



unterschiedliche Bereiche der Mathematik angesprochen wurden. Dabei handelte es sich um folgende Themen:

Arithmetik,  
 Geometrie,  
 Festungsbau (*fortificatio*),  
 Kirchliche Zeitrechnung (*computus ecclesiasticus*),  
 Sonnenuhren (*gnomonica*),  
 Astronomie (*sphaerica*),  
 Astrologie (*motus planetarum*),  
 Geheimschriften (*steganographia*) in zwei Fächern,  
 Musik.

Die Täfelchen eines Faches waren durch Buchstaben gekennzeichnet. Innerhalb eines Faches trugen gleichartige Täfelchen die gleiche Farbe. Die Fächer waren in Treppenform angelegt, um den Zugriff und das Einordnen zu erleichtern.

Zu den einzelnen Themen hatte Kircher Anleitungen in kleinen Büchlein geschrieben, die sich in einem Fach im Sockel befanden. Dort waren auch einige mathematische Instrumente untergebracht. Die ganze Ausstattung war in seinen Augen bescheiden. Er schrieb: „Die Fürsten müssen in diesem Zusammenhang den Inhalt und nicht das Material wertschätzen.“ (*formalia, non materialia in hisce Principes aestimare debent.*)<sup>2</sup>

Den Brief und den Inhalt der Büchlein kennen wir durch Kaspar Schott, der sie in seinem Lehrbuch zu diesem Organum mathematicum abgedruckt hat.

## **2. Das Organum mathematicum von Kaspar Schott**

Im Jahr 1668 erschien postum das ORGANUM MATHEMATICUM von Kaspar Schott. Es handelt sich dabei um ein ausführliches Handbuch zu dem von Athanasius Kircher erfundenen Unterrichtsmittel. In 9 „Büchern“ behandelt es die Themen des Mathematischen Schreins.

Das Buch bringt ein Bildnis des hoch gestellten Schülers (Abb. 1), der bereits 1664 im Alter von erst 15 Jahren in Linz gestorben war, sowie Nachrufe und Würdigungen.

In einem „Präludium“ stellt Schott dann Kirchers Organum vor und bringt dessen Brief an Kinner vom 7. August 1661.

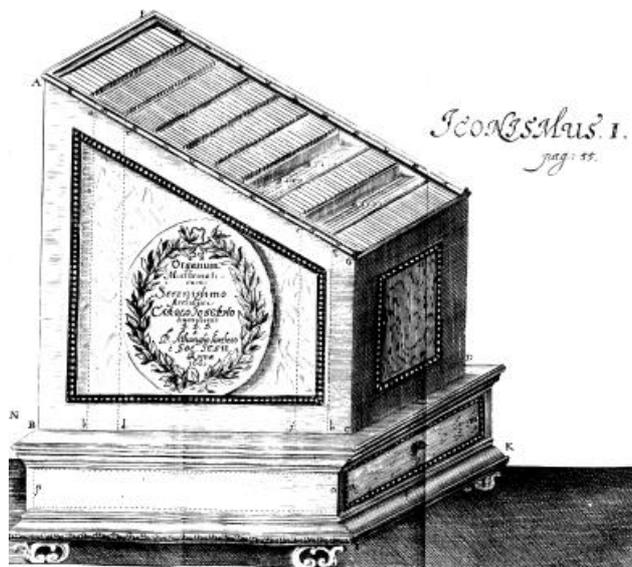


Abb. 2: Organum mathematicum von Kircher<sup>3</sup>.

Die folgenden „Bücher“ befassen sich also mit *Arithmetik*, *Geometrie*, *Fortifikation*, *Chronologie*, *Horographie*, *Astronomie*, *Astrologie*, *Steganographie* und *Musik*. Zu jedem Thema werden jeweils zunächst die Materialien vorgestellt. Dann wird im wesentlichen der Wortlaut von Kirchers Anleitungsbüchlein dargestellt. Anschließend behandelt Kaspar Schott das Thema ausführlich und von Grund auf.<sup>4</sup>

Die ausführliche Darstellung erinnert in vielen Bereichen an die entsprechenden Ausführungen in Schotts *CURSUS MATHEMATICUS*<sup>5</sup>. Vieles ist hier aber ausführlicher abgehandelt. Etwas aus dem Rahmen fallen die Ausführungen über seine *Cistula*.<sup>6</sup>

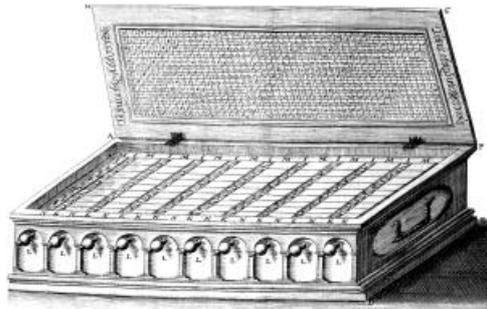


Abb. 3: Schottscher Rechenkasten.<sup>7</sup>

In ihr sind Einmaleins-Reihen auf drehbaren Zylindern angebracht (Abb. 3). Man kann damit also wie mit den Napier-Stäben (s. u.) multiplizieren. Im Deckel findet sich eine Einspluseins-Tabelle für die dazu notwendigen Additionen. Die Maschine ist auf 10 Stellen angelegt. Sie ist als *Schottscher Rechenkasten* in die Geschichte der Rechenmaschinen eingegangen<sup>8</sup>.

Im Folgenden werden nun die Inhalte der einzelnen Fächer entsprechend der Systematik von Schott behandelt.

### 3. Arithmetik

Im 1. Fach des Mathematischen Schreins befinden sich *Napier-Stäbe*. Sie gehen auf den Schotten John Napier (1550-1617) zurück und sind eine Hilfe beim Multiplizieren mehrstelliger Zahlen.

Die roten Stäbe – Kircher spricht von *Täfelchen (tabulae)* – tragen Einmaleins-Reihen (Abb. 4). Auf der Rückseite ist jeweils eine weitere Einmaleins-Reihe angebracht. Die Farbe und die „Zähne“ oben auf den Täfelchen dienen als Sortierhilfe.

		3	5	4
I	3	3	5	4
II	6	1 0	8	
III	9	1 5	1 2	
IV	1 2	2 0	1 6	
V	1 5	2 5	2 0	
VI	1 8	3 0	2 4	
VII	2 1	3 5	2 8	
VIII	2 4	4 0	3 2	
IX	2 7	4 5	3 6	

Abb. 4: Multiplikationstäfelchen.

Das erste Täfelchen (schwarz) ist das *Anlegetäfelchen (tabula applicatoria)*. Auf ihm findet man die Zahl, mit der man multiplizieren soll. Die Zahl, die man multiplizieren soll, legt man mit den entsprechenden Täfelchen.

Beispiel:

$$7 \cdot 354$$

Man legt die Täfelchen der Einmaleins-Reihen für die 3, die 5 und die 4 rechts neben das Anlegetäfelchen (Abb. 5). In der Reihe mit der VII findet man:

VII	2	3	2
	1	5	8

Abb. 5

Die in den durch die Diagonalen gebildeten Rauten stehenden Zahlen sind zu addieren. Nun liest man nacheinander von rechts nach links ab:

$$\begin{aligned} &8, \\ &2 + 5 = 7, \\ &3 + 1 = 4, \\ &2, \end{aligned}$$

also:

$$7 \cdot 354 = 2478.$$

Außerdem finden sich noch ein Quadratwurzel- und ein Kubikwurzel-täfelchen in dem Fach.

#### 4. Geometrie

Für die Praktische Geometrie werden Täfelchen zum Gebrauch eines *Geometrischen Quadrats* bereitgestellt. Das war ein damals weit verbreitetes Instrument der Feldmesser, mit dem man Entfernungen, Höhen und Tiefen bestimmen konnte.<sup>9</sup>

Das Instrument bestand aus einem quadratischen Rahmen mit 2 Skalen: die waagerechte Skala zeigte die *umbra recta*, die senkrechte Skala die *umbra versa* an. Mit einem *Senkel* konnte es so eingestellt werden, dass die Seiten senkrecht bzw. waagrecht standen. In der linken unteren Ecke war drehbar eine *Regel* mit zwei *Absehen* angebracht, über die man einen Messpunkt anvisieren konnte (Abb. 6).

In Abb. 6 wird die Spitze eines Turms anvisiert, der in 12 *Schritt* Entfernung vom Beobachter steht. Die Skalen haben hier eine Zwölferteilung. Das Messinstrument zeigt nun auf der *senkrechten* Skala den 4. Punkt an, das bedeutet, dass sich die Höhe zum Abstand wie 4 zu 12 verhält. Man braucht also nur den Abstand von 12 *Schritt* mit  $\frac{4}{12}$  zu multiplizieren. Damit erhält man als Turmhöhe 4 *Schritt*.

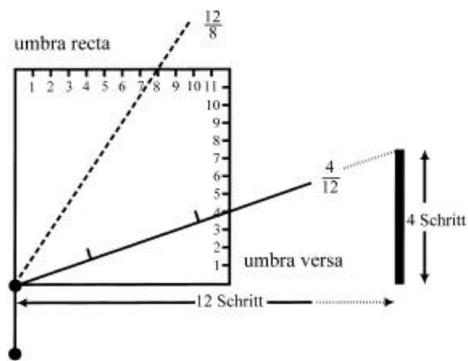


Abb. 6: Höhenmessung mit einem geometrischen Quadrat.

Hätte das Instrument auf der *waagerechten* Skala den 8. Punkt angezeigt, so würde sich die Höhe zum Abstand wie 12 zu 8 verhalten, der Abstand wäre also mit  $\frac{12}{8}$  zu multiplizieren. Damit erhielte man als Turmhöhe 18 *Schritt*.

Im Organum sind diese Zusammenhänge für Höhenmessungen mit Tabellen auf weißen Täfelchen dargestellt. In Abb. 7 wurden die Texte übersetzt und etwas vereinfacht.

Tabelle I und II liegen Zwölfterteilungen der Skalen zugrunde. In Tabelle I liest man zum angezeigten Punkt auf der *umbra recta* den zugehörigen Vergrößerungsfaktor ab; für den 4. Punkt liest man z.B. den Vergrößerungsfaktor  $\frac{12}{4} = 3$  ab. In Tabelle II kann man für einen Abstand von 12 *Fuß* (oder irgendeine andere Längeneinheit) die zu jedem Messpunkt gehörige Höhe ablesen. Für den 4. Punkt z.B. erhält man 36 *Fuß*. In Tabelle III wird eine Hunderterteilung und ein Abstand von 100 *Fuß* zugrunde gelegt.

Auf den Rückseiten der Stäbe befinden sich die entsprechenden Tabellen für die *umbra versa*.

Tabelle I		Tabelle II		Tabelle III	
Punkte der Umbrae Rectae	Vielfaches	Punkte der Umbrae Rectae	Höhe in 12 <i>Fuß</i> Entfernung in <i>Fuß</i> .	Punkte der Umbrae Rectae	Höhe in 100 <i>Fuß</i> Entfernung in <i>Fuß</i> .
2	Sechsfaches	2	72	20	500
3	Vierfaches	3	48	30	$333\frac{10}{30}$
4	Dreifaches	4	36	40	250
5	$2\frac{2}{5}$ -faches	5	$28\frac{4}{5}$	50	200
6	Doppeltes	6	24	60	$166\frac{40}{60}$
7	$1\frac{5}{7}$ -faches	7	$20\frac{4}{7}$	70	$142\frac{60}{70}$
8	$1\frac{4}{8}$ -faches	8	18	80	125
9	$1\frac{3}{9}$ -faches	9	16	90	$111\frac{10}{90}$
10	$1\frac{2}{10}$ -faches	10	$14\frac{4}{10}$	100	100
11	$1\frac{1}{11}$ -faches	11	$13\frac{1}{11}$		
12	Gleiches	12	12		
In 12 Teile geteilte Skala.		In 12 Teile geteilte Skala.		In 100 Teile geteilte Skala.	

Abb. 7: Täfelchen zur Höhenbestimmung.

Häufig hatten geometrische Quadrate zusätzlich Skalen, bei denen man Winkel in Grad ablesen konnte. Auch für ein solches Instrument finden sich Tabellen. Das Organum hatte 3 Stäbe, bei denen auf Vorder- und Rückseite eine Tabelle eingetragen war, bei der man für einen Abstand von 100 *Fuß* bei einem bestimmten Winkel in Grad die Höhe und die Entfernung zur Spitze in *Fuß* ablesen konnte.

Beispiel: Wird ein Turm im Abstand von 100 *Fuß* unter einem Winkel von  $20^\circ$  gesehen, so beträgt seine Höhe 36 *Fuß* und die Entfernung zur Turmspitze 106 *Fuß*.

### 5. Fortifikation

Das Organum enthält Hilfen zur Konstruktion von Festungen. Der Festungsbau (*fortificatio*) erfolgte damals nach festen Konstruktionsregeln. Grundlage war ein *regelmäßiges Vieleck*, an dessen Ecken *Bollwerke* (*propugnacula*) anzubringen waren. Für das regelmäßige Fünfeck ergibt sich der Konstruktionsplan von Abb. 8.

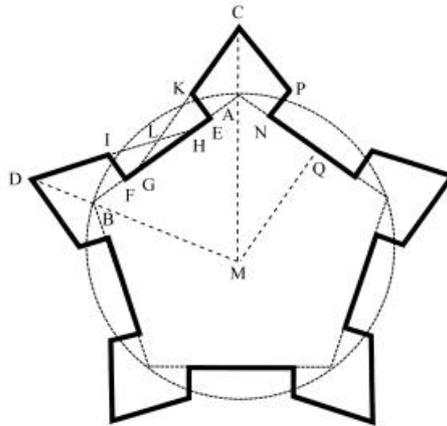


Abb. 8: Plan einer Befestigungsanlage – Regelmäßiges Fünfeck.

Man benötigt die folgende Streckenlängen, die alle bestimmte Bezeichnungen haben.

MA: *Radius circuli* (Radius des Kreises),

AB: *Latus polygoni* (Seitenlänge des Polygons),

MQ: *Cathetus*  
 EA: *Linea colli* (Kehllinie),  
 EK: *Ala propugnaculi* (Streich),  
 EF: *Cortina* (Kortin),  
 EH: *Ala cortinae* (Streichplatz),  
 AC: *Linea capitalis* (Hauptlinie),  
 CK: *Facies propugnaculi* (Gesichtslinie),  
 CG: *Linea defensionis* (Bewegliche Streichlinie).

Auch bestimmte Winkel sind ausgezeichnet:

CMD: *Angulus centri* (Mittelpunktswinkel),  
 EAN: *Angulus polygoni* (Polygonwinkel),  
 KCP: *Angulus propugnaculi* (Bollwerkswinkel),  
 CAB: *Angulus lineae capitalis et lateris polygoni*,  
 CKE: *Angulus alarum et facierum* (Gesichtswinkel),  
 AMQ: *Angulus trianguli fundamentali*,  
 CGA: *Angulus defendens interior* (kleiner Streichwinkel),  
 CGB: *Angulus defendens exterior* (großer Streichwinkel),  
 CLD: *Angulus defensionis* (Schützwinkel).

Im Organum findet sich ein *Anlegetäfelchen* (schwarz), bei dem auf der Vorderseite die genannten Winkel und auf der Rückseite die genannten Streckenlängen stehen. An dieses Täfelchen legt man ein Täfelchen für den jeweiligen Polygontyp an. Auf ihm befinden sich auf der Vorderseite die gesuchten Winkel, auf der Rückseite die gesuchten Streckenlängen. 7 rote Täfelchen sind für das regelmäßige 4-Eck (Quadrat), 5-, 6-, 7-, 8-, 9- und 10-Eck vorhanden.

Für das regelmäßige 5-Eck erhält man die Angaben von Abb. 9. Weitere Maße werden auf 7 weißen Täfelchen und einem schwarzen Anlegetäfelchen für die einzelnen Vielecke angegeben.

<i>Polygonum</i>	V	<i>Polygonum</i>	V
<i>Radius circuli</i>	459	<i>Angulus centri</i>	72°
<i>Latus polygoni</i>	540	<i>Angulus polygoni</i>	108°
<i>Cathetus</i>	372	<i>Angulus propugnaculi</i>	72°
<i>Linea colli</i>	120	<i>Angulus lineae capitalis et lateris polygoni</i>	126°
<i>Ala propugnaculi</i>	90	<i>Angulus alarum et facierum</i>	108°
<i>Cortina</i>	300	<i>Angulus trianguli fundamentali</i>	36°
<i>Ala cortinae</i>	23	<i>Angulus defendens interior</i>	18°
<i>Linea capitalis</i>	209	<i>Angulus defendens exterior</i>	162°
<i>Facies propugnaculi</i>	255	<i>Angulus defensionis</i>	144°
<i>Linea defensionis</i>	546		

Abb. 9: Täfelchen für den Festungsbau – Regelmäßiges Fünfeck.

## 6. Chronologie

Das Fach zur *kirchlichen Zeitrechnung (computus ecclesiasticus)* bietet Hilfsmittel für die wichtigsten Berechnungen im Kirchenjahr. Während ja z.B. Weihnachten immer ein festes Datum hat, handelt es sich bei Ostern und den von ihm abhängigen Festen wie Himmelfahrt und Pfingsten um *bewegliche* Feste. Traditionell fällt das Osterfest immer auf den ersten Sonntag nach dem Frühlingsvollmond. Es fällt also frühestens auf den 22. März und spätestens auf den 25. April.

Um für ein bestimmtes Jahr den Ostertermin berechnen zu können, benötigt man also zunächst die Daten der *Sonntage*. Dass sie sich von Jahr zu Jahr ändern, liegt daran, dass ein Jahr 52 Wochen und 1 Tag bzw. das Schaltjahr 52 Wochen und 2 Tage dauert. Ein gewöhnliches Jahr, das mit einem Sonntag anfängt, hört deshalb auch mit einem Sonntag auf, das folgende Jahr beginnt also mit einem Montag. Nach 28 Jahren beginnt alles wieder von vorn. Diese Zeitspanne bezeichnet man als *Sonnenzyklus*.

Im Organum befinden sich zunächst 4 Scheiben auf 2 Täfelchen, die zu Zeitbestimmungen dienen. Auf der 1. *Scheibe* ist der Sonnenzyklus dargestellt (Abb. 10). Das Jahr 1660 ist das 17. Jahr des Sonnenzyklus. Für jedes Jahr kann man nun ablesen, auf den wievielten Tag des Jahres der erste Sonntag fällt. Der erste Tag wird mit A, der 2. Tag mit B usw., der 7. Tag mit G bezeichnet.

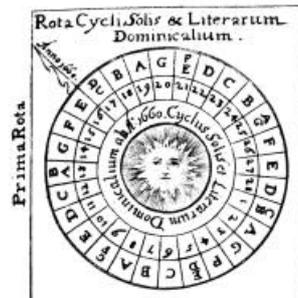


Abb. 10: Scheibe für das Datum des 1. Sonntags im Jahr ab 1660.<sup>10</sup>

Von der Scheibe liest man z.B. ab, dass zum Jahr 1662 (dem 19. Jahr des Sonnenzyklus) der Buchstabe A gehört, dass es also mit einem Sonntag anfing. Bei 1667 (dem 24. Jahr des Sonnenzyklus) findet man B, der erste Sonntag fiel also auf den 2. Januar.

An den Schaltjahren stehen zwei Buchstaben. Der frühere zeigt den ersten Sonntag an. Bei 1660 stehen z.B. C und D. Also fiel 1660 der erste Sonntag auf den 3. Januar.

Die 2. *Scheibe* befasst sich mit den Daten der Neumonde. Die Erde benötigt für einen Umlauf um die Sonne etwa 365 Tage, 5 Stunden, 49 Minuten. Das ist also die Dauer eines Sonnenjahres. Der Mond benötigt für einen Umlauf um die Erde etwa 29 Tage, 12 Stunden und 44 Minuten. Im Laufe eines gewöhnlichen Jahres vollbringt der Mond etwas mehr als 12 Umläufe. Deshalb verschiebt sich von Jahr zu Jahr der Tag des 1. Neumonds im Januar. Im folgenden Jahr fallen die Neumonde 11 Tage früher als im

vorhergehenden. Nach 19 Jahren ist der *Mondzyklus* beendet. Der 1. Tag des 1. Neumonds im Januar stimmt wieder mit dem zu Beginn überein.

Jedes Jahr ist also eine bestimmte Anzahl von Jahren vom Beginn des Mondzyklus entfernt. Dies ist die *Goldene Zahl*. Man berechnet sie, indem man die Jahreszahl um 1 vergrößert, durch 19 dividiert und den Rest nimmt.

Beispiel: Die Goldene Zahl von 1662 war 10, denn  $1663 : 19 = 87$  Rest 10.

Für jedes Jahr bezeichnet man die Zahl der Tage, die am 1. Januar seit dem letzten Neumond vergangen sind, als die *Epakte* des Jahres. Man kann sie aus der Goldenen Zahl berechnen. (Kircher legt den Gregorianischen Kalender zu Grunde.)

Die Berechnung der Goldenen Zahl und der Epakte kann man sich mit der 2. Scheibe ersparen (Abb. 11). Für einen Mondzyklus sind ab 1660 die Goldenen Zahlen (unsere Zahlzeichen) und die zugehörigen Epakten (Römische Zahlzeichen) dargestellt.

Beispiele: Für 1660 liest man die Goldene Zahl 8 und die zugehörige Epakte XVIII ab. Für 1662 liest man die goldene Zahl 10 und die Epakte X ab.



Abb. 11: Scheibe für die Goldenen Zahlen und die Epakten ab 1660.<sup>11</sup>

Um zu einer Epakte für jeden Monat das Datum des Neumondes zu finden, gibt Kircher im *Organum Tabellen* auf Tafeln. Das Fach zur *kirchlichen Zeitrechnung* enthält 1 schwarzes *Anlegetäfelchen* mit den 12 Monatsnamen und 8 purpurfarbenen *Epaktentafeln*, bei denen auf Vorder- und Rückseite für

16 Epakten zu jedem Monat das Datum des *Neumondes* angegeben ist. Wir zeigen in Abb. 12 einen Ausschnitt.

Epaktenzyklus	Epakten		Epakten		Epakten		Epakten		Epakten	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Datum des Neumonds im Monat										
Januar	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21
Februar	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
März	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21
April	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
Mai	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
Juni	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17
Juli	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17
August	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15
September	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14
Oktober	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13
November	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12
Dezember	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11

Abb. 12: Epaktentäfelchen.

Beispiel: 1662 war die Epakte X. Neumond herrschte also am 21. Januar, am 19. Februar, 21. März usw.

Für Ostern benötigt man allerdings die Daten des Vollmonds. Dazu rechnet man jeweils 14 bzw. 15 Tage weiter. So ergeben sich: 4. Februar, 5. März und 4. April. Frühlingsvollmond ist also am 4. April.

1662 begann mit einem Sonntag. Man erhält damit den 9. April als ersten Sonntag nach dem Frühlingsvollmond. Der Ostersonntag 1662 fiel also auf den 9. April.

Die ganze Rechnerei kann man sich allerdings sparen, denn auf der 3. *Scheibe* gibt Kircher für 1660-1674 die Daten des Osterfests an. So liest man ab, dass 1662 das Osterfest auf den 9. April fiel.

Auf der 4. *Scheibe* gibt Kircher ab 1660 die *Indiktionen* an. Indiktionen sind 15-jährige Zyklen, die 312 n. Chr begannen und wahrscheinlich im

Römischen Reich zur Steuererhebung verwendet wurden. Man findet die *Indiktionszahl*, wenn man von der Jahreszahl 312 subtrahiert und durch 15 dividiert. Geht die Division auf, so hat das Jahr die Indiktionszahl 15; sonst gibt der Rest die Indiktionszahl.

Beispiel: Für 1660 ergibt sich 13, denn  $1660 - 312 = 1348$  und  $1348:15 = 89$  Rest 13. Das liest man auch von der 4. Scheibe ab.

Um die Daten der wichtigsten beweglichen Festtage, die vom Osterfest abhängen, bestimmen zu können, sind weitere 12 Täfelchen für die einzelnen Monate vorgesehen, auf denen man zu einem bestimmten Osterdatum nach Ostern die Daten von Himmelfahrt, Pfingsten, Fronleichnam und Advent und Aschermittwoch als Beginn des 40-tägigen Fastens vor Ostern (an den 6 Sonntagen zwischen Karfreitag und Ostersonntag wurde nicht gefastet) ablesen kann. Diese Täfelchen sind bei Schott<sup>12</sup> nicht abgebildet.

Beispiel: Für 1662 fiel Ostern auf den 9. April, Himmelfahrt auf den 18. Mai, Pfingsten auf den 28. Mai, Fronleichnam auf den 8. Juni, Advent auf den 3. Dezember und Aschermittwoch auf den 22. Februar.

## 7. Gnomonik

Im Fach zur Gnomonik (Lehre von den Sonnenuhren) befinden sich unterschiedliche Tafeln zur Konstruktion einer *Sonnenuhr* (*horologium*). Außerdem sind im Fach am Sockel ein *Lineal* mit Skalen und ein *Halbkreiswinkelmesser* aus Horn untergebracht, die zum Entwerfen von Zifferblättern benötigt werden.

Je nach Lage des Zifferblatts unterscheidet man unterschiedliche Typen von Sonnenuhren: Ist das Zifferblatt waagrecht, so spricht man von einer *Horizontalsonnenuhr*. Bei ihr verläuft die Mittagslinie (XII) in Nord-Süd-Richtung, der *Schattenstab* (*gnomon*) steht in der zu ihr senkrechten Ebene und ist um einen Winkel geneigt, der gleich der geografischen Breite des Beobachtungsortes ist, so dass er parallel zur Erdachse verläuft.

Steht das Zifferblatt senkrecht und weist nach Süden, so spricht man von einer *Vertikalsonnenuhr*, weist es nach Osten, Westen oder Norden, so erhält man *Morgen-, Abend* oder *Polarsonnenuhren* (*horologium orientalis, occidentalis, polaris*).

Verläuft das Zifferblatt parallel zur Äquatorebene, so hat man eine *Äquatorialsonnenuhr*, bei der die Winkel zwischen den Stundenlinien immer gleich sind.

In unseren Breiten sind bei einer Horizontalsonnenuhr die Winkel zwischen den einzelnen Stundenlinien nicht gleich. Zur Herstellung des Zifferblattes benötigt man deshalb die Winkel der Stundenlinien gegen die Mittagslinie in Abhängigkeit vom Beobachtungsort (Abb. 13).

Geografische Breite	48°	50°
Stundenlinie	Winkel gegenüber der Mittagslinie	Winkel gegenüber der Mittagslinie
XII	0° 0'	0° 0'
XI, I	11° 17'	11° 35'
X, II	23° 13'	23° 52'
IX, III	36° 37'	37° 28'
VIII, IV	52° 9'	53° 0'
VII, V	70° 11'	70° 43'
VI, VI	90° 0'	90° 0'

Abb. 13: Täfelchen für die Winkel der Stundenlinien einer Horizontalsonnenuhr.

Das Organum enthält 1 Anlegetafel (schwarz) und 6 Täfelchen (purpur), bei denen sich auf der Vorderseite die Angaben für geografische Breiten von 40° bis 45° und auf den Rückseiten für 45° bis 50° finden. Für Wien, den Bestimmungsort des Organum, wird eine Breite von 48° angenommen. Würzburg hat eine Breite von etwa 50°. Mit diesen Angaben erhält man das Zifferblatt von Abb. 14 für eine Horizontalsonnenuhr an einem Beobachtungsort unter 48° geografischer Breite.

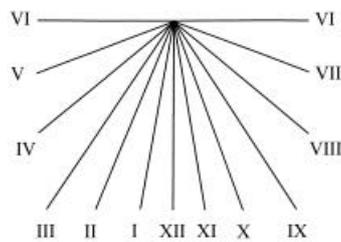
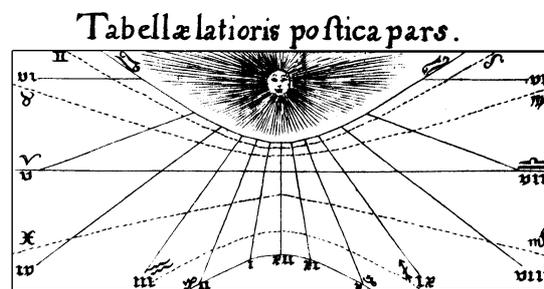


Abb. 14: Zifferblatt einer Horizontalsonnenuhr.

Zu den einzelnen Zeiten ändern sich die Schattenlängen im Laufe des Jahres. Im Sommer sind sie am kürzesten, im Winter am längsten. Betrachtet man z.B. zur Zeit der Tag- und Nachtgleiche (um den 21. März und um den 23. September) den Schatten des Stabes, so bewegt sich die Spitze des Schattens auf einer *Geraden*. Sonst bewegt sich die Schattenspitze auf *Kurven*.

Im Lauf eines Jahres durchläuft die Sonne ihre Bahn auf der *Ekliptik* durch den Tierkreis. Jedes Tierkreiszeichen steht deshalb für eine bestimmte Jahreszeit. Zu jedem Tierkreiszeichen gehört damit eine bestimmte Linie der Schattenspitze. Im Organum findet sich das Zifferblatt einer Horizontalsonnenuhr, bei der diese Bahnlinien zu den einzelnen Tierkreiszeichen eingezeichnet sind (Abb. 15). Zur Tag- und Nachtgleiche gehören z.B. die Tierkreiszeichen Waage  $\text{♎}$  und Widder  $\text{♈}$ . Die zugehörige Gerade wird als *Gerade der Äquinoktien* bezeichnet.

Abb. 15: Tafelchen mit dem Plan einer Horizontalsonnenuhr mit Tierkreiszeichen.<sup>13</sup>

Eine derartige Sonnenuhr aus dem Besitz der Universität Würzburg befindet sich im Mainfränkischen Museum in Würzburg (Abb. 16).

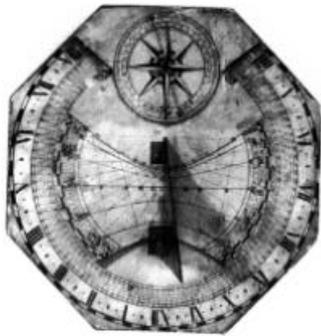


Abb. 16: Horizontalsonnenuhr mit Tierkreiszeichen.<sup>14</sup>

Um den Vergleich mit der Abbildung aus dem Organum zu erleichtern, wurde hier das Bild auf den Kopf gestellt.

Kircher hatte bereits 1630 in Würzburg eine solche Sonnenuhr entworfen. Eine Skizze findet sich in seinen INSTITUTIONES MATHEMATICAE<sup>15</sup> (Abb. 17).

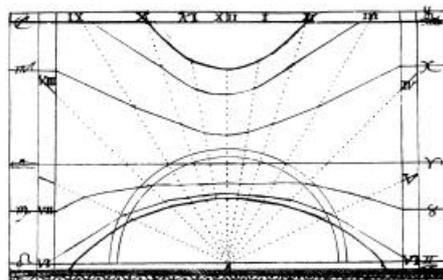


Abb. 17: Kirchers Entwurf einer Tierkreissonnenuhr.<sup>16</sup>

Auch ein derartiges Zifferblatt kann mit Hilfe des Organum gezeichnet werden. Man geht zunächst wie bei einer Horizontalsonnenuhr vor und zeichnet die Stundenlinien ein. Die Gerade der Äquinoktien findet man als Senkrechte auf die Mittagslinie durch den Endpunkt des Schattens. Die

Schnittpunkte der anderen Stundenlinien mit der Gerade der Äquinoktien ergeben sich unmittelbar. Um die anderen Linien zu bestimmen, sucht man ihre Schnittpunkte mit den einzelnen Stundenlinien. Diese kann man einzeichnen, wenn man ihre Abstände vom Ursprung kennt. Diese werden für geographische Breiten von  $48^\circ$  und  $50^\circ$  für die einzelnen Tierkreiszeichen auf der Vorder- und Rückseite von sechs roten Täfelchen zu den Stundenlinien angegeben. Bei einer derartigen Sonnenuhr kann man neben der Tageszeit auch die Jahreszeit ablesen.

Schließlich findet man auf der Vorder- und Rückseite von 2 grünen Täfelchen und einem Anlegetäfelchen die nötigen Daten für die Herstellung von Morgen-, Abend- und Polarsonnenuhren.

Alle diese Konstruktionen sind mit Hilfe von Täfelchen unter Verwendung des Halbkreiswinkelmessers durchzuführen. Kircher beginnt allerdings in seinem Büchlein mit der recht aufwendigen Konstruktion von Zifferblättern ohne direkte Verwendung des Winkelmessers. Er benutzt stattdessen das Lineal mit den Skalen; er spricht von der *Regula Sciatherica*. Auf seiner Vorderseite sind Tangens-Skalen mit unterschiedlichen Beschriftungen für die verschiedenen Typen von Sonnenuhren angebracht. Man beginnt also mit der Geraden der Äquinoktien und zeichnet mit Hilfe der entsprechenden Skala des Lineals die Schnittpunkte mit den Stundenlinien ein. Für den Schattenstab hängt die Lage des Fußpunktes von der geographischen Breite des Beobachtungsortes ab. Man findet diesen Punkt mit Hilfe einer Skala auf der Rückseite des Lineals. Nun kann man die Stundenlinien einzeichnen.

Ausführlich hat sich Kircher mit dem Bau von Sonnenuhren in seiner *ARS MAGNA LUCIS ET UMBRAE*<sup>17</sup> befasst. Sonnenuhren am Südturm der Altstädter Marien-Pfarrkirche in Heiligenstadt, an der Jesuitenkirche in Koblenz, und an zwei Giebeln im Hof der Alten Universität in Würzburg werden Kircher zugeschrieben.<sup>18</sup>

## 8. Astronomie

Im Laufe eines Jahres ändern sich in unseren Breiten die Länge von Tag und Nacht, die Zeiten des Aufgangs und des Untergangs der Sonne sowie die Dauer der Morgen- und Abenddämmerung, denn die Sonne bewegt sich ja auf der Ekliptik durch den Tierkreis (Abb. 18). Diese verläuft schräg zum Himmelsäquator und schneidet diesen zweimal.

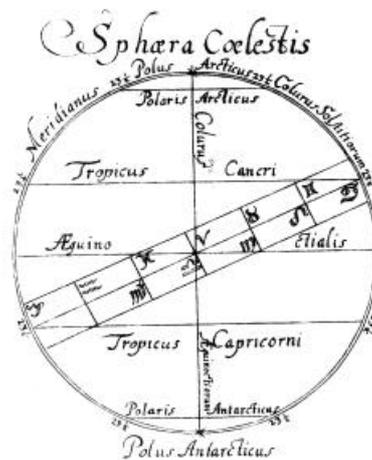


Abb. 18: Lauf der Sonne durch den Tierkreis.<sup>19</sup>

Im 6. Fach werden für die *Astronomie* Täfelchen angeboten, auf denen man diese Daten für jeden Tag des Jahres bei der geographischen Breite von 48° (Wien) ablesen kann. Auf der Vorder- und Rückseite von 6 grünen Täfelchen sowie einer Anlegetafel sind die Tageslängen wie folgt dargestellt. Wir beschränken uns in Abb. 19 auf drei ausgezeichnete Tierkreise: Am 21. März (Widder ♈) sind Tag und Nacht gleich lang, am 21. Juni (Krebs ♋) ist der längste, am 21. Dezember (Steinbock ♏) der kürzeste Tag.

Länge von Tag und Nacht		♈		♉		♊	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
Gradzahl (Tierkreis)	Datum	h min					
0	21	12 0	12 0	15 42	8 18	8 18	15 42
2	23	12 6	11 54	15 42	8 18	8 18	15 42
4	25	12 14	11 46	15 42	8 18	8 18	15 42
6	27	12 20	11 40	15 40	8 20	8 20	15 40
8	28	12 26	11 34	15 38	8 22	8 22	15 38
10	30	12 34	11 26	15 36	8 24	8 24	15 36
12	2	12 40	11 20	15 34	8 26	8 26	15 34
14	4	12 48	11 12	15 32	8 28	8 28	15 32
16	6	12 56	11 4	15 30	8 30	8 30	15 30
18	8	13 2	10 58	15 28	8 32	8 32	15 28
20	10	13 10	10 50	15 26	8 34	8 34	15 26
22	13	13 16	10 44	15 22	8 38	8 38	15 22
24	15	13 22	10 38	15 18	8 42	8 42	15 18
26	17	13 28	10 32	15 14	8 46	8 46	15 14
28	19	13 34	10 26	15 10	8 50	8 50	15 10
30	21	13 40	10 20	15 6	8 54	8 54	15 6

Abb. 19: Täfelchen mit den Tag- und Nachtlängen im Laufe eines Jahres.

Auf den Vorder- und Rückseiten von weiteren 6 Täfelchen und einer Anlage-  
tafel, die ganz entsprechend aufgebaut sind, findet man wieder für die  
geografische Breite  $48^\circ$  die Zeiten des Sonnenaufgangs und des Sonnenun-  
tergangs.

Wiederum 6 Täfelchen und eine Anlagetafel, die nach dem gleichen Muster  
aufgebaut sind, zeigen auf Vorder- und Rückseite die Dämmerungsdauer.

Eine weitere Serie von 6 Täfelchen und einer Anlegetafel gibt die  
Deklination der Sonne in Grad und Minuten an.

### 9. Astrologie

In dieser Abteilung geht es in erster Linie um die *Planetenbewegungen*. Planeten sind für Kircher Saturn (♄), Jupiter (♃), Mars (♂), Sonne (☉), Venus (♀), Merkur (☿) und Mond (☾).

In einer ersten Reihe von Täfelchen wird die Stellung der Planeten Saturn, Jupiter, Mars sowie für das Sternbild des Drachen für 20 Jahre von 1661-1681 durch Angabe des Winkels in Grad und Minuten sowie des zugehörigen Tierkreiszeichens mitgeteilt.

Drei weitere Reihen von Täfelchen geben für die unterschiedlichen Tierkreiszeichen astrologische Deutungen.

### 10. Steganographie

Kircher stellt in seinem Organum mit den Stäben zur *Steganographie (Lehre von den Geheimschriften)* ein Verfahren zum Verschlüsseln von Nachrichten zur Verfügung, mit dem „jedermann in jedweder Sprache die Geheimnisse seines Geistes so zu verbergen imstande sein wird, dass sie nach menschlichem Ermessen nicht durchdrungen werden können.“<sup>20</sup>

Sein Hilfsmittel sind Täfelchen, auf denen für jeden Buchstaben, der oben (groß) steht, nacheinander jedem der 24 Buchstaben des lateinischen Alphabets eine Zahl zwischen 1 und 24 zugeordnet ist.

Um eine Nachricht zu verschlüsseln, wählt man zunächst einen Schlüsseltext. Kircher wählt in seinem Brief an Kinner als Beispiel: SALUS IN DOMINO. (Das Heil ist im Herrn.) Diesen Text legt er mit den Täfelchen. Das ergibt den *Schlüssel*, mit dem er nun Texte verschlüsseln kann (Abb. 20).



Die verschlüsselte Nachricht ist nun die Zahlenfolge: 1, 9, 13, 1, 13, 1, 17, 21, 8.

Man kann diese Zahlenfolge selbst mitteilen. Kircher empfiehlt in diesem Fall, die Zahlen ohne Komma senkrecht untereinander zu schreiben. Die verschlüsselte Nachricht kann man aber auch in einem ganz harmlos klingenden Brief so unterbringen, dass man z.B. im Text unter dem 1., 10., 23., 24., 37., 38., 55., 76. und 84. Buchstaben einen Punkt setzt. Denn  $1 + 9 = 10$ ,  $10 + 13 = 23$  usw.

Um längere Texte zu verschlüsseln, fängt man im Schlüssel wieder von vorn an.

## 11. Musik

Das Musikfach des Organum enthält Täfelchen, mit denen man einen vierstimmigen Satz komponieren kann. Kircher denkt dabei an Choräle wie z.B.

*Ave maris stella,  
DEI Mater alma,  
Atque semper Virgo,  
Felix coeli porta.*

Hier hat jede Zeile (*strophä*) 6 Silben; ihnen entsprechen 6 Töne. Der Choral soll in g-moll gesetzt werden. Dazu werden den einzelnen Tönen Zahlen zugeordnet:

g	a	b	c	d	es	f	g
1; 8	2	3	4	5	6	7	8; 1

Zu jeder Zeile erhält man damit eine Zahlenfolge. Die erste Zeile sei z.B. durch die Zahlenfolge

bestimmt. Ihr entspricht in heutiger Schreibweise Abb. 22.



Abb. 22: Melodie: *Ave maris stella*.

Das ist für die 1. Zeile des Liedes die 1. Stimme (*cantus*).

Die anderen Stimmen kann man nun ebenfalls durch Zahlenfolgen beschreiben. Beispielweise kann man setzen:

2. Stimme (*altus*): 877655

3. Stimme (*tenor*): 543878

4. Stimme (*bassus*): 123451

Bei den entsprechenden Notenwerten würde der Satz für die 1. Zeile in moderner Schreibweise wie in Abb. 23 aussehen.



Abb. 23: Vierstimmiger Satz: *Ave maris stella*.

Diesen Satz findet man mit einem Täfelchen des Organum. Als Muster für einen Choral des Typs *Ave maris stella* wird dort nämlich auf dem 1. Täfelchen für *stropho I* der folgende Zahlenblock aufgeführt:

3	4	5	4	2	3
8	7	7	6	5	5
5	4	3	8	7	8
1	2	3	4	5	1

Dort werden auch Vorschläge für den Takt gemacht.

Man kann den Charakter des Liedes allerdings ändern, indem man im Cantus das letzte b durch h und im Tenor das f durch fis ersetzt. Dadurch wirkt der Choral strahlender. Diese Lösung bevorzugt Kircher in seinem Begleitbüchlein. Es ergibt sich also der Satz von Fig. 24.



Abb. 24: Kirchers vierstimmiger Satz: *Ave maris stella*.

Im Musikfach findet sich ein 1. Satz von 4 Täfelchen mit Zahlenblöcken für Choräle vom Typ *Ave maris stella* auf der Vorderseite und für Choräle vom Typ *O ter quaterque felix* (7 Silben) auf der Rückseite.

Ein 2. Satz von 4 Täfelchen ist für Choräle vom Typ *Iste confessor Domini sacratus* (11 Silben) bzw. vom Typ *Veni Creator Spiritus* (8 Silben) bestimmt.

Zwei weitere Serien von je 4 Täfelchen sind für Mischformen vorgesehen.

Mit 2 Täfelchen kann der Charakter des Liedes in Dur und Moll bestimmt werden (z.B. Trauergesang, Freudengesang, traurig, heiter).

Im Begleitbrief an Kinner verweist Kircher auf die ausführlichen Beispiele im „8. Buch“ seiner *MUSURGIA*.<sup>21</sup>

## 12. Das Münchner Organum mathematicum

Ein Mathematischer Schrein befindet sich im Bayerischen Nationalmuseum in München (Abb. 25).



Abb. 25: Organum aus München.

Er stammt aus der Sammlung des Jesuiten Ferdinand Orban (1655-1732) aus Ingolstadt, die nach der Aufhebung des Jesuitenordens an den bayerischen Staat fiel.<sup>22</sup>

Auf dem Deckel sitzt eine Rechenmaschine, bei der es sich um einen *Schottschen Rechenkasten* mit 7 Rechenwalzen handelt. Der Deckel schließt das Fach mit den Täfelchen ab, das in 10 Fächer für die unterschiedlichen Arten von Täfelchen aufgeteilt ist. Die Täfelchen mit rechteckiger Vorder- und Rückseite sind handschriftlich mit Tinte beschriftet. Die Täfelchen selbst sind nicht gefärbt, sie haben aber unterschiedliche Breite, so dass sie äußerlich unterschieden werden können. Es werden die gleichen Themen wie bei Kircher behandelt. (Auch hier finden sich die Täfelchen zur Steganographie in 2 Fächern.) Angesichts des vorhandenen Schottschen Rechenkastens ist es allerdings etwas verwunderlich, dass sich im Kasten selbst auch Napier-Stäbe befinden. Im Fach der Geometrie finden sich auch Täfelchen für die Winkelfunktionen *sinus*, *secans* und *tangens*.

Die Beschriftung der Täfelchen orientiert sich weitgehend an der Vorlage. Im Detail finden sich gelegentlich Änderungen in der Reihenfolge und bei der Nutzung der Rückseiten, wodurch sich dann die Zahl der Täfelchen ändert.

Für die Datierung des Münchner Schreins sind Änderungen bei den Täfelchen interessant, die Jahreszahlen enthalten. Während Schott z.B. die Jahreszahlen auf den Scheiben für die verschiedenen Zyklen zur Kirchlichen Zeitrechnung mit dem Jahr 1660 beginnen lässt, beginnen diese Scheiben im Münchner Schrein 1681, und die Täfelchen für die kirchlichen Feiertage laufen von 1681 bis 1709. Im Bereich der Astrologie gibt Schott die Stellung der Planeten im Tierkreis für die Jahre 1660 bis 1681 an. Beim Münchner Schrein sind die Täfelchen für die Jahre 1680 bis 1701 vorgesehen. Es finden sich allerdings auf den Täfelchen nur die Daten von 1681, die den Angaben von Schott entsprechen. So kann man wohl davon ausgehen, dass der Münchner Schrein 1680 erstellt worden ist.

Die vielen Bezüge zu Schotts *ORGANUM MATHEMATICUM* machen deutlich, dass sich der Hersteller des Münchner Organums an Schotts Buch orientierte.

### 13. Das Organum aus Florenz

Ein Mathematischer Schrein befindet sich auch im Istituto e Museo di Storia della Scienza in Florenz (Abb. 26). Der Wiener Schrein gilt dagegen als verschollen.



Abb. 26: Organum aus Florenz.

In der äußeren Gestalt des Schreins und der Färbung der Täfelchen lehnt sich der Schrein aus Florenz stärker an die Vorlage im ORGANUM an als der Münchner Schrein. Andererseits sind die Täfelchen in 9 und nicht wie bei Kircher in 10 Fächern untergebracht.

### 14. Das Organum mathematicum als Maschinensammlung

Das Organum mathematicum wird in der Literatur *als eine Art primitiver Rechenmaschine*<sup>23</sup> oder als *Vorläufer des Computers*<sup>24</sup> bezeichnet. Zu seiner Würdigung ist es notwendig, seine Funktionen zu betrachten.

Die Tafeln zur Arithmetik stellen ein Hilfsmittel zum *Rechnen* dar. Wie die Napier-Stäbe kann man sie als einfache *Rechenmaschine* ansehen.

Die Tafeln zur Geometrie sind ein Hilfsmittel zum *Auswerten von Messergebnissen*.

In den Fächern für Astronomie, Astrologie, zum Teil auch zur Zeitrechnung sind auf den Täfelchen einfach abzufragende *Daten gespeichert*, mit denen sich Information über zukünftige Ereignisse (Neumonde, Festtage, Sonnenaufgänge, Tageslängen, Stellungen von Planeten usw.) gewinnen lassen. Täfelchen dieser Art finden sich bereits in der SPECULA MELITENSIS ENCYCLICA von 1637<sup>25</sup>.

Bei der Zeitrechnung geht es aber nicht nur um die einfache Bereitstellung von Daten, sondern diese *Daten* sind nach einem festen Schema miteinander zu *kombinieren*, um ein bestimmtes *Problem zu lösen* (Datum des Osterfests).

Auch die Täfelchen zur Fortifikation und zur Gnomonik dienen zum Lösen von Konstruktionsproblemen, indem sie auf der Grundlage eines *Lösungsschemas* die jeweils benötigten Daten zur Verfügung stellen.

Das Codieren und Decodieren mit den Täfelchen im Fach zur Steganographie folgt einem *Algorithmus*. Nach Wahl eines bestimmten Codes hat der Benutzer dann keinen Spielraum mehr. Entsprechende Täfelchen beschrieb Kircher später in der POLYGRAPHIA NOVA ET UNIVERSALIS von 1663<sup>26</sup>, wie sie in der Braunschweiger *Verschlüsselungsmaschine* zu finden sind.

Das Komponieren erfolgt entsprechend der MUSURGIA UNIVERSALIS von 1650<sup>27</sup> mit Täfelchen wie in der *Komponiermaschine* von Wolfenbüttel.

Betrachtet man diese unterschiedlichen Funktionen, so wird deutlich, dass das Organum mathematicum sicher mehr ist als eine „primitive Rechenmaschine“. Es handelt sich zumindest um eine ganze *Maschinensammlung*, mit der man unterschiedliche Probleme lösen kann.

Die Möglichkeiten, unterschiedliche Daten einzugeben, zu speichern, aufzurufen, nach bestimmten Verfahren verarbeiten und ausgeben zu lassen, erinnern tatsächlich an einen Computer. Dass nur begrenzte, vom Autor so

vorgesehene Möglichkeiten zur Verwendung bestehen, erinnert daran, dass auch ein Computer nur nach bestimmten Programmen arbeiten kann.

Für den Nutzer des Organum mathematicum bleibt immer noch allerlei zu tun. Bei einer bestimmten Aufgabe muss er das zugehörige Fach suchen. Er muss wissen, was die einzelnen Größen bedeuten und wie er mit den gewonnenen Daten umzugehen hat. Davon würde ihm ein Computer heute mehr abnehmen als Kirchers mathematische Orgel. Aber auch bei einem modernen Computer muss der Nutzer wissen, was er will und was die verwendeten und gelieferten Daten bedeuten.

Dem Organum mathematicum liegen also Ideen und Prinzipien zu Grunde, die auch für moderne Computer wesentlich sind. Der Grad der Automatisierung ist allerdings – aus heutiger Sicht – noch sehr niedrig, insbesondere werden vom Organum keine Handlungen vorgenommen. Es könnte also zu hohen Erwartungen wecken, wenn man das Organum als einen *Vorläufer des Computers* bezeichnet.

### **15. Das Organum mathematicum als Lehrmaschine**

Das Organum mathematicum war als *Lehrmittel* konzipiert. Im Hinblick auf die in ihm enthaltenen Maschinen könnte man von einer *Lehrmaschine* sprechen. Sie sollte dem Lernenden helfen, „mathematisches Wissen mit Leichtigkeit zu begreifen“.<sup>28</sup> Dieses Versprechen ist typisch für die meisten didaktischen Erfindungen für den Mathematikunterricht, die bis heute immer wieder angeboten werden. Denn Mathematik gilt von jeher als schwieriges Fach, zu dem es zwar keinen „Königsweg“ gibt, zu dem man aber den Zugang durch didaktisches Geschick erleichtern kann.

Die bereitgestellten Materialien enthalten Daten, die zum Lösen von Aufgaben benötigt werden, und geben z.B. mit Skizzen Hinweise auf Lösungswege. Sie begründen damit die Tradition der *Tabellen-* und *Formelsammlungen*, von denen die Formelsammlungen bis heute im Mathematikunterricht verwendet werden.

Die Materialien sollen dazu verhelfen, sich die Mathematik durch *konkretes Handeln* anzueignen. Auch damit weist Kircher auf ein didaktisches Prinzip hin, das bis heute immer wieder neu für den Unterricht entdeckt wird.<sup>29</sup>

Der Mathematische Schrein gibt einen Einblick in die *Vielfalt mathematischer Themen*. Die meisten dieser Themen haben es mit *Anwendungen* der Mathematik zu tun, so dass in der Beschäftigung mit ihnen dem Lernenden unmittelbar klar wird, welche *praktische Bedeutung* Mathematik hat.

Die große Zahl der Täfelchen erfordert eine sinnvolle Anordnung. Die *Systematik* wird durch die Fächer des Schreins und die unterschiedlichen Farben der Täfelchen unterstrichen; sie prägt sich dem Lernenden bei der Benutzung ein und erzieht ihn zugleich zu einem *systematischen Arbeiten*. Dabei hat ja auch heute noch das systematische Einpacken von Bauteilen in einen Baukasten für die Kinder durchaus seinen Reiz.

Bei der Wahl der Themen hat Kircher an die *Zukunft* des Schülers gedacht. Seine mathematische Ausbildung soll ihm helfen, später selbst sachgerecht urteilen und entscheiden zu können. Er soll deshalb auch selbst Messungen durchführen, Messungen in Auftrag geben und mit den erhaltenen Daten Probleme lösen können.

Die mathematische Orgel erfordert allerdings einen mit ihr vertrauten Lehrer; Kircher schreibt an Kinner: „Ohne einen erfahrenen Lehrer ist es nämlich nicht möglich, irgendetwas richtig durchzuführen.“<sup>30</sup> Denn die Lösungsverfahren sind im *Unterricht* zu lehren; das Material kann dabei zu einem *lebendigen Üben* beitragen und unterstützt dann ihre Aneignung.

Das für den Lehrer erforderliche *Hintergrundwissen* stellt Kaspar Schott in seinem umfangreichen Lehrbuch bereit.

Insgesamt wird deutlich, dass Athanasius Kircher und Kaspar Schott hier Hand in Hand ein *Lehrsystem* entwickelt haben, das durch ihre Auffassung von Wissenschaft und Lehre geprägt und Teil des Bildungsprogramms der Jesuiten war.

## Literatur

Bischoff, Johann Paul: Versuch einer Geschichte der Rechenmaschinen, München 1990.

Frieß, Peter: Das Organum Mathematicum, in: Sonne entdecken – Christoph Scheiner 1575-1650, Ausstellungskatalog, Stadtmuseum Ingolstadt, Ingolstadt 2000.

Godwin, Joscelyn: Athanasius Kircher – Ein Mann der Renaissance und die Suche nach verlorenem Wissen, Berlin 1994.

Haub, Rita: Christoph Scheiner – Die Zeitgenossen, in: Sonne entdecken – Christoph Scheiner 1575-1650, Ausstellungskatalog, Stadtmuseum Ingolstadt, Ingolstadt 2000.

Kircher, Athanasius: Institutiones mathematicae, Manuskript, Würzburg 1630.

Kircher, Athanasius: Specula melitensis encyclica, Rom 1637; abgedruckt in: Caspar Schott: Technica curiosa, sive mirabilia artis, Würzburg 1664, S. 427-477.

Kircher, Athanasius: Musurgia universalis sive ars magna consoni et dissoni, Rom 1650.

Kircher, Athanasius: Polygraphia nova et universalis, Rom 1663.

Kircher, Athanasius: Ars magna lucis et umbrae, Amsterdam 1671.

Schmidt, Fritz: Geschichte der geodätischen Instrumente und Verfahren im Altertum und Mittelalter, Kaiserslautern 1935; Nachdruck: Stuttgart 1988.

Schott, Kaspar: Cursus mathematicus, Würzburg 1661.

Schott, Kaspar: Organum mathematicum, Würzburg 1668.

Vollrath, Hans-Joachim: Grundlagen des Mathematikunterrichts in der Sekundarstufe, Heidelberg 2001.

Wagner, Gerhard G.: Sonnenuhren und wissenschaftliche Instrumente, Aus den Sammlungen des Mainfränkischen Museums Würzburg, Würzburg 1997.

Zinner, Ernst: Astronomische Instrumente, München 1968.

### Danksagung

Diese Arbeit wurde durch Herrn Prof. Dr. Joachim Fischer von der Kulturstiftung der Länder in Berlin angeregt. Ich danke ihm sehr herzlich für seine tatkräftige Unterstützung. Herrn Dr. Lorenz Seelig vom Bayerischen Nationalmuseum in München danke ich dafür, dass er mir die Möglichkeit geboten hat, das Organum in München gründlich zu untersuchen.

---

### Anmerkungen

<sup>1</sup> Schott, Kaspar: Organum mathematicum, Würzburg 1668.

<sup>2</sup> Schott 1668 (wie Anm. 1), S. 63.

<sup>3</sup> Schott 1668 (wie Anm.1), zu S. 55.

<sup>4</sup> Übersetzungen der Einführungen wurden von P. Alban Müller S. J. erstellt. Sie finden sich als pdf-Dateien im Internet bei den Darstellungen der einzelnen Fächer des Organum unter der Adresse:

<http://www.mathematik.uni-wuerzburg.de/~vollrath/organum/organum.html>

<sup>5</sup> Schott, Kaspar: Cursus mathematicus, Würzburg 1661.

<sup>6</sup> Schott 1668 (wie Anm. 1), S. 133-136.

<sup>7</sup> Schott 1668 (wie Anm. 1), zu S. 134.

<sup>8</sup> Bischoff, Johann Paul: Versuch einer Geschichte der Rechenmaschinen, München 1990, S. 54-55.

<sup>9</sup> Schmidt, Fritz: Geschichte der geodätischen Instrumente und Verfahren im Altertum und Mittelalter, Kaiserslautern 1935; Nachdruck: Stuttgart 1988, S. 244-249.

<sup>10</sup> Schott 1668 (wie Anm. 1), zu S. 301.

<sup>11</sup> Schott 1668 (wie Anm. 1), zu S. 301.

<sup>12</sup> Schott 1668 (wie Anm. 1).

<sup>13</sup> Schott 1668 (wie Anm. 1), zu S. 449.

<sup>14</sup> Wagner, Gerhard G.: Sonnenuhren und wissenschaftliche Instrumente, Aus den Sammlungen des Mainfränkischen Museums Würzburg, Würzburg 1997, S. 131.

<sup>15</sup> Kircher, Athanasius: Institutiones mathematicae, Manuskript, Würzburg 1630.

<sup>16</sup> Kircher 1630 (wie Anm. 15), S. 115.

<sup>17</sup> Kircher, Athanasius: Ars magna lucis et umbrae, Amsterdam 1671.

- 
- <sup>18</sup> Zinner, Ernst: *Astronomische Instrumente*, München 1968, S. 107.
- <sup>19</sup> Schott 1668 (wie Anm. 1), zu S. 581.
- <sup>20</sup> Schott 1668 (wie Anm. 1), S. 62.
- <sup>21</sup> Kircher, Athanasius: *Musurgia universalis sive ars magna consoni et dissoni*, Rom 1650.
- <sup>22</sup> Frieß, Peter: *Das Organum Mathematicum*, in: *Sonne entdecken – Christoph Scheiner 1575-1650*, Ausstellungskatalog, Stadtmuseum Ingolstadt, Ingolstadt 2000, S. 53.
- <sup>23</sup> Godwin, Joscelyn: *Athanasius Kircher – Ein Mann der Renaissance und die Suche nach verlorenem Wissen*, Berlin 1994, S. 94.
- <sup>24</sup> Haub, Rita: *Christoph Scheiner – Die Zeitgenossen*, in: *Sonne entdecken – Christoph Scheiner 1575-1650*, Ausstellungskatalog, Stadtmuseum Ingolstadt, Ingolstadt 2000, S. 57.
- <sup>25</sup> Kircher, Athanasius: *Specula melitensis encyclica*, Rom 1637; abgedruckt in: Caspar Schott: *Technica curiosa, sive mirabilia artis*, Würzburg 1664, S. 427-477.
- <sup>26</sup> Kircher, Athanasius: *Polygraphia nova et universalis*, Rom 1663
- <sup>27</sup> Kircher, Athanasius: *Musurgia universalis sive ars magna consoni et dissoni*, Rom 1650.
- <sup>28</sup> Schott 1668 (wie Anm. 1), S. 58.
- <sup>29</sup> Vollrath, Hans-Joachim: *Grundlagen des Mathematikunterrichts in der Sekundarstufe*, Heidelberg 2001.
- <sup>30</sup> Schott 1668 (wie Anm. 1), S. 64.