

Zeitschrift:	Scholion : Bulletin
Herausgeber:	Stiftung Bibliothek Werner Oechslin
Band:	7 (2012)
Artikel:	Ratio und Vorstellungsvermögen, Geometrie! : Philippe de La Hire, die wissenschaftliche Grundlage der Architektur in ihrer Ausrichtung auf die Praxis
Autor:	Oechslin, Werner
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-719999

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 21.01.2026

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

RATIO UND VORSTELLUNGSVERMÖGEN, GEOMETRIE!
 PHILIPPE DE LA HIRE, DIE WISSENSCHAFTLICHE GRUNDLAGE
 DER ARCHITEKTUR IN IHRER AUSRICHTUNG AUF DIE PRAXIS*

Werner Oechslin

Philippe de La Hire befindet sich als Mitglied der Académie Royale des Sciences und – in der Nachfolge François Blondels – der Académie Royale de l'Architecture aus moderner Sicht immer wieder ‘dazwischen’. Zu sehr den Ingenieurproblemen des Architekten zugewandt, ist er andererseits dem calculus, der modernen Infinitesimalrechnung, abgeneigt und hält stattdessen – und deswegen kritisiert – an den alten geometrischen, anschaulichen Methoden fest. Umgekehrt betrachtet, Philippe de La Hire steht in der Nachfolge von Desargues und Abraham Bosse in der Disziplin einer mathematisch fundierten, in Linien und Proportion, geometrisch beweisenden Architektur. Er stellt die Architektur auf eine wissenschaftliche Grundlage und führt die Fähigkeiten des Architekten und Ingenieurs in einer einzigen, umfassenden Kompetenz zusammen. Damit berücksichtigt er die ‘tatsächlichen’, immer mehr mit technischen Aufgaben und erhöhter Anforderung an die Bauausführung angereicherten Bedürfnisse, die der Architekt zu befriedigen hat. Indem er die ratio in bester vitruvianischer Tradition und doppeltem Sinne als Methode und Beweisführung zu Gunsten der Praxis einsetzt, befördert er die Architektur als eine umfassende Bau-Wissenschaft. Der Mathematik – der Geometrie in Linien und Figuren – kommt so die alte medietas, die vermittelnde Rolle zugute; sie bietet die Grundlage eines planmässigen, berechenbaren Vorgehens.

Diese Vorstellung passt kaum zu dem modernen kunstgeschichtlichen Bild einer ‘klassischen’, vornehmlich ästhetisch orientierten französischen Architektur jener Zeit. Umso mehr ist es notwendig, die Position de La Hires aus der vitruvianischen Tradition und der französischen wissenschaftlichen Entwicklung heraus darzustellen und zu begreifen. Die von de La Hire vorgelebte ‘Synthese’, die ja eigentlich nichts anderes unternimmt, als auf die anfallenden Probleme zu reagieren und sie zu bewältigen, ist insofern viel aktueller als jene Aufteilung in Kunst und Technik, wie sie die Moderne bei allem Interesse für Konstruktion und Material gerne propagiert hat. De

La Hires Thema ist umfassend das Bauen unter Benützung bestmöglicher technischer Vorgehensweisen und Methoden; dies passt weder zum ‘Künstlerarchitekten’, noch ist es Teil einer fortschrittlichen Mathematik, die sich mit dem calculus aus der äusseren Welt der Anschauungen verabschiedet hat und in erster Linie sich selbst dient. Dagegen folgt de La Hire Vitruvs “scientia”, welche eine Bautätigkeit mit fortwährender Reflexion und Kritik bedingt.

I.

VON DER VITRUVIANISCHEN “SCIENTIA” ZUM – OPERATIVEN –
HANDLUNGSWISSEN, DIE HERAUSBILDUNG EINER SPEZIFISCHEN KOMPETENZ

“Il se contentoit d'avoir bien raisonné, sans prétendre avoir bien deviné.”

B. de Fontenelle, “Eloge de M. De La Hire.”,
in: *Histoire de l'Académie Royale des Sciences. Année M.DCCXVIII*,
Paris: L'Imprimerie Royale 1719, S. 76–89, S. 89

“... man solle schlechthin auf gewisse Weise verfahren.”

Immanuel Kant, *Critik der praktischen Vernunft*,
Riga: Johann Friedrich Hartknoch 1788, S. 55

Im ersten Satz seiner *Zehn Bücher* definiert Vitruv (I, I, 1) die Architektur als “scientia”, die aus “fabrica” und “ratiocinatio” zusammengesetzt sei. Es ist sinnvoll, diese Differenz aus dem postulierten Ganzen heraus zu begreifen. Vitruvs Erklärungen legen das in unmissverständlicher Weise nahe. Die “fabrica” meint die wiederholte, somit zur Erfahrung gelangende Ausübung einer Tätigkeit, für die es der “materia” und der ausführenden “manus” bedarf. Die “ratiocinatio” ist genauso eindeutig in ihrer Unterstützungsfunction dieser Tätigkeit im Sinne des “demonstrare atque explicare” nach Massgabe von Kunstfertigkeit und “ratio” eingeführt. Bevor dies weiter erklärt wird, hält Vitruv ebenso unmissverständlich fest, dass das eine ohne das andere nicht genügen kann. “Fabrica” und “ratiocinatio” gehören notwendigerweise zusammen, bedingen und stützen sich gegenseitig. Das Verständnis vom Wesen der Architektur wird sich danach zu richten haben.

Und hier, bei der Deutung und Einordnung dieser Begriffe und ihres inneren Zusammenhangs, beginnt die Schwierigkeit. Spätestens seit Leonbattista Alberti ist darüber gestritten worden. Hierarchien und ästhetische Theorien sind in jüngerer Zeit über die präzisere – architektonische – Frage nach der konkreten Bedeutung und Einordnung von termini wie “ratio” und “ratiocinatio” gestülpt worden. Die voreilige Zuordnung von “fabrica” und “ratiocinatio” zum Begriffspaar von ‘Theorie und Praxis’ greift dabei zu kurz und hat eher zu Verunklärung geführt. Ganz besonders verheerend sind die Folgen der gerade in moderner Zeit häufig erfolgten Ablösung der ‘Theorie’ von der Praxis; manch einen hat sie – in den Worten Kants – zu den sonderbarsten “Gedankenwesen” geführt, “ohne es einmal zu merken, dass er sich mit seinen sonst richtigen Begriffen über die Grenzen ihres Gebrauchs verstiegen habe”.¹ Vitruv nennt denselben Tatbestand der Zuwendung zu einer abgehobenen Theorie ‘einem Schatten folgen’: “umbram non rem persecuti videntur” (Vitruv I, 1, 2). Der Gegenstand ist abhandengekommen!

Zudem ist auch meist übersehen worden, dass die aus dem Verhältnis von “fabrica” und “ratiocinatio” entstehende Dynamik Staat, Oekonomie, Gesellschaft und insbesondere die Ethik als notwendigen Rahmen und unverzichtbare Grundlage einbeziehen liess. Plato und Aristoteles werden mittelbar zu den Referenzen, wenn es um Definitionsfragen, die Zuordnung der Architektur zur Mathematik, die Definition als “Scienza speculativa”, aber auch um die besondere Gewichtung und Unterscheidung von umfassender Kenntnis und spezifischer Kompetenz und um das ‘Berufsbild’ insgesamt geht. In aristotelischer Tradition und gemäss seiner Definition der Architektur als “habitus faciendi vera cum ratione” steht die Tätigkeit, das ‘Architekturmachen’, im Vordergrund, so wie es auch noch Schinkel in seiner Formulierung betont: “In der Kunst musst der Gedanke immer auf Verwirklichung gerichtet sein.”³ Schinkel verbindet dies mit dem Wörtchen “praktisch” und bezieht es auf den zu erzielenden “sittlichen Fortschritt”. Auch insofern steht er in bester aristotelischer Tradition. Die Ausführungen zu den unterschiedlichen Möglichkeiten des ‘habitus’ sind der Ethik zugeordnet. Daniele Barbaro hat die aristotelische Habituslehre dem “Proemio” zu seinem Vitruvkommentar einverleibt, die “scienza” mitsamt der “sapienza” von der auf die äussere Welt gerichteten Tätigkeit und Hervorbringung der “ars” unterschieden, die ihrerseits von der “Prudenza” als “habito moderatore delle attioni humane, & civili” begleitet wird.⁴ Die künstlerische Tätigkeit wird konsequenterweise, präzis an Aristoteles orientiert, als Habitus definiert, “che la dispone fermamente a fare, & operare drittamente, con ragione fuori

di se, cose utili alla vita".⁵ All diesen Formulierungen liegt die Einsicht in den notwendigen Bezug der "ratiocinatio" auf die "fabrica" gemäss der Vorgabe und der Autorität Vitruvs zugrunde. Es handelt sich, wenn man dies so umschreiben will, um eine 'Theorie der Praxis',⁶ was als ein Oxymoron daherkommt, jedoch seinen Grund in der tatsächlichen Überlappung von rein empirischen und eher nomothetischen Aufgaben und Befähigungen findet, auch wenn sich dies vorerst 'nur' in Wörtchen wie "con ragione", Aristoteles' "cum ratione" nachgebildet, manifestiert.

Die Schwierigkeit, sauber zu trennen und zu unterscheiden, findet sich schon bei Aristoteles selbst angelegt.⁷ Wie soll man letztlich ein beweisführendes Verhalten, mit dem Aristoteles Wissenschaft verbindet, von einer von Vernunft begleiteten, hervorbringenden Tätigkeit radikal trennen wollen?⁸ Schliessen sich solche Zielsetzungen aus oder umgekehrt, lassen sie sich nicht verbinden? Differenzierende Erläuterungen sind stets gefragt. Bei Aristoteles, in der lateinischen Version Argyropulos', wird stattdessen noch weiter unterschieden zwischen "effectio" und "actus": "Quare et habitus qui cum ratione activus est; diversus est ab eo habitu qui cum ratione est effectivus."⁹ In seinem Kommentar fügt dann Jacques Lefèvre d'Etaples, stets im Bemühen um eine Definition der "ars", noch die Version eines "habitus cum ratione factivus" hinzu.¹⁰ Bei allen Schwierigkeiten von Terminologie und Deutung bleibt der unbestreitbare Nutzen ganz offensichtlich, dass auf diese Weise die gesammelten Argumente ausgebreitet sind, die Differenz von Wissenschaft und Kunst, als mit Klugheit und dem Handeln verbunden, der Hinweis auf die an Abstraktion geknüpfte Mathematik und selbst der bei Aristoteles mitbedachte Zufall. Wo immer sich die Frage der Kunst und der Wissenschaft – und der Mathematik – neu stellen wird, werden auch notgedrungen die entsprechenden Fragen und Kriterien eine Rolle spielen.

Es geht bei diesen Grundsatzfragen in unserem Zusammenhang auch immer um den Standort des Architekten innerhalb nutzbringender menschlicher Tätigkeit und um dessen besondere Befähigungen in diesem grösseren sinnstiftenden Rahmen. Es betrifft die Zielsetzung und den 'Sinn' der Architektur. Insofern überrascht es nicht, dass dieses legitime Anliegen nicht nur stets Teil der architektonischen Diskussion bleibt, sondern auch unterschiedliche Akzentsetzungen und Differenzierungen mit sich bringt.

Gemäss Daniele Barbaros Ausführungen übersteigt der Habitus einer "scienza" – und die damit verknüpfte Aussicht auf ein "vero necessario" und ein hieb- und stichfestes Beweisverfahren – die Möglichkeiten des Architekten;

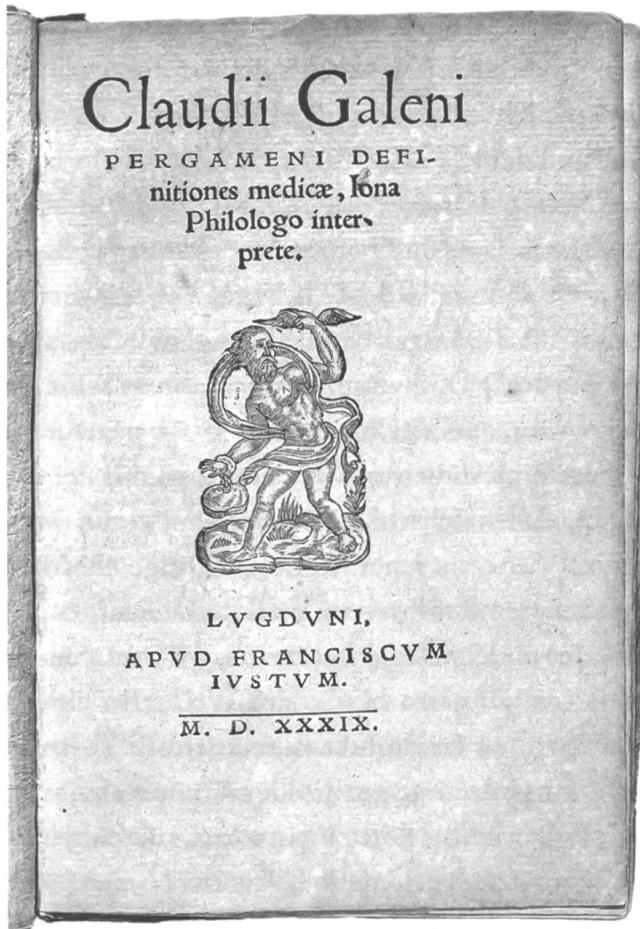


Abb. 1: Claudii Galeni Pergameni Definitiones medicæ, Iona Philologo interprete, Lyon:
Franciscus Justus 1539, Titel

seine unmittelbare Aufgabe ist als eine auf Erfahrung aufgebaute und als ‘Verfahren’ angelegte “ars” (des Könnens und Vermögens) zu verstehen.¹¹ Im Lernen aus der Erfahrung (“Nasce ogni Arte dalla Isperienza”) liegt sein Potential, zumal die – auf diese Weise, durch wiederholte Erfahrung erreichte – Kunst “piu vicina al sapere”, näher am Wissen mitsamt den “cause, & le ragioni della cosa” ist als die blosse Erfahrung. Das trifft sich nicht nur mit der aristotelischen Lehre, sondern auch ganz besonders mit dem, was in der Tradition Galens neben Empirie und Logik als dritte Möglichkeit, als “methodica ratio”, beschrieben wird, bei der man aus dem Gegebenen (“ex apparentibus consurgens”) zu einem – im Sinne einer “ars” zielgerichteten – Verstehen (“comprehensio”) gelangen kann.¹² (Abb. 1) Noch bei Semper – dannzumal unter ‘modernen’ naturwissenschaftlichen Vorzeichen – bestimmt dies, die Suche nach “Gesetzlichkeit und Ordnung im Einzelnen”, den Weg zu einer “empirischen Kunstlehre”.¹³

Auch Scamozzi, der im Kontrast zu Barbaro Architektur durchaus als eine Wissenschaft begreift, unterscheidet – jedoch stets auf die Architektur bezogen – zwischen dem Philosophen, der die Dinge, ‘Körper’, “per via delle cause, & in astratto” angeht, und dem “Fisico pratico”, der sie in irgendeiner Weise als strukturiert und manipulierbar, “organizati” und “sanabili”, bezogen auf ihre Teile und Glieder auffasst und behandelt.¹⁴ Auf diese, beiderseits auf den Zugang zur physischen Welt der Körper bezogene Weise verwendet Scamozzi die auf “scienza” und auf die “arti liberali” bezogene Unterscheidung “per la Theorica, e per la pratica”. Und zumindest für ihn scheint es in der Nachfolge Albertis klar zu sein, dass der Architekt – in Abgrenzung von den “Capi Mastri”! – beides zusammenführt, was er denn auch mit der Autorität Vitruvs zusätzlich zu belegen und zurechtzubiegen sucht.¹⁵

Allerdings scheint Vitruv an jener Stelle die Dinge eher zu unterscheiden und zu trennen, als zusammenführen zu wollen. Diejenigen, deren Tätigkeit sich auf die Hand oder anderweitige Bearbeitung (“manu aut tractationibus”) stützt, würden meistens auf eine besondere Weise, ‘in einer Kunst’ ausgebildet: “proprie una arte ad faciendum sunt instituti” (Vitruv, I, I, 16). Das beschreibt eher eine Engführung spezifischer Kompetenz, nährt den Spezialisierungsverdacht. Folgerichtig fährt Vitruv fort, diejenigen, die kraft ihrer Talente auch in Geometrie besonders bewandert seien, würden über die Aufgaben der Architekten hinauswachsen und müssten demzufolge den Mathematikern zugerechnet werden: “praetereunt officia architectorum et efficiuntur mathematici” (Vitruv, I, I, 17).

Man wird sich an all diese Unterscheidungen und verschiedenen Zuweisungen, an die ‘Trennlinie’ von Architektur und Mathematik insbesondere, erinnern wollen, wenn man die Tätigkeit und die Position Philipp de La Hires einer Beurteilung zuführen will. Sie sind dem Wissenshaushalt der Architektur einverlebt worden, aber auch durch anderweitige Zugänge, durch die genauso von Vitruv hergeleitete und mit seiner Autorität versehene Systematik der Säulenlehre, die “ordonnance”, insbesondere, ergänzt, wenn nicht gar deutlich überlagert worden. Dies führt zu zusätzlichen Fragen.

Vorerst darf man zusammenfassen, dass die bei Vitruv unter den Begriff einer “scientia” gestellten Begriffe “fabrica” und “ratiocinatio” gleichsam auf Gedeih und Verderben miteinander verstrickt und oft auch verquickt sind. Man begnügt sich nicht mit einfachen Lösungen, zielt auf mehr als bloss das einzelne Resultat jenes “habitus factivus”, des “condur l’opera al fine desiderato”.¹⁶ Spätestens bei wiederholter Erfahrung, die dann gemäss Daniele Barbaro zur “ars” führt,¹⁷ stellt sich ein über spezifische Kompetenz

hinausreichendes Wissen über das Wissen ein. Die Frage, ob das nun schon die Erfordernisse einer ‘Wissenschaft’ erfüllt, steht aus der Sicht des Architekten nicht unbedingt im Vordergrund; es sei denn, er werde daraufhin befragt.¹⁸

Wie wichtig aber gerade dieser Zusammenhang ist, belegt beispielsweise Schinkel, der – durchaus zeitgemäß – das Wörtchen “Kritik” verwendet, um nicht nur die Notwendigkeit grundsätzlicher Reflexion über das architektonische Tun, sondern den inneren Zusammenhang dieser intellektuellen Arbeit mit der “Verwirklichung” und der “Darstellung” zu betonen. Für Schinkel ist klar, dass dies allein vom Architekten – und nicht etwa vom “Kunstgelehrten” – geleistet werden kann. Damit ist auch die alte Kompetenzfrage aufgeworfen, die sich natürlich im Haushalt der Institutionen und Akademien abbildet.

Das Wissen über das Wissen des Architekten sucht keine abgehobene Philosophie, sondern bleibt bei der “aedificatio” als einer präzis umschriebenen Befähigung und zivilen, ethischen Zielsetzung. Die Kehrseite liegt darin, dass der Hinweis auf die “manus”, die Hand und das ‘Handwerk’, immer mal wieder zur crux dieser Debatte geriet und daran der Mangel an weiterführender “ratiocinatio” – ganz gegen die Intention Vitruvs – angebunden wurde. Es bleibt beim Wissen, Vermögen und Können (gemäss dem alten “nosse, velle, posse”) und bei der Suche nach dem richtigen Zusammenspiel dieser Teile. Und es scheint, dass in dieser Konstellation das Interesse sich in besonderer Weise darauf konzentriert, wie der “Fisico pratico” aus diesem Amalgam zur ‘Faktizität’ des Handelns gelangt und so Architektur entsteht. Darauf verweist der Bezug Scamozzis¹⁹ auf den einschlägigen Passus zur “manus” bei Alberti. Vitruvs “manu aut tractationibus” (I, I, 16) entspricht andererseits einer vertieften Einsicht und Erfahrung in die Notwendigkeit von Verfahren und Instrumentalität, so wie es Francis Bacon im zweiten Aphorismus des zweiten Teiles seines “Novum Organum” niederschreibt: “Nec manus nuda, nec Intellectus sibi permissus, multū valet; Instrumentis & auxilijs res perficitur; quibus opus est, non minū ad intellectum, quād ad manū. Atque ut instrumenta manū motum aut cōtent, aut regunt; Ita & instrumenta Mentis, Intellectui aut suggerunt, aut cōtent.”²⁰ Der praktisch denkende Architekt – und das ist der “Fisico pratico” – bringt die Dinge zusammen und ‘auf den Punkt’! Was anderes sagt Vitruv? Seine diesbezügliche Formulierung ist zu einem Topos der Kunsliteratur geworden und beschreibt ex negativo die notwendige Zusammengehörigkeit des Hervorbringens und der “ratiocinatio”:

“Itaque architecti, qui sine litteris contenderant, ut manibus essent exercitati, non potuerunt efficere, ut haberent pro laboribus auctoritatem; qui autem ratiocinationibus et litteris solis confisi fuerunt, umbram non rem persecuti videntur.” (Vitruv I, I, 2)

Bei Francis Bacon hat sich die Terminologie verschlankt. “Scientia & Potentia humana in idem coincidunt.”²¹ Wissenschaft und menschliches Vermögen und, nochmals ‘verkürzt’, Wissen und Handeln ‘sollen’ zusammenfallen. Die Richtung dieser Argumentation scheint klar; die Angelegenheit der Gründe und Beweise ist eine Sache der “contemplatio”. Indessen sind in der “operatio” die “regulae”, die Handlungsanweisungen und Regulative, grundgelegt, und darauf kommt es unter dem Strich an. Dies kann man mit Sicherheit in der Zeit Philippe de La Hires als bekannt und wohlvertraut voraussetzen. Auch eine ‘Akademie’ benötigt zu ihrer Rechtfertigung die Aussicht auf sichtbare Resultate. Mit Colbert und Blondel war dies im Falle der Académie Royale und mit besonderem Blick auf Regeln Programm.

Umso mehr stellt sich die Frage nach den Mitteln. Mit der “operatio”, womit sich wohl der “habitus factivus” noch verdeutlicht hat, und der entsprechenden Akzentsetzung tritt für den Architekten noch ein ganz anderer Aspekt in den Vordergrund. In der Erfüllung der Zielsetzung der Architektur, nämlich der Herstellung von Gebäuden, des Bauens, der “aedificatio”, muss es sich erweisen, weshalb schon Alberti das “ratione et via” auf den gesamten Prozess vom Planen bis zur Realisierung bezieht; damit sind die vitruvianischen Begriffe von “fabrica” und “ratiocinatio” – nunmehr in umgekehrter Reihenfolge als “lineamenta” und “structura” – in eine erkennbar logische und teleologische, zielgerichtete Ordnung gebracht.²² Dabei ersetzt Alberti ganz offensichtlich in Berücksichtigung der spezifischen Anlage der ‘operatio’ des Architekten das allgemeinere “ratiocinatio” durch den Begriff der näher an der Architektur und ihren Instrumenten gedachten und zweifelsohne ‘geometrisch’ aufgefassten “lineamenta”. Aus der allgemeinen Dynamik eines zu begründenden Tuns hat sich – auch dies letztlich in der Tradition einer alten Vorstellung, der aristotelischen Physik insbesondere – das konkrete Einwirken des Architekten auf die Körper mittels Geometrie herausgeschält. Eine vorerst begriffliche Präzisierung weist auf den Weg zu dem hin, was als Verfahrensfrage, Methode und Instrument, der Aufgabe des Architekten näher, immer wieder neu begriffen wird. Es ist ganz offensichtlich, dass es den Architekten nicht nur vermehrt zur Präzisierung seines Handelns drängt, es stellt sich nach Massgabe dieser Ausrichtung auch vermehrt die Frage nach Mittel und Einsatz der “Instrumente”. Die

mathematischen Grundlagen, Geometrie und Arithmetik, die Mechanik insbesondere, sind gefragt. Sie gehören unzweifelhaft in den Kompetenzbereich des Architekten, was umso deutlicher wird, je ungestümer die konkrete Zielsetzung der „aedificatio“ in den Vordergrund drängt.

Allein, diese Fragen sind damit nicht einfach ‘gelöst’, die Probleme stellen sich vielmehr in jeder einzelnen Situation von neuem. Es bleibt die Irritation, die seinerseits René Descartes bei der Vorstellung der ersten Regel seiner „Regulae ad directionem ingenii“ – mitsamt der alten Tradition des „more geometrico“ – in Erinnerung ruft. Das Thema ist die „ingenij directio ad solida“, die Anwendung geistiger Befähigung und Kreativität auf die Körper und damit die verknüpfte Notwendigkeit des „proferenda judicia“, des Urteils.²³ Dies entspricht der vitruvianischen Vorgabe, wonach der Architekt „ingeniosus“ sein muss, um so insbesondere der „demonstratio rationibus doctrinarum explicata“ fähig zu sein,²⁴ was Barbaro in seinem Kommentar wiederum mit der Urteilsfähigkeit verbindet: „che egli possa far l’ufficio del giudicare“.²⁵ Die Gewissheit liegt auf der Seite des Aufzeigens und Begründens, den Obliegenheiten des „demonstrare atque explicare“, die Vitruv mit der „ratiocinatio“ verbindet.²⁶ All dies steht in der Tradition der Beurteilung und Wertschätzung der Geometrie, seitdem Pythagoras die Mathematik „a sensibus & materia ad intellectum traduxit“, wie es beispielsweise Joseph Scaliger formuliert,²⁷ der in den „Prolegomena“ zu seiner *Cyclometrica Elementa Duo* von der „felicitas demonstrationum“, welche die Mathematik auszeichnet, spricht.²⁸ Darin liegen der Konsens und die Versprechung – auch für den Architekten!

Bei Descartes folgt nicht überraschend gleich der Einwand, dass „scientia“ und die mit körperlichen Dingen befassten Künste nicht unbedingt zusammenpassen. Er bringt das schon von Vitruv in demselben Zusammenhang angeführte (von Scamozzi später betonte²⁹) Argument vor, wonach – verkürzt! – die Praxisorientierung zur Spezialisierung führt,³⁰ wogegen Descartes nun bei Zusammensicht der Dinge und – mit Hinweis auf die „bona mens“ und die „universalis Sapientia“ – grösseren Erfolg verspricht.

Salopp gesagt, ist die vitruvianische „scientia“ nunmehr in cartesianischer Disziplin ‘weitergedacht’; aber was anderes ist dies als das Fortschreiben der der Geometrie zugedachten Rolle, die Potenz des ‘ingenium’, die – schon längst der Vorstellung des ‘Ingenieurs’ nahegebrachte³¹ – Ingeniosität in Figuren sichtbar zu machen. Diese besondere Eigenart geometrischer

Konstruktion und Beweisführung wird der calculus trotz anderweitiger Vorzüge nicht ersetzen können.³² In vitruvianischer Tradition – und von Alberti mit seinem Begriff der “lineamenta” deutlich hervorgehoben – liegt darin die ‘wissenschaftliche’ Grundlegung der Architektur: “neque enim ingenium sine disciplina aut disciplina sine ingenio perfectum artificem potest efficere.”³³ Der Vorteil liegt dabei in der Körperlichkeit, welche der Geometrie ‘behelfsmässig’, nämlich in einer der Linie zwecks Sichtbarkeit gegebenen Ausdehnung, beigegeben ist. Umso besser kann sich so die Vorstellung – mittels einer geometrischen Figur – auf die Körper beziehen. In den frühen *COCITATIONES PRIVATÆ* verwendet Descartes das Bild der “imaginatio”, die Figuren “ad corpora concipienda” einsetzt, um generell die Möglichkeit und die Bedeutung körperlicher Vorstellungen des Intellekts “ad spiritualia figuranda” einzuführen.³⁴ Figur und Körper passen zusammen; das hat übrigens die Perspektivlehre – in Nachbildung optischer Sinneserfahrung – stets ausgeführt und vordemonstriert. Umso deutlicher wird der besondere, auf diese Weise hervorgehobene Bezug zur Praxis erfasst.

Insofern ist noch eine spätere Deutung “practischer Vernunft” in unserem Zusammenhang aufschlussreich. Immanuel Kant hat in seiner *Critik der praktischen Vernunft* die Geometrie herangezogen, um seine Vorstellung von einem “Grundgesetz der reinen practischen Vernunft” zu erörtern. Geometrische Postulate seien Sätze im Sinne einer Voraussetzung, “dass man etwas thun **könne**, wenn etwa gefordert würde, man **solle** es thun ...”.³⁵ (Abb. 2) Fazit: “Es sind also practische Regeln unter einer problematischen Bedingung des Willens. Hier aber sagt die Regel: man solle schlechthin auf gewisse Weise verfahren.”³⁶ So ist letztendlich der Bogen von der “ratiocinatio” und vom “ingenium” zur Praxis, zur Anwendung und zum ‘Handlungswissen’ geschlagen; und insofern sind die seit Vitruv und Alberti der Architektur in privilegierter Weise zugeschriebene vermittelnde Aufgabe und Befähigung bestätigt.

“Die practische Regel” ist es also, die letztlich der gewünschten Regelmäßigkeit am besten zudient, ohne der Praxis ‘unnötige’, zusätzliche ‘theoretische’ Gebilde aufzusetzen. Die Geometrie ist aus langer Erfahrung heraus der ideale Ort eines solchen Kompromisses. “Tous les Problèmes de Géométrie se peuvent facilement reduire à tels termes, qu'il n'est besoin, par après, que de connoître la longueur de quelques lignes droites, pour les construire.” So lautet der erste Satz aus Descartes’ zuerst als Anhang zu seinem *Discours de la Méthode* (1637) erschienenen “La Géométrie”. Unverkennbar geht es Descartes zu Beginn dieses

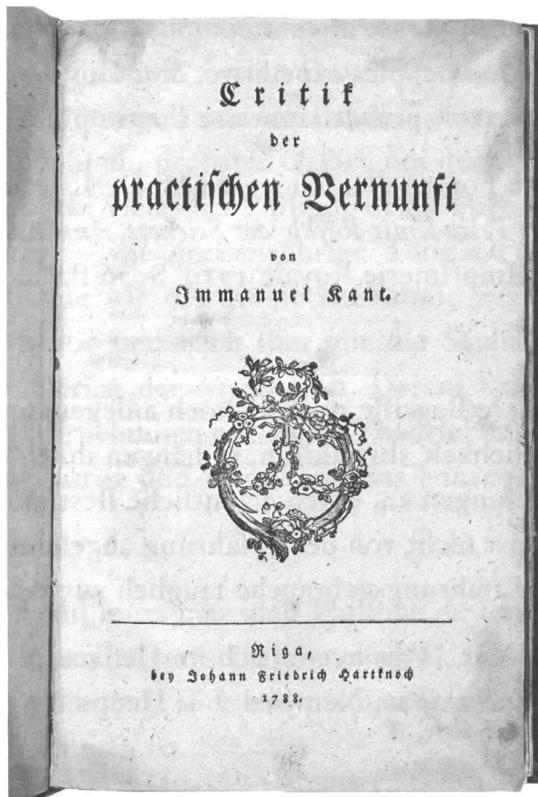


Abb. 2: Immanuel Kant, Critik der praktischen Vernunft, Riga: Johann Friedrich Hartknoch 1788, Titel

entscheidenden, erkenntnistheoretischen Werkes darum, den Zugang durch Hinweis auf die Leichtigkeit und die Einfachheit der Mittel zu verbessern. Mit Kreis und Gerade erschliesst man sich die ganze Welt. Descartes, um es weiter zu vereinfachen, spricht von der “unité” der Linie, um den Vergleich mit der Einheit der Zahl – und mithin die Universalität der Mathematik – plausibler erscheinen zu lassen.

2.

DIE “PRATIQUE DU TRAIT” UND DIE “REPRÉSENTATIONS GÉOMÉTRALES”
ALS GRUNDLAGE UND METHODE DER ARCHITEKTUR UND DES BAUENS

“Dans tous ses ouvrages de Mathematique il ne s'est presque jamais servi que de la Synthese, ou de la maniere de démontrer des Anciens par des lignes & des proportions de lignes, souvent difficiles à suivre

à cause de leur multitude, & de leur complication. Ce n'est pas qu'il ne scût l'Analise moderne, plus expeditive, & moins embarrassée, mais il avoit pris de jeunesse l'autre pli."

B. de Fontenelle, "Eloge de M. De La Hire.",
in: *Histoire de l'Académie Royale des Sciences. Année M.DCCXVIII*,
Paris: L'Imprimerie Royale 1719, S. 76 ff., hier: S. 88

"Wir mögen unsere Begriffe noch so hoch anlegen, und dabei noch so sehr von der Sinnlichkeit abstrahiren, so hängen ihnen doch noch immer bildliche Vostellungen an, deren eigentliche Bestimmung es ist, sie, die sonst nicht von der Erfahrung abgeleitet sind,
zum Erfahrungsgebrauche tauglich zu machen."

Immanuel Kant, "Was heisst: sich im Denken orientieren?",
in: *Kleine Schriften*, Neuwied: J.T. Haupt 1793, S. 104

Wie viel man aus dieser ganzen Tradition, die die Architektur wie auch die Philosophie betrifft und die durch Descartes eine erneute, radikale Synthese zusammen mit der Mathematik erfährt, für Philippe de La Hire in verbindlicher Weise voraussetzen darf, ist die Frage. Unverkennbar ist, dass hier längst das später von Kant imperativ geforderte "man solle schlechthin auf gewisse Weise verfahren" in der Geometrie eine verlässliche Grundlage genauso wie auch eine auf die Praxis zielende Methode gefunden hat. Die "bona mens", die Descartes im ersten Satz seines *Discours de la Méthode* setzt, lässt auch erkennen, dass es natürlich um mehr, mindestens um eine "forma mentis" oder eben um ein Grundverständnis zu den Fragen von Erkenntnis und Wahrheitssuche, geht. Man sollte gleichzeitig nicht übersehen, dass Descartes' Schriften – wie später diejenigen Kants – reich an architektonischen Metaphern sind; es ist ersichtlich und nachvollziehbar, dass die Architektur sich als idealer Ort der Erörterung von abstrakten und gleichermaßen 'körperlichen' Fragen anbietet. Da, wo die Geometrie allzu sehr als Instrument der "imaginatio" – in Malebrances *Recherche de la Vérité* in der Nachfolge Descartes – aufgefasst wird, bedarf es des Rückbezuges auf die physische Welt wie in dem der *Passions* vorangeschickten Brief, in dem übrigens auf Francis Bacon verwiesen wird. Bei Descartes selbst ist unverkennbar, wie erpicht er ist, die Menschennatur und deren Wirklichkeit immer wieder als

Ausgangspunkt zu nehmen, die menschliche Angewohnheit (“hominum consuetudo”), von der Ähnlichkeit zweier Dinge auszugehen oder dem “bon sens”, der “la chose du monde la mieux partagée” darstellt, zu folgen.

Die Architektur bleibt ein probates Gefäß, um das alles zusammenzuhalten. So besehen läuft sehr vieles bei Philippe de La Hire zusammen, obwohl ja gerade sein Auftritt – die dreissigjährige Tätigkeit als Professor – an der Architekturakademie wie die grosse Ausnahme zwischen Blondel und Desgodets erscheint; vor und nach ihm gilt die Säulenlehre als verbindliches theoretisches Gerüst der Architektur. Darauf fixiert, hat sich später die Kunstgeschichte vornehmlich auf diese ‘Theorie’ und den entsprechend einseitigen Blick auf Vitruv und Vitruvianismus konzentriert und den Rest vernachlässigt.

Vor diesem Hintergrund muss man sich Philippe de La Hire mit dem Versuch annähern, ihn in ein besseres Licht zu rücken, zumal man mit ihm seit Fontenelles “Eloge” von 1719 auch aus mathematischer Sicht nicht gerade unzimperlich umgesprungen ist.

Es ist zu erinnern, dass Philippes Vater, Laurent de La Hyre, seinerseits mit Studien der Perspektive und Architektur begann und dass diese systematische Grundlegung sein malerisches Werk bis zum Ende seiner Tätigkeit begleitete.³⁷ Hier sind die Anfänge Philippe de La Hires situiert. In dieses Umfeld gehören die Beziehungen zu Desargues – die “grande liaison”!³⁸ – und zu Abraham Bosse. Dies hat geprägt. Zu Recht sieht Madeleine Pinault hierin den Grund dafür, dass Laurents Sohn Philippe und zwei Enkel mit der Académie Royale des Sciences verbunden sein werden.³⁹ Die väterliche Beziehung weist Philippe den späteren Weg, vorab durch die Fortführung des *Traité de la coupe des Pierres Desargues*’ und die Freundschaft mit Abraham Bosse, womit er zum “géomètre” wird und sich nach der Massgabe des Zwistes von Desargues und Bosse mit der Künstlerschaft von der bildenden Kunst entfernt. Das ist zumindest eine plausible Erklärung des Werdegangs Philippe de La Hires. Er kommt einer Gratwanderung gleich, die René Taton von einem “unusual taste for the parallel study of art, science and technology” sprechen lässt.⁴⁰

Wenn es Desargues’ Ziel war, einer bereinigten Geometrie zu einer neuen Blüte zu verhelfen, die graphische Darstellung zu perfektionieren und dies alles der Mechanik und Technik insgesamt zur Verfügung zu stellen,⁴¹ so war dies auch die Grundlage und wohl auch das credo, denen sich Philippe de La Hire in all seinen kartographischen, astronomischen und später

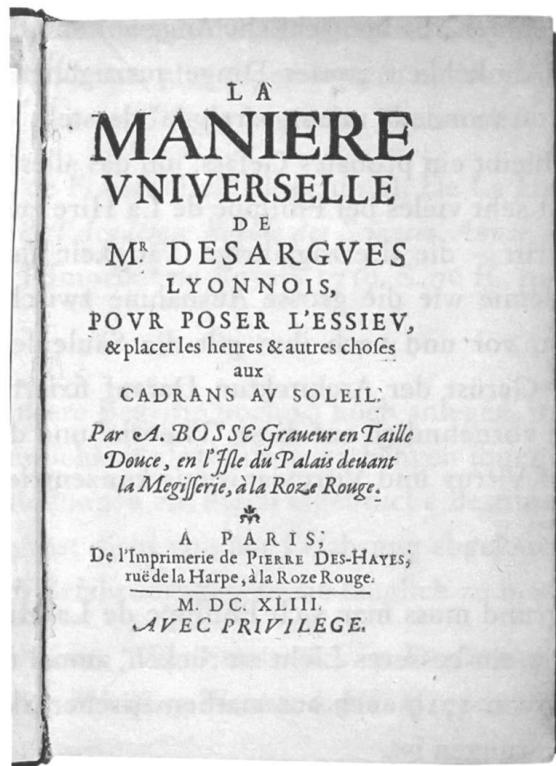


Abb. 3: A. Bosse, *La Manière Universelle De Mr. Desargues Lyonnais, Pour Poser L'Essieu, & placer les heures & autres choses aux Cadrans Au Soleil*, Paris: Pierre Des Hayes 1643,
Titelblatt

architektonischen Tätigkeiten verschrieb. Vermutlich lässt sich damit auch erklären, was schon bei Desargues festzustellen ist,⁴² dass er auf diesem Weg der Perfektionierung der Geometrie und ihrer darstellerischen Möglichkeit, der Algebraisierung, wie sie Descartes einleitete, desinteressiert gegenüber stand. Vor diesem Hintergrund erscheint die Bezeichnung der "Représentions Géométrales", die sich zu einzelnen Tafeln, aber auch im Titel des gleichnamigen Werkes zu den Säulenordnungen findet, wie ein Programm. Es leuchtet unmittelbar ein, dass es Abraham Bosse darauf ankommt, die Möglichkeit präziser geometrischer Erfassung architektonischer Glieder und Formen – nachvollziehbar – zu demonstrieren. So muss man nicht nur die bereits auf der ersten Seite unter dem Titel "Ordre et Méthodes des Figures" gegen Fréart de Chambrays *Parallèle* gerichtete Kritik, sondern auch das dem Frontispiz einbeschriebene Programm lesen. Dort steht über die Personifikation von Theorie (mit den Zeichen der Metaphysik) und von Praxis (als Geometrie) gesetzt das Prinzip "La Raison sur tout". Auch der Titel lässt



Abb. 4: Frontispiz mit der Darstellung der Allegorien der Geometrie und der Perspektive, Kupferstich (1647) in: A. Bosse, *Manière Universelle De Mr Desargues, pour pratiquer la Perspective Par Petit-Pied, comme le Geometral. Ensemble Les Places Et Proportions Des Fortes & Foibles Touches, Teintes ou Couleurs*, Paris: Pierre Des-Hayes 1648

die Absicht klar erkennen, dass der Geometrie nicht eine abgehobene ‘philosophische’ Aufgabe, sondern die unmittelbare Ausrichtung auf die Praxis zugewiesen wird: *Traité sur la Pratique des Ordres de Colomnes de L’Architecture nommée Antique.* (Tafel V) Die Ernsthaftigkeit dieser Ausrichtung auf die Praxis zeigt sich bei Desargues schon in den Bemühungen um die Bereinigung der Terminologie und in den ganz konkreten Anweisungen “des Arts pour les ouvrages de main”, die Bosse den beiden unter dem Titel *Manière universelle de Mr. Desargues* 1643 und 1648 publizierten Traktaten zu den *Cadrans au Soleil* und zur Perspektive voranstellt. Drei Dinge gebe es zu berücksichtigen: “La première, Ce que vous avez à faire. La deuxième, Les moyens de le faire. Et la troisiéeme, De le faire effectivement.”⁴³ (Abb. 3 und 4) Das Verfahren steht im Vordergrund und verlangt umgekehrt nach der Effizienz der Methode, die in einer verbesserten Geometrie grundgelegt sein muss. Da, wo in Bezug auf die dem Ausweis von Wissen-

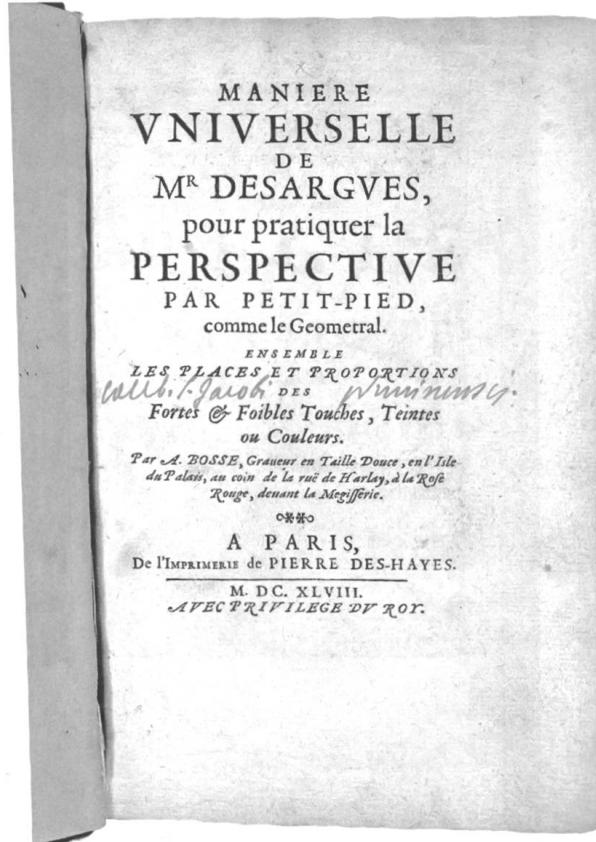


Abb. 5: Abraham Bosse, A. Bosse, Manière Universelle De Mr Desargues, pour pratiquer la Perspective Par Petit-Pied, comme le Geometral. Ensemble Les Places Et Proportions Des Fortes & Foibles Touches, Teintes ou Couleurs, Paris: Pierre Des-Hayes 1648, Titel

schaftlichkeit dienende Frage nach Ursache und Wirkung Unsicherheit entstehen mag, antwortet Desargues in einem Brief vom 1. Oktober 1647 an seine Widersacher, so wie die Mediziner nicht bei den Apothekern in die Schule gingen, um gute Ärzte zu werden, würden auch die Geometer nicht bei den Steinmetzen, sondern umgekehrt die "Massons" Geometrie studieren, "pour se rendre habiles aux traits geometriques nécessaires à la pratique de leur art".⁴⁴ (Abb. 5 und 6) Auf diese Weise verhält es sich mit der unbedingten Orientierung der – universalen – Geometrie auf die Praxis. Deshalb setzt Desargues dafür und für sämtliche Anwendungen der "coupe de la pierre", der "Cadrans au Soleil" wie für die Perspektive den präziseren Begriff der "pratique du trait Geometrie". Die Argumente – der vitruvianischen Ausrichtung der "ratiocinatio" auf die "fabrica", der Alberti'schen "lineamenta" – wiederholen sich, und die überragende Bedeutung der Geometrie wird einmal mehr in den Mittelpunkt gestellt. Ihr dient auch die Präzisierung der

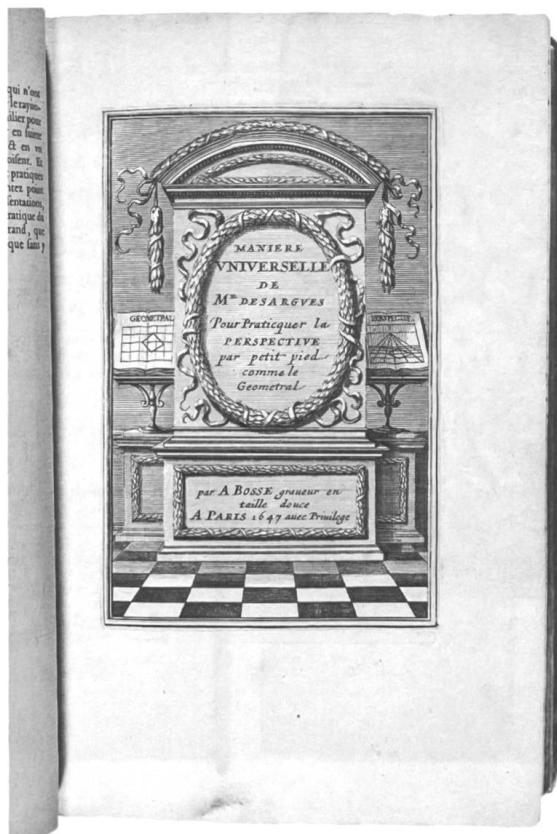


Abb. 6: Zweites Titelblatt, Kupferstich (1647), in: A. Bosse, *Manière Universelle De Mr Desargues, pour pratiquer la Perspective Par Petit-Pied, comme le Geometral. Ensemble Les Places Et Proportions Des Fortes & Foibles Touches, Teintes ou Couleurs, Paris: Pierre Des-Hayes 1648*, zwischen S. 58 und S. 59

