

MICHAEL ECKERT

PHYSIK IM SCHLOSSPARK

DER LUSTGARTEN ALS SCHAUPLATZ NEUER TECHNIK
SCHLOSS NYMPHENBURG · VERSAILLES · SANSSOUCI

MICHAEL ECKERT promovierte an der Technischen Universität München und der Universität Bayreuth in theoretischer Physik. Anschließend war er wissenschaftlicher Mitarbeiter am Deutschen Museum, bevor er einige Jahre als Lektor für Mathematik/Physik/Informatik beim Bayerischen Schulbuchverlag in München arbeitete. Danach wechselte er erneut zum Deutschen Museum. Mittlerweile ist er Senior Researcher am dortigen Forschungsinstitut. Sein Thema »Physik im Schlosspark« war Teil der Vortragsreihe »Wissenschaft für Jedermann«.

INHALT

VORWORT	7
1 IN DEN LUSTGÄRTEN DER FRÜHEN NEUZEIT	10
Das Vorbild Heron von Alexandria	10
Gartentechnik in Pratolino	13
Physik und Wasserspiele	17
Maschinentheater	24
Brunnhäuser	28
Adelaides Nymphenburg	32
2 GRÖSSENWAHN IN VERSAILLES	35
Jean Picard und die Kunst der Nivellierung	35
Herausforderungen für Akademiker	40
Die »Maschine von Marly«	43
Der Kanal der Eure	45
3 »SPRINGENDE WASSER« IN NYMPHENBURG	48
Ein Kanalsystem vor den Toren Münchens	48
Die Wasserführung im Nymphenburger Schlosspark	51
Schleusen	54
Die »hydraulische Maschine« des Grafen von der Wahl	56
Barocke Prachtentfaltung mit »springendem Wasser«	61
4 DAS FIASKO VON SANSSOUCI	66
Berstende Rohrleitungen	66
Eulers Gutachten	70
Die Ignoranz des Preußenkönigs	74
Zum Vergleich: die Wasserkunst von Herrenhausen	77
5 VORBOTEN DES INDUSTRIEZEITALTERS	89
Feuerspritzen	89
Wasserräder	92
Leitungsrohre und Wasserpumpen	96

Originalausgabe Januar 2020
Allitera Verlag
Ein Verlag der Buch&media GmbH München
© 2020 Buch&media GmbH München
Redaktion: Dietlind Pedarnig
Layout und Satz: Johanna Conrad
Umschlaggestaltung: Franziska Gump
Gesetzt aus der Futura
Umschlagvorderseite: Schloss Nymphenburg
Printed in Europe · ISBN 978-3-96233-114-6
Allitera Verlag
Merianstraße 24 · 80637 München
Fon 089 13929046 · Mail info@allitera.de
www.allitera.de

6 NEUE TECHNIK FÜR ALTE WASSERKUNST	101
Englische Erfahrungen	101
»Blasemaschinen«	105
Neue Pumpen im Grünen Brunnhaus	108
Baaders Vorschlag für eine neue »Maschine von Marly«	111
Baaders Pumpen für andere Brunnhäuser	116
7 DER SCHLOSSPARK ALS TESTGELÄNDE	122
Blitzableiter	122
Dampfmaschinen	128
Ein neues System »fortschaffender Mechanik«	137
Ein Wasserschlitten	147
Gaslicht	149
8 IM GARTEN DES MÄRCHENKÖNIGS	155
Ein Schlosspark auf dem Dach der Residenz.	155
Die Grotte im Schlosspark von Linderhof	164
Versailles auf der Insel	170
Vom Schlosspark zum Museum	174
9 AM ENDE DER ZEITREISE	178
PHYSIKALISCHE ERGÄNZUNGEN	183
Das Prinzip des Heronsbrunnens nach Salomon de Caus	183
Torricellis Ausflussgesetz.	183
Eulers Pumpen- und Rohrströmungstheorie.	186
Der Wirkungsgrad von Wasserrädern	187
Der Windkessel.	189
Pulsierende Fontänen und flatternde Wasserschirme	190
LITERATURVERZEICHNIS	193
BILDNACHWEIS	202

VORWORT

Mit den Lustgärten von Fürstenpalästen und Königsschlössern assoziieren wir in erster Linie künstlerische Meisterleistungen vergangener Epochen. Die Parkanlage der Villa d'Este bei Rom – seit 2001 Weltkulturerbe – bietet ihren Besuchern mit Hunderten von Brunnen, Grotten und Wasserspielen einen grandiosen Eindruck italienischer Renaissancekunst. Der 1620 angelegte Heidelberger Schlosspark erschien den Zeitgenossen als achttes Weltwunder (er wurde im Dreißigjährigen Krieg weitgehend zerstört, sodass nur noch Kupferstiche in alten Büchern von seiner Pracht künden). In Versailles ließ der Sonnenkönig um sein Schloss einen Park anlegen, der mit seinen geometrisch angeordneten Pavillons, Bassins, Fontänen und reich dekorierten Brunnen zum Vorbild barocker Gartenkunst in ganz Europa wurde. An der Schwelle zum neunzehnten Jahrhundert wurden Schlossgärten oft kunstvoll in natürlich anmutende Landschaften umgestaltet. In der Gartenkunst hat sich dafür der Begriff des englischen Parks im Gegensatz zum Barockgarten eingebürgert.

Gemeinsam ist all diesen Parkanlagen, dass sie wie die Schlösser und Paläste in ihrem Zentrum die Kunst der verschiedenen Epochen zur Schau stellen. Die von ausgewiesenen Kunsthistorikern verfassten Schlossführer geben Aufschluss über die Maler, Bildhauer und Architekten, die Gartenpavillons ausgestaltet, Brunnen mit Statuen versehen und auf andere Art zur Gartenkunst ihrer Zeit beigetragen haben. Von der Technik der hydraulischen Anlagen, die für das Emporschießen der Fontänen in den Bassins nötig war, ist darin keine Rede. Davon sollten auch die Besucher der Lustgärten verschont bleiben. Die technischen Anlagen eines Schlossparks wurden nicht zur Schau gestellt, obwohl darin Meisterleistungen von Ingenieuren und Physikern aus vergangenen Jahrhunderten Gestalt annahmen. Die Dampfmaschine, mit der im 19. Jahrhundert Wasser aus der Havel in ein höher gelegenes Reservoir für die Fontäne im Schlosspark von Sanssouci gepumpt wurde, ist in einem als Moschee getarnten Pumpenhaus untergebracht – mit einem Minarett als Schornstein. Die großen Fontänen vor dem Nymphenburger Schloss in München werden von Pumpen in die Höhe getrieben, die in einem »Dörfchen« und in einem Flügel des Schlosses versteckt sind.

Dieses Buch will den verborgenen Ingenieurleistungen in den Schlossgärten nachspüren. Für den technikinteressierten Besucher sind die hydraulischen Anlagen im Schlosspark nicht weniger Anlass zum Staunen als die barocken Gartendekorationen für den Kunstliebhaber. Sich mit einem solchen Interesse auf den Weg durch einen Schlossgarten zu machen, wird zu einem wissenschafts- und technikhistorischen Spaziergang – von der frühen Neuzeit durch das Zeitalter des Barock und die industrielle Revolution bis heute. Wir begegnen bei diesem Spaziergang Phänomenen, die auch aus dem Blickwinkel der modernen Physik noch rätselhaft sind. Dabei beobachten wir in verschiedenen Schlossgärten ganz unterschiedliche technische Herausforderungen, für die sich die Ingenieure vergangener Jahrhunderte oft unkonventionelle Lösungen einfallen lassen mussten. In Versailles wussten die Gartenarchitekten zunächst nicht, woher das Wasser für die vielen Brunnen im Schlosspark kommen sollte. Am Ende baute man eine riesige Anlage, mit der Wasser aus der Seine über einen Höhenrücken nach Versailles gepumpt wurde. Diese »Maschine von Marly« ging als ein Monstrum aus Wasserrädern und Pumpen in die Geschichte der Technik im Barock ein. In Potsdam versagten im 18. Jahrhundert alle Versuche, den Schlosspark von Sanssouci mit Wasserspielen zu beleben; hier gelang dies erst 100 Jahre später mit der Maschinenteknik des Industriezeitalters.

Um uns aber nicht in einem kunterbunten Allerlei von Kuriositäten aus Dutzenden verschiedener Lustgärten zu verlieren, betrachten wir die Ausflüge nach Versailles, Sanssouci und einigen anderen Schlossgärten nur als Exkursionen. Am Ende kehren wir immer wieder zurück zum Nymphenburger Schlosspark in München, der im Zentrum unserer physikalisch-technisch motivierten Zeitreise stehen soll. Seine Geschichte beginnt im 17. Jahrhundert als kleiner Lustgarten, der im 18. Jahrhundert nach dem Vorbild von Versailles zu einem barocken Garten mit imposanten Kanälen und Wasserfontänen erweitert und am Beginn des 19. Jahrhunderts zu einem englischen Landschaftspark umgestaltet wurde. In jeder Epoche werden uns die in diesem Schlosspark installierten technischen Anlagen und die davon hervorgerufenen Phänomene zum Staunen und Nachdenken bringen.

Die physikalischen Fragen, die sich beim Betrachten der Wasserspiele im Schlosspark stellen, werden im Anhang noch einmal für sich betrachtet: Welche Kräfte treiben Fontänen in die Höhe? Wie hoch springt eine Fontäne? Warum sind die Rohre in Sanssouci geplatzt? Wie groß ist der Wirkungsgrad von Wasserrädern? Wie funktionieren Windkessel? Warum

oszillieren manche Wasserschirme bei Kaskaden? Das soll physikalisch weniger bewanderte Leser und Leserinnen aber nicht abschrecken. Es geht dabei nur um die wesentlichen physikalischen Mechanismen – und zwar mit Blick auf den Wissensstand der jeweiligen Epoche anhand der zeitgenössischen Schriften. Wer sich ein genaueres Bild verschaffen will, findet in der jeweils angegebenen Literatur Hinweise für ein detailliertes Studium.

Ich möchte dieses Vorwort nicht schließen, ohne denen zu danken, die mich in der einen oder anderen Weise zu diesem technik- und wissenschaftshistorischen Abenteuer angeregt haben. Den ersten Anstoß erhielt ich in den 1980er-Jahren bei einer Führung durch den Nymphenburger Schlosspark von Otto Krätz, der als Kurator der Chemieabteilung des Deutschen Museums für seine lebendigen Vorträge bekannt war und mir zuerst vor Augen geführt hat, dass die grandiose Parkanlage viel mehr als nur eine kunsthistorische Sehenswürdigkeit darstellt. Zwanzig Jahre später bot mir die Vortragsreihe »Wissenschaft für Jedermann« im Deutschen Museum die Gelegenheit, der »Physik im Schlosspark« – so das Thema meines Vortrags im Jahr 2005 – weiter nachzuspüren. Die Resonanz auf diesen Vortrag hat mir gezeigt, dass an einer technik- und wissenschaftshistorischen Schlossparkgeschichte großes Interesse besteht. Mein besonderer Dank gilt dem Forschungsinstitut, der Bibliothek und dem Archiv des Deutschen Museums, ohne deren Unterstützung dieses Buch nicht zustande gekommen wäre.

Michael Eckert, im Januar 2020

3 »SPRINGENDE WASSER« IN NYMPHENBURG

Der bayerische Kurfürst Max Emanuel hatte sich im Machtkampf der europäischen Dynastien um das spanische Erbe 1701 auf die Seite Frankreichs geschlagen. Seinen Hofbaumeister Joseph Effner und andere, die in Schleißheim und Nymphenburg die Schlösser und Parkanlagen gestalten sollten, schickte er nach Frankreich, um dort das notwendige Know-how zu erwerben. Ihm selbst brachte die Allianz mit dem Sonnenkönig einige Jahre der Verbannung aus Bayern ein, das nun unter österreichischer Besatzung litt, aber dies festigte nur seine Beziehungen nach Frankreich. Als er 1715 aus dem Pariser Exil nach München zurückkehrte, kamen in seinem Gefolge auch namhafte französische Künstler und Ingenieure an seinen Hof. Nymphenburg und Schleißheim wurden keine bloßen Kopien von Versailles, aber Le Notres Parkanlagen und die dort installierten Wasserkünste besaßen Vorbildcharakter. Und es gab Ähnlichkeiten, was die Probleme der Wasserversorgung betraf. Die Schlösser vor den Toren Münchens lagen in einem sehr flachen Gelände. Auch hier mussten sich die Gartenarchitekten fragen, woher das Wasser kommen sollte, wenn man die ambitionierten Pläne für den Ausbau der Schlossgärten zu großartigen Anlagen à la Versailles verwirklichen wollte.

Anders als in Versailles stand dem bayerischen Kurfürsten keine Akademie zur Verfügung, bei der er sich Expertenrat einholen konnte. Aber die Lehren aus Frankreich waren deutlich genug: Eine bayerische Version der »Maschine von Marly«, mit der man weit entferntes Isarwasser zu den Schlossgärten hätte pumpen können, verbot sich angesichts der immensen Kosten und der absehbar hohen Reparaturanfälligkeit. Auch für ein gigantisches Kanalprojekt nach dem Muster des Eure-Kanals hätten die Finanzen des bayerischen Hofes kaum ausgereicht.

Doch man konnte sich andere Erfahrungen aus Versailles zum Vorbild nehmen. Die Nivellierung des Geländes, wie sie Picard und la Hire in den 1670er und 1680er-Jahren durchgeführt hatten, um das Regenwasser zu sammeln und über Kanäle in Sammelbecken zu leiten, versprach auch für Nymphenburg und die anderen Schlösser Max Emanuels im Norden Mün-

chens in Schleißheim, Lustheim und Dachau einige Aussicht auf Erfolg – nicht zum Sammeln von Regenwasser, sondern zur Heranführung von Wasser aus nahen Flüssen und Bächen. (Das höher gelegene Jagdschloss Fürstenried im Südwesten von München wurde nicht an das Kanalnetz angeschlossen; auch innerhalb des kleinen Schlossparks wurden keine Kanäle angelegt; das Wasser für Fürstenried kam aus einem Brunnhaus an der Isar bei Großhesselohe.)⁶⁹

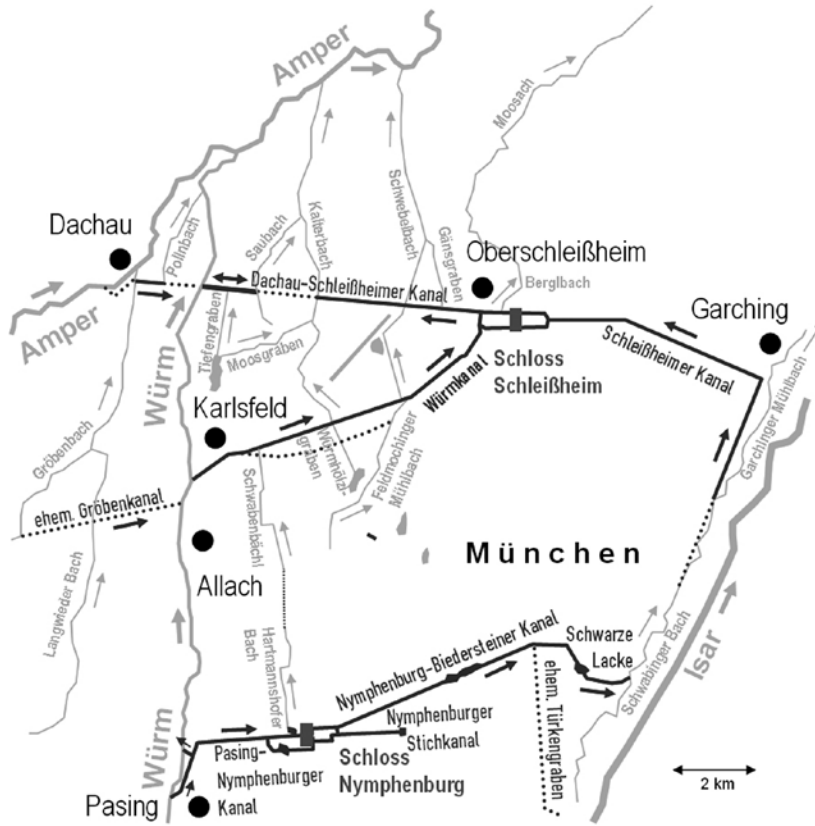
Über Kanäle Verbindungen mit den Flüssen Isar, Würm und Amper herzustellen bot auch die Möglichkeit, auf dem Wasserweg das für den Ausbau der Schlösser benötigte Baumaterial herbeizuschaffen. Der Schlosspark von Schleißheim und Lustheim, der etwa 30 m tiefer lag als Nymphenburg, konnte mit Wasser aus den von der Isar abgezweigten Stadtbächen versorgt werden. Westlich von Nymphenburg bot die Würm die Möglichkeit einer direkten Kanalanbindung. Sie floss in einer Entfernung von 2 km auf einem wenige Meter höheren Niveau als das Nymphenburger Schlossparkgelände nordwärts. Um Höhendifferenzen auf so kurze Entfernungen festzustellen, mussten nicht wie in Versailles Präzisionsgeräte eingesetzt werden, die noch auf 100 km Entfernung Niveau-Unterschiede auf den Meter genau messen konnten. Es genügte die Erfahrung von Versailles, dass die Nivellierung des Umlandes für die Anlage von Wasserspielen im Schlosspark eine wichtige Maßnahme darstellt. Dem Bau von Springbrunnen vor den Schlössern des bayerischen Kurfürsten ging deshalb wie in Versailles zunächst die Nivellierung des Geländes voraus. Danach konnte man die Trassierung von Kanälen in Angriff nehmen, um die Schlossgärten mit ausreichend Wasser zu versorgen.

Von 1687 bis 1704 wurde mit dieser Zielsetzung ein weit verzweigtes Kanalsystem zwischen Isar, Würm und Amper angelegt.⁷⁰ Für Nymphenburg wurde im Jahr 1701 von der Würm auf einer Höhe von 526 m über dem Meeresspiegel ein Kanal gegraben, der bei einem Gefälle von nur 5 m auf 2 km Länge Würmwasser nach Nymphenburg leitete. Die Federführung dafür lag in den Händen von Le Notres Schüler Charles Carbonet, der damit als erster Experte aus dem Reich des Sonnenkönigs die Erfahrungen bei der Anlage von Kanälen in französischen Schlossgärten für die Planungen des Kanalnetzes vor den Toren Münchens zur Geltung

⁶⁹ Ich danke Doris Fuchsberger für diese Auskunft.

⁷⁰ Michel (1983); Kleinschroth u. Michel (1984); Hierl-Deronco (2001); Ongyerth (2005, 2006); Lamey (2007).

Das Kanalnetz im Münchner Norden, mit dem die Schlösser des Kurfürsten Max Emanuel verbunden werden sollten. Die Anbindung an die Residenz in München (punktiert) wurde später aufgegeben.



brachte.⁷¹ Nach der Durchquerung des Nymphenburger Schlossparks wurde dieser Kanal nach Nordosten weitergeführt, wo er mit einem aus der Isar abgezweigten Stadtbach verbunden wurde. Von dort gelangte das Wasser über einen 11 km langen Kanal bei einem Gefälle von 14 m nach Schleißheim und Lustheim. Insgesamt erstreckte sich das Kanalnetz im Norden Münchens über eine Länge von mehr als 50 km.

Für den Aushub der Kanäle wurden vor allem Soldaten herangezogen. Sie dienten in Friedenszeiten als billige Arbeitskräfte. Über ein Kanalstück im Norden Münchens (Georgenschwaige) schwärmte der Kurfürst in einem Brief an eine seiner Geliebten, es sei »sehr schön« geworden, »und die Kosten dafür sind nicht hoch«.⁷² Nicht alle Kanäle wurden so wie zuerst geplant realisiert. Der von der Residenz nordwärts führende Kanal

⁷¹ Hager (1955), S. 24, Fuchsberger u. Vorherr (2015), S. 78.

⁷² Fuchsberger u. Vorherr (2015), S. 81.

sollte ursprünglich in gerader Linie nach Schleißheim geführt werden; er wurde aber nur bis zur Kreuzung bei der Georgenschwaige mit dem aus Nymphenburg kommenden Kanal gebaut – und schließlich wieder aufgegeben. Vermutlich scheiterte dieses Projekt an der Schwierigkeit, das Wasser bei dem geringen Gefälle im Kanalbett zu halten. Der kiesige Untergrund der von den letzten Eiszeiten geschaffenen Münchner Schotterebene bereitete auch an anderen Stellen des Kanalnetzes erhebliche Probleme. Es dauerte mehrere Jahre, bis der im Kanalwasser mitgeführte Schlamm aus erdigen Bestandteilen den Boden und die Seitenwände soweit »angetränkt« hatte (wie man dies unter Kanalbauern ausdrückte), dass er als dicht gelten konnte.⁷³

Doch diese Verzögerung spielte angesichts der politischen Verhältnisse in Bayern am Beginn des 18. Jahrhunderts keine Rolle. 1704, als das Kanalnetz bereits weitgehend fertiggestellt war, kam es im Spanischen Erbfolgekrieg mit der Niederlage des bayerisch-französischen Heeres in der Schlacht von Höchstädt zu einer entscheidenden Wende. Max Emanuel ging ins Exil, und alle Bauarbeiten in Nymphenburg und Schleißheim wurden eingestellt. Erst zehn Jahre später hatten sich die Verhältnisse so weit geändert, dass er an eine Rückkehr nach München und an eine Fortsetzung der Schlossbauten und Gartenanlagen denken konnte.

Als Max Emanuel 1715 aus dem Pariser Exil nach München zurückkehrte, hatte er nicht nur den französisch ausgebildeten Josef Effner als seinen Hofbaumeister im Gefolge, sondern auch Dominique Girard, der wie Carbonet sein Handwerk bei Le Notre gelernt hatte. Ludwig XIV. überließ ihm diesen erfahrenen Gartenarchitekten und Ingenieur als eine Art Geschenk für langjährige Bündnistreue. Außerdem gab es einschlägige Fachliteratur über die Anlage von Wasserkünsten in Schlossgärten. Schon 1665 hatte der Mathematiker und Jesuit Jean François in einem Werk unter dem Titel *L'art des fontaines* die Wasserversorgung für Springbrunnen detailreich dargestellt;⁷⁴ Carbonet hatte im Jahr 1701 bei der Anlage des aus der Würm abgezweigten Kanals dieses Wissen erfolgreich in die Praxis umgesetzt. 1713 hatte Antoine-Joseph Dézallier d'Argenville *La théorie et la pratique du jardinage* veröffentlicht, das Standardwerk spätbarocker Gartenarchitektur; auch darin handelte ein ganzes Kapitel »Von

⁷³ Ponten (1928).

⁷⁴ François (1665).

DIE WASSER-FÜHRUNG IM NYMPHENBURGER SCHLOSSPARK

Auf diesem Plan des Nymphenburger Schlossparks aus dem Jahr 1755 ist die Wasserführung mit unterschiedlichen Grautönen angedeutet. Der dunkelgrau gefärbte Kanal hielt einen Teil des Wassers auf dem höchsten Niveau. Dazu wurde das in den Park eintretende Wasser mit einer Kaskade (oben) gestaut. Das über den Kaskadenrand überlaufende Wasser wurde in dem breiten, 2 m tiefer angelegten Hauptkanal weitergeführt und am Ende wieder mit einer Kaskade gestaut, wo das überlaufende Wasser auf die niedrigste Höhenstufe (hellgrau) gelangte.

der Suche nach Wasser und den verschiedenen Arten, es in die Gärten zu leiten.⁷⁵

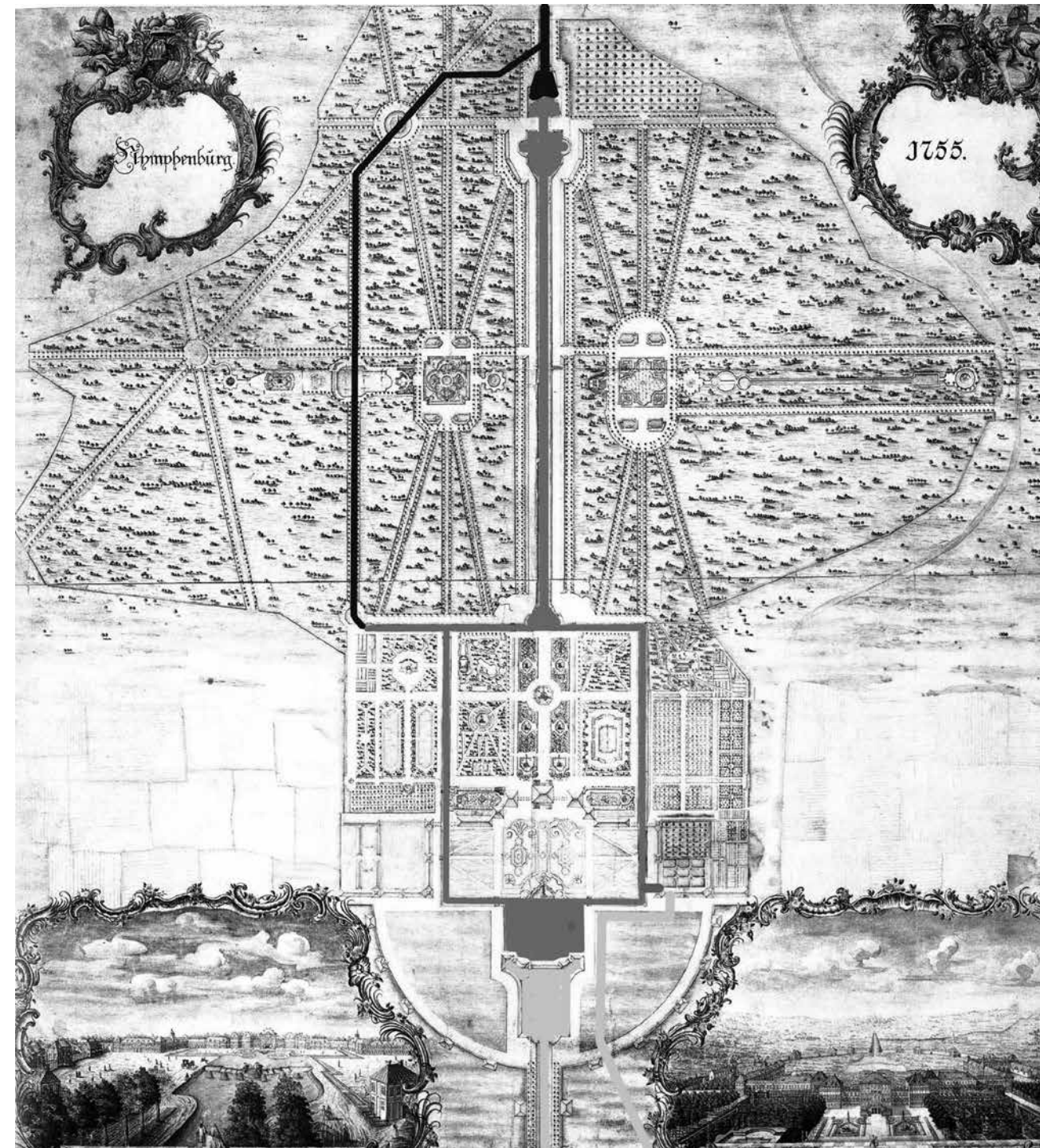
Trotz dieser Fachliteratur und der aus Frankreich mitgebrachten Erfahrungen standen Effner als Hofbaumeister und Girard als sein Gartenarchitekt und Wasserbauingenieur vor einer gewaltigen Herausforderung. Die Anlage von Springbrunnen im Nymphenburger Schlosspark war mit dem 1701 von der Würm abgezweigten Kanal noch lange nicht gelöst. Zwar strömte damit reichlich Wasser durch den Park – mit 1,8 m³ Wasser pro Sekunde übertraf dieser Kanal⁷⁶ sogar die von der »Maschine von Marly« zu ihren besten Zeiten aus der Seine hochgepumpte Fördermenge von 4000 m³ pro Stunde; doch um Fontänen hochschießen zu lassen, musste man einen Teil dieses Wassers in höher gelegene Reservoirs pumpen. Bei dem geringen Gefälle des Kanals war die Fließgeschwindigkeit viel zu gering, um damit Wasserräder und Pumpen anzutreiben. Erst wenn man es mit einem Wehr aufstaute und einen Teil des Wassers in einem abgezweigten Kanal auf einem höheren Niveau hielt, konnte man damit Wasserräder antreiben und deren Drehbewegung über Kurbeln in eine Auf- und Ab-Bewegung für Pumpen überführen.

Diese Art der Wassernutzung war nicht grundsätzlich neu. In so manchem städtischen Brunnhaus wurde schon im 16. Jahrhundert mit dieser Technik das Wasser aus einem aufgestauten Stadtbach genutzt, um ein Wasserrad in Drehung zu versetzen und mit dieser Kraft Grundwasser aus einer Zisterne in ein Reservoir auf einem Wasserturm zu pumpen, von wo aus es dann zu den tiefer liegenden öffentlichen Stadtbrunnen fließen konnte.⁷⁷ Im flachen Gelände des Schlossparks erforderte eine Wasserführung, die eine Anlage von Brunnhäusern ermöglichte, jedoch besondere Maßnahmen. Zuerst musste – wie schon bei der Anlage des gesamten Kanalnetzes – das Gelände innerhalb des Schlossparks genau nivelliert werden, um eine Wasserführung auf unterschiedlichen Höhenstufen zu gewährleisten. Effner ließ gleich beim westlichen Eintritt des Kanals in den Park ein Wehr anlegen, dem er die Form einer halbrunden Kaskade gab. Das heranströmende Wasser wurde vor dieser Kaskade aufgestaut und in einen Seitenkanal abgezweigt, der es auf dieser Höhe weiter durch den Park leitete. Das über den Kaskadenrand fallende Wasser wurde in einem

⁷⁵ Dézallier d'Argenville (1713), Teil IV, Kap. I, S. 262–276: »De la recherche des Eaux, & des différentes manières de les conduire dans les Jardins«.

⁷⁶ Michel (1983), S. 45.

⁷⁷ Hoffmann (2000).



SCHLEUSEN

etwa 2 m tiefer liegenden und sehr breiten Hauptkanal auf direktem Weg dem Schloss entgegengeführt. Vor dem Schloss teilte sich dieser Kanal wieder in zwei Seitenkanäle, die auf der anderen Seite des Schlosses zusammengeführt und erneut mit einer Kaskade aufgestaut wurden. Das über diese Kaskade fallende Wasser endete in einem Stichkanal; der Rest des aufgestauten Wassers wurde vor der Kaskade abgezweigt und dem schon früher angelegten Kanal zugeführt, der es Richtung Schleißheim weiterbeförderte.

Die Kanäle sollten – wieder nach dem Vorbild von Versailles – auch mit Schiffen befahrbar sein. Die Schifffahrt gehörte zu den großen Vergnügungen der bayerischen Herrscher. Auf dem Würmsee unterhielten sie ein legendäres Prunkschiff namens »Bucentaur« mit einer Reihe von Begleitschiffen, die für die Jagd vom See aus benutzt wurden.⁷⁸ In Schleißheim und Nymphenburg dienten die neu angelegten Kanäle nicht nur dem praktischen Zweck, das Material für den Schlossbau heranzuschaffen; sie sollten auch vergnügliche Gondelfahrten in nächster Umgebung der Schlösser ermöglichen.

Da die Kanäle auf unterschiedlichen Höhenstufen verliefen, erforderte die Schiffbarmachung den Einbau von Schleusen. Auch dabei handelte es sich nicht um eine gänzlich neue Technik. Das Prinzip der Kammerschleuse wurde schon 1452 in dem Buch *De re aedificatoria* des Renaissance-Architekten Leon Battista Alberti folgendermaßen beschrieben: »Mach die Sperren doppelt, indem du den Fluss an zwei Stellen einschneidest und einen Zwischenraum lässt, der die Länge eines Schiffes fasst, so dass, wenn ein berganfahrendes Schiff hier landet, die untere Sperre geschlossen, die obere geöffnet werden muss; ist es aber ein zu Tal fahrendes, dagegen die obere geschlossen und die untere geöffnet werden muss.«⁷⁹ Einem Bericht des niederländischen Wasserbauingenieurs Simon Stevin zufolge war die Kammerschleuse um 1600 bereits seit Langem in Gebrauch. Im 17. Jahrhundert konnten die Ingenieure beim Schleusenbau also bereits auf eine Vielzahl von einschlägigen Erfahrungen zurückgreifen.⁸⁰ Gegen Ende dieses Jahrhunderts war das herausragende Vorbild für den Kanal- und

⁷⁸ Schober (2008).

⁷⁹ Zitiert nach Wreden (1919), S. 153.

⁸⁰ Eckoldt (1950).

Schleusenbau der 1681 fertiggestellte Canal du Midi mit Dutzenden von Kammerschleusen in unterschiedlichen Anordnungen.⁸¹

Auch in Nymphenburg orientierten sich die Garteningenieurere an den französischen Kanalbauten, folgten bei den einzelnen Schleusen aber durchaus eigenen Vorstellungen. Bei den Schleusen des Canal du Midi sorgte eine ovale Kammerform dafür, dass die Schleusenwand dem Druck des dahinter liegenden Erdreichs standhielt. In Nymphenburg wählte man dafür einen achteckigen Grundriss, der Platz für zwei bis drei »welsche Gondeln« von maximal 8 m Länge bot und diese beim Füllen der Kammer von der stärksten Strömung fernhielt. Als Baumaterial für die Wände und den Schleusenboden wählte man »Tuffstein und Nagelstuck«, ein durch vulkanische Eruptionen abgelagertes und verschiedenen Sedimenten zusammengebackenes Gestein, das als besonders hochwertig galt und auch beim Bau der Schlossfundamente verwendet wurde. Für die zweiflügeligen Schleusentore benutzte man Eichenholz, das mit Eisenbändern verstärkt wurde. Zum Schutz der Gondeln wurden Boden und Wände jeder Schleusenkammer mit Holzbrettern bedeckt. Außerdem wurden, wie in einem Bauverzeichnis von 1754 festgehalten wurde, »Stüegen bey der Clusen« angebracht, aus Steinquadern bestehende Treppen, »damit die gdiste Herrschaften, wan solche auf dem Wasser fahren aussteigen können«.⁸²

Die erste Schleuse im Nymphenburger Schlosspark wurde 1722 errichtet. Damit konnte die Hofgesellschaft auf dem Wasserweg vom Hauptkanal vor dem Schloss über den höher gelegenen südlichen Seitenkanal die Kaskade am westlichen Parkrand erreichen. Später wurde bei der Kaskade noch eine Schleuse angelegt, über die man direkt in den Hauptkanal gelangen konnte, und eine weitere außerhalb des Parks auf der Ostseite des Schlosses, die den Richtung Stadt führenden breiten Stichkanal für Gondeln befahrbar machte. Ferner bedurfte es mehrerer Brücken, um die Schifffahrt nicht an den Zufahrtswegen für Kutschen enden zu lassen. Sie wurden als Klappbrücken oder als verschiebbare Brücken aus Holz hergestellt. Bei der geringen Kanalbreite von wenigen Metern bedeutete auch dies keine besondere technische Herausforderung, macht jedoch einmal mehr deutlich, mit welcher vielfältigen Aufgaben und Problemen die Ingenieure und Gartenarchitekten im Schlosspark konfrontiert waren.

⁸¹ Mukerji (2009).

⁸² Zitiert nach Fuchsberger (2014), S. 7.

Aus dem Blickwinkel zeitgenössischer Physik und Technik bestand die größte Herausforderung zweifellos in der Anlage der Wasserhebemaschinen, die mit dem Energieunterschied von Wasser auf geringfügig unterschiedlichen Höhenstufen mächtige Fontänen in die Höhe treiben sollten. Dafür empfahl sich Ferdinand Franz Xaver Graf von der Wahl, der von Max Emanuel bei seiner Rückkehr aus Frankreich zum Generalbaudirektor für die kurfürstlichen Baumaßnahmen ernannt worden war. Der Graf dankte sich dafür 1716 mit einem dem Kurfürst gewidmeten Werk *Traite de l'Élévation des Eaux*.⁸³ Allerdings erwies er sich für den Posten des Baudirektors schon bald als schlechte Wahl. 1718 beschuldigte ihn ein Bauschreiber, dass in Nymphenburg »durchgehends bei alldortigem Bauen sehr schlecht gewirtschaftet und alles in Confusion« hinterlassen worden sei; außerdem habe der Graf sein privates Personal aus der kurfürstlichen Kasse bezahlt und für Nymphenburg bestimmtes Baumaterial für den Umbau seines eigenen Palais benutzt. Graf von der Wahl verteidigte sich mit Anschuldigungen gegen den Bauschreiber und warf ihm Verfehlungen wie Erpressung und Bestechung vor. Am Ende wurden beide entlassen.⁸⁴

Was die Wasserkunst in seinem Nymphenburger Schlosspark angeht, konnte sich der Kurfürst jedoch nicht über seinen Baudirektor beklagen. Von der Wahls *Traite de l'Élévation des Eaux* bestand aus zwei Teilen. Im ersten Teil ging es um die Wasserleitungen, die von einem höher gelegenen Reservoir für die Fontänen im Parterre des Schlossparks benutzt werden sollten, und um die richtige Dimensionierung der Zuleitungsrohre und Fontänenendüsen. Der zweite, mit *Essay des Machines Hydrauliques* überschriebene Teil widmete sich der Technik, mit der das Wasser in ein höher gelegenes Reservoir befördert wurde; er gipfelte in der Beschreibung einer »Maschine«, wie sie der Graf für den Nymphenburger Schlosspark konstruiert hatte.

Von der Wahl erklärte schon im Vorwort, dass er mit seiner Abhandlung Theorie und Praxis hydraulischer Anlagen zusammenbringen wollte. Er habe sich nach dem überstandenen Krieg auf sein Landgut zurückgezogen und »Fontainiers« damit beauftragt, in seinem Garten Brunnen anzulegen. Dabei habe er festgestellt, dass die Praktiker ihr Handwerk ohne ein theoretisches Rüstzeug ausübten (»... qu'un fontenier, quelque verse qu'il soit dans la pratique, ne sauroit travailler qu'en aveugle ...«), und sich

⁸³ Wahl (1716).

⁸⁴ Hauttmann (1913), S. 41 und Hierl-Deronco (2001), S. 211–214.

vorgenommen, solche Regeln und Maximen selbst zusammenzustellen. Er gab sich nicht den Anschein, als habe er diese Regeln aus einer bislang unpublizierten Theorie abgeleitet. Sein Werk enthält keine einzige Formel. Bei den meisten Regeln und Maximen handelte es sich um Verallgemeinerungen praktischer Erfahrungen. Die theoretische Grundlage hätten zum großen Teil französische Gelehrte geliefert:⁸⁵

Zum Schluss muss ich den Leser darauf aufmerksam machen, dass alles, was ich in der Abhandlung über das Wasserheben und über die hydraulischen Maschinen zum Besten gebe, nicht nur auf den mathematischen Grundlagen beruht, über welche uns die Elemens de Mecanique & de Phisic der Herren von der Academie Royale des Sciences und die cours de Mathematique von Mr [Jacques] Ozanam, Pere Gaspar Schott, Pere [Claude Francois Milliet] Deschales, Mr [Philippe] de la Hyre, [Blaise] Pascal, [Edme] Mariotte und vieler anderer in der Wissenschaft der Mathematik versierter Autoren unterweisen; sondern mich berechtigt auch die Erfahrung selbst, die ich mit meinen Maximen gemacht habe, dazu, wie mir scheint, dass ich sie als Allgemeine und unfehlbare Regeln der Öffentlichkeit übergebe.

Für die Zuleitung zu einer Fontäne, die von einem hoch gelegenen Reservoir gespeist wird, und die Größe der Düse, durch die der Fontänenstrahl zur maximalen Höhe emporschießen sollte, formulierte der Graf zum Beispiel folgende Maxime:⁸⁶ Bei einem 11 Fuß hohen Reservoir sollte der Rohrdurchmesser das Vierfache des Düsendurchmessers betragen, bei einem 21 Fuß hohen Reservoir das Fünffache, bei einer Höhe von 41 Fuß das Sechsfache, und bei 81 Fuß das Siebenfache. Bei dieser Maxime handelte es sich um eine durch eigene Versuche gewonnene Erfahrung, denn keine hydrodynamische Theorie des 18. Jahrhunderts (und darüber hinaus) konnte eine solche Gesetzmäßigkeit begründen.

⁸⁵ Wahl (1716), S. 229: *Avant que de finir je dois avertir le Lecteur, que tout ce que j'avance dans le Traité de l'Élevation des Eaux & dans celui des Machines Hydrauliques, n'est pas seulement fondé sur les principes des Mathematiques, que nous enseignent les Elemens de Mecanique & de Phisic par Mrs de l'Academie Royale des Sciences, les cours de Mathematique de M. [Jacques] Ozanam, le Pere Gaspar Schott, le Pere [Claude Francois Milliet] Deschales, M. [Philippe] de la Hyre, [Blaise] Pascal, [Edme] Mariotte, & beaucoup d'autres Auteurs consommés dans la science des Mathematiques: mais la propre Experience que j'ay fait de mes Maximes, me met assez en droit, ce me semble, de les donner pour Regies Generales & infaillibles au public.*

⁸⁶ Wahl (1716), S. 32.

Die »hydraulische Maschine« des Grafen von Wahl bestand aus einem Wasserrad, dessen Drehung in eine Auf- und Ab-Bewegung übersetzt und zum Antrieb von 12 Pumpen genutzt wurde. Das Wasserrad hatte einen Durchmesser von 24 Fuß. Es wurde über einen 2 Fuß tiefen Zustrom bei einem Gefälle von 10 Fuß mit 36 Kubikfuß Wasser pro Sekunde versorgt, das einem Kanal mit aufgestautem Wasser entnommen wurde.

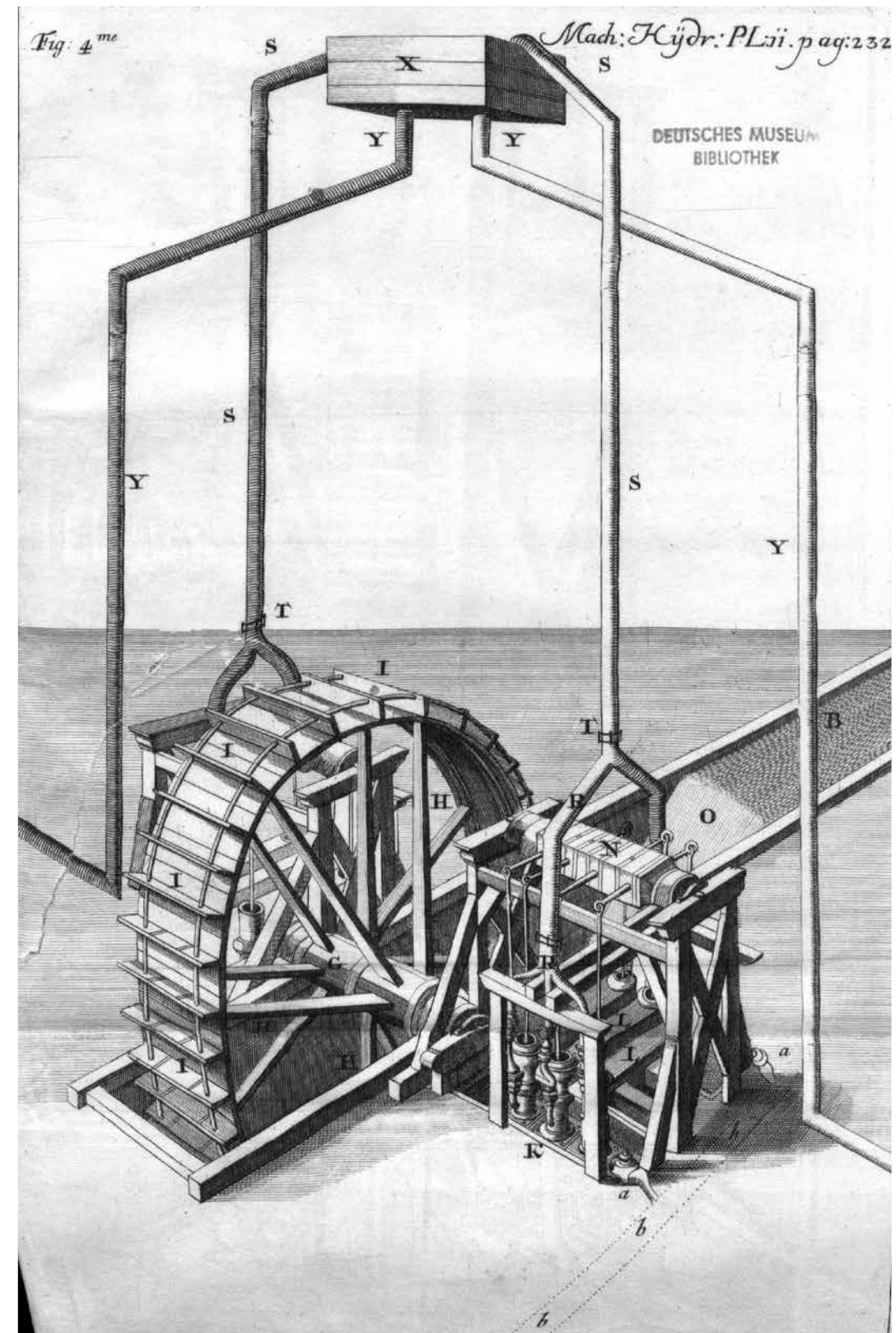
Entsprechende Maximen, Regeln und Tabellen finden sich zu vielen anderen hydraulischen Problemen. »Gegeben sei die Menge des Wassers, die pro Sekunde in einem Zufluss einströmt, und das Gefälle, das man ausnutzen kann: man bestimme die Kraft, die damit auf ein Wasserrad übertragen werden kann«, so lautete zum Beispiel das »Problem I« im zweiten Teil von Wahls Abhandlung über hydraulische Maschinen: »Bekannt sei die Menge Wasser, die pro Sekunde in einem Fluss dahinfließt & und das Gefälle, das man dem Wasserlauf geben kann: Man finde die Kraft, die der so beschriebene Fluss auf das Wasserrad ausüben kann.«⁸⁷ Von Wahl setzte die Kraft auf die Schaufeln des Wasserrads einfach mit dem Gewicht des zuströmenden Wassers gleich, was das Problem jedoch nicht löst. Das Wasserrad wurde trotz seiner jahrtausendealten Geschichte erst um die Mitte des 18. Jahrhunderts zum Gegenstand von experimentellen und theoretischen physikalischen Untersuchungen, die über seine Wirkungsweise genauere Aussagen erlaubten.⁸⁸ Beim vertikalen Wasserrad lassen sich grob zwei Betriebsarten unterscheiden: Wenn es von oben angetrieben wird (»oberschlächtig«), wird die kinetische und die potenzielle Energie des heranströmenden und nach unten fallenden Wassers wirksam; wenn dagegen nur die unteren Schaufeln des Wasserrades in einen horizontal fließenden Wasserstrom eintauchen (»unterschlächtig«), können sie sich höchstens mit der Fließgeschwindigkeit des Wasserstroms bewegen, also nur dessen kinetische Energie ausnutzen.⁸⁹ Das Wasserrad der »hydraulischen Maschine«, die von Wahl für Nymphenburg konstruierte, wurde von einem schräg nach unten geführten Wasserzustrom bewegt.

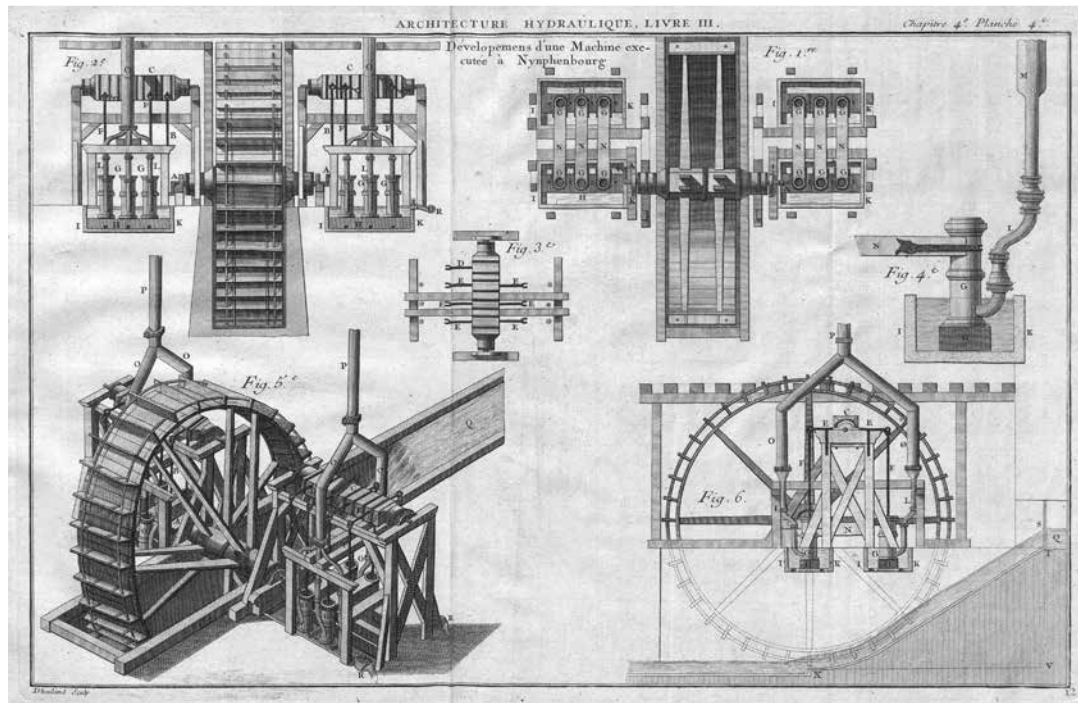
Selbst mit dem Wissen des 19. Jahrhunderts hätte eine Berechnung des Wirkungsgrades noch erhebliche Schwierigkeiten bereitet. Wenn die Angaben des Grafen stimmen, war seine Maschine in der Lage, 260 m³ Wasser pro Stunde (»325 pouces d'eau«) in ein Reservoir auf knapp 20 m Höhe (»58 pieds«) zu befördern. Die Pumpen drückten das in ihren »Stiefeln« stehende Wasser in die Steigleitungen zum Reservoir – im Prinzip eine alte Technik, für die aber erst wenige Jahre vorher in dem von Samuel Morland 1685 veröffentlichten Werk *Élévation des Eaux* quantitative

⁸⁷ Wahl (1716), S. 171: »Etant connu la quantité d'Eau qui s'écoule par seconde dans une rivière & la chute qu'on lui peut donner, trouver la force, que la rivière proposée peut imprimer à la roue«.

⁸⁸ Reynolds (1983).

⁸⁹ Redtenbacher (1858).





Details der »Machine executée à Nymphenbourg« in Béliadors *Architecture hydraulique*.

Daten zur Verfügung standen.⁹⁰ Morland hatte sich als Mathematiker, Diplomat, Spion und Erfinder von Pumpen, Rechenmaschinen und anderen Instrumenten einen Namen gemacht; auch für Versailles unterbreitete er Vorschläge, wie man mit neuester Pumpentechnik Wasser in den Schlosspark befördern könne. Außer den Bemerkungen darüber in seinem Werk *Élévation des Eaux* hat er jedoch keine bleibenden Spuren für die Wasserkünste in Versailles hinterlassen. Auch in Nymphenburg kam Morlands Erfindergeist nur indirekt durch die Erwähnung seines Buches in von Wahls *Traite de l'Élévation des Eaux* zum Ausdruck.⁹¹

Am Ende seiner Abhandlung gab der Graf seiner Genugtuung darüber Ausdruck, dass es ihm mit seiner Maschine gelungen sei, auch Zweifler zu überzeugen. Angebliche Experten der Hydraulik (»qui prétendent être connoisseurs dans les Hydrauliques«) hätten ihm entgegengehalten, dass die Wasserkraft nicht ausreiche, um seine Maschine in Gang zu setzen.

⁹⁰ Morland (1685).

⁹¹ Wahl (1716), S. 184 und S. 227.

Erst als sie die Maschine tatsächlich in Betrieb gesehen hätten, seien sie eines Besseren belehrt worden.⁹²

Wenn es in entfernten Gegenden noch Leute gibt, die an dem zweifeln, was ich hier geschaffen habe, so kann ich denen nur raten, sich persönlich hierher zu begeben, um sich mit eigenen Augen von den Wasserwirkungen zu überzeugen, die ich verspreche; und es würde mir großes Vergnügen bereiten, sie ihnen vorzuführen.

Man ist nicht auf die Ausführungen des Grafen angewiesen, um sich vom erfolgreichen Einsatz seiner Maschine in Nymphenburg zu überzeugen. Bernard Forest de Bélidor, der wie kein anderer das Ingenieurwesen in Frankreich modernisierte und mit seiner *Architecture hydraulique* für das 18. Jahrhundert das Standardwerk der Wasserbautechnik schuf, beschrieb darin ausführlich die »fort belle Machine executée à Nymphenbourg par M. le Comte de Wahl«.

Auch die berühmte, als Schaustück der Aufklärung gepriesene *Encyclopédie* zählte in dem 1765 erschienenen achten Band im Artikel über Hydraulik »la machine de Nymphimbourg en Baviere« zu den Musterbeispielen hydraulischer Maschinen. Man könne sie an Ort und Stelle in Augenschein nehmen und daher sicher sein, dass sie auch wirklich funktionierten, so die *Encyclopédie*, während das bei vielen anderen sehr ungewiss sei.⁹³

Auch anderen zeitgenössischen Darstellungen zufolge brachte die Maschine des Grafen eindrucksvolle Fontänen hervor. Der 1718 an den Hof des bayerischen Kurfürsten berufene Garteningenieur Matthias Diesel lieferte in einem 1722 erschienenen Werk mit einer Folge von Kupferstichen den ersten bildlichen Eindruck von den Wasserspielen im Nymphenburger Schlosspark.⁹⁴

⁹² Wahl (1716), S. 231–232: *Si dans les pais éloignés d'icy il y a encore des personnes assez incredules, pour douter de ce que j'établis icy, je n'ay d'autre conseil à leur donner, que de venir icy eux memes, pour rendre temoins leur propres yeux des Effets d'Eau, que je promets, et que je me feray un plaisir sensible, de leur faire voir.*

⁹³ *Encyclopédie* (1765), S. 361: »on est sûr de la réussite des machines executées, qu'on peut consulter sur le lieu; au lieu que le succes des autres seroit très-incertain.«

⁹⁴ Diesel (1722).

**BAROCKE PRACHT-
ENTFALTUNG MIT
»SPRINGENDEM
WASSER«**



Dieser Kupferstich des Garteningenieurs Matthias Diesel zeigt die große Fontäne auf der Stadtseite vor dem Schloss. Sie wurde von der Maschine des Grafen von der Wahl im Johannis-Brunnhaus (im Bild ganz rechts) angetrieben.

Diesel hatte zusammen mit Effner sein Metier in Frankreich gelernt. Seine Darstellungen gelten als »das beste deutsche Gartenwerk«. ⁹⁵ Sie zeigen auf der östlichen Seite des Schlosses das vor einer breiten Kaskade aufgestaute Wasser, das als Energie- und Wasserreservoir für eine große und mehrere kleine Fontänen diente.

Von Wahls Maschine, die diese Fontänen erzeugte, ist nicht zu sehen; sie war im nördlichen Schlossflügel im sogenannten Johannis-Brunnhaus installiert, das sich äußerlich nicht von den übrigen Gebäuden in der Schlossfront unterschied. Aus dem Vergleich mit den in den Stichen abgebildeten Personen dürften die großen Fontänen 10 bis 15 m Höhe erreicht haben. Ein anderer Stich Diesels zeigt die große Kaskade, mit der das aus der Würm mit einem Kanal zugeführte Wasser beim westlichen Parkeingang aufgestaut wurde. Auch hier sind mehrere Fontänen zu sehen, die jedoch nur eine Höhe von etwa 2 m erreichten.

⁹⁵ Hager (1955), S. 26.

Um die gleiche Zeit besichtigte auch Pierre de Bretagne, ein französischer Augustinermönch und Prediger, Schleißheim und Nymphenburg. In seiner 1723 veröffentlichten »accuraten Beschreibung was in obbenannten Chur-Fürstl. Jagt- und Lustschlössern merckwürdiges zu besehen und zu bemercken« erwähnte er auch die Wasserspiele des Nymphenburger Schlossparks. Sie hätten ihren Ursprung in dem »Canal, dessen Wasser aus der See bey Starenberg kommt«. Das Wasser aus dem Kanal sei »gleichsam die Quelle und ein Behälter aller Wasser zu Nymphenburg«, es »formiret gleich 3 schöne große Wasser-Wercke« und »allwo verschiedene springende Wasser«. Vor dem Schloss »springt das Wasser 1 Schuh dick und 20 hoch«. ⁹⁶ Die Beschreibung lässt einiges zu wünschen übrig, was die »Wasser-Wercke« betrifft. Vermutlich handelte es sich dabei um das Johannis-Brunnhaus im Nordflügel des Schlosses, das 1720 errichtete Grüne Brunnhaus im südlichen Teil des Schlossparks – das Wasser dafür kam aus dem vor der Kaskade am westlichen Parkeingang abgezweigten Kanal – und ein heute nicht mehr existierendes Brunnhaus bei der Kaskade.

Auch aus dem Reisebericht eines Ingenieurs, der 1737 im Auftrag des Bamberger Fürstbischofs architektonisch interessante Bauten und Schlossgärten inspizierte, geht hervor, dass es neben dem Johannis-Brunnhaus, das die hohen Fontänen vor dem Schloss erzeugte, noch weitere Pumpwerke gegeben haben muss: ⁹⁷

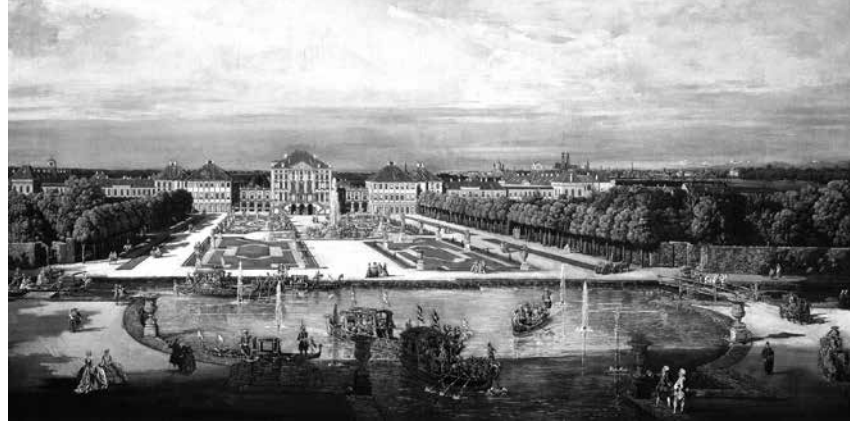
Den 16ten May habe die Reiß bis Nimphenburg in der frühe genohmen umb alda das garten Gebäu mit dem Garten zu sehen [...] überhaupt ist der garten recht schön und angenehmb. ich habe 4 gantze stund zugebracht bis denselben gantz zu sehen bekommen. Der brunen wercker seynd alda 4. das erste gantz zu End des gartens ist ein alte machin, welches ein truckwerck, das 2te ein hebwerck, so sehr kostbahr, das dritte wieder ein Truckwerck mit 8 stienen, so beßer als beede erstere, und das 4te und größte so in dem vorhof stehet mit 12 stieffel ist ein rechtes herrliges und gutes werck ...

Bei dem zuletzt genannten »Truckwerck« handelte es sich um die von Wahlsche Anlage. Die »alte machin« dürfte das Brunnhaus bei der Kaskade am westlichen Parkeingang bezeichnen; das zweite »hebwerck« und

⁹⁶ Bretagne (1723), Kap. XII, XVI und XVIII.

⁹⁷ Zitiert nach Glüsing (1978), Band 2, S. 5–7.

Auf diesem Gemälde von Bernardo Bellotto aus dem Jahr 1761 sind neben der großen Fontäne auf der Parkseite vor dem Schloss mehrere kleinere Fontänen zu sehen. Die Kanäle waren schiffbar und mit beweglichen Brücken versehen, um im Schlosspark auch mit Kutschen promenieren zu können.



das dritte »truckwerck« waren vielleicht die Pumpen im Grünen Brunnhaus, mit denen die Badenburg und ihre davor angeordneten kleineren Springbrunnen versorgt wurden.

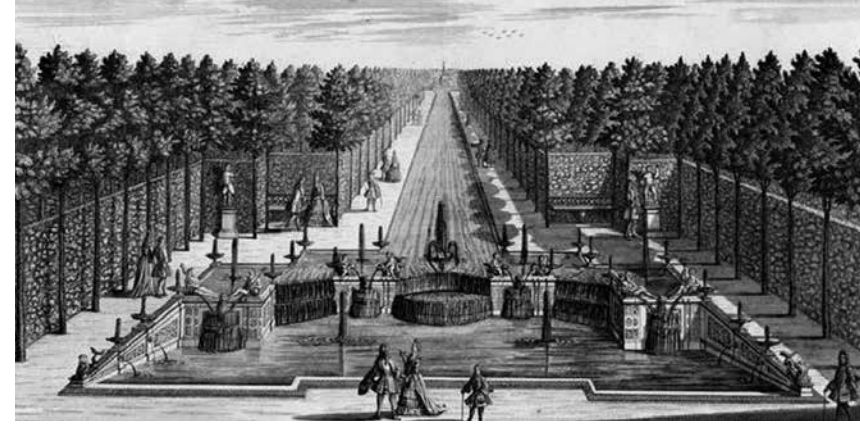
Außer der Maschine des Grafen von der Wahl gibt es über die verschiedenen hydraulischen Anlagen im Schlosspark keine genaueren Angaben. Vermutlich waren sie sehr reparaturanfällig. So mussten zum Beispiel die Rohrleitungen, die vom Grünen Brunnhaus zur Badenburg führten, bereits 1734 erneuert werden.⁹⁸ Dennoch besteht kaum ein Zweifel daran, dass die Wasserspiele das höfische Bedürfnis nach Repräsentation erfüllten.

Kurfürst Max Emanuel, dem für den Ausbau der Anlagen in Schleißheim und Nymphenburg nichts zu teuer war, starb 1726. Manche seiner weitgespannten Pläne wurden mit ihm begraben, aber was Nymphenburg betraf, wollten sich auch seine Nachfolger Karl Albrecht (reg. 1726–1745) und Max III. Joseph (reg. 1745–1777) nicht nachsagen lassen, dass sie dieses Prachtwerk vernachlässigten. 1762 wurde das Grüne Brunnhaus erneuert. Es wurde mit neuen, 1767 installierten Pumpen ausgestattet, die das Wasser in Reservoirs auf zwei Wassertürme beförderten. Wie unter Max Emanuel ein halbes Jahrhundert zuvor holte man sich auch jetzt für die Erneuerung wieder Expertenrat aus Frankreich in Gestalt eines Mitglieds der Académie Royale de Nancy, Jacques Fage de Poitevin, der als »machiniste de Stanislas a Lunéville« auch für die praktische Ausführung technischer Anlagen einen guten Ruf hatte.⁹⁹

An der grundsätzlichen Vorgehensweise für den Betrieb der Wasserspiele änderte sich jedoch das ganze 18. Jahrhundert hindurch nichts: Das an den Kaskaden aufgestaute Wasser wurde wie bei der Maschine des Grafen von der Wahl über kurze Kanäle mit dem durch das Aufstauen

⁹⁸ Hager (1955), S. 84, Anm. 47.

⁹⁹ Bühler (2017).



Dieser Kupferstich zeigt die als Wehr dienende Kaskade und den Kanal, mit dem das Wasser der Würm zum Park geleitet wurde.

ermöglichten Gefälle auf die Schaufeln von Wasserrädern geleitet; deren Drehbewegung wurde mit einer exzentrischen Vorrichtung in eine Auf- und Ab-Bewegung für den Antrieb von Pumpen übersetzt, die das Wasser in hoch gelegene Reservoirs beförderten. An den Planzeichnungen des Grünen Brunnhauses mit den Poitevinschen Pumpen wird dies noch einmal deutlich.

Die mit dieser Technik betriebenen Wasserspiele machten den Nymphenburger Schlosspark zu einer immer wieder gerühmten Attraktion. In einem Inventar des Schlosses aus dem Jahr 1789 werden über 600 »laufende und springende« Wasser als die belebenden Elemente in den Parterreanlagen und Boskettis des Schlossparks aufgezählt.¹⁰⁰ Dank seiner Wasserkünste sei der Nymphenburger Schlosspark »der schönste und prächtigste in Deutschland«, schwärmte der Historiker und Aufklärer Lorenz von Westenrieder in seiner 1783 veröffentlichten Beschreibung der Haupt- und Residenzstadt München.¹⁰¹

Unter die ersten Vorzüge dieses Gartens gehört unstreitig das Wasser. Dieses wird von dem Würmsee hergeleitet, und der ganze Garten ist mit Kanälen, Teichen, großen und kleinen Springwässern erfüllt, welche bey großen Partien in mächtigen Wassersäulen emporschäumen, in kleinen sanft und Rührend plätschern, und die geruchreiche Luft mit angenehmer Kühlung erfüllen. Auf dem Kanal kann man den ganzen Garten durchschiffen, und dieß durch eine geschwinde Schwellung des Wassers, auf eine sehr künstliche Art, indem der entfernte Theil des Gartens höher liegt, als der nähere.

¹⁰⁰ Zitiert in Hager (1955), S. 25 und S. 28.

¹⁰¹ Westenrieder (1783), S. 66–67.

übersetzt wird, gehen die Pumpenkolben periodisch von einer langsamen zu einer schnellen und dann wieder zu einer langsamen Bewegung über. Um diese Ungleichförmigkeit auszugleichen, korrigierte Baader mit geeignet geformten »Wellfüßen« die exzentrische Bewegung so, dass immer die gleiche Hebelkraft auf die Kolben einwirkt. »Ich werde in der folgenden Theorie dieser Maschinen das Gesetz und die Verhältnisse bestimmen, nach welchen die krumme Umfangslinie dieser Wellfüße (welche eigentlich weder Cycloide noch Epicycloide ist) beschrieben und eingetheilt werden muß«, so umriß er die Aufgabe.¹⁵⁷ In einem Anhang gab er eine »Praktische Anleitung zur Verzeichnung einer vollkommen richtigen Krümmungslinie für die Wellfüße an den Gebläse-Maschinen«.

Im gleichen Jahr, in dem Baader seine Vorschläge zur Verbesserung der Gebläsetechnik der Öffentlichkeit präsentierte, gingen im Nymphenburger Schlosspark im Grünen Brunnhaus die ersten, von ihm neu konstruierten Wasserpumpen in Betrieb. Auf einer Planzeichnung ist erkennbar, dass er dabei mit denselben Wellfüßen für einen gleichmäßigen Pumpenhub sorgte wie bei den Gebläsen.

Das zweite Novum der Baaderschen Pumpen war der Windkessel. Diese Technik war bei Feuerspritzen schon im Einsatz, dort aber nicht in einer so massiven Ausführung. Baaders Windkessel bestand aus Gusseisen, um auch einen sehr hohen Druck auszuhalten. Die im Windkessel komprimierte Luft sorgte für einen Druck, der den Fontänenstrahl im Schlosspark 30m in die Höhe schießen ließ – höher, als dies zuvor mit dem Wasser aus den Reservoirs der Wassertürme möglich war. Das wurde sogar in Frankreich, wo die Fontänen von Versailles als das Maß aller Dinge in Sachen Wasserkunst galten, als Meisterleistung angesehen.¹⁵⁸ Warum Baader in Frankreich zu dieser Ehre kam, werden wir noch sehen. Für den Augenblick genügt es, festzuhalten, dass Baader um 1805 größtes Ansehen als oberster Maschinenkonstrukteur Bayerns genoss. Neben den »grandes machines hydrauliques pour le grand jet de Nymphenbourg« zählten zu seinen Ingenieurleistungen neue Pumpen für die Wasserversorgung in München und Dachau, Pumpen für die Münchner Feuerwehr, Gebläse für die Hochöfen von Hüttenwerken in Weiherhammer und Bo-

¹⁵⁷ Baader (1805), S. 22.

¹⁵⁸ »Ce jet d'eau s'élevé à trente metres ou quatre-vingt-dix pieds«, konnte man in den *Annales de l'Agriculture française* im Jahr 1806 über die Leistungen Baaders lesen, der als »Ingenieur en chef des constructions hydrauliques, des mines et salines de S. M. le Roi de Bavière, Conseiller de la provinciale de se pays« vorgestellt wurde.

denwöhr in der Oberpfalz, Hebemaschinen für die Förderung und Weiterleitung von Salzwasser (Sole) in Reichenhall sowie Geräte zur Bestimmung des Wasserdurchlaufs in Soleleitungen (Hydrometrographen).¹⁵⁹

Diese technischen Neuerungen gingen Hand in Hand mit dem Umbruch, den Bayern unter der Herrschaft des reformfreudigen Kurfürsten Karl Theodor und seines Beraters Graf Rumford erfuhr. München entledigte sich seiner mittelalterlichen Stadtmauern und barocken Festungswerke, da sie dem Wachstum der Stadt im Wege waren und der modernen Kriegstechnik ohnehin nichts mehr entgegengesetzt hätten. 1795 hatte Karl Theodor entschieden, dass München künftig »keine Festung seie, seyn könne, noch seyn solle«.¹⁶⁰ Einige Jahre zuvor hatte Rumford auf dem Schönfeld, einem brachliegenden Gelände nahe der Residenz und außerhalb der Stadtmauer, Militärgärten anlegen lassen, die den Soldaten Gemüse und der Münchner Bevölkerung Erholung bieten sollten.¹⁶¹ Aus dem »Theodor-Park«, wie er zuerst hieß, wurde 1793 der »Englische Garten«. Die Planung lag in den Händen des kurfürstlichen Hofgärtners Friedrich Ludwig von Sckell, der wie Baader mit frischem Expertenwissen aus England nach Bayern zurückgekehrt war.¹⁶² Nach dem Tod Karl Theodors im Jahr 1799 wurde Sckell unter dem neuen Kurfürsten Max IV. Joseph zum Gartenbaudirektor ernannt und 1803 als Hofgartenintendant in München auch mit der Umgestaltung des Nymphenburger Lustgartens beauftragt.¹⁶³

Wie sich Carl August Sckell erinnerte, der nach dem Tod seines Onkels in dessen Fußstapfen als »Intendant der königlichen Hofgärten« trat, wurden in diese Umgestaltung auch die Wasserkünste einbezogen.¹⁶⁴

Als man aber in den Jahren 1803 und 1804 angefangen hatte, diese Anlage in einen natürlichen Garten zu verwandeln, wurde auch beschlossen, alles vorhandene Wasser zur Speisung zweyer dermalen noch bestehenden, großen Fontainen zu benützen, und es erhielt der Oberstbergrath und Director des königl. Hofbrunnenwesens Ritter Joseph von Baader den Auftrag zu den beyden Brunnhäusern nämlich dem im Hofgarten und jenem im linken Flügel des Schlosses, neue Druckwerke

¹⁵⁹ Bagot (1806).

¹⁶⁰ Zitiert in Lembruch (2004), S. 38.

¹⁶¹ von Freyberg (2000), Weidner (2014), S. 97–141.

¹⁶² Lehner (2000).

¹⁶³ Hager (1955), S. 72–77.

¹⁶⁴ Sckell (1837), S. 121.

nach besseren Principien zu verfertigen, und die von demselben hervorbrachten Kräfte zum Getriebe der obenerwähnten großen Fontainen zu verwenden. Dieser gelehrte und practisch gebildete Hydrauliker löste seine Aufgabe mit besonderem Glücke; so daß die zwey Fontainen in Nymphenburg die kräftigsten und höchsten in Europa seyn dürften, welche durch Maschinendruck hervorgebracht werden.

Wo nach der Beschreibung des bayerischen Chronisten Westenrieder aus dem Jahr 1783 mehr als 600 »laufende und springende« Wasser die kurfürstlichen Gäste erfreuten, sollten nun also nur noch zwei große Fontänen in die Höhe schießen. Ein altes Brunnhaus mit Wasserturm bei der großen Kaskade am westlichen Ende des Schlossparks wurde abgerissen. Auch die Wassertürme beim Grünen Brunnhaus wurden entfernt. Ihre Funktion übernahm jetzt der gusseiserne Windkessel, der mit seiner darin eingepprägten Inschrift den Stolz über die so nach Bayern gelangte Maschinentechnik verrät: »Maximiliani Josephi IV. Electoris jussu et auspiciis extruxit Josephus Baader inventor MDCCCIII« (»Auf Befehl und unter der Herrschaft von Kurfürst Maximilian Joseph IV. hat der Erfinder Joseph Baader dies im Jahr 1803 erbaut«). Sckell berichtet in seiner Beschreibung dieser Anlage auch weitere Einzelheiten: Der Antrieb der Pumpen geschah durch ein unterschlächtiges Wasserrad mit »16 Schuh Durchmesser«, das mit Wasser von dem nahen Kanal »bey 7 Schuh trockenem Gefäll und 3 Schuh Wasserstand vor der Fallschütze« in Drehung versetzt wurde. Auch die jetzt als Zyklode charakterisierten Wellfüße kamen zu Ehren, zusammen mit den Ausmaßen der Pumpen.¹⁶⁵

Auf der verlängerten Wasserradwelle sind in gehöriger Entfernung zwey Cycloiden von 22 Zoll Hubhöhe aufgekeilt, auf welchen zwey mit Frictionsrädern versehene Balanciers gehen, an deren jedem drey Cylinder mit 9 Zoll Kolbenöffnung und der entsprechenden Hubhöhe von 22 Zoll vorgerichtet sind.

Diese im westlichen Teil des Grünen Brunnhauses installierte Pumpentechnik (siehe Bildtafel 4 und 5) markierte den Auftakt für die Erneuerung der hydraulischen Anlagen im Nymphenburger Schlosspark. Die wenig später im östlichen Teil des Grünen Brunnhauses und im Johannisbrunnhaus beim Schloss erneuerten Pumpen unterschieden sich in vielen Einzelheiten von

¹⁶⁵ Sckell (1837), S. 123.

dieser ersten Anlage. So findet sich die ursprünglich für Gebläse entwickelte Wellfuß-Konstruktion bei keiner der späteren Pumpen wieder. Vermutlich verzichtete man darauf, da schon mit dem Windkessel – dieser wurde fester Bestandteil der meisten Baaderschen Pumpen – die ungleichförmige Wasserzufuhr durch die Kolbenbewegung ausgeglichen wurde. Dennoch blieb die Anlage im Grünen Brunnhaus das Vorzeigebispiel für Baaders Ingenieurkunst.

Im August 1805 hatte der bayerische Kurfürst Max IV. Joseph die Neutralität Bayerns im Krieg zwischen Österreich und Frankreich aufgegeben und sich auf die Seite Napoleons geschlagen. Im September wurde München von österreichischen Truppen besetzt. Am 24. Oktober hielt Napoleon nach einem Sieg über das österreichische Heer bei Ulm einen triumphalen Einzug in München. Am 1. Januar 1806 belohnte er seinen Bündnispartner mit der Verleihung der Königswürde: Aus Kurfürst Max IV. Joseph wurde der erste bayerische König Max I. Joseph, und aus Kurpfalz-Bayern das Königreich Bayern unter Einschluss von Franken und Schwaben.

Frankreich galt für den Kurfürsten und seinen Minister Montgelas schon lange als heimlicher Bündnispartner. Auch in der Wissenschaft orientierte man sich an Frankreich. »Die Gelehrten aller Länder sind Landsleute«, hatte Baader am 23. Oktober 1797 in einem Brief an Gaspard de Prony geschrieben, »sie bilden nur eine einzige Republik, die der Wissenschaften und der Künste«.¹⁶⁶ Baader schätzte Prony als Autor der *Nouvelle architecture hydraulique* und benutzte die Gelegenheit, um ihm seine eigene *Vollständige Theorie der Saug- und Hebepumpen* anzukündigen, die in diesem Jahr erschien. Er hoffe, so schrieb er in einem weiteren Brief an Prony, dass Frankreich nach dem glorreichen Sieg über seine Gegner zu einem Hort internationaler Wissenschaft und Technik werde. 1803 wandte er sich erneut an Prony, um ihm sein Interesse an der Erneuerung der Wasserhebeanlagen von Marly zu bekunden, die seit Langem reparaturbedürftig waren und für die man Prony schon im August 1793 beauftragt hatte, Verbesserungsvorschläge einzuholen.¹⁶⁷

Der Einzug Napoleons in München am 24. Oktober 1805, bei dem man voller Stolz auch die Fontänen im Nymphenburger Schlosspark in die

¹⁶⁶ »Les savants de tous les pays sont compatriotes ... ils ne forment qu'une vaste république, celle des sciences et des arts.« Zitiert in Kahlow (1995), S. 181.

¹⁶⁷ Brandstetter (2006), S. 140.

**BAADERS
VORSCHLAG
FÜR EINE NEUE
»MASCHINE
VON MARLY«**

Höhe schießen ließ, gab Baaders Plänen für die »Maschine von Marly« neuen Auftrieb.¹⁶⁸

Napoleon war bey seinem Hierseyn von diesen herrlichen Fontainen und der Kraft ihrer Triebwerke so entzückt, daß er im Jahre 1806 v. Baader nach Paris berief, um Pläne und Vorschläge zur besseren Construction der Wassermaschine zu Marly zu machen, was auch von Seite dieses geschickten Hydraulikers geschah.

Baader ließ wenig Zeit vergehen, um seine Kompetenz für dieses Vorhaben unter Beweis zu stellen. Noch im Jahr 1806 erschien in Paris sein *Projet d'une nouvelle machine hydraulique pour remplacer l'ancienne machine de Marly*.¹⁶⁹ Was er dabei zu Papier brachte, wirft ein Schlaglicht auf die rasante technische Entwicklung der hydraulischen Maschinen. Baaders Entwurf sah nur drei Wasserräder von der halben Größe der bei der alten Maschine verwendeten Wasserräder vor. Das erste würde durch Pumpen mit einem Windkessel Seinenwasser in ein Reservoir auf etwa ein Drittel der Förderhöhe heben, das zweite und dritte würde Pumpen antreiben, um Druckwasser für eine Wassersäulenmaschine zu liefern und das Wasser aus dem ersten Zwischenreservoir in ein zweites und schließlich auf die endgültige Förderhöhe von etwa 160 m zu bringen.

Die Technik der Wassersäulenmaschinen war den Dampfmaschinen nachempfunden, wobei anstelle des Dampfes das Gewicht einer Wassersäule den Druck auf die Kolben der Pumpen und die Ventilsteuerung übernahm. Diese Technik wurde auch bei der in diesen Jahren von Baader und Reichenbach erneuerten Soleleitung eingesetzt, mit der Sole vom Salzbergwerk über verschiedene Höhenstufen zu den Siedewerken gepumpt wurde, wo daraus Salz gewonnen wurde. Es würde zu weit führen, diese Technik im Einzelnen zu beschreiben.¹⁷⁰ Baaders Entwurf für Marly sah vor, das Wasser aus der Seine zunächst durch einen Tunnel mit einer horizontal geführten Druckleitung der Wassersäulenmaschine zuzuführen, von der es mit Saug- und Druckpumpen und durch Windkessel vertikal nach oben befördert werden sollte. Die neue Maschine würde zwar noch Reservoire auf dem ersten und zweiten Drittel der Förderhöhe besitzen, doch die alte Stangenkunst würde vollständig entfallen und die große Anzahl von

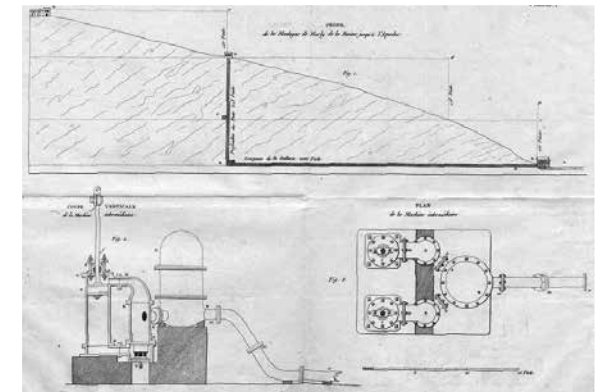
¹⁶⁸ Sckell (1837), S. 122.

¹⁶⁹ Baader (1806).

¹⁷⁰ Kleinschroth (1985); Holzer (2009).

mehr als zweihundert Pumpen mit all den dafür nötigen Rohrleitungen würde drastisch reduziert. Der Lärm der hin- und herbewegten Stangen würde entfallen und die Verringerung der Pumpen und Rohre würde auch die Rohrreibung reduzieren.

Um den Grad der Verbesserung gegenüber der alten »Maschine von Marly« zu quantifizieren, verglich Baader sie mit seiner Anlage im Grünen Brunnhaus im Nymphenburger Schlosspark.¹⁷¹



Die Wirkung dieser Maschine [in Nymphenburg] besteht darin, in einem vollkommen flachen Terrain ohne jedes Reservoir oder Wasserschloss mit der Kraft von vierzehn Druckpumpen über eine 1400 Fuß lange Zuleitung einen Wasserstrahl zu erzeugen, der bei ruhigem Wetter 90 Fuß hoch steigt und diese Höhe beibehält. Die Wassermenge, die für diesen Strahl verbraucht wird (welcher ohne Unterbrechung das ganze Jahr über betrieben werden kann, wenn man dies will, und solange die Maschine läuft) beträgt 130 bis 140 Kubikfuß pro Minute; und die Mittel, die Bewegung aufrecht zu erhalten, bestehen lediglich aus zwei Schaufelrädern mit einem Durchmesser von 16 und 18 Fuß, die mit einer leicht abfallenden Wasserzuführung aus einem kleinen Kanal in Drehung versetzt werden. Die Last, die auf die Pumpenkolben drücken muss, um

Baaders Entwurf für eine neue hydraulische Maschine von Marly.

¹⁷¹ Baader (1806), S. 7–8: *L'effet de cette machine est de produire dans un terrain tout-à-fait plat sans aucun réservoir ou château d'eau, par l'action de quatorze pompes foulantes, et une conduite de 1400 pieds de longueur, un jet d'eau qui, par un temps calme, s'éleve et se soutient à la hauteur verticale de 90 pieds. La quantité d'eau dépensée par ce jet (qui va sans interruption toute l'année si l'on veut, et tant que le jeu de la machine se continue) est de 130 à 140 pieds cubes par minute, et les moyens de mouvement ne consistent qu'en deux roues à aubes de 16 et 18 pieds de diamètre, tournées par la chute d'un petit canal. La charge nécessaire aux pistons pour produire ce jet est égale à une colonne de 136 pieds de hauteur; et en effet la machine seroit moins fatiguée en élevant la même quantité d'eau à cette hauteur dans une conduite verticale. L'énergie de son action peut donc être exprimée par $140 \times 136 = 19040$. La quantité d'eau moyenne élevée par la machine actuelle de Marly à la hauteur de 478 pieds est de 13 pieds cubes par minute, et par conséquent l'énergie de son action est représentée par $13 \times 478 = 6214$. L'effet absolu de la petite machine de Nymphenbourg surpasse donc plus de trois fois celui de la grande machine de Marly; et comme la dépense de la force motrice, c'est-à-dire la quantité d'eau et chute employées à Nymphenbourg ne fait guère un sixième de la force dépensée à Marly, il résulte que la perfection de la machine de Nymphenbourg est à celle de Marly comme 18 est à 1.*

diesen Strahl zu erzeugen, entspricht einer Wassersäule von 136 Fuß Höhe; und tatsächlich würde die Maschine ohne Mühe dieselbe Menge Wasser in einer vertikalen Rohrleitung auf dieselbe Höhe befördern. Die Energie ihrer Wirkung kann also ausgedrückt werden durch das Produkt $140 \times 136 = 19040$. Die Wassermenge, die von der Maschine von Marly in ihrem aktuellen Zustand auf eine Höhe von 478 Fuß gehoben wird, beträgt 13 Kubikfuß pro Minute; folglich wird die Energie ihrer Wirkung durch $13 \times 478 = 6\ 214$ zum Ausdruck gebracht. Die absolute Wirkung der kleinen Maschine von Nymphenburg übertrifft also mehr als dreifach diejenige der großen Maschine von Marly; und da der Aufwand an bewegender Kraft, das heißt die Menge Wasser und das in Nymphenburg nutzbare Gefälle kaum ein Sechstel des in Marly bestehenden Aufwandes ausmacht, folgt daraus, dass die Vollkommenheit der Maschine von Nymphenburg wie 18 zu 1 zu der von Marly steht.

Die mit der Prüfung der Marly-Vorschläge beauftragte Kommission des Institut National, das nach der Auflösung der Pariser Akademie 1795 deren Funktionen übernommen hatte, fand für Baaders Entwurf sehr anerkennende Worte:¹⁷²

Das Projekt des Herrn Baader, das wir im Vorstehenden analysiert haben, erscheint uns der Reputation seines Urhebers würdig, die man ihm und seinen Werken und mehreren hydraulischen Bauten zugebilligt hat, unter denen wir nur die beiden jüngst in Nymphenburg in den Gärten Seiner Majestät des Königs von Bayern ausgeführten Maschinen anführen, und von denen er die Zeichnungen der Klasse mitgeteilt hat. [...] Wir denken, dass die Arbeit des Herrn Baader die Belobigungen der Klasse verdient, und dass es wünschenswert ist, dass dieser Ingenieur seine Abhandlung und seine Zeichnungen publiziert.

Dennoch erachtete die Kommission den Baaderschen Entwurf als schwer umsetzbar und gab einem anderen Projekt den Vorzug, das den Einsatz

¹⁷² Baader (1806), S. 46 und S. 51–52: *Le projet de M. Baader, dont nous venons de donner l'analyse, nous paroit digne de la réputation de l'auteur, que lui ont acquise et ses ouvrages et plusieurs monuments hydrauliques, parmi lesquels nous citerons les deux machines récemment exécutées à Nymphenbourg, dans les jardins de S. M. le Roi de Bavière, et dont il a communiqué les dessins à la classe. [...] Nous pensons que le travail de M. Baader mérite les éloges de la classe, et qu'il est à désirer que cet ingénieur publie son mémoire et ses dessins. Fait à l'institut national le 16 juin 1806.*

einer Dampfmaschine vorsah.¹⁷³ Doch auch dieses Projekt kam nicht zur Ausführung. Es blieb noch viele Jahre lang bei provisorischen Behelfsmaßnahmen. Die Baustelle an der Seine wurde zu einer Art »Freiluftlaboratorium« für ambitionierte Ingenieure des napoleonischen Zeitalters.¹⁷⁴

In München vermutete man, dass die »National-Eifersucht« der Franzosen die Ausführung der Baaderschen Entwürfe für die Erneuerung der Anlage von Marly verhindert hätten.¹⁷⁵ Dessen ungeachtet bedeutete die Würdigung der Pariser Akademiker für Baader eine besondere Auszeichnung. Nicht zuletzt zeichneten sie damit auch Baaders Ingenieurleistung bei den hydraulischen Anlagen im Nymphenburger Schlosspark aus. In Bayern wurde Baader dafür von höchster Stelle öffentlich geehrt. König Max I. Joseph händigte ihm im März 1806 einen ansehnlichen Geldpreis und ein Belobigungsdekret aus. Seine Maschinen verdienten »sowohl von ökonomischer, als technischer Seite unsere ganze Befriedigung« und hätten »die anfängliche Zusicherung der Wirkung weit hinter sich gelassen«.¹⁷⁶

Baader nutzte die Gunst der Stunde, um seine Anlagen im Nymphenburger Schlosspark in einer Prachtausgabe der Nachwelt vor Augen zu führen.

Als vor zweyen Jahren der große Sprung zu Nymphenburg zur allerhöchsten Zufriedenheit Seiner königl. Majestät vollendet ward, äußerten Eure Excellenz selbst den Wunsch, daß der Bau dieses in seiner Art vielleicht einzigen Kunstwerkes durch den Druck öffentlich, und zwar mit der möglichsten typographischer Eleganz, bekannt gemacht werden möchte.

So leitete er im Mai 1807 eine Bittschrift an den König um eine Vorauszahlung ein, damit er die zum Teil bereits in Auftrag gegebenen teuren Kupferstiche bezahlen konnte. Er habe bei seinem Aufenthalt in Paris im vergangenen Jahr seine Originalzeichnungen »dem geschicktesten architektonischen Kupferstecher Ransonnette« übergeben, der nun die ersten vier Kupferplatten fertiggestellt und ihm Probeabdrücke zur Korrektur geschickt habe, »wovon ich mir die Ehre gebe, Eurer Excellenz ein Paar

¹⁷³ Barbet (1907), S. 144–146.

¹⁷⁴ Brandstetter (2006), S. 195–201.

¹⁷⁵ Sckell (1837), S. 123.

¹⁷⁶ Zitiert in Siber (1836), S. 7.

zur Einsicht vorzulegen«. Im Ganzen fielen Kosten für acht Kupferplatten zum Preis von je 300 Francs an. Die jetzt noch »in schwarzer Kunst, oder Tuschemanier« ausgeführten Kupferstiche sollten in der Endfassung »mit den gehörigen Farben leicht illuminiert« werden, »folglich den schönsten lavirten Handzeichnungen an Reinheit, Haltung und Eleganz gleich kommen«. Das Titelblatt sollte mit einer Vignette versehen werden, »welche die Ansicht des Sprunges von der Gartenseite mit dem Schlosse im Hintergrunde« zeigen würde.¹⁷⁷

Das Ganze wird demnach ein Prachtwerk, wie im Mechanischen Fache noch keines existirt, und welches selbst die schönsten architektonischen Prachtwerke, welche bisher in London und Paris erschienen sind, überreffen dürfte; und da auch der innere oder wissenschaftliche Gehalt desselben dem Äusseren entsprechen wird, so glaube ich mir mit der Hoffnung schmeicheln zu können, daß dieses Werk zu den vielen ehrenvollen Denkmälern gezählt werden dürfte, mit welchen die gegenwärtige Regierung und die baierische Nation sich die Bewunderung und die Aufmerksamkeit der ganzen Welt in einem so hohen Grade erworben hat.

Dieses Werk wollte Baader »Seiner Majestät Unserem allergnädigsten Könige« widmen; eine französische Ausfertigung wollte er »Seiner Majestät dem französischen Kaiser, auf allerhöchst gegebene Erlaubniß, zueignen«. Der König gewährte Baader eine Vorauszahlung, die für den Druck von sechs Exemplaren ausreichen sollte – doch der Prachtband blieb ein Wunschtraum. Was der Nachwelt überliefert wurde, sind nur einige von Baaders Nachfolgern dem Archiv des Deutschen Museums übergebene kolorierte Zeichnungen der Poitevinschen und Baaderschen Anlagen.

Der vom Grünen Brunnhaus in Gang gesetzte »große Sprung zu Nymphenburg« befand sich auf der Gartenseite vor dem Schloss. 1807 begann Baader auch mit der Erneuerung der Pumpenanlage im Johannisbrunnhaus für die Fontäne auf der Stadtseite des Schlosses.

Auch dieses im Nordflügel des Schlosses errichtete Brunnhaus wurde mit Wasserkraft aus den Kanälen im Schlosspark versorgt. Der Mittelkanal wurde auf gleicher Höhe um das Schloss herumgeführt und zweigte vor dem Johannisbrunnhaus das dafür benötigte Aufschlagwasser mit einem

¹⁷⁷ Joseph Baader: Gehorsamstes Promemoria. 26. Mai 1807. BayHStA, Sachakten, MK 14600.

kleinen Seitenkanal in eine Wanne ab, wo es auf drei überschlächtig betriebene Wasserräder von knapp 3 m Durchmesser geleitet wurde. Die Rotation der Wasserräder wurde über exzentrisch an jeder Kurbelwelle angebrachte Stangen in Auf- und Ab-Bewegung von schweren »Balanciers« übertragen. Auch von der Wirkungsweise dieser Anlage lieferte der Hofgartenintendant eine genaue Beschreibung:¹⁷⁸

an jedem Balancier sind zwey Cylinder von 1 Schuh Kolbendurchmesser und 2 Schuh Hubhöhe vorgerichtet, so daß je zwey Cylinder ihr Speisewasser in einen eigenen Rezipienten zusammenliefern, und somit 12 Cylinder aus 6 Rezipienten mittelst zwey Ableitungs-Röhren, die sich außerhalb des Werkes in die Hauptleitungs-Röhre von 14 Zoll Durchmesser vereinigen, das ganze Sprungwasser in derselben bis zur Ausmündung hinliefern. Der Fontainen-Aufsatz an der Ausmündung hat einen Strahldurchmesser von 12 Zollen mit 1 ½ Linien [1 Linie = 2,0268 mm] Ringöffnung. Bey 8 bis 10 Radumdrehungen in der Minute liefert die Fontaine 3617 bis 4521 Maß Wasser bey einer Sprunghöhe von 80 bis 100 Fuß.

Vergleicht man diese Pumpenanlage mit der im Grünen Brunnhaus, so fallen als erstes die jetzt überschlächtig betriebenen kleineren Wasserräder auf. Ansonsten machte Baader auch hier von Windkesseln (»Rezipienten«) Gebrauch, die er nun in kleinerer Ausführung je zwei Pumpen zuordnete. Die physikalische Wirkung blieb dieselbe: Der in den Windkesseln aufgebaute Luftdruck machte den Wasserturm mit dem Hochreservoir überflüssig und glich die Druckunterschiede aus, die das Auf und Ab der Pumpenkolben verursachte.

Das Ergebnis konnte sich sehen lassen. »Dem Techniker müssen die vom Herrn Joseph von Baader zu Nymphenburg angelegten Wasserkünste Interesse gewähren«, so stand in einer Reisebeschreibung für technikinteressierte Besucher zu lesen.¹⁷⁹

zwey Wassersäulen, von denen die eine vor dem Schlosse, die zweite hinter demselben, im Schloßgarten, das Auge des Zuschauers erfreuen, werden durch Radkünste in die Höhe getrieben. Die erste springt etwa 70 Fuß hoch, in einem einzigen Strahl senkrecht in die Höhe. Sie wird von drei überschlächtigen Rädern getrieben, von denen jedes vier Kol-

¹⁷⁸ Sckell (1837), S. 123–124.

¹⁷⁹ Karsten (1821), S. 7.

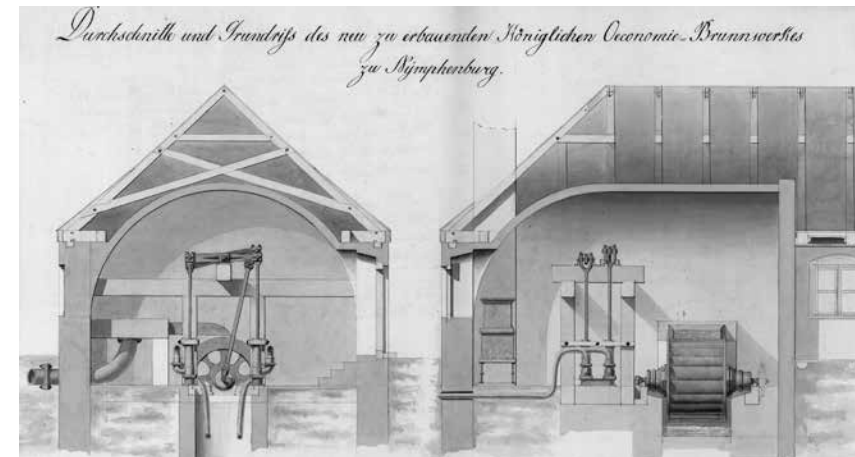
ben in eben so viel metallenen Cylindern in Bewegung setzt. Die zweite erreicht eine senkrechte Höhe von mehr als 100 Fuß, und wird durch zwei mittelschlächtige Räder getrieben, von denen das eine zwölf, das zweite vier Kolben in eben so viel metallenen Cylindern bewegt. Beide Wassersäulen erhalten sich durch die angebrachten Windkessel ununterbrochen fast auf gleicher Höhe.

Zum Grünen Brunnhaus und dem Johannisbrunnhaus kam einige Jahre später noch das Hirschgartenbrunnhaus. Es sollte »dem nahe gelegenen Hirschgarten die für das dort gehaltene Wild, und für die königl. Gebäude und Stallungen nöthige Menge von reinem Brunnenwasser« zuleiten, wie Baader im August 1817 seinen ursprünglichen Zweck in einem Schreiben an den König über »Die Herstellung eines neuen Brunnhauses in Nymphenburg, vielmehr die Bewässerung des Hirschgartens betr.« beschrieb. Darüber hinaus sollte es auch noch »die königl. Hofküche, die Hofconditorey, und die Menagerie« versorgen.¹⁸⁰

Zu diesem Behufe hat die gehorsamst unterzeichnete Stelle nach reifer Überlegung am zweckmäßigsten und wohlgefeiltesten gefunden, eine kleine hydraulische Maschine mit einem Oberschlächtigen, von dem Waßer des zunächst liegenden Kanals zu betreibenden Rade in dem neben dem sogenannten grünen Brunnhause befindlichen Wohngebäude vorzurichten, durch welche aus einem eben daselbst zu grabenden Brunnen eine beständige Waßermenge von 50 bis 60 Steften [1 Steften entspricht 2,18 Liter pro Minute] nach den erforderlichen Punkten hin geliefert werden kann. Die Anordnung dieses neuen Maschinenwerkes mit einem vereinbarten Saug- und Druckwerke von 4 Stiefeln ist aus dem beyliegenden Plane ersichtlich.

Im Vergleich zu den aufwendigen Anlagen im Grünen Brunnhaus und im Johannisbrunnhaus, die »ganz allein dazu bestimmt sind, die beiden großen Fontänen oder Sprünge im Garten und vor dem königl. Schlosse mit Wasser von dem Kanäle zu betreiben«, wirkte Baaders Plan für das Hirschgartenbrunnhaus geradezu schlicht (später wurde auch dieses Brunnenwerk noch mit einem Windkessel versehen). Mit der Wartung und Bedienung der Hauptbrunnwerke für die Fontänen waren seit 1805 drei »Maschinenwärter« beauftragt. Sie mussten einiges von der Baaderschen Technik

¹⁸⁰ Baader an den König, 17. August 1817. BayHStA, MF 16607.



verstehen, denn neben der »Regulierung und Wartung« der Maschinen sollten sie auch in der Lage sein, »diese auf Verlangen den Fremden zu zeigen und die nöthigen Erläuterungen beyzufügen«.¹⁸¹ Das Hirschgartenbrunnhaus wurde vom Grünen Brunnhaus mit betreut, »da die Maschine des grünen Brunnhauses nur etwa 5 Monate hindurch, und dies nur bey Tage, im Gang gehalten wird, und das Hirschgarten Brunnhaus nur in einem ganz einfachen Wasserrade besteht, das einer geringen Wartung bedarf«. Diese Verfügung ging auf den Privatarchitekten des Königs, Leo von Klenze, zurück, als nach dem Tod eines Maschinenwärters die Aufgabenverteilung im Schlosspark neu geregelt wurde.¹⁸²

Die Handwerker im Schlosspark rekrutierten sich nicht selten aus Familien, die schon längere Zeit mit einschlägigen Arbeiten für den Hof beauftragt waren. So schlug Baader 1819 Matthias Höß, den Sohn des »königl. Brunnenwarts Höß zu Heßelohe und Bruder des Brunnenpoliers Höß in Nymphenburg« als Nachfolger für den verstorbenen Maschinenwärter vor. Beim Nymphenburger »Brunnenpolier Höß« handelte es sich um Franz Höß, der um 1788 seinem als »Brunnknecht« in Nymphenburg angestellten Vater Joseph Höß »adjungiert« wurde und dann dessen Nachfolge antrat.¹⁸³ Franz Höß ging Baader auch bei der Installation der Anlage im Johannisbrunnhaus 1807 soweit zur Hand, dass ihn Sckell dabei neben

¹⁸¹ Sckell (1837), S. 124.

¹⁸² Lohnsachen und Unterhalt des Brunnenwesens, BayHStA, OBB Akten 4319.

¹⁸³ Personalakt, BayHStA, OBB 4325 PA Höß.

Baaders Entwurf für die hydraulische Anlage im Hirschgartenbrunnhaus.

Baader mit Namen nannte.¹⁸⁴ Wie Baader im Jahr 1791 den jungen Reichenbach in England mit den Neuerungen des Industriezeitalters vertraut gemacht hatte, nahm er 1815 auch Franz Höß auf eigene Kosten mit auf eine Englandreise und verschaffte ihm so die Gelegenheit, die englische Maschinenteknik kennenzulernen.¹⁸⁵ Danach wurde aus dem »Brunnenpolier Höß« der »königliche Hofbrunnmeister«, der sich auch der Erneuerung der Baaderschen Anlagen annahm, als diese reparaturbedürftig wurden. Die noch heute in den Brunnhäusern im Nymphenburger Schlosspark erhaltenen hydraulischen Maschinen gehen zwar in ihrer Anlage alle auf Baaders Pläne zurück, sind jedoch – was die Ausführung vieler Teile betrifft – auch als das Werk von Franz Höß zu betrachten.

Als oberster Maschinendirektor des bayerischen Hofes hinterließ Baader nicht nur im Nymphenburger Schlosspark bleibende Spuren. Auch im Residenzbrunnhaus und im Hofgartenbrunnhaus wurden nach seinen Plänen neue hydraulischen Anlagen installiert.¹⁸⁶ Baader scheint sich dabei das Grüne Brunnhaus zum Vorbild genommen zu haben. Die Pumpen im Hofgartenbrunnhaus wurden einer Beschreibung aus dem Jahr 1805 zufolge »nach Anleitung des Landesdirektionsrates und Maschinendirektors Herrn Baader statt mit Kurbeln mit großen eisernen Zykloidscheiben« versehen.¹⁸⁷ »Baaders Hauptman möchte fast sagen Lebensplan ging dahin, das Hof- und Stadtbrunnwesen unter seine eigene Direktion zu vereinigen«, heißt es in einer Chronik der Münchener Wasserversorgung. Baader habe der Stadt immer wieder »seine verbesserten Maschinen für die Brunnhäuser« angeboten, »doch alles war vergebens. Die Persönlichkeit Baaders dürfte der Hauptgrund der stets ablehnenden Haltung der Stadtverwaltung gewesen sein.«¹⁸⁸

Joseph Ritter von Baader, wie er sich nach der Erhebung in den Ritterstand im Jahr 1808 nennen durfte, gab sich nicht mit seinen Ingenieurleistungen auf dem Gebiet des Brunnwesens zufrieden. Wie aus den Andeutungen in der Chronik der Münchener Wasserversorgung schon hervorgeht, kannten seine Ambitionen kaum Grenzen. Aufgrund seiner Erfahrungen mit industriellen Anlagen und als Mitglied der mathematisch-physikalischen Klasse der Bayerischen Akademie der Wissenschaften fühlte er sich in physikali-

schen und technischen Angelegenheiten als eine Autorität ersten Ranges – und reagierte mit scharfer Polemik, wenn daran Zweifel geäußert wurden. Dies bekam vor allem Georg Reichenbach zu spüren, der sich nach der Rückkehr aus England ebenfalls als Ingenieur einen Namen machte und zu Baaders erbitterten Rivalen wurde. Außer Reichenbach sah sich auch der eine oder andere Akademikerkollege mit Baaders Streitlust konfrontiert. Mal ging es um hydraulische Anlagen, dann um Dampfmaschinen und schließlich um »eiserne Kunststraßen«, mit denen Baader eine Alternative zu aufwendigen Kanalbauprojekten schaffen wollte. Um bei Baaders Streitfragen eine Entscheidung herbeizuführen, wurden im Nymphenburger Schlosspark Demonstrationsversuche angestellt. Davon handelt das folgende Kapitel.

¹⁸⁴ Sckell (1837), S. 123.

¹⁸⁵ Siber (1836), S. 8.

¹⁸⁶ Thiele (1988), S. 83–84.

¹⁸⁷ Zitiert in Henle (1912), S. 15.

¹⁸⁸ Henle (1912), S. 19.