

Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften. XXXIV.

Von Eilhard Wiedemann.

Über die Gewichte der Kubikelle u. s. w. verschiedener Substanzen nach arabischen Schriftstellern.

Von *Bîrûnî* ist uns bekanntlich eine Abhandlung erhalten: „Über das Verhältnis, das zwischen den Metallen und den Edelsteinen im Volumen besteht“. Daß *Bîrûnî* auch mit anderen Substanzen als den Metallen und Edelsteinen sich befaßt hat, zeigt der Schluß der Abhandlung, wo es heißt¹⁾:

„Ebenso verfahren wir bei dem, was wir bei der Durchführung der Arbeit der Goldschmiede planen, durch die Beobachtung des Wachses, des Harzes, des ungemischten Tones, des Emails, des Bernsteins, der Ambra, der Hölzer aus den bekannten Bäumen, aus denen man die Modelle schnitzt und hobelt, ferner den Vorbildern und Messerstilen, mit welchen die Goldschmiede sich eifrig befassen, und anderen Dingen bei den notwendigen und bei den Luxusgegenständen.“

Bîrûnî hat auch sonst die einschlägigen Fragen erörtert, wie die Angabe bei *Châxinî* lehrt, nach der er sich mit der Grundlage für die Berechnung der Teilung des Aräometers beschäftigt hat (*Châxinî* S. 45, Bauerreiß S. 102).

Die *Bîrûnischen* Zahlen sind viel benutzt worden (vgl. Beiträge XXXI), so vor allem von *Châxinî*; dieser teilt auch Werte für andere Substanzen, wie Wachs u. s. w. mit.

Als Fundamentalgröße wird bei den festen Körpern das Gewicht des Wassers mitgeteilt, das volumengleich mit 100 *Mit-*

¹⁾ Vgl. zum Folgenden auch H. Bauerreiß, Erlanger Dissertation 1914.

*qál*¹⁾ der Substanz ist, und zwar wird sie außer in *Mitqál*, *Dánaq* und *Tassüg* in *Tassüg* allein angegeben. Bei den Flüssigkeiten geben die Zahlen an, ein wie großes Gewicht *z* von ihnen das selbe Volumen hat wie 1200 Gewichtsteile von süßem Wasser. Die gefundenen Zahlen enthält die Tabelle.

Tabelle I.

Metalle	T	Andere feste Körper		T	Flüssigkeiten		
			T			z	
Gold	126	Blauer <i>Jâqût</i>	606	Bergkristall	960	Wasser	1200
Quecksilber	177	Roter ²⁾ <i>Jâqût</i>	624	Glas	964	Weingeist	1232
Blei	212	Rubin	670	Email	610	Wein	1227
Silber	233	Smaragd	872	Wachs	2524	Kuhmilch	1332
Kupfer	277	Lapis Lazuli	892	Elfenbein	1464	Honig	1687
Messing	280	Perle	924	Ebenholz	2124	Olivöl	1104
Eisen	310	Karneol	936	Perlenschale	968		
Zinn	328	Koralle	939				

Aus diesen Zahlen kann man eine Reihe anderer ableiten, die für die Praxis von Wichtigkeit sind, und zwar zunächst die Gewichte der Kubikelle G_s verschiedener Substanzen. Dabei legt man das von *Birûni* bestimmte Gewicht G_w der Kubikelle Wasser zugrunde (Bauerreiß S. 33),

$$G_w = 28\,605 \text{ M. } 15 \text{ T. } 32 \left(\frac{T}{60}\right).$$

Aus den Tabellen ersehen wir, daß a T Wasser das gleiche Volumen wie 100 M. der verschiedenen Substanzen einnehmen; daher berechnet sich das Gewicht G_s dieser Substanzen zu

$$G_s = \frac{G_w}{a} \cdot 100.$$

Bei Flüssigkeiten erhalten wir

$$G_s = G_w \cdot \frac{z}{1200}.$$

Für die Metalle teilt *Châzini* die Werte von G_s mit, für

¹⁾ 1 *Mitqál* = 6 *Dánaq*; 1 *Dánaq* = 4 *Tassüg*, also 1 M. = 24 T.

²⁾ Statt roter *Jâqût* heißt in bei dem Pariser Text *Bahramâni* (zu den Edelsteinen vgl. E. Wiedemann, Beiträge XXX, S. 213).

andere Substanzen sind sie in einer gleich zu besprechenden Pariser Handschrift enthalten. *Châxinî* gibt die Werte in *Mitqâl*, *Tassûg* und Bruchteilen der letztern, die neue Handschrift in *Tassûg* und sechzigstel *Tassûg*.

Außerdem gibt die neue Handschrift die Gewichte der verschiedenen Substanzen in *Tassûg*, die ein gleiches Volumen wie 100 M. oder 144000 sechzigstel *Tassûg* Gold haben.

Die Pariser Handschrift (Nr. 2468 de Slane, Katalog S. 437) enthält neben anderem eine Arbeit über Vermessung der Flächen und Körper; dabei bestimmt sie auch deren Gewicht. Der betreffende Text stimmt mit demjenigen in einer Handschrift im India Office (Nr. 1043 Katalog von Loth) überein, in diesem fehlen aber die Tabellen, welche erstere enthält (vgl. E. Wiedemann, Beiträge XIV, S. 60).

Ich teile hier im Zusammenhang den ganzen Abschnitt nach der Pariser Handschrift mit (die Übersetzung ist gegen die frühere in einzelnen Punkten berichtigt). Sie lautet:

Kapitel: Ausmessung der Volumina (*Girm*) der Körper. Abschnitt: Bericht über die Einleitungen zu der Wissenschaft von den Körpern. Abschnitt: Bericht über die Einleitungen zu der Wissenschaft von den körperlichen Dingen (*Mugassama*) und den Verhältnissen der Metalle (d. h. der Mineralien), falls bei je zwei Körpern die Volumina gleich sind.

Falls zwei Körper im Gewicht (*Wazn*) gleich sind, so verhält sich der Raum (*Makân*) (= Volumen) des schwereren zu dem Volumen des leichteren wie das Gewicht (gleicher Volumina) des leichteren zu dem des schwereren. Nehmen zwei Körper aus Gold und Silber gleiche Räume ein, so verhält sich das Gewicht des Goldes zu dem des Silbers wie die in der Tabelle eingesetzten Gewichte von Gold und Silber (bei gleichem Volumen). Ebenso verhält es sich bei den anderen in der Tabelle aufgeführten Metallen.

Bei zwei Körpern, die im Volumen gleich sind, ist das gegenseitige Verhältnis gerade umgekehrt wie bei denen, die im Gewicht gleich sind, nämlich, daß das Volumen des [spez.] schwereren von zwei gleichviel wiegenden Körpern zu dem Volumen des [spez.] leichteren gleich ist dem Verhältnis des Gewichtes des leichteren bei gleichem Volumen zu dem Gewicht des schwereren.

Die scharfsinnigen der früheren Gelehrten haben das Verhältnis zwischen den hämmerbaren und den nicht hämmerbaren Körpern¹⁾ durch verschiedene Arten von Kunstgriffen und vielfache Beschäftigung ermittelt. Dabei verfolgten sie sehr feine Ziele und Zwecke.

¹⁾ D. h. Metalle und Nichtmetalle.

Wir haben, was zu uns von ihren erprobten Resultaten gelangt ist, in der Tabelle niedergelegt, in der wir mitteilen, wieviel eine Kubikelle von einem jeden dieser Körper enthält, und die Gewichte der an Volumen gleichen, an Gewicht aber verschiedenen Körper, so daß der Geschickte nach ihr, was er gerade will, ermitteln kann. Wir wissen sehr wohl, daß die erwähnten flüssigen Körper sich in ihren Eigenschaften (Substanzen) unterscheiden, wenn die Orte und die Zeiten wechseln¹⁾; wir haben aber die Größen angeführt, wie sie den meist vorhandenen Verhältnissen entsprechen.

Nun folgen die Tabellen; ich gebe die Zahlen wieder, wie sie der Text enthält, und diejenigen, wie sie Herr Dr. Frank so gütig war aus den Angaben der obigen Tabellen zu berechnen.

Tabelle II.

Diese enthält die Gewichte der Kubikelle der verschiedenen Metalle in *Mitqál*, *Tassúg* und $\frac{1}{60}$ *Tassúg*.

	<i>Mitqál</i> ²⁾						T	$\frac{1}{60}$ T
Gold	5	4	4	8	9	6	11	7
Quecksilber	3	8	7	8	7	3	4	15
Blei	3	2	5	8	3	7	12	15
Silber	2	9	4	6	5	0	10	30
Kupfer	2	4	7	8	4	6	18	12
Messing	2	4	5	1	9	1	6	12
Eisen	2	2	1	4	6	3	1	45
Zinn	2	0	9	3	0	9	14	40

Diese Zahlen stimmen fast vollständig mit den von *al Cházini* mitgeteilten überein (Bauerreiß S. 33).

Tabelle III.

Diese enthält in derselben Weise die Werte für die Edelsteine und anderer fester Substanzen außer dem Wachs. Hier ist die Übereinstimmung zwischen den von dem Text gegebenen und den von Herrn Dr. Frank berechneten Werten eine sehr gute, nur bei Ebenholz zeigt sich eine sehr große Abweichung, ich gebe hier den Frankschen Wert in der Anmerkung.

¹⁾ Den Einfluß des Wassers und der Temperatur auf die Messungen hat bereits *al Birúni* berücksichtigt. Vgl. Bauerreiß S. 16.

²⁾ In den Originaltabellen steht über den einzelnen Zahlen 100000, 10000, 1000, 100, 10, 1. Ebenso bei den nächsten Tabellen.

	<i>Mitqâl</i>						T.	$\frac{1}{60}$ T.
<i>Jâqût</i>	1	1	3	2	8	9	16	34
Email	1	1	2	5	4	6	19	45
<i>Bahramân</i>	1	1	0	0	2	1	17	17
Rubin	1	0	2	4	6	7	23	42
Smaragd		7	8	7	3	1	3	9
Lapis Lazuli		7	6	9	6	5	20	48
Karneol		7	3	3	6 ¹⁾	7	19	41
Koralle		7	3	1	1	3	11	25
Bergkristall		7	1	5	1	4	2	50
Perle		7	4	3	0	0	9	11
Glas		7	1	2	1	7	9	6
Ebenholz ²⁾		6	1	0	7	9	16	10
Elfenbein		4	6	8	9	4	12	0

Tabelle IV.

Diese enthält die Werte für Wachs, Honig und Flüssigkeiten; da hier die Abweichungen zwischen dem Text und den von Dr. Frank beschriebenen Zahlen viel größer sind, so sind unter A die Zahlen des ersten unter B die des letzteren gegeben. Offenbar haben *Châzinî* andere Zahlen vorgelegen, als sie der Verfasser unseres Textes benutzt hat.

	A							B			
	M.						T.	$\frac{1}{60}$ T.	M.	T.	$\frac{1}{60}$ T.
Wachs	2	7	3	6	8	11	50	27200	7	9,8	
Honig	3	9	1	6	8	3	15	40214	18	31	
Kuhmilch	3	1	9	1	7	12	18	31752	5	27	
Weinessig	2	9	3	6	7	18	55	29368	11	8	
Wein	2	9	0	6	5	4	34	29249	6	34	
Wasser	2	8	6	0	5	15	32	28605	15	32	
Öl	2	4	3	3	4	7	30	26317	4	41	

Tabelle V.

Die folgende Tabelle enthält die Gewichte in sechzigstel *Tassûg* gleicher Volumina, bezogen auf das Volumen von 100 *Mitqâl* = 144000 sechzigstel

1) Nach der Berechnung müßte hier eine „4“ stehen, vielleicht liegt hier ein Schreibfehler vor.

2) Frank berechnet aus den Daten bei *Châzinî*: 32322 M., 18 T., $22\frac{1}{60}$ T. Der Wert in unserm Text würde für das Ebenholz das sehr hohe spez. Gewicht von 2,14 ergeben, während *Châzinîs* Zahlen 1,13 geben.

Tassûg Gold: Die Überschrift lautet: Gewichte von Körpern, die das gleiche Volumen haben.

I.							II.					
Gold	1	4	4	0	0	0	Perle	1	9	6	3	6
Quecksilber	1	0	2	5	4	6	Karneol	1	9	3	8	4
Blei		8	5	5	6	0	Koralle	1	9	3	2	3
Silber		7	7	8	8	3	Bergkristall	1	8	9	0	2
Kupfer		6	5	5	2	0	Glas	1	8	8	2	2
Messing		6	4	8	0	0	Ebenholz	1	6	1	4	2
Eisen		5	8	5	0	0	Elfenbein	1	2	3	9	3
Zinn		5	5	3	2	0	Honig	1	0	4	4	0
<i>Jâqût</i>		2	9	9	4	0	Kuhmilch		8	4	3	0
Email		2	9	7	4	5	Weinessig		7	7	6	3
<i>Bahramân</i>		2	9	0	7	7	Wein		7	6	8	2
Rubin		2	4	0	8	1	Wasser		7	5	6	0
Smaragd		2	0	8	0	7	Wachs		7	1	2	7
Lapis Lazuli		2	0	3	4	1	Öl		6	9	7	0

Die Berechnungen von Dr. Frank haben bei den Metallen und festen Körpern, ausgenommen Ebenholz und Wachs, eine sehr gute Übereinstimmung ergeben; nur in den sechzigstel T. finden sich einige Abweichungen. Daher hat eine Mitteilung der berechneten Werte keinen Zweck. Anders liegen die Sachen bei Ebenholz, Wachs und den Flüssigkeiten. Die hier berechneten Zahlen sind mitgeteilt worden. Bemerkt sei, daß auch, wenn man für die Substanzen die von *Bîrânî* in Tab. IV. (A) gegebenen Zahlen mit dem Proportionalitätsfaktor

$$P = \frac{144\,000}{544\,896} \frac{T}{M\ 11\ T\ 7\ 60}$$

(die für Gold gegebenen Werte) multipliziert, sich nicht die Werte in Tab. V (II) ergeben. P, aus den arabischen Zahlen für diese Substanzen berechnet, gibt aber auch keine konstanten Größen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Physikalisch-Medizinischen Sozietät zu Erlangen](#)

Jahr/Year: 1913

Band/Volume: [45](#)

Autor(en)/Author(s): Wiedemann Eilhard

Artikel/Article: [Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften. XXXIV. Über die Gewichte der Kubikelle u. s. w. verschiedener Substanzen nach arabischen Schriftstellern. 168-173](#)

