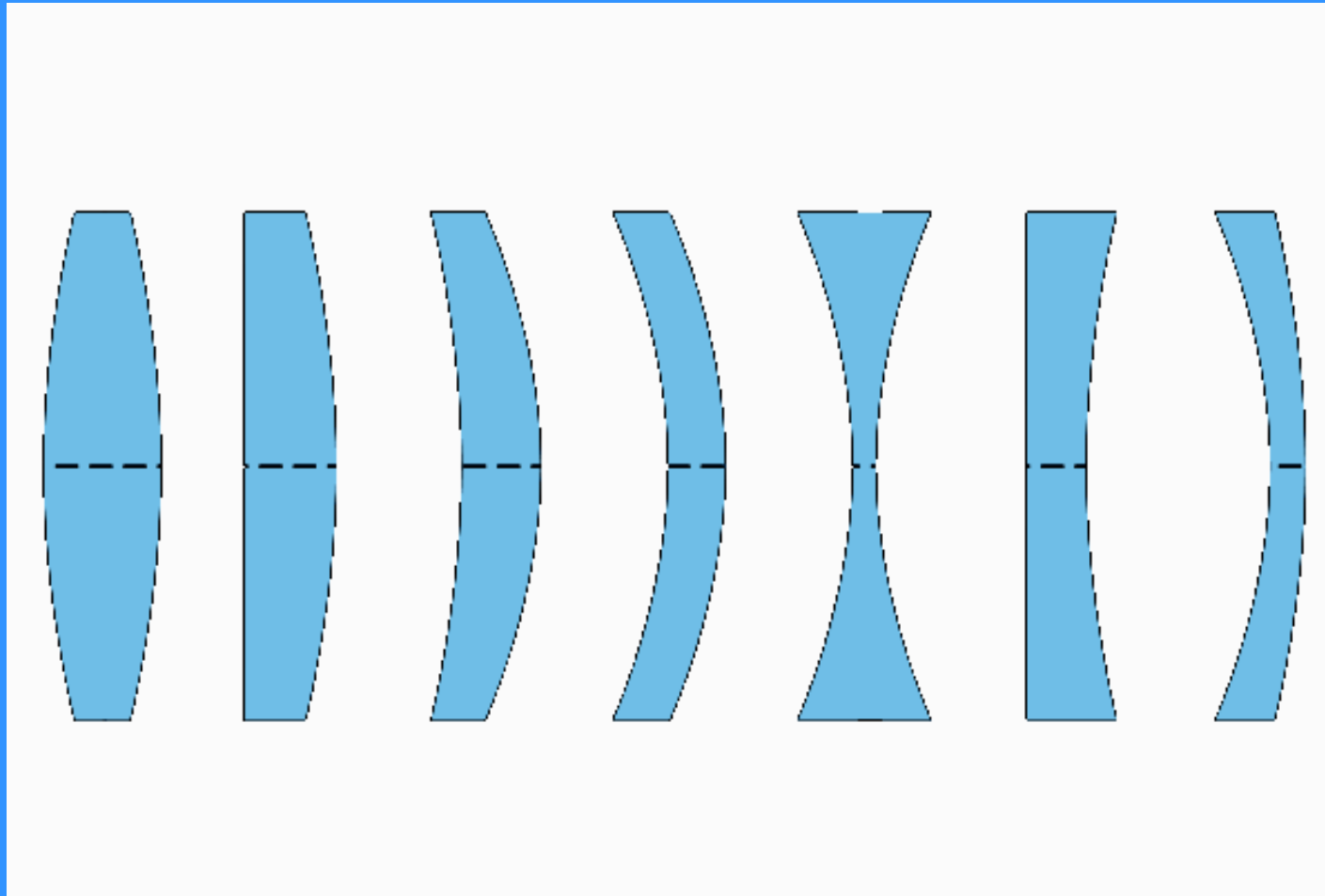
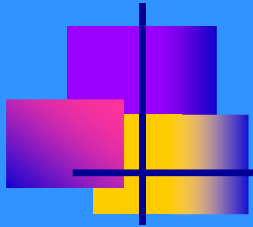


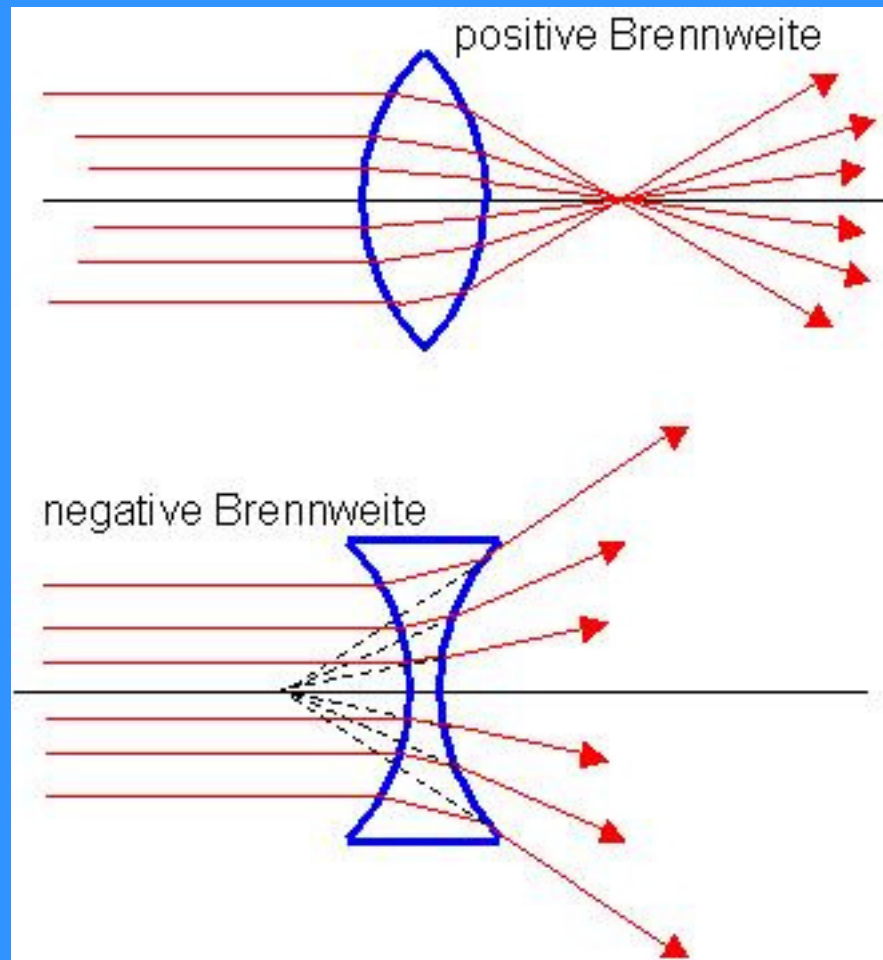
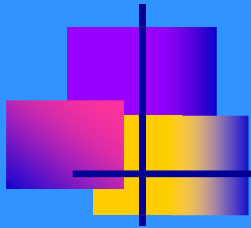


Ohne Leidenschaft gibt es keine Genialität. Theodor Mommsen

Linsen für die Fotografie



Linsen für die Fotografie





Brennweite und Blende

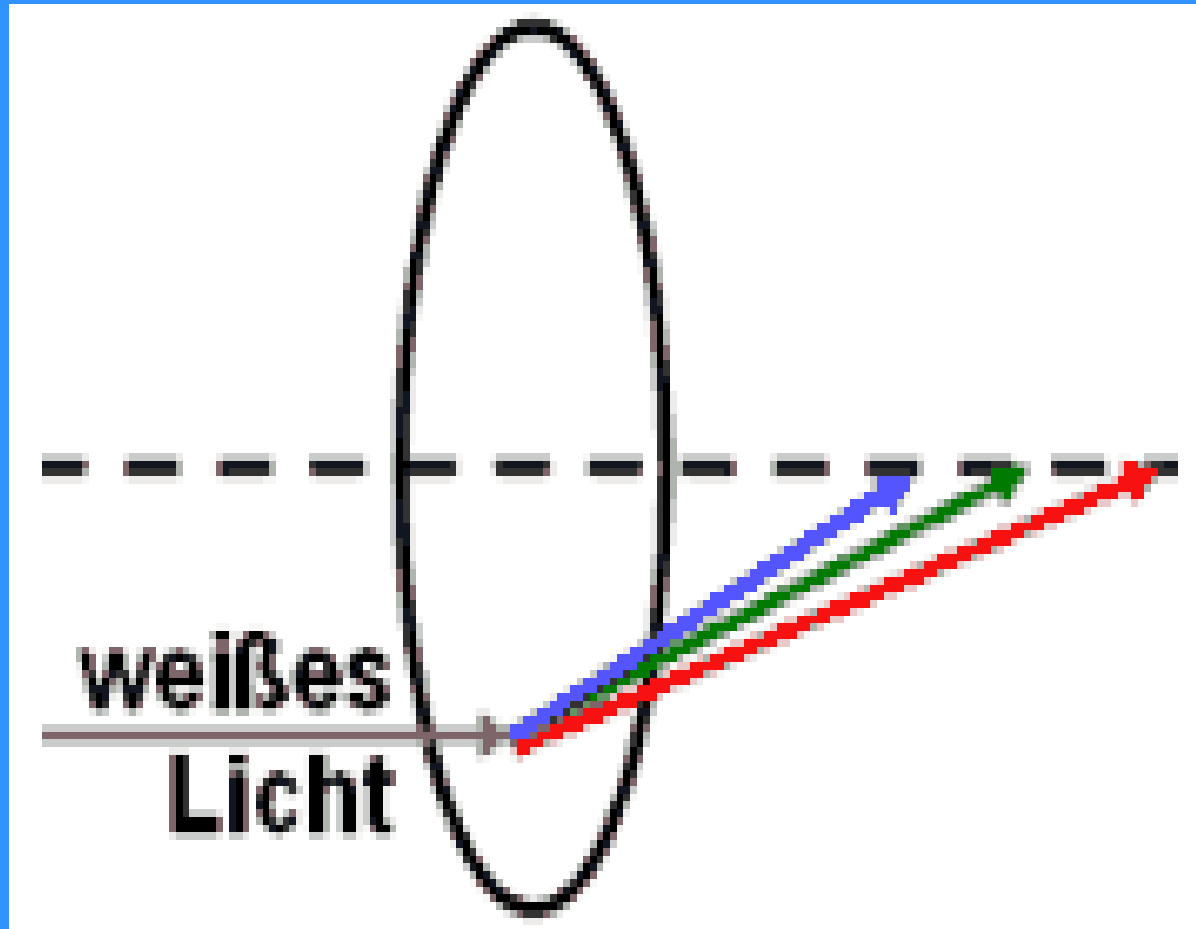
Wenn der Durchmesser der Eintrittspupille gleich der Brennweite ist, ist die Blendenzahl $F=1$

Um beim Einstellen von Zeit und Blende gleiche Verhältnisse zu bekommen, muss die nächste Blende immer Wurzel aus 2, also ca. 1,4 sein.

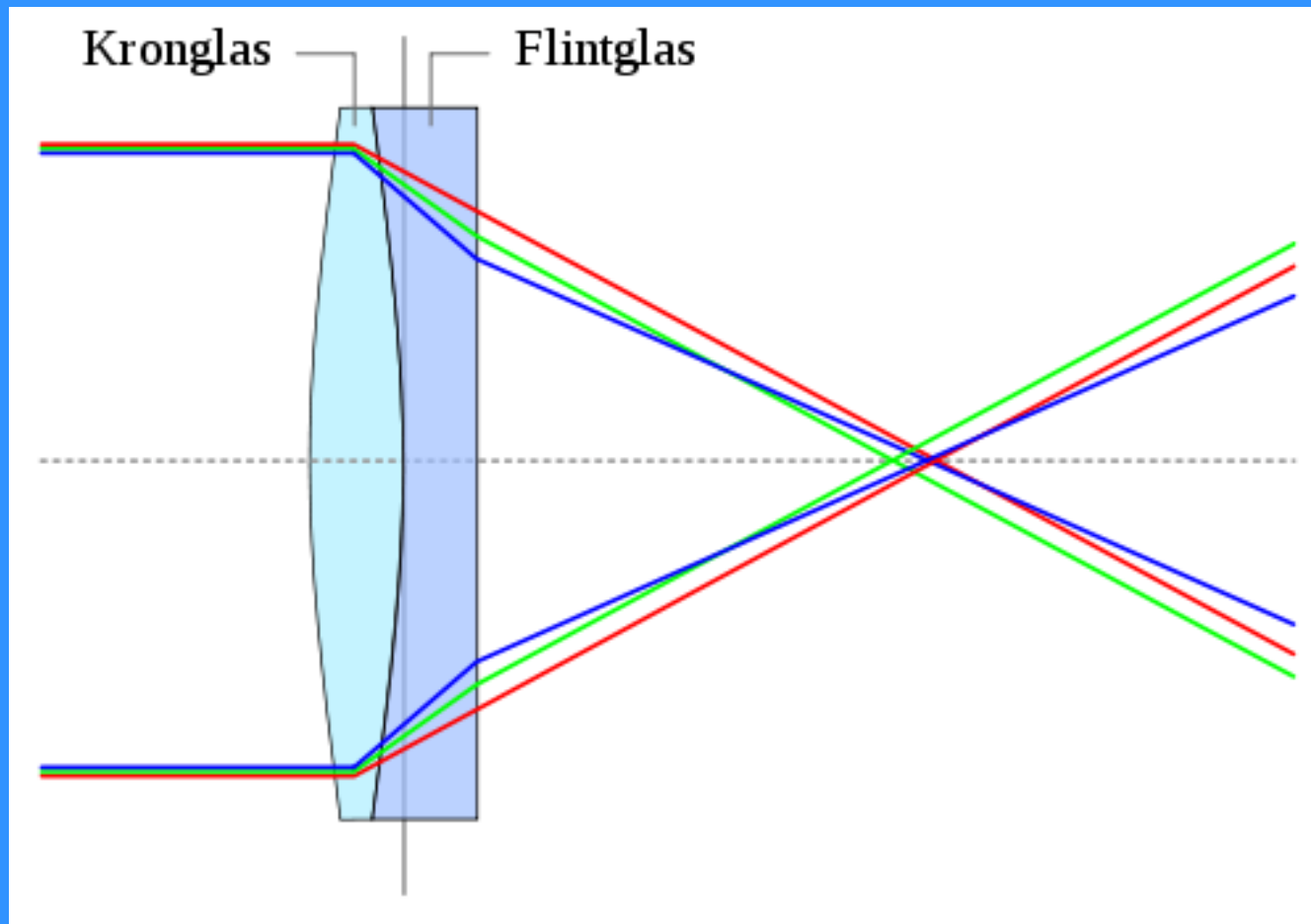
So kommt es zu der Blendenreihe:

0,7 1 1,4 2 2,8 4 5,6 8 11 16 22 32 64

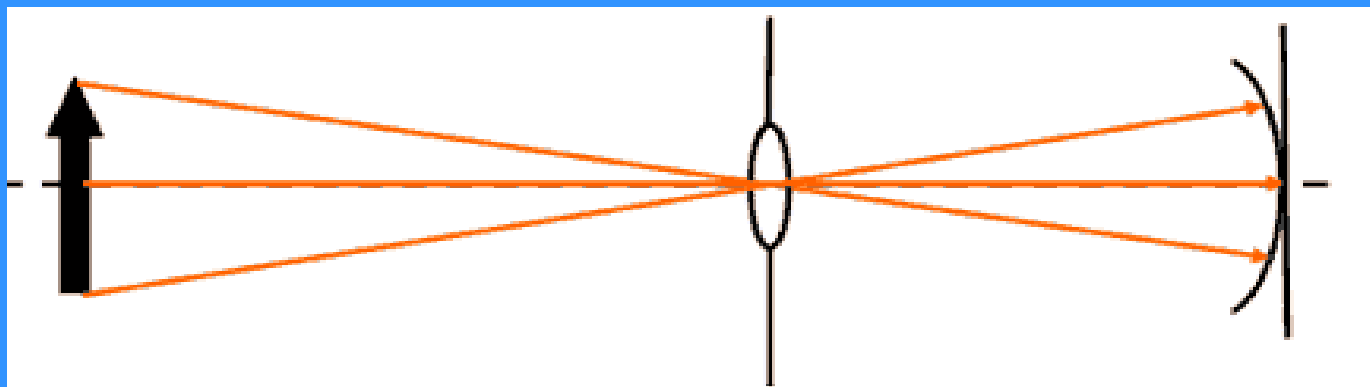
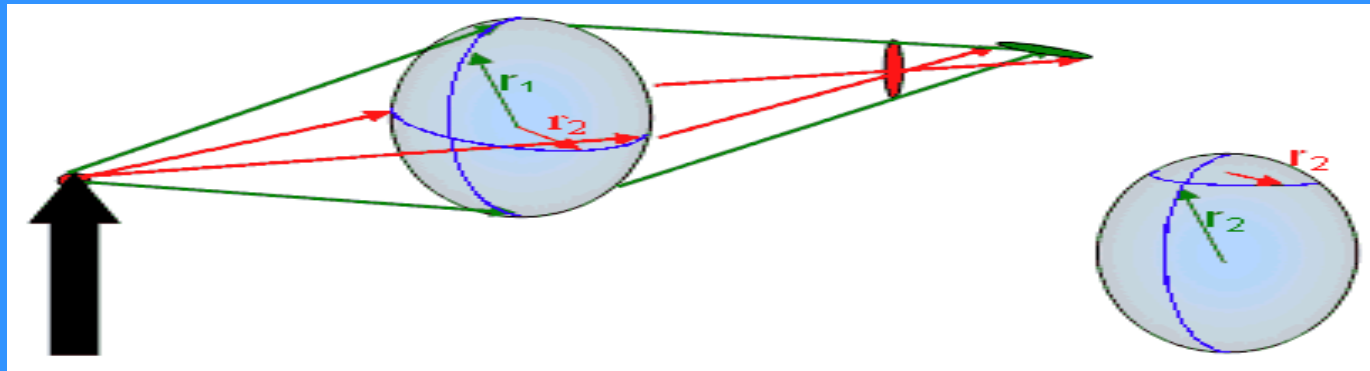
Fehler der Abbildung



Fehler der Abbildung

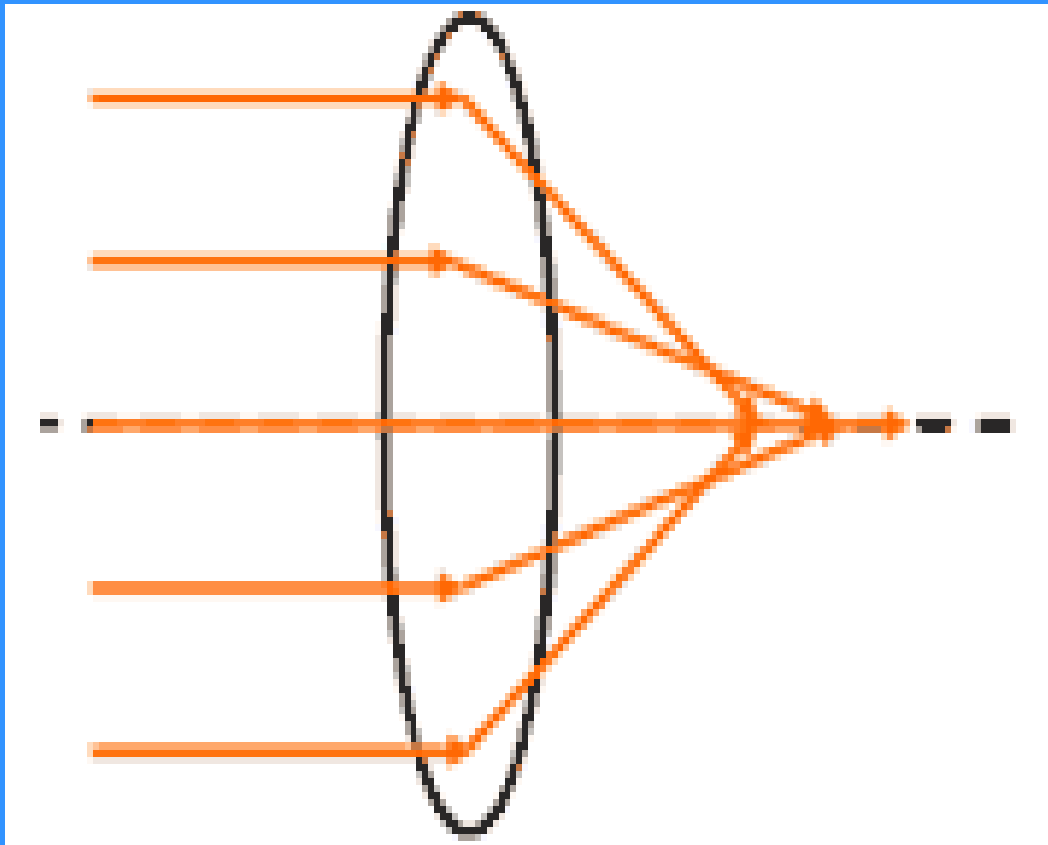
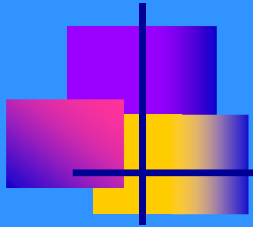


Fehler der Abbildung

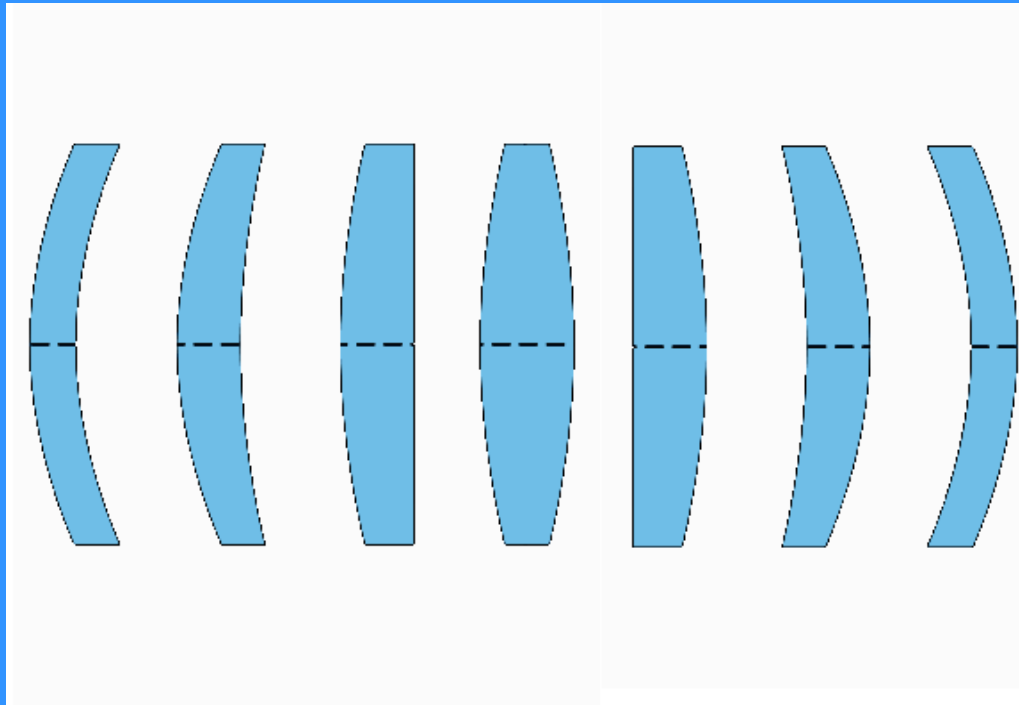


Astigmatismus und Bildfeldwölbung

Fehler der Abbildung

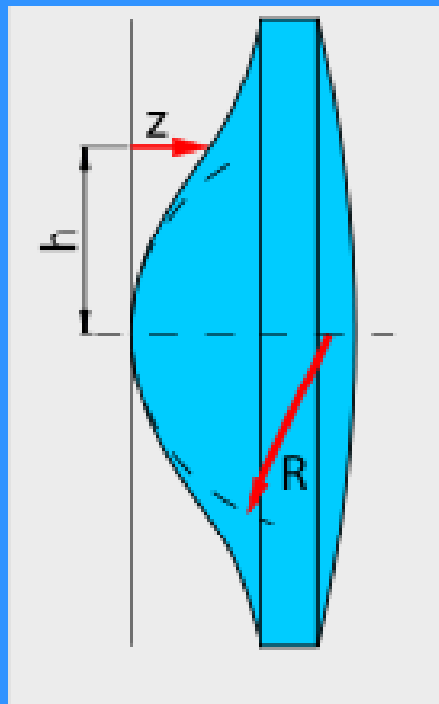


Fehler der Abbildung

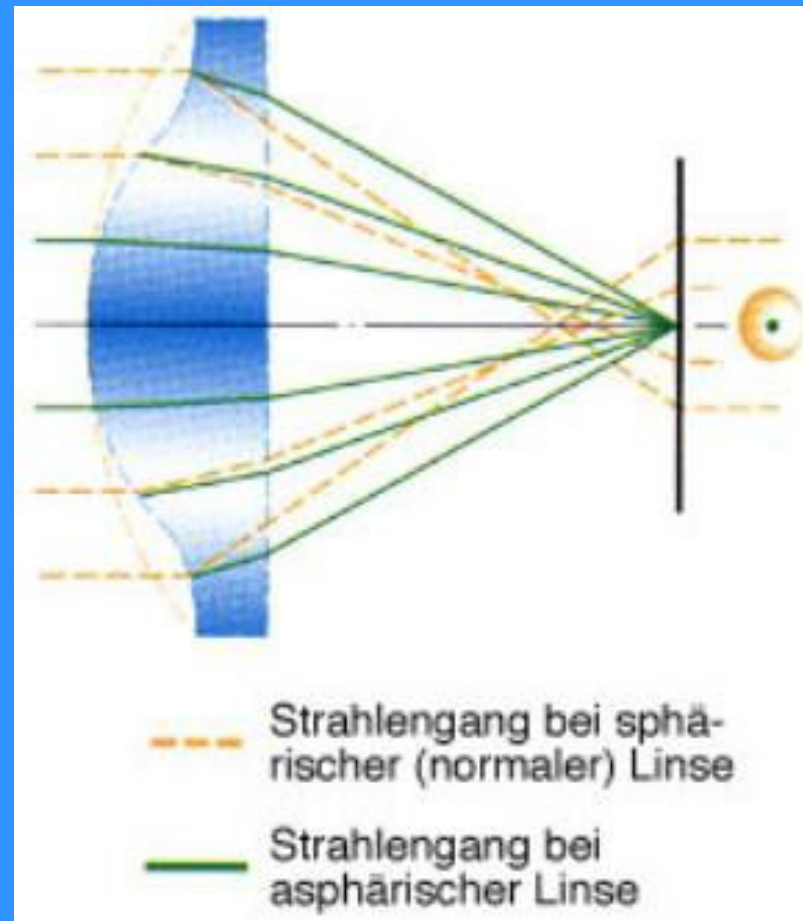


Biegen der Linsen zur Fehlerkorrektur

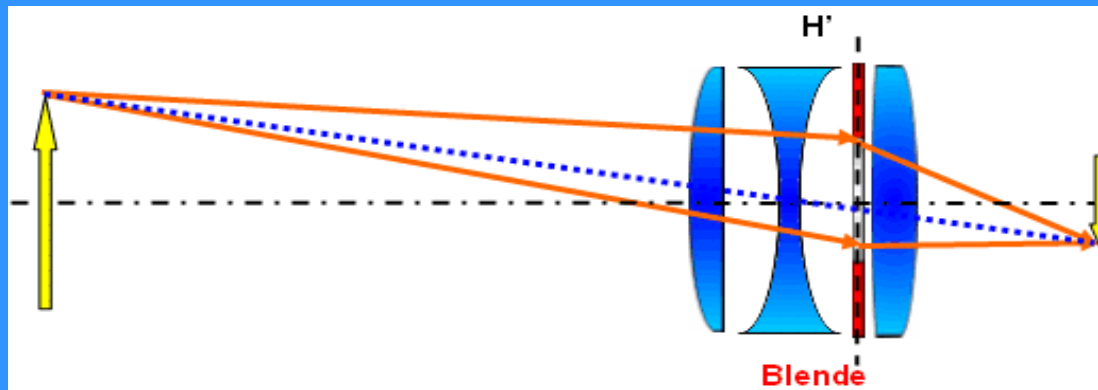
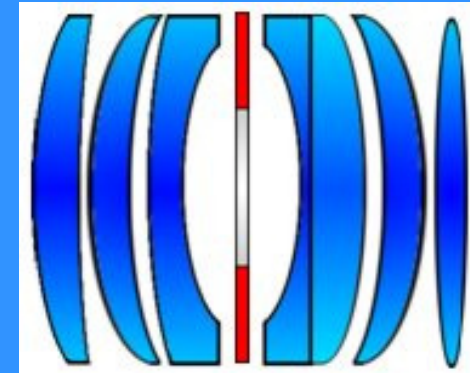
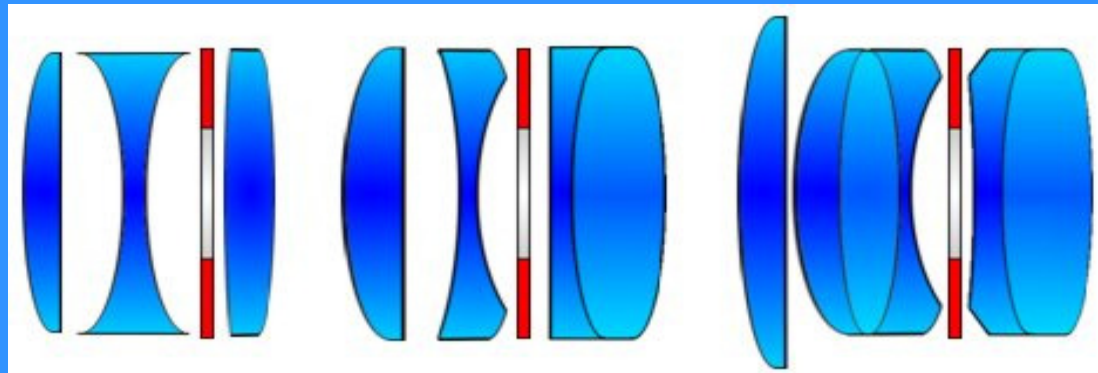
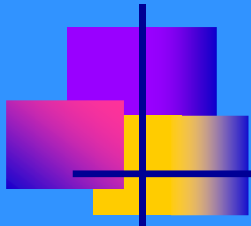
Fehler der Abbildung



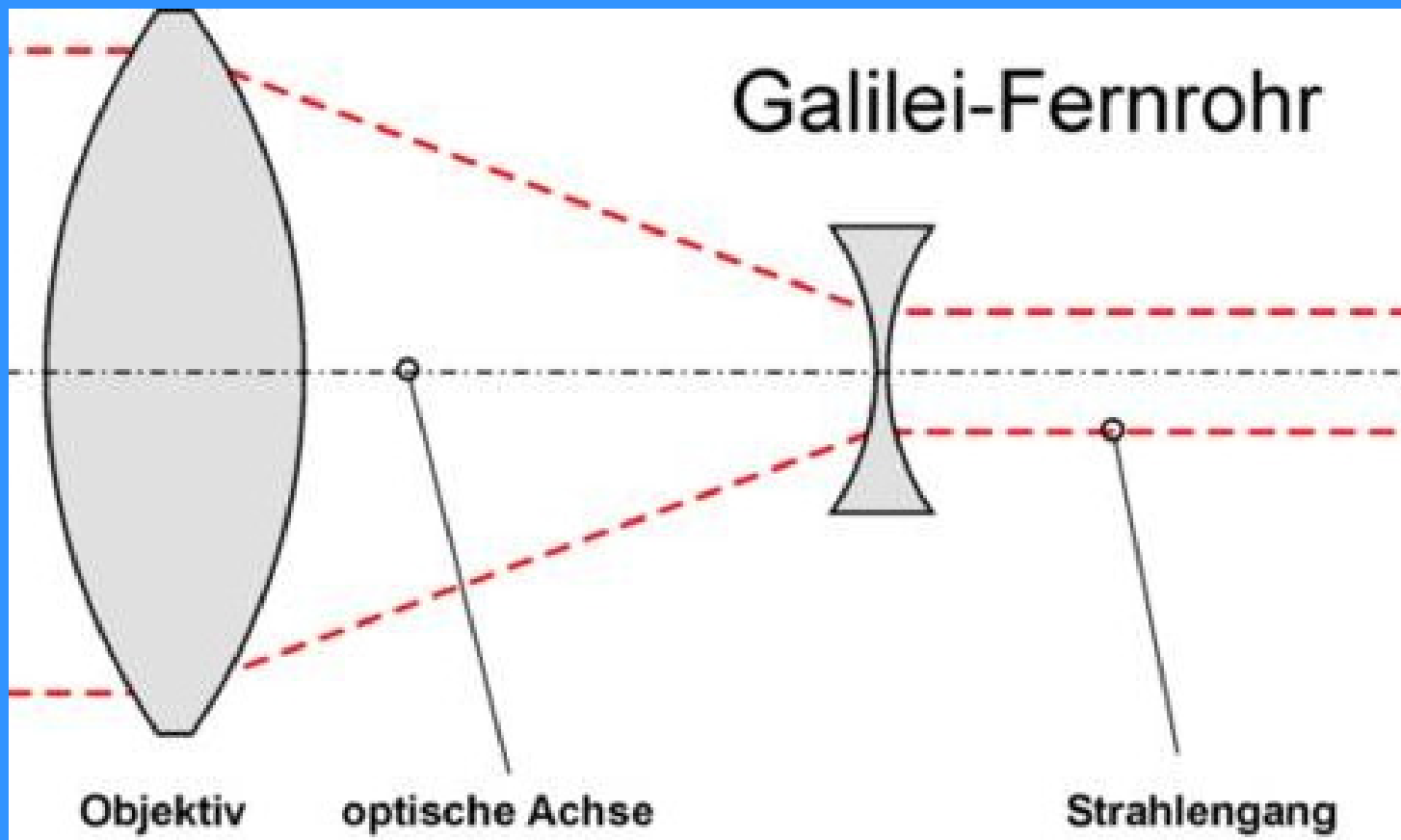
Stark
Übertrieben!



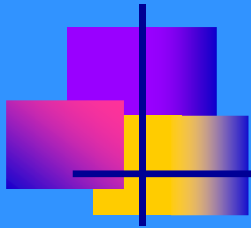
Blende und Hauptpunkt



Brennweite



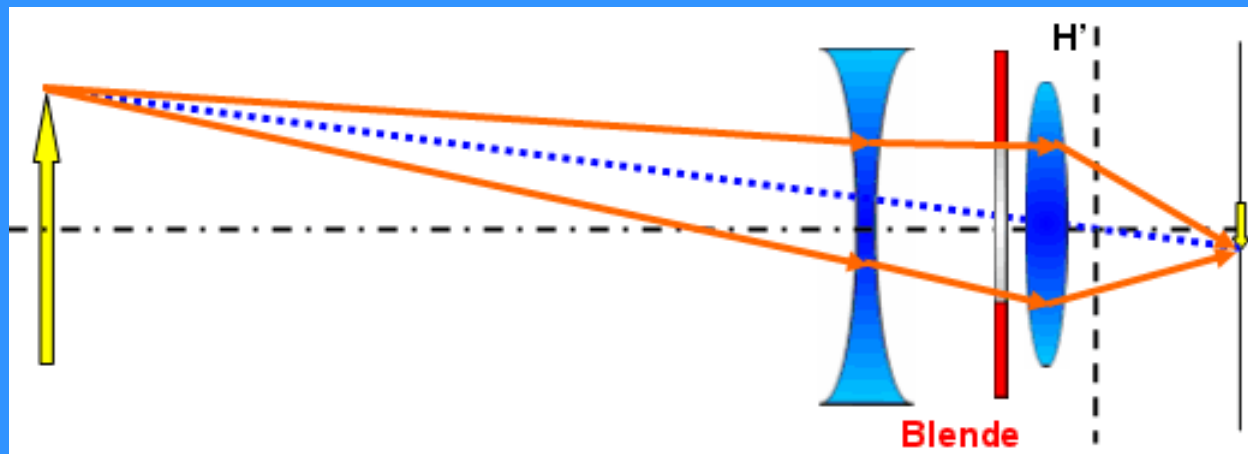
Brennweite



Beim Konverter wird die Bildmitte vergrößert, damit wird dann das Ganze Format gefüllt.

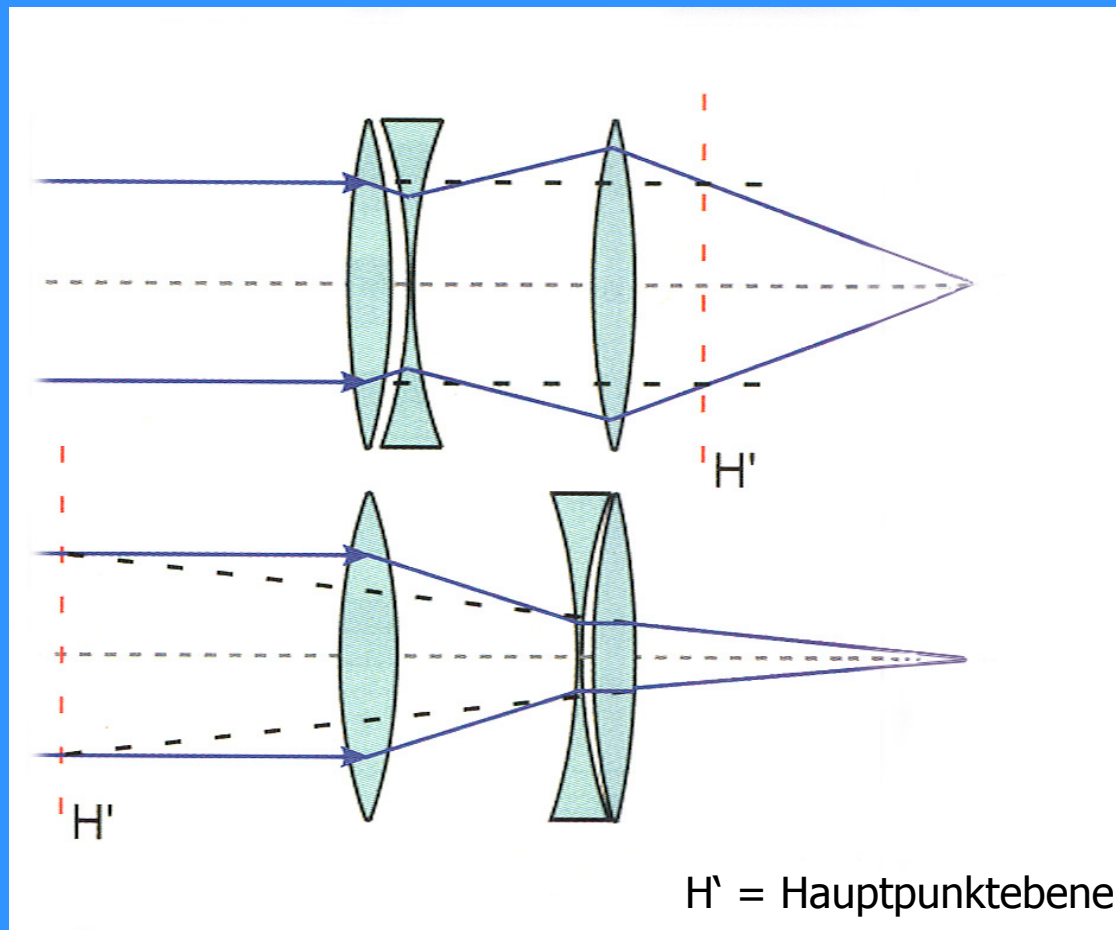
Doppelte Brennweite,
Lichtverlust = 2 Blenden

Brennweite und Hauptpunkte



Beim Weitwinkel liegt der Hauptpunkt
weit hinter den Linsen!
Freiraum für den Schwingspiegel

Brennweite und Hauptpunkte

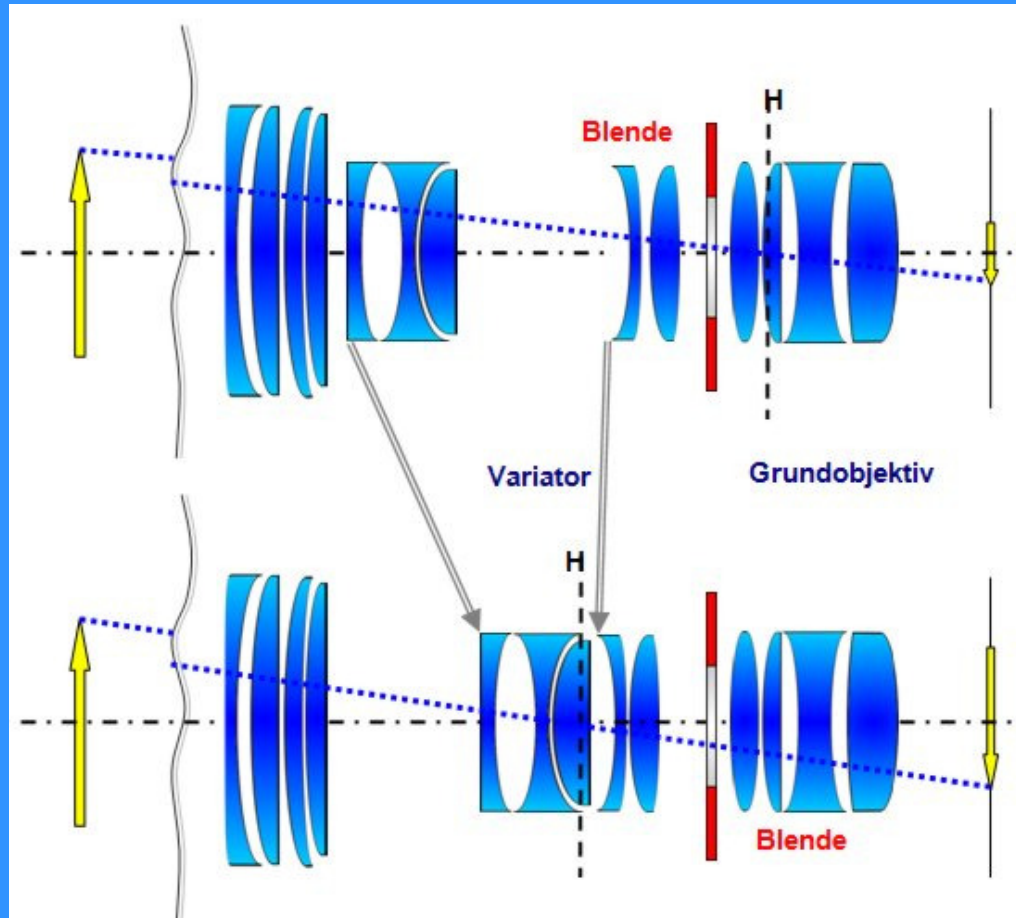
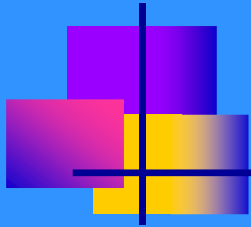


Weitwinkel

Teleobjektiv

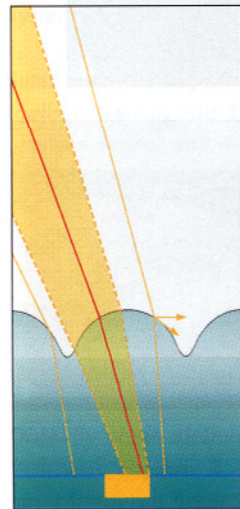
$H' = \text{Hauptpunktebene}$

Brennweiten Änderung

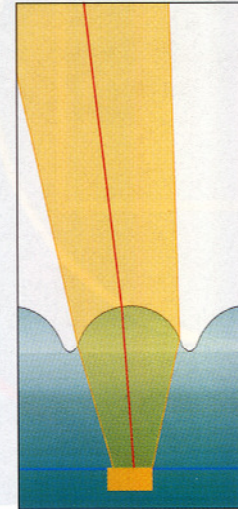


Speziell Digitalsensor

Herkömmliche Objektiv lassen Randstrahlen schräg auf die Ränder des Sensor fallen 1.



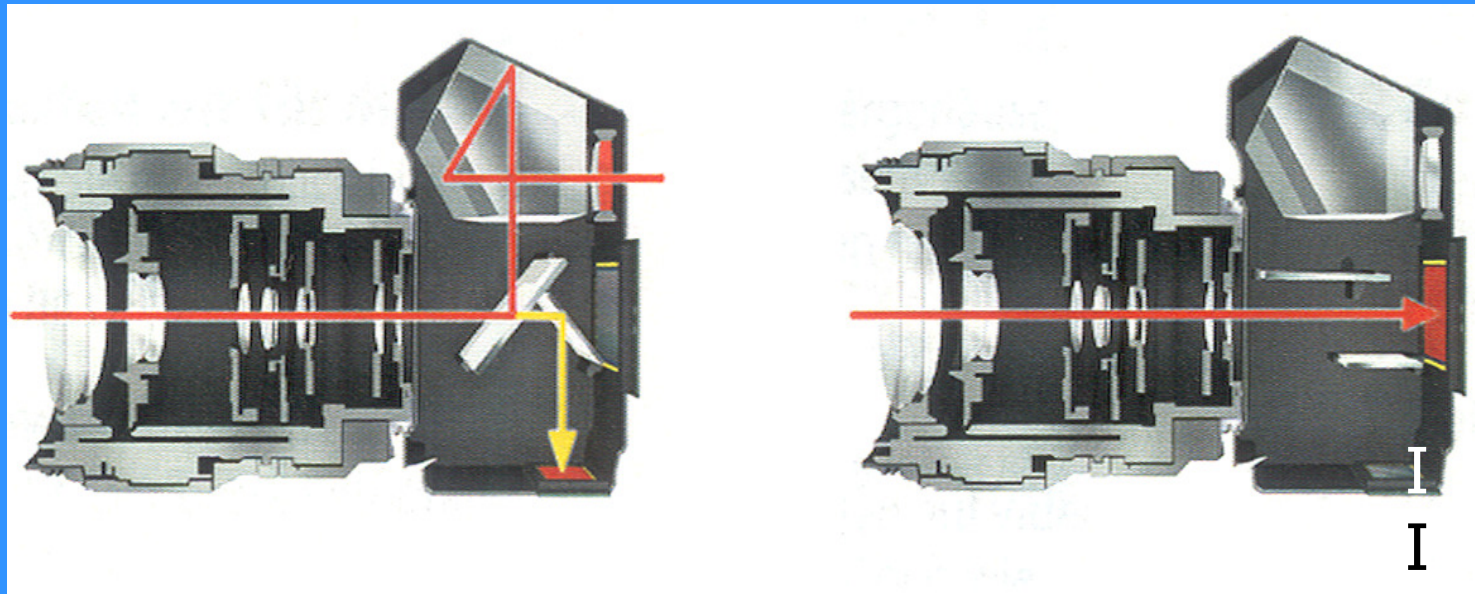
Objektive für Digital- kameras sorgen für senkrecht einfallende Lichtstrahlen auch am Rand 2.



1

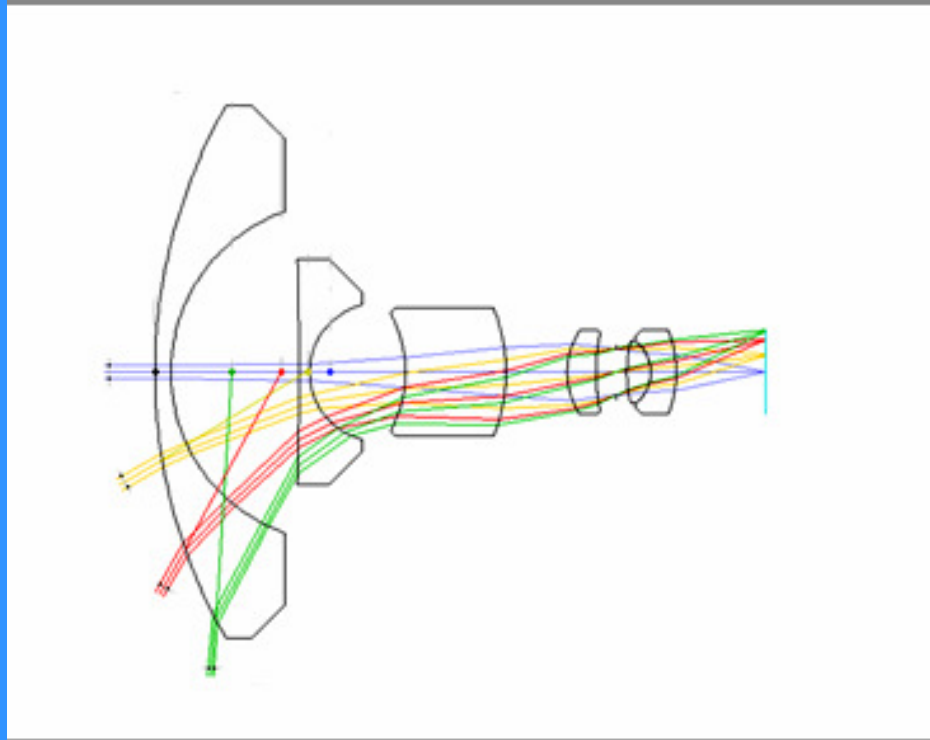
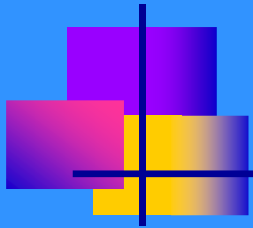
2

Speziell Digitalsensor



Reflexe zwischen Sensor und Hinterlinse I
I
I

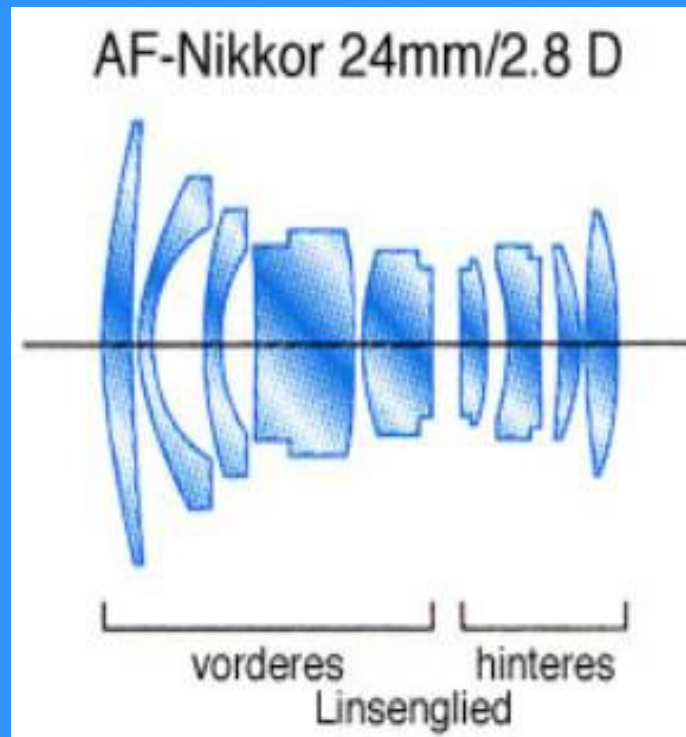
Einige Objektivtypen



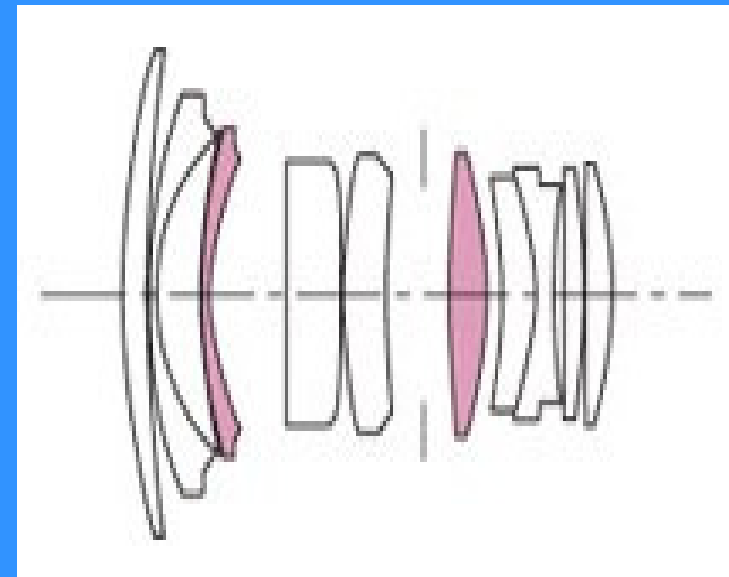
Fischaugen-Objektiv



Einige Objektivtypen

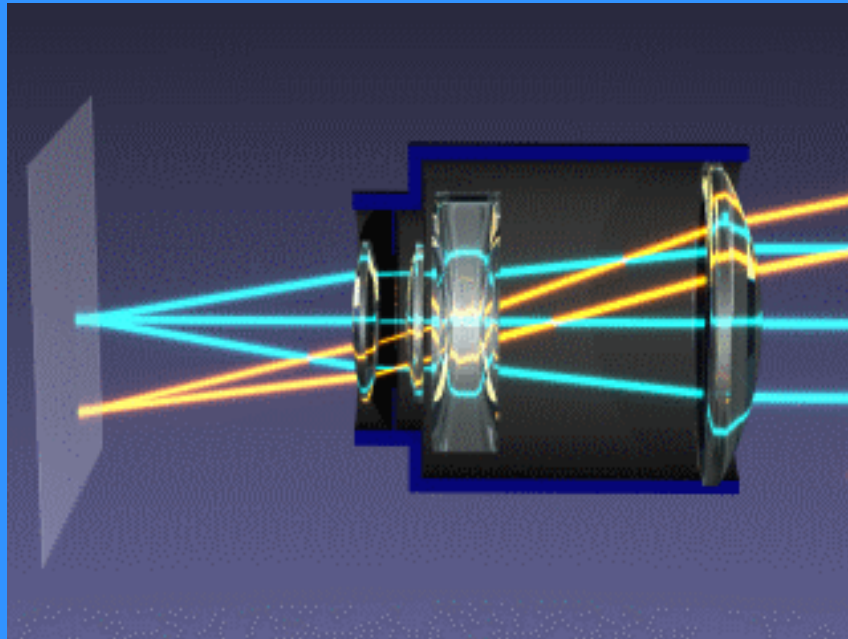
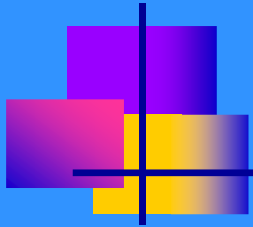


Weitwinkel-Objektiv

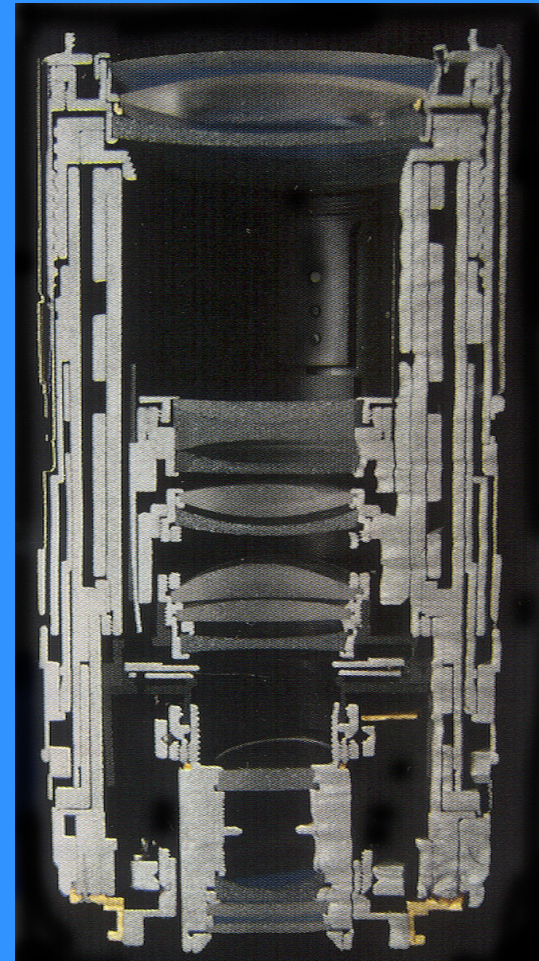


Weitwinkel-Objektiv
mit Sondergläsern (SD)

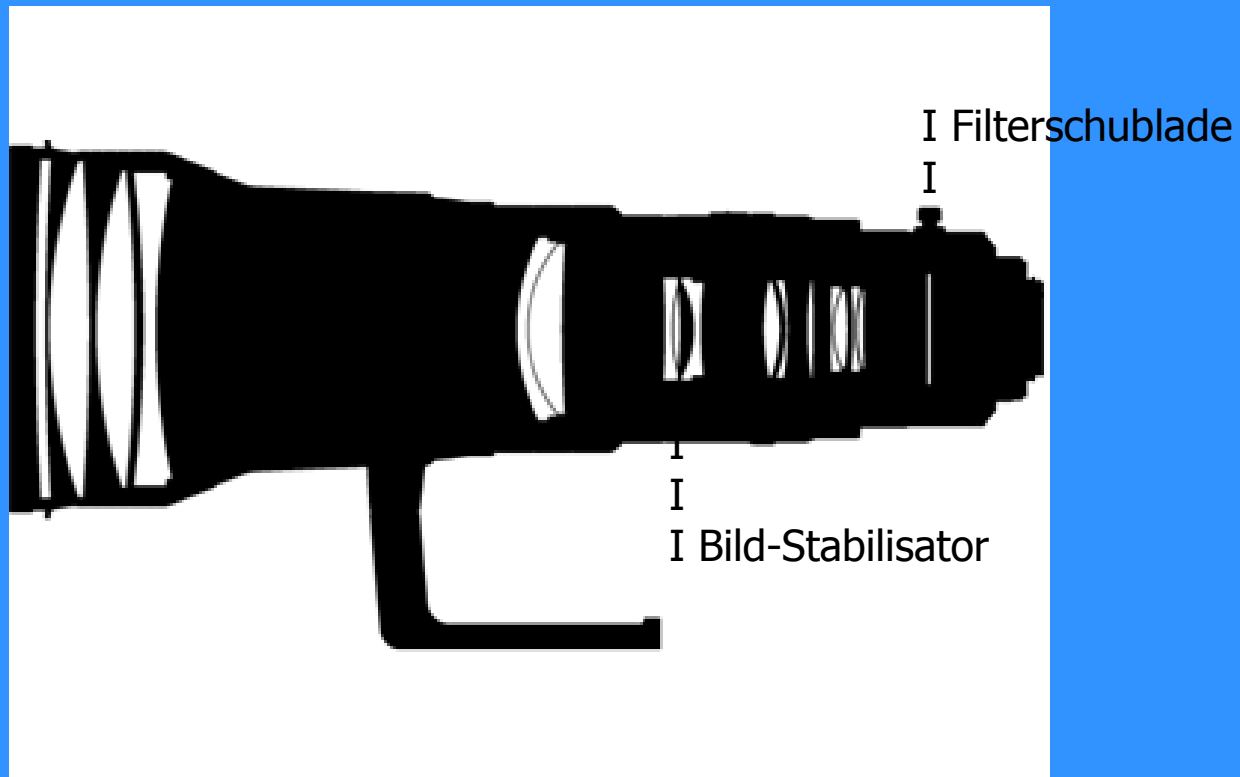
Einige Objektivtypen



Zoom-Objektiv



Einige Objektivtypen



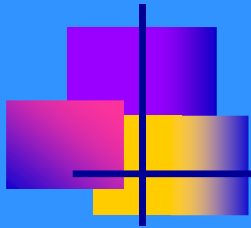
Tele-Objektiv f4 / 600mm

Einige Objektivtypen



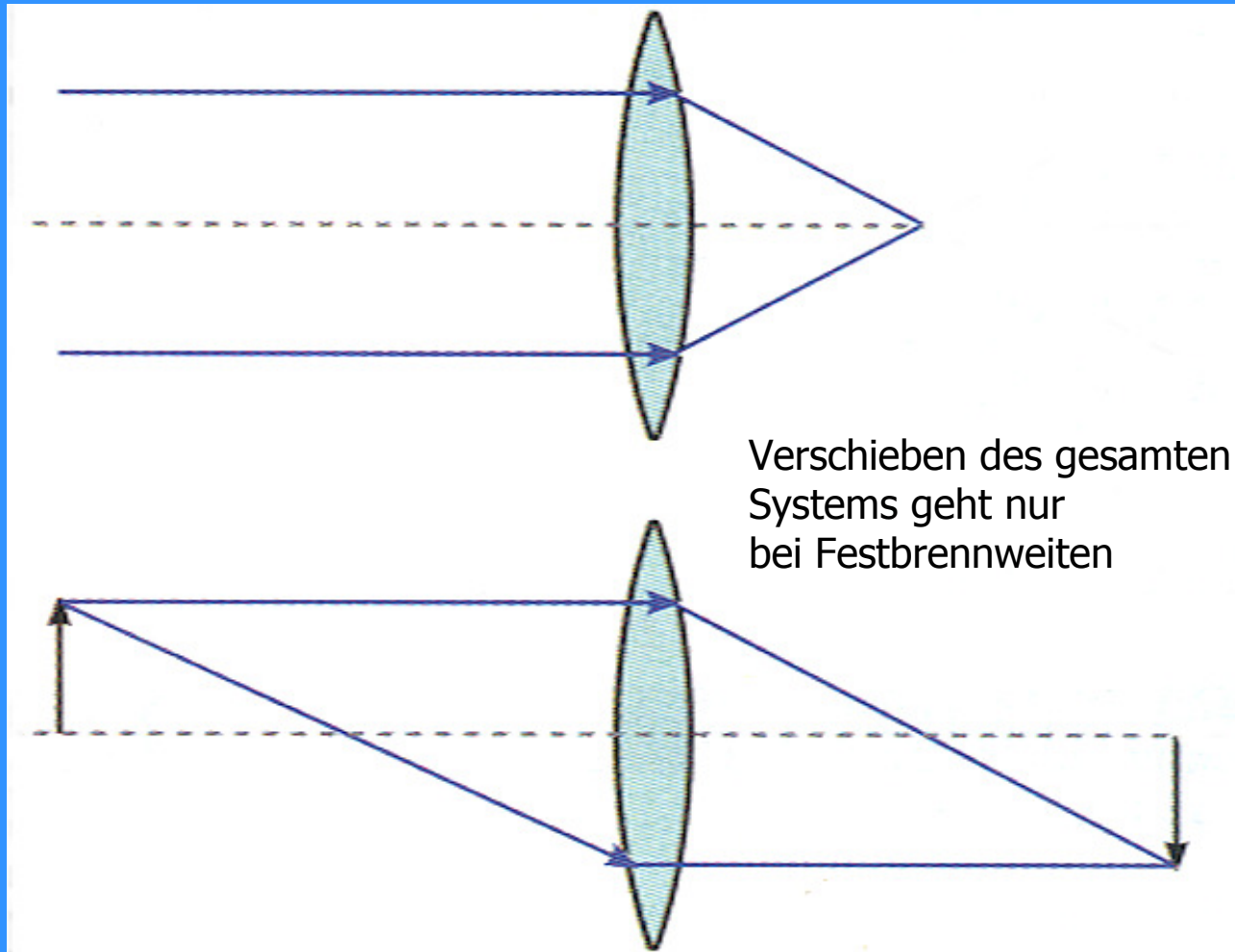
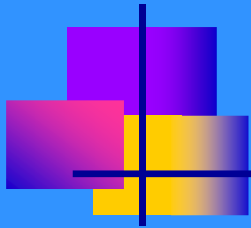
Makro-Objektiv 100mm / 50mm

Einige Objektivtypen

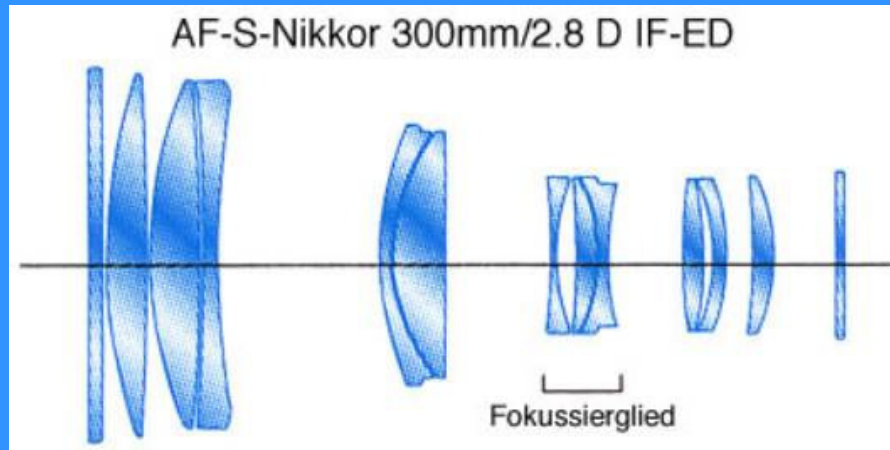


Lupen-Objektiv bis 5 Fache Vergrößerung

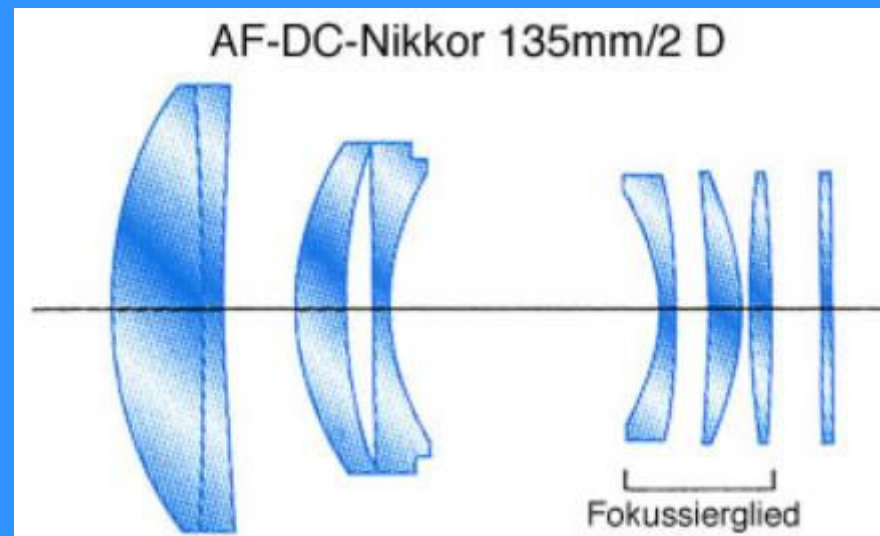
Scharfstellen der Abbildung



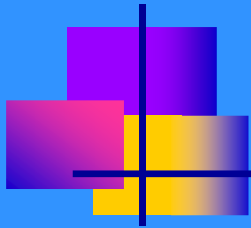
Scharfstellen der Abbildung



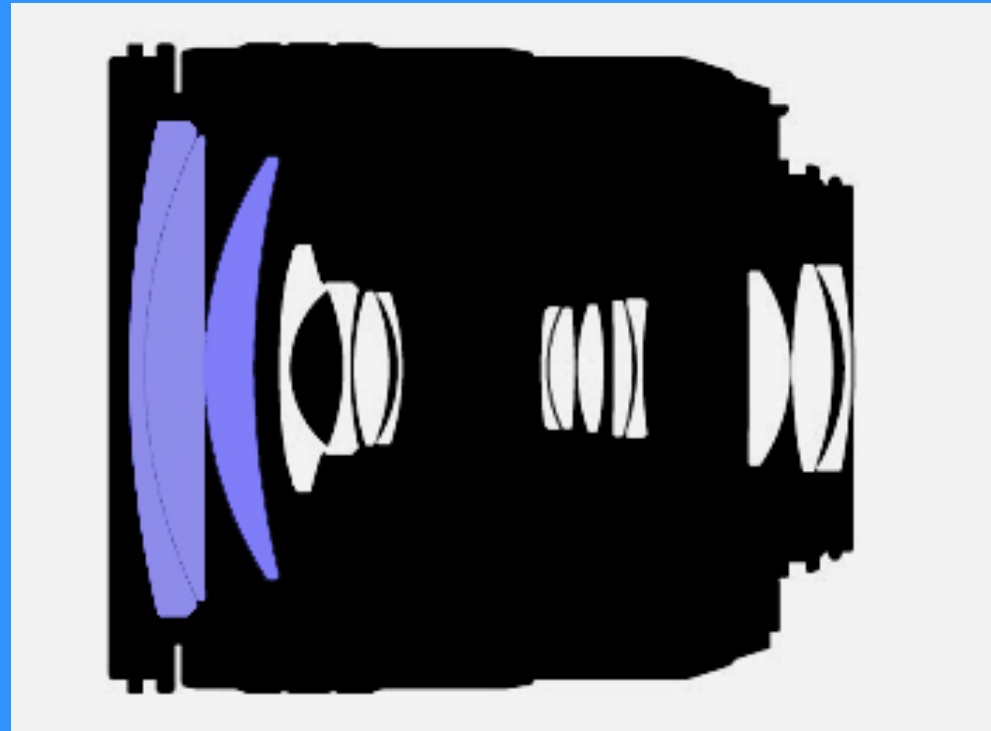
Innen-
und
Hinterlinsen-
Focusierung



Scharfstellen der Abbildung



Bei Zoomobjektiven (hier 18-70mm) wird oft die Frontgruppe (hier 3Linsen) zum fokussieren benutzt.



Scharfstellen bei Makroaufnahmen

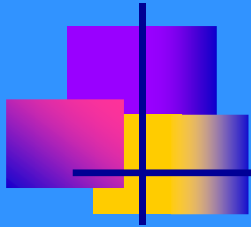


Auszugs-
Verlängerung

Nur bei
Festbrennweiten !



Scharfstellen bei Makroaufnahmen

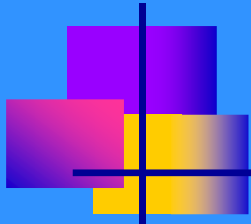


Naheinstelltabelle für Objektive mit 50 mm Brennweite

Auszugs- verlängerung mm	Gegen- stands- weite mm	Bildweite mm	Gesamt- weite mm	Abbildungs- maßstab	Abgebildetes Gegenstands- format mm · mm	Belichtungs- faktor
5	550	55	605	0,1	240 × 360	1,2
10	300	60	360	0,2	120 × 180	1,4
15	217	65	282	0,3	80 × 120	1,7
20	175	70	245	0,4	60 × 90	2,0
25	150	75	225	0,5	48 × 72	2,3
30	133	80	213	0,6	40 × 60	2,6
35	121	85	206	0,7	34 × 51	2,9
40	113	90	203	0,8	30 × 45	3,2
45	106	95	201	0,9	27 × 40	3,6
50	100	100	200	1,0	24 × 36	4,0
55	95	105	200	1,1	22 × 33	4,4
60	92	110	202	1,2	20 × 30	4,8
70	86	120	206	1,4	17 × 26	5,8
80	81	130	211	1,6	15 × 23	6,8
90	78	140	218	1,8	13 × 20	7,8
100	75	150	225	2,0	12 × 18	9,0
110	73	160	233	2,2	11 × 16	10,2
120	71	170	241	2,4	10 × 15	11,6
130	69	180	249	2,6	9 × 14	13,0
140	68	190	258	2,8	9 × 13	14,4
150	67	200	267	3,0	8 × 12	16,0
160	66	210	276	3,2	8 × 11	17,6
170	65	220	285	3,4	8 × 11	19,4
180	64	230	294	3,6	7 × 10	21,2
190	63	240	303	3,8	6 × 9	23,0
200	63	250	313	4,0	6 × 9	25,0
210	62	260	322	4,2	6 × 9	27,0
220	61	270	331	4,4	5 × 8	29,0

Verlängern
der Bildweite,
Auszugs-
Verlängerung,

Scharfstellen bei Makroaufnahmen



Naheinstelltabelle für Objektive mit 50 mm Brennweite

Auszugs- verlängerung mm	Gegen- stands- weite mm	Bildweite mm	Gesamt- weite mm	Abbildungs- maßstab	Abgebildetes Gegenstands- format mm · mm	Belichtungs- faktor
5	550	55	605	0,1	240 × 360	1,2
10	300	60	360	0,2	120 × 180	1,4
15	217	65	282	0,3	80 × 120	1,7
20	175	70	245	0,4	60 × 90	2,0
25	150	75	225	0,5	48 × 72	2,3
30	133	80	213	0,6	40 × 60	2,6
35	121	85	206	0,7	34 × 51	2,9
40	113	90	203	0,8	30 × 45	3,2
45	106	95	201	0,9	27 × 40	3,6
50	100	100	200	1,0	24 × 36	4,0
55	95	105	200	1,1	22 × 33	4,4
60	92	110	202	1,2	20 × 30	4,8
70	86	120	206	1,4	17 × 26	5,8
80	81	130	211	1,6	15 × 23	6,8
90	78	140	218	1,8	13 × 20	7,8
100	75	150	225	2,0	12 × 18	9,0
110	73	160	233	2,2	11 × 16	10,2
120	71	170	241	2,4	10 × 15	11,6
130	69	180	249	2,6	9 × 14	13,0
140	68	190	258	2,8	9 × 13	14,4
150	67	200	267	3,0	8 × 12	16,0
160	66	210	276	3,2	8 × 11	17,6
170	65	220	285	3,4	8 × 11	19,4
180	64	230	294	3,6	7 × 10	21,2
190	63	240	303	3,8	6 × 9	23,0
200	63	250	313	4,0	6 × 9	25,0
210	62	260	322	4,2	6 × 9	27,0
220	61	270	331	4,4	5 × 8	29,0

Verlängern
der Bildweite,
Auszugs-
Verlängerung,

ohne Änderung
der Öffnung,

Scharfstellen bei Makroaufnahmen

Naheinstelltabelle für Objektive mit 50 mm Brennweite

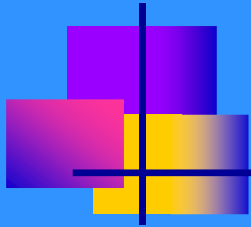
Auszugs- verlängerung mm	Gegen- stands- weite mm	Bildweite mm	Gesamt- weite mm	Abbildungs- maßstab	Abgebildetes Gegenstands- format mm · mm	Belichtungs- faktor
5	550	55	605	0,1	240 × 360	1,2
10	300	60	360	0,2	120 × 180	1,4
15	217	65	282	0,3	80 × 120	1,7
20	175	70	245	0,4	60 × 90	2,0
25	150	75	225	0,5	48 × 72	2,3
30	133	80	213	0,6	40 × 60	2,6
35	121	85	206	0,7	34 × 51	2,9
40	113	90	203	0,8	30 × 45	3,2
45	106	95	201	0,9	27 × 40	3,6
50	100	100	200	1,0	24 × 36	4,0
55	95	105	200	1,1	22 × 33	4,4
60	92	110	202	1,2	20 × 30	4,8
70	86	120	206	1,4	17 × 26	5,8
80	81	130	211	1,6	15 × 23	6,8
90	78	140	218	1,8	13 × 20	7,8
100	75	150	225	2,0	12 × 18	9,0
110	73	160	233	2,2	11 × 16	10,2
120	71	170	241	2,4	10 × 15	11,6
130	69	180	249	2,6	9 × 14	13,0
140	68	190	258	2,8	9 × 13	14,4
150	67	200	267	3,0	8 × 12	16,0
160	66	210	276	3,2	8 × 11	17,6
170	65	220	285	3,4	8 × 11	19,4
180	64	230	294	3,6	7 × 10	21,2
190	63	240	303	3,8	6 × 9	23,0
200	63	250	313	4,0	6 × 9	25,0
210	62	260	322	4,2	6 × 9	27,0
220	61	270	331	4,4	5 × 8	29,0

Verlängern
der Bildweite,
Auszugs-
Verlängerung,

ohne Änderung
der Öffnung,

bedeutet eine
kleinere
wirksame
Blende,
Lichtverlust.

Scharfstellen bei Makroaufnahmen



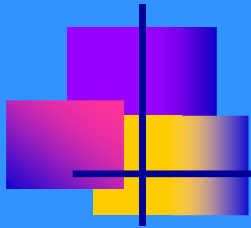
Vorsatz-Linsen

Mehrere
erforderlich



Achromat

Farbfehler korrigiert,
Aber teurer



Scharfstellen bei Makroaufnahmen

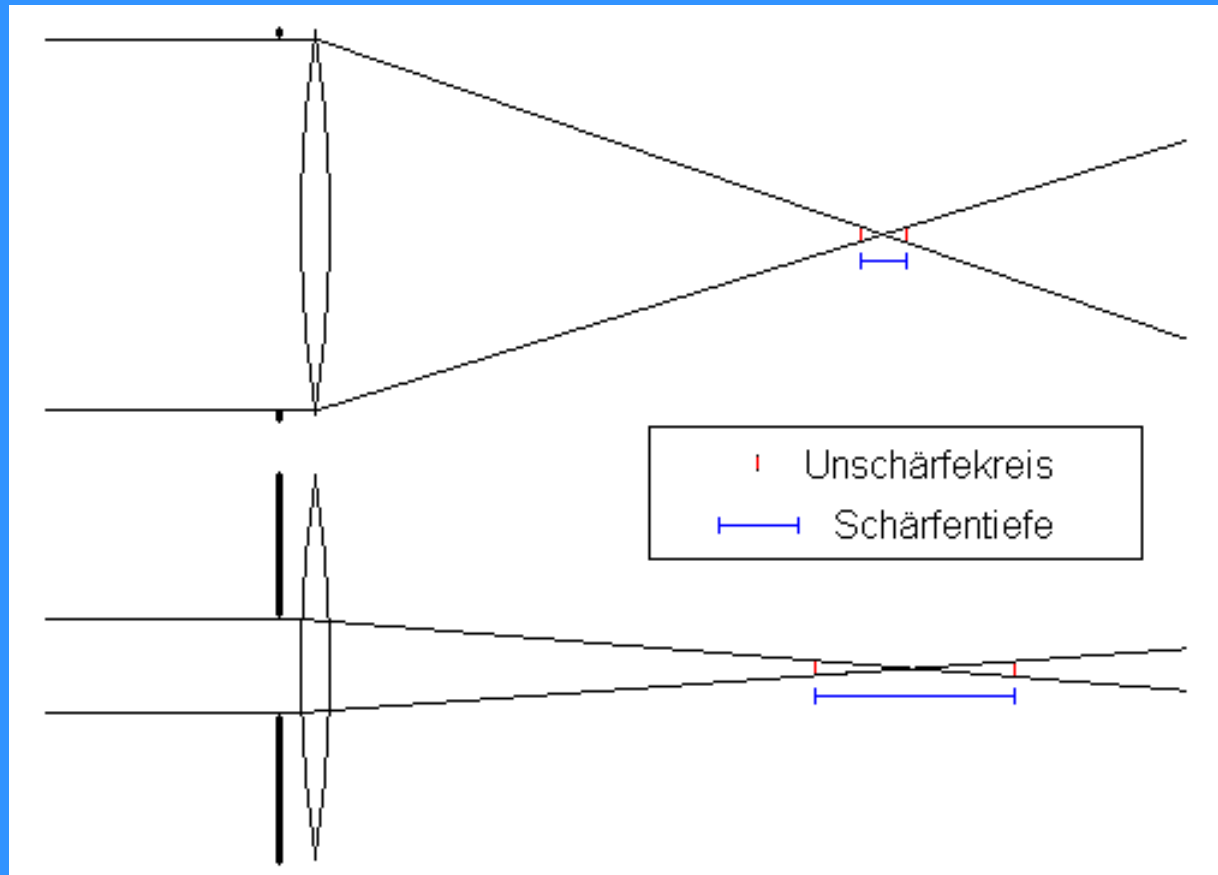
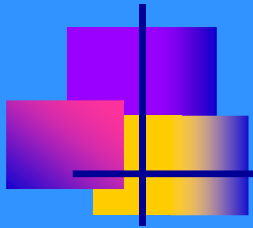
Nahlinse	Entfernungseinstellung am Objektiv					
	unendlich	5m	3m	2m	1,5m	1m
+1 dpt.	100cm	83cm	75cm	67cm	60cm	50cm
+2 dpt.	50cm	45cm	43cm	40cm	37cm	33cm
+3 dpt.	33cm	31cm	30cm	29cm	27cm	25cm
+4 dpt.	25cm	24cm	23cm	22cm	21cm	20cm
+5 dpt.	20cm	19cm	19cm	18cm	17cm	16cm

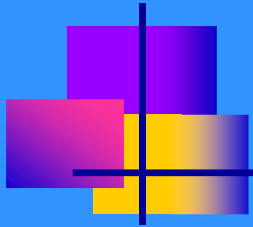
Vorsatz-Linsen

Kein Lichtverlust!



Schärfentiefe



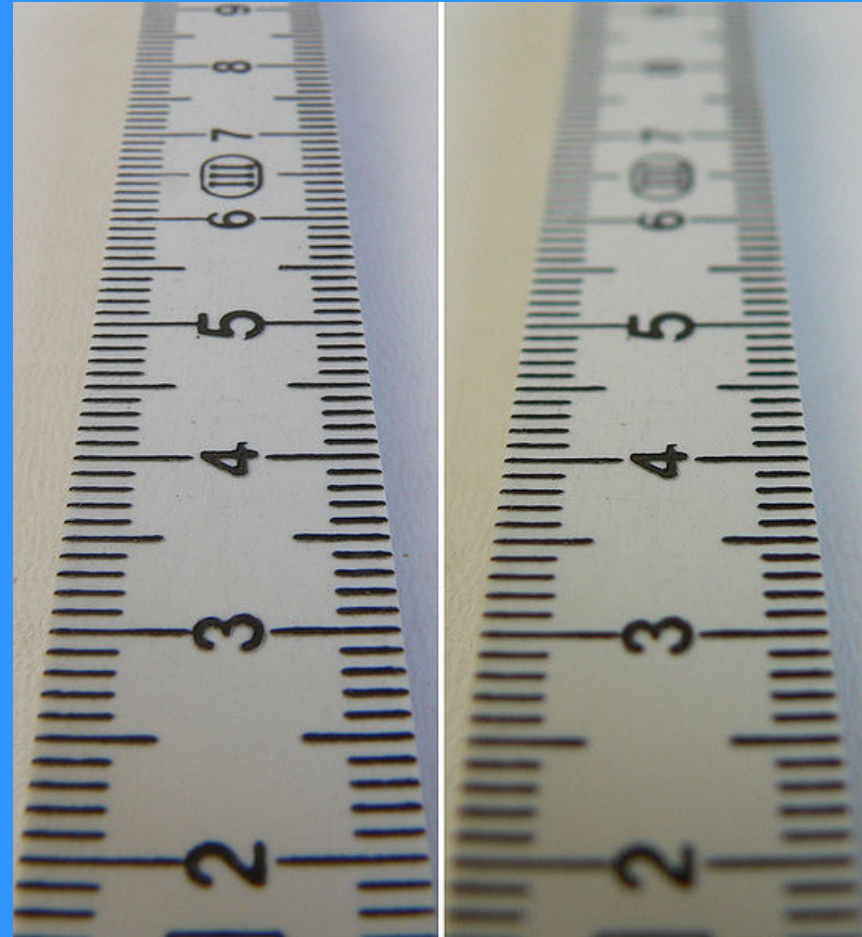


Schärfentiefe

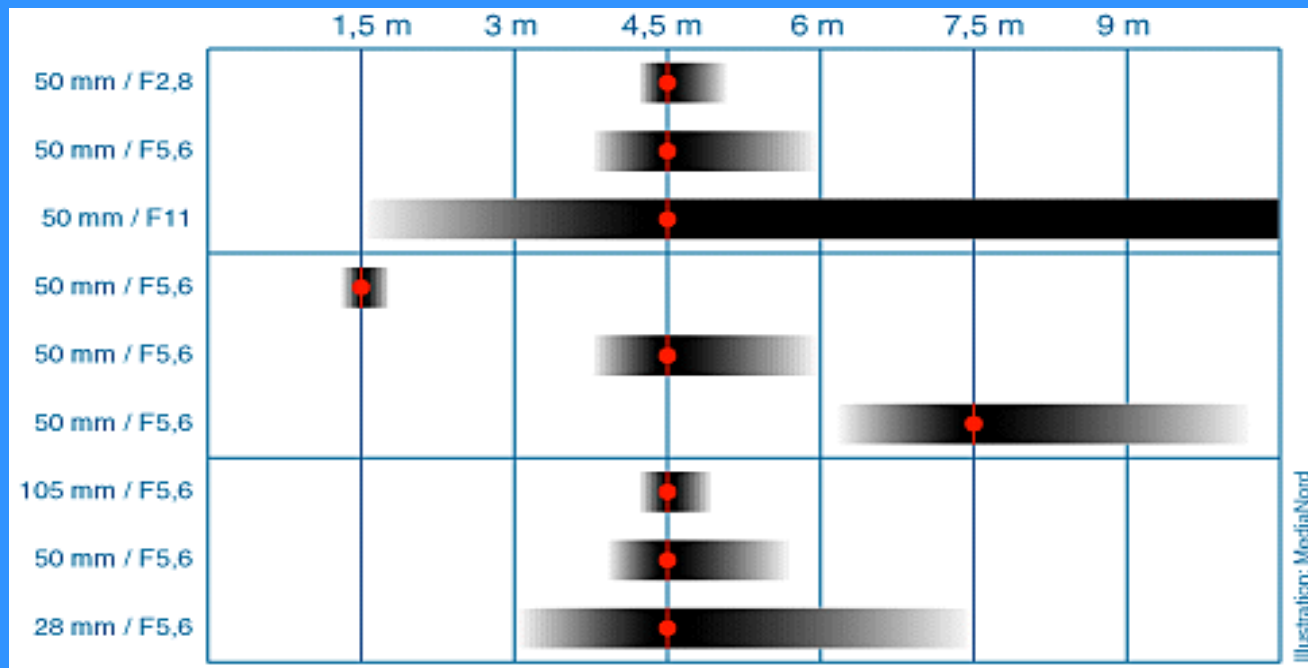
Nach Definition
ist jeder Punkt
kleiner als
0.030mm
Scharf!
(Vollformat)

Links Blende 8

Rechts Blende 2,8



Schärfentiefe



Die Schärfentiefe hängt nur von der Blende und dem Maßstab ab.

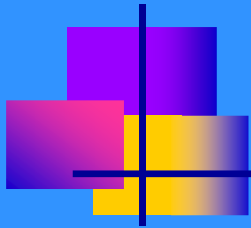


Schärfentiefe

Schärfentiefe in Millimeter

Maßstab	Blende 4	Blende 5,6	Blende 8	Blende 11	Blende 16	Blende 22	Blende 32
1:10	29	40	58	80	116	160	232
1:5	7,9	11	15	22	32	44	63
1:4	5,3	7,4	10,6	14,5	21,1	29	42,2
1:3	3,2	4,4	6,3	8,7	12,7	17,5	25,4
1:2	1,6	2,2	3,2	4,4	6,3	8,7	12,7
1:1	0,35	0,74	1,06	1,45	2,11	2,9	4,22
2:1	0,20	0,28	0,4	0,55	0,79	1,09	1,58
3:1	0,12	0,16	0,24	0,32	0,47	0,65	0,94
4:1	0,08	0,12	0,17	0,23	0,33	0,45	0,66
5:1	0,06	0,09	0,13	0,17	0,25	0,35	0,51
10:1	0,03	0,04	0,06	0,08	0,12	0,16	0,23

Schärfentiefe



$$k_f = \frac{u}{1.22 \times \lambda \times (m+1)}$$

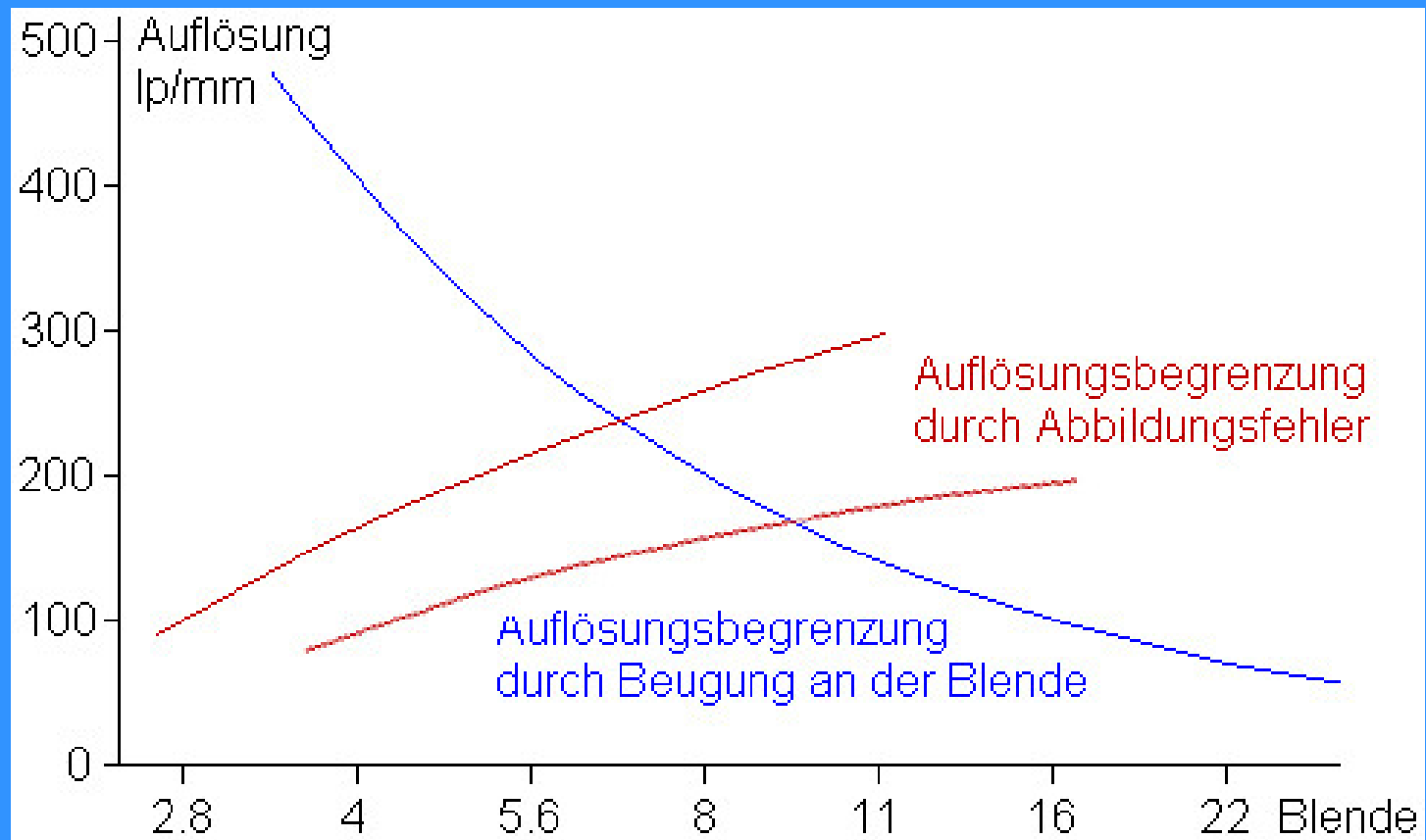
k_f = förderliche Blende
 u = Unschärfekreis
 λ = Wellenlänge
 m = Abbildungsmaßstab

Für einen Unschärfekreis von 0.03 mm, wie er gemeinhin für das **Kleinbildformat** akzeptiert wird, ..., ergeben sich die folgenden förderlichen Blenden in Abhängigkeit vom Abbildungsmaßstab:

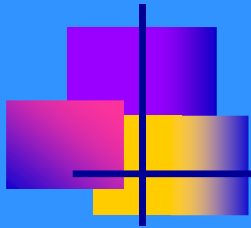
m	1:2	1:1	2:1	3:1	5:1	7:1	10:1
k_f	32	22	16	11	8	5.6	4

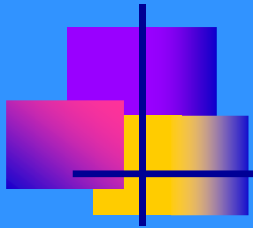
Beim Halbformat
1 Blende weniger!

Beugung durch Abblendung



Arbeitsabstand und Perspektive





Beispiele



31 mm
F: 9,5



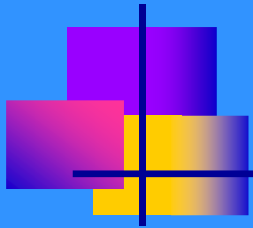
~100 mm
F: 9,5



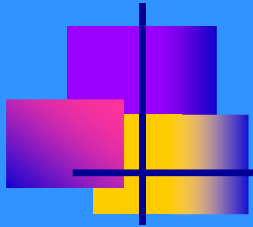
300 mm
F: 9,5



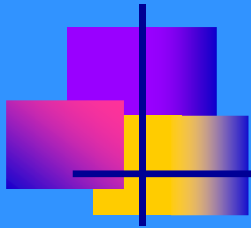
Beispiele



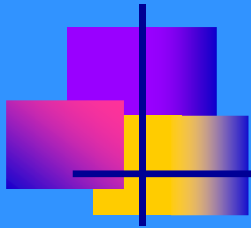
Beispiele



Beispiele



Beispiele



31 mm

f: 9,5



5,6 mm
(ca. 31 mm)

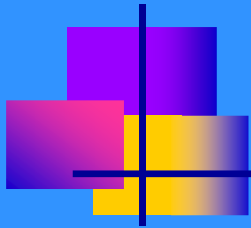
f: 3,6



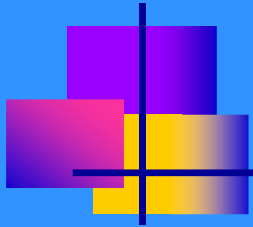
32 mm

f: 9,5

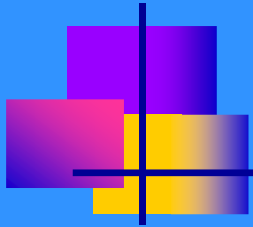
Beispiele



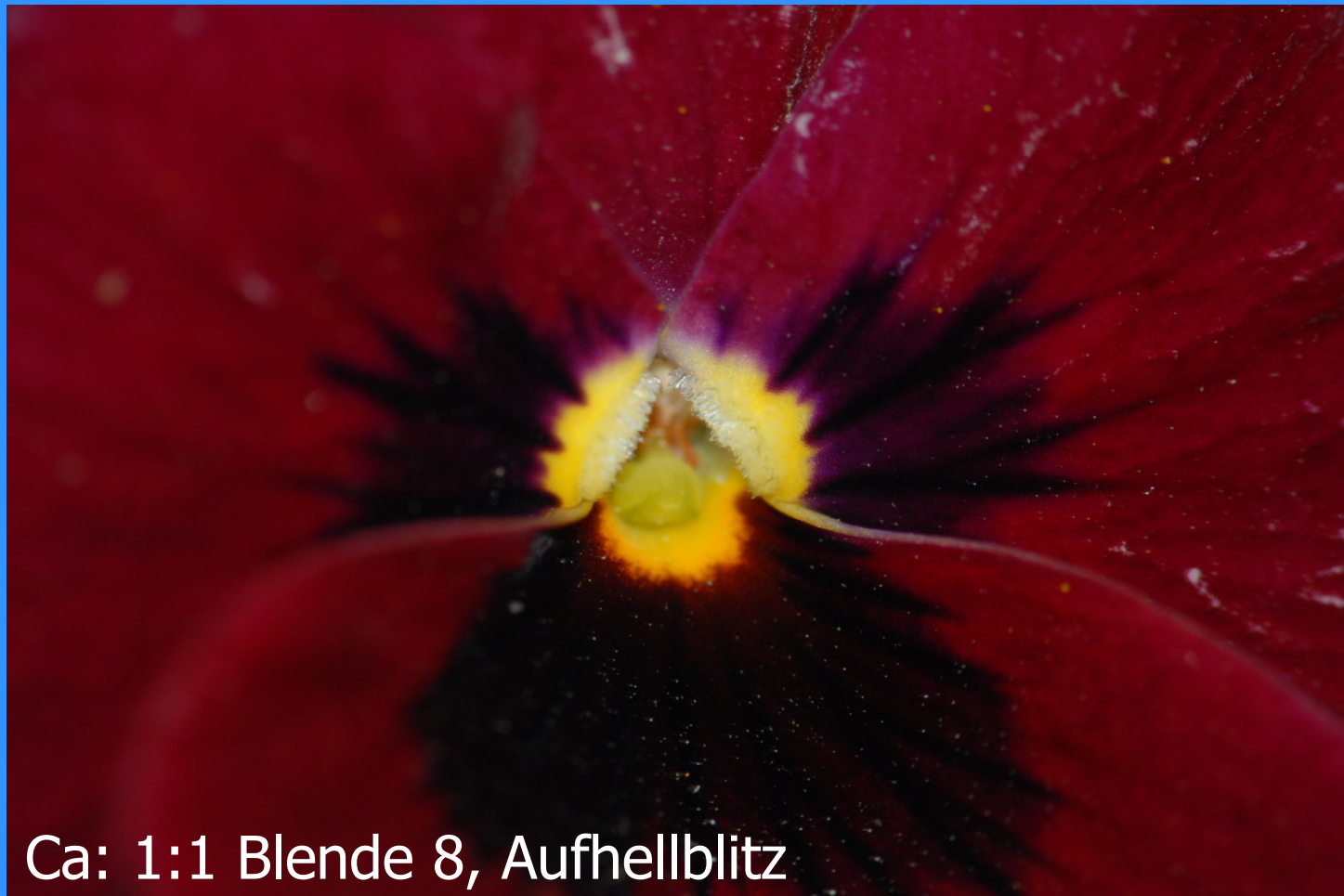
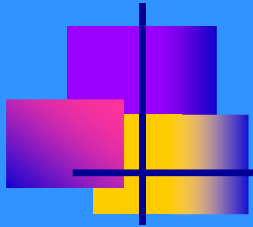
Beispiele



Beispiele

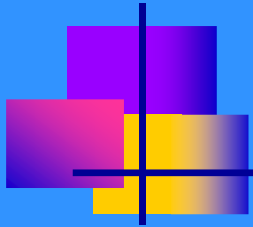


Beispiele



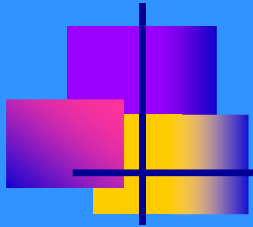
Ca: 1:1 Blende 8, Aufhellblitz

Beispiele

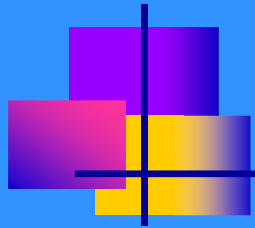


Ca. 1:3 Blende 3,6 Frontlinse aufgelegt

Beispiele



135mm 1:2

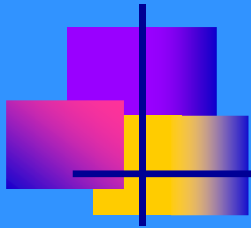


Beispiele



20mm, mit Vorsatzlinse

Noch größere Abbildung

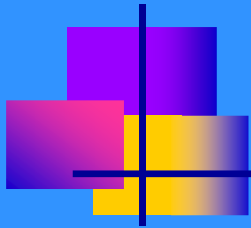


Blaugrüne Mosaikjungfer,
lebend, (nicht manipuliert)

Eingescantes Dia
aus der Minolta-
Zeit des letzten
Jahrtausend.

90 mm Vergrößerungs-
Objektiv am Balgen,
Eigenbau-Ringblitz,
Freihand am Gartenteich.

Noch größere Abbildung



Blaugrüne Mosaikjungfer,
lebend, (nicht manipuliert)

Eingescantes Dia
aus der Minolta-
Zeit des letzten
Jahrtausend.

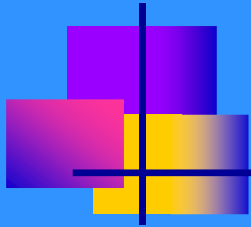
90 mm Vergrößerungs-
Objektiv am Balgen,
Eigenbau-Ringblitz,
Freihand am Gartenteich.

Noch größere Abbildung



Umkehring für größer 1:1
Abstand zum Objekt ca. 40mm
Verlust jeder Kopplung zur Kamera

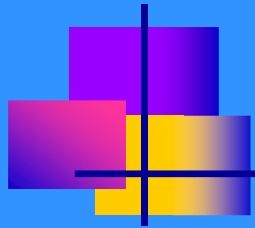
Noch größere Abbildung



Doppel-
Gewinding

Kurze Brennweite
umgedreht als
Vorsatzlinse mit
bester Qualität,
vor längerer
Brennweite.

Zoom, Blende und
sogar Autofocus
möglich



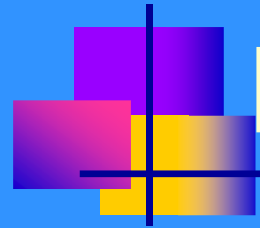
Software-Lösungen



Helicon



Combine Freeware (englisch)



Danke für die Geduld

Bilder und Folien mit Genehmigung von
[//www.puchner.org/Fotografie](http://www.puchner.org/Fotografie)

Und dem online-Katalog der Firma Nikon

Und GNU von Wikipedia