Terminologie, deren Anliegen von Abraham Bosse in gleicher Weise als “Advertissement” den Publikationen der *Manière Universelle* von Desargues vorangesetzt wurde.⁴⁵ Auch diese Massnahme dient dem Praxisbezug. Bosse erklärt hier, weshalb Desargues anstatt von “plan d'une ville, d'une maison, d'une porte” von “l'assiette d'une ville ...” spricht. Der die abstrakte Bezeichnung einer Fläche ersetzende Begriff von “assiette” und auch “tableau” findet sich ausführlicher in dem Mai 1636 datierten Text von Desargues diskutiert, den Abraham Bosse ebenfalls 1648 publiziert hat.⁴⁶ Die besondere Intention ist umso deutlicher spürbar, wenn man diese Präzisierungen zur “manière universelle de pratiquer la Perspective” mit den Ausführungen Descartes’ vergleicht, mit denen er die “superficies, a qua sensus nostros affici puto”, die eigentlich körperlose Fläche in ihrer Wirkung auf die Sinne durch die Umschreibung “corporis extreum” erklärt.⁴⁷ Bleibt allerdings die Tatsache, dass Descartes in seiner Geometrie

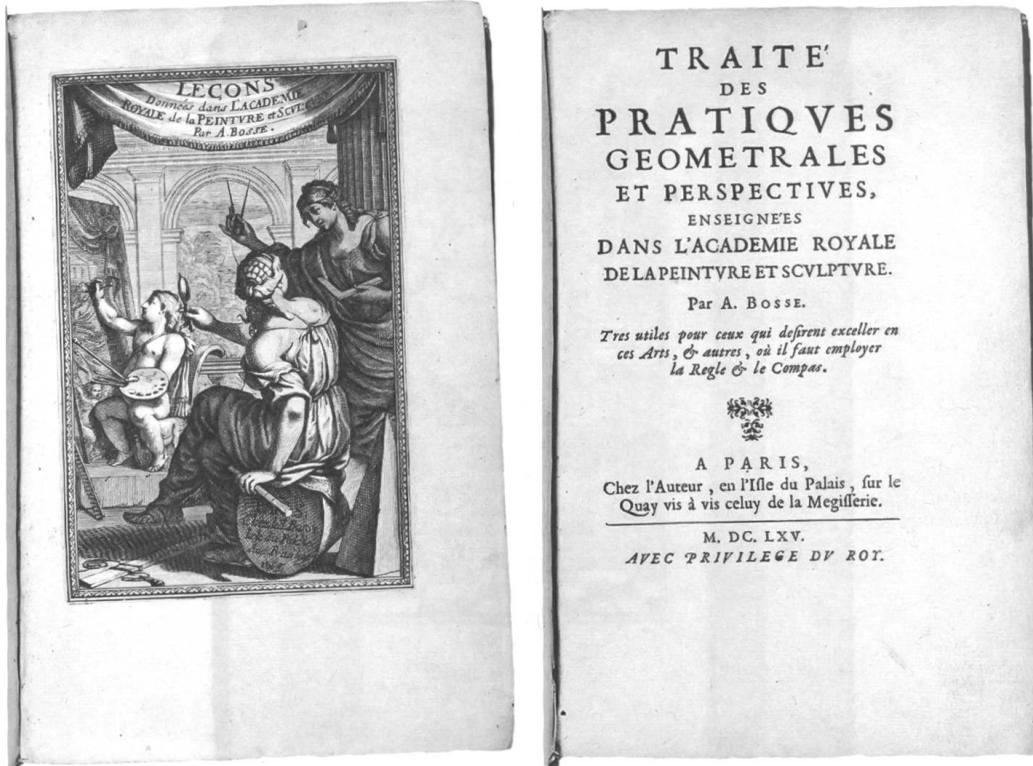


Abb. 7 und 8: A. Bosse, *Traité Des Pratiques Géométrales Et Perspectives, Enseignées Dans L'Academie Royale De La Peinture Et Sculpture*, Paris: Chez l'Auteur 1665,
Frontispiz und Titel

und in verbesserter euklidischer Manier die Verfahren strafft und so die Geometrie insgesamt auf den Punkt bringt: "Tous les Problèmes de Géométrie se peuvent facilement réduire à tels termes, qu'il n'est besoin par après que de connoître la longueur de quelques lignes droites, pour les construire." Sollte dies nicht längst so gehandhabt – und nicht zuletzt in der Architektur 'angewendet' – worden sein, so wird jetzt sicherlich das alte "more geometrico" neuerlich in seiner universalen Geltung, einer "manière universelle", erkannt und entwickelt; die geometrische Konstruierbarkeit gegebener Probleme ist Ausgangspunkt und bildet den Sockel einer praxisorientierten Methode, der die Begriffe der "Pratique du Trait à preuves", gemäss dem Titel der von A. Bosse 1643 publizierten Ausführungen Desargues' zur *Coupe des Pierres*,⁴⁸ und allgemeiner einer "Géométrie Pratique" zugrundeliegen, wie sie Pierre Bullet, gleichzeitig mit Philippe de La Hire an der Architekturakademie tätig, in seiner bis spät ins 18. Jahrhundert als Handbuch wiederholt aufgelegten *Architecture Pratique* verbindet.⁴⁹ Der Universalität

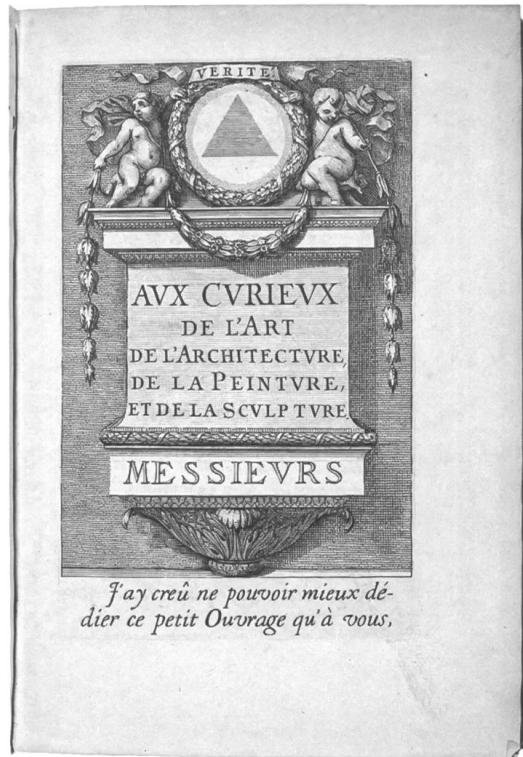


Abb. 9: Widmungstafel nach dem Titel, in: A. Bosse, *Traité Des Pratiques Geometrales Et Perspectives, Enseignées Dans L'Academie Royale De La Peinture Et Sculpture*, Paris: Chez l'Auteur 1665

der Geometrie ist es geschuldet, dass diese “Géométrie Pratique” genauso für den Ingenieur als unabdingbar erkannt ist und man sich dabei natürlich an die alte “art de mesurer” erinnert. Wie sehr dies ausufern kann und vor lauter zusätzlich irritierender, als vereinheitlichender Massnahmen zur Notwendigkeit einer ganzen “Bibliotheque de Livres de Géométrie-pratique” führe, kritisiert der Sieur de Clermont in der Vorrede seines 1693 erstmals erschienenen und Vauban gewidmeten *Géométrie Pratique de l'Ingénieur*.⁵⁰

In diesem Umfeld hat Philippe de La Hire seine unterschiedlichen Tätigkeiten entfaltet. Und was wichtiger ist, er ist durch Desargues und Abraham Bosse geschult und geprägt worden und steht in deren Nachfolge. Die Überzeugung von der Verbindlichkeit allgemeiner geometrischer Gesetze und Regeln begleitete sein Tun und hat ihn wohl – zumindest in seiner ‘äusseren Karriere’ – auf die Seite der Wissenschaften und der Architektur gedrängt oder gewiesen, nachdem Bosse diesen Standpunkt an der Académie Royale de la Peinture et de

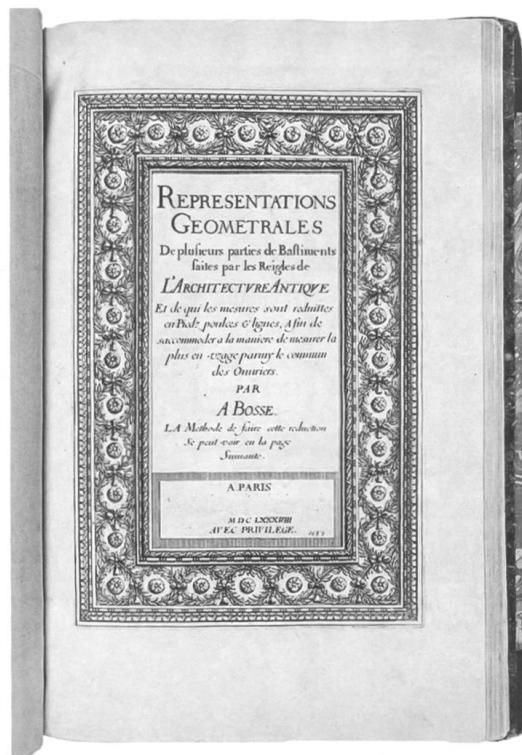


Abb. 10: Abraham Bosse, *Représentations Géométrales De plusieurs parties de Bastiments faites par le Reigles de L'Architecture Antique Et de qui les mesures sont reduittes en Piedz poulces et lignes, A fin de saccommoder a la maniere de mesurer la plus en uzage parmy le commun des Ouvriers*, Paris 1688, Titelblatt

la Sculpture nicht hatte durchsetzen können und ihr danach den Rücken kehrte.⁵¹ (Abb. 7, 8 und 9) Was Bosse in diesem Konflikt im März 1666 Le Brun geantwortet hat, dürfte wohl auch – in grundsätzlicher Hinsicht – die Meinung und die Ausrichtung Philippe de La Hires bestimmt haben: “Mais pour conclusion, je puis dire & prouver que feu Monsieur Desargues & moy, avons esté les premiers qui ont donné au Public les vrayes, faciles, promptes & universelles pratiques de Perspective, conformes à celles du Geometral; tant pour tracer les contours des objets visibles de la nature, que ceux que l'on peut avoir dans l'imagination ...”⁵²

Die Fortsetzung dieses die Bemühungen von Desargues und Bosse zusammenfassenden Satzes betrifft die spezifischen malerischen, sich mathematischer Erfassung – im Sinne der Kunstakademie – entgegenstimmenden Qualitäten von Licht und Schatten, der Farben und der “force & foiblesse de leurs touches”. Umso präziser fällt die Charakterisierung der spezifischen Möglichkeiten der Geometrie (natürlich nicht nur im Falle der Perspektiv-anwendung) aus. Sie ist wahr, einfach und schnell, insgesamt universal und



Abb. 11: Kupferstich mit der Angabe der Flucht- und Sehlinien beim Entwurf von Gebäuden,
in: Abraham Bosse, *Traité Des Manières De Dessiner Les Ordres De l'Architecture Antique
En Toutes Leurs Parties*, Paris: Claude Jombert [ca. 1690], Tafel XLIII

vermag es, Körper wie Körpervorstellungen in präzise Figuren (“tracer les contours”) zu fassen. (Abb. 10 und 11)

Der Umstand, dass der Sohn des Malers Laurent de La Hyre nach der Rückkehr aus Italien seine Karriere in Paris als “pensionnaire astronome” und als “professeur de mathématiques” am Collège Royale aufnimmt, um dann nebst seiner Stellung an der Académie Royale de Science 1687 bis 1718 auch der Architekturakademie als Professor zu dienen, fügt sich bestens in diesen Rahmen ein. Philippe de La Hire beschreitet eine Praxis, die ihn gleichsam an der Basis angewandter Geometrie zu den grossen Projekten der Vermessung und der durch die Geometrie wesentlich bestimmten Wissenszweige von Gnomonik und Astronomie mitsamt herausgeberischen Aufgaben führt. (Abb. 12) Vergleicht man die Bände der *Histoire de l'Académie Royale des Sciences* mit den zugehörigen “Mémoires”, wird schnell ersichtlich, zu wie viel konkreten Aufgaben und Themen seine Tätigkeit geführt hat, beispielsweise zu den Messungen am Observatoire, der Niederschlagsmengen genauso wie

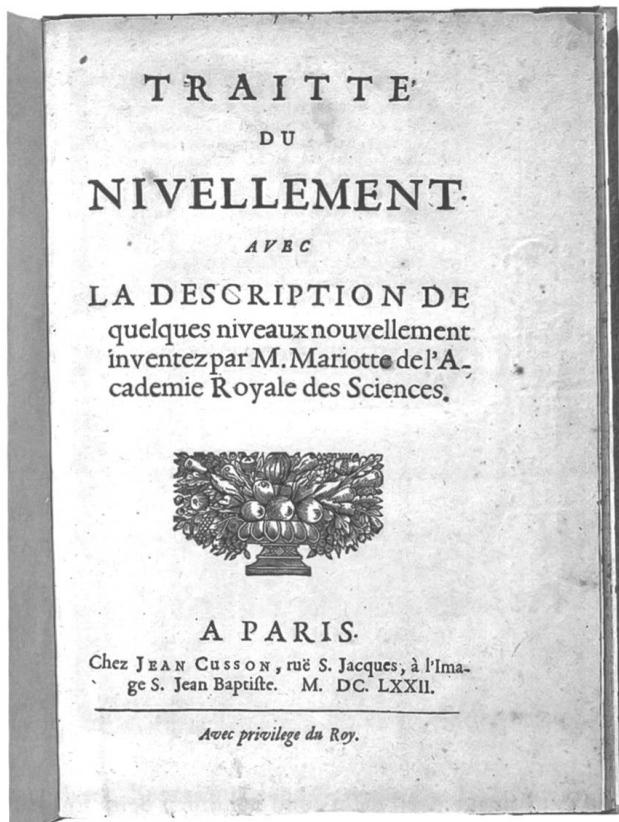


Abb. 12: M. Mariotte, *Traitte Du Nivellement Avec La Description De quelques niveaux nouvellement inventez*, Paris: Jean Cusson 1672, Titel

der partiellen Mondfinsternis, auch wenn Letztere am 4. Januar 1704 wegen misslicher Wetterverhältnisse kaum durchzuführen war.⁵³

In der Vorrede zu den Louis XIV gewidmeten *Tabulae Astronomiae* äussert sich Philippe de La Hire zu den Methoden dieses Zahlenwerks, die schon im Titel mit dem *cum Geometrica ratione* präzisiert werden, was er bis auf Tycho Brahe und Kopernikus und deren Verbindung des "per circulos aliasque figuras" und dem "quatenus Arithmetica illos resolvit in numeros" zurückführt. Dieser Tradition folgt er, wenn er 1682 mit Picard seine astronomischen Beobachtungen aufnimmt. Und sosehr er die Nützlichkeit der "ad calculos revocandi ratio", letztlich der tabellarischen Festlegung einsieht, sosehr hält er auch an der Tatsache fest, dass allein geometrische Figuren die Himmelsbewegungen adäquat abbilden könnten.⁵⁴

Man muss sich daran erinnern, dass Leibniz umgekehrt von der "cognitione caeca vel symbolica" der Algebra und Arithmetik sprach, um dies anderweitig von der "cognitione intuitiva" (und "symbolica") unserer Vorstellungen abzuheben.⁵⁵ (Abb. 13) Einen Monat nach der epochemachenden

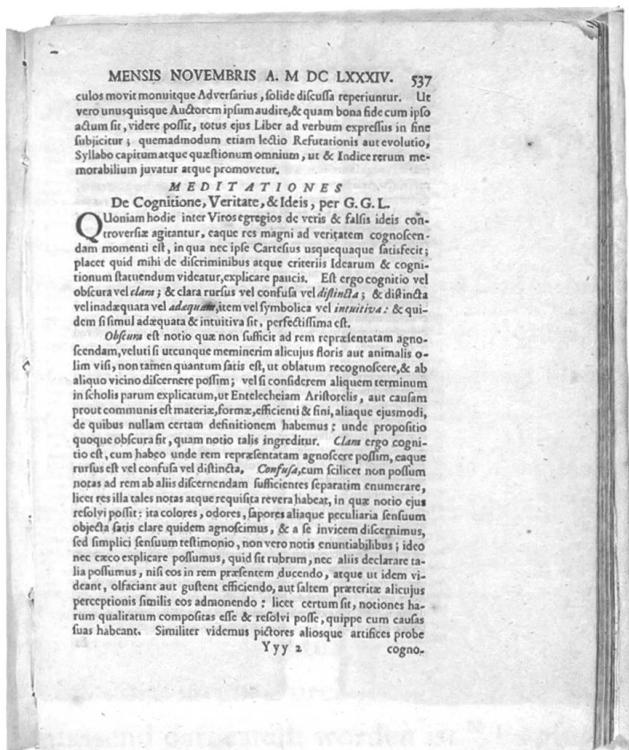


Abb. 13: G. G. Leibniz, "Meditationes De Cognitione, Veritate, & Ideis", in: Acta Eruditorum Anno MDCLXXXIV. Mensis Novembris, Leipzig: Johann Grosse & Johann Friedrich Gleditsch 1684, S. 537

Publikation des – an geometrischen Figuren applizierten – "Nova Methodus pro Maximis et Minimis",⁵⁶ im November 1684, hat sich Leibniz unter dem Titel der "Meditationes De Cognitione, Veritate, & Ideis", ausgehend von Unterscheidungen wie "cognitio obscura vel clara", diesen grundsätzlichen erkenntnistheoretischen Fragen zugewandt. (Man sollte diesen Fragen adäquater Darstellung mathematischer Methoden und Erkenntnisse genügend Aufmerksamkeit schenken und sich daran erinnern, dass Leibniz – genauso wie Newton – bei der Einführung seines calculus "quem voco differentialem" auf Neueinführung und Berichtigung von Symbolen, "signa", angewiesen war.⁵⁷)

Mit all diesen Erfahrungen und Kenntnissen, den familiär begründeten künstlerischen Interessen und Tätigkeiten übernimmt Philippe de La Hire neue Aufgaben an beiden Akademien, an der Académie Royale des Sciences genauso wie an der Académie Royale de l'Architecture. Dort wird er 1687 als Nachfolger François Blondels gewählt. Ein Mathematiker folgt auf einen Mathematiker; es suggeriert Kontinuität. Aber der *Cours*

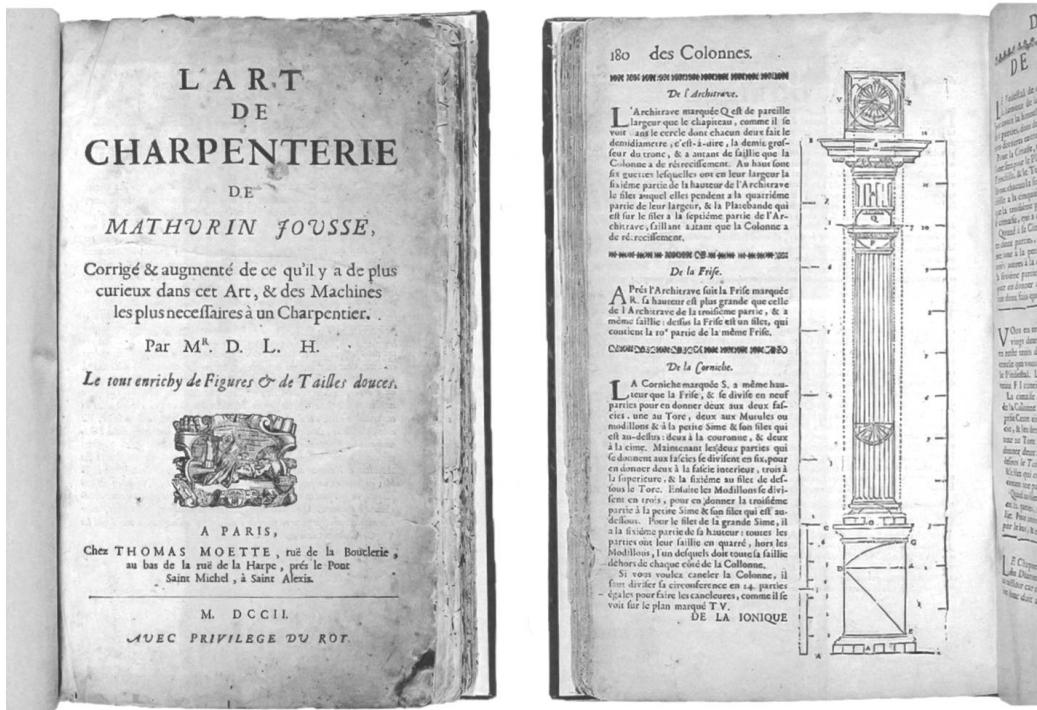


Abb. 14 und 15: Mathurin Jousse, *L'Art de Charpenterie*, ..., Corrigé & augmenté de ce qu'il y a de plus curieux dans cet Art, & des Machines les plus nécessaires à un Charpentier.

Par Mr. D. L. H., Paris: Thomas Moette 1702, Titel und Proportionierung einer dorischen Säule, S. 180

Blondels ist der traditionellen Säulenlehre genauso verpflichtet wie der Unterricht des – de La Hire respektive seinem Sohn, Gabriel-Philippe de La Hire – nachfolgenden Desgodets. Dazu im Kontrast lässt de La Hire nun Jahr für Jahr Kurse folgen, die dem Steinschnitt, der Geometrie, der Mechanik, der Hydrostatik, der Stereotomie, der Perspektive und Optik gewidmet sind.⁵⁸ Natürlich hat sich die Akademie schon vor de La Hires Tätigkeit als Professor der Bautätigkeit und bautechnischen Fragen zugewandt.⁵⁹ Aber es bleibt gleichwohl offen, mit welchen Erwartungen und Schwierigkeiten er hier konfrontiert wurde und was von seinen ‘wissenschaftlichen’ Interessen und zu welchen Bedingungen den Kollegen und letztlich auch dem ‘gewöhnlichen Baumeister’, dem “Masson”, zuzumuten war.

In jedem Fall wäre es falsch anzunehmen, die Architekturakademie hätte sich damals in einem blühenden und wohlgeordneten Zustand befunden. Das Gegenteil kommt der Wirklichkeit näher; zuweilen war es Mittellosigkeit, welche den Zustand dieser gefeierten Institution bestimmte. Das Ende der Akademie und die Kündigung der Anstellung wurden auf Grund leerer Staatskassen am 21. April 1694 mitgeteilt, und nur der Verzicht auf

ein Gehalt ermöglichte es de La Hire, seine Vorlesungen weiterzuführen.⁶⁰ Der Bibliothekbestand war mehr als rudimentär.⁶¹ Man kann sich die Gründe ausmalen, weshalb de La Hire seine Neuauflage der *L'Art de Charpenterie* von Mathurin Jousse 1702 eher in sehr prekärer Weise gestaltete.⁶² (Abb. 14 und 15) (Die Illustrationen zur beigefügten Säulenlehre⁶³ in groben Holzschnitten folgen in geradezu ostentativer Weise den – für den Praktiker allerdings brauchbaren – altmodischen Mustern eines Hans Blum und wurden erst in der Ausgabe von 1751 durch die nach Zeichnungen Potains gefertigten, auch anderweitig verwendeten Stichen Tardieus ersetzt.⁶⁴) Die Akademieprotokolle erwähnen zum 31. Dezember 1691, dass offensichtlich de La Hire ein Exemplar Albertis zwecks Lektüre selbst besorgen musste.⁶⁵

Es blieb bei den wöchentlichen Treffen der Mitglieder der Akademie. Und gleichwohl ist es unverkennbar, dass nunmehr in Ablösung der vorwiegend an “ordonnance” und Proportionsfragen gebundenen Diskussionen die ‘praktische Geometrie’ in ihrer direkten Ausrichtung auf Probleme des Bauens Einzug in die Akademie und dort ihren Durchbruch gefunden hat, wie dies von Antonio Becchi umfassend dargestellt worden ist.⁶⁶ Es ging jetzt um Fragen, die, wie es Antonio Becchi zu Recht betont, ganz konkret und unmissverständlich nach Bewältigung und nach Lösungen riefen.⁶⁷ Dass hier, in der Architekturakademie, im Grunde genommen den besonderen Interessen und Kompetenzen des “Corps des Ingénieurs des Pontes et Chaussées” vorgegriffen wurde, macht die Angelegenheit noch bedeutsamer.⁶⁸

Das also, die angewandte Mathematik in ihrem Dienst am Bauen, beschreibt die spezifische Kompetenz de La Hires. Diese Tätigkeit liess de La Hire seine ‘anderen’, astronomischen Bemühungen hintanstellen, so dass schon Fontenelle in seinem Nachruf den Unterricht an der Architekturakademie mit der Bemerkung kommentierte: “& il remplissoit cette place comme si elle eût fait son unique occupation.”⁶⁹ Die Beurteilung der mathematischen Interessen und Kompetenzen de La Hires, die Fontenelle an den Schluss seiner Betrachtung stellt, ist durch die Vorstellung vom Dienst an der Architektur bestimmt; er knüpft daran aber gleichwohl eine kritische Beurteilung der von de La Hire befolgten mathematischen Methoden. Dies erfolgt vor dem Hintergrund des damals in die Welt der Mathematik tretenden calculus, dem gegenüber sich de La Hire zurückhaltend erwiesen habe: “Ce n'est pas qu'il ne scût l'Analise moderne, plus expéditive, & moins embarrassée, mais il avoit pris de jeunesse l'autre pli.”⁷⁰ Fontenelle ‘entschuldigt’ de La Hire durch seine Zugehörigkeit zu einer älteren – Descartes und

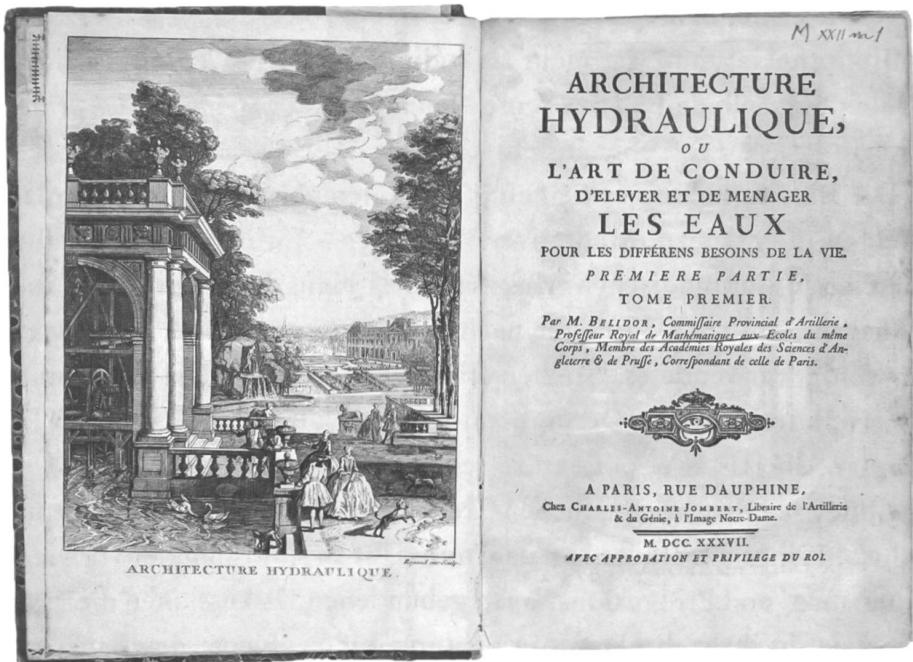


Abb. 16: M. Bélidor, *Architecture Hydraulique, Ou L'Art De Conduire, D'Elever Et De Menager Les Eaux Pour Les Différens Besoins De La Vie*, tome premier, Paris: Charles-Antoine Jombert 1737, Titel und Frontispiz, gez. und gest. von Hyacinthe Rigaud

insbesondere Desargues verpflichteten – Generation und übt sich in eleganten, ausweichenden Formulierungen, neue Methoden wären zuweilen so einfach, dass man sich daraus ein besonderes Verdienst zukommen lassen wolle, sie zu übergehen. In moderner Zeit hat René Taton dieses Urteil, ohne es zu verschleiern, jedoch in Anerkennung anderweitiger Verdienste, wiederholt.⁷¹ De La Hires Ablehnung (“rejection”) des calculus hätten viele seiner mathematischen Arbeiten “steril” erscheinen lassen.⁷² Zu dieser rückständigen – mathematischen – Positionierung passt dann das Urteil: “Yet he was not responsible for any important innovation.”⁷³

Allerdings ist mit dieser Einordnung kaum der Tatsache Rechnung getragen, dass von einer linearen Abfolge geometrische Methode, Algebraisierung und calculus natürlich nicht die Rede sein kann. Eine solche Erfolgsgeschichte lässt sich wohl nur rückwärts in grober Vereinfachung der tatsächlichen Verhältnisse schreiben. Man übersieht dabei zu schnell die konkreten Fragen, die sich mit den unterschiedlichen mathematischen Methoden, deren Eignung und Praxisbezug verbanden. Für den ‘ingénieur’ ist der unmittelbare Bezug zur Wirklichkeit zuvorderst ein Anliegen und diese Frage von offensichtlicher Bedeutung.

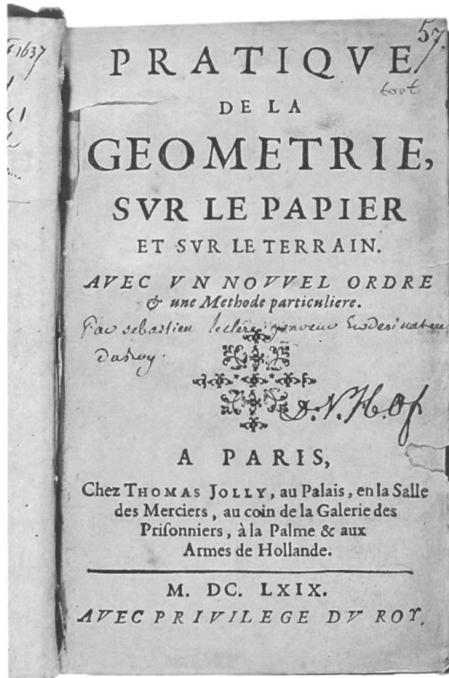


Abb. 17: Sébastien Le Clerc, Pratique De La Géométrie, Sur Le Papier Et Sur Le Terrain.
Avec Un Nouvel Ordre & une Methode paticuliere, Paris: Thomas Jolly 1669, Titel

In der Einleitung zum ersten Band seiner *Architecture Hydraulique* hat B. F. de Bélidor festgestellt, dass mit Ausnahme der in den *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences* publizierten Beiträge – dazu gehören auch die Aufsätze Philippe de La Hires – die mathematischen Bücher “d'une si grande sécheresse” seien, dass die Praktiker keinerlei Anreiz fänden, darin nach den Kenntnissen zu suchen, die für sie wesentlich wären.⁷⁴ (Abb. 16) Also hielten sie sich an “quelques petits Traité de Géométrie & de Méchanique”, vielleicht an ein Werklein wie die ab 1669 mehrfach publizierte *Pratique De La Géométrie, Sur Le Papier Et Sur Le Terrain* von Sébastien Le Clerc. (Abb. 17 und 18) Die Algebra wiederum würde wohl nur denjenigen Spass bereiten, die sich gerne mit schwierigen Dingen befassten, “qui ne menent à rien”. Was soll man tun, da sie nun einmal “la clef de toutes les découvertes” sei? Entscheidend ist der Zusatz: “dès qu'on veut agir avec précision”. “Ce n'est que par son moyen que l'on peut déduire des méthodes pour opter surement dans la pratique.” Es geht um “capacité de l'esprit” im Einklang mit der “expression la plus simple” und dem darauf aufgebauten Automatismus. “Souvent une seule expression littérale donne jour à une Science entière dont on développe sans peine toutes les conséquences les unes après les autres ...”



Abb. 18: Die Geometrie unterrichtet einen Höfling oder Jean-Baptiste Colbert, Marquis de Seignelay, dem das Buch gewidmet ist, Kupferstich, gez. und gest. von Sébastien Le Clerc, in: id., Pratique De La Géométrie, Sur Le Papier Et Sur Le Terrain. Avec Un Nouvel Ordre & une Methode paticuliere, Paris: Thomas Jolly 1669, nach dem Titel

Bélidor ist sich also der Schwierigkeiten neuer mathematischer Grundlagen bewusst, weshalb er alles auf einfache Fälle zurückgeführt habe, auf dass man das gleiche Vertrauen in die neuen Regeln setze, welches man vormals den “opérations de la Géométrie-Pratique” entgegengebracht habe: “quoiqu’ils ignorent la théorie qui les a fourni.”

Das Beispiel Bélidors führt uns mitten in die Problematik des ‘Systemwechsels’ hinein, zeigt die Vor- und Nachteile der algebraischen gegenüber der “geometrisch-praktischen” Methode. Bélidor scheint in Kauf zu nehmen oder eben die Vorteile darin zu erkennen, dass der Ingenieur gleichsam ‘blindlings’ – Leibniz’ der Algebra und Arithmetik zugewiesenen “cogitatio caeca” eingedenk!⁷⁵ – zur Formel greift und sie vertrauensvoll anwendet. Vor diesem Hintergrund muss man Philippe de La Hire doch wohl ganz wörtlich – Augenmass in der Ausrichtung auf die Praxis und die ihr zugeordnete Geometrie bescheinigen. Doch der ‘reine’ Mathematiker denkt hier anders. Montucla erscheint de La Hire als voreilig oder gar unvorsichtig, wenn er schreibt, “un peu trop de précipitation” habe ihn gelegentlich in den Irrtum getrieben.⁷⁶ Die Geschichte hat ihn eingeholt. In seiner berühmten *Histoire des Mathématiques* hat Montucla 1758 de La Hires ‘angewandter Mathematik’

und der Vielfalt seiner Interessen kaum Beachtung geschenkt. Stattdessen findet der Plagiatsverdacht im Zusammenhang mit den Epizykloiden seine Aufmerksamkeit.⁷⁷ Montucla verweist auf Leibniz, der seinerseits den Erfinderanspruch von de La Hire (“quod non satis mirari possum [...] cum tamen certum sit inventum esse Roemeri Dani”) allein schon wegen der zeitlichen Abläufe ausschliesst (“quo tempore nondum La Hirius in Academiam Scientiarium Regium erat receptus”).⁷⁸ Und so ist hier längst ein einseitiger, schiefer Blick auf de La Hire geworfen.

Mit de La Hires mathematischem Ruf steht es also nicht zum Besten! Montucla qualifiziert de La Hires einschlägige Untersuchungen zu den Kurven eher ausweichend als “très-curieux & très élégant”.⁷⁹ Fontenelle hatte zuvor, 1719, in seinem Nachruf auf de La Hire, anschliessend an die Kritik am zögerlichen Eingehen auf die “Analise moderne”, immerhin darauf verwiesen, es könne gute Gründe geben, wegen der mit einer neuen Methode verbundenen Gefahren an den “verités géométriques découvertes par les Anciens” festzuhalten.⁸⁰ Er scheint hier die Tradition anerkennen zu wollen; zu viele Gründe sprechen für den Nutzen der geometrischen Verfahren. Und an den entsprechenden Erfahrungen und Vorteilen – und an den eigenen Vorstellungen und Bedürfnissen – scheint insbesondere die Architektur (bis heute!) festhalten zu wollen.

Im Übrigen fallen Fontenelles Bemerkungen zum Charakter de La Hires milde aus. Es werden ihm – mit Verweis auf seine frühere Wahlheimat Italien – “politesse exterieure, la circonspection, la prudente timidité” und ein ausgeglichener, zurückhaltender Charakter “en vrai philosophe, mais en Chrétien” zugeschrieben.⁸¹ Und das Wichtigste: “Il se contentoit d'avoir bien raisonné, sans prétendre avoir bien deviné.”⁸² Man darf das wohl so deuten, dass es de La Hire gemäss diesem Zeugnis um die Argumentation und Begründung zugunsten von Anwendung und Praxis – ganz unabhängig von der Richtigkeit und vom Wert der grundgelegten oder gar neu erfundenen Prinzipien⁸³ – ging. Sein Tun richtet sich in erster Linie nach dem Wert der Methode, nach den “représentations géométrales” eines Abraham Bosse. Dies fügt sich in bester Weise in die Tradition vitruvianischer Vorstellungen ein und folgt letztlich der dort geforderten ‘wissenschaftlichen’ Befähigung und Aufgabe des Architekten im Sinne der “ratiocinatio”, die mit “demonstrare atque explicare” (Vitruv I, 1, 1) umschrieben ist. Man muss de La Hires mathematische Anstrengungen im Rahmen seiner Tätigkeit an der Académie Royale de l’Architecture aus diesem Blickwinkel und mit Berücksichtigung dieser immer der Praxis zugewandten Zielsetzung angehen und beurteilen.

Dieser Zusammenhang wird letztlich auch dort bestätigt, wo Fontenelle de La Hire wegen seines Widerstandes gegenüber dem calculus kritisiert und gleichzeitig auf den hohen Schwierigkeitsgrad – auch – komplexer geometrischer Figuren verweist: “... il ne s'est presque jamais servi que de la Synthese, ou de la maniere de démontrer des Anciens par des lignes & des proportions de lignes, souvent difficiles à suivre à cause de leur multitude, & de leur complication.”⁸⁴ Nochmals der Verweis auf die Tradition! De La Hire hält sich also an die “lineamenta”, an die geometrischen Beweismethoden der “Anciens”, an deren Grenzen er gemäss Fontenelle offensichtlich stösst.

Der Autor der berühmten *Digression sur les Anciens et les Modernes* (1688) enthält sich nicht des Urteils und ist stets bereit, die Errungenschaften der Modernen gegen die Alten auszuspielen, aber er weiss auch, dass man dem nicht allzu viel Bedeutung zumessen soll: “Toute la question de la prééminence entre les Anciens & les Modernes étant une fois bien entendue, se réduit à savoir si les Arbres qui étoient autrefois dans nos Campagnes, étoient plus grands que ceux d'aujourd'hui.”⁸⁵ Es kommt, so besehen, noch auf ganz andere Dinge an, auf die Gepflogenheiten der Architektur im Umgang mit der Mathematik beispielsweise und notabene deren – naheliegende – Vorliebe für die Geometrie. Die zeittypische Argumentation im Zeichen von Fortschritt und im Vorher/Nachher der “querelle des anciens et modernes” hat schon früh die Tatsache übersehen lassen, dass natürlich der calculus nur sehr langsam seinen Siegeszug antrat.

Bei der Geometrie, bei der “maniere de démontrer des Anciens par des lignes, & des proportions de lignes” (Fontenelle) stehen noch ganz andere Fragen an, die vor und nach de La Hire die Welt weiter bewegen und irritieren. Hier, bei den Kernfragen der Geometrie und deren Nutzen für die Architektur, muss man wohl ansetzen, um de La Hire gerecht werden zu können und um ihm seinen ‘Ort in der Geschichte’ zuzuweisen. Das Kuriosum, dass der drei Jahrzehnte lang als Professor der Pariser Architekturakademie in einer entscheidenden Entwicklungsphase der Architektur tätige de La Hire der Architekturgeschichte gleichsam abhanden gekommen ist, muss auf diese Weise korrigiert werden.⁸⁶

3.

“GÉOMÉTRIE ... LE SEUL LANGAGE QUE NOUS SACHIONS PARLER ...”

“Pour être vraiment architecte, nous dit-on, il faut préalablement et nécessairement être géomètre.”

Charles-François Viel, De la solidité des Bâtimens, puisée dans les proportions des Ordres d'Architecture ..., Paris: Tilliard frères 1806, S. 12, zitiert nach: Journal des Arts, des Sciences et de Littérature, n. 435,
5 fructidor an XIII (août 1805)

“Si l'architecte faisoit son étude principale des mathématiques, ainsi que le veut notre critique; s'il se confioit à cette science, comme toute puissante dans la construction des édifices, il seroit livré à l'usage de formules vagues, uniformes et toujours hasardées dans la pratique.”

Charles-François Viel, De la solidité des Bâtimens, puisée dans les proportions des Ordres d'Architecture ..., Paris: Tilliard frères 1806, S. 6

“La géométrie qui est le seul langage que nous sachions parler, nous l'avons puisée dans la nature car tout n'est chaos qu'au dehors; tout est ordre au dedans, un ordre implacable.”

“Là se qualifie l'homme: un créateur de géométrie; il ne saurait agir sans géométrie.”

Le Corbusier, *Une maison – Un palais*, Paris: G. Crès et Cie (1928), S. 12, S. 38

Fontenelle sieht also in de La Hire ein gewisses Widerstreben gegen die Neuerungen, die sich in der Mathematik ankündigen und die ja bald einmal durch Voltaire zur Philosophie, unter dem Titel der *Elemens de la Philosophie de Newton* (1738) erhoben werden. “La Science de la Nature est un bien qui appartient à tous les hommes.”⁸⁷ (Abb. 19) Fürwahr, ein philosophisch abgehobener Satz! Als ob die Naturgesetzlichkeit gerade erstmalig angedacht worden wäre und Erfahrung bisher ein Fremdwort gewesen wäre! Voltaire

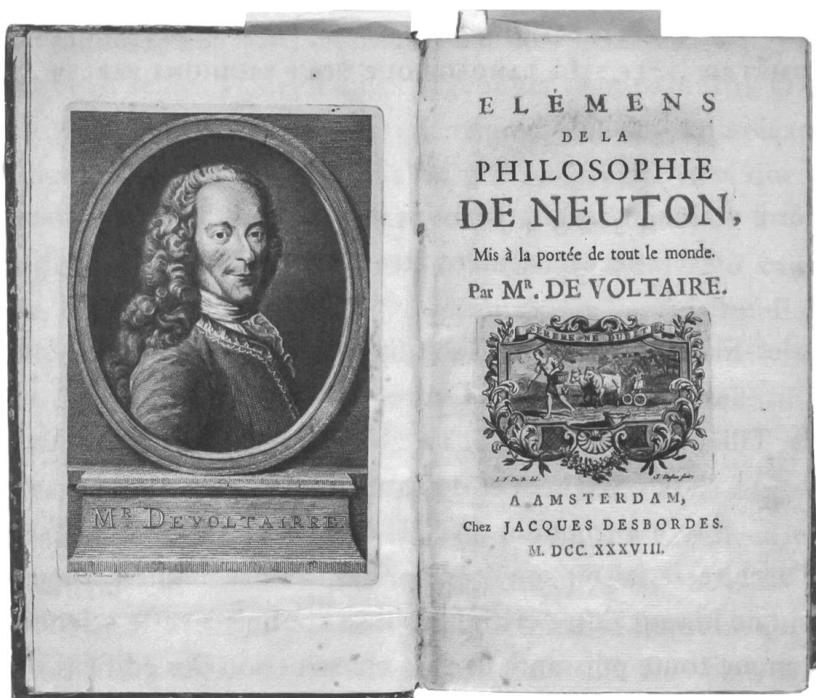


Abb. 19: Mr. de Voltaire, *Elémens De La Philosophie De Neuton, Mis à la portée de tout le monde*, Amsterdam: Jacques Desbordes 1738, Portrait von Voltaire, Kupferstich, gest. von Jacob Folkema, Frontispiz und Titel

beglückwünscht die Welt und sich selbst, in eine Zeit hineingeboren zu sein, “où l’on commence à ouvrir les yeux” und wo die “usage de la Raison” die Menschen beherrscht.⁸⁸ Das sind neue Töne und ist ‘Neutönerei’. Wie sollte bei dieser Sichtweise der generationenlangen Auseinandersetzung mit dem “cum ratione” und der “ratiocinatio” Rechnung getragen werden! Schlimmer, Voltaire spricht von der “obscurité des Grecs”; und so werden die “conjectures d’un Moderne” nunmehr in den Gegensatz zur Antike und deren Phantasiegebilde, “opposées aux fantaisies des Anciens”, gestellt.⁸⁹ Aber gerade dies reicht Voltaire nicht aus. Er stülpt dem Ganzen – in groben Zügen (“quelques Vérités”!) – seine ‘Philosophie’ auf, und überlässt ‘Einzelheiten’ den andern, Spezialisten, in der Widmung an Mme de Châtelet gerichtet: “Ce seroit à vous de leur prêter des ornemens.”⁹⁰ (Abb. 20) Die “querelle des anciens et modernes” wird fortgeführt und der Ideologiestreit auf mathematische Methodenfragen ausgedehnt. So kann Voltaire genüsslich gegen Descartes argumentieren, der gegen seine eigenen Überzeugungen doch immer wieder dem Drang nach System nachgegeben habe, “indigne d’un Philosophe”, wie Voltaire urteilt; “l’esprit Systématique a entraîné le génie sublime de Descartes”.⁹¹



Abb. 20: Das 2. Frontispiz zeigt Voltaire mit einem Lorbeerkrantz geshmückt bei seiner Übersetzung des Werkes von Newton. Von diesem geht ein göttliches Licht aus, das sich im Spiegel einer Muse – Émilie du Châtelet – bricht und auf den Philosophen gelenkt wird, Kupferstich, gez. von L. F. Duboury, gest. von Jacob Folkema, in: M. Voltaire, Elémens De La Philosophie De Neuton, Mis à la portée de tout le monde, Amsterdam: Jacques Desbordes 1738, gegenüber der Widmung Voltaires an Madame de Châtelet

Der ‘verdienstvolle’ Versuch, “plusieurs nouvelles vérités” auf nachvollziehbare, verständliche Weise zu verbreiten, wird gemäss dieser Vorgabe zu einer “Nouvelle Philosophie”, die nur gerade dadurch von einem “Roman nouveau” verschieden sei, weil sie, wie Voltaire glaubt, auf direktem Wege – an den Hypothesen, die doch nur “chimères” sind, vorbei – zu einer, zur unteilbaren einzigen Wahrheit führe.⁹² Mittelbar ist auch die “bona mens”, die bei Descartes, mit dem spezifischen menschlichen Denkvermögen gleichgesetzt, seinen mathematisch-philosophischen Überlegungen zugrunde liegt und so dem Discours de la méthode vorangesetzt wird,⁹³ zu der allgemeineren und unverbindlicheren Einsicht in das, was man mit Vernunft und bald einmal mit “common sense” verbindet, geworden. Der Marquis d'Argens, der sich mit solcher Literatur sein Leben verdient, wird sich dann in seiner mehrfach aufgelegten Philosophie du Bon-Sens erklärtermassen der “Incertitude des Connoissances Humaines” und natürlich weniger den schwierigeren Fragen möglicher Gewissheit des Erkennens widmen. Der vagere Begriff “génie”

löst zumindest in diesem ‘philosophischen’ Umfeld denjenigen des ‘ingénieur[s]’, des ‘ingeniosus’, ab. “Voilà, Madame, un exemple de la façon de ranger ses idées ...”, schliesst er das Kapitel zu den Methoden analytischen und synthetischen Vorgehens und meint, “elle dépend plus de la justesse naturelle du génie, que de toutes les règles d’Aristote”.⁹⁴

Von Algarotti und Voltaire zum Marquis d’Argens richtet sich diese Literatur insbesondere an die “Cavaliers” und den “Beau Sexe”, wohl auch deshalb, um sich ausserhalb verbindlicherer wissenschaftlicher Disziplin, die Ungebildetheit des Lesers voraussetzend und nutzend, mit Gott und der Welt in vernünftigen Gedanken auszutauschen, bis zu Baron d’Holbach, der sich 1772 in seinem *Le Bon Sens ou Idées Naturelles Opposées aux Idées Surnaturelles* die Suprematie der Religion insbesondere vornimmt.⁹⁵ Der Weg der ‘Disziplin’, der spezifischen Kompetenz, ist diskreditiert, den Fachleuten überlassen.

Vergleicht man die Bilder, die diese Publikationen – und die Apotheose Newtons – begleiten, so wird klar, dass hier die Sphäre der Erkenntnis aus dem Tempel in die profane Studierstube verlegt wird. Im Frontispiz zu Voltaires *Elemens de la Philosophie de Neuton* erscheint noch der Weltenschöpfer, und das göttliche Licht wird auf das Schreibpult des wie ein Dichter lorbeerbekrönten Philosophen gespiegelt, frei variiert nach dem Muster von Vicos *Scienza Nuova* von 1730, nur dass nun das Schreibpult den Projektions- und offensichtlich auch den Reproduktionsort der Erkenntnis darstellt. Im Frontispiz zu d’Argens sind die letzten Reste dieser metaphysischen Spiegelung zugunsten der neuen moralischen Bestimmung des Philosophen – in dieser Welt – weggefallen.⁹⁶ (Abb. 21)

Mit Newton selbst hat dies alles wenig zu tun. Für Eugene Mac-Swiny wurde das optische Experiment immerhin noch in einen erhabenen dorischen Tempel verlegt, durch dessen Decke der Lichtstrahl einfällt, um dann im Experiment durch das Prisma geleitet zu werden.⁹⁷ (Tafel IV) Bei aller hinzugefügten Überhöhung sind es Newton selbst und sein Experiment, die hier im Mittelpunkt stehen. Noch ist es die Wissenschaft, die gefeiert wird, ohne Philosophieersatz. Die Wissenschaft ist die Philosophie. (All dies scheint auf eine Entwicklung zu verweisen, die spätestens in der Neuordnung der Institutionen nach der Revolution auch der Architektur ihre Aufteilung gemäss den Interessen und Kompetenzen der “Beaux-Arts” respektive der “École Polytechnique” aufdrängt.)

Die Philosophie Isaac Newtons liesse sich auch anders herleiten, wie Henry Pemberton dies zehn Jahre vor Voltaire zeigt.⁹⁸ (Tafel III) Natürlich



Abb. 21: Marquis d'Argens, *La Philosophie du Bon-Sens ou Reflexions Philosophiques Sur l'Incertitude des Connoissances Humaines, à l'Usage des Cavaliers & du Beau-Sexe, Nouvelle Edition, tome premier*, Den Haag: Pierre Paupie 1747, Kupferstich mit dem Portrait von Jean-Baptiste de Boyer, Marquis d'Argens, und als Frontispiz Kupferstich mit der Darstellung eines Philosophen in seiner Gelehrtenstube inmitten der Versuchungen der mondänen Welt, darunter: "L'étude de la Philosophie m'a apris a mépriser des honneurs, qui ne rendent ni meilleur ni plus sage."

findet sich auch hier die Kritik an der aristotelischen Tradition, physikalische durch logische Problemstellungen zu ersetzen.⁹⁹ Doch führt er diese Entwicklung bis auf Francis Bacons "Novum Organum" zurück, beschreibt mit andern Worten, was sich nun seit Descartes' Zeiten insbesondere entwickelt hat. Und so werden wir zurückgeführt zu den Fragen, die sich unmittelbar auf den Wissenschaftsbetrieb auswirkten und belegen, dass es sich bezüglich unterschiedlicher mathematischer Methoden und Notationen natürlich nicht um eine triviale Ablösung im Sinne von 'alt und neu' nach dem Geschmack der "philosophes" handelte, sondern um ein äusserst differenziertes Abwägen der damit verbundenen Vor- und Nachteile, natürlich zugunsten von Leichtigkeit und Präzision der "Arithmetica Universalis".¹⁰⁰

Pembertons eigene Erinnerung in der "Preface" zu seiner *View of Sir Isaac Newton's Philosophy* von 1728, aus der Zeit, als die Zweitaufgabe der

Principia vorbereitet wurde und Newton sich auch zu “something historical concerning his inventiones” zu äussern bereit war, legt dies dar: “I have often heard him censure the handling geometrical subjects by algebraic calculations; and his book of Algebra he called by the name of Universal Arithmetic, in opposition to the unjudicious title of Geometry, which Des Cartes had given to the treatise, wherein he shews, how the geometer may assist his invention by such kind of computations. [...] but Sir Isaac Newton has several times particularly recommended to me Huygens’s stile and manner. He thought him the most elegant of any mathematical writer of modern times, and the most just imitator of the antients. Of their taste, and form of demonstration Sir Isaac always professed himself a great admirer: I have heard him even censure himself for not following them yet more closely than he did; and speak with regret of his mistake at the beginning of his mathematical studies, in applying himself to the works of Des Cartes and other algebraic writers, before he had considered the elements of Euclide with that attention, which so excellent a writer deserves.”¹⁰¹

Wie immer man die Dinge – mit und ohne Aristoteles, Euklid oder Descartes – dreht, ein Rundumschlag nach dem Muster einer schwarzweiss inszenierten Erfolgsgeschichte ist es weder bei Leibniz noch bei Newton, was die Algebraisierung der Geometrie zur “Arithmetica Universalis” und zum “calculus” führt. Es ist vielmehr ein vorsichtiges Abwägen, was diesen Prozess begleitet, und dieses erfolgt im Blick auf die Präzision und die Nützlichkeit der Methode. De La Hire verbleibt bei der Geometrie, weil er dafür plausible Gründe hat, und Fontenelles Unterstellung, er hätte sich einfach nicht weiterbewegt (“mais il avoit pris de jeunesse l’autre pli”), ist nicht frei von tendenziöser, seiner – bald einmal ‘philosophischen’ – Zeit geschuldeten Absicht.

Die Gleichzeitigkeit des Ungleichzeitigen! Im Vorwort vom 8. Mai 1686 zu den *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* setzt Newton bei der Mechanik der Alten an (er zitiert Pappus) und überprüft sie aus dem Blickwinkel der “philosophia naturalis” nach ihrem ‘rationalen’ und ihrem praktischen Aspekt.¹⁰² Zur Praxis gehören die “artes omnes manuales”. Durch ihre mangelnde Präzision lässt sie sich von der Geometrie unterscheiden, weshalb sie dieser bedarf. Insofern gehört die Geometrie, genauer die “linearum rectarum & circulorum descriptiones, in quibus geometria fundatur”, zur Mechanik, mit dem Unterschied, dass die Mechanik auf diese Weise Lösungen beschreibt, die Geometrie selbst aber den Gebrauch solcher Lösungen möglich macht. Zuvor steht der Satz, der das – aus der Naturwissenschaft

hergeleitete – Argument Kants vorwegnimmt, man müsse auf der ständigen Suche nach notwendigen Gesetzen und Prinzipien die “Natur nöthigen”:¹⁰³ “*Has lineas describere geometria non docet, sed postulat.*”¹⁰⁴ Newton kennt natürlich die entsprechende Tradition der Geometrie. “*Ac gloriatur geometria quod tam paucis principiis aliunde petitis tam multa praestet.*”¹⁰⁵ Sie fügt sich in seine “principia mathematica” ein, und er wird sich ihrer bedienen, so ihm das im Rahmen seiner Suche nach den Gesetzen der “gravitas”, der “levitas”, der “vis elastica” und der “resistentia fluidorum” dient. Mit Bezug auf die Lehre von der Bewegung der Körper bleibt für ihn die Geometrie jener Teil der “mechanica universalis”, “quae artem mensurandi accurate proponit ac demonstrat”.

Daran, an der Erfolgsaussicht, am ‘Gebrauch für die Welt’, orientiert man sich. Und das lässt auch Fragen und Zweifel zu, umso mehr als der Eindruck aufkommt, es könne die Mathematik sich allzu sehr von einem einfachen Verständnis entfernen und in “pays jusqu’ici inconnus” führen.¹⁰⁶ Als Leibniz 1702 in Paris an der Académie des Sciences sein binäres Zahlensystem vorführte, wurde im Nachhinein darauf verwiesen, er habe sein System zwar präsentiert und dessen grossen Nutzen ganz allgemein angekündigt, ohne jedoch diesen genauer zu benennen: “& ne les [= les “grands usages pour les Sciences”] découvrant point.” Ja, Leibniz wird mit der eigenen Absicht zitiert, nichts weiter darüber verlauten zu lassen, “jusqu’à ce que cette nouvelle invention pût paroître accompagnée de ses utilités”. Natürlich hatte man sofort bemerkt, wie viele Zeichen auch nur für kleine Zahlen nötig sind, was wiederum mit Leibniz’ eigenem Kommentar ergänzt wurde, er wolle seine Arithmetik nicht “dans un usage populaire” führen, sie stattdessen für einige “recherches difficiles” reservieren und den “spéculations plus élevées” vorbehalten.¹⁰⁷

Es war mehr als ein legitimes Verhalten, der neuen ‘Methode’ den Nützlichkeitsbeweis abzufordern, und Gründe gibt es in der realen Welt der Erfahrungen immer zuhauf. Drei Seiten später in dem zitierten Band der *Histoire de l’Académie Royale des Sciences Année M.DCC.III* wird von den Bemühungen des Marquis de l’Hôpital und von Varignon berichtet, die alte Frage der Quadratur des Kreises von den hippokratischen ‘Möndchen’ ausgehend – auf der Basis euklidischer Geometrie natürlich – weiter zu diskutieren; das Problem sei für die Geometer “une espece de malheur & de honte”.¹⁰⁸ Man weiss um die Grenzen und wendet sich dem zu, was man besser kennt oder zu kennen glaubt. Der Kommentator Leibniz’ hat sich seinerseits ganz besonders auf jene Teile der Erläuterungen konzentriert, die dieser den möglichen

Parallelen zum chinesischen “Cova ou Lineations de Fohy” gewidmet hat.¹⁰⁹ “Le consentement des Figures de Fohy & de ma Table des Nombres” schien sich dem Zuhörer besser einzuprägen als die rein abstrakten Überlegungen zu den binären Zahlen.

Die Frage der Verbesserung der mathematischen Methode im Zeichen von Perfektion ist das Eine, das Andere die Rückversicherung in der Welt der Erfahrung. Dies wird der Geometrie gerade dort, wo die äussere Welt den unmittelbaren Zusammenhang, durch Bautätigkeit beispielsweise, herstellt, bei allen möglichen Nachteilen einen sicheren Platz weiterhin einräumen. Insofern muss man die Vorteile der Geometrie – und der Figur – gegenüber dem calculus bedenken. Die Anbindung an die äussere Welt der Erfahrungen bleibt ein dringendes Anliegen. Wie ein Meteor vom Himmel gefallen ist der calculus also nicht. Ganz im Gegenteil, es bedurfte vieler Anpassungen. Leibniz – wie übrigens schon Descartes – hat sich durch neueingeführte Symbole durchaus Komplikationen aufgebürdet.

Schliesslich, die Frage der Gewissheit stellt sich in dieser Welt, “in physicis”. Das ist noch das Thema der Rektoratsrede, die Hermann Boerhaave 1715 in Leiden vortrug: “De Comparando Certo in Physicis”. Für ihn, den Arzt und Botaniker, ist es klar, dass man von den Sinnen und der Erfahrung ausgehend nach den “principia rerum” fragen und dies dann “geometrici ratiocinii firmitate” angehen kann.¹¹⁰ (Abb. 22) Der Geometrie wird eine nachvollziehbare, körperbezogene Konstruierbarkeit attestiert: “imaginatio utitur figuris ad corpora concipienda” formuliert es Descartes.¹¹¹ Dies gilt als verlässlich. Es genügt, der Sinneswahrnehmung und dem Erkennen und Verstehen eine gewisse Analogie zu unterstellen. Giovanni Alfonso Borelli hat dies seiner Bearbeitung der *Elementa Conica* 1679 als Tatsache vorausgesetzt und mittelbar den Mangel an “facultas ratiocinandi” als Blindheit bezeichnet: “Tanta est similitudo, & affinitas inter Mentem, & Visum, ut Oculis non minus, quam Intellectu caeci, aut perspicaces homines censeantur.” Scharfsichtigkeit ist umgekehrt eine intellektuelle Gabe – und besitzt geometrische Qualitäten! Der Drang nach ‘strengeren’ wissenschaftlichen Kriterien lässt dies oft genug als Ballast erscheinen, doch die Rückversicherung in der äusseren Welt verlangt nach solcherlei Analogien. Man muss sich umgekehrt immer wieder fragen, wie sehr über Algebraisierung und calculus, mit der Loslösung von der geometrischen, anschaulichen ‘Figur’, nicht auch das Auseinanderdriften ‘technischer’ und ästhetischer Fragestellungen zusätzlich befördert wurde.

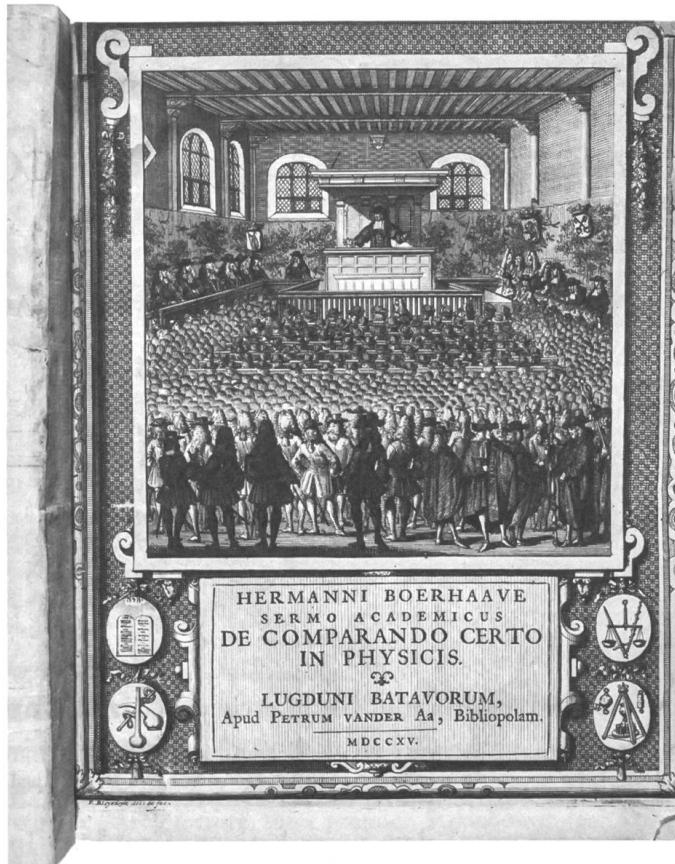


Abb. 22: Frontispiz mit der Darstellung einer Akademie, in der eine Rede gehalten wird, Kupferstich, gez. und gest. von F. Bleyswyk, in: Hermann Boerhaave, *Sermo Academicus, De Comparando Certo In Physicis; quem habuit in Academia Lugduno-Batava, quum Octavo Februarii, Anno MDCCXV. Rectoratum Academiae deponeret*, Leiden: Petrus vander Aa 1715

Gerade deshalb erscheint der Weg, den Philippe de La Hire, von Desargues und Abraham Bosse ausgehend, beschreitet, wissenschaftliche Disziplin “more geometrico” der Architektur zuweisend, so bedeutsam. Man würde in jedem Falle den Lauf der Geschichte erkennen, wollte man Philippe de La Hire gleichsam an das Ende einer rückwärtsgewandten, der Geometrie verpflichteten Entwicklung stellen, wie dies Fontenelle in seiner “Eloge” 1719 andeutete. Es verhält sich genau umgekehrt; die Geometrie wird bis in die Moderne hinein das berechenbare und verlässliche, ‘wissenschaftliche’ Instrument des Architekten bleiben und es ihm ermöglichen, auf seine Weise die Natur zu “nöthigen” und so dem Bauwerk seine Form zu verleihen. Die Berechnung des baulichen Vorgangs soll stets im Bereich der Anschauung bleiben. Und dies begünstigt auch den – je länger desto stärker – geforderten Einbezug der Fragen von Konstruktion und Statik durch den Architekten.

Auch hier gilt, dass die Figuren in der Tradition der “lineamenta” und der “Pratique du Trait” nicht der Gewohnheit wegen, sondern durch die äussere Kennzeichnung geometrischer Liniengefüge selbst, sichtbarer und anschaulicher sind als blosse Zahlen, deren Zeichen ihnen keinerlei Realität verleihen, “ne leur donnent point de réalité”.¹¹² De La Hire öffnet den Weg zu den hochaktuellen und dringlichen Fragen der Konstruktion, welche die nächstfolgenden Architektengenerationen beherrschen werden. Im letzten Band von Jacques-François Blondels *Cours d’Architecture* wird Pierre Patte 1777 bei der Auflistung der Aufgaben der Académie Royale d’Architecture an erster Stelle die Konstruktionsfragen nennen: “1° A resoudre la plus grande partie des difficultés qui se présentent dans la construction des bâtiments”.¹¹³ Konstruktionsfragen stehen bald im Mittelpunkt und betreffen die grossen Bauunternehmungen wie insbesondere die lange Planungs- und Baugeschichte von Sainte-Geneviève, welche Paris im 18. Jahrhundert in Atem hält.

Die Fragen von Mathematik und Geometrie und deren Unterricht für den Architekten geraten dort – ‘immer noch’ – zur heftig diskutierten Streitfrage. Zu den wohl eifrigsten Teilnehmern dieser Debatte gehört Charles-François Viel de Saint-Maux, der unter dem provokativen Titel *De l’Impuissance des mathématiques*¹¹⁴ gegen eine Dominanz der Mathematik angeht und stattdessen eine Integration der Mathematik in die Architektur und eine Anpassung an deren Zielsetzungen fordert: “L’architecte instruit ... trouvera, par le calcul, par les équations, la solution d’une foule de problèmes d’un usage journalier dans ses relations sociales.” Es sei die “ordonnance” – “et non pas les sciences physico-mathématiques, chimiques, etc. etc.” –, welche die Grundlage “des combinaisons infinies de plans, de formes, de rapports eurythmiques” bildeten.¹¹⁵ Das ist durchaus eine enge Betrachtung der Dinge, weshalb Viel de Saint-Maux, durch die Polemik um Sainte-Geneviève aufgefordert, die Diskussion auf die Fragen der Konstruktion ausdehnt. Diesbezüglich beklagt er, dass man die Probleme der “solidité” nicht aus einer vertieften Kenntnis der einzelnen (architektonischen!) Elemente der Konstruktion anginge und sie deshalb ‘denaturiere’. Er kritisiert diese verbreitete “négligence”, die gleichsam – “par l’esprit le plus léger” – auf einem Nebenschauplatz bei den Möbeln und im Boudoir kompensiert würde.¹¹⁶ Und das Ganze führt er nun zurück auf die Differenz von Algebra und Geometrie, die jedoch auch nicht mehr als Instrument und Methode der Architektur sein könne: “Les règles que renferme ce discours ne s’expriment pas par les caractères de l’algèbre dont les anciens, nos maîtres en tout, n’ont point connu l’application. Elles



Abb. 23: M. Frézier, *La Theorie et la Pratique de la Coupe des Pierres et des Bois, pour la Construction des Voutes et autres Parties des Bâtimens Civils & Militaires, ou Traité de Stéréotomie à l'Usage de l'Architecture*, tome premier, Strassbourg: Jean Daniel Doulsseker le fils / L. H. Guérin l'aîné 1737, Titel und Frontispiz mit dem Motto Vitruvs “Geometria plura praesidia praestat Architecturae”, gez. von Nicolas Bonnart, gest. von Antoine Herisset

se composent de rapports spéciaux entre les lignes qui sont les signes propres à l'architecture, rapports par lesquels la force, l'équilibre des masses sont établis avec la plus sage mesure dans les constructions; et les procédés géométriques ne deviennent nécessaires que pour les opérations purement graphiques, et pour le mécanisme dans l'exécution des batimens.”¹¹⁷ So erhält sich der Architekt “invention”, “disposition” und “exécution” als die eigentlichen, architektonischen Prinzipien seines Tuns.

Viel de Saint-Maux’ Ton ist polemisch, zeigt aber, dass an der Grenze von Architektur und Mathematik um die Kompetenz und den Vorrang gestritten wird. Zudem muss man nicht weit suchen, um feststellen zu können, dass de La Hires Methode, die Fragen der Konstruktion auf der Grundlage einer geometrisch dargestellten Mechanik und in die Architektur integriert zu behandeln, durchaus erfolgreich ist und mainstream bildet. Wenn Amedée François Frézier sein bedeutendes Werk *La Théorie et la Pratique de la Coupe des Pierres et des Bois, pour la Construction des Voutes et autres Parties des Bâtimens Civils & Militaires, ou Traité de Stéréométrie à l'Usage de L'Architecture* (1737)

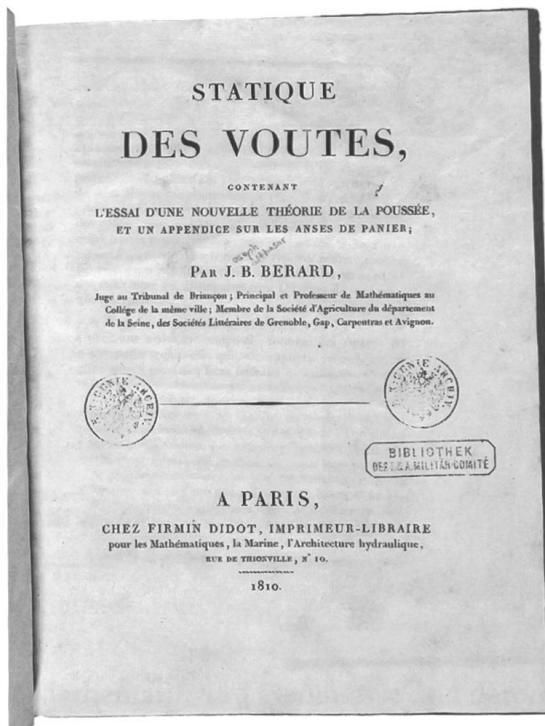


Abb. 24: J. B. Bérard, Statique Des Voûtes, Contenant L'Essai D'Une Nouvelle Théorie De La Poussée, Et Un Appendice Sur Les Anses De Panier, Paris: Firmin Didot 1810, Titel

einleitet und dabei “une routine quelquefois peu exacte” bei der Ausführung der Bauten ausmacht, so nimmt er sich eben vor, die “raisons Geometriques des Traits qu'on y met en œuvre” besser zu instruieren.¹¹⁸ (Abb. 23) Wer möchte es Frézier verübeln, dass er dabei die Theorie als Seele der Kunst wie der Wissenschaft versteht! Aus Anlass der später publizierten *Éléments de Stéréotomie* (1760) kritisiert er andererseits, dass der Bedeutung genauer Zeichnungen (“l'épure circonstanciée des traits”) oft zu wenig Beachtung geschenkt werde.¹¹⁹ Er sieht es als Folge der nichtbeachteten Praxis, wonach auch den “modeles pour l'exécution” grösste Präzision zukommen müsse. Die Stereotomie lässt es sehr wohl zu, dass den Begriffen und Konventionen der Architektur Genüge getan wird. Sie befolgt die Darstellung der Projektion in die Fläche gemäss den drei Dimensionen, wie sie auch aus Vitruvs (I, II, 2) “species dispositionis” schon früh hergeleitet worden sind.¹²⁰ *A l'usage de l'Architecture* lautet der Untertitel von Fréziers Handbuch!

Das Verdienst von de La Hire ist es, die Frage der mathematischen Methoden auf die Bedürfnisse der Architektur ausgerichtet und die entwickelte

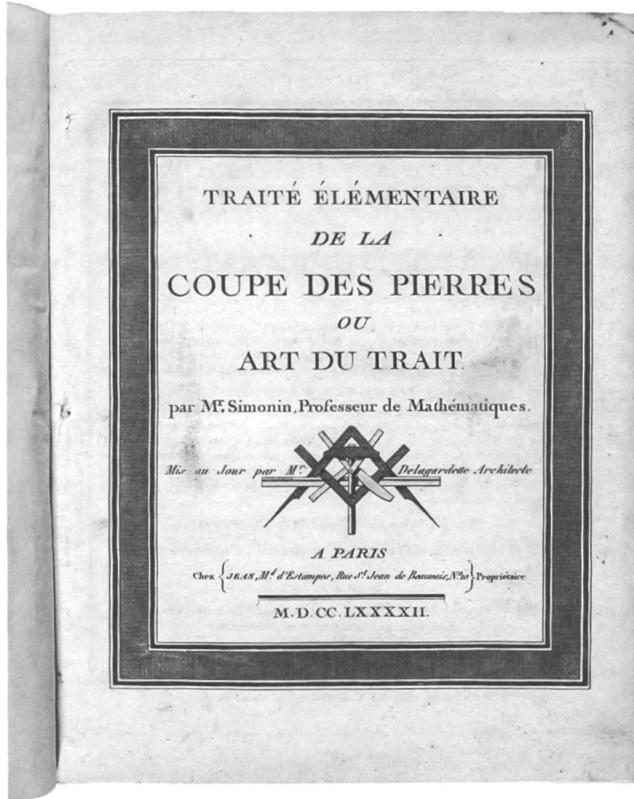


Abb. 25: Frontispiz, in: Mr. Simonin, Traité Élémentaire de la Coupe des Pierres ou Art du Trait, Mis au Jour par Mr. Delagardette, Paris: Joubert 1792

Mechanik für den Architekten berechenbar – und jederzeit ‘einsehbar’ – in die Diskussion eingebracht zu haben. Die “Pratique du Trait” und die “Représentations Géométrales” bilden dabei das probate Mittel und die Methode. Auf diese Weise hat er in einer absehbaren Entwicklung verbesserter und anspruchsvollerer Bautechnik früh Akzente gesetzt. Das wird noch 1810 von J. B. Bérard ausdrücklich attestiert, der sich dabei auf Bossut und dessen Traktat zur Mechanik (1802) bezieht.¹²¹ (Abb. 24) Die Frage des Bogen- und Gewölbebaus bleibt das entscheidende Thema. De La Hire hatte es am 27. Februar 1712 der Académie Royale des Sciences als “un Problème des plus difficiles qu'il y ait dans l'Architecture” vorgestellt, um es dann gleich der Mechanik zuzuweisen und es mit deren Möglichkeiten lösen zu wollen: “c'est par son moyen que nous pouvons le resoudre”.¹²² Natürlich erfolgte dies auf geometrische Weise. Daran liessen sich Experimente, Belastungsproben anschliessen; die hieraus gewonnenen Erfahrungen wurden noch immer gemäss de La Hire geschuldetem Ansatz korrigiert.¹²³ Dieses

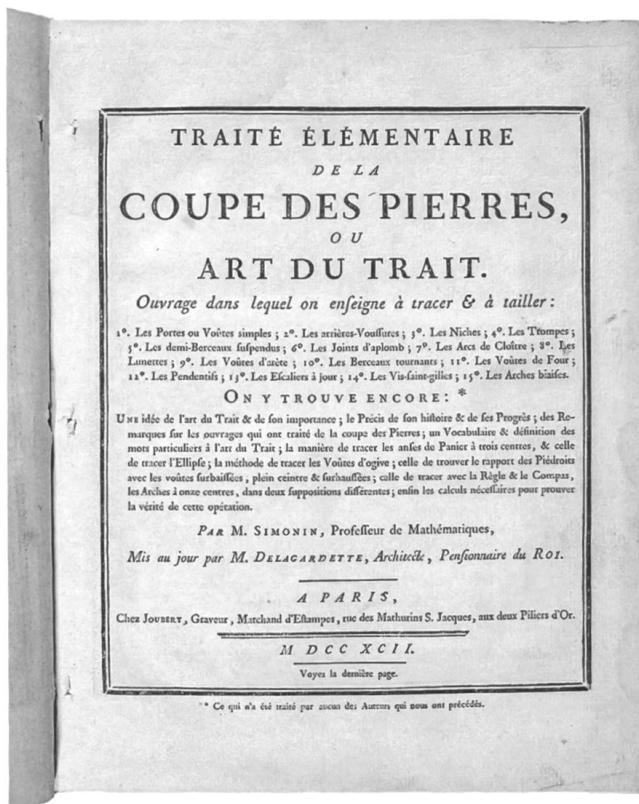


Abb. 26: Mr. Simonin, Traité Élémentaire de la Coupe des Pierres ou Art du Trait, Mis au Jour par Mr. Delagardette, Paris: Joubert 1792, Titel

Geometrie und Empirie verbindende Vorgehen besass den Vorteil einfacher, praktischer, unmittelbar ablesbarer Lösungen. Letztlich war dies der Grund des Erfolgs. Robin Middleton, der das Geschehen bis zu Perronet und Bosset weiterverfolgte, fasste seine Beobachtung zusammen: "Geometry was to be replaced but slowly by calculated dimensions."¹²⁴

Die Gründe liegen in den besonderen Vorteilen der Geometrie, in deren 'Anschaulichkeit' und der langen Erfahrung, die die Architektur im Umgang mit der Geometrie und im Wissen um deren Vorteile besass. Bis zu Helmholtz' *Thatsachen in der Wahrnehmung* (1878) genoss jene Einsicht – und jener "ältere[n] Begriff der Anschauung" – den Vorzug, "welcher nur das als durch Anschauung gegeben anerkennt, dessen Vorstellung ohne Besinnen und Mühe sogleich mit dem sinnlichen Eindruck zum Bewusstsein kommt."¹²⁵ Helmholtz selbst hatte die Vorteile, von denen er sich damals mit wissenschaftlichen Argumenten verabschiedete, mit "Leichtigkeit, Schnelligkeit, blitzähnliche[r] Evidenz" umschrieben.¹²⁶ Weshalb sollte man es der Architