

GALILEO GALILEI

Discorsi

Unterredungen und
mathematische Beweisführungen
zu zwei neuen Wissensgebieten

Übersetzt und herausgegeben von

ED DELLIAN

FELIX MEINER VERLAG
HAMBURG

Bibliographische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in
der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliographische
Daten sind im Internet über <http://portal.dnb.de> abrufbar.

ISBN 978-3-7873-2811-6

ISBN eBook: 978-3-7873-2812-3

www.meiner.de

© Felix Meiner Verlag Hamburg 2015. Alle Rechte vorbehalten.
Dies gilt auch für Vervielfältigungen, Übertragungen, Mikroverfil-
mungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen
Systemen, soweit es nicht §§ 53 und 54 URG ausdrücklich gestat-
ten. Satz: Type & Buch Kusel, Hamburg. Druck: Strauss, Mörlen-
bach. Bindung: Litges & Dopf, Heppenheim. Werkdruckpapier: alte-
rungsbeständig nach ANSI-Norm resp. DIN-ISO 9706, hergestellt
aus 100% chlorfrei gebleichtem Zellstoff. Printed in Germany.

INHALT

Einleitung des Herausgebers	VII
I. GALILAEUS IGNOTUS – Warum eine neue Ausgabe der <i>Discorsi</i> notwendig ist	VII
II. EPPUR' SI MUOVE – Galilei beweist die wirkliche Bewegung der Erde und zugleich die Wahrheits- fähigkeit des Menschen	XVII
III. Bibliographische Anmerkung	LIII

Galileo Galilei Discorsi

Widmungsschreiben an den Fürsten von Noailles	3
Der Verleger an die Leser	7
ERSTER TAG	11
ZWEITER TAG	135
DRITTER TAG	181
VIERTER TAG	271

ANHANG

[Über das Schwerezentrum mehrerer Körper]	329
---	-----

Anmerkung des Herausgebers:

Geozentrik, Heliozentrik, Kosmozentrik: Was beweist Galileis Jugendschrift »Über das Schwerezentrum mehrerer Körper«?	357
---	-----

Im Streit um Rechtsfragen oder um andere menschliche Dinge, in denen es weder Wahres noch Unwahres gibt, mag einer wohl auf seinen Scharfsinn, seine Schlagfertigkeit und seine größere Belesenheit vertrauen und hoffen, dass der in diesen Dingen Überlegene auch als der Klügere erscheinen und beurteilt werden wird; aber in den Naturwissenschaften, deren Schlüsse wahr und notwendig sind, und wo menschliche Willkür nichts vermag, muss man sich hüten, das Falsche zu verteidigen, weil tausend Männer wie Demosthenes und tausend wie Aristoteles nichts ausrichten gegen irgendeinen mittelmäßigen Kopf, der das Glück gehabt hat, die Wahrheit zu erkennen.

Galileo Galilei, *Dialogo* (1632), Erster Tag – Salviati

Die größten Wahrheiten widersprechen oft geradezu den Sinnen, ja fast immer. Die Bewegung der Erde um die Sonne – was kann dem Augenschein nach absurder sein? Und doch ist es die größte, erhabenste, folgenreichste Entdeckung, die je der Mensch gemacht hat, in meinen Augen wichtiger als die ganze Bibel.

Johann Wolfgang von Goethe, 1831 zu Kanzler von Müller

EINLEITUNG

I. GALILAEUS IGNOTUS – *Warum eine neue Ausgabe der Discorsi notwendig ist. Einige Bemerkungen über die Naturlehre Galileis, über die Zerstörung ihres Wirklichkeitsbezugs in der analytischen Mechanik des 18. Jahrhunderts, und über ihre Aktualität als Hilfsmittel zu einem realistischen Verständnis der modernen Physik.*

450 Jahre nach der Geburt Galileo Galileis und rund 375 Jahre nach dem Erscheinen von Galileis *Discorsi* in Leiden (1638) liegt dieses Buch nun in einer neuen deutschen Ausgabe vor. Die *Discorsi* sind Galileis wichtigstes Buch. Man findet darin das Fundament und den Kern der neuen anti-aristotelischen und anti-scholastischen, platonisch inspirierten, nicht *logisch*, sondern *analog*, d. h. *mit geometrischen Proportionen arbeitenden mathematischen Naturlehre* und der auf Erfahrung gegründeten anti-akademischen, *natürlichen Philosophie* (*philosophia naturalis*) der Renaissance. Fünfzig Jahre später veröffentlicht Isaac Newton 1687 in London sein Jahrtausendwerk *Philosophiae naturalis principia mathematica* in drei Büchern. In den beiden ersten Büchern stellt er (unter Zurückweisung der hypothetisch-deduktiven Philosophie des René Descartes) die neue, empirisch und experimentell arbeitende natürliche Philosophie mathematisch und systematisch als Lehre von der Bewegung vor, wobei er die euklidische Geometrie, Galileis Wissenschaftsmethode und die mit beidem gewonnenen Erkenntnisse Galileis ausdrücklich voraussetzt. Es steht außer Frage: Galileis *Discorsi* von 1638 sind die Grundlage der *Principia* Newtons und die Gründungsurkunde der neuzeitlichen Naturwissenschaft.

Galileis Buch, gegliedert in vier »Tage«, ist noch nie in einer deutschsprachigen Ausgabe erschienen, die in Form und Inhalt dem Original entsprechen würde. Die erste und bisher einzige deutsche Übersetzung, welche Ende des 19. Jahrhunderts Arthur von Oettingen vorstellte, wurde zunächst nur unter willkürlicher

Aufteilung publiziert, in »Ostwald's Klassikern der exakten Wissenschaften«, die Wilhelm Ostwald in Leipzig herausgab, verteilt auf die Oktavhefte 11 (1890), 24 (1904) und 25 (1891), jeweils begleitet von umfangreichen Erläuterungen und Anmerkungen des Übersetzers. Spätere Ausgaben haben sich darauf beschränkt, diese Teile zusammenzubinden. In der mir vorliegenden Ausgabe (Darmstadt 1973) findet man deshalb mitten im Buch (im Anschluss an Galileis »Zweiten Tag«) ein »Nachwort« des Herausgebers von Oettingen, dann 10 Seiten mit »Anmerkungen« von derselben Hand, danach erst die Übersetzung des »Dritten Tages«, woran sich weitere 19 Seiten mit solchen »Anmerkungen« anschließen. Ergänzend enthält die Ausgabe einen fünften und einen sechsten »Tag«, die man in Galileis Buch von 1638 nicht findet. Sie wurden späteren Ausgaben (nach Galileis Tod) unter Zugrundelegung von Entwürfen Galileis hinzugefügt.

Arthur von Oettingen erklärt in seinem »Nachwort«, er habe »das Original textgetreu übersetzt nach Grundsätzen, wie sie für Übertragungen dieser Art von Fr. C. Wolff in der Vorrede zu Cicero's *de Oratore*, Altona 1801, so trefflich entwickelt werden.« Aus meiner Sicht gibt es einigen Anlass zu bezweifeln, dass ihn diese Grundsätze zu einer angemessenen Wiedergabe des Originals geführt haben. Bereits die Übersetzung des (übrigens nicht von Galilei, sondern vom Verlag Elsevir formulierten) Buchtitels, wo Arthur von Oettingen den Terminus technicus »*movimenti locali*« (*örtliche Bewegungen im Raum*) eigenwillig mit »Fallgesetze« wiedergibt, wie auch seine sehr anfechtbare Übertragung einiger anderer technischer Begriffe Galileis in die Sprache der Schulphysik, hat mich veranlasst, von Oettingens Arbeit nur in Zweifelsfällen (neben anderen, insbes. der englischen Übersetzung von Stillman Drake) vergleichend zu Rate zu ziehen. Was den Buchtitel (unten S. 1) angeht, so habe ich das allgemein gebräuchliche Kürzel »*Discorsi*« (*Unterredungen*) verwendet und mir aber die Freiheit genommen, den Text des Verlags Elsevir so zu modifizieren, dass die Gegenstände der beiden im Ersten und Zweiten bzw. Dritten und Vierten Tag von Galilei vorgestellten »neuen Wissensgebiete« zumindest angedeutet sind.

Um auf die Mängel der von Oettingischen Ausgabe zurückzukommen, so ist hier der »Impetus« besonders zu nennen, der bei Galilei in Übereinstimmung mit der antiken anti-aristotelischen und christlichen Bewegungslehre des Johannes Philoponus aus dem 6. Jahrhundert als *unkörperliche übertragene Bewegungskraft* auftritt, d. h. als nicht-materielle schöpferische Bewegungs-Ursache. Ich habe, um dies klarzustellen, überall, wo Galilei (lat.) »impetus« oder (ital.) »impeto« schreibt, das Wort »Bewegungskraft« oder »Bewegungsursache« verwendet und die Adjektive »übertragen« und »unkörperlich« hinzugesetzt, wo das geboten schien, um materialistischen Fehlschlüssen vorzubeugen. Von Oettingen hingegen übersetzt »Impetus« zumeist mit »Geschwindigkeit«. Diese aber heißt bei Galilei »velocitas« bzw. »celeritas«, und sie ist ein Merkmal der von der nicht-körperlichen Ursache »Impetus« *schöpferisch erzeugten* (bzw. aufrecht erhaltenen) Bewegung als materieller *Wirkung* dieser Ursache. Von Oettingens Übersetzung unterdrückt also den nicht-materiellen Realanteil der Bewegungslehre Galileis, indem sie die Ursache mit der Wirkung gleichsetzt, was wohl nicht nur in diesem Zusammenhang ein gravierender Mangel ist.

Hinzu kommt, dass der Übersetzer von Oettingen in seinen kommentierenden Erläuterungen die – wie er schreibt – »Schwerfälligkeit« der Beweisführungen Galileo Galileis, die »überall sofort eintritt, wo [geometrische] Proportionen angesetzt werden«, durch Übertragung in die arithmetisch-algebraische und mathematisch-logische Sprache der analytischen »klassischen Mechanik« zu beseitigen versuchte, wodurch nach seiner Meinung »Beweise, die im Texte eine ganze Seite einnehmen, heutzutage mit zwei Zeilen abgetan sind.« In Wahrheit wird dabei nicht nur die geometrische Sprache der Galileischen Methode verkürzt und zerstört, sondern auch deren »synthetische« Beweiskraft, und der Bezug der Lehre Galileis zur Realität von Raum und Zeit, d. h. zur wirklichen Welt als räumlich-zeitlichem »Bezugssystem« der Bewegung, geht verloren.

An dieser Stelle sei generell davor gewarnt, Galileis Werke durch die analytische Brille der klassischen Schulmechanik zu

lesen oder seine natürliche Philosophie »logisch« verstehen zu wollen. Denn diese Philosophie, die »nuova scienza« Galileis, argumentiert nicht logisch, sondern »onto-logisch«. Das heißt, hier gilt nicht das der menschlichen Vernunft logisch Einsichtige oder »Plausible« als richtig und das »Unplausible« als falsch, sondern richtig und »wahr« ist, was *der Wahrheit und Wirklichkeit der Natur gemäß* ist, und unrichtig, was an diesem Maßstab gemessen, d. h. nach der natürlichen Erfahrung, als »absurd« erscheint. Eine Behauptung »ad absurdum führen« heißt hier also, sie an der Realität scheitern zu lassen. Die gesamte Auseinandersetzung Galileis mit der scholastischen akademischen Philosophie ist deshalb weit mehr als eine bloße Korrektur einzelner aristotelischer »Irrtümer« – etwa bezüglich der Fallgeschwindigkeit verschieden schwerer Körper: Aus der aristotelischen Hypothese, dass »die Schwere« bzw. *das Gewicht* der Körper (welches dort als Körpereigenschaft verstanden wurde) Ursache ihres Fallens sei, folgt nämlich durchaus »logisch«, also ohne Irrtum, dass dem doppelten Gewicht die doppelte Fallgeschwindigkeit entspreche. *Erst und nur an der natürlichen Erfahrung gemessen*, d. h. *onto-logisch*, erweist sich dieser logische Schluss der Aristoteliker als absurd und falsch. Gleiches gilt, wo Galilei zeigt, dass ein rechteckiges Stück Stoff, um die längere Seite zu einer breiten, kurzen Röhre geformt, weit mehr Fassungsvermögen hat, als wenn man aus demselben Stück eine schmale, hohe Röhre macht. Die Logik verführt zu dem falschen Schluss, das Fassungsvermögen müsse in beiden Fällen dasselbe sein, da doch das Stück Stoff ein und dasselbe ist. Insgesamt korrigiert also Galilei nicht einzelne Mängel der aristotelisch-scholastischen Naturphilosophie: *Er demonstriert vielmehr, dass die Anwendung der Logik und des analytischen (hypothetisch-deduktiven) Verfahrens auf die Natur zu unrealistischen, d. h. zu wirklichkeits- und wahrheitsfernen »absurden« Ergebnissen führt.* Die Sprache der Natur folgt eben nicht der menschlichen Logik – sondern, wie schon Platon lehrte, den »analogen« Prinzipien der euklidischen Geometrie und geometrischen Proportionenlehre. Die Aktualität dieser Einsicht spiegelt sich in einem Wort des angloamerikani-

schen Anthropologen und Ökologen Gregory Bateson: »The major problems in the world are the result of the difference between how Nature works and the way people think«.

Die euklidische Geometrie war für Galilei wie für alle wahren »Geometer« der Renaissance, beginnend wohl mit Nicolaus Cusanus (1401–1464), die Sprache, in der das »Buch der Natur« geschrieben ist. Wer diese Sprache nicht kennt, so schreibt Galilei in seinem Werk *Il Saggiatore* (Rom 1623), der versteht nichts und irrt umher wie in einem ausweglosen Labyrinth. Die geometrische Beweisführung ist *synthetisch*, insofern sie mit Hilfe der geometrischen Proportionenlehre (Euklid, Elemente, V. Buch), d. h. durch *Analogiebetrachtungen* (*analogia* ist das griechische Wort für Proportion) Schlüsse vom Bekannten auf das gesuchte Unbekannte zieht, so, wie das in der Elementarmathematik bis heute mit dem Dreisatz geschieht.

Dagegen operiert die *analytische Mechanik* seit ihrer Begründung durch Leonhard Euler (*Mechanica*, 1736) arithmetisch-algebraisch und strikt *analytisch*, d. h. sie leitet ihre Ergebnisse durch Deduktion mittels der mathematischen Logik »analysierend« aus vorausgesetzten Prinzipien oder Hypothesen her. Mit Euler kehrt also die Wissenschaft zur vor-galileischen Methode der Scholastik zurück. Anders als die geometrische analoge Synthese hat diese arithmetisch-analytische oder logische Methode zwangsläufig keinen Zugang zu Erkenntnissen, die nicht bereits in der jeweils vorausgesetzten Hypothese enthalten sind. Ihre Schlussfolgerungen stehen immer unter der Voraussetzung des »wenn – dann«: Nur wenn die Hypothese zutrifft, dann trifft auch die Schlussfolgerung zu. Deshalb weist Galilei der Geometrie (d. h. der analogen Methode), insoweit es um die Erkenntnis der Natur geht, hier in den *Discorsi* ausdrücklich gegenüber der Logik den Vorrang zu (durch den Mund Sagredos, siehe II, 51, 53). Indem Galilei die geometrischen Sätze *unmittelbar aus der Betrachtung der Natur herleitet*, gewinnt er das geometrische raumzeitliche »Bezugssystem« der Bewegung, relativ zu dem die absolute oder wahre oder wirkliche Bewegung erkannt werden kann: Es ist *der absolute Raum, die absolute Zeit*, und der in

Raum und Zeit *wirklich existierende Kosmos*. Ich habe deshalb Galileis zeichnerische Darstellung dieses Maß- und Bezugssystems, wie man sie im »Dritten Tag« (zu Theorem I, Lehrsatz I) findet, auf Seite XXXI besonders hergehoben. Zu beachten ist, dass »der absolute Raum« als Maßstab relativer »Räume« (spatia, »spaces«, d. h. Abstände, Strecken, Wege) *nur eine einzige »Dimension« hat*, nämlich die der *unendlichen allseitigen Ausdehnung*; dieses ganz un-aristotelische »eindimensionale« Raumverständnis Galileis (vgl. I, 84: »[...] dass es keine unendlich große Kugel geben kann, noch irgend einen anderen klar umschriebenen Körper, oder eine ebensolche Fläche, der bzw. die unendlich wäre«) war, wie der Wissenschaftshistoriker Max Jammer 1954 schreibt (Concepts of Space), schon in der Antike den Stoikern bekannt.

Diese Gründung der Bewegungslehre auf ein geometrisches Maß- und Bezugssystem aus skaliertem absolutem Raum und absoluter Zeit ignorieren und unterdrücken *ausnahmslos alle* herkömmlichen Darstellungen der Bewegungslehre Galileis, als Folge der im 18. Jahrhundert von Leibniz und Kant, im 19. von Ernst Mach und im 20. Jahrhundert von Albert Einstein verbreiteten Argumente gegen die wissenschaftliche Bedeutung und Erkennbarkeit bzw. gegen die Realität des absoluten Raumes und der absoluten Zeit, d. h. gegen die objektive Wirklichkeit überhaupt. Dass dieser Wirklichkeitsbezug bei der Neuübersetzung wiederentdeckt und als unverzichtbares Element der mathematischen Darstellung von Galileis Bewegungslehre erkannt wurde, macht diese neue Ausgabe der *Discorsi*, zumal dank der Bedeutung dieses Fundes für das Verständnis der modernen Physik, die ich andernorts mehrfach aufgezeigt habe, zu einer wissenschaftlichen Sensation.

Galilei beginnt mit einer »Definition« der absoluten *gleichförmigen Bewegung* in Raum und Zeit – mit einem Gegenstand also, der keineswegs als Phänomen handgreiflich-sinnlich erfahrbar ist, so dass man ihn wohl »transempirisch« zu nennen hat: Der (skalierte) absolute Raum und die (skalierte) absolute Zeit liegen Galileis »Lehrsatz I« als die invarianten *räumlichen und zeit-*

lichen Maßstäbe zugrunde, ohne die ein Gesetz der »absoluten« oder *wirklichen* Bewegung nicht formuliert werden könnte. Relativ zu diesen Maßstäben werden die *variablen* Räume, die ein gleichförmig-geradlinig bewegter Körper durchmisst, und die *variablen* Zeiten, die er dazu benötigt, als Messwerte bestimmt. Die diskreten Elemente dieses absoluten Raumes und dieser absoluten Zeit gehen notwendigerweise in den Lehrsatz bzw. in das Bewegungsgesetz mit ein. Galileis Lehrsatz I liegt deshalb eine *viergliedrige geometrische Proportion* (griech. *tetraktys*) zugrunde. Diese zeigt das Verhältnis der zueinander proportionalen *relativen Räume* und *relativen Zeiten*, wobei die unveränderlichen Elemente der absoluten Maßstäbe »Raum« und »Zeit« als *Proportionalitätsfaktor* fungieren: Die viergliedrige Proportion des Lehrsatzes I beschreibt also die rationale mathematische (d. h. geometrische) *Beziehung der Bewegung zu Raum und Zeit* in der Form, dass die messbaren (relativen) Räume und Zeiten einer gleichförmigen Bewegung erwiesenermaßen zueinander proportional sind, was nur möglich ist, weil auch die absoluten Maßstäbe des Raumes und der Zeit, relativ zu denen sie bestimmt werden, zueinander proportional sind.

Der Beweischarakter dieser geometrischen Proportion wird aber dann durch eine bloße Behauptung oder *Hypothese* ersetzt, wenn man, wie es in den Anmerkungen von Oettingens und in der von ihm zugrunde gelegten analytisch-algebraischen oder »klassischen« Mechanik seit Leonhard Euler überall geschieht, für diese Bewegungsform nur die zweigliedrige Beziehung »relativer (variabler) Weg durch relative (variable) Zeit« verwendet, die man als Geschwindigkeitsmaß *definiert* und dazu kurzerhand *ohne* Angabe eines Bezugssystems, d. h. ohne Realitätsbezug und *ohne Beweis* erklärt, dass eben dieses Maß »logischerweise« bei der *gleichförmigen* Bewegung *invariant* sei. Sicherlich ist diese »reduktionistische« und hypothetische, zweigliedrige Geschwindigkeitsdefinition, das elementarste »Bewegungsgesetz« der klassischen Mechanik, im Sinne von Oettingens »einfacher« als der viergliedrige synthetisch-geometrische Satz Galileis; aber dafür fehlt ihr eben dessen beweiskräftige Verbindung

mit einem bestimmten raumzeitlichen Maß- und Bezugssystem, d. h. es fehlt ihr der Bezug zu der einen, objektiven, wahren Realität oder eben zur *Wirklichkeit und Wahrheit der in Raum und Zeit existierenden »Natur«*. Hier liegt der Grund, weshalb die klassische Mechanik im Lauf des 19. Jahrhunderts ohne formal-mathematische Veränderung von ihrer nur dogmatischen Bindung an einen absoluten Raum und eine absolute Zeit gelöst werden und auf eine strikt »relativistische« (und wiederum »logische«) Perspektive (Ernst Mach 1883) reduziert und festgelegt werden konnte, in der ausschließlich *variable* Räume und Zeiten vorkommen, die dann erst bei der praktischen Anwendung *von Fall zu Fall* relativ zu beliebig angenommenen *materiellen* Bezugssystemen, nämlich *relativ zu benachbarten materiellen Objekten* bestimmt werden, ganz ebenso wie in der aristotelischen Physik. Dieser »materialistische« Ansatz führte im Weiteren zu den Relativitätstheorien Einsteins (1905, 1915), insoweit ihnen das Prinzip der »Gleichberechtigung aller (stets materiellen) Bezugssysteme« zugrunde liegt. Dass diese Entwicklung so nicht hätte stattfinden können, wenn die authentische, synthetisch-geometrische Form des realitätsbezogenen Bewegungsgesetzes Galileis und Newtons verstanden und beibehalten worden wäre, liegt auf der Hand.

Die Mangelhaftigkeit der Übersetzung von Oettingens hängt also eng mit einer jahrhundertealten reduktionistischen analytischen Fehlinterpretation der Lehre Galileis zusammen, die deren methodischem Gehalt, ihrem spezifischen Wirklichkeitsbezug und ihrem daraus folgenden Wahrheitsanspruch nicht gerecht wird. Diese »Anpassung« der Lehre Galileis an die spätere analytische oder klassische Schulmechanik wird in der Übersetzung von Oettingens im Übrigen von einer durchgreifenden Revision des barocken Satzbaues Galileis begleitet. Auch sie dient dazu, Galileis Lehre im Lichte der Schulmechanik und materialistischen »Physik« des 19. Jahrhunderts wiederzugeben, wodurch der wahre epochale Gehalt der *Discorsi* nachhaltig weiter verdunkelt wird. Ich habe, um diesen Effekt zu vermeiden, auch den Satzbau Galileis so weit wie möglich beibehalten.

DISCORSI
E
DIMOSTRAZIONI
MATEMATICHE,
intorno à due nuoue scienze

Attenenti alla
MECANICA & I MOVIMENTI LOCALI,

del Signor

GALILEO GALILEI LINCEO,

Filosofo e Matematico primario del Serenissimo
Grand Duca di Toscana.

Con una Appendice del centro di gravità d'alcuni Solidi.



IN LEIDA,
Appresso gli Elsevirii. M. D. C. XXXVIII.

GALILEO GALILEI

DISCORSI

Unterredungen
und mathematische Beweisführungen
zu zwei neuen Wissensgebieten
betreffend die mechanische Festigkeit und die
örtliche Bewegung im Raum

Mit einem Anhang
über das gemeinsame Schwerzentrum
mehrerer Körper

DEM DURCHLAUCHTIGSTEN HERRN,
DEM HERRN UND FÜRSTEN VON NOAILLES
RATGEBER SEINER ALLERCHRISTLICHSTEN MAJESTÄT,
RITTER DES ORDENS VOM HEILIGEN GEIST,
FELDMARSCHALL UND HEERFÜHRER, SENESCHALL
UND HERRSCHER VON ROERGA
UND STATTHALTER SEINER MAJESTÄT IN OVERGNA,
MEINEM HERRN UND HOCHVEREHRTEN GEBIETER.

Durchlauchtigster Herr,

ich erkenne es als Zeichen der Großmut Eurer Durchlaucht, dass es Euch gefallen hat, über dies mein Werk zu verfügen, obwohl ich (wie Ihr wisst), verwirrt und bestürzt über das unglückliche Schicksal anderer meiner Werke, für mich selbst beschlossen hatte, niemals mehr irgendwelche meiner Bemühungen zu veröffentlichen. Nur damit nicht alles davon begraben sei, habe ich mich dazu durchgerungen, eine Kopie dieses Manuskripts wenigstens für die besten Kenner der Gegenstände, die ich behandelt habe, an sicherem Ort zu verwahren, und habe mich dazu für den vor allen anderen in Betracht kommenden und ausgezeichnetsten Ort entschieden und sie in die Hand Eurer Durchlaucht gegeben, in dem sicheren Bewusstsein, dass Euch dank Eurer besonderen Zuneigung zu mir die Bewahrung meiner Forschungsergebnisse und meiner Bemühungen am Herzen liegen werde; und so habe ich auf Eurer Durchreise, bei Eurer Rückkehr aus Eurer Botschaft zu Rom, als ich Euch meine Reverenz persönlich erweisen durfte, wie ich es mehrmals schon brieflich getan habe, Eurer Durchlaucht bei dieser Begegnung die Abschrift dieser beiden Werke, die ich damals fertig gestellt

hatte, überreicht, die, wie sich zeigte, gütigst entgegengenommen wurden, um sie sogleich sicher zu verwahren und sie in Frankreich einem in diesen Wissenschaften erfahrenen Freund zur Kenntnis zu geben, damit man wisse, dass ich, wenn ich auch schweige, dennoch nicht mein Leben in gänzlichem Müßiggang verbringe. Als ich später daranging, weitere Kopien nach Deutschland, Flandern, England, Spanien, und vielleicht auch an einen gewissen Ort in Italien zu verschicken, wurde mir völlig überraschend vom Verlag Elsevir mitgeteilt, dass sie diese meine Arbeiten bereits in der Presse hätten und ich deshalb über die Widmung entscheiden und meinen Vorschlag hierfür unverzüglich dorthin übermitteln solle. Bewegt von dieser nicht vorhergesehenen und unerwarteten Nachricht bin ich selbst zu dem Schluss gekommen, dass der Wunsch Eurer Durchlaucht, meinen Namen wieder aufzurichten und meine Schriften zu verbreiten, dafür gesorgt hat, dass sie in die Hände jener Verleger gelangt sind, welche, da sie schon andere meiner Werke veröffentlicht haben, mich ehren wollen, indem sie diese unter ihrer hervorragenden und kunstvollsten Presse ans Licht bringen. Auf solche Weise also geschieht es, dass meine Schriften nicht in Vergessenheit geraten; sie haben das Glück gehabt, vor dem Urteil eines so weisen klugen Richters zu bestehen, welcher, weit hinaus über das außerordentlich glückliche Zusammentreffen so vieler Tugenden, deretwegen Eure Durchlaucht von allen bewundert wird, mit unvergleichlicher Großmut auch im Dienst des allgemeinen Wohls, dem zu nützen man diese meine Werke für würdig hält, beschlossen hat, ihren Verschluss und den über sie verhängten schmachvollen Bann aufzuheben. Da nun die Dinge so liegen, gebührt sich, dass ich in jeder gebotenen Weise mich für die Erfahrung des Wohlwollens Eurer Durchlaucht dankbar zeige, die Ihr es zu Eurer Herzensangelegenheit gemacht habt, meinen Ruf zu mehren, indem Ihr diese Werke ihre Flügel frei unter dem offenen Himmel entfalten lasst, während mir doch alles dafür zu sprechen schien, dass sie auf engstem Raum weggesperrt bleiben würden. Um all dessentwillen schickt es sich sehr, dass ich Eurem Namen, Durchlauchtigster Herr, diese Frucht

meines Geistes widme und weihe. Dazu drängt mich nicht nur die Summe meiner Verbindlichkeiten Euch gegenüber, sondern auch das Interesse, Eure Durchlaucht für die Verteidigung meines Rufes gegen alle, die ihn beschädigen wollen, in die Pflicht zu nehmen (wenn ich so sagen darf), alldieweil Ihr mich nun zu meinen Gegnern in den Ring gestellt habt. Damit, indem ich mich unter Eure Fahne und Euren Schutz begeben, verbeuge ich mich untertänigst, und wünsche Euch als Gegengabe für diese Eure Gnadenerweise den Gipfel allen Glücks und aller Größe.

In Arcetri, den 6. März 1638.

Eurer Durchlaucht
ergebenster Diener

GALILEO GALILEI

DER VERLEGER AN DIE LESER

Das bürgerliche Leben beruht auf der gegen- und wechselseitigen Hilfe, welche die Menschen einander leisten, und weil dazu in erster Linie die Anwendung der Künste und Wissenschaften dient, so wurden die Erfinder auf diesen Gebieten immer sehr geachtet und in der weisen Antike hoch verehrt. Und je hervorragender oder nützlicher jede neue Erfindung sich zeigte, desto größeres Lob und Ehre wurde den Erfindern zuteil, bis hin zu ihrer Vergötterung (da ja die Menschen in allgemeiner Übereinstimmung durch ein solches Zeichen höchster Verehrung die Erinnerung an die Urheber ihres Wohlstands zu verewigen suchen). Gleichfalls verdienen diejenigen, welche durch die Schärfe ihres Verstandes die bereits erkannten Dinge weiter verbessert haben, indem sie die Fehler und Irrtümer vieler Gelehrter und etlicher Lehrsätze aufdeckten, welche namhafte Geister so verbreitet hatten, dass sie durch viele Jahrhunderte für wahr gehalten wurden, hohes Lob und Bewunderung; und zwar in Anbetracht dessen, dass das Lob, welches solche Entdeckungen verdienen, den Entdeckern auch dann gebührt, wenn sie nur das Falsche beseitigt haben, ohne die Wahrheit an seine Stelle zu setzen, die ja so überaus schwer zu finden ist, gemäß dem bekannten Satz der Redner: *Ob dass ich doch ebenso leicht die Wahrheit finden könnte, wie ich vom Falschen überzeugen kann.* Und in der Tat gebührt dieses Lob den uns vorausgegangenen Jahrhunderten, in denen die wieder entdeckten Künste und Wissenschaften der Antike durch die Leistungen äußerst scharfsinniger Geister nach vielen Prüfungen und Erfahrungen mit großer Genauigkeit unter fortschreitender Verbesserung wiederhergestellt wurden. Das sieht man insbesondere in den mathematischen [exakten] Wissenschaften, in denen (neben anderen, die sich damit zu ihrem großen Verdienst erfolgreich beschäftigt haben) unserem Herrn Galileo Galilei, Mitglied der Akademie der Luchse, unbestritten und unter dem Beifall und mit allgemeiner Anerkennung der

Experten verdienstermaßen der höchste Rang zukommt, sei es, weil er die Widersprüchlichkeit vieler Sätze im Hinblick auf verschiedene Schlussfolgerungen durch zwingende Beweisführungen aufzeigt (wie sie in seinen schon publizierten Werken vielfach zu finden sind), sei es auch, weil er mit Hilfe des Teleskops (das aus unseren Landen kam, von ihm aber außerordentlich verbessert wurde) die Existenz der vier Satelliten des Jupiter, den wahren und sicheren Nachweis der Milchstraße, der Sonnenflecken, der Rauigkeit und teilweisen Gebirgigkeit des Mondes, die dreifache Erscheinung des Saturn, die Sichel der Venus, die Eigenschaften und das Verhalten der Kometen entdeckte und als Erster zeigte, was alles weder die Astronomen, noch die Philosophen der Antike kannten, so dass man sagen kann, durch ihn ist die Astronomie vor der Welt in ein neues Licht gesetzt und erneuert worden, deren hoher Rang (in welchem sich sowohl in den Himmeln selbst, als auch in den Himmelskörpern mit noch größerer Offensichtlichkeit und Bewunderungswürdigkeit als in allen anderen seinen Schöpfungen die Macht, die Weisheit und die Güte des höchsten Schöpfers widerspiegelt) die Größe des Verdienstes desjenigen zeigt, der all dies aufgedeckt und bekannt gemacht hat, indem er diese Körper ungeachtet ihrer großen, fast unendlichen Entfernungen von uns deutlich sichtbar gemacht hat, gemäß dem bekannten Satz, dass die Anschauung an einem einzigen Tag weit mehr und mit größerer Gewissheit leistet als alle Theorie, wie viele tausend Mal sie auch wiederholt werden mag, und mehr als die intuitive Erkenntnis, die nichts ist als willkürliche Festlegung (wie es ein anderer gesagt hat). Aber noch viel mehr zeigt sich die ihm von Gott und der Natur erwiesene Gnade (wenn auch als Frucht vieler Mühen und nächtlichen Wachens) im vorliegenden Werk, in dem man findet, wie Galilei der Entdecker zweier vollkommen neuer Wissensgebiete ist, deren Prinzipien und Grundlagen er methodisch schlussfolgernd, und das heißt geometrisch, beweist. Eines dieser beiden Gebiete, die das vorliegende Werk besonders großartig machen, betrifft ein uraltes Thema, das wichtigste überhaupt in der Natur, über das alle großen Philosophen nachgedacht haben, und worüber

unendlich viele Folianten geschrieben worden sind. Die Rede ist von der örtlichen Bewegung, die unendlich viele bewundernswerte Vorgänge bestimmt, wovon nichts von niemandem bisher erkannt, geschweige denn bewiesen wurde; die andere Wissenschaft, deren Grundlagen ebenfalls bewiesen werden, betrifft den Widerstand, den feste Körper ihrer gewaltsamen Zerteilung entgegensetzen, eine überaus nützliches neues Wissen, vor allem für die mechanischen Wissenschaften und Künste, und wiederum mit einer Fülle von Beispielen und Lehrsätzen, die bisher nicht bekannt waren. Zu diesen beiden neuen Wissensgebieten voll mit Lehrsätzen, welche erfindungsreiche Köpfe im Laufe der Zeit immer weiter verbessern werden, eröffnet dieses Buch den ersten Zugang, und die nicht geringe Anzahl bewiesener Lehrsätze zeigt den Weg und den Übergang zu einer Vielzahl anderer, so dass verständige Leute sie sehr leicht begreifen und anerkennen werden.

VERZEICHNIS*

DER WICHTIGSTEN THEMEN, DIE IN DIESEM WERK
BEHANDELT WERDEN

I

Erste neue Wissenschaft, betreffend den Widerstand
fester Körper gegen ihre Zerteilung. *Erster Tag*

II

Was die Ursache dieses Zusammenhaftens sein kann.
Zweiter Tag

III

Zweite neue Wissenschaft, über die örtlichen Bewegungen.
Dritter Tag. Und zwar über die gleichförmigen [Bewegungen].
Über die von Natur aus beschleunigten

IV

Über die gewaltsamen [Bewegungen], oder besser
über die Wurfbewegungen. *Vierter Tag*

V

Anhang mit einigen Lehrsätzen und Beweisführungen
betreffend das Schwerzentrum mehrerer Körper

* Das »Verzeichnis« wurde nicht von Galilei, sondern vom Verlag
Elsevir erstellt (Anm. d. Hg.)

ERSTER TAG

GESPRÄCHSTEILNEHMER

Salviati, Sagredo und Simplicio

(1) SALV. Ein weites Feld zum Philosophieren bietet forschenden Geistern der häufige Besuch Ihres berühmten Arsenal, meine Herren Venezianer, und zwar besonders jener Betriebsteile, in denen es um die Mechanik geht; dies deshalb, weil dort jede Art von Werkzeugen und Maschinen von einer Anzahl großer Köpfe in ständiger Aktion betrieben wird, unter denen, ob sie nun Beobachtungen bei ihren Vorgängern gemacht haben, oder ob sie mit aller Sorgfalt vorgehend durch eigenes Tun sich weiterbilden, man sicherlich einige findet, die wirklich Bescheid wissen und die genauesten Erläuterungen geben können.

(2) SAGR. Sie haben vollkommen recht; und ich, neugierig von Natur aus, besuche diesen Ort häufig und beobachte die Tätigkeit derer, die wir aufgrund gewisser Vorzüge, welche sie vor der übrigen Belegschaft haben, Vorarbeiter nennen. Deren Erklärungen haben mir mehrfach bei der Suche nach der Ursache bestimmter Wirkungen geholfen, die nicht nur überaus wundersam, sondern auch unverstanden waren und eigentlich überhaupt nicht einzusehen sind. Tatsächlich hat mich das manches Mal verwirrt und daran zweifeln lassen, dass ich verstehen könnte, wie Dinge möglich sind, die mir, weitab von all meinen Vorstellungen, als wahr vor Augen geführt wurden. Trotzdem ist aber das, was kürzlich ein guter Alter hier vortrug, eine bloße Behauptung und ein Gemeinplatz. Und weil ich das für völlig hohles Geschwätz halte, wie vieles andere Gerede der Ungebildeten auch, nehme ich an, dass dergleichen nur vorgebracht wird, um vorzugeben, dass man über etwas Bescheid wisse, wovon man keine Ahnung hat.

(3) SALV. Sie wollen mit Ihrer letzten Bemerkung vielleicht auf jenen Satz zurückkommen, den er Ihnen vortrug, als wir herauszufinden versuchten, was die Ursache dessen ist, dass man, um eine große Galeasse [schwere Galeere; Kriegsgaleere] vom Stapel zu lassen, ein entsprechend größeres Gerüst, Gerätschaft-

ten und andere Hilfen und Vorkehrungen benötigt als für ein kleineres Schiff; wozu jener meinte, das geschehe, um der Gefahr des Zusammenstürzens wegen des gewaltigen Gewichts der großen Masse zu begegnen, wie das bei den kleineren Holzschiffen nicht so der Fall ist?

(4) SAGR. Das habe ich gemeint, und besonders das, was er dieser Behauptung zuletzt hinzufügte, und was alles ich stets als mangelhafte landläufige Vorstellung beurteilt habe, dass man nämlich bei solchen und anderen Maschinen nicht vom Kleinen auf das Größere schließen könne, denn manche maschinelle Erfindung gelinge im Kleinen, die im großen Maßstab nicht durchzuführen sei. Weil aber alle mechanischen Ursachen ihre Grundlage in der Geometrie haben, wo es nicht auf die Größe oder die Kleinheit der Kreise, der Dreiecke, der Zylinder, der Konoiden und bestimmter anderer Gebilde ankommt, so dass diese solchen und jene anderen Bedingungen gehorchen würden, vielmehr die große Maschine in allen ihren Teilen im selben Verhältnis gebaut ist wie die kleinere, die stabil ist und allen Anforderungen genügt, die an sie gestellt werden, so ist nicht einzusehen, weshalb nicht auch jene allem Unheil und zerstörerischen Zwischenfällen, die eintreten können, standhalten sollte.

(5) SALV. Die allgemeinen Vorstellungen hierzu sind völlig falsch, und zwar dermaßen, dass man ihr Gegenteil für die Wahrheit nehmen kann. Es ist nämlich so, dass man viele Maschinen weit besser in großem als in kleinem Maßstab baut, wie zum Beispiel ein Uhrwerk, welches die Stunden anzeigt und schlägt, weit genauer in einer gewissen Größe hergestellt wird als in kleinerem Maßstab. Mit etwas besseren Gründen behaupten über diese Sache andere, die etwas klüger sind, und die sich nicht allein auf reine abstrakte geometrische Beweisführungen stützen, dass die beschränkte Funktionsfähigkeit solcher großer Maschinen ursächlich von Unvollkommenheiten der Materie abhinge, die in vielfacher Weise veränderlich und unvollkommen sei. Aber ich weiß nun nicht, ob ich, ohne irgendwie in einen anmaßenden Ton zu verfallen, sagen darf, dass auch der Rückgriff auf Unvollkommenheiten der Materie, der die klarsten mathematischen Beweise

verderben kann, nicht hinreicht, um die konkreten Abweichungen der Leistungsfähigkeit von Maschinen vom abstrakten und im Idealfall möglichen Maß zu erklären. Genau das aber sage ich, indem ich erkläre, wobei ich alle Unzulänglichkeiten der Materie ausschließe und diese als absolut perfekt und unveränderlich und unfähig zu irgendeiner zufälligen Veränderung annehme, dass, wenn alles das so ist, die alleinige materielle Existenz dazu führt, dass die größere Maschine, die aus derselben Materie und in denselben Proportionen wie die kleinere gebaut ist, in jeder Hinsicht völlig symmetrisch zu der kleineren ist, ausgenommen hinsichtlich ihrer Robustheit und Widerstandsfähigkeit gegen gewaltsame Einwirkungen von außen; und je größer sie ist, umso verhältnismäßig schwächer wird sie in dieser Hinsicht sein. Und weil ich annehme, dass die Materie unveränderlich ist, dass sie also immer sich selbst gleich ist, deshalb steht fest, dass man darüber immer und mit Notwendigkeit zuverlässige Beweise durchführen kann, die nicht weniger echt und sauber mathematisch sind als andere. Deshalb, Herr Sagredo, sollten Sie die Meinung aufgeben, die Sie und vielleicht auch viele andere vertreten, welche die Mechanik studiert haben, dass die Maschinen und die aus demselben Material gebauten Dinge bei genauer Beachtung der jeweiligen Proportionen ihrer Teile zueinander in gleicher Weise, oder besser gesagt, im selben Verhältnis dazu taugen, äußeren Einwirkungen und bewegenden Kräften zu widerstehen wie auch nachzugeben; denn man kann geometrisch beweisen, dass die größeren immer im selben Verhältnis, in dem sie größer als andere sind, geringere Widerstandsfähigkeit besitzen; so dass schließlich für alle Maschinen und künstlichen Konstruktionen wie auch für natürliche Objekte gilt, dass ihnen eine äußerste Grenze vorgeschrieben ist, die weder die Kunst, noch die Natur überschreiten kann – bei steter Beachtung derselben Verhältnisse und bei Identität der Materie.

(6) SAGR. Ich spüre bereits eine Verwandlung im Kopf, und wie der Blitz ganz unvorhergesehen die Wolken zerteilt, so tritt plötzlich ein ungewohntes Licht in meinen Sinn, das mich von weither erleuchtet und zugleich mit seltsamen und noch unver-

dauten Vorstellungen verwirrt. Aus dem, was Sie sagen, scheint mir zu folgen, dass es unmöglich sein müsste, zwei einander ähnliche ungleiche Dinge aus demselben Material so herzustellen, dass sie im gleichen Verhältnis widerstandsfähig sind; und dass, wenn das so ist, es auch unmöglich sein wird, zwei einzelne, verschieden große Pflöcke aus demselben Holz zu finden, die einander an Stärke und Stabilität gleichkommen.

(7) SALV. So ist es, Herr Sagredo, und um noch deutlicher klarzumachen, dass wir demselben Gedanken folgen, sage ich, dass dann, wenn wir einen Holzpflock von bestimmter Länge und Dicke herstellen, den wir sozusagen rechtwinklig in eine Mauer hineinschlagen, also parallel zum Horizont, und ihn auf eine solche Länge kürzen, dass er sich gerade noch in dieser Stellung hält, so dass er, um Haaresbreite verlängert, unter der Last seines eigenen Gewichts zerbrechen müsste, dieser der einzig mögliche wäre. Beispielsweise würde auch dann, wenn er hundertmal länger als breit wäre, kein anderer Pflock [von anderer Länge] aus demselben Material zu finden sein, der, hundertmal länger als breit, ebenso wie jener exakt sich selbst noch halten könnte, aber kein bisschen mehr; sondern alle größeren werden zerbrechen, und alle kleineren werden ihr eigenes Gewicht und noch etwas mehr halten können. Und was ich von der Fähigkeit, sich selbst zu tragen, behaupte, das gilt ganz ebenso bei jeder anderen Konstruktion, und zwar so, dass eine Dachlatte wohl das Gewicht von zehn gleichen Dachlatten tragen könnte, ein ihr ähnlicher Querträger aber keineswegs das Gewicht von zehn anderen gleichen Querträgern. Bemerken Sie bitte, und auch unser Herr Simplicio, wie unsere wahren Schlussfolgerungen, obwohl sie beim ersten Eindruck unmöglich erscheinen, nach einiger näherer Erläuterung die verhüllenden Schleier entfernen und nackt und einfach solche Geheimnisse fröhlich offenbaren. Wer wüsste nicht, dass ein Pferd, das aus einer Höhe von drei oder vier Ellen herabfällt, die Beine brechen wird, während ein Hund, der aus derselben Höhe fällt, keinen Schaden nimmt, und eine Katze selbst beim Fall aus acht oder zehn Ellen Höhe nicht, geschweige denn eine Grille, die vom Turm, oder eine Ameise,

die sich aus der Höhe der Mondbahn herabstürzte? Dass kleine Kinder sich nicht verletzen, wenn sie fallen, wo Erwachsene sich Hals und Beine brechen? Und ebenso wie kleinere Tiere, proportional gesehen, kräftiger und stärker sind als größere, so sind auch kleinere Pflanzen stabiler. Und ich glaube schon, Sie verstehen nun beide, dass eine zweihundert Ellen hohe Eiche ihre Äste nicht vergleichbar ebenso weit wie eine kleinere ausbreiten könnte, und dass die Natur kein Pferd in der Größe von zwanzig Pferden machen kann, oder einen Riesen zehnmal so hoch wie ein Mensch, es sei denn durch ein Wunder, oder durch entsprechende Abänderung der Proportionen der Glieder, speziell der Knochen, indem sie diese erheblich dicker machte, und weit außerhalb jeder Symmetrie mit üblichen Knochen. Ebenso ist der Glaube, dass große und kleine technische Geräte gleichermaßen möglich und in Übereinstimmung miteinander sind, ein handgreiflicher Irrtum: Man kann nämlich zum Beispiel kleine Turmspitzen, Säulchen und andere starre Gebilde sicher handhaben, legen und aufrichten, ohne dass die Gefahr besteht, sie könnten zerbrechen, während sehr große bei jedem ernststen Zwischenfall in die Brüche gehen, und zwar aus keinem anderen Grund als wegen ihres eigenen Gewichts. Und an dieser Stelle muss ich Ihnen über einen Fall berichten, der denkwürdig ist wie alles, was entgegen der Erwartung geschieht, und dann besonders, wenn Maßnahmen, die ein spezielles Risiko vermeiden sollen, selbst das größte Chaos verursachen. Eine besonders große Marmorsäule lag an beiden Enden auf zwei Trägern auf. Nach einer Weile verfiel ein Mechaniker auf den Gedanken, die Säule, damit das schwere Ding nicht in der Mitte auseinanderbricht, an dieser Stelle mit einer ähnlichen dritten Stütze abzusichern. Das fanden alle sehr gut, aber der Ausgang der Sache bewies das ganze Gegenteil. Denn nach wenigen Monaten war die Säule gerissen und zerbrochen, und zwar genau über der neuen mittleren Stütze.

(8) SIMP. In der Tat ein sehr verwunderlicher Fall, und sicherlich *praeter spem* [entgegen der Erwartung], als man beschlossen hatte, dort diese zusätzliche mittlere Stütze anzubringen.

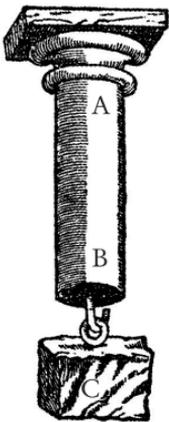
(9) SALV. So war es sicherlich, aber als die Ursache dieser Wirkung erkannt war, war es kein Wunder mehr: denn, da nun die beiden Stücke der Säule auf ebener Erde lagen, sah man, dass eine Stütze, auf der ein Ende der Säule aufgelegt hatte, mit der Zeit faulig geworden war und sich gesenkt hatte. Die mittlere aber war einwandfrei, und so bewirkte sie, dass das eine Säulenende in der Luft schwebte, da die äußere Stütze fehlte. So konnte durch das eigene Übergewicht der Säule etwas passieren, das nicht passiert wäre, wenn da nur die beiden äußeren Stützen gewesen wären. Denn mit der Stütze hätte sich in diesem Fall auch das Säulenende gesenkt. Und ohne jeden Zweifel hätte das mit einer kleinen Säule nicht passieren können, wohlgermerkt bei demselben Material, und bei einem Verhältnis von deren Länge zu ihrer Dicke, welches demjenigen aus Dicke und Länge der großen Säule entspricht.

(10) SAGR. Ich bin schon völlig von der Wahrheit dieser Wirkung überzeugt, kann aber deren Ursache noch nicht erkennen, nämlich, weshalb sich bei einer Vermehrung der Materie nicht auch deren Widerstand und Stärke im selben Verhältnis vervielfachen sollte; und ich bin mir dessen umso weniger sicher, als ich ganz im Gegenteil in anderen Fällen eine Zunahme der Stärke und des Widerstands gegen Zerstörung beobachte, ohne dass die Materie vermehrt wird. Vergleichen wir etwa zwei Nägel in einer Mauer, deren einer doppelt so stark ist wie der andere, so wird dieser im Verhältnis zu dem Ersteren nicht nur das Doppelte des Gewichts tragen, sondern das Dreifache und Vierfache davon.

(11) SALV. Sagen Sie ruhig: das Achtfache, so werden Sie der Wahrheit nahe kommen; aber diese Wirkung widerspricht der vorherigen keineswegs, auch wenn der Schein dagegen ist.

(12) SAGR. Also dann, Herr Salviati, umschiffen Sie diese Klippen und erklären Sie uns diese Merkwürdigkeit, wenn Sie können, denn ich denke schon, dass dieses Widerstandsproblem ein weites Feld für gute und nützliche Überlegungen bietet. Und wenn Sie bereit sind, es zum Gegenstand unserer heutigen Überlegungen zu machen, so bin ich Ihnen sehr dankbar, und Herr Simplicio gewiss auch.

(13) SALV. Gerne tue ich Ihnen diesen Gefallen, soweit meine Erinnerung an die Lehre unseres Akademikers reicht, der über diese Dinge schon viel nachgedacht und alles wie immer geometrisch bewiesen hat, und zwar so, dass man mit gutem Grund von einer gänzlich neuen Wissenschaft sprechen kann. Wohl sind einige Schlussfolgerungen schon von anderen beobachtet worden, zuerst von Aristoteles, aber sie reichen nicht an diese heran, und sie sind auch nicht (was noch wichtiger ist) aus ihren ersten und unbezweifelbaren Grundlagen durch zwingende Beweisführungen hergeleitet. Und weil ich Sie, wie gesagt, davon durch Beweisführung überzeugen möchte, anstatt Sie lediglich mit plausiblen Geschwätz zu bedienen, so mag es unter der Voraussetzung, dass Sie von den mechanischen Prinzipien, die andere auf sicherer Grundlage aufgestellt haben, so viel wissen, wie für unsere Zwecke notwendig ist, richtig erscheinen, dass wir darüber nachdenken, welche Wirkung sich da einstellt, wo ein Stück Holz oder ein anderer fester Körper zerbricht, dessen Teile fest miteinander verbunden sind; denn auf dieser ersten Kenntnis beruht das erste und einfachste Prinzip, das ich als vollständig bekannt voraussetzen muss. Zur besseren Erklärung denken wir uns einen Zylinder oder ein Prisma AB aus Holz oder einem anderen festen Material, befestigt oberhalb von A und senkrecht herabhängend, an dessen anderem Ende B das Gewicht C befestigt ist.



Offensichtlich können die Zähigkeit und der Zusammenhalt der Teile dieses Körpers, wie groß sie auch immer sind (sie wären denn unendlich groß), durch die Einwirkung des daran hängenden Gewichtes C überwunden werden, dessen Schwere wir beliebig vergrößern können, bis schließlich dieser feste Körper wie ein Strick zerreißt. Aber ebenso, wie wir bei einem Strick annehmen, dass seine Reißfestigkeit von der Anzahl der Hanffäden abhängt, aus denen er zusammengesetzt ist, so sind es beim Holz dessen Fibern und Längsfasern, welche ihm eine sehr viel größere Reißfestigkeit verleihen,

als irgendein Hanfseil gleicher Stärke sie hätte. Bei einem Zylinder aus Stein oder Metall aber hängt der noch größere Zusammenhalt der einzelnen Teile von einem anderen Bindemittel als Fasern und Fibern ab; und doch zerreißen auch sie, wenn nur der Zug daran hinreichend groß ist.

(14) SIMP. Wenn sich das so verhält, wie Sie sagen, kann ich gut verstehen, dass die Fasern des Holzes, die so lang sind wie dieses selbst, ihm die Fähigkeit verleihen, einer Einwirkung zu widerstehen, die es zerbrechen soll. Aber wie kann ein Hanfseil, zusammengesetzt aus Fäden, die nicht länger sind als zwei oder drei Ellen, an die einhundert Ellen lang sein und doch derart stabil? Außerdem würde ich gerne Ihre Meinung zum Zusammenhalt von Metallen, Steinen oder anderem Material hören, das keine Fasern aufweist, und das doch noch weitaus stabiler ist, wenn ich mich nicht irre.

(15) SALV. Wir sollten vielleicht auf weiterführende Betrachtungen, die nicht unbedingt zu unserem Thema gehören, erst eingehen, wenn wir die Lösung der dargestellten Probleme gefunden haben.

(16) SAGR. Wenn aber solche Abschweifungen uns der Einsicht in neue Wahrheiten näher bringen können, was sollte uns, die wir keine logisch zwingende und strenge Methode befolgen müssen, sondern unsere Zusammenkünfte zum eigenen Vergnügen veranstalten, davon abhalten, jetzt abzuschweifen, damit wir nicht etwaige neue Aspekte aus den Augen verlieren, die sich vielleicht, wenn wir die Gelegenheit nicht nutzen, ein weiteres Mal nicht aufdrängen werden? Und wer weiß schon, ob wir nicht weit schönere Einsichten dabei gewinnen können als die Ergebnisse, nach denen wir zunächst gesucht haben? Ich bitte Sie deshalb, Herrn Simplicio doch entgegenzukommen, und auch mir, da ich nicht weniger neugierig bin und gerne wissen möchte, welche Bindemittel das sind, welche die Teile fester Körper so zäh zusammenhalten, dass sie wohl gar nicht voneinander gelöst werden können; das zu verstehen könnte auch erforderlich sein, damit man den zähen Zusammenhalt der Teile dieser Fäden versteht, aus denen manche festen Körper zusammengesetzt sind.