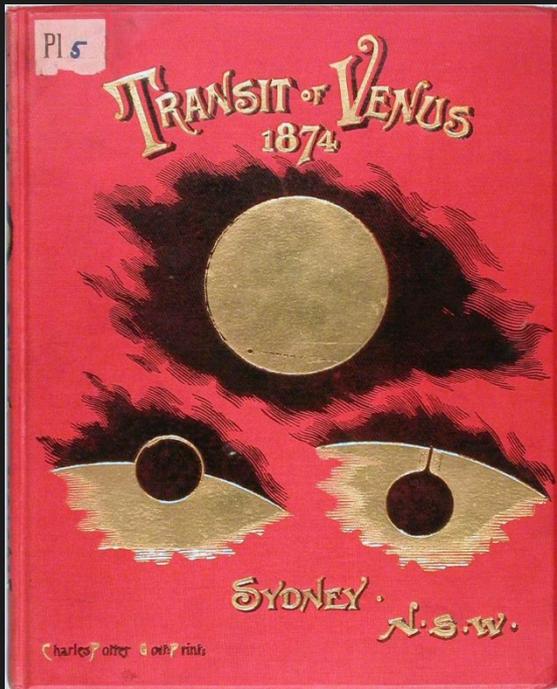


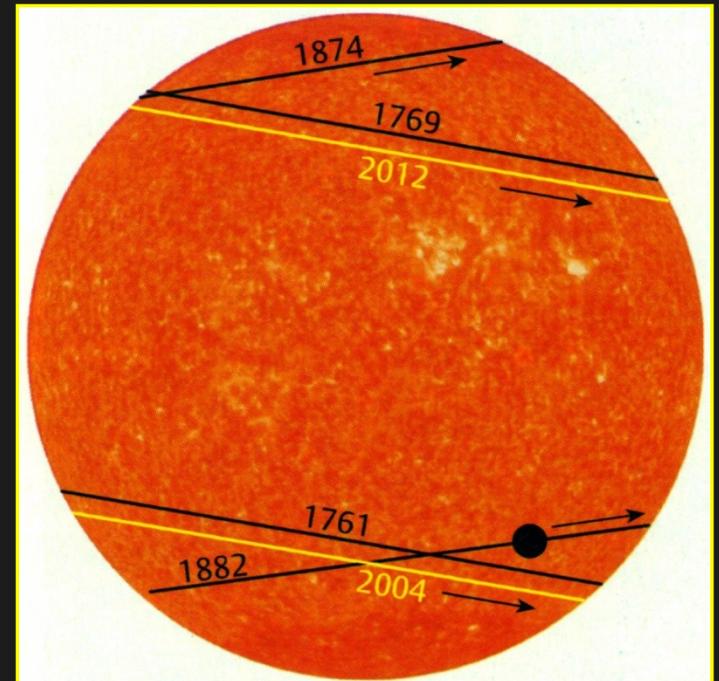
# ABENTEUER VENUSTRANSIT

8. Juni 2004



Ein Vortrag  
von  
Thomas Posch

(Universitätssternwarte  
Wien)



# 1. Was geschieht? – Warum geschieht es so selten?

- Venus überholt die Erde innen  
⇒ kann vor Sonne vorbeiziehen
- **Aber:** Venusbahn ist **geneigt**  
gegen Erdbahn: Neigung  $3.4^\circ$   
⇒ Venus kann Sonne verfehlen

## Bedingungen für Transit :

1.) «Untere Konjunktion» der Venus

(alle 584 Tage,  $\cong$  Neumond)

2.) Venus kreuzt Erdbahnebene

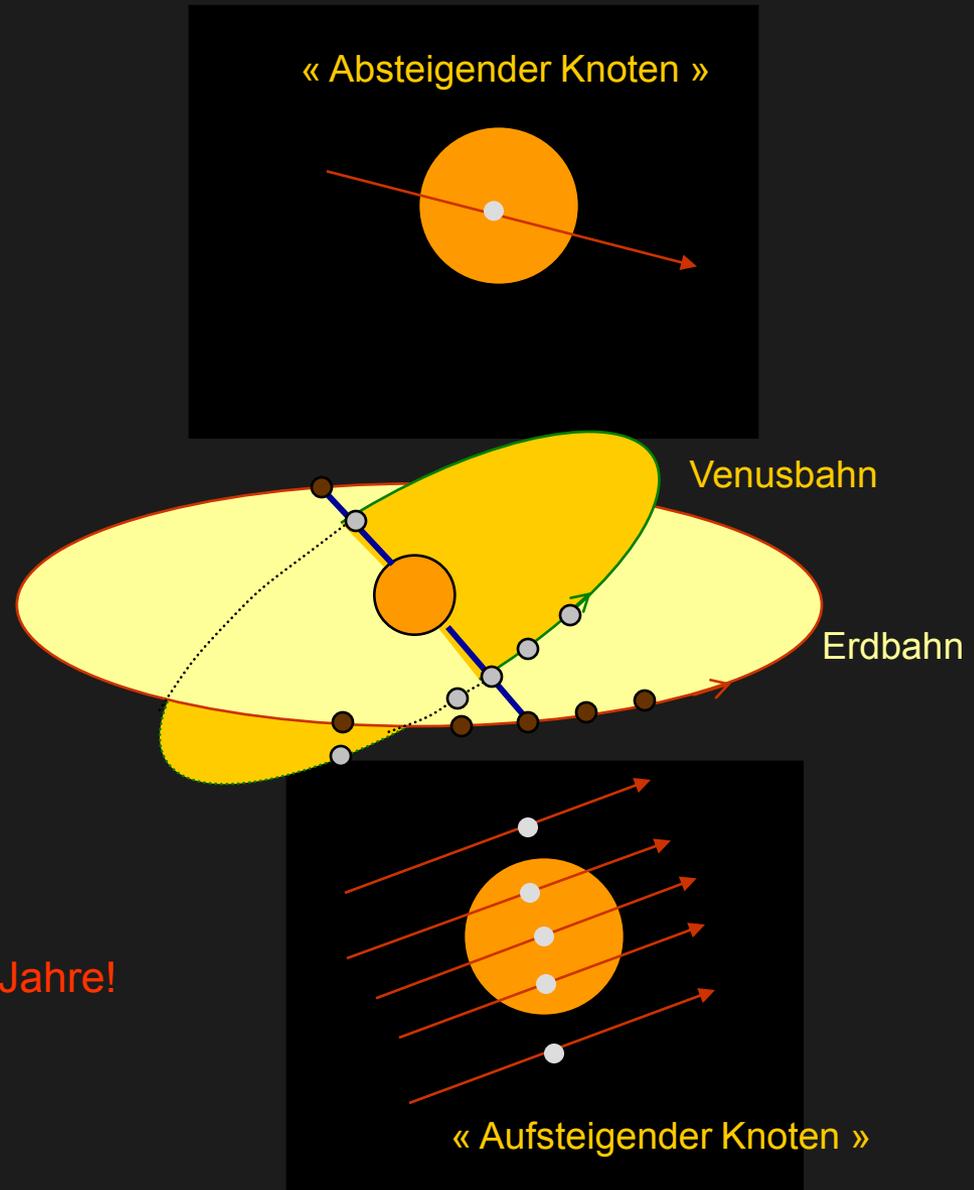
a) «von unten»: Anfang Dezember

b) «von oben»: Anfang Juni

1.)+2.) zugleich erfüllt: nur etwa alle 120Jahre!

(auch nicht Sonnenfinsternis bei jedem Neumond)

[VENUSBAHN.wmv](#)



# 1. Was geschieht? – Der Venustransit 2004 in Zahlen

**Zeitspanne** des Transits (Wien):

**Anfang:** 7h 19min MESZ

**Mitte:** 10h 21min MESZ

**Ende:** 13h 23min MESZ

**Dauer:** 6h 4min

**Abstand** der Venus von der Erde: 43.2 Mio. km

= 28.9% der Distanz Erde – Sonne

aber rund 112mal Distanz Erde – Mond

**Winkeldurchmesser** der Venus:  $< 1/60^\circ$  (58“)

– 1Cent-Münze (Ø16mm) aus 57m Entfernung

– oder Stecknadelkopf (Ø2mm) aus 7.5m Entfernung

– an der Grenze des Auflösungsvermögens des menschl. Auges

**Winkeldurchmesser** der Sonne:  $\sim 1/2^\circ$  (31.5‘=1890“)

– etwa 30mal so groß wie die Venus

– vgl. Anblick eines Tennisballs (Ø62mm) aus 7.5m Entfernung

– Wahre Ø-Verhältnisse: eher Fußball zu Stecknadelkopf!



## 2. Wann geschah es bisher?

### A) Erstmalige Beobachtung: 17. Jahrhundert

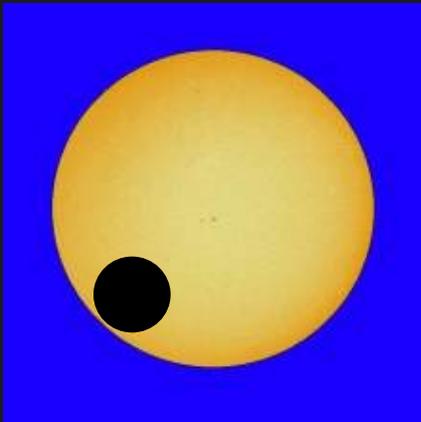
**Pionier: Johannes Kepler, Vorhersage für 1631 – keine Beobachtung in Europa**

**Erste Beobachtung eines Venustransits: Jeremiah Horrox, 4. Dezember 1639**

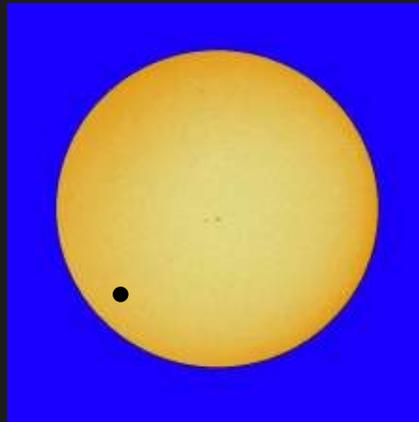
„Und dann gewahrte ich ein höchst angenehmes Schauspiel, das Objekt meiner innigsten Wünsche, ein Fleck von ungewöhnlicher Größe [im Vergleich zu den eigtl. Sonnenflecken] und von vollkommen kreisförmiger Gestalt, der links schon ganz in die Sonnenscheibe eingetreten war, so daß die Ränder von Venus und Sonne genau zusammenfielen.“

- Horrox – 1639 erst 21jährig – hatte den Transit selbst vorausberechnet
- Veröffentlichung des Berichts: erst 1662 von Johannes Hevelius

Erwartet (Kepler):



Beobachtet (Horrox):



Einer staunte nur: William Crabtree

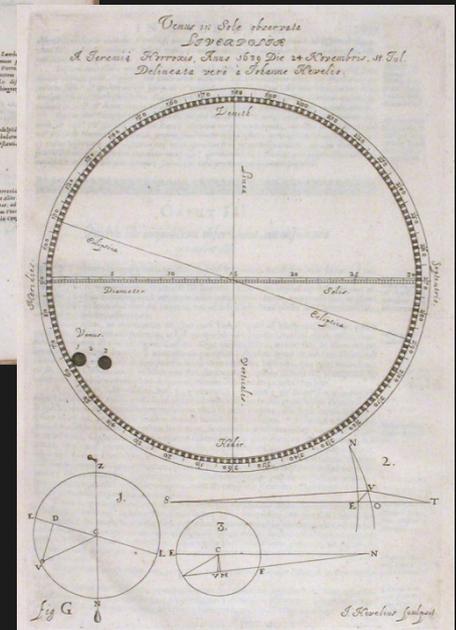
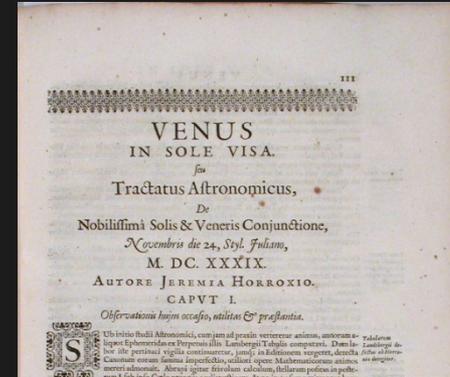
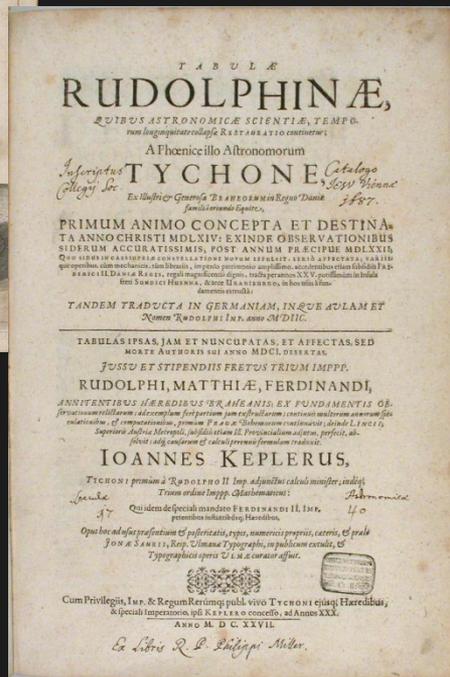


Gemälde: F.M. Brown, City Hall, Manchester (über 200 Jahre später entstanden)

Johannes Kepler (erwartet): 7'; Tycho Brahe (erwartet): 4'

Horrox (gemessen): 1'12"  $\varnothing_{\text{Venus}}$  mit 20% Genauigkeit bestimmt

# Vorhersage und erste Beobachtung: Historische Druckwerke



Kepler, Johannes:  
Tabulae Rudolphinae (1627)

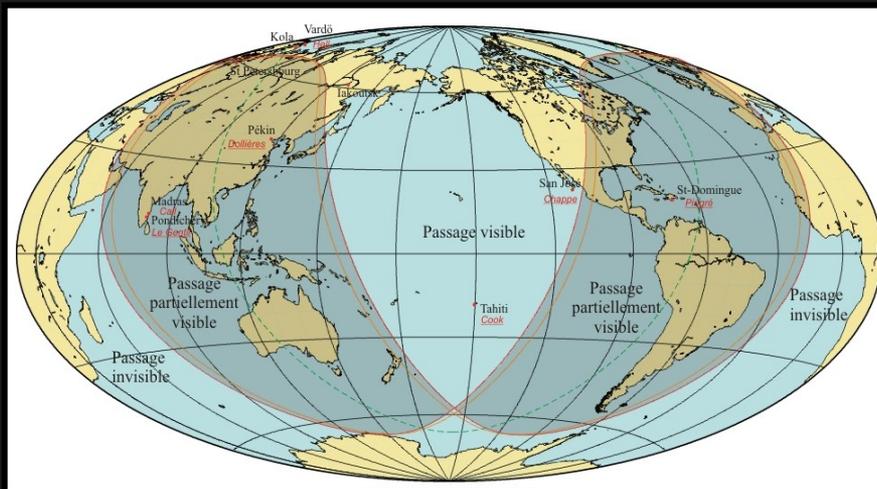
Horrox, Jeremiah:  
Venus in Sole visa (1662)



## 2. Wann geschah es bisher?

### B) Wissenschaftlicher Höhepunkt: 18. Jahrhundert

**Venustransit 3. Juni 1769: Ein Großereignis: 151 Beobachtungen an 77 Standorten**  
**Ziemlich genaue Bestimmung der Sonnenentfernung (5% Fehler)**



Von Europa aus schlecht beobachtbar

⇒ kostspielige Fernreisen

Briten, Franzosen, Österreicher,  
Russen unternahmen Expeditionen

- **Vardö** (Hell, 1. Sternwartendirektor;  
3 Jahre lange Expedition!)

- **Tahiti** (Cook, † 1779 auf Hawaii)

- **Pondicherry** (Le Gentil, erfolglos)



< M. Hell



J. Cooks  
Endeavour >

**Ergebnis der Messungen von 1769:**

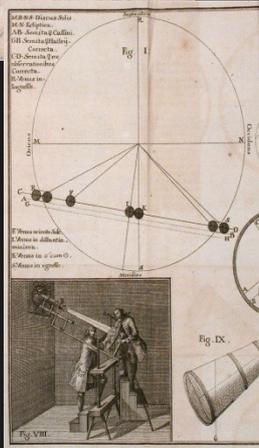
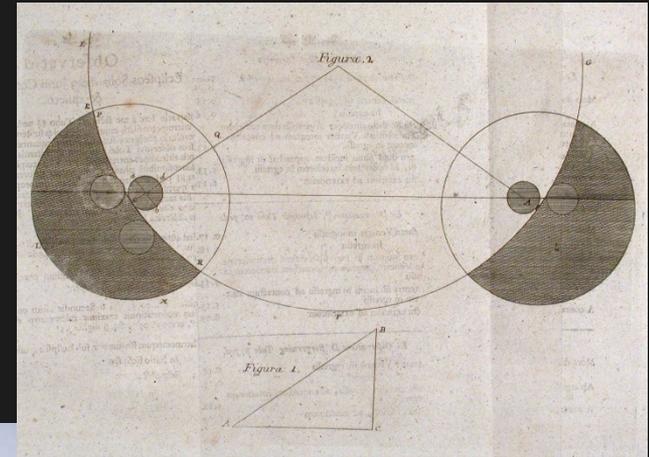
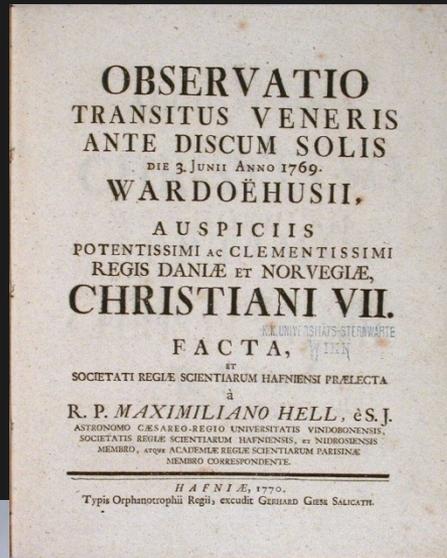
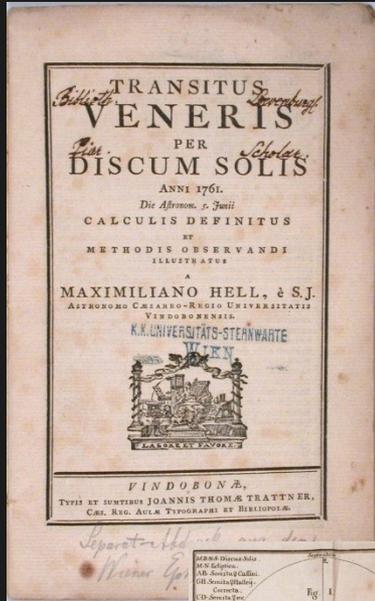
Sonnenentfernung 145 bis 155 Mio. km

Maximilian Hell:  $d = 152$  Mio. km

**Problem:** Effekt des „Schwarzen Tropfens“



# Erste Expeditionen: Originalliteratur



Hell, Maximilian:  
Transitus Veneris per discum Solis (1761)

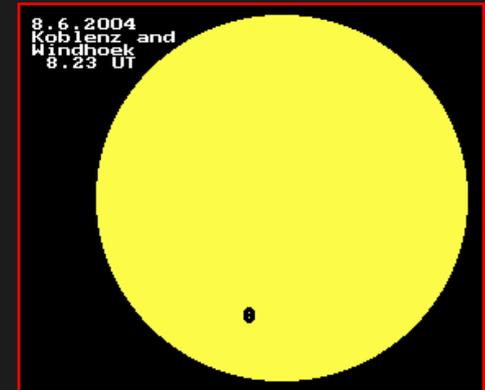
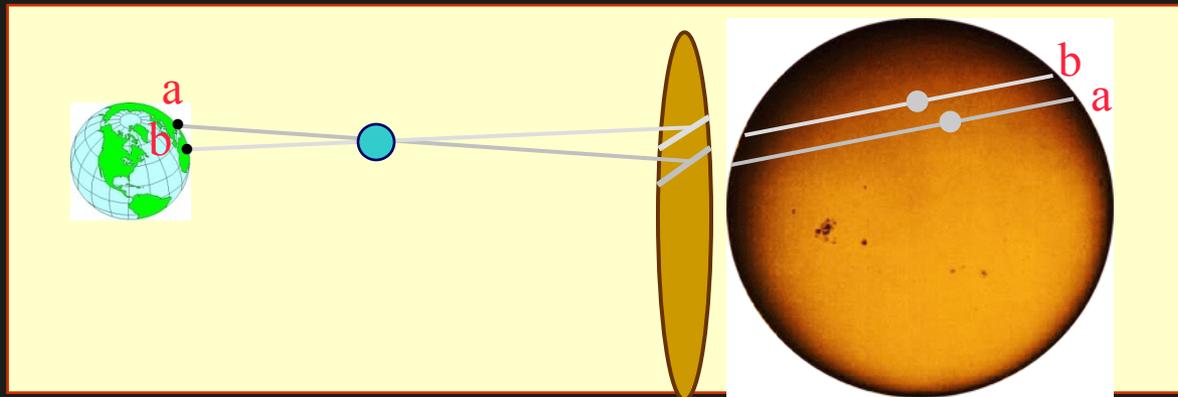
Hell, Maximilian:  
Observatio transitus Veneris (1770)

## 2. Wann geschah es bisher?

### Exkurs: Wie bestimmt man die Sonnenentfernung?

Idee: *Edmund Halley* (1716)

Grundprinzip: Beobachtung von verschiedenen Orten der Erde aus



- Verschiebungswinkel zu links groß dargestellt. Maximalwert:  $< 63''$
  - **Halley** erwartete Meßgenauigkeit von 0.2% (tatsächlich: 1769: 5%)
  - Nicht die ganze Transitbahn muß beobachtet werden. Stattdessen: *Zeitmessung* (Eintritts- und Austrittszeit)  $\Rightarrow$  hohe Anforderung an Uhren
  - Wenn Verschiebungswinkel gemessen und Abstand d. Beobachtungsorte bekannt  $\Rightarrow$  Sonnenentfernung aus drittem Keplerschen Gesetz (3. K. G.)
- 3. K.G.** liefert Verhältnis der Abstände Erde-Sonne und Venus-Sonne

## 2. Wann geschah es bisher?

### C) Venus bekommt Konkurrenz: 19. Jahrhundert

**6. Dezember 1874: Wissenschaftliche Erwartungen nicht mehr so hoch wie 1769  
Aber: Tageszeitungen berichten ausführlich, viele Menschen beobachten**



Th. v. Oppolzer



Palast von Jassy (Rumänien)

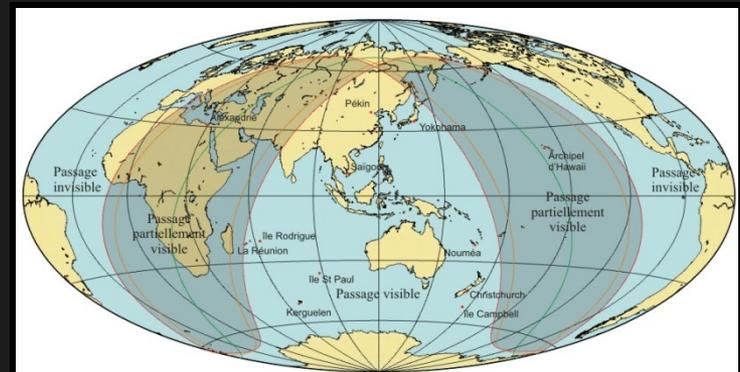
**Akad. d. Wissenschaften:** Förderung für Jassy-Reise (300 Gulden), weil „bei diesem Zusammenwirken aller zivilisierten Nationen auch Österreich“ vertreten sein müsse.

„**Konkurrenz für Venus:**“ Mars-Parallaxe, Sir David Gill, ab 1874

Alle großen Nationen unternehmen Expeditionen, auch Österreich:

- Jassy (Oppolzer, Weiss)
- Yokohama (T. v. Österreichern, im Rahmen einer Weltumsegelung, 1874 -1876)

Auch Amerikaner fahren nach Japan (**Nagasaki**): Pech mit dem Wetter!

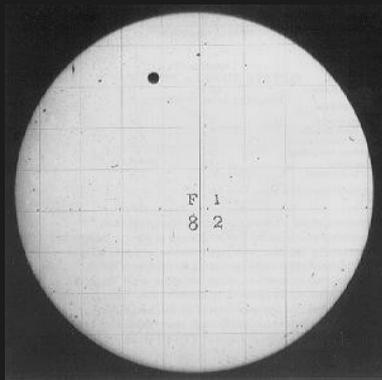


## 2. Wann geschah es bisher?

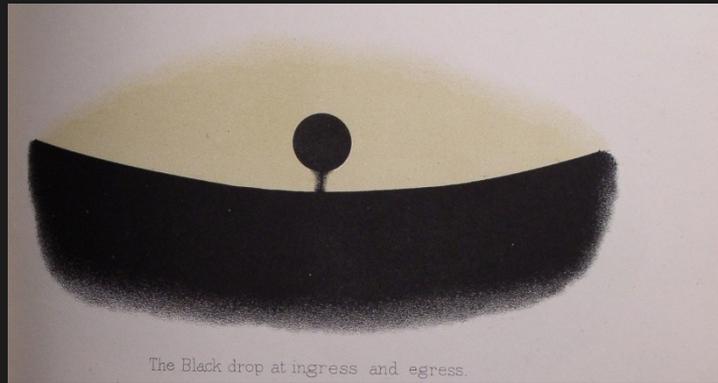
### C) Venus bekommt Konkurrenz: 19. Jahrhundert

8. Dezember 1882: Erstmals ein Venustransit im *Fokus der Öffentlichkeit*

Aber (wie 1874): zahlreiche Photos und Zeichnungen



Photogr. Aufnahme



Zeichnung („Schwarzer Tropfen“)

Sichtbarkeitsgebiet:

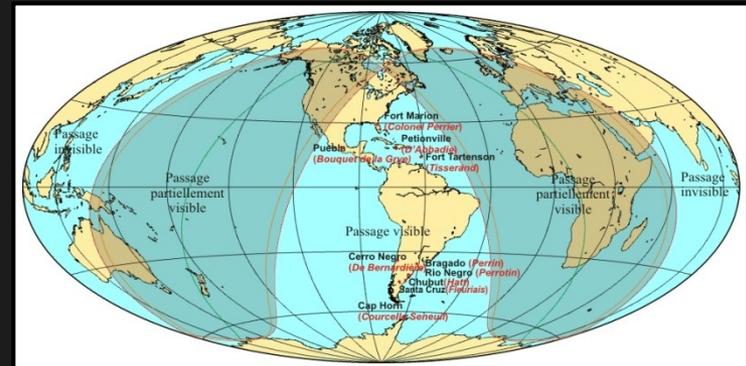
v.a. Amerika (N+S)

- Amerikanische, deutsche Expeditionen

- Keine österreichische Expedition mehr

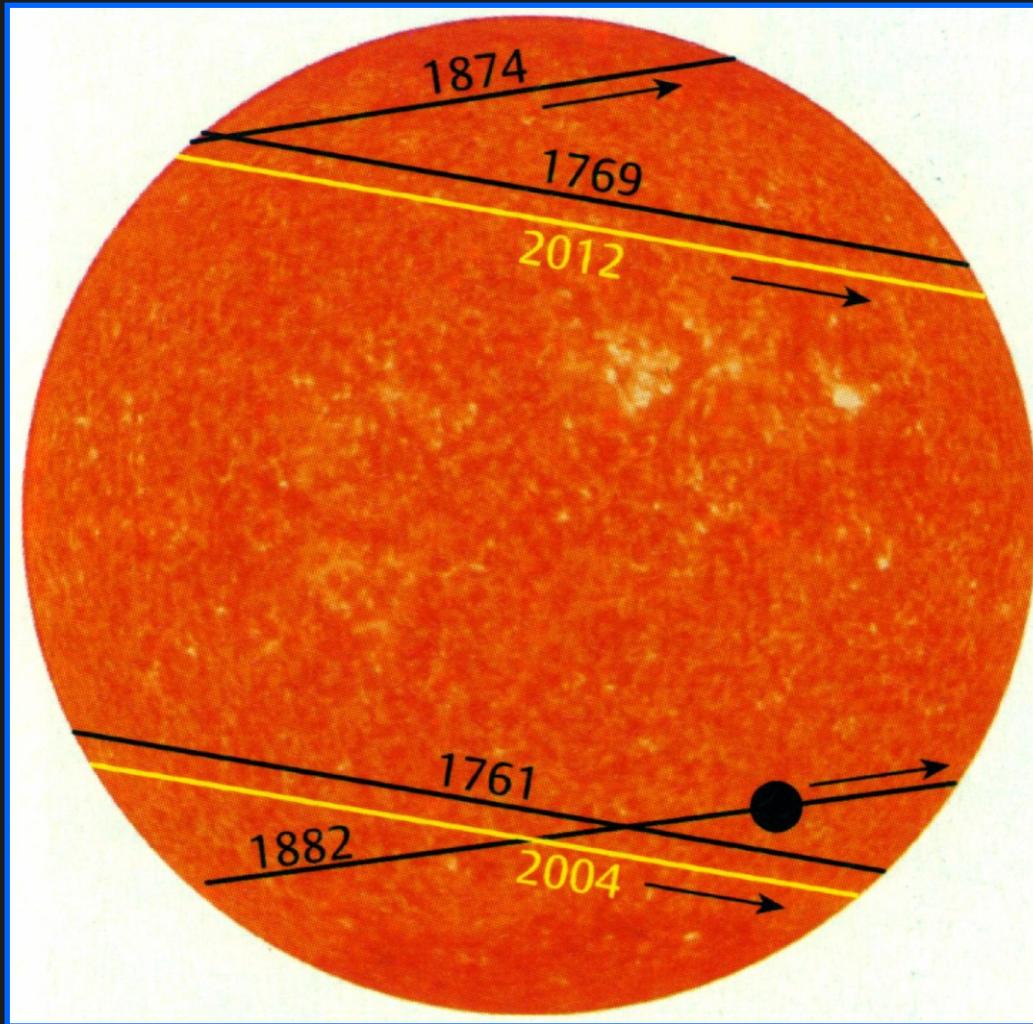
### Ergebnisse 1874/1882 (500.000 Messungen):

- Photographie bringt nicht erhoffte Präzision
- Sonnenentfernung:  $D=148.1-149.7$  Mio. km
- Konkurrenzmethode: Mars, Flora, Eros  
⇒  $D=149.4-150$  Mio. km (1885-1900, ohne teure Reisen!)





### 3. Wann geschieht es wieder?



1639

1761

1769

1874

1882

**2004 ...**

... auf Wiedersehen  
beim Venustransit  
2012...

... 2117, 2125

**2247, 2255 ...?**