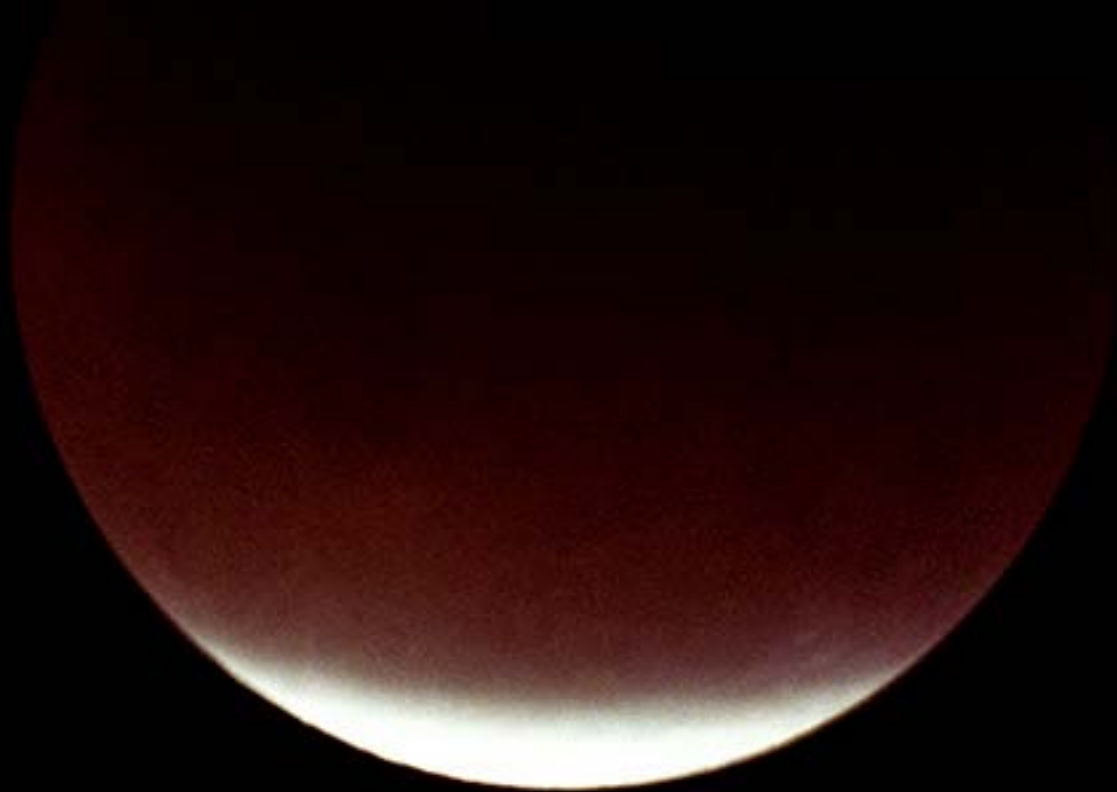


# Fotografering av måneformørkelser

Odd Høydalsvik ©

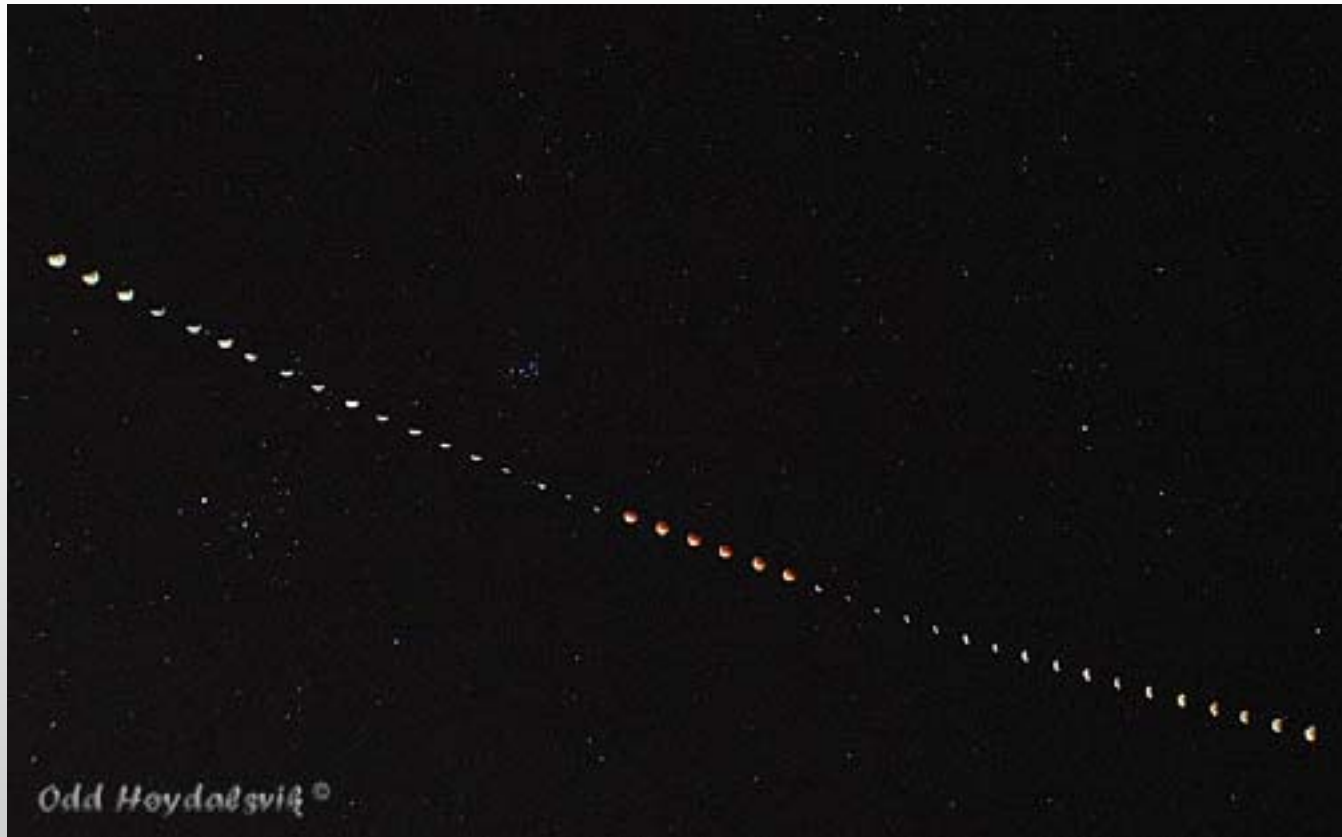
27.02.2007



# Utstyr

- Man kan få mye ut av det man har, f.eks.:
- Kompaktkamera
- Speilrefleks med diverse optikk
  - Vidvinkel for å fange hele forløpet
  - Normal for deler av forløpet, månen og stjerner
  - Tele for nærbilder
- Et lite teleskop
- Stødig fotostativ eller ekvatorialmontering.
- Med ekvatorialmontering unngår man feltrotasjon.
- Alternativt utstyr:
- Webkamera med teleoptikk
- Videokamera (helst digitalt)

# Forløpet

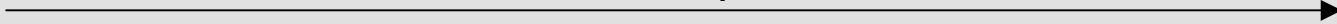


- Kamera: Filmbasert speilrefleks med mulighet for multieksposering
- Objektiv: 28-105mm innstilt på 35mm og blender 8
- En eksponering hvert 5. minutt på samme filmrute
- Eksponeringstid fra 1/125s i partiell fase til 6s under totalitet
- Fuji Sensia 100 lysbildefilm
- Bakgrunnen er et separat bilde. De 2 bildene er kombinert i Photoshop.

# Nærbilder (sekvens)



Tidsforløp



- Montasje som viser ulike faser som funksjon av tiden.
- Kamera: Filmbasert speilrefleks
- Montert i primærfokus på lite teleskop (Meade ETX-90)
- 1250mm brennvidde, f 13,5
- Film: Fuji Superia X-TRA 800 negativ fargefilm
- Negativene er scannet og satt sammen.
- Dato 09.11.2003

# Nærbilder

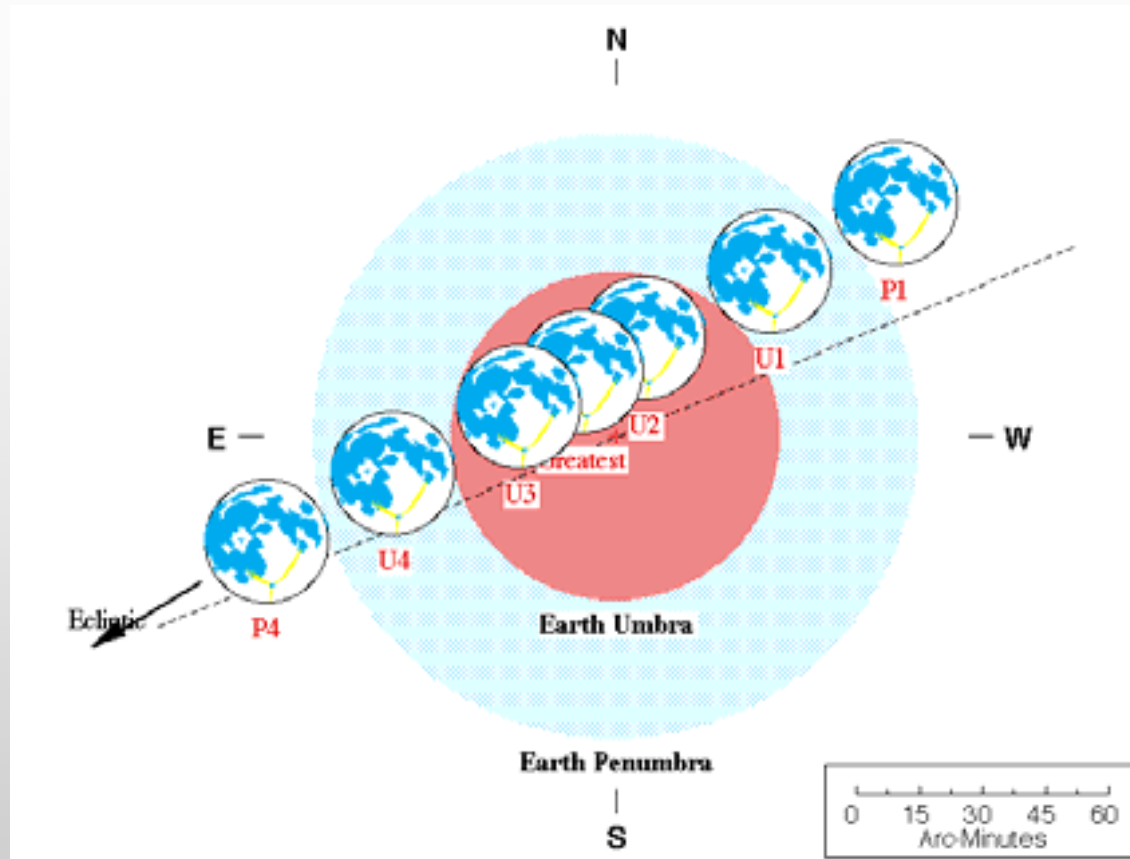


- Montasje som gir et inntrykk av månens bevegelse gjennom jordskyggen.
- Dato 09.11.2003
- Tekniske data som på forrige side

# Planlegging

- Forberedelser og en god plan er viktig for et godt resultat.
- Varighet
  - En total måneformørkelse varer typisk ca 3½ - 4 timer inkludert de partielle fasene.
  - Total fase kan vare over en time dersom månen treffer midt i jordskyggen.
  - 3.3.2007:
    - Penumbraal varighet: 6t:8m:58s
    - Umbral varighet: 3t:41m:42s
    - Totalitet-varighet: 1t:11m:12s
    - Månen flytter seg ca 15 grader pr time. Det vil si at den flytter seg ca 55 grader i løpet av hele denne formørkelsen (ikke medregnet penumbrale faser).
    - Dette er viktig å tenke over ved valg av observasjonssted – og valg av objektiv...

# Formørkelsen 3.3.2007



- P1 = 21:16:29
- U1 = 22:30:04
- U2 = 23:43:49
- U3 = 00:58:01
- U4 = 02:11:46
- P4 = 03:25:27

- Maksimal formørkelse inntreffer kl 00:20:55 norsk tid (UT+1)
- Fasene fra P1 til U1 og fra U4 til P4 er bare så vidt merkbare.

# Eksposering

- Lysstyrken til månen varierer enormt i løpet av en total måneformørkelse.
- Eksposering kan bestemmes på 2 måter:
  - Kameraets lysmåler
    - Krever spotmåling for tilstrekkelig nøyaktighet.
    - Vanlig lysmåler kan duge dersom månen langt på vei fyller bildeflaten.
    - Følsomheten kan være for dårlig under totaliteten.
  - Tabell
    - Se følgende sider



# Eksposering

ISO		Blenderåpning						
100		2,8	4	5,6	8	11	16	22
200		4	5,6	8	11	16	22	32
400		5,6	8	11	16	22	32	44
800		8	11	16	22	32	44	64
1600		11	16	22	32	44	64	88
Månefase	Q	Lukkerhastighet						
Fullmåne	8	1/4000	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60
U1	7	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30
Umbra mag=0,25	6	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15
Umbra mag=0,5	5	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8
Umbra mag=0,75	4	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8	1/4
Totalitet L=4	-3	1/2	1s	2s	4s	8s	15s	30s
Totalitet L=3	-5	2s	4s	8s	15s	30s	1m	2m
Totalitet L=2	-7	8s	15s	30s	1min	1m	2m	4m
Totalitet L=1	-8	30s	1min	2min	4min	8m	15m	30m
Totalitet L=0	-11	2min	2min	8min	15min	30m		

Finn ISO-verdi og blenderåpning i øverste tabell.  
 Les av lukkertid i samme kolonne i nederste tabell.  
 Umbra mag. er andelen av månen som er formørket.  
 Mer om L-verdien på neste side.

Kilde: Fred Espenak

# Eksposering

- Det varierer kraftig hvor mørk månen er under en formørkelse. Den franske astronomen Danjon har formulert en skala for å evaluere hvor mørk månen er:

L = 0 Svært mørk.

Månen er nesten usynlig, spesielt rundt midten av totaliteten.

L = 1 Mørk. Gråaktig eller brunaktig farge.

Detaljer på måneoverflaten er såvidt synlig.

L = 2 Dyprød eller rustfarget.

Svært mørk sentral skygge. Ytre del av umbra er relativt lys.

L = 3 Mursteinsrød.

Umbral skygge har vanligvis en klar gulfarget kant.

L = 4 Svært lys kobber-rød eller oransje.

Umbral skygge har en blåfarget lyssterk kant.

- Man fastslår L-verdien best med det blotte øye, eller en prismekikkert.

# Bildevinkel og målestokk

Fullformat (36x24mm)

Brennvidde	Bildevinkel			Diameter Sol/Måne
	Diagonal	Horisontal	Vertikal	
10				
17	104	87	58	0,16 mm
20	94	78	52	0,18 mm
24	83	69	46	0,22 mm
28	75	62	42	0,26 mm
35	64	53	36	0,3 mm
45	51	43	28	0,4 mm
50	46	38	26	0,5 mm
70	33	27	18	0,6 mm
100	24	20	13	0,9 mm
135	18	15	10	1,2 mm
200	12	10	7	1,8 mm
300	8,3	7	5	2,8 mm
400	6,2	5	3	3,7 mm
500	5	4	3	4,6 mm
600	4,1	3,4	2,3	5,5 mm
800	3,1	2,6	1,7	7,3 mm
1000	2,1	1,7	1,2	9,2 mm
1250	1,68	1,4	0,9	11,5 mm
1500	1,4	1,2	0,8	13,8 mm
2000	1,05	0,9	0,6	18,3 mm
2500	0,84	0,7	0,5	22,9 mm

EOS20D (22,5x15mm)

Diagonal	Bildevinkel		Diameter Sol/Måne
	Horisontal	Vertikal	
111	92	61	0,09 mm
65	54	36	0,16 mm
59	49	33	0,18 mm
52	43	29	0,22 mm
47	39	26	0,26 mm
40	33	22	0,3 mm
32	27	18	0,4 mm
29	24	16	0,5 mm
21	17	11	0,6 mm
15	12	8	0,9 mm
11	9	6	1,2 mm
7,5	6,2	4,2	1,8 mm
5,2	4,3	2,9	2,8 mm
3,9	3,2	2,1	3,7 mm
3,1	2,6	1,7	4,6 mm
2,6	2,1	1,4	5,5 mm
1,9	1,6	1,1	7,3 mm
1,3	1,1	0,7	9,2 mm
1,1	0,9	0,6	11,5 mm
0,9	0,7	0,5	13,8 mm
0,7	0,5	0,4	18,3 mm
0,5	0,4	0,3	22,9 mm

Månen sin diameter er ca 1/2 grad  
(brennvidde/109 gir diameter på bildet)

2500mm er max brennvidde for å få med hele månen  
1600mm ved bruk av digital SLR

# Maksimal eksponeringstid

- Dersom kamera står fastmontert vil man ved lange eksponeringstider få uskarphet fordi månen beveger seg.
- Dersom vi setter som krav at månen maksimalt skal bevege seg 1/1000 av utstrekningen til bildeflaten får vi følgende omtrentlige formel for max eksponeringstid:

$$t = 500/f$$

- der f er brennvidden (eller ekvivalentbrennvidde for andre formater enn 36x24mm)
- og tallet 500 har benevnelsen sekund\*millimeter
- Dersom du har større eller mindre krav til skarphet kan du velge et annet tall:
  - f.eks 1000 for mindre skarphet (tilstrekkelig for web),
  - eller 200 for svært stor skarphet (print).

# Eksempel på fotoplan

Fotoplan for måneformørkelsen 03.03.2007									
EOS 500 Multieksponering 35mm (64 grader diagonalt felt)							Provia 400F		
EOS20D Enkeltbilder gjennom Vixen R200SS f4.0									
	#	H	M	S	KAMERA				#
	1	22	27		EOS500	f8	1/2000	20D	1
<b>Første kontakt</b>		22	30	04					
	2	22	33		EOS500	f8	1/2000	20D	2
	3	22	39		EOS500	f8	1/1000	20D	3
U=0,25	4	22	45		EOS500	f8	1/500	20D	4
	5	22	51		EOS500	f8	1/500	20D	5
	6	22	57		EOS500	f8	1/500	20D	6
U=0,5	7	23	03		EOS500	f8	1/250	20D	7
	8	23	09		EOS500	f8	1/250	20D	8
	9	23	15		EOS500	f8	1/250	20D	9
U=0,75	10	23	21		EOS500	f8	1/125	20D	10
	11	23	27		EOS500	f8	1/60	20D	11
	12	23	33		EOS500	f8	1/15	20D	12
	13	23	39		EOS500	f8	1/4	20D	13
<b>Andre kontakt</b>		23	43	49					
	14	23	45		EOS500	f8	2	20D	14
	15	23	51		EOS500	f8	4	20D	15
	16	23	57		EOS500	f8	6	20D	16
	17	00	03		EOS500	f8	6	20D	17
	18	00	09		EOS500	f8	8	20D	18
	19	00	15		EOS500	f8	8	20D	19
<b>MAX</b>	20	00	21	00	EOS500	f8	8	20D	20
	21	00	27		EOS500	f8	8	20D	21
	22	00	33		EOS500	f8	8	20D	22
	23	00	39		EOS500	f8	6	20D	23
	24	00	45		EOS500	f8	6	20D	24
	25	00	51		EOS500	f8	4	20D	25
	26	00	57		EOS500	f8	2	20D	26
<b>Tredje kontakt</b>		00	58	01					
	27	01	03		EOS500	f8	1/4	20D	27

# Eksempel: 21.01.2000



21.01.2000, 03:58  
400mm  
1/250s f22  
Ektachrome 400  
presset til 800 ISO



21.01.2000, 05:10  
400mm.  
1s f5,6  
Ektachrome 400  
presset til 800 ISO



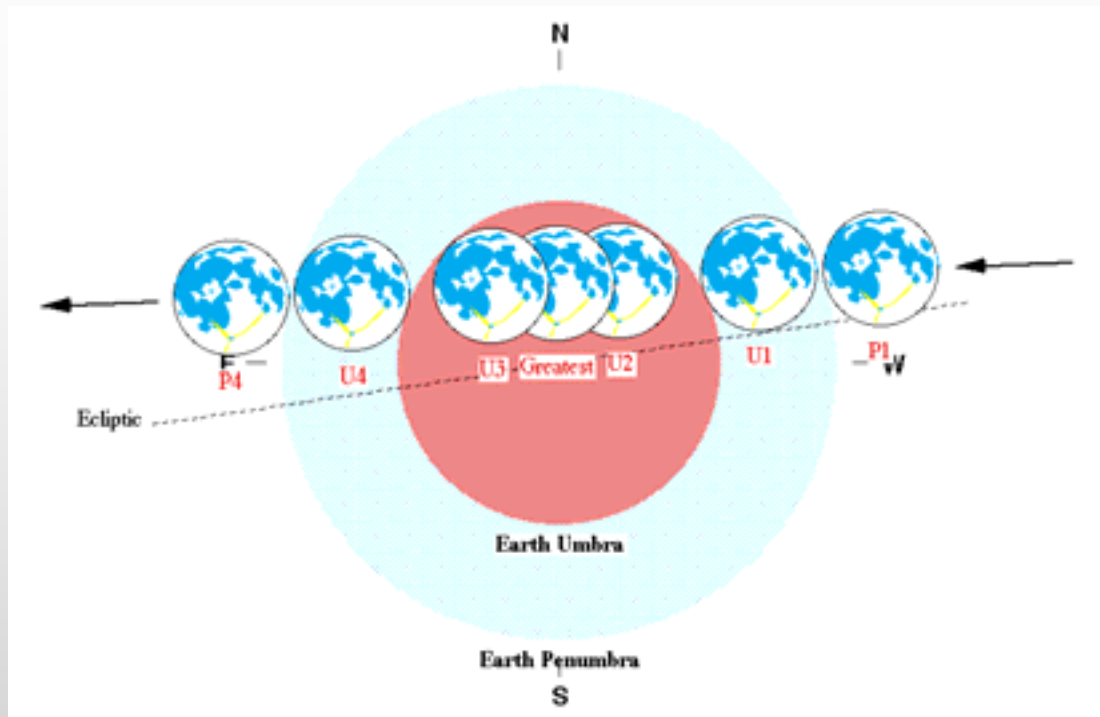
21.01.2000, 06:23  
Månen er akkurat i  
ferd med å komme ut  
av skyggen.  
400mm  
1s f5,6  
Ektachrome 400  
presset til 800 ISO



21.01.2000, 05:15  
200mm  
8s f4  
Ektachrome 400 presset til 800 ISO

Bildene over er beskåret en del.  
Ikke helt optimal skarphet (dårlig fokus).

# Eksempel: 09.01.2001



- P1 = 18:43:34
- U1 = 19:42:07
- U2 = 20:49:36
- U3 = 21:51:38
- U4 = 22:59:07
- P4 = 23:57:28
- Maksimal formørkelse inntraff kl 21:20:36 norsk tid (UT+1)



- Kamera: Filmbasert speilrefleks
- Objektiv: 400mm f 5.6
- Legg merke til stjerne rett under månen på det midterste bildet. Denne ble okkultert i løpet av totaliteten.

# Eksempel: 09.01.2001

Månen under totalitet og stjernehimmelen (m/Orion)



- Kamera: Filmbasert speilrefleks
- Objektiv: 35mm f 2.0 (beskåret litt)
- Eksponeringstid fra 8s på 400ISO lysbildefilm
- Bildet er "strukket" i Photoshop for å få fram stjernene bedre



# Eksempel: 09.01.2001

Månen under totalitet og stjernehimmele (m/Gemini)



- Kamera: Filmbasert speilrefleks
- Objektiv: 50mm f 1.8 (ubeskåret)
- Eksponeringstid fra 4s på 400ISO lysbildefilm
- Bildet er "strukket" i Photoshop for å få fram stjernene bedre

# Feste av kamera på teleskop

## Eksempler:



T2 adapter for speilreflekskamera i primærfokus



Festeklemme for digitalt kompaktkamera for okularprojeksjon.

Det er også mulig å lage braketter selv for den nevenyttige.

# Prinsipper for fotografering gjennom teleskop

Med speilreflekskamera i primærfokus



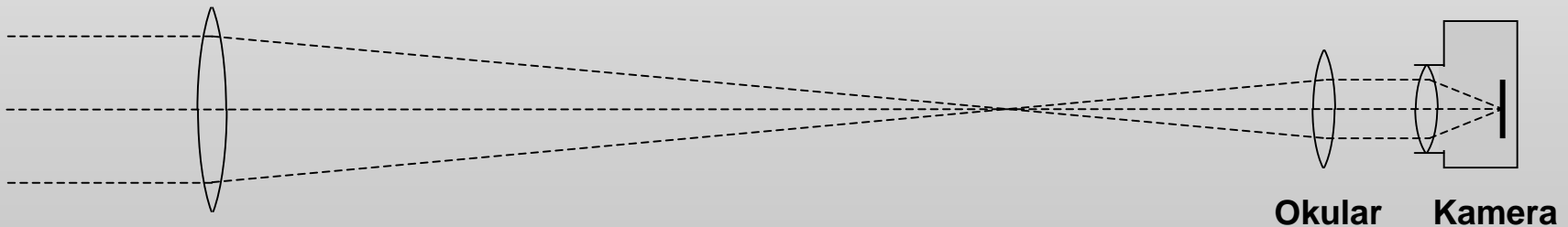
Objektiv

**Fokusering:**

Det er lett å fokusere gjennom søkeren på et lyssterkt objekt som månen. Teleskopets objektiv erstatter kameraets objektiv. Okular benyttes ikke.

---

Med kompaktkamera eller filmkamera og okularprosjeksjon



Objektiv

Okular

Kamera

**Fokusering:**

Før du fester kamera stiller du skarpt ved å se gjennom okularet. Det som ditt øye ser skarpt vil også være skarpt for kameraet innstilt på uendelig (så sant du har normalt syn). Med digitalkamera kan du ta en prøveeksponering, og forstørre opp og sjekke.

# Mer om okularprojeksjon

Total effektiv brennvidde for systemet ved bruk av okularprojeksjon er gitt ved formelen:

$$F_{\text{tot}} = F_1 \frac{X - F_2}{F_2}$$

der:

$F_1$  er brennvidden til teleskopets objektiv

$F_2$  er brennvidden til okularet

$X$  er avstanden mellom okularets optiske midtpunkt og filmplan/bildebrikke

Det forutsettes at kameraet har normaloptikk. (Brennvidde lik sensorens diagonal)

Blenderåpningen til systemet blir da:

$$f = F_{\text{tot}} / D$$

der:

$D$  er objektivets diameter.

# Speilrefleks i primærfokus



Meade ETX-90 med speilreflekskamera

# Webkamera



- Fordeler:
  - Enkelt og billig dersom man har PC og et teleobjektiv fra før.
  - Man kan ta svært mange bilder/film
- Ulemper:
  - Lav oppløsning (640 x 480 pixler)
  - Krever strøm ved lange økter
- Passende brennvidde for månen er ca 250mm

# Webkamera



## Utstyr:

- Webkamera med optikken fjernet og med 1.25" adapter laget av filmboks.
- Man kan også kjøpe såkalt "Mogg-adapter" ferdig.
- IR-blokkeringsfilter (f.eks. Baader #2459207).
  - Nødvendig for å få skarpe bilder.
- Objektivadapter laget av bakre objektivdeksel med passende hull, og hylse laget av papirstrimmel og lim.

# Kilder og nyttige ressurser

- Fred Espenak:  
[www.mreclipse.com](http://www.mreclipse.com)
- NASA:  
<http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/eclipse.html>



# Lykke til med egne bilder!



Bilde fra formørkelsen 09.11.2003