Zur Geschichte der Physik

im 17. Jahrhundert.

Die Geschichte der Physik des 16. und besonders des 17. Jahrhunderts steht in so enger Beziehung zur Geschichte der Philosophie jener Zeit, dass es undenkbar ist, ein auch in engem Rahmen bleibendes Bild der einen dieser Wissenschaften zu entwerfen, ohne zugleich der anderen zu gedenken. Die Veränderung, welche in der Wissenschaft von der Natur durch die Entdeckung und Ausbildung des koppernikanischen Weltsystems, durch die Mechanik Galileis und die Gravitationslehre Newtons hervorgerufen wurde, war eine ungeheure. Nicht blos erhielt die Naturwissenschaft in ihrem bisherigen Besitztum einen gewaltigen Stoss, der sich in erbitterten Kämpfen ihrer Vertreter auch dem Unbeteiligten fühlbar machte, und zu einer fundamentalen Änderung der Methode der Naturforschung führte, auch die Philosophie erbebte vom Sturz des ptolemäischen Weltsystems.

Wenn Lehrmeinungen, welche zweitausend Jahre lang als richtig gegolten hatten, anderen diametral entgegengesetzten, die zudem der täglichen Erfahrung der Menge widersprechen, weichen mussten; wenn also zahlloser ausgezeichneter Köpfe Ansichten hinfällig wurden, und man sich auf die neue, selbständige Untersuchung hingedrängt sah, gleichgiltig ob das Ergebnis derselben den Ansichten der früheren Geistesheroen entsprach oder nicht, so musste das Ansehen einer Philosophie wankend werden, deren Haupt zugleich die erste Garantie für die Richtigkeit der alten Naturanschauung darstellte. Was Aristoteles, der grosse Philosoph von Stagira, über die Natur gedacht und geschrieben, das hatte gleich den in seinen übrigen Schriften niedergelegten Ansichten mehr und mehr den Wert apriorischer Sätze gewonnen, denen gegenüber ein Widerspruch als unwissenschaftliche Faselei, ja als Tollkühnheit und Ketzerei erschien. Als aber die neuen Theorien nach und nach Boden fassten und im 17. Jahrhundert physisch begründet, die Alleinherrschaft antraten, da sank, wie das Kind mit dem Bade ausgeschüttet, mit dem Ansehen des Naturforschers Aristoteles, auch das der alten Naturphilosophie und mit ihr der scholastischen Philosophie. In der Physik verschwand das Bedürfnis, in allen Fragen sich zunächst nach der

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Ansicht des grossen Peripatetikers umzusehen mit dem Glauben an den geheimen magischen Einfluss der Gestirne auf die irdischen Körper, und dieser letzteren auf einander, und die neue gleich von Anfang an von grossartigen Erfolgen begünstigte Epoche der Induction veränderte das Ansehen der Physik von Grund aus.

Doch dauerte diese Zeit, die wir mit einem einzigen Blicke jetzt überschauen, ziemlich lang. Die Zahl der Aristotelesstürmer hatte eine Schar tapferer Anhänger der alten Lehre gegenüber, den Galileiverehrern und Vorkämpfern widersetzten sich zahlreiche und vielfach nicht weniger geistvolle Verteidiger der ptolemäischen Weltanschauung und der früheren Ansichten von der Bewegung der Körper. Es schien nämlich der koppernikanischen Hypothese von der Bewegung der Erde um die ruhende Sonne und um die eigene Achse in der heiligen Schrift ausdrücklich widersprochen zu sein, und auch diejenigen, welche diese Furcht nicht hegten, konnten gleich Tycho Brahe und anderen nicht über ihre aus astronomischen Gründen herstammenden Zweifel hinüberkommen. Nach geraumer Zeit erst verschwanden jene ersten Bedenken; Tychos Einwand wegen der nicht nachzuweisenden Parallaxe der Fixsterne konnte bis in unser Jahrhundert nur mit der sicheren Erwartung begegnet werden, dass schliesslich doch diese Parallaxe sich finden liesse; das Trägheitsgesetz, welches andere Einwürfe beseitigte, harrte noch der Entdeckung. Endlich ist zu bedenken, dass, ganz entgegen den heutigen Verhältnissen im 16. und 17. Jahrhundert noch, von dem Erscheinen einer Schrift bis zu der Zeit, wo sie Allgemeingut der gebildeten Kreise würde, mehrere Jahrzehnte vergehen konnten.

In diese Zeit, nach dem Erscheinen der Kepler'schen Werke, nach den Galileischen Entdeckungen durch das neuerfundene Fernrohr, wo in der Werkstätte der grossen Forscher die neue Zeit eingeleitet war, ohne dass das Ansehen der alten peripatetischen Lehren ganz gebrochen, noch die Macht der neuen Weltanschauung genügend erstarkt gewesen wäre, einen Blick zu werfen, ist der Zweck der nachfolgenden Abhandlung.

Das Werk, welches uns diesen Blick eröffnen soll, nennt sich „Deliciae Physico-Mathematicae oder Mathematische und Philosophische Erquickstunden“, und ist, wie der Titel vermuten lässt, nicht für den Kreis der Gelehrten, sondern für ein grösseres Publikum bestimmt. Dadurch ist von vorneherein ausgeschlossen, dass es zu den epochemachenden oder auch nur hervorragenden hieher gehörenden Werken zählt. Aber es gewinnt in dieser seiner Art für uns eine gewisse Bedeutung, insofern es annähernd diejenigen naturwissenschaftlichen Kenntnisse aus dem physikalischen Gebiet repräsentiert, welche als Gemeingut der damaligen gebildeten Welt, um einen modernen Ausdruck zu gebrauchen, gelten dürften. Es wird sich daraus ergeben, wie weit die damals vorhandenen Entdeckungen und neuesten Theorien der grossen Forscher zur allgemeinen Kenntnis gediehen waren, wie viel davon dem Verfasser selbst bekannt und geläufig war, oder wie viel er dem Publikum vorzusetzen wagte — ein Massstab zur Würdigung des Werkes in der Geschichte der Physik überhaupt. Die in die Darstellung verwobenen Details als Illustrationen allbekannter physikgeschichtlicher Thatsachen werden manchem Leser nicht unwillkommen sein.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Die „Mathematisch-Philosophischen Erquickstunden“ [1]) entstammen der Feder des vom Jahre 1608 bis 1636 an der Universität Altdorf bei Nürnberg thätigen Professors M. Daniel Schwenter, Lehrer der orientalischen Sprachen und der Mathematik [2]). Das Werk erschien, und zwar nur der I. Teil mit 574 Seiten, einige Monate nach seinem Tode (1636) von seinen „hinterlassenen Söhnen und Töchtern“ herausgegeben und Herzog August dem Jüngeren zu Braunschweig und Lüneburg gewidmet. Die zwei folgenden Teile II und III haben den Georg Phil. Harsdörffer, Nürnbergischen Senator, wie die Umschrift seines Bildes sagt, zum Verfasser. Sie erschienen (wie der erste Teil) in Nürnberg in den Jahren 1651 und 1653, umfassen zusammen 1244 Seiten, und sind nach dem Muster jenes ersten angelegt, d. h. sie bestehen wie jener aus mehreren hundert „nützlichen und lustigen Kunstfragen, nachsinnigen Aufgaben und deroselbigen grundrichtigen Erklärungen“. Jeder Teil zerfällt in ein Dutzend und mehr verschiedene Kapitel für die einzelnen Disziplinen, wie Arithmetik, Geometrie, Stereometrie, Musik, Optik, Katoptrik, Astronomie und Astrologie u. s. w., den Anfang eines jeden Kapitels aber bildet eine breitausgesponnene,

---

[1]) Der vollständige Titel lautet: „Deliciae Physico-Mathematicae“ oder Mathematische und philosophische Erquickstunden, darinnen sechshundert drey und Sechszig, Schöne, Liebliche und Annehmliche Kunststücklein, Aufgaben und Fragen, auss der Rechenkunst, Landtmessen, Perspektiv, Naturkündigung, und anderen Wissenschaften genommen, begriffen seindt, Wie solche auf der andern seiten dieses blats ordentlich nach einander verzeichnet worden: Allen Kunstliebenden zu Ehren, Nutz, Ergötzung des Gemüths und sonderbahrem Wohlgefallen am tag gegeben durch M. Danielem Schwenterum Mathematum & Linguarum Orientalium bey der Löblichen Universitet Altdorff Professorem Public. Nürnberg, in Verlegung Jeremiae Dümlers. A°. MDCXXXVI.

[2]) Schwenter war geboren zu Nürnberg im Jahre 1585 als Sohn des Hans Schwenter „des Grösseren Raths und Bürgerhaubtmann“ daselbst. Seine Studien machte er in Nürnberg, Sultzbach, Altdorf; zur Mathematik und dem Sprachenstudium zeigte er besondere Vorliebe, und war unter der Anleitung des Orientalisten Elias Hutter in Nürnberg bald der Hebräischen, Chaldäischen und Syrischen Sprache kundig. 1608 an die Altdorfer Hochschule berufen, bewarb er sich schon verehelicht um den Magistergrad und promovierte sogar lange nachher 1629 „in Poetam trium linguarum Hebraeae, Chaldaicae et Syriae“. Vier mal wählte ihn die philosophische Fakultät zum Dekan, und 1623 war er Rektor der Universität Altdorf. Im Jahre 1628 erhielt er auch den Lehrauftrag für Mathematik „welche professio er gleichesfalls mit sonderbarer dexteritet und nutz der Jugend verrichtet“; im Jahre 1634 ergieng an ihn ein Ruf nach Würzburg, und später nach Wittenberg als Lehrer der höheren Mathematik, welche er übrigens beide ausschlug. Sehr frühe, mit 21 Jahren, zum ersten mal, und 1624 zum zweiten mal verheiratet, starb er noch jung an Jahren am 19. Januar 1636. Sein Tod erscheint, und erschien auch den Zeitgenossen, tragisch, da am selben Tage, am 21. Januar, mit ihm seine Frau und ein todgeborenes Kind, das eine von zwei Zwillingen, beerdigt wurden. Er starb, nachdem er vorher längere Zeit am Podagra krank gelegen, einige Stunden nach seiner Frau in Folge eines Schlaganfalles. Ausser den physik.-mathem. Erquickstunden schrieb er mehrere andere Werke, geometrischen und philologischen Inhalts. Seine Persönlichkeit scheint viel Liebenswürdiges gehabt zu haben, da er in der „Nachklag“ von dem Prediger Joh. Mannich sen. im neuen Spital zum hl. Geist in Nürnberg in umständlichster Weise wegen seiner grossen Liebe mit Jonathan verglichen wird. Der 72 Seiten lange Anhang des Schwenter'schen Werkes enthält die Leichenrede von dem Professor Dr. Georg König, Pfarrer in Altdorf, auf den frühzeitigen Tod Schwenters, dann die Ansprache des Universitäts-Rectors, M. Jakob Braun, eine kurze Biographie des Verstorbenen voll hohen Lobes seiner Gelehrsamkeit, zahlreiche Epicedia (25 an der Zahl) meist in lateinischer Sprache von seinen Collegen, von Studierenden und Freunden verfasst, und endlich jene Nachklage „Secundinae Mannichianae“.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

unter grossem Aufwand von Citaten und mit rhetorischem Schwung abgefasste Einleitung. Eine verhältnismäsig grosse Anzahl von Holzschnitten schmückt jeden der drei ansehnlichen Quartbände.

Schwenter erzählt uns in der „Vorrede an den Günstigen und Kunstliebenden Leser“ die Entstehungsgeschichte des Werkes, indem er sagt, dass vor wenigen Jahren ein gelehrter und scharfsinniger Mathematicus zu Paris (dessen Name ihm zwar nicht bekannt) ein Büchlein „Récréations Mathematiques“ betitelt herausgegeben habe, das ihm durch einen Freund aus Paris nebst einem hebräischen Traktat zum neuen Jahr zugesandt worden sei. Dieses Büchlein, zuerst unter dem Pseudonym H. van Etten in Pont à Mousson 1626 erschienen, hat zum Verfasser den Jesuiten Leurechon, und heisst mit dem vollständigen Titel „Récréation Mathematique. Composée de plusieurs problèmes plaisants et facetieux en faict d' Arithmetique, Geometrie, Mechanicque, Opticque, et autres parties de ces belles sciences“. Es gefiel Schwenter ausserordentlich, so dass er es übersetzte und später sich entschloss, ein ähnliches Werk, nur umfangreicher, besser geordnet (was er sehr betont) und mit einer grösseren Zahl von Abbildungen ausgestattet, herauszugeben. Viele Paragraphen hat Schwenter einfach aus dem französischen Werke übersetzt, und dann meistens, da ihm der Name des Verfassers nicht bekannt war, bemerkt „aus dem Authore“. Er hat von ihm auch die unpassende Bezeichnung sämtlicher Nummern oder Paragraphen als „problèmes“ herübergenommen und durchweg sie als „Aufgaben“ eingeführt. Dagegen tadelt er des Franzosen höchst mangelhafte Literaturangaben und glänzt durch reiche Zusammenstellung einschlägiger Werke. Noch mehr thut sich Harsdörffer auf seine Belesenheit zu gute; das Register der von ihm benützten Schriftsteller ist imposant, aber seine Arbeit trägt an manchen Stellen allzusehr den Charakter der Compilation.

Die Gegenstände, welche Harsdörffer[1]) behandelt, sind im Grossen und Ganzen dieselben, wie die des Schwenter'schen Werks, keiner der drei Bände stellt eine

---

[1]) Georg Philipp Harsdörffer, aus Nürnbergischem Patrizierstamm, wurde geboren 1. November 1607. Mit 17 Jahren bezog er die seit 1625 aus dem ehemaligen Nürnberger Gymnasium erwachsene Universität Altdorf, gieng drei Jahre später nach Strassburg, und kehrte erst nach 4jähriger Wanderung durch Frankreich, Italien, England, die Niederlande 1630 in die Heimat zurück. In der Geschichte der deutschen Literatur spielt er eine Rolle als einer der Stifter des Blumenordens an der Pegnitz und Verfasser des „poetischen Trichters“. Zur Zeit des Entstehens der Erquickstunden, zu denen er sogar einen vierten Teil plante, war er Nürnbergischer Gerichtsbeisitzer, 1655 wurde er Mitglied des Rates, starb aber in dieser Eigenschaft schon am 22. September 1658. Ein in Kupfer gestochenes Bild desselben stellt ihn in der Tracht eines Patriziers damaliger Zeit mit pelzverbrämtem Mantel und grossem steifem Halskragen dar, auf welchen lange Haare herabfallen. Die Umschrift nennt ihn Senator Noribergensis, und giebt ihm den Beinamen des „Spielenden“, den er in der Weimarer fruchtbringenden Gesellschaft trug. Unterhalb des Bildes steht das nachfolgende von dem Gymnasialdirektor und Professor Dilherr, Pastor zu St. Sebald, seinem Freund, dem weitgefeierten und hochverdienten Herrn, gewidmete Epigramm:

Harsdörfferi animus docto patet eminus orbi,
Tanti miratur qui monumenta Viri.
Ora etiam posthac Ejus vultusque tabella
Hac pateant Similem quae mihi secta dabunt.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Fortsetzung des anderen vor. Es scheint, dass das Schwenter'sche Buch grossen Anklang gefunden hatte, und die Ausgabe einer Nachahmung desselben ein gutes Unternehmen zu werden versprach. Es geschah also wohl bloss, um den Zusammenhang mit dem unterdessen bekannt und beliebt gewordenen Werk Schwenters aufrecht zu erhalten, wenn die zwei folgenden Bände als zweiter und dritter Teil bezeichnet wurden. Der dritte Teil ist ebenso eine Nachbildung des zweiten, nur von viel bunterer Zusammensetzung.

Eine Uebersicht von all dem zu geben, was in dem Werk besprochen, gefragt, aufgegeben, gelöst und erklärt wird, oder auch ungelöst und unerklärt bleibt, ist schwierig. Denn durch die dehnbare Überschrift der „philosophischen" Erquickstunden haben sich die Verfasser zu allem berechtigt. Trotz der strammen Einteilung[1]) wohnen in den einzelnen Kapiteln gar wunderlich mannigfaltige Fragen, Aufgaben und Betrachtungen beisammen. Das Buch von der Sternseherkunst z. B. betrachtet nicht bloss die Himmelskörper, sondern auch anderes, was gleich den Sternen in der Luft zu sehen ist, also den Regenbogen, die Gestalt des Schnees, und bespricht das Wetter der sog. zwölf Christtage. In dem Kapitel „von dem Lufft und Wind" finden wir die Frage erörtert, warum der Odem des Menschen im Winter die Hände wärme, im Sommer die Speisen kühl mache, und neben anderem ob durch zwei Magnete oder Eisensteine etwas in der Luft schwebend könne erhalten werden. Harsdörffer bespricht die Wünschelruthe, in deren Zuverlässigkeit er nicht den mindesten Zweifel setzt, in dem Kapitel von der Wagkunst und den gewaltsamen Bewegungen, und ebenso frei eingereiht die Seekrankheit in dem Abschnitt über Luft- und Wasserkunst.

Diese uns naiv dünkende Art, einen Gegenstand, weil er in der Luft sich bewegt, in der Lehre von der Luft, statt von der Bewegung zu behandeln, führt uns zu der auch im Schwenter'schen Werk noch fühlbaren Nachwirkung der Methode der Alten, die Naturerscheinungen zu erklären. Wenn die Beobachtungen und Analogieen in der Natur nicht mehr ausreichten, wurde an das Wort angeknüpft und mit dialektischer Entwicklung fortgefahren. Da wird leicht zu leichtfertig, leichtlebig, oder auch zu behend und vollkommen, schwer zu schwerfällig, unvollkommen. Die moralischen Begriffe vermischen sich mit den naturwissenschaftlichen, und statt dass die Einsicht in die Erscheinung gefördert wird, ist sie gehindert. In zahlreichen Fällen sind die Beobachtungen, da sie in der That dem aufmerksamen Auge sich in grosser Zahl aufdrängen, bis zu einem bestimmten Punkte vollkommen richtig; statt aber sie fortzusetzen, und insbesondere eine vorliegende Erscheinung durch ein Experiment in ihrer einfachsten Gestalt zu wiederholen, sieht man die Alten häufig an der Hand sprachlicher Verwandtschaften und belangloser Lautanalogieen weiterschliessen und Resultate hinstellen, welche sie nie durch Versuche erhärtet hatten, und nie erhärten konnten. Schwenter wirft z. B. die Frage auf „warum ein dürrer Mensch

[1]) Schwenters Werk zerfällt in folgende Bücher („Teile"): Aufgaben und Fragen aus der Arithmetica, der Geometria, der Stereometria, der Musica, der Optica, der Catoptrica, Astronomia und Astrologia, Gnomonica und Thaumatopoetica, der Statica, Aufg. und Fr., so durch den Motum gelöst werden, aus der Pyrobolia, der Pneumatica, der Hydraulica, die Schreibkunst betreffend, die Architekturam und Mechanicam betreffend, endlich (XVI. Teil) aus der Chymia und anderen Künsten genommen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

schwerer sei als ein feister" (p. 388, I.) und schreibt hierüber: „Rivius giebt hiervon folgenden Bericht: Es möchte sich einer verwundern, auss was Ursach ein magerer Mensch von Leib schwerer were, dann ein feister, doch dass sie gleicher grösse seyen, so doch das die Ursach ist, dass die Bein satter und dichter sind, dann das Fleisch; in gleicher gestalt ist auch ein nüchterner Mensch schwerer, als so er viel gessen und getrunken hat, das dem Unverständigen unglaublich ist, aber natürlicher weiss probirt wird, und die Erfahrnuss anzeigen mag, dann die leblichen Geister und Spiritus im Leib vermehren sich, dadurch der gantze Cörper erleichtiget wird. Gleicher Ursach ist auch ein Fröhlicher leichfertiger, dann ein Trauriger, und ein todter Cörper viel schwerer dann ein Lebendiger".

Es erscheint als charakteristisch für die „Erquickstunden", dass die beiden Verfasser sehr häufig keine eigene Ansicht aussprechen, sondern sich mit Citaten aus anderen Autoren, vorab den Koryphäen aus der alten Zeit, und den jüngsten Berühmtheiten zufrieden geben. So sehen wir bald Aristoteles, „den grossen Wundermann und Naturkündiger", bald Plato, Pythagoras, Archimedes „den grossen Ingenieur, vornehmen Mathematicus und Mechanicus, der auch viel subtiles Dinges in Staticis erfunden hat", auftreten, bald Porta und den damals hochberühmten, „vortrefflichsten und unvergleichlichsten, niemals sattsam gelobten" Athanasius Kircher, Coppernicus, Kepler, Galilei, Descartes, Mersenne und viele andere. In zweifelhaften Dingen lassen sie Vertreter verschiedener Ansichten reden und überlassen es dem Leser, sich hier oder dorthin zu entscheiden.

Dass die Verfasser, von dieser löblichen Ehrfurcht vor den Alten und dem Ruhm der Neueren beeinflusst, zahlreiche falsche Erklärungen, und eine hübsche Menge fabelhafter Geschichten, in welchen sich Aberglauben, kindische Ansichten und Lust an Spielereien die Hand reichen, in ihren Erquickstunden vorbringen, darf uns nicht wundern. Sie selbst sind sich dessen natürlich nie vollauf bewusst; zwar gestehen sie sehr oft, dass die Meinungen der Gelehrten hier und dort sich nicht haben vereinigen lassen, dass man von gewissen Erscheinungen keine Erklärung besitze, aber für ihre eigenen Gedanken nehmen sie doch die geläuterte fortgeschrittene Auffassung in Anspruch. Es geht Ihnen dabei manchmal wie Theophrastus von Hohenheim, Francis Bacon, und vorher schon Baco von Verulam und Albertus Magnus, welche alle der aristotelischen Physik gegenüber die Wichtigkeit der Induction, des Experimentes betonen, und doch sich nicht aus dem Banne der peripatetischen Naturanschauung frei zu machen vermögen. Harsdörffer macht sich z. B. mit seiner besseren Einsicht breit, wo er erzählt, dass Porta und Cornelius Agrippa die Frage bejahen, ob die menschliche Stimme, in ein enges Rohr eingeschlossen, eine Zeit darinnen verbleibt, indem er sagt: „Also gehet es wann man nur aus beyfallenden Gedanken ohne Erfahrung und würkliche Prob viel erfunden zn haben vermeint, das sich am Ende nicht findet". Ebenso weist er auf die Richtigkeit der Untersuchung in seiner Einleitung zur Sehkunst hin, wo es heisst: „Wollen wir nun nicht von der Sehung reden, wie die Blinden von der Farbe, und unser Aug halten für ein Zimmer unseres Wohnhauses, darein wir niemals gekommen, . . . so müssen wir das betrachten, was wir täglich, stündlich, ja augenblicklich thun, und uns gefallen lassen, diese Sehkunst zu studiren".

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Aber die oberflächliche Anschauung der Dinge in der Natur war um jene Zeit noch viel häufiger als die scharfkritische Untersuchung. Manche Vorgänge konnten, ohne dass dem Stande der Dinge in wunderbarer Weise vorgegriffen worden wäre, gar nicht richtig aufgefasst werden, zahlreiche Fabeln hatten sich durch langjähriges Gastrecht in den Büchern zu kaum bezweifelbaren Wahrheiten versteinert, der Glaube an den magischen Einfluss der Naturkörper auf einander, und auf den Menschen war noch lebendig. Deutlichen Spuren desselben begegnen wir ja auch bei Kepler in seiner Ansicht über die Kometen, und vor allem in seinem Lieblingswerk, der Weltharmonik, „einer phantastischen, an die pythagoreische und alexandrinische Philosophie sich anschliessenden Verbindung von Mathematik und Metaphysik“[1]).

So schreibt Schwenter in seiner Einleitung zum Kapitel über Musik und Gehör: „Ja Pythagoras und Plato zeugen, dass die Himmlischen Cörper mit ihren wundersamen Bewegungen eine liebliche Harmoniam oder Musicam zuweg brächten, welche Apollonius Thyaneus gehört habe“ ... Ismenias Thebanus hat durch die Musik viel Leut curiert von der Hüfftsucht, Thales Cretensis gar von der Pest ...“ Harsdörffer aber bemerkt an der entsprechenden Stelle „die Schafe und Rinder weiden viel behäglicher und wie etliche wollen, weiden sie viel enspriesslicher, wenn ihnen der sonst müssige Hirt auf seinem Haberrohr zu Tische spielet, oder sonsten ein freyes Baurenliedlein hören lässet“. Aus der bekannten Thatsache, dass der sogenannte Barbarazweig in Wasser gesteckt und in der Wärme gehalten im Zimmer zum Grünen kommt, schliesst Schwenter, dass „ein alter abgenützter Besen“ ebenfalls ergrüne, wenn man ihn an St. Barbara Abend oder sonsten um dieselbe Zeit ins Wasser stecke u. s. w. Zum Stärksten gehört neben einer alchemistischen Anweisung zur Herstellung des perpetuum mobile die bei Schwenter stehende Erzählung vom Maientau, die er ohne jede Kritik aufnimmt. In dem Kapitel über künstliche Bewegung findet sich nämlich die Anweisung: Im Mayen leere ein Ey gantz aus, hernach zesche ein Leilach in dem Mayenthau so lang hin und her, bis es gantz nass, und man es auswinden hönne, fülle die Eyerschalen mit solcher Feuchtigkeit, vermache die Löcher mit Wachs, lege es an die Sonne, so wird die Sonne solch Ey in die Höhe ziehen: Dann die Naturkundiger wissen, dass die Sonne den Mayenthau in die Höhe zieht. An die Behauptung des Albertus Magnus, dass das Blut eines Bockes, der Petersilie gefressen, den Diamant bezwinge, erinnert Harsdörffers Anleitung zu dem Kunststück, mit einem kleinen Rohr durch den stärksten Harnisch zu schiessen: „Die Kugel muss in ein Wasser geleget werden, welches mit dem stärksten Brantenwein pulverisirten Kampffer auffgelöset, und wird in ein Tüglein geschlagen, welches mit solchem Wasser oder Brantenwein, Leinöl oder Schweineschmaltz wol bestrichen worden. Diese Kugel ...

---

[1]) Vgl. Reuschle „Kepler und die Astronomie“, zum dreihundertjährigen Jubiläum von Keplers Geburt. Die eigenartige Vermischung von Physik und Metaphysik, die kühnen, durch mystischen Schwung gestützten Spekulationen in Keplers Weltharmonik verleiteten sogar manche Schriftsteller, wie Laplace, Bailly, Delambre, Keplers Grösse in fast zweifelhaftem Licht erscheinen zu lassen. Sie bedauern die Thatsache, so viel Phantastik bei dem Entdecker der Planetengesetze zu finden, und verwundern sich im Stillen, dass ein solcher Kopf so viel Glück haben konnte. S. Reuschle, und Whewells Gesch. d. indukt. Wissensch.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

wird einen schussfreyen Harnisch durchboren. Eine Kugel mit Wagenschmier geschmiret thut fast dergleichen".

Solche Beispiele naturwissenschaftlicher Fabeln und kritiklosen Nachschreibens älterer Ansichten ganz unwissenschaftlicher Art sind übrigens in dem Schwenter-Harsdörffer'schen Werk nicht sehr zahlreich. Am meisten dürften sie bei Harsdörffer vertreten sein, der, obgleich in mehreren physikalischen Kapiteln Schwenter entschieden überlegen, einige haarsträubende Fabeln ohne jeden Anflug von Zweifel erzählt[1]). Dadurch, und besonders in Folge der höchst bunten Zusammensetzung des dritten Teils der Deliciae etc. wird die Aehnlichkeit des Werkes mit der fünfzig Jahre vor dem Schwenter'schen Buch erschienenen Magia Naturalis von Joh. Bapt. Porta[2]) von Neapel grösser als sie, nach dem ersten Band zu urteilen, wäre. Manche Aufgaben stammen überhaupt aus diesem Werk, und da es namentlich in seiner ersten Auflage eben wegen des abergläubischen und mystischen Beiwerks ungeheueres Aufsehen

---

[1]) Sicher ist Harsdörffer in manchen Fällen durch die Sucht nach möglichster Vollständigkeit und wohl auch durch den künftigen Ruhm des allgelehrten Mannes verleitet worden, Dinge in sein Werk aufzunehmen, die er, nach seinen sonstigen Urteilen zu schliessen, nicht für wahr halten konnte. Er bespricht z. B. gegen den Schluss des III. Teiles der Erquickstunden die Thierfrüchte oder Zoophyta, eigentümliche Wesen, welche halb Pflanze, halb Tier sind. In Zanolha, einer Landschaft der Tartarei giebt es nach den ihm zugekommenen Berichten eine Pflanze Borametz, die ein ausgezeichnetes Beispiel eines solchen Zoophyten wäre. Eine Abbildung zeigt das merkwürdige Naturprodukt, wie es mit starkem Stengel und grundständigen Blättern aus dem Boden wächst, oben aber mit dem Leib eines Lamms endigt, das, wie angespiesst und leblos, auf dem Stengel hängt! Aus der Wolle machen sich die Weiber Hauben, das Fleisch gleicht dem der Krebse, ist sehr wohlschmeckend und hat einen roten Saft, gleichwie Blut. Auch der Wolf trachtet dem Ding nach und frisst es lieber als alles andere! Harsdörffer fügt erklärend und beruhigend hinzu, dass eine eigentümliche, auffallende Gestalt der Kräuter, der Wurzeln und Samen nichts besonderes sei und dass es in Schottland Bäume gebe, von welchen die abgefallenen Früchte zu Enten werden!!

[2]) Die Magie von Porta zerfällt in zwanzig Bücher, de mirabilium rerum causis, de variis animalibus gignendis, de novis plantis producendis, de augenda supellectili, de metallorum transmutatione, de gemmarum adulteriis, de miraculis magnetis, de portentosis medelis, du mulierum cosmetice, de extrahendis rerum essentiis, de myropoeia, de incendiariis ignibus, de raris ferri temperaturis, de miro conviviorum apparatu, de capiendis manu feris, de invisibilibus literarum notis, de catoptricis imaginibus, de staticis experimentis, de pneumaticis. Das letzte Buch führt die Überschrift Chaos, und ist von Harsdörffer nachgeahmt im letzten Teil seiner Philosophischen und Mathematischen Erquickstunden „von allerley gemischten Fragen". Deliciae Physicae nennt er den dritten Teil nicht mehr, obgleich derselbe wichtige Ausbeute aus der Physik liefert. Aber neben den Kapiteln von der Schreib- und Rechenkunst, der Messkunst, Seh- und Spiegelkunst, Sternkundigung und Uhrkunst, Tonkündigung, von der Waagkunst und den gewaltsamen Bewegungen, der Baukunst, Lufft- und Wasserkunst, Feuer- und Schmeltzkunst, figurieren zwei „philosophische" Abschnitte, von der Naturkündigung und von der Sitten- und Tugendlehre, die ihn veranlasst zu haben scheinen, die Physik auf dem Titel nicht mehr zu nennen.

Einige wenige Fragen genügen zur Kennzeichnung dieser philosophierenden Abschnitte, die womöglich noch breitspuriger angelegt sind, und noch grösseren Wortschwall entwickeln als das Übrige. Die erste Frage des Kapitels X „von der Naturkündigung" lautet: Welche Menschen (Nationen) sind die klügsten der Welt? Die dritte: Warum sind die Männer klüger als die Weiber? Weiter unten soll darüber entschieden werden, ob die Einbildung Krankheiten verursachen und heilen könne; wie oft man den Tag über essen soll; ob alles, was den Menschen nähren soll, ein Leben haben müsse u. s. w. In der Tugendlehre: ob ein weiser Mann aller Gemütsneigungen entnommen sein soll, welches die vortrefflichste Tugend, welches das geringste Laster sei, ob die Narren glückseliger als die weisen Leute u. s. f.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

erregte, so mag der Gedanke einer Nachahmung nahe gelegen haben. Uns ist vor allem wichtig der darin dokumentierte Stand der damaligen Physik und physikalischen Weltanschauung, und bezüglich dieser lässt sich wenigstens aus manchen Stellen eine anfangende mehr auf selbständigem Urteil als auf den überkommenen Ansichten der älteren Physiker ruhende Naturanschauung herausfühlen. Schwenter widerlegt beispielsweise den Glauben des gemeinen Volkes an die Wetterprophezeihung aus den zwölf der hl. Nacht folgenden Tagen durch die Bemerkung, dass dieselbe mit der Erfahrung nicht, oder höchstens zufällig einmal übereinstimme, Harsdörffer schliesst die lange Erörterung über den Einfluss der Gestirne auf das Schicksal der Menschen mit dem Satze, dass die Möglichkeit, aus dem Stand der Gestirne zu prophezeien, „mehr vermuthlich als gewiss sei, massen des Menschen freier Wille der Sterne Zwang nicht unterworffen". Auch hält er die Angabe des Aristoteles, dass auf der Insel Cypern in den Schmiedöfen ein Stein Calcytes viel Tag über gebrannt werde, und in demselben kleine Tierlein wachsen, die ein wenig grösser als die Mucken, und die in dem Feuer herum kriechen und springen, für falsch: „Dieses laufft der Natur zuwider, indem die Feuchtigkeit als die Grundursache alles wachstums dem Feuer widerstehet oder von demselben muss ausgetrocknet werden". Er bemerkt allerdings vorsichtig, „doch ist nicht alles falsch, was uns unglaublich vorkommt".

Das grosse Ansehen des Stagiriten, dessen Einfluss zu brechen vom 15. Jahrhundert an zahlreiche Köpfe sich vorsetzten, tritt uns in dem unserer Betrachtung vorliegenden Werke am deutlichsten in der festgehaltenen Lehre von den vier Elementen und der Quinta Essentia entgegen. Die Einleitungen in die einzelnen Kapitel sind es, welche den Verfassern Gelegenheit geben, da und dort sich über naturphilosophische Fragen auszusprechen. Zu diesen gehören auch die Frage nach dem Stein der Weisen und die damit zusammenhängende nach dem Wesen der Materie überhaupt. Die Lehre von dem horror vacui der Natur tritt immer nur in dem engeren Sinn von dem lufterfüllten oder luftleeren Raum auf, keineswegs in dem weiteren von der Unmöglichkeit eines absolut leeren Raums und der unvermittelten, durch das wirklich Leere gehenden, Fernwirkung.

Aristoteles nimmt vier Elemente an und eine quinta essentia, den Aether, der weder schwer noch leicht, weder warm noch kalt und daher der kreisförmigen Bewegung, der vollkommensten nach seiner Ansicht, unterworfen ist. Unter den Elementen ist eines absolut schwer, die Erde, der Mittelpunkt des Alls, eines absolut leicht, das Feuer, das desshalb an der Peripherie der sublunaren Welt, angrenzend an den Aether, wohnt; die anderen sind relativ leicht oder schwer, zwischen jenen gelagert. Jeder Körper hat sein Oben und Unten, und seinen natürlichen Platz (wo er daheim „*οἰκεῖος*" ist), an den er sich hinbewegt.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Sehen wir, wie Schwenter sich gegen diese Anschauungen verhält. Die Astronomie, so erklärt er, teilt die ganze Welt, das ist Himmel und Erde, in zwei Regionen ab, nämlich die himmlische und die elementarische oder irdische. Unter den Elementen ist das vornehmste, erste und leichteste das Feuer, das desswegen auch seinen natürlichen Sitz und Ort in der Höhe nimmt: „Denn wie die Naturkündiger melden, findet man das Feuer nirgends reiner und natürlicher als unter dem orbe Lunae, allda der reine Luft wegen geschwinder Bewegung der Himmelskörper erzündet, zu einem reinen Feuer gemacht, also fovieret und erhalten wird, die regionam aëream zu temperieren, wie auch die ganze Erde vor unerträglicher Kälte neben der Sonne zu beschützen und bewahren. Dieses Feuer aber, ob es gleich einen sehr dicken orbem unter dem orbe des Monds machet, wird es doch wegen seiner subtilen Reinigkeit, indem nichts Irdisches darunter, von uns nicht gesehen, hat auch die dicke Farb nicht, wie das Feuer auf Erden, sondern ist schön weiss, hell und licht".

Obgleich nun Schwenter einen Gegensatz zwischen dem elementarischen und irdischen Feuer statuiert, und von dem Feuer in der Erde (im Hekla oder Heckelsberg auf der Insel Thule und im Aetna), sowie von dem Feuer spricht, das man aus den Körpern schlagen könne, so schreibt er doch auch dem irdischen die Bewegung nach oben zu, indem er und mit ihm Harsdörffer bemerkt, dass bei einem ausgeblasenen Kerzenlicht, wenn man den Rauch einer Flamme nahe bringt, das Feuer wider seine Natur hinabfalle und das Licht wieder anzünde.

Weiter unten führt er aus, wie das Feuer seinen natürlichen Sitz unter der hohlen Kugel des Monds habe und denselben nicht verlassen könne. Denn unter sich begehrt es nicht, wäre auch wider seine Natur, über sich kann es nicht wegen der hohlen Kugel des Monds, damit keine penetratio corporum verursacht würde. Aus der heiligen Schrift folgert er dann, dass über dem Himmel das Element des Wassers anzutreffen, „unter die hohle Kugel aber des Feuers und zwischen die Wolken setzen wir die hohle Kugel des reinen Lufts, die reinste Erde aber nahend zu dem centro der Erden" [1]). Merkwürdig genug wird hinterher bewiesen, dass es mechanisch nicht undenkbar wäre, dass die Elemente eine andere entgegengesetzte Reihenfolge hätten, ohne dass die Ordnung oder das Gleichgewicht gestört wäre. Wie übrigens Aristoteles doch nachträglich die Elemente anders als früher auffasst, und Feuer, Wasser, Luft und Erde nicht eigentlich als die Elemente, sondern als deren einfache Combinationen hinstellt, so bemerkt auch Schwenter: „sonsten ist uns nicht unbekannt und

[1]) Auf den engen Zusammenhang zwischen dieser Lehre von den Elementen und der Astronomie braucht nicht erst hingewiesen zu werden. Bei Kepler, dem grossen Astronomen des 17. Jahrhundert, ist dieselbe auf einen kleinen Rest zusammengeschrumpft. Sein grossartig selbständiger Geist baute sich kühn eigene, metaphysische Ansichten, welche den in ihm unwiderstehlich auftretenden Fragen nach den bewegenden Kräften Genüge leisten sollten. Er hält die Welt für sphärisch begrenzt, aus drei Teilen bestehend, den Beweger im Centrum, das Unbewegte in der Grenzsphäre, das Bewegliche zwischen beiden. Im Mittelpunkt steht die um ihre Achse sich drehende Sonne, die sphärische Hülle ist die kristallene, feste Fixsternsphäre, der Zwischenraum ist vom Äther erfüllt, in dessen innerem Teil die Planeten sich bewegen, und aus welchem die Kometen wie Wolken oder Meteore sich bilden. Die Achsendrehung der Sonne spielte bei Kepler, lange vor deren Entdeckung, die Rolle einer physischen Erklärung der Planetenbewegung um den Centralkörper. (Aus Reuschle „Kepler und die Astronomie".)

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

verborgen, dass die Elemente so wir auf Erden haben und gebrauchen, unrein und mit einander vermischt und vermenget seyn". Damit erklärt sich auch, dass im I. Teil, Buch VII allen Ernstes die Aufgabe gestellt wird „Aus dreien Elementen, wo wir sie haben können, allzeit das vierte zu bringen". Die Lösung ist diese: Durchs Feuer, Luft und Erden kann man so viel Wasser zu wege bringen, dass man in der Not einen Durstigen damit tränken kann. Zu diesem Behuf nimm etliche zinnene Flaschen, mache sie mit einer Spritze voll Lufts, verschraube sie stark, dass keine Luft herauskönne, setze sie nahe zum Feuer, so werden sie Wasser schwitzen, welches man in einem sonderbaren Geschirr sammeln kann. Um aus Feuer, Wasser und Luft Erde zu gewinnen, siedet man Wasser in einem glasierten Geschirr bei starkem Feuer, dann wird sich unten im Hafen eine Materie wie Salz an legen etc. Aus Erden, Wasser und Luft Feuer zuwege zu bringen, kann man jederzeit in den Schleifmühlen sehen, denn dort werden durch Wasser, Erd und Lufft feurige und sichtbare Funken generiret, welche Pulver anzünden etc., um aber schliesslich aus Erd, Feuer und Wasser so viel Luft zu weg zu bringen, dass man damit ein Feuer aufblasen und erhalten kann, nimmt man eine Luftkugel, füllt sie mit Wasser, und legt sie hernach zum Feuer, dann bläset der Lufft mit grossem Geräusch durch das enge Loch heraus [1]).

Harsdörffer widerlegt nach der Aufzählung der vier Elemente die von einigen aufgestellte Meinung, als ob Wasser und Luft ein Element seien, weil sich eines ins andere verwandelt, und die Luft trotz ihrer Lagerung oberhalb des Wassers nicht leichter sei als dieses. „Es ist," sagt er in der Einleitung zum XII. Buch (von dem Lufft und Wind) „der Unterschied zwischen dem Wasser und dem Lufft augenscheinlich, und ist der Dampff von einem Wasser, und der zarte natürliche Luft unterschiedenen Wesens und Herkommens [2]). Der Dampf und Rauch besteht in einer Feuchtigkeit und Hitze. Die Feuchten in dem Holz wird von der Hitze entgeistert und empor getrieben, da sich dann nachgehends die Hitze wieder sondert, und die Erdendämpfe in Regenwasser erläutert. Der Luft, welcher schwer ist, wie in dem aufgeblasenen Ballon, ist unrein, der so leicht als zuvor sein würde, wenn er mit reinem elementarischen Luft angefüllet sein sollte".

Aristoteles bewies auch auf rein spekulativem Wege, dass es nur vier Elemente geben könne. Für unsere Sinne existieren nach ihm vier Grundempfindungen, warm und kalt, trocken und feucht, von welchen sechs Combinationen möglich sind, unter denen zwei (kalt und warm, trocken und feucht) als widersinnig zu verwerfen wären. Der Ansicht nun, dass die Luft warm und feucht, wie die gemeine Meinung,

---

[1]) Hier wie in zahlreichen anderen Fällen sind die Beobachtungen alle richtig. Noch heute sagt das Volk, dass ein kühles Gefäss in der Wärme schwitze. Das Füllen desselben mit Luft und das Verkorken aber konnte nur dazu dienen, die Einsicht in den Vorgang zu hindern. Wenn wir gewöhnliches Brunnenwasser erhitzen, so bleibt schliesslich der bekannte Bodensatz und Wandüberzug, der aus den gelösten Mineralien besteht. Er tritt auf, während das Feuer wirkt, und Wasser zu Dampf (Luft) sich verflüchtigt aber nicht aus Feuer, Wasser und Luft, eine Meinung, welche an die allererste Kindheit der Naturwissenschaft erinnert.

[2]) Harsdörffer betont also im Gegensatz zu Schwenter den Unterschied von Luft und Wasserdampf ausdrücklich.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

und der zweiten, dass sie trocken und kalt, wie etliche behaupten, stellt Harsdörffer die dritte Auffassung, wohl seine eigene, entgegen, worin er treffend bemerkt: „Gleich wie ein Kristall keine Farbe hat, sondern dem Aug alle Farben getreulich vorbildet, also ist auch die Luft bald warm, bald feucht. Das Feuer aber ist leichter und trockener Natur; leicht weil es über sich steiget, wie alles, was schwer ist, unter sich sinket, und daher entstehet die Frage, wo der Mittelpunkt seiner Leichtung (!) seie?“ Über diese Frage kommt Harsdörffer zu keiner Entscheidung; er erwähnt nur, dass die einen die Sonne nicht mehr als zu den gewöhnlichen Elementen gehörig gelten lassen wollen, und dass andere das innere Erdenfeuer als das Elementarische Feuer ansehen, „einen gar subtilen und reinen Lufft, der fast gegen das grobe Kochfeuer den Namen des Feuers nicht haben kann“. Endlich fasst er, wie an zahlreichen andern Stellen, das Resultat seiner Nachforschung dahin zusammen, dass man sich hierüber nicht habe vereinigen können, und erzählt, wie in Paris ein gewisser Gaffarel[1]), welcher les curiositez inouyes geschrieben hat, 1627 des Landes verwiesen worden sei, weil er öffentlich verfochten, das Feuer sei kein Element. Die quinta essentia steht aber auch bei ihm fest: „Der Himmel wird von Job einem gegossenen Spiegel von Erz verglichen. Dies gibt etlicher massen zu verstehen, dass der Himmel von keiner elementarischen Materia, sondern ein fünftes Wesen (quinta essentia), welches sehr hell, glänzend, durchleuchtig, und das Gefäss, darinnen alle Elemente gleichsam versammelt, wie die Strahlen in einem Spiegel“ [2]). Endlich bemerkt er, dass das Verhältnis der Elemente, das von Aristoteles gleich 2 : 4 : 8 gesetzt sei, von neueren Philosophen auf ein zehnfaches Ebenmass getrieben wird, also dass ein Tropfen (!) Erde durch Verseltnung (per rarefactionem) werde 100 Tropfen Wasser, und aus einem Tropfen Wassers 100 Tropfen Lufts. Den Beweis für die letztere dieser merkwürdigen Angaben findet Harsdörffer in dem durch Wärme herbeizuführenden Auseinandergehen einer Wasserdampf enthaltenden Schweinsblase[3]).

Das wichtigste Ereignis in der Geschichte der Physik des 16. und 17. Jahrhunderts ist ohne Zweifel das Auftreten des koppernikanischen Planetensystems und dessen Ausbau und Befestigung durch Kepler und Galilei. Das Werk des grossen Frauenburger Astronomen war 1543 in Nürnberg erschienen. Es hatte zum ersten mal mit wissenschaftlicher Gründlichkeit das heliocentrische System an Stelle des geocentrischen gesetzt und nicht bloss die Widersprüche des ersten nachzuweisen gesucht, sondern zugleich ein brauchbares Hilfsmittel für den praktischen Astronomen geliefert. Allein die allgemeine Einführung wurde lange verzögert durch den Widerstand Tycho Brahe's, dessen treffliche Beobachtungen besser zum

[1]) Jacques Gaffarel 1601—1681, Bibliothekar Richelieu's. Die oben stehende Anekdote ist, wie es scheint, erfunden.

[2]) Auch sonst benützt Schwenter, und nicht minder sein Nachahmer Harsdörffer, da und dort Bibelstellen als Stütze physikalischer Ansichten.

[3]) Hier verfällt er also wieder in den alten Irrtum, dass Wasserdampf Luft sei.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

ptolemäischen als zum koppernikanischen System passten, und der von zahlreichen hervorragenden Gelehrten wie Morin, Riccioli, Francis Bacon u. s. w. unterstützt wurde, sowie durch den schon oben berührten Widerspruch von seiten der Geistlichkeit und der Laienwelt aus Gründen der hl. Schrift. Mehr als fünfzig Jahre später, 1609, entstand Keplers Hauptwerk, die Astronomia Nova *αἰτιολόγητος* (die nach den Ursachen forscht), mit welcher der Gedanke des Frauenburger Kanonikers in den Kepler'schen Gesetzen seine formale Vollendung erfuhr. Zu derselben Zeit, ganz kurz vor und nach dem Erscheinen jenes Werkes, vollzog sich die denkwürdige Umwälzung in der beobachtenden Astronomie durch die Erfindung des Fernrohrs, die in rascher Folge zu neuen allgemeine Aufregung hervorrufenden Entdeckungen führte [1]). Der Boden für die heliocentrische Lehre ebnete sich auf solche Weise mehr und mehr, und das Publikum war durch die seitdem zahlreichen Controversen mit dem Gegenstand bekannt, den Galilei in seinem berühmten Werk vom Jahre 1632 „Dialogo intorno ai due massimi sistemi del mondo" (Dialog über das ptolemäische und koppernikanische System) behandelte.

Für unsere Untersuchung ist von Interesse, zu sehen, in wie weit bei Schwenter und seinem Nachfolger die Wellen dieser grossen wissenschaftlichen Bewegung zu verspüren sind, und ob sie dem neuen Zug folgen oder nicht. Nach dem bekannten Schicksal des koppernikanischen Systems zu urteilen, das erst im 18. Jahrhundert den wissenschaftlichen Widerspruch allmählig verstummen sah, und angesichts des Charakters der „Math.-Philosophischen Erquickstunden" ist das Resultat allerdings beinahe vorauszusagen. Mit Bedauern sieht man, dass verhältnismässig wenige Stellen des ersten Teils des Werkes sich mit dieser damals brennenden Frage befassen. In dem Abschnitt über Astronomie und Chronometrie finden sich keine Anhaltspunkte, welche die Stellung Schwenters zur Coppernikanischen Theorie enthüllten. Dagegen nimmt er im 11. Buche, bei den Aufgaben und Fragen über Feuer und Hitze Veranlassung, die Frage von der ruhenden oder rotierenden Erde zu diskutieren. Es handelt sich um die Entscheidung, ob eine vertikal emporgeschossene Kugel wieder in das Geschütz zurückfalle. Schwenter pflichtet seinem Gewährsmann Jos. Furtenbach in Ulm bei, der in seiner Halinitro-pyrobolia „gantz recht" sagt, dass er auf dem Böller sitzend sicher gewesen sei, von der Kugel nicht getroffen zu werden. In der Erklärung dieser eigentümlichen Erscheinung findet der Verfasser einige Schwierigkeit. Diejenigen, welche mit Copernico, der hl. Schrift zuwider, zur Erklärung der Abweichung der Kugel statuieren, „die Sonne stehe still, die Erde hingegen bewege sich", widerlegt er, indem er ihnen vorhält, dass die Kugel dann wenigstens immer nur auf eine Seite fallen müsste, was der Erfahrung nicht entspreche [2]). Ja, wenn man, so

---

[1]) Der Nuncius sidereus, welcher der Welt die Entdeckung der Jupitermonde verkündigte, erschien zu Venedig im März 1610.

[2]) Darin hat er Recht, dass, wenn überhaupt die Kugel in Folge der etwaigen Erdrotation sich nicht in vertikaler Richtung bewegen würde, sie immer nach derselben Seite abweichen müsste. Von der Kleinheit der Abweichung hatte er allerdings keine Vorstellung, ja auch die durch eine Rotation der Erde entstehende Zusammensetzung gewisser einfacher Bewegungen ist ihm so wenig geläufig, dass er (s. pag. 14) behauptet, die nach Westen geschossene Kugel müsste bei dem Geschütz oder gar östlich davon niederfallen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

schliesst er weiter, den Umkreis der Erde 22500 Meilen gross annimmt, so müsste ein Böller in 2 Minuten Zeit, welche die Kugel zum Steigen und Fallen nötig haben soll, 31 deutsche Meilen weit gelaufen sein, was unmöglich ist, da die Kugel ja immer in der Nähe des Ausgangspunktes herabfällt. Auch die andere Entgegnung, dass die Luft mitsamt der Erde in Bewegung sei, lässt Schwenter nicht gelten, da er sagt, es sei nicht glaublich, ja nicht möglich, dass der Luftzug eine Zentnerkugel in so kurzer Zeit 31 Meilen weit treiben sollte. Es müsste dann eine nach Westen geschossene Kugel durch den Luftzug bei dem Böller selbst oder östlich davon niederfallen. Da nun alle diese Gründe zur Erklärung der Abweichung der Kugel nichts taugen, so sucht Schwenter dieselben im Pulver und der Kugel, die beide „nicht allseitig gleich“ sind.

Der ganze Versuch mit der vertikal geschossenen Kugel ist übrigens wegen der Unmöglichkeit genauer Ausführung so wenig wie der ähnliche mit einer nach Norden in Meridianrichtung gehenden Kugel zum Beweis der Rotation geeignet. Von praktischem Wert war erst der Gedanke, dass ein Körper, der von einem festen Punkt durch eine bedeutende Strecke herabfällt, eine östliche Abweichung von der vertikalen Richtung zeigen müsse.[1]) So lange der Beweis nicht experimentell geführt werden konnte, hatte der Einwurf der nicht vorhandenen östlichen Abweichung dieselbe Berechtigung wie das Argument Tychos gegen die Revolution der Erde, worin er auf den Mangel der Parallaxe der Fixsterne hinwies. Beide waren richtig, d. h. es musste unter der Annahme jener Bewegungen eine Abweichung und eine Parallaxe geben. Allein der direkte Nachweis wurde erst viel später in genügender Weise, für die erstere durch die Fallversuche von Guglielmini, Benzenberg u. a., für die letztere durch die Parallaxenmessung von Bessel erbracht.

Das Hindernis der richtigen Auffassung der Erscheinung beruhte auf dem Mangel der Vorstellung vom Beharrungsvermögen. Galilei hatte zwar dieses wichtige Gesetz schon 1602 gefunden, allein erst später in seinen Discorsi e dimostrazioni matemateche etc. veröffentlicht, so dass Schwenter das Werk nicht gekannt haben konnte. Die Versuche Gassendi's endlich, bei denen dieser auf schnellsegelnden Schiffen Körper fallen liess, welche die Bewegung des Schiffes teilend, keine andere Erscheinung als die des Falles von feststehendem Ort herab zeigten, wurden erst durch sein gegen Morin gerichtetes Werk „de motu a motore translato“ 1649 allgemein bekannt.

Nachdem der eine Punkt von der feststehenden Erde entschieden ist, folgt notwendig, dass Schwenter den Umlauf der Gestirne nach ptolemäischer Weise festhält. Die Sonne durchläuft darnach, obgleich wir sie auf den ersten Blick für stillestehend erachten, in einer Minute 4542 Meilen Weges. Diese Zahl, die in der Optik gelegentlich der Sinnestäuschungen mitgeteilt wird, stimmt allerdings nicht mit der im astronomischen Teil aufgestellten Zahl, nach welcher die Höhle des orbis der Sonnen 25230375 Meilen hält, so dass auf eine Minute ein Weg von ungefähr 17521 Meilen kommt. Noch grösser natürlich ist der ambitus der Höhle des Firmaments, nämlich 508781250 Ml., so dass ein im Äquator stehender Stern in jeder Minute 335320 Meilen, also einen Weg gleich 15 Erdumfängen zurücklegt. Die Entfernung der Sonne vom

[1]) Dass eine solche östliche Abweichung eintreten werde, ist von Newton 1679 vorausgesagt worden.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Centrum der Erde ist $4013923^{7}/_{22}$ Ml., wobei der Erdradius gleich $3579^{12}/_{22}$ Ml. angenommen ist. „Die Sonne ist unter den Gestirnen das grösste, Merkurius das kleinste, denn die Sonne ist $166^{1}/_{8}$ mal so gross als die Erde, und die Erde 21952 mal so gross als Merkur, hingegen ein Stern sextae magnitudinis grösser als die Welt $18^{1}/_{10}$ mal. Die Dicke aber des orbis der Sonne ist $339102^{1}/_{4}$ Meilen“ [1]).

Es liegt in der Natur der Sache, dass man sich damals, als noch der ganze Himmel eine Sammlung von konzentrischen Kugelschalen vorstellte, welche die Gestirne durch ihre Rotation mit sich herumführten, die Frage vorlegte, was hinter der äussersten also ausserhalb der Fixsternsphäre liege. Die Beantwortung dieser Frage bei Schwenter ist charakteristisch: „Wenn ich zu Ende aller Himmel stünde, ists gewiss, dass ich meine Hand entweder ausstrecken könnte oder nicht. Könnte ich's ausstrecken, so wäre ja unwidersprechlich gewiss, dass ein Raum ausser dem Himmel wäre; könnte ich sie aber nicht ausstrecken, so muss ja ein corpus ausser dem Himmel sein, welches meine Hand verhinderte und aufhielte. Also es sei wie ihm wolle, so ist gewiss etwas über allen Himmeln“. Schwenter beantwortet auch die Frage, ob das Firmament und andere Himmel sich zusammengezogen und näher zu uns gesunken seien, was von Einigen, um den Leuten Furcht einzujagen, behauptet worden sei. Er widerlegt die Behauptung ziemlich ausführlich, indem er entgegenstellt, dass wir alsdann eine andere Polhöhe als zu Ptolemäi Zeiten, andere Dauer von Tag und Nacht und ein anderes Wetter haben müssten, „welches alles der Erfahrenheit zuwider“. Wenn die Himmelskugel zu uns gesunken wäre, müsste sie sich von unseren Antipoden entfernt haben. Hätte sich aber die Himmelskugel zusammengezogen, so müsste eine penetratio corporum vor sich gegangen sein und die Sterne des Firmaments würden viel näher beisammen stehen. Ausserdem, wenn die Sonne mehr als 26000 Meilen näher stünde als früher, so würde sie die Erde verbrennen. Also ist die Behauptung „Gott und der Natur zuwider“. Dass sie aber entstanden sei, könne seinen Grund darin haben, dass die Ansicht des Ptolemäus und anderer Sternseher über die Stellung der Erde im Sonnenzirkel falsch aufgefasst worden sei. Jene haben der Sonnenkugel ein besonderes Centrum über der Erde gesetzt, das immer nach Gelegenheit der Zeit näher kommt, also dass erst nach 500 Jahren die Erde recht mitten in der Sonnen Circkel werde zu stehen kommen [2]). In hohem Grade auffallend erscheint die darauf folgende Bemerkung Schwenters: „Nun weiss man aber, dass der Astronomorum principia und Gründe keine Notwendigkeit in der Natur und Wahrheit haben, sondern seind nur Schulgedicht, welche ein jeder ändern und vor sich erdenken kann, schadet auch niemand, obgleich solche Gründe nicht wahr“! Dieses merkwürdige, absprechende Urteil

[1]) Nach dem heutigen Stand der Wissenschaft ist die Geschwindigkeit der Erde in ihrer Bahn (also die scheinbare Geschwindigkeit der Sonne in der Ekliptik = 29,6 km per Sekunde, oder rund 4 Meilen, also per Minute 240 Meilen. Die Entfernung der Sonne von der Erde beträgt rund 149 Millionen km oder 20 Millionen geographische Meilen. Der Erdradius ist = 6370 km oder 859,5 Meilen. Der Durchmesser der Sonne ist 109 mal, der Durchmesser des Merkur $^{3}/_{8}$ mal so gross als der Erddurchmesser, die Sonne demnach über $1^{1}/_{3}$ Million mal so gross als die Erde, diese aber etwa 19 mal so gross als Merkur.

[2]) Dies scheint ein misslungener Hinweis auf die excentrische Stellung der Erde in der jährlichen Kreisbahn der Sonne zu sein, vielleicht mit einer Andeutung des grossen platonischen Jahres?

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

im Munde eines Universitätslehrers, der als Professor der Mathematik nebenbei sich wohl auch mit der Erklärung von Himmelserscheinungen befasst haben mag, lässt sich vielleicht erklären durch seine Absicht, im Volke die Furcht vor einer solchen Verrückung des Himmels gründlich zu zerstören. Eine Furcht, welche damals, mitten in der Verwirrung und Unsicherheit, und den Gräueln des dreissigjährigen Krieges, dem Volk wohl sehr nahe liegen mochte. Andererseits kann ein gutes Stück persönliche Geringschätzung der Astronomie mitgewirkt haben, welche Missachtung man damals, sofern sie die theoretische Astronomie betrifft, nicht gerade als unbegreiflich bezeichnen kann. Einheit in der Weltanschauung existierte ja damals betreffs der astronomischen Erscheinungen nicht, ja weniger als je. Seit dem Altertum hatte sich die Zahl der Sphären, welche man zur Erklärung der Himmelserscheinungen brauchte, mehr und mehr vermehrt; von den 10 Sphären des Philolaos angefangen, welche die Sphärenmusik erzeugen, zu den 27 Sphären des Eudoxos, denen Kalippos 7 hinzufügte, bis zu Aristoteles, der noch 22 neue einführte. Später erschienen die excentrischen Kreise des Hipparch, die von Ptolemaios in genialer Weise durch sein Epicykel verdrängt wurden. Zwischen hinein machte auch die heliocentrische Theorie Versuche, zur Herrschaft zu gelangen, allerdings ohne Erfolg. Die Sphären wurden auch im Mittelalter nicht verlassen, Roger Bacon genügten die 56 des Aristoteles nicht, er nahm 60 an, hielt sich aber nicht an die ptolemäischen Epicykel, sondern fand sich von dem System des Alpetragius, einem arabischen Aristoteliker, mehr angezogen, der alle Himmelskörper sich von Osten nach Westen bewegen lässt, und die Bahn der Planeten zwischen die Ekliptik und die Äquatorialebene verlegt. Zweihundert Jahre nach Bacon stellte der gelehrte Cardinal Nikolaus von Cusa ein eigenes System der Himmelsbewegungen auf, das eine Art Vorläufer des Coppernikanischen genannt werden kann. Nun erst tritt Coppernikus auf die Weltbühne mit dem ausgebildeten heliocentrischen System, dann ihm entgegen der angesehene gewaltige Tycho mit seinem vermittelnden Entwurf, endlich Kepler wieder auf Seite des Coppernikus die Entdeckung der Bahngestalt und der Umlaufsgesetze in den Händen[1]). Musste da nicht für manchen, den nicht seine Naturanlage zu astronomischen Fragen hintrieb und Stellung zu nehmen nötigte, der Spott wenigstens nahe liegen, dass man die principia astronomiae beliebig ändern und für sich erdenken könne.

Der grosse Lärm, den Galilei auf dem Titelblatt seines Siderius Nuncius[2]) in der hellen Freude über die neuen Dinge am Himmel anhob, die durchs Fernrohr wie hingezaubert erschienen, hatte dafür gesorgt, dass niemand jene wissenschaftlich

---

[1]) Weitere allerdings unwichtige Versuche der Lösung des Problems stammen von dem Kapuziner Schyrl (Schyrlaeus de Rheita), der das koppernikanische System bekämpfte, das tychonische aber auch nicht für entsprechend hielt; ferner von Anton Deusing, welcher eine Art tychonischen Systems aufstellte, und von Jakob Coccaeus, der die bekannten Systeme alle angriff und sie durch sein eigenes ganz phantastisches ersetzte. (Aus Heller, Geschichte der Physik, dem auch die Notiz über das System des Algetragius entnommen ist.)

Deusings Werk heisst „Antonii Deusingii med. ac philos. de vero Systemate Mundi Dissertatio mathematica. Qua Copernici Systema Mundi reformatur: Sublatis interim infinitis pene orbibus, quibus in Systemate Ptolemaico humana mens distrahitur". Amsterdam 1643.

[2]) Der vollständige Titel lautet: Sidereus nuncius, magna longeque admirabilia Spectacula pandens, suspiciendaque proponens unicuique, praesertim vero philosophis, atque astronomiis, quae a Galileo Gali,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

hochbedeutsamen Ereignisse ignorieren konnte. Darum erzählt auch Schwenter von den dunkeln Körpern, die man am Himmel mittelst des Fernrohrs ins Gesicht bringen kann, die sich um die Sonne finden, von den neuen Planeten, welche sich um den Jovem und Saturnum halten, dem Wachsen und Viertel Veneris, ebenso wohl als des Mondes nach der Proportz und Mass der Weite von der Sonnen, endlich von der unzähligen übergrossen Menge der Sterne, welche der natürlichen Schwachheit unsern Augen bis anhero verborgen, und welche sowohl in via lactea als in andern asterismis des Firmaments zu sehen.

Die Kugelgestalt der Erde war schon seit dem grauen Altertum bekannt, wahrscheinlich eine Entdeckung der pythagoreischen Schule. Jetzt, wo sich durch die Entdeckungen auf der Erde und am Himmel der Blick so ungeahnt erweitert hatte, scheint auch die Gestalt der Erde besser verstanden und in überraschender Deutlichkeit vor die Blicke getreten zu sein. Daher wohl bei Schwenter und Harsdörffer die verschiedenen mit viel Behagen angestellten Betrachtungen über die Convergenz zweier Erdradien, und überhaupt zweier vertikaler Linien. Es ergeben sich dabei verschiedene simple, aber für das Publikum zunächst paradoxe Wahrheiten, wie z. B. dass die vertikalen Kanten eines Thurmes nicht parallel sind, dass ein cylindrisch projektierter tiefer Brunnenschacht kegelförmig wird, dass, wenn einer um die Erde marschiert, sein Kopf einen grösseren Weg zurückgelegt als sein Fuss, dass in dasselbe Gefäss näher am Mittelpunkt der Erde mehr Wasser gefüllt werden kann als in grösserer Entfernung, weil der Radius der Kugelfläche kleiner ist, und also die Wölbung des Niveaus stärker, endlich dass die Richtung eines Durchmessers der Erde auf beiden Seiten gegen den Himmel gekehrt ist, also Maurolycus Recht haben konnte, wenn er im ersten Gespräch seiner Weltbeschreibung erzählt, dass er Lucifer den Kopf und die Füsse habe zugleich gen Himmel wenden sehen.

Als meteorologischen Anhang führen wir noch an, was Schwenter über die Sternschnuppen äussert: „Die gemeinen Leute haben noch jetzt den Glauben der Epicuräer, dass Sonne, Mond und alle Sterne sonderliche Feuer am Himmel wären, aus den feisten Dünsten und dem Rauch, den der Himmel aus Erde und Wasser an sich zöge, und wie die brennenden Fackeln zuweilen knistern und mit einem Schall Fünklein und andere Sachen von sich würfen, also speiten und würfen sie auch weg, was ihnen undienstlich wäre, und dies wären die fallenden Sterne. Die Leute sagen, die Sterne säubern, sie butzen sich“. Schwenter widerlegt nun den Glauben der Leute, dass die Sternschnuppen fallen, wenn der Mensch, dessen Stern sie seit seiner Geburt gewesen, dem Tode nahe ist, und schliesst: „Es ist auch gewiss, dass die fallenden und schiessenden Feuer keine Sterne, sondern feiste Dünste seyen, in der Luft entzündet und verbrannt. Es ist auch zu wissen, dass aus keiner glaubwürdigen Historia zu beweisen, dass jemals ein rechter Stern wäre vom Himmel gefallen“.

---

leo partito Florentino, Patavini Gymnasii Publico Mathematico, Perspicilli nuper a se reperti beneficio sunt observata in Lunae facie, fixis innumeris, Lacteo Circulo, Stellis nebulosis, apprime vero in Quattuor Planetis circa Jovis Stellam disparibus intervallis, atque Periodis, celeritate mirabili circumvolutis; quos nemini in hanc usque diem cognitos, novissime Auctor deprehendit primus; atque Medicea Sidera Nuncupandos decrevit“. (Nach der Londoner Ausgabe von 1653.)

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Harsdörffer steht nicht mehr so fest auf dem ptolemäischen Standpunkt, wie sein Vorgänger. Dies macht sich schon in der Einleitung zu dem Buch über die Sternkunst fühlbar, worin er die wissbegierigen Leser, welche mehr zu erfahren wünschen, auf die Schriften von Copernikus, Rhetius, Stadius, Chr. Rothmann, Reinhold, Mästlin[1]), Jord. Bruno, Galilei, Campanella, ... Gilbert, Kepler, Longomontanus, Ursinus, Stevinus, Descartes u. s. w. Tycho Brahe, Chr. Scheiner verweist, „welche alle ausser dieser letzten Copernici Meinung sind". Er hütet sich zwar vor einer direkten Erklärung über seine Ansicht, führt auch in der Erörterung der Frage, ob die Erde sich bewege und der Himmel still stehe, neun Gründe für die alte und nur drei bis vier schwache für die neue Ansicht auf. Aber er bemerkt, dass die Rechnungen der Anhänger des neuen Systems die Sonnen- und Mondsfinsternisse so genau erweisen, dass sich darüber zu verwundern und gewisslich aus der Planeten Lauf Copernikus nicht kann widerlegt werden. Die natürlichen Ursachen aber, fährt er fort, welche Robert a Fluctibus und andere wider ihn anführen, können den Beweis aus der Gestirne Rechnung nicht hintertreiben. Auch habe Clavius, ein Anhänger der alten Theorie, seine Ansicht vor dem Tode geändert, und erlernet, dass Merkur und Venus nicht um die Welt, sondern um die Sonne herumlaufen und dieselbe zu ihrem Mittelpunkt haben, wie die Mediceer Sterne[2]) um Jupiter. Endlich erwähnt er Tycho Brahe's des Danemärkischen Edelmanns System, das etlichermassen die Meinungen verglichen, setzt die drei Systeme in schematischen Abbildungen neben einander und schliesst „mit Grotio, dass die unterschiedlichen Meinungen der Schwachheit des menschlichen Verstandes beizumessen sind, und dass sie durch so viel Zweifelursachen irrig gemachet, bekennen müssen, sie wissen keine Gewissheit".

Die Gründe für die ruhende Erde sind bei ihm zunächst die bekannten Stellen aus der hl. Schrift, im 89. Psalm „Du Herr Gott, hast die Erde gegründet, und sie soll nicht beweget werden in Ewigkeit", und bei Moses, der von Josua berichtet, dass er durch sein Gebet die Sonne zum Stillstehen gebracht habe. Ferner soll die Erde in Ruhe sein, weil sie das Schwerste und somit der Mittelpunkt ist. Auch sehen wir, heisst es weiter, aller Orten sechs himmlische Zeichen, wie auch Sonne und Mond aufgehen; die Sterne werden von der Erde immer in einerlei Grösse also auch in derselben Entfernung gesehen. Dass die Gründe, die aus der Bewegung der fallenden oder steigenden Körper abgeleitet werden, früher für die ruhende Erde, wie jetzt für das Gegenteil ausgebeutet werden, ist bereits erwähnt und beleuchtet worden. Ein in die Höhe geworfener Stein könnte nach dem Verfasser auf der bewegten Erde nicht wieder zu unseren Füssen herabfallen, wie er auf einem Schiff ins Wasser fällt, wenn es fortfährt. Die Versuche, welche dies direkt widerlegen, hätten allerdings

---

[1]) Mästlin war Keplers Lehrer in Tübingen. Er lehrte zu jener Zeit in den öffentlichen Vorlesungen die Astronomie nach dem ptolemäischen System, und nur in einem engen Kreis von Schülern, zu denen auch Kepler gehörte, erklärte er die kopernikanische Lehre.

[2]) So hatte Galilei die von ihm entdeckten Trabanten des Jupiter genannt. In der Epistola dedicatoria des „Sternenboten" an den Grossherzog Cosmo II. von Medici heisst es ... quod si illas primus indigavi, quis me jure reprehendat, si iisdem quoque nomen imposuero, ac Medicea Sidera appellaro?

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Harsdörffer bekannt sein können, allein der Name Gassendi's findet sich nicht in seinem Literaturverzeichnis. Auf der rotierenden Erde müsste auch, so argumentieren die Anhänger der alten Auffassung, wenn eine Kanonenkugel in der Richtung der Bewegung abgeschossen wird, das Geschütz vor der Kugel am Ziel ankommen, und es würden durch die rasche Bewegung die Häuser einstürzen. Von der schnellen Bewegung der Erde würde uns Hören und Sehen vergehen, die Vögel und die Fische könnten sich in ihrem Element nicht nach Belieben bewegen, wie sie es in Wirklichkeit thun.

Wenn der Mond und die anderen Planeten absonderliche Welten sein sollten, so müsste folgen, dass auch Menschen darinnen wohnten, für welche Christus nicht gestorben, und denen das Evangelium nicht gepredigt worden, das zu behaupten schwer fallen würde. Wenn alles auf der Erde ruhet, so muss auch die Erde ruhen. Endlich ist die Erde kalter Natur, die Kälte aber hindert die Bewegung, wie die Wärme selbe fördert und verursachet, welches an allen Thieren, Wassern und Gewächsen leichtlich abzusehen. Der kalte Marmor und alle Steine sind kalt und zugleich schwer, und ohne Mühe nicht beweglich.

„Die Gegenursachen aber der berühmten Sternkündiger, welche sagen, uns betrüge das Auge (wie die Schiffenden vermeinen, die Erde gehe, und das Schiff stehe still) sind folgende: 1) Dass der Sonne, als dem edelsten Geschöpf die Ruhe und der mittlere Ort gebühre, und nicht der Erde, als dem geringsten unter allen Planeten. 2) Dass die Sonne wie des Menschen Herz nothwendig an dem besten und allen anderen nützlichsten Ort stehen müsse, 3) dass die Sterne ihren so richtigen und ordentlichen Lauf wie die Erde ihre dreierlei Bewegungen (habe) und dass uns unser Gesicht betrüge, welches ohne die absonderlich darzugeschliffenen Ferngläser die Planeten nicht beschauen kann. Ich sage dreierlei Bewegungen 1) an der Axe wie ein Wagenrad in 24 Stunden, und diese Bewegung machet Tag und Nacht; 2) gehet dieses Weltrad fort, und kommet in einem Jahr um die ganze Sonnen wie der Mond alle Monat um die Welt (i. e. Erde) lauft; 3) ist dieser Lauf überzwergs, durch die zwölf himmlischen Zeichen gerichtet, dadurch Tag und Nacht, indem sie ab- und zunehmen, gegen einander ungleich werden. Mit der Bewegung sagen sie ferners, seie es also beschaffen, dass die Erde ihren Mittelpunkt für sich habe, und neige sich zu demselben der Stein, obgleich die schnelle Bewegung unvermerkt geschehe. Ein Exempel können die Völker sein, welche die Füsse gegen uns wenden, und die sonder Fallen auf der Seiten der Weltkugel wohnen etc. Es seie viel vermuthlicher, dass die Erde sich in einem Augenblick 5 Meilen Weges drehe, als dass die Sonne in besagter Zeit 40 Meilen Weges reise“.

Von dreierlei Bewegungen der Erde in obigem Sinne sprach nämlich Copernicus in seinem Werk „de Revolutionibus orbium coelestium“. Die erste ist die Rotationsbewegung um die Erdachse, die zweite die Bewegung um die Sonne, die dritte verkehrt zum Sinne der Zeichen um die Pole der Ekliptik. Die letztere ist nach heutiger Auffassung überflüssig, und wird ersetzt durch den Parallelismus der Erdachse, deren Richtung nicht mit der Achse der Ekliptik zusammenfällt.

Zum Jubel der Forscher und zur grössten Verwunderung ihrer Zeitgenossen zeigten sich die Planeten durch die neuerfundenen Fernröhren (Sterngläser oder

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Sternrohre) in grösseren Dimensionen, zum Teil mit eigentümlichen Flecken und in sonderbarer Gestalt, die anfangs nicht durchweg richtig gedeutet wurde. Da nämlich Merkur und Venus, welche denselben Phasenwechsel wie der Mond zeigen, für das unbewaffnete Auge zu klein sind, um in ihrer wechselnden Gestalt deutlich erkannt zu werden, so bildete dies einen Haupteinwurf gegen das neue System. Er fiel mit der Anwendung des Fernrohrs zur Betrachtung des gestirnten Himmels. Übrigens waren die damaligen Ferngläser noch sehr der Verbesserung bedürftig, so dass Galilei z. B. von der Dreigestaltigkeit des Saturns spricht[1]).

Harsdörffer kennt zwar den Saturn genauer „er hat noch zwei Ringe um sich", Jupiter vier kleine oder nach anderer Meinung neun Sternlein um sich, aber die Gestaltveränderung des Mars wurde auch damals nicht richtig gedeutet. Er ist nach Harsdörffers Bericht dreieckig, einem hohen Berge oder Felsen nicht ungleich, ganz rot und feurig anzusehen. Der Mond aber ist dem Ansehen nach eine kleine Welt mit vielen Flüssen, Bergen und hellglänzenden Strahlen scheinend, auf der dunkeln Seite aber der Erde gleich, und für sich selbsten finster. Die so scheinbaren Flecken in dem Mond sind bald näher beisammen, bald weiter von einander . . . niemand kann den Neumond ohne Erstaunung durch solche Gläser betrachten.

Es ist bekannt, dass die ersten Entdeckungen Galileis mit Misstrauen aufgenommen wurden, und dass manche, welche Gelegenheit hatten, in dem Teleskop mit eigenen Augen die neuen Dinge zu sehen, an der Wirklichkeit des Gesehenen zweifelten. Sie hielten die Bilder für optische Täuschungen, die auf Rechnung des Instruments zu setzen wären. Auch Harsdörffer findet sich bewogen, diesem Zweifel Rechnung zu tragen, bemerkt aber hinterher „doch kann man nicht abwendig sein, dass die Rechnungen, in welchen durch den heitersten Lufft die parallaxis oder Abweichung darvon gezogen, der Sonne und Mond Finsternussen auf eine Viertelstunde, ja auf eine Minute zutreffen, daraus unfehlbar zu schliessen, dass der Planeten Lauff gewiss und sicherlich bekannt sein müsse". Die angehängte Bemerkung zeigt ebenfalls, dass Harsdörffer nicht abgeneigt ist, die alte Theorie fallen zu lassen. „Die Alten", sagt er erläuternd und bekräftigend, „haben über die Existenz der Antipoden gestritten: Columbus ist bei Ihnen gewesen, und hat durch die Erfahrung den Zweifel aufgehoben: Also haben wir Ursache, mehr zu glauben der Erfahrenheit vieler Kunstverständiger als unserer Meinung und dem gemeinen Wahn zuzustellen".

Wirkliche Andeutungen über die Stellung der Erde bezw. der Sonne in der bisher angenommenen Bahn der Sonne, der nunmehrigen Bahn der Erde, finden sich auffallender Weise weder bei Schwenter noch bei Harsdörffer. Das Verdienst Keplers ist überhaupt damals nicht in der Weise wie heute gewürdigt worden. Man sprach von dem Coppernikanischen System, aber nicht von Keplers Gesetzen. Hat ja Galilei dieselben nicht einmal gekannt, oder sie gar ignoriert. Eine einzige Stelle bei

---

[1]) Die Saturnringe wurden zuerst im Jahre 1657 von Huyghens in ihrer wahren Bedeutung erkannt. Wenn also Harsdörffer von den Ringen spricht, welche Saturn um sich habe, so ist wohl nur anzunehmen, dass er sie als jene henkelförmigen Ansätze gekannt hat, als welche sie sich in gewisser Stellung projicieren. Cassini sah zuerst den Ring geteilt im Jahre 1715.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Harsdörffer könnte vielleicht dahin gedeutet werden. Dort heisst es (T. II pag. 363!) „Wenn nun im Winter die Sonne von unserer Erde entfernt ist, so beherrscht dieser kalte Luft das Wasser“ etc., eine verkehrte Bemerkung bezüglich der Jahreszeit, wenn man nicht, was ohne Zweifel das Richtige ist, dieses Entferntsein als längere Abwesenheit der Sonne von unserem Horizont auffassen will.

Über die Grösse der Sonne und Erde enthält der astronomische Teil einige Angaben. Nach denselben ist es ausser Zweifel, dass die Sonne 11 halbe Diametros der Erden habe. (Nach dem jetzigen Stand unserer Kenntnisse ist der Sonnenradius = 108,7 Erdradien.) Der Versuch, mittelst dessen man den Abstand der Sonne von der Erde messen soll, stammt aus Bettini's Aerarium Philosophiae. Man lässt durch eine kleine Öffnung C das Sonnenlicht auf einen Schirm fallen, woselbst ein kreisförmiges Sonnenbild entstehen soll, dessen Durchmesser FH parallel einem Sonnendurchmesser AB ist. Nun soll aus dem Verhältnis FH : HC, welches durch Messung ermittelt wird, die Strecke BC gefunden werden, nachdem (auf unbekanntem Weg!) AB vorher bekannt ist. Das genannte Verhältnis 1 : 104 ist natürlich nicht erst durch diesen Versuch zu finden, sondern ergibt sich durch Umrechnung aus dem scheinbaren Durchmesser der Sonne (der Mittelwert ist = 1 : 107,43). Weiter unten wird der Umkreis der Erde gleich 7200 Meilen Weges à 3000 Schritt, der Umkreis des Himmels gleich 169593750 Meilen angegeben, und die Geschwindigkeit der Sterne unter der gleichnächtigen Linie zu 11791¼ Meilen per Minute.

Galilei, der durch drei im Jahre 1618 auftretende Kometen auf diese einst mit so grossem Schrecken betrachteten Himmelskörper aufmerksam wurde, erklärte sie noch für irdische Exhalationen, während bald darnach Grassi sie als Himmelskörper bezeichnete. Harsdörffer spricht sich darüber nicht selbständig aus. Er berichtet, dass einige dieselben für warme und trockene Dämpfe halten, die in der oberen Luftgegend entzündet, dem öligen Rauche einer ausgelöschten Lampe oder Pechkerze gleichen. Andere widersprechen, namentlich weil sie nicht für möglich halten, dass eine so subtile Materie sich so lange in den Lüften brennend erhalten und auf eine so grosse Strecke am Himmel hinziehen könne, wie z. B. die Kometen „so 1618 erschienen und sich auf 40 himmlische Stufen (à 20 Teutsche Meilen) erstrecket“. Auch steige ja der Rauch gerade auf, und der Schweif der Kometen gehe in der Rundung (!). Noch andere halten die Kometen für zusammengelaufene Sternlein, welche sonsten nicht gesehen werden können. So gut aber Harsdörffer, wie bereits erwähnt, an einen bestimmenden Einfluss der Sterne auf das Schicksal der Menschen nicht glaubt, so fest steht bei ihm noch die Überzeugung, dass die Kometen unheilverkündende Himmelsboten sind. „Unter den 66 Kometen, welche nach der Auferstehung unseres Erlösers bis auf den heutigen Tag erschienen, ist keiner gewesen, welcher nicht grosse Veränderung im geistlichen und weltlichen Stande sollte bedeutet haben. Also hat der Komet, welcher ein Jahr lang (da sie sonsten nur bei einem Monat zu dauern pflegen) über Jerusalem gestanden, derselben Stadt endlichen Untergang angezeiget, und was auf obgedachten 1618 erschienenen Kometen für ein dreissigjähriger Jammerkrieg erfolget, ist leider weltkündig“. Die Grösse der Kometen, ihre Farbe, Stellung am Himmel etc. haben hiebei ihre specielle Bedeutung.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Eine der Astronomie ebenbürtige Ausbildung hatte im Mittelalter nur noch die Optik erfahren. Die übrigen Zweige der grossen Wissenschaft von der Natur waren zum Teil allerdings seit langer Zeit im Besitz schätzenswerter grundlegender Anfänge, wie die Statik seit Archimedes, die Chemie durch zahlreiche Experimente seit den ersten Jahrhunderten unserer Zeitrechnung. Andere waren kaum erst im Entstehen begriffen, wie die Lehre von der Wärme und Elektricität. Erst im 16. und 17. Jahrhundert kam durch die veränderte Methode der Forschung, durch die Induction auf allen Gebieten ein reger Fortschritt zu Stande, und gerade die Optik hatte zur Zeit, welche unserer speciellen Betrachtung vorliegt, viele neue Gesichtspunkte gewonnen. Darum erscheint es befremdlich, dass in dem Schwenter-Harsdörfferschen Werk dieses Kapitel noch stark nach den früheren Anschauungen hinneigt, und im Ganzen verhältnismässig schwach bleibt. Wenigstens ist sicher, dass man heute sich nicht scheut, die interessanten und namentlich neuesten Ergebnisse der Forschung auch einem volkstümlichen Buche einzuverleiben, so fern sie sich ohne Fachgelehrsamkeit in verständlicher Weise darstellen oder auch nur andeuten lassen. Andererseits zeigt die Haltung des Werkes, dass die Verfasser alles aufnehmen, was von allgemeinem Interesse sein kann — ja manchmal noch mehr. Nun waren aber zu Schwenters Zeit das optische Werk des Marcus Antonius de Dominis mit seiner Regenbogentheorie, und die schon erwähnte Natürliche Magie von Porta von Neapel längst bekannt, Keplers Dioptrik war wie das erstgenannte Werk ebenfalls schon 1611 erschienen, seine Paralipomena ad Vitellionem schon 1604. Für Harsdörffer lagen die Verhältnisse noch günstiger, ihm standen die Cartesische Abhandlung über Meteore von 1637, Scheiners bedeutsames Werk über die Einrichtung des Auges ausser jenen obigen zu Gebote. Er erwähnt auch die Namen dieser Schriftsteller mit Ausnahme des ersten, allein die speciellen optischen Abhandlungen scheinen ihm nicht bekannt gewesen zu sein. Es ist darum auch in manchen Teilen der optischen Bücher der „Erquickstunden“ eine eigentümliche Verschwommenheit des Ausdrucks und in den Abbildungen eine Unklarheit zu finden, die nicht durch die populärwissenschaftliche Richtung des Ganzen zu erklären ist.

Am bekanntesten war abgesehen von der geradlinigen Fortpflanzung des Lichtes die Reflexion der Lichtstrahlen an den Spiegelflächen. Der Vorgang, obgleich einfach, und seit Euklides in den wissenschaftlichen Werken besprochen, erregte im Mittelalter und noch lange nachher Staunen und kindische Freude. Zahlreiche Aufgaben bei Schwenter und Harsdörffer sind nichts anderes als Variationen über dasselbe Thema der Spiegelung an ebenen Flächen. Die unmöglichen Leistungen, welche dabei den Spiegeln zugemutet werden, dürfen uns nicht verwundern. Aus Leurechon z. B. stammt die Anweisung, wie man mittelst eines ebenen Spiegels sehen könne, was der Feind in seinen Laufgräben treibe: Man befestigt einen Spiegel an einer Picke oder langen Stange, und sorgt dafür, dass die Einfallslinie von den Approchen gleichen Winkel (mit dem Spiegel) mache, wie die Linie der Reflexion, die ins Auge des Beobachters geht. Ein Beispiel von der oben erwähnten Unklarheit (gelinde gesagt) ist die zweite

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Aufgabe der Katoptrik [1]), welche verlangt, dass auf einem gegebenen ebenen Spiegel der Punkt X gesucht werde, in welchem das Auge A das Bild eines Punktes B erblickt. Statt die bekannte geometrische Lösung zu geben, sagt Schwenter: Ziehe eine Linie nach der Mitte des Spiegels und mache den Einfallswinkel gleich dem Reflexionswinkel! Auch über das Bild sagt er eigentümlich unbestimmt „in flachen Spiegeln sieht man das Bild allezeit gleich bei seinem objecto und fast in der Person Grösse". Bei Leurechon ist die Darstellung der Spiegelung viel klarer, ja elegant zu nennen. Ihm entnimmt Schwenter neben anderem auch die Behauptung, dass ein und derselbe Spiegel von der Seite betrachtet eine Kerzenflamme 2, 3, 4 und mehr mal spiegeln könne, bestreitet aber, dass in einem ebenen Spiegel mehr als eine Spiegelung möglich sei. Wenn also mehrere Bilder auftreten, so sei dies der buckligen Beschaffenheit des Spiegels zuzuschreiben. Leurechon aber sagt darüber ... ce qui arrive (si je ne me trompe) à cause des diverses reflexions, qui se font, de la surface, du milieu, et du fond (!) de ce miroir. Dass die theoretisch zahllosen Bilder eines zwischen parallelen Spiegeln liegenden leuchtenden Punktes, und „das grosse Wunder" der Bilder im Winkelspiegel erwähnt werden, bedarf keiner Erwähnung. Die gewölbten Spiegel hatten zur Zeit unseres Werkes ein wissenschaftliches Interesse nur als Brenn- und Beleuchtungsspiegel, denn mit den Bildern derselben wusste man nichts Nützliches anzufangen. Die Verwendung der Hohlspiegel in den Teleskopen gehört einer viel späteren Zeit an. Doch waren die Haupteigenschaften dieser gewölbten Spiegel längst bekannt. In den auswärts runden oder buckligen Spiegeln ist das Bild allezeit kleiner, sie „brennen nicht", weil auf ihnen die Sonnenstrahlen sich nicht sammeln können, sondern sich ausbreiten und zerstreuen. Dagegen sind die hohlen Spiegel diejenigen, welche brennen, und zwar brennen die sphärischen ziemlich stark, zwischen dem 4. und 5. Teil des Diameters, noch mehr diejenigen, so nach den dreien Sectionibus conicis (den drei Kegelschnitten) gemacht werden, am stärksten unter diesen aber die so nach der linea parabolica ausgearbeitet sind. An diese Erörterung schliesst sich die bekannte Erzählung von dem Anzünden der Schiffe des Marcellus im Hafen von Syrakus durch die Brennspiegel des Archimedes, eine aus dem Altertum stammende Nachricht, die aber insofern ganz ins Reich der Fabel zu verweisen ist, als es sich um wirkliche Brennspiegel gehandelt haben sollte. Sie ist höchst unwahrscheinlich aber auch für den möglichen Fall, dass statt eines Hohlspiegels (mit dem überhaupt nur auf ganz geringe Entfernungen zu zünden wäre) eine grossartige Zusammenstellung von ebenen Spiegeln aufgestellt gewesen wäre [2]).

Die Theorie der Spiegelung reicht, wie bemerkt, sehr weit ins Altertum zurück. Mit der Betrachtung der sphärischen Spiegel beschäftigte sich schon Hero von Alexandrien hundert Jahre vor Christi Geburt; ebenso kennt er die Zerrspiegel (Cylindrische und kegelförmige Spiegelflächen) und die mittelst ebener Spiegelung zu stande gebrachten Geistererscheinungen, ein heutzutage wieder in die Mode gekommenes Kunststück. Schwenter leidet auch bei der Beschreibung dieser Zerrspiegel an auf-

[1]) Die sog. Alhazen'sche Aufgabe.

[2]) Vgl. Heller, Geschichte der Physik, Archimedes.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

fallender Verschwommenheit in der Darstellung, die sich ausserdem in dem optischen Teil durch die geringe Zahl der Abbildungen unvorteilhaft auszeichnet. Mit der Erklärung der runden Sonnenbildchen (beim Durchgang der Sonnenstrahlen durch beliebig gestaltete kleine Öffnungen, z. B. die eckigen Löcher zwischen den sich auf einander projicierenden Blättern der Bäume) hatte sich schon Aristoteles vergeblich bemüht. Sie gelang erst dem Abt und langjährigen Lehrer der Mathematik in Messina Maurolykus, der dieselben in seiner 1540 vollendeten, aber erst 100 Jahre später im Druck erschienenen mathemat. Encyklopädie beschreibt. Allein auch Kepler befasste sich in seinen Paralipomena etc. mit dem Gegenstand. Schwenter findet die Erklärung darin, dass ein jeglich Ding, so da mag gesehen werden, eine gewisse Distanz haben muss, in der man es nimmer sehen kann. „Die Winkel (die Ecken des Bildes, welche von der eckigen Öffnung herrühren) müssen in einer gewissen Distanz verschwinden, also muss die Figur rund sein".

Die Bezeichnung eines optischen Glases als Linse ist Schwenter nicht geläufig, er spricht von buckligen oder auch von hohlen Gläsern; ebenso ist bei ihm der Ausdruck Refraction zwar an einigen Stellen zu treffen, Regel aber ist, dass er die Brechung als Reflexion bezeichnet. Die Kegelschnitte spielen auch bei der Form der Linsendurchschnitte noch eine grosse Rolle, der parabolischen Form insbesondere werden wunderbare Wirkungen zugeschrieben. Was wir über die Fernröhren bei Schwenter finden, ist eine Übersetzung aus Leurechon, dem „Anthore", welcher schreibt: Es hat nicht den Anschein, von dieser Aufgabe loszukommen ohne Handhabung der Galilei'schen, sonst holländischen oder Amsterdamischen Ferngläser. Andere gemeine Augengläser machen alter Leute Augen zwar jung, aber diese staffieren sie gar mit Luxaugen aus: Denn damit können sie durch die Himmel sehen, wie auch die dunklen Körper am Himmel ins Gesicht bringen, welche sich um die Sonne finden u. s. w. „Die Bereitung dieses Instruments", fährt Schwenter fort, „ist schlecht und leicht"[1]), aber es scheint, dass die Einsicht in die Wirkung desselben nicht so klar vor Augen lag. „Es hat ein Glas, so hohl und bucklicht, in der Mitte dicker, die Strahlen des Augs zu vergleichen und zu versammeln, auch also die Figuren zu vergrössern, weil der Sehwinkel grösser wird. Letztlich hat es auch ein Verjüngglas, die Strahlen des vorigen Glases zu verjüngen, zu unterscheiden und zu moderieren: welche, wann sie allein wären, viel verwirrter fielen! Die Gläser werden gemacht, so dass man sie auseinander ziehen und ein jeder (sie) nach seinem Gesicht richten könne".

Die Erscheinung der astronomischen Strahlenbrechung war schon Kleomedes bekannt, der sie mit der Brechung der Strahlen in einem mit Wasser gefüllten Becken verglich, und Ptolemäus schreibt sie bereits der verschiedenen Dichtigkeit der Luft und des Äthers zu. Schwenter führt nun wiederum den Versuch mit dem in die Schüssel gelegten Thaler an, der mit Wasser bedeckt über den Rand emporsteigt, allein in der Anwendung dieses Resultats auf die genannte Erscheinung ist er, trotz der Hinweise auf Vitello, Alhazen und andere, nicht glücklich. „Durch die radios

[1]) Der französische Text heisst hier: au reste tout l'appareil de cet admirable instrument est fort simple.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

reflexos sehen wir ein jedes Ding am unrechten Ort. Weil dann bisweilen (!) dicke vapores und Dämpfe von der Erden aufgehen, dardurch wir sehen müssen, geschieht es, dass wir die Sonne per radios reflexos ehe sehen, als sie aufgehet, wie den Thaler im Wasser. Daher die alten weisen Leut ein Sprichwort gehabt, wann man die Sonne ehe sehe, als sie aufgegangen, sei es eine Anzeigung eines künftigen Regens, denn aus so dicken vaporibus und Dämpfen der Regen gezeuget wird". Derselben Ursache schreibt er auch die bekannte optische Täuschung zu, welche die Sonnen- und Mondscheibe am Horizont grösser erscheinen lässt, als weiter oben am Firmament, und die wir jetzt auf Rechnung der Unsicherheit des Auges, im Abschätzen von Entfernungen setzen. Durch diese Erklärung will er mit Joh. de Sacro Bosco in seiner Sphaera denjenigen begegnen, welche aus solcher unterschiedlichen Erscheinung der Sonne, Mond und anderen Sterne schliessen wollen, der Himmel sei entweder nicht vollkommen rund, oder die Erde sei nicht im centro mundi.

Die Einleitung zu dem Buch über Optik enthält Bemerkungen über Sinnestäuschungen im allgemeinen, und optische Täuschungen insbesondere. Es wird die Täuschung erwähnt, vermöge deren wir die Gegenstände um uns für bewegt halten, während wir unsern Standpunkt ändern. Zu den Sinnestäuschungen rechnet Schwenter auch die Erscheinungen, welche wir durch die Nachwirkung des Lichteindrucks im Sehnerv erklären, also z. B. dass eine im Kreise geschwungene glühende Kohle als feuriger Ring erscheint. Die Thatsache, dass wir mit einem Auge allein nicht im Stande sind, die Entfernung und Lage eines Punktes genau zu beurteilen, und welche Leurechon ziemlich hübsch erklärt, hat nach Schwenter ihren Grund darin, dass das Auge von seinem natürlichen Sehcentro verrücket ist, und kein Sehkegel beschlossen werden kann. Mit mehr Recht erklärt er durch denselben Grund das Doppeltsehen, welches man dadurch hervorrufen kann, dass man beim Fixieren eines Gegenstandes mit beiden Augen das eine derselben mit dem Finger gegen die Nase hindrückt. Er erzählt auch, dass durch eine kleine Öffnung eine perspektivische Zeichnung grösser erscheine, weil so die radii visivi in der Hand colligirt, viel kräftiger und stärker (!) seien als sonst.

Über Farben zu reden nimmt Schwenter ausser beim Regenbogen nur noch Veranlassung bei der Vergleichung ihrer verschiedenen Wirkung auf das Auge. Er findet, dass die grünen Gläser die besten unter allen gefärbten Gläsern sind, da die Augen über den angenehmen Betrug, das Nichtgrüne (beim Durchsehen) grün zu finden, sich erfreuen und also erquicket werden. Die achte Aufgabe des optischen Buches befasst sich mit dem Regenbogen, und zwar beinahe wörtlich nach dem französischen Vorbild. Die einleitenden von Schwenter herrührenden Worte sind ein liebenswürdiges Beispiel poetischer Naturschilderung. Er sagt dort: „Man siehet darin (sc. im Regenbogen) Carbunkel, Rosen und Meerfarb, in seiner Grünheit befindet sich die Farb eines Schmarallen, ja dies ist ein überaus schönes Kunststück der Sonnen, als des künstlichen Apellis, welche ihre Strahlen anstatt dess Pensels gebrauchet und herschiesset über den Dampff der Erden als einer Mahlerstafel und eine schöne Rundung verfertigt; und wie waar redet die H. Schrifft, wann sie den Regenbogen gar ein Meisterstuck Gottes nennet". Die Bedingungen für die Entstehung des Regenbogens

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

waren schon seit sehr früher Zeit bekannt; Aristoteles kennt auch den farbigen Bogen, der unter denselben Umständen in emporgespritzten Wassertropfen sich bildet, und die Beispiele solcher künstlicher Regenbogen sind nach ihm durch verschiedene Schriftsteller vermehrt worden, ohne dass damit etwas für die Erklärung des Phänomens gewonnen worden wäre. Roger Bacon versuchte eine Erklärung des Regenbogens, und fand, dass derselbe nicht höher als 42° stehen könne, Franciscus Maurolycus bemühte sich, dessen Kreisform zu erklären, Marcus Antonius de Dominis endlich gab in dem 1611 erschienenen Werk „de radiis visus et lucis" eine im Ganzen richtige Erklärung[1]). Schwenter erwähnt zwar die Farbenzerstreuung durch ein Prisma, und stellt diese Farben neben die der farbigen Höfe, die sich im Winter um ein brennendes Licht bilden, und neben die Farben der Seifenblasen, gibt aber keine Erklärung des Regenbogens. Er begnügt sich vielmehr damit, Leurechon nachzuschreiben, dass es dabei bleibt, was Plato der weise Naturkündiger vom Regenbogen schreibt: Der Regenbogen sei ein Wunderzeichen und übernatürliches Werk... „Ja die Physici haben durch ihr vielfältiges Nachsinnen nichts anderes davon gefunden, als dass sie noch das Wenigste, so in der Natur verborgen, ausspekulieret, und nur einen Schein der Wahrheit ergründet". Die Erklärung des Phänomens in ihrer heute noch giltigen Form fand, von der Farbenanordnung abgesehen, der Zeitgenosse Schwenters Des Cartes.

Bei Harsdörffer, dem Fortsetzer oder Nachahmer des Schwenter'schen Werkes, steht die Optik in manchen Punkten ganz auf der bisher geschilderten ziemlich veralteten Stufe. Sie zeichnet sich, was die Spiegelung betrifft, wie jene dadurch aus, dass sie nirgends das vollständige Reflexionsgesetz ausspricht. Doch hat Harsdörffer wenigstens einige Figuren gebracht, die ein Versuch zur geometrischen Konstruktion optischer Bilder heissen könnten, auch bringt er Zeichnungen von Bildern für Cylinder- und Kegelspiegel, und überhaupt mehr Holzschnittillustrationen als Schwenter. Er erwähnt, dass beim Winkelspiegel zwei Bilder entstehen, wenn der Winkel der Spiegelfläche 120° beträgt, dass vier, eigentlich drei, auftreten bei 90°, im selben Sinne fünf bei 72°, sechs bei 60°, sieben bei $51^3/_7{}^0$ u. s. w. Auch er betont die Vorzüglichkeit der Kegelschnitte als Meridiane der Hohlspiegel und weiss, dass der Standschnitt (die Parabel) am dienlichsten zu erachten sei. Mit Vorliebe spricht er von sogenannten Sonnentrichtern (Tubi ustorii), worunter er eine Zone eines hohlen Rotationshyperboloids versteht, dessen innere Fläche spiegelt. Weil die Strahlen durch einen solchen Spiegel, da er ringförmig ist, hindurch gehen können, bei den gewöhnlichen segmentförmigen Spiegeln aber nach der Seite, woher sie kamen, reflektiert werden, so spricht Harsdörffer von Durchstrahlung und Gegenstrahlung. Mit Bettinus hält er dafür, dass Archimedes mit Hilfe eines solchen Sonnentrichters und eines augapfelartig geschliffenen Linsenkristalls die Schiffe im Hafen zu Syrakus

---

[1]) Vergl. Heller „Gesch. d. Physik". Nach Dr. Herm. J. Klein (Allg. Witterungskunde p. 208) scheint der Mönch Theodorich aus Freiburg der erste gewesen zu sein, welcher eine richtige Vorstellung von dem elementaren Vorgang bei der Entstehung des Regenbogens hatte. In seinem zwischen 1304 und 1311 geschriebenen Buche „de radialibus impressionibus et de iride" spricht er deutlich von der Brechung und Reflexion, welche der Lichtstrahl im Regentropfen erleidet.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

angezündet habe[1]). Die Brechung des Lichts demonstriert er an einem hübschen Apparat, der vielleicht wert wäre, heutzutage in etwas veränderter Form zu Refraktionsversuchen zu dienen. Eine halbkugelförmige Schale auf niedrigem Fuss trägt im Mittelpunkt der Halbkugelfläche einen Stift, der bis zum Kugelmittelpunkt emporreicht. Wird nun das Gefäss mit Wasser gefüllt, und in die Sonne gestellt, so erscheint der Schatten des Stiftes kürzer als ohne die Wasserfüllung. Um diesen einfachen Apparat zu Messungen brauchbar zu machen, hätte man nur nötig, eine Gradeinteilung anzubringen, deren Teilstriche parallel dem horizontalen Rand der Halbkugel verlaufen[2]). Nach dieser vortrefflichen Veranschaulichung der Refraction erscheint es unverständlich, dass in der VIII. Aufgabe des fünften Buches wohl die Reflexion, nicht aber die Brechung richtig beschrieben wird. Die Figur für den letzteren Fall ist dieselbe, welche gewöhnlich zur Konstruktion des gebrochenen Strahls beim Übergang aus einem oberen dünneren in ein unteres dichteres Mittel benützt wird. Das Sinusgesetz ist zwar nicht erwähnt, aber es war schon seit 1637 durch Descartes in seinen Essais philosophiques veröffentlicht, und die Zeichnung bei Harsdörffer scheint aus einem Werke zu stammen, worin dasselbe des Näheren erörtert ist. Nun ist aber die Figur verkehrt, d. h. der Einfallswinkel ist kleiner als der Brechungswinkel. Eine blosse Täuschung beim Einfügen der Figur lässt sich nicht leicht annehmen, denn die Buchstaben sind nicht verkehrt, ihre Reihenfolge spricht ebenfalls dagegen, und zum Überfluss ist das unterhalb der Trennungsfläche liegende Medium durch Schraffierung ausgezeichnet. Übrigens lässt der Text keinen Zweifel mehr. Er vergleicht den Lichtstrahl mit einem auf das Wasser geworfenen Ball, der im Wasser natürlich nicht gegen das Einfallslot hin abgelenkt werden kann.

Eine noch grössere Verwirrung zeigt eine zweite Zeichnung, welche einen leuchtenden Punkt C oberhalb einer horizontalen Spiegelfläche AB darstellt. Die von C ausgesendeten Strahlen gehen nämlich nach der Reflexion alle durch denselben Punkt D (den Ort des Auges). Zum Übermass heisst es nachher noch: Ist die Fläche AB durchsichtig wie Glas, Leinwand oder Papier, und das Auge unterhalb der Fläche in E, so laufen die Strahlen ganz anders. Der Punkt E liegt nicht symetrisch zu D, sondern etwas näher gegen AB und gegen C hin, dieselbe Zahl von Strahlen, mindestens ein Dutzend, in ziemlichem Winkelabstand wie vorhin von einander, geht unten durch E! Damit ist wohl zur Genüge gezeigt, dass der Vorgang der Spiegelung wie der der Refraction ganz unklar aufgefasst ist. Alle diese in der Aufgabe VIII, Buch 5 beschriebene Vorgänge bilden übrigens bloss die Einleitung zur Lösung der eigentlichen Aufgabe, einen Gegenstand grösser zu zeigen als er ist, in die moderne Ausdrucksweise übersetzt, die Wirkung einer Lupe zu beschreiben. Eine Glaskugel wirkt bekanntlich als biconvexe Linse. Die Zeichnung stellt nun eine solche vor, auf welcher

---

[1]) Auf dem schönen Titelkupfer des Aerarium Philosophiae Mathematicae von Marius Bettinus (Bologna 1648) befindet sich unter den allegorischen weiblichen Gestalten eine, welche einen solchen Sonnentrichter in der Hand hält.

[2]) Diese einfache Vorrichtung ist abgebildet und beschrieben in den „Apiaria Philosophiae Mathematicae“ (1642) des genannten Bettinus, den Harsdörffer überhaupt häufig citiert und benützt.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

oben (!) die Gestalt eines Insekts erscheint, von welchem Strahlen ausgehen und mit ziemlicher Divergenz auf ein innerhalb der Kugel liegendes vergrössertes Bild hinweisen. Die Wirkung der Vergrösserungsgläser war also wohl bekannt, aber nicht erkannt und verstanden[1]).

Es wurde bereits darauf hingewiesen, welche merkwürdige Erregung sich der Gemüter zur Zeit der Entdeckung der Fernröhren durch Galilei bemächtigte. Harsdörffer ergeht sich darüber in überschwenglichem Lobe: „Das Gläserschleifen ist heut zu Tage der grössten Meisterstücke eines". Er erzählt auch, dass vor vielen Jahren Jakob Metz, ein Brillenmachers Sohn zu Alkmaar in Holland zwei Brillengläser (ein konkaves und ein konvexes) in ein Rohr zusammengeordnet und also den Gebrauch der Fernröhren ungefähr erfunden habe[2]). Die neuen Fernröhren bestehen nach Aufgabe IX des fünften Buchs (von der Sehkunst) und der beigefügten Zeichnung aus einem ziemlich grossen plankonvexen Objektiv, so nach der Elliptica geschliffen und zwei nahe beisammen stehenden Konkavgläsern. „Dieser Gläser kann man solcher gestalt noch mehr ordnen, und das Rohr auf 30 oder 40 Schuh erlängern, wie dergleichen zu finden bei dem hochberühmten und kunstreichen Herrn Johann Wiesel, wohlerfahrnen Optico in Augspurg, der es in dieser Kunst weiter gebracht als Galilaeus Galilei, welcher sich in dem Gestirn blind gesehen hat".

Die Kraft der Brenngläser ist nach Harsdörffers Ansicht so bedeutend, dass man mittelst eines solchen das Eisen und die Gitter an einem Gefängnis zerschmelzen kann, wenn die Sonne etliche Stunden stark darauf scheint.

Die in sehr früher, entlegener Zeit beginnenden Versuche, das Geheimnis des menschlichen Auges zu ergründen, lassen uns ahnen, mit welchem Staunen der Menschengeist dieses sein wichtigstes Sinnesorgan betrachtete, das ihm Aufschluss über die Welt der Formen und Farben verschaffte. Die Anschauungen über den Vorgang des Sehens waren in der allerfrühesten Zeit so weit als möglich von der Wirklichkeit entfernt. Aus der Erfahrung, dass das Auge die Gegenstände erst dann erblickt, wenn es sich gegen sie wendet (im Gegensatz zum Ohr, das nicht der Orientierung bedarf, um den Ton überhaupt zu vernehmen), konnte man allerdings auf den Schluss verfallen, dass das Auge die Gegenstände sichtbar mache, d. h. dass aus dem Auge Strahlen ausgehen, welche den Gegenstand gleichsam befühlen. Eine Ansicht, welcher Pythagoras, Demokrit, Platon, Hipparch, Euklides, Heron und andere Philosophen des Altertums huldigten, während Empedokles glaubte, dass das Sehen durch Mischung der von dem Gegenstand und dem Auge ausgehenden Strahlen zu Stande komme[3]). Aristoteles aber widerspricht beidem, und hält dafür, dass ein Medium

[1]) Ein noch auffallenderes Zeugnis von der Mangelhaftigkeit der optischen Vorstellungen bei Harsdörffer ist die Behauptung, dass die Sonne einen kürzeren Schatten werfe als der Mond (III p. 310), und die Bemerkung, dass der Beweis unwidersprechlich sei: Weil die Sonne höher steht als der Mond, so müsse der Schatten kürzer sein.

[2]) Nach Heller erscheint es als höchst wahrscheinlich, dass Franz Lippershey (Lippersheim) im Oktober 1608 das erste Teleskop verfertigt, und den holländ. Generalstaaten überreicht habe, und dass erst nach ihm Jakob Adrianszoon (Metius, Metz) Fernröhren konstruierte.

[3]) Vergl. Heller's Gesch. der Physik, Schluss d. I. B., Übersicht über die einzelnen physik. Gebiete in der Wissenschaft des Altertums.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

zwischen dem gesehenen Ding und dem Auge sein müsse. Wäre keines vorhanden, so urteilt er, sondern ein Leeres zwischen jenen, so würde man überhaupt nicht sehen, die Meinung des Demokritos ist daher nicht richtig, wenn er sich so ausdrückt, dass, wenn das Medium leer wäre, man genau sehen würde, selbst wenn eine Ameise am Himmel wäre. Einen bedeutenden Schritt vorwärts bezeichnet erst das optische Werk Alhazens um das Jahr 1000 nach Christus. Alhazen ist der erste Physiker, der eine Beschreibung des Auges giebt, in welcher wir Namen finden, die noch heute zum Teil gebräuchlich sind, wie wässerige Feuchtigkeit, kristallene und Glasfeuchtigkeit, Hornhaut, Netzhaut. Das Zustandekommen des Bildes aber ist von ihm nicht richtig erklärt. Doch weiss er, dass vom leuchtenden Punkt die Strahlen nach allen Seiten ausgehen, dass also die ins Auge dringenden einen Kegel bilden, dessen Basis die Pupille, dessen Spitze der leuchtende Punkt ist. Alhazen hielt die Kristalllinse noch für entbehrlich; 500 Jahre später lehrte Franciscus Maurolycus, dass die Krystalllinse im Auge ähnlich wie eine Glaslinse wirke, dass der Axenstrahl ungebrochen ins Auge gehe, und die Strahlen sich hinter der Linse schneiden u. s. w. Aber erst Kepler gab in seiner bereits erwähnten Schrift Paralipomena ad Vitellionem 1604 die richtige Theorie des Sehens, welche dann von Porta, namentlich aber durch Scheiner in dem optischen Werk „Oculus, hoc est fundamentum opticum“ (Innsbruck 1619) ergänzt wurde.

Diesen Errungenschaften gegenüber, die beim Erscheinen des Harsdörfferschen Werkes ein halbes Jahrhundert oder nicht viel weniger alt waren, erscheint das, was dort über das Auge gesagt und im Bilde dargestellt ist, ebenfalls als längst überholt. Die Abbildung zeigt das Auge als eine am hinteren Ende vom Sehnerv durchbohrte Kugel, ohne stärkere Krümmung an der Vorderseite. Sie wird gebildet von zwei starken Häuten, welche in der Mitte die Sehhöhle (tubus vel foramen opticum) zwischen sich freilassen, die mit dem feinen Oberhäutlein (Tunica cornea) bedeckt ist. Der Nerv breitet sich in der Hohlkugel aus, indem er für sich eine kleinere Hohlkugel bildet, welche an der Vorderseite abgeflacht, in der Mitte aber wieder etwas erhöht ist und die erste Hohlkugel nach vorne nicht erreicht. Die kleine Erhöhung oder Ausstülpung in der Mitte bildet die Stelle, an welcher sich nach hinten, also innerhalb der vom Sehnerv gebildeten Hohlkugel die kleine Kristalllinse anschliesst. Zwischen der vorderen Augenwandung und der Sehnervkugel liegt die schwärzliche Feuchte humor nigricans, in der Sehnervhöhlung die wässerige Feuchte oder das Weisse im Auge (!) Der hintere Teil der Höhlung, wo der Sehnerv anfängt sich auszubreiten, heisst das Sehblättlein oder retina[1]). Das Bild soll entstehen durch zweimalige Kreuzung der Sehstrahlen, erst-

[1]) Bezüglich der Entdeckung der einzelnen Teile des Sehorgans fügen wir aus Landois „Lehrbuch der Physiologie des Menschen“ die nachfolgenden Notizen hier bei. Die Hippokratische Schule kannte bereits den Sehnerv und die Kristalllinse. Herophilus (307 v. Chr.) entdeckte die Retina, in seiner Schule wurden auch die Ciliarkörper zuerst bekannt. Galen (131–203 n. Chr.) beschrieb die 6 Augenmuskeln; nach ihm empfindet die Netzhaut den Lichteindruck. Dass die Durchschneidung des Sehnervs Erblindung zur Folge habe, war schon Aristoteles bekannt. Fallopia beschrieb die Glashaut und das ligamentum ciliare, Plater kannte (1583) die stärkere Wölbung der hinteren Fläche der Linse. Betrachtungen über die brechende Kraft der Linse wurde schon zu Vesal's Zeiten (1540) angestellt. Das Übrige s. im Text oben.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

mals nach dem Durchgang durch den tubus opticus, hernach in der wässerigen Feuchtigkeit, ohne dass die Kristalllinse eine besondere Rolle spielt. Durch die doppelte Kreuzung suchte man wohl das Aufrechtsehen der Gegenstände zu erklären[1]). Es war also Harsdörffer weder die theoretische Herleitung des umgekehrten Bildes durch Kepler, noch auch der direkte Nachweis am todten Tier- und Menschenauge durch Scheiner vom Jahre 1625 bekannt. Die Bemerkungen Harsdörffers über das Doppeltsehen und das Fixieren eines Punkts mit dem Auge sind nicht viel besser als das Bisherige. In der Frage, warum man einen Gegenstand doppelt sehe, den man zwischen beide Augen an den Nasenrücken hält, citiert er den Jesuiten Schönberger, welcher darüber sagt, dass der Gegenstand zwischen die Achse der Sehstrahlen zu liegen komme und desswegen überzwergs angeschaut werden müsse.

Kepler hatte in seiner optischen Schrift Paralipomena ad Vitellionem auch die in der Beschaffenheit des Auges liegenden Ursachen der Kurz- und Weitsichtigkeit richtig dargelegt. Was Harsdörffer darüber schreibt, enthält auch nicht eine Ahnung vom Richtigen. Die Sehkräfte kommen aus dem Gehirn, sagt er. Der Gesunde, der reine Geister in seinem Gehirn hat, wird auch wohl und scharf sehen, wie namentlich die Geblütreichen und Gallreichen. Ausser wenn die Augen zu weit vorragen oder zu tief liegen, wo dann das Licht oder der Schatten geniert... „Ein feuchtes Gehirn wird in die Ferne kein scharfes Gesichte beleuchten lassen, welches sonderlich bei den Trunkenen zu beobachten, dass die aufsteigenden Dämpfe ein Ding mehrmals doppelt sehen machen. Wenn aber die Feuchtigkeit des Gehirns reinlich und nicht trüb ist, so werden die Geisterlein solche beherrschen, durchhellen, und solche Leute in der Nähe und auf gewisse Ferne wohl sehen". Harsdörffer verwendet überhaupt mit Vorliebe die Geisterlein des menschlichen Körpers, und ebenso häufig die aufsteigenden, dicken und unreinen Dämpfe bei seinen Erklärungen subjektiver Erscheinungen.

Bezüglich der Farben finden wir im ersten Harsdörffer'schen Bande bloss die Bemerkung, dass aus den vier Farben nach den vier Elementen rot, blau, grün, grau (welche die Philosophen annehmen) die anderen unzählig vielen gemischt sind. Vom Regenbogen ist nichts gesagt, was nicht ziemlich genau schon bei Aristoteles zu lesen wäre. Die Nebensonnen und Nebenmonde werden mit Hilfe der Spiegelung der Sonne in den Wasserwolken erklärt, ebenso die Nebenmonde „wann sonderlich die runden Wolken einem Hohlspiegel gleichen und sich ein wenig vertiefen". Eine höchst primitive Ansicht.

Der zweite Band (Deliciae III. Teil) ist etwas reicher. Dort werden die Farben in wahrhafte und falsche eingeteilt. Zu den ersten gehören die äussersten, Weiss und Schwarz, und die Mittelfarben Gelb, Rot, Blau, aus denen alle anderen gemischt sind. Die scheinbaren (falschen) Farben sind diejenigen, welche durch Vermischung des Lichts und die Durchstrahlung eines erleuchteten Gegenstandes in der Luft entstehen, wie die Farbe der Wolken bei der Morgen- und Abendröte, die

[1]) Dieselbe hier beschriebene Abbildung des Auges befindet sich in dem oben erwähnten Werk von Bettinus „Apiaria Phil. Math.", auf welches Harsdörffer den Leser bezüglich des Näheren verweist.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Regenbogenfarben und die durch ein Prisma entstehenden. Der Unterschied, welcher damit aufgestellt werden sollte, ist also derjenige zwischen Farben der Körper, und Farben der Lichtstrahlen. Das Zustandekommen der Farben im Prisma denkt sich Harsdörffer in dem verschieden langen Weg der Lichtstrahlen durch das brechende Medium begründet. Von den Lichtstrahlen an sich sagt er, dass sie zu den wesentlichen Eigenschaften der Sonne gehören, der Luft aber nur zufällig zuzurechnen seien. Sie haben keinen Körper, sonst könnten sie nicht durch das Glas dringen, obgleich sie die Gestalt eines Kegels haben. Man muss ihnen ein reines und liebliches Wesen, fast ohne Leibe, (substantiam sine corpore corpoream) zuschreiben. Er erwähnt auch die Mischungsfarben, welche durch Aufeinanderlegen farbiger Gläser entstehen, ferner dass beim Durchgang des Lichtes durch ein gelbes und ein rotes Glas ein goldener Schein auftrete, und dass das Sonnenbild im Auge, nachdem man in die Sonne gesehen, erst weiss, dann gelb, rot, blau gefärbt erscheine.

Endlich ist gelegentlich der Optik noch eines Minerals zu gedenken, das besonders in der ersten Zeit seines Bekanntwerdens das Staunen der Naturfreunde und Naturforscher hervorrief. Es ist der Bologneser Leuchtstein, über welchen damals eigene Abhandlungen geschrieben wurden. Ein Schuster hatte im Jahre 1604 entdeckt, dass im Thon des Monte Paterno bei Bologna ein Stein enthalten sei, welcher mit brennbaren Substanzen geglüht, in der Finsterniss leuchtet, wenn er vorher vom Sonnenlicht beschienen ist. Das Mineral heisst jetzt Bologneser Spat, ist ein schwerspatartiger Stein, und steht mit seiner merkwürdigen Leuchtkraft nicht mehr allein. Harsdörffer sucht sich einen Begriff von dem Vorgang, den wir Phosphorescenz durch Insolation nennen, zu machen, indem er sagt: „Wenn die Luft durch die Sonne erleuchtet ist, so füllet sich der Stein damit an, und hält sich solcher Luft darinnen, wie das Wasser in einem Schwamm oder Bimsstein; jedoch viel subtiler und reinlicher, massen er kalter und truckener Natur, aller Hinderniss, solchen Luft zu empfangen, durch das Calcinieren entnommen und glasartig gemacht wird“.

(Ende der ersten Abteilung).

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf