

Abendgymnasium Stuttgart

Fach:

Profilfach Physik

Thema:

**Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit
nach Olaf Römer**

Lehrer: Peter Sorcik

Vorgetragen von: Georgios Mantas

am: 13.02.2004

Kurs: 4.2 / 2004

Olaf Römer
(1564- 1642)



Die Geschichte der Lichtgeschwindigkeit

Wenn wir heute von Lichtgeschwindigkeit sprechen, dann setzen wir es als selbstverständlich voraus, dass das Licht für einen bestimmten Weg eine bestimmte Zeit braucht. Doch das war nicht immer so. Früher glaubte man, dass das Licht für das Zurücklegen eines bestimmten Weges keine Zeit benötige.

Galileo Galilei (1564 – 1642) war der erste, der dies widerlegen wollte, denn bereits im 16. Jahrhundert hatte man beobachtet, dass der Blitz (also Licht) schneller zu sehen als der Donner (also Schall) zu hören ist. Daraus schlossen viele Forscher, u. a. Galilei, dass das Licht aufgrund dieser Eigenschaft eine bestimmte Geschwindigkeit hat. Um dies zu beweisen, machte er folgenden Versuch: Er stellte bei Nacht zwei Personen auf zwei mehrere Kilometer voneinander entfernte Hügel. Beide Personen hatten eine Laterne, die sie mit Hilfe eines Tuches abdecken konnten. Der erste Helfer entfernte nun das Tuch vor seiner Lampe, um so ein Lichtsignal zum zweiten Helfer zu schicken; dieser schickte dann wieder ein Signal mit seiner Lampe zurück. Währenddessen sollte der erste Helfer die Zeit messen, die verging bis das Signal vom zweiten ihn traf. Dieser Versuch kam jedoch lediglich zu dem Ergebnis, dass entweder das Licht für seinen Weg gar keine Zeit braucht oder es zu schnell ist, als dass man so eine hohe Geschwindigkeit auf diese Weise messen könnte.

Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit nach Olaf Römer

1676 führte Römer als erster eine erfolgreiche Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit durch. Das Verfahren beruht im Endeffekt auf der Messung der Laufzeitverzögerung des Lichtes auf zwei verschiedenen Wegen. Römer verglich die Zeitpunkte, an denen Io, ein Mond des Jupiters, in dessen Schatten verschwand. (siehe Skizze)

Die Zeit zwischen zwei Eintritten in den Schatten des dem Jupiter nächsten Mondes beträgt 42h 28m 36s von Punkt 1 aus beobachtet. Römer machte die Entdeckung, dass sich die Zeitspanne zwischen zwei Verfinsterungen verlängerte, solange die Erde ein halbes Jahr lang auf dem Weg von Punkt 1 zu Punkt 3 unterwegs war. Insgesamt konnte er eine Verspätung von 1450 Sekunden beobachten. Im nächsten halben Jahr, also auf dem Rückweg von Position 3 nach Position 1 war das umgekehrte Phänomen festzustellen. Die Verfinsterungen traten immer früher ein, so dass sich die Verspätung von 1450 Sekunden des ersten Halbjahrs im zweiten wieder ausglich. Daraus schloss er, dass die Zeitspanne von 1450 Sekunden genau die Zeit sein muss, die das Licht benötigt, um die zusätzliche Strecke des Bahnradius der Erde um die Sonne zu durchlaufen. Für den Erdradius nahm Römer

$$3,11 \times 10^8 \text{ km}$$

an und konnte somit die Lichtgeschwindigkeit bestimmen. Er erhielt einen Wert von

$$(3,11 \times 10^8) \text{ km} / 1450 \text{ s} = 214482 \text{ km/s.}$$

Später wurde der genauere Wert von 1000 Sekunden für die Verspätung und ein Wert von 299 000 000 Kilometer für den Erdradius angenommen, womit das Ergebnis für die Lichtgeschwindigkeit 299 000 km/s lautet. Dieser erste Wert von Römer weicht um knapp 40% von der heute genauesten Messung der Lichtgeschwindigkeit c ab.

Viel wichtiger aber als ein genauer Wert für die Lichtgeschwindigkeit war der Beweis dass die Lichtgeschwindigkeit endlich ist.

Skizze zur Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit nach Olaf Römer

Römers Annahme:

Erdeumlaufbahndurchmesser

-Erdradius : $3,11 \times 10^8$ km

Verspätung der Verfinstderung in 6 Monaten um ca. 1450 Sekunden

⇒

$$\Delta s / \Delta t = (3,11 \times 10^8 \text{ km}) / (1450 \text{ Sekunden})$$

$$\approx \underline{\underline{214482,7586 \text{ km/s}}}$$

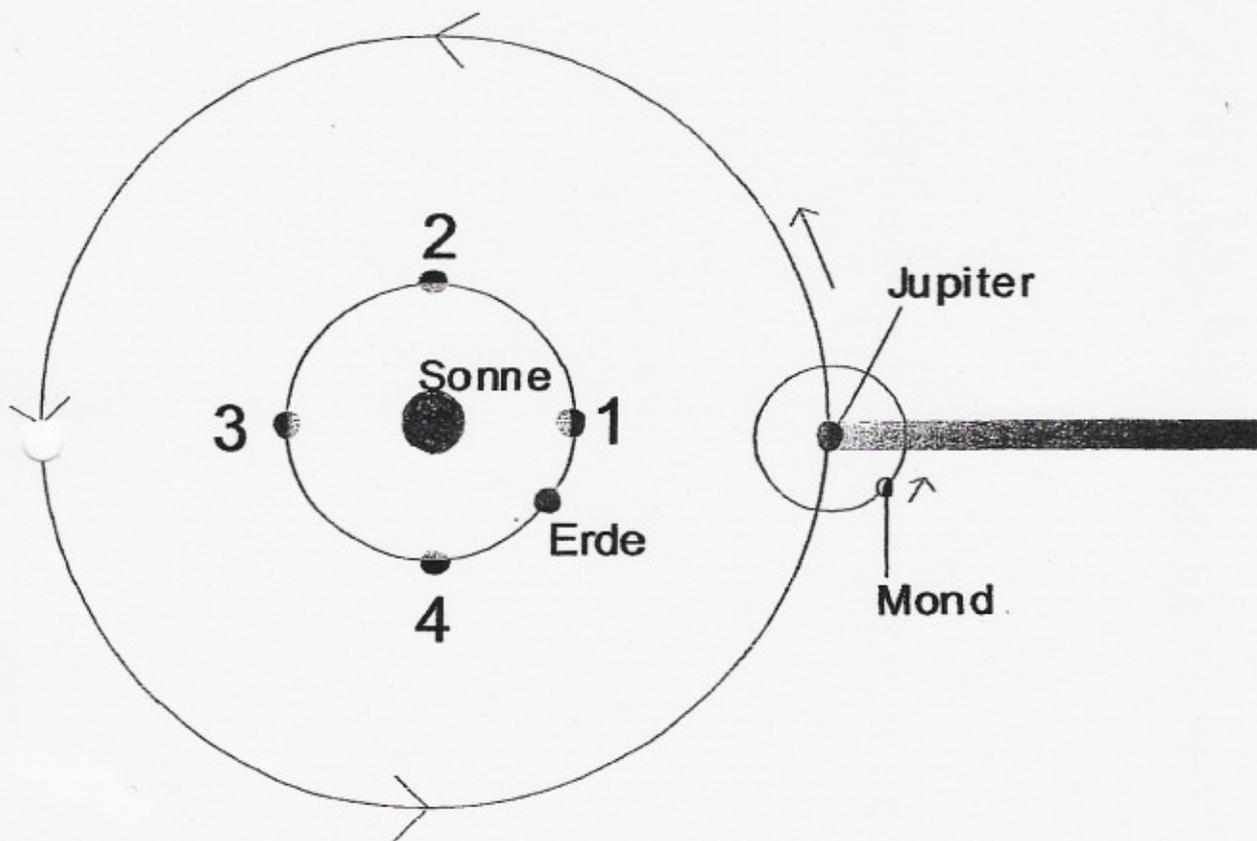


Tabelle der Radien und Umlaufdauern

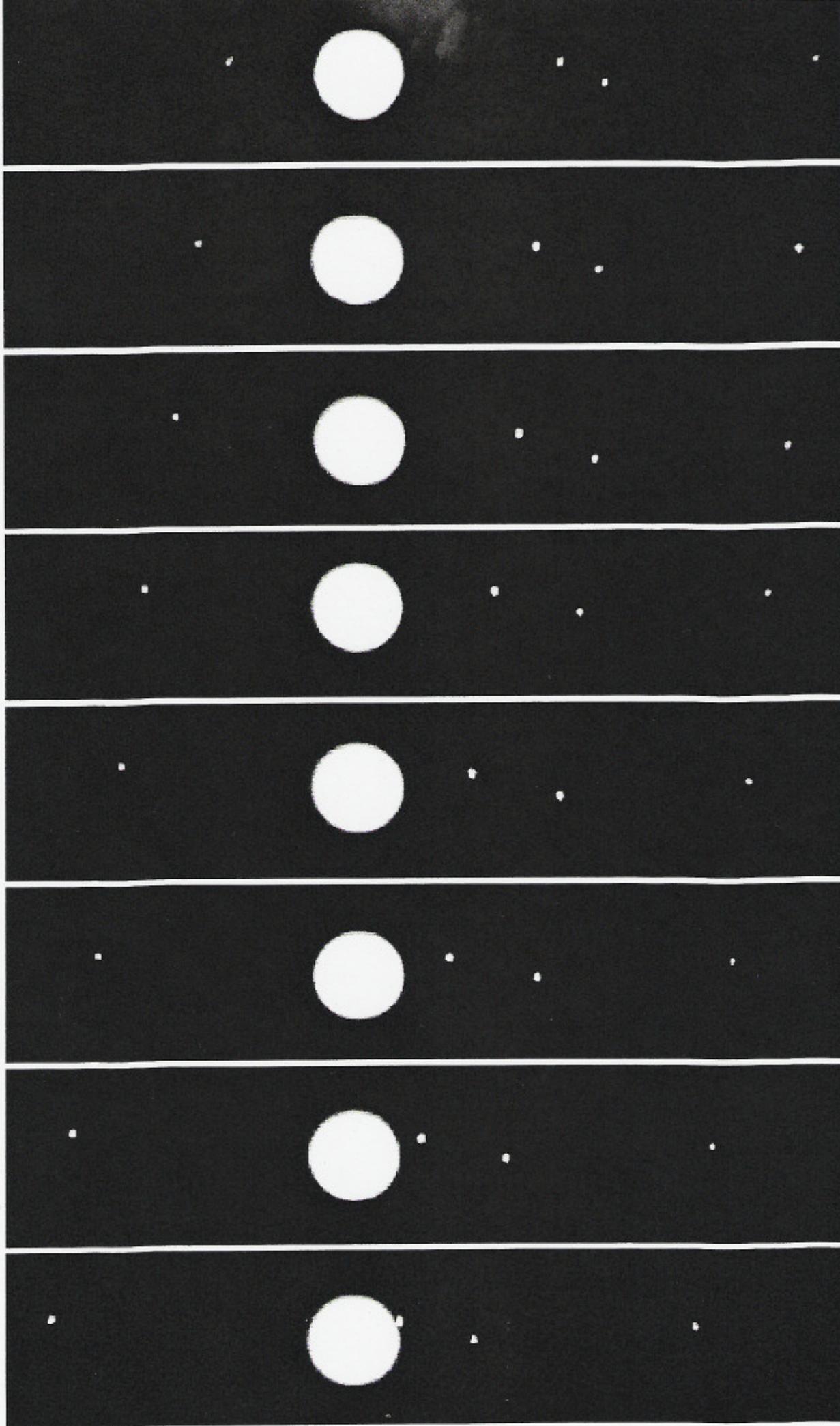
Erdradius	$r_e = 6368 \text{ km}$
Sonnenradius	$r_s = 109 \cdot r_e$
Jupiterradius	$r_{ju} = 11,2 \cdot r_e$
Radius des Mondes Jo	$r_{jo} = 0,28 \cdot r_e$
Radius der Jo-Kreisbahn	$r_{jo,ju} = 6 \cdot r_{ju}$

Radius der Erdbahn um die Sonne	$r_{e,s} = 1,5 \cdot 10^8 \text{ km}$
Radius der Jupiterbahn um die Sonne	$r_{Ju,s} = 5,2 \cdot r_{e,s}$

Umlaufdauer der Erde um die Sonne	$T_{e,s} = 1 \text{ Jahr}$
Umlaufdauer des Jupiter um die Sonne	$T_{Ju,s} = 11,2 \text{ Jahre}$

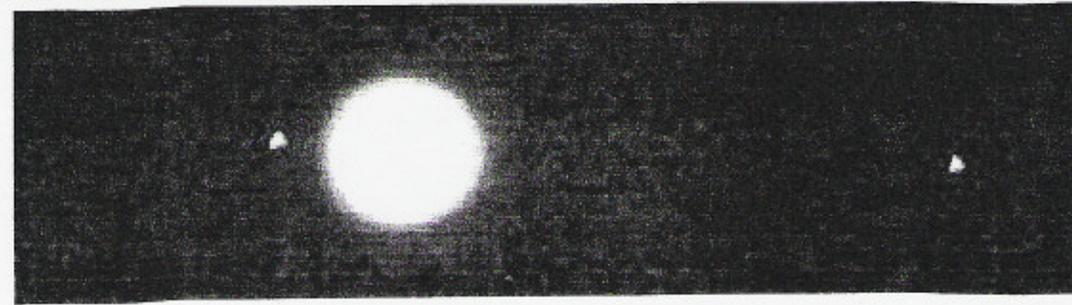
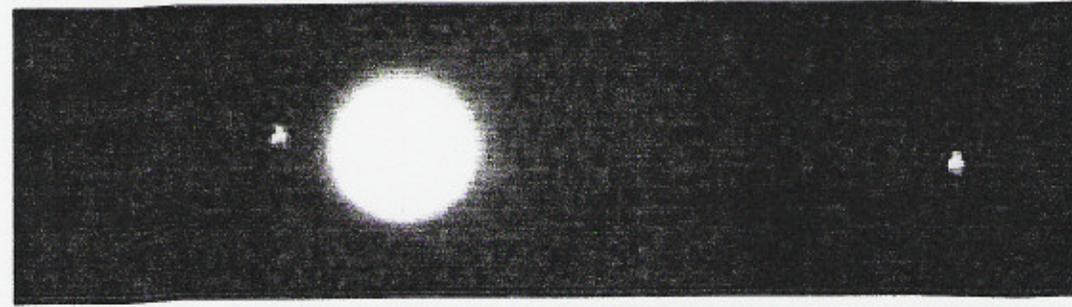
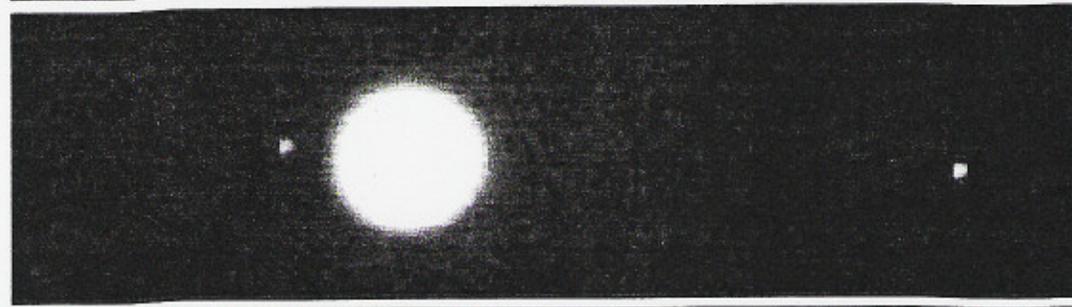
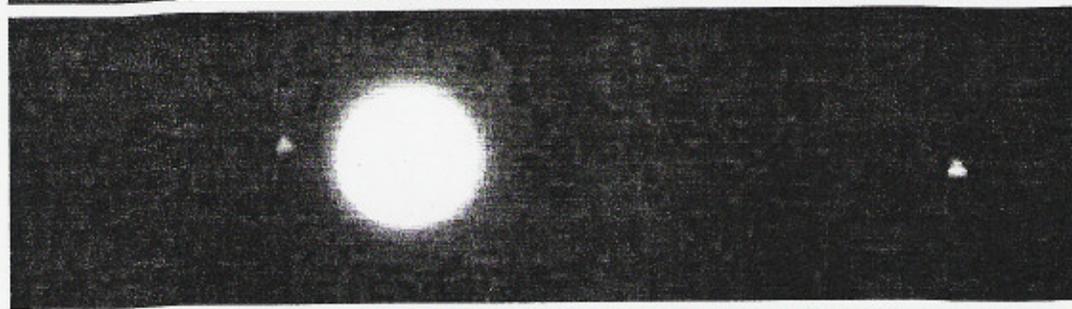
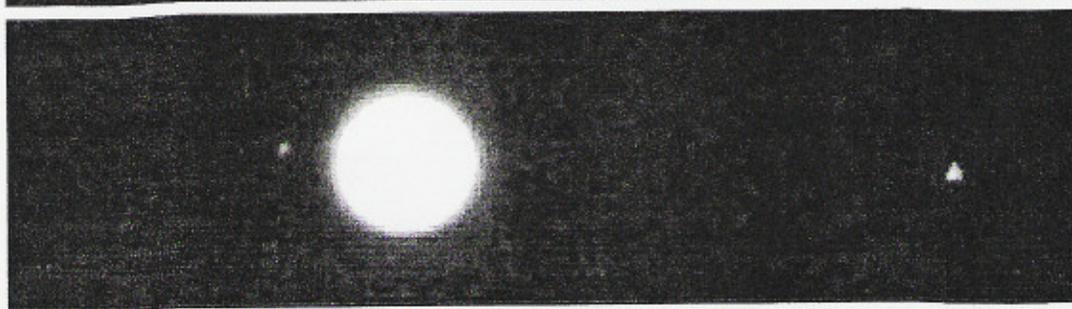
Eintritt
des Io
in den
Schatten
Jupiters

Blatt 6
von 8



Austritt
des Io
aus dem
Schatten
Jupiters

Blatt 7
von 8



Quellen :

1. Schüler Duden Physik S.247 Mannheim 2001
2. Eichler, Hans-Joachim, Gobrecht, Heinrich u.a.: Lehrbuch der Experimentalphysik Band III Optik⁷. Berlin: Bergmann- Schäfer 1978 S.186-187
3. www.geschichte.de
4. [www.uni-münchen.de](http://www.uni-muenchen.de)