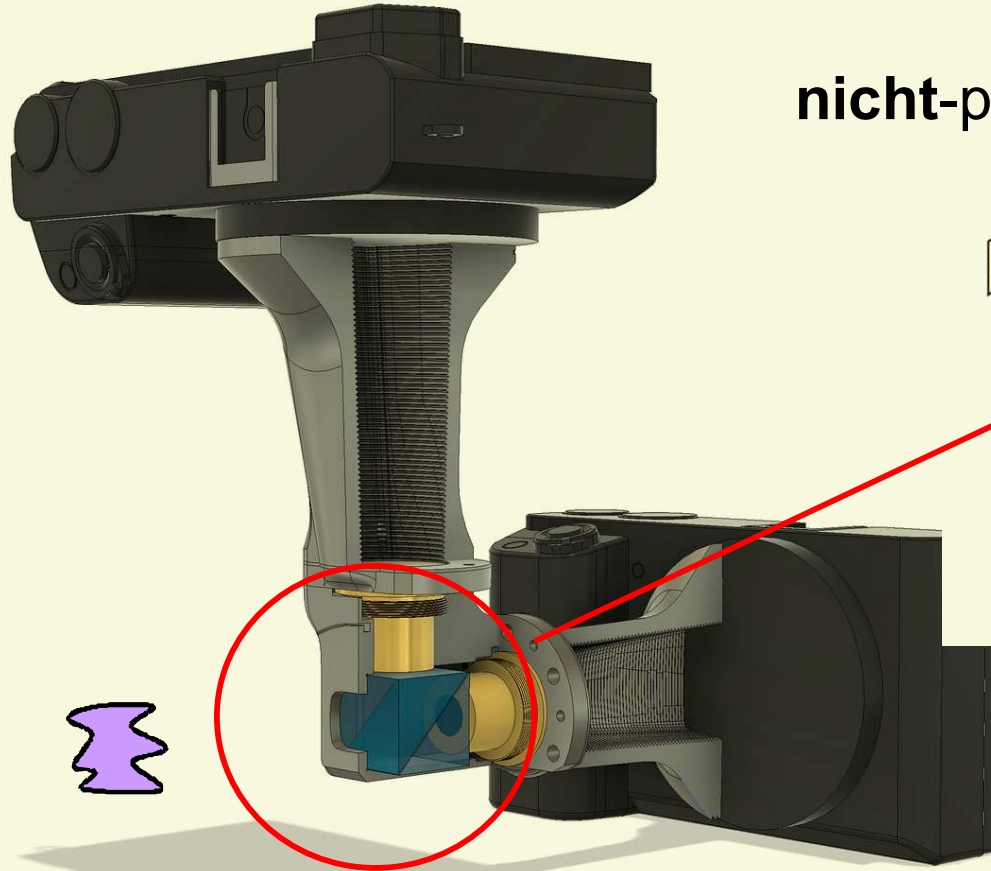
Frontale Kamera, nicht gespiegelt



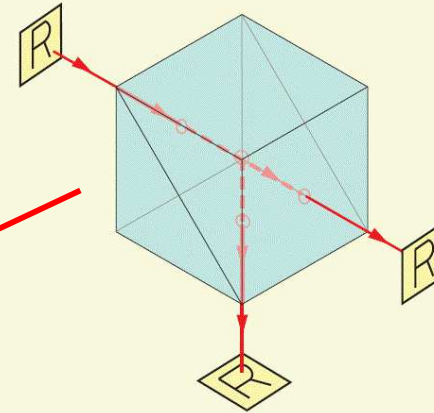
Top Kamera, gespiegelt



## 2.2.2 Prismen-Strahlenteiler (N. Sherlock)



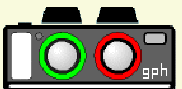
nicht-polarisierender Strahlteiler-Würfel  
vor dem Objektiv



Basis etwas zu groß?

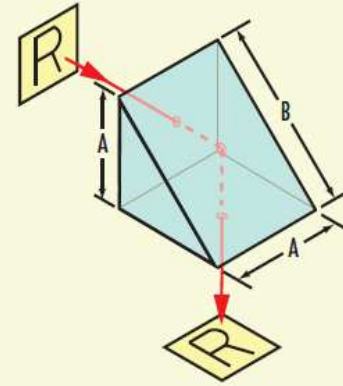
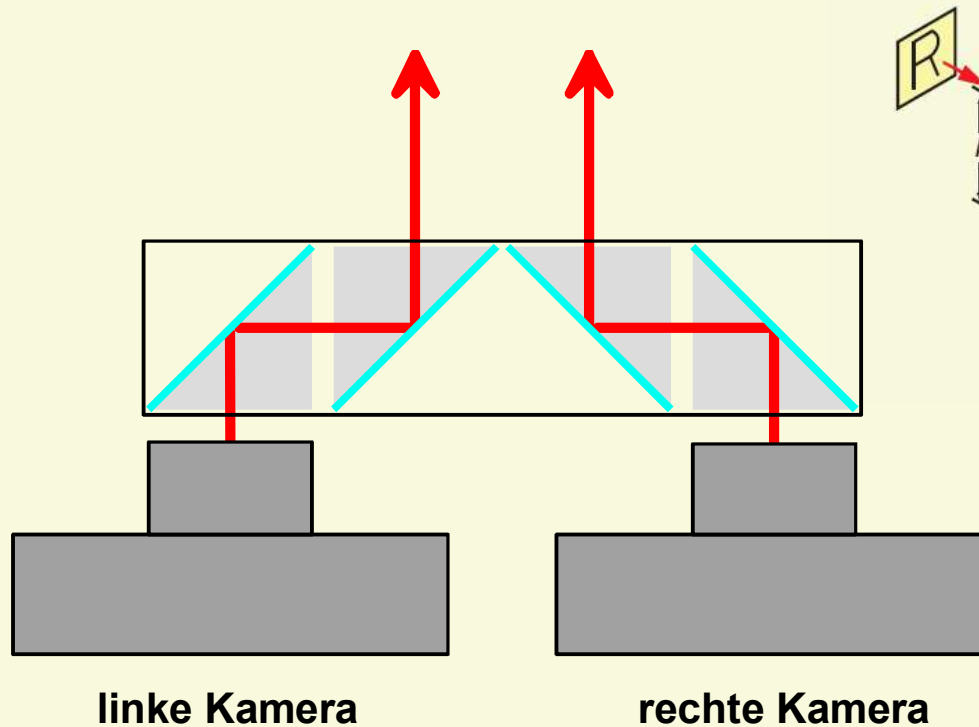
$$b_0 = 5\text{mm}, a_x = 55\text{mm} (?), \\ f = 35\text{mm} (?), \beta = 2$$

<https://www.printables.com/de/model/555336-steroscopic-3d-macro-lens-2x-magnification-for-so>  
<https://www.edmundoptics.de/f/broadband-non-polarizing-cube-beamsplitters/12627/>



## 2.2.2 Prismen-Umlenkung (S. Bühlmann)

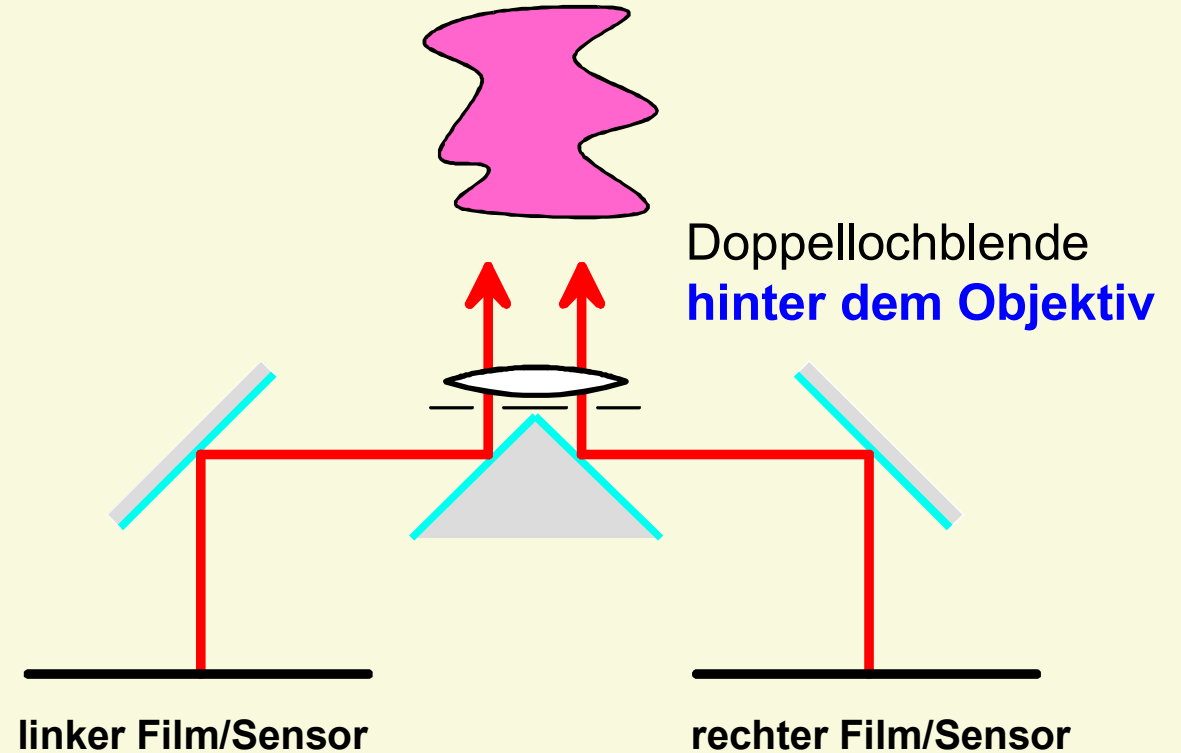
Vorsatz für P200 mit 4 Umlenkprismen **vor dem Objektiv**



$$b_0 = 20\text{mm}, a_x = 40\text{cm}, f = 110\text{mm}, \beta = 0.4$$

gph

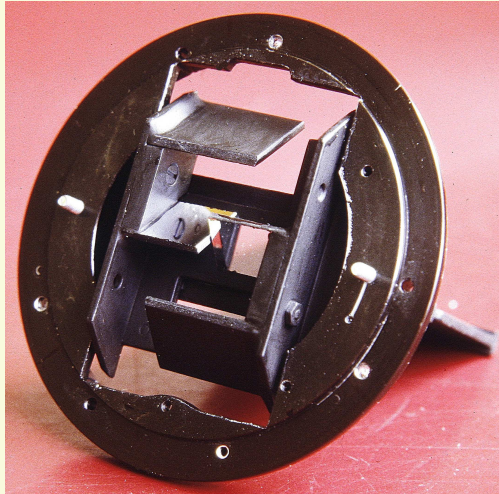
## 2.2.3 RBT/Ochotta



$$b_0 = 6/11\text{mm}, a_x = 100\text{-}400\text{mm}, f = 105\text{mm}, \beta = 0.33\text{-}1.0$$



## 2.2.4 System Ton Pennings



Spiegelsystem  
hinter dem  
Objektiv

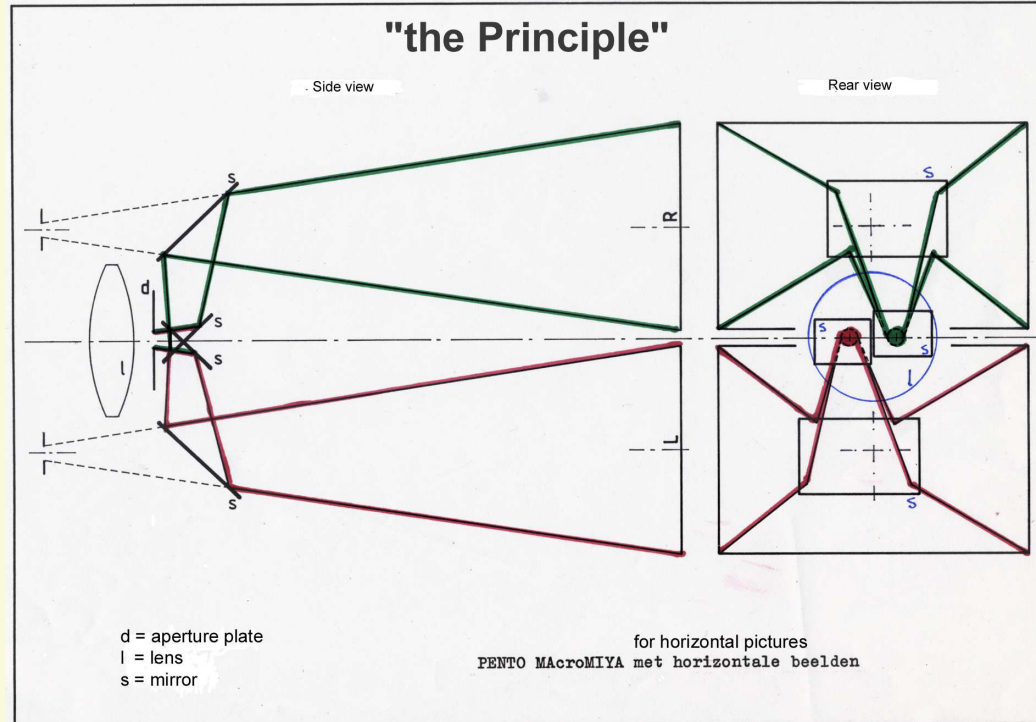
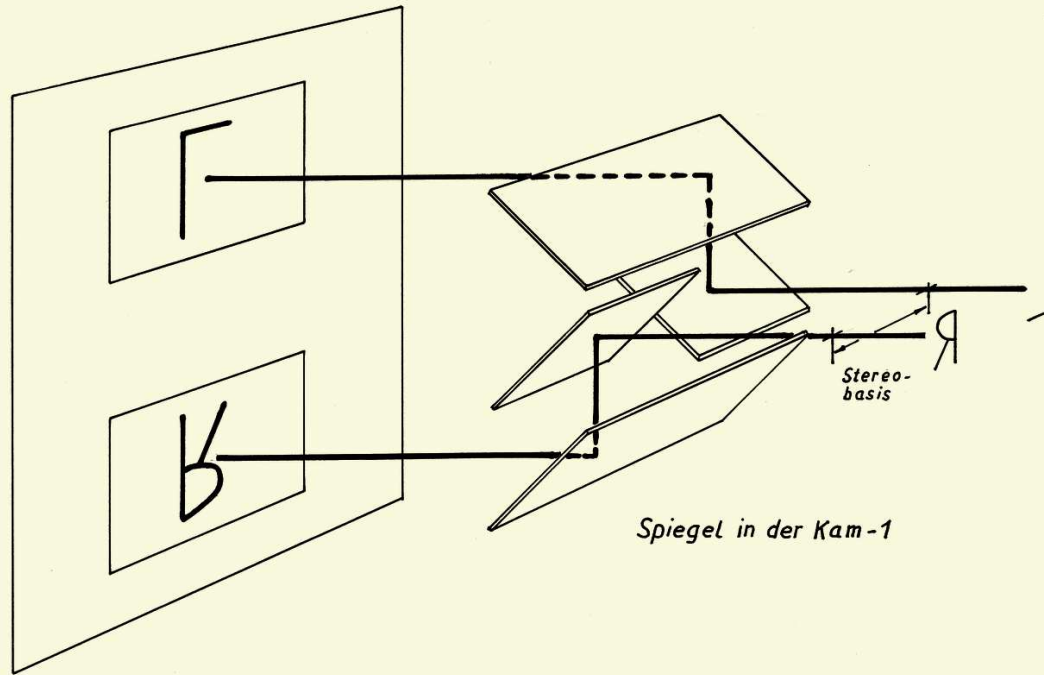


Bild auf dem  
Sensor

Realisiert wurden für Vollformat:  
 $b_0 = 3 - 10 \text{ mm}$ ,  $f = 90 - 32 \text{ mm}$ ,  $\beta = 0.4 - 3.0$

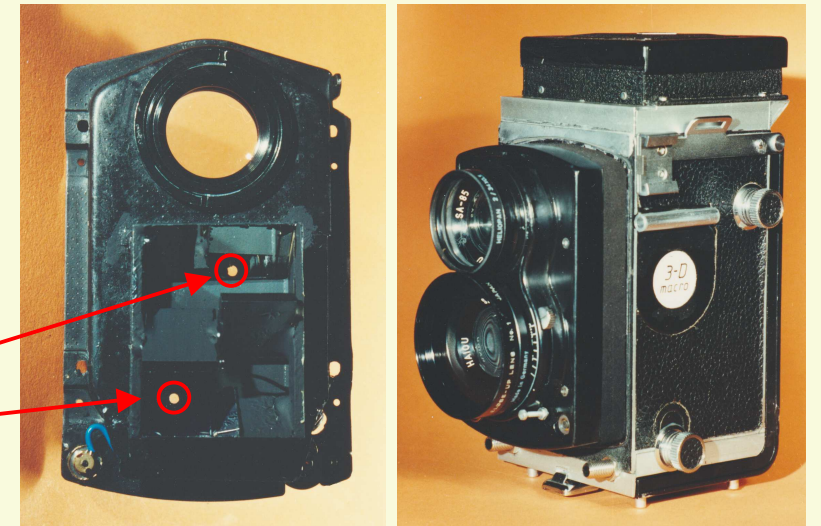
## 2.2.4 Herbig nach System Ton Pennings



4 Spiegel **hinter dem Objektiv**,  
Doppellochblende **im Objektiv**

„Tropfenkamera“ (Rollfilm):  
fix:  $b_0 = 12\text{mm}$ ,  $a_x = 24\text{cm}$ ,  
 $f = 65\text{mm}$ ,  $\beta \sim 0.4$

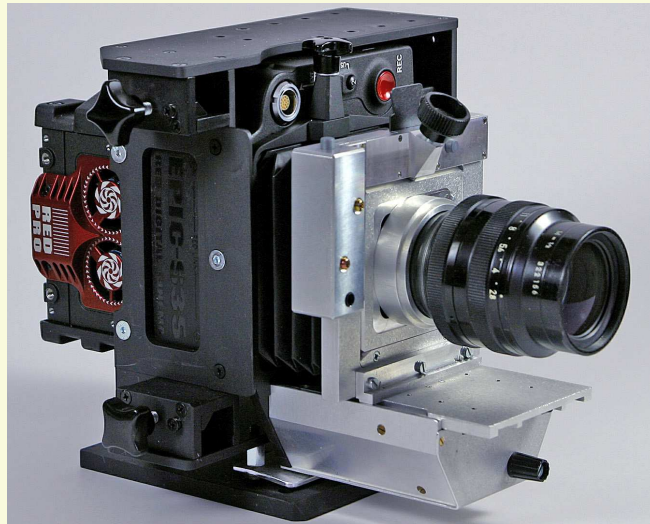
Blick vom Film über die Spiegel durch die  
offene Doppellochblende



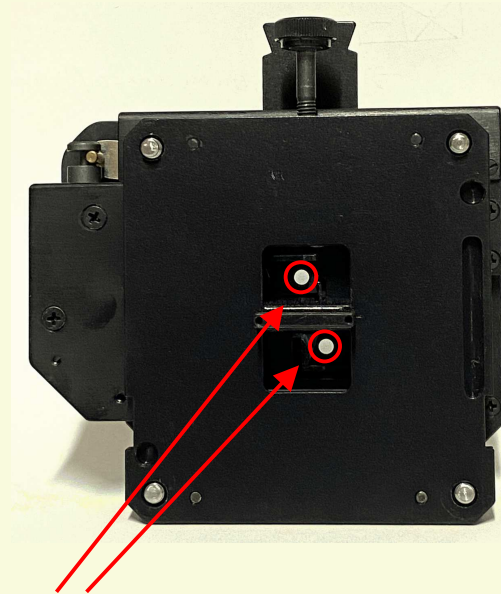


## 2.2.4 Peschke nach System Ton Pennings

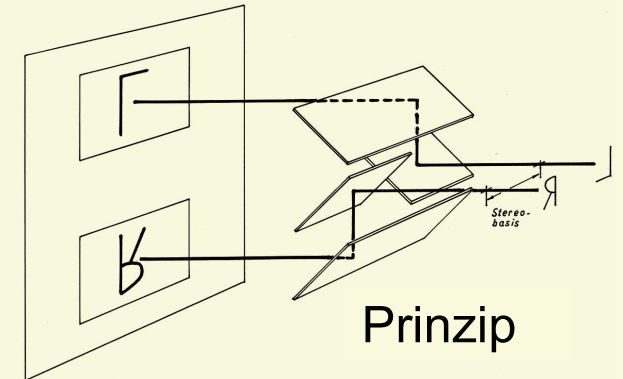
Adaption für professionelle RED Epic-Kameras (5k) von Günter Peschke



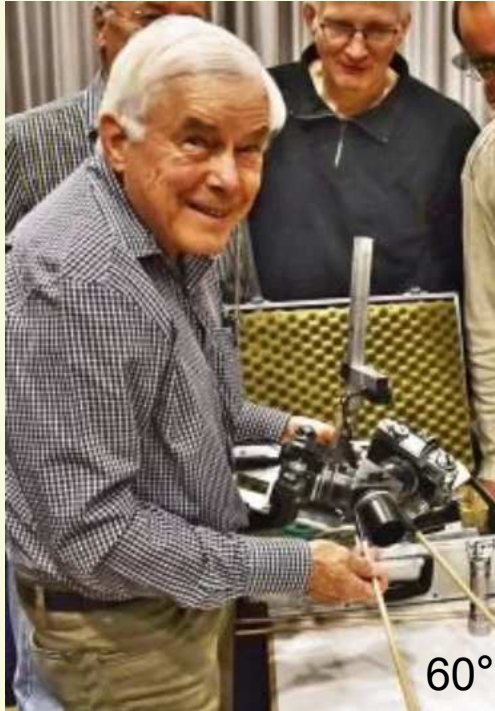
Sensor: 30.7 mm x 15.8 mm  
Kleinste Basis: 2.5mm



Blick vom Sensor über die Spiegel  
durch die offenen Blenden

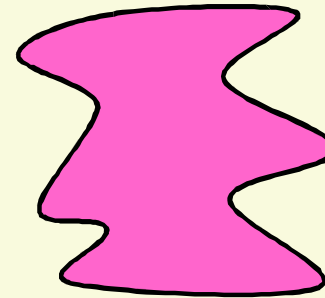


## 2.2.5 60°/90°-Prisma (Bur am Orde)



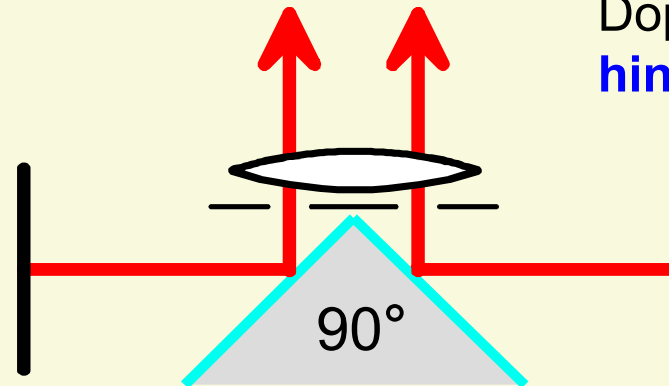
- Prisma wegen der Mechanik
- mit 60° kleinere Basis möglich

$$b_0 = 3 \text{ bis } 11 \text{ mm}$$
$$\beta = 0.5 \dots 2.0$$

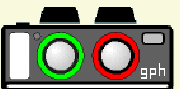


Doppellochblende  
**hinter dem Objektiv**

linker Film/  
Sensor



rechter Film/  
Sensor



## 2.2.5 60°-Prisma (Y-Rig Peschke/Cramer)



- Kameras adaptierbar
  - Objektive wechselbar
  - Blende wechselbar
- dadurch sehr flexibel

Cine Award 2014