

# Naturwissenschaft und Technik im Barock

Naturwissenschaftliche Institutionen und technische Spielereien  
an den Höfen Europas



Studienfach:	Schlösser und Gärten
Dozent:	Dr. Komander
Zeitraum:	Wintersemester 2001/2002
Projekt:	Referat: Technik im Barock
Autorin:	Angela Kipp

## Inhalt:

Einleitung.....	3
1. Voraussetzungen für die Entwicklung von Naturwissenschaft und Technik im Barock.....	4
1.1. Die Entwicklung der Naturwissenschaften seit der Renaissance .....	4
1.2. Die Naturwissenschaften im Barock.....	6
2. Auf festen Grund gestellt: Die Institutionalisierung der Naturwissenschaften .....	9
2.1. Die absolutistischen Fürsten als Schirmherren der Akademien .....	9
2.2. Die Gründung der Akademie der Wissenschaften in Berlin .....	11
3. Die Automaten des Barock .....	16
3.1. Uhrentechnik und Handwerk als Voraussetzung für den Automatenbau .....	16
3.2. Der Mensch, eine Maschine – Automaten im Kontext der Philosophie ..	18
3.3. Tafelaufsätze und Tischautomaten.....	19
3.4. Theatermaschinen, Tableaux animés und Repräsentationsmöbel .....	20
3.5. Mechanische Menschen und Tiere.....	21
3.6. Die Bedeutung der barocken Automaten in der Technikgeschichte....	23
Fazit .....	25
Literatur.....	26

## Einleitung

Das Barock gilt in der Technikgeschichte als Zeitalter, das arm an neuen Entdeckungen und Erfindungen ist. Dies zeigte sich schon bei den Vorrecherchen zu diesem Referat. Die Literaturlage zu dem Thema ist äußerst dürftig, lediglich wenige Abschnitte aus der technikgeschichtlichen Literatur konnten als Grundlage dienen.

Dass diese Geringschätzung der Entwicklungen im Barock nicht gerechtfertigt ist, möchte ich in diesem Referat zeigen.

Zwei Aspekte der Naturwissenschaft und Technik im Barock möchte ich zu diesem Zweck näher beleuchten: Zum einen die Institutionalisierung der Naturwissenschaften durch die Gründung der Akademien am Beispiel der Sozietät der Wissenschaften in Berlin. Zum anderen die Geschichte der Automaten im Barock als Beispiel einer zweckfreien, nur auf Repräsentationsaufgaben gerichteten Technik.

## **1. Voraussetzungen für die Entwicklung von Naturwissenschaft und Technik im Barock**

Im Barock kann im Allgemeinen von einer Verfeinerung der Technik gesprochen werden. Dies zeigt sich insbesondere in der Feinmechanik. Hier werden mit Uhren und Automaten Meisterwerke geschaffen, deren Präzision mit handwerklichen Mitteln nie übertroffen werden konnte. Gleichzeitig ist das Barock das Zeitalter der ersten technischen Großanlagen. Die Wasserspiele in den Gartenanlagen der Schlösser waren Meisterleistungen des damaligen Ingenieurwesens. Zu den herausragendsten Leistungen auf diesem Gebiet gehören sicherlich die Fontänenanlagen von Versailles mit dem gewaltigen Wasserhebwerk von Marly (erbaut 1681-85), das die erforderliche Wassermenge von täglich 3200 Kubikmeter Wasser über 14 Wasserräder mit 221 Pumpen auf die Höhe von 162 Metern beförderte.

Zum Verständnis der Entwicklung von Technik und Naturwissenschaften im Barock sind zwei Faktoren wichtig: zum einen die Entwicklung der Naturwissenschaften seit der Renaissance und zum anderen die besonderen wirtschaftlichen und politischen Umstände im Barock.

### **1.1. Die Entwicklung der Naturwissenschaften seit der Renaissance**

Lange Zeit waren Technik und Naturwissenschaft für die Herrschenden nur dann interessant, wenn sie unmittelbar dem militärischen oder wirtschaftlichen Erfolg dienten. Dies änderte sich mit dem Bildungsideal der Renaissance: ein Renaissancefürst gewann Ansehen durch seine eigene Bildung, aber noch in höherem Maße durch die gebildeten Menschen, die er an seinem Hof vorweisen konnte. Diese Entwicklung begann – wie die gesamte Renaissance – in Italien und wirkte sich von dort aus auf ganz Europa aus. Das wahrscheinlich bekannteste Beispiel ist Leonardo da Vinci, der an unterschiedlichen Fürstenhöfen, zuletzt am Hof Franz I. von Frankreich, als Maler und Ingenieur angestellt war. Von ihm stammen bereits wegweisende Gedanken zu Mechanismen, die in den Automaten des Barock Anwendung fin-

den sollten: Forschungen über die Verwendung des Pendels bei Uhren, Federmechanismen für einen konstanten Motorantrieb und Zahnradgetriebe zur Bewegungsübertragung.

Mit der Renaissance war für die Naturwissenschaften ein neues Zeitalter angebrochen. Die Wissenschaft löste sich von der Theologie, die mit ihren Dogmen bisher die konsequente Erforschung von Naturphänomenen zumindest be-, wenn nicht sogar verhindert hatte. Es wurde damit begonnen, die Natur zu beobachten und aus dem Beobachteten Schlüsse zu ziehen. Zunächst erfolgte dieses Beobachten und Experimentieren noch ohne Systematik und kann noch nicht in unserem heutigen Sinn als wissenschaftlich bezeichnet werden. Aber die Wurzeln der modernen Naturwissenschaften liegen hier, wo die Menschen versuchen, ihre Umgebung vorurteilsfrei zu erforschen.

Durch die Erfindung des Buchdrucks fanden die so gewonnenen Erkenntnisse nun auch eine weitere Verbreitung, erstmals tauchten technische Schriften und Bücher auf, die nicht primär die Kriegstechnik behandelten. Viele Erkenntnisse wurden jetzt erst schriftlich festgehalten. Die Verbreitung von technischen Lehrbüchern („Della Pyrotechnica“ 1540, „Théâtre des Instruments“ 1578) sorgte dafür, dass sich technisches Wissen in Europa verbreiten konnte und es in größerem Umfang zu einem Technologie- und Wissenstransfer kam, der bisher oft an den Gegebenheiten in Europa gescheitert war: Zentren der Wissenschaft waren die Städte, hier vor allem die wenigen Residenz- und Universitätsstädte. Die Infrastruktur war schlecht, Wissen blieb häufig auf einen Ort beschränkt, da es immer an einen Menschen gebunden war. Aber technische Entwicklungen beruhen selten auf der Erfindung von nur einem Menschen. Meist sind Erkenntnisse aus mehreren Bereichen notwendig, damit etwas wesentlich verbessert oder neu erfunden werden kann. Die Verbreitung technischer Erkenntnisse über die Druckschriften war deshalb ein wichtiger Schritt für kommende technische Entwicklungen. Aus der Kenntnis allgemeiner technischer Grundfunktionen konnte es nun zu neuen Entwicklungen kommen.

## 1.2. Die Naturwissenschaften im Barock

Im Unterschied zur Renaissance entstand im Barock eine neue, im heutigen Sinne „wissenschaftliche“ Naturwissenschaft. Dazu waren zwei Voraussetzungen notwendig:

Erstens musste sich der Instrumentenbau entwickeln, da erst durch die Erfindung bzw. Verbesserung von Mikroskopen, Fernrohren und Barometern das exakte Messen möglich wurde. Begünstigt wurde die Entwicklung dieses Handwerks nicht nur durch die Wissenschaft, sondern auch durch die Seefahrt. Mit der Entdeckung der neuen Welt war der Bedarf an feineren Instrumenten zur Navigation gestiegen, wodurch auf diesem Gebiet verstärkt entwickelt und geforscht wurde.

Zweitens waren in der Mathematik wesentliche Fortschritte gemacht worden, wie die algebraische Formelsprache, die Infinitesimalrechnung zur Erfassung variabler Größen und die Wahrscheinlichkeitsrechnung. Dadurch wurden neue Berechnungsarten und eine neue Art der Systematisierung von Fakten möglich.

Die naturwissenschaftliche Forschung im Barock stützte sich nicht nur, wie die mittelalterliche Wissenschaft, auf die Theorie, die möglichst noch mit den antiken Theorien und den Dogmen der Kirche in Einklang stehen musste, sondern auch auf Ergebnisse, die durch Experimente gewonnen wurden. Anders als in der Renaissance wurde aber nicht experimentiert um des Experimentierens Willen, sondern um die durch Beobachtung und Messung erhaltenen Fakten zu systematisieren und daraus neue Erkenntnisse über den untersuchten Gegenstand zu erhalten. Gesamtziel war es, die Welt als ein großes, mathematisch errechenbares, rational fassbares System zu erklären. Dabei wurden alle Vorgänge der Natur mechanisch erklärt und so erst die Grundlagen für eine Naturgesetzlichkeit geschaffen. Eng damit verbunden ist die Erkenntnis, dass alle Technik im Einklang mit den Naturgesetzen stehen muss, um zu funktionieren.

Beobachtung, Messung und Mathematisierbarkeit wurden die entscheidenden Elemente eines neuen empirischen Wissenschaftstyps, der Erfahrungswissenschaft, auf dem bis heute alle Naturwissenschaften beruhen.

### **1.3. Prägende Faktoren für die Entwicklung von Naturwissenschaft und Technik im Barock**

Das Barock war das Zeitalter des Absolutismus und damit geprägt von fürstlicher Machtentfaltung und Repräsentation. Wie schon in der Renaissance schmückte man sich gerne mit den gelehrten Menschen, die man am Hofe vorweisen konnte. Das Verhältnis zu den Naturwissenschaften hatte sich im Vergleich zur Renaissance verändert. Das reine Streben nach Bildung trat bei den Fürsten zurück, zugunsten einer Lust an allerlei Spielereien, zu denen auch naturwissenschaftliche Experimente und technischen Apparate gezählt wurden. Diese allgemeine Grundstimmung an den Höfen Europas begünstigte die technischen Entwicklungen. Die barocken Fürsten überraschten ihre Gäste gerne mit neuen technischen Spielereien, sie waren Teil der höfischen Repräsentation. Damit wurden die Fürsten zu Förderern der Ingenieure und Handwerker, die diese Dinge herstellten.

An den Fürstenhöfen selbst wurden naturwissenschaftliche Kabinette eingerichtet, in denen zur Unterhaltung des Fürsten und seiner Gäste physikalische Experimente durchgeführt werden konnten. Kunst- und Wunderkammern wurden eingerichtet, in denen nicht nur kurioses aufbewahrt wurde, sondern auch wissenschaftlich geforscht werden konnte.

Zu den Lieblingsobjekten fürstlicher Unterhaltung zählten jedoch die Automaten. Ob als fahrender Tischaufsatz, Schreibtisch mit aufspringenden Geheimfächern oder gar als Androide, der menschliche Tätigkeiten nachahmen konnte, Automaten waren die Glanzpunkte fürstlicher Unterhaltung.

Gleichzeitig entwickelten sich unter der Schirmherrschaft der Fürsten die exakten Wissenschaften. An den Höfen war die Möglichkeit zur freien Forschung eher gegeben als an den kirchlich geprägten Universitäten. Schließlich entstanden auf Initiative der Wissenschaftler unter dem Schutz und mit der finanziellen Unterstützung der Fürsten Akademien oder Sozietäten, die sich rein der wissenschaftlichen Erkenntnis verpflichtet hatten.

Ein anderer Faktor begünstigte speziell die Produktion von Luxusgütern wie Porzellan oder eben auch wertvoller Uhren und Automaten: Das Wirtschaftssystem des Kameralismus, der später als Merkantilismus bezeichnet wurde.

Der Kameralismus war ein umfassendes System der staatlichen Wirtschaftspolitik, das im 17. und 18. Jahrhundert seine Blütezeit erlebte. Es beruhte auf einer aktiven Förderung der einheimischen Wirtschaft. Dies geschah einerseits im Bereich des Außenhandels durch eine restriktive Zollpolitik, die die Einfuhr von Fertigprodukten hemmte, die Einfuhr von Rohstoffen für die einheimische Produktion jedoch förderte. Nach Innen erfolgte eine Verbesserung der Wirtschaftsstruktur, indem einige Wirtschaftsbereiche staatlich gefördert wurden und die Infrastruktur verbessert wurde. Besonders betraf das die Förderung der Produktion von Luxusgütern, da man hoffte, diese gewinnbringend exportieren zu können. Gleichzeitig verfolgte die staatliche Wirtschaftspolitik das Ziel, die Wirtschaft der anderen Staaten zu beeinträchtigen.

Ziel war es, durch die Verbesserung der Staatseinnahmen die eigene Machtposition im europäischen Gefüge zu verbessern. Oft waren es die Finanzminister, wie der Franzose Colbert, die so die Machtstellung ihres Monarchen festigten und verbesserten.

Der Begriff „Merkantilismus“ wurde von einem der Vordenker des Wirtschaftssystems des Kapitalismus, Adam Smith (1723-1790), geprägt, einem entschiedenen Gegner dieser Form der Wirtschaftspolitik.

Dieses Wirtschaftssystem begünstigte eine Forschung, die auf die Hebung des eigenen Wohlstands auf Kosten der anderen Staaten gerichtet war. Findige Wissenschaftler mussten also ihr Forschungsanliegen nur unter diesem Gesichtspunkt darstellen, um staatliche Förderung zu erhalten.

Prestigestreben einerseits, wirtschaftliche Notwendigkeiten andererseits waren die für die Entwicklung von Technik und Naturwissenschaft im Barock bestimmenden Parameter.

## **2. Auf festen Grund gestellt: Die Institutionalisierung der Naturwissenschaften**

Eine Entwicklung der Renaissance war die Lösung der Naturwissenschaften von den kirchlichen Dogmen und Moralvorstellungen. Doch diese Lösung von der Theologie erfolgte nicht überall gleich schnell und gleich radikal. So sahen sich namentlich die Universitäten in Deutschland noch lange der alten scholastischen Tradition verpflichtet. Dementsprechend waren im Barock nicht mehr die Universitäten die Innovationszentren in den deutschen Staaten. Diese Stellung hatten nun die Höfe übernommen, um sie im Laufe der Zeit an die Akademien und Sozietäten abzugeben.

### **2.1. Die absolutistischen Fürsten als Schirmherren der Akademien**

An den Höfen des Barock, an denen sich Fürsten Hofgelehrte leisten konnten, entstanden neue Zentren des wissenschaftlichen Experimentierens und des geistigen Austausches.

Bedingt durch die Verbreitung wissenschaftlicher Literatur durch die Erfindung des Buchdrucks und den daraus resultierenden Wissenstransfer hatten die Universitäten ihr Wissensmonopol verloren. Immer mehr Menschen interessierten sich für Technik und Naturwissenschaft. Das galt nicht nur für die bei Hofe angestellten Personen, sondern für viele lesende Menschen wie Pastoren, Kaufleute, Beamte, Künstler oder Militäringenieure. Diese Menge der Interessierten entwickelte und entdeckte außerhalb der Universitäten und damit außerhalb irgendeiner Institution. Darunter waren zum einen ernsthafte Physiker, Mathematiker oder Mediziner, zu einem großen Teil aber auch Scharlatane, die durch die Länder reisten und ihre Erfindungen und Erkenntnisse an den Höfen und in den Städten vorführten.

Was es nicht gab, waren zentrale Orte, an denen sich Wissenschaftler frei austauschen, diskutieren und neue Gedanken entwickeln konnten und an denen auch die erforderlichen Instrumente und Laboratorien zu Verfügung standen. An den Höfen wurden nur wenige Wissenschaftler fest angestellt, die Einla-

derung anderer Wissenschaftler hing von der Gunst des jeweiligen Fürsten ab. An den Universitäten waren neue Ideen nicht gern gesehen, man beschränkte sich weiterhin auf der althergebrachten Ausbildung von Beamten, Geistlichen und Lehrern. Die Zeit war reif für wissenschaftliche Gemeinschaften, die auch einen schnelleren internationalen Austausch neu gewonnener Erkenntnisse ermöglichten.

Zunächst beruhten solche Gründungen auf der Eigeninitiative von Wissenschaftlern, die diesen Mangel erkannt hatten. In vielen Universitäts-, Residenz- und Handelsstädten wurden Freundeskreise und Sozietäten gegründet, mit dem Ziel „regelmäßig Gedanken auszutauschen, einander über Novitäten und Neuerscheinungen zu informieren, Briefe auswärtiger Freunde vorzulesen, auch um gemeinsame Experimente zu veranstalten“<sup>1</sup>. Diese Freundeskreise waren jedoch keine festen Institutionen, sondern zerfielen sehr oft schon nach wenigen Jahren, wenn die führenden Mitglieder sie verließen.

Um solche Einrichtungen dauerhaft aufrecht zu erhalten war es notwendig, sie zu institutionalisieren, was natürlich eine nicht unbeträchtlichen Menge Geld voraussetzte. Als ideale Partner erwiesen sich die absolutistischen Machthaber, die nicht nur über Geld verfügten, sondern auch Privilegien gewähren konnten. Die Idee der Akademiegründung fiel bei ihnen meist auf fruchtbaren Boden. Denn die neue, „mechanisch“ ausgerichtete Naturwissenschaft nährte zumindest die Hoffnung, dass bei dieser Art der Forschung Erkenntnisse gewonnen wurden, die einen ganz praktischen, wirtschaftlichen Nutzen hatten. Die Gründung von Akademien außerhalb des Einflussbereichs der Universitäten bedeutete für die Fürsten zudem, dass sie keine breit angelegte Universitätsreform durchführen mussten, die sicherlich auf den Widerstand der Kirche gestoßen wäre. So ist es nicht verwunderlich, dass kurz hintereinander die englische „Royal Society of London for the Improvement of Natural Knowledge“ (1660, nach anderen Quellen 1662) in London und die französische „Académie des Sciences“ (1666) in Paris gegründet wurden. Die Herrscher dieser beiden tonangebenden Staaten in Europa hatten die Zeichen der Zeit erkannt. Was sie sich davon erhofften, wird deutlich, wenn man

---

<sup>1</sup> Zitiert aus: Brather, Hans-Stephan: Leibniz und seine Akademie, Ausgewählte Quellen zur Geschichte der Sozietät der Wissenschaften 1697-1716, Berlin 1993, S. XVI

die in den Gründungsakten der „Académie des Sciences“ festgelegten Aufgaben dieser Institution betrachtet. Da ist von der Lösung der zentralen technischen Probleme der Zeit die Rede, was sich damals vor allem auf Pumpentechnik und Hydraulik, Schifffahrt, Schießtechnik und die Verbesserung von Handwerksgeräten und Maschinen bezog.

Diesen beiden Akademien waren das Modell aller modernen Wissenschaftsakademien für den Bereich der Naturwissenschaft und Mathematik: Sie hatten eine feste Beziehung zum jeweiligen Machthaber, saßen in den Zentren politischer Macht und waren frei von einer Bindung an die Universität. Die Mitgliedschaft bedeutete die offizielle Anerkennung durch die Fachkollegen, war also ein Gradmesser dafür, wer wirklich als „Wissenschaftler“ bezeichnet werden konnte. Die Akademien verfügten über Gebäude mit der notwendigen Ausstattung wie Bibliothek, Naturalienkabinett und Laboratorien, das königliche Observatorium durfte mit genutzt werden. Kurze Zeit nach der Gründung wurden auch regelmäßig Zeitschriften publiziert, die über Vorträge und Experimente an der Akademie berichteten und gelehrte Neuerscheinungen besprachen. Ausschlaggebend für den dauerhaften Bestand dieser Institutionen war jedoch die verbindliche Regelung der Finanzierung.

Die Gründung dieser beiden Institutionen hatte Signalwirkung für die anderen Fürsten. Mit den Akademien waren neue Prestigeobjekte entstanden, mit denen sich ein absolutistischer Fürst schmücken konnte.

## **2.2. Die Gründung der Akademie der Wissenschaften in Berlin**

Viele Gelehrte der damaligen Zeit hatten Vorstellungen über die Inhalte und die Organisationsform einer Akademie der Wissenschaften. Am ausgefeiltesten und damit ausschlaggebend für die Gründung der Berliner Akademie waren jedoch die Gedanken und Aktivitäten von Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716). Nach seinen Vorstellungen sollte eine Sozietät eine umfassende Wissenschafts-, Wirtschafts- und Kulturbehörde sein, die auch das Unterrichtswesen kontrollieren sollte. Sämtliches Forschen sollte zudem darauf gerichtet

sein, den Lebensstandard aller Menschen zu heben und durch nützliche Erfindungen die Arbeit und das Leben zu erleichtern. Leibniz sagte 1671 dazu:

*„Und warumb sollen doch so wenig Menschen zu so wenig anderer Nutzen arm und elend seyn. Ist also der Zweck der Societät, den Handwegsmann von seinem Elend zu erlösen“<sup>2</sup>.*

Er hatte also nicht nur das Wohl der Gelehrten und das Vorantreiben der Wissenschaft, sondern auch das Gemeinwohl im Auge. Das war Teil seiner Philosophie, die unter anderem davon ausgeht, dass wir in der besten aller möglichen Welten leben. Wer daran arbeitet, dass etwas besser und harmonischer wird, der dient nicht nur dem eigenen, sondern auch dem allgemeinen Nutzen und ist damit Gott wohlgefällig. Das Ziel jeder wissenschaftlichen Tätigkeit sollte auf die Perfektionierung des Menschengeschlechts gerichtet sein, was nach seinen Vorstellungen durch das Erfinden von Neuem und Nutzbarmachung von Bekanntem erreicht werden konnte. Damit war auch klar, wie eine Sozietät nach seinen Vorstellungen arbeiten sollte: es sollten in ihr eben nicht nur Theorien entwickelt und diskutiert werden, sondern der praktische Nutzen für alle sollte immer eine wichtige Rolle spielen. Es sollte zudem ständig ein Austausch zwischen Gelehrten und Praktikern bestehen.

Leibniz war, ganz konform mit seiner Philosophie, immer sehr auf die Realisierung seiner Ideen bedacht. Ihm wurde ziemlich schnell klar, dass es keine weltumfassende Akademie geben konnte, wie er sie ursprünglich im Sinn hatte. Deshalb beschränkte er seine Bemühungen zunächst auf eine Akademie für Deutschland, später sah er auch davon ab und konzentrierte sich auf die Umsetzung in einem deutschen Territorium. Ende 1676 erhielt er eine Anstellung als Hofrat und Bibliothekar unter Herzog Johann Friedrich in Hannover. Hier reiften seine Sozietäts-Pläne weiter heran, er verfasste mehrere Denkschriften zu dem Thema, die allerdings zum damaligen Zeitpunkt nicht veröffentlicht wurden.

Im aufstrebenden Brandenburgischen Kurfürsten Friedrich III., dem späteren ersten preußischen König, sah Leibniz den geeigneten Partner für seine Pläne.

---

<sup>2</sup> Zitiert nach: Knobloch, Eberhard: Leibniz als Wissenschaftspolitiker: Vom Kulturideal zur Societät der Wissenschaften; in: Lindgren, Uta (Hrsg.): Naturwissenschaft und Technik im Barock, Innovation, Repräsentation, Diffusion, Köln, Weimar, Wien 1997, S.102

Friedrich war bestrebt, seine Stellung unter den europäischen Fürsten zu festigen und zu verbessern. Dazu musste Friedrich dafür sorgen, dass sein Prestige stieg und eine Akademie zu gründen war ein geeignetes Mittel.

Seit 1694 schrieb Leibniz immer wieder an den brandenburgischen Kurfürsten und legt ihm seine Pläne einer Sozietät dar. Eine Zusammenarbeit ergab sich jedoch nicht. Das änderte sich im Winter 1697/98 als sein bisheriger Arbeitgeber Herzog Ernst August von Hannover starb, mit dessen Nachfolger Kurfürst Georg Ludwig Leibniz nicht zurechtkam. Gleichzeitig gewann er jedoch mit der Witwe von Ernst August, Sophie, eine Vertraute und Gönnerin, der er seine Pläne darlegen und mit deren Unterstützung er immer rechnen konnte. Sophies Tochter war Sophie Charlotte, verheiratet mit dem brandenburgischen Kurfürsten Friedrich III. Da Mutter und Tochter ein gutes Verhältnis zueinander hatten und zudem eine überdurchschnittlich hohe Bildung und Intelligenz besaßen, hatte Leibniz nun auch eine Verbündete in Berlin. Als ihm 1697 zu Ohren kam, dass die Kurfürstin ein Observatorium bauen lassen wollte, war das für ihn die geeignete Gelegenheit in Kontakt mit ihr zu treten. Er legte Sophie Charlotte sowohl seine Pläne einer Union von Hannover und Brandenburg, als auch eine Skizze seiner Akademievorstellung vor. Sie machte ihm zwar keine festen Zusagen, zeigte sich aber durchaus interessiert. So arbeitete Leibniz zusammen mit dem Berliner Hofprediger Jablonski seine Pläne weiter aus.

Ein entscheidender Einfall zur Finanzierung kam Leibniz, als er sich mit der aktuellen Diskussion und schließlich auch Durchsetzung eines einheitlichen Kalenders für beide Konfessionen befasste. Seit 1583 lebten die Katholiken nämlich nach dem gregorianischen und die Protestanten nach dem julianischen Kalender, was immerhin einen Unterschied von zehn Tagen ausmachte und im Alltag immer wieder für Ärger sorgte. Seit 1697 wurde aber intensiv an einer Vereinheitlichung nach einem astronomischen Standard gearbeitet, der schließlich auch durchgesetzt wurde. Leibniz hatte nun den Plan, die Akademie zum alleinigen Herausgeber des gültigen Kalenders für Brandenburg zu machen, so die Akademie gegründet werden könnte, ohne dass dafür staatliche Mittel notwendig wären. Unter diesen Voraussetzungen gab der Bran-

denburgische Kurfürst im März 1700 seine grundsätzliche Zustimmung zu dem Projekt Observatorium mit angeschlossener Wissenschaftsakademie.

Zwar war nun die grundsätzliche Entscheidung gefallen, die Stellen des Präses und des Konzils wurden besetzt und im März 1701 wurden die ersten 23 Mitglieder berufen, aber es sollte noch zehn Jahre dauern, bis die Sozietät wirklich eröffnet wurde. Verschiedene Gründe standen im Wege: der Großteil des Staatshaushalts wurde für das Militär, für den Schlossbau und für andere Repräsentationsobjekte ausgegeben. Dann forderten die Gelehrten, dass die Sozietät erst eröffnet werden sollte, wenn sämtliche zugesagten Bauten (Observatorium, Konferenzstube und Astronomenwohnung) errichtet seien, wozu kein Geld da war. Während die Zeit verstrich, sank der Prestigewert der Akademie. Ein weiteres Problem war die Selbstorganisation der Sozietät: Leibniz war Präses, hielt sich aber hauptsächlich bei seinem eigentlichen Arbeitgeber in Hannover auf. Die Berliner Konzilsmitglieder Jablonski und sein Bruder Chuno erledigten die normalen Verwaltungsaufgaben und schalteten ihn nur dann ein, wenn es wirklich notwendig war. Daraus ergaben sich ständig Probleme. Die Konzilsmitglieder hatten nicht die nötige Befehlsgewalt und Stellung um wichtige Entscheidungen zu fällen. Leibniz war meistens nicht zur Stelle, wenn er von seinen Mitarbeitern gebraucht wurde, andererseits war er geradezu Detailbesessen, wenn er in Berlin weilte und seine Kollegen besuchte.

Sophie Charlotte starb am 1. Februar 1705. Damit hatte Leibniz eine wichtige Fürsprecherin verloren. Das Projekt stand einmal mehr auf der Kippe. 1706 versuchte Leibniz nach Vorbild der Akademien von Paris und London zumindest die Veröffentlichung einer regelmäßig erscheinenden gelehrten Zeitschrift in die Wege zu leiten, den späteren „Miscellanea Berolinensia“. 1707 erhielt er vom König die Zustimmung zur Errichtung eines Seidenwerkes, von dem er hoffte, dass sich damit die Sozietät finanzieren ließe. Auch bewirkte er einen provisorischen Bezug des Observatoriums und den Ankauf des Astronomenhauses, aber seine Hoffnung, damit der Eröffnung näher zu kommen, wurde enttäuscht. Im Frühjahr 1710 erschien die erste Ausgabe der „Miscellanea Berolinensia“, die Sozietät hatte sich wieder ins Gespräch gebracht. Leibniz zog sich aber immer mehr von der Sozietät zurück und war zumindest nicht

mehr die treibende Kraft. Die Hauptarbeit wurde von den beiden Konzilsmitgliedern Jablonski und Chuno gemacht. Sie waren es schließlich auch, die selbständig, ohne Leibniz zu informieren, dem zuständigen Minister von Printzen erneut das Reglement vorlegten. Dieses beschrieb die Organisationsstruktur mit den jeweiligen Befugnissen, Arbeitsweisen und Wechselbeziehungen der einzelnen Organe und legte auch Mitgliedschaft und Sitzungsordnungen fest. Hier findet sich auch zum ersten mal die Aufteilung zwischen Mathematik und Naturwissenschaften einerseits und Philologie und Geschichte andererseits unter dem Dach einer Akademie, ein Modell, das sich in den kommenden Jahrzehnten überall durchsetzen sollte. Dieses Reglement gab den Ausschlag für die endgültige Eröffnung der Sozietät am 19. Januar 1711, die allerdings sowohl ohne den Präses Leipzig, als auch ohne den König stattfand.

### **3. Die Automaten des Barock**

Der Automatenbau vereint zwei Zeitströmungen des Barocks in sich: Zum einen ist das Nachahmen natürlicher Vorgänge Teil des wissenschaftlichen Strebens nach Naturerkenntnis. Zum anderen leisteten sich die Fürsten für die Produktion von Automaten teure Handwerker und Materialien, ohne dass die Ergebnisse, die Automaten, einen praktischen Nutzen gehabt hätten. Dieser Nutzen war, anders als auf dem Gebiet der Wasserkunst oder des Festungsbaus, nicht entscheidend. Mit Automaten wurden Probleme gelöst, die es eigentlich gar nicht gab, der Unterhaltungswert stand im Vordergrund. Ein Fürst, der sich dieses Luxus leisten konnte, stieg in der Achtung der anderen Fürsten. Im Barock gab es mehrere Arten von Automaten, die hier, nach einer Einführung zu den Voraussetzungen der Automatenproduktion, der Reihe nach vorgestellt werden sollen. Gemeinsam ist allen, dass sie der Repräsentation bei Hofe dienen. Dies geschah auf unterschiedliche Weise: Tischaufsätze und Tafelschmuck waren bei den häufigen festlichen Dinners ein Blickfang für alle Gäste. Repräsentationsmöbel mit speziellen technischen Extras wurden bei Rundgängen durch den Herrschersitz oft vom Hausherrn selbst ausgewählten Gästen präsentiert. Tierautomaten oder Androiden wurden schließlich zu speziellen Anlässen vorgeführt.

#### **3.1. Uhrentechnik und Handwerk als Voraussetzung für den Automatenbau**

Vorraussetzung für diese Vielfalt der Automaten war, dass sich in der ausgehenden Renaissance die Feinmechanik als eigener Handwerkszweig gebildet hatte. Die Feinmechanik war nun nicht mehr Sache der Schmiede, sondern der Uhrmacher, die sich aus dieser Zunft herausgebildet hatten (die erste Uhrmacherzunft entstand 1544 in Nürnberg). Dies war erst möglich, seit im 12./13. Jahrhundert die Räderuhr nach Europa gekommen war und ihren Siegeszug durch die Städte und Höfe angetreten hatte. Ihre komplizierte Mechanik erforderte ein besonderes Spezialwissen und -werkzeug. Hierzu ist zu bemerken, dass bis ins 18. Jahrhundert für die meisten Menschen bei diesen

Uhren die Zeitanzeige das Unwichtigste war. Hauptsächlich interessierte die Anzeige von astrologischen Sachverhalten, also der Stand der Sterne oder das jeweilige Tierkreiszeichen.

Im 16. Jahrhundert wurde die Uhrenmechanik wesentlich verbessert und auch verkleinert, wodurch die Voraussetzungen für die Automaten des Barock geschaffen wurden: Die Schwingung der Waaghemmung wurde wesentlich genauer und konnte schließlich so verkleinert werden, dass sie sich bequem in einer Taschenuhr unterbringen ließ. In Deutschland hat sich für dieses Teilstück aufgrund seiner unablässigen Bewegung der Name „Unruh“ eingebürgert. Zudem wurde der Gewichtsantrieb durch eine gewundene Zugfeder ersetzt, so dass es nun nicht mehr notwendig war, eine Uhr in einer gewissen Mindesthöhe aufzuhängen. Das durch die Zugfeder getriebene mechanische Werk sollte in vielerlei Variationen in den Automaten Verwendung finden – mit ihm wurde es möglich, dass sich die Automaten eigenständig bewegten. Dieses System findet sich auch heute noch, z.B. in Aufziehspielzeug.

Die Uhrmacher erfanden auch ein Element, das für die Automaten entscheidend werden sollte: Die Stiftwalze. Auf einer Walze wurden Stifte angeordnet, die beim drehen der Walze in einer gewissen Reihenfolge andere Maschinenteile, z.B. die Blättchen eines Glockenspiels in Gang setzen konnten. Der Vorteil war, dass hiermit das erste Speichermedium für einen Programmablauf gefunden worden war. Einmal angefertigt, konnte mit der Stiftwalze immer wieder der gleiche Ablauf erzeugt werden. Ein System, das auch für die spätere Industrialisierung eine wichtige Rolle spielen sollte: Der Jacquard-Webstuhl basierte auf dem gleichen System, und auf der hier zur Anwendung kommenden Schaltlogik (Ton oder nicht Ton) basieren selbst die modernsten Computer.

Ein weiterer Handwerkszweig war an der Entwicklung von Automaten beteiligt: Die Mühlenbauer. Sie besaßen das notwendige Wissen über Räderwerke, Kraftübertragung durch Zahnräder und Hebelwirkungen, um auch komplexere Automaten zu konstruieren.

Der Bau von Automaten war sehr kostspielig, doch nicht nur deshalb finden sich die Automatenbauer nur in höfischen Diensten. Das Handwerk eines Au-

tomatenbauers umfasste viele Arbeitsschritte, die bereits von verschiedenen Zünften abgedeckt wurden: die Feinmechanik fiel in den Bereich der Uhrmacher, Instrumentenbauer oder Mühlenbauer, die meist aus Holz gearbeiteten „Körper“ in den Bereich der Tischler und die wirklichkeitsgetreue Bemalung in den Bereich der Maler. Ein Angehöriger einer dieser Zünfte hätte also einen Automaten gar nicht alleine fertigen dürfen. Dies war nur bei Hofe möglich, wo der Zunftzwang vom Fürsten aufgehoben werden konnte. Automatenbauer bei Hofe konnte also nicht nur aus finanziellen Gründen ein erstrebenswerter Posten sein, sondern auch, weil man mit anderen, neuen Materialien experimentieren konnte, die ansonsten in den Bereich einer anderen Zunft gefallen wären. Aus dieser Freiheit heraus entstanden Verbesserungen und Verfeinerungen schon bestehender Systeme und es wurden immer neue, kompliziertere Automaten entworfen, von denen freilich nicht alle funktionierten.

### **3.2. Der Mensch, eine Maschine – Automaten im Kontext der Philosophie**

Die Natur möglichst wirklichkeitsgetreu zu simulieren und vielleicht selbst einen Menschen erschaffen zu können, ist ein Wunschtraum des Menschen, den es zu allen Zeiten gab und der auch in der heutigen Zeit, namentlich durch die Versuche zum Einfrieren von Menschen und durch die Gentechnik, noch lange nicht ausgeträumt ist. Um Tiere und Menschen exakt nachzubauen zu können, musste man versuchen, die Funktionsweise des Körpers zu verstehen. Die Vorstellung, alle Vorgänge im tierischen und menschlichen Organismus mechanistische erklären zu können, spielte in der Aufklärung eine wichtige Rolle. Viele Philosophen der Aufklärung verwiesen auf in den Automaten verwandte Mechaniken, wenn sie Vorgänge im menschlichen Körper erklären wollten. René Descartes verglich die Nerven mit Röhren, die im Kopf Ventile betätigten, die den Fluss der „Lebensgeister“ zu den Muskeln steuerten. Thomas Hobbes verglich das Herz mit einer Uhrfeder, die Nerven mit Seilsträngen und Gelenke mit Rädern („Leviathan“, 1651).

Diese mechanistische Auffassung erstreckte sich nicht nur auf Lebewesen, sondern auf die ganze Welt, ja das ganze Universum. Gottfried Wilhelm Leibniz wollte eine logische Maschine erschaffen, die in der Lage wäre, aus dem Universum ein vollständiges mathematisches System abzuleiten, das es dann ermöglichen würde, den idealen Kandidaten für den polnischen Königsthron zu ermitteln. Also im Prinzip ein Computer, der sämtliche Wahrheiten durch vollkommen logische, mathematische Schlüsse errechnen kann. Dieser Plan relativierte sich schon allein dadurch, dass Leibniz schon die Konstruktion einer einfachen Rechenmaschine nicht einwandfrei gelang.<sup>3</sup>

Die Begeisterung darüber, dass sich scheinbar alles auf der Welt durch die Mechanik erklären ließe, erfasste alle Lebensbereiche. So erklärte der Staatswissenschaftler und Kameralist Johann Heinrich Gottlob Justi 1755 über den Staat:

„Ein wohleingerichteter Staat muß vollkommen einer Maschine ähnlich sein, wo alle Räder und Triebwerke auf das genaueste ineinander passen, und der Regent muß der Werkmeister, die erste Triebfeder oder die Seele sein, wenn man so sagen kann, die alles in Bewegung setzt.“<sup>4</sup>

### 3.3. Tafelaufsätze und Tischautomaten

Selbst an den kleineren Höfen des Barock waren Tischautomaten sehr beliebt. Die „einfacheren“ Tafelaufsätze bestanden meist nur aus einer reich verzierten Uhr die an sich schon durch ihre geringen Ausmaße eine feinmechanische Meisterleistung darstellten. Aufwendigere Tischautomatenuhren wurden z.B. von Tieren gekrönt, die im Takt der Unruh die Augen bewegten und zur vollen Stunde bestimmte Bewegungen vollführten. Die wohl kompliziertesten Automaten dieser Spezies waren die Trinkautomaten. Sie wurden mit Getränk-

---

<sup>3</sup> Diese Traumvorstellung einer Maschine, die es ermöglicht, dass man im Sinne von Goethes Faust „erkenne, was die Welt im Innersten zusammenhält“, beseelte im übrigen auch viele Computerpioniere des 20. Jahrhunderts. Es ist eine Ironie der Geschichte, dass der erste funktionstüchtige Computer, dessen rein mechanische Schaltlogik (basierend auf dem Binärsystem, das nur 0 oder 1 kennt) die Grundlage aller künftigen Computer bilden sollte, von Conrad Zuse erfunden wurde, der nichts weiter als eine einfache Rechenmaschine konstruieren wollte.

<sup>4</sup> Zitiert nach: Richter, Siegfried: Wunderbares Menschenwerk, Aus der Geschichte der mechanischen Automaten, Leipzig 1989, S.127

ken gefüllt und führen, getrieben durch eine aufgezugene Feder, über die Tafel. Der Gast, vor dem dieser Automat stehen blieb, musste dann den Inhalt austrinken. Aus der Zeit des Barock sind viele dieser Kostbarkeiten erhalten geblieben. Dargestellt wurden bei dieser Art der Automaten häufig Szenen aus der antiken Mythologie: Minerva, Bacchus und Amor waren besonders beliebt. Es gab auch zahlreiche Trinkautomaten, die als Schiffe ausgeführt waren, diese wurden hauptsächlich von dem Augsburger Uhrmacher Hanns Schlottheim gefertigt.

### **3.4. Theatermaschinen, Tableaux animés und Repräsentationsmöbel**

Der Vollständigkeit halber sollen hier noch weitere Automaten Erwähnung finden, die zu Repräsentationszwecken bei Hofe hergestellt und verwendet wurden.

Schon in der Renaissance hatte das Theater große Bedeutung für die Repräsentation der Fürsten, namentlich an den Höfen Italiens. Mit dem Barock wurde das Theater als ein Teil der fürstlichen Repräsentation fester Bestandteil an allen Höfen Europas. Besonders beliebt waren technische Spielereien. Mit komplizierten Räderwerken wurde der Kulissenwechsel bewerkstelligt. Vorhänge hoben und senkten sich, Hintergrundbilder wurden auf die Bühne geschoben und auf gleiche Weise wieder entfernt, mechanisch bewegte Statisten, wie z.B. Putten, wurden eingesetzt.

Eine weitere, besonders in Frankreich verbreitete, Form der Automaten waren die Tableaux animé, die „bewegten Bilder“. Dargestellt waren beispielsweise Szenen bei Hofe oder Schiffstücke. Aus dünnem Blech ausgestanzte Fahrzeuge, Menschen und Tiere bewegten sich auf Endlosketten, angetrieben durch einen Federmechanismus, über die Szenerie und Musik spielte, ausgelöst durch Stiftwalzen. Technisch boten sie also nichts neues, ihr besonderer Wert liegt in der Einarbeitung dieser Techniken in ein gemaltes Bild und dem daraus resultierenden Überraschungseffekt.

Eine weitere sehr beliebte Form von höfischen Automaten waren Repräsentationsmöbel wie Standuhren und Schreibtische, die um so wertvoller waren,

je mehr Überraschungseffekte sie aufweisen konnten. Geheimfächer öffneten sich auf Knopfdruck, Schreibplatten fuhren sich automatisch auf, Aufsätze hoben sich. Auch hier war die verwendete Technik nicht neu, aber die Einarbeitung dieser Technik in ein Möbelstück, so dass sie von außen unsichtbar blieb, erforderte äußerste Präzision. Der Neuwieder Möbeltischler David Roentgen (1743-1807) hat sich auf diesem Gebiet besonders hervorgetan. Seine Meisterwerke standen nicht nur am preußischen Hof, sondern auch in Versailles und Petersburg.

### **3.5. Mechanische Menschen und Tiere**

Menschliche Automaten haben zwar eine lange Tradition in der islamischen Welt, in Europa tritt diese Form des Automatenbaus jedoch erst in den ersten Jahrzehnten des 16. Jahrhunderts auf. Seine Blütezeit erlebt er in der Zeit des Barock, als sich technische Spielereien an den Höfen einer großen Beliebtheit erfreuten und wichtiger Bestandteil der fürstlichen Selbstdarstellung waren. Entweder wurden sie an befreundete Fürsten verschenkt, um zu verdeutlichen, welche hervorragenden Handwerker ein Land vorweisen konnte und dass man sich solch teure Geschenke leisten konnte. Oder man integrierte die Automaten in seine eigene Kunst- und Wunderkammer, um sie immer wieder ausgewählten Gästen, seit dem 18. Jahrhundert wohl auch gegen Bezahlung dem Bürgertum, zu präsentieren.

Das höchste Ziel ihrer Kunst und der Ehrgeiz aller Automatenbauer war es, menschliche Fähigkeiten, wie z.B. die Handschrift oder die Stimme, exakt zu simulieren.

Der Preßburger Hofrat Wolfgang von Kempelen (1734-1804) versuchte beispielsweise, einen Sprachautomaten zu konstruieren. Das Ergebnis soll laut zeitgenössischen Berichten recht annehmbar geklungen haben. Ein ähnlicher Versuch stammt von Abbé Mical mit seinen 1783 konstruierten „sprechenden Köpfen“. Eine wirklich gute, verständliche Aufzeichnung und Wiedergabe der menschlichen Sprache gelang jedoch erst rund ein Jahrhundert später Edison mit seinem Phonograph.

Im Bereich der Musik ließen sich da schon bessere Ergebnisse erzielen: Der eben erwähnte Mical konstruierte ein ganzes Automatenorchester, auch ein gewisser Richard soll 1772 ein „mechanisches Konzert“, bestehend aus drei Automaten in Menschengestalt: einer klavierspielenden Frau, einem Violin- spieler und einem Cellospieler, konstruiert haben.

Auch David Roentgen war am Bau von Musikautomaten beteiligt. Im Auftrag der französischen Königin Marie-Antoinette baute er zusammen mit dem Mechaniker Pierre Kintzing 1784 die Cymbalspielerin [Bild], das Modell einer Frau, die, gesteuert über eine Stiftwalze, ein Musikstück spielt.

Ein berühmter Automatenbauer war der aus Grenoble stammende Jacques de Vaucanson (1709-1782), der 1737 seinen ersten Androiden (= menschen- ähnlicher Automat) baute. Es handelte sich dabei um einen Flötenspieler, bei dem ein Blasebalg einen Luftstrom durch den Mund über die Zunge an das Mundstück der Flöte weitergab womit tatsächlich die Töne erzeugt wurden, die von den Fingern des Automaten vorgegeben wurden. Später baute Vaucanson auch noch einen Schalmei- und einen Tambourspieler. Sein größter Wurf gelang ihm jedoch mit einer lebensgroßen Automaten-Ente aus Messing, die watscheln, schnattern, Flügelschlagen, fressen, verdauen und ausscheiden konnte.

Im Unterschied zu anderen Automatenbauern arbeitete Vaucanson aber im heutigen Sinne wissenschaftlich. Er probierte nicht einfach unreflektiert aus, bis das Ergebnis zufriedenstellend war, sondern betrieb eingehende Forschungen am lebenden Objekt und setzte sich mit den physikalischen Grundlagen der zu imitierenden Abläufe auseinander. So studierte er vor der Konstruktion seines flötenspielenden Androiden menschliche Bewegungsabläufe und setzte sich mit dem Aufbau und der Spielweise der Querflöte auseinander.

Vaucanson blieb nicht beim Automatenbau. Aufgrund seiner Leistungen wurde er zum Mitglied der „académie des sciences“ gewählt und 1741 zum Inspekteur der französischen Seidenindustrie berufen. Dort nutzte er sein Wissen und sein Erfindungsreichtum zur Automatisierung des Seidenwebstuhls und zur Weiterentwicklung von Werkzeugmaschinen.

Es wurde auch immer wieder versucht, die menschliche Fähigkeit des Schreibens zu simulieren. Berühmt wurde auf diesem Gebiet die „Allesschreibende Wundermaschine“ (1760) von Friedrich von Knaus (1724-1789), bei der eine Göttin mit einer Feder die vorgegebenen Buchstaben auf Papier brachte und sogar regelmäßig die Feder in ein Tintenfass tauchte. Dieser Automat ist heute noch im Technikmuseum in Wien zu bewundern.

Ähnlich berühmt waren die schreibenden Automaten der Brüder Pierre Jacques (1721-1790) und Henri Louis (1752-1791) Droz. Sie konstruierten ein sitzendes Kind, das einen Stift in der Hand hielt und mit wirklichkeitsgetreuen Armbewegungen Buchstaben zu Papier brachte.

Neben diesen vielen Beispielen, die wohl tatsächlich funktioniert haben, gab es auch etliche Automaten, die nie wirklich funktionierten. Meist war das auf Konstruktionsfehler zurückzuführen, manchmal auch darauf, dass das Ergebnis mit den damals zur Verfügung stehenden Mitteln nicht erreicht werden konnte. Daneben gab es auch Automaten, die keine waren. Einer der berühmtesten Automaten dieser Gattung war der Schachautomat, der eigentlich keiner war. 1768 entwarf der bereits erwähnte von Kempelen seine „Schachmaschine“ und hielt damit seine Auftraggeber zum Narren: Was nach einer komplizierten und hochintelligenten Mechanik aussah, wurde in Wahrheit innen von einem Menschen bedient.

### **3.6. Die Bedeutung der barocken Automaten in der Technikgeschichte**

Gemeinsam war sämtlichen Automaten, dass sie in wohlhabenden Kreisen sehr beliebt und gesucht waren, die technische Entwicklung von Nutzmaschinen aber nicht beeinflussten. Trotzdem können sie nicht als „nutzlos“ bezeichnet werden. Auf dem völlig zweckfreien Raum bot sich die Gelegenheit, frei zu experimentieren und neue Materialien und Techniken zu erproben. So wurde in Vaucansons Ente erstmals ein Kautschukschlauch verwandt, ein Material, das erst im ausgehenden 19. Jahrhundert, z.B. bei Fahrradreifen, eine wichtige Rolle spielen sollte.

Das Interesse an Automaten ließ gegen Ende des 18. Jahrhundert spürbar nach, der Beruf des Automatenbauers verschwand. In den 1950er Jahren wurde dieser Bereich der Technik aber mit der Robotik und Kybernetik wieder hochaktuell.

Hier zeigt sich, dass Technikgeschichte kein kontinuierlicher Fortschritt durch Verbesserung und Innovation ist, sondern vermeintliche Sackgassen in späteren Zeiten wieder zu Möglichkeiten werden und der vermeintliche Fortschritt sich manchmal als verheerender Rückschritt erweist.

## Fazit

Es zeigt sich, dass Barock in bezug auf die Entwicklung von Naturwissenschaft und Technik von großer Bedeutung war. Es ist zwar richtig, dass hier keine revolutionären Erfindungen gemacht wurden. Die Bedeutung des Barock lag aber auf einem anderen Gebiet: Hier ist die Keimzelle der modernen Wissenschaft zu suchen.

Im Barock entsteht eine neue, empirische Form der Wissenschaft, die Erfahrungswissenschaft, die sich nur unter den besonderen Bedingungen des Barock entwickeln kann: Zum einen erreichte die Feinmechanik einen Grad der Verfeinerung, die es ermöglichte exakte Messinstrumente herzustellen und damit die Grundlage exakter Vermessung und Berechnung zu bieten. Zum anderen war das Systematisieren eine wesentliche Zeitströmung des Barock, es wurde versucht, alle Vorgänge systematisch und mechanistisch zu erklären. Auf der daraus resultierenden empirischen Methode der Beobachtung, Vermessung und Systematisierung beruhen alle modernen Naturwissenschaften. Die Institutionalisierung der Naturwissenschaften durch die Gründung von Akademien und Sozietäten beschleunigt den Wissenstransfer in ganz Europa und schafft so zum einen die Grundlage einer freien, von kirchlichen Dogmen unabhängigen Wissenschaft und zum anderen die Verbreitung wissenschaftlicher Erkenntnisse, die zu neuen Erfindungen führen konnten.

In der Technik werden mit technischen Großanlagen neue Erfahrungen im Bereich des Ingenieurwesens gemacht, wenn auch zunächst nur mit den bereits bekannten technischen Mitteln. Die Beschäftigung von Hofhandwerkern, die vom Zunftzwang befreit waren, schafft Freiraum für Experimente mit neuen Materialien und für unkonventionelle Ideen.

Damit hat sich gezeigt, dass das Barock auch für die Technikgeschichte ein interessantes Zeitalter ist und dass eine nähere Erforschung dieses Gegenstands wünschenswert wäre.

## Literatur

BRATHER, HANS-STEPHAN: Leibniz und seine Akademie, Ausgewählte Quellen zur Geschichte der Sozietät der Wissenschaften 1697-1716, Berlin 1993

BUDDE, KAI: Wirtschaft, Wissenschaft und Technik im Zeitalter der Aufklärung, Mannheim und die Kurpfalz unter Carl Theodor 1743-1799, Mannheim 1993

FLECKENSTEIN, JOACHIM OTTO: Die Einheit von Technik, Forschung und Philosophie im Wissenschaftsideal des Barock, in: Verein Deutscher Ingenieure (Hrsg.): Technikgeschichte Bd. 32 (1965) Nr.1, S.19-30

FUCHS, KONRAD/RAAB, HERIBERT: Wörterbuch Geschichte, München 1998

HEIDELBERGER, MICHAEL/THIESSEN, SIGRUN: Natur und Erfahrung, von der mittelalterlichen zur neuzeitlichen Naturwissenschaft, Reinbek 1981

IM HOF, ULRICH: Fürstliche Wissenschaft, in: Burgard, Paul (Hrsg.): Die Frühe Neuzeit, ein Lesebuch zur deutschen Geschichte 1500-1815, München 1997, S.230-232

KLEMM, FRIEDRICH: Geschichte der Technik, Der Mensch und seine Erfindungen im Bereich des Abendlandes, Stuttgart, Leipzig 1998

KLICKOWSTROEM, CARL GRAF VON: Knaurs Geschichte der Technik, München, Zürich 1959

LINDGREN, UTA (HRSG.): Naturwissenschaft und Technik im Barock, Innovation, Repräsentation, Diffusion, Köln, Weimar, Wien 1997

PAULINYI, AKOS/TROITZSCH, ULRICH: Propyläen Technikgeschichte Band 3, Mechanisierung und Maschinisierung 1600 bis 1840, Berlin 1997

RICHTER, SIEGFRIED: Wunderbares Menschenwerk, Aus der Geschichte der mechanischen Automaten, Leipzig 1989

STRATMANN-DÖHLER, ROSEMARIE: Mechanische Wunder – Edles Holz, Roentgen-Möbel des 18. Jahrhunderts in Baden und Württemberg