

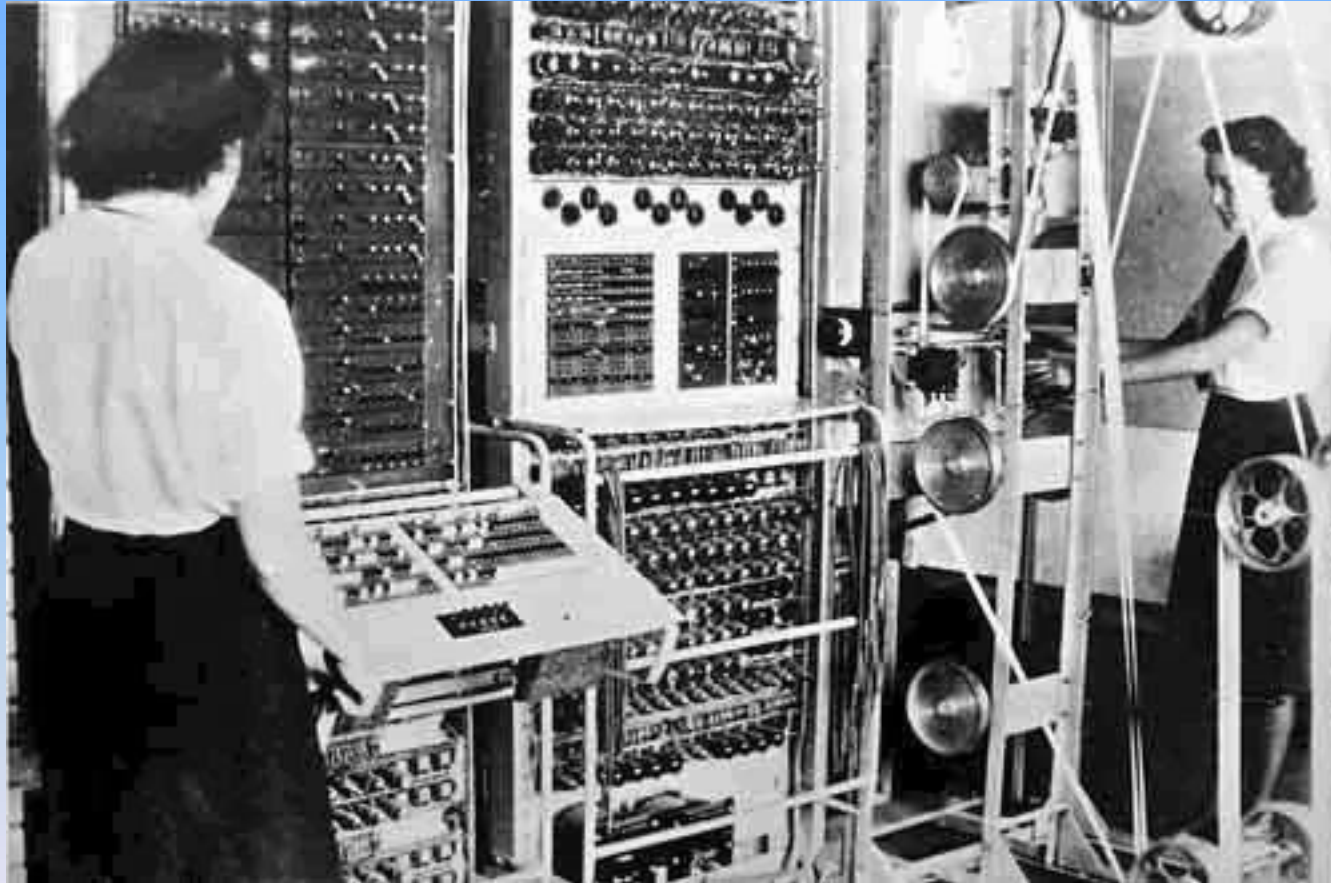
# Planimeters: analoge computers



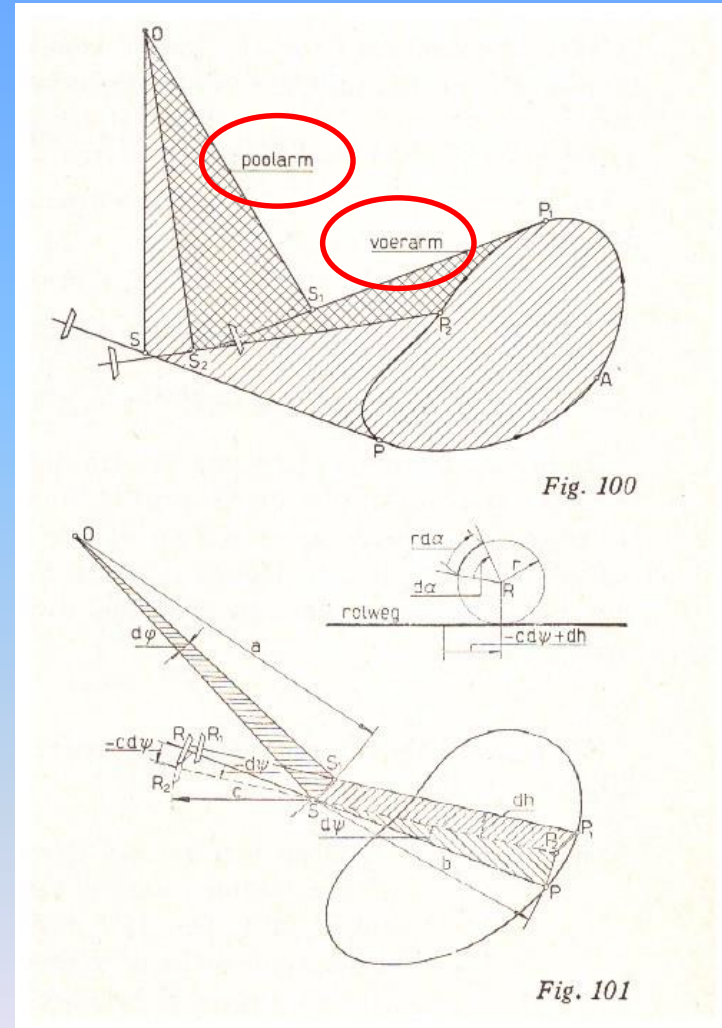
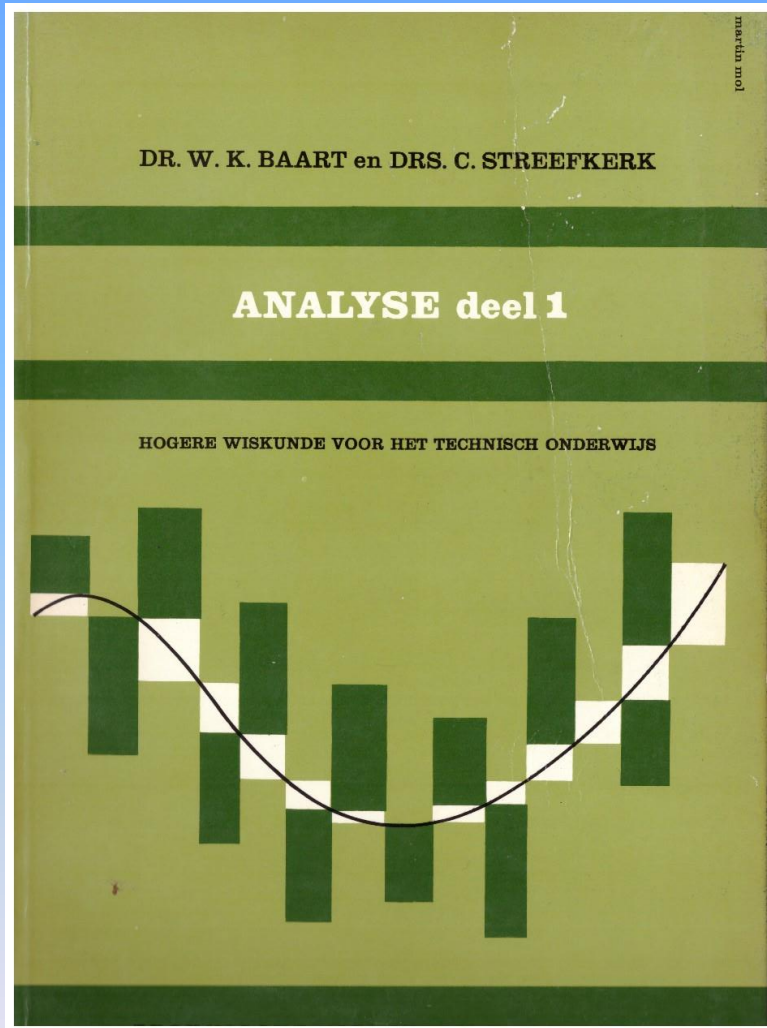
## Simon van der Salm

Planimeters, NVvW, Veenendaal,  
3 november 2018

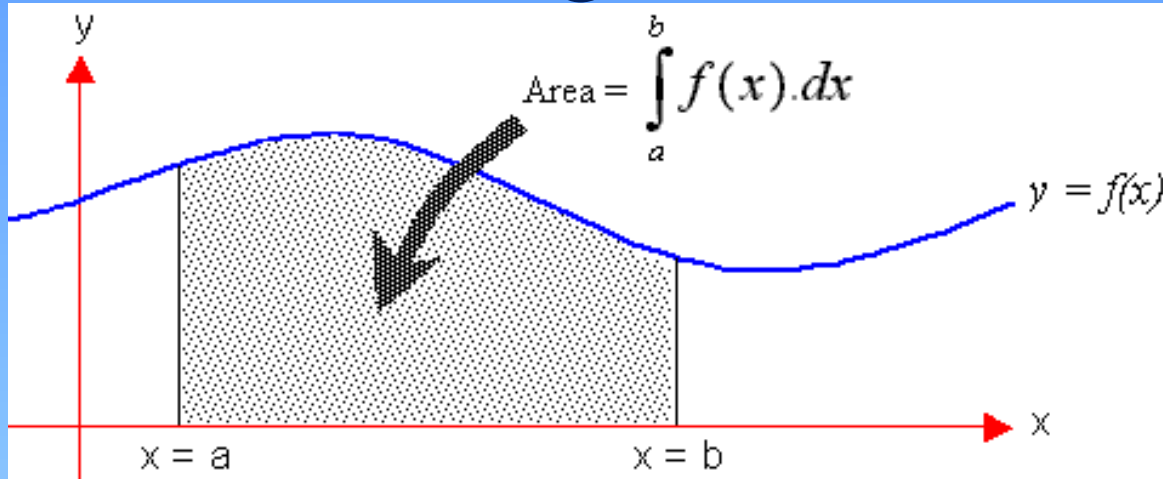
# 1970: In digitale computers geloofden mijn leraren (nog) niet



# HTS 1970: poolplanimeter van Amsler



# Integraal



**Rand**

$$\int_a^b f(x) dx = F(b) - F(a)$$

**Randwaarden** bepalen oppervlakte

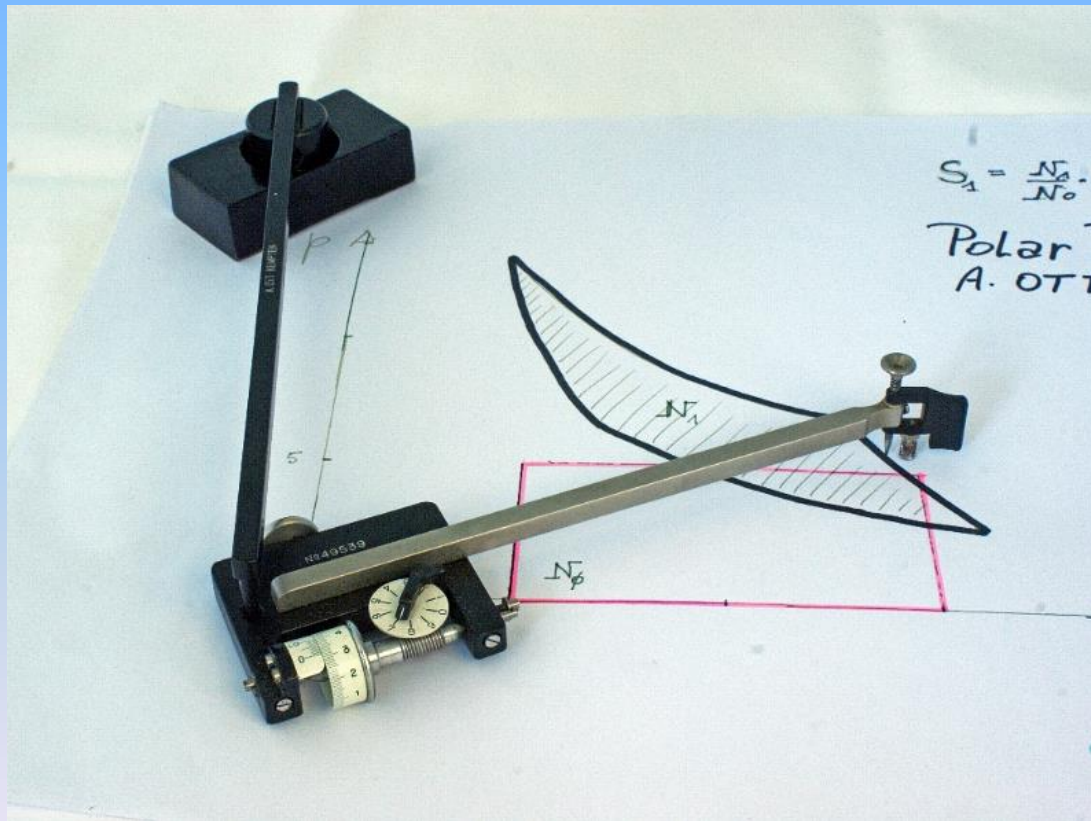
Het **exact** bepalen van de **oppervlakte**  
van een willekeurige vlakke figuur,  
louter door aftasten van de **rand**



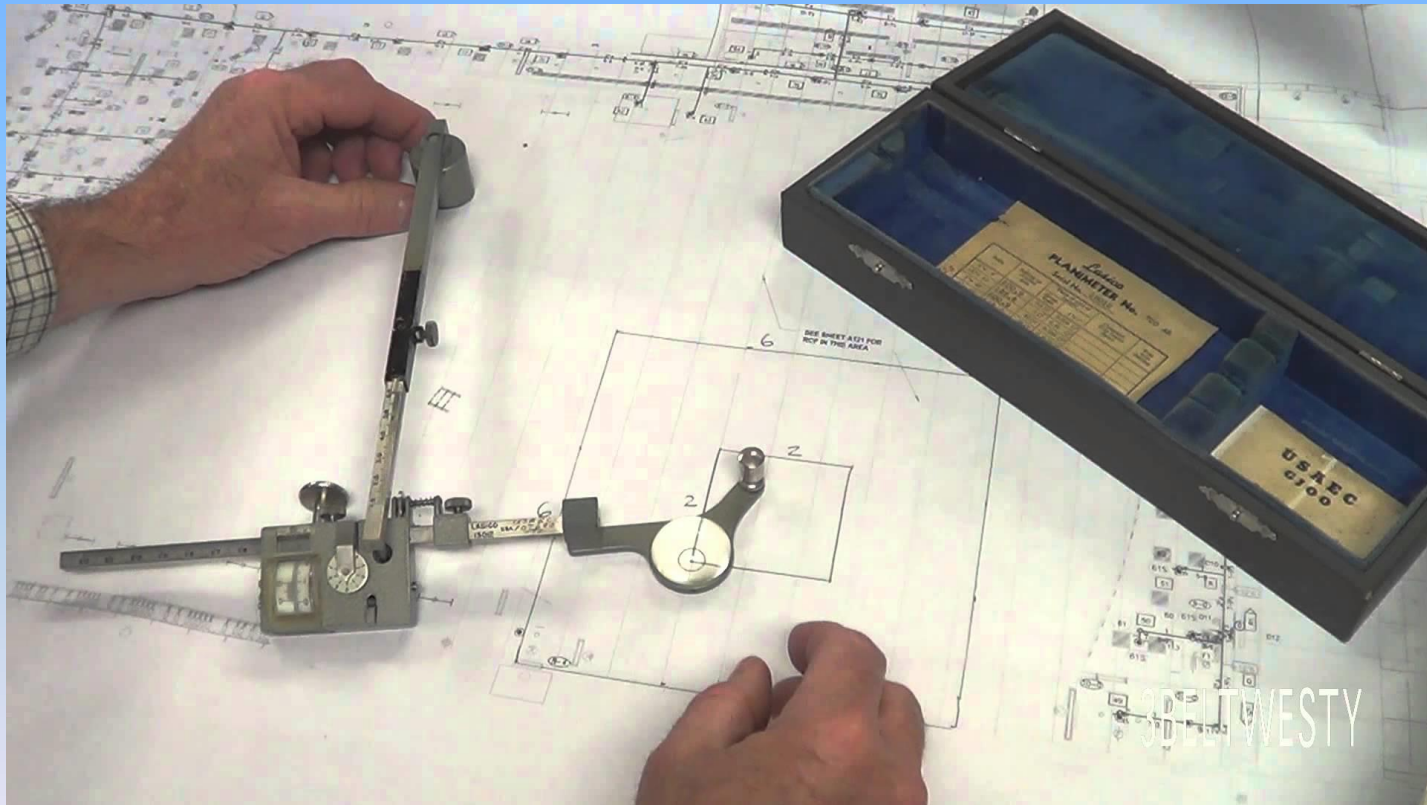
1815: Johann Martin Hermann:

“**Rand** bepaalt **oppervlakte!**”

1854, Jakob Amsler-Laffon:  
je hebt daarvoor niet meer nodig dan:  
2 armen + 1 meetwiel



# De Amsler-poolplanimeter werd tot ca.1980 in nagenoeg alle technische beroepen gebruikt



# Op volle zee



1957: M.S. Stentor

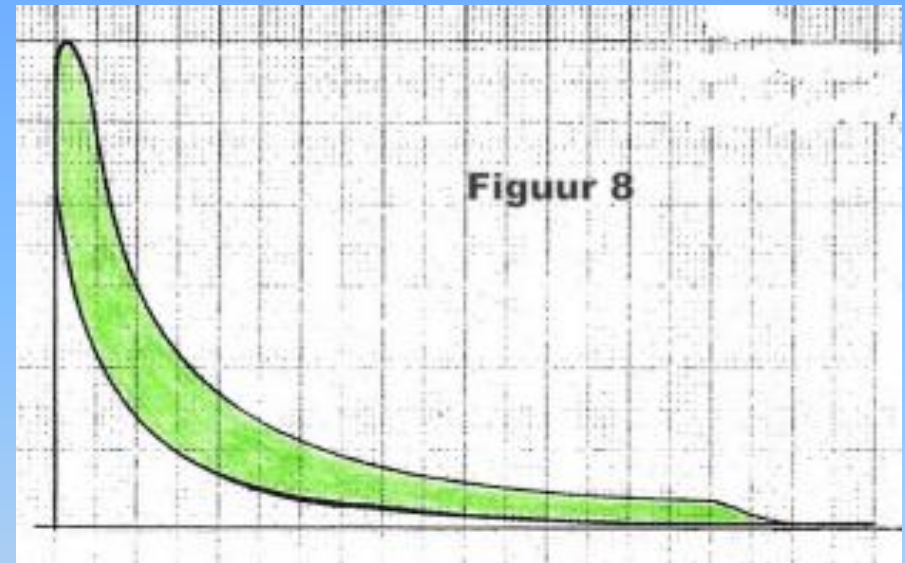
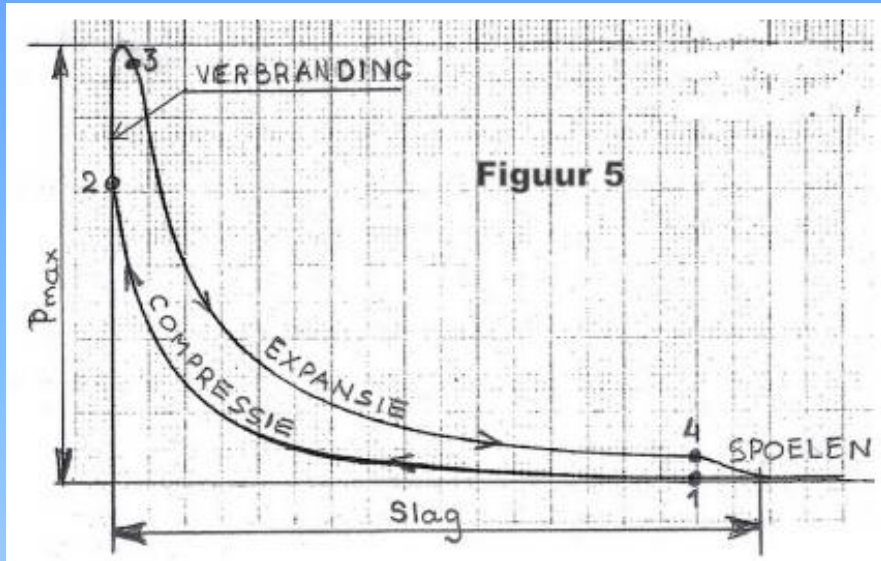


# Het rekenkistje van de hoofd- werktuigkundige (HWTK)



Figuur 3

# Cilinder-indicateurdiagrammen



$$\text{vermogen} = \frac{\text{zuigeroppervlak} \times \text{gemiddelde effectieve druk} \times \text{slag} \times \text{toerental}}{75 \times 60}$$

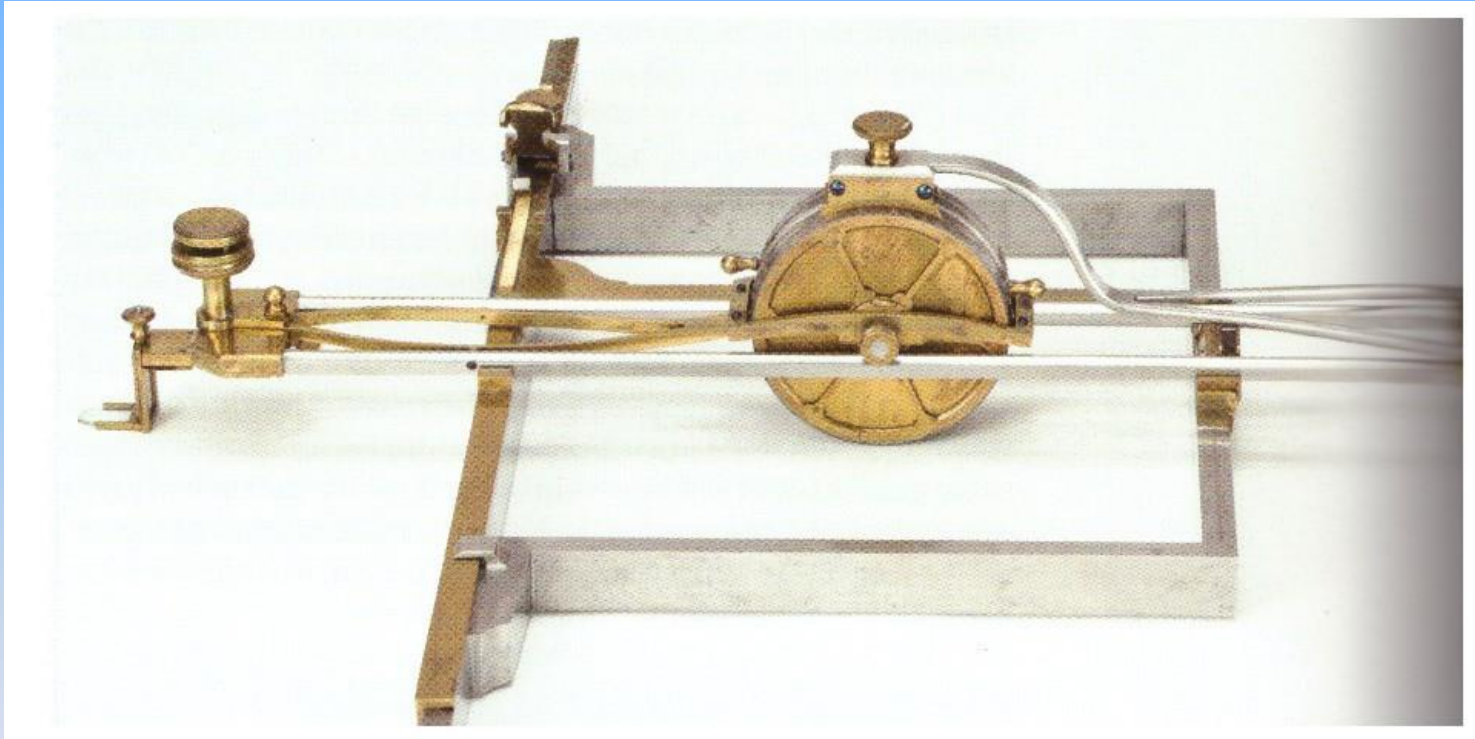
waarbij :  
 Vermogen in pk (1 pk = 75 kgm/s)  
 Oppervlak in  $\text{cm}^2$   
 Druk in  $\text{kg/cm}^2$   
 Slag in m  
 Toerental in omw/min (rpm)

Oppervlakte werd analoog bepaald,  
eerst benaderend, later exact,  
met mechanische integratie

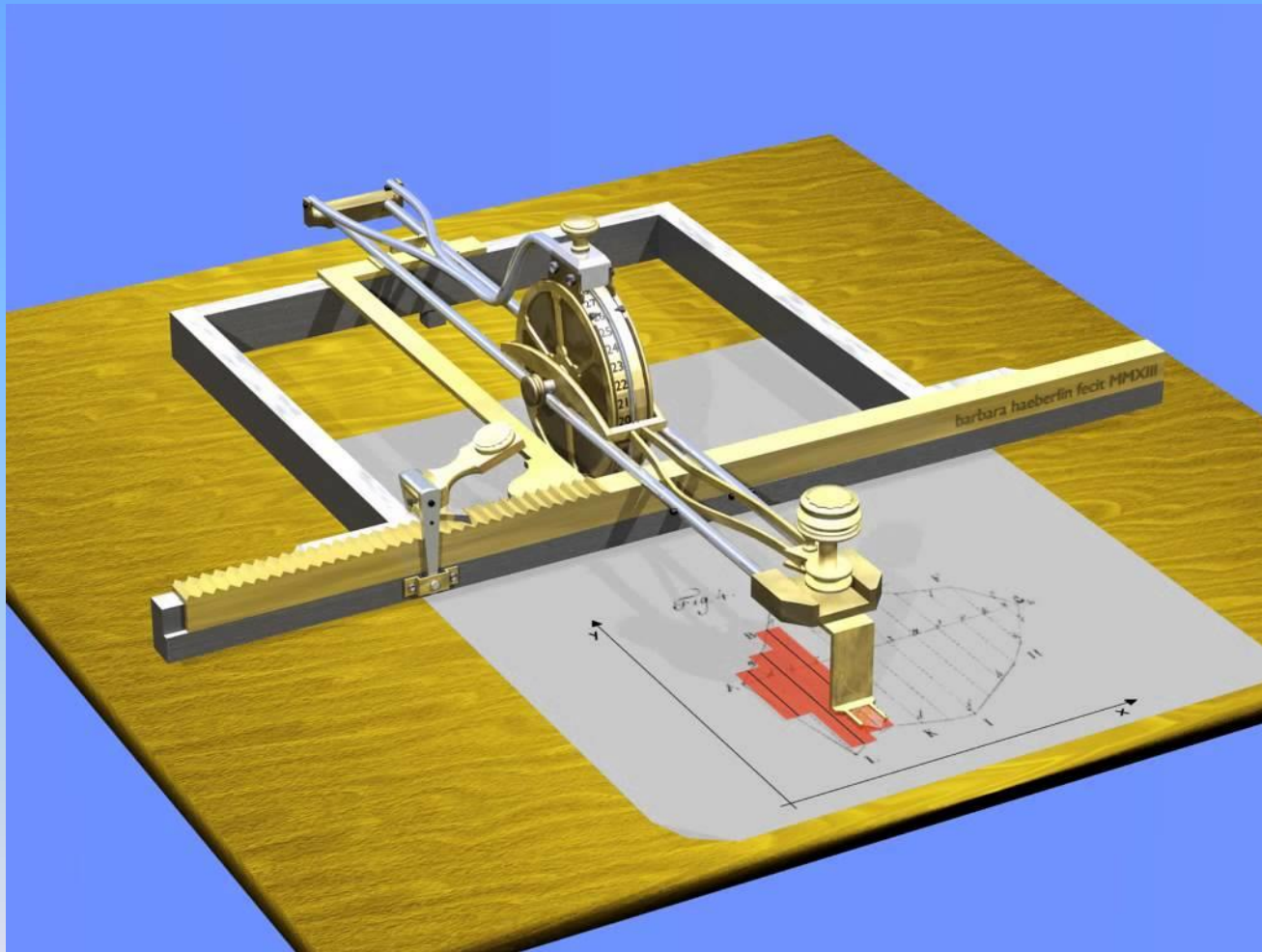
Geschiedenis begint  $\approx$  1815

# 1. Pioniers

≈ 1815: **Johann Georg Zobel & Joseph Müller:**  
Vlakberekeningsmachine

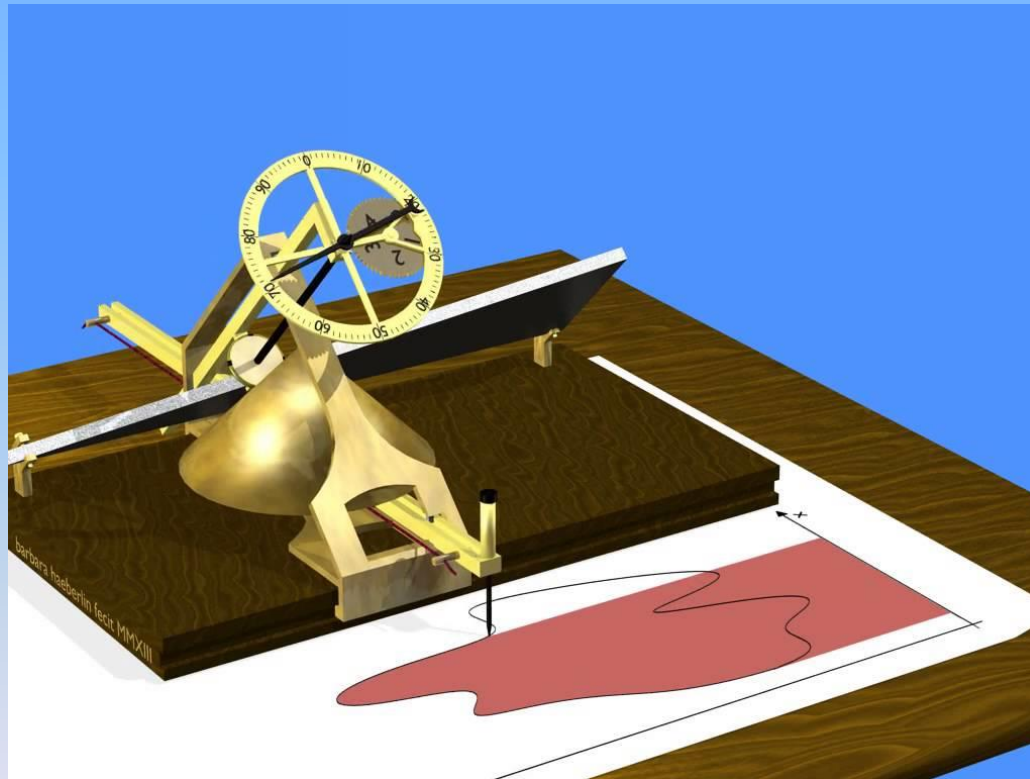


# Animatie 1: Zobel-planimeter

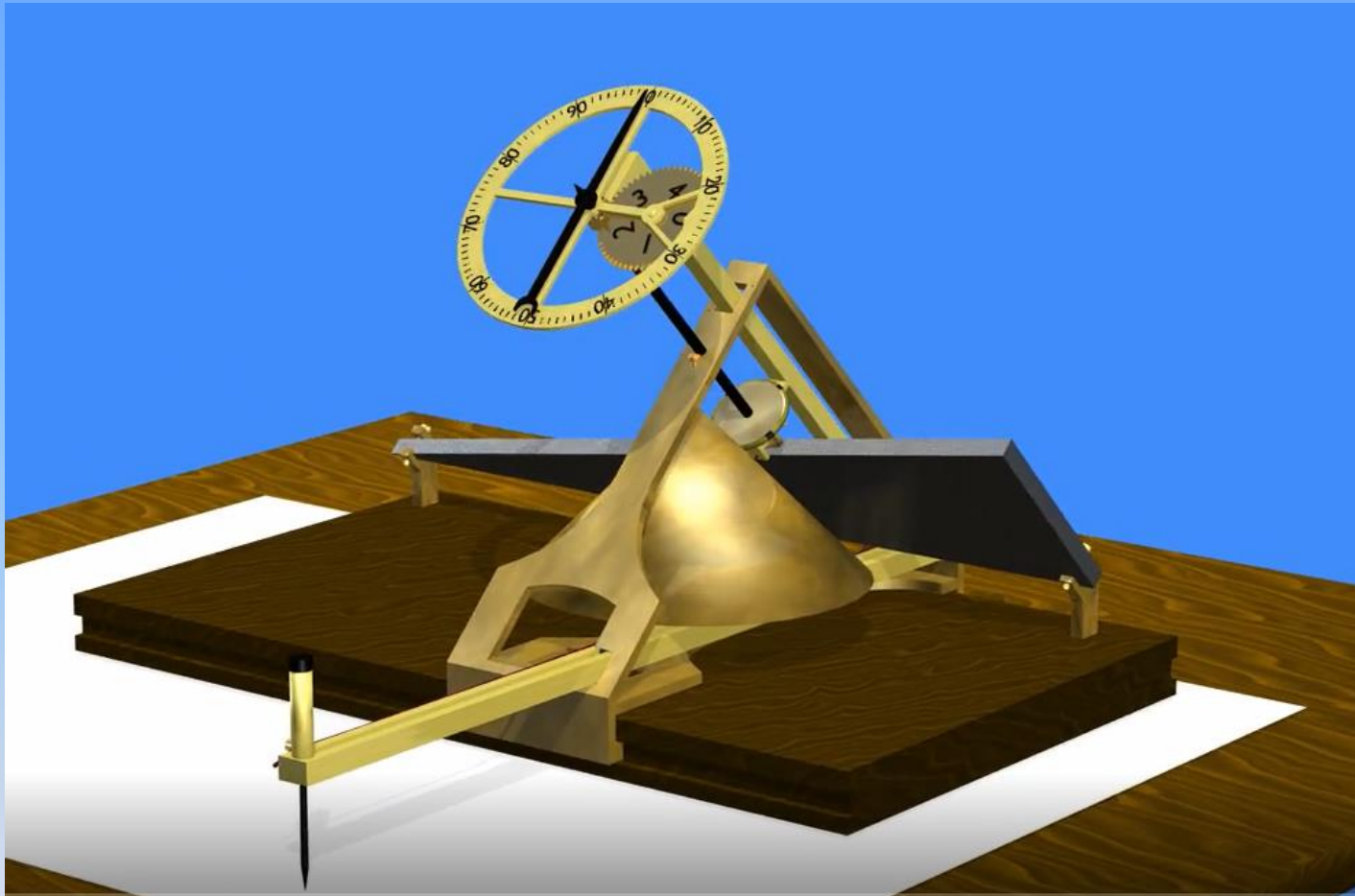


## 2. Pioniers

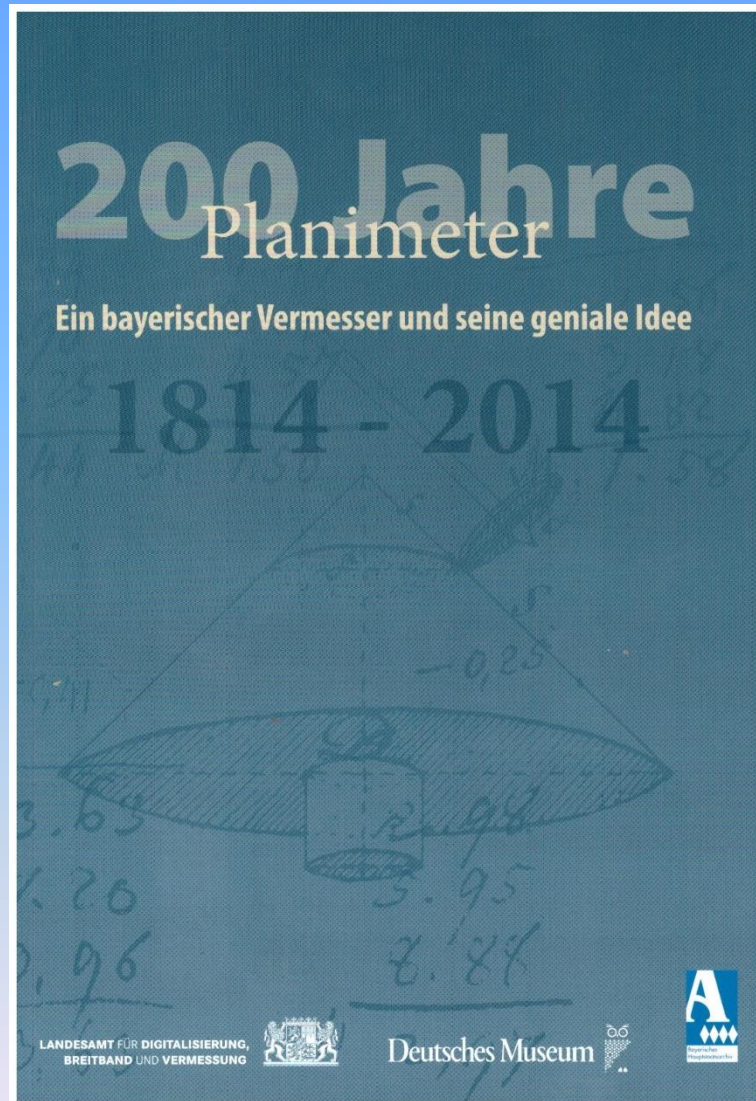
≈ 1817: **Johann Martin Hermann** (1785-1841):  
Kegel-wiel-integrator (exact)



# Animatie 2: Hermann-planimeter



# Wiskunde van de Hermann-planimeter?



Planimeters, NVvW, Veenendaal,  
3 november 2018



# 3. Pioniers

**Tito Gonnella** (1794-1867)

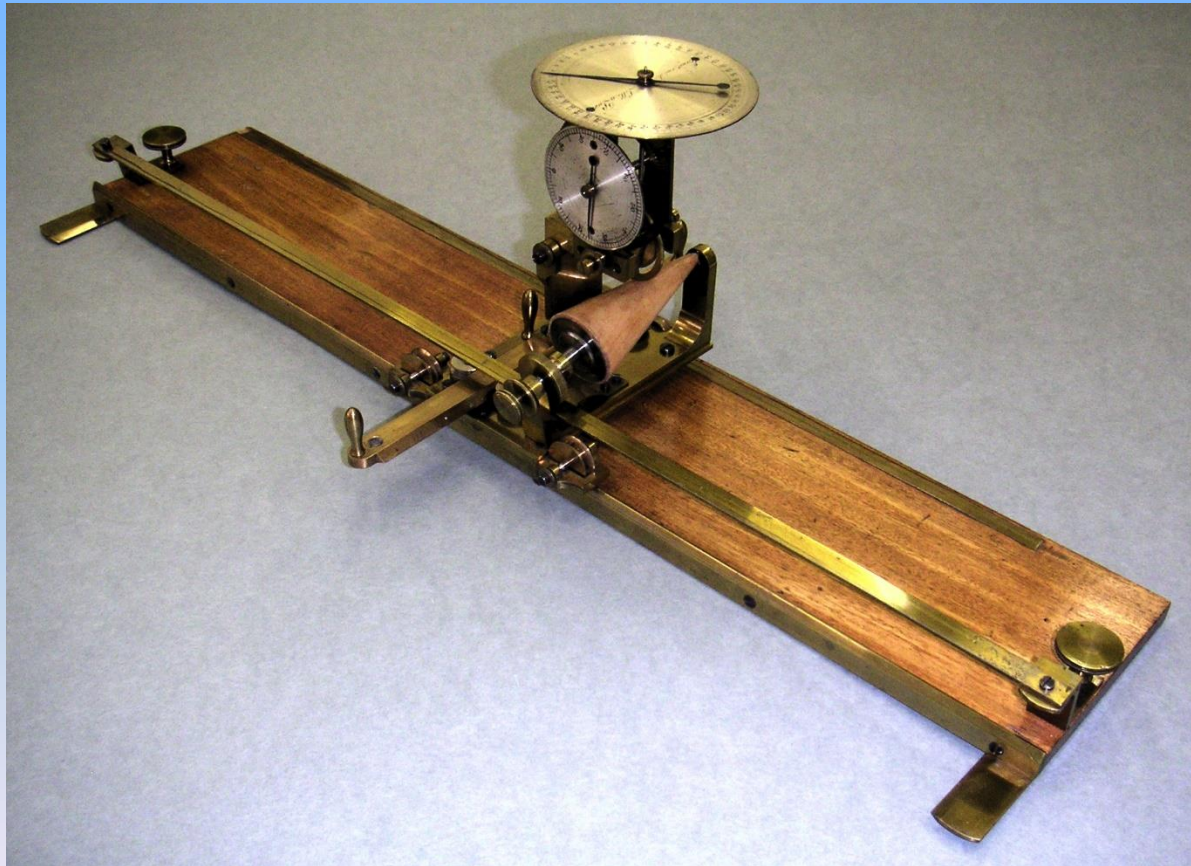
**Johannes Oppikofer** (1783-1864)

≈ 1826: Kegel-wiel-mechanisme

# 4. Pioniers

**Heinrich Rudolf Ernst** (1803-1863):

1834: verbeterde het kegel-wielprincipe

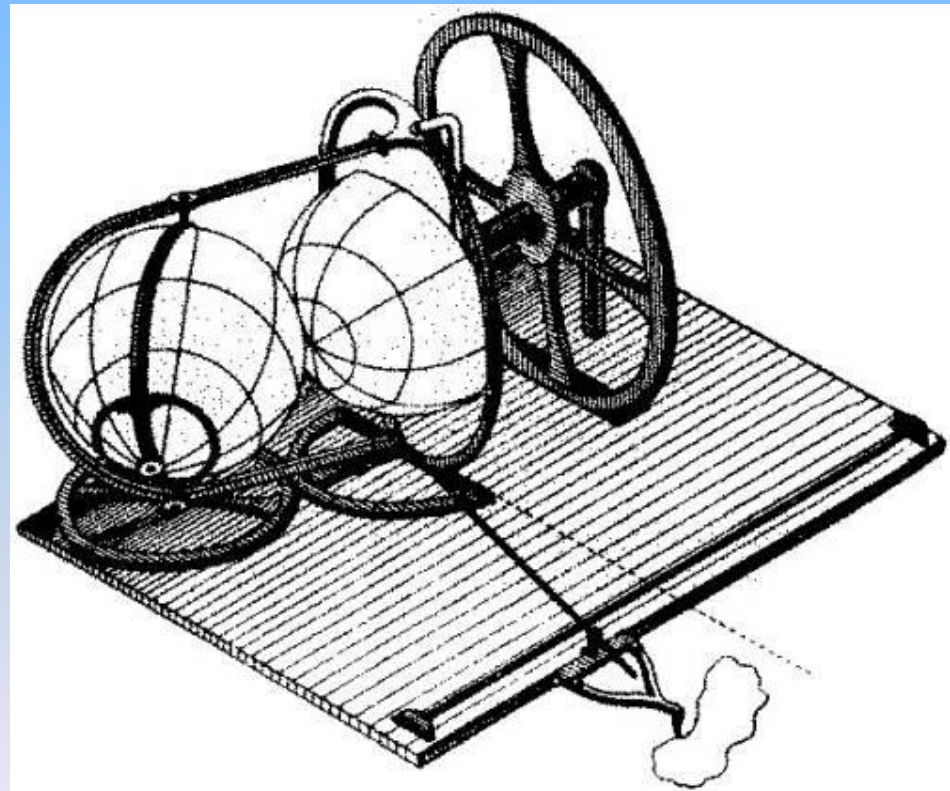
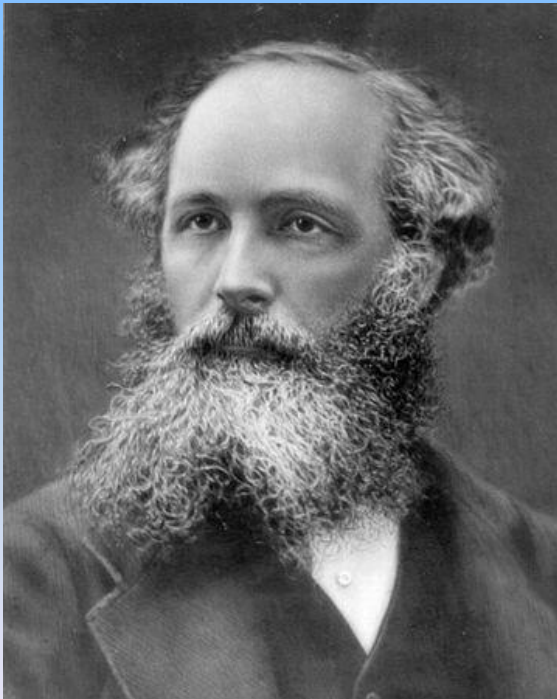


# 5. Laatste pionier:

**James Clerk Maxwell** (1831-1879)

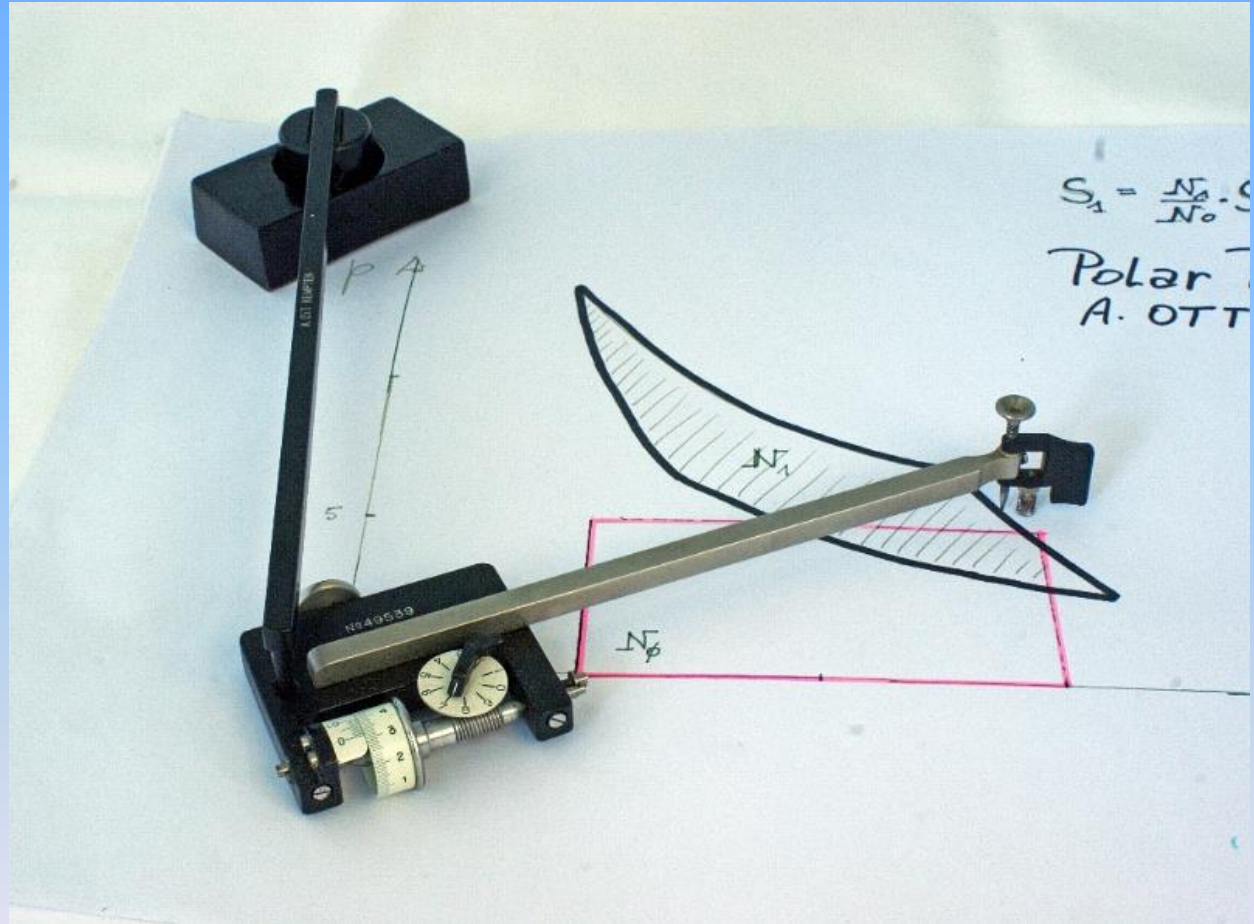
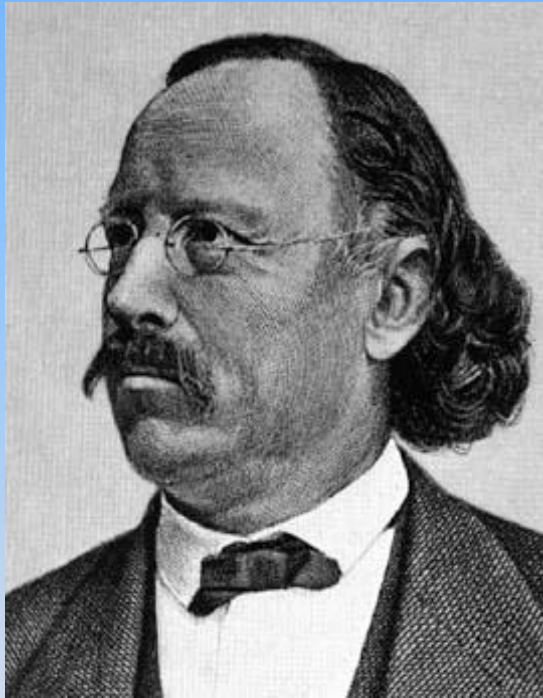
1854/1855:

schetsontwerp van een sferische integrator

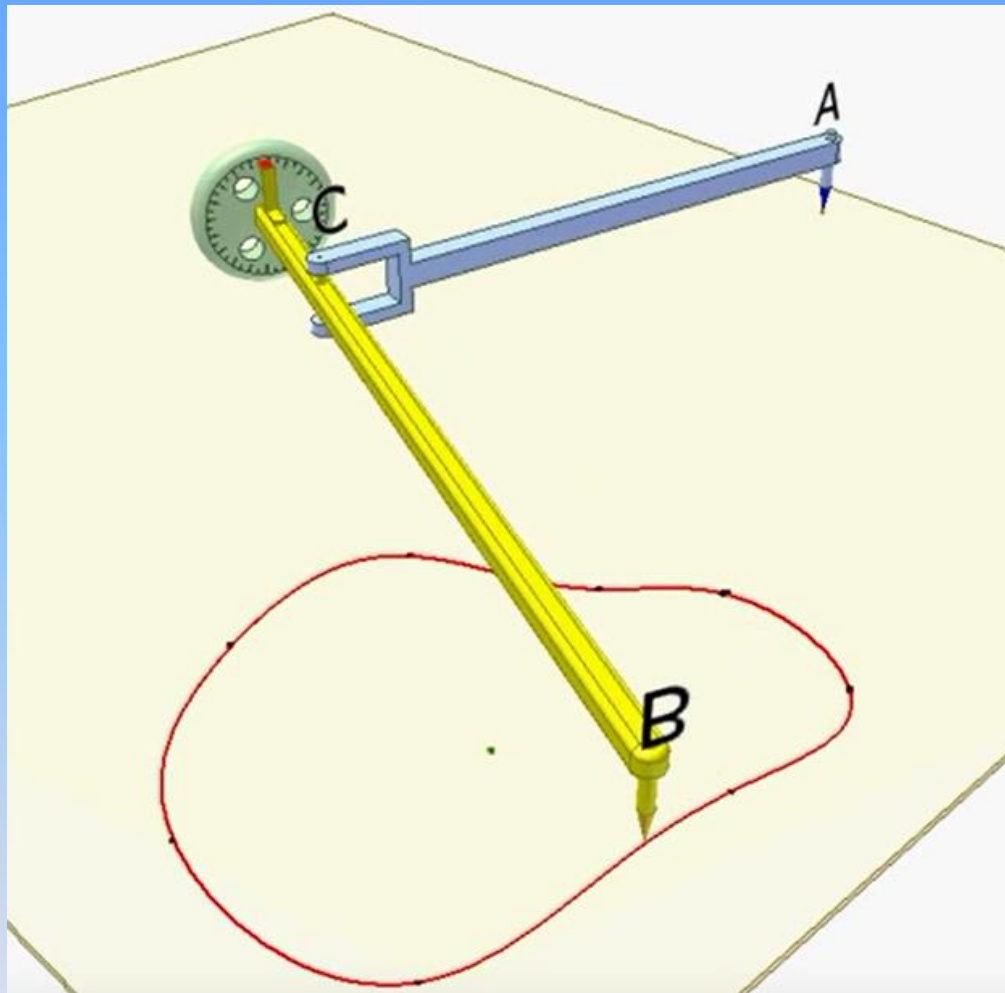


# 1854: Jakob Amsler-Laffon:

Integrator met slechts 2 armen en 1 wieltje



# Essentie van de poolplanimeter



- A: pool
- B: tastpunt
- C: meetwiel
- AC: poolarm
- CB: tastarm

<https://www.youtube.com/watch?v=kdxPEZnv-U0>

# Animatie 4: Poolplanimeter van **Amsler** volgens Ott



# Wiskunde?

Hoe kan een zo  
eenvoudige constructie  
**exact** de oppervlakte bepalen?

**Zie artikel:**

De poolplanimeter van Jakob Amsler-Laffon  
*Simon van der Salm*

# Stelling van Green:

Meeste ‘moderne’ bewijzen gaan uit van de **stelling van Green voor het vlak** uit 1828, maar die stelling kende Amsler (en ook Maxwell) helemaal niet.

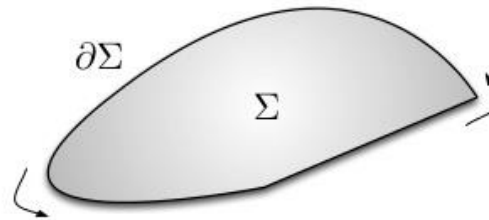


# 1828: Stelling van Green voor het vlak

## The Green's theorem (GT)

- Consider a two-dimensional domain  $\mathcal{D}$  with one-dimensional boundary  $\partial\mathcal{D}$  then for smooth functions  $M(x, y)$  and  $L(x, y)$  we have the integral relation:

$$\oint_{\partial\Sigma} (Ldx + Mdy) = \iint_{\Sigma} \left( \frac{\partial M}{\partial x} - \frac{\partial L}{\partial y} \right) dx dy$$



Wednesday, January 23, 13

Bleef 40 jaar onbekend

# Amsler:

Een oppervlak = collectie van lijnstukken  
waarbij de één via **translatie en rotatie**  
volgt uit de andere

