

A Newton's rings interference pattern, showing concentric circular fringes of light and dark, centered on a dark background. The pattern is used as a background for the text.

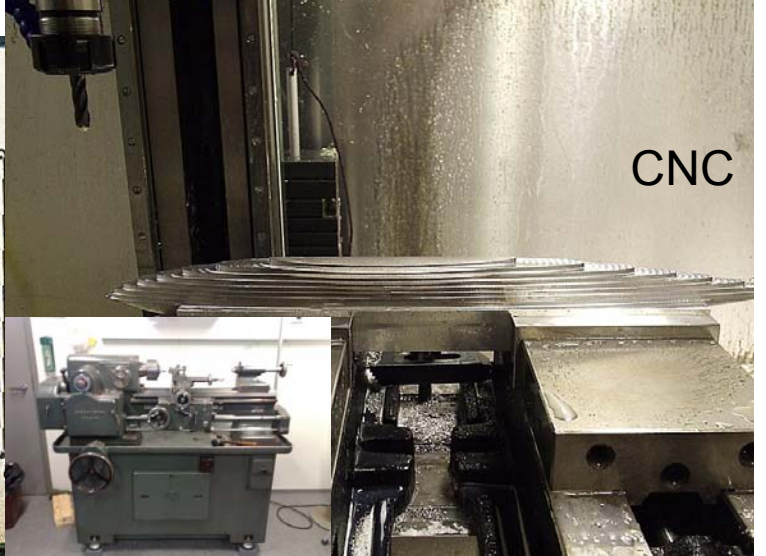
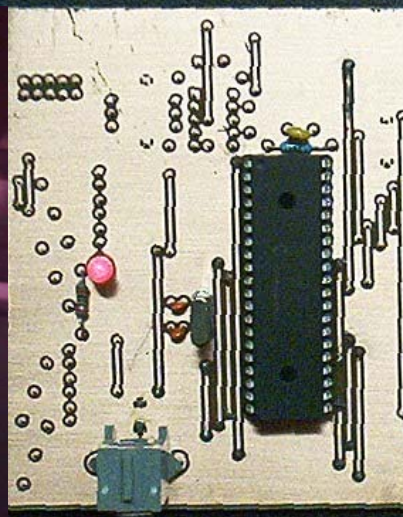
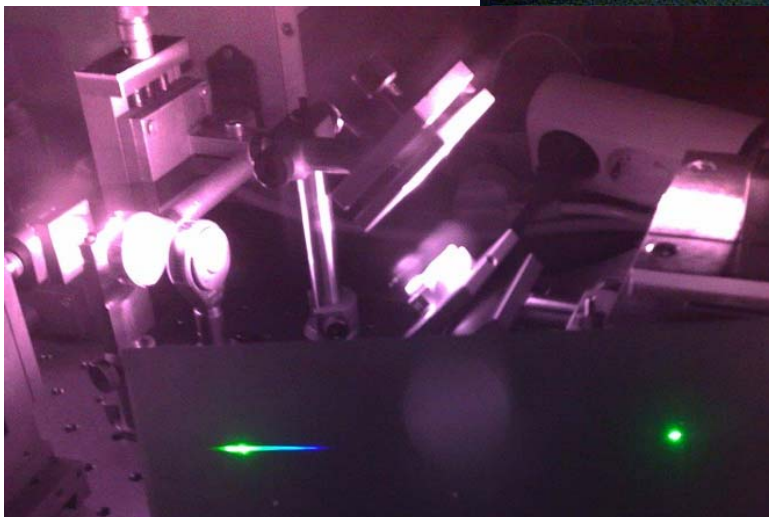
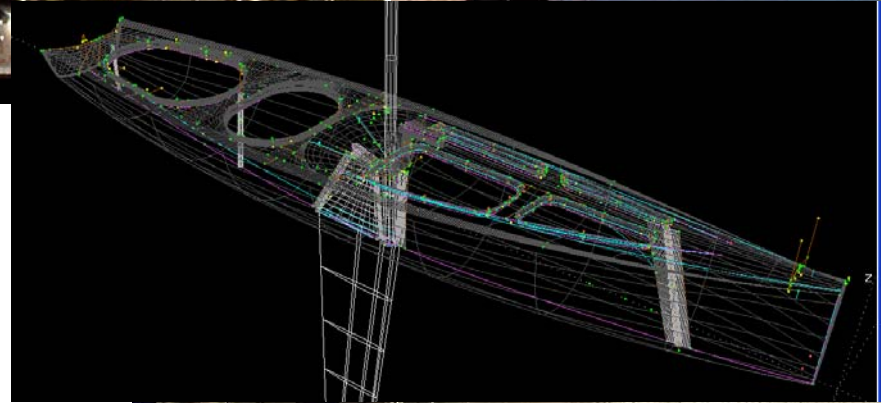
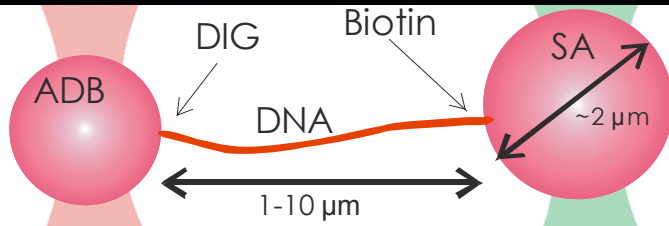
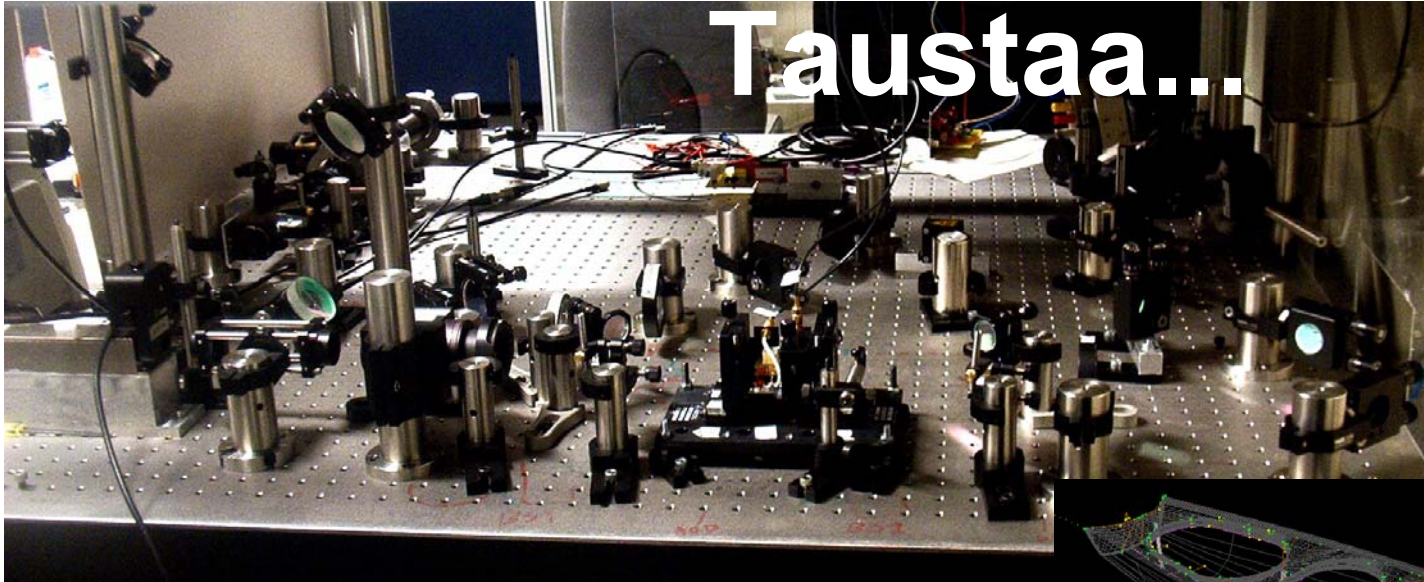
1. 240 mm Newton peilin hionta ja kiillotus

2. Bath-interferometri ja peilin muodon mittaus

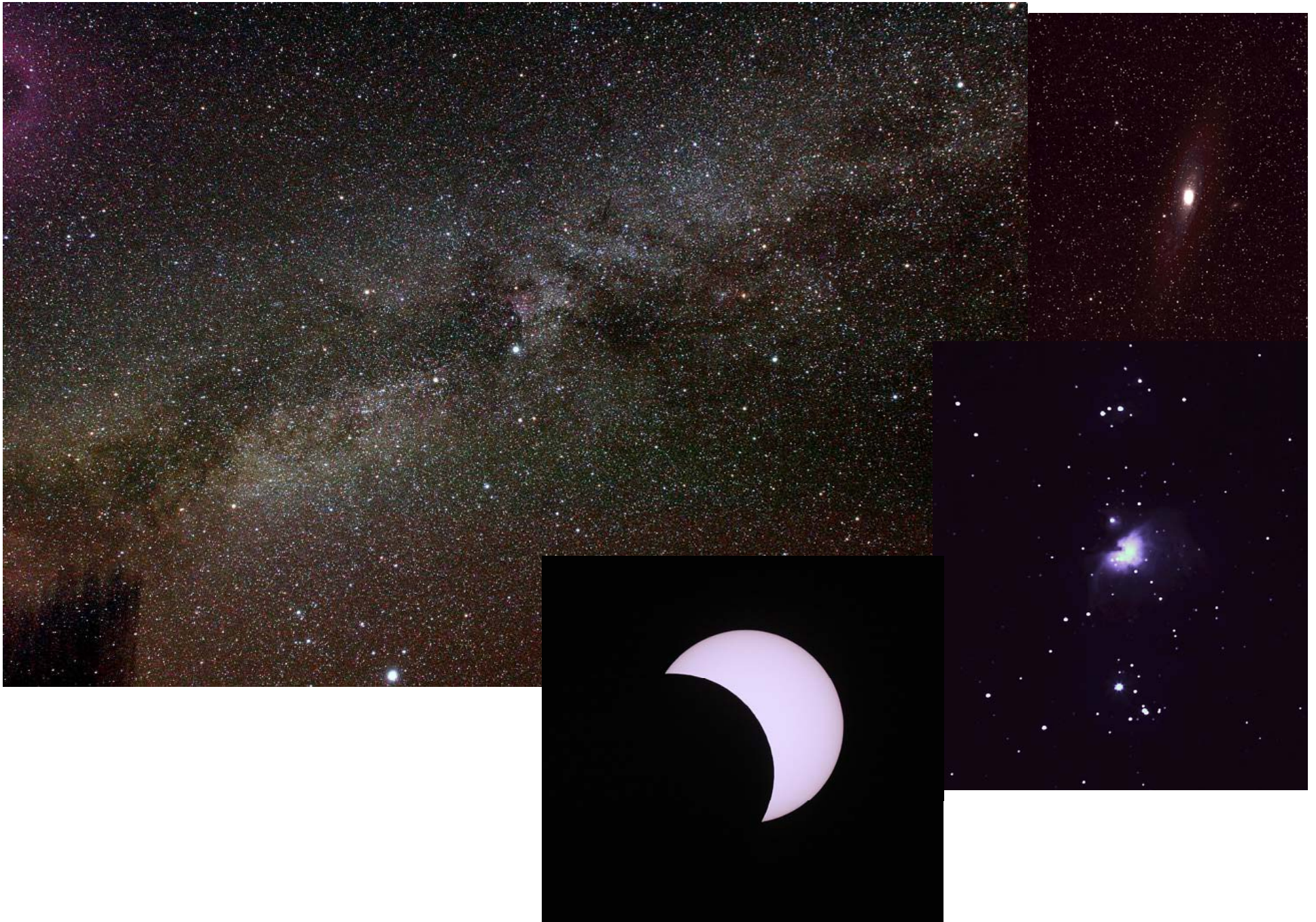
Ursa:n Laitepäivät  
21.3.2009

Anders Wallin  
[anders.wallin@helsinki.fi](mailto:anders.wallin@helsinki.fi)  
[www.anderswallin.net](http://www.anderswallin.net)

# Taustaa...



# Astrokuvia kameraoptiikalla



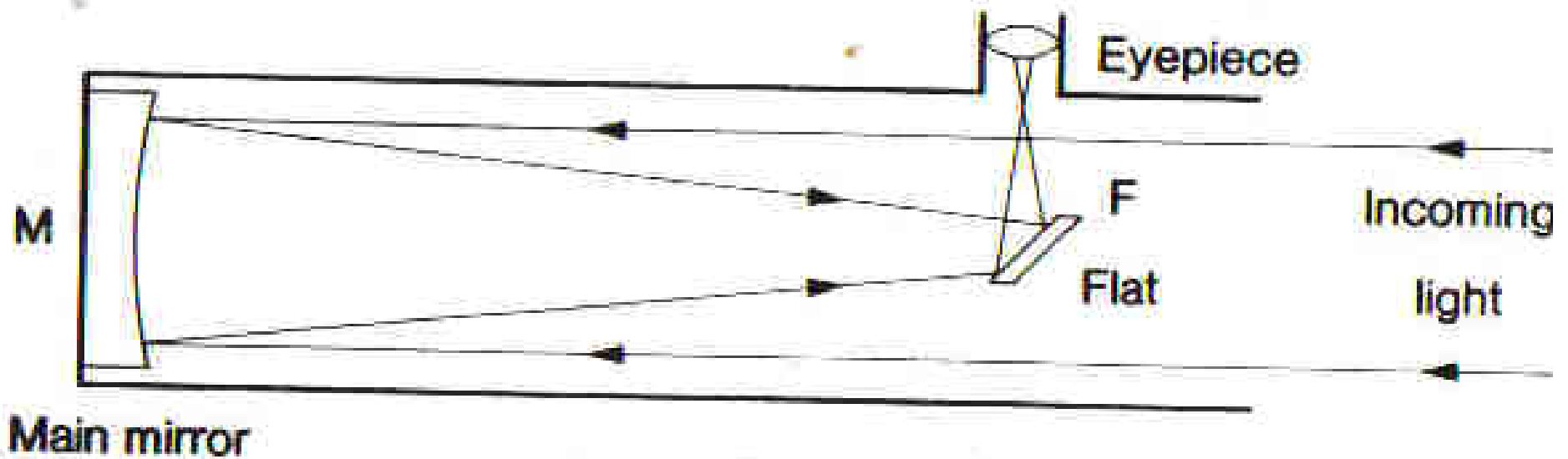
# Sisältö

- Newton kaukoputki
  - Parabolinen pääpeili
- Karkea-hionta
  - Lasi (peili) vastaan Lasi (työkalu)
  - Piikarbidi, #60 karkeus
  - Raakaa työtä: Kaivetaan 'kuoppa' lasiin
- Hieno-hionta
  - Lasi (peili) vastaan Lasi (työkalu)
  - Eri karkeuksisilla hioma-aineilla pinta yhä sileämmäksi pallo-pinnaksi (Piikarbidi #80, #150, #220 sitten Alumiinioksidi 30um ja 15 um)
- Kiillotus
  - Piki-työkalun valu ja prässäys
  - Piki-työkalu vastaan Lasi (peili)
  - Cerium-oksidi (~3um partikkelikoko)
- Muotoilu (parabolisointi)
  - Piki työkalu (100% tai pienempi?)
  - Pallopinta -> paraboloidi

## Peilin mittaus:

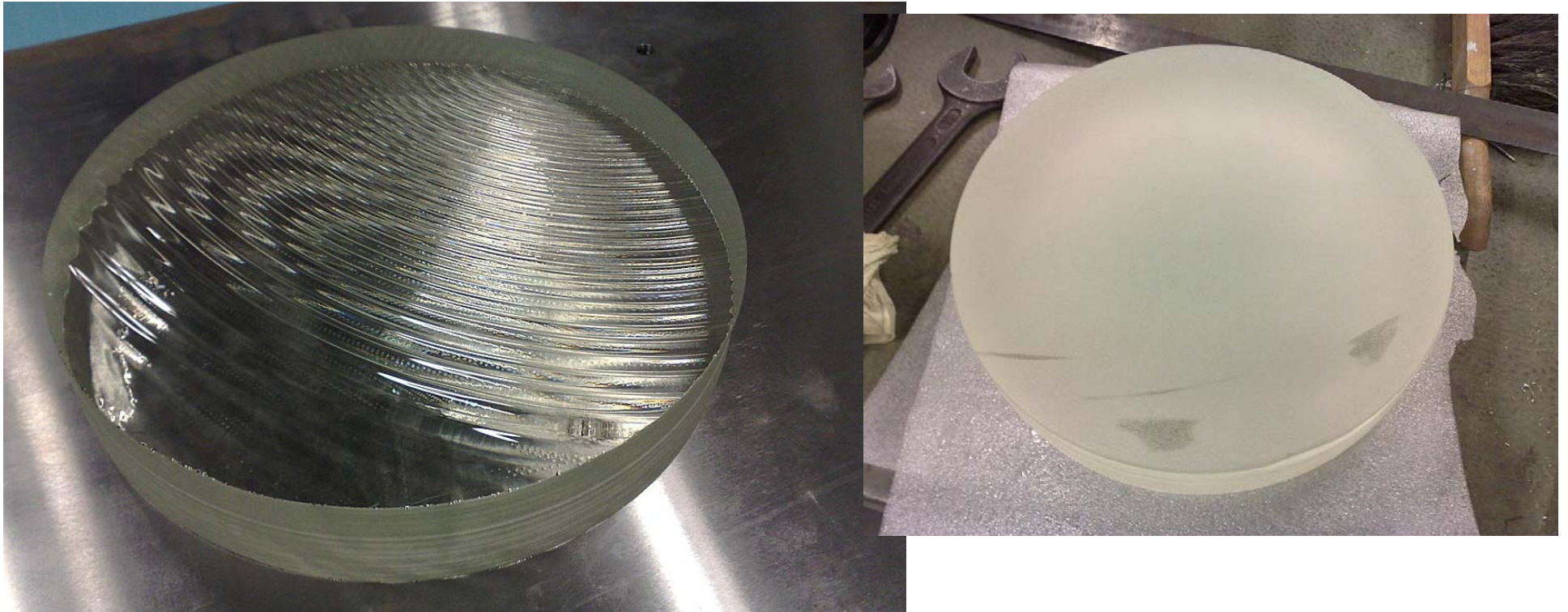
- Foucault/Ronchi
- Interferometriaa
- Bath Interferometri
- OpenFringe

# Newton putki



- Hidas, iso aukkosuhde, helppo muotoilla (yli F/15 peiliä ei tarvitse parabolisoida)
- 'nopea', pieni aukkosuhde, syvä kuoppa, vaikea muotoilla

# Peili aihio



- 240mm halkaisija = 5,7-kertaa enemmän valoa kuin 100mm linssiputkella
- Borosilikaattia (Pyrex),
  - pieni lämpölaajeneminen
- n. 43mm paksu => ei taivu

**Videot:**

**Taso-hionta**

**Viiste**

# Hionta

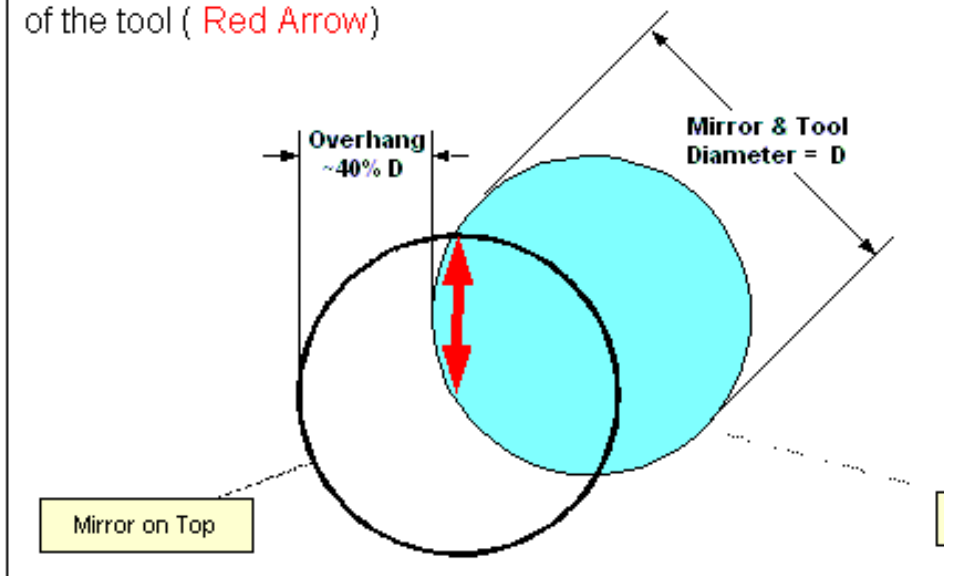
Video:

Hioma-kone



## CHORDAL STROKE

Center of Mirror moves back and forth over a chord near the edge of the tool ( Red Arrow)



Karkea-hionta:

Piikarbidia kuluu paljon

Sotkuista työtä

Hieno-hionta:

2h/karkeus = yksi ilta

Ei sotke paljon

# Piki työkalun valu

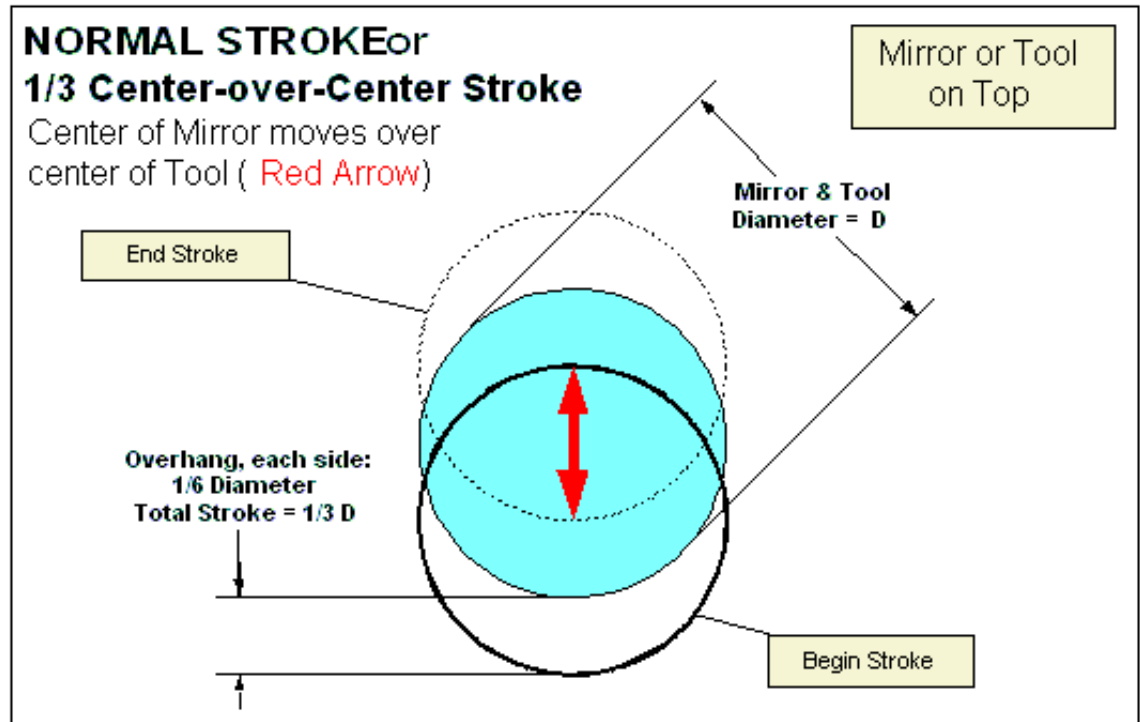




# Piki-työkalu

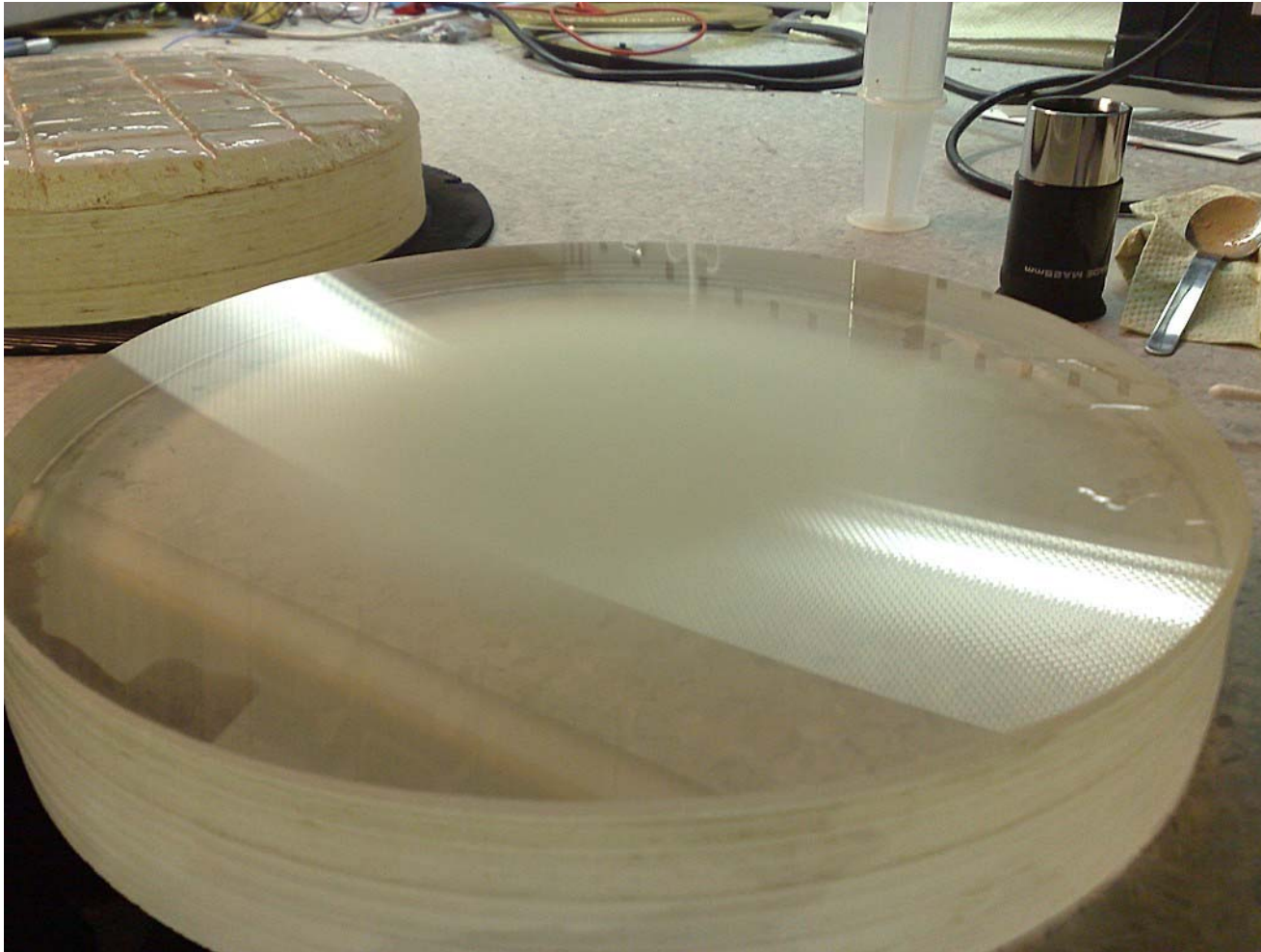


# Kiillotus



Prässäys: pikityökalu peilin muotoiseksi

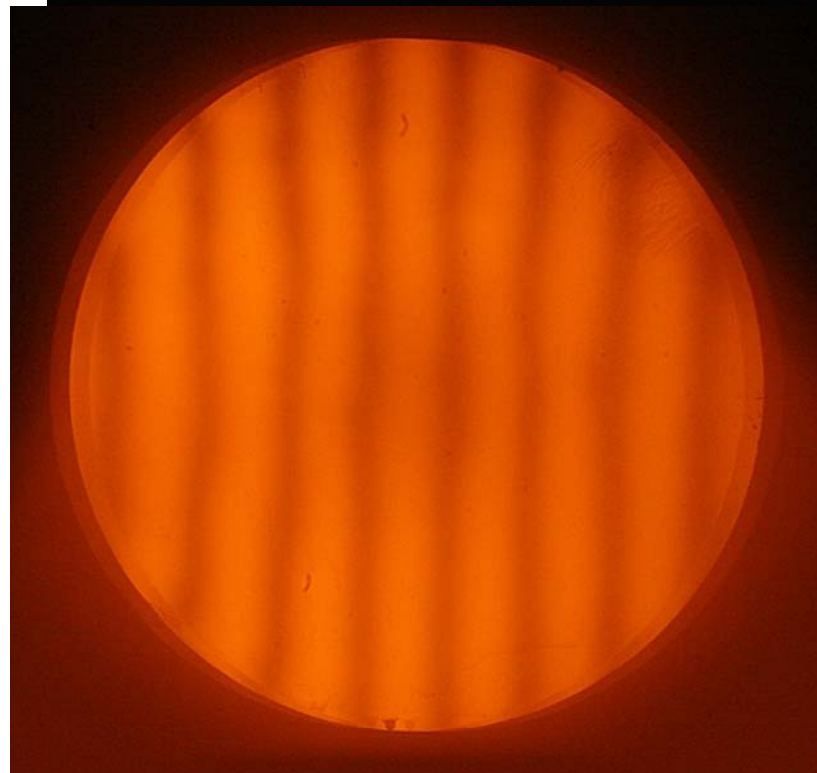
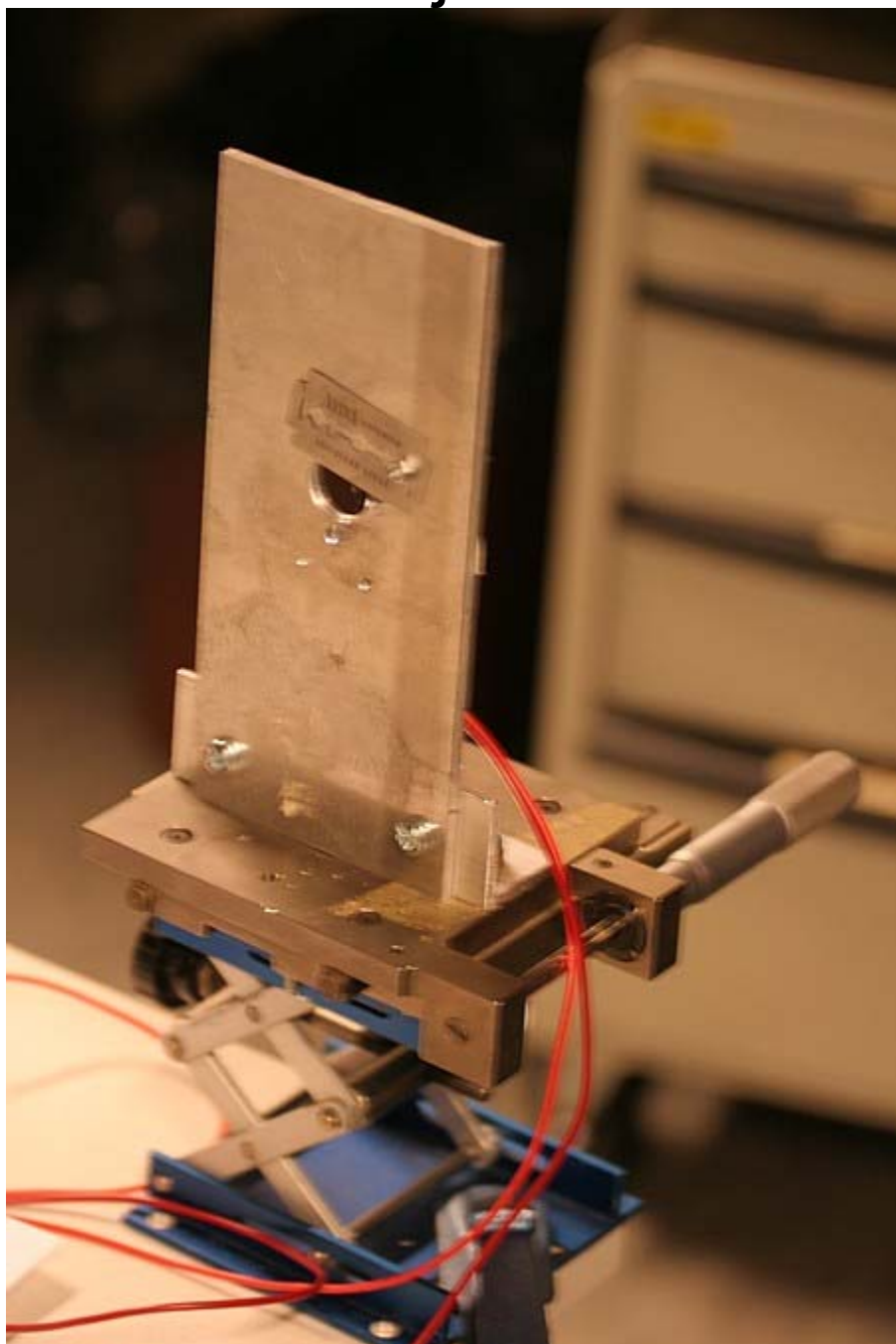
# Kiillotus



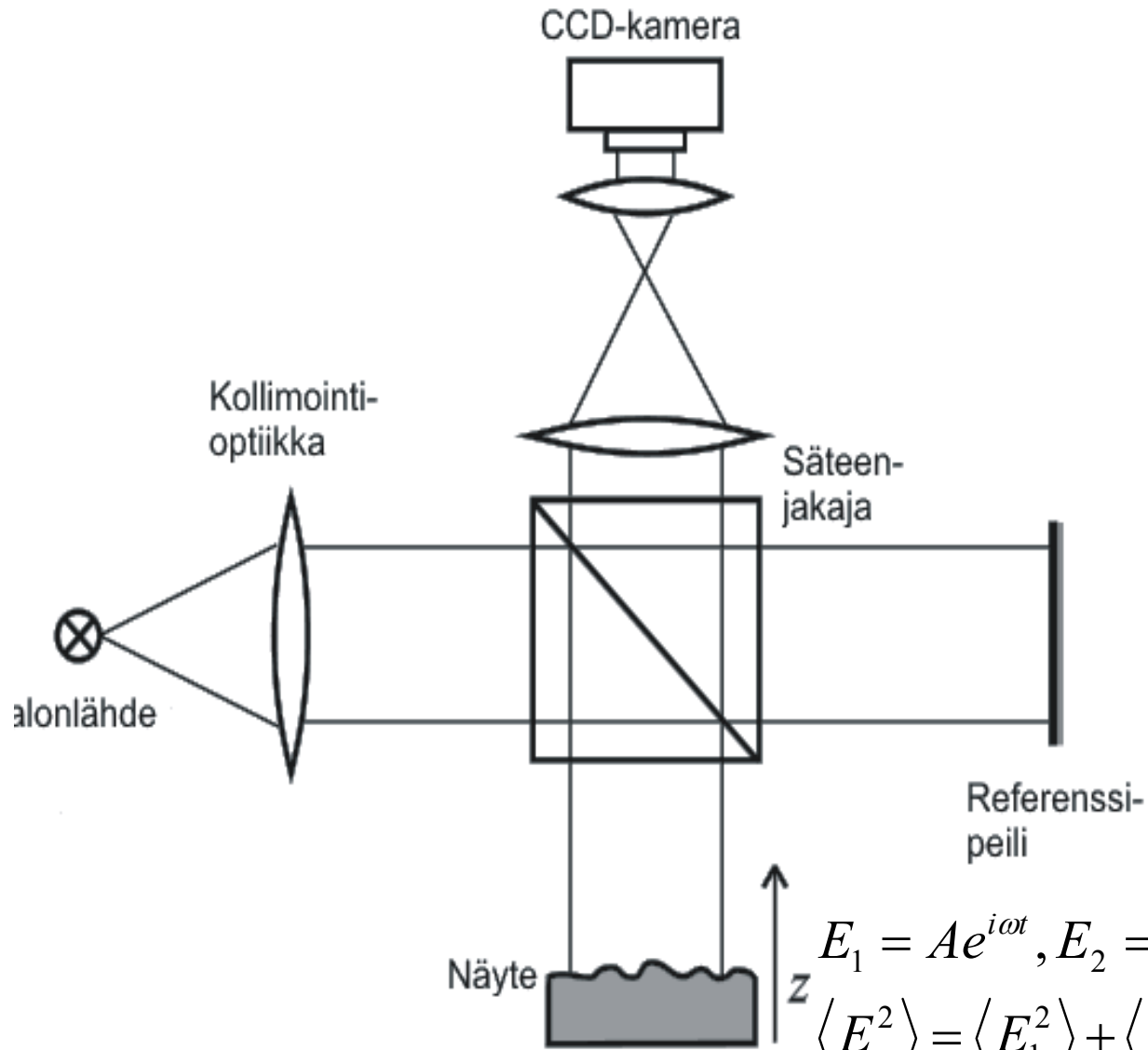
Kiillotuksen alussa: reunasta hieman kiiltävä, keskeltä vielä matta

Kiillotuksen etenemistä seurataan esim 25mm okulaarilla ja jatketaan kunnes kuoppia ei enää näy!

# Ronchi ja Foucault testit



# Interferometriaa



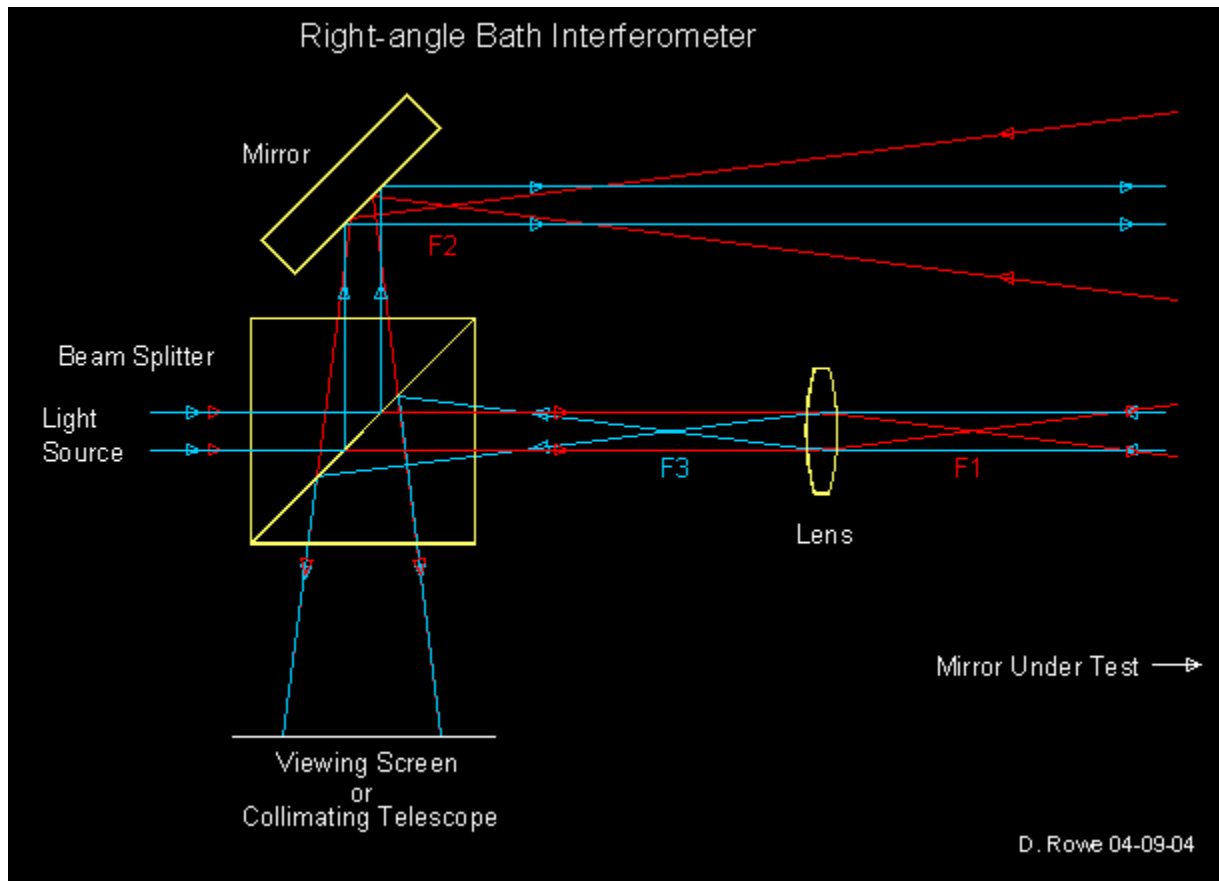
$$E_1 = Ae^{i\omega t}, E_2 = Be^{i\omega t}$$

$$\langle E^2 \rangle = \langle E_1^2 \rangle + \langle E_2^2 \rangle + 2\langle E_1 \cdot E_2 \rangle$$

$$I = I_1 + I_2 + 2\langle E_1 \cdot E_2 \rangle = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos \delta$$

# Bath-interferometri

Karl-Ludwig Bath



-Valonlähde (punainen laserdiodi)

-Säteenjakaaja (ei-polarisoiva)

-Peili (pintapeili)

-Pieni linssi ( $f=10\ldots30$  mm)

i-grammin tallennus:

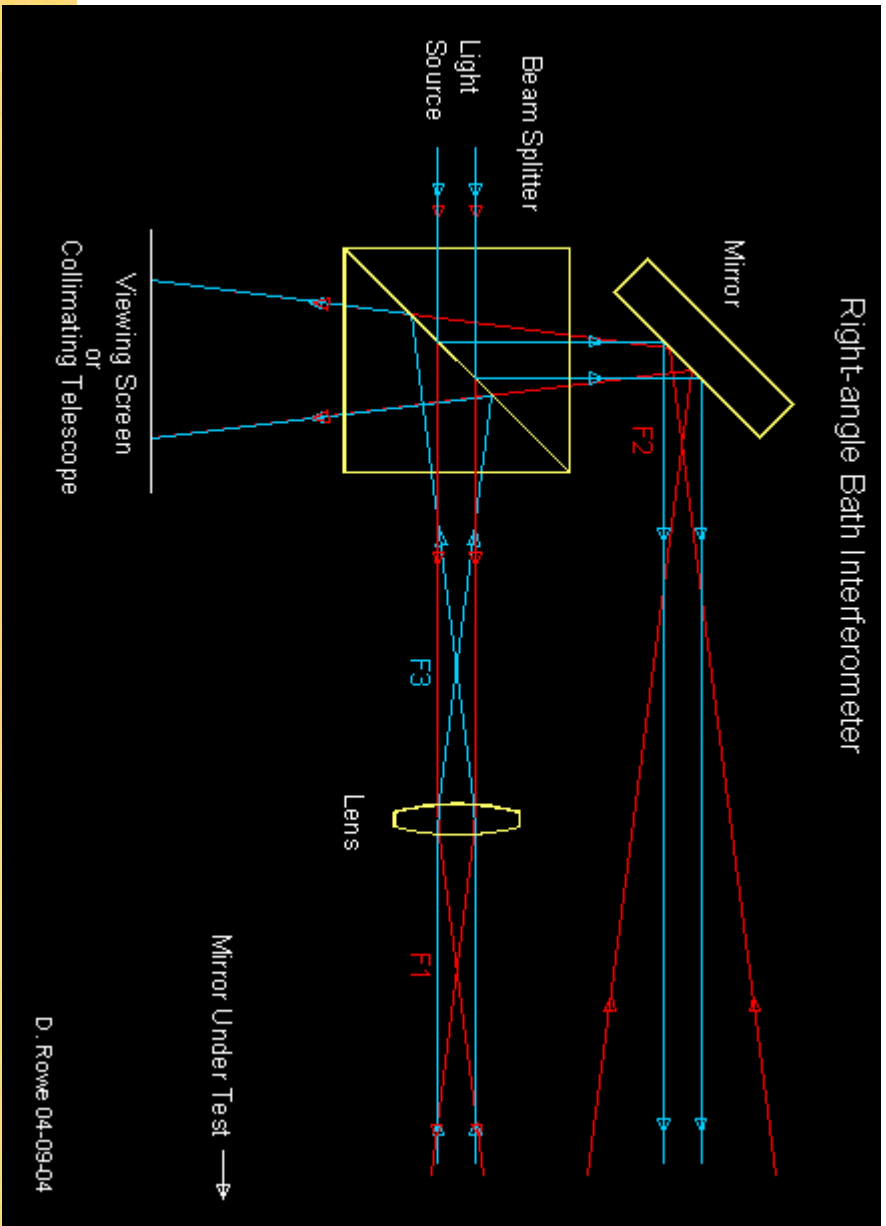
Meillä Canon20D ja 70-200 zoom linssi (jalustalla)

Myös: web-kamera jne.

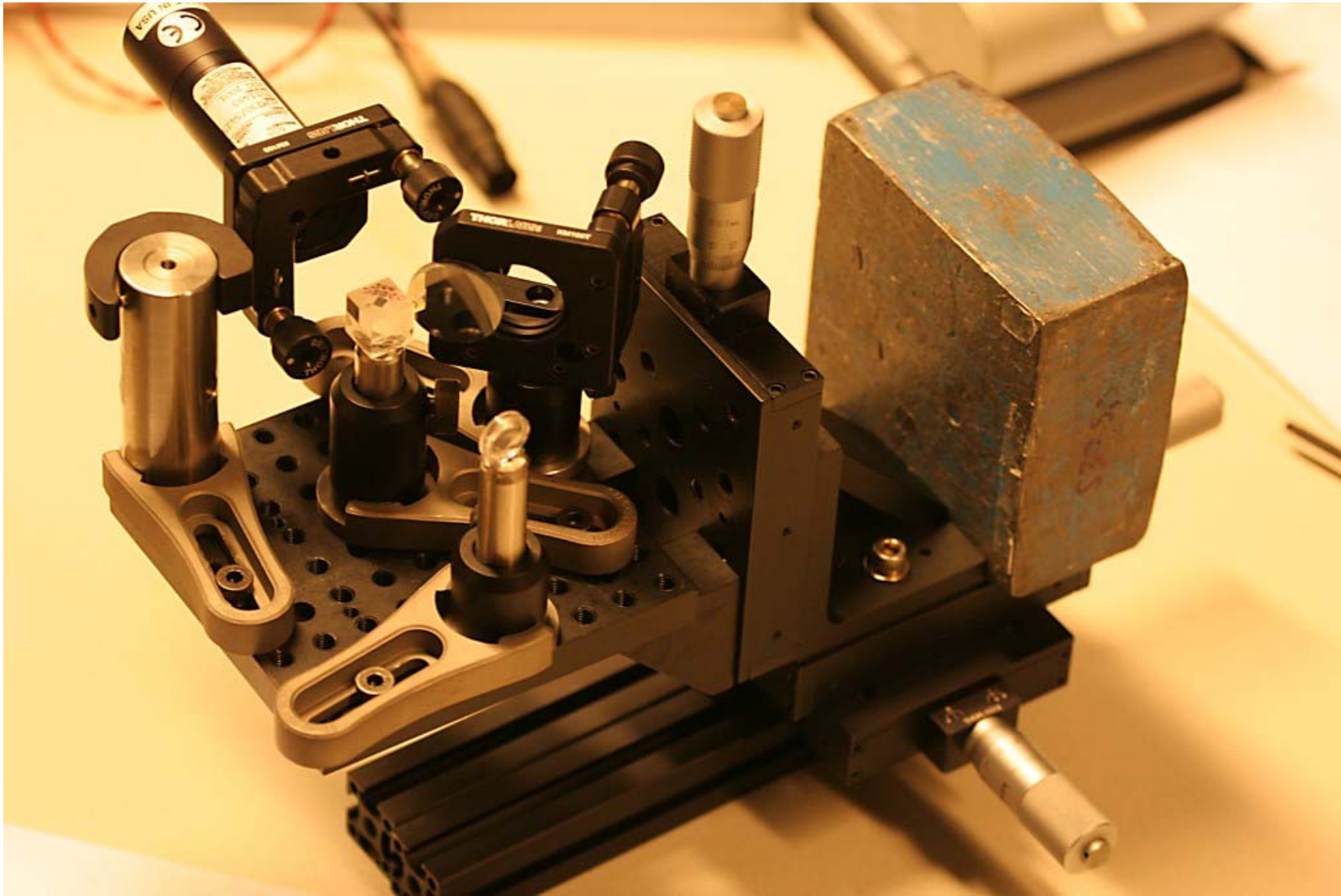
Sijoitus mielellään tukevalle pöydälle

Pöydän ja talon tärinät sekä ilmavirtaukset minimoitava

# Bath-interferometri, versio 1

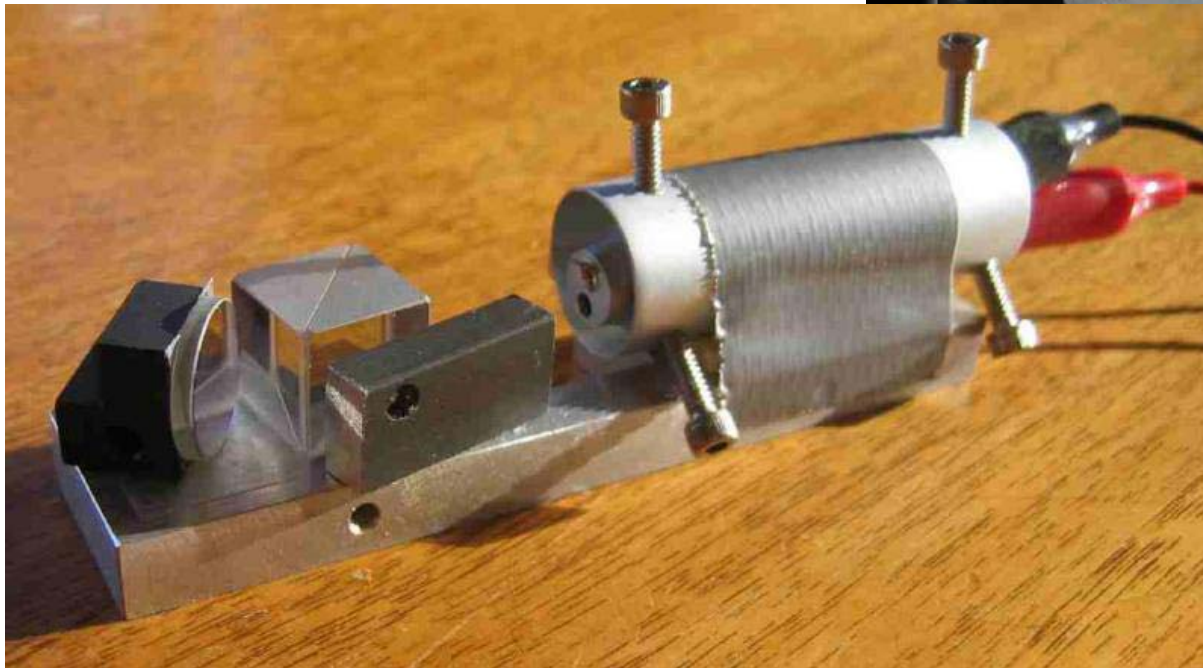
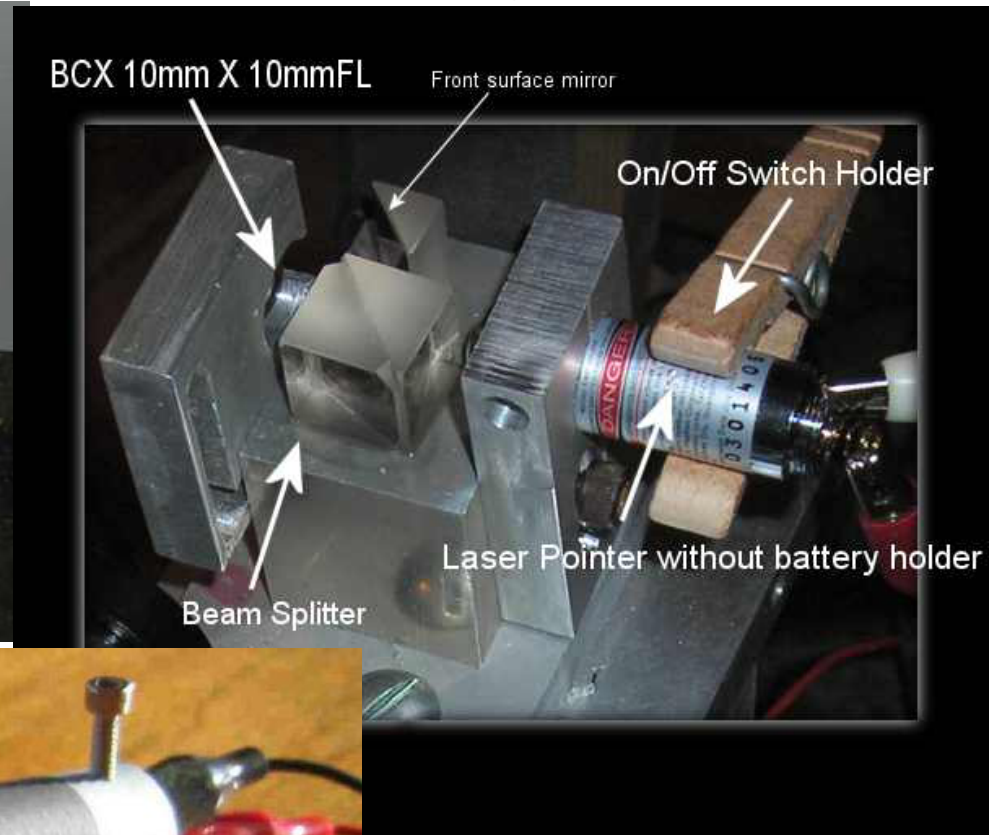


# Bath-interferometri, versio 2

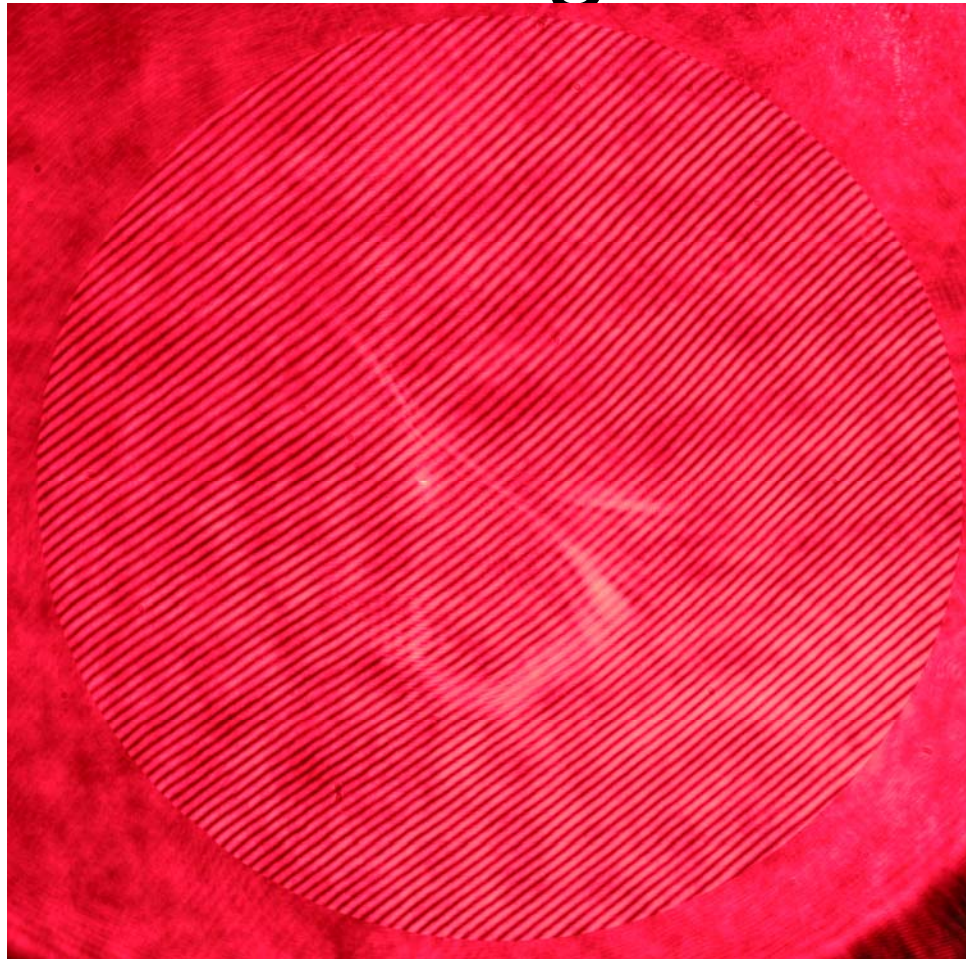




# Muiden Bath i-metrejä



# Interferogrammi



Video:

i-grammi

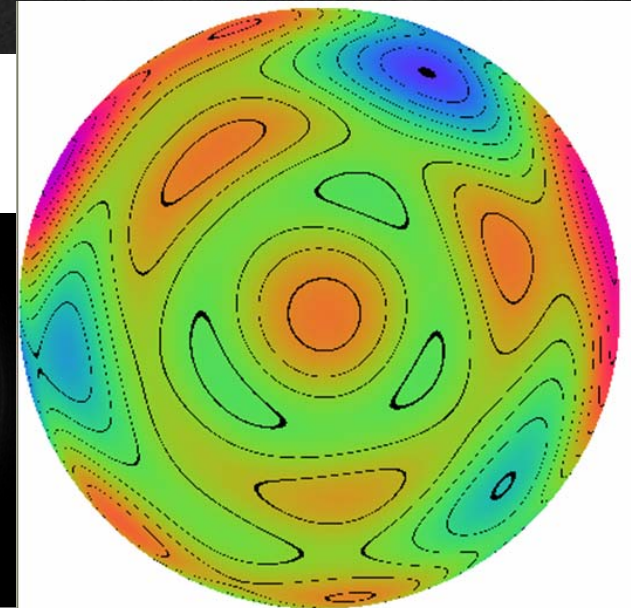
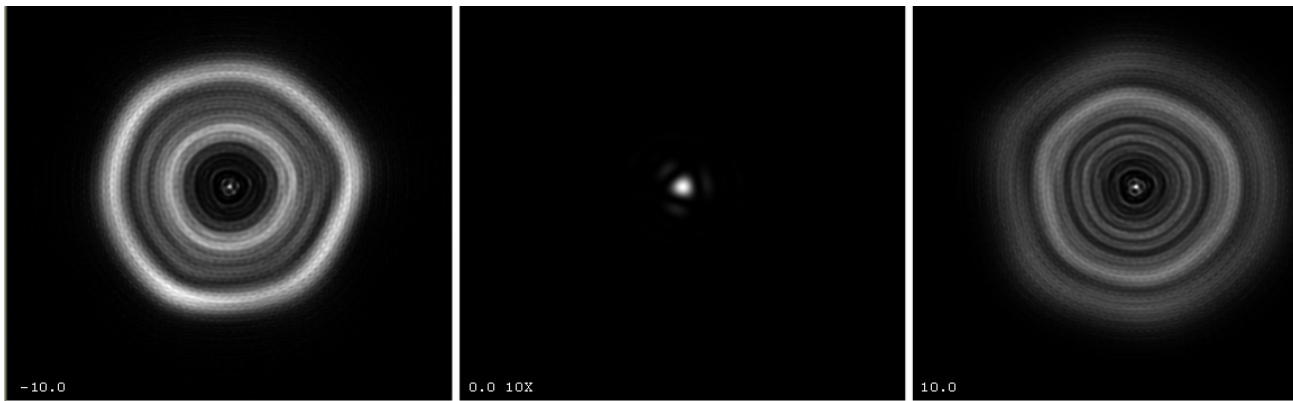
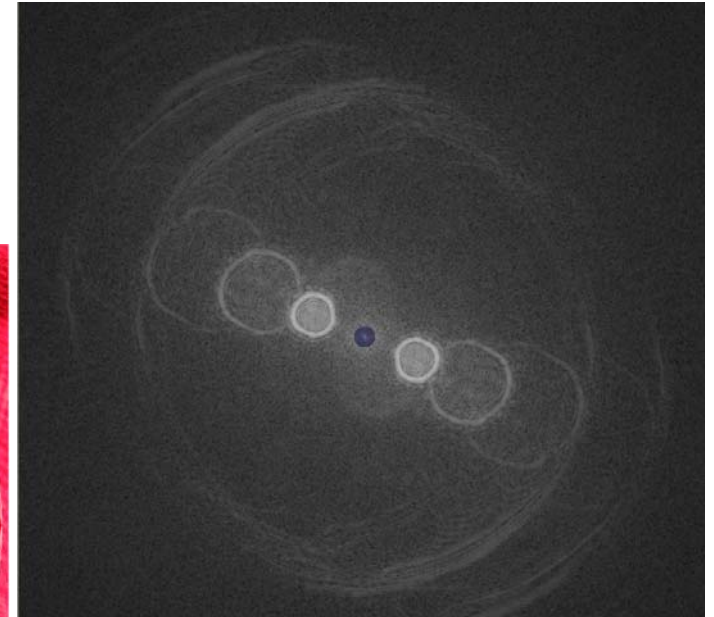
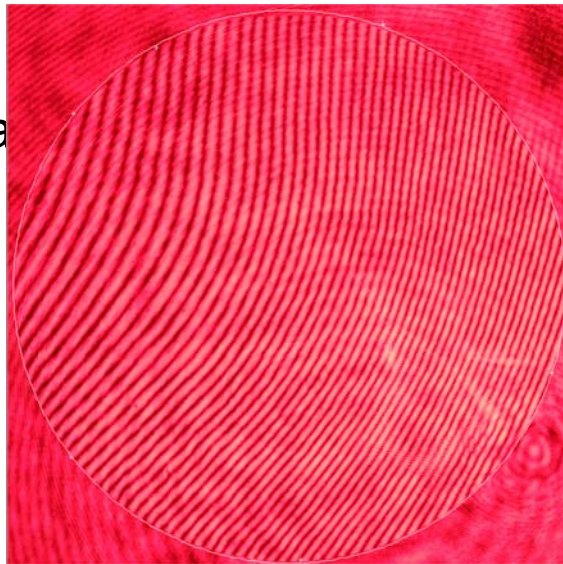
- Tasaisesti valaistu
- FT-analyysiä varten mahdollisimman monta raitaa
- Lyhyt valotusaika: turbulenssi yms. kohina ei näy

# OpenFringe

<http://sourceforge.net/projects/openfringe/>

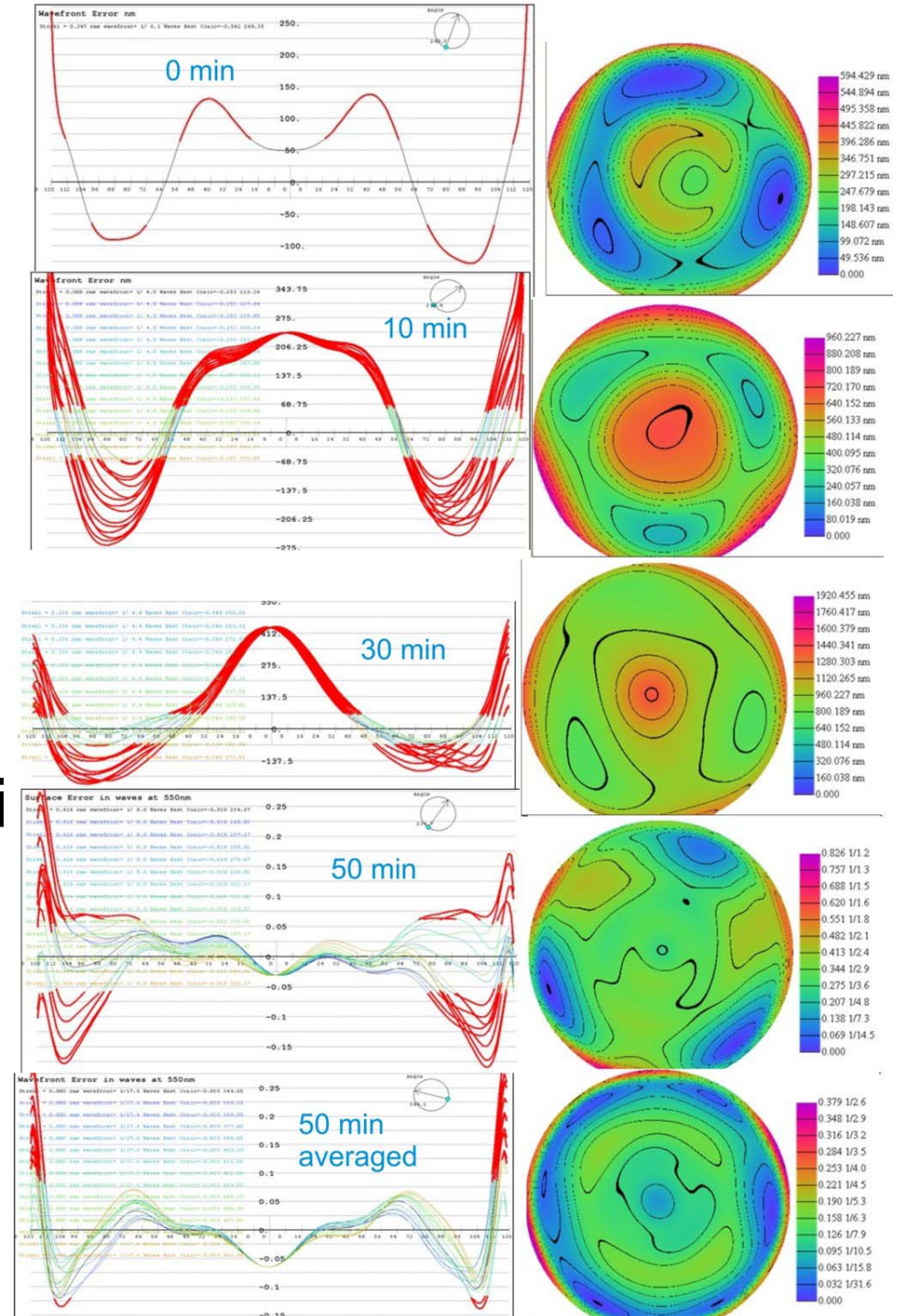
Dale Eason

- Interferogrammi kameralta
- Rajaus, kierto, pienennys
- Fourier-muunnos
- FT-kuvasta piikin valinta
- Muodon laskenta
  - Zernike-sovitus
- Analyysi

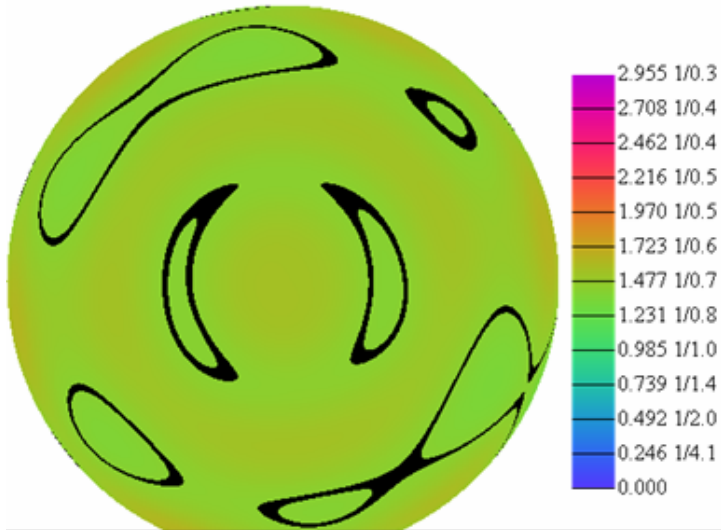


# Muotoilua

- n. 60-90min sykli:
  - 20min prässäys
  - 10-20min muotoilu
  - Pesu, kuivaus
  - 15min peili telineessä
  - 15min mittaus+analyysi

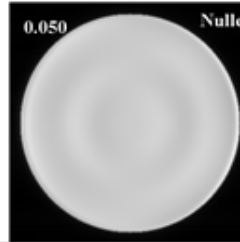


Wavefront error in Waves at 550nm

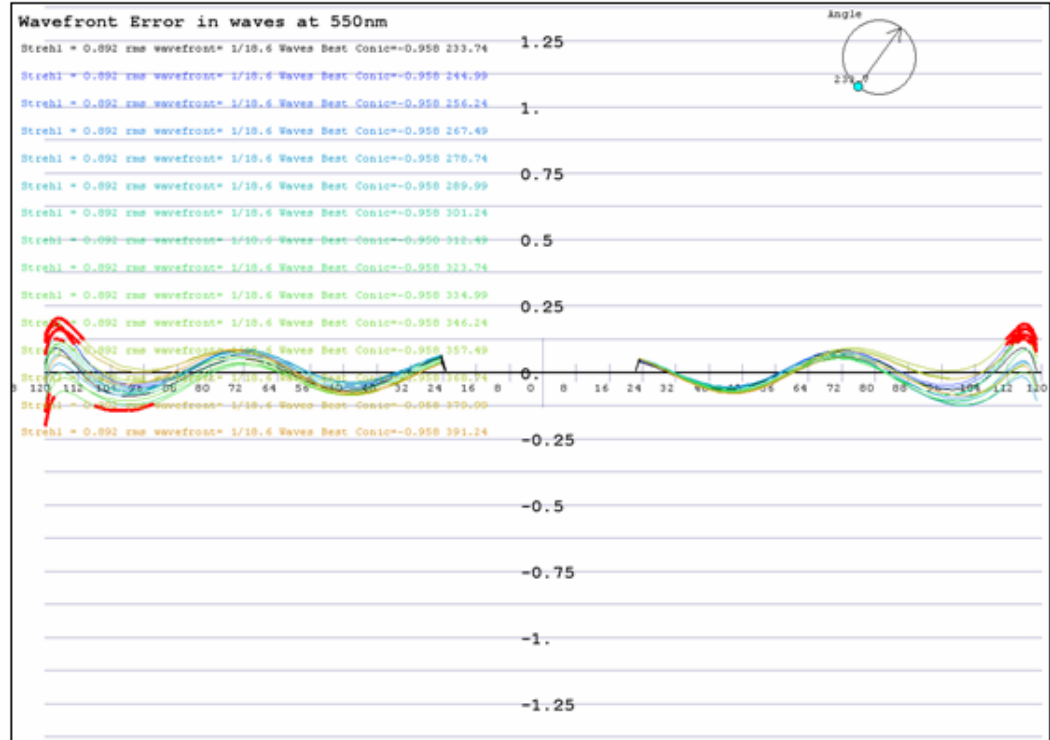
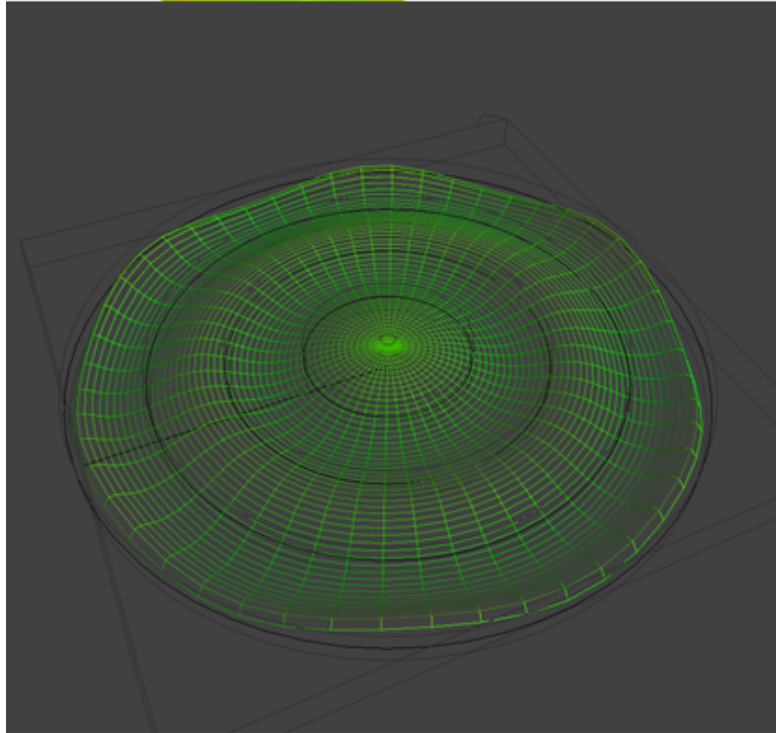


Mirror Default Igram Wavelength: 650.0nm  
 Diameter = 240.00 mm  
 ROC = 2860.00 mm  
 Best Conic = -0.958 Desired Conic: -1.00  
 Strehl = 0.892 Artificial Null: 0.568  
 rms wavefront = 1/18.6 0.054

Excluding Obstruction Wavefront (Waves)  
 Obstruction 50.00mm  
 PV 1/3.2 0.308  
 RMS 1/18.7 0.053  
 Strehl 0.894



Zernike Terms	(Wyant)	WaveFront RMS	
Piston	0.405	0.478	Disabled
X Tilt	0.024	0.014	Disabled
Y Tilt	0.006	0.003	Disabled
Defocus	0.005	0.003	Disabled
X Astig	0.004	0.002	
Y Astig	0.021	0.010	
X Coma	0.014	0.006	Disabled
Y Coma	0.003	0.001	Disabled
Spherical	0.024	0.013	
X Trefoil	-0.005	0.002	
Y Trefoil	0.021	0.009	
X 2nd Astig	0.002	0.001	
Y 2nd Astig	-0.000	0.000	
X 2nd Coma	-0.006	0.002	
Y 2nd Coma	-0.001	0.000	
2nd Spherical	0.041	0.018	
X Tetrafoil	0.018	0.007	
Y Tetrafoil	0.017	0.006	
2nd X Trefoil	0.010	0.003	
2nd Y Trefoil	-0.002	0.001	
3rd X Astig	-0.021	0.007	
3rd Y Astig	-0.007	0.002	
3rd X Coma	-0.007	0.002	
3rd Y Coma	0.005	0.002	
3rd Spherical	0.052	0.021	



# Kiitos !

- Tekijät: AW & Kalle Hanhijärvi
- Aihio(t): Tammilasi/Hanko
- Hioma-aineet, piki, ohjeistusta: Hannu Määttänen/Teknofokus
- Kysymyksiä&Vastauksia:
  - [www.astronetti.com](http://www.astronetti.com)
  - [www.cloudynights.com](http://www.cloudynights.com)
  - [tech.groups.yahoo.com/group/interferometry/](http://tech.groups.yahoo.com/group/interferometry/)
  - <http://starryridge.com/mediawiki-1.9.1/>