

ZUR GESCHICHTE DES SACCHAROMETERS USW.

ERSTER NACHTRAG¹

gelegentlich der Veröffentlichung meiner kleinen Abhandlung „Zur Geschichte des Saccharometers und der Senkspindel“² hatten die Herren Geh.-Rat Prof. Dr. S. Günther in München und E. Wiedemann in Erlangen die Freundlichkeit, mir wertvolle Hinweise zukommen zu lassen: der erstere, indem er mir den zitierten Absatz aus Schwenters „Erquickstunden“ von 1636 im Originaldruck zur Einsicht sandte, der letztere, indem er mich auf ein Kapitel in Al-Khazinis „Wage der Weisheit“ aufmerksam machte, und mir den heutzutage unauffindbar gewordenen Sonderabdruck der Khanikoffschen Veröffentlichung von 1856 zur Verfügung stellte (arabischer Text mit englischer Übersetzung und Kommentar, abgedruckt im „Journal of the american oriental society“ 1859, Bd. 6, S. 1). Beiden Herren gestatte ich mir auch an dieser Stelle meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Im 9. Teil der „Erquickstunden“ führt Schwenter auf S. 386 als „30. Aufgab“ an: „Ein Instrument zu machen, damit zu erfahren, wieviel jedes gesalzenes Wasser Saltz enthalte?“ Als Lösung empfiehlt er, „nach Mitteilung eines vornehmen kaiserlichen Befehlshabers“, ein Klötzlein aus rundem Holze anzufertigen, einen Fuß lang, am unteren Ende mit ein wenig Blei daran (oder „darein“?), so daß es in Wasser auf-

¹ „Chemiker-Zeitung“ 1912, S. 629.

² ebd., S. 385.

recht schwimmt. Man nehme nun „ein Geschirr voll Wassers“, löse darin ein Loth Salz auf, lasse das Klötzlein darin schwimmen, mache an der Stelle, bis zu der es einsinkt, ein Strichlein, „dazu schreibt man Eins“; dann löse man dazu noch ein zweites Loth Salz, findet so das Strichlein Zwei, und fährt in gleicher Weise fort. „So Dir nun ein Salzwasser vor- kommt, und Du erfahren wolltest, wieviel es Salz hielte, so wirffe das Instrument darein, siehe, wieweit es sich in das Wasser sencke, so wirst Du die Zahl des Inhalts darauf finden, welches wohl in Acht zu nehmen.“ — Es handelt sich also bei Schwenter um eine Salzspindel von größter Ursprünglichkeit, und ganz unvollkommen ist auch sein Verfahren zur empirischen Ermittlung einer Skala, da er nicht einmal sagt (oder dieses auch gar nicht verstanden hat), daß das „Geschirr“ eine bestimmte Einheit Wasser enthalten muß, z. B. 100 Loth, wenn die Spindel nachher Gewichtsprozente angeben soll.

Al-Khazini, ein arabisch schreibender Gelehrter persischer Herkunft, bekannt als Naturforscher von vielseitigen theoretischen und praktischen Interessen, u. a. auch als Autor geschätzter Werke über physikalische und astronomische Instrumente, verfaßte die „Wage der Weisheit“ laut eigener Angabe im Jahre 1121/1122; sie behandelt die praktische Bestimmung des spezifischen Gewichtes fester und flüssiger Stoffe mittels Wage, Pyknometer, und Aräometer, sowie die Theorie dieser Instrumente, unter hauptsächlichlicher Anlehnung an Euklid (um 350 v. Chr.), Archimedes (gest. 212 v. Chr.), Menelaos (um 100 n. Chr.), Pappos (um 300 n. Chr.), und mehrere syrische und arabische Gelehrte des 9. und 10. Jahrhunderts, namentlich an den hochberühmten Abu-r-Raikan, d. i. Albiruni (um 1000 n. Chr.).¹

Auf Seite 40 beginnt der Abschnitt „Über die Einrichtung des Instrumentes zum Prüfen von Flüssigkeiten auf Leichtigkeit und Schwere, sowie die Anwendung dieses Instrumentes,

¹ S. über ihn meine „Abhandlungen und Vorträge“, Leipzig 1906, S. 97.

nach Pappos, dem griechischen Philosophen“. Nachdem der Verf. bemerkt hat, daß die Senkspindel ebenso bequem, wie für praktische und medizinische Zwecke wichtig, und ein Präzisionsinstrument so gut wie ein astronomisches sei,¹ beschreibt er zunächst ihre Anfertigung: sie ist ein aus dünnem Kupferblech bestehender Hohlzylinder von der Länge einer Spanne und dem Durchmesser etwa zweier Finger, an den sorgfältigst abgedrehten Enden abgeschlossen durch zwei dünne, ganz flache Kappen, deren untere innen ein konisches Stückchen Zinn so befestigt trägt, „daß vermöge seines Gewichtes die ganze Spindel beim Einsenken in eine Flüssigkeit völlig aufrecht schwimmt.“ Als „Einheits“- (Normal-) Flüssigkeit nimmt man das Wasser eines bestimmten Flusses an, z. B. des Euphrat oder Jaihûn (= Amû); die Stelle, bis zu der die Spindel in diesem einsinkt, soll, von oben gerechnet, ein Sechstel der Gesamtlänge betragen; sie heißt, weil die Spindel in (spezifisch) leichtere Flüssigkeiten weniger tief, in (spezifisch) schwerere aber tiefer einsinkt, „der Äquator des Gleichgewichtes“,² und wird durch einen eingeritzten Kreis kenntlich gemacht. Will man später von einem anderen Wasser als „Einheit“ ausgehen, so muß man natürlich die Spindel erst entsprechend einstellen, was durch vorsichtiges Abändern des kleinen Zinngewichtes geschieht. Das Sechstel oberhalb des Äquators teilt man, nach Vorschrift Albirunis, in zwei, die übrige Spindel, also die fünf Sechstel unterhalb des Äquators, in zehn gleiche Teile, und jeden dieser zwölf Hauptteile wieder in zehn kleinere gleiche Grade, die sämtlich durch Kreise bezeichnet werden; von diesen Graden befinden sich also 20 oberhalb und 100 unterhalb des Äquators, und zwar liegt die Stelle des Hundertpunktes auf dem Äquator (so daß die Spindel im Einheitswasser 100⁰ anzeigt), während nach oben, vom Äquator aus gerechnet, die Grade 110—120 eingezeichnet sind, und nach unten die Grade 100—1.

¹ S. 87.² Vgl. S. 117.

Will man nun das spezifische Gewicht einer Flüssigkeit bestimmen, so läßt man die Spindel derart einsinken, daß sie frei und genau senkrecht in ihr schwebt, und liest an der Skala die Zahl der Grade ab; um auf Grund dieser Zahl das spezifische Gewicht zu finden, bedient man sich entweder einer von Albiruni berechneten Tabelle¹, oder einer zweiten, neben der ersten angebrachten Skala, die unmittelbar die gesuchten Werte ersehen läßt. Sinkt z. B. die Spindel, die im Normalwasser 100° zeigte, in einer dichteren Lösung nur bis 88° ein, so muß sich offenbar 88 zu 100 so verhalten, wie das spezifische Gewicht des Wassers, d. i. 1, zum gesuchten der Lösung, also $88:100 = 1:x$, woraus sich (nach heutiger Weise in Dezimalen berechnet) ergibt $x = 1,13636 \dots$, oder für 100 Volum-Teile der Lösung das Gewicht 113,63636. In Albirunis Tafel findet man für 88° die Zahl $113 + \frac{38}{60}$ angegeben, d. i. in Dezimalen 113,63333, es ist demnach, gegenüber der genauen theoretischen Zahl, nur die Differenz 0,00303, also der fünfte Teil von $\frac{1}{60}$, vorhanden, die praktisch ohne jeden Belang ist; durch Zuhilfenahme der $\frac{1}{60}$ -Teile vermochte also Albiruni, auch ohne Benutzung der zu seiner Zeit noch unbekannten Dezimalbrüche, seine Tafel kurz, übersichtlich, und sehr genau zu gestalten. Sie enthält übrigens nur die Zahlen, die den Graden 50—110 der Spindel entsprechen, also spezifischen Gewichten von 0,902—2,000, die, abgesehen vom Quecksilber, „in sämtlichen vorkommenden Fällen mehr als genügen“, da den spezifischen Gewichten für die leichtesten und schwersten aller Flüssigkeiten, d. i. 0,915 für Olivenöl und 1,406 für Honig, die Grade 108—109 und 71—72 der Spindel entsprechen. Folgende Tabelle enthält in der ersten Spalte die (in Dezimalen umgerechneten) Werte für die spezifischen Gewichte verschiedener Flüssigkeiten nach Albiruni und Al-Khazini, und in der zweiten die zugehörigen neueren Bestimmungen:²

¹ Vgl. S. 117. ² S. 84.

Süßes Wasser, kalt	1,000	1,000
" " heiß (siedend)	0,958	0,9597
Meerwasser	1,041	1,028—1,040
Gesättigte Kochsalzlösung	1,134	1,205
Harn des Menschen, kalt	1,025	1,011
" " " heiß	1,018	1,004
Blut " "	1,033	1,053
Kuhmilch	1,110	1,020—1,041
Wein	1,022	0,992—1,038
Weinessig	1,027	1,013—1,080
Honig	1,406	1,450
Olivöl	0,915	0,918—0,919
Sesamöl	0,920	0,919
Quecksilber	13,560	13,557

Wie man sieht, sind diese Ermittlungen von erstaunlicher Schärfe, so z. B. ist der Wert für Quecksilber genauer als der von Galilei bei zwei Versuchen zu 13,357 und 13,760 gefundene! Auch war es Al-Khazini und Albiruni bekannt, daß die hauptsächlichsten Fehlerquellen bei der Bestimmung spezifischer Gewichte die anhaftenden Luftblasen und die wechselnden Temperaturen sind,¹ daß daher auch kaltes und heißes Wasser oder kalter und warmer Harn erheblich verschiedene Werte ergeben; deshalb dürfe man nicht nach Belieben das wärmere und dünnere Wasser des Sommers, oder das kältere und dichtere des Winters als Einheit benutzen, sondern müsse für solches von richtiger und gleichbleibender Wärme sorgen, könne aber umgekehrt den Wechsel der Wassertemperatur im Sommer und Winter mittels der Spindel in zutreffender Weise erkennen.²

Ist das Wesentliche der dargelegten Angaben und Erläuterungen der Inhaltsüberschrift Al-Khazinis gemäß wirklich dem Pappos zuzuschreiben, so wird hierdurch die Kenntnis des Aräometers und seiner Anwendung bis in das dritte Jahrhundert n. Chr. hinaufgerückt, und die Wahrscheinlichkeit seiner Erfindung durch griechische Gelehrte auf ägyptischem Boden bestätigt, denn Pappos wohnte und wirkte zu Alexandria und starb daselbst um 300 n. Chr., wie Cantor

¹ S. 70, 101; 71, 74. ² S. 99.

in den „Vorlesungen über Geschichte der Mathematik“ bewies.¹ Den gewichtigen Gründen, die Cantor gegen die früher angenommene Lebenszeit um 400 n. Chr. geltend macht, schließt sich nun noch der an, daß Synesios (gest. 413), in dem an Hypatia wegen Anfertigung eines „Hydroskopions“ gerichteten Briefe, von dem kleinen Apparat keineswegs als von etwas völlig Neuem spricht, sondern ihr den Gegenstand, den sie besorgen soll, als einen schon wohlbekannten kurz und sachgemäß beschreibt; dieses ist leicht verständlich, wenn der Auftrag eine der schon vor ungefähr hundert Jahren erfundenen Senkspindeln betraf, wäre aber auffällig, falls es sich um ein soeben erst seitens eines Gelehrten ausgedachtes Instrument handelte. Vermutlich bedurfte der kranke Synesios die Spindel zur Beurteilung des Trinkwassers, oder vielleicht zur Prüfung des Harnes; allerdings erwähnen die mir bekannten Geschichten der Medizin keine so frühe Anwendung eines Hydroskopions (= Wasserbeschauers) zu solchem Zwecke, und auch die einschlägigen, zum Teil sehr ausführlichen Abhandlungen spätgriechischer und byzantinischer Autoren in Idelers Sammlung „*Physici et medici graeci minores*“² geben in dieser Richtung keinen Anhaltspunkt, — soweit ich die für Nichtphilologen meist äußerst schwierigen Texte zu verstehen vermag.

Zum Schlusse sei noch darauf aufmerksam gemacht, daß Al-Khazinis Werk einen neuen und sehr bedeutsamen Beweis für meine Behauptung liefert, der Alkohol sei gar keine arabische Entdeckung, sondern eine relativ späte abendländische; denn wäre er, wie man immer noch allgemein behauptet, den Arabern schon seit dem 9. Jahrhundert bekannt gewesen, so schiene es undenkbar, daß hervorragende Fachgelehrte von umfassendstem Wissen noch 1120 als spezifisch leichteste aller überhaupt vorkommenden Flüssigkeiten das Olivenöl bezeichnet hätten, dem das spezifische Gewicht 0,915 zukommt, während das des Alkohols rund 0,8 beträgt.

¹ Leipzig 1907, Bd. 1, S. 441.

² Berlin 1841; zwei Bände.