

Galileo Galilei

Und sie bewegt sich doch!
Auf den Spuren Galileo Galileis

PROGRAMM
der
Studienfahrt
der Schulklassen/Kurse
12 A1 – 12 A2 – 12 B1
in die
Toskana
vom
... . bis März 2024

Toskana 2024

designed by sicArs didactica - www.sicars-didactica.de

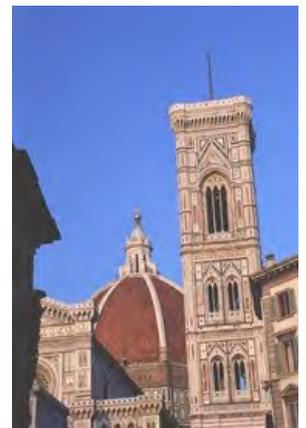
© by jochen sicars



PISA



GALILEO GALILEI



FLORENZ

Auf den Spuren Galileo Galileis

Konzept einer Studienfahrt in die Toskana

Vorbemerkung

Frei nach *Immanuel Kant* könnte man sagen: Als wir in einer experimentellen Unterrichtssequenz im Rahmen einer Projektwoche 1994 auf einer Fallrinne unsere »Kugeln mit einer von uns gewählten Schwere herabrollen ließen, ging uns ein Licht auf. Wir begriffen, dass die Vernunft nur das einsieht, was sie selbst nach ihrem Entwurfe hervorbringt«¹ und dass es für die pädagogischen Vermittlung solcher Einsichten neben wirksamer Impulse zur Anregung selbständiger Denktätigkeit auch ein hohes Maß an Anschauung bedarf. Um diese Anschauung über den Nachvollzug des Fallrinnen-Experiments von Galilei hinaus zu erweitern, entstand die Idee, bei nächster Gelegenheit nach Italien zu fahren, um auf einer Studienfahrt unter dem Motto »Auf den Spuren Galileo Galileis« bedeutsame Stätten seines Wirkens zu besuchen. Auch ein emotional-humaner Bezug zu dem Menschen Galilei sollte auf diese Weise angeregt werden. Aus zeitlichen und finanziellen Erwägungen mussten wir uns beschränken. Auf Anregung zweier italienischer Schüler aus der damaligen Klasse kam der Vorschlag, die Toskana als Zielregion auszuwählen. Andere biographisch bedeutsame Städte wie Rom oder Padua blieben so auf der Strecke. Deren Besuch hätte den zeitlichen und finanziellen Rahmen eines solchen Vorhabens gesprengt. Also entschieden wir uns Pisa, Florenz und Siena, weil diese Städte in der Biographie Galileis eine bedeutsame Rolle spielten. Als lokaler Standort sollte uns ein Ort an der Versilia-Küste in der Nähe von Viareggio dienen. Von dort aus wollten wir unsere Tagesbesichtigungstouren in die genannten Städte starten. Die Wahl der Versilia-Küste war auch der Tatsache geschuldet, dass aufgrund schulinterner terminlicher Erfordernisse die Fahrt im März stattfinden musste und sich in der Vorsaisonzeit in dieser zauberhaften Umgebung günstige Unterkunftsmöglichkeiten eröffneten. Nach der Hektik des Besuchs der doch sehr lebhaften Städte mit ambitionierten Besichtigungsprogrammen schien ein Ort an dieser Küste geeignet, um nach der jeweiligen Tagestour zur Ruhe zu finden. Dort konnte für die Reflexion und das nachbereitende Gespräch ein angemessenes Ambiente erwartet werden.

Zur ersten Studienfahrt dieser Art starteten wir im März 1995, damals noch mit der Eisenbahn von Darmstadt aus direkt bis nach Florenz und von da aus weiter mit dem örtlich sehr gut ausgebauten, optimal getakteten und preisgünstigen Personennahverkehr nach Viareggio. Dieser Umstand erleichterte uns auch die Besichtigungsfahrten nach Pisa, Florenz und Siena. Mit Regionalzügen waren diese Städte von Viareggio aus sehr gut erreichbar. Allerdings war es nicht immer ganz einfach, mit mehr als zwanzig Schülern die Transfer- und Umsteige-prozeduren in der gebotenen Eile reibungsfrei zu gestalten. Aus diesem Grund, und weil wir die nächste Fahrt mit zwei Parallelklassen durchführen wollten, haben wir uns entschlossen, zukünftig mit einem Reisebus zu fahren. Diese Lösung erwies sich für alle Beteiligten als die günstigere. Nach dem positiven Echo seitens der Schüler auf die erste Fahrt war dann sehr bald klar, dass wir uns auch bei nächster Gelegenheit wieder »Auf die Spuren Galileo Galileis« in die Toskana begeben würden. Das war dann 1998 und wurde bis zur Ruhestandsversetzung des pädagogischen Personals im Jahre 2012 in fast regelmäßigen Abständen fortgesetzt. Insgesamt kamen so 13 Studienfahrten »Auf den Spuren Galileis« nach Pisa, Florenz und Siena zustande. Alle Fahrten wurden mit Fachoberschulklassen der Jahrgangsstufe 12 durchgeführt. Gemeinsam war ihnen der fächerübergreifende unterrichtliche Bezug zum Physik- und Politik-Unterricht, teilweise aber auch zum Deutsch- und Ethik-Unterricht. So wurde im Deutsch-Unterricht dieser Klassen in der Regel das Theaterstück »Leben des Galilei« von Bertolt Brecht behandelt, ergänzt durch einen Theaterbesuch, wenn die

¹ Das Originalzitat von Kant lautet vollständig: »Als *Galilei* seine Kugeln die schiefe Fläche mit einer von ihm selbstgewählten Schwere herabrollen ... ließ, ... so ging allen Naturforschern ein Licht auf. Sie begriffen, daß die Vernunft nur das einsieht, was sie selbst nach ihrem Entwurfe hervorbringt, daß sie mit Prinzipien ihrer Urteile nach beständigen Gesetzen vorangehen und die Natur nötigen müsse, auf ihre Fragen zu antworten.« Kant, Immanuel: Kritik der reinen Vernunft. Nach der ersten und zweiten Originalausgabe herausgegeben von Jens Timmermann. Mit einer Bibliographie von Heiner Klemme. Philosophische Bibliothek Band 505, Hamburg 1998 (Felix Meiner Verlag), S. 19 (B XIII).

Spielpläne der ortsnahen Bühnen ein entsprechendes Angebot auswiesen. In den genannten Fächern wurden die Fahrten unter verschiedenen fachspezifischen Gesichtspunkten vor- und nachbereitet.

Noch ein Wort zur Funktion dieses Programms: Es ist im Grunde genommen ein Relikt aus der Zeit, als es noch kein Internet gab. Es wurde den Schülern vor der Fahrt als Faltblatt im DIN A5-Format ausgehändigt, sollte ihnen während der Reise als Orientierungshilfe und nach Abschluss der Reise der Erinnerung dienen. Es enthielt die wichtigsten inhaltlichen Informationen über die auf Galilei bezogenen Schwerpunkte der Studienfahrt, so wie sie zuvor im Unterricht besprochen worden sind. Bevor sie die dann ab etwa 2005 die Möglichkeit hatten, selbst im Internet zu recherchieren, waren die Schüler auf diese Informationen angewiesen, zumal es außer der Biographie von Johannes Hemleben kein für Schüler bezahlbares Druckwerk über Galilei gab. Auch vor Ort gab es Orientierungsprobleme, so beispielsweise bei unserem ersten Bemühen, im Jahr 1995 die »Villa Galileo« in Arcetri zu finden. Die desolante Informationssituation, wie wir sie damals bei unserer Suche nach der Villa vorfanden, erlebten wir fast genau so, wie sie der Astrophysiker Thomas Bürke, der in dieser Zeit wohl in ähnlicher Absicht in Arcetri unterwegs war, in seinem Buch »Sternstunden der Physik« sehr treffend beschreibt:

»Arcetri ist ein kleiner Ort am südlichen Stadtrand von Florenz. Hier soll die Villa Galileo liegen, in der der große Wissenschaftler seine letzten Jahre in der Verbannung zubrachte und schließlich starb. Indes, man wird sie nicht leicht finden. Kein Schild weist den Weg, kein Reiseführer erwähnt die Stätte. Wir gelangen bei unserer Suche zunächst versehentlich auf das Gelände der Universität. Eine Reihe physikalischer Institute sowie das astrophysikalische Observatorium befinden sich hier in hügeligem Gelände im Schatten hoher, alter Bäume. Wir schlendern ungehindert umher, können aber das ehrwürdige Haus nicht finden. Hin und wieder fragen wir jemanden nach der Villa, einen Angestellten oder Studenten, aber entweder erweisen sich die Hinweise als falsch, oder wir ernten nur ein ratloses Achselzucken. Wir sind schon froh, daß uns niemand fragt, wer das denn sei, der Herr Galileo. Endlich, nach vielen vergeblichen Versuchen, zeigt uns jemand den richtigen Weg und deutet auf ein weißes Gebäude: Es liegt nur wenige hundert Meter entfernt auf einem Hügel. „IL Gioiello“ heißt die Villa, das Juwel. Gleichwohl, das Kleinod befindet sich in einem jämmerlichen Zustand und ist innen nicht zu besichtigen. Lediglich eine Büste in der Außenmauer verrät uns, daß wir endlich am Ziel sind.«²

Inzwischen wurde die »Villa Galileo« von Grund auf restauriert und ab etwa 2008 der Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Besichtigungstermine können heute über die »Universität Florenz« gebucht werden. In dieser Zeit hat sich auch die Informationssituation grundlegend verändert. Nach Einführung des Internet Anfang der 1990er Jahre steckten die meisten digitalen Informationsangebote noch in den Anfängen, vor allen Dingen die über das Wirken Galileo Galileis in Italien. Selbst die italienischen Seiten waren anfangs wenig informativ und wegen sehr langer Ladezeiten technisch nur schwer erreichbar. Einen enormen Entwicklungsschub gab es dann in den Jahren 2008 und 2009. In der Toskana wurde das Jahr 2009 als »Jahr des Galilei« ausgerufen. Anlass waren die von Galilei 400 Jahre zuvor im Jahre 1609 in Padua begonnenen systematischen astronomischen Beobachtungen des Himmels mit Hilfe des von ihm selbst entwickelten Fernrohrs. Sie führten dann 2010 zur Entdeckung der Jupitermonde, über die Galilei in seiner im gleichen Jahr in Venedig erschienenen Schrift »Sidereus Nuncius« (»Der Sternenbote«) ausführlich berichtete. Aus dem gleichen Grund wurde das Jahr 2009 von der UNESCO weltweit zum »Jahr der Astronomie« erklärt. Im Jubiläumsjahr 2009 wurde das naturwissenschaftliche Museum »Museo di Storia della Scienza« in »Museo di Galileo« umbenannt und grundlegend renoviert. Zugleich hat das Museum auch seine Internetseite völlig neu gestaltet. Zum Thema Galilei eröffnete sich damit eine fast unerschöpfliche Informationsquelle für Bilder, Videos und historische Dokumente. Wer heute eine solche Studienfahrt plant, kann im Internet auf eine Fülle von Dokumenten zugreifen. Dies gilt auch für die Werke von Galilei, die mittlerweile fast alle kostenlos im Internet zum Download angeboten werden. Die zunächst nur fakultative Fahrt nach **Lucca** ist aufgrund des starken Interesses zum festen Bestandteil des Programms geworden.

Zur inhaltlichen Vorbereitung auf die Studienfahrt wurden im planmäßigen Physik-Unterricht die im Anhang I zusammengestellten Dokumente über Leben und Werk Galileis behandelt. Unmittelbar vor der Studienfahrt fand mit den teilnehmenden Klassen eine ausführlichere Vorbesprechung statt. Als Grundlage diente die im Anhang III zusammengestellte Präsentation, ergänzt durch die Video-Vorführung der ARTE-Dokumentation »Galilei und die Sterne«. Zur Vorbereitung unserer Tagestouren nach Pisa, Florenz und Siena waren jeweils am Abend vorher Besprechungen anhand der kommentierten Stadtpläne (siehe Anhang II) vorgesehen. Einbezogen wurden dabei auch die im Anhang I zusammengestellten Dokumente.

Abschließender Hinweis: Der vorliegende Programmentwurf könnte als Muster für all jene dienen, die eine solche oder eine ähnliche Studien- oder Klassenfahrt *Auf den Spuren Galileis* in die Toskana in Erwägung ziehen. Die angegebenen Zeiten, Zielorte und Verkehrswege verstehen sich als Vorschläge, die sich gemäß der je-

² Bürke, Thomas: Sternstunden der Physik, Von Galilei bis Heisenberg, München 1997 (C.H.Beck), S. 7.

weiligen Intentionen und Möglichkeiten ändern lassen. Natürlich bedürfen auch die Fahrtkosten und Eintrittspreise der Aktualisierung.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Vorbemerkung | 2 |
| 1. Zum didaktischen Konzept der Studienfahrt..... | 5 |
| 2. Geplanter Ablauf der Studienfahrt (Beispiel) | 6 |
| 3. Unterkunft und Kosten (Beispiel)..... | 7 |
| 4. Besichtigungsprogramm | 8 |
| Pisa | 9 |
| Florenz | 10 |
| Siena, Poggibonsi und San Gimignano | 12 |
| Literaturverzeichnis..... | 15 |
| Empfehlungen zur persönlichen Vorbereitung auf die Studienfahrt..... | 15 |
| Wichtige Adressen (Notfall etc.)..... | 16 |
| Anhang I: Ergänzende Materialien – Leben und Werk von Galileo Galilei | 17 |
| 1. Galileo Galilei – Kurzbiographie über Leben und Werk | 18 |
| 2. Galileo Galilei – Historischer Kontext..... | 19 |
| • Von der Renaissance zum Absolutismus | 19 |
| • Merkantilismus..... | 20 |
| 3. Galilei: Pendel- und Fallbewegung..... | 21 |
| • Pendelschwingung im Dom zu Pisa..... | 21 |
| • Kugel am Pendel und auf der Fallrinne | 22 |
| • Kugelrinne als Trägheitsmodell..... | 23 |
| 4. Galilei: Experiment mit der Fallrinne..... | 24 |
| • Historischer Versuch von 1591 | 24 |
| • Die Dialogpartner in den Discorsi | 25 |
| 5. Galilei: Der »freie Fall«..... | 26 |
| • Experimente zum »freien Fall« | 26 |
| • Galilei: Im »leeren Raum« fallen alle Körper gleich schnell | 27 |
| 6. Der Prozess gegen Galileo Galilei | 28 |
| • Zeittafel..... | 28 |
| • Die umstrittenen Weltbilder | 29 |
| • Geozentrisches Weltbild und Herrschaft | 30 |
| • Abschwörung und Urteil | 31 |
| • Die Revision des Urteils (1980 bis 1992) | 32 |
| 7. Galilei's Dialog über die Weltsysteme..... | 33 |
| A.Einstein zur Bedeutung des Dialogs..... | 33 |
| Anhang II: Stadtpläne mit den Besichtigungstouren | 37 |
| Anhang III: Präsentation zur Vorbereitung auf die Studienfahrt | 43 |

1. Zum didaktischen Konzept der Studienfahrt

Die Studienfahrt »Auf den Spuren Galileo Galieis« war von 1995 bis 2012 fester Bestandteil des Studienfahrtenprogramms einer südhessischen Fachoberschule mit dem Schwerpunkt Elektrotechnik. Ihre Konzeption versteht sich bezüglich ihrer unterrichtlichen Einbindung als **fächerübergreifendes** Projekt. Die Vor- und Nachbereitung der Fahrt erfolgt in den Fächern Physik, Deutsch und Politik/Wirtschaft (PoWi). Die regelmäßige (der bislang nur sporadisch realisierten) Einbeziehung der in der Fachoberschule überkonfessionell ausgerichteten Religionslehre ist geplant.

Im **Physikunterricht** konzentriert sich die Vorbereitung auf folgende Aspekte:

- Die Bedeutung des Wirkens von Galilei für die Entwicklung der modernen Physik. Dabei stehen seine Grundlegungen zur Kinematik und zum Trägheitsprinzip im Mittelpunkt.
- Das Verhältnis von Wahrnehmung und Denken im naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess.
- Die Funktion des Experiments in der Physik und im naturwissenschaftlichen Unterricht.

Im Physikunterricht trägt die Studienfahrt darüber hinaus zur Umsetzung eines didaktischen Konzepts bei, das durch die Einbeziehung historisch-genetischer Elemente bei der Erarbeitung physikalischer Grundbegriffe auf eine Optimierung des Verstehens naturwissenschaftlicher Theorien zielt.³

Im **Deutschunterricht** wird zur Vorbereitung der Fahrt das Theaterstück »Das Leben des Galilei« von Bertolt Brecht gelesen und interpretiert. Falls eine der Theaterbühnen in der Umgebung (Darmstadt, Frankfurt, Wiesbaden, Mainz) während des jeweiligen Schuljahres zur Aufführung bringt, wird ein gemeinsamer Besuch der beteiligten Klassen organisiert. Bisher war dies leider nur dreimal möglich: Zweimal im Schauspielhaus in Frankfurt und eine (hervorragende) Schultheateraufführung an der Landrat-Gruber-Schule in Dieburg.

Im **Politik/Wirtschaft-Unterricht** geht es um eine ideologiekritische Problematisierung der historischen und politischen Dimension des Prozesses gegen Galilei. Dabei stehen Fragen wie die nach der ideologischen Funktion des geozentrischen Weltbildes, der historische Kontext des Wirkens von Galilei im Zusammenhang des Übergangs von der mittelalterlichen zur bürgerlich-kapitalistischen Gesellschaft (Renaissance, Religionskriege, Absolutismus etc.) und die Rolle der Naturwissenschaft in der sich entfaltenden industriellen Produktionsweise im Vordergrund. Schließlich werden über entsprechende Aktualisierungen Fragen wie etwa die nach der Verantwortung der Wissenschaft bei deren destruktiver Instrumentalisierung zur gesellschaftlich-politischen Machtausübung (Nationalsozialismus) oder für die Interessendurchsetzung in internationalen Konflikten (Hiroshima) thematisiert.

Zudem leistet diese Studienfahrt gegebenenfalls einen Beitrag zum **Europaschul-Programm** der jeweiligen Schule. Der **interkulturelle Bezug zu Europa** besteht insbesondere darin, dass das vorgesehene Besichtigungsprogramm »Auf den Spuren Galileo Galileis« in den Kontext der Renaissance und damit einer bedeutsamen Epoche der europäischen Kulturgeschichte eingebunden ist. Die mittelalterlichen Stadtzentren von Florenz, Pisa, Siena und San Gimignano liefern die historische Kulisse unseres Streifzuges durch die von Galilei ganz wesentlich geprägten und als Geburtsstunde der modernen Naturwissenschaft geltenden Epoche der Wissenschaftsgeschichte. Italien war das europäische Zentrum der Renaissance und spiegelt wie kein anderes Land in Europa in seiner historischen Städtearchitektur die vielfältigen, ja widersprüchlichen Entwicklungslinien dieser Zeit des Übergangs von der mittelalterlichen Feudalgesellschaft in die moderne, bürgerlich-kapitalistische Gesellschaft wider. Dies gilt insbesondere auch für die Toskana und das übrigens nicht nur für den Städtebau. Selbst oder gerade in der Biographie von Galilei lassen sich die tiefgreifenden gesellschaftlichen Auseinandersetzungen im Spannungsfeld zwischen Überwindung und Bewahrung mittelalterlicher Herrschaftsverhältnisse in besonderer Weise nachzeichnen. Denn es ging in dem Prozess gegen Galilei nicht nur, wahrscheinlich sogar nur am Rande, um den Aufbau der Welt, sondern in erster Linie und hauptsächlich um die mit dem neuen Weltbild sich auflösende Legitimation feudaler Herrschaft als natur- und gottgegebene Ordnung.

Dank der finanziellen Förderung durch den Europaschulfond war es möglich, die sehr teure Besteigung (2023: 24 €) des »Schiefen Turms« in das obligatorische Besichtigungsprogramm für Pisa aufzunehmen.

³ Von didaktischer Bedeutung für den Physikunterricht ist freilich auch die von Galilei gewählte Dialogform der Darstellung physikalischer Zusammenhänge. Sie kann als Modell analog zur Unterrichtsform des »Sokratischen Gesprächs« betrachtet werden. Zur physikdidaktischen Relevanz von Galilei vgl. auch: Wagenschein, Martin: Naturphänomene sehen und verstehen, Stuttgart 1980, S. 196, 195 und 203.

2. Geplanter Ablauf der Studienfahrt (Beispiel)

- **Montag,** 18. März 2024 : **Abfahrt** mit dem Bus um **21.00** Uhr ab **Hauptbahnhof** (Rückseite)
Anreise über Basel – Como – Mailand – Parma – La Spezia – Viareggio
- **Dienstag,** 19. März 2024 : **Ankunft** in Lido di Camaiore : gegen **10.00** Uhr
Zimmerverteilung und erste Ortsbesichtigung
Vorbereitung der Fahrt nach Pisa
Gemeinsames Abendessen im Hotel
- **Mittwoch,** 20. März 2024 : **Halbtagesfahrt** mit dem Bus über Viareggio nach **Pisa**
(Pisa liegt ca. 32 km von unserem Wohnort entfernt.)
Vorbereitung der Fahrt nach Florenz
Gemeinsames Abendessen im Hotel
- **Donnerstag,** 21. März 2024 : **Tagesfahrt** mit dem Bus über Lucca nach **Florenz**
(Florenz liegt ca. 107 km von unserem Wohnort entfernt.)
Gemeinsames Abendessen im Hotel
- **Freitag,** 22. März 2024 : **Tagesfahrt** über Poggibonsi nach San Gimignano und **Siena**
(Siena liegt ca. 133 km von unserem Wohnort entfernt.)
Gemeinsames Abendessen im Hotel
- **Samstag,** 23. März 2024 : **Zur freien Verfügung** – Zwei Empfehlungen:
 - Rundgang durch **Viareggio**: Historische Seepromenade (Jugendstilarchitektur), Markt, Werften für Luxusjachten und Hafen
 - Busfahrt (ca. 30 km) in die sehenswerte Stadt **Lucca** mit Rundgang durch die historische Altstadt (u.a. Piazza dell'Anfiteatro)
 Gemeinsames Abendessen im Hotel
Abschlussbesprechung
- **Sonntag,** 24. März 2024 : vormittags: zur freien Verfügung
(ab 9.00 Uhr müssen die Zimmer geräumt werden.)
Abfahrt mit dem Bus gegen **11.00** Uhr
Rückreise mit über La Spezia – Parma – Mailand – Como – Basel
- **Montag,** 25. März 2024 : **Ankunft** in Darmstadt : nachts gegen **01.00** Uhr am Hauptbahnhof



3. Unterkunft und Kosten (Beispiel)

Während unseres Aufenthaltes in der Toskana wohnen wir in **Lido di Camaiore**, einem beliebten Badeort an der toskanischen Mittelmeerküste in unmittelbarer Nähe von Viareggio. Lido di Camaiore dient uns gewissermaßen als »Basislager«. Von hier aus begeben wir uns auf die toskanischen »Spuren Galileis«. Dazu starten wir jeweils mit dem Bus von unserem Hotel aus zu Tagesausflügen nach Pisa, Florenz, Siena und San Gimignano. Zunächst aber einige Hinweise zu unserem vorübergehenden »Wohnort«.

Über Lido di Camaiore und seine Nachbarorte (Auszug aus einem Ortsprospekt)

Lido di Camaiore liegt an der Riviera della Versilia (Versiliaküste), einem der reizvollsten Strandabschnitte der toskanischen Küste, umrahmt vom Tyrrhenischen Meer und der mächtigen Bergkette der Apuanischen Alpen (mit Gipfeln bis zu 2000 m). Das Klima ist im Frühjahr relativ mild, die mittleren Lufttemperaturen liegen hier im März zwischen 9° und 18° C. Im Sommer ist Lido di Camaiore ein typischer Badeort der Versiliaküste mit breitem, feinem, sanft ins Meer abfallendem Sandstrand, gepflegten Park- und Grünanlagen und einer schönen Uferpromenade. Vom Meer aus führt eine Allee landeinwärts in den etwa 4 km entfernt gelegenen historischen Stadtkern der Ortschaft Camaiore. Sie besitzt viele interessante Kunstdenkmäler, wie die Kirche Collegiata (13. Jh.) mit dem charakteristischen Campanile (14. Jh.) und die Benediktinerabtei Badia (7. Jh.).



Apuanische Alpen und Versiliaküste mit **Lido di Camaiore**

Viareggio – Lido di Camaiore grenzt im Süden unmittelbar an die 61 000 Einwohner zählende Stadt Viareggio. Viareggio ist der größte und bestausgestattete Badeort der Toskana. Die schachbrettartige Stadtanlage und die Hafenanlage »Darsena Europa«, die einen Fischereihafen und Werften für große Luxusjachten umfasst, hat Viareggio der Bourbonen-Herzogin Maria Louise zu verdanken. Das vielbesuchte, traditionsreiche Seebad mit seiner sehr bemerkenswerten Seepromenaden-Architektur verfügt über zahlreiche Unterhaltungsmöglichkeiten, ausgezeichnete Hotels aller Preisklassen und größere Sport- und Freizeitanlagen in dem Pinienwald »Pineta di Ponente«. Seit mehr als 120 Jahren ist Viareggio Hochburg des italienischen Karnevals. An mehreren Sonntagen in der närrischen Zeit ziehen Umzüge mit prächtigen Wagen über die Uferpromenade.

Marina di Pietrasanta ist der nördliche Nachbarort von Lido di Camaiore. Er bietet seinen Feriengästen vielfältige Möglichkeiten der Unterhaltung und Freizeitgestaltung: exklusive Nachtlokale (darunter die berühmte »Bussola«, das Aushängeschild der »Versilia by night«), Pubs und moderne Discos für jüngeres Publikum. Sport- und Freizeiteinrichtungen jeder Art ergänzen das touristische Angebot: zahlreiche Tennis- und Fußballplätze, Sporthallen, eine Rollschuhbahn und eine Reitschule, Tontaubenschiesstand, Fahrrad- und Motorradverleih. Pietrasanta verfügt auch über eine moderne, achtspurige, Leichtathletik-Anlage und einen internationalen Golfplatz mit 18 Löchern. Ideal sind die Bedingungen für Segeln und Radwandern, für Jogging und Bergsteigen.

Einige praktische Tipps:

Informationen über frühere Galilei-Fahrten: [HEMS Studienfahrt »Auf den Spuren Galileis«](#)

Geschätzte **Kosten** (Stand 2022): Nach unserer Erfahrung ist für die Studienfahrt mit Teilnehmerkosten in der Höhe von etwa **600 Euro** zu rechnen. In dem Preis ist die **Fahrt** mit Reisebus, fünf Hotelübernachtungen mit **Halbpension**, die Reiserücktrittskosten-Versicherung sowie die Fahrtkosten für die **Tagesausflüge** nach Pisa, Florenz, San Gimignano und Siena enthalten. Zusätzlich zu zahlen sind **Nebenkosten** wie Eintrittsgelder etc. in Höhe von ca. **60 Euro**, so dass sich pro Teilnehmer ein Gesamtkostenbetrag von ca. **660 Euro** ergibt. **Unterkunft:** 3-Sterne-Hotel der Mittelklasse in Lido di Camaiore. Solche Hotels befinden sich meist in ruhiger Lage ca. 300 m vom Meer entfernt. Die Unterbringung erfolgt in der Regel in Zwei- und Dreibett-Zimmern.

Kontaktdaten des Hotels (Durchwahl von Deutschland aus):

So könnte die Hotelbeschreibung lauten: Das Hotel »Xxxxxx« ist ein besseres 3 Sterne Hotel mit allem Komfort ausgestattet. Alle Zimmer haben Dusche, WC, Telefon, SAT-Farbfemseher, Zentralheizung und Klimaanlage. Das Hotel verfügt über Terrasse, Bar, und Aufenthaltsraum. Das selbst geführte Restaurant bietet eine landestypische Küche. Wir haben zwischen 2003 und 2012 insgesamt 9-mal im Hotel Laurin gewohnt. Empfehlung: 3-Sterne-Hotels in Lido di Camaiore mit Hilfe von Google-Maps auswählen und per E-Mail direkt bei den Hotels anfragen. Bei Bedarf die Anfrage mit Google-Übersetzer ins Italienische übersetzen. Insbesondere vor Ostern sind die Aussichten, eine günstige Unterkunft zu finden, relativ hoch.

★★★ **Hotel Xxxxxx**
Via Xxxxxx X
Telefon: **0039-0584-xxxxxxx**
55043 Lido di Camaiore
e-mail: info@xxxxx-hotel.it

Für den Grenzübertritt wird ein **gültiger Reisepass oder Personalausweis und eventuell ein Visum** benötigt. Empfehlenswert ist die Anfertigung einer Kopie der Reisedokumente. Da wir auf der Hin- und Rückreise jeweils fast 14 Stunden unterwegs sind, sollte genügend **Reiseproviant** eingeplant werden. Zwischen der Bundesrepublik Deutschland und Italien besteht ein Abkommen über die Krankenversorgung, das Mitgliedern einer gesetzlichen Krankenversicherung in Krankheitsfällen kostenlose medizinische Behandlung zusichert. Auf jeden Fall ist es ratsam, einen **Krankenschein** und einen **Zahnkrankenschein** für das **Ausland** sowie den **Impfpass** mitzunehmen. Auch Italien ist Euro-Land. Insofern ist ein Geldumtausch vor und während der Studienfahrt **nicht** erforderlich.

Bitte auch die **»wichtigen Adressen«** auf der letzten [Seite](#) beachten!

4. Besichtigungsprogramm

Ich glaube, daß es in der Welt keinen größeren Haß gibt als den der Unwissenheit gegen das Wissen.⁴

Galileo Galilei

Die im folgenden dargelegten Schwerpunkte des Besichtigungsprogramms dieser Studienfahrt stehen unter dem Motto »auf den Spuren Galileo Galileis«. Es gibt sicher ein ganzes Bündel guter Gründe in die Toskana zu reisen, auch oder gerade im Rahmen einer Studienfahrt. Jeder nur halbwegs passable Reiseführer oder Schulfahrtenveranstalter liefert sie gleich seitenweise, sie bedürfen hier keiner weiteren Erwähnung. Aus der bornierten Sicht naturwissenschaftlicher Fachgenügsamkeit gibt es allerdings nur einen: **Galileo Galilei**.

Galilei hat wie kein anderer Wissenschaftler der Renaissance die Geburtsstunde der modernen Physik geprägt. »Mit dem Übergang von den Gedankengängen des Aristoteles zu denen Galileis wurde der Naturwissenschaft einer ihrer bedeutendsten Grundpfeiler gesetzt. Als dieser Schritt einmal getan war, konnte es über die weitere Entwicklungslinie keinen Zweifel mehr geben.«⁵ Die Verdienste Galileis –wie es in den meisten Physikbüchern geschieht– auf die Einführung des Experiments in die Naturwissenschaften zu beschränken, diffamiert geradezu dessen historische Leistung. Er überwand die aristotelische Theorie, indem er deren innere Widersprüchlichkeit aufdeckte. Zugleich konnte er mit seinen spekulativen Überlegungen zum Trägheitsprinzip Wege aufzeigen, wie sich die Urteile über Erfahrungen mit bewegten Körpern widerspruchsfrei und systematisch verknüpfen lassen, um damit alle mechanischen Bewegungen am Himmel und auf der Erde mittels eines einheitlichen Prinzips erklären zu können.

»Die Hauptschwäche des Aristoteles« bestand indessen darin, »daß er zu empirisch war. Deshalb brachte er es nicht zu einer mathematischen Theorie der Natur. Galilei tat einen großen Schritt, indem er wagte, die Welt so zu beschreiben, wie wir sie **nicht** erfahren.«⁶ Dem allein durch unmittelbare Wahrnehmungen und Erfahrungen geprägten Bewußtsein bleibt nur die schicksalhafte Unterwerfung unter die historisch jeweils herrschenden Auffassungen über die realen Verhältnisse in der jeweiligen Welt- und Gesellschaftsordnung. Galilei befreite sich gleichsam von dem Diktat alltäglicher Erfahrung, derzufolge sich die Sonne in der Tat um die Erde zu drehen scheint, und gelangte erst unter dieser Voraussetzung zu der Überzeugung, dass das Gegenteil die

⁴ Galileo Galilei in einem vertraulichen Brief Galileis an den Conte Orso d'Elci in Madrid vom 13. November 1616. Quelle: Galilei, Galileo: Le Opere di Galilei. Edizione Nazionale, Hrsg. von Antonio Favaro, Volume XII, Firenze 1902, S. 294. Vgl. auch: J.Hemleben, Galileo Galilei, Reinbek 1969, S.97.

⁵ Albert Einstein/Leopold Infeld: Die Evolution der Physik, Reinbek bei Hamburg 1987, S.36

⁶ Carl Friedrich v. Weizsäcker: Die Tragweite der Wissenschaft, Stuttgart 1964 (Neuaufgabe 2006), S. 107. Eine fast identische Formulierung findet sich in: ders., Große Physiker, Wiesbaden 2004, S. 110 f. An anderer Stelle heißt es: »Die durch Galilei repräsentierte moderne Wissenschaft meistert die Erfahrung gerade dadurch, daß sie sich **nicht** schlicht an das hält, was die Erfahrung unmittelbar präsentiert.«, Carl Friedrich v. Weizsäcker, Die Einheit der Natur, München 1974, S. 112. Vgl. auch: Göttinger Quellenhefte, hrsg. v. G.Isermann, Heft 12: Der Prozeß des Galilei, S. 13.

Wahrheit sei. So gesehen ist der von Galilei mit seinen spekulativen »Gedankenflügen« und »neuentdeckten Wahrheiten« gegen »die Irrtümer allgemein für wahr gehaltener Sätze«⁷ maßgeblich mitgestaltete Ablösungsprozess des geozentrischen Weltbildes zugleich auch als ideengeschichtlicher Akt der Befreiung von den gesellschaftlichen und kulturellen Zwängen der mittelalterlichen Lebens- und Herrschaftsformen zu interpretieren.

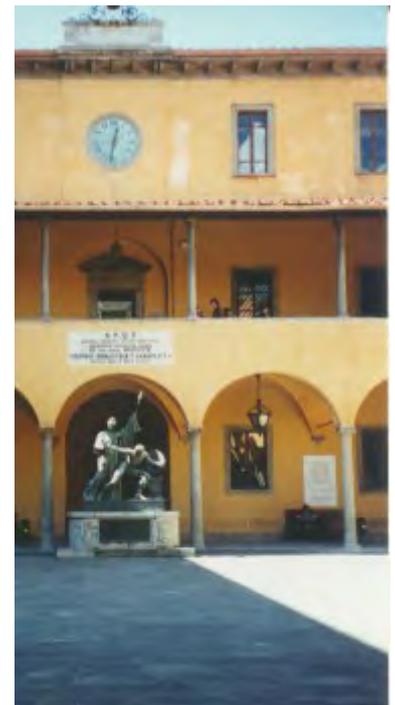
Wie sich ein solcher Prozess in der Biographie konkreter handelnder Menschen widerspiegeln kann, soll im Rahmen des folgenden Besichtigungsprogramms exemplarisch am Lebensweg Galileis aufgezeigt werden. Dabei wird insbesondere bei den Besuchen in Pisa und Florenz explizit Bezug genommen auf die im Physikunterricht der Klassen 11 und 12 behandelte mechanische Theorie Galileis. Weitere biographische und historische Details sollen in einem speziellen Unterrichtsprojekt unmittelbar vor dieser Studienfahrt (gegebenenfalls im Rahmen einer Projektwoche) erarbeitet werden.

Pisa

Galilei wurde am 15. Februar 1564 in Pisa geboren. Dort verbrachte er die ersten 10 Jahre seiner Kindheit. Mit seiner Familie lebte er dann einige Jahre in Florenz und kehrte im September 1580 zurück nach Pisa, um an der dortigen Universität Medizin zu studieren. Nach vierjähriger Studienzeit in Pisa setzt er seine dort begonnenen mathematischen und naturwissenschaftlichen Studien in Florenz fort und bestreitet anschließend hier und in Siena seinen Lebensunterhalt durch Privatunterricht. Im Herbst 1589 wird Galilei zum Professor der Mathematik an die Universität seiner Heimatstadt Pisa berufen. Hier entwickelt er in seiner Schrift »De motu« die ersten theoretischen Entwürfe seiner Fallgesetze. Seine empirischen Gegenstände gewinnt er nach einem Bericht seines Schülers Viviani in den Jahren 1590-91 in seinen berühmt gewordenen Fallexperimenten am Schiefen Turm von Pisa⁸ und seinen praktischen Studien über die Kugelbewegungen auf einer schiefen Ebene (der sog. »Fallrinne«).⁹



Galileis Geburtshaus (Foto: sic 2009)



Universität zu Pisa (Foto: sic 1995)

Vor diesem biographischen und historischen Hintergrund werden wir uns bei unserem Besuch in Pisa auf folgende Besichtigungsschwerpunkte konzentrieren:

- **Geburtshaus** von Galilei »Casa Ammannati« in der Via Giuseppe Giusti 24 gegenüber der Kirche Saint Andrea. In der Nähe ist an seinem späteren Wohnhaus seiner Familie in der Borgo Stretto 34 (Ecke Via Mercanti) eine **Gedenktafel** angebracht. Unweit davon kann die 2020 Galilei zu Ehren eingeweihte Bronze-Skulptur **Galileo Galilei Statur** im Largo Ciro Menotti besichtigt werden.
- **Schiefer Turm** – Die Lotabweichung des 54,5 m hohen Glockenturms beträgt etwa 4,30 m. Auf der dessen oberster Brüstung können die beiden Steinkugeln besichtigt werden, mit denen Galilei in seinen Fallexperimenten 1590 gezeigt haben soll, dass die schwerere große Kugel nicht schneller fällt als die leichtere kleine.

⁷ Galileo Galilei, Unterredungen und mathematische Demonstrationen über zwei neue Wissenszweige, die Mechanik und die Fallgesetze betreffend, Leyden 1638. In deutscher Übersetzung hrsg. von Arthur v. Oettingen, Nachdruck: Darmstadt 1973, S. 154 und S. 240. Im Folgenden zitiert als **Discorsi**.

⁸ Alexandre Koyré: Das Experiment von Pisa, in: ders.: Galilei, Die Anfänge der neuzeitlichen Wissenschaft, Berlin 1988, S. 59 ff.

⁹ Vgl. dazu und zur Funktion des **Experiments** in den Abhandlungen Galileis: Hemleben, a.a.O., S.28; J.Teichmann, Die Rekonstruktion historischer Modelle und Experimente im Unterricht, in: Physik und Didaktik, Heft 4/1979, S.275 ff.; A.Fölsing, Galileo Galilei - Prozeß ohne Ende, München Wien 1989, S.88 f. u. S.170 ff. sowie E.J.Dijksterhuis, Die Mechanisierung des Weltbildes, Berlin Heidelberg New York 1983, S.373, S.379 u. S.384.

- **Dom** – Hier befindet sich neben bedeutenden Werken gotischer Bildhauerkunst auch der große Kronleuchter aus dem Jahre 1587, durch dessen Schwingungen Galilei zu Studien über die Pendelbewegung und den Entwurf seines Trägheitsmodells angeregt worden sein soll.¹⁰ Im Baptisterium des Domes wurde Galilei am 19. Februar 1562 getauft.
- **Dom-Museum** – Dort sind u.a. ein weiteres Paar der von Galilei für seine Fallversuche benutzten Steinkugeln zusammen mit dem Original einer Schrift über die Fallgesetze ausgestellt.
- **Universität** zu Pisa in der Via Curtatone e Montanara 15 – Innenhof des mittelalterlichen Hauptgebäudes, dem »Palazzo della Sapienza« (Palast der Weisheit)

Florenz

Im Herbst 1592 beendet Galilei seine Tätigkeit in Pisa. Bevor er nach Florenz zurückkehrte, wechselte er zunächst als Mathematikprofessor an die Universität in Padua, das damals zur Republik Venedig gehörte. Er selbst bezeichnete die achtzehn Jahre, die er in dieser Stadt verbrachte, als »die glücklichsten meines Lebens«. Hier verliebte er sich 1599 in die Venezianerin Marina Gamba. Aus dieser Beziehung entstammen seine drei Kinder: zwei Mädchen (Virginia und Livia) und ein Knabe (Vincenzio). In Padua wendet er sich zunächst wieder den Fallgesetzen und anderen mechanischen Studien zu, bis schließlich sein Interesse durch das zwischenzeitlich in Holland erfundene und von ihm 1609 nachgebaute Fernrohr zur Astronomie umgelenkt wurde. Damit entdeckte er u.a. die Monde des Planeten Jupiter. Im März 1610 veröffentlichte Galilei unter dem Titel *Sidereus nuncius (Der Sternenbote)* sein erstes Buch, in dem er seine astronomischen Erkenntnisse zusammenfasste und sich erstmals öffentlich zum heliozentrischen Weltbild des Kopernikus bekannte.¹¹

Trotz seiner Erfolge in Padua wollte Galilei zurück in seine toskanische Heimat – ein »unglücklicher Wunsch, denn das Geistesklimate in Venedig war liberaler als in der von der Inquisition stark beeinflussten Residenz der Medici«¹². So kam er im September des Jahres 1610 als »Erster Mathematiker und Philosoph des Großherzogs Cosimo II. von Toscana« wieder nach Florenz. Im Februar 1615 wird Galilei von den Dominikanermönchen Caccini und Lorini bei der römischen Inquisition als Ketzer denunziert. »Als untertänigste Diener« sahen sie sich veranlasst zu der Anzeige, dass Galilei »die ganze Philosophie des Aristoteles ... mit Füßen tritt« und »die folgenden beiden Sätze für wahr hält: die Erde bewegt sich als Ganzes in bezug auf sich selbst, auch in täglicher Bewegung, die Sonne ist unbeweglich.«¹³ Es folgt eine Serie von Ermahnungen, Drohungen und Verhören seitens der Inquisition. Gleichwohl gelingt es Galilei, seine Erkenntnisse über das heliozentrische Weltbild im Februar 1632 in seinem astronomischen Hauptwerk »Dialog über die beiden hauptsächlichsten Weltsysteme, das ptolemäische und das kopernikanische« (*Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo tolemaico e copernicano*)¹⁴ in Florenz zu veröffentlichen. Ein halbes Jahr später wird das Buch verboten, ab April 1633 wird ihm in Rom der Prozess gemacht. Unter Androhung der damals »gegen solche Verbrecher« – wie es in dem Urteil heißt– üblichen Strafen wie Folter oder gar Verbrennung auf dem Scheiterhaufen sieht sich Galilei gezwungen, am 22. Juni 1633 seine Auffassungen zu widerrufen und abzuschwören.¹⁵ Daraufhin

¹⁰ Vgl.: Hemleben, a.a.O., S. 22 sowie A.Fölsing, a.a.O., S. 62 f. Tatsächlich dürfte es nicht der große Kronleuchter gewesen sein, den Galilei beobachtet hat, sondern eine kleinere Pendelleuchte in einem Seitengang (siehe Anhang I, 3.)

¹¹ Aus zeitlichen und finanziellen Erwägungen musste das ursprüngliche Vorhaben, Padua und damit eine bedeutsame Phase im Leben des Galilei in das Besichtigungsprogramm dieser Studienfahrt einzubeziehen, aufgegeben werden. Zum Wirken von Galilei in Padua und Venedig vgl. Hemleben, a.a.O., S. 31 - 52.

¹² J.Teichmann, Wandel des Weltbildes, Darmstadt 1983, S. 87.

¹³ Hemleben, a.a.O., S. 87.

¹⁴ Galileo Galilei, Dialog über die beiden hauptsächlichsten Weltsysteme, das ptolemäische und das kopernikanische, Florenz 1632 (Italienische Fassung) und Leyden 1638 (Lateinische Übersetzung). In deutscher Übersetzung hrsg. von R.Sexl/K.v.Meyenn, Nachdruck: Stuttgart 1982. [Galilei Dialogo Internetarchiv](#)

¹⁵ Der Wortlaut des Urteils selbst ist vollständig abgedruckt in: Hemleben, a.a.O., S. 131. Vgl. auch: O.Gingerich, Der Fall Galilei, in: Spektrum der Wissenschaft, Heft 10/1982, S. 108-119. Aufgrund ähnlicher Vorwürfe wurde **Giordano Bruno**, der ebenfalls sehr vehement das kopernikanische Weltbild propagierte, 33 Jahre zuvor auf dem Scheiterhaufen lebendigen Leibes verbrannt. Er war nicht bereit zu widerrufen.

wird er »nur« zu einer lebenslänglichen Haftstrafe verurteilt. Ab Dezember 1633 erhält er unter strengen Auflagen (Hausarrest) die Erlaubnis, sich in sein Landhaus »Il Gioiello« (*Das Juwel*) in Arcetri, einem kleinen Ort am Stadtrand von Florenz, zurückzuziehen. Auch wenn in manchen historischen Darstellungen der Eindruck erweckt wird, die Umwandlung der Kerkerhaft in Hausarrest sei ein Indiz dafür, dass Galilei von der Inquisition rücksichtsvoll behandelt worden sei, bleibt festzuhalten: »Galilei war nach der Verurteilung ein einsamer, tief unglücklicher Greis, der überdies durch Krankheit ... und zunehmende Erblindung zu leiden hatte.«¹⁶ Sein Interesse an naturwissenschaftlicher Erkenntnis bleibt indessen ungebrochen: Im »Kerker von Arcetri«, wie er selbst seine Villa fortan sarkastisch nannte und »sogar als Absender in seiner Post angab«¹⁷, entstand sein für die weitere Entwicklung der Physik bedeutsamstes Werk, die »Unterredungen und mathematischen Demonstrationen über zwei neue Wissenszweige, die Mechanik und die Fallgesetze betreffend« (*Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno à due nuove scienze attenenti alla mecanica ed ai movimenti locali*).¹⁸ Es wurde 1638 im holländischen Leiden veröffentlicht. Am 8. Januar 1642 stirbt Galilei als schwerkranker Mann in seinem Haus in Arcetri und wird auf Drängen von Pabst Urban VIII. an einem »unauffälligen Ort« im Glockenturm der Seitenkapelle der Domkirche Santa Croce in Florenz beigesetzt. Erst fast ein Jahrhundert später, am 13. März 1736, wird sein Leichnam in das Mausoleum im Hauptschiff von Santa Croce überführt.¹⁹

Aus der Fülle der Spuren, die Galilei in den über dreißig Jahren seines Lebens in der toskanischen Hauptstadt zurückgelassen hat, sollen nur einige wenige in den Mittelpunkt unseres Besuchs in Florenz gerückt werden. Dazu gehören :

- Die »Villa Galileo«, Galilei nannte sie »Il Gioiello« (*Das Juwel*), in **Arcetri** – In diesem bereits seit 1631 gemieteten Landhaus auf den Hügeln in der Umgebung südlich von Florenz verbringt Galilei die letzten acht Lebensjahre bis zu seinem Tod am 8.1.1642. Nach seiner Verurteilung wurde »meine Haft« –so Galilei in einem Brief vom Dezember 1633– »in eine Verbannung nach diesem kleinen Landhause umgewandelt, das eine Meile von Florenz entfernt liegt, mit dem strengen Befehl, nicht nach der Stadt zu gehen und weder den Besuch vieler Freunde zugleich anzunehmen, noch welche zu mir einzuladen.«²⁰ Von 1635 bis 1638 vollendet er hier in seiner Villa in Arcetri sein physikalisches Hauptwerk, die *Discorsi*.



Villa Galileo (»Il Gioiello«) in Arcetri

(Foto: sic 23.3.2000)

- Von Arcetri aus begeben wir uns zu Fuß in Richtung Innenstadt und zwar diesmal in der Tat »auf den Spuren Galileis«. Denn als Galilei sich noch frei bewegen durfte, hat er diesen sehr schönen Weg über die Via San Leonardo üblicherweise genommen, wenn er nach Florenz wollte. Wir gehen zunächst vorbei an dem astronomischen Observatorium und dem neugotischen Turm »Torre del Gallo« –von wo aus Galilei ebenfalls astronomische Beobachtungen angestellt haben soll– zum Haus **Nr. 19** in der **Costa di San Giorgio**. – Hier lebte Galilei ab 1617 während seiner Florentiner Zeit als Hofmathematiker des Großherzogs Cosimo II. bis zu seiner Verurteilung durch die Inquisition im Jahre 1633. Unser weiterer Weg in Richtung Zentrum führt uns über die **Ponte Vecchio** zur

¹⁶ Hemleben, a.a.O., S. 140.

¹⁷ Fölsing, a.a.O., S. 467.

¹⁸ Galileo Galilei, Unterredungen und mathematische Demonstrationen ..., a.a.O.

¹⁹ Hemleben, a.a.O., S. 153 und Fölsing, a.a.O., S. 479.

²⁰ zitiert aus: Hemleben, a.a.O., S. 135. Vgl. auch: Gebler, Karl von, Galileo Galilei – Leben Werk, Galileo Galilei und die römische Kurie, Stuttgart 1876, Nachdruck: Emil Vollmer Verlag Essen o.J., S.177.

- Galerie der **Uffizien**. – Der als Verwaltungs- und Gerichtsgebäude der Medici erbaute Uffizienpalast beherbergt eine der reichsten und bedeutendsten Gemäldegalerien der Welt. Hier ist u.a. auch das berühmte Galilei-Porträt des holländischen Malers Justus Sustermans aus dem Jahre 1635 ausgestellt.²¹ Vorbei an der steinernen Galilei-Statue an der Außengalerie der Uffizien begeben wir uns zu dem direkt dahinter gelegenen wissenschaftshistorischen Museum **Museo Galileo** (Museo di Storia della Scienza).

- Das **Museo Galileo** (ehemals *Museo di Storia della Scienza*) ist im Palazzo dei Castellini auf der Piazza dei Giudici untergebracht. – Dieses Museum der Geschichte der Naturwissenschaften beherbergt eine ausgezeichnete Ausstellung speziell über das Wirken Galileis. Darüber hinaus befindet sich dort eine bemerkenswerte Sammlung zur allgemeinen Entwicklung der experimentellen Naturwissenschaft. Gezeigt werden u.a. Zeitmessgeräte aus der Renaissance und aus anderen Epochen und elektrophysikalische Experimentiergeräte insbesondere aus dem 18. Jahrhundert.

Am Arno entlang gehen wir nach dem Museumsbesuch zur

- Domkirche **Santa Croce**. – Hier befindet sich das Grabmal Galileis, u.a. aber auch das von Michelangelo und von Machiavelli.
- **Biblioteca Nazionale** – In der neben Santa Croce gelegenen Nationalbibliothek wird u.a. eine Sammlung von Handschriften Galileis aufbewahrt.



Fernrohre Galileis -
Museo di Storia della
Scienza

Siena, Poggibonsi und San Gimignano

Nachdem Galilei am 22. Juni 1633 feierlich geschworen hatte, »in Zukunft weder in Wort noch in Schrift« zu verkünden, dass er »die Meinung vertreten und geglaubt habe, daß die Sonne Mittelpunkt der Welt und unbeweglich ist, und daß die Erde nicht Mittelpunkt ist und sich bewegt«²², wird ihm am 30. Juni durch päpstliches Dekret gestattet, Rom zu verlassen und sich nach Siena zu begeben. Dorthin reist er am 6. Juli 1633 und lebt unter strengem Hausarrest für knapp ein halbes Jahr als »Gast« im Palais des ihm wohlgesonnenen Erzbischofs Ascanio Piccolomini.



Siena – Piazza del Campo

Dass Galilei nach dem entwürdigenden Prozess in Rom überhaupt noch einmal den Lebensmut fand, der ihn schließlich in Arcetri zur Vollendung seines physikalischen Lebenswerkes beflügelte, ist vor allen Dingen dem Erzbischof von Siena zu verdanken. »Von der Wissenschaft, die ihn in all dieses Unglück gestürzt hatte, wollte er nichts mehr hören, aber trotzdem gelang es dem Erzbischof nach einigen Wochen, Galilei aus seiner Verzweiflung zu reißen, so daß er sogar wieder die Arbeit an dem Buch über die Bewegung aufnahm, obwohl er kaum hoffen konnte, daß es jemals gedruckt werden würde.«²³ Als Bewunderer Galileis behandelt Piccolomini »den Verurteilten wie einen Ehrengast und bemüht sich, ihn wieder aufzubauen, indem er andere Gelehrte zu Tischgesprächen einlädt. ... Nach und nach gelingt es dem einfühlsamen Erzbischof, Galileis Gedanken wieder auf die Forschung zu lenken.«²⁴ Dieser relativ schmucklose erzbischöfliche Palast wird neben dem Piazza del

²¹ Aus zeitlichen Gründen wird eine Besichtigung der Uffizien leider entfallen müssen.

²² Der Text der Abschwurformel ist vollständig abgedruckt in: Hemleben, a.a.O., S. 7 f.

²³ Fölsing, a.a.O., S. 469. Zu Galilei in Siena vgl. auch: Gebler, Karl v., a.a.O. S.158 f.

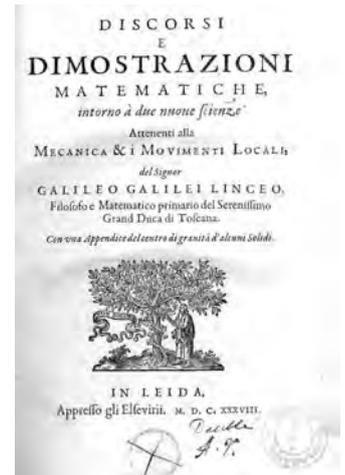
²⁴ Padova, Thomas de, Das Weltgeheimnis, Kepler, Galilei und die Vermessung des Himmels, München 2009, S. 323.

Campo und dem eindrucksvollen Dom einer unserer Besichtigungsschwerpunkte in Siena sein, ohne freilich zu vergessen, dass diese reizvoll im Hügelland des Chianti gelegene Stadt gewissermaßen als Gesamtkunstwerk auch einen hervorragenden Einblick in die Architektur des Mittelalters zu vermitteln vermag. Denn sie hat mit ihren Türmen und zinnengekrönten Mauern zum großen Teil ihr ursprüngliches Bild bewahrt und gilt wegen ihrer zahlreichen mittelalterlichen Gebäude, Renaissance-Bauwerke und Kunstschätze als eine der großartigsten Kunststädte Europas.

- **Palazzo Piccolomini** – Hier ist heute das Staatsarchiv mit kostbaren alten Büchern aus dem 13. bis 16. Jahrhundert untergebracht. Der Palast wurde 1469 von B. Rossellino für Nanni Piccolomini, dem Vater von Papst Pius III., erbaut.²⁵

Der Weg von Siena nach San Gimignano führt über die Stadt

- **Poggibonsi** – Trotz seines Hausarrests erwirkt Galilei im Herbst 1636 die Erlaubnis, sich außerhalb von Arcetri in der Stadt Poggibonsi mit dem französischen Gesandten in Rom, dem Grafen di Noailles, treffen zu dürfen. Dieser war in Padua Schüler Galileis gewesen und hatte ihm auch nach der Verurteilung die Treue gehalten. Ihm übergibt Galilei am 16. Oktober 1636 in Poggibonsi die ersten Manuskripte der *Discorsi*. Fortan kümmert sich di Noailles um die Herausgabe des Werkes. So ist auch der Druck und die Veröffentlichung der endgültigen Fassung der *Discorsi* im März 1638 in Holland dem Grafen di Noailles zu verdanken. Aus Dankbarkeit dafür und für dessen Engagement zur Verteidigung »meines Ansehens gegen meine Widersacher«, wie es in dem Vorwort Galileis zu den *Discorsi* heißt, widmet Galilei ihm sein physikalisches Hauptwerk.²⁶



Titelseite der *Discorsi*

- **San Gimignano** – Geschützt durch die Stadtmauer aus dem 12. Jahrhundert, konnte sich das mittelalterliche Zentrum mit seinen weltberühmten Türmen bis heute erhalten. Die mittelalterliche Architektur ermöglicht vielleicht noch eindrucksvoller als Siena gleichsam einen atmosphärischen Einblick in das historische Vorfeld der Renaissance, also jener Epoche des späten Mittelalters, in der sich deutlicher als zuvor die sozialen, ideologischen und politischen Strukturen herausbildeten, mit denen sich Galilei und andere kritische Geister wie etwa Giordano Bruno auseinandersetzen mussten, um ihrem Anspruch auf Wahrheit über das physikalische Weltbild Geltung zu verschaffen.

Bleibt noch anzumerken, dass das 1632 verbotene Buch Galileis mit dem »Dialog über die beiden hauptsächlichsten Weltsysteme« erst 200 Jahre später vom Index der für Katholiken verbotenen Bücher gestrichen und das kirchenrechtliche Verfahren gegen Galilei sogar erst im Jahre 1980, also 350 Jahre nach seiner Verurteilung, wieder aufgerollt wurde. Nach dreizehnjähriger Beratungszeit wird Galilei offiziell rehabilitiert. Dazu eine Zeitungsmeldung aus dem Jahre 1992 (!) :

Die Erde darf um die Sonne kreisen

Papst Johannes II. rehabilitiert Galilei - Als Ketzer verurteilt

ROM (ap). Fast 360 Jahre nach der Verurteilung durch die Inquisition ist der italienische Physiker und Mathematiker Galileo Galilei von der katholischen Kirche offiziell rehabilitiert worden.

Papst Johannes Paul II. bekannte am Samstag vor Mitgliedern der vatikanischen Akademie der Wissenschaften, daß die Kirche geirrt habe, als sie Galilei am 22. Juni 1633 wegen seiner Lehre verurteilte, wonach die Erde um die Sonne kreise und nicht umgekehrt, wie nach damaliger offizieller Kirchenlehre. Galilei hatte seiner der Lehre des Kopernikus entnommenen These abschwören müssen und war zu lebenslanger Haft verurteilt worden. Sie wurde später in Hausarrest umgewandelt.

Die Erklärung des Papstes ist das Ergebnis dreizehnjähriger Beratungen und Untersuchungen einer von Johannes Paul ernannten Kommission. Die Verurteilung Galileis sei Ergebnis eines „tragischen gegenseitigen Nichtverstehens“ und sei in der Folgezeit zu einem Symbol der unterstellten Ablehnung

²⁵ Bitte nicht verwechseln mit dem Palazzo Piccolomini delle Papesse (Palast der Päpste) in Domnähe.

²⁶ Galileo Galilei, Unterredungen und ..., a.a.O., S. 129. Vgl. auch: Hemleben, a.a.O., S. 143 u. Fölsing, a.a.O., S. 469

des wissenschaftlichen Fortschritts durch die Kirche geworden, sagte der Pontifex maximus in seiner Rede in der Sala rega des Apostolischen Palastes.

Die Theologen der damaligen Zeit hätten in ihrer Annahme geirrt, daß der Wortsinn der Heiligen Schrift den physischen Zustand der Welt beschreibe, sagte Johannes Paul weiter. Der Fall Galilei sei sogar ein Beispiel für die Vereinbarkeit von Wissenschaft und Religion. Man habe damals nur nicht erkannt, daß es „zwei Reiche des Wissens gibt: eins, dessen Quelle die Offenbarung ist und eins, welches der Verstand durch eigene Kraft erkennen kann“.

Der Papst mahnte die Wissenschaftler besonders in Hinblick auf Biologie und Biogenetik, bei ihrer Forschung die spirituelle Seite des Menschseins nicht zu vergessen.

DARMSTÄDTER ECHO vom 2.11.1992

Es kann mit Gewissheit angenommen werden, dass Galilei nach seinem Widerruf vor dem Inquisitionsgericht die Worte **»Und sie (die Erde) bewegt sich doch!«** (*»eppur si muove«*) nur gedacht, aber **nicht** ausgesprochen hat. Denn Galilei war kein Märtyrer, »weil er niemals einer sein wollte. Er war ein Mensch der Spätrenaissance, der das Leben genoß und genießen wollte.«²⁷ So gesehen gab es für Galilei vielleicht auch einen sehr sinnlich-materiellen, um nicht zu sagen kulinarischen Grund, seinen Arbeitsort und Wohnsitz im Jahre 1610 gegen den warnenden Ratschlag seines Freundes Giovanni Sagredo von Padua wieder in seine toskanische Heimat zurückzuverlegen. Denn –und auch dies mag für einige Interessenten ein Aspekt dieser Studienfahrt sein– es scheint fast so, dass sich in den Denkformen Galileis gleichsam die Eigenarten der toskanischen Küche widerspiegeln. Sie gilt als »raffiniert einfach, natürlich und unverfälscht« und beschränke »sich aufs Wesentliche«. Den Feinschmeckern und jenen, die sich dafür halten, sollen die weiteren Passagen aus dem bereits zitierten, möglicherweise völlig unbedeutenden Werk italienischer Kochkunst keineswegs vorenthalten werden:

- **Toskana kulinarisch: raffiniert einfach** – Die Küche der Toskana ist natürlich, unverfälscht und beschränkt sich aufs Wesentliche. Frische Kräuter und zarte Gemüse bestimmen den Küchenzettel. Aus den Wäldern der Apuanischen Alpen kommen Kastanien, Pilze und Wild. Aus Arezzo stammt Lepre in umido, ein Hasenragout, das mit breiten Bandnudeln serviert wird. In Florenz ißt man zu vielen Fleischgerichten weiße Bohnen aus frischen oder getrockneten Bohnenkernen. Nicht umsonst werden die Toskaner Mangia-fagioli, Bohnenesser, genannt. *Fagioli all' uccelletto* wird mit Tomaten und Salbei zubereitet. Das ungesalzene Landbrot ißt man zu einem Glas Chianti oder man röstet es zu einer Fettunta, reibt es mit Knoblauch ein und beträufelt es mit Olivenöl. An der Küste macht sich der Einfluß des Meeres bemerkbar. Die besten Fischeintöpfe, Cacciucco, kocht man in Viareggio oder Livorno.²⁸



Fagioli all' uccelletto
Weiße Bohnen mit Salbei

²⁷ Weizsäcker (2004), a.a.O., S. 114.

²⁸ M.Alberti, Küchen der Welt: Italien, München 1993, S.15.

Literaturverzeichnis

- Bellone, Enrico (Hg.): Galilei – Leben und Werk eines unruhigen Geistes, Spektrum der Wissenschaft, Biographien, Heft 1/1998.
- Bührke, Thomas: Sternstunden der Physik, Von Galilei bis Heisenberg, München 1997 (C.H.Beck).
- Galilei, Galileo: Dialog über die beiden hauptsächlichsten Weltsysteme, das ptolemäische und das kopernikanische, Florenz 1632 (Italienische Fassung). In deutscher Übersetzung hrsg. von R.Sexl/K.v.Meyenn, Nachdruck: Stuttgart 1982 (Teubner). Download als pdf-Dokument: <https://archive.org/details/dialogberdiebe00galiuoft/page/n5/mode/2up>
- Galilei, Galileo: Galilei, Galileo: Unterredungen und mathematische Demonstrationen über zwei neue Wissenszweige, die Mechanik und die Fallgesetze betreffend. Arcetri 1638. Übersetzt und herausgegeben von Arthur von Oettingen. Nachdruck: Darmstadt 1973 (WBG). Download als pdf-Dokumente: <http://www.sicars-didactica.de/39994/41314.html>
- Einstein, A., Infeld, L.: Die Evolution der Physik, Reinbek b. Hamburg 1987 (Rowohlt).
- Fölsing, Albrecht: Galileo Galilei - Prozeß ohne Ende, München Wien 1989 (Piper).
- Hemleben, Johannes: Galileo Galilei, mit Selbstzeugnissen und Bilddokumenten, Reinbek 1969 (Rowohlt)
- Maury, Jean-Pierre: Galileo Galilei – Und sie bewegt sich doch!, Bilddokumentation Ravensburg 1990.
- Padova, Thomas de: Das Weltgeheimnis. Kepler, Galilei und die Vermessung des Himmels, München 2009 (Piper).
- Sicars, Jochen: Physik-Skript: Mechanik-Kurs Klasse 12, [Teil I »Kinematik«](#) (Arbeitsblätter Nr. 3, 6, 8) sowie [Teil II »Dynamik«](#) (Arbeitsblätter Nr. 13, 17, 18, 22).
- Wagenschein, Martin: Naturphänomene sehen und verstehen, Stuttgart 1980 (Klett).
- Weizsäcker, C. F. v.: Die Tragweite der Wissenschaft, Stuttgart 1964 (S.Hirzel Verlag), Neuauflage 2006.
- Weizsäcker, C. F. v.: Große Physiker, München 1999 (Hanser), Nachdruck: Wiesbaden 2004 (Marix).

Empfehlungen zur persönlichen Vorbereitung auf die Studienfahrt

- Johannes Hemleben: Galileo Galilei – mit Selbstzeugnissen und Bilddokumenten, Reinbek bei Hamburg 1969 (Rowohlt. Gibt es leider nur noch im Antiquariat (ca. 5 bis 6 €).
- S.Maiwald/M.Pelz: Toskana – Polyglott-Reiseführer, München 2017, Polyglott-Verlag (Preis: 13 €)
- Jochen Sicars: Mechanik-Kurs Klasse 12, [Teil I »Kinematik«](#) (Arbeitsblätter Nr. 3, 6 und 8) und [Teil II »Dynamik«](#) (Arbeitsblätter Nr. 13, 17, 18 und 22).
- Internetadressen:
- Heinrich-Emanuel-Merck-Schule: [Studienfahrt: »Auf den Spuren Galileo Galileis«](#)
 - [Galilei-Ausstellung](#) im Museum der Wissenschaftsgeschichte ([Museo Galileo](#)) in Florenz (ehemals: Museo di Storia della Scienza) mit einem [Virtuellem Museum](#) zum Leben und Werk von Galilei
 - Museo Galileo in Florenz (Anmeldung): www.museogalileo.it
 - Villa Galileo (Il Gioiello) in Arcetri: [Anmeldung zur Führung über die Universität Florenz](#). Am Ende dieser Seite befindet sich ein Link »Galleria fotografica« zu einer eindrucksvollen Bildergalerie über die Villa Galileo in Arcetri.
 - Eidgenössische Technische Hochschule Zürich: [Wissenschaftshistorische Ausstellung über Galilei](#)

- [Discorsi-Archiv](#) des Max-Planck-Instituts für Wissenschaftsgeschichte Berlin – Ein Gemeinschaftsforschungsprojekt mit dem Istituto e Museo di Storia della Scienza und der Biblioteca Nazionale Centrale in Florenz
- [Wikipedia](#) über Leben und Werk von Galilei. Empfehlenswert ist auch der italienische Wikipedia-Eintrag: https://it.wikipedia.org/wiki/Galileo_Galilei. Mit *Google-Übersetzer* lässt sich diese sehr viel gründlichere Seite über Galilei recht gut übersetzen.
- Schmerzliches Mißverständnis im »Fall Galilei« überwunden – [Rede](#) von Papst Johannes Paul II. vor der Päpstlichen Akademie der Wissenschaften 1992
- [Galilei-Projekt](#) der Rice University in Houston (Texas/USA)
- [Wettervorhersage](#) für die Region Pisa

Video:

Galilei und die Sterne. Ausgezeichnete ARTE-Dokumentation von Jean Claude Lubtchansky (Frankreich 1999). Für die Vorbereitung auf die Studienfahrt **hervorragend** geeignet. Video auf Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=fjLmEkWPrfw>.

ARD-Ankündigung der letzten ARTE-Ausstrahlung 2012:

https://programm.ard.de/TV/arte/galileo-galilei-und-die-sterne/eid_287247713109294 .

Ausführlichere Informationen finden sich auf der französischen Wikipedia-Seite:

https://fr.wikipedia.org/wiki/Galil%C3%A9e,_le_messager_des_%C3%A9toiles#Fiche_technique

Wichtige Adressen (Notfall etc.)

Die folgende Liste enthält eine Reihe wichtiger Adressen. Bei der Auswahl sollte beachtet werden, dass sie gegebenenfalls auch als Notfalladressen für die Teilnehmer und deren Familien dienen können.

- **Schule:** Telefon: Fax: E-Mail: @ linternet: www.de
- **Hotel:** Via ... , 55043 Lido di Camaiore, Telefon: 0039-0584-..... Fax: 0039-0584-....., E-Mail: info@it, Internet: www.it
- **Omnibusbetrieb:** Kontaktdaten
- Beratung (bei Bedarf): **Jochen Sicars**, E-Mail: jochensicars@gmail.com Internet: www.sicars-didactica.de . Falls Sie Fragen zum vorliegenden Programm-Entwurf haben, können Sie mir gerne eine E-Mail schreiben.

Jochen Sicars – Juni 2023



Galileo Galilei
1564 – 1642

»Galilei tat einen großen Schritt, indem er wagte, die Welt so zu beschreiben, wie wir sie *nicht* erfahren.«

Carl Friedrich von Weizsäcker

Anhang I

Einige ergänzende Unterrichtsmaterialien zur Vorbereitung der Studienfahrt

Auf den Spuren Galileo Galileis

Im Rahmen einer Unterrichtsreihe speziell zur Vorbereitung auf die Studienfahrt sollen insbesondere folgende Details herausgearbeitet werden:

- Die Bedeutung des Wirkens von Galilei für die Entwicklung der modernen Physik,
- das Verhältnis von Wahrnehmung und Denken im naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess,
- die Funktion des Experiments in der Physik und im naturwissenschaftlichen Unterricht sowie
- wesentliche Stationen in der Biographie Galileis.

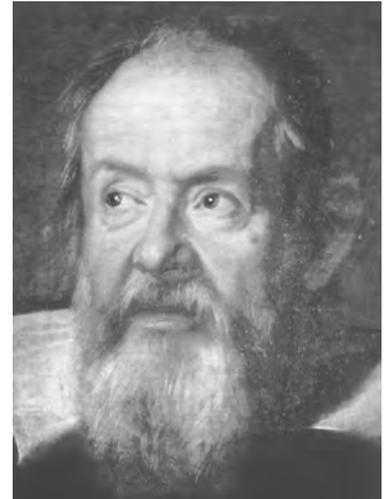


© Jochen Sicars
www.sicars-didactica.de
jochensicars@gmail.com

Stand: 10.06.2023

1. Galileo Galilei – Kurzbiographie über Leben und Werk

- 1564** Galileo Galilei am 15.2.1564 in Pisa geboren
- 1581 – 1585 Studium an der Universität zu Pisa
- 1589 – 1592 Professor für Mathematik an der Universität zu **Pisa**
- 1590/91 :
Experimente zu den Fallgesetzen und der Bewegung auf der Fallrinne
- Erste theoretische Entwürfe zur Fallbewegung in der Schrift »De motu«
-



GALILEO GALILEI

Gemälde des Holländers Justus Sustermans von 1635 (Galerie der Uffizien, Florenz)

- 1592 – 1610 Professor für Mathematik an der Universität zu **Padua**
- 1599 Beziehung mit Marina Gamba
- 1600 - 1606: Geburt der 3 Kinder. Die Beziehung endet, als Galilei 1610 nach Florenz zurückkehrt.
- 1609 Konstruktion des Fernrohres
- 1610 Entdeckung der Jupitermonde
Bekenntnis zum Weltbild des Kopernikus
-

- 1610 – 1633 Hofmathematiker des Großherzogs Cosimo II. in **Florenz**
- 1632 Veröffentlichung des »*Dialogs über die Weltsysteme*« in Florenz
- 1633
- Febr. – Juni Prozess vor dem Inquisitionsgericht in **Rom**
- Juli Reise nach **Siena** zum Erzbischof Ascanio Piccolomini
(Aufenthalt: 5 Monate vom 9.7. bis 6.12.1633)
- Dezember Abreise nach **Arcetri**
-

- 1633 – 1642 Leben unter Hausarrest in der Villa »Il Gioiello« in **Arcetri** bei Florenz
- 1635 Veröffentlichung des »Dialogs über die Weltsysteme« in Holland
- 1638 Veröffentlichung der »*Discorsi*«, dem physikalischen Hauptwerk, in Leiden (Holland)
- 1642** Galilei stirbt am 8. Januar in Arcetri und wird in S. Croce in Florenz beigesetzt
-

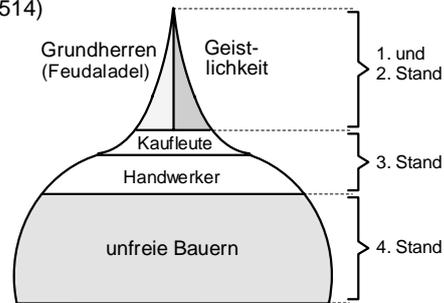
- 1643 Isaac Newton am 4. Januar in Woolsthorpe geboren
- 1835 Der "*Dialogs über die Weltsysteme*" wird vom Index gestrichen
- 1980 – 1992 Wiederaufnahme des Prozesses gegen Galilei und Rehabilitierung

Mittelalter : Feudalistische Gesellschaft (ca. 500 n.Chr. bis ca. 1400 n.Chr.)

Übergangsphase vom Mittelalter zur Neuzeit

1. Phase : Renaissance (ca. 1440 – 1540)

- ▶ **Technik:** Erfindung des Buchdrucks (um 1450), Weiterentwicklung des Bergbaus, der Metallgewinnung und der Pumpentechnik
- ▶ **Wirtschaft:** Ausdehnung des Waren- und Geldhandels (Fugger, Welser, Tucher) und Entstehung des Verlagsystems
- ▶ **Gesellschaft:** Bauernkriege gegen die Unterdrückung durch die Feudalherren (um 1525)
- ▶ **Schifffahrt:** große Entdeckungsreisen (Columbus 1492, Magellan 1517, Vasco da Gama 1498)
- ▶ **Astronomie:** Heliozentrisches Weltbild (Kopernikus 1514)
- ▶ **Philosophie:** Humanismus (Erasmus v. Rotterdam)
- ▶ **Kunst:** L. da Vinci, Michelangelo, A.Dürer
- ▶ **Politik:** Spanien wird zur Weltmacht (Karl V./Philipp II.)
- ▶ **Kirche:** Reformation (1517 veröffentlicht Luther seine 95 Thesen)

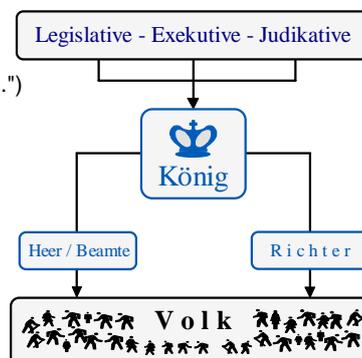


2. Phase : Religionskriege (ca. 1540 – 1650)

- ▶ **Frankreich:** Hugenottenkämpfe (1560 – 1598)
- ▶ **Deutschland:** 30-jähriger Krieg (1618 – 1648)
- ▶ **Wissenschaft:** Entstehung der modernen Naturwissenschaft – Galileo Galilei (1564 – 1642) und Isaac Newton (1643 – 1727)

3. Phase : Absolutismus (ca. 1640 – 1789)

- ▶ **Staat:**
 - Absolutes Königtum (Ludwig XIV. : "Der Staat bin ich.")
 - Entstehung des modernen Zentralstaates
- ▶ **Wirtschaft:**
 - Entstehung des Manufaktursystems
 - Wirtschaftspolitik : Merkantilismus
- ▶ **Gesellschaft:**
 - Aufstieg des Bürgertums
 - Entstehung des Proletariats (Lohnarbeiter)
- ▶ **Philosophie:**
 - Aufklärung (J.Locke, Rousseau, Kant etc.)



Neuzeit : Bürgerlich-kapitalistische Gesellschaft (ca. ab 1789 n.Chr.)

Merkantilismus (in Frankreich) – mercator (lat.): Kaufmann

Als »Merkantilismus« bezeichnet man die durch staatliche Lenkung und Förderung von Handel- und Gewerbe geprägte Wirtschaftspolitik des absoluten Staates.

Begründer des Merkantilismus in Frankreich:

Jean-Baptiste **Colbert** (1619-1683), Finanzminister unter Ludwig XIV.

Ziele des Merkantilismus:

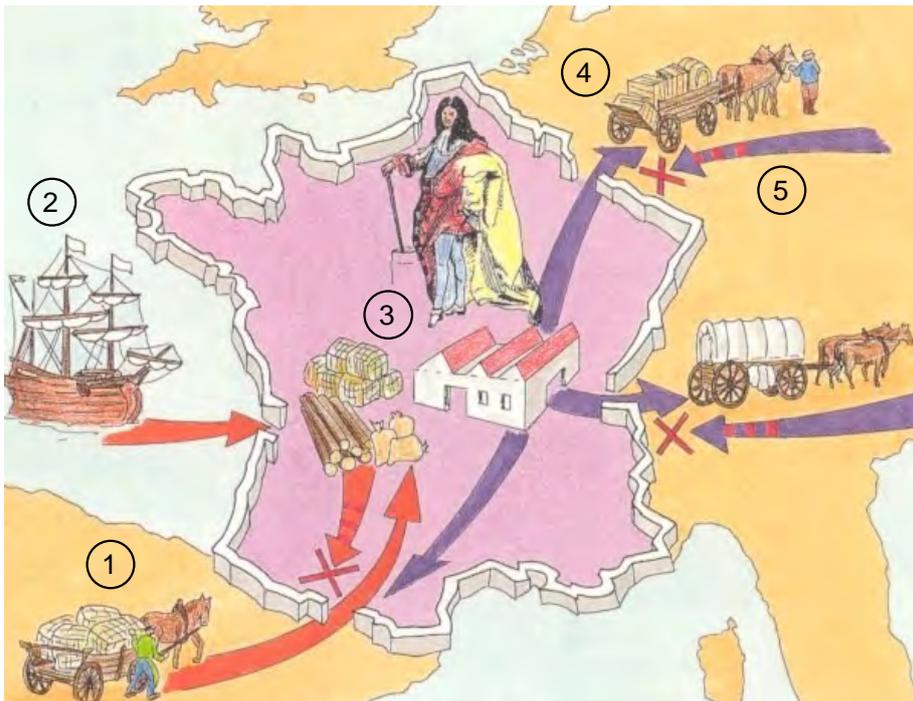
Es sollte möglichst viel Geld nach Frankreich und in die französische Staatskasse fließen, um die steigenden Staatsausgaben für das aufwendige Leben am Hofe des Ludwig XIV., die Rüstungs- und Kriegsausgaben (stehendes Heer) und die Staatsverwaltung zu finanzieren.

Durch gezielte staatliche Eingriffe zur Handels- und Gewerbeförderung auf der Grundlage eines Haushaltsplanes sollte erreicht werden, dass mehr Waren ausgeführt als eingeführt werden. Eine Reihe absolutistischer Herrscher wie z.B. die Medici in der Toskana versprachen sich auch durch die Förderung der Wissenschaft, insbesondere der Naturwissenschaft, positive Impulse für die Wirtschaft.



Jean-Baptiste Colbert
(1619-1683)

Maßnahmen der Handels-, Zoll- und Gewerbepolitik zur Verwirklichung der Ziele:



- ① **Rohstoffe:** Begünstigung der Einfuhr und Beschränkung der Ausfuhr
- ② a) Erwerb von **Kolonien** zur Erweiterung der Rohstoffbasis und Erschließung neuer Absatzmärkte sowie
b) Verbesserung und Sicherung von **Verkehrswegen** (Straßen und Kanäle, Seewege)
- ③ Förderung der Gründung leistungsfähiger **Manufakturen** durch Darlehen, Zuschüsse, Privilegien, Steuervorteile, Befreiung von Zunftzwängen, Anwerbung ausländischer Fachkräfte
- ④ **Exportförderung** durch niedrige oder gar keine Ausfuhrzölle für einheimische Erzeugnisse
- ⑤ **Importbeschränkung** durch hohe Einfuhrzölle auf ausländische Gewerbeerzeugnisse
- ⑥ Beseitigung von Binnezöllen zur Schaffung eines **einheimischen Handelsraumes**



Galilei beobachtet 1583 als 19-jähriger Student die Schwingungen eines Leuchters im Dom zu Pisa

Gemälde von Luigi Sabatellio, Museo Zoologico – La Specola (früher: Museo di Fisica e Scienze Naturali), Florenz (Bild aus: Johannes Hemleben, Galilei, Reinbek bei Hamburg 1969, S.21)

Um so bedeutsamer für die Entwicklung des jungen Physikers wird ein Erlebnis, das er, wahrscheinlich während eines Besuches der Messe, im Dom zu Pisa hat. Sein Blick fällt auf einen sich leise bewegenden Kronleuchter. Was vor ihm Tausende gesehen haben, sieht auch er: die Schwingung des vom Deckengewölbe herabhängenden Leuchters. Er begnügt sich nicht mit dieser Wahrnehmung, seine Gedanken beginnen zu arbeiten und versuchen das Wahrgenommene aufzuhellen. Er bemerkt, daß die Schwingungsausschläge nach und nach geringer werden, die Zeit aber während des Hin- und Herpendelns, gemessen an seinem eigenen Herzschlag, die gleiche bleibt. Auf elementarste Weise hat er so entdeckt, daß ein einfaches Mittel, die Zeit zu messen, durch ein schwingendes Pendel gegeben ist.

Man hat viel Intelligenz darauf verschwendet, zu ergründen, ob Vivianis Bericht über die erste Auffindung der Pendelgesetze auch wirklich der Wahrheit entspricht. Dieses Bemühen, historisch genau zu sein, in allen Ehren – produktiv ist es nicht. Man kann in der Regel nach mehr als dreihundert Jahren nicht den äußeren Verlauf eines geschichtlichen Tatbestandes besser rekonstruieren wollen, als es den Zeitgenossen Galileis gelang. Viviani, dem wir, wie gesagt, die erste Biographie über Galilei verdanken, war sein Schüler und hat seine Aufzeichnungen nach selbstgehörten Erzählungen Galileis vorgenommen. Mag er in seinem Eifer von sich aus manches hinzugefügt haben – der Mythos vom schwingenden Kronleuchter im Dom zu Pisa trifft den Ansatzpunkt der Galileischen Physik besser als alle anderen, »gesicherten« Aussagen. Auch wenn Galilei sich selbst in seinen Werken über diesen Vorgang nicht geäußert hat – Viviani beschreibt mit seinem Bericht treffsicher die Geburtsstunde der modernen Dynamik.

Text und Bild aus: Johannes Hemleben, Galilei, Reinbek bei Hamburg 1969, S.22

• Das Trägheitsmodell von GALILEO GALILEI (etwa 1638)

Aristoteles' Ansicht, daß schwere Körper schneller fallen als leichte Körper, hatte Galilei mit plausiblen Gedankenexperimenten widerlegt. Wie stand es nun mit der Behauptung, daß zur Aufrechterhaltung einer Bewegung eine ständige Kraft nötig ist?

»Aristoteles schien hier recht zu haben; denn wie die Erfahrung lehrt, kommen tatsächlich alle Körper früher oder später zur Ruhe, wenn sie nicht ständig angetrieben werden. Allerdings ist auch überall die Reibung am Werk. Macht man sie kleiner, so dauert die Bewegung länger an. Eine angestoßene Kugel beispielsweise kommt auf einer waagrechten, rauhen Unterlage rasch zur Ruhe. Auf einer glatten Unterlage rollt sie schon sehr viel weiter. Kein Zweifel also, die Reibung bremst! Was aber macht die Kugel, wenn keine Reibung vorhanden ist? Kommt sie auch zur Ruhe, vielleicht erst nach sehr langem Lauf?

Da wir nicht in der Lage sind, die Reibung völlig zu beseitigen und den Lauf der Kugel beliebig lange zu verfolgen, ist diese Frage durch das Experiment nicht zu beantworten. Dennoch fand Galilei durch eine sehr geistreiche Überlegung die Lösung des Problems.

Galilei bemerkte - man sagt, angeregt durch einen im Dom zu Pisa schaukelnden Kronleuchter -, daß ein Pendel, wenn es nach einer Seite ausgelenkt und losgelassen wird, auf der anderen Seite fast bis zu seiner Anfangshöhe wieder emporsteigt. Daran ändert sich auch nichts, wenn der Pendelfaden beim Hinüberschwingen durch ein Hindernis, etwa durch einen eingeschlagenen Nagel, abgelenkt wird (siehe Bild 1). Offenbar ist es also dem Widerstand der Luft und des Fadens, aber nicht der Bahn des Pendelkörpers zuzuschreiben, daß die Anfangshöhe nicht mehr präzise erreicht wird. Wären diese Widerstände nicht vorhanden, würde das schwingende Pendel seine Anfangshöhe exakt erreichen. Dasselbe wäre auch zu beobachten, wenn der Pendelkörper nicht durch einen Faden, sondern von einer entsprechend gebogenen Rinne reibungsfrei geführt würde (siehe Bild 2).

Da man sich eine derartige Rinne aus sehr vielen schiefen, Ebenen zusammengesetzt denken kann, betrachtet Galilei nun einen Körper, welcher auf einer schiefen Ebene herabgleitet und mit der erlangten Endgeschwindigkeit auf einer zweiten schiefen Ebene wieder aufsteigt. Der Körper muß dann, falls von der Reibung abgesehen wird, genau bis zu seiner Anfangshöhe aufsteigen, gleichgültig wie groß die Neigung der schiefen Ebene ist.

Nun denkt sich Galilei die Neigung der zweiten schiefen Ebene kleiner und kleiner gemacht (siehe Bild 3). Stets wird der Körper auf seine alte Höhe hinaufklettern. Die Bahn und die Laufzeit freilich werden dabei länger und länger und die Verzögerung kleiner und kleiner. Hierauf geht Galilei zum Grenzfall über, zur Waagrechten. Wenn sich der Körper konsequent verhält, so muß er jetzt mit konstanter Geschwindigkeit unaufhörlich weiterlaufen, sich also auf geradliniger Bahn gleichförmig dahinbewegen, ganz im Gegensatz zur Behauptung des Aristoteles. Galilei kommt zu der wichtigen Erkenntnis:

Trägheitssatz

Ein Körper, auf den keine Kraft wirkt, verharrt im Zustand der Ruhe oder der gleichförmigen Bewegung auf geradliniger Bahn.

Eine schwerelose Flintenkugel würde also im luftleeren Raum geradlinig in Richtung des Flintenlaufes fortfliegen und sich mit konstanter Geschwindigkeit beliebig lange weiterbewegen. Sie benötigt demnach nicht die Luft als antreibendes Mittel, wie Aristoteles glaubte. Ganz im Gegenteil! Die Luft würde die Bewegung allmählich abbremsen.

Aristoteles war bestrebt, die komplizierten Naturerscheinungen, so wie sie vor unseren Sinnen ablaufen, direkt in Gesetze zu fassen. Galilei dagegen untersuchte mit gezielten Experimenten zunächst nur einfache Spezialfälle und tastete sich so allmählich an die niemals beobachtbaren Idealfälle heran. An diesen las er die Gesetze ab und leitete daraus umgekehrt die komplizierten Erscheinungen der beobachtbaren Welt her. Aristoteles' Weg erwies sich als nicht gangbar. Galileis Methode dagegen führte bis zum heutigen Tage zu einer Fülle neuer Erkenntnisse. So wurde er –und nicht Aristoteles– zum Begründer der heutigen Physik.

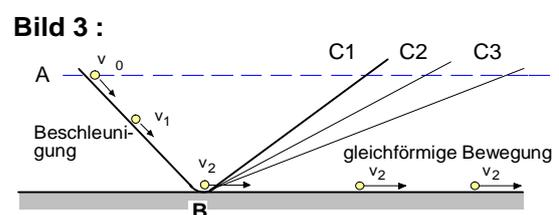
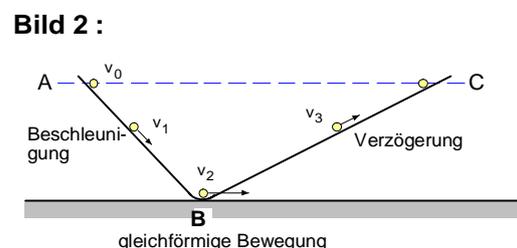
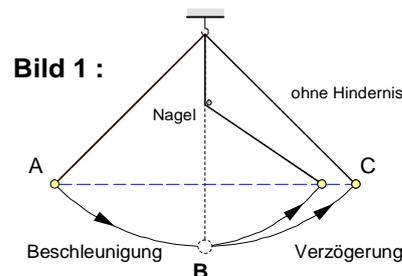
Die einfachen Spezialfälle sind es also, die untersucht werden müssen. Das ist der tiefere Grund, warum man in der Physik so wirklichkeitsfremde Situationen, wie z. B. das Abgleiten eines Körpers auf der schiefen Ebene unter Vernachlässigung der Reibung oder den freien Fall unter Außerachtlassung des Luftwiderstandes, betrachtet. Es sind dies die einfachsten Elemente, aus denen sich die Erscheinungen der Umwelt zusammensetzen lassen.«

Quelle : R.Sextl u.a., Das mechanische Universum, Frankfurt a.M. 1980, S.17 f.



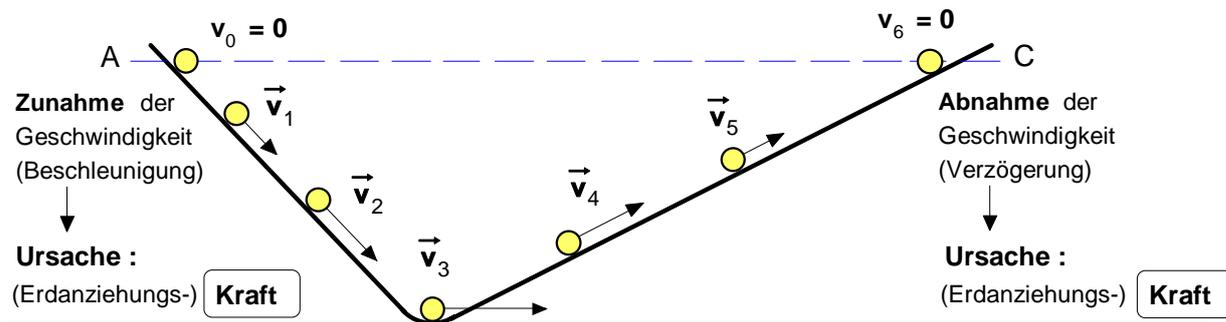
Galileo Galilei

Galilei zur *Analogie von Pendelbewegung und Fallbewegung auf einer schiefen Ebene*:



• Einige **ergänzende Hinweise** zum **Trägheitsmodell** von **Galileo Galilei** (etwa 1638)

1. Bewegungsformen einer Kugel auf einer **reibungsfreien Kugelrinne** (Modell)



Im Punkt B :

Keine Geschwindigkeitsänderung, d.h. die Geschwindigkeit ist an

dieser Stelle konstant und die Bewegung damit **gleichförmig**.

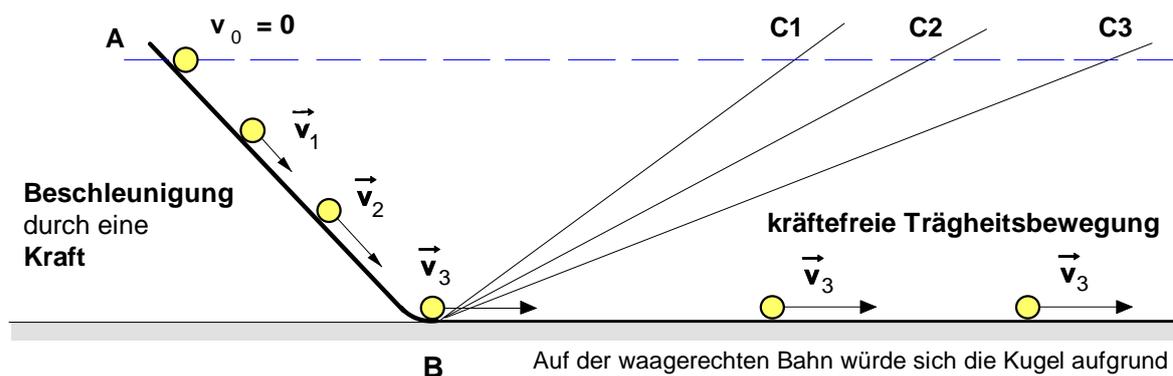
In Bewegungsrichtung wirkt **keine Kraft**, die Bewegung ist **kräftefrei**.

Ursache :

Trägheit des Körpers

2. Reibungsfreie **Kugelrinne mit verschiedenen Neigungen der rechten schiefen Ebene**

Auch wenn man die Neigung der rechten schiefen Ebene immer kleiner wählt, würde die Kugel stets wieder bis zu ihrer Anfangshöhe aufsteigen, wenn man von der Reibung absieht. Je geringer die rechte Bahn geneigt ist, desto länger werden die Bahn und die Laufzeit der Kugel und desto langsamer nimmt die Geschwindigkeit ab, d.h. die Verzögerung wird kleiner und kleiner. Neigt man die rechte Rinne schließlich so weit, daß sich eine **waagerechte Bahn** ergibt, so wäre die Verzögerung der Kugel unendlich klein, sie würde also keine Geschwindigkeitsänderung mehr erfahren und sich mit der im Punkt **B** erreichten Geschwindigkeit **v_3 gleichförmig** (d.h. mit konstanter Geschwindigkeit) und **geradlinig** weiterbewegen, ohne je zum Stillstand zu kommen, denn auch in diesem Fall hätte sie das Bestreben, wieder bis zu ihrer Anfangshöhe aufzusteigen. Da sich die Kugel auf der waagerechten Bahn nicht aufgrund einer Kraftwirkung, sondern allein durch ihre Trägheit weiterbewegt, sprechen wir in diesem Fall von einer **kräftefreien Trägheitsbewegung**.



Auf der waagerechten Bahn würde sich die Kugel aufgrund ihrer Trägheit mit der in Punkt B erreichten Geschwindigkeit **gleichförmig und geradlinig weiterbewegen**.

► Aus diesen Überlegungen folgt für den **Begriff der Kraft**:

- Ein Körper, auf den **keine Kraft** wirkt und damit **kräftefrei** ist, verharrt im Zustand der **gleichförmigen geradlinigen Bewegung** oder der **Ruhe**. (Trägheitsprinzip von Newton)
- Wenn sich ein Körper im Zustand der Ruhe oder der gleichförmigen geradlinigen Bewegung befindet, bedarf es einer **Kraft**, um diesen Zustand zu ändern. Die **Kraft** ist demnach die **Ursache** der **Bewegungsänderung** (Beschleunigung, Verzögerung oder Richtungsänderung) von Körpern.



Zeitgenössische Darstellung des etwa 1591 von Galilei in Pisa vorgeführten Fallrinnen-Experiments

Das Bild ist die Vorlage eines zu Ehren Galileis von G. Bezzuoli (1784 – 1855) gemalten Frescos im Museo Zoologico ("La Specola") von Florenz. aus: R.Sexl u.a., Das mechanische Universum, Frankfurt am Main 1980, S.16. Vgl. auch J.-P. Maury, Galileo Galilei, Ravensburg 1986, S.74.

Galileis Beschreibung des Versuchs mit der Fallrinne

Salviati: Ihr stellt in der That, als Mann der Wissenschaft, eine berechnete Forderung auf, und so muss es geschehen in den Wissensgebieten, in welchen auf natürliche Consequenzen mathematische Beweise angewandt werden; so sieht man es bei Allen, die Perspective, Astronomie, Mechanik, Musik und Anderes betreiben; diese alle erhärten ihre Principien durch Experimente, und diese bilden das Fundament des ganzen späteren Aufbaues: lasst uns es nicht für überflüssig halten, wenn wir mit grosser Ausführlichkeit diesen ersten und fundamentalen Gegenstand behandelt haben, auf welchem das immense Gebiet zahlloser Schlussfolgerungen ruht, von denen ein kleiner Theil von unserem Autor im vorliegenden Buche behandelt wird; genug, dass er den Eingang und die bisher den spekulativen Geistern verschlossene Pforte geöffnet hat. Der Autor hat es nicht unterlassen, Versuche anzustellen, und um mich davon zu überzeugen, dass die gleichförmig beschleunigte Bewegung in oben geschildertem Verhältniss vor sich gehe, bin ich wiederholt in Gemeinschaft mit unserem Autor in folgender Weise vorgegangen:

Auf einem Lineale, oder sagen wir auf einem Holzbrette von 12 Ellen Länge, bei einer halben Elle Breite und drei Zoll Dicke, war auf dieser letzten schmalen Seite eine Rinne von etwas mehr als einem Zoll Breite eingegraben. Dieselbe war sehr gerade gezogen, und um die Fläche recht glatt zu haben, war inwendig ein sehr glattes und reines Pergament aufgeklebt in dieser Rinne liess man eine sehr harte, völlig runde und glattpolirte Messingkugel laufen. Nach Aufstellung des Brettes wurde dasselbe einerseits gehoben, bald eine, bald zwei Ellen hoch; dann liess man die Kugel durch den Kanal fallen und verzeichnete in sogleich zu beschreibender Weise die Fallzeit für die ganze Strecke: häufig wiederholten wir den einzelnen Versuch, zur genaueren Ermittlung der Zeit, und fanden gar keine Unterschiede, auch nicht einmal von einem Zehnthel eines Pulsschlages. Darauf liessen wir die Kugel nur durch ein Viertel der Strecke laufen, und fanden stets genau die halbe Fallzeit gegen früher. Dann wählten wir andere Strecken, und verglichen die gemessene Fallzeit mit der zuletzt erhaltenen und mit denen von $\frac{2}{3}$ oder $\frac{3}{4}$ oder irgend anderen Bruchtheilen; bei wohl hundertfacher Wiederholung fanden wir stets, dass die Strecken sich verhielten wie die Quadrate der Zeiten: und dieses zwar für jedwede Neigung der Ebene, d.h. des Kanales, in dem die Kugel lief. Hierbei fanden wir ausserdem, dass auch die bei verschiedenen Neigungen beobachteten Fallzeiten sich genau so zu einander verhielten, wie weiter unten unser Autor dasselbe andeutet und beweist. Zur Ausmessung der Zeit stellten wir einen Eimer voll Wasser auf, in dessen Boden ein enger Kanal angebracht war, durch den ein feiner Wasserstrahl sich ergoss, der mit einem kleinen Becher aufgefangen wurde, während einer jeden beobachteten Fallzeit: das dieser Art aufgesammelte Wasser wurde auf einer sehr genauen Waage gewogen; aus den Differenzen der Wägungen erhielten wir die Verhältnisse der Gewichte und die Verhältnisse der Zeiten, und zwar mit solcher Genauigkeit, dass die zahlreichen Beobachtungen niemals merklich (di un notabile momento) von einander abwichen.

Simplicio: Wie gern hätte ich diesen Versuchen beigewohnt; aber da ich von Eurer Sorgfalt und Eurer wahrheitsgetreuen Wiedergabe überzeugt bin, beruhige ich mich und nehme dieselben als völlig sicher und wahr an.

Salviati: Nun, so können wir unsere Lektüre wieder aufnehmen und weiter gehen.

Quelle: Galileo Galilei, Unterredungen und mathematische Demonstrationen über zwei neue Wissenszweige, die Mechanik und die Fallgesetze betreffend, Leyden 1638. In deutscher Übersetzung hrsg. von Arthur v. Oettingen, Nachdruck: Darmstadt 1973, S. 162 f.

Hinweise zu den Rollen von Salviati, Sagredo und Simplicio in der Darstellung Galileis

Salviati, der im Dialog als der überlegene Gesprächsführer in Erscheinung tritt, ist in der Regel auch die Stimme **Galileis** selbst. Er ist der kluge und moderne Wissenschaftler, der unter anderem alle gegen die Erdbewegung geltend gemachten Argumente zu entkräften weiß. Zugleich ist die Wahl des Namens ein Freundesdank Galileis an seinen intimen **Schüler Filippo Salviati**, geboren am 19. Januar 1582 zu Florenz, der schon in Padua seine Vorlesungen hörte und wohl durch Galileis Einfluß schon mit 30 Jahren (1612) die ehrenvolle Ernennung als Mitglied der Accademia dei Lincei in Rom erfuhr. Zum großen Kummer Galileis starb er bereits 1614 auf einer Reise nach Spanien in Barcelona.

Sagredo nimmt als Dialogpartner die zweite Stelle ein. Durch seine präzisen Fragen und durch gutes Verständnis der Probleme trägt er wesentlich zum Gelingen der Gespräche bei. Auch er erinnert an einen guten **Freund Galileis**, an **Giovanni Francesco Sagredo**, der am 19. Juni 1571 in Venedig geboren wurde und als Senator in seiner Vaterstadt am 5. März 1620 starb. Mit Sorge hatte er Galilei von Padua scheiden sehen und ihn frühzeitig vor den Intrigen der Jesuiten gewarnt. Galilei war ihm von Herzen zugetan und hatte durch den gleichfalls frühen Tod dieses Bundesgenossen im geistigen Kampf einen herben Verlust erlitten.

Simplicio als Vertreter der **Aristoteliker** und Peripatetiker* ist eine Symbolfigur, die schon durch den Namen «der Einfache» oder gar «der Einfältige» ironisch gekennzeichnet ist. Da er der Wortführer für die Einwendungen gegen die Lehre des Kopernikus ist, sich auch gelegentlich der von den Jesuiten des Collegium Romanum aufgestellten Thesen bedient und sogar an einer Stelle wörtlich eine Entgegnung von Papst Urban VIII. vorträgt, ist es nicht verwunderlich, daß Galilei sich durch diesen «Simplicio» zusätzliche Feindschaft erworben hat. Denn für solche Anspielungen war man in Rom hellhörig, und schließlich sieht sich niemand gerne selbst in der Rolle einer durch geistige Befangenheit und Dummheit beschränkten, lächerlichen Gestalt.

Quelle: J.Hemleben, Galilei, Reinbek bei Hamburg 1981, S. 112.

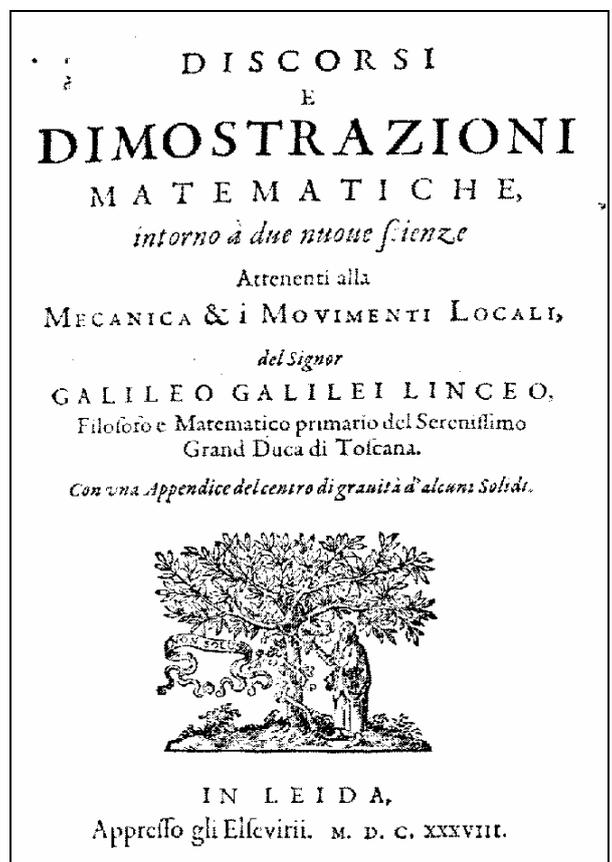
* So werden die Schüler und Anhänger des Aristoteles genannt. In den Wandelgängen [*Peripatoi*] des Lykeion-Gymnasiums wandelte Aristoteles zusammen mit seinen Schülern und lehrte sie dabei seine Philosophie.

Abb. rechts: Titelblatt des von Galilei während seiner Verbannung („Hausarrest“) zwischen 1634 bis 1637 in Arcetri verfassten und 1638 im holländischen Leyden veröffentlichten Buches **Unterredungen und mathematische Demonstrationen über zwei neue Wissenszweige, die Mechanik und die Fallgesetze betreffen** (die sog. »*Discorsi*«)



Galileis Arbeitsraum

Nachbildung im Deutschen Museum in München



- Nach **Aristoteles** besitzt jeder »schwere Körper«, wie beispielsweise ein Stein, den man vom Boden aufhebt und dann wieder loslässt, die Eigenschaft, mit einer **bestimmten**, im gleichsam »von Natur aus« eingprägten **Geschwindigkeit** zur Erde zu fallen, denn die Erde sei der »natürliche Ort« dieser Körper. Bei Körpern mit größerem Gewicht sei dieses Bestreben von »Natur aus« stärker ausgeprägt als bei leichteren. Daher fallen nach Aristoteles schwerere Körper auch rascher zur Erde als leichtere, denn ihnen sei von »Natur aus« nur eine geringere Fallgeschwindigkeit eingprägt. Diese Auffassung scheint mit unseren Erfahrungen weitgehend übereinzustimmen. So fällt gemäß unseren Alltagswahrnehmungen z.B. eine Bleikugel schneller zur Erde als eine Flaumfeder.

- Zu dieser Frage, ob schwere Körper schneller zur Erde fallen als leichte, zunächst **zwei Lehrbuchtexte** :

1. In einem weit verbreiteten Hochschullehrbuch der Experimentalphysik wird dazu festgestellt :

»Zwei gleich große Kugeln aus Aluminium und Blei, die also sehr verschiedenen Gewicht haben, lassen wir gleichzeitig aus derselben Höhe zu Boden fallen. Wir stellen fest, daß sie zur gleichen Zeit am Boden aufschlagen, wie bereits **Galilei** 1590 durch Fallversuche am schiefen Turm von Pisa festgestellt hat.« Nach einer kurzen Beschreibung eines weiteren Versuchs, demzufolge eine Flaumfeder und eine Bleikugel, die man in einem luftleer gepumpten Glasrohr gleichzeitig fallen läßt, »im gleichen Augenblick auf den Boden des Rohres aufschlagen«, kommt der Autor zum Schluß: »Wir dürfen also das **Erfahrungsgesetz** aussprechen: **Im luftleeren Raum fallen alle Körper gleich schnell.**«

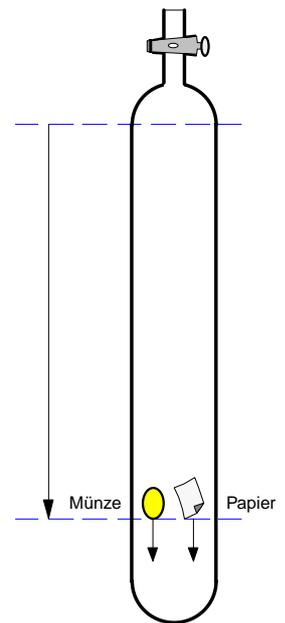
Quelle: L.Bergmann - Cl.Schaefer, Lehrbuch der Experimentalphysik, Band I, Berlin 1961, S. 33 f.

2. In einem Physikbuch für die Oberstufe heißt es dazu:

»Galilei habe - so wird berichtet - den schiefen Turm von Pisa bestiegen und von oben verschieden schwere Körper gleichzeitig hinabgeworfen. Wenngleich dies wohl eine Legende sein dürfte, so steht doch fest, daß er Fallversuche tatsächlich durchgeführt hat. Er beobachtete dabei, daß die Körper trotz ihres unterschiedlichen Gewichtes nahezu gleichzeitig den Boden erreichten. ...

Man kann **Galileis Versuch (!)** leicht wiederholen. Man nehme eine Münze und ein kleines Stück Papier und lasse sie gleichzeitig aus der gleichen Höhe zu Boden fallen. Die Münze wird schnell unten sein, während das Stück Papier sich sehr viel länger in der Luft herumtreibt. Zerknüllt man aber das Papier und rollt es zu einem kleinen Kügelchen zusammen, dann wird es fast so schnell fallen wie die Münze. Läßt man die Fallbewegung schließlich in einem **luftleer gepumpten Glasrohr** (siehe Abb. rechts) vor sich gehen, so wird man feststellen, daß die Münze und das Stück Papier mit genau der gleichen Geschwindigkeit zu Boden fallen.«

Quelle: R.Sexl u.a., Das mechanische Universum, Eine Einführung in die Physik, Band 1, Frankfurt am Main 1980, S. 15



- Um der historischen **Wahrheit** die Ehre zu geben, zwei kurze Zwischenbemerkungen:

1. **Galilei** ist am 8. Januar **1642** in Arcetri **gestorben**.
2. Die **Vakuumpumpe** wurde **1650** von dem Magdeburger Bürgermeister Otto von Guericke erfunden.

- Galileis Begründung **des »freien Falls« im Vakuum** als allgemeine Form der Fallbewegung

Salviati: ... Nachdem ich mich von der Unwahrheit dessen überzeugt hatte, daß ein und derselbe Körper in verschieden widerstehenden Mitteln Geschwindigkeiten erlange, die den Widerständen umgekehrt proportional seien, sowie von der Unwahrheit dessen, daß Körper von verschiedenem Gewicht in ein und demselben Mittel diesen Gewichten proportionale Geschwindigkeiten erlangen ... , kombinierte ich beide Erscheinungen, indem ich Körper verschiedenen Gewichtes in verschiedenen widerstehende Medien brachte, und fand, daß die erzeugten Geschwindigkeiten um so mehr von einander abwichen, als der Widerstand des Mediums größer war, und zwar in solchem Betrage, daß zwei Körper, die in der Luft nur sehr wenig verschieden fallen, im Wasser um's Zehnfache differieren können; auch kommt es vor, daß ein Körper in der Luft fällt, im Wasser dagegen schwebt, d.h. sich gar nicht bewegt, ja sogar emporsteigt. ... Angesichts dessen glaube ich, daß wenn man den Widerstand der Luft ganz aufhobe, alle Körper ganz gleich schnell fallen würden.

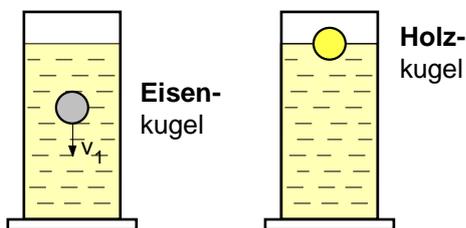
Simplicio: Das ist eine gewagte Behauptung, Herr **Salviati**. Ich meinerseits werde nie glauben, daß in ein und demselben Vakuum, wenn es in demselben eine Bewegung gibt, eine Wollflocke ebenso schnell wie Blei fallen werde.

Salviati: Nur gemacht, Herr *Simplicio*, Euer Bedenken ist nicht so begründet, und ich bin nicht um Antwort in Verlegenheit. Zu meiner Rechtfertigung und zu Eurer Belehrung hört mich an: Wir wollen die Bewegung der verschiedensten Körper in einem nicht widerstehenden Mittel untersuchen, so daß alle Verschiedenheit auf die fallenden Körper zurückzuführen wäre. Und da nur ein Raum, der völlig luftleer ist und auch keine andere Materie enthält, sei dieselbe noch so fein und nachgiebig, geeignet erscheint das zu zeigen, was wir suchen, und da wir solch einen Raum nicht herstellen können, so wollen wir prüfen, was in feineren Medien und weniger widerstehenden geschieht im Gegensatz zu anderen weniger feinen und stärker widerstehenden. Finden wir tatsächlich, daß verschiedene Körper immer weniger verschieden sich bewegen, je nachgiebiger die Medien sind, und dass schließlich, trotz sehr großer Verschiedenheit der fallenden Körper im allerfeinsten Medium der allerkleinste Unterschied verbleibt, ja eine kaum noch wahrnehmbare Differenz, dann, scheint mir, dürfen wir mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen, daß im Vakuum völlige Gleichheit eintreten werde.

Quelle: Galileo Galilei: Unterredungen und mathematische Demonstrationen über zwei neue Wissenszweige, die Mechanik und die Fallgesetze betreffend, Leyden 1638. Deutsche Übersetzung von Arthur v. Oettingen, Nachdruck: Darmstadt 1973, S. 62 und 65 f.

• Relativ willkürlich gewähltes **Zahlenbeispiel** zur **Verdeutlichung des Gedankenganges** von Galilei

1. Wasser als Medium



mittlere Fallgeschwindigkeit:

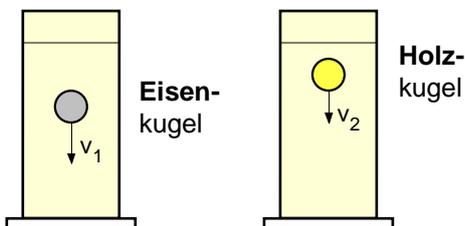
$$v_1 = 2 \text{ m/s}$$

$$v_2 = 0 \text{ m/s}$$

Geschwindigkeitsunterschied:

$$\Delta v = 2 \text{ m/s}$$

2. Luft als Medium



mittlere Fallgeschwindigkeit:

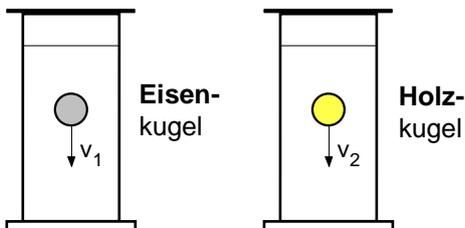
$$v_1 = 8 \text{ m/s}$$

$$v_2 = 7,5 \text{ m/s}$$

Geschwindigkeitsunterschied:

$$\Delta v = 0,5 \text{ m/s}$$

3. Vakuum



mittlere Fallgeschwindigkeit:

$$v_1 = 8,2 \text{ m/s}$$

$$v_2 = 8,2 \text{ m/s}$$

Geschwindigkeitsunterschied:

$$\Delta v = 0 \text{ m/s}$$

Fazit von Galilei:

Je dünner der Stoff (das „Medium“) ist, in dem die verschieden schweren Körper fallen, desto geringer sind die Geschwindigkeitsunterschiede.

Im völlig stofflosen, also im **leeren Raum** (Vakuum), gibt es überhaupt **keinen Unterschied** mehr, d.h. dort **fallen alle Körper gleich schnell**.

Anmerkung: Galilei spricht von der „Geschwindigkeit“ der fallenden Körper. Gemeint ist aber deren Beschleunigung. Denn was im stoffgefüllten Raum unterschiedlich ist bzw. im Vakuum gleich ist, ist **nicht** die „Geschwindigkeit“, sondern die **Beschleunigung**, mit der die verschiedenen Körper fallen. Gleichwohl hat Galilei diese Unterscheidung überhaupt erst eingeführt. Insofern ist diese Nachlässigkeit durchaus verzeihbar. Denn sie ändert auch nichts an der Substanz seiner Argumentationsweise.

Zur Chronologie der Ereignisse*

- 21. Februar 1632** Der Druck des Buches »Dialog über die beiden hauptsächlichsten Weltsysteme, das ptolemäische und das kopernikanische« ist abgeschlossen.
- 25. Juli 1632** Pater Riccardi schreibt dem Inquisitor von Florenz, er solle die Verbreitung des Dialogs verhindern.
- 23. September 1632** Papst Urban VIII. befiehlt Galilei, er solle sich innerhalb des Oktobers in Rom einfinden.
- 17. Dezember 1632** Galilei erhält eine Bescheinigung, unterschrieben von drei Ärzten, daß er sich »wegen offensichtlich drohender Lebensgefahr« nicht auf die Reise begeben könne.
- 30. Dezember 1632** Der Papst droht Galilei, falls er sich nicht unverzüglich nach Rom begeben werde, werde er ihn von einem Kommissar, begleitet von Ärzten, abholen und wenn nötig in Ketten ins Gefängnis der Heiligen Uffizien bringen lassen.
- 20. Januar 1633** Galilei macht sich endlich auf die Reise und kommt am Abend des 13. Februars - nach einer Quarantäne wegen der wütenden Pest - in Rom an. Es wird ihm erlaubt, sich in der Botschaft der Toskana anstatt in den Kerkern der Heiligen Uffizien aufzuhalten.
- 12. April 1633** Er stellt sich den Heiligen Uffizien und wird zum ersten Mal von Kardinal Bellarmin verhört.
- 30. April 1633** Er gesteht die sogenannten »Fehler« und erklärt sich bereit, dem Dialog zwei weitere Tage anzufügen (dazu wird es allerdings nie kommen), in denen er die kopernikanische Lehre widerlegt.
- 21. Juni 1633** Erneut stellt er sich den Behörden der Heiligen Uffizien und wird verhört. Diesmal wird er festgehalten.
- 22. Juni 1633** Er wird in den grossen Saal der Dominikanerkirche Santa Maria sopra Minerva geführt, wo ihm das formelle Urteil (Kerkerhaft und Verbot des Dialogs) vorgetragen wird. Daraufhin schwört Galilei ab. Er bleibt zunächst in Arrest.
- 30. Juni 1633** Der Papst erlaubt Galilei sich in das Erzbistum Siena zu begeben. Dorthin reist er am 6. Juli 1633 und lebt unter strengem Hausarrest für ein halbes Jahr als »Gast« im Palais des ihm wohlgesonnenen Erzbischofs Ascanio Piccolomini.
- 1. Dezember 1633** Der Papst erlaubt Galilei, den lebenslänglichen Hausarrest in seinem eigenem Landhaus in Arcetri bei Florenz zu verbringen.

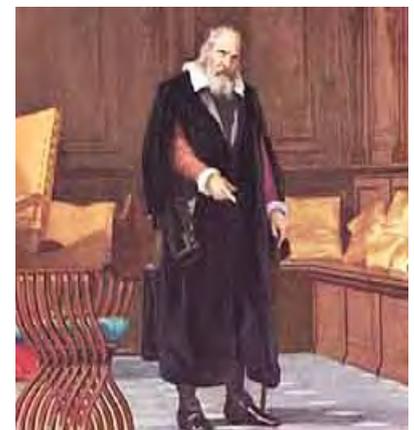
*Quelle (u.a.): [Galilei-Ausstellung ETH Zürich](#)



Titelblatt der Erstausgabe des »Dialogs über die beiden Weltsysteme« von 1632 – Das Titelblatt zeigt links Aristoteles, in der Mitte Ptolemäus und rechts Kopernikus, beide mit den unterschiedlichen Weltmodellen in den Händen.

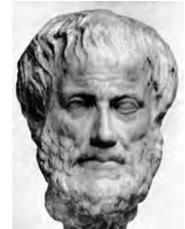
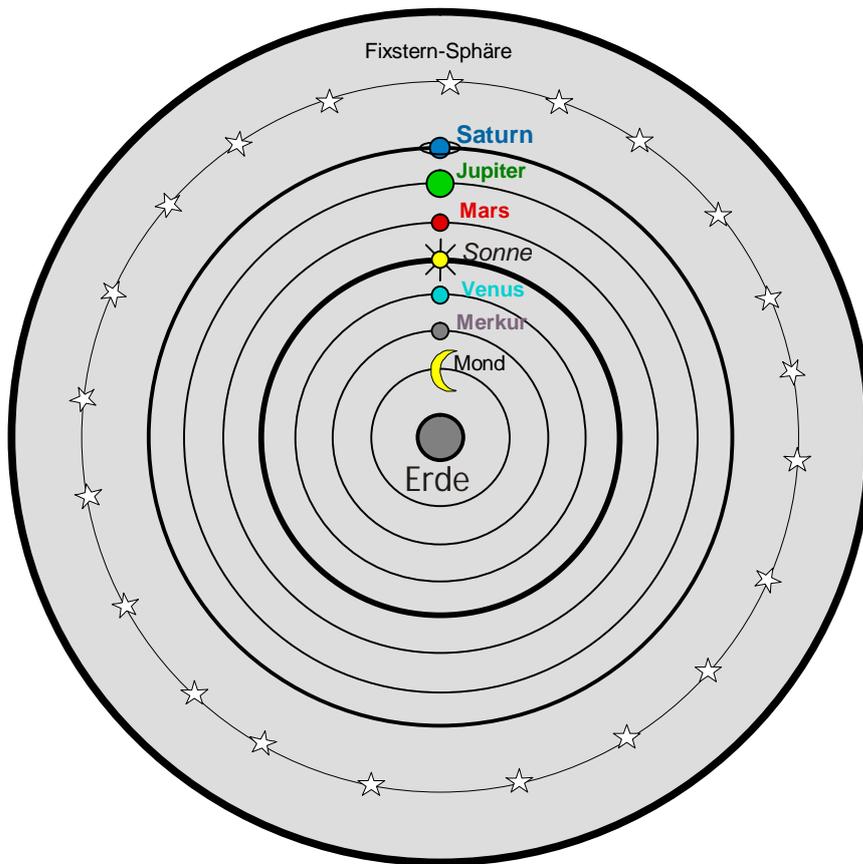


Kardinal Robert Bellarmin, der Gegenspieler von Galilei vor dem Inquisitionsgericht



Galilei während des Prozesses

Geozentrisches Weltbild: Die Erde ist der ruhende Mittelpunkt der Welt.

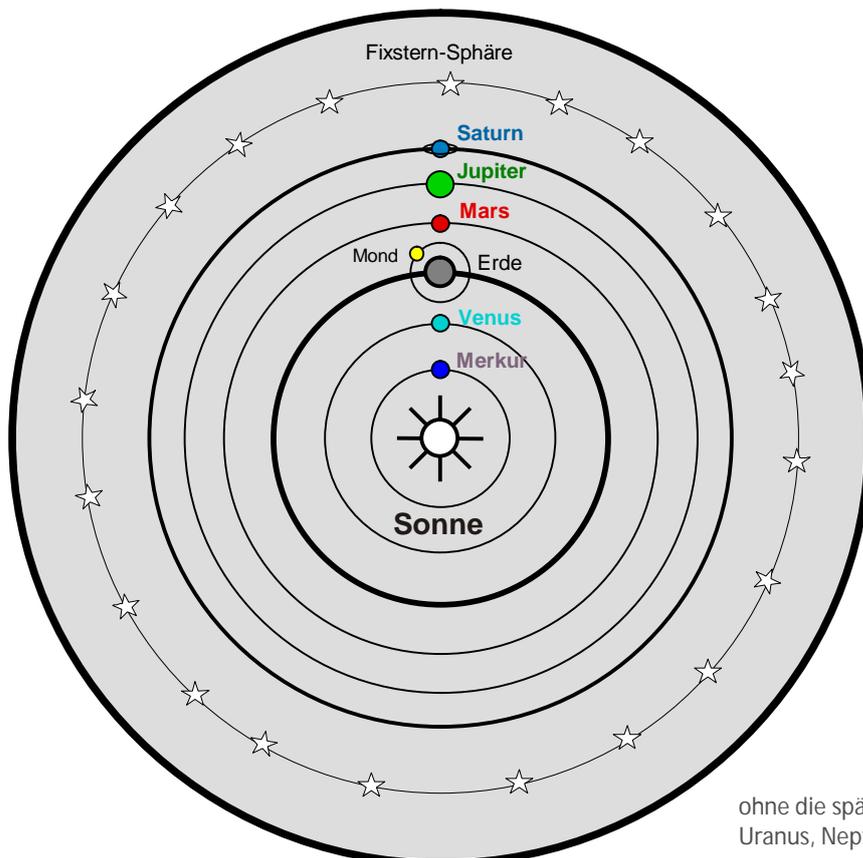


Aristoteles:
384-323



Ptolemäus:
85–165 n.Chr.

Heliozentrisches Weltbild: Die Sonne ist der ruhende Mittelpunkt der Welt.



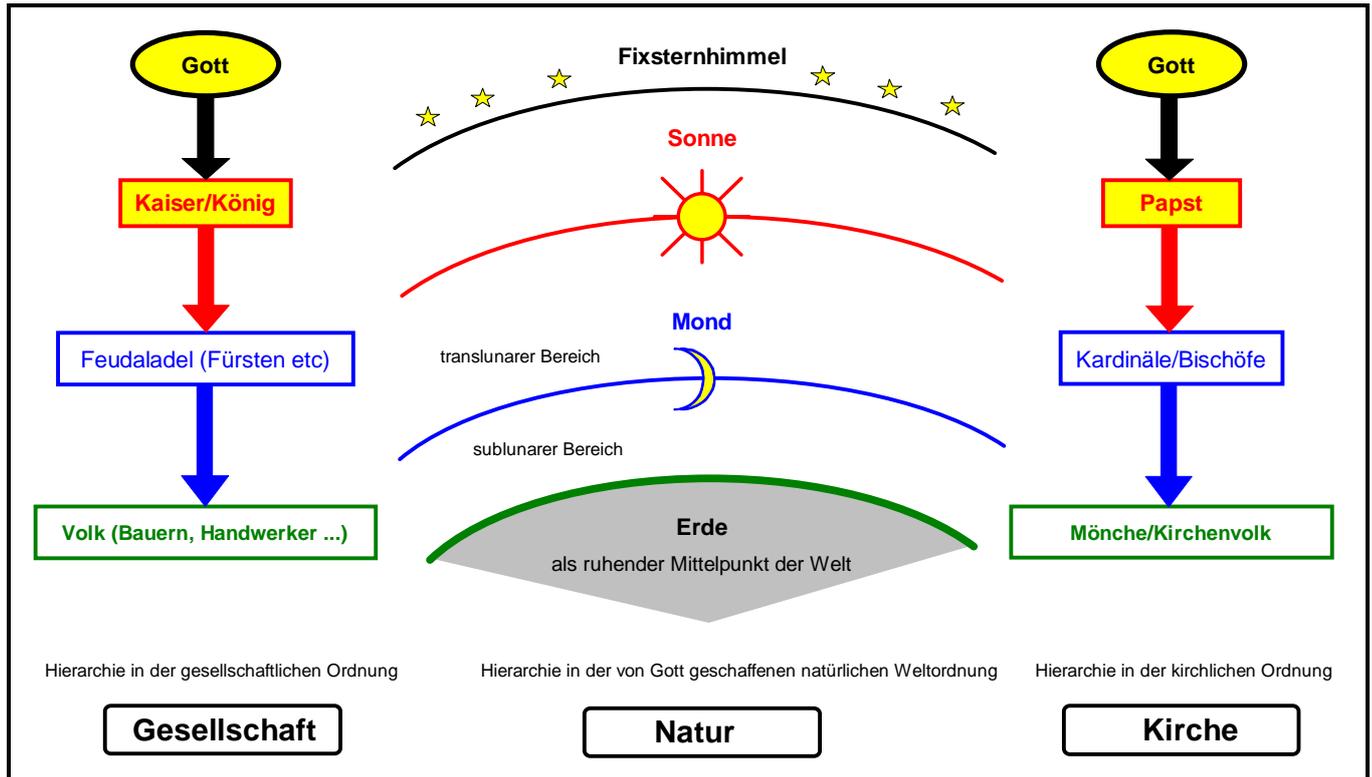
Kopernikus:
1473-1543



Galilei:
1564-1642

ohne die später entdeckten
Uranus, Neptun und Pluto

1. Schematische Darstellung der hierarchischen Ordnungen von Gesellschaft, Natur und Kirche im Mittelalter



2. Zeitgenössische Darstellungen zur gesellschaftlichen Hierarchie in der mittelalterlichen Ständegesellschaft



a)



b)

zu a) Die Ständeordnung in der 1488 erschienenen Pronostacio des Astrologen Johannes Lichtenberger: Jesus Christus weist den drei Ständen ihre Aufgaben zu: Tu supplex ora („du bete demütig!“) zum Klerus, Tu protege („du beschütze!“) zu Kaiser und Fürsten, Tuque labora („und du arbeite!“) zu den Bauern.

zu b) Darstellung der drei Stände in der handschriftlichen Chronik der Herrschaft Grüningen von 1610, verfasst vom Dättliker Pfarrer Caspar Schwerter. Symbolisch sind der «Lehrstand», der «Wehrstand» und der «Nährstand» in den Figuren eines Gelehrten, des Kaisers und eines Bauern dargestellt. Der «Gelehrte» betet für alle, der «Kaiser» streitet für alle, der «Bauer» ernährt alle.

Quelle der Bilder a) und b): [Wikipedia: Ständeordnung](https://de.wikipedia.org/wiki/St%C3%A4ndeordnung)

Abschwörungsurkunde von Galilei vom 22.Juni 1633

Ich, Galileo, Sohn des Vincenzio Galilei aus Florenz, siebenzig Jahre alt, stand persönlich vor Gericht und ich knie vor Euch Eminenzen, die Ihr in der ganzen Christenheit die Inquisitoren gegen die ketzerische Verworfenheit seid. Ich habe vor mir die heiligen Evangelien, berühre sie mit der Hand und schwöre, daß ich immer geglaubt habe, auch jetzt glaube und mit Gottes Hilfe auch in Zukunft glauben werde, alles was die heilige katholische und apostolische Kirche für wahr hält, predigt und lehrt. Es war mir von diesem Heiligen Offizium von Rechts wegen die Vorschrift auferlegt worden, daß ich völlig die falsche Meinung aufgeben müsse, daß die Sonne der Mittelpunkt der Welt ist, und daß sie sich nicht bewegt, und daß Erde nicht der Mittelpunkt der Welt ist, und daß sie sich bewegt. Es war mir weiter befohlen worden, daß ich diese falsche Lehre nie vertreten dürfe, sie nicht verteidigen dürfe und daß ich sie in keiner Weise lehren dürfe, weder in Wort noch in Schrift. Es war mir auch erklärt worden, daß jene Lehre der Heiligen Schrift zuwider sei. Trotzdem habe ich ein Buch geschrieben und zum Druck gebracht, in dem ich jene bereits verurteilte Lehre behandle und in dem ich mit viel Geschick Gründe zugunsten derselben beibringe, ohne jedoch irgendeiner Entscheidung zu gelangen. Daher bin ich der Ketzerei hohem Maße verdächtig befunden worden, darin bestehend, daß ich die Meinung vertreten und geglaubt habe, daß die Sonne Mittelpunkt der Welt und unbeweglich ist, und daß die Erde nicht Mittelpunkt ist und sich bewegt. Ich möchte mich nun vor Euren Eminenzen und vor jedem gläubigen Christen von jenem schweren Verdacht, den ich gerade näher bezeichnete, reinigen. Daher schwöre ich mit aufrichtigem Sinn und ohne Heuchelei ab, verwünsche und verfluche jene Irrtümer und Ketzereien und darüber hinaus ganz allgemein jeden irgendwie gearteten Irrtum, Ketzerei oder Sektiererei, die der Heiligen Kirche entgegen ist. Ich schwöre, daß ich in Zukunft weder in Wort noch in Schrift etwas verkünden werde, das mich in einen solchen Verdacht bringen könnte. Wenn ich aber einen Ketzer kenne, oder jemanden der Ketzerei verdächtig weiß, so werde ich ihn diesem Heiligen Offizium anzeigen oder ihn dem Inquisitor oder der kirchlichen Behörde meines Aufenthaltsortes angeben.

Ich schwöre auch, daß ich alle Bußen, die mir das Heilige Offizium auferlegt hat oder noch auferlegen wird, genauestens beachte und erfüllen werde. Sollte ich irgendeinem meiner Versprechen und Eide, was Gott verhüten möge, zuwiderhandeln, so unterwerfe ich mich allen Strafen und Züchtigungen, die das kanonische Recht und andere allgemeine und besondere einschlägige Bestimmungen gegen solche Sünder festsetzen und verkünden. Daß Gott mir helfe und seine heiligen Evangelien, die ich mit den Händen berühre.

Ich, Galileo Galilei, habe abgeschworen, geschworen, versprochen und mich verpflichtet, wie ich eben näher ausführte. Zum Zeugnis der Wahrheit habe ich diese Urkunde meines Abschwörens eigenhändig unterschrieben und sie Wort für Wort verlesen, in Rom im Kloster der Minerva am 22. Juni 1633. Ich, Galileo Galilei, habe abgeschworen und eigenhändig unterzeichnet.

Quelle: J.Hemleben, Galilei, Reinbek bei Hamburg 1969, S.7 f.

Das Urteil gegen Galilei vom 22.Juni 1633

Sie sind verdächtig, für wahr gehalten und geglaubt zu haben, daß die Sonne der Mittelpunkt der Welt ist, und daß sie sich nicht von Ost nach West bewegt, und daß die Erde sich bewegt und nicht der Mittelpunkt der Welt ist. Sie sind weiter verdächtig, zu meinen, daß man eine Meinung vertreten und als wahrscheinlich verteidigen dürfe, nachdem erklärt und festgestellt ist, daß sie der Heiligen Schrift zuwider ist. Infolgedessen sind gegen Sie alle die Verurteilungen und Strafen verwirkt, die das kanonische Recht und die anderen in Betracht kommenden allgemeinen und besonderen Vorschriften gegen solche Verbrecher vorschreiben und feststellen. Wir wollen Sie davon befreien, sofern Sie vorerst mit reinem Herzen und ungeheuchelt vor uns abschwören und jene Irrtümer und Ketzereien verwünschen und verfluchen, ebenso wie jeden anderen Irrtum und jede andere Ketzerei gegen die katholische apostolische Kirche in einer von uns vorzuschreibenden Art und Weise.

Damit aber Ihr schwerer Irrtum und Ihr schädlicher Fehltritt nicht gänzlich unbestraft bleiben und damit Sie künftig vorsichtiger sind und als abschreckendes Beispiel für andere, die ähnliche Verbrechen im Sinn haben, so verordnen wir durch öffentliches Edikt, daß der *Dialog* des Galilei verboten wird.

Sie verurteilen wir zu förmlicher Haft in diesem Heiligen Offizium nach unserem Gutdünken. Als heilsame Buße legen wir Ihnen auf, daß Sie drei Jahre lang wöchentlich einmal die sieben Bußpsalmen sprechen. Wir behalten uns das Recht vor, im ganzen oder im einzelnen die gegen Sie festgesetzten Strafen und Bußen zu verschärfen, zu verändern oder auch zu erleichtern.

Quelle: J.Hemleben, Galilei, Reinbek bei Hamburg 1969, S.131

Wird Galilei rehabilitiert?

Papst wünscht Rücknahme des kirchlichen Fehlurteils

VATIKANSTADT (ap). Der römisch-katholischen Kirche ist offenbar daran gelegen, den vor fast 350 Jahren wegen seiner modernen astronomischen Theorien als Ketzer verurteilten Galileo Galilei nachträglich Gerechtigkeit widerfahren zu lassen. Wie aus dem vatikanischen Sekretariat zu hören ist, soll der Fall Galilei mit größter Objektivität noch einmal aufgerollt werden. Dies geschehe auf ausdrücklichen Wunsch Papst Johannes Pauls II.

Bereits im vorigen Jahr hatte der Papst die Verurteilung des italienischen Naturwissenschaftlers, Mathematikers und Philosophen vom 22. Juni 1633 ein Fehlurteil genannt. Bis heute ist der Vorwurf der katholischen Kirche offiziell nicht zurückgenommen, Galilei habe das damals geltende ptolemäische Weltbild erschüttern wollen, demzufolge die Erde feststehender Mittelpunkt der Welt sei, um den sich die anderen Himmelskörper drehen.

Galilei hatte sich in einem Buch als Anhänger des Astronomen Kopernikus bekannt, der herausgefunden hatte, daß sich die Erde in Wirklichkeit mit ihren Nachbarplaneten um die Sonne dreht. "Und sie bewegt sich doch", soll Galilei gesagt haben, nachdem er vor dem Gericht seinen "ketzerischen Theorien" abschwören mußte und in seinem Landhaus bei Florenz unter lebenslangen Hausarrest gesetzt wurde.

Darmstädter Echo vom 23.10.1980

Die Erde darf um die Sonne kreisen

Papst Johannes II. rehabilitiert Galilei - Als Ketzer verurteilt

ROM (ap). Fast 360 Jahre nach der Verurteilung durch die Inquisition ist der italienische Physiker und Mathematiker Galileo Galilei von der katholischen Kirche offiziell rehabilitiert worden. Papst Johannes Paul II. bekannte am Samstag vor Mitgliedern der vatikanischen Akademie der Wissenschaften, daß die Kirche geirrt habe, als sie Galilei am 22. Juni 1633 wegen seiner Lehre verurteilte, wonach die Erde um die Sonne kreise und nicht umgekehrt, wie nach damaliger offizieller Kirchenlehre.

Galilei hatte seiner der Lehre des Kopernikus entnommenen These abschwören müssen und war zu lebenslanger Haft verurteilt worden. Sie wurde später in Hausarrest umgewandelt.

Die Erklärung des Papstes ist das Ergebnis dreizehnjähriger Beratungen und Untersuchungen einer von Johannes Paul ernannten Kommission. Die Verurteilung Galileis sei Ergebnis eines "tragischen gegenseitigen Nichtverstehens" und sei in der Folgezeit zu einem Symbol der unterstellten Ablehnung des wissenschaftlichen Fortschritts durch die Kirche geworden, sagte der Pontifex maximus in seiner Rede in der Sala rega des Apostolischen Palastes.

Die Theologen der damaligen Zeit hätten in ihrer Annahme geirrt, daß der Wortsinn der Heiligen Schrift den physischen Zustand der Welt beschreibe, sagte Johannes Paul weiter. Der Fall Galilei sei sogar ein Beispiel für die Vereinbarkeit von Wissenschaft und Religion. Man habe damals nur nicht erkannt, daß es „zwei Reiche des Wissens gibt: eins, dessen Quelle die Offenbarung ist und eins, welches der Verstand durch eigene Kraft erkennen kann“.

Der Papst mahnte die Wissenschaftler besonders in Hinblick auf Biologie und Biogenetik, bei ihrer Forschung die spirituelle Seite des Menschseins nicht zu vergessen.

Darmstädter Echo vom 2.11.1992



„Dein Vize hat dir deinen Bauplan bewilligt!“

Horst Haitzinger

Darmstädter Echo vom 2.11.1992

GALILEO GALILEI*

Von ALBERT EINSTEIN

Galileos *Dialog über die beiden hauptsächlichsten Weltsysteme* ist eine Fundgrube für jeden, der sich für die Geistesgeschichte des Westens und für deren Rückwirkung auf die ökonomische und politische Entwicklung interessiert.

Da offenbart sich ein Mann, der den leidenschaftlichen Willen, die Intelligenz und den Mut hat, sich als Vertreter des vernünftigen Denkens der Schar derjenigen entgegenzustellen, die auf die Unwissenheit des Volkes und die Indolenz der Lehrenden in Priester- und Professoren-Gewände sich stützend, ihre Machtpositionen einnehmen und verteidigen. Seine ungewöhnliche schriftstellerische Begabung erlaubt es ihm, zu den Gebildeten seiner Zeit so klar und eindrucksvoll zu sprechen, daß er das anthropozentrische und mythische Denken der Zeitgenossen überwand und sie zu einer objektiven, kausalen Einstellung zum Kosmos zurückführte, die mit der Blüte der griechischen Kultur der Menschheit verlorengegangen war.

Wenn ich dies so ausspreche, sehe ich zugleich, daß ich der weitverbreiteten Schwäche aller derer zum Opfer falle, die trunken von einer übermäßigen Verliebtheit die Statur ihrer Heroen übertrieben darstellen. Es mag sein, daß die Lähmung der Geister durch starre autoritäre Tradition des dunklen Zeitalters im siebzehnten Jahrhundert bereits so weit gemildert war, daß die Fesseln einer überlebten intellektuellen Tradition nicht mehr für die Dauer standhalten konnten – mit oder ohne Galileo.

Nun, dieser Zweifel betrifft ja nur einen Sonderfall der Frage, inwieweit der Verlauf der menschlichen Geschichte durch einzelne Individuen und deren als zufällig und einmalig empfundene Qualitäten entscheidend beeinflusst werden kann. Unsere Zeit steht solchen Auffassungen skeptischer gegenüber als das achtzehnte Jahrhundert und die erste Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts – begreiflicherweise. Denn die weitgehende Spezialisierung der Berufe und des Wissens läßt den Einzelnen gewissermaßen als „auswechselbar“ erscheinen wie den Einzelteil einer durch Massenfabrikation hergestellten Maschine.

Der Wert des »Dialogs« als Dokument ist glücklicherweise von der Stellung zu solch prekären Fragen unabhängig. Vor allem gibt der »Dialog« eine überaus lebendige und überzeugende Darstellung der herrschenden Ansichten über den Bau des Kosmos im Großen. Die im früheren Mittelalter herrschende kindliche Auffassung der Erde als einer flachen Scheibe, verknüpft mit ganz unklaren Ideen über den von den Sternen erfüllten Raum und die Bewegung der Gestirne, waren längst durch das Weltbild der Griechen, speziell durch Ideen des Aristoteles und durch die ptolemäische konsequente räumliche Auffassung der Gestirne und deren Bewegung verbessert. Das Weltbild, welches zur Zeit Galileos noch vorherrschte, war etwa folgendes:

Es gibt einen Raum, der einen bevorzugten Punkt, den Weltmittelpunkt besitzt. Die Materie – wenigstens der dichtere Teil derselben – sucht sich diesem Punkt möglichst zu nähern. Sie hat demzufolge ungefähr Kugelgestalt angenommen (Erde). Vermöge dieser Entstehung der Erde fällt der Mittelpunkt dieser Erdkugel praktisch mit dem Weltmittelpunkt zusammen. Sonne, Mond und Sterne sind, damit sie nicht nach dem Weltmittelpunkt fallen, auf (durchsichtigen) starren Kugelschalen befestigt, deren Mittelpunkt mit dem Weltmittelpunkt (oder Raummittelpunkt) zusammenfällt. Diese Kugelschalen drehen sich um den ruhenden Erdball (bzw. um den Weltmittelpunkt) mit etwas verschiedenen Winkelgeschwindigkeiten. Die Mondschaale hat den kleinsten Radius; sie umschließt alles „Irdische“. Die äußeren Schalen mit ihren Gestirnen repräsentieren die „himmlische Sphäre“, deren Objekte als ewig, unzerstörbar und unveränderlich gedacht sind, im Gegensatz zur „unteren, irdischen Sphäre“, die durch die Mondschaale umschlossen wird und alles enthält, was vergänglich, hinfällig und „sündhaft“ ist.

* Einstein schrieb dieses »Vorwort« für die amerikanische Ausgabe des *Dialogo*, die 1953 von Stillman Drake, neu übersetzt und kommentiert, herausgegeben wurde (für den ausführlichen bibliographischen Nachweis siehe S. 600 der Bibliographie am Schluß des Bandes). Einstein hat noch nach seinem Weggang aus Deutschland stets die ihm vertrautere deutsche Sprache für seine schriftlichen Aufzeichnungen bevorzugt. Auch der hier wiedergegebene Text ist die Originalfassung, welche zusammen mit einer Übersetzung in der amerikanischen Ausgabe als *Vorwort* abgedruckt wurde. Herrn Dr. Otto Nathan und dem Estate of Albert Einstein, New York, N. Y., danken wir für die Erlaubnis zum Wiederabdruck. [Anm. d. Red.]

Natürlich ist diese kindliche Konstruktion nicht den griechischen Astronomen zur Last zu legen, die sich bei ihrer Darstellung der Sternbewegungen abstrakter geometrischer Konstruktionen bedienten, die mit wachsender Genauigkeit der Gestirn-Beobachtungen immer komplizierter wurden. In Ermangelung einer Mechanik suchte man alle die komplizierten (scheinbaren) Bewegungen auf die für die denkbar einfachst gehaltene zurückzuführen, nämlich auf die gleichförmige Kreisbewegung und die Superposition solcher Bewegungen. (Die Anhänglichkeit an die Idee der Kreisbewegung als der wahrhaft natürlichen spürt man noch sehr wohl bei Galileo; sie hat es wohl verhindert, daß er das Trägheitsprinzip und dessen zentrale Bedeutung *völlig* erkannte.) Die obige Skizze stellt eine der barbarischen, primitiven Denkweise der damaligen Europäer angepaßte Vergrößerung der spätgriechischen Ideen dar, welche letztere zwar unkausal, aber doch objektiv und frei von animistischen Auffassungen waren – ein Vorzug, den man der aristotelischen Kosmologie allerdings nur bedingt zubilligen kann.

Wenn Galileo für die Lehre des Kopernikus eintrat und kämpfte, so war es ihm nicht etwa nur darum zu tun, eine Vereinfachung der Darstellung der Sternbewegungen zu erzielen. Sein Ziel war es, eine erstarrte und unfruchtbar gewordene Ideenwelt zu ersetzen durch das vorurteilslose, mühevoll Ringen um eine tiefere und konsequentere Erfassung der physikalischen und astronomischen Tatsachen.

Die Dialogform des Werkes mag zum Teil auf Platos leuchtendes Vorbild zurückzuführen sein; sie erlaubte Galileos ungewöhnlicher literarischer Begabung eine scharfe und lebendige Gegenüberstellung der Meinungen. Freilich mag auch das Bedürfnis mitgewirkt haben, es auf diese Weise zu vermeiden, in eigener Person eine Entscheidung in den strittigen Fragen treffen zu müssen, die ihn der Vernichtung durch die Inquisition ausgeliefert hätte. Es war Galileo ja sogar direkt verboten worden, für die Lehre des Kopernikus einzutreten. Der »Dialog« stellt, abgesehen von seinem bahnbrechenden sachlichen Gehalt, einen geradezu schalkhaften Versuch dar, dies Gebot scheinbar zu befolgen, sich *de facto* jedoch darüber hinwegzusetzen. Es zeigte sich aber leider, daß die heilige Inquisition für solch feinen Humor nicht das adäquate Verständnis aufzubringen vermochte.

Die Theorie der ruhenden Erde stützte sich auf die Hypothese von der Existenz eines abstrakten Weltmittelpunktes. Dieser sollte den Fall der schweren Körper an der Erdoberfläche bewirken, indem die Körper das Streben haben sollen, sich diesem Weltmittelpunkte soweit zu nähern, als es die Undurchdringlichkeit zuläßt. Dies Streben führt dann zu der annähernden Kugelgestalt der Erde.

Galileo wendet sich gegen die Einführung dieses „Nichts“ (Weltmittelpunkt), das doch auf die materiellen Dinge wirken soll; dies findet er ganz unbefriedigend.

Ferner aber macht er darauf aufmerksam, daß diese unbefriedigende Hypothese auch zu wenig leistet. Sie erklärt nämlich zwar die Kugelgestalt der Erde, aber nicht die Kugelgestalt der übrigen Himmelskörper. Die Mondphasen und die von ihm durch das neuentdeckte Fernrohr entdeckten Phasen der Venus bewiesen aber die Kugelgestalt dieser beiden Himmelskörper, die genauere Beobachtung der Sonnenflecken die Kugelgestalt der Sonne. Überhaupt war damals wohl ein Zweifel an der Kugelgestalt der Planeten und der Sterne überhaupt kaum mehr möglich.

Die Hypothese des Weltmittelpunktes war daher durch eine solche zu ersetzen, welche die Kugelgestalt der Sterne überhaupt und nicht nur der Erde verstehen läßt. Galileo sagt klar, daß dies eine Art Wechselwirkung (Bestreben gegenseitiger Näherung) der den Stern konstituierenden Materie sein muß. Diese selbe Ursache mußte nun (nach Aufgeben des Weltmittelpunktes) auch den freien Fall der Körper an der Erdoberfläche bewirken.

Ich möchte hier – in Form einer Einschaltung – darauf aufmerksam machen, daß eine weitgehende Analogie besteht zwischen Galileos Ablehnung der Setzung eines Weltmittelpunktes zur Erklärung des Fallens der Körper und der Ablehnung der Setzung des Inertialsystems zur Erklärung des Trägheitsverhaltens der Körper (welche Ablehnung der allgemeinen Relativitätstheorie zugrunde liegt). Beiden Setzungen gemeinsam ist nämlich die Einführung eines begrifflichen Dinges mit folgenden Eigenschaften:

Es ist nicht als etwas Reales gedacht, von der Art der ponderablen Materie (bzw. des „Feldes“).

Es ist maßgebend für das Verhalten der realen Dinge, ist aber umgekehrt keiner Einwirkung durch die realen Dinge unterworfen.

Die Einführung derartiger begrifflichen Elemente ist zwar vom rein logischen Gesichtspunkte nicht schlechthin unzulässig, widerstrebt aber dem wissenschaftlichen Instinkt.

Galileo erkannte auch, daß die Wirkung der Schwere auf frei fallende Körper in dem Auftreten einer vertikalen Beschleunigung von festem Werte sich manifestiere und daß dieser vertikalen Fallbewegung sich eine unbeschleunigte Horizontalbewegung superponieren lasse.

In diesen Erkenntnissen ist wenigstens qualitativ die Basis der später von Newton formulierten Theorie im wesentlichen bereits enthalten. Es fehlt aber bei Galileo erstens die allgemeine Formulierung des Trägheitsprinzips, obwohl dieses durch Grenzübergang aus den von ihm gefundenen Gesetzen des freien Falles ganz leicht zu gewinnen war. (Übergang zu verschwindender Vertikalbeschleunigung.) Es fehlte insbesondere noch die Idee, daß dieselbe Materie eines Himmelskörpers, welche an dessen Oberfläche eine Fallbeschleunigung erzeugt, auch imstande wäre, einem anderen Himmelskörper eine Beschleunigung zu erteilen, und daß solche Beschleunigungen in Verbindung mit der Trägheit Umlaufbewegungen erzeugen können. Was aber gewonnen war, war die Erkenntnis, daß die Anwesenheit von Massen (Erde) eine Beschleunigung freier Körper (an der Erdoberfläche) bewirke.

Man kann sich heute nicht mehr vorstellen, was für eine große Phantasieleistung in der klaren Bildung des Begriffes der Beschleunigung und in der Erkenntnis der physikalischen Bedeutung dieses Begriffes lag.

Mit der wohlbegründeten Ablehnung der Idee von der Existenz eines Weltmittelpunktes war auch der Idee der ruhenden Erde und überhaupt der Idee einer Sonderstellung der Erde die innere Berechtigung genommen. Die Frage, was man bei der Darstellung der Bewegung der Himmelskörper als „ruhend“ zu betrachten habe, wurde dadurch zu einer Zweckmäßigsfrage. In Anlehnung an Aristarch-Kopernikus werden die Vorteile dargelegt, die man dadurch erzielt, daß man die Sonne als ruhend annimmt (nach Galileo nicht etwa eine bloße Konvention, sondern eine Hypothese, die „wahr“ oder „falsch“ ist). Da wird natürlich angeführt, daß die Annahme der Drehung der Erde um ihre Achse einfacher ist als eine gemeinsame Drehbewegung aller Fixsterne um die Erde. Ferner wird natürlich darauf hingewiesen, daß bei Annahme der Erdbewegung um die Sonne die Bewegungen der inneren und äußeren Planeten als gleichartig erscheinen und daß die so störenden rückläufigen Bewegungen der äußeren Planeten in Wegfall kommen, bzw. durch die Erdbewegung um die Sonne erklärt werden.

So stark diese Argumente sind, besonders in Verbindung mit dem von Galileo entdeckten Umstand, daß Jupiter mit seinen Monden gewissermaßen ein kopernikanisches System in Miniatur uns vor Augen stellt, so sind doch alle diese Argumente nur qualitativer Art. Denn da wir Menschen auf der Erde festsitzen, so geben uns unsere Beobachtungen keineswegs die „wirklichen“ Bewegungen der Planeten, sondern nur die Schnittpunkte der Blickrichtungen Erde – Planet mit der „Fixstern-Sphäre“. Eine Stützung des kopernikanischen Systems, die über das Qualitative hinausging, war nur möglich, wenn die „wahren Bahnen“ der Planeten ermittelt wurden – ein fast unlösbar scheinendes Problem, das aber von Kepler zu Galileos Zeiten in wahrhaft genialer Weise gelöst wurde. Daß in Galileos Lebenswerk dieser entscheidende Fortschritt keine Spuren hinterlassen hat, ist ein groteskes Beispiel dafür, daß schöpferische Menschen oft nicht rezeptiv orientiert sind.

Große Anstrengung wird von Galileo darauf verwendet, zu zeigen, daß die Hypothese von der Dreh- und Umlaufbewegung der Erde nicht dadurch widerlegt wird, daß wir keine *mechanischen* Wirkungen dieser Bewegung wahrnehmen. Es war dies ein Vorhaben, das, genau betrachtet, mangels einer vollständigen Mechanik unlösbar war. Ich finde, daß gerade in dem Ringen mit diesem Problem Galileos Originalität sich besonders imponierend zeigt. Es ist Galileo natürlich auch wichtig zu zeigen, daß die Fixsterne so weit weg sind, daß die durch die jährliche Bewegung der Erde erzeugten Parallaxen für die damalige Meßgenauigkeit unmeßbar klein sein müssen. Auch diese Untersuchung ist genial bei aller Primitivität.

Zu seiner unrichtigen Theorie von Ebbe und Flut wurde Galileo verführt durch seine Sehnsucht nach einem mechanischen Beweis für die Erdbewegung. Die faszinierende Überlegung, welche hierüber im letzten Gespräch gegeben wird, würde wohl von Galileo selbst als nicht beweisend erkannt worden sein, wenn sein Temperament nicht mit ihm durchgegangen wäre. Ich widerstehe nur mühsam der Versuchung, darauf näher einzugehen.

Das Leitmotiv von Galileos Schaffen sehe ich in dem leidenschaftlichen Kampf gegen jeglichen auf Autorität sich stützenden Glauben. Erfahrung und sorgfältige Überlegung allein läßt er als Kriterien der Wahrheit gelten.

Wir können uns heute schwer vorstellen, wie unheimlich und revolutionär eine solche Einstellung zu Galileos Zeit erschien, in welcher der bloße Zweifel an der Wahrheit von auf bloße Autorität sich stützenden Meinungen als todeswürdiges Verbrechen betrachtet und bestraft wurde. Wir sind zwar auch heute keineswegs so weit von einer solchen Situation entfernt, als sich viele von uns schmeicheln mögen; aber der Grundsatz, daß das Denken vorurteilsfrei sein soll, hat sich inzwischen wenigstens in der Theorie durchgesetzt, und die meisten sind bereit, diesem Grundsatz Lippendienste zu leisten.

Es ist oft behauptet worden, daß Galileo insofern der Vater der modernen Naturwissenschaft sei, als er die empiristische, experimentelle Methode gegenüber der spekulativen, deduktiven Methode durchgesetzt habe. Ich denke jedoch, daß diese Auffassung genauerer Überlegung nicht standhält. Es gibt keine empirische Methode ohne

spekulative Begriffs- und System-Konstruktion; und es gibt kein spekulatives Denken, dessen Begriffe bei genauerem Hinsehen nicht das empirische Material verraten, dem sie ihren Ursprung verdanken. Solche scharfe Gegenüberstellung des empirischen und deduktiven Standpunktes ist irreleitend, und sie lag Galileo ganz ferne. Dies hängt schon damit zusammen, daß logische (mathematische) Systeme, deren Struktur völlig getrennt ist von jeglichem empirischen Gehalt, erst im neunzehnten Jahrhundert reinlich herausdestilliert wurden. Außerdem waren die Galileo zur Verfügung stehenden experimentellen Methoden so unvollkommen, daß es nur gewagter Spekulation möglich war, die Lücken in den empirischen Daten zu überbrücken. (So gab es z. B. kein Mittel, um Zeiten unter einer Sekunde zu messen.) Die Antithese Empirismus – Rationalismus erscheint bei Galileo nicht als Streitpunkt. Galileo tritt bei Aristoteles und seinen Schülern deduktiven Schlußweisen nur dann entgegen, wenn deren Prämissen ihm willkürlich oder unhaltbar erscheinen, aber er tadelt seine Gegner nicht, weil sie sich überhaupt deduktiver Methoden bedienen. Er betont an mehreren Stellen im ersten Dialog, daß auch gemäß Aristoteles jede — auch die plausibelste — Überlegung fallengelassen werden müsse, wenn sie mit empirischen Befunden unvereinbar ist. Andererseits spielt auch bei Galileo die logische Deduktion eine wichtige Rolle; seine Bemühungen sind weniger auf das „Wissen“ als auf das „Begreifen“ gerichtet. Begreifen aber ist nichts anderes, als aus einem bereits akzeptierten logischen Systeme zu folgern.

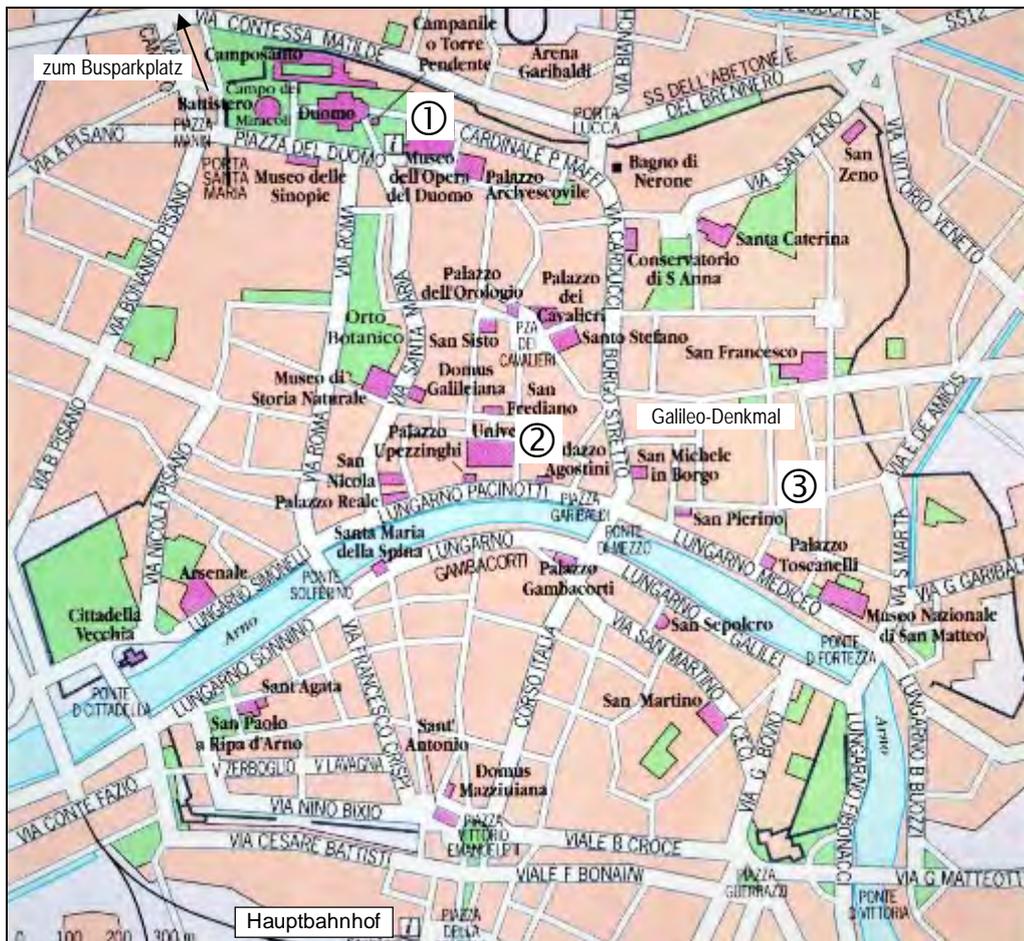
Albert Einstein Princeton, Juli 1952

Anhang II

Stadtpläne mit Besichtigungstouren und weitere Praxistipps

| | |
|---|-----------|
| Pisa | 38 |
| Besichtigungsschwerpunkte in Pisa | 38 |
| Florenz • Arcetri | 39 |
| Besichtigungsschwerpunkte in Arcetri und Florenz | 39 |
| Siena | 40 |
| Besichtigungsschwerpunkte in Siena | 40 |
| Reisebusse in den Städten: Zufahrt und Parken | 41 |
| • Pisa | 41 |
| • Florenz | 41 |
| • Siena | 41 |
| • San Gimignano | 41 |
| • Lucca | 41 |
| Zeitplan für die Studienfahrt »Auf den Spuren Galileo Galileis« (Musterbeispiel) | 42 |

Pisa



Besichtigungsschwerpunkte in Pisa

Vom *Busparkplatz* (*Parcheggio Via Pietrasantina*) aus gehen wir zum etwa 1250 m entfernten Domplatz (*Piazza del Duomo*), wo sich der Dom mit seinem weltberühmten *schiefen Glockenturm* (*Torre Pendente*) befindet.

- ① **Schiefer Turm • Dom** Auf der obersten Brüstung des Schiefen Turms können die beiden Steinkugeln besichtigt werden, mit denen **GALILEI** nach einem Bericht seines Schülers Viviani in seinen Fallexperimenten u.a. gezeigt haben soll, daß die große und schwere Kugel nicht schneller fällt als die leichtere kleine. Im Dom befindet sich neben bedeutenden Werken gotischer Bildhauerkunst auch der Hängeleuchter aus dem Jahre 1587, durch dessen Schwingungen **GALILEI** zu Studien über die Pendelbewegung und den Entwurf seines Trägheitsmodells angeregt worden sein soll. In der Taufkirche des Doms (Baptisterium) wurde **GALILEI** am 19.2.1564 getauft.

Von hier aus führt unser Weg über die *Via Santa Maria* zur *Piazza dei Cavalieri* und von dort in die *Via S. Frediano* und weiter zur *Via Curtatone e Montanara Nr. 15* zum alten Hauptgebäude der Universität zu Pisa.

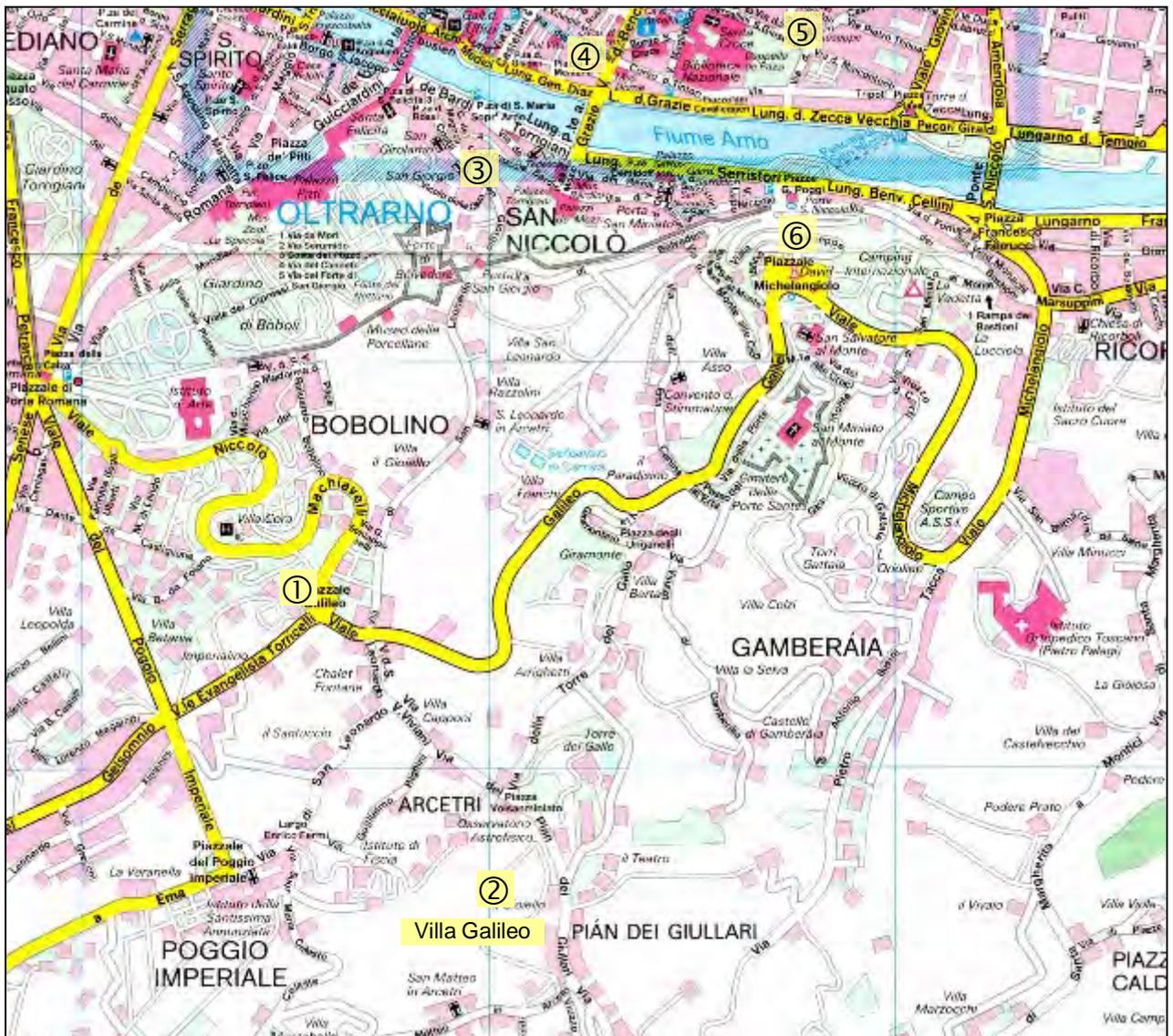
- ② **Universität** In der bereits 1343 gegründeten Universität zu Pisa studierte **GALILEI** von 1580 bis 1584 Medizin und arbeitete später von 1589 bis 1592 als Professor der Mathematik. In dieser Zeit entwickelt er in seiner Schrift »De motu« die ersten theoretischen Entwürfe seiner Fallgesetze. Wir besuchen das am 1500 errichtete alte Hauptgebäude der Universität, den *Palazzo della Sapienza* (*Palast der Weisheit*). Angelockt vom Weltruf der Pisaner Universität, deren Institute heute über die ganze Stadt verstreut sind, studieren hier über 30 000 Studenten. Die Absolventen zählen noch heute zu den besten Italiens.

Von hier aus gehen wir auf der Straße entlang des Arno (*Lungarno Pacinotti*) bis zur Brücke *Ponte di Mezzo*. Hier biegen wir links ab in die *Borgo Stretto* und folgen ihr bis zur *Via Mercanti*. An dem Eckhaus befindet sich eine Gedenktafel mit dem Hinweis, dass hier die Familie Galilei gewohnt habe. Nach einem kurzen Abstecher zu der 2020 zu Ehren Galileis eingeweihten Bronzedenkmal *Galileo Galilei Statua* auf dem *Largo Ciro Menotti* (ebenfalls direkt an der *Borgo Stretto*) begeben wir uns zum Geburtshaus von Galilei in der *Via Giuseppe Giusti 24*.

- ③ **Geburtshaus Galileis** In dem Haus *Via Giuseppe Giusti 24* wurde Galilei am 15. Februar 1564 geboren und verbrachte hier die ersten 10 Jahre seiner Kindheit.

Von hier aus gehen wir über die *Borgo Stretto* zurück zum schiefen Turm und von da aus zu unserem Treffpunkt auf dem *Busparkplatz* (*Parcheggio Via Pietrasantina*).

Florenz • Arcetri

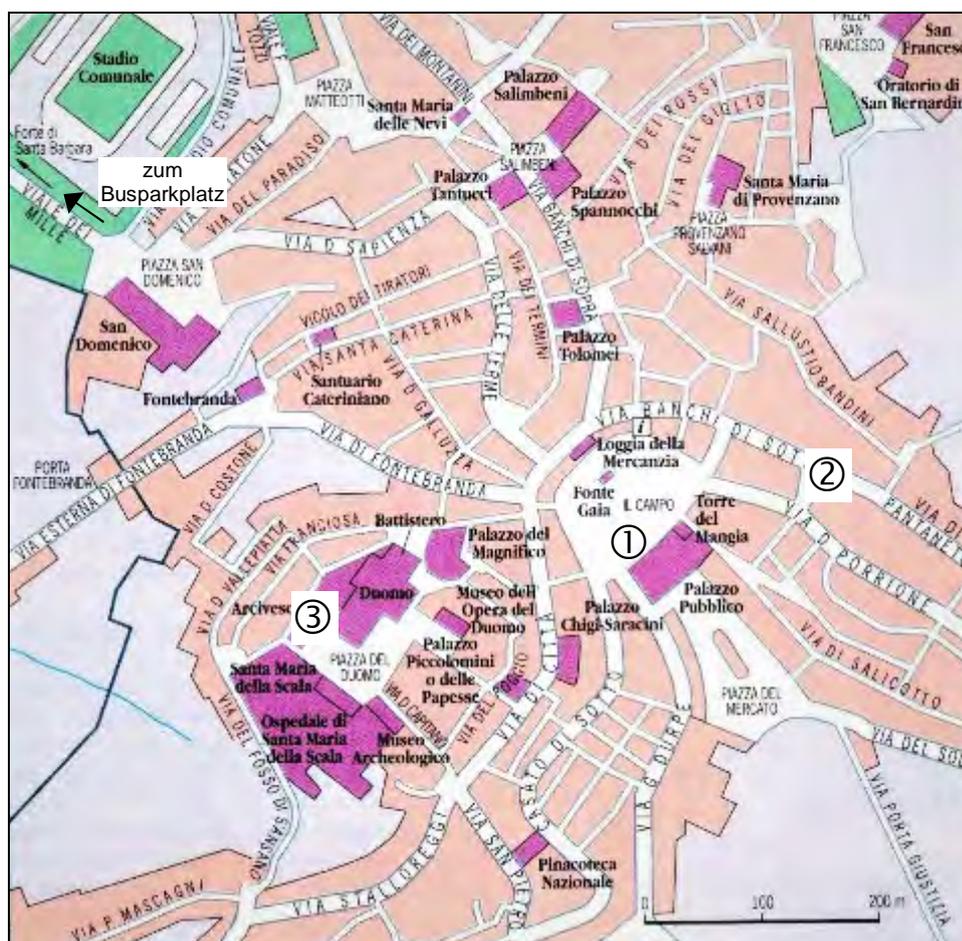


Besichtigungsschwerpunkte in Arcetri und Florenz

Wir fahren vom Checkpoint aus mit dem Bus auf der *Viale Galileo Galilei* zum Busparkplatz am *Piazzale Galileo Galilei 2*.

- ① **Piazzale Galileo Galilei:** Von hier aus laufen wir auf der *Via S. Leonardo* über die *Via Vincenzo Viviani* nach Arcetri zur *Villa Galilei* in der *Via del Pian dei Giullari Nr. 42* (ca. 1,2 km).
- ② **Villa Galileo in Arcetri:** In diesem Landhaus (Galilei nannte es *IL Gioiello, Das Juwel*) lebte Galilei unter Hausarrest nach seiner Verurteilung durch die Inquisition im Jahre 1633 bis zu seinem Tod im Januar 1642. In der Nähe befindet sich der Turm *Torre del Gallo*, von dem aus Galilei astronomische Beobachtungen gemacht haben soll, und das 1872 erbaute astronomische Observatorium.
Von hier aus gehen wir zurück auf der *Via San Leonardo* in Richtung City bis in die *Costa di San Giorgio Nr. 19*.
- ③ **Costa di San Giorgio:** Im Haus *Costa di San Giorgio Nr. 19* wohnte Galilei von 1629 bis zu seiner Verurteilung durch die Inquisition im Jahre 1633.
Von hier aus führt unser Weg weiter in Richtung Arno in die Innenstadt. Über die *Ponte Vecchio*, vorbei an den *Uffizien* gelangen wir in das *Museo Galileo* (früher *Museo di Storia della Scienza*) an der *Piazza dei Giudici*.
- ④ **Museo Galileo:** Hier sind die bedeutsamsten Instrumente von Galilei ausgestellt:
Fernrohre, Kugelrinne, Proportionalzirkel, die zerbrochene Linse, mit der er die Jupitermonde entdeckte. Die übrigen Räume beherbergen Ausstellungen mit einer Fülle wertvoller Instrumente aus der Geschichte der Naturwissenschaften.
Von hier aus gehen wir zur nahe gelegenen Grabkirche *Santa Croce*.
- ⑤ **Santa Croce (Grabkirche):** Hier befindet sich das Grabmal von Galilei, aber auch das von Michelangelo und von Machiavelli.
Von *Santa Croce* aus gehen wir über die *Ponte alle Grazie* zum *Piazzale Michelangelo* (Wegzeit mindestens 30 Minuten !!).
- ⑥ **Piazzale Michelangelo:** Hier wartet der Bus auf uns. Nach einem letzten herrlichen Blick auf Florenz starten wir pünktlich um 18:00 Uhr unsere Rückfahrt nach Viareggio.

Siena



Besichtigungsschwerpunkte in Siena

Vom Bushalteplatz auf der *Piazza della Libertà* (neben der Festung *Fortezza Medicea*) gehen wir zur *Piazza Giacomo Matteotti* und weiter über die *Via Banchi di Sopra* zur *Piazza del Campo*.

- ① **Piazza del Campo** Im Herzen der Stadt liegt einer der eindrucksvollsten Plätze des italienischen Mittelalters, die *Piazza del Campo* (kurz: "*IL Campo*"). Der in neun Abschnitte aufgefächerte muschelförmige Platz hat die Form eines antiken Theaters. Er ist Schauplatz des Palio, einem Pferderennen, das seit dem 13. Jahrhundert zweimal im Jahr (2. Juli und 16. August) stattfindet. Die Südseite des Campos wird von dem majestätischen Rathaus, dem *Palazzo Pubblico*, beherrscht. Der 102 m hohe Rathhausturm, der *Torre del Mangia*, gilt als Symbol der Städtetfreiheit.
- ② **Palazzo Piccolomini** Nach Siena reiste Galilei am 6. Juli 1633 nach seinem Prozeß in Rom. Er wohnte als "Gast" im Palast des ihm wohlgesonnenen Erzbischofs Ascanio Piccolomini in der *Via Banchi di Sotto* 57 für ein halbes Jahr unter strengem Hausarrest. Dass Galilei nach dem entwürdigenden Prozeß in Rom überhaupt noch einmal den Lebensmut fand, der ihn schließlich in Arcetri zur Vollendung seines physikalischen Hauptwerkes beflügelte, ist vor allen Dingen dem Erzbischof von Siena zu verdanken, der sich alle Mühe gab, Galilei aus seiner damaligen Verzweiflung zu reißen und ihn innerlich wieder aufzurichten.

Dieser in unmittelbarer Nähe des Campo gelegene *Palazzo Piccolomini* wurde 1469 nach Plänen von Bernardo Rossellino für Nanni Piccolomini, dem Vater von Papst Pius III., erbaut. Er ist heute Sitz des Staatsarchivs mit kostbaren alten Büchern aus dem 13. bis 16. Jahrhundert. (Bitte nicht verwechseln mit dem Palazzo Piccolomini *delle Papesse* (Palast der Päpste) in Domnähe.)
- ③ **Duomo Santa Maria** Der von 1215 bis 1376 erbaute Dom zählt zu den grandiosesten gotischen Bauten Europas und birgt reiche Schätze – von Pinturicchios farbenprächtigem Freskenzyklus bis hin zu Kunstwerken Donatellos, Nicola Pisanos und Michelangelos. Den größten Teil der prächtigen Marmorfassade gestaltete Giovanni Pisano aus Pisa. Noch überwältigender ist das Innere. Der Fußboden besteht aus 56 Feldern mit Intarsien aus buntem Marmor, die drei Kirchenschiffe sind durch mächtige schwarz und weiß gestreifte Pfeiler abgestützt. Vier Statuen am Piccolomini-Altar (4. Altar im linken Seitenflügel) stammen von Michelangelo.

Reisebusse in den Städten: Zufahrt und Parken

Die Zufahrt zu den folgenden Städten in der Toskana erfolgt auf jeden Fall über besondere Checkpoints. Dort werden in der Regel auch die Gebühren erhoben. Ob der Bus dann dort auch Parken kann, ist von der jeweiligen kommunalen Regelung abhängig. Die im Folgenden angegebenen Parkgebühren geben den Stand von 2023 wieder.

• Pisa

Der *Checkpoint Pietrasantina* ist zugleich auch der Busparkplatz in der [Via Pietrasantina](#). Von hier aus geht es zu Fuß in Richtung Innenstadt, zunächst zu dem etwa 1250 m entfernten Domplatz (*Piazza del Duomo*, der auch: *Piazza dei Miracoli* (Platz der Wunder) genannt wird) mit dem schiefen Turm (Torre Pendente). Der Busparkplatz in der *Via Fazio degli Uberti 39* ist auch der Treffpunkt für die Rückfahrt am Ende unserer Tour durch Pisa.

Die Parkgebühren für Busse betragen 200 €. Schulklassen erhalten 50% Ermäßigung. Sie muss mindestens 3 Tage vor Ankunft per Mail beantragt werden: busturistici@pisamo.it. Man kann auch versuchen, die Ermäßigung online zu beantragen: <https://bus.pisamo.net/de/ermaessigungen/>

• Florenz

In Florenz ist der Checkpoint der [Punto di ritrovo bus turistici Firenze](#) in der *Via Emilio Visconti Venosta 48-54*. Er ist nach der Autobahn-Abfahrt A1 *Firenze Sud* gut erreichbar. Hier müssen die Buspark- und Einfahrtsgebühren entrichtet werden. Von da geht die Fahrt weiter mit dem Bus in Richtung *Piazzale Michelangelo* und von da weiter auf der *Viale Galileo Galilei* zum Busparkplatz am *Piazzale Galileo Galilei*. Hier kann der Bus parken. Wir starten von hier unseren Rundgang nach Arcetri und danach zurück in die Innenstadt von Florenz. Zur Rückfahrt holt uns der Bus gegen Abend am Bushalteplatz am *Piazzale Michelangelo* wieder ab.

Die Parkgebühren für Busse betragen 300 € <https://www.feelflorence.it/de/dalle-redazioni/touristenbusse-florenz> .

• Siena

Der Checkpoint ist der [Parking Il Fagiolone](#) (erreichbar über die Autobahn-Abfahrt *Siena Süd*). Hier müssen die Buspark- und Einfahrtsgebühren bezahlt werden. Zum Busesstieg fährt man weiter zur *Piazza della Libertà* (neben der Festung *Fortezza Medicea*). Dieser Bushalteplatz ist auch der Treffpunkt für die Rückfahrt. Der Bus muss zum Parken auf einen der dafür bereitgestellten Busparkplätze parken (am Checkpoint nachfragen).

Die [Parkgebühren für Busse](#) betragen 160 €, bei Online-Buchung: 130 € <https://sigericospa.it/prenotazioni-on-line/>

• San Gimignano

Der Checkpoint für den Bus ist in der [Via Baccanella 27, 53037 San Gimignano](#). Hier ist auch der Bus-Aus- und Einstieg. Hier starten wir unseren Rundgang durch San Gimignano und treffen uns hier danach auch wieder zum Busesstieg. Der Bus muss zwischenzeitlich auf einem speziellen Busparkplatz parken.

Die Parkgebühren für Busse betragen 80 € <https://www.sangimignano.com/en/useful-information/parking-and-city-bus/>. Für Schulklassen gibt es eine Ermäßigung von 50%: <https://www.sangimignano.com/en/useful-information/group-visits/#>.

• Lucca

Der Checkpoint ist auf dem Parkplatz für Touristenbusse in der [Viale Carlo del Prete 57](#). Hier kann der Bus auch parken. Hier treffen wir uns auch wieder nach unserem Stadtrundgang.

Die Parkgebühren für Schulklassen betragen 104 €. Infos: https://www.metrosl.it/Pagine/IT/BUS_TURISTICI/Bus%20turistici/p201900020 .

Zeitplan für die Studienfahrt »Auf den Spuren Galileo Galileis« (Musterbeispiel)

Zeitplan – Studienfahrt der Klasse ... 12 vom XX. bis XX. März 2024 in die Toskana

Montag XX.03.2024

| | |
|---|------------------|
| Abfahrt ab Darmstadt Hauptbahnhof* : | 21:00 Uhr |
|---|------------------|

*Bus-Haltebuch Hauptbahnhof-Rückseite (Weststadt)

Dienstag XX.03.2024

| | | |
|---|-----|------------------|
| Ankunft in Lido di Camaiore | ca. | 09:00 Uhr |
| Zimmerverteilung und erste Ortsbesichtigung | | |
| Vorbesprechung zur Fahrt nach Pisa | | 18:15 Uhr |
| Abendessen | | 19:00 Uhr |

Mittwoch XX.03.2024

Tagesfahrt nach
Pisa

| | | |
|---------------------------------------|-----|------------------|
| Frühstück | | 08:00 Uhr |
| Abfahrt ab Hotel | | 09:00 Uhr |
| Ankunft in Pisa | ca. | 10:00 Uhr |
| Abfahrt ab Pisa | * | 17:00 Uhr |
| Vorbesprechung zur Fahrt nach Florenz | | 18:30 Uhr |
| Vortrag: Kuppel des Domes von Florenz | | 20:00 Uhr |
| Abendessen | | 19:00 Uhr |

* Endgültige verbindliche Festlegung erst vor Ort.

Donnerstag XX.03.2024

Tagesfahrt nach
Florenz

| | | |
|---|-----|------------------|
| Frühstück | | 07:30 Uhr |
| Abfahrt ab Hotel | | 08:30 Uhr |
| Ankunft in Florenz (Arcetri) | ca. | 10:30 Uhr |
| Museo Galileo | | 13:00 Uhr |
| Abfahrt ab Florenz (Piazzale Michelangelo) | | 18:00 Uhr |
| Abendessen | ca. | 20:00 Uhr |
| Vorbesprechung zur Fahrt nach Siena | | 20:30 Uhr |

* Endgültige verbindliche Festlegung erst vor Ort.

Freitag XX.03.2024

Tagesfahrt nach
Siena und S. Gimignano

| | | |
|--------------------------|-----|------------------|
| Frühstück | | 07:30 Uhr |
| Abfahrt ab Hotel | | 08:30 Uhr |
| Ankunft in Siena | ca. | 10:45 Uhr |
| Abfahrt ab Siena | * | 14:30 Uhr |
| Ankunft in San Gimignano | ca. | 15:15 Uhr |
| Abfahrt ab San Gimignano | * | 16:30 Uhr |
| Abendessen | ca. | 19:30 Uhr |

* Endgültige verbindliche Festlegung erst vor Ort.

Samstag XX.03.2024

Besuch von
Lucca oder Viareggio

| | | |
|---|--|------------------|
| Frühstück | | 08:00 Uhr |
| Zur freien Verfügung | | |
| Empfehlung: Besuch von Viareggio oder Lucca | | |
| Abendessen | | 19:00 Uhr |
| Abschlussbesprechung | | 20:00 Uhr |

Sonntag XX.03.2024

| | | |
|-------------------------------------|-------|------------------|
| Frühstück | | 08:00 Uhr |
| Zimmer räumen bis | | 10:00 Uhr |
| | | |
| Abfahrt ab Hotel | etwa* | 10:00 Uhr |
| Ankunft in Darmstadt (Hbf) : | ca. | 22:30 Uhr |

* Endgültige verbindliche Festlegung erst vor Ort.

Anhang III

»Auf den Spuren Galileis«

Präsentation zur Vorbereitung auf die Studienfahrt nach Pisa, Florenz und Siena unter besonderer Berücksichtigung biographischer Aspekte mit direkten Bezügen zum Lebensweg des Galileo Galilei.

Herzlich willkommen auf den »Spuren Galileo Galileis«

Vorbereitung auf die biographischen Aspekte der
Studienfahrt in die Toskana.

Montag, XX. März 2024:

Abfahrt mit dem Bus um
21.00 Uhr ab
Hauptbahnhof (Rückseite)

Anreise über
Basel – Como – Mailand – Parma –
La Spezia – Viareggio

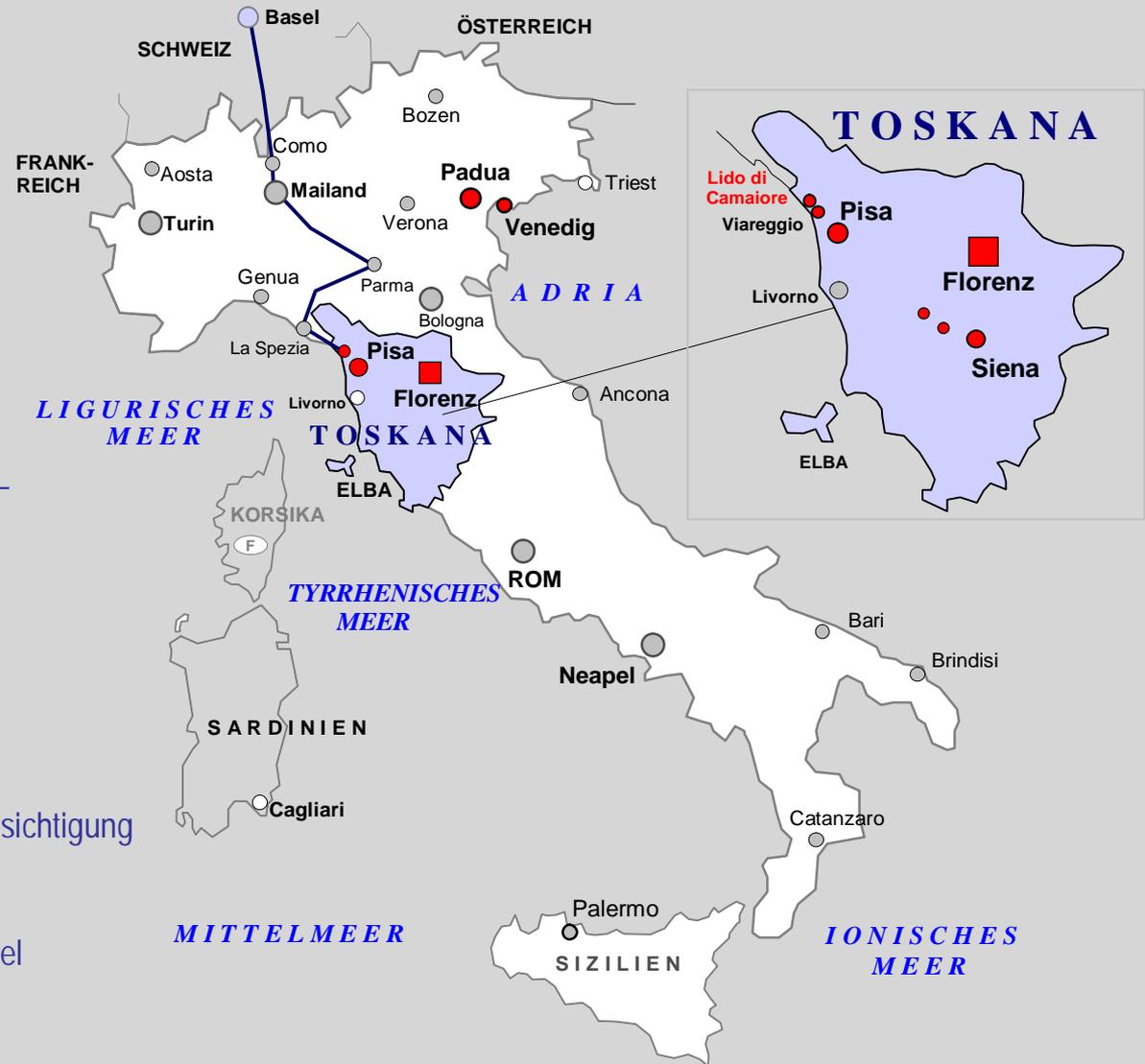
Dienstag, XX. März 2024 :

Ankunft in Lido di Camaiore :
gegen **09.00 Uhr**

Zimmerverteilung und erste Ortsbesichtigung

Vorbereitung der Fahrt nach Pisa

Gemeinsames Abendessen im Hotel



- **Mittwoch**, XX. März 2024:
Tagesfahrt nach **Pisa**
- **Donnerstag**, XX. März 2024:
Tagesfahrt nach **Florenz**
- **Freitag**, XX. März 2024:
Tagesfahrt nach **Siena**
Poggibonsi + S. Gimignano
- **Samstag**, XX. März 2024:
Empfehlung: **Lucca** oder **Viareggio**
- **Sonntag**, XX. März 2024, 10:00 Uhr:
Rückreise – **Ankunft ca. 23:00 Uhr**

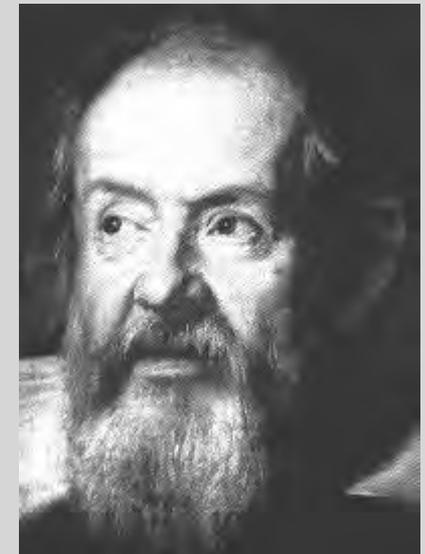


Ergänzende Informationen zu Galileo Galilei

Im Rahmen dieser Präsentation speziell zur Vorbereitung auf die Studienfahrt sollen insbesondere folgende Details herausgearbeitet werden:

- Wesentliche Stationen in der **Biographie Galileis**,
- die **Bedeutung des Wirkens von Galilei** für die Entwicklung der modernen Physik*,
- das Verhältnis von **Wahrnehmung** und **Denken** im naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozeß* sowie
- die **Funktion des Experiments** in der Physik und im naturwissenschaftlichen Unterricht*.

* Siehe dazu den Reader »Auf den Spuren Galileis – Einige ergänzende Unterrichtsmaterialien zur Vorbereitung der Studienfahrt«



Galileo Galilei
Gemälde des Holländers Justus Sustermans von 1635 (Galerie der Uffizien, Florenz)

1. Tagesfahrt: **Pisa** – Piazza dei Miracoli (Platz der Wunder)

- Baptisterium (Taufkirche)
- Dom (Duomo)
- Glockenturm (Campanile)



Pisa

1564 Galileo Galilei am 15.2.1564 in **Pisa** geboren und im Baptisterium des Domes getauft

1581 – 1585 **Studium** an der Universität zu **Pisa**

1589 – 1592 **Professor** für Mathematik an der Universität zu **Pisa**

1590/91: Experimente zu den Fallgesetzen und der Bewegung auf der Fallrinne

Erste theoretische Entwürfe zur Fallbewegung in der Schrift »*De motu*«

Padua

1592 – 1610 Professor für Mathematik an der Universität zu **Padua**

1599 : Beziehung mit **Marina Gamba**

1600 - 1606 : Geburt der 3 Kinder

1609 : Konstruktion des **Fernrohres**

1610 : Entdeckung der **Jupitermonde** und

Bekenntnis zum **Weltbild des Kopernikus**



Jupitermonde



In diesem Haus in der Borgo Stretto wohnte Galileo Galilei in seiner Jugend.

In diesem Haus in der Via Giuseppe Giusti 24 wurde Galileo Galilei am 15.2.1564 geboren.





Pisa – Baptisterium: In der Taufkirche des Domes wurde Galilei am 19.2.1564 getauft.



Pisa – Dom: Der junge Galilei beobachtet im Dom die Pendelbewegung einer Hängelampe.



Florenz

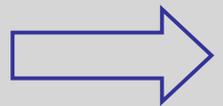
Von dem *Piazzale Galileo Galilei* (Busparkplatz) wandern wir ca. 1,2 km hoch nach **Arcetri** zur **Villa Galileo** und von dort aus wieder zurück »auf den Spuren Galileis« über die Costa di S. Giorgio in die Innenstadt von **Florenz**.



Foto: Prümm 12B1 - 2005



Foto: FOS 12B1 - 2005



Florenz

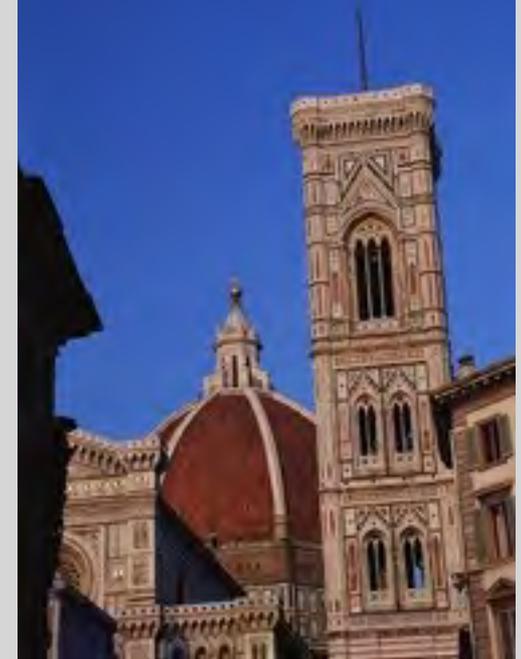
1610 – 1633 Hofmathematiker und Philosoph des Großherzogs Cosimo II. in Florenz

1632 : Veröffentlichung des »**Dialogs über die Weltsysteme**« in Florenz →

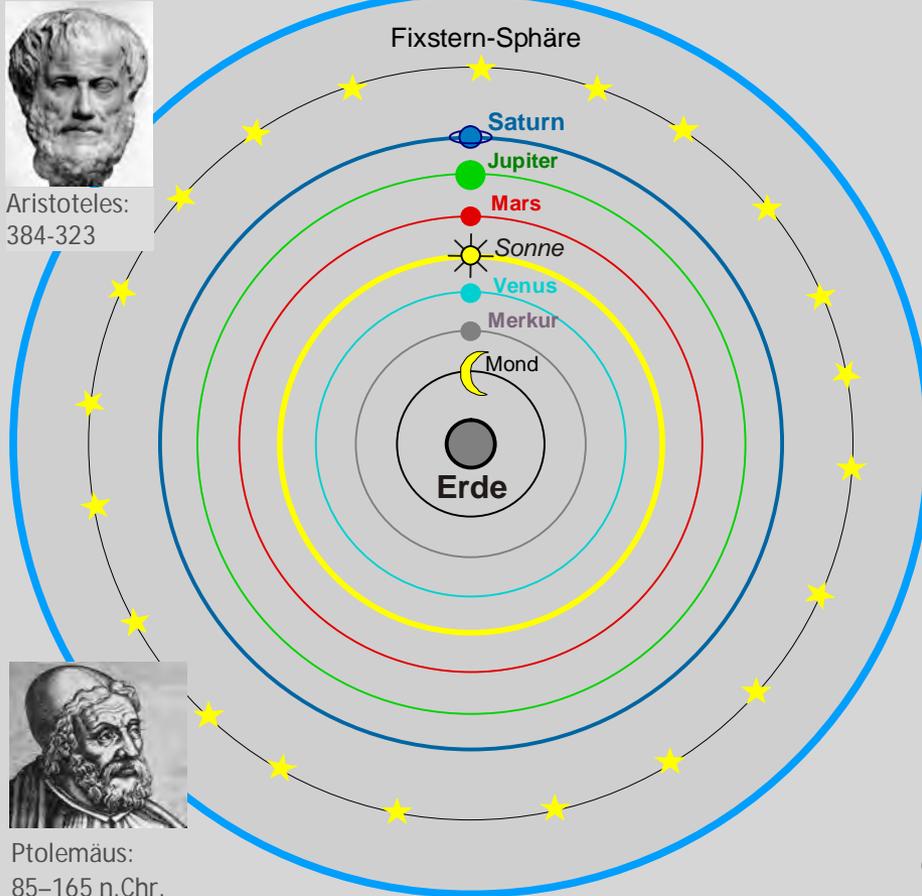
1633 :
Februar – Juni :

Prozess vor dem **Inquisitionsgericht in Rom**

Dom zu Florenz

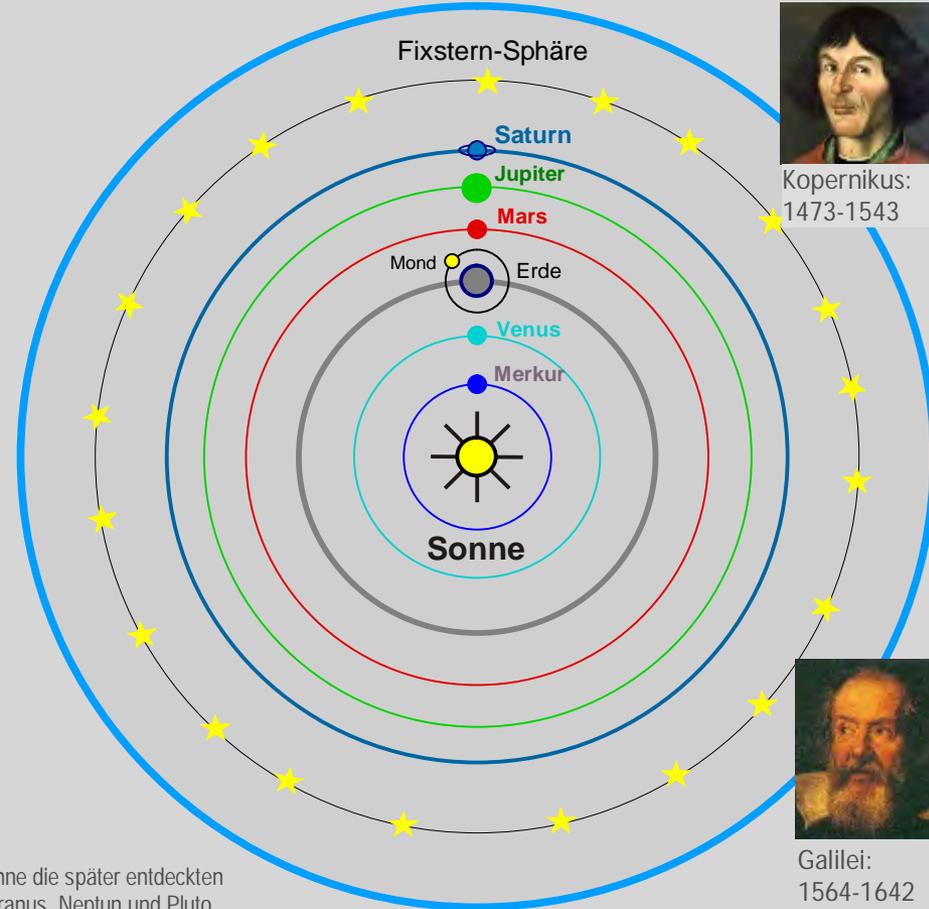


Geozentrisches Weltbild (Aristoteles + Ptolemäus)



Erde als ruhender Mittelpunkt der Welt

Heliozentrisches Weltbild (Kopernikus + Galilei)

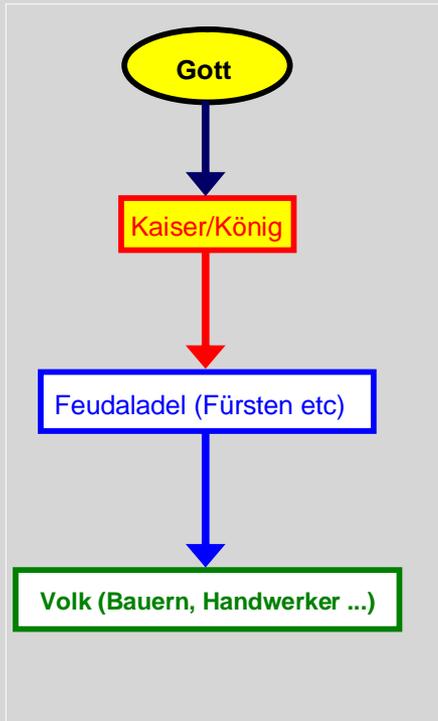


Sonne als ruhender Mittelpunkt der Welt

Das geozentrische Weltbild diente der ideologischen Rechtfertigung feudalistischer Herrschaftsformen.

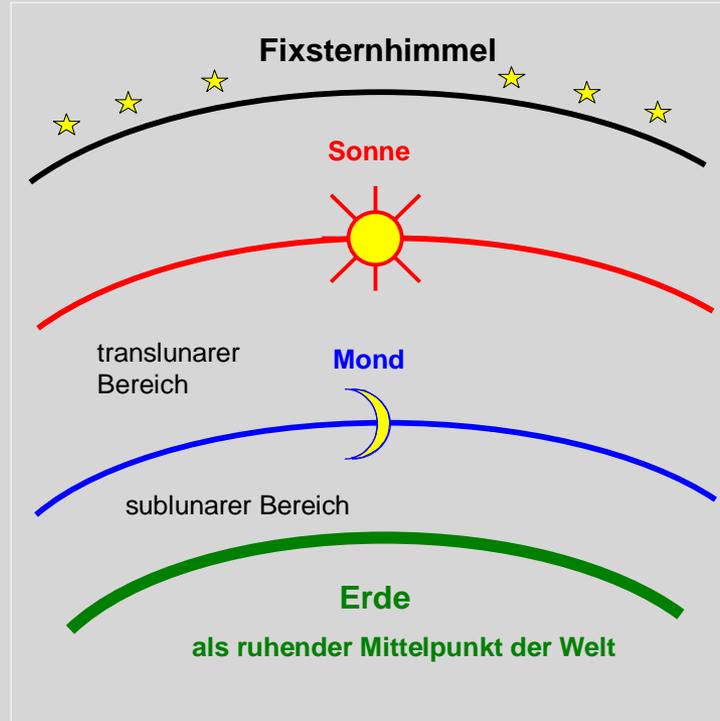
Gesellschaft

Hierarchie in der gesellschaftlichen Ordnung



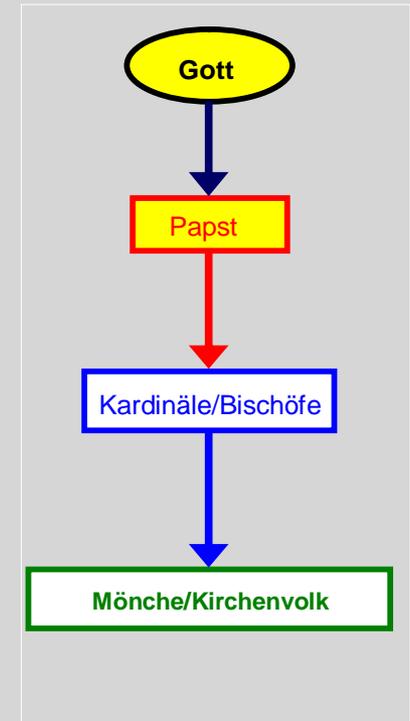
Natur

Hierarchie in der von Gott geschaffenen natürlichen Weltordnung



Kirche

Hierarchie in der kirchlichen Ordnung



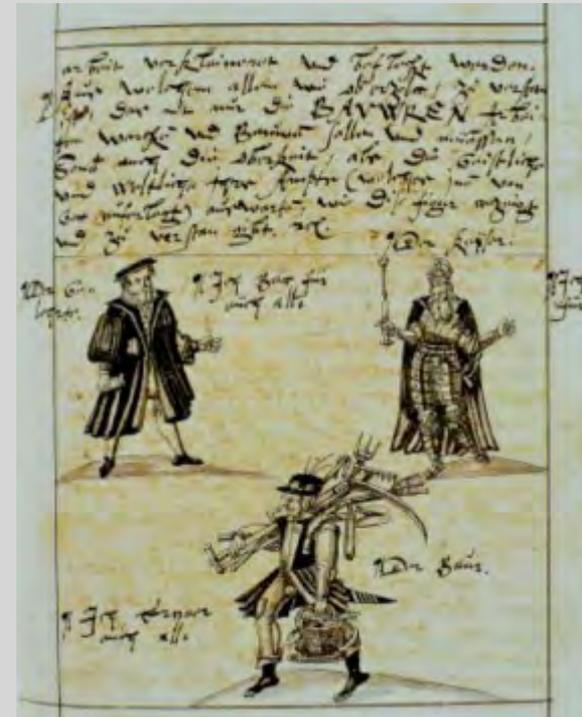
»Die säkulare Bedeutung des Umsturzes des Weltbildes durch Kopernikus lag darin, daß von ihm der Mechanismus der Planetenbewegung von dessen Erscheinung radikal unterschieden wurde.« Bulthaupt, Peter: Zur gesellschaftlichen Funktion der Naturwissenschaften, Frankfurt am Main 1973 (Suhrkamp Verlag), S. 31.

Zeitgenössische Darstellungen zur Hierarchie in der mittelalterlichen Ständegesellschaft



Jesus Christus weist den drei Ständen ihre Aufgaben zu: *Tu supplex ora* („du bete demütig!“) zum Klerus, *Tu protege* („du beschütze!“) zu Kaiser und Fürsten, *Tu que labora* („und du arbeite!“) zu den Bauern.

Ständeordnung aus der 1488 erschienenen *Pronostacio* des **Astrologen** Johannes Lichtenberger. Quelle: Wikipedia: Ständeordnung



Darstellung der drei Stände in einer handschriftlichen Chronik von 1610: Symbolisch sind der «Lehrstand», der «Wehrstand» und der «Nährstand» in den Figuren eines Gelehrten, des Kaisers und eines Bauern dargestellt. Der «Gelehrte» betet für alle, der «Kaiser» streitet für alle, der «Bauer» ernährt alle.

Quelle: Wikipedia: Ständeordnung

zurück nach Florenz

1610 – 1633 Hofmathematiker und Philosoph des Großherzogs Cosimo II. in Florenz

1632 : Veröffentlichung des »**Dialogs über die Weltsysteme**« in Florenz →

1633 :
Februar – Juni :

Prozess vor dem **Inquisitionsgericht in Rom**

Juli : Reise zum Erzbischof
Ascanio Piccolomini

nach Siena →

Dom zu Florenz

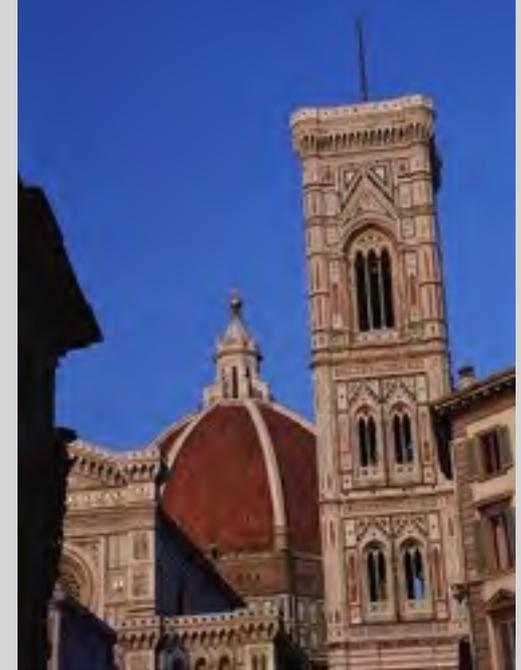




Foto: FOS 12B1 - 2003



Foto: Wikipedia

Palio di Siena

Der Palio wird zweimal jährlich im Sommer, immer am 2. Juli und am 16. August, ausgeführt.

Jede der 17 Stadtteile wird durch einen Reiter und ein Pferd repräsentiert. Beide tragen die Farben und Wappen der entsprechenden *contrada*.

Nach dem Start geht das Rennen dreimal um den Platz. Hierfür brauchen die Reiter auf ihren Pferden in der Regel ca. 100 Sekunden



Foto: Wikipedia

Siena

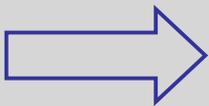
1633 Juli bis Dezember

**Aufenthalt im Palazzo Piccolomini
in der Nähe des Piazza del Campo
als Gast des ihm wohlgesonnenen
Erzbischofs Ascanio Piccolomini**

1633 : Dezember

Weiterreise nach

nach Arcetri bei Florenz



Dom in Siena: Gotische
Kathedrale erbaut von
1215 bis ca. 1370



Kathedrale Santa Maria Assuntauomo di Siena (erbaut 1215 bis 1370)



Villa Galileo in Arcetri

Hier lebte Galilei von 1633 bis zu seinem Tod 1642 unter Hausarrest.



Fotos: Prümm – 2005 mit Wetzel, Schech (12B1) und Knauff

Arcetri : Der blinde Galilei diktiert einem Schüler die »Discorsi« (ca. 1636)

Arcetri = Hausarrest von
1633 bis zu seinem Tod 1642

Galileo in the act of dictating to a young Piarist priest. Oil on canvas by Cesare Vincenzo Cantagalli, 1870 (Property of the Istituto d'Arte 'Duccio di Buoninsegna', Siena, curator Fabio Mazzieri, on loan to the Museo Amos Cassioli, Asciano) – Quelle: IMSS (Hrsg.), Sara Bonechi: *How they make me suffer...* A short biography of Galileo Galilei, Translated by Anna Teicher, Florence 2008, S. 109



Arcetri: Galilei stirbt am 8. Januar 1642 im Alter von 78 Jahren

Galilei war in seiner Todesstunde nicht allein. Sieben Menschen umgaben das Sterbebett: seine Schüler Torricelli und Viviani, sein Sohn Vincenzio und dessen Frau Sestilla, der Ortspfarrer und im Hintergrund zwei Vertreter der Inquisition. (Hemleben, S. 151)



The death of Galileo. Oil on canvas by Giovanni Lodi, 1856 (Accademia Atestina, Modena) –
Quelle: IMSS (Hrsg.), Sara Bonechi: *How they make me suffer... A short biography of Galileo Galilei*, Translated by Anna Teicher, Florence 2008, S. 116

Arcetri – Zusammenfassung

1633 – 1642 Leben unter Hausarrest in der Villa »Il Gioiello«
(später: Villa »Galilei«) in Arcetri bei Florenz

1635 : Veröffentlichung des »**Dialogs über die Weltsysteme**« in Holland

1638 : Veröffentlichung der "**Discorsi**"
in Holland

1642 : **Galilei stirbt** am 8. Januar in
Arcetri und wird in **Santa Croce** in **Florenz** beigesetzt



Villa Galileo (»Il Gioiello«) in Arcetri

(Foto: sic 23.3.2000)



und nach Galilei?

1643 **Isaac Newton** am 4. Januar Woolsthorpe geboren (**1686**: Prinzipien der Mechanik)

1835 Der »Dialogs über die Weltsysteme« wird vom Index gestrichen

1980 – 1992 Wiederaufnahme des Prozesses (1980) gegen Galilei und Rehabilitierung (1992)

Grabkirche Santa Croce

Bauzeit: 1295 – 1385 (Fassade: 1863)



Foto: FOS 12B1 - 2005

Grabmal von Galilei

seit 1736 (1642-1736: Seitenkapelle von S. Croce)



Foto: Sicars - 2005

Allgemeine Hinweise und Verhaltensregeln

Um einen reibungslosen Ablauf der Studienfahrt zu gewährleisten, sind folgende Verhaltensregeln strikt zu befolgen:

- Ein **höflicher Umgang** gegenüber allen, mit denen wir zu tun haben, ist selbstverständlich. Wir sind Gäste in einem anderen Land. Wer sich daneben benimmt, fährt nach Hause.
- Im **Hotel** ist ruhestörender Lärm zu vermeiden, Essenszeiten sind einzuhalten und der **Müll** auf den Zimmern täglich zu entsorgen.
- Während der **Busfahrten** ist der Konsum von **Alkohol** und anderen **Drogen** nicht erlaubt. Ansonsten wird **Alkohol- und Drogenmissbrauch** mit dem Ausschluss von der Fahrt geahndet.
- Der Kauf, Besitz und Gebrauch von **Softair-Waffen** ist absolut verboten.
- Nicht vergessen: **Gültiger Pass, Geld, Visum**, Auslandskrankenschein, Fahrtenprogramm, Zahnbürste

Unser Ankunftstag!!!

| | So, 18.03. | Mo, 19.03. | Di, 20.03. |
|-------------------|---|---|---|
| Tiefst-Temperatur | 7°C | 9°C | 8°C |
| Höchst-Temperatur | 17°C | 17°C | 17°C |
| Wetter |  |  |  |
| Sonnenstunden | 4 | 5 | 5 |
| Niederschlag | 30% | 20% | 30% |

Quelle: <http://www.wetteronline.de/Italien.htm>

Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit.

Weitere Informationen finden Sie unter: