

Emanzipierende Wissenschaft – Teil 57

Wissenschaft in der beginnenden Neuzeit



Auf dem Weg
in die Neuzeit VIII

Galileo Galilei und das Fernrohr...

Galileo Galilei (1564 - 1642)

Galileo Galilei: Als Hochschullehrer in Padua (1592-1610)

1591 wurde der Mathematiklehrstuhl der Universität Padua vakant. außerdem verstarb ein Jahr zuvor der sittenstrenge Papst Sixtus V., der ein entschiedener Kämpfer gegen alle Arten von Häresien war und der das *Sanctum Officium* weitere Vollmachten im Kampf gegen Häretische Gedanken gab. Beide Ereignisse veranlassten den philosophisch und mathematisch geschulten Dominikanermönch **Giordano Bruno** (1548-1600) sich für diesen Lehrstuhl zu bewerben. Er konnte hier zwar einige Monate als Aushilfsprofessor arbeiten. Aber als der Lehrstuhl dann an Galileo Galilei überging (er hatte Erfahrungen auf dem Gebiet des Festungsbaus und der Militärtechnik), nahm Giordano Bruno eine Einladung nach Venedig an, wo er denunziert und bei der Heiligen Inquisition angezeigt wurde. Ab hier nahm dann sein Schicksal seinen Lauf, der bekanntlich am 17. Februar 1600 in Rom auf dem Scheiterhaufen endete.

Neben seiner einigermaßen gut bezahlten Tätigkeit als Professur für euklidische Geometrie, Astronomie und Befestigungsanlagen / Militärtechnik baute er sich umfangreiche Nebeneinkünfte durch Privatunterricht (darunter von zwei zukünftigen Päpsten) und der Herstellung und Vertrieb von sogenannten „Proportionszirkeln“ auf. Außerdem beschäftigte er sich weiter mit mechanischen Problemen (Relativitätsprinzip, kopernikanische Astronomie,) und baute seine Korrespondenz mit vielen Gelehrten seiner Zeit aus.

Einschub: Die Erfindung des Fernrohrs

1609 erhielt Galileo Galilei Kunde von flämischen Kaufleuten über ein kurz davor in Haag von einem Brillenschleifer mit Namen **Hans Lippershey** erfundenen „Tubus“, mit dem man ferne Dinge nah sehen konnte. Der Nachbau dieses neuen optischen Instruments und dessen systematisch Einsatz zur Himmelsbeobachtung sollte einen großen Teil des Nachruhms Galileo Galileis begründen...

Um 1300: Konvex geschliffene Beryll-Kristalle werden zum ersten Mal zur Korrektur der Sehschärfe von Weitsichtigen eingesetzt – „Brille“

Um 1540: Man entdeckte, dass konkav geschliffene Gläser Kurzsichtigkeit beheben kann. Da die Nachfrage nach derartigen Sehhilfen immer größer wurde, etablierten sich einmal in Venedig sowie in der Stadt Middelburg in den Niederlanden Brillenmanufakturen, die sich mit der serienmäßigen Herstellung entsprechender Linsen beschäftigten.

Um 1608: der holländische Brillenschleifer **Hans Lippershey** (1570-1619) beantragt beim Rat von Zeeland eine Patenterteilung für sein „*Instrument zum Sehen in die Ferne*“, welcher aber abgelehnt wurde, da noch weitere Berufskollegen (wohl mit Recht) darauf Anspruch erhoben (Metius aus Alkmaar (1571–1631), Sacharias Janssen (1588–1632)).

Hans Lippershey (1570-1619)



Seine Vorführung des neuen Instruments auf der Friedenskonferenz am 10. September 1608 in Den Haag unter Leitung von Fürst Moritz von Oranien (Nassau) war ein großer Erfolg, da von den Anwesenden sofort die militärische Bedeutung des Fernrohrs erkannt wurde. In der Folge wurde es von vielen Brillenschleifern nachgebaut und erlangte schnell eine gewisse Verbreitung in Europa und gelangte so auch in die Hände einiger astronomisch interessierter Wissenschaftler wie Thomas Harriot in London, Galileo Galilei in Padua, Simon Marius in Bayern, Christopher Clavius in Rom und noch einige andere...

Aus dem Bericht von der Präsentation in De Haag:

*„Diese Gläser sind sehr nützlich bei Belagerungen und ähnlichem ... aus mehr als einer Meile oder mehr kann man die Dinge entdecken als wären sie in der Nähe. **Und sogar die Sterne, die man mit bloßem Auge nicht sehen kann, weil sie zu klein und zu lichtschwach sind, kann man mit diesem Instrument sehen.**“*

Um 1600 lag die Entwicklung des Teleskops quasi in der Luft, da zu dieser Zeit die Herstellung sowohl konkaver als auch konvexer Brillengläser bereits serienmäßig erfolgte. Das Problem war, dass die (positiven und negativen) Brennweiten dieser Brillengläser recht kurz und ähnlich waren, sodass eine Kombination kaum Wirkung zeigte. Das erste Fernrohr von Lippershey hatte schätzungsweise eine Vergrößerung von 3 bis 4 mal bei einer Tubuslänge von weniger als einem Meter.

Übrigens, der heute gebräuchliche Begriff „Teleskop“ für ein Fernrohr wurde erst 1655 von Petro Borello eingeführt. Zuvor sprach man „vom holländischen Tubus“ oder einem Perspillus (Spektiv).

Thomas Harriot und Galileo Galilei – die ersten wissenschaftlichen Himmelsbeobachter

Der englische Gelehrte Thomas Harriot (1560–1621) und Galileo Galilei setzten etwa zeitgleich das „holländische Fernrohr“ für Himmelsbeobachtungen ein und machten auch etwa die gleichen Entdeckungen. Nur Thomas Harriot hat sie zwar dokumentiert (Nachlass, Briefe an Kepler, Fabricius, Simon Marius etc.), aber im Gegensatz zu Galilei niemals publiziert.



Wissenschaftliche Leistungen von Thomas Harriot

- **Fernrohr:** als Instrument und viele Beobachtungen damit („*perspective trunke*“)
- **Mathematik:** Beiträge zur Algebra (zum Beispiel das Sammeln von Termen auf einer Seite der Gleichung ähnlich wie wir heute Gleichungen lösen, einschliesslich des Umgangs mit allen Lösungen, positiv, negativ, reell oder imaginär) und die Inhaltsformel für ein sphärisches Dreieck, etwa am Himmel,
- **Navigation und Kartographie:** Beiträge zur Mercator-Projektion und die Loxodrome (die Geraden in der Mercatorkarte),
- **Physik:** das optische Brechungsgesetz, das heute Gesetz nach Snellius heisst, und eine frühe Formulierung des Trägheitsgesetzes (geradliniger Flug von Geschossen ohne Luftwiderstand und bei Abwesenheit der Schwerkraft),
- **Ethnologie:** Studien zu den nordamerikanischen Indianern und
- **Sprachforschung:** ein Sprachführer für die Indianersprache Algonkin.

In der Nacht des 26. Juli 1609 hat Thomas Harriot zum ersten Mal mit seinem gerade erworbenen holländischen Fernrohr (es hieß in England zunächst *trunk* oder *cylinder*) den Mond beobachtet und um 21 h eine (sehr) einfache Zeichnung gemacht:

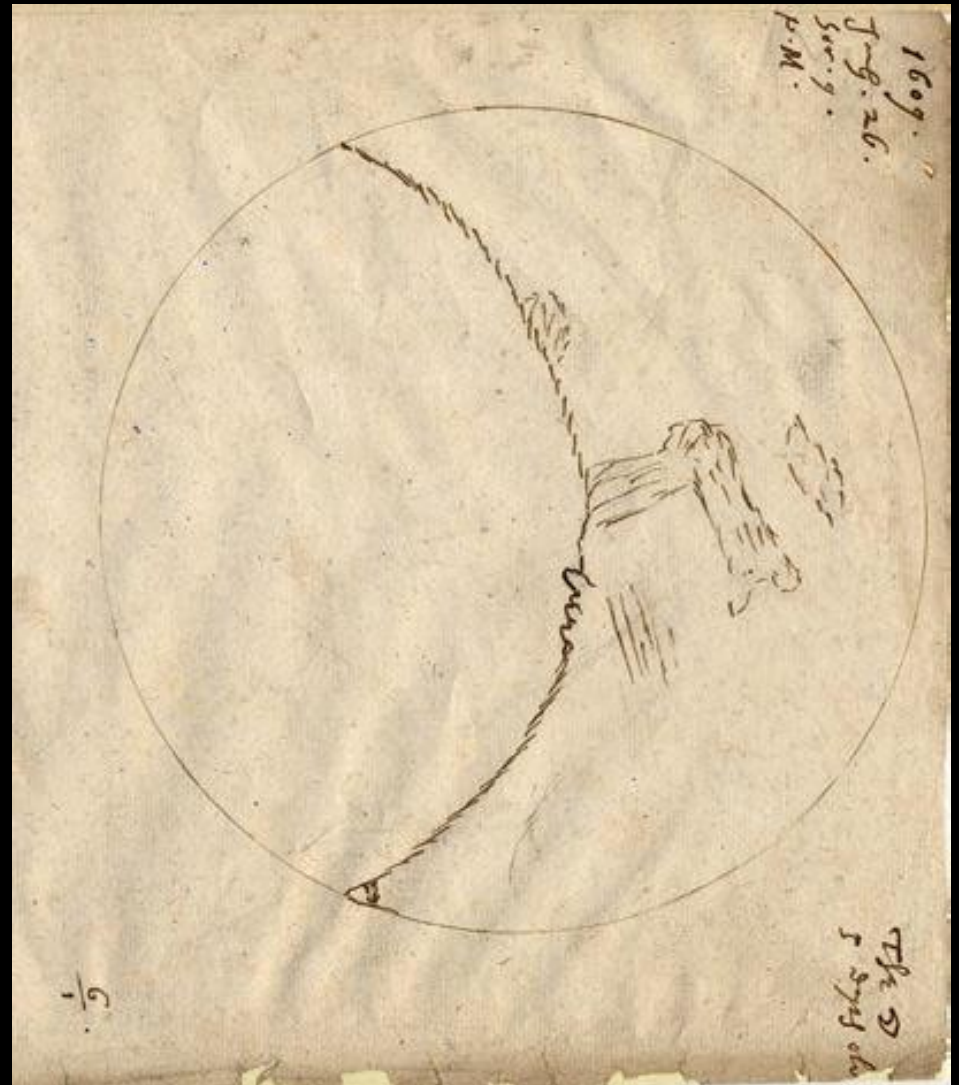
Entdeckung zerfranster Terminator
und dessen (richtige) Deutung

Später **detaillierte Mondkarte**

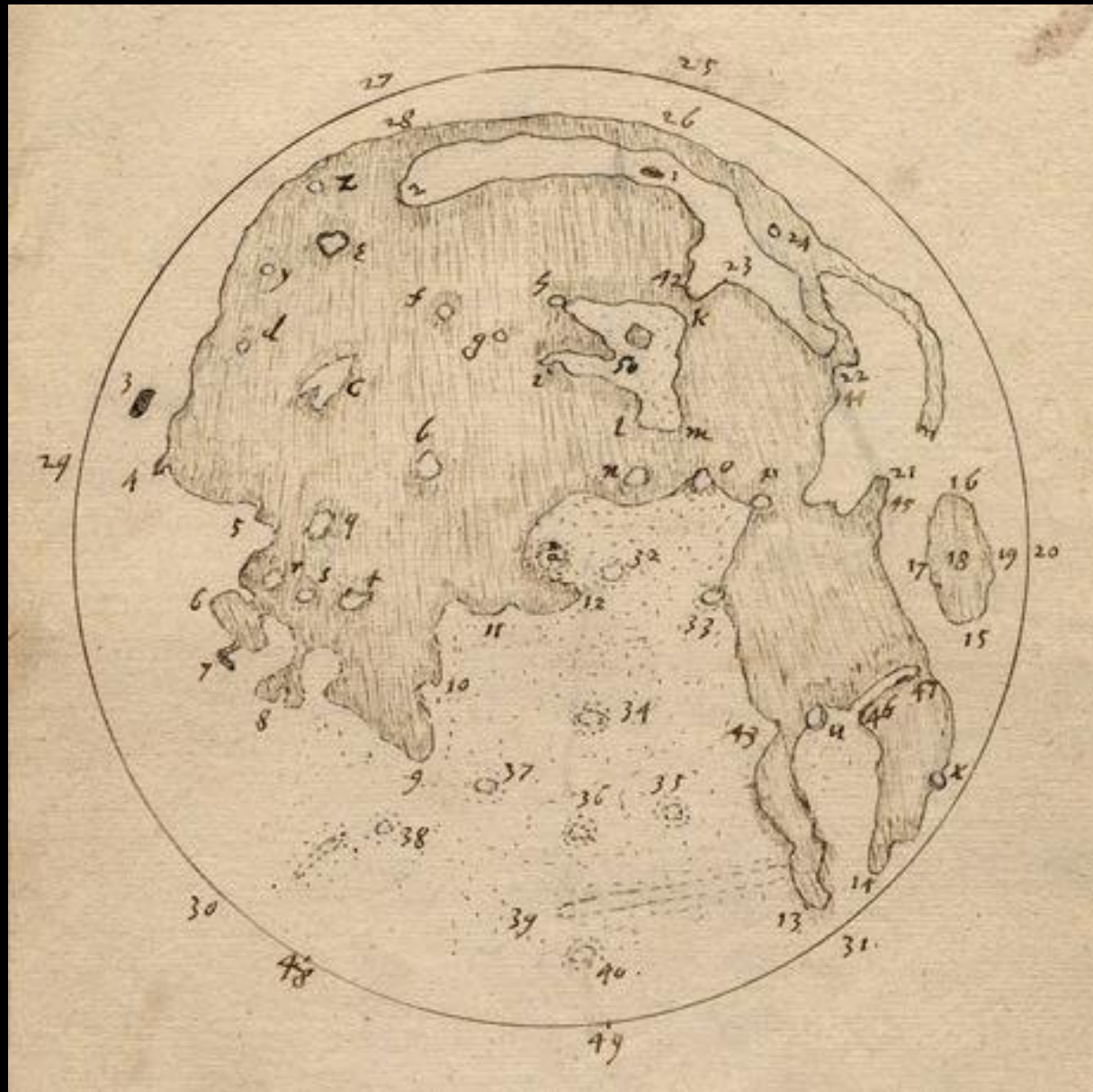
und

Entdeckung der Libration...

(21 Jahre vor Galilei!)



Die erste detaillierte Mondkarte von Thomas Harriot (um 1612)

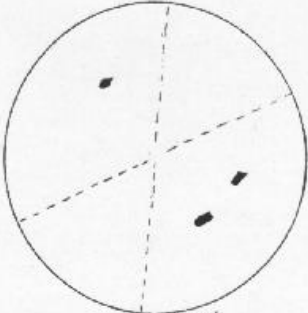


18. Dezember 1610: Entdeckung der Sonnenflecken bei diesigem Sonnenuntergang

→ rund 200 Sonnenbeobachtungen sind überliefert

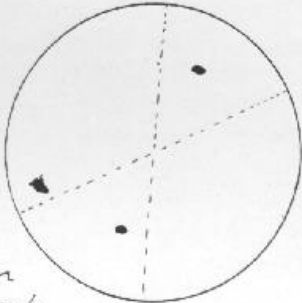
P. III. Suppl.

1610. Dec. 18. *Sym.*
1610. Dec. 18. *Sym.*
The altitude of the
Sunne being 7 or 8
degrees. It being
about 2 or 3 miles. I saw
the Sunne in this manner.
Instrument. $\frac{10}{1}$. B.
I saw it twice or thrice. once
with the right eye & other time
with the left. In the space of a minute time, after the Sunne ^{was} to clear.

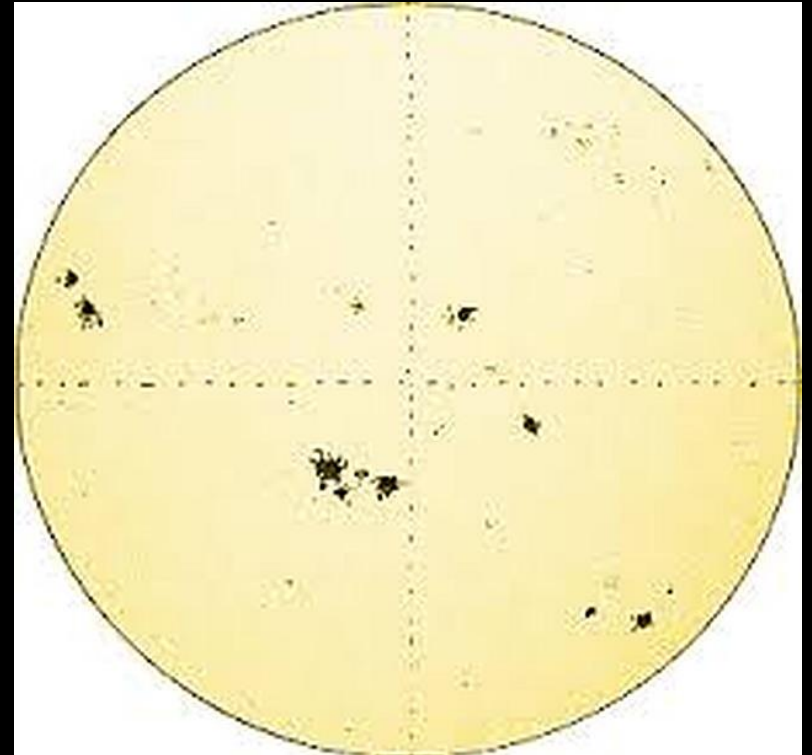


1610. *Sym.*
1611. January. 19. *Sym.* a notable mist. I observed diligently at
 sundry times when it was fit. I saw nothing but the cleare
 Sunne till with right and left eye;

Sym.
1611. Dec. 1. *Sym.* 50. 10. 0.
see evolution of Sunne.
I saw three blacke spots in such
 order as is here expressed and more
 as I could see. observed $\frac{10}{1}$
 so in time. with the left eye saw
 the Sunne at sundry times all these
 seen & once for halfe an hour space
 at which time and all the morning before
 it was misty. ^{appearing somewhat irregular}
 the greatest was with right eye ^{with} most orientall
 & it appeared single about 2'. the other
 two, were more or less bright. & of 1' magnitude.
 see here about



☉♀



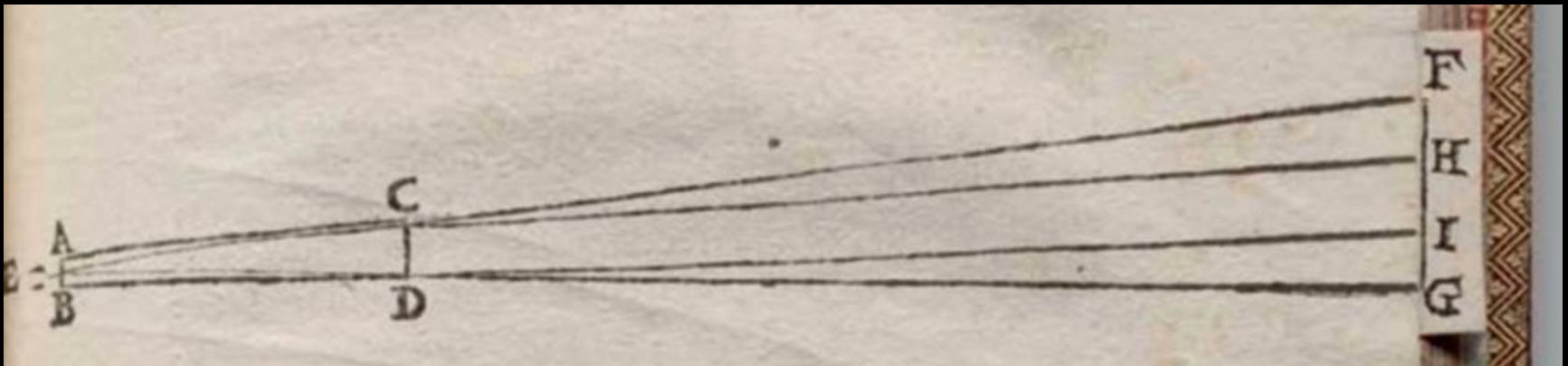
Die Sonnenflecken entdeckte Thomas Harriot ungefähr ein halbes Jahr vor Galilei

Vom „Holländischen“ zum „Galilei“ schen“ Fernrohr

Galilei erhielt im April oder Mai 1609 Kunde von dem neuen holländischen „Perspillus“ (wahrscheinlich durch einen Brief von einem Fachkollegen). Er besorgte sich daraufhin konkave und konvexe Brillengläser bei Händlern in Padua und probierte damit ein Fernrohr zu bauen – von dem er später behaupten wird, es sei seine Erfindung, die nur durch seine genialen „Einsichten in die Gesetze der Brechkraft,, möglich wurde.

Dieses „erste“ Fernrohr dürfte höchstens 2 bis 3 fache Vergrößerung und schlechte Bildqualität gehabt haben. Es zeigte aber sehr gut das Prinzip „des Holländischen Fernrohrs“.

Sammellinse als Objektiv, Zerstreuungslinse als Okular, extrem kleines Gesichtsfeld



Da die Brillengläser durchgängig zu schlecht und zu kurzbrennweitig waren, begann Galilei mit seinen Mitarbeitern nun selbst Linsen aus Glas herzustellen. Auf diese Weise gelang es ihm in relativ kurzer Zeit ein für Himmelsbeobachtungen brauchbares Teleskop herzustellen.

Daten der beiden erhalten gebliebenen Originalfernrohre (*Museum Galilei in Florenz*)

Teleskop V.1:

Objektiv bikonvex, 51 mm Durchmesser abgedeckt auf Apertur 37 mm, $f = 1330$ mm, Okular plankonkav, $f = -94$ mm Vergrößerung 14x, Gesichtsfeld 15'.

Teleskop V.2:

Objektiv plankonvex, Durchmesser 37 mm, Apertur 15 mm, $f = 980$ mm Neues Okular plankonkav $f = -47$ mm Vergrößerung 21x, Gesichtsfeld 15'.

Die Länge eines zweilinsigen Fernrohrs ist bei Einstellung auf unendlich gleich der Summe der beiden Brennweiten, also hier 1236 mm bzw. 933 mm.

Die ersten dokumentierten teleskopischen Himmelsbeobachtungen wurden von Galilei Ende November 1609 (also nach Thomas Harriot) durchgeführt und betreffen den Mond.

Our very precise clone of Galileo's telescope meets the 400 year old original at the IMSS museum in Florence Italy.



Our replica is being held up in front of the cabinet containing Galileo's original IMSS 2428 telescope for comparison. The telescopes are the same size. The original appears smaller because it is further away from the camera.

The comparison of the two telescopes shows how beautiful the original instrument must have been and how faithfully we have been able to replicate it.

Made by Jim & Rhoda Morris 07-07-07

Heute kann man originalgetreue Repliken der beiden in Florenz aufbewahrten Fernrohre erwerben (aber mit weitaus besserer optischer Qualität)

Erste öffentliche Vorführung 21. August 1609

auf dem Glockenturm von San Marco in Venedig vor ausgewähltem Publikum, dann Wiederholung am 24. August vor dem gesamten Senat der Stadt.



Niemand denkt an Wissenschaft, es geht um Seefahrt und um militärische Anwendungen – und für den 46-jährigen Galilei um ein neues Unternehmen mit großem Marktpotential und um seine finanzielle Zukunft.

Aber für die Preisgabe seines besonderen „Geheimnisses“ wird sein Gehalt auf 1000 Florentiner verdoppelt und er wird auf Lebenszeit an der Universität Padua angestellt – er ist jetzt Patrizier.



CO
D
AL
NE

GALILEO GALILEI
CON IL SUO CANNOCCHIALE
DA QUI IL 21 AGOSTO 1609
ALLARGAVA GLI ORIZZONTI
DELL'UOMO
NEL QUARTO CENTENARIO

Die ersten teleskopischen Entdeckungen – „Der Sternenbote“

