VI.

Zwei alte Sonnenuhren
am
Dome zu Regensburg.

Mit einer Figurentafel.

Von

v. Schlieben,
Major a. D.

I. Einleitung.

In den Verhandlungen des historischen Vereins für Oberpfalz und Regensburg (Band XII, S. 50) sind zwei Sonnenuhren am Regensburger Dom, die eine aus dem Jahre 1487, die andere von 1509 besprochen und abgebildet. Da ich mich mit den verschiedenen Constructionen von Sonnenuhren beschäftigt habe, so erregten diese Abbildungen mein Interesse, weil sie ein verhältnißmäßig hohes Alter haben und ich auf den ersten Blick sah, daß die vom Jahre 1487 trotz der Versicherung (S. 53), daß die Zeichnung genau sei, unbedingt ganz unrichtig wiedergegeben sein mußte. Als ich im Jahre 1893 nach Regensburg kam, fand ich diese Wahrnehmung vollständig bestätigt. Ich ließ mir durch Herrn Dr. Brunhuber in Regensburg eine Photographie anfertigen, welche mir nachgeschickt wurde und obgleich dieselbe die ganze Uhr nur in einer Größe von 11 : 15 mm zeigt, gelang es mir doch, nachdem ein hiesiger Photograph sie etwa 3,5 mal vergrößert hatte, sie auf ihre Richtigkeit zu untersuchen. Vielleicht wird es den Regensburger historischen Verein interessieren, das Resultat meiner Arbeit kennen zu lernen.

Die Uhr von 1487 ist eine Verticaluhr, welche für die horae inaequales, wie sie im Alterthum üblich waren, und erst mit Einführung der Räderuhren allmählich abkamen, eingerichtet ist. Der natürliche Tag, die Zeit von Sonnenaufgang bis zum Untergang, wurde zu jeder Jahreszeit in 12 gleiche Theile (Stunden) getheilt, welche, da die Sommertage lang, die Wintertage kurz sind, dem entsprechend natürlich auch im Sommer lang, im Winter kurz und nur in den Aequinoctien unseren Stunden (Aequinoctialstunden) gleich waren. Da Regensburg unterm 49. Grade nördlicher Breite liegt, so dauert dort der kürzeste Wintertag 8 Stunden, der längste Sommertag 16, der Aequinoctialtag 12 Stunden nach unserer Rechnung; werden diese Tage alle gleichmäßig in 12 Theile getheilt, so ist jeder derselben in der Wintersonnenwende gleich 70 Minuten, in der Sommersonnenwende gleich 1 Stunde 20 Minuten und in den Aequinoctien gleich einer Stunde unserer Zeit. Wir wollen diese horae inaequales römische Stunden nennen und mit römischen Ziffern bezeichnen, unsere Stunden aber mit arabischen. Aus folgender Tabelle ist Anfang und Dauer der römischen Stunden nach unserer Zeit zu ersehen.

Römische Stunden	Im Winter am kürzesten Tage	In den Aequinoctien	Im Sommer am längsten Tage
Die I.	Von Sonnenaufg. 8^{h} — 8^{h}_{40}	V. S.-Aufg. 6^{h} — 7^{h}	Von Sonnenaufg. 4^{h} — 5^{h}_{20}
„ II.	8^{h}_{10} — 9^{h}_{20}	7^{h} — 8^{h}	5^{h}_{20} — 6^{h}_{40}
„ III.	9^{h}_{20} — 10^{h}	8^{h} — 9^{h}	6^{h}_{40} — 8^{h}
„ IV.	10^{h} — 10^{h}_{40}	9^{h} — 10^{h}	8^{h} — 9^{h}_{20}
„ V.	10^{h}_{40} — 11^{h}_{20}	10^{h} — 11^{h}	9^{h}_{20} — 10^{h}_{40}
„ VI.	11^{h}_{20} — 12^{h}	11^{h} — 12^{h}	10^{h}_{40} — 12^{h}
		Mittag	
„ VII.	12^{h} — 12^{h}_{40}	12^{h} — 1^{h}	12^{h} — 1^{h}_{20}
„ VIII.	12^{h}_{40} — 1^{h}_{20}	1^{h} — 2^{h}	1^{h}_{20} — 2^{h}_{40}
„ IX.	1^{h}_{20} — 2^{h}	2^{h} — 3^{h}	2^{h}_{40} — 4^{h}
„ X.	2^{h} — 2^{h}_{40}	3^{h} — 4^{h}	4^{h} — 5^{h}_{20}
„ XI.	2^{h}_{40} — 3^{h}_{20}	4^{h} — 5^{h}	5^{h}_{20} — 6^{h}_{40}
„ XII.	3^{h}_{20} — 4^{h} d. h. bis Sonnen-Untergang	5^{h} — 6^{h} d. h. bis S.-Untergang	6^{h}_{40} — 8^{h} d. h. bis Sonnen-Untergang

In den Aequinoctien fallen also die römischen Stunden mit den unsrigen völlig zusammen, nur daß sie natürlich anders gezählt werden. In der ganzen übrigen Zeit des Jahres fangen die römischen Stunden, dem Sonnenaufgange entsprechend, jeden Tag zu einer anderen Zeit an, wie die folgende Tabelle zeigt.

Tages-länge	Länge der röm. Stunden	Sonnenaufgang und Beginn der						Mittag
		I. St.	II. St.	III. St.	IV. St.	V. St.	VI. St.	VII. St.
8 St.	40′	8 h	8 h_{40}	9 h_{20}	10 h	10 h_{40}	11 h_{20}	12 h
9 „	45′	7 h_{30}	8 h_{15}	9 h	9 h_{45}	10 h_{30}	11 h_{15}	12 h
10 „	50′	7 h	7 h_{50}	8 h_{40}	9 h_{30}	10 h_{20}	11 h_{10}	12 h
11 „	55′	6 h_{30}	7 h_{25}	8 h_{20}	9 h_{15}	10 h_{10}	11 h_{5}	12 h
12 „	1 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	12 h
13 „	1 h_{5}′	5 h_{30}	6 h_{35}	7 h_{40}	8 h_{45}	9 h_{50}	10 h_{55}	12 h
14 „	1 h_{10}′	5 h	6 h_{10}	7 h_{20}	8 h_{30}	9 h_{40}	10 h_{50}	12 h
15 „	1 h_{15}′	4 h_{30}	5 h_{45}	7 h	8 h_{15}	9 h_{30}	10 h_{45}	12 h
16 „	1 h_{20}′	4 h	5 h_{20}	6 h_{40}	8 h	9 h_{20}	10 h_{40}	12 h

Am Nachmittage dem entsprechend.

Weitere Ausführungen dürften nicht am Platze sein, ich verweise auf meine Abhandlungen in den Annalen des Vereins für nassauische Alterthumskunde (Band XX., 2. Heft, S. 316 bis 333 und Band XXIII., S. 115—128).

Die Kenntniß dieser Stundenanfänge ist nothwendig, wenn man die Richtigkeit einer alten Sonnenuhr, welche noch mit Zeiger versehen ist — was bei unserer nicht mehr zutrifft — prüfen will. Der Zeiger steht stets senkrecht auf der Uhrfläche und es muß der Schatten seiner Spitze stets auf die entsprechende Declinationshyperbel fallen, welche von Osten nach Westen läuft und zwar auf diejenige römische Stundenlinie, welche der nach unserer Zeit berechneten Stunde entspricht. Daß diese römische Stunde nur in den Aequinoctien mit unseren Stunden zusammen fallen kann, ist schon gesagt.

Hat die Uhr, wie die unsrige, keinen Zeiger mehr, so muß die Prüfung in anderer Weise stattfinden, am bequemsten, indem man eine richtige Uhr verfertigt und die Lage ihrer verschiedenen Punkte und Linien mit der zu prüfenden vergleicht. Diese Anfertigung kann durch Construction oder durch Rechnung geschehen, für beide Arten ist in der ersten der erwähnten Abhandlungen das Verfahren kurz angegeben und zwar für eine Horizontaluhr; ganz ähnlich ist es für eine Verticaluhr, wie die unserige ist.

Die nachfolgende Auseinandersetzung wird das mechanische Verfahren genauer angeben, um aber diejenigen, welche sich nicht besonders dafür interessieren, nicht aufzuhalten, will ich sogleich anführen, daß das Endrusultat der Untersuchung die Uhr von 1487 im Allgemeinen als ziemlich richtig erscheinen läßt, wobei ich jedoch ausdrücklich bemerken muß, daß die Beurtheilung nur nach meiner Vergrößerung der kleinen Photographie stattgefunden hat. Die rothen Linien in Fig. 1. zeigen wie die Uhr sein müßte, um genau zu stimmen. Die Abweichungen sind aber nicht erheblich.

II. Die Uhr von 1487.

Ich gehe jetzt auf das Einzelne ein, um die Reconstruction des Zeigers und die Berechnung der Lage der einzelnen Punkte und Linien zu zeigen.

Bei jeder Polhöhe (φ) — für Regensburg ist $\varphi = 49^0$ — wird die Distanz der Schattenlängen für den kürzesten und längsten Tag durch den Schatten für den Aequinoctialtag in einem ganz bestimmten Verhältnisse getheilt. Bei der Horizontaluhr (Fig. 2.) ist PZ der verticale Zeiger, $-\delta$ u. $+\delta$ die Declination der Sonne ☉ am kürzesten Tage im Steinbock ♑ und am längsten Tage im Krebs ♋. Der Schatten der Spitze Z fällt dann nach A resp. B, während er in den Aequinoctien ☉♈ nach M fällt. Es ist nun für jedes φ das Verhältniß im AM : MB ein anderes, für den Stand der Sonne im Meridian ist es für Regensburg ($\varphi = 49^0$), bei der Horizontaluhr = 1 : 2,97. Was bei dieser für φ gilt, trifft bei der Verticaluhr (Fig. 3.) für $90^0 - \varphi = 41^0$ ein, bei ihr ist AM : MB = 1 : 2,27. Es ist nämlich

$$AM : MB = PM - PA : PB - PM =$$
$$\text{tang. } \varphi - \text{tang. } (\varphi - \delta) : \text{tang. } (\varphi + \delta) - \text{tang. } \varphi.$$

In unserer Uhr ist dieses Verhältniß nach Ausweis der Photographie allerdings 1 : 3,2 und würde einer Breite $\varphi = 50{,}5^0$ entsprechen, indessen kann hier ein Fehler in der Aufnahme liegen. Da nämlich der Photograph nicht in der Höhe der Uhr, sondern unten auf der Straße stand, so war der untere Theil der Uhr (MB) dem Objectiv näher, als der obere (AM) und es konnte dadurch MB gegen AM zu lang ausfallen. Die rothe Linie in Fig. 1 gibt an, wo die untere Grenze liegen müßte. Ob obige Entschuldigung zutrifft, kann ich von hier aus nicht beurtheilen, um so weniger, als ich auch die Güte des Apparates nicht kenne, dem sogleich noch ein zweiter Fehler zugeschrieben werden wird. Uebrigens macht bei Sonnenuhren ein Fehler von $1^1/_2{}^0$ nicht viel aus, auch trifft der hier besprochene nur die Jahres-, nicht die Tagesschatten.

Wichtiger ist ein anderer, wohl auch dem Apparat zufallender Fehler. Während nämlich der Meridian (die lothrechte Mittellinie) und die Aequinoctiallinie (die mit 12 — 12 bezeichnete Wagerechte) sich senkrecht schneiden müßten, erscheint letztere hier gebrochen und steigt von der Mitte auf jeder Seite um etwa 2^0 an; die rothe Linie zeigt, wie sie gehen müßte. Es wird dadurch die ganze Uhr etwas verschoben; es erscheint mir nicht denkbar, daß diese Krümmung auf dem Original wirklich vorhanden ist, was sich leicht constatieren ließe.

Wo hat nun der Zeiger gestanden? Es ist allemal die Entfernung des dritten Stundenpunktes (nach unserer Zeit 9^h) auf der Aequinoctiallinie vom Meridian gleich der Länge des senkrechten Zeigers, $MN = NZ$ (Fig. 4.) und da man den Winkel $ZMP = \varphi$ kennt, so kann man den Punkt Z festlegen, ein Perpendikel von Z auf die Verlängerung von AB gibt den Zeiger PZ. (Bei der Horizontaluhr tritt $90 - \varphi$ an Stelle von φ). Der Zeiger liegt in unserem Falle horizontal (senkrecht zur Uhrfläche) und nicht schräge in der Richtung der Erdachse. Bei allen Uhren für ungleiche oder römische Stunden steht der Zeiger immer senkrecht zur Uhrfläche, die schrägen Zeiger (CZ) sind nur für Uhren, welche unsere Stunden zeigen, wie die von 1509, verwendbar. Man würde den Punkt C, den Fuß des schrägen Zeigers, erhalten, wenn man in Z auf ZM einen Perpendikel bis zum Schnitte mit AB errichtete, dann wäre CZ der schräge Zeiger.

Die bis jetzt bekannten festen Punkte A, M, B, Z, C und der Winkel φ würden uns jetzt die Mittel bieten, die durch A und B gehenden Hyperbeln für die Schattengrenzen im Winter- und Sommersolstitium zu construiren, wir wollen jedoch diesmal die Punkte, deren wir bedürfen, durch Rechnung ermitteln und durch Ordinaten (in der Richtung des Meridians) und Abscissen (in der Richtung der Aequinoctiallinie) bestimmen.

Wenn die Ebene des Papiers in Fig. 5. die lothrechte Uhrfläche und PZ den auf ihr senkrecht stehenden (also horizontalliegenden) Zeiger vorstellt, so ist klar, daß der Schatten des letzteren beim Punkte P beginnen und rechts oder links von der Mittellinie PQ, welche den Meridian vorstellt, fallen muß, je nachdem die Sonne westlich oder östlich steht, sich also nach dem Azimuth der Sonne, welches wir mit A bezeichnen, richtet. Die Entfernung von PQ nehmen wir als Abscisse. Zugleich wird aber der Schatten der Spitze auch nach unten fallen, je nachdem die Sonne mehr oder weniger Höhe hat. Ueber die durch den Zeiger gelegte Horizontalebene kann er niemals fallen. Wir nennen die Sonnenhöhe h und die Entfernung unter der Horizontalen, in der Richtung PQ die Ordinate. Fällt also der Schatten von Z nach T, so soll die Abscisse PR und die Ordinate AT gefunden werden. Der Beginn der römischen Stunden ist nach der gegebenen Tabelle bekannt, die Höhe h und das Azimuth A der Sonne kann man berechnen oder aus fertigen Tabellen entnehmen, wie hier der Kürze halber geschieht; die Länge des Zeigers PZ = l ist bekannt, hier l = 20mm, dann lassen sich leicht folgende Formeln entwickeln:

$$\mathrm{PR} = \mathrm{l.\ tang.\ A.}$$

$$\mathrm{RT} = \frac{\mathrm{l.\ tang.\ h}}{\mathrm{cos.\ A.}}$$

$$\mathrm{cotg.}\ \alpha = \frac{\mathrm{tang.\ h.}}{\mathrm{sin.\ A.}}$$

$$\mathrm{PT} = \frac{\mathrm{l.\ tang.\ h.}}{\mathrm{cos.\ A.\ cos.}\ \beta.}$$

Stellen wir also die Elemente für die linke Seite der Uhr nochmals zusammen.

I. Für den Winter, $\delta = -23\frac{1}{2}^{0}$, $l = 22^{mm}$

Ende der röm. Stunden Vormitt.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	nach unserer Zeit.
	$8^{h}\,_{40}$	$9^{h}\,_{20}$	10^{h}	$10^{h}\,_{40}$	$11^{h}\,_{20}$	12^{h}	
Höhe h der Sonne.	$4^{0}\,_{54}{'}$	$9^{0}\,_{12}{'}$	$12^{0}\,_{43}{'}$	$15^{0}\,_{27}{'}$	$16^{0}\,_{40}{'}$	$17^{0}\,_{30}{'}$	
Azimuth A der Sonne.	$44^{0}\,_{50}{'}$ östlich	$36^{0}\,_{40}{'}$	$28^{0}\,_{2}{'}$	19^{0}	$8^{0}\,_{23}{'}$	0^{0}	
Daraus ergibt die Rechnung:							
Für die Abscissen PR	mm 19,8	14,8	10,6	6,8	2,9	0	
Für die Ordinaten RT.	mm 2,42	4,04	5,12	5,84	6,12	6,30	

II. Für den Sommer, $\delta = +23\frac{1}{2}^{0}$

Ende der röm. Stunden Vormitt.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
	—	—	8^{h}	$9^{h}\,_{30}{'}$	$10^{h}\,_{40}{'}$	12^{h}
Höhe der Sonne.	—	—	37^{0}	$49^{0}\,_{35}{'}$	$59^{0}\,_{44}{'}$	$64^{0}\,_{30}{'}$
Azimuth	Mehr als 90°		$83^{0}\,_{56}$	$65^{0}\,_{39}$	$40^{0}\,_{53}$	0
Daraus ergibt die Rechnung:						
Für die Abscissen PR.	—	—	mm 188	44,2	13,7	0
Für die Ordinaten TR.	—	—	142	56,9	45,2	41,9

Hierbei ist zu bemerken, daß zur Zeit der Sommersonnenwende von $4^{h}\,_{30}{'}$ ab die Sonne nördlich des ersten Verticals, also hinter der Uhrfläche, steht und die Uhr also im Schatten liegt, erst bei südlicher Declination, also im Winterhalbjahre, bleibt sie den ganzen Tag vor der Uhrfläche. Daher sind vom längsten Tage an einer Verticaluhr überhaupt nur 4 Stunden darstellbar.

Tragen wir nach dieser Rechnung in Fig. 6 die Ordinaten und Abscissen auf und zwar im 2,5fachen Maaßstabe, um ein deutliches Bild zu bekommen und verbinden die verschiedenen Punkte T, T_1, T_2 ꝛc. mit einander, so erhalten wir die Hyperbel für $\delta = -23\frac{1}{2}{}^{0}$, welche in unserer Uhr die obere ist; ebenso die untere für den Sommer, $\delta = +23\frac{1}{2}{}^{0}$, von welcher auf unserer Uhr nur ein Stück von etwa $1\frac{1}{2}$ Stunden Platz hat. Der Punkt, von dem aus die Maaße aufgetragen werden, ist der Fuß des Zeigers P. Da die Verbindungslinien der zusammengehörigen Punkte in der oberen und unteren Hyperbel (und auch allen dazwischenliegenden) nahezu grade Linien sind (da die Abweichungen nur wenige Sekunden betragen) und auch durch die Aequinoctialstundenpunkte gehen, so darf man nur die letzteren aufsuchen, um mit ihrer Hülfe die Stundenlinien festzulegen, wenn die zu weit zur Seite liegenden Punkte der unteren Hyperbel keinen Platz finden.

Es ergibt sich, genau wie bei den letzten Tabellen, für die Aequinoctien Folgendes:

III. Für die Aequinoctien.

Ende der röm. Stunden.	I. 7 h	II. 8 h	III. 9 h	IV. 10 h	V. 11 h	VI. 12 h	
h =	$9^{0}\,46'$	$19^{0}\,9'$	$27^{0}\,38$	$34^{0}\,37'$	$39^{0}\,9'$	41^{0}	
A =	$78^{0}\,34'$	$66^{0}\,27'$	$52^{0}\,58$	$37^{0}\,25$	$19^{0}\,33$	0	

und daraus ergibt sich:

PR =	mm 98,9	45,9	26,5	15,3	7,10	0	von M aus.

Die Ordinaten braucht man nicht zu berechnen, da alle Schatten in der Aequinoctiallinie endigen und also eine Grade bilden.

Jetzt handelt es sich nur noch um die übrigen Hyperbeln oder die Jahreslinien, auf welchen die Schatten endigen für die verschiedenen um je eine Stunde wachsenden Tageslängen. Wir wollen nur die auf dem Meridian liegenden Punkte für 12 Uhr Mittags ins Auge fassen.

Für eine Tageslänge von								
8^h	9^h	10^h	11^h	12^h	13^h	14^h	15^h	16^h
u. h =								
$17^1/_2{}^0$	$22^4/_5{}^0$	$28^1/_2{}^0$	$34^1/_2{}^0$	41^0	$47^1/_2{}^0$	$53^1/_2{}^0$	$59^1/_5{}^0$	$64^1/_2{}^0$
u. l = 20 cm ergibt sich PE im Meridian:								
PE =								
mm 6,30	mm 8,4	mm 10,04	mm 13,7	mm 17,4	mm 21,8	mm 27,0	mm 33,5	mm 41,9

Nach der Formel PE = l tang. h, wobei man die zu den verschiedenen Tageslängen gehörigen Werthe von h aus Tabellen oder bei bekannter Declination aus $h = 90 - (\varphi + \delta)$ entnimmt oder aus der Formel für die Tageslängen berechnet:

$$\frac{\cos. t/2}{\text{tang. } \varphi} = - \text{tang. } \delta,$$

wobei t die Tageslänge ist, welche in Grade verwandelt werden muß, $1^h = 15^0$.

Auf diese Weise erhält man die Scheitelpunkte der Hyperbeln auf dem Meridian; mit Ausnahme der beiden untersten sind sie auf unserer Uhr hinreichend genau. In ähnlicher Weise kann man noch eine beliebige Zahl anderer Punkte berechnen und danach die Hyperbeln zeichnen, oder sich einer der bekannten Constructionsmethoden bedienen.

Nun sind endlich noch die Stunden oben durch Planeten bezeichnet. Die Reihenfolge derselben, nach der Entfernung von der Erde bestimmt, und an Stelle der Erde die Sonne gesetzt, ist folgende:

♄	♃	♂	⊙	♀	☿	☾
Saturn,	Jupiter,	Mars,	Sonne,	Venus,	Mercur,	Mond.

Man gab jedem Planeten die Herrschaft über eine Stunde; da der Tag 24 Stunden hat, so kam, wenn der erste Tag mit der Sonne anfing, die erste Stunde des folgenden Tages auf den Mond (3. 7 = 21 + 3 = 24), des dritten auf Mars u. s. w., so daß die Reihenfolge unserer Wochentage heraus kam. Hier ist die Bezeichnung für einen Sonntag gewählt; da nur 3 bis 4 Zeichen deutlich sind, so sind die andern zu ergänzen, sie folgen also so:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
⊙	♀	☿	☽	♄	♃	♂	⊙	♀	☿	☽	♄

Die 12 Nachtstunden sind natürlich nicht angegeben, werden aber bei der Bestimmung des Tages mitgezählt.

Jetzt können wir die Richtigkeit der Uhr im Einzelnen beurtheilen. Die rechte Seite sollte genau das Spiegelbild der linken sein, sie ist jedoch in meiner Photographie so undeutlich, daß ich mich fast nur an erstere halten, jedoch feststellen kann, daß die Linien für das Ende der 5. und 7., sowie der 4. und 8. Stunde nicht genau übereinstimmen; der Fehler ist aber für eine Sonnenuhr nicht bedeutend. Die 1. und 3. Stunde der linken Seite sind auch nicht genau richtig, im Allgemeinen aber stimmt die Uhr, vorausgesetzt, daß die Uhrfläche des Pfeilers genau von Westen nach Osten läuft. Die Uhr muß also, wenn der Zeiger richtig stand, auch richtig gezeigt haben. Die Bemerkung auf S. 56 der erwähnten Regensburger Verhandlungen, daß die Uhr, zu verschiedenen Jahreszeiten beobachtet, mit den Thurmuhren nicht übereinstimmte, enthält daher wohl keinen Tadel für den Verfertiger, sondern höchstens für den Beobachter. Thurmuhren, d. h.

Räderuhren, zeigen mittlere Zeit — von der neuen mitteleuropäischen Zeit muß hier natürlich ganz abgesehen werden. — Sonnenuhren aber zeigen stets wahre Zeit, es muß also die Zeitgleichung, welche zweimal im Jahre bis zu $^1/_4$ Stunde wächst und 4mal gleich Null ist, berücksichtigt werden. Vor allen Dingen aber muß man die heute üblichen Stunden in römische umrechnen, wobei sich ein Unterschied von 2 Stunden, eine vorher und eine nachher, herausstellen kann, wie die angeführte Tabelle zeigt. Voraussetzung bleibt natürlich, daß die Uhrfläche genau von Osten nach Westen läuft. Die jener Abhandlung beigefügte sogenannte genaue Zeichnung endlich ist gänzlich falsch; es ist bei derartigen Uhren unmöglich, daß der Zeiger in der oberen Hyperbel steht und daß zwei Stundenlinien in seinem Fußpunkte zusammenlaufen. Es wäre wünschenswerth, daß der Zeiger nach meiner Angabe wieder angebracht würde.

Die früheren Löcher für die Befestigung scheinen mit Kitt ausgestrichen zu sein und sind nicht mehr sichtbar, wenn nicht überhaupt neue Steine eingefügt sind.

III. Die Uhr von 1509.

Ich komme jetzt zu der unmittelbar über jener befindlichen Uhr von 1509. Sie zeigt nicht, wie jene, die römischen, sondern die Aequinoctialstunden, wie wir sie jetzt haben; sie muß also unter richtiger Benutzung der Zeitgleichung mittlere Ortszeit zeigen und wenn Regensburg unter 12° 7′ ö. L. von Greenwich liegt, unter Addition von 11$^1/_2$ Minute, mitteleuropäische Zeit. Zu dieser Uhr gehört ein schräger Zeiger, welcher nicht mehr vorhanden ist, aber leicht construirt werden kann. Man weiß, daß bei solchen Uhren die Spitze des schrägen Zeigers CZ in der Aequinoctiallinie VI — VI (Fig. 7.) liegt und zwar auf dem Meridian, und kann nun die Winkel v, v', v'' ꝛc. berechnen, welche der Schatten des Zeigers mit dem Meridian bildet. Ist φ die Polhöhe $= 49^0$ und t der Stundenwinkel (für $1^h = 15^0$, $2^h = 30^0$, $3^h = 45^0$ ꝛc.), so ist $\tan v = \tan t \cdot \cos \varphi$ Man erhält: Für $12^h = 0$; für $11^h = 9^0{}_{59}'$; für $10^h = 20^0{}_{45}'$; für $9^h = 33^0{}_{18}'$; für $8^h = 48^0{}_{39}'$; für $7^h = 67^0{}_{47}'$; und für $6^h = 90^0$; für die rechte Seite ebenso.

Vergleicht man die so erhaltenen Linien mit den auf der Uhr wirlich vorhandenen, so sieht man, daß die der 9ten Stunde haarscharf stimmt, die 8te und 7te nur ganz unbedeutend abweichen und nur die 10te und 11te eine Differenz von 1 bis $1\,{}^1/_2{}^0$ zeigen (was einem Fehler von etwa 5 min. entspricht), es ist aber möglich, daß hier der Fehler in meiner Zeichnung liegt und durch die minimale Größe meiner Photographie verschuldet ist. Wahrscheinlich ist daher die Uhr ganz richtig.

Dazu gehört ein Zeiger, welcher in der Richtung der Erdachse steht, also mit der Wandfläche im Meridian einen Winkel von 41^0 bildet. Seine Länge muß, wenn der längste Schatten im Sommersolstitium genau bis ans untere Ende der Uhr und nicht weiter reichen soll, so groß sein, wie die rothe Zeichnung CZ in Fig. 7 ergibt, d. h., wenn man CB gemessen hat, verhält sich im Δ CBZ, in dem man alle Winkel kennt:

$$\sin CZB : CB = \sin CBZ : CZ, \text{ also}$$

$$CZ = \frac{CB \cdot \sin CBZ}{\sin CZB} \text{ oder}$$

$$CZ = \frac{CB \cdot \sin (\varphi - \delta)}{\sin (\varphi + \delta)}$$

Da nun hier $CB = 12{,}5$ cm ist, so folgt

$$CZ = 5{,}86 \text{ cm.}$$

Mit diesem Zeiger würde die Uhr, wenn die Uhrfläche genau von O. nach W. läuft, richtige wahre Zeit zeigen. Der Zeiger kann aber auch beliebig länger sein, wenn man darauf verzichtet, daß die Spitze des Zeigers auch die Jahreszeiten zeigt. Die zugehörigen Hyperbeln fehlen auf unserer Uhr.

Die Anfertigung von Sonnenuhren war um den Anfang des XVI. Jahrhunderts herum kein mathematisches Geheimniß und es ist nicht nöthig, einen ersten Gelehrten als Verfertiger der Uhren anzunehmen. Sind die Linien wirklich zum Theil fehlerhaft gezogen, was nur eine genaue Untersuchung an Ort und Stelle entscheiden kann, so ist um so mehr Grund vorhanden, anzunehmen, daß der Verfertiger den Gegenstand nicht vollständig beherrschte, da der Steinmetz wohl nur nach einer gegebenen Schablone gearbeitet haben wird, also kaum einen Fehler machen konnte.

Da sich in Regensburg noch mehrere alte Sonnenuhren befinden, beispielsweise eine dritte, welche jedoch nur äußerst undeutlich zu sehen ist, an demselben Dompfeiler zwischen den beiden beschriebenen Uhren von 1487 und 1509, so würden dort vielleicht andere interessante Beobachtungen zu machen sein, den beiden hier besprochenen aber wäre eine Wiederherstellung der Zeiger zu wünschen, da die Uhren ein Zubehör des Domes sind und seine Restauration sich auf alle Theile erstrecken sollte.