

Zeitschrift:	Librarium : Zeitschrift der Schweizerischen Bibliophilen-Gesellschaft = revue de la Société Suisse des Bibliophiles
Herausgeber:	Schweizerische Bibliophilen-Gesellschaft
Band:	32 (1989)
Heft:	1-2
 Artikel:	Automaten-Literatur
Autor:	Glaus, Beat
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-388512

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 08.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

BEAT GLAUS (ZÜRICH)

AUTOMATEN-LITERATUR

Das Wort «von selbst geschehend», ja wohl auch die Sache selbst, ist griechischen Ursprungs und bezeugt somit einmal mehr, in wie vielem diese Kultur grundlegend für uns ist.

«Hauptmotor» war im Altertum, von Wasser, Feuer und Wind abgesehen, die Arbeit von Mensch und Tier (Ziehen, Tragen, Drehen, Treten, usw.). Früh, jedenfalls in der Spätantike, zogen die Mühlen zunehmend Nutzen aus der Wasserkraft. Auch für unseren Zusammenhang ist diese wichtig, indem Schwimmer und Vakuum zur Erzeugung «automatischer Effekte» verwendet wurden. Der Kraftübertragung dienten die fünf «einfachen Maschinen»: Winde, Hebel, Flaschenzug, Keil und Schraube; ferner das Zahnrad, dessen exakte Berechnung indessen auf Ole Roemer warten musste (1675). Allerdings galten die Techniker und Erfinder offenbar in der Antike (wie auch in ihrer tausendjährigen Fortsetzung: Byzanz) gesellschaftlich nicht allzuviel (was bis heute nachwirken mag). So fanden «die Glanzleistungen der Mechanik», wie der Philologe Hermann Diels schreibt, mit Ausnahme des Geschützbaus (und vielleicht der medizinischen Technologie) «in weiteren Kreisen keine Würdigung. Durch diese Beschränkung auf gewisse enge Liebhaberkreise bekommt die Technik etwa wie bei uns im 17. und 18. Jahrhundert einen Zug in das Spielerische, der schon bei Ktesibios, dem hervorragendsten mechanischen Genie jener Zeit, sich bemerkbar macht und der der technischen Literatur der Folgezeit (Heron) den eigentümlichen Stempel des Dilettantismus aufdrückt¹.»

Wir eröffnen den Reigen mit einem literarischen Musterchen aus der Blütezeit des byzantinischen Reiches (10. Jh.), das Werner Kaegi, der Basler Historiker, zur Demonstrierung der Kaiseridee vor den «Barbaren»

zu zitieren pflegte². Wir nehmen es zum Ausgangspunkt, um alsdann einigen Quellen nachzugehen: Der Langobarde Liutprand von Cremona schildert seinen Empfang als Gesandter in Byzanz im Jahr 949 wie folgt:

«In Konstantinopel ist eine Halle die an den kaiserlichen Palast stößt, von wunderbarer Größe und Schönheit; die Griechen nennen sie, in dem sie ein v mit der Aussprache des Digamma setzen, Magnavra, als ob sie magna aura sagen wollten. Diese Halle also ließ Konstantinus (VII. Porphyrogennetos, 913–959), sowohl wegen der hispanischen Gesandten, welche kürzlich dort angelangt waren, als auch für mich und Liutfrid, folgendermaßen einrichten. Vor dem Throne des Kaisers stand ein eherner, aber vergoldeter Baum, dessen Zweige erfüllt waren von Vögeln verschiedener Art, ebenfalls von Erz und vergoldet, die sämtlich, ein jeder nach seiner Art, den Gesang der verschiedenen Vögel ertönen ließen. Der Thron des Kaisers aber war so künstlich gebaut, daß er in einem Augenblick niedrig, im nächsten größer, und gleich darauf hoch erhaben erschien. Löwen von ungeheurer Größe, ich weiß nicht ob aus Metall oder Holz, aber mit Gold überzogen, standen gleichsam als Wächter des Thrones, indem sie mit dem Schweife auf den Boden schlügen, und mit offenem Rachen, mit beweglicher Zunge ein Gebrüll erhoben. In diesem Saale also wurde ich, unterstützt von zwei Verschrittenen, vor das Antlitz des Kaisers geführt. Bei meinem Eintritt brüllten die Löwen, und die Vögel zwitscherten jeder nach seiner Weise; mich aber ergriß weder Furcht noch Staunen, da ich mich nach allem diesem bei Leuten, welche damit wohl bekannt waren, genau erkundigt hatte. Als ich nun zum dritten Male vor dem Kaiser niedergefallen war, und den Kopf emporrichtete, da erblickte ich ihn, den ich vorher auf einer mäßigen Erhöhung hatte sitzen sehen, fast bis an die Decke der Halle empor gehoben und mit andern Kleidern angetan als vorher. Wie dieses zugegangen, kann ich nicht begreifen, es sei denn daß er in derselben Weise, wie die Bäume der Kelterpressen gehoben wurde. Mit eigenem Munde sprach der Kaiser bei dieser Gelegenheit kein Wort; denn wenn

er es auch gewollt hätte, so wäre solches wegen der großen Entfernung nicht anständig gewesen; durch seinen Logotheten aber oder Kanzler erkundigte er sich nach Berengars Leben und Wohlergehen (Berengar II., Markgraf von Ivrea, König von Italien). Nachdem ich darauf in gebührender Weise geantwortet hatte, trat ich auf den Wink des Dolmetschers ab, und war in die mir angewiesene Herberge geführt³.»

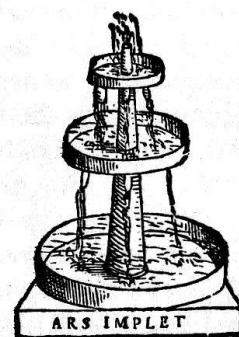
Leider gibt es keine technische Beschreibung dieser, auch «Thron Salomons» genannten und Leon dem Mathematiker (9.Jh.) zugeschriebenen Einrichtung⁴. Einige Elemente werden in den frühen Quellenschriften zur Geschichte der Automaten ihre Erklärung finden (Abb. 2). Soweit antike Texte das Mittelalter überstanden, erlebten auch sie seit dem 15.Jahrhundert ihre Renaissance. Die Edierung technischer Beschreibungen ist allerdings eine komplizierte und subtile Angelegenheit, da die Rekonstruktionen sich meist nur auf skizzenhafte (oder wie bei Vitruv: gar keine) Zeichnungen abstützen können. Phantasie und (bestenfalls) gelungenes Experiment des Herausgebers prägen somit notgedrungen wesentliche Teile der modernisierten Illustrationen (vgl. Abb. 6).

Heron von Alexandrien (1.Jh.)

Die bedeutendsten antiken «Mechaniker» waren: Ktesibios (3.Jh.v.Chr.), Archimedes († 212 v.Chr.), Philon von Byzanz (2. Jh.v.Chr.) und Heron von Alexandrien. Ihre Technologie ist, von Vitruv und den Poliorketikern (Belagerungsfachleuten) abgesehen, am vielfältigsten überliefert in den Werken Herons von Alexandrien (1.Jh. n.Chr.), von denen uns hier vor allem die *Pneumatica* (Druckwerke) und *Automata* (Automatentheater) interessieren. In Herons «Druckwerken» wird eine Fülle hydraulischer und pneumatischer Einrichtungen beschrieben, während die «Automata» zwei Typen von Automatentheatern erläutern («fahrende» und «stehende») und schließlich die Vorführung der Naupliussage in fünf Szenen durchspielen.

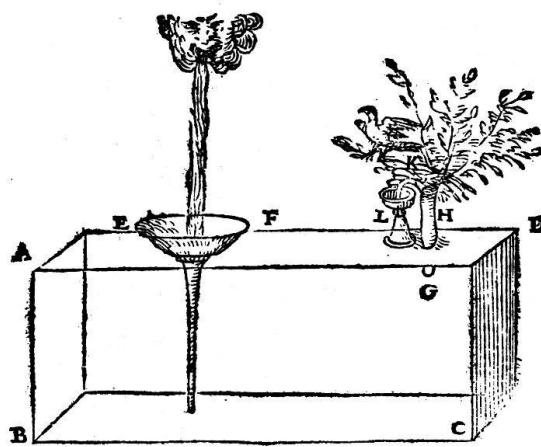
Die ETH-Bibliothek besitzt jenes Werk: die «Pneumatik», unter anderem in einer lateinischen Ausgabe und zwei italienischen Erstdrucken des 16.Jahrhunderts. Deren zweite (TH Rar 627) erschien 1592 in Urbino unter dem Titel «*Spiritali di Herone Alexandrino ridotti in lingua volgare da Alessandro Giorgi da Urbino*» (Abb. 1). Sie ist dem Herzog von Urbino, Francesco Maria Feltrio della Rovere, gewidmet, und stützt sich auf den lateinischen Erstdruck des Humanisten und Mathematikers Federico Commandino (1509–1575 Urbino) von 1575 (siehe unten), ferner auf «alcuni testi antichi» aus Commandinos Besitz sowie auf «testi greci di Bologna». Unser Exemplar trägt einen unscheinbaren Pergamenteinband der Zeit und befindet sich, aus den USA für 225 Dollar erworben, seit 1970 in der Bibliothek. Das Buch eröffnen

S P I R I T A L I
D I H E R O N E
A L E S S A N D R I N O
Ridotti in lingua Volgare
D A A L E S S A N D R O G I O R G I
D A U R B I N O.



—
J N V R B I N O
Appresso Bartholomeo, e Simone Ragusij fratelli
Con Licenza de' Superiori. 1592.

1 Titelblatt der zweiten italienischen Heron-Ausgabe.

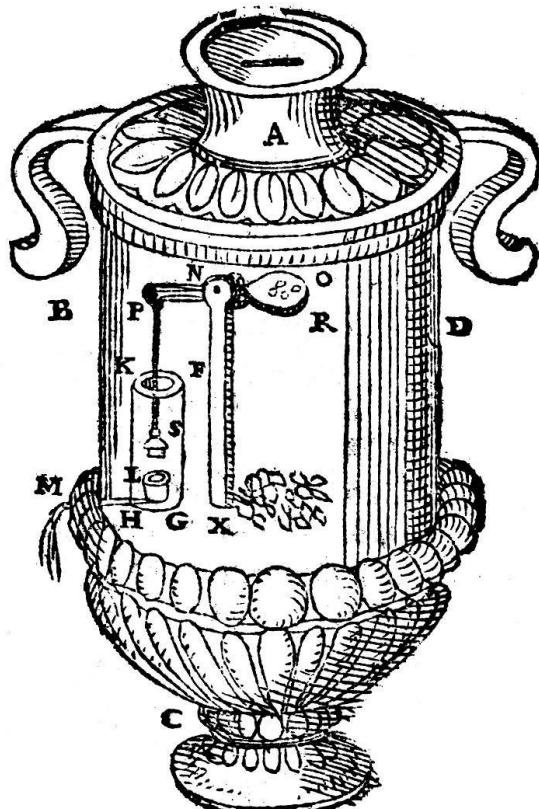


2 «Del vaso, che imita la voce del Melancorifo»: «Sia una base ABCD», gut verschlossen, und durch die Decke AD führe der Trichter EF, dessen Röhre so tief zum Boden reiche, daß noch Wasser Einlaß finde, und in die Decke eingelötet werde. Es sei auch ein Pfeiflein GHK, von der Art welche tönen können, ebenfalls mit der Basis verbunden und mit dem Deckel verlötet. Seine Mündung K biege sich ins Wasser im danebenstehenden Gefäß. Ist nun das Wasser durch den Trichter EF geflossen, so bewirkt dies, daß die Luft, welche in der Basis war, daraus vertrieben durch das Pfeifchen GHK entflieht und so den Ton austößt. Aber wenn der äußerste Teil von diesem Pfeifchen ins Wasser gebogen ist, ertönt ein murmelnder Laut nach der Weise des Schwarzköpfchens; aber wenn kein Wasser hingestellt ist, wird es nur ein Pfeifen sein.»

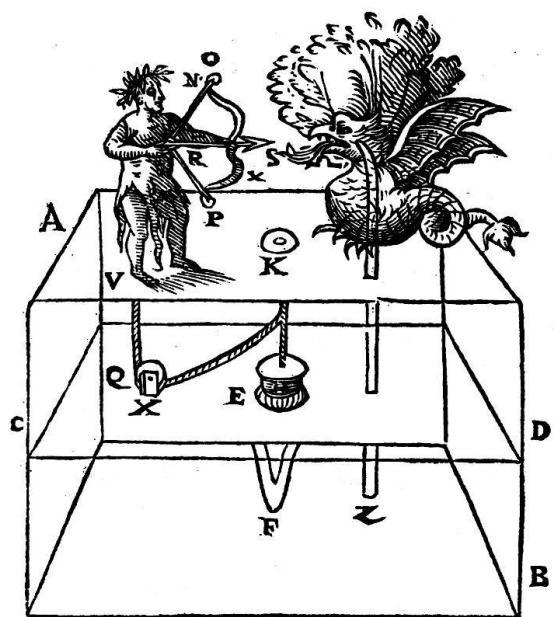
eine vierseitige Widmung, ein Gedicht von Giovanni Battista Fatio an Giorgi, eine kurze Lebensbeschreibung Herons (Bl. 1) sowie eine Einführung (Bl. 2-6). Eine Abhandlung über das Vakuum (Bl. 7-11) leitet das von Giorgi häufig annotierte Werk selbst ein. Die ersten Kapitel handeln von verschiedenen Arten der Wasserheber (gebogener Heber – «Sinfone torto»; Kapselheber – «Diabeti spiritali di mezzo», Stechheber – «Palla»). Dann folgen erst die eigentlichen Kunststückchen und Spielereien, so zum Beispiel verschiedene «Zauberkannen», eine «Opferstätte», auf der das Brandopfer automatisch ein Trankopfer auslöst oder endlich «Der pfeifende Vogel» (Abb. 2). «Dunque per mezzo delle sampogne [Pfeifen] si viene a generare il canto», beginnt das nächste Stückchen «Von der Eule, die sich dem Gesang der Vögel zuwendet» (vgl. Abb. 6): «Indessen lassen sich den Pfeifen verschiedene Töne

entlocken, in dem Maße, als sie dünner oder dicker oder auch länger oder kürzer sind oder ob sie höher oder tiefer ins Wasser tauchen; so daß sich auf diese Weise der Gesang vieler Vögel nachahmen läßt.» Weitere Kunststücke sind zum Beispiel der mittels Münze funktionierende Weihwasserautomat (Abb. 3), der Vorläufer unserer Warenautomaten (englisch treffend «Slot machines»; siehe unten S. 148); Herkules, der den Drachen mit dem Pfeil erlegt (Abb. 4), und schließlich eine Wasser- und eine Windorgel (Abb. 5).

Die historisch-kritische Ausgabe der *Pneumatica* und *Automata* besorgte 1899, von Diels angeregt, Wilhelm Schmidt, griechisch und deutsch⁵. Ihr liegen, mit einer Ausnahme, einige Dutzend Handschriften zugrunde, die erst aus dem 15. und 16. Jahrhundert stammen. Die Ausnahme und zugleich die beste Handschrift ist der Marcianus 516. Dieser Kodex gehörte wahrscheinlich Bessarion⁶, dem berühmten Gelehrten

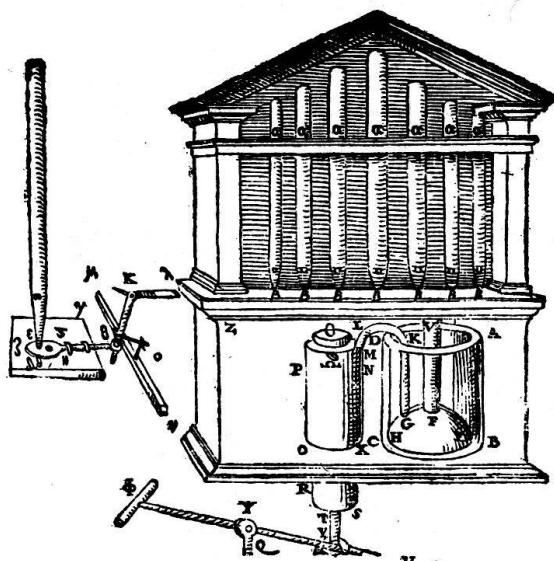


3 Weihwasser-Münzautomat.



4 Herkules auf Drachenjagd
(aus Aleottis Ausgabe von 1589).

und katholischen Würdenträger byzantinischer Herkunft (1395 Trapezunt – 1472 Ravenna). Als Schreiber nennt sich Andreas Tellountas aus Nauplia; «farbige Figuren (gelb, grün, rot) stehen im Texte, sind aber ohne Perspektive in ziemlich primitiver Weise gezeichnet⁷» (vgl. Abb. 6). Man darf Herons Werke wohl als eines der vielen Geschenke

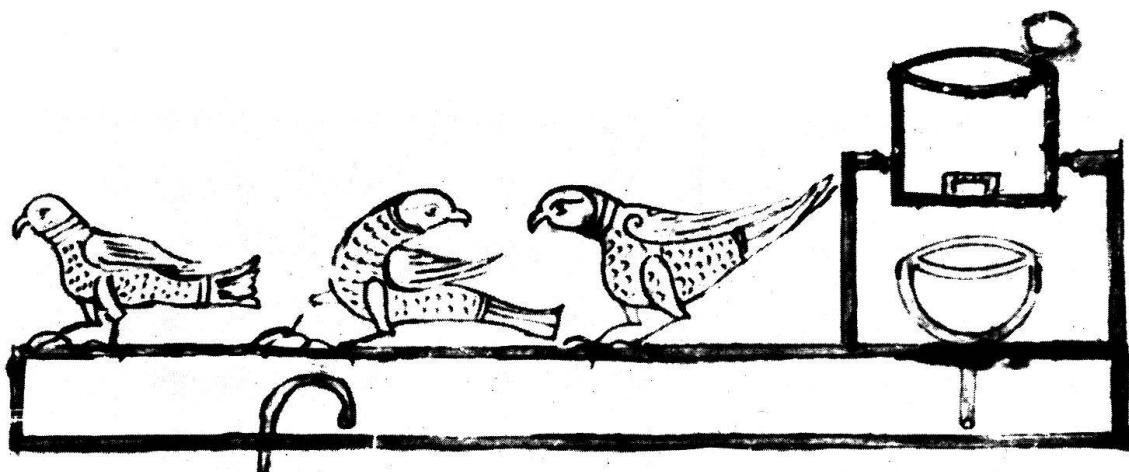


5 «Dell' Organo da acqua.»

bezeichnen, welche das Abendland in Wissenschaft, Kunst und Technologie (nicht zuletzt der «Luxusgüter⁸») dem verhältnismäßig ungebrochenen Fortleben der Antike in Byzanz verdankt. Gedruckt wurde Heron zuerst in lateinischer Übersetzung. Im 16. und 17. Jahrhundert maßgebend war «*Heronis Alexandrini Spiritualium liber a Federico Commandino Urbinate ex Graeco nuper in Latinum conversus. Urbini 1575*». Unser Exemplar (Rar 1179) wurde 1976 antiquarisch für 2800 dänische Kronen erworben. Es trägt einen Pergamenteinband des 19. Jahrhunderts mit Goldprägung am Rücken. Herausgeber war Commandinos Schwiegersohn Valerius Spaciolus, der das Buch Kardinal Giulio della Rovere widmete.

14 Jahre später wurde die erste gedruckte Übersetzung in moderner Sprache veröffentlicht, nämlich «*Gli artifiosi et curiosi moti spiritali di Herone*» (Ferrara 1589), übersetzt und herausgegeben von dem ferraresischen Architekten und Ingenieur Giovanni Battista Aleotti (1546–1636). Das dem Herzog Alfons II. d'Este von Ferrara gewidmete Werk ist wesentlich von Commandinos Übersetzung abhängig. Unsere Ausgabe (Rar 20), ebenfalls in neuzeitlichem Pergamenteinband, wurde 1950 in den Anfangszeiten unserer «Zimelienabteilung» antiquarisch für 75 Franken erworben. 1592 folgte Alessandro Giorgis Ausgabe, von der bereits ausführlich die Rede war. Ein deutscher Druck der heronschen Pneumatik erschien nach Commandinos Ausgabe 1693 in Frankfurt am Main⁹. Griechisch gedruckt wurde das Werk erst 1693 zu Paris, in den «*Veterum mathematicorum Athenaei, Bitonis, Apollodori, Heronis, Philonis et aliorum opera graece et latine peraque nuūc primum edita*». Darauf stand Melchisédec Thévenot (1620–1692), der Bibliothekar der Königlichen Bibliothek. An eine Ausgabe des Originaltextes hatten indessen unter anderem schon Regiomontan (1436–1475) und Conrad Dasypodius (siehe unten S. 122) gedacht.

Herons «Automatentheater» kam zuerst auf italienisch in Druck: «Bernardino Baldi,



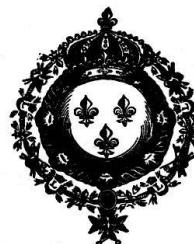
6 *Die zwitschernden Vögel, aus einem Heron-Manuskript.*

De Herone Alessandrino degli Automati overo machine se moventi, libri due, tradotti dal Greco. In Venetia appresso Gir. Porro 1589». Der Mathematiker und Schriftsteller Bernardino Baldi (1553–1617) war durch seinen Lehrer Commandino zu dieser Übersetzung angeregt worden¹⁰; das Werk ist Giacomo Contarini gewidmet. Auf griechisch erschien es in Thévenots oben genannten «*Vetus mathematicorum opera*», 1693.

Aequinoktialstunden folgten die antiken Stunden dem Gang der Jahreszeiten, waren also im Sommer tagsüber länger und nachts kürzer als im Winter und umgekehrt. Obwohl von der Sonne unabhängig, übernah-

LES DIX LIVRES
D'ARCHITECTURE
DE
VITRUVÉ,

CORRIGEZ ET TRADVITS
nouvellement en François, avec des Notes
& des Figures.



A PARIS,
Chez JEAN BAPTISTE COIGNARD,
rue Saint Jacques, à la Bible d'or.

M. DC. LXXIII.
AVEC PRIVILEGE DU ROR.

7 *Titelblatt von Perraults Vitruv-Ausgabe.*



S. le Clerc Inuenter

G. Scotin Sculp.

*8 Frontispiz im französischen Vitruv, gezeichnet von Sébastien Le Clerc (1637–1714),
gestochen von Gérard Scotin (1643–1715).*

L I V R E I X.

263

À ce puise estre sur les divisions des lignes des deux Tropiques & de l'Equinoctal, ou mesme Ch. VIII. des autres Signes, par le moyen de l'Analemme: pourvû qu'en toutes les descriptions on divise les jours de l'Equinoxe & ceux des deux Tropiques en douze parties égales. Que si je n'ay pas expliqué tout cela par le menu, ce n'est pas tant pour n'en avoir pas voulu prendre la peine, que par la crainte d'estre trop long & ennuyeux, & par l'envie que j'ay de dire quels sont les inventeurs de chaque espece de Cadran. Je ne suis point capable d'en inventer de nouveaux, & il ne seroit pas raisonnable que je m'attribuasse les inventions d'autrui: C'est pourquoy je vais exposer quels sont les inventeurs des Cadrans.

CHAPITRE IX.

CHAP. IX.

* *De la construction & de l'usage des Horloges, & comment, & par qui elles ont été inventées.*

B * **L**'Hemicycle creusé dans un quarré, & coupé en sorte qu'il soit incliné comme l'Equi- *Demi-cercle.*
 * noctial est à ce qu'on dit de l'invention de Berose Caldéen. ³ Le *Navire* ou *Hemis-* *Scaphé.* *Demi-*
 * *phere* est d'Aristarchus Samien, comme aussi ⁴ le *Disque* posé sur un plan : l'*Astrologue* *globe.*
 * Eudoxus a trouvé ⁵ l'*Araignée*. Quelques-uns disent qu'Apollonius a inventé ⁶ le *Plinthe*, *Pour les lieux*
 ou *Quarreau*, qui même a été posé dans le *Cirque* de Flaminius. Scopas Syracusain a fait ce- *ment il est fait*
 * luy que l'on appelle ⁷ *Prostahistorismena*; Parmenion, le *Prospanclima*; Theodosie & Andreas *mention dans les*
 * Patrocles, ⁸ le *Pelecinos*; Dionysiodorus, le *Cone*; Apollonius, le *Carquois*. *Histoires.*
 Outre tous ces Auteurs plusieurs autres en ont encore inventé de différentes sortes,
 * comme ⁹ le *Gonarque*, *l'Engonate*, & *l'Antiborée*. Il y en a eu aussi quelques-uns qui ont fait *Angulaire.*
 pour ceux qui voyagent des cadrans portatifs, qu'ils ont décrits dans leurs livres, où chacun *Fait en Ge-*
 peut prendre des modèles pour en faire, pourvu que l'on sache la description de l'*Analem-* *nouï. Opposé au*
 me. Ces mesmes Auteurs ont encore donné la manière de faire des Horloges avec l'eau, en- *Septentrion.*
 tre lesquels Ctesibius natif d'Alexandrie est le premier qui a découvert la force que le vent
 a naturellement pour la *Pneumatique*, & je crois que les curieux seront bien aises de sçavoir *Qui se fait par le*
 comment ces choses ont été trouvées. *moyen du vent.*

Ctesibius natif d'Alexandrie fut fils d'un Barbier : il naquit avec un esprit tellement in-

i. HORLOGES. Le mot d'horloge en François ne signifie ordinairement que celles qui sont à contrepoids & qui sonnent, celles qui sont à ressort & portatives s'appellent Montres, celles qui sont pour le Soiçs s'appellent Cadrans. Neanmoins le nom d'horloge peut passer pour general, & je l'y employé en cette signification. **ii. CADRANS.** Cest un instrument pour mesurer les

D cation, parce qu'elle est ici nécessaire pour comprendre les deux espèces de machine à marquer les heures dont il est parlé dans ce chapitre, qui sont les Cadans au Soleil & les Clepsydres.

2. **INCINE COMME L'EQUINOCTIAL.** Il y a dans le texte, *ad enclin, ma scissum. Enclin, ma lignificatio inclinatio non pert. Il y a apparet ce que le Cadran de Berole estoit un Plinthe incliné comme l'Equinoctial, & que ce Plinthe étoit coupé en Hemicycle ou demi-cercle concave au bout d'en haut qui regarde le Septentrion, & qu'il y avoit un style sortant du milieu de l'Hemicycle dont la pointe répondant au centre de l'Hemicycle representoit le centre de la terre, & son ombre tombant sur la concavité de l'Hemicycle, qui representoit l'espace qu'il y a d'un Tropique à l'autre, marquoit non seulement les declinaisons du Soleil, c'est-à-dire les jours des mois, mais aussi les heures de chaque jour : Car cela se pouvoit faire en divisant la ligne de chaque jour en douze parties égales; ce qui se doit entendre des jours qui sont depuis l'EQUINOCTIAL jusqu'à l'ÉQUINOCTIAL de l'Automne, & qui sont divisés en douze parties égales, & qui sont les heures de l'Automne.*

quiroke d'Automne jusqu'à celuy du Printemps, eltant necellaire d'augmenter l'Hemicycle au droit des autres jours qui ont plus de douze heures Equinoctiales.

3. LE NAVIRE OU HEMISPHERE. Les deux mots de *Scaphé* & de *Hemisphaerium* dont Scaphé se fera pour expliquer le Cadran d'Aristarchus, font à mon avis joints ensemble pour faire entendre que l'Hemisphere étoit sphérique concave, & non pointue, comme quelques Interpretes veulent, pour signifier que ce Cadran étoit en ovale. Mariarius Capella dit que les Cadran apellez *Scaphia* étoient creuilez en rond, ayant un Style élevé au milieu ; & il y a raison de croire que l'extremité du Style répondant au centre de l'Hemisphere concave faisoit dans ce Cadran le mème effet que dans l'Hemicycle.

4 LE DISQUE. *Discos* en Grec, signifie un plat. Mon opinion est que le Disque d'Aristarchus étoit un Cadran horizontal dont les bords étoient un peu relevés pour remédier à l'inconven-

nient qui a été cy-devant remarqué dans les Cadrans dont le Style est droit & élevé perpendiculairement sur l'horizon : car ces bords ainsi relevéz empêchent que les ombres ne s'étendent trop loin.

5. L'ARaignée. Si cette Araignée est celle qui est aux Astro-labes, ainsi qu'il y a grande apparence, elle est décrite cy-après dans ce même chapitre sous le nom d'horloge Anaphorique. 6. LE PLINTHE OU QUARREAU. Je corrige cet endroit suivant le conseil de Baldus, qui veut qu'on dise *Plinthum sive laterem*, au lieu de *Plinthum seu lacunar*: car *Plinthum* en Grec & *Later* en Latin signifient la même chose, scâvoir une brique ou quarreau; & *lacunar* signifie une chose dont la figure est tout-à-fait contraire à celle d'une brique, *lacunar* étant une chose creuse, & *Plinthum* & *Later* une chose pleine & relevée.

7. PROSTAHISTORIUM. Les Interpretes ont des opinions différentes sur l'explication de ce Cadran. Baldus croit qu'il est opposé à celuy qui est appellé *Prospacrima*, c'est-à-dire, qui peut servir à tous les climats de la terre , au lieu que celuy-cy n'est que pour les lieux dont les Historiens & les Geographes ont parlé. Cisararus croit que ce nom luy a été donné, parceque les figures des Signes y étoient peintes, suivy ce qui est rapporté dans les Ebooks : mais cela n'est pas de l'assurance d'un Cadre.

8. LE PELECINON. Les Cadrants faits en hache sont probablement les Cadrants où les lignes transversales, qui marquent les signes & les mois, sont ferrées vers le milieu & élargies vers les cotées, ce qui leur donne la forme d'une hache à deux cotées qui est nostre hallebarde.

Les Cadrans en Cone & en Carquois sont apparemment les Verticaux qui regardent l'Orient ou l'Occident, qui étant longs & situés obliquement représentent un Carquois.

9. **LE GONARQUE, L'ENGONATE ET L'ANTIBOREE.**
On ne trouve point ces mots dans les autres Auteurs ny Grrecs, ny Latins. Le Gonarque & l'Engonate semblent etre derivez du Grec, & signifier des Cadranis faits sur des superficies differentes, dont lesunes etent horizontales ; les autres verticales, les autres obliques, sont plusieurs angles ; ce qui fait appeler ces Cadranis angulaires & pitez a-caue que Gony signifie un angle & un

773

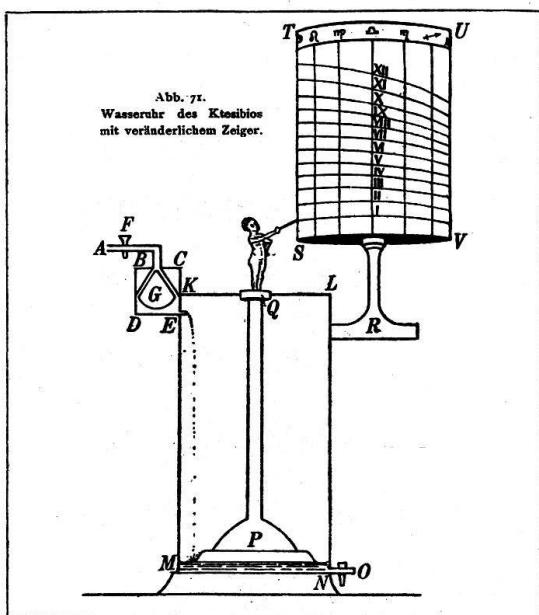
men die Wasseruhren diese Eigentümlichkeit, was ihre Konstruktion erheblich komplizierte.

Der «Wasserdieb», was Klepshydra wörtlich bedeutet, war nach Diels ursprünglich nur ein simples Küchengerät: ein am Boden siebartig durchlöcherter, oben verschlossener Krug mit Hals oder hohlem Henkel. «Tauchte man nun ein solches Gefäß in den Brunnentrog, so trat das Wasser durch die Öffnungen des Bodens in das Innere ein, und wenn man nun mit dem Daumen den engen Hals oder das obere Loch des hohlen Henkels zuhielt, konnte man unbemerkt das Wasser in dem Gefäß entnehmen» (S. 192–193). Auf ähnlichem Prinzip fußten Wasseruhren mit feinem Abfluß, die zur Zeitmessung in den antiken Gerichtssitzungen und Versammlungen oder bei Wachtablösungen dienten, ja in Nordafrika bis in die Neuzeit zur Stundenregulierung der Feldbewässerung verwendet wurden. Kombiniert mit einem Kapselheber als Relais und einem Blasinstrument soll schon Plato eine Nachtuhr zum Wecken seiner Akademiker für die früh angesetzten Vorlesungen benutzt haben.

Da die antiken Zeugnisse (Texte, Funde) teils ungenau, teils fragmentarisch sind, kommen Interpretatoren und Konstrukteure um mehr oder weniger plausible Annahmen nicht herum. Die Textüberlieferung ist hier noch schlechter als bei den pneumatischen Spielautomaten. Herons Traktat über die Wasseruhr (um 100 n. Chr.) muß wohl als verloren gelten und ist jedenfalls bis heute auch nicht in orientalischer Umsetzung aufgetaucht. Glücklicherweise aber waren die Wasser- wie die Sonnenuhren auch Gegenstand der Baukunst, so daß der Architekt Vitruv sie in seinem vielfach überlieferten Lehrbuch «De Architectura» (um 25 v. Chr.) behandelt. Es ist erstmals um 1490 in Rom (von Herolt) und noch im 16. Jahrhundert häufig (auch in italienischer, spanischer und deutscher Übersetzung) gedruckt worden. Herausgeber der Inkunabel war Johannes Sulpicius Verulanus, Professor der Archäologie an der römischen Akademie unter Papst Inno-

zenz VIII.¹¹ Dank der klassizistischen Kultur, welche die Bauschule des Zürcher Polytechnikums von Gottfried Semper (1803–1879) bis Gustav Gull (1858–1942) und länger prägte, bilden ihre klassischen Vorbilder in unserer Bibliothek einen ebenso schönen wie reichen Fundus. Allein Vitruv ist in wertvollen Ausgaben des 16. bis 18. Jahrhunderts an die zwanzigmal vertreten. Näher eingehen möchte ich hier auf «die für die französische Archäologie bedeutungsvollste Übersetzung» des Arztes und Architekten Claude Perrault¹² (*Abb. 7 und 8*), welche erstmals 1673 bei J. B. Coignard zu Paris erschien. Sie ist in der ETH-Bibliothek in einem sauberen Folianten präsent, allerdings mit erneuertem Ledereinband (unter Verwendung der alten Goldprägung als Zierelement).

Vitruv war wohl ursprünglich, wie antike technische Texte öfters, illustriert; doch wurden die Zeichnungen nicht tradiert, sodaß sie rekonstruiert werden mußten. Das uns hier speziell interessierende neunte Buch (*Abb. 9*) behandelt zur Hauptsache die astronomische Theorie und die Konstruktion der Sonnenuhren samt Sternzeichen und Planetenbahnen. Von der Wasseruhr ist im neunten Kapitel die Rede; es trägt die Überschrift «De la construction et de l'usage des Horloges, et comment, et par qui elles ont esté inventées». Eine Erfinderliste verschiedener Sonnenuhrarten leitet mit Ktesibios von Alexandrien (3. Jh. v. Chr.) auf die Wasseruhren über. Dieser, «ein Barbierssohn», wie Vitruv etwas legendenhaft berichtet, soll bei der Montage eines beweglichen Spiegels zufällig entdeckt haben, «que l'air resserré et poussé avec vehemence redoit un son pareil à la voix». Dieses Prinzip ausbauend, habe er in der Folge die Wasserorgeln, die pneumatischen Automaten und vieles andere Nützliche und Angenehme erfunden, vor allem aber die Wasseruhren. Sie werden nun mit vielen, nicht immer ganz stimmigen Einzelheiten beschrieben, so daß ich der Klarheit halber zuerst Diels plausibles und einfaches Grundmuster zeige (*Abb. 10*). Vitruv jedoch, und nach ihm Perrault, schildert komplizier-



10. Wasseruhr-Grundmuster (nach Hermann Diels): «Das Wasser ergießt sich aus der durch den Hahn F abzuschließenden Leitung A in das Regulierbecken BCDE und tritt bei E durch eine feine Röhre in das Sammelbecken KLMN ein.» Für gleichmäßigen Wasserdruck sorgt der Ppropfen G, der bei übermäßiger Wasserzufuhr sich hebt und den Zufluß stoppt. «So spritzt in feinem Strahle das Wasser in das Hauptbecken KLMO. Dort hebt es den Schwimmer P, auf dem oben ein Figürchen angebracht ist, das mit einer Rute die zwölf Stunden anzeigt. Sie sind in Horizontalkurven auf dem drehbaren Zylinder STUV angebracht» und verschieden «lang», je nach der, durch die Sternzeichen über den Senkrechten, markierten Jahreszeit. Antike Uhren erforderten genaue Wartung. Bei unserem Typ war täglich der Behälter zu leeren und das «Zifferblatt» um «einen Tag» weiterzudrehen (S. 205–208).

tere und stärker automatisierte Mechanismen. Eine erste Art (Abb. 11) wird von vorn (Fig. I) und im Schnitt (Fig. II) gezeigt. Das Zifferblatt ist hier in 24 Stunden geteilt. Die Zeigerfigur aber hat ein hübsches Pendant erhalten «qui laisse couler goutte à goutte l'eau de la Clepsydre». Dieses «Augenwasser» fließt von M nach B, um mit dem Schwimmer CD auch die Zeigerfigur zu heben. Gleichzeitig füllt das Wasser den Heber FB, «qui fait une partie du siphon FBE, elle se vuide par la partie BE, et tombe sur le moulin K, qui estant composé de six quaisses, fait son tour en six jours». Jede Bewegung des Wasserrads setzt das Räderwerk NIHGO in Betrieb, wel-

ches «automatisch» fürs tägliche Weiterdrehen des Zifferblattzyinders sorgt.

Perraults zweite Tafel (Abb. 12) enthält drei andere Wasseruhrvarianten. Man konnte ja auch versuchen, den ungleichen antiken Stunden statt auf dem Zifferblatt durch Regulierung des Wasserzuflusses Rechnung zu tragen, so daß der Zeiger im Winter schneller und im Sommer langsamer lief. Fig. I zeigt einen solchen Zuflußregler mittels eines äußeren Hohlkegels A und eines inneren Vollkegels B, wobei der Skalenstab C für mehr oder weniger Spielraum zwischen A und B und somit für stärkeren oder schwächeren Wasserfluß sorgt. – Fig. II stellt die sogenannte anaphorische oder «Aufgangsuhr» dar (von anaphorikos, die Sternaufgänge anzeigen): «où l'eau n'est point temperée, & dans laquelle l'inégalité des heures dépend du Cadran». A ist ein «Fensterladen» mit rundem, von einem «Kupfernetz» überspannten Ausschnitt. Dieses projiziert die Hauptsonnenstände (Wendekreise, Äquator) in konzentrischen Kreisen; die radialen Drähte aber «marquent les heures»: die oberen die Tages-, die unteren die Nachtstunden. BGE ist eine bewegliche Scheibe, «sur laquelle la projection de la sphère celeste est gravée». GE ist die Sonnenbahn oder Eklipptik, mit 365 «Taglöchern», auf der ein täglich nachzusteckender Knopf die Sonne verkörpert. Die Tagesdrehung der Scheibe besorgte die Achse C mittels des vom (hier unsichtbaren) Schwimmer langsam gesenkten Gegenweights D. Fragmente einer solchen Anaphorika sind um 1900 bei Salzburg, dem römischen Juvavum, gefunden worden (Diels, S. 213–219).

Im Modell von Fig. III werden wie in Fig. I die Stundenungleichheiten durch die Steuerung des Wasserzuflusses reguliert, aber auf «schikanösere» Weise: mittels der drehbaren Doppelscheibe D. Sie besitzt zwölf verschiedene enge Kanäle, entsprechend den längeren oder kürzeren Sternbildertagen und -nächten, und ist von Hand richtig einzustellen. Das Wasser wird vom Behälter A über die Röhre B in die «Trommel» CNM

Fig. II.

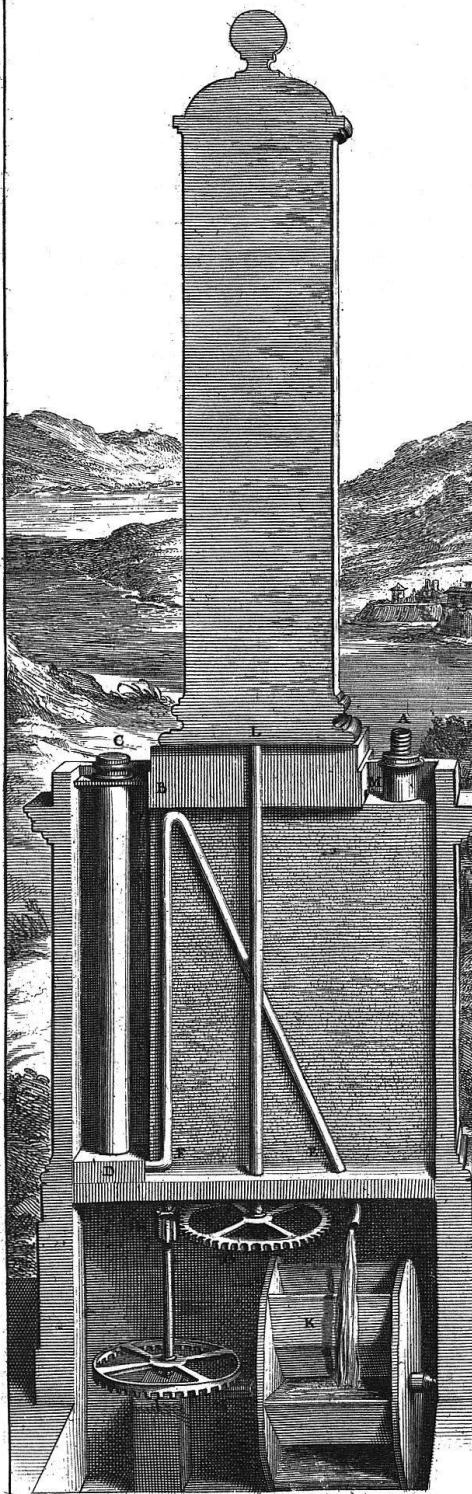
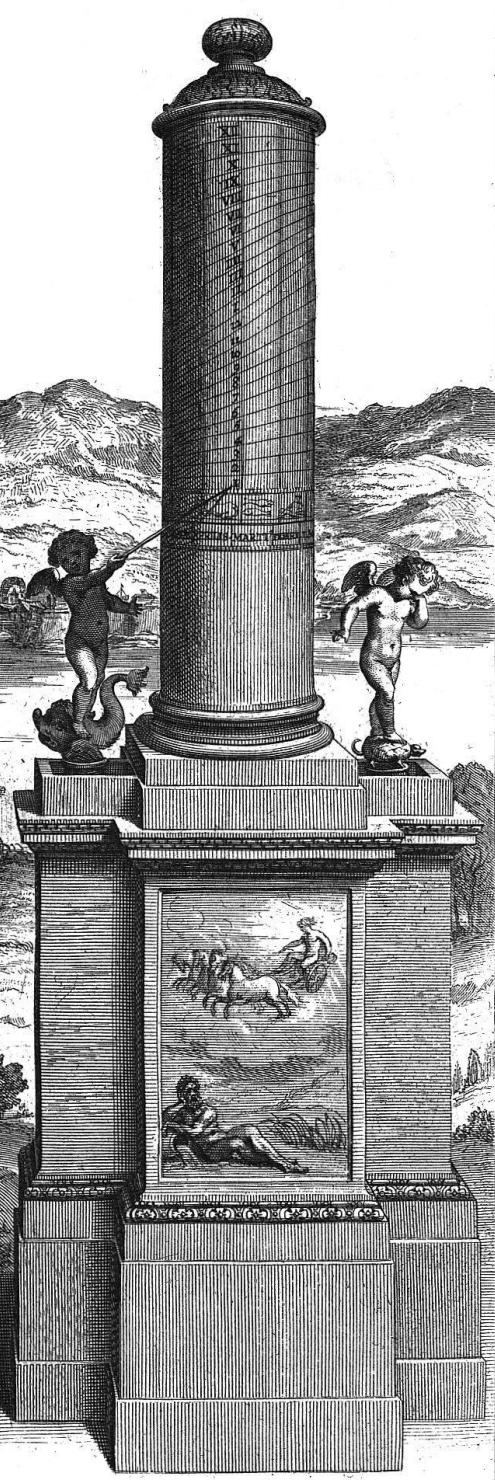
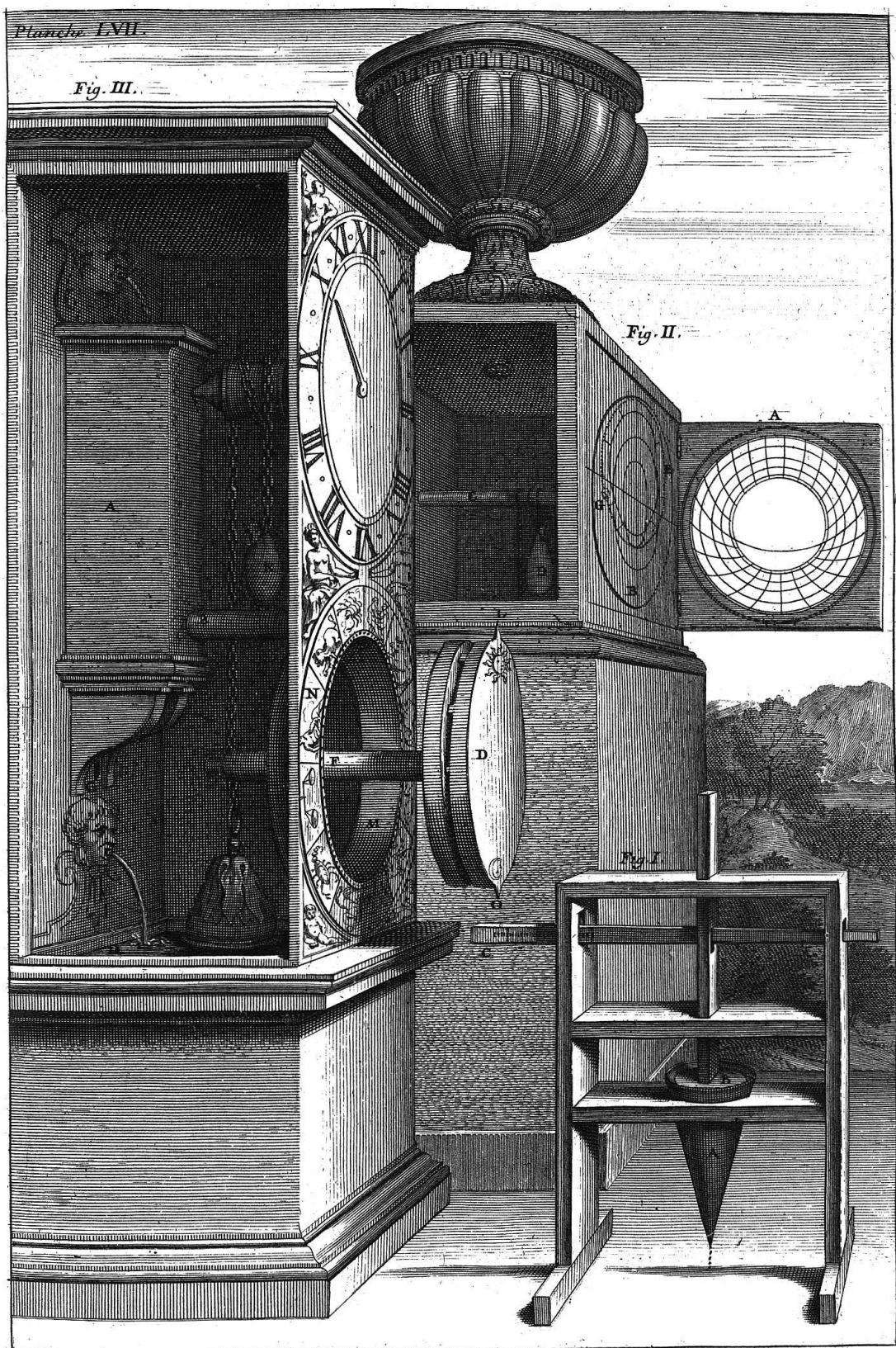


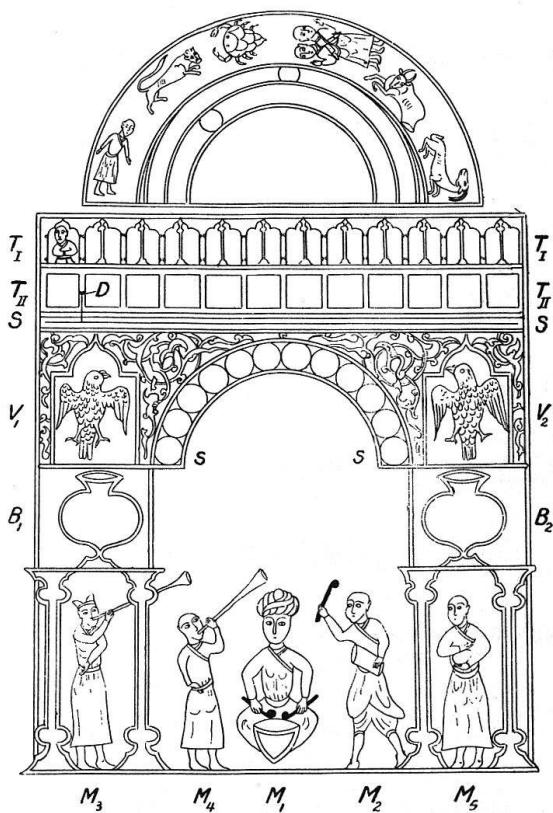
Fig. I.



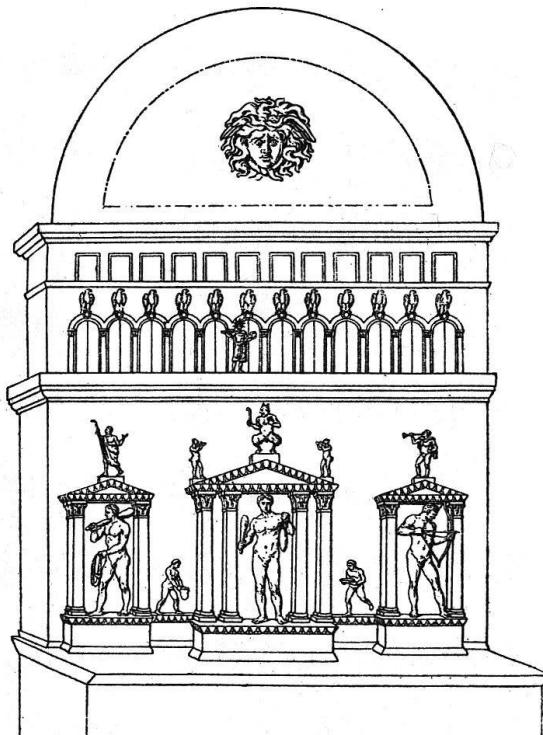
II Wasseruhr mit automatischem Zifferblatt.



12 Wasseruhr mit reguliertem Wasserzufluss (Fig. I und III), Anaphorica (Fig. II).



13 Ansicht einer von Al-Jazari um 1206 beschriebenen, monumentalen Wasseruhr (Wiedemann/Hauser, S. 63).



14 Die Kunstuhr von Gaza (nach Diels) : Die «Apsis» beherrscht Gorgo, «die zu allen Stunden des Tages die Augen verdreht» (Basler mögen hier an ihren «Lällekönig» denken). Es folgen darunter die «Türöffnungen der Nacht», die die wechselnden Stunden mit «durchscheinendem Licht» anzeigen. Über den Türen des Tages halten Adler Kränze in den Krallen, um damit den zu jeder Stunde heraustretenden und ein Zeichen seiner 12 Arbeiten tragenden Herakles zu bekränzen. Davor harrt Helios, «der durch sein Vorbeischreiten die jedesmaligen Stunden abmisst». Auf dem Vorbau stehen, unter Ädikulen, drei größere Heraklesfiguren. Die linke und die rechte symbolisieren wohl einen Kampf im Osten (Gürtel der Amazone Hippolyte) und einen im Westen (Schuß auf die Hesperidenäpfel). Der mittleren Hauptfigur kommt die Aufgabe zu, mit ihrer Keule am Gong («dem Löwen») die Stunden zu schlagen. Auch Pan zu seinen Häupten regt sich beim Stundenschlag : «Er schmachtet nach seiner Echo», und «angeregt erhebt er die Rechte und dreht sein Gesicht herum, ob er irgendwie das Mädchen entdecken könnte, wo bei er sich hin und herwendet». Die Satyrn zu seinen Seiten «lachen ihn aus und umringen ihn zum Spott». Über dem «Westtempelchen» bläst der Trompeter Diomedes am «Schluß zu Ehren des Herakles, wenn er zu seinem letzten Gang antritt». Pendant ist ein Hirte, «der seinen Krumbstab der Linken übergeben» und «die Rechte staunend erhebt» (wohl zur Begrüßung der Morgensonnen). Links von der Hauptfigur bringt ein Diener «seinem Herrn die Zutrostung zum Bad», rechts ein anderer zu essen «vom Markte heim».

geföhrt, tropft oben in ein Kanälchen der Scheibe D und zur Röhre F; alsdann über G ins Auffangbecken H, wo der Schwimmer I mittels Gegengewicht K den Zeiger des Zifferblattes bewegt. «N, represente la ligne Ecliptique: les points qu'elle a sont pour y adresser tous les jours les pointes O, & L. La pointe L, est pour le jour, & la pointe O, est pour la nuit.»

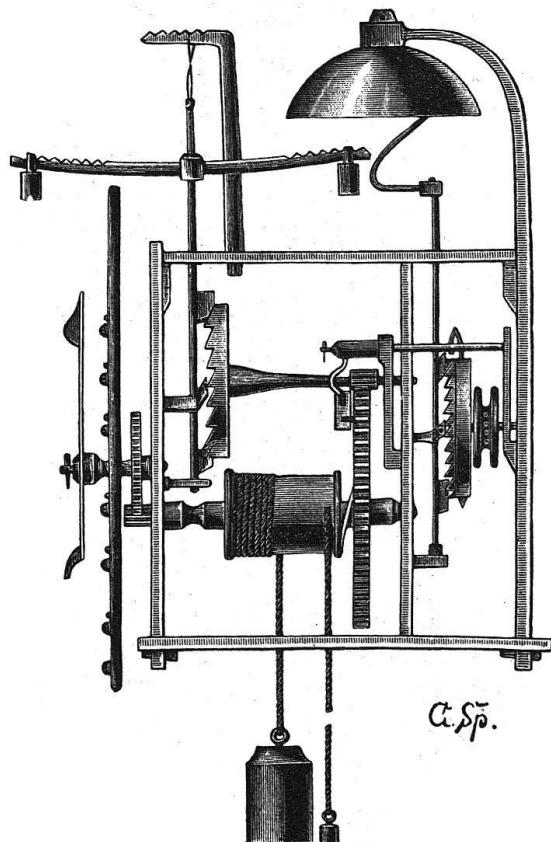
Vitruv führt aber auch weitere Mechanismen an, «qui par un seul mouvement en tournant produisent plusieurs effets, & font remuer diversement de petites figures à l'en-tour de quelques Pyramides, jettent des pierres en forme d'œufs, font sonner des Trompettes & de telles autres choses qui ne sont point de l'essence de l'horloge.» Daß solche hellenistischen Uhrspiele seit der Antike bis ins byzantinische, arabische und europäische Mittelalter hinauf auch tatsächlich gebaut

wurden, geht aus den schriftlichen Zeugnissen klar hervor. Am deutlichsten sprechen, nicht zuletzt der beigegebenen Zeichnungen wegen, arabische Quellen¹³ (Abb. 13) und die auf König Alfons X. von Kastilien (1221–1284) zurückzuführenden «Libros del saber de astronomia¹⁴.» Die wohl älteste erhaltene Beschreibung gilt der Heraklesuhr von Gaza; der Text stammt vom christlichen Schriftsteller Prokopios (um 500 n. Chr.) und wurde erst um 1800 in einem vatikanischen Kodex des 13. Jahrhunderts wiederentdeckt. Diels hat das schwierige und fragmentarische Schriftstück 1917 neu ediert und interpretiert¹⁵ (Abb. 14). Prokop bezeichnet die Uhr als ein Bauwerk «mäßigen Umfangs» (von etwa 6 auf knapp 3 m Grundfläche, wie Diels schätzt). Sie mag auf dem Marktplatz von Gaza gestanden haben. Zweifelsohne wirkte die antike Tradition über mittelalterliche und arabische Zwischenglieder (vgl. zum Beispiel Einhards Annalen ad annum 807) auf die Tradition der europäischen Kunstuhr des Spätmittelalters ein.

Die Straßburger Monumentaluhr von 1350

Sie ist ein Produkt jenes Spätmittelalters, das in den gotischen Kathedralen und Bauhütten, dem Aufblühen der Städte und des Bürgertums, religiösem Aufbruch sich verwirklichte und wohl nicht weniger als Renaissance und Reformation die Neuzeit mit der Spätantike verklammerte. Die Automatenkunst dieser Epoche beruht denn auch größtenteils auf den mechanischen Errungenschaften der Antike, insbesondere dem «improvisierten» Räderwerk. Theoretisch und beschränkt auch praktisch bekannt waren parallel laufende Zahnräder (Stirnradgetriebe). So beschrieb bereits Heron die physikalische Möglichkeit, mit der Kraft von 5 «Talenten» durch Zahnradübersetzung deren 1000 zu heben¹⁶. Die Kraftübertragung von einem vertikalen auf ein horizontales Zahnrad wurde vor allem bei der Kornmühle praktiziert. Diese frühen Zahnräder

«were developed by trial and error, big, wooden ones in the water mills and, later, wind mills; small, metal ones in clockworks¹⁷. Ein technologischer Qualitätssprung erfolgte im späten Mittelalter mit der Erfindung der Zahnradhemmung. Sie bedeutete die Geburtsstunde der mechanischen Räderuhr, deren Ursprung um etwa 1300 liegen dürfte. Zur Retardierung der mittels Gewichten angetriebenen Zahnräder diente die Spindelhemmung, wie sie ein kostbarer Zeuge des 15.(?) Jahrhunderts im Germanischen National-Museum zu Nürnberg zeigt (Abb. 15). Sie diente dem Türmer der Sebalduskirche als Wächteruhr: «Diese Uhr hat kein Schlagwerk; dagegen ist sie mit einer Art Wecker versehen, der nach jeder Stunde durch Hin- und Herschlagen des Hammers auf eine Glocke den Wächter zu seiner Pflicht rief, dem Volk auf der Großen Schlagglocke die je-



15 *Frühe Uhr mit Spindelhemmung (nach Saulnier/Speckhardt).*

weilige Stunde anzuschlagen¹⁸.» Die direkte Kopplung des Schlagwerks mit der Räderuhr brachte die Entlastung des Türmers von dieser Aufgabe. Sie erfolgte im 14. Jahrhundert Zug um Zug. Da und dort gab der Homo ludens dem Schlagwerk früh auch figuralen Ausdruck, so im flandrischen Jacquemart¹⁹ (Abb. 16). Eine Variante bildet noch heute

das Wahrzeichen des Berner Zytgloggeturms: Hans von Thann. Er ist allerdings nur mehr eine Schlagattrappe, denn der Stundenschlag erfolgt an anderer Stelle. Spätestens im 14. Jahrhundert wurden auch die vielfältigen Astronomischen Indikationen der spätantiken, byzantinischen und arabischen Wasseruhr in die Räderwerke eingebaut. Die älteste gut bezeugte astronomische Monumentaluhr ist diejenige von Straßburg, die 1352/54 von einem unbekannten Konstrukteur erbaut wurde. Sie befand sich, wie die heutige (dritte) des 19. Jahrhunderts (von Schwilgué) im Südflügel des Münsters und war 12 m hoch. Wir kennen sie hauptsächlich aus der Beschreibung von Konrad Dasypodius, dem Mathematiker der zweiten Straßburger Kunstuhrr (1571–1574): «*Wahrhaftige Auszlegung des Astronomischen Uhrwerks zu Straßburg / beschrieben Durch M. Cunradum Dasypodium / der solches Astronomische Uhrwerck anfänglich erfunden / und angeben. Gedruckt zu Straßburg bey Nyclaub Wyriot. M.D.LXXVIII.*» (Abb. 17). Das 28 Blatt starke und mit einem Titelholzschnitt der (zweiten) Uhr (siehe unten S. 126) gezierte Büchlein ist in einem Sammelband enthalten, den unser erster Bibliothekar Rudolf Wolf um 1880 zusammen mit anderer Uhrenliteratur binden ließ (Th 1556 Rar).

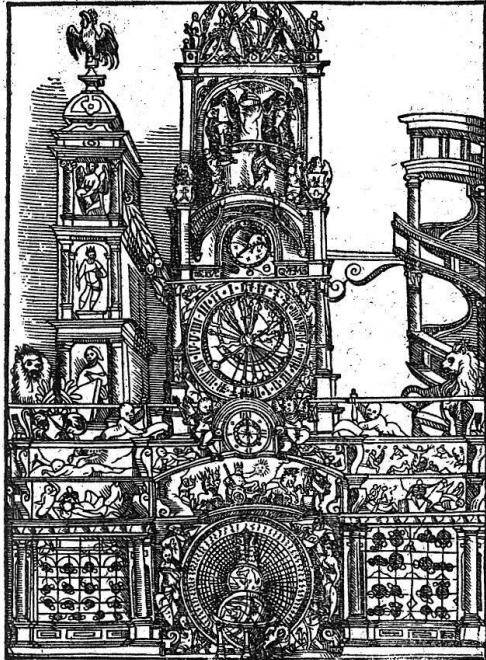
Dasypodius (1531–1600), aus Frauenfeld gebürtig, Mathematikprofessor an der Straßburger Akademie seit 1562, ist das Musterbeispiel eines Humanisten, der sich ein Leben lang mit dem mathematischen und physikalischen Wissensstand der Antike beschäftigt und ihn in seine Gegenwart transponiert hat²⁰. Er widmet das erste Kapitel seiner Beschreibung dem «alten Uhrwerck und desselbigen abgang» (Abb. 18).

Der 1,2 Meter große Hahn der Straßburger Münsteruhr ist erstaunlicherweise erhalten geblieben und befindet sich heute im dortigen Musée des Arts décoratifs (Château de Rohan) (Abb. 19). Er besteht aus einem hölzernen Kasten, welcher das Hebelwerk barg, schmiedeisernem Federwerk und einem kupfernen Kamm. Das Hebelwerk wurde durch



16 Jacquemart mit Frau, von Dijon (nach Dubois).

Warhaftige Auszlegung des Astronomischen Uhrwercks zu Straßburg beschrieben Durch M. Conradum Dasypodium/ der solches Astronomische Uhrwerk anfanglich erfunden/ vnd angegeben.



Gedruckt zu Straßburg bey Nyclaus Wydton.
M. D. LXXVIII.

17 Titelblatt des Straßburger Uhrenbüchleins von 1578.

eine von unten durch Sockel und Beine führende Stange betätigt, so daß die Figur mit den Flügeln schlug, den Schwanz senkte, den Kopf hob, den Schnabel öffnete und «dreimal ein kräftiges Kikeriki ertönen» ließ²¹. Die Automatik für den Hahnenschrei muß getrennt davon untergebracht gewesen sein und ist wohl nicht mehr vorhanden. Daß der Hahn auf der Monumentaluhr einen Ehrenplatz erhielt, war weder Zufall noch bloße Dekoration. Er ist ein altes profanes wie christliches Symbol: der Fruchtbarkeit, der Wachsamkeit (Turmhahn!) usw. Nach Basermann-Jordan²² gehört der Hahn «zum eisernen Bestand der Münsteruhren. Man wollte den lebenden Zeitmesser und Wecker

ZUM TEXT VON ABBILDUNG 18

Er stellt fest, daß schon «Heron Alexandrinus und vor jm Archimedes / und vor denen andere mechanici mathematici, das redderwerck / die gewicht / maß / und was dergleichen / also beschriben auch in das werck gericht an uhren / an wasserbewen / an andere dergleichen wercken / das solches Handwerck der gar alten eins ist und nicht newlich erfunden / sonder allein mehr geziert / und auff Archimedis Kunst fürgebracht / wie dann der hoch und wolgelehrter Imerus / Hommelius / Apianus / und andere zu unser zeit Mathematici solche herrliche Astronomische uhrwerck gemacht haben.» So sei denn «dise kunst gemein worden von tag zu tag / das vil seind die große unnd kleine Uhren machen / auff vil unnd mancherley art / etliche künstlicher / als die anderen. Es werden aber die alten Uhren zuo mehrertheil befunden auff Rhatheusern / oder aber in den Templen / wie dann hin und wider durch Franckreich / Italien unnd Niderlenderen auch Teutschland zu sehen ist. Also ist auch allhie zu Straßburg in dem Münster ein alt Uhrwerck gestanden / das wie ichs in der gar alten Chronicu so auff unsrer Frauen haubt versorgt wirt / geläsen.» Dieses vor «200 Jahr ungefar» gefertigte Uhrwerk sei «von holtz gemacht gewesen», aber «in abgang vor vilen Jahren kommen». Er habe es «ganz fleißig besichtigt / was und wie vil stück es gehabt habe / und befunden erstlich unnd auff dem boden Calendarium generale wie gebreuchlich gewesen auff holtz unnd anderer materj beschriben / welches zum Jahr einmahlen herumbgangen ist / auch ist darbey ein taffel auffgehencft / in welcher der siben Planeten eygenschafft rheimen weiß geschriben gewesen / welche noch verhanden. // Zum andern auff dem mitler boden / ist ein Astrolabium abgerissen mit Son und Mons zeygeren / auch die stunden und halbe stunden angezeigt / auff disem boden ist auch das redderwerck gestanden / welches also von ält unnd rost verderbt / das es ganz unnd gar untauglich befunden war. // Zum dritten / auff dem übersten boden ist ein ronde außladung gewesen / darauff ein rad gemacht ward / auff welchem die drey König stunden / und ein Maria bild von holtz geschnitzet / vor welchem sie sich bucketen wann das ober Uhrwerck so dazu gemacht war gienge. Dasselbige kleyn Uhrwerck hat auch Cimbalen getrieben / welche auff etliche gesäng gerichtet warden / und nach dem selbigen krägte der Han. // Diese fürnembste stück unnd nichts mehr hab ich in dem alten Uhrwerck befunden / welches gegen dem jetzigen ubergestanden ist / an dem eck wie man sich wendet in die Kirch hinein gegen dem Chor über. // Von disem werck haben wir ganz und gar nichts können haben / von wegen des / das alles zuwil alt und rostig war / unnd in außersten abgang kommen / aufgenommen der alte Göcker oder Han / welcher sehr alt / namlisch über die 200 Jahr alt ist / und zu der selbigen zeit auch ein seltzam wunder ding gewesen / das ein Han also krägen soll / welches bezeugt ein gar altes lied von dem Hanen im Münster unnd dem Rhoraffen / in welchem der Rhoraff als der älter ist gewesen / sich beklagt / es lauffe jm niemands mehr zu / jhn zu sehen / unnd sein thoun das dazumalen auff gewisse tag breuchlich war / sonderen jederman lauffe zu disen Hanen / und wolle sein Hanengeschrey hören.»

Warhaftige Auflegung des Astronomischen Straßburgischen Uhrwercks.

Von dem alten Uhrwerk und desselbigen abgang.

Das Erste Capitel.

Qie Uhren so mit gewicht vnd redderen angerichtet werden zu Anzeigung der stunden vnd der bewegnus Sons vnd Mons/ seindt vngar alten zeyt im gang gewesen/ vnd hat man solche allzeit sehr geehrt/ wie solches zu bezeugen ist/ mit vilen in vilen Ländern uhren/ also das solche so gemein worden/ das nicht allein in grossen Steten stattliche vñ namhaftige Uhren aufgericht befunden werden/ sonderen auch in Flecken vnd Dörfferen. Zu dem so hat Heron Alexandrinus vnd vor ihm Archimedes/ vnd vor denen andere mechanici mathematici/ das redderwerk/ die gewicht/mass/ vnd was dergleichen/ also beschriben auch in das werk gericht an uhren/ an wasserbewegen/ an andere dergleichen werken/ das solches handwerk der gar alten eins ist/ vnd nicht neuwlich erfunden/ sonder allein mehr geziert/ vnd auff Archimedis kunst fürgebracht/ wie dann der hoch vnd wolgelehrter Imserus/ Hommeius/ Apianus/ vnd andere zu vnszeit Mathematici solche herliche Astronomische Uhrwerk gemacht

Von Uhrwerk.
zum Jahr einmahlen herumbgangen ist/ auch ist darbey ein tassel auffgehendt/ in welcher der sibē Planeten eygenschaft theimen weis geschriben gewesen/ welche noch verhanden.

Zum andern auff dem mitler bodē/ ist ein Astralidium abgerissen mit Son vnd Mons zeygere/ auch die stunden vnd halbe stunden angezeigt/ auff disem bodē ist auch das redderwerk gefasst/ den/ welches also von äl vñnd rost verderbt/ das es ganz vñnd gar vntauglich befunden war.

Zum dritten/ auff dem obersten boden ist ein ronde auffladung gewesen/ darauff ein rad gemacht ward/ auff welchem die drey Königstunden/ vnd ein Maria bild von holz geschnizlet/ vor welchem sie sich bucketen wann das ober Uhrwerk so dazu gemacht war gienge. Dasselbige Elym Uhrwerk hat auch Cimbalen getrieben/ welche auffstetliche gesang gerichtet wardē/ vnd nach dem selbigen trugte der Han.

Dise fürnembste stück vñ nichts mehr hab ich in dem alten Uhrwerk befunden/ welches gegen dem jetzige vbergestandē ist/ an dem eck wie man sich wendet in die Kirch hinein gegen dem Chor vber.

Von diesem werk haben wir ganz vnd gar nichts können haben/ von wegen des/ das alles zu vil alt vnd rostig war/ vñ in aussersten abgang kommen/

Vom Uhrwerk.

gemacht habe/ die sich des Archimedis kunst nachzutressen/ auch seind vil dieses handwerk's gewesen/ vñ noch/ die von den Mathematicis solche kunst empfangen/ vñ ihren nachkommen verlassen haben.

Derthalb also diese kunst gemein worden von tag zu tag/ das vil seind die grosse vñ kleine vñre machen/ auff vil vñ mancherley art/ etliche künstlicher/ als die anderen. Es werden aber die alten Uhren zu mehrtheil befunden auff Rathausseren/ oder aber in den Tempeln/ wie dann hin vnd wider durch Frankreich/ Italien vñnd Niederlenderen auch Teutschland zu sehen ist. Also ist auch allhie zu Straßburg in dem Münster ein alt Uhrwerk gestanden/ das wie ichs in der gar alten Chronica so auff vnsrer Fräwen haus versorgt wirt/ gelassen/ als dieses Astronomisch Uhrwerk habe angefangen/ welches 200 Jahr vngesetz vor dem dieses jetzige newes an die statt gemacht ist worden/ gestanden ist/ welches wie leichtlich abzunemmen gar in abgang vor vilen Jahren kommen ist/ vnd ist das ganze Uhrwerk von holz gemacht gewesen.

Dasselbige Uhrwerk hab ich ganz fleissig be-
sichtigt/ was vnd wie vil stück es gehabt habe/
vnd befunden erslich vnden auff dem boden Cal-
endarium generale wie gebrechlich gewesen
auff holz vñ anderer materij beschriben/ welches
zum.

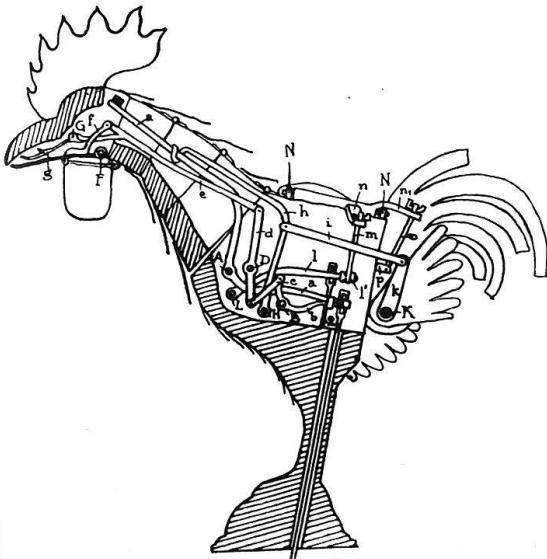
Vom Uhrwerk.

Kommen/ aufgenommen der alte Götter oder Han/ welcher sehr alt/ namlieb vber die 200 Jahr alt ist/ vnd zu der selbigen zeit auch ein selzam wunder ding gewesen/ das ein Han also tragen soll/ welches bezeugt ein gar altes lied von dem Hanē im Münster vñ dem Rhorassen/ in welchem der Rhorass als der älter ist gewesen/ sich beklagt/ es lausse jm niemands mehr zu/ ihn zusehen/ vñ sein thun das dazumalen auff gewisse tag brenchlich war/ sonderen jederman lausse zu disen Hanen/ vnd wolle sein Hanengeschrey hören.

Darmit nun zu einem wahrzeichen des alten Uhrwercks etwas behalten würde/ so habe wir disen Hanen in dem newen werk auch hinzuge-
than.

Nach dem nun solches altes Uhrwerk ganz vñnd gar in abgang kommen/ so hat ein Ersamer Rathallhie/ mein G. G. Herren anno vngesehr 1547 erkannt/ ein ander Uhrwerk auff zurichten/ nicht an disem ort/ sonderen dargegen vber/ wie dann jetzmalen gesehen wirt/ vnd seind auch darzu verordnet gewesen drey fürnemie geslehrte vñ verstandige Mathematici Doctor Michael Herus/ Nicolaus Brücknerus/ Christias nus Herlinus vnd neben ihnen andere Handwerk's leut/ vnd ward das werk so weit gebracht das der Uhrenmacher etliche redder/ vñ das gestell versertigt hat/ der Steynmer das

C

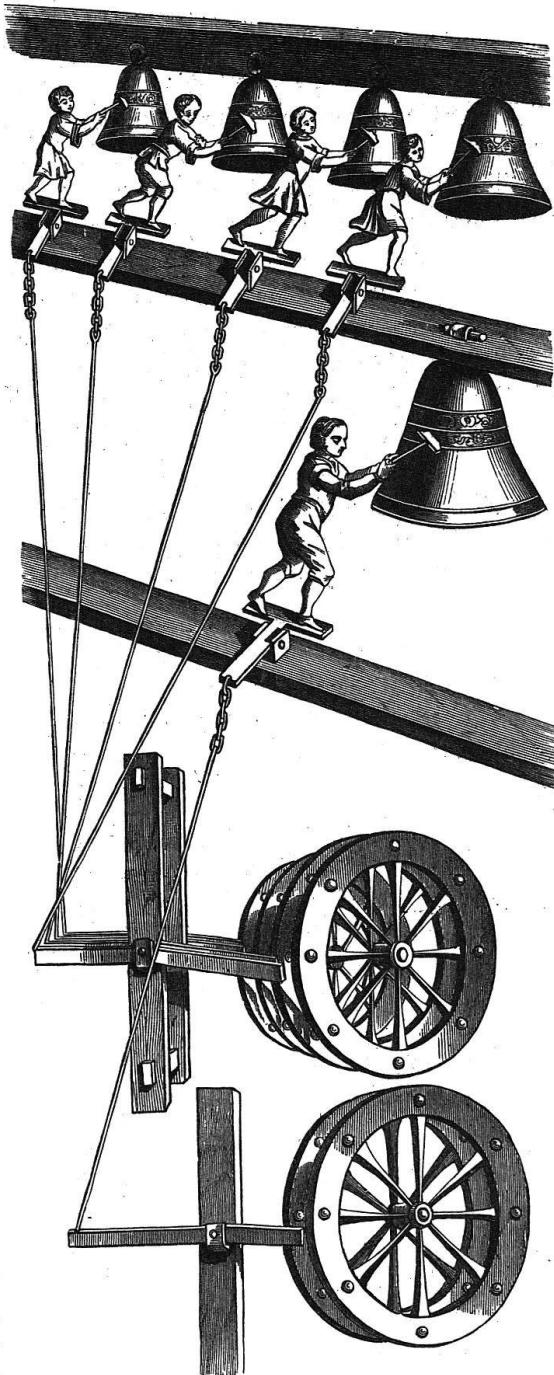


19 Schema des Straßburger Hahn-Automaten (nach Maurice; der Hahn soll sich heute im Musée des Arts décoratifs zu Straßburg befinden).

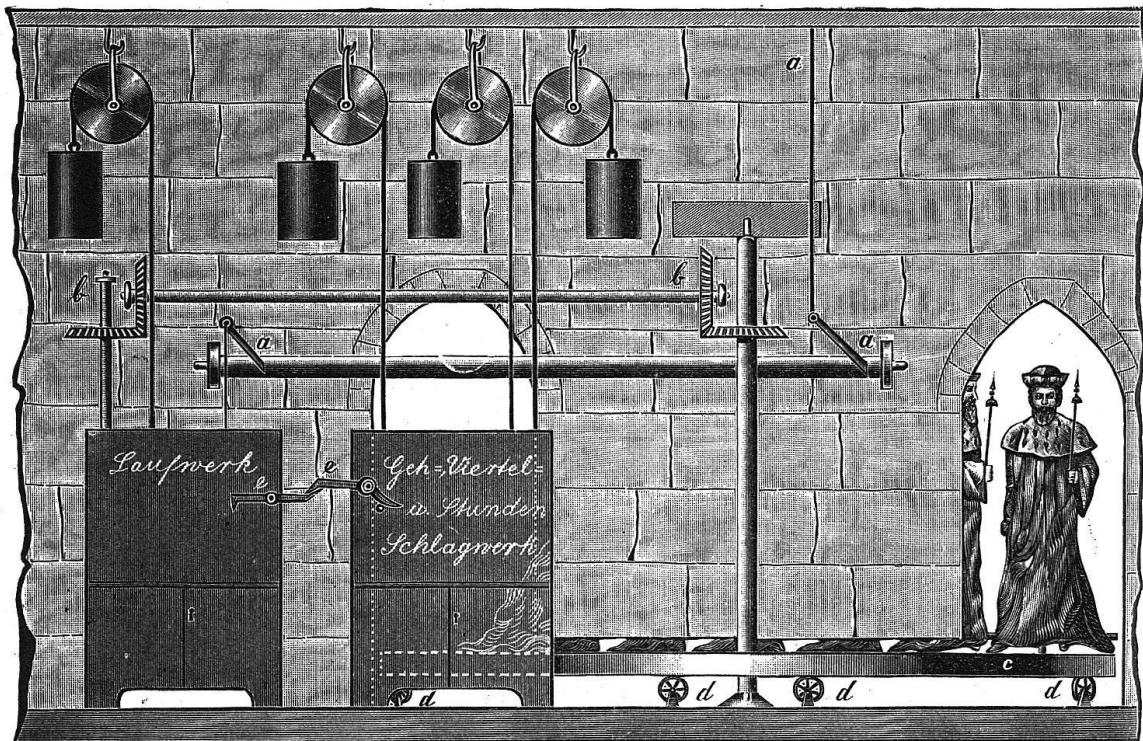
der vorstädtischen Epoche, dessen sich noch im 16. Jh. die Landsknechte auf ihren Kriegszügen bedienten, auch an der mechanischen Uhr nicht missen. Erst das späte 16. Jh. suchte durch Hinzufügen der Apostel eine lose Verbindung zwischen dem Hahnen und den übrigen Figuren herzustellen, die Anwesenheit des Hahnes dadurch gleichsam zu entschuldigen. Begann doch durch das Häufigerwerden der mechanischen Uhren, vor allem der Schlaguhren, die Vorstellung zu verblassen, daß man im Hahne lediglich den Zeitmesser einer primitiveren Kulturstufe zu sehen habe.»

Die Epoche zwischen Spätmittelalter und Neuzeit brachte, wie schon Dasypodius erwähnt, eine Fülle von großen und kleinen mechanischen Uhrwerken hervor. Spektakuläre Spielelemente waren zunächst vor allem an Monumentaluhren angebracht. Eine Entwicklungslinie führte von den Jacquemarts zu den Glockenspielen (Abb. 20). «In Lüttich brachte man für jede Glocke ein Schlagmännchen an, doch wurden Glockenspiele ohne bewegliche Figuren zur Regel und noch bis ins 18. Jahrhundert gebaut²³.» Für ihr Figurenspiel berühmt war die noch existierende Monumentaluhren der Nürnber-

ger Frauenkirche mit ihrem «Männleinlaufen» (1509) (Abb. 21). Sie ist, im Unterschied zu Straßburg, «am Aeußern der Kirche angebracht, die Automaten spielen vor den auf dem Markte versammelten Zuschauern». Dementsprechend ist das Ganze weltlichen



20 Glockenspiel zu Lüttich (nach Dubois).



21 Innenansicht des Nürnberger «Männleinlaufens» (Saulnier/Speckhardt).

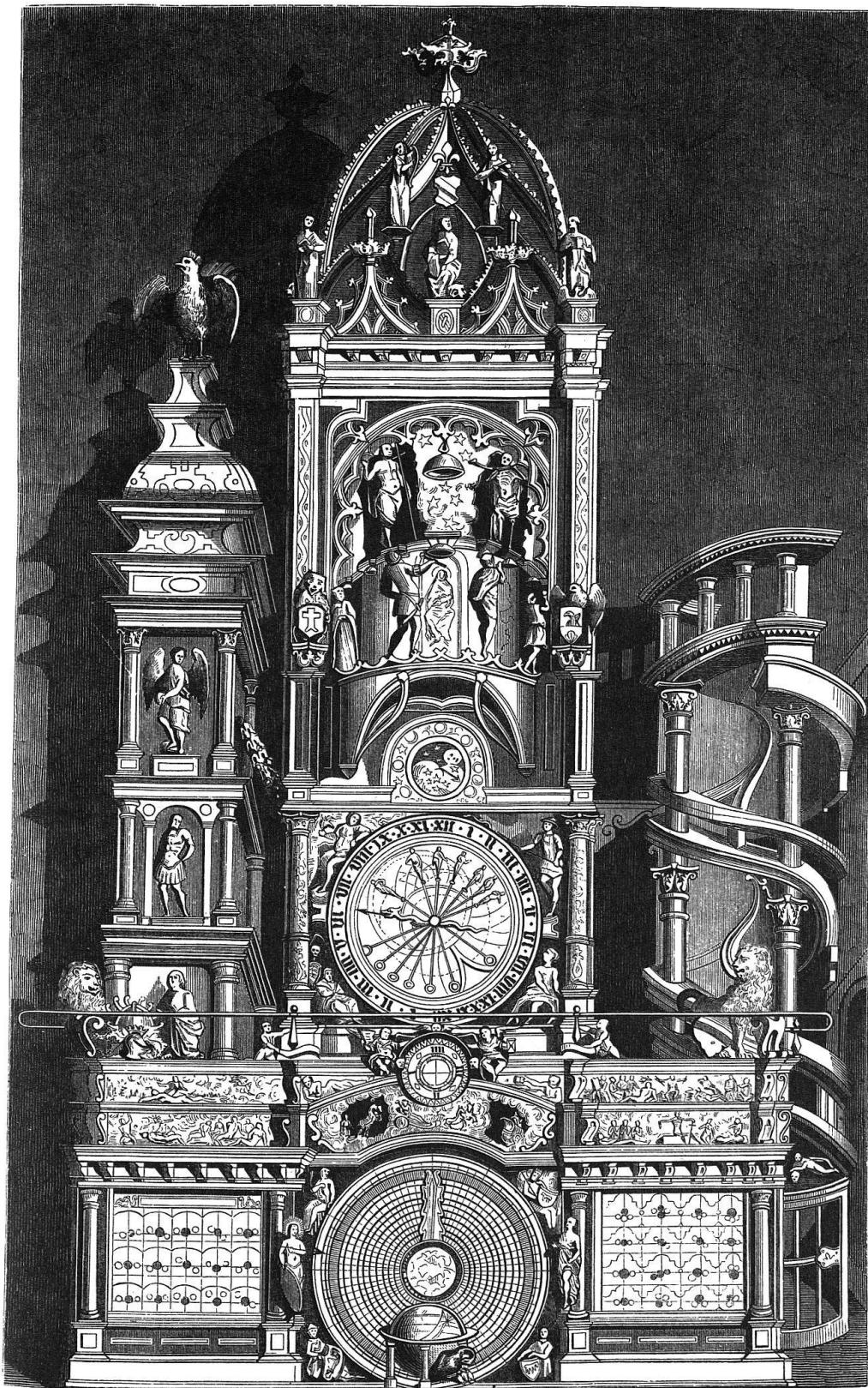
Charakters: «Ein Ausrüfer kündigt das Spiel an, dann ziehen die Kurfürsten unter Vorantritt eines Heroldes dreimal huldigend an dem thronenden Kaiser vorüber, während zwei Posaunenbläser, ein Pfeifer und ein Trommler unter Leitung eines Dirigenten eine Weise dazu spielen und zu oberst zwei Schlagmänner die Stunde auf einer Glocke anschlagen.» Eine Mondkugel zu ihren Füßen zeigt die wechselnden Mondphasen²⁴.

Die zweite Straßburger Monumentaluhr

Im 16. Jahrhundert wies auch die Schweiz einen hohen Stand der Uhrmacherkunst auf. 1527–1530 entstand die heute noch zu bestaunende Monumental- und Kunstuhr am Berner Zytglogge-Turm; es ist das Werk des «Zytgloggerichters» Kaspar Brunner. 1538 erhielt St. Peter zu Zürich eine astronomische Uhr, konstruiert von Hans Luterer und bemalt von Hans Asper²⁵. 1564 wurde die

astronomische Uhr des Schaffhauser «Zeitrichters» Joachim Habrecht auf dem Fronwaagturm aufgestellt. Seine Söhne Isaak (1544–1620) und Josias (*1556) wurden die Techniker der zweiten Straßburger Kunstuhr.

In Straßburg laborierte man schon seit den 1540er Jahren an einer neuen Münsteruhr herum. Dabei folgte man konzeptionell dem Muster der ersten. Um 1550 wurden bereits das steinerne Renaissance-Gehäuse sowie verschiedene Räderwerke gebaut; weiter aber gedieh die Arbeit nicht. Der neue Impuls ging, wie Dasypodius erzählt, von den Gebrüdern Habrecht aus. Sie begaben sich nach Straßburg, jeder sozusagen «ein Meisterwerk unterm Arm» tragend: «der ein das Astrolabium, der ander Sphaeram materialm», und ersuchten Dasypodius, «Ihnen behülflich zu sein / das jnen von meinen G. G. H. solches Uhrwerck in dem Münster auszuführen vertrawet möchte werden». So entstand ein Gemeinschaftswerk, an dem,



22 *Die Straßburger Münsteruhr von Dasypodius (nach Dubois).*

neben den beiden Uhrmachern und Dasypodius als Mathematiker, dessen Freund David Wolckenstein von Breslau, die Maler Tobias und Josias Stimmer aus Schaffhausen sowie zahlreiche Handwerker sich beteiligten (Abb. 22).

Das Grundschema dieser zweiten Monumentaluhren wurde in der dritten, 1838/42 von Jean-Baptiste Schwilgué geschaffen und heute noch funktionierend, beibehalten. Es umfaßt ein 7,3 Meter breites und 4,3 Meter hohes Erdgeschoß, das von einem fast meterhohen Doppelsims nach oben abgeschlossen wird. Darauf stehen drei turmähnliche Aufbauten, flankiert von je einem wappentragenden Löwen: der dreistöckige «Gewicht-Gaden» mit dem Hahn als Kronfigur, ein 13,8 Meter hohes Mittelteil mit dem Uhrwerk, und schließlich der schon im Erdgeschoß anhebende «Treppen-Gaden» (Aufgang zur Besichtigung, und zur äußern Uhr des Südportals führend). Im Hahnenfürmchen laufen die Gewichte und Gegengewichte. Es wurde mit Stimmerschen Figurenbildern bemalt: vorn einer geflügelten Urania (Muse der Stern- und Himmelskunde), dem Koloß aus der Bibel (Buch Daniel) und Kopernikus; auf der Chorseite mit den drei Parzen Lachesis, Klotho und Atropos.

Dasypodius eröffnet die eingehende (rein verbale!) Beschreibung seiner Uhr mit «dem Astronomischen Globo, oder Kuglen / so auff dem Boden vor dem anderem Werk steht». Dieser von Tobias Stimmer gestaltete Himmelsglobus «hatt drey werck schuoch in der weitte unnd wigt ein Centner / ist künstlich auß tuoch / papeyr / leym / kreyd und anderer matery also zu bereit / das kein würm oder anders schaden daran thuon kan». Ein Pelikan, Sinnbild der Aeternitas sowie von Christi Opfertod, trägt ihn. Er drehte sich innert 24 Stunden und zeigte Sonne, Mond, die 1022 ptolemäischen Sterne «in 48 bilder abgetheylet» sowie «natur unnd eygenschafft der Winden». Der Globus stammte offenbar aus Dasypodius Privatbesitz und wurde von ihm, «als ich dieses Astronomisch werck hab

angefangen / meinen G. G. H. zu ehren und gefallen / unnd zu zierdt dieses wercks dargeben».

Das Erdgeschoß enthielt zur Linken und Rechten je eine Tafel mit Abbildungen sämtlicher Sonnen- und Mondfinsternisse der Jahre 1573–1605, Zeugnis von Tobias Stimmers «fleiß mühe und arbeit auch kunst!» Die Mitte bestand aus einem großen drehbaren Scheibeninstrument, wiederum von Stimmer gestaltet. Die unbewegliche Mitte zeigte eine Deutschland-Karte mit Straßburg und dem Rhein. Die nächste Scheibe enthielt auf 16 konzentrischen Kreisen einen hundertjährigen Julianischen Kalender. Sie drehte sich jedes Jahr nur um einen Hundertstel ihres Umfanges. Ein Zeiger wies für jedes Jahr die Zahl, Tag- und Nachtgleiche, Osterdatum usw. Der äußerste dreiteilige Ring (etwa 30 Zentimeter im Durchmesser) verkörperte einen ewigen Kalender von Monat, Woche, Tag mit dem Namen des Tagesheiligen und drehte sich einmal im Jahr. Plastiken Apolls (der Sonne) und Dianas (des Mondes) markierten mit einem Pfeil den jeweiligen bzw. den um ein Halbjahr entfernten Tag. In die Ecken dieses Kalendariums malte Stimmer Personifikationen der vier Weltreiche (nach dem Buche Daniel): Assiria, Persia, Graecia und Roma. Über diesem Scheibenkalendarium befand sich «ein Runde ausladung», auf der sich, in täglicher Umkehrung, die zuständigen Planetengottheiten (Tagesregenten) in Schnitzwerk und auf Wagen fahrend präsentierten. Links und rechts davon wurden Stimmersche Tafelmalereien angebracht: In den beiden Zwischenräumen über der «Planetenscheide» verkörpern (noch heute) zwei Frauengestalten das sündige und das christliche Leben. Links davon zeigen zwei Längsgemälde (174×36 und 151×55 Zentimeter) die Schöpfung und die Auferstehung der Toten, rechts zwei Pendanten (144×35 und 117×53 Zentimeter) Christus den Weltenrichter und die Scheidung der Guten und Bösen.

Der mittlere Aufbau wurde beherrscht von einem 2½ Meter großen Astrolabium (Pro-

jektion der Himmelskreise) mit einem drachenförmigen Stunden- und sieben Planeten-Zeigern. Die Stunden und Halbstunden waren am Kreisrand angegeben; das 24teilige Zifferblatt zeigte zweimal die Ziffern von I–XII. Der Zeigerknopf war als Erdglobus gestaltet. Für die Viertelstunden und ihre Minuten war zu Füßen ein weiteres «kleines täfflin» nötig, «darbei zwei kneblin sitzen / deren eins das stundtenglaß umbkört / dz ander wan die glock die stund verkündet / mit einem scepter so es in der handt hatt / die streich der glocken nach zelet». In den Eckzwickeln des Astrolabs waren die Jahreszeiten personifiziert. Über ihm zeigte eine bewegliche Scheibe die Mondviertel, indem der Mond, je nach seinem Stand, in eine davor gemalte Wolke tauchte.

Auf der «Ronde außladung» im Dachgeschoß drehten sich im Kreise die Figuren der vier Lebensalter, welche «die vierthel stunden schlagen an den Cymbalen», sowie der Salvator und der Tod, welch letzterer «die stunden schlecht / auch gleichfals mit Christo streitet». Ein gotisch durchbrochener Turmhelm schloß, auf 18 Meter Höhe, den Mittelturm ab. Auf seinem «inwendigen Boden» waren «die Cimbalen gesetzt / welche also gerichtet seindt / durch M. David Wolckensteyn / daß sie etliche Psalmen / und geistliche geseng lieblich schlagen / auff welche hernaher der alte 200 Järig Hann / zweimal krehet».

Bei etwas genauerer Lektüre des Textes von Dasypodius und moderneren Würdigungen «seines» Werks²⁶ fällt auf, wie sich die Gewichtungen und Verdienztzuschreibungen zunehmend zu ungünsten des Humanisten verschoben. Während in der zeitgenössischen Beschreibung die Habrecht und Stimmer samt ihren Tätigkeiten nur eine untergeordnete und nicht hervorzuhebende Rolle spielen (Stimmer zum Beispiel vor allem wegen der Fleißarbeiten an Finsternistafeln usw. gelobt wird) und technische Zeichnungen «selbstverständlich» fehlen, hat sich das Verhältnis nunmehr eher umgekehrt! Schwilgué erneuerte die Uhr von 1838

bis 1842. Ihr Mechanismus ist dem beibehaltenen Gehäuse angepaßt, aber in vielen Details modernisiert worden, angefangen vom Sternenglobus über den Kalender bis zu einem Mondweiser und den an Christus vorbeidefilierenden Aposteln. Auch die längst überholten Finsternistafeln wurden entfernt, dadurch das astronomische Uhrwerk sichtbar gemacht, ein Kirchenkalender eingerichtet und die Räderwerke der Sonnen- und Mondzeiger untergebracht. Am HahnenTürmchen mußte der Stimmersche Koloß dem Porträt Schwilgué weichen²⁷.

Astronomische Uhren gab es seit der frühen Neuzeit in großer Vielfalt. Ihr Funktionieren beruhte auf einem komplizierten Räderwerk; Gewichte, die in häufigen Abständen aufgezogen werden mußten, setzten es in Betrieb. Die «Miniaturisierung» der Monumentaluhr setzte, abgesehen von der Standuhr, einen anderen Antriebsmechanismus voraus: die Uhrfeder, deren mit der Entspannung abnehmende Zugkraft mittels einer «Schnecke» bzw. einem Stackreed (Kurvenscheibe) egalisiert wurde. Dieses Prinzip fand bei den Tisch- und den tragbaren Uhren Verwendung. Dabei entsprach es offensichtlich den Bedürfnissen des Zeitalters, daß nicht nur die bloße Zeitmessung, sondern auch die astronomischen Veranschaulichungen und die Spielemente individualisiert wurden.

Barocke Gartenparadise: Salomon de Caus

Mit der ausgreifenden Schiffahrt, verstärkter Mechanisierung des Krieges, dem Kanalbau trieb ein weiterer technischer Schub das Zeitalter der Renaissance und des Barock unserer Moderne zu. Wohl wenige Epochen haben so sehr wie jene sich die Idee des «Gesamtkunstwerks» zu eigen gemacht. Die Überreste der Antike, die man aus den jedenfalls im Süden überall gegenwärtigen Ruinen wie aus der nunmehr wiederbelebten Literatur (Vitruv!) kannte, gaben dabei das große Vorbild ab. Verwirklichung fanden «Gesamtkunstwerke» nicht zuletzt in

Schloß- und Villenbauten mit den dazugehörigen Gartenanlagen, in die auch das antike Spielwerk Heronscher Prägung integriert wurde. Einer der hervorragenden Integrationskünstler des frühen Barocks ist der Nordfranzose Salomon de Caus (1576–1626), dessen Meisterwerk der Heidelberger Schloßgarten werden sollte. Caus schuf ihn im Auftrag des jungen Kurfürsten Friedrich V. von der Pfalz (1596–1632), des böhmischen «Winterkönigs» von 1619, und seiner Gemahlin, der Königstochter Elizabeth Stuart (Tochter Jakobs I. von England, 1596–1662). Das böhmische Engagement des Fürsten (1619 Umsiedlung nach Prag, dann Exil) verhinderte den Abschluß des kurz vor der Vollendung stehenden Werks, dessen Subtilitäten in den Wirren des Dreißigjährigen Krieges untergingen; seine Ruinen beeindrucken noch heute. Erhalten blieb die eingehende Beschreibung, welche Salomon de Caus 1620 zu Frankfurt am Main in einer französischen und einer deutschen Ausgabe veröffentlichte: «*Hortus Palatinus a Friderico Rege Boemiae Electore Palatino Heidelbergae exstructus Salomone de Caus Architecto. 1620 Francfurti apud Joh. Theod. de Bry*²⁸ (Abb. 23). Ein Abglanz dieser Herrlichkeit hat in Schloß Hellbrunn bei Salzburg die Unbill der Zeiten einigermaßen überstanden²⁹.

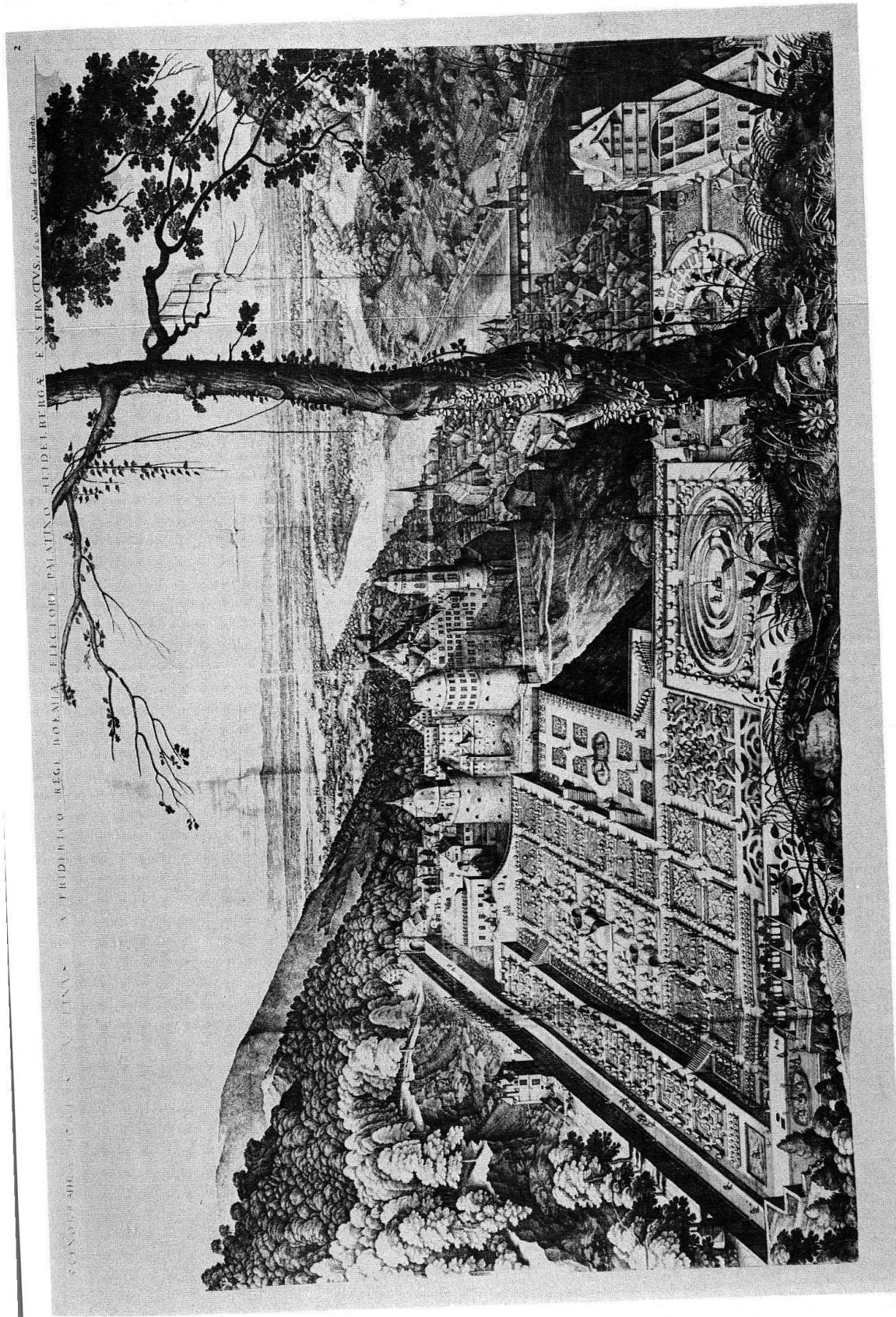
Der Ingenieur und Architekt Salomon de Caus stammte aus der nördlichen Normandie (Dieppe) und war Hugenotte. Über seinen Bildungsgang ist kaum viel mehr bekannt, als daß er etwa zwanzigjährig Italien bereiste und dort den berühmten Garten von Pratolino bei Florenz kennenlernte³⁰. Anschließend trat er in Brüssel in den Dienst des Statthalters der spanischen Niederlande, Erzherzog Albrechts von Habsburg. Hier fand er «ein reiches Betätigungsgebiet bei den Wasserkünsten und Wasserleitungen sowie den Grottenausstattungen mit ihren Automaten, Musik- und Orgelwerken». Um 1610 übersiedelte er nach England, wo er unter anderem für den Prinzen Henry of Wales († 1612) als Ingenieur und Aufseher der Gartenwerke tätig war. Friedrich von der Pfalz

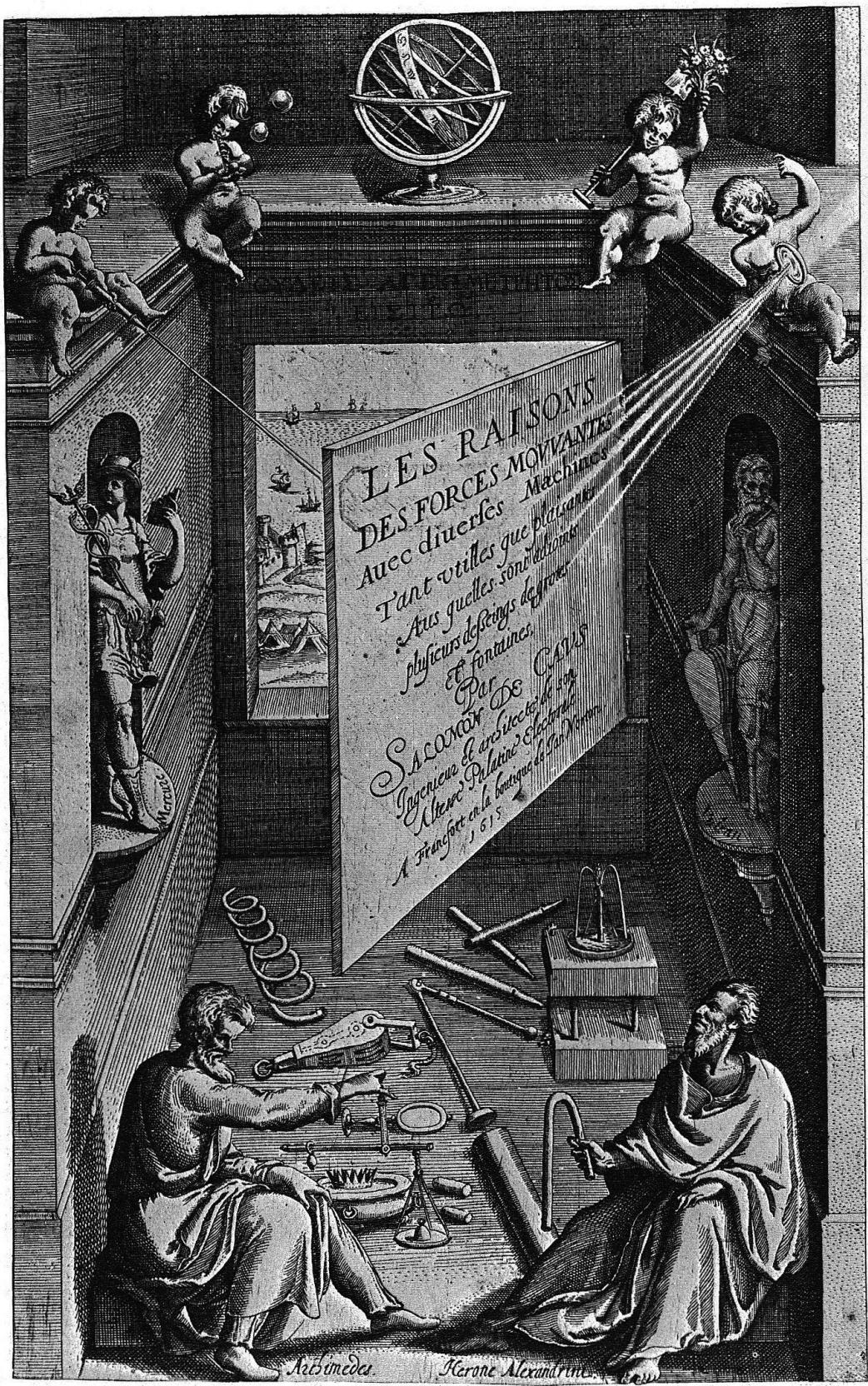
und seine Gemahlin, «der de Caus Zeichenunterricht gegeben hatte», nahmen ihn mit nach Heidelberg, wo er die Residenz des jungen Paares angemessen verschönern sollte. Um 1620 nach Frankreich heimgekehrt und zum «Ingénieur de Sa Majesté» (Louis XIII) ernannt, starb er 1626 in Paris im 50. Lebensjahr³¹.

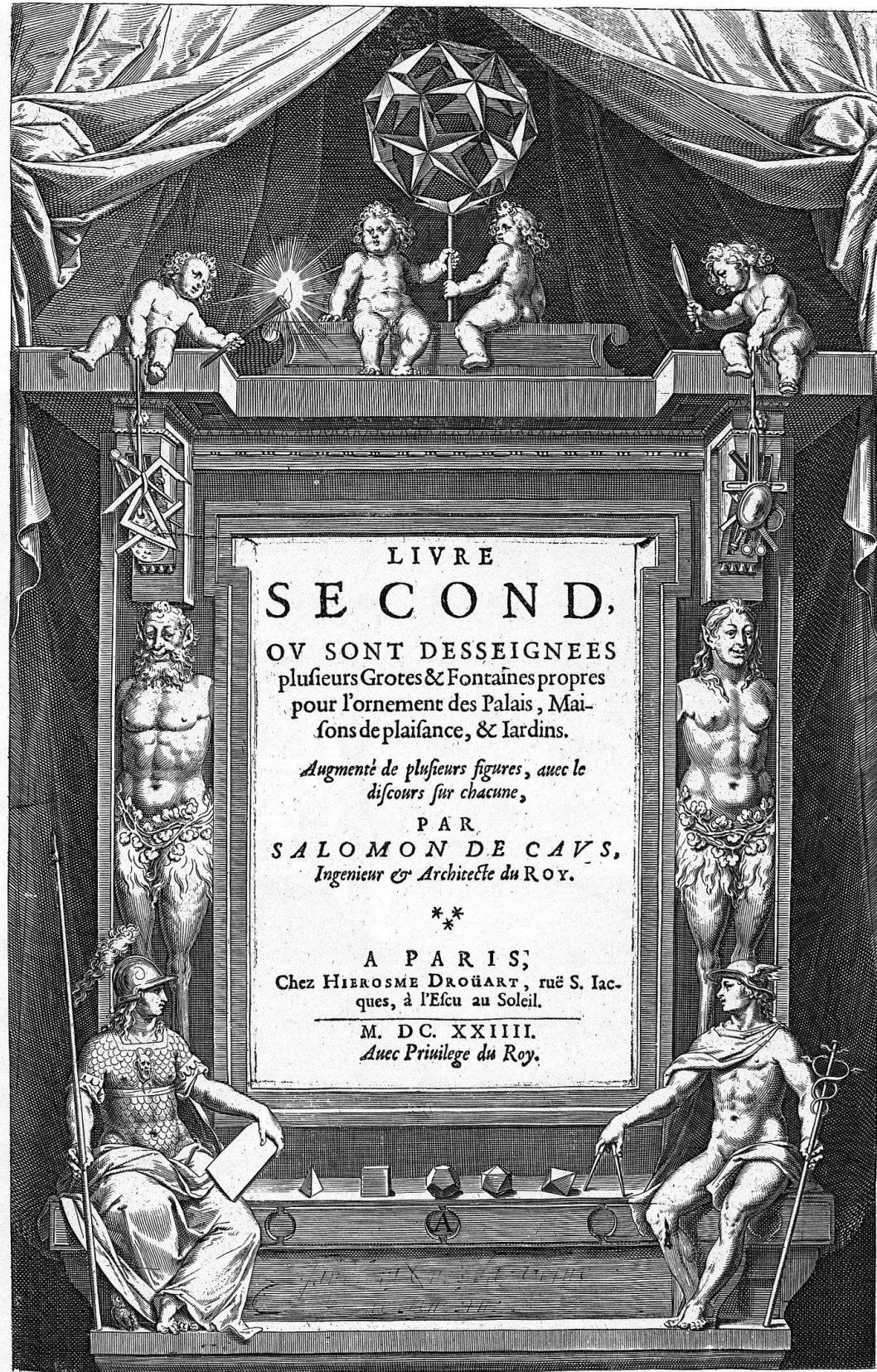
In die Zeit der Heidelberger Tätigkeit fällt die Veröffentlichung seines Mechanikwerkes, das ihn in verschiedenen Punkten als wesentlichen Vorläufer der berühmten Physiker des 17. Jahrhunderts, insbesondere der Jesuitengelehrten Kircher und Schott, und als würdigen Zeitgenossen Galileis (1564–1647) und des Musikwissenschaftlers Michael Praetorius (1571–1621) ausweist: «*Les raisons des Forces mouvantes Avec diverses Machines tant utiles que plaisantes aus quelles sont adioints plusieurs desseings de grotes et fontaines. Par Salomon de Caus, Ingenieur et architecte de son Altesse Palatine Electorale. A Francfort en la boutique de Jan Norton 1615.*» Eine zweite Auflage des Werkes erschien 1624 zu Paris. Die ETH-Bibliothek besitzt erstere im Faksimile (Amsterdam 1973), letztere in einem etwas lädierten Originaldruck seit 1963. Ich stütze mich im Folgenden der Einfachheit halber auf den Neudruck der Erstausgabe. Das Titelblatt (Abb. 24) zeigt eine «Künstlerwerkstatt» mit Archimedes, Heron Alexandrinus und Emblemen ihrer Tätigkeiten (Waage, Krone – deren spezifisches Gewicht Archimedes bestimmt, Blasebalg, Heronsche Heber, Orgelpfeifen). Statuen Merkurs (der antiken Gottheit des Handels und Gewerbes) und Vulcans (Gott des Feuers und Patron der Schmiedekunst) zieren die Seitenwände. Der

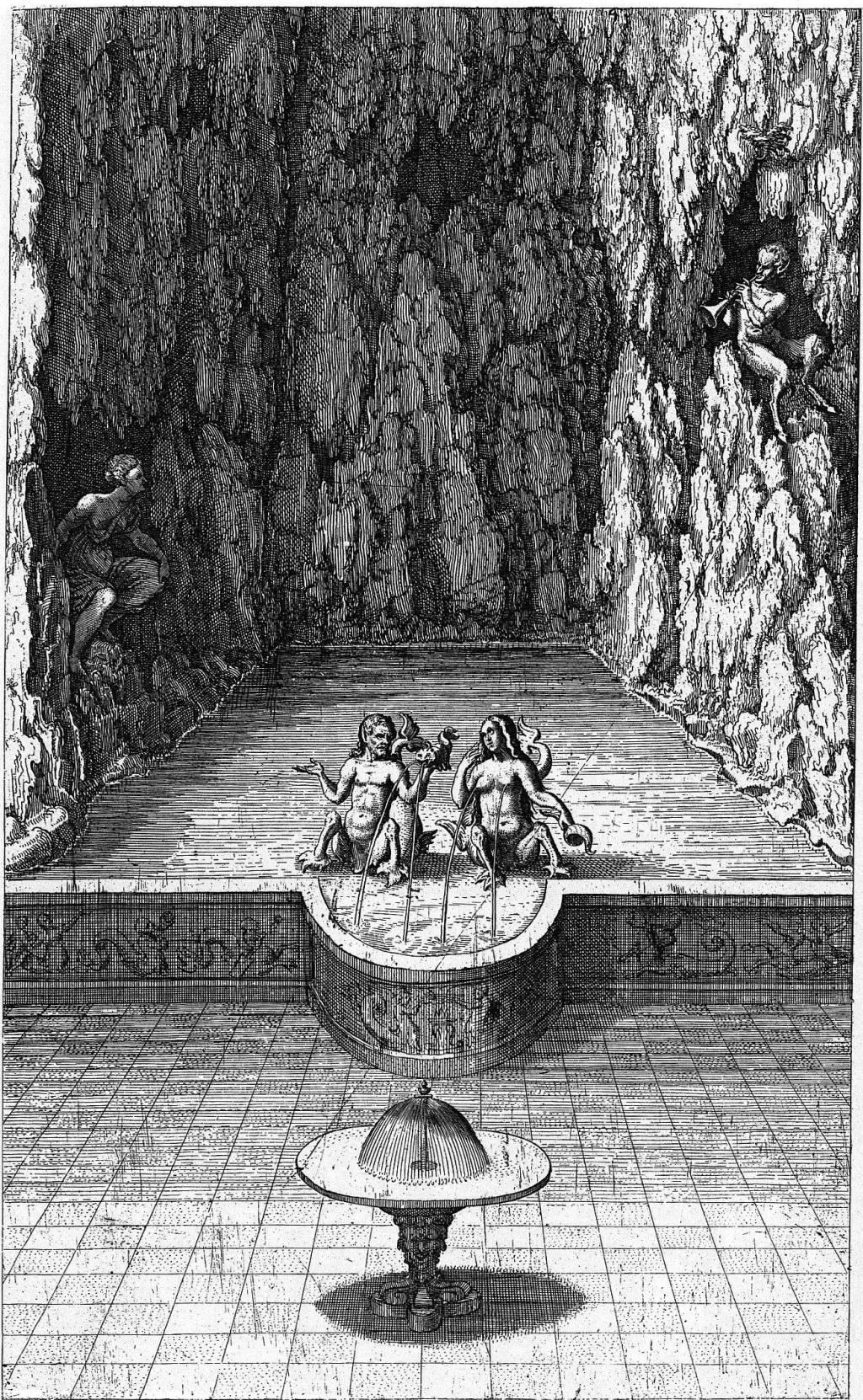
LEGENDEN ZU DEN NACHFOLGENDEN VIER SEITEN

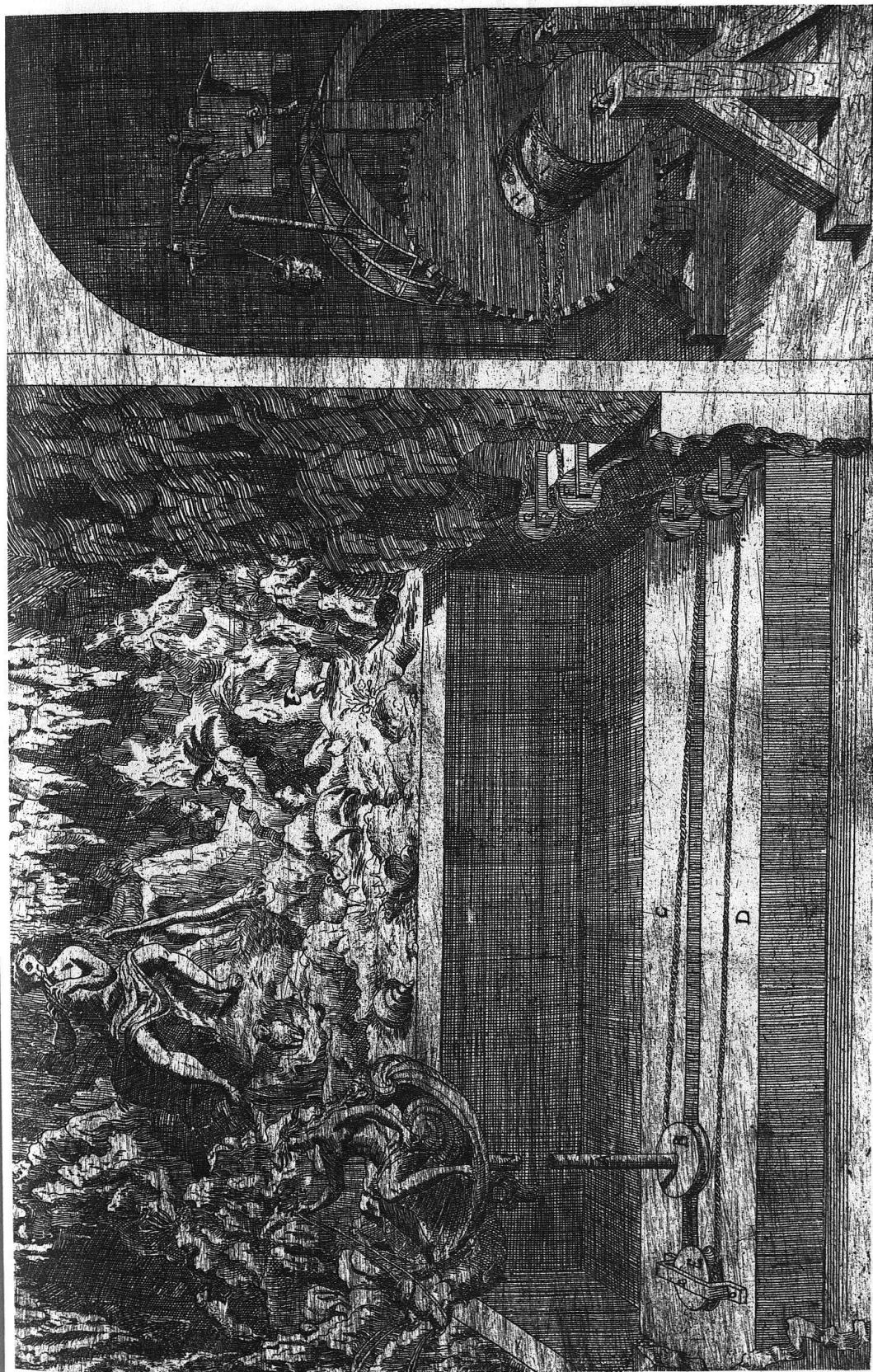
- 23 Ansicht des Heidelberger Schloßgartens von Salomon de Caus.
24 Titelblatt des Mechanik-Werkes von Salomon de Caus.
25 Titelblatt des zweiten Buches im Mechanikwerk von Caus.
26 Wasserspiel mit musizierendem Satyr und Nymphe.



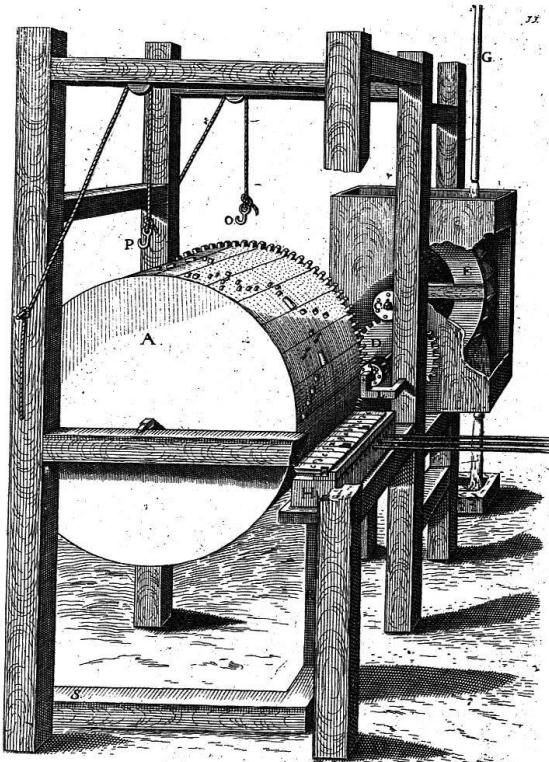








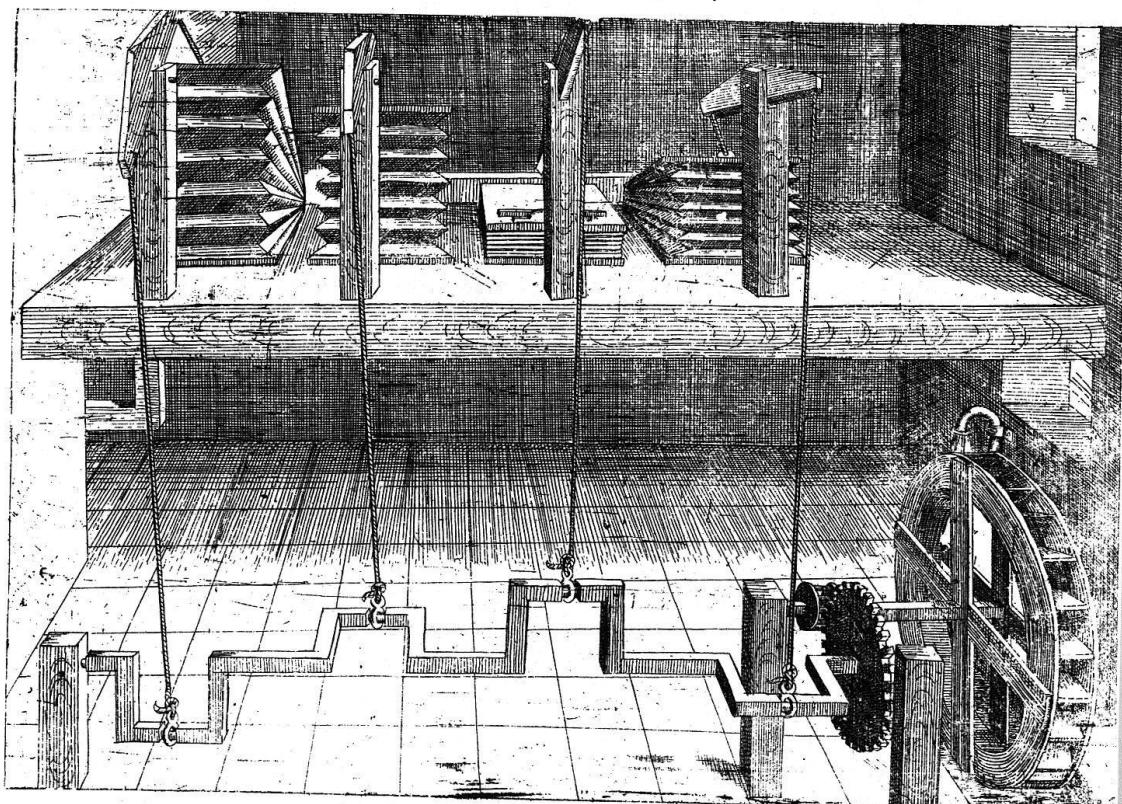
27 *Galatee und flötenspielender Zyklop.*



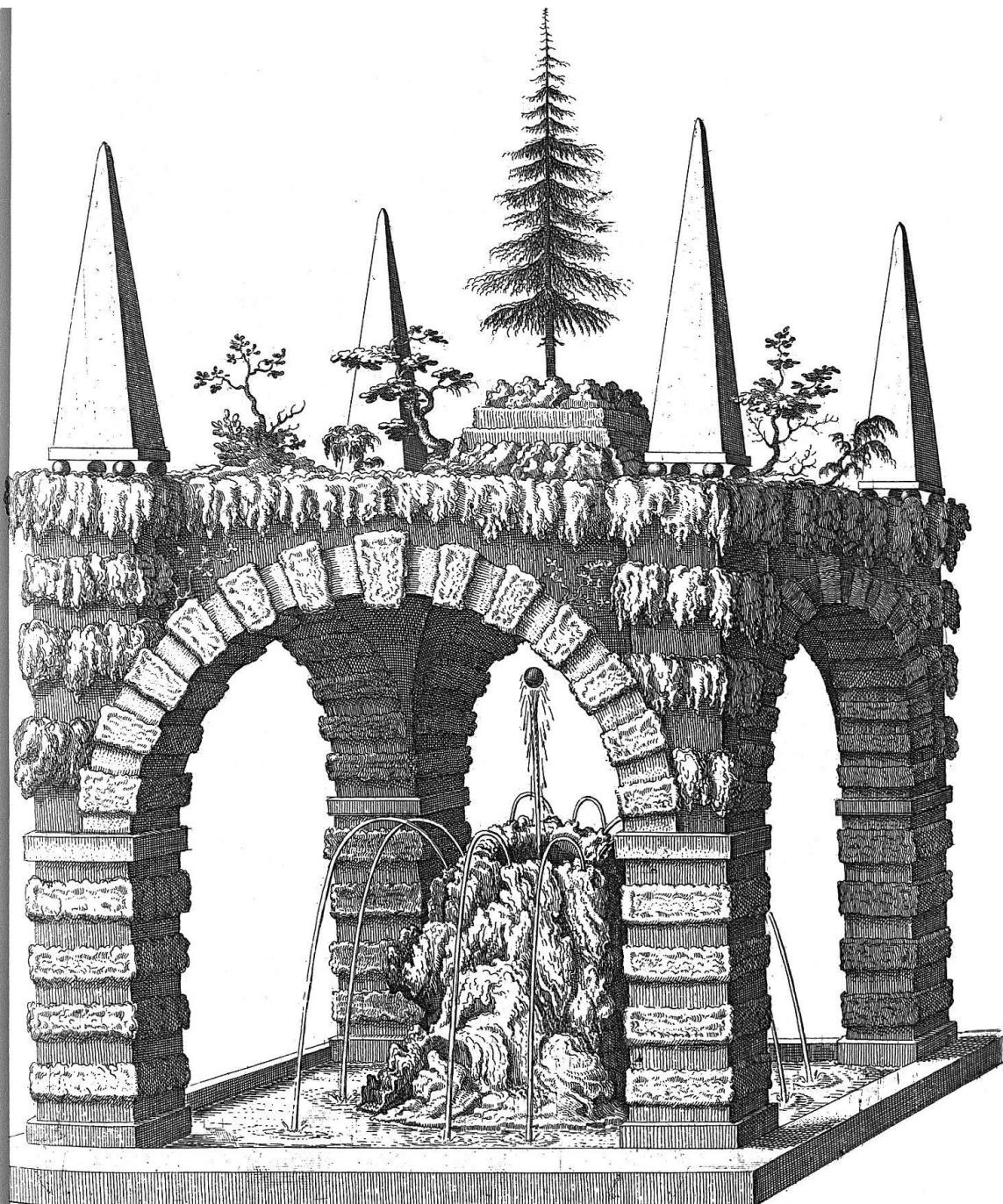
28 Musikwalze für Wasserspiele.

halbgeöffnete «Titel-Laden» zeigt im Fensterausschnitt bewehrten Strand und Schiffe auf dem Meer. Über dem Fenstersturz ist die Devise eingemeißelt «Udeis ageōmetrītos eisitō» (was man salopp mit «Betreten für Geometriebanausen verboten» übersetzen kann^{31a}). Auf dem breiten Gesimse steht ein Planisphaerium, und vier Putten beleben die Gesimsecken: eine mit Luft- oder Wasserdruk den Fensterladen offenhaltend, eine zweite seifenblasend, die nächste Attribute des Gartenbaus weisend, die letzte mittels Linse den Buchtitel beleuchtend.

Das Werk ist dem «Roy Tres-chrestien» gewidmet und enthält denn auch ein entsprechendes Privileg von Louis XIII (im Oktober 1614 ausgestellt). Es ist dreiteilig aufgebaut. Der umfangreichste erste Teil beansprucht zwei Drittel des Ganzen und enthält die Theorie und ihre Anwendungen auf 35 Fallbeispiele, angefangen von einfachen Hebel- und Wasserheberwirkungen über



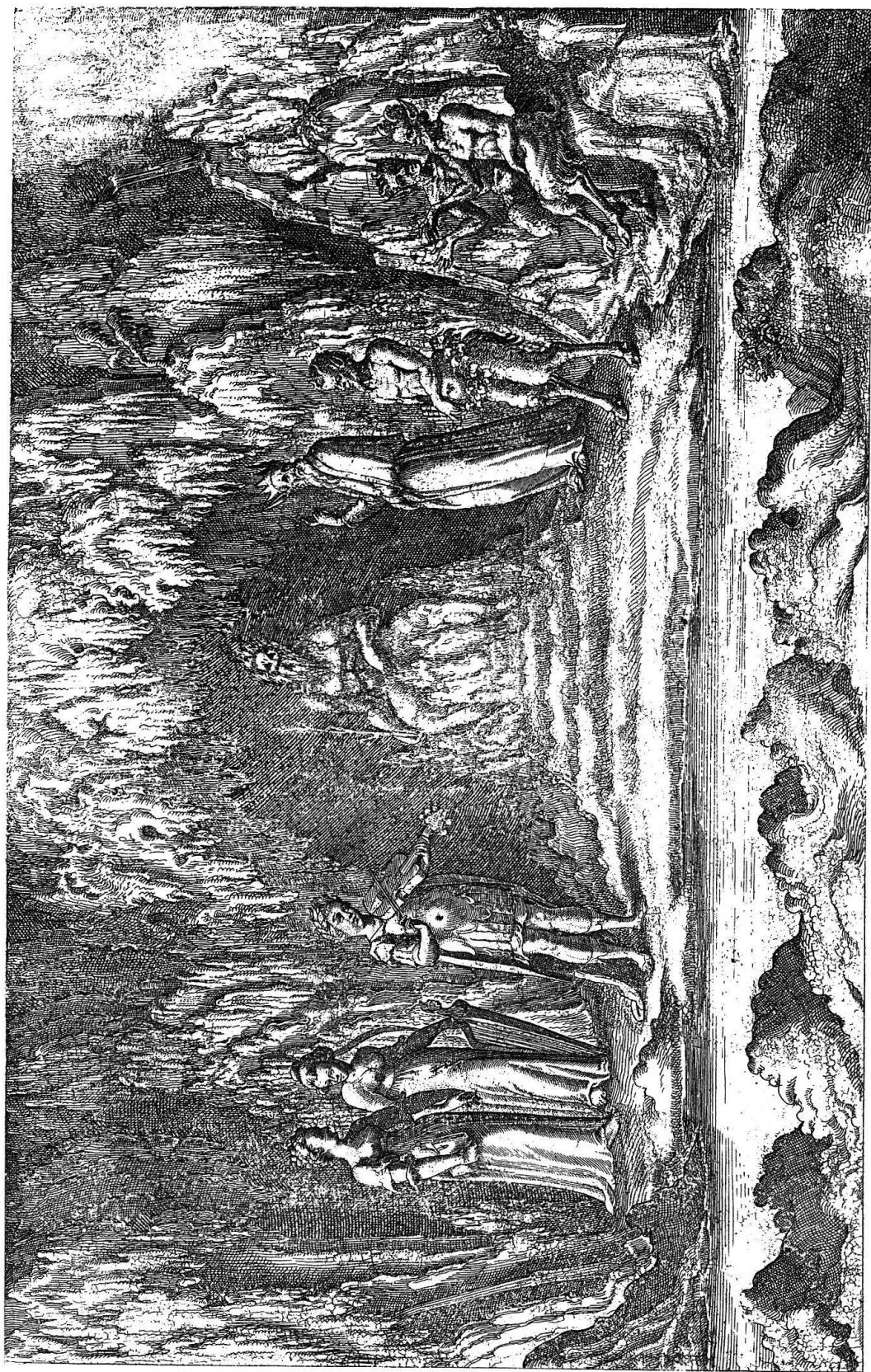
29 Automatische Blasebälge für musikuntermalte Wasserspiele.



30 *Der springende Ball.*

Herons singende Vögel bis zu komplizierten Räder-, Pumpen- und Orgelwerken. Anschließend folgt der letzte, lediglich aus acht Blatt bestehende Schlußteil: Er handelt, in ¹⁷ Problemteile gegliedert, «de la Fabrique des Orgues». Wir nehmen den zwanzig Blatt umfassenden Mittelteil zum Ausgangspunkt unserer Beschreibung (Abb. 25). Er nennt

sich «*Livre second ou sont desseignées plusieurs Grotes et Fontaines propres pour l'ornement des palais, maisons de plaisances et Jardins... A Francfort. En la boutique de Jan Norton Libraire Anglois 1615.*» Gewidmet ist er «A la Tresillustre et vertueuse Princesse Elizabeth, Princesse de la Grande Bretaigne, Electrice Palatine, &c.». Die Widmung nimmt Bezug auf den Prinzen



31 Grotte mit musikalischen Wettstreit von Pan und Apoll.

von Wales «glücklichen Angedenkens» und Caus' Dienstverhältnis zu ihm – besteht dieser Teil doch aus «quelques desseings, que j'ay autrefois faits, estant à son service, aucun pour servir d'Ornement en sa maison de Richemont, et les autres pour satisfaire à sa gentille curiosité, qui desiroit tousiours voir et cognoistre quelque chose de nouveau». So bietet denn das 2. Buch zwanzig Exempel dar, zu deren genauerer Erklärung auf den ersten Hauptteil verwiesen wird. «Probleme I» zeigt das «Desseing d'une grote ou il y aura un Satire, lequel jouera du Flaiolet, et une Nimphe Escho, laquelle respondra aux cadences dudit Satire, et outre l'on pourra mettre quelques autres figures, pour jettter de l'eau» (Abb. 26). Dieses Sujet, so meint Caus, sei geeignet für einen Gartenpavillon oder eine Galerie «ou l'on pourra manger à la frescheur». Satyr und Echo aber liege eine Maschine zugrunde «comme a esté enseigné au vingt-cinquesme Probleme».

Die miteinander verknüpften «Probleme» 24 und 25 zeigen eine «Machine par laquelle l'on representera Galatee qui sera trainee sur l'eau par deux daufins, allant en ligne droite, et se retournant d'elle mesme, cependant qu'un ciclope ioüe dessus un faiolet». Während die Bewegung der Galatea «um ihre eigene Achse» von einem alternierend vor- und rückwärts bewegten Wasserrad gesteuert wurde (Abb. 27), lag dem Zyklopen eine «Machine» zugrunde, «par laquelle l'on representera le son d'un flaiollet avec le cours de l'eau». Herzstück der Maschine war die nach genauen Intervallen eingeteilte und am einen Rand gezähnte Musikwalze A von 4 bis 5 Fuß Durchmesser (Abb. 28). Sie erhielt ihre Bewegung nach zweimaliger Umsetzung (CDB) von einem Wasserrad F. Die auf dem Windkasten H angebrachte Klaviatur reichte bis auf $\frac{1}{2}$ Daumen an die Walze heran, während deren die Töne auslösenden Zäpfchen $\frac{3}{4}$ Daumen Abstand hielten und jene somit niederzudrücken vermochten. Kupfer- oder Bleiröhren stellten die Verbindung zu den Orgelpfeifen her. Die Musikwalze war überigens, nach Entfernung des

Triebrades B, auswechselbar (mittels der Haken P und O). Auch die automatischen Blasebälge wurden nicht vergessen (Abb. 29). Weitere beliebte Wasserkünste waren die (dank Heberwirkung) Wasser trinkende Ente, oder der im Wasserstrahl schwimmende Ball (Abb. 30), Darstellungen von Flußgottheiten oder Riesenbügel (Mont Par-nasse, Mont Tmolus), welche Grotten bargen, so hier eine mit dem Wettstreit Apolls (Lyra) und Pans (Panflöte) vor einem (kleineren) Tmolus als Schiedsrichter (Abb. 31). Ihre Musikwalze war mit einer zweiregistrigen Orgel verbunden und bewirkte ebenfalls zu gegebener Zeit die dazugehörige Bewegung der Figuren (An- und Absetzen der Flöte, Bewegung des Lyra-Bogens).

«Aufgeklärte» Automaten:
Jacques de Vaucanson (1709–1782)

Zur Zeit des Barocks und der Aufklärung bestanden die technologischen Hauptleistungen wohl vor allem in der Theorie (Astronomie, Mathematik und Physik). Der nicht geringe Standard der praktischen Mechanik hinkte ihr öfters hintennach. Sogleich aufgenommene Erfindungen wie Huyghens Pendeluhr standen neben solchen, die weit in die Zukunft wiesen (Papinscher Topf) oder gar um Jahrhunderte zu früh kamen wie Rechenmaschinen von Pascal oder Leibnitz. Auch die exakte Berechnung des Zahnrades blieb offensichtlich praktisch lange folgenlos. Die angewandte Technologie begnügte sich meist mit den seit der Spätantike bekannten und kontinuierlich perfektionierten «Maschinen».

Ähnliches gilt für die Automatenkunst. Verlagert wurde jedoch ihre Zielrichtung. Stand sie zur Zeit der Renaissance und des Barocks hauptsächlich im Dienste fürstlichen und bürgerlichen Luxus (zum Beispiel mit den Zimmeruhren) oder von «Gesamtkunstwerken» (Monumentaluhren, Park- und Schloßanlagen), so belebte das Zeitalter der Aufklärung sie mit anderem Sinn und Geist.



32 Kempelen's automatischer Schachtürke.

Inzwischen hatte die Neue Wissenschaft das Walten umfassender Naturgesetze nicht nur in der Astronomie, Physik und Chemie, sondern auch in der Biologie entdeckt. Die Welt im Großen wie im Kleinen schien damit berechen- und nachahmbar geworden. Die daraus entspringende mechanistische Deutung machte auch vor dem Menschen nicht halt. Ihre populäre Formulierung fand sie, hundert Jahre nach ihrem Begründer, Descartes, im «L'Homme machine» (1748) des französischen Arztes und Philosophen Julien Offroy de La Mettrie (1709–1751). Entsprechende Nutzanwendung zog nicht zuletzt die Automatenkunst, wie sie uns etwa in den Werken der Uhrmacherdynastie Jaquet-Droz vertraut ist. Daß die Tendenz des Zeitalters selbst die mechanische Hervorbringung geistiger Fähigkeiten einschloß, bezeugt zum

Beispiel der Erfolg des schachspielenden «Türken», mit dem der österreichische Baron von Kempelen halb Europa verblüffte (Abb. 32) – bis eine kritischer gestimmte Epoche ihn als dreiste Täuschung entlarvte. Wichtiger und zukunftsweisend waren Kempelens Bemühungen, den «Mechanismus der menschlichen Sprache» zu ergründen und nachzubilden³². Wo die Umstände günstig waren, zogen nun auch die Maschinenkonstruktion und die Manufakturen Nutzen aus der Anwendung «automatischer» Techniken auf die Arbeitswelt – Generationen bevor die Bedürfnisse der britischen Kohlen-, Eisen- und Textilindustrie die Industrielle Revolution in Gang brachten.

Wie «das Wunderbare» und «das Nützliche» ineinandergriffen (um hier den Technikhistoriker Sigfried Giedion zu zitieren³³),

belegen Leben und Werk des Franzosen Jacques de Vaucanson (1709–1782) aufs trefflichste. Wesentliche Entfaltung erfuhr sein mechanisches Genie (wenn man der Eloge in der «*Histoire de l'Academie Royale des Sciences*» glauben darf, welcher Gesellschaft Vaucanson seit 1746 angehörte³⁴) dank der «Langeweile» infolge einer streng religiösen Erziehung: An den Sonntagen mußte er die Mutter begleiten, die mit Freundinnen in einem Kloster ihren «exercices de dévotion» oblag. «Pendant ces pieuses conversations le jeune Vaucanson s'amusoit à examiner, à travers les fentes d'une cloison, une horloge placée dans la chambre voisine; il en étudloit le mouvement, s'occupoit à en deviner la structure et à découvrir le jeu des pièces dont il ne voyoit qu'une partie.» Nachdem er dem lange gesuchten Hemmungsmechanismus auf die Spur gekommen war, baute er die Uhr in Holz nach. «Le plaisir d'arranger une petite chapelle étoit au nombre de ceux que sa mère lui permettoit, bientôt il orna cette chapelle de petites Anges qui agitoient leurs ailes, et de Prêtres-automates qui imitoient quelques fonctions ecclésiastiques.»

Ein Aufenthalt in Lyon gab ihm Anschauungsunterricht in praktischer Mechanik der dortigen Industrien. Der aus Schüchternheit für sich behaltene Entwurf einer «machine hydraulique pour donner de l'eau à la Ville» entstand hier. Zu Paris vor der Statue eines Flötenspielers im Tuilerienpark packte ihn die Idee «de faire exécuter des airs par une statue semblable, qui imiteroit toutes les opérations d'un joueur de flûte. Dominé par cette idée, il s'aperçut de tout ce qui lui manquoit de connaissances en Physique, en Anatomie, en Musique, en Mécanique, et il emploia plusieurs années à étudier ces Sciences.» Dann krankheitshalber für längere Zeit ans Bett gefesselt, bot ihm der automatische Flötenspieler willkommenen Zeitvertreib: «Il en imagina les différens mécanismes avec tant de précision, il détermina avec tant d'exactitude la forme et les dimensions de chaque pièce, qu'en se relevant de son lit, il n'eut qu'à en donner le dessin à divers ouvriers

chargés séparément d'exécuter les différentes parties de l'automate.»

1738 präsentierte Vaucanson seinen Flötenspieler der Akademie und beschrieb ihn eingehend (aber ohne technische Zeichnungen!) in seinem Traktat «*Le Mécanisme du Flutleur automate, présenté à Messieurs de l'Académie Royale des Sciences. Par M. Vaucanson, Auteur de cette Machine. Avec La description d'un Canard Artificiel... Et aussi Celle d'une autre figure, également merveilleuse, jouant du Tambourin et de la Flute... A Paris, Chez Jacques Guerin:... Et se vend Dans la Salle de dites figures Automates. M.DCC.XXXVIII. Avec Permission du Roi.*» Wir besitzen das Werklein seit 1880 (TH 4587) (Abb. 33). Es stammt mit ziemlicher Sicherheit (wie schon das Exlibris nahelegt) aus der Bibliothek des Berner Advokaten Christoph Steiger (1694–1765); es soll sich dabei, so der französische Automaten-Experte Bernard Pin³⁵, um die dritte Edition der Broschüre handeln.

Vaucanson hatte seinen Flötenspieler mit einer Querflöte ausgestattet. Da bei diesem Instrument dem Mundstück für die Regulierung des tonauslösenden Luftstroms entscheidende Bedeutung zukommt, beschreibt der Autor in einem ersten Teil dessen Handhabung: «de ménager le vent par le plus ou le moins d'ouverture des lèvres, et par leur position différente sur le trou de la Flute, et de pouvoir tourner la Flute en dedans et en dehors». Der zweite Teil handelt vom Aufbau und dem Funktionieren des Automaten. Die Figur von etwa 1,75 Meter Höhe sitzt auf einem Felsstück und ist auf einem Sockel von 1,35×0,45 Meter aufgestellt. Dieser enthält die Maschinenteile, welche mittels Radübersetzungen, Hebeln, Schnüren, Ketten und Drähten teils die Finger-, Mund- und Zungenbewegungen des Automaten bewirken, teils die ebenfalls hier befindlichen Blasebälge in Bewegung setzen, entsprechend einem programmierten Musikstück. Steueroorgan ist eine Art Musikwalze, welche aber hier mittels Hebelimpulsen nur Bewegungen des Flötenspielers und Luftzufluß steuert, während die Töne in der Flöte selber erzeugt



33 Frontispiz und Titelblatt aus Vaucansons Automaten-Broschüre.

werden. Röhren führen die Luft «dans la poitrine de la Figure», von wo sie durch deren Kehle zum Mund und in die Flöte gelangt «par deux especes de petites lèvres qui posent sur le trou de la Flute». Die Luftmenge wird reguliert durch eine «petite languette mobile, qui par son jeu peut ouvrir et fermer au vent le passage que lui laissent les lèvres de la Figure».

Vaucanson zeigt dann im Detail, was geschieht, wenn ein einzelner Ton erzeugt wird, etwa der tiefste, das untere Re: «Je commence d'abord à disposer l'embouchure; pour cet effet, je place sur le cilindre une lame dessous le lévier, qui répond aux parties de la bouche, servant à augmenter l'ouverture que font les lèvres. Secondelement, je place une lame sous le lévier, qui sert à faire reculer ces mêmes lèvres. Troisièmement, je place une

LE MÉCANISME DU FLUTEUR AUTOMATE,

Presenté à Messieurs de l'Académie Royale
des Sciences.

Par M. VAUCANSON, Auteur de cette Machine.

Avec

La description d'un Canard Artificiel, mangeant, buvant, digérant & se vuidant, éplichant ses ailes & ses plumes, imitant en diverses manières un Canard vivant.
Inventé par le même.

Et aussi

Celle d'une autre figure, également merveilleuse, jouant du Tambourin & de la Flute, suivant la relation, qu'il en a donné depuis son Mémoire écrit.



A PARIS,

Chez JACQUES GUERIN, Imprimeur-Libraire, Quai
des Augustins.

ET SE VEND

Dans la Sale de dites figures Automates.

M DCC. XXXVIII.

AVEC PERMISSION DU ROI.

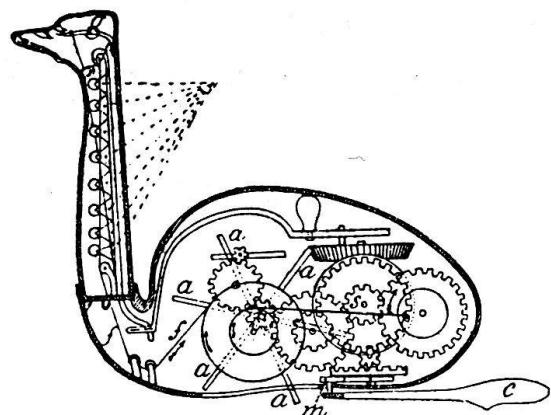
lame sous le lévier, qui ouvre la soupape du réservoir du vent qui vient des petits soufflets, qui ne sont point chargez. Je place en dernier lieu une lame sous le lévier, qui fait mouvoir la languette pour donner le coup de langue; de façon que ces lames venant à toucher dans le même tems les quatre léviers, qui servent à produire les susdites opérations, la Flute sonnera le ré d'en bas.» Für Töne der zwei höheren Oktaven wurden die Lippen automatisch entsprechend verändert und der Luftstrom verstärkt.

Vaucansons Flötenspieler muß ein Groß-erfolg gewesen sein; die Encyclopédie bemerkt, daß ihn «tout Paris a été voir en foule»³⁶. Nicht weniger Bewunderung erregten zwei weitere, im Annex der gleichen Broschüre beschriebene Automaten (vgl. Abb. 33). So der Trommler «habillé en Berger

danseur» und fähig, auf seiner Hirtenflöte und der Trommel «une vingtaine d'airs, menuets, rigaudons ou contredances» zu spielen. Vor allem aber die künstliche Ente, die sich nicht nur bewegen, im Wasser plantschen und schnattern konnte; an ihr, so hob Vaucanson hervor, «je représente le Mécanisme des viscères destinez aux Fonctions du boire, du manger, et de la digestion». Dementsprechend reckte die Ente den Hals, um Körner aus der Hand zu picken, «il l'avale, les digere et le rend par les voyes ordinaires tout digéré». Zu diesem Zwecke soll Vaucanson im Magen ein kleines chemisches «Labor» installiert haben, um die Körner zu zersetzen und die Bestandteile «faire sortir à volonté, par des circonvolutions de tuyaux». Auch die Flügel hatte Vaucanson anatomisch getreu imitiert. Zum «chemischen Labor» wurde allerdings lexikalisch bemerkt: «Le phénomène de la digestion demeura longtemps mystérieux. Robert Houdin, qui fut chargé, vers 1844, de réparer cet automate, raconte, dans ses Confidences, que l'eau et la graine aspirées tombaient dans une boîte placée sous le canard; quant au prétendu produit de la digestion qu'on recevait soigneusement sur un plateau d'argent, c'était une bouillie de pain colorée, chassée au dehors par une pompe³⁷» (Abb. 34).

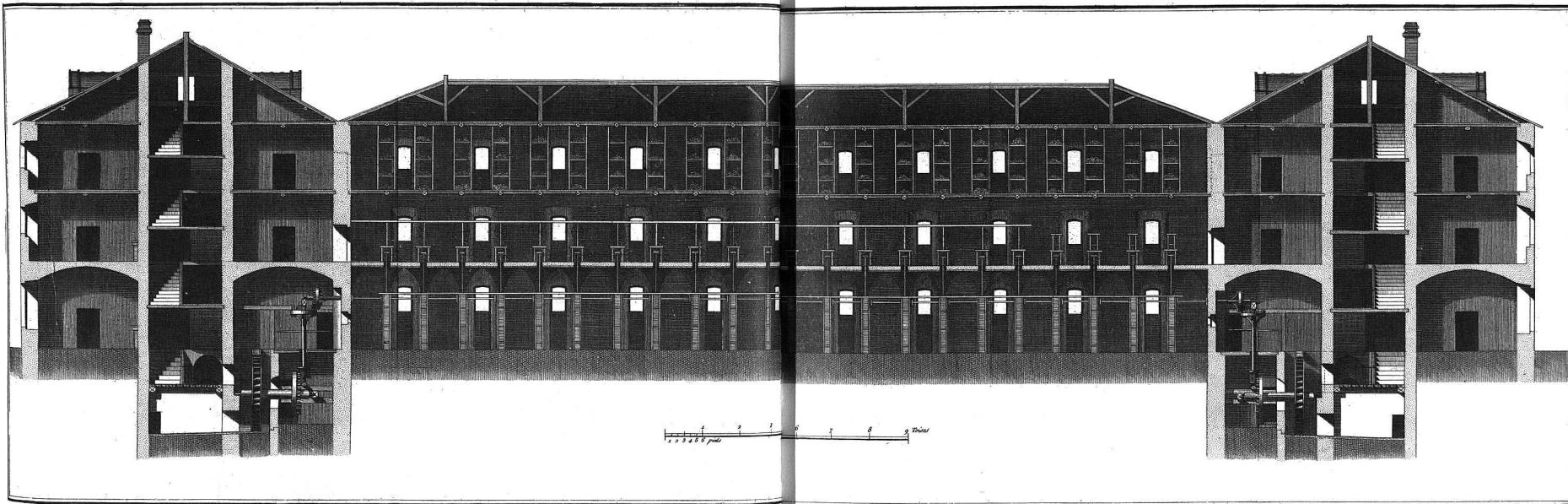
1741 übertrug der regierende Minister König Ludwigs XV., Kardinal André-Hercule de Fleury, Vaucanson die Aufsicht über die französischen Seidenmanufakturen. «Damit wendet sich», stellt Giedion fest (a. a. O.) «sein Genie der Mechanisierung der Produktion zu. Er macht auf dem Gebiet des Spinnens und Webens die verschiedensten Verbesserungen und erweist sich als vor- ausschauender Organisator. Um 1740 konstruiert er einen mechanischen Webstuhl für gemusterten Seidenstoff. Das automatische Heben und Senken der Litzen besorgte eine durchlochte Trommel nach dem gleichen Prinzip, nach dem auch die Luftzufuhr und Tonfolge bei Vaucansons Flötenspieler geregelt wurde.» Damit stellte er sich nach Giedion «in die lange Reihe der Erfinder, die seit

dem 17. Jahrhundert versuchten, das Problem der automatischen Herstellung von Stoffen zu lösen. Vaucansons Webstuhl zeigte keine unmittelbaren Folgen. 1804 setzte der Lyoner Erfinder Jacquard die Trümmer von Vaucansons Webstuhl im Pariser Conservatoire des Arts et Métiers wieder zusammen und erfand dabei seinen Webstuhl, den nach ihm benannten Jacquardstuhl, der bis heute maßgebend geblieben ist und auch das ungewöhnlichste Muster mechanisch reproduzieren konnte» (siehe unten S. 144).



34 Vaucansons automatische Ente im Querschnitt, nach Larousse.

Für historisch «am interessantesten» hält Giedion Vaucansons «betriebswirtschaftliche» Tätigkeit, die in der Einrichtung einer kompletten Seidenspinnerei in Aubenas bei Lyon gipfelte. Seines Erachtens «ist dies bei weitem die früheste industrielle Anlage im modernen Sinn, nahezu drei Jahrzehnte ehe Richard Arkwright die ersten erfolgreichen Spinnereien in England einrichtete». Vaucanson selber hat diese «dreigeschoßige und in jeder Einzelheit wohl durchdachte» frühe Fabrik selber eingehends beschrieben in den «Mémoires de l'Academie Royales des Sciences³⁸» (Abb. 35). «Was für ein Gegensatz», ruft Giedion dazu aus, «zu den klobigen Konstruktionen mit vier oder acht Spindeln, die die Engländer für ihre ersten Baumwollspinnereien verwendeten! – Und doch blieben diese Bemühungen folgenlos. Frank-



35 Vaucanson's Seidenspinnerei zu Aubenas: zwei Wasserräder treiben 24 Seidenmühlen.

reich war im 18. Jahrhundert fast auf jedem Gebiet ein Experimentierfeld. Ideen kamen auf, die erst im 19. Jahrhundert Gestalt gewannen, denn im katholischen Frankreich des Ancien Régime konnten sie keine Wurzeln schlagen³⁹.»

Daß Vaucanson eher ein Vorläufer der Industriellen Revolution «wider Willen» und mehr noch vom «Homme machine» der Aufklärung als vom künftigen Homo faber fasziniert war, kann man vielleicht aus seinem «Hobby» schließen, dem er zeitweise «au milieu de tous ses travaux» frönte: Er arbeitete an der Konstruktion eines Automaten, «dans l'intérieur duquel devoit s'opérer tout le mécanisme de la circulation du sang». Für das Gefäßsystem war eine Konstruktion mit «gomme élastique» vorgesehen. Ein versierter Anatom hätte im Gummiland selber, in Guyana, die Ausführung leiten sollen – an welchen Umständen das Werk schließlich scheiterte: «Les lenteurs qu'éprouval l'exécution de ses ordres dégoûtèrent M. de Vaucanson...»

«Der Ernst des Lebens»

Mit dem 19. Jahrhundert begann auch für die Automaten sozusagen der Ernst des Lebens. Ihre Leistungen und Tricks wurden zunehmend in die Arbeitswelt integriert, so sehr, daß zuguterletzt in unserem 20. Jahrhundert fast nur mehr Kinderspielzeuge und Scherzartikel an die einstige Herrlichkeit erinnern.

Daß naturwissenschaftliche Erkenntnisse und technische Raffinessen für die Arbeitswelt und Militärtechnologie Verwendung fanden, war an sich sowohl in Antike und Mittelalter als auch in der Neuzeit gang und gäbe. Umfassend setzte der Prozeß jedoch erst mit der industriellen Revolution der letzten zwei Jahrhunderte ein. Der Schritt von Vaucanson zu Jacquard ist für diesen Wandel ein bezeichnendes Beispiel. Die mit Recht nach ihm benannte Erfindung: Jacquards Webereimaschine, gewinnt um so mehr Bedeutung, als deren Lochkartensteuerung einen der vielfältigen Entwicklungsstränge

verkörpert, welche direkt in unser Computerzeitalter hineinführten. Dabei ist es wohl mehr als Zufall, daß dieser Beitrag gerade der Textilindustrie entstammt: einem Wirtschaftszweig, dessen früh massierte Träger seit dem Spätmittelalter immer wieder die Gesellschaft in soziale und religiöse Bewegung setzten.

Auch Jacquards Werdegang entbehrt nicht der romantischen Züge. Wir stützen uns dabei auf folgendes Buch, das in der ETH-Bibliothek den kleidsamen Bibliothekseinband seiner Zeit trägt⁴⁰: «*Geschichte der Jacquard-Maschine und der sich ihr anschließenden Abänderungen und Verbesserungen nebst der Biographie Jacquard's von Professor Friedrich Kohl in Chemnitz. Eine von dem Verein zur Beförderung des Gewerbeleßes in Preußen gekrönte Preisschrift. Mit dem Bildnisse Jacquard's, 16 lithographirten Tafeln und 18 Abbildungen in Holzschnitt. Berlin, Nicolaische Verlags-Buchhandlung (Stricker) 1873*» (TH 4342 Rar) (Abb. 36). Geboren 1752, entstammte Jacquard einer Seidenweberfamilie in Lyon und lernte «die höchst anstrengenden Arbeiten» dieser Branche wie auch die mißliche Lage «der dabei als Latzenzieher verwendeten Kinder» aus nächster Nähe kennen. Er erlernte, wohl bewußt, einen anderen Beruf, nämlich Buchbinder und Buchdrucker; doch ließ ihn offenbar der Gedanke nie los, «durch Vereinfachung der schwerfälligen und zusammengesetzten Weberevorrichtungen die so anstrengende Arbeit der Weber zu erleichtern». Früh verheiratet und ziemlich mittellos, trat er, zusammen mit seinem Sohn, in die Revolutionsarmee ein. Nachdem dieser, 16jährig, gefallen war, nahm er 1795 seinen Abschied, um sich nunmehr, unter glücklicheren Auspizien, mit Verbesserungen und Erfindungen der Webetechnik zu beschäftigen. Die Lösung einer Preisaufgabe für «die Erfindung einer Maschine zur Herstellung von Fischnetzen» trug ihm «eine Anstellung im Konservatorium der Künste und Gewerbe» zu Paris ein. «Hier sah er auch die Überbleibsel einer für die Musterweberei bestimmten Maschine von Vaucanson», die dieser 1745 konstruiert



GESCHICHTE
DER
JACQUARD-MASCHINE
UND DER SICH IHR ANSCHLIESSENDEN
ABÄNDERUNGEN UND VERBESSERUNGEN
NERST DER
BIOGRAPHIE JACQUARD'S
VON
PROFESSOR FRIEDRICH KOHL
IN CHEMNITZ
EINE VON DEM VEREIN ZUR BEFÖRDERUNG DES GEWERBFLEISSES IN PREUSSEN
GEKRÖNTE PREISSCHRIFT.

MIT DEM BILDNISSE JACQUARD'S,
16 LITOGRAFIERTEN TAFELN UND 18 ABBILDUNGEN IN HOLZSCHNITT.

C. M. JACQUARD

geb. zu Lyon den 7. Juli 1752,
gest. den 7. August. 1834.

BERLIN.
NICOLAISCHE VERLAGE-BUCHHANDLUNG
(STICKER.)
1973.

36 *Frontispiz und Titelblatt einer frühen Monographie zu Jacquards Leben und Werk.*

hatte, rekonstruierte den Webstuhl und nutzte deren «überaus glückliche Kombination sehr zweckmäßiger Bestandteile» für sein eigenes Meisterstück, den Jacquard-Stuhl (um 1805). Durch ein kaiserliches Dekret vom Oktober 1806 erhielt er eine lebenslängliche Rente, trat dafür aber «alle seine Erfindungen und Maschinen an die Stadt Lyon ab und verpflichtete sich, derselben seine ganze Tätigkeit zu widmen». Es folgten Jahre heftiger Anfeindung, die Jacquard indessen erfolgreich durchstand, sodaß er 1810 das Kreuz der Ehrenlegion erhielt. «Im Hinblick darauf, daß die Fabrikanten seine Maschinen mit großem Vorteil und Gewinn benutzen, sagte einst Jacquard: «Sie sind reich geworden und ich bin in meinem mittelmäßigen Glück verblieben, aber ich beklage mich nicht darüber, es genügt mir daran, meinen Mitbürgern nützlich geworden zu sein.» Der Erfinder starb 1834 – «zu welcher Zeit sich die Jacquard-Maschine in und um Lyon

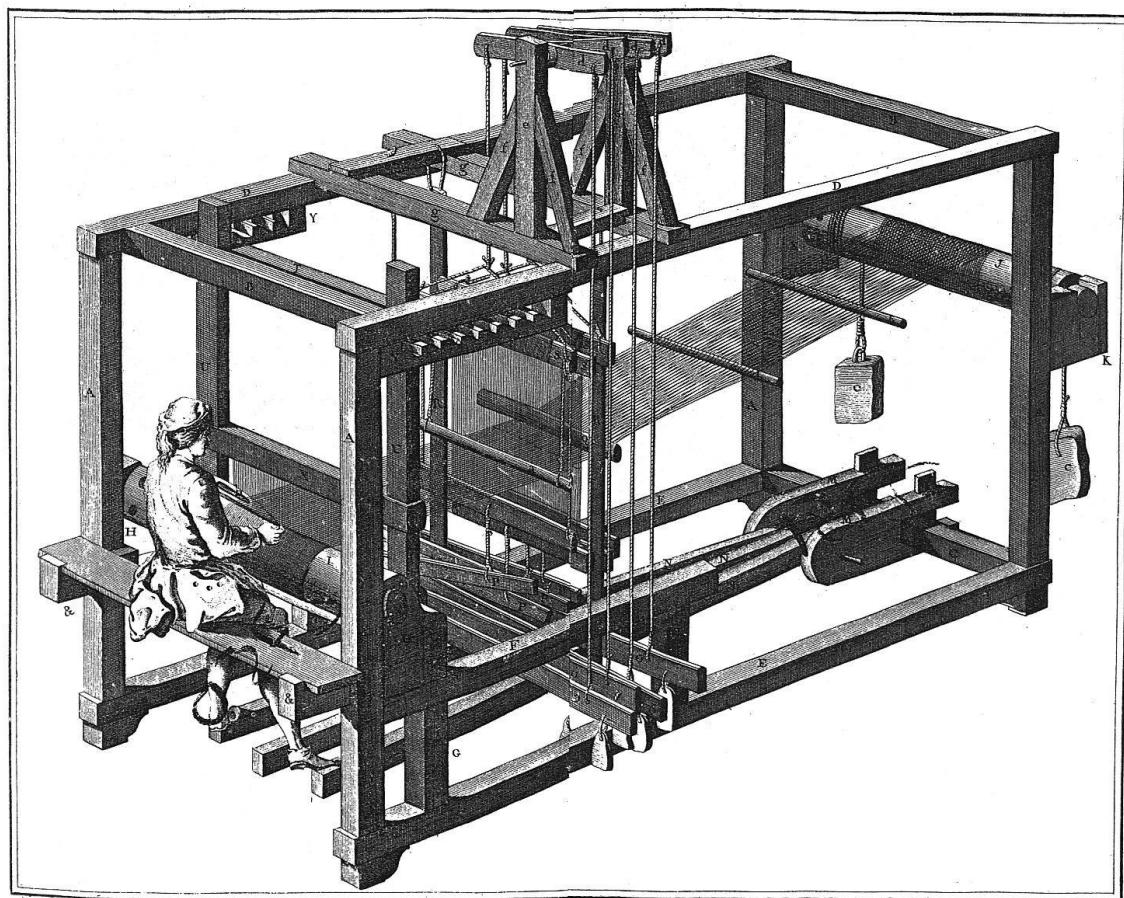
auf mehr als 30 000 Webstühle angewendet fand⁴¹». 1840 errichtete ihm die Stadt, nach mehreren Anläufen, ein öffentliches Denkmal.

Nun war die Weberei im allgemeinen und der Webstuhl im besonderen schon zu Vaucansons Zeiten eine verhältnismäßig hochtechnisierte und recht spezialisierte Manufaktur. Generationen von geschickten Handwerkern hatten sie seit dem Mittelalter laufend vervollkommen und zur Blüte gebracht (Abb. 37). 1769 hatte Sir Richard Arkwright (1732–1792) die mechanische Baumwoll-Spinnmaschine und 1787 Edmund Cartwright (1743–1823) den mechanischen Webstuhl erfunden; beide Engländer verstanden es, ihre Errungenschaften erfolgreich in die Praxis umzusetzen.

Nach wie vor entweder stark beschränkt oder aber mit großem Aufwand verbunden blieb die Musterweberei. Hier erfolgte mit Jacquard 1805 der Durchbruch zur fort-

geschrittenen Automatisierung. Raffinierte Verwendung einer beliebigen Anzahl gebündelter Lochkarten prägte nicht nur diese komplizierte Webart bis in unser Elektronikzeitalter. Sie wirkte noch Generationen nach Jacquard als wesentliches Stimulans für die mit dem aus Österreich stammenden Amerikaner Herman Hollerith (1860–1929) einsetzende moderne Datenverarbeitung (1890: USA-Volkszählung!). Es ist übrigens bezeichnend für den Siegeszug dieser Technologie, daß Hollerith seine Firma, die Tabulating Machine Company, an die C-T-R (Computing-Tabulating-Recording Company) verkaufte: eine heute nicht unbekannte Firma, nämlich IBM (für International Business Machine Corporation)⁴²! Jacquards Idee war allerdings nicht neu: «Denn schon

im Jahre 1728 hatte Falcon, einen gleichen Zweck verfolgend, einen Musterwebstuhl hergestellt, welcher Platinen [= hölzerne Hakenstifte] mit Nadeln und ein Prisma mit Karten enthielt. Diese Teile waren allerdings noch nicht zu einem selbstdämmigen Ganzen vereinigt, da das Prisma von einem zweiten Arbeiter oder einem Kinde gedreht und hin- und herbewegt werden mußte»; auch konnten damit nur kleine Muster hergestellt werden. Das «weit einfacheren und vollkommenen» Konstruktionsprinzip der Jacquard-Maschine ist folgendes: «Die zur Musterbildung zu hebenden und durch die Harnischlitzen gehenden Kettenteile sind durch die Harnischschnüre oder Aufheber an Kordeln vereinigt, welche an Platinen hängen und durch diese aufgezogen werden. Die letz-



37 Webstuhl (aus der *Encyclopédie*).

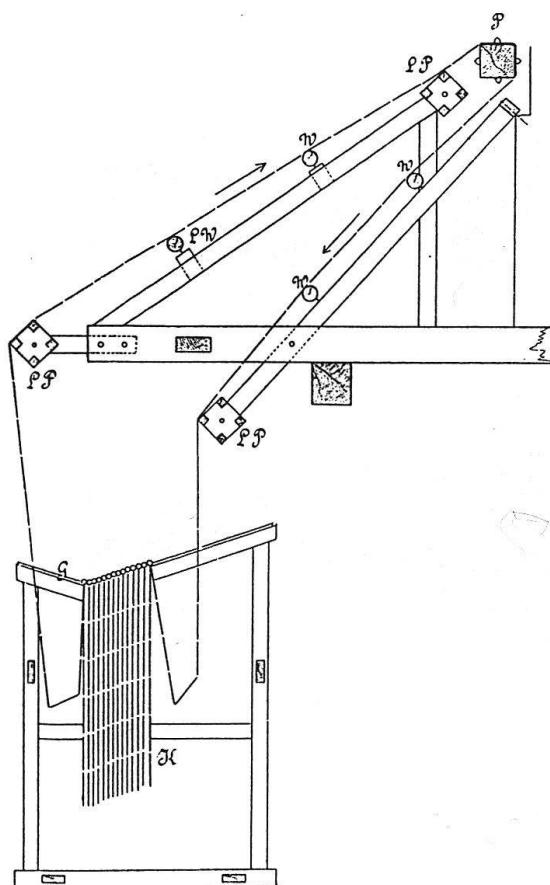
teren bleiben dem Muster entsprechend entweder in senkrechter Stellung oder werden durch Nadeln zurückgedrängt, je nachdem diese mit ihren Enden in die Öffnungen einer Karte eintreten können oder nicht. Im ersten Falle bleiben die oberen Platinenhaken auf Messern, durch welche der Aufhub der Platinenkorden mit Aufhebern und Kettenteilen verrichtet wird. Das von Jacquard für die Vaucanson'sche Mustertrommel substituierte Kartenprisma wird durch Wendehaken gedreht, um nach und nach jede noch so große Zahl neuer Karten vorzulegen⁴³.»

Abb. 38 veranschaulicht den Kartenlauf «für einen normalen Stand der Jacquardmaschine»: die durch Schnüre miteinander verbundenen Lochkarten hangen an einer gebo-

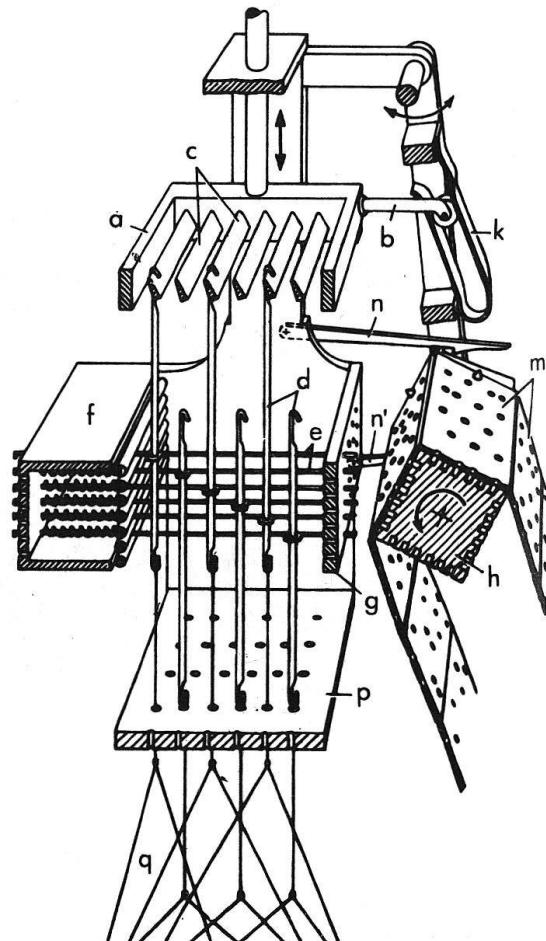
genen Eisenschiene und werden über Leitwalzen zum Kartenprisma hinaufgeführt⁴⁴. Abb. 39 zeigt, wie das die Lochungen des Kartenprismas abtastende horizontale Nadelpaket mit den vertikalen Platinen zusammenwirkt und die Impulse nach unten an die Kettenfäden weitergibt⁴⁵.

Vom 20. ins 21. Jahrhundert

Eine vielbestaunte Neuauflage des Heronschen Weihwasserautomaten bildeten gegen Ende des 19. Jahrhunderts die «Slot Machines», die «Automatischen Verkaufsapparate», an die wir uns inzwischen längst gewöhnt haben. Sie hatten, wie noch heute, teils praktischen, teils Spielcharakter (Glücksspiel-



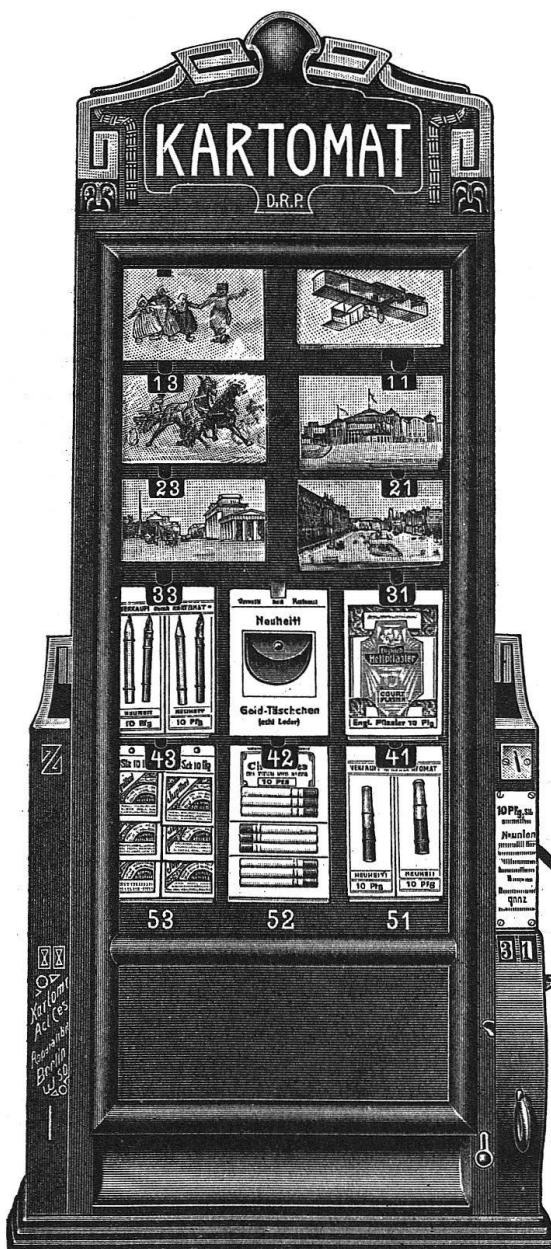
38 Laufschema der Lochkarten an der Jacquardmaschine.



39 Ineinandergreifen von Kartenprisma und Platinen bei der Jacquardmaschine (nach Brockhaus).

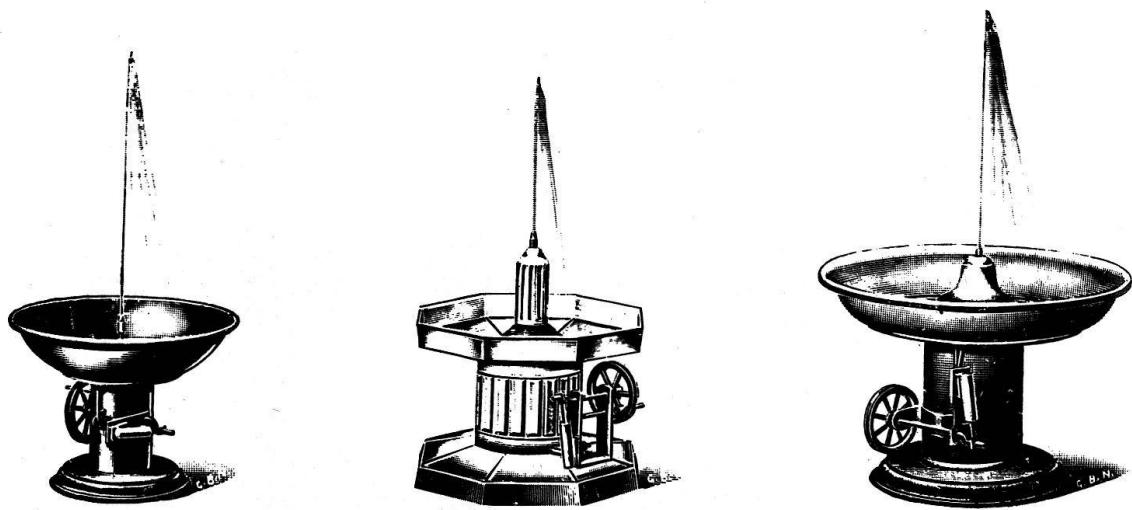
automaten!)⁴⁶. Zahlreiche Erfindungen und Maschinen wurden seit 1890 in England, Frankreich, Deutschland, den USA usw. patentiert. Da die technikgeschichtliche Monographie hier (wie in vielen Bereichen) aussteht, liegen die Prioritäten und entscheidenden Abfolgen noch nicht mit der wünschbaren Klarheit offen; zumeist wird der Engländer Paul Everitt als ihr frühester Pionier genannt. «Meyers Großes Konversations-Lexikon» beschrieb 1910 den (erstaunlichen!) Standard wie folgt: «Automatische Verkaufsapparate haben in den letzten Jahren sehr ausgedehnte Verwendung gefunden. Der Automat verkauft die verschiedensten Gegenstände, Schokolade, Zigarren, Streichhölzer, Parfüm, Bleistifte, Federhalter, frische Blumen, Trinkbecher, Reiseutensilien, Fahrpläne, Postwertzeichen, Fahrkarten, Unfallversicherungspolicen, in Restaurationsen Speisen und Getränke, heißes Wasser &c., Leuchtgas, Elektrizität, eröffnet die Möglichkeit, den Fernsprecher, ein Fernrohr, Mutoskop, eine Wage, einen Klappstuhl, ein Klosch, ein Schaukelpferd, eine Wippe zu benutzen, er putzt Stiefel, stellt ein Namenschild her, betätigt ein Klavier, Orchestrion, Grammophon, einen Phonographen in der verschiedensten Aufmachung (Damenkapelle mit lebensgroßen Figuren) &c. Viele dieser Verwendungsarten sind Spielereien, andre besitzen große praktische Bedeutung⁴⁷.» Viele Restauratoren nutzten den Gag und machten mit ihren Selbstbedienungs-Gaststätten Furore – auch in Zürich! Um die gleiche Zeit wurde der «Schaukastenautomat Kartomat» als Neuheit vorgestellt; er ermöglichte es, «den Schaukasten, der sonst lediglich für Auslagen dient, zum Selbstverkäufer zu gestalten», und vermachte je nach Größe «bis 100 verschiedene Verkaufsgegenstände» anzubieten⁴⁸ (Abb. 40). Womit wir eigentlich bei der heute selbstverständlichen «Verkaufsautomaten-Herrlichkeit» angelangt wären!

Um die Jahrhundertwende war die einst so hochgezüchtete und luxuriöse Automatenliebhaberei der Erwachsenen bereits weitge-



40 Schaukastenautomat, nach 1900.

hend ein zum Kinderspielzeug abgesunkenes Kulturgut geworden – wobei der Glücksspielautomat wohl als Ausnahme die Regel bestätigt. Unter den zahlreichen europäischen und amerikanischen Spielzeugherstellern nahmen die Gebrüder Bing AG in Nürnberg eine renommierte Position ein⁴⁹. Mode, und damit Massenerzeugnisse, waren, dem breiten Angebot nach zu schließen, Modell-



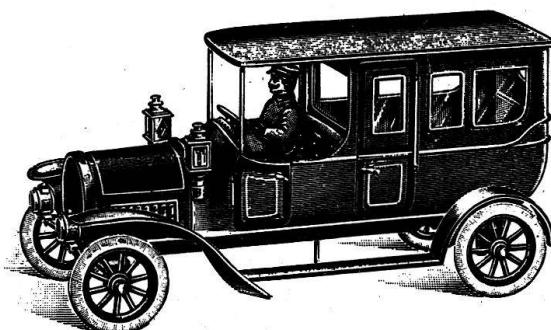
41 Automaten als Kinderspielzeug um 1900: Nürnberger «Betriebsmodell Fontaine».

Dampfmaschinen, Automobile, Eisenbahnen, aber auch Kriegsspielzeug und Flugapparate, technische und physikalische Modelle sowie bereits schon Kinematographen. «Fontainen» und andere «originelle» und «humoristische Betriebsmodelle» erinnerten en miniature an Caus' antike Grottenautomaten (Abb. 41). Uhrwerkstechnik fand noch Verwendung für den automatischen Antrieb von Spielautos, Straßen- und Eisenbahnen, usw. (Abb. 42), wurde aber bereits von der Elektrizität abgelöst.

Eine späte Nachblüte erlebte der «Homme machine» der «Rokoko-Aufklärung» in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts dank der nun aufkommenden Elektronik im Roboter (tschechisch *robo*: Fronarbeit). Seinen Namen hat der «Maschinenmensch» be-

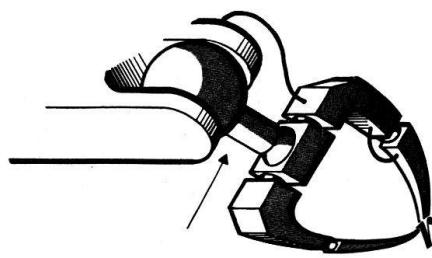
kanntlich vom tschechischen Schriftsteller Karel Čapek (1890–1938), der 1921 das Theaterstück «RUR» («Rossum's Universal Robots») veröffentlichte. Ein zeitgenössisches Lexikon definierte den Roboter als einen «künstlichen Menschen, d. h. eine Puppe, die Bewegungen ausführt, aber nicht – wie gewöhnlich – durch Ablauf eines Uhrwerkes, sondern auf Grund bestimmter Befehle, die auf drahtlosem Wege übertragen werden. Der Roboter scheint daher von sich aus zu handeln, z. B. aus dem Sitzen plötzlich aufzustehen und zu gehen. Darin liegt das Mystische dieser Erscheinung. Der technischen Grundidee nach ist aber diese Figur ziemlich einfach: Im Innern des Roboters befindet sich eine drahtlose Empfangsanlage, in der die drahtlos erteilten Befehle aufgefangen werden. Die hier in Stromschwankungen umgesetzten Befehle werden elektrischen Relais zugeführt, die entsprechende Bewegungen des ihnen zugeordneten Gliedes (z. B. Heben des Beines) auslösen⁵⁰.»

1927 machte J. Wensleys «Televox» auf der Weltausstellung von Chicago Furore, 1951 der «in Bristol gebaute «Dynamo Joe», der radfahren konnte; verblüffende Fähigkeiten entwickelten die Schweizer «Sabor»-Roboter, insbesondere der Sabor V (1960), und das japanische Experimentiergerät «Wabot-1», das ein hydraulisch angetriebenes



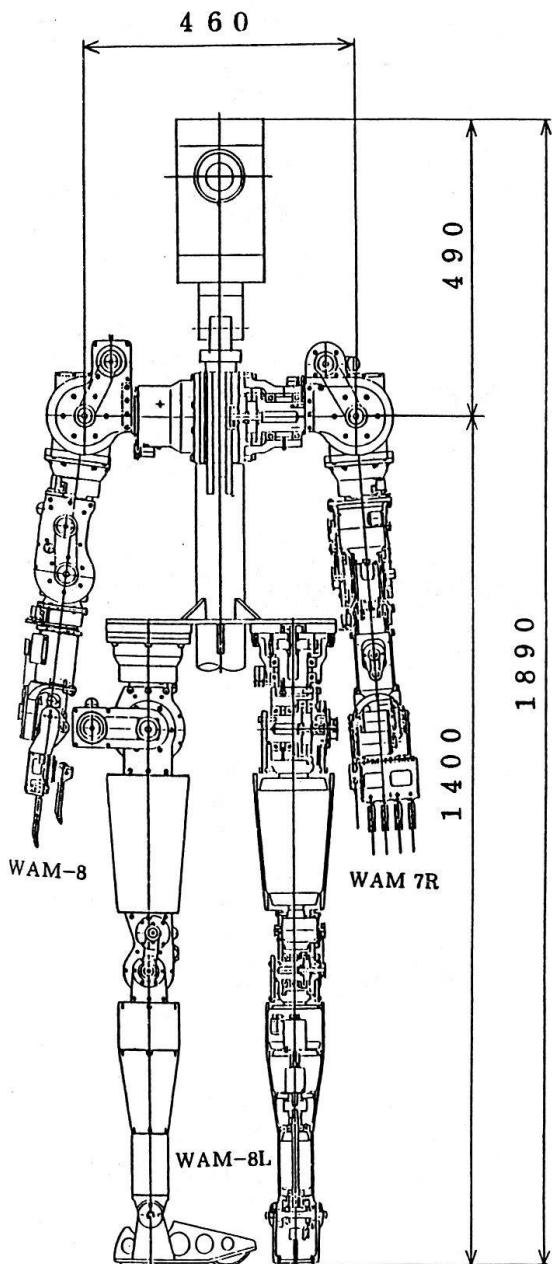
42 Bingsche Spielzeugautos «mit vorzüglichem Uhrwerk».

Schreitwerk und elektromotorisch bewegte Arme besitzt und einen Kleinrechner, zwei Fernsehkameras, ein Mikrophon zur Aufnahme von gesprochenen Befehlen sowie einen Synthesizer zum Erzeugen von Sprechströmen und einen Lautsprecher enthält», wie «Meyers enzyklopädisches Lexikon»



R U Ready for obots?

44 Capeks RUR als Reklamegag
(aus «Plastics Engineering»).



43 Der musikspielende japanische Roboter WABOT 2
(aus «Robotics»).

1980 referiert. Das abschätzige Urteil, das 1964 ein deutscher Wissenschaftsjournalist über diese «raffinierten Spielzeuge» fällte, wurde inzwischen zum Gemeinplatz: Sie vermochten, meinte er, schon unsere Väter und Großväter nicht einmal mehr «nachhaltig zu schockieren; dazu war in den zwanziger und dreißiger Jahren unseres Jahrhunderts der innere Abstand der Menschen zum Mittelalter denn doch schon zu groß. Gelegentlich begegnet man solchen Robotern noch heute auf Rummelplätzen oder in Warenhäusern; doch ihre Zeit ist endgültig vorbei, denn der irrationale Wunsch des Menschen, Lebensfunktionen zu kopieren, kann heute nicht mehr mit so primitiven mechanischen Automaten befriedigt werden...⁵¹» Das aufklärerische Verdikt übersieht indessen, daß Kreativität ohne Spieltrieb wohl nicht unerheblich an Sterilität litte. Die Japaner jedenfalls ließen sich nicht abhalten, ihr WASEDA-Robot-Projekt zum «Wabot-2» weiterzuentwickeln, um die üblichen «harten» Funktionen der gängigen Industrieroboter durch «weiche», anthropomorphe zu erweitern⁵² (Abb. 43). In der etwas desillusionierteren Alten Welt aber öffnen zum mindesten nostalgische Vergangenheitspflege, Sammlertum oder Kulturgüterschutz solchen Spielespielereien geliebte Hintertürchen.

Die Gegenwart und (jedenfalls nächste) Zukunft des Automaten gehört wohl unbestreitbar dem Computer und Industrieroboter, deren Ineinanderspiel Technik und Wis-



45 *Aufstand der Maschinen*, von Romain Rolland und Frans Masareel.

senschaft, Militär und Industrie, Wirtschaft und Verwaltung rapide prägt und formt. Čapeks einst gefürchtete «Universal-Roboter» sind heute kaum viel mehr als «eine Schlagzeile im technischen Alltag⁵³» (Abb. 44). Manifest genug ist indessen auch die «Gegenwelt»: der ökologische und gesellschaftliche Appell «Zurück zur Natur»;



46 Max Ernst: Collage aus «Une Semaine de Bonté» (1933): *Le rire du coq*.

nicht unberechtigt auch unsere heimliche Angst, daß der Mensch bald einmal seinen «Zauberbesen» nicht mehr abzustellen vermöge – eigentlich gar nicht so viel anders, als etwa Romain Rolland und Frans Masareel schon 1921 in «La Révolte des Machines ou La Pensée déchainée» (Abb. 45) oder Max Ernst in seinen Collagen sie beschworen⁵⁴! (Abb. 46).

ANMERKUNGEN

¹ Diels, Antike Technik, 2. Auflage, 1920, S. 32. In etwa konträr argumentiert A. G. Drach-

mann, The mechanical technology of greek and roman antiquity, Kopenhagen u. a. 1963, S. 206: «I should prefer not to seek for the cause of the failure of an invention in the social conditions till I was quite sure that it was not to be found in the technical possibilities of the time.»

² Werner Kaegi: Vorlesung WS 1966/67 zur Entstehung des Mittelalters; 1. Teil eines 8semestriegen Zyklus «Geschichte Europas vom Untergang der Antike bis zur französischen Revolution». Private Nachschrift vom 16. Dezember 1966.

³ Liudprand von Cremona, «Das Buch der Vergeltung» VI, 5. Aus Liudprands Werken. Nach der Ausgabe der Monumenta Germaniae übersetzt von Freiherr Karl v. d. Osten-Sacken. Neubearbeitet von W. Wattenbach. 4. Auflage, Leipzig (1913), S. 95–97 (Die Geschichtsschreiber der deutschen Vorzeit, 2. Gesamtausgabe, Bd. 29).

⁴ Vgl. G. Brett, The Automata in the Byzantine «Throne of Salomon». *Speculum* 29 (1954), S. 477–487. Für die Geschichte der Automaten allgemein bleiben grundlegend: A. Chapuis und E. Gélis, *Le Monde des Automates*, 2 Bde., Paris 1928, sowie Alfred Chapuis' weiteres Werk.

⁵ Herons von Alexandria Druckwerke und Automatentheater griechisch und deutsch herausgegeben von Wilhelm Schmidt... Leipzig, Teubner, 1899. = Heronis Alexandrini Opera quae supersunt omnia Volumen 1: *Pneumatica et Automata*... Stutgardiae in Aedibus B. G. Teubneri 1976 (Nachdruck).

⁶ Schmidt, Heronis Alexandrini Opera quae supersunt omnia Vol. I, Suppl.: «Die Geschichte der Textüberlieferung», S. 3.

⁷ Schmidt, a. a. O., S. 5.

⁸ Vgl. K. Wessel, Die Kultur von Byzanz, Frankfurt a. M. 1970 (Handbuch der Kulturgeschichte, 2. Abt.: Kulturen der Völker, Bd. 6). Die musikwissenschaftliche Literatur über «Vogelstimmen-Instrumente» ist übrigens recht mager; ich stieß in den mir präsenten Nachschlagewerken einzig auf A. Bucher, «Bird Instruments», in: *New Grove Dictionary of Music and Musicians*, London 1980.

⁹ Schmidt, S. 134; nach anderen Katalogen: Bamberg oder Frankfurt a. M. 1688.

¹⁰ Schmidt, S. 140.

¹¹ Nach J. Prestel, Zehn Bücher über Architektur des Marcus Vitruvius Pollio, IX. und X. Buch, Straßburg 1914 (= Zur Kunstgeschichte des Auslandes, Heft 108), S. 581ff.: Die Vitruv-Literatur.

¹² Prestel, S. 593. Claude Perrault (1613–1688) war der Bruder des Literaten und Märchensammlers Charles Perrault (1628–1703).

¹³ Beispielsweise Wiedemann und Hauser, Über die Uhren im Bereich der islamischen Kultur,

- Nova Acta Leop., Bd. 100, Nr. 5; D. R. Hill, *On the Construction of Water-Clocks: Kitab Arshimidas fi 'amal al-binkamat*, London 1976 (Turner und Devereux Occasional Paper No. 4).
- ¹⁴ 5 Bde., 1863–1867, ed. Manuel Rico y Sinobas; über Wasser- und ähnliche Uhren in Bd. 4. Die ETH-Bibliothek besitzt das seltene Werk dank Wolf (TH 1360 Rar).
- ¹⁵ Hermann Diels, *Über die von Prokop beschriebene Kunstuhr von Gaza*. In: *Abhandlungen der Preußischen Akademie der Wissenschaften* 1917, phil.-hist. Klasse, Nr. 7.
- ¹⁶ Drachmann, *The mechanical technology of greek and roman antiquity*, 1963, S. 82, und a. a. O.: *Analyse von Herons nur arabisch überliefelter Mechanik*; vgl. *Heronis Alex. opera omnia* Vol. 2 (ed. Nix und Schmidt), Leipzig 1900 (Neudruck 1976).
- ¹⁷ A. a. O., S. 203.
- ¹⁸ Saulnier-Speckhardt, *Die Geschichte der Zeitmeßkunst...*, Bd. 1 (Bautzen 1903), S. 237.
- ¹⁹ P. Dubois, *Histoire de l'Horlogerie*, Paris 1849, S. 69ff.
- ²⁰ Vgl. R. Wolf, *Biographien zur schweizerischen Kurlurgeschichte*, Bd. 3, S. 51–61.
- ²¹ S. 7 in Th. Ungerer, *die Astronomische Uhr des Straßburger Münsters*, 12. Auflage (ed. Ch. Ungerer und L. Leclerc), Straßburg 1965.
- ²² Bassermann-Jordan, S. 21.
- ²³ Id. S. 22–23.
- ²⁴ Id. S. 20.
- ²⁵ Vgl. *Die Kunstdenkmäler des Kantons Zürich*, Band IV. Die Stadt Zürich, erster Teil, von Konrad Escher, S. 282 (Die Kunstdenkmäler der Schweiz, Bd. 10).
- ²⁶ Beispielsweise K. Maurice, *Die deutsche Räderuhr*, 2 Bde., München 1976; Bd. 2, Abb. 10, und Anm. S. 7–9; A. Stolberg, Tobias Stimmers Malereien an der Astronomischen Münsteruhr zu Straßburg, Straßburg 1898 (Studien zur Deutschen Kunstgeschichte, 13. Heft).
- ²⁷ Ungerer a. a. O.
- ²⁸ THPA 5965:1: Faksimileausgabe und Kommentarband von Reinh. Zimmermann, 2 Bde., Worms 1980.
- ²⁹ P. Buberl (und F. Martin), *Die Denkmale des Gerichtsbezirkes Salzburg*, Wien 1916 (Österreichische Kunstopographie, Bd. XI). Darin S. 163–262, Schloß Hellbrunn.
- ³⁰ Über Pratolino vgl. z. B.: *Il Giardino d'Europa, Pratolino come modello nella cultura europea* (Ausstellungskatalog), Milano 1986.
- ³¹ Zimmermann, Bd. 2, S. 7ff.
- ^{31a} Ich verdanke Transkription und Übersetzung Herrn lic. phil. Michael Henking!
- ³² Wolfgang von Kempelen, *Mechanismus der menschlichen Sprache nebst Beschreibung einer sprechenden Maschine*, Wien 1791. Faksimile: Stuttgart-Bad Cannstadt 1970 (Grammatica Universalis, Meisterwerke der Sprachwissenschaft und Sprachphilosophie 4).
- ³³ Siegfried Giedion, *Die Herrschaft der Mechanisierung*, Ein Beitrag zur anonymen Geschichte, Frankfurt a. M. 1987, S. 55ff.
- ³⁴ *Histoire de l'Académie Royale des Sciences* 1782, S. 156–168.
- ³⁵ Gemäß brieflicher Mitteilung. M. Pin verdanke ich auch den Hinweis auf den Vorbesitzer.
- ³⁶ Stichwort *Androïde*.
- ³⁷ Larousse du XX. Siècle, Stichwort «*Automate*». Paris 1928.
- ³⁸ 1776, S. 156–173, mit 5 Tafeln.
- ³⁹ Giedion, S. 57. Vgl. Anm. 42: *Eloge*, S. 162–168.
- ⁴⁰ *Librarium* 26 (1983), S. 203–204, in «*Buntpapier als Buchbezug, Ein Überblick am Bestand der ETH-Bibliothek Zürich*».
- ⁴¹ Kohl, *Geschichte der Jacquard-Maschine*, S. 9–14.
- ⁴² G. D. Austrian, Herman Hollerith, *Forgotten Giant of Information Processing*, New York 1982, S. 306–347.
- ⁴³ Kohl, S. 17, 31.
- ⁴⁴ H. Kinze und O. Fiedler, *Technologie der Handwebererei*, II. Theil: *Die Jacquardwebererei*, Wien 1893, S. 31.
- ⁴⁵ Nach dtv-Brockhaus.
- ⁴⁶ Vgl. z. B. M. A. Fey, *Charles Fey and San Francisco's Liberty Bell Slot Machine*, S. 57–62 des *California Historical Quarterly*, Bd. 54 (1975). Ferner: M. Fey und S. T. Horwitz, *Slot Machines, An Illustrated History of America's Most Popular Coin-Operated Gaming Device*, Las Vegas 1983.
- ⁴⁷ 6. Auflage, Bd. 21, Ergänzungen und Nachträge, Leipzig/Wien 1910.
- ⁴⁸ Id. Bd. 23, *Jahressupplement 1910–1911*, Leipzig/Wien 1912.
- ⁴⁹ Vgl. C. Jeanmaire, *Gebrüder Bing, die großen Nürnberger*, 1902–1904, Villingen 1974, und id., *Gebrüder Bing, Spielzeug zur Vorkriegszeit, 1912–1915*, Villingen 1977 («2. Aufl.»: kommentierter Reprint; Nrn. 28 und 29 des «Archiv»).
- ⁵⁰ Brockhaus, Bd. 15, 1933.
- ⁵¹ Robert Gerwin, *Intelligente Automaten, Die Technik der Kybernetik und Automation*, Stuttgart 1964, S. 84.
- ⁵² The Robot Musician «*WABOT 2*». *Robotics* 3 (1987), S. 143–155; vgl. *WABOT 2; Special Issue des Bulletin of Science and Engineering Research Laboratory*, Waseda University No. 112 (1985).
- ⁵³ *Plastics Engineering* 36 (1980), 9 (Sept.) S. 20.
- ⁵⁴ Max Ernst, *Une Semaine de Bonté ou les Sept Eléments capitaux*, Roman, 2^e Cahier: *Lundi*; *Elément: Eau*, Paris 1934.