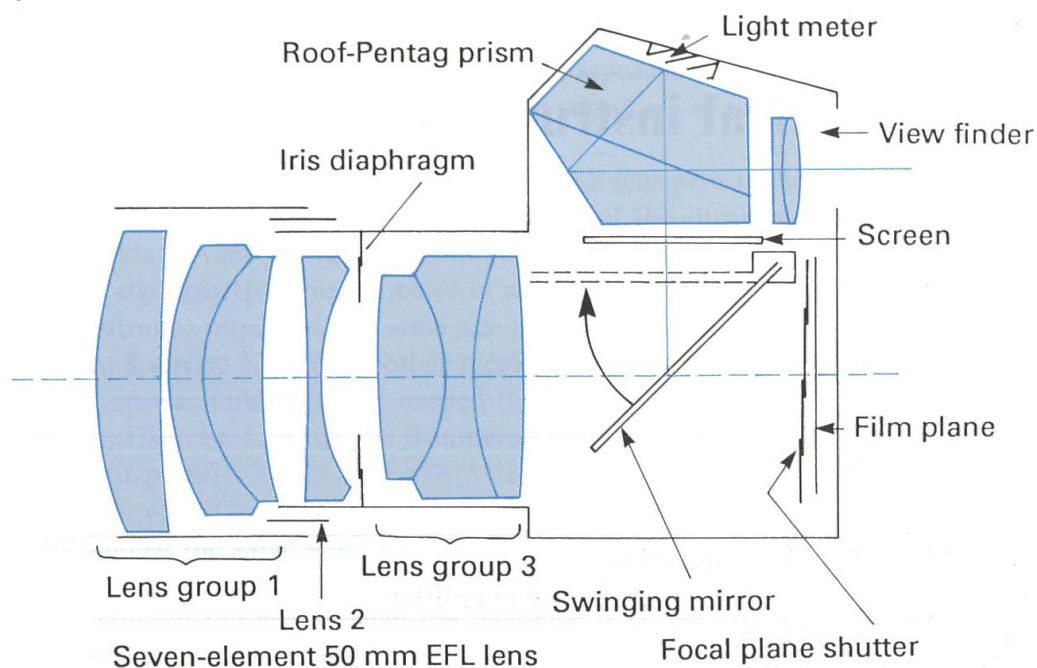


Föreläsning 12 (kap 5.9, 6.1-6.2 i *Optics*)

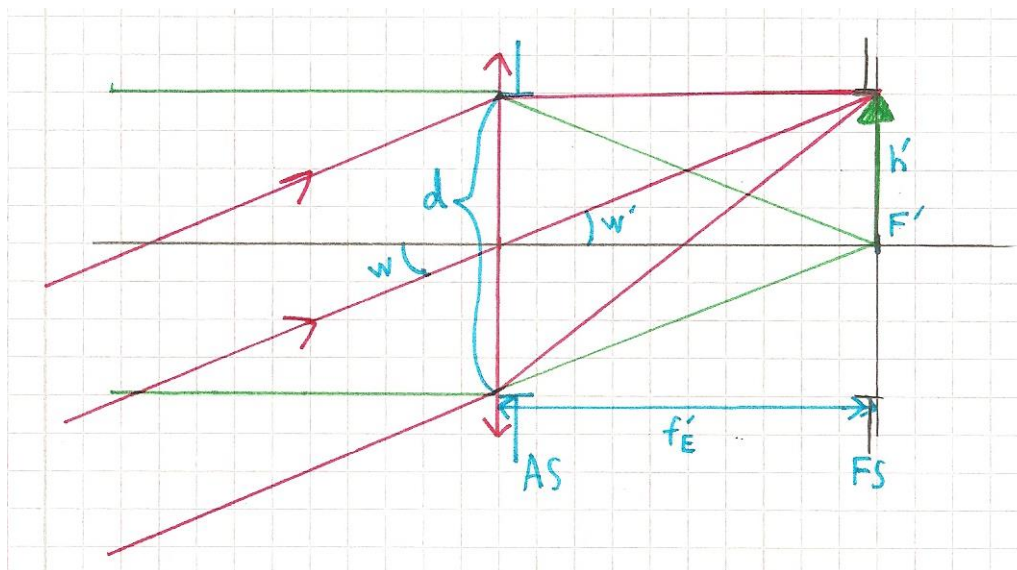
Kameran



Figur 6.1 ur Freeman & Hull, *Optics*

Kameran är ett instrument som till vissa delar fungerar mycket likt ett öga. Kamerans optik, det så kallade kameraobjektivet, motsvarar ögats hornhinna och lens, medan filmen (eller motsvarande) motsvarar näthinnan. Precis som i fallet med ögat är objektet oftast beläget på stort avstånd.

Kameraobjektivet är vanligtvis ett sammansatt linssystem, men om vi beskriver det med hjälp av huvudplan kan vi betrakta det som en lens med en effektiv styrka och fokallängd.



Bildstorlek vid avlägset objekt

$$h' = f_E \cdot \tan w = -f_E' \cdot \tan w'$$

($w=w'$ i kameran eftersom det vanligtvis är luft på båda sidor)

För att få en stor bild måste man alltså ha lång fokallängd/låg styrka/längre objektiv:

Lång fokallängd/låg styrka => stor bild
Kort fokallängd/hög styrka => liten bild

Ljushöjd i bildplan

För att filmen eller den digitala sensorn i kameran skall kunna ge en bra bild måste mängden ljus/area i bildplanet vara på rätt nivå.

$$\frac{\text{ljushöjd}}{\text{area i bild}} \propto \frac{\text{area IP}}{\text{area i bild}} \propto \frac{d_{IP}^2}{h'^2} \propto \frac{d_{IP}^2}{f_E'^2} = \frac{1}{\text{bländartal}^2}$$

$$\text{bländartal (f/\#)} = \frac{f_E'}{d_{IP}}$$

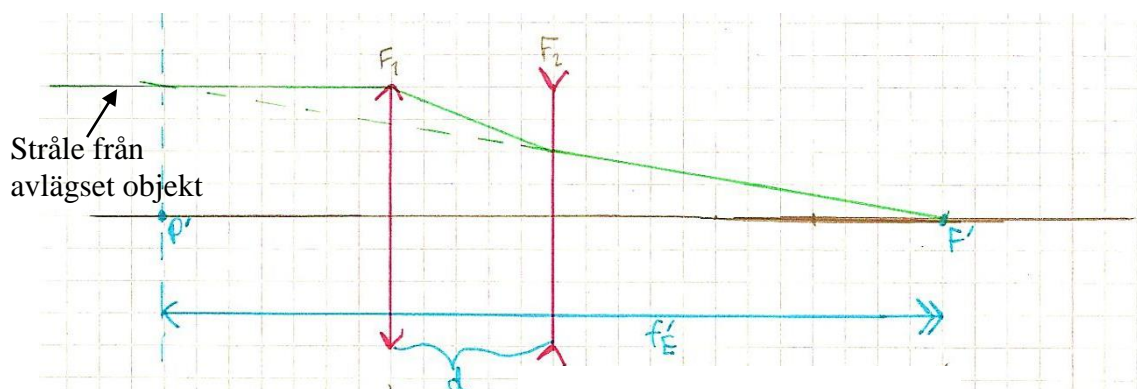
Bländartalet betecknas ibland med symbolen f/#.

| f/# | 1 | 1.4 | 2 | 2.8 | 4 | 5.6 | 8 | 11 | 16 |
|-------------|---|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| ljushöjd | 1 | $\frac{1}{2}$ | $\frac{1}{4}$ | $\frac{1}{8}$ | $\frac{1}{16}$ | $\frac{1}{32}$ | $\frac{1}{64}$ | $\frac{1}{128}$ | $\frac{1}{256}$ |
| area i bild | 1 | $\frac{1}{2}$ | $\frac{1}{4}$ | $\frac{1}{8}$ | $\frac{1}{16}$ | $\frac{1}{32}$ | $\frac{1}{64}$ | $\frac{1}{128}$ | $\frac{1}{256}$ |

Lågt bländartal ger mycket ljus medan högt bländartal ger lite ljus

Teleobjektiv

För att få en stor bild av ett avlägset, litet objekt med en kamera behövs en lång fokallängd hos objektivet (tex. $f_E = 250$ mm). Om objektivet endast var en enkel lins skulle kameran behöva göras lika lång som fokallängden. Utformningen av teleobjektiv är en lösning på problemet:



Eftersom det bakre huvudplanet hamnar framför kameran kan kamerahuset göras kortare än den effektiva fokallängden.

[Exempel: $F_1=+20$ D, $F_2=-40$ D, $d=30$ mm]

$$F_E = 20 - 40 + 0,030 \cdot 20 \cdot 40 = 4 \text{ D}$$

$$f'_E = \frac{1}{F_E} = 250 \text{ mm}$$

$$F'_v = \frac{F_E}{1 - dF_1} = 10 \text{ D}$$

$$f'_v = \frac{1}{F'_v} = 100 \text{ mm}$$

$$(f_v = -550 \text{ mm})$$

Kamerans längd $d + f'_v = 130$ mm. (betydligt mindre än fokallängden, bra!)

Zoomobjektiv

Om vi ändrar avståndet mellan linserna i teleobjektivexemplet ovan till $d=35$ mm får vi:

$$F_E = 20 - 40 + 0,035 \cdot 20 \cdot 40 = 8 \text{ D}$$

$$f'_E = \frac{1}{F_E} = 125 \text{ mm}$$

$$F'_v = \frac{F_E}{1 - dF_1} = 26,7 \text{ D}$$

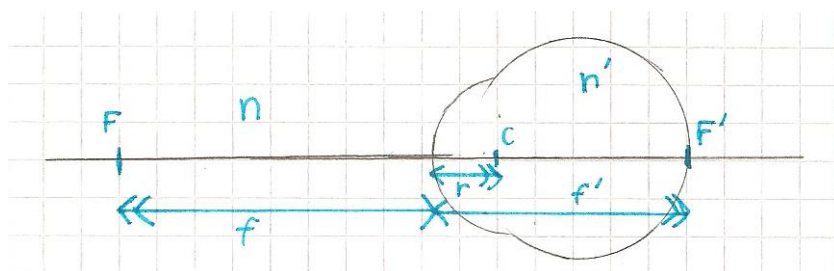
$$f'_v = \frac{1}{F'_v} = 37,5 \text{ mm}$$

Fokallängden halveras och bilden blir mindre => principen för ett Zoomobjektiv där man kan välja förstoring.

Ögat

Ögats optiska system består huvudsakligen av hornhinnan, som står för 2/3 av ögats brytkraft, och linsen, som står för den sista tredjedelen. När man räknar på avbildning i ögat behöver man en enkel modell eftersom ögats verkliga optiska system är så komplext och varierar från individ till individ. Den enklaste tänkbara ögonmodellen är en så kallad reducerad ögonmodell, där ögats optiska system beskrivs av en enda sfärisk gränsyta mellan luft och vatten.

Reducerad ögonmodell



Reducerad ögonmodell:

$$n = 1$$

$$n' = 4/3$$

$$F = +60D$$

Vanliga formlerna för sfärisk gränsyta ger då att:

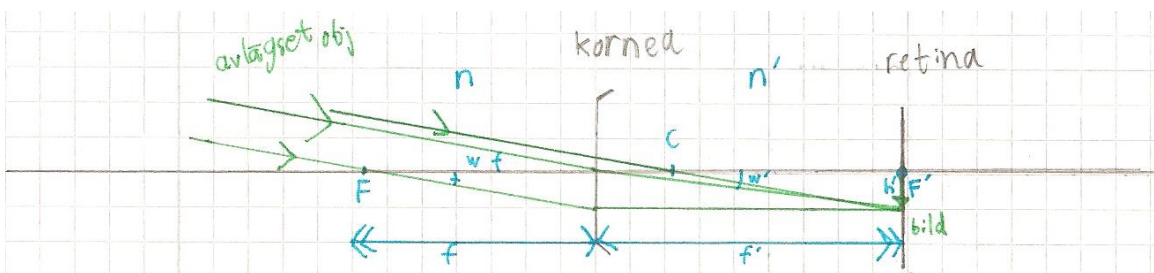
$$F = \frac{n' - n}{r} \Rightarrow r = 5.55 \text{ mm}$$

$$f' = \frac{n'}{F} = 22.22 \text{ mm}$$

$$f = -\frac{n}{F} = -16.67 \text{ mm}$$

Bildstorlek på näthinnan

Avbilda ett avlägset objekt som står på optiska axeln, strålarna i figuren nedan kommer ifrån toppen av objektet.



$$h' = f \cdot \tan w = -f' \cdot \tan w'$$

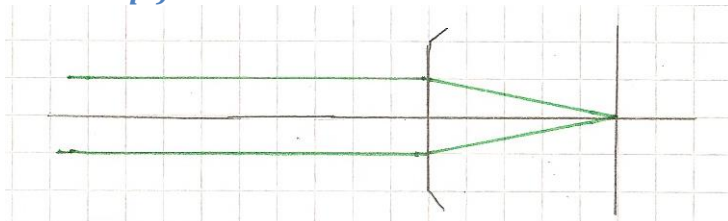
$$\left(\tan w = \frac{\text{objektets höjd}}{\text{objektets avstånd från ögat}} \right)$$

Synvinkeln mot ögat bestämmer bildstorleken på näthinnan!

Brytningsfel

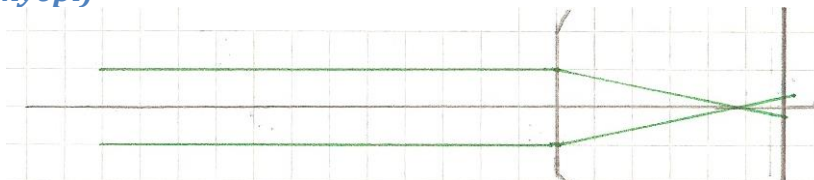
(I alla figurer nedan antas att ögat är avslappnat utan ackommodation)

Normalsynthet (emmetropi)

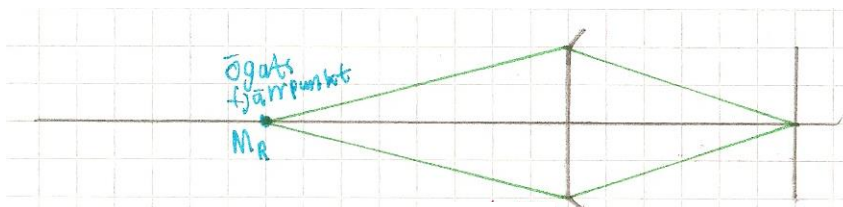


Det normalsynta ögat avbildar ett avlägset objekt till en bild på näthinnan.

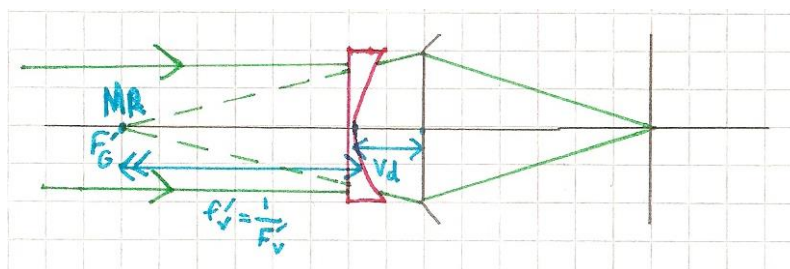
Närsynthet (myopi)



Det närsynta ögat ovan är för starkt brytande/för långt så strålarna från ett avlägset objekt samlas framför näthinnan.

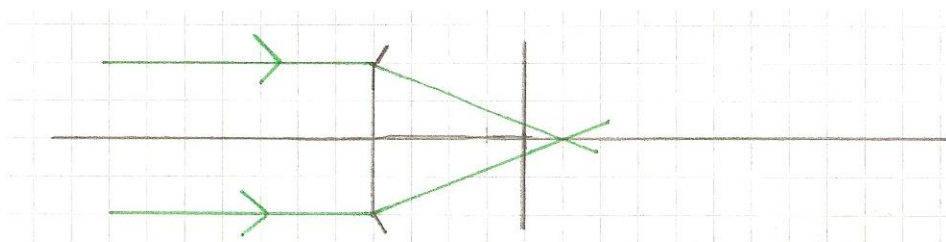


Alla människor har en fjärrpunkt (M_R) som avbildas till näthinnan i det avslappnade ögat. För emmetroper ligger fjärrpunkten i oändligheten medan myoper har sin framför ögat.

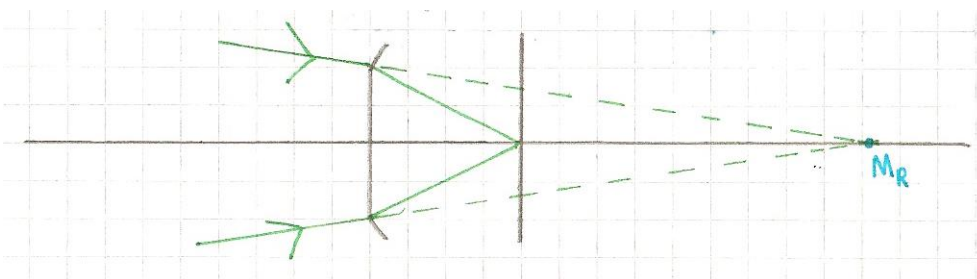


Korrektionsprincipen: Glasögat lägger bilden av ett avlägset objekt i fjärrpunkten.

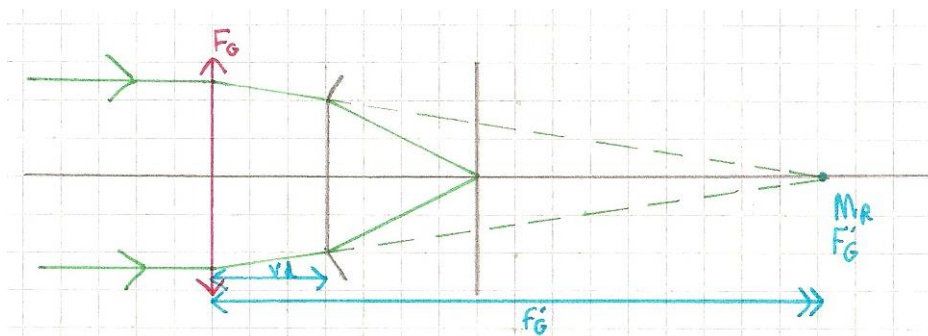
Översynthet (Hyperopi)



Det översynta ögat är för svagt brytande/för kort så att strålarna från ett avlägset objekt samlas bakom näthinnan.



För hyperoper ligger fjärppunkten bakom ögat och de skulle kunna ackommodera så att bilden hamnar på näthinnan. Det finns dock inga naturliga objekt som kan ligga i deras fjärppunkt. Ljus kan inte komma in i ett hyperopt öga med rätt vergens utan hjälp av en positiv lins.



Korrektionsprincipen: Glasögat lägger bilden av ett avlägset objekt i fjärppunkten.