

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	9
1. Die Philosophie der Aufklärung gibt den Takt vor	11
1. 1. Die große Französische Enzyklopädie	11
1. 2. Deutsche Enzyklopädien	12
2. Technik: Kräne und Mühlen	14
2. 1. Das „Theatrum Machinarum Novum“	14
2. 2. Laufradkräne	15
2. 3. Wind- und Wassermühlen	17
3. Der Kurfürst als Mäzen und Förderer	20
3. 1. Unter dem Aspekt der Nützlichkeit	20
3. 2. Stipendien für smarte Köpfe	21
3. 3. Privilegien für Unternehmer	22
4. Die Haupt- und Residenzstadt Mannheim	24
4. 1. Regiment und Ordnung	24
4. 2. Die Auswertung der Volkszählung von 1776	26
4. 3. Mannheim leuchtet	26
4. 4. Wasserleitungen für Rastatt, Schwetzingen und Mannheim	27
4. 4. 1. Die Rastatter Wasserversorgung	27
4. 4. 2. Die Schwetzingener Wasserkunst – Wasserhebetechnik nach französischem Vorbild	29
4. 4. 3. Frisches Quellwasser für Mannheim	31
4. 5. Feuerspritzen für den Hof	33
5. Wissenschaftliche Einrichtungen im Mannheimer Schloss	36
5. 1. Die Akademie der Wissenschaften	36
5. 2. Die Hofbibliothek	41
5. 3. Die naturgeschichtliche Sammlung	45
5. 4. Physikalische Kabinette und ein Lehrstuhl für Experimentalphysik	49
5. 4. 1. Blitzableiter	52
5. 4. 2. Heißluftballon-Versuche	55
5. 5. Die Pfälzische Meteorologische Gesellschaft	57
5. 5. 1. Die Messinstrumente	58
5. 5. 2. Das Meßnetz	62
5. 5. 3. Wetterphänomene	64

6. Technik: Mikroskope	67
6. 1. Das Tubenmikroskop	67
6. 2. Das Taschenmikroskop	68
6. 3. Das Projektionsmikroskop	68
6. 4. Das Universalmikroskop	69
7. Naturwissenschaftliche Einrichtungen in Mannheim	70
7. 1. Der Botanische Garten	70
7. 2. Zoologische Forschung	73
7. 3. Die Militär-Ingenieurschule	74
7. 4. Die Kanonengießerei	76
8. Die Sternwarten in Schwetzingen und Mannheim	78
8. 1. Die Fortschritte in der Astronomie	78
8. 2. Der Hofastronom Christian Mayer	80
8. 3. Der Venustransit von 1761	82
8. 4. Die Schwetzingener Sternwarte	84
8. 5. Bestimmung der geografischen Länge und Breite Schwetzingens	85
8. 6. Christian Mayer in St. Petersburg	86
8. 7. Die Mannheimer Sternwarte	87
8. 8. Mayers astronomische Forschungen	89
9. Technik: Astronomische Instrumente	92
9. 1. Ein Mauerquadrant von John Bird	92
9. 2. Ein unbekanntes Spiegelfernrohr (Reflektor)	93
9. 3. Ein Linsenfernrohr (Refraktor) von Jesse Ramsden	95
9. 4. Die Nordmire	96
10. Neue Landkarten für die Kurpfalz	98
10. 1. Die „Basis Palatina“ und „Kleine Kurpfalzkarte“	98
10. 2. Die „Große Kurpfalzkarte“	100
10. 3. Die Karten von Peter Dewarath	102
11. Zeitgefühl und Zeitmessung	104
11. 1. Zeitnutzung in Stadt und Land	104
11. 2. Pünktlichkeit und Zeremoniell	104
11. 3. Fürstliche Uhren	106
12. Technik: Uhren	107
12. 1. Sonnenuhren	107
12. 1. 1. Minutensonnenuhr von Johann Michael Bergauer, Innsbruck/Augsburg, um 1717	107
12. 1. 2. Ringsonnenuhr, Edward Culpeper, London, vor 1738	108
12. 1. 3. Öhrsonnenuhr, Philipp Matthäus Hahn, Kornwestheim 1777	108

12. 2.	Turmuhren	109
12. 2. 1.	Turmuhrwerk der Mannheimer Rathausuhr mit Zeigerpaar, Johannes Strickling, Mannheim 1721	109
12. 2. 2.	Turmuhrwerk der Mannheimer Kaufhausuhr, Franz Jakob Braun, Eberbach 1786	110
12. 3.	Standuhren	111
12. 3. 1.	Bodenstanduhr mit Viertelstundenschlag und Spielwerk, Johann Jakob Möllinger, Mannheim 1775	111
12. 3. 2.	Bodenstanduhr mit Stundenschlag, Spielwerk und Mondphasen, Jean Krapp, Mannheim 1770	112
12. 4.	Präzisionspendeluhren	113
12. 4. 1.	Kompensationspendeluhr, Eardley Norton, London, um 1769	113
12. 4. 2.	Kompensationspendeluhr, Johann Christian Möllinger, Mannheim, um 1780	114
12. 5.	Taschenuhren	114
12. 5. 1.	Goldene Taschenuhr mit Spindelwerk, Johann Heinrich Schmidt, Mannheim, um 1750	114
12. 5. 2.	Goldene Taschenuhr mit Repetition, Jean Antoine Lépine, Paris, um 1772	115
13.	Gesundheit wird Staatssache	116
13. 1.	Lebenserwartung und medizinischer Alltag	116
13. 2.	Das „System einer vollständigen Medicinischen Policy“	117
13. 3.	Hygienevorschriften für Mannheim	120
13. 4.	Medizinische Forschung	121
13. 5.	Medizinische Einrichtungen in Mannheim	122
13. 5. 1.	Die Hospitäler	122
13. 5. 2.	Die Hebammenschule	124
13. 5. 3.	Die Krankenpflegerschule	127
13. 5. 4.	Die Militär-Chirurgenschule	127
13. 6.	Spezialisierte Ärzte	129
13. 7.	Elektrische Anwendungen	129
14.	Reformen in der Landwirtschaft	132
14. 1.	Neue Futterkräuter und Stallfütterung	133
14. 2.	Die Theorie der Physiokratie	135
14. 3.	Mustergüter in der Kurpfalz	135
14. 4.	Die Industriepflanzen Krapp und Tabak	137
14. 5.	Die Kartoffel – Vom Schweinefutter zum Grundnahrungsmittel	140
15.	Der Beginn einer Forstwirtschaft	141
15. 1.	Erste Forstkarten	141
15. 2.	Der Wald im Kasten	143
15. 3.	Holzsparröfen und andere Sparmaßnahmen	144

16. Von der „Bienengesellschaft“ zur „Kameral-Hohen-Schule“	146
16. 1. Die Kurpfälzisch-Physikalisch-Ökonomische Gesellschaft	146
16. 2. Das Erfolgsmodell Siamoise-Manufaktur.....	148
16. 3. Das Versuchsgut in Siegelbach.....	149
16. 4. Die Gründung der „Kameral-Hohen-Schule“	150
17. Merkantilismus und Manufakturen	153
17. 1. Der Begriff „Merkantilismus“	153
17. 2. Straßen- und Chausseeausbau.....	154
17. 3. Flussregulierungen und Frankenthaler Kanal	155
17. 4. Schifffahrt und Schiffstypen	158
17. 5. Was ist eine „Manufaktur“?	160
17. 6. Heidelberg, das Zentrum der „Seidenindustrie“	161
17. 7. Mannheim, Stadt der Zünfte	163
17. 8. Die Industrie-Musterstadt Frankenthal	167
17. 8. 1. Die Porzellanmanufaktur.....	169
17. 8. 2. Die Seidenmanufaktur	172
17. 9. Cromford – das „Englische Modell“	172
17. 10. Fayence-Manufakturen	173
17. 10. 1. Die Fayence-Manufaktur Mannheim	174
17. 10. 2. Die Fayence-Manufaktur Sulzbach	174
17. 10. 3. Die Fayence-Manufaktur Mosbach.....	175
17. 11. Papiermühlen	176
17. 11. 1. Die Mosbacher Papiermühle	176
17. 11. 2. Die Papiermühle in Wald-Michelbach.....	178
17. 11. 3. Die Neustadter Papiermühle	178
17. 12. Bergwerke und Steinbrüche	179
17. 13. Die Glashütte Seidenbuch	180
18. Resumée	182
Dank	185
Literatur	186
Abbildungen	193
Anmerkungen	195

Vorwort

2024 feierten Mannheim und München ein Doppeljubiläum: den 300. Geburtstag des Kurfürsten Carl Theodor, geboren am 10. Dezember 1724 in Drogenbos bei Brüssel, und seinen 225. Todestag, verstorben in München am 16. Februar 1799.

Aus diesem Anlass gab es in den Museen der beiden Städte Ausstellungen, die mit unterschiedlichen Herangehensweisen an die Regierungszeit des Kurfürsten erinnerten. Die in den Mannheimer Reiss-Engelhorn-Museen gezeigte Ausstellung: „Carl Theodor zum 300. Geburtstag. Ein Kurfürst auf Zukunftskurs“ betonte, wie überraschend innovativ der Wittelsbacher Regent war, der gezielt auf Wissenschaft und Technik setzte, ein waches Auge auf die wirtschaftlichen und technischen Entwicklungen im Ausland hatte und versuchte, diese in seinen Ländern umzusetzen.

Die im Bayerischen Nationalmuseum in München gezeigte Ausstellung: „Der Ungeliebte. Kurfürst Carl Theodor in München“ warf Schlaglichter auf seine Herrschaft in Bayern

und fragte, ob seine Ablehnung bei der damaligen bayerischen Bevölkerung und in der späteren

Geschichtsschreibung berechtigt

war. Carl Theodor, der sich in Bayern

nie so heimisch gefühlt hatte wie

in der Kurpfalz, plante, Bayern

gegen Teile der habsburgischen

Niederlande zu tauschen, was

ihm die Sympathien seiner

bayerischen Untertanen

kostete. Dagegen scheint

vergessen, dass er sich in

Bayern zahlreiche Ver-

dienste um die wirtschaft-

liche Modernisierung des

Landes erworben hatte.

So initiierte er soziale Ver-

besserungen im Heerwesen

wie in der Armenfürsorge,

ließ den Englischen Garten

als ersten „Volkspark“ anlegen

und sorgte für die Öffnung der

fürstlichen Kunstsammlungen.

Auch gelang es ihm, den durch sei-

ne Vorgänger hinterlassenen Schul-

denberg mit Hilfe des sehr einträglichen

Salzhandels von Bad Rei-

chenhall größtenteils ab-

zutragen.



Abb. 1 Kurfürst Carl Theodor von der Pfalz (1724-1799);
Ölgemälde von Johann Georg Ziesenis. Um 1758.

Carl Theodor regierte die Kurpfalz von 1743 bis 1799, Kurbayern von 1778 bis 1799. Im allgemeinen Bewusstsein der Kurpfälzer, besonders der Mannheimer, gilt die Regentschaft Carl Theodors als kulturelle Blütezeit.¹ Als „Herr über sieben Länder“ (Bergen op Zoom, Pfalz-Sulzbach, Pfalz-Neuburg, Jülich, Berg, Kurpfalz und Kurbayern) drückte er diesen seinen persönlichen Stempel auf. Der Historiker Hermann Wiegand nennt Carl Theodor in seinem Aufsatz zum 300. Geburtstag einen Kulturförderer und Friedensfürsten.² Die große Barock-Ausstellung in Mannheim 1998 „Lebenslust und Frömmigkeit: Kurfürst Carl Theodor (1724–1799) zwischen Barock und Aufklärung“ unterstrich die Wichtigkeit dieser Epoche für Mannheim. Auch die schon länger zurückliegende, mit vielen selten gezeigten Originalen bereicherte Schau im Kurpfälzischen Museum Heidelberg „Carl Theodor und Elisabeth Auguste. Höfische Kunst und Kultur in der Kurpfalz“ widmete sich den vielen Aspekten seiner Regierungszeit und des damaligen Kulturlebens.³ Dabei wird bei solchen, die höfische Kultur feiernden Ausstellungen leider allzu oft vergessen, wie schlecht es in dieser Epoche vielen der als „Untertanen“ bezeichneten Bewohner der Kurpfalz und Kurbayerns eigentlich ging.

Als Konservator am TECHNOSEUM in Mannheim war ich von 1986 bis 2013 Referent für die Sozial-, Wirtschafts- und Technikgeschichte der Kurpfalz, zeitlich eingeordnet zwischen 1750 und 1800. Die Schwerpunkte der Ausstellung lagen auf der Residenzstadt Mannheim, der Manufakturstadt Frankenhal sowie auf den Unternehmungen der „Ökonomisch-Physikalischen Gesellschaft“ in Kaiserslautern, einer Institution zur Förderung von regionaler Landwirtschaft und Industrie in der Kurpfalz. Die interaktiv gestaltete, mit technischen Nachbauten und Modellen gestaltete Ausstellung, wurde unter dem Titel „Wirtschaft, Wissenschaft und Technik im Zeitalter der Aufklärung“ 1990 eröffnet.

1993, zum 250. Jubiläum des Regierungsantritts Carl Theodors wurde die Ausstellung mit der Sonderschau „Von Sternfindern, Blitzfängern und Luftballen. Kurfürst Carl Theodor und die Naturwissenschaften in der Pfalz“ um die Bereiche Physik mit den Schwerpunkten Mechanik, Meteorologie, Elektrizität, Astronomie und Geodäsie sowie Medizin erweitert. Nach Ende der Sonderschau blieben diese Themen Teil der Ausstellung. 2011 erfolgte eine grundlegende didaktische Überarbeitung verbunden mit der Präsentation neu erworbener Objekte.

2025, nach 35 Jahren, war es Zeit für eine Neuausrichtung der Dauerausstellung. Der gesamte Ausstellungsbereich des Museums soll nach einer neuen, sich einzelnen Bereichen der Naturwissenschaften widmenden Konzeption umgebaut werden. Das bedeutete auch das Ende der dem 18. Jahrhundert gewidmeten Ausstellungseinheit. Angesichts der Tatsache, dass viele der bisher in dieser Ausstellung gezeigten Objekte nach der Neukonzeption des Museums in das Depot und Archiv kommen werden, und so eine zusammenhängende Erzählung über die Entwicklungen in Technik, Wirtschaft und Wissenschaft in der Kurpfalz entfällt, diese interessante Thematik aber sonst in keinem der Museen in Mannheim, Heidelberg, Frankenthal, Worms oder Speyer in dieser Gesamtheit angesprochen wird, gefiel mir die Idee, diese Themen in einem Buch zusammenzufassen.

Kai Budde, im Juli 2026

1. Die Philosophie der Aufklärung gibt den Takt vor

Um die Zeitumstände in der Kurpfalz und die Intentionen des Kurfürsten Carl Theodor besser verstehen zu können, ist es hilfreich, sich kurz mit dem Jahrhundert und der Philosophie der Aufklärung zu beschäftigen. Bezeichnenderweise steht der Begriff Aufklärung, der seit dem 17. Jahrhundert im Sinne eines verbesserten Gebrauchs des Verstandes Verwendung findet, in enger Beziehung zum Himmel. Er ist meteorologischer Herkunft und traf sich bei seiner Übertragung auf den Verstand mit der Lichtmetaphorik der zeitgenössischen Gelehrtensprache. Licht als Wahrheitsmetapher wurde zum Symbol für die von Vernunft geleitete Wissenschaft, das Auge zum privilegierten Sinnesorgan, weil es Sehen und Überprüfen repräsentiert.⁴

Die Philosophie der Aufklärung gab den Geistes- und Naturwissenschaften grundlegende Impulse, neue, von scholastischen Bindungen freie wissenschaftliche Definitionen und Systeme zu schaffen. Auch hier stammten die erkenntnistheoretischen Grundlagen aus dem 17. Jahrhundert: aus der Verbindung von Empirismus und Rationalismus ergab sich die Forderung, dass Erkenntnis auf Vernunft und Erfahrung beruhen sollte. Aufgabe der Wissenschaft war nicht mehr die Wiedergabe tradierter Lehrmeinungen, sondern die ständige Überprüfung und Vermehrung aller Kenntnisse. Der Fortschritt in den Naturwissenschaften wurde ein wesentliches Merkmal der Aufklärung.⁵

Anders als in England oder in Frankreich hatte sich Deutschland zu Beginn der Neuzeit nicht zu einem geeinten und nationalen Staat entwickeln können und im Unterschied zu England und Frankreich, die das konfessionelle Problem im Sinne einer nationalen Identität lösen konnten, stürzten die Religionskriege Deutschland in ein Chaos. Auch der Westfälische Frieden (1648) bestätigte für Deutschland den Verzicht auf nationale und religiöse Einheit.⁶

So blieben die Zentren geistigen Lebens auf die konfessionell geprägten Landesuniversitäten beschränkt. An ihnen setzte Ende des 17. Jahrhunderts eine Erneuerungsbewegung ein, die als Aufklärung angesehen werden kann. In England erwuchs diese Bewegung in Übereinstimmung mit der konstitutionellen Monarchie, in Frankreich dagegen in Opposition gegen einen intoleranten Katholizismus und erdrückenden Absolutismus. In Deutschland fasste die Aufklärung zunächst Fuß im Milieu der protestantischen Universitäten und der von den Territorialherren gegründeten Akademien.

Besonders die vom Staat privilegierten und geförderten Akademien wurden die typische Organisationsform für wissenschaftliche Gemeinschaftsarbeit. Sie waren die zentralen und obersten Wissenschaftsinstitute ihres Landes und fassten einen zahlenmäßig kleinen Kreis spezialisierter Gelehrter zusammen. In ihre Zuständigkeit fielen wissenschaftliche Großprojekte, die von Einzelnen nicht durchgeführt werden konnten. Die akademischen Mitglieder versammelten sich meist wöchentlich und waren finanziell und sachlich gut ausgestattet.⁷

1. 1. Die große Französische Enzyklopädie

Durch das Medium Buch ist das Zeitalter der Aufklärung auch das Zeitalter der Enzyklopädien. Die Enzyklopädie wird das entscheidende Werkzeug zur schriftlichen Überlieferung zum Stand der Naturwissenschaften, Technik und Kunst. So etwa die groß angelegte

„*Encyclopédie ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers...*“, entstanden zwischen 1751 und 1777, betreut von Denis Diderot und Jean Le Rond d'Alembert. Sie versteht sich als vollständige Präsentation allen menschlichen Wissens in lexikografisch geordneter

Weise mit Blick auf die konkreten Bedürfnisse des Alltags.

In seiner Einleitung zur *Encyclopédie* unterteilt d'Alembert die Naturwissenschaften in Mathematik und Physik. Zur Mathematik zählten auch die analytische Mechanik wie Statik, Dynamik, Hydraulik, Pneumatik, Akustik sowie die Optik und Astronomie. Zu den Naturwissenschaften zählten die Chemie, die Zoologie, die Botanik, Physiologie und Anatomie. Vor allem die Entdeckungen auf dem Gebiet der Elektrizität und der Chemie und die damit verbundenen spektakulären Anwendungen trugen dazu bei, dass gerade diese noch nicht mathematisierten Naturwissenschaften sehr populär wurden.

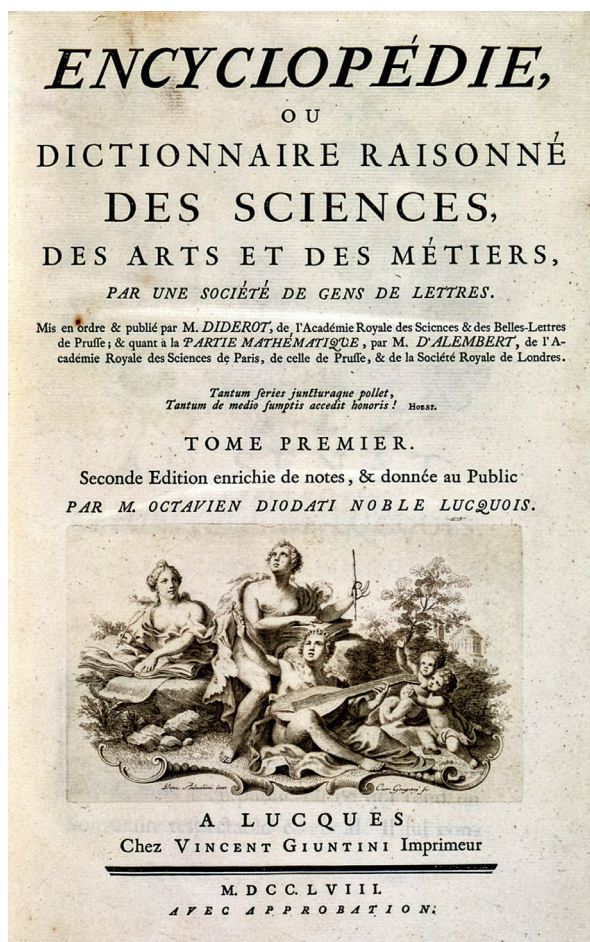


Abb. 2 Denis Diderot und Jean Le Rond d'Alembert, *Encyclopédie ou dictionnaire raisonné des Sciences, des Arts et des Metiers*. [...], Titelblatt; Paris 1758.

1. 2. Deutsche Enzyklopädien

In Deutschland nahmen Jakob Leupold (1674–1727) und Johann Georg Krünitz (1728–1796) den Gedanken enzyklopädischer Belehrung auf und publizierten eigene, unter anderen Auswahlkriterien zusammengestellte Enzyklopädien. So erschien ab 1724 der erste Band des auf zwanzig Bände angelegten *Theatrum Machinarum* von Leupold. Erstmals wird darin der Beruf des Ingenieurs als der eines Zivilingenieurs definiert. Schon davor hatte 1661 der Architekt und Ingenieur Georg Andreas Böckler (1617–1687) in Nürnberg das mit 153 Kupferstichen illustrierte *Theatrum Machinarum Novum, Das ist: Neu vermehrter Schauplatz der Mechanischen Künsten* veröffentlicht, ein Fachbuch speziell für die in der Konstruktion von Mühlen geschulten Männern, den „Mühlenärzten“.

Unter dem Eindruck der von Johann Beckmann veröffentlichten *Physikalisch-Ökonomischen Bibliothek* entstand die *Oekonomisch-technologische Enzyklopädie oder allgemeines System der Staats-, Stadt-, Haus- und Landwirthschaft und der Kunstgeschichte* von Johann Georg Krünitz. Von 1773 bis 1858 erschienen 242 Bände, die in umfangreicher Weise Literatúrauszüge zu bestimmten Sachwörtern unter weitgehend kameralwirtschaftlichen Gesichtspunkten enthalten. Schon ab 1731 erschien Heinrich Zedlers *Universallexicon*, das mit seinen 68 Bänden zu seiner Zeit die größte Enzyklopädie darstellte. Die Herausforderung der Französischen *Encyclopédie* nimmt in Deutschland die *Deutsche Encyclopädie* auf, indem sie nicht bloß die französische übersetzt, sondern auch deutsche Eigentümlichkeiten darin aufnimmt.⁸

Die jederzeitige Abrufbarkeit von Kenntnis und Erfahrung machte die Enzyklopädie zum Wissensreservoir, dessen Öffentlichkeit schon als Idee die Auffassung von Wissen und Wissenschaft grundsätzlich revolutionierte.

Mensch und Kosmos wurden nun zunehmend erforscht, vermaßt und berechnet. In den Enzyklopädien und technologischen Büchern der Zeit sind viele Kapitel und Kupfertafeln der Beschreibung und Darstellung von Maschinen und Apparaten gewidmet, die in Handwerk, Manufaktur und der Landwirtschaft dem Menschen die Arbeit erleichtern sollten. Diese Apparate wurden hauptsächlich durch Muskelkraft von Mensch und Tier oder von Wind und Wasser bewegt. Sie waren zum größten Teil aus Holz gefertigt. Und wegen der sehr detaillierten Darstellungen konnten diese Apparate auch leicht nachgebaut werden. So sorgten diese Wirtschaftlichkeit und Technologie erklärenden Bücher auch für einen Techniktransfer und Technologieschub.



Abb. 3 *Theatrum Machinarum Novum*, [...]; Titelpuffer.
Georg Andreas Böckler, Nürnberg 1675.

2. Technik: Kräne und Mühlen

2. 1. Das „Theatrum Machinarum Novum“

„*Applicatio fiat*“ – man mache die Nutzenanwendung – lautete die Aufgabe für den Maschinenbau und die Entwicklung von Mechanismen im 18. Jahrhundert. Der Mühlenbauer oder *Mühlenarzt* war bis zu einem gewissen Grad der alleinige Vertreter der Maschinenbaukunst jener Zeit. Er wurde als Autorität in allen Fragen der Anwendung von Wind und Wasser betrachtet, wie auch immer diese Kräfte als Antrieb in den Werkstätten gebraucht wurden. Der Mühlenbauer war der Ingenieur des Gebiets, in dem er wohnte. Er konnte Hammer, Axt und Hobel gleichermaßen gebrauchen, verstand es zu drehen, bohren oder zu schmieden. Im Allgemeinen war er ein guter Rechner, verstand einiges von Geometrie und Vermessungskunde und besaß Kenntnisse der praktischen Mathematik.

Um die Bewegungsenergie zu nutzen, sind Getriebe notwendig. Diese *Apparate* waren aus den fünf einfachen mechanischen Potenzen des Pappus von Alexandria (um 320 n. Chr.) dem Keil, dem Hebel, der Scheibe, der Schraube und dem Rad an der Welle zusammengesetzt. Die Zahnräder dominierten bei weitem. Der Baustoff Nummer 1 war das Holz. Eisen war zu teuer und noch zu fehlerhaft im Guss. Doch die Holzräder waren leichter störanfällig, weil sie einer großen Reibung ausgesetzt waren. Da sehr viel Kraft durch die Reibung verloren ging, lag die Lösung in der richtigen Gestaltung der Zähne. Man stellte fest, dass maschinell geschnittene Zähne die geringste Reibung und einen Gleichlauf garantierten. Besonders der Reibung ausgesetzte Teile der Maschinen wurden aus härterem Holz gefertigt und konnten schnell ausgewechselt werden.

Beim Bau, beim Heben von Lasten oder beim Entladen von Schiffen wurden schwenkbare Kräne mit Treträdern eingesetzt. Die Treträder wurden von Menschen betrieben. Bei Wassermühlen bewegten ober- oder unterschlächtige Wasserräder über eine Welle, die wiederum in Zahnräder eingriff, die Mühlsteine, Klopff- oder Hammerwerke. Bei Windmühlen waren es die großen Flügel, die an einer Welle befestigt, vom Wind angetrieben wurden und über hölzerne Übersetzungen wie Stirn- und Kronräder die Energie bis zum Mahlwerk leiteten.

Im Handwerk wurden oft über Fußwippen angetriebene Maschinen eingesetzt, etwa bei der Drechselbank oder bei Bohrern. Eine andere Energiequelle war das Göpelwerk, bei dem ein Tier in ständiger Kreisbewegung eine senkrecht stehende Welle antrieb, an der oben ein Stirnrad befestigt war, das in andere Zahnräder griff. Göpel wurden dort eingesetzt, wo weder Wasser- noch Windenergie zur Verfügung standen. Wurde der Göpel von einem Pferd angetrieben, so sprach man von einer *Roßmühle*.

In der Textilindustrie wurden die Webstühle von Händen und Füßen bewegt. Das mühselige Garnspinnen am Spinnrad wurde 1764 in England durch die Erfindung der *Spinning Jenny* wesentlich vereinfacht. Die nächste Erfindung für die Textilindustrie war eine durch ein Wasserrad und Transmissionsriemen angetriebene Spinnmaschine, die sogenannte *Waterframe*, erfunden 1769. Die in England erfundene Dampfmaschine wurde in Bayern erst 1803 von Georg von Reichenbach in München eingesetzt.

2. 2. Laufradkräne

Die wichtigste Maschine zum Heben großer Lasten, etwa beim Hausbau oder beim Entladen von Schiffen, war der hölzerne Tretradkran. Das bekannte, von dem Leipziger Mathematiker und Ingenieur Jakob Leupold 1725 herausgegebene Techniklexikon *Theatrum Machinarum* zeigt auf Tafel XLII einen einfachen Kran mit Tretrad.⁹ Dieser Kran war der am häufigsten gebrauchte Krantypus des 18. Jahrhunderts. Der Antrieb erfolgte durch Männer im Laufrad. Ein Stillstand des Hebevorganges erfolgte durch Abbremsen, ein Senken der Lasten durch Ändern der Laufrichtung. Die Angabe bei Leupold, dass *ein Mann von der Schwehre eines Centners (50 kg) 5 Fuß weit von der Achse im Rad gehet*, ist heute unrealistisch. Ein Mann wiegt heute ca. 90 kg und erreicht ca. 1 m Hebelarm im Rad. Mit diesem Drehmoment kann ein Mann bei einer Übersetzung von 4,5 ca. 1.200 bis 1.300 kg Hebekraft bewirken (Abb. 4).¹⁰

Dieser ursprüngliche Kran besaß noch keinen Ausleger, wie später beim französischen Perrault'schen Kran, das Seil wurde noch über eine befestigte Rolle geführt. Beispiele dieser Tretradkräne haben sich in einigen Kirchendachstühlen Südwestdeutschlands, etwa in Freiburg und Schwäbisch Gmünd, aber auch in Straßburg erhalten. Auch Hafenkräne, etwa in Mannheim oder Frankenthal, aber auch Pumpwerke oder Theaterkulissen, wie etwa im Schwetzingener Schlosstheater oder in der verlorengegangenen Mannheimer Oper, wurden durch Laufräder bewegt.



Abb. 4 Hölzerner Tretkran mit Laufrad, Getriebe und Stirnrad.
Nachbau im Maßstab 1:1. Kolpingwerk Augsburg 1988.

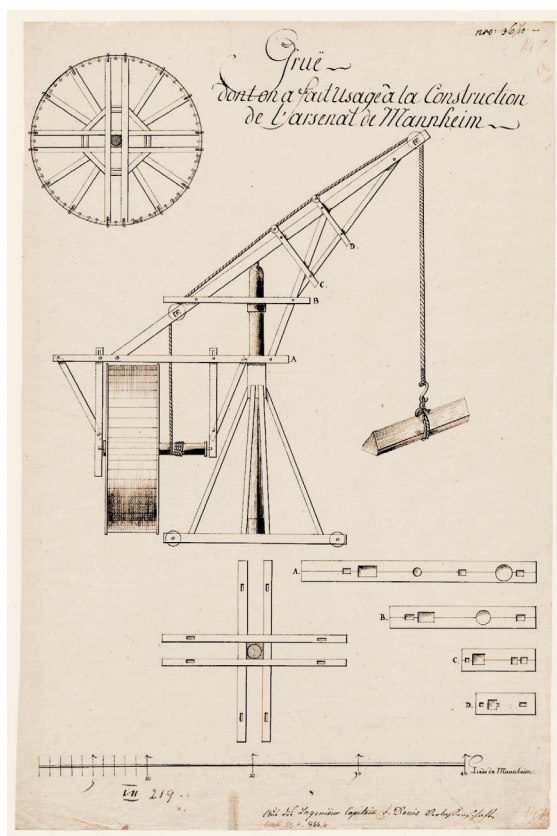


Abb. 5 Grue dont on a fait Usage à la Construction de l'arsenal à Mannheim. (Der beim Bau des Mannheimer Zeughauses verwendete Kran); Federzeichnung.

Leupold erwähnt in seinem Werk auch einen *Frantzösischen großen Baukran*. Dieser Krantypus wird von Claude Perrault (1613–1688) in dessen kommentierter Übersetzung des „Vitruv“ (1673) abgebildet. Das bedeutet, dass schon die Römer diesen Krantyp kannten. Der auf einer Achse drehbare Kran mit Schnabel und aufgehängtem Laufgrad, in dem bis zu drei Männer gehen konnten, wurde in Frankreich etwa beim Bau der Louvre-Kolonnade und der Pariser Sternwarte eingesetzt. Für seine Verbreitung und Überlieferung kommt Diderots Enzyklopädie in Betracht, die den Kran abbildete und beschrieb. Beim Bau des Mannheimer Zeughauses (1777–1778), einem Waffenarsenal für die in Mannheim stationierten Garnisonen, wurde dieser Kran auch eingesetzt. Das belegt eine Zeichnung in der Universitätsbibliothek Heidelberg (Abb. 5).¹¹

Auch der Mannheimer Hafen am Neckar, unweit des Neckartores vor der Bastion angelegt, besaß einen drehbaren Hafenkran mit Laufgrad. Der Kran war auf einem gemauerten

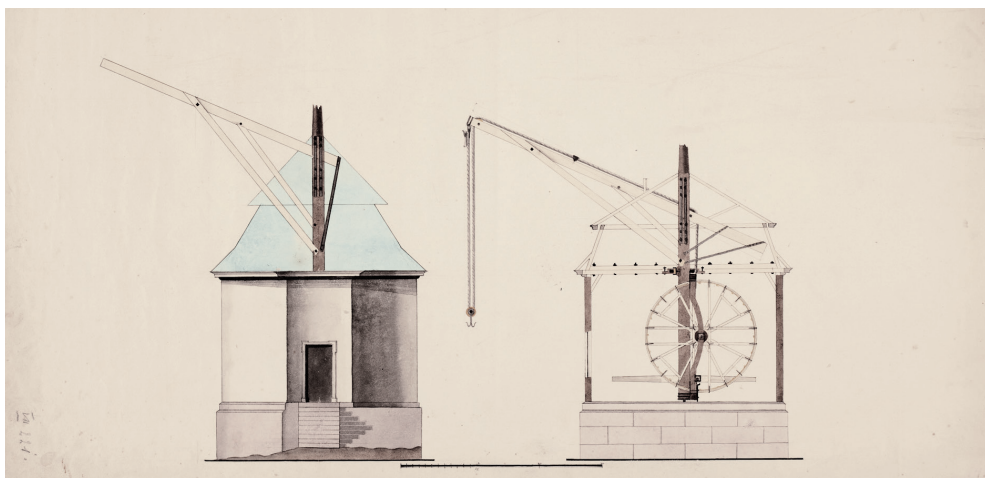


Abb. 6 Aufriss des Mannheimer Hafenkrans; Lavierte Federzeichnung.

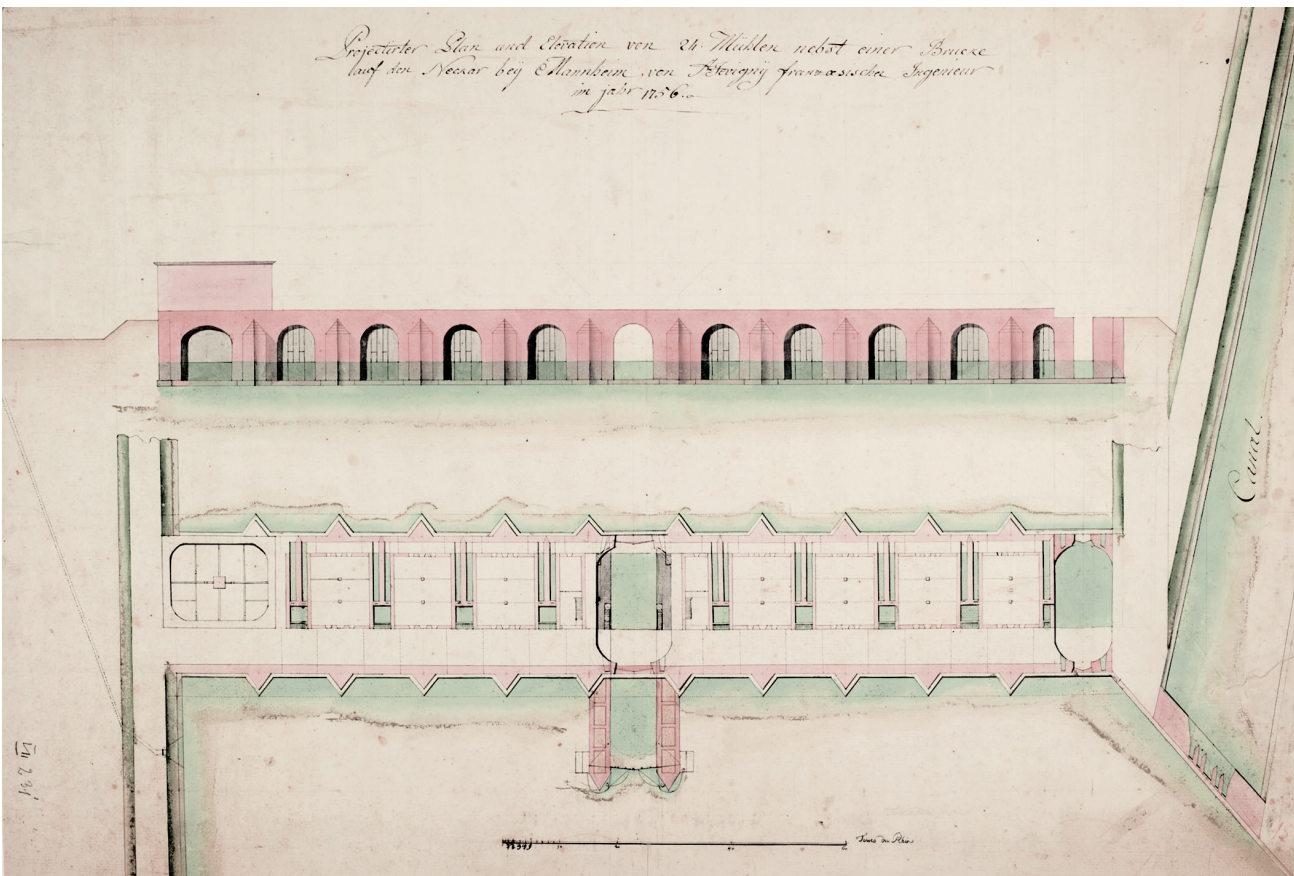
kreisrunden Sockel aufgeführt, der Sockel selbst war mit Haustein verkleidet. Im Kreismittelpunkt des Sockels stand der hölzerne drehbare Kranmast, an dem das Tretrad befestigt war. Das Tretrad war mit einer Seilwinde verbunden. Das Seil lief über eine Umlenkrolle auf den Kranausleger, der aus dem drehbaren Dach herausragte (Abb. 6).

2. 3. Wind- und Wassermühlen

Neben der Muskelkraft war es die Wasserkraft, die Korn- und Ölmühlen, aber auch Pochwerke, Göpel und Sägemühlen antrieb. Noch Mitte des 19. Jahrhunderts gab es auf dem Ober- und Mittelrhein 61 Schiffsmühlen. Im Gegensatz zu Wind- und Wassermühlen konnten die Schiffsmühlen die Wasserenergie dauernd nutzen. Meist waren sie dort verankert, wo die beste Strömung herrschte. Manchmal wegen des besseren Zugangs lagen sie auch an Brückenpfeilern oder am Ufer. Ein Plan von dem französischen Ingenieur Jevengny zeigt ein nicht ausgeführtes Projekt einer Brücke über den Neckar bei Mannheim mit 24 Wassermühlen (Abb. 7). Drei Mannheimer Flussmühlen befanden sich am sogenannten *Kleinen Rhein*, einer natürlichen Wasserverbindung zwischen Rhein und Neckar. Dieses Gebiet war besonders dafür geeignet, da die Strömung an dieser Stelle geringer war als im Rhein, wo nur Schiffsmühlen eingesetzt werden konnten.¹²

Landein gelegene Wassermühlen wurden über Bäche oder wasserführende Kanäle angetrieben, wie beispielsweise die große Herrschaftsmühle des Müllers Johann Wulff

Abb. 7 Projectierter Plan und Elevation von 24 Mühlen nebst Brücke auf dem Neckar bey Mannheim; Lavierte Federzeichnung von A. Jevengny, Mannheim 1756.



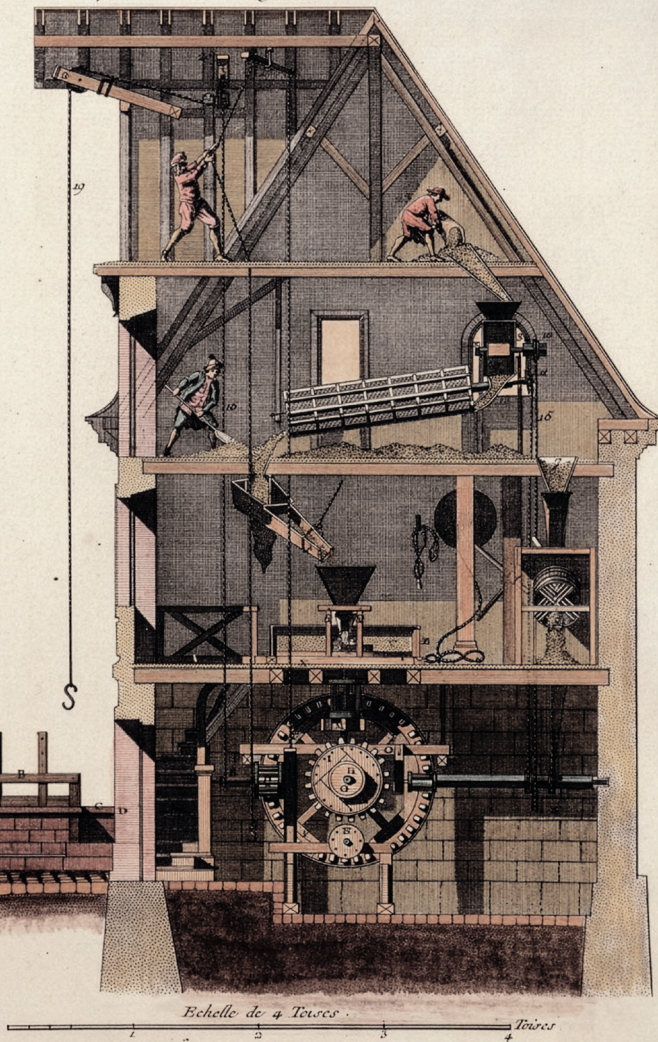
coupe sur la largeur*Meunier*

Abb. 8 Längsschnitt durch eine Wassermühle; Denis Diderot und Jean Le Rond d'Alembert, *Encyclopédie ou dictionnaire raisonné des Sciences, des Arts et des Metiers* [...] *Economie rustique/Meunier. Coupe sur la largeur*., Tafel 2, Paris 1747–1772.

Die Windmühle holländischer Bauart war mit einem Mahl-, Schrot- und Schälwerk ausgestattet. Im Sockelgeschoss der Windmühle war eine Schankwirtschaft untergebracht, die den eigentlichen Profit für den Unternehmer abwarf (Abb. 9). Die Windmühle stand außerhalb der Festung unweit des Heidelberger Tors auf freiem Feld. Dieser Standort wurde ihr

am Leimbach in Ofersheim. Diese große Mühle war mit drei Mahlgängen und einem Schälgang ausgestattet. Ein überwachter, gleichmäßiger Wasserstand und Strömungsdruck sorgten für den Betrieb der drei großen unterschlächtigen Wasserräder. Die Bauern des Oberamts Heidelberg waren dazu verpflichtet, ihr Korn in dieser Mühle mahlen zu lassen. Die Abbildung 8 zeigt die verschiedenen Arbeitsschritte in einer Wassermühle.

Wegen der chronischen Mühlennot in Mannheim beauftragte 1777 die Hofkammer für eine Summe von 4173 Reichstalern eine Windmühle in Düsseldorf. Die Windmühle sollte in ihren sämtlichen Zugehörungen in Düsseldorf gefertigt, hernächst zu Wasser anhero verbracht, dort von ... unserem darinnen bestens geübten Mühleninspektor Flügel ... dahier aufgestellt und förmlich eingerichtet werden.

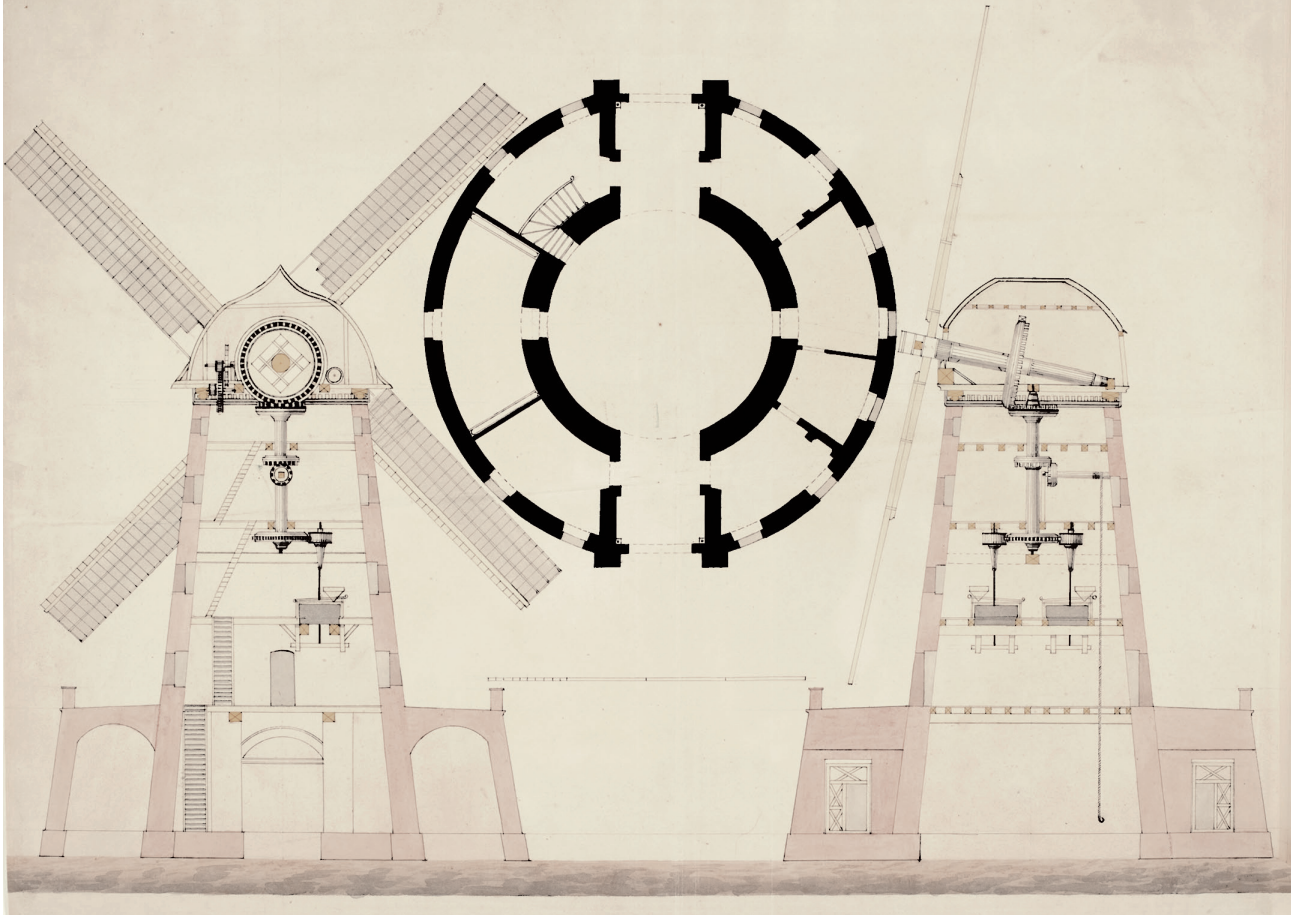


Abb. 9 Grundriss, Schnitt und Aufriss der Mannheimer Windmühle.
Lavierte Federzeichnung, Mannheim 1777.

1795 zum Verhängnis. Sie wurde abgetragen, weil man fürchtete, sie könnte feindlichen Truppen als Aussichtsposten dienen.¹³

Heute erinnert in Mannheim die Windmühl-Straße an die Mühle. Nach einem im Generalandesarchiv Karlsruhe aufbewahrten Plan von J. Faxlunger (1777) befand sich in unmittelbarer Nähe der Windmühle eine durch einen Pferdegepöpel angetriebene *Roßmühle*. Sie wurde genutzt, wenn Windstille herrschte.¹⁴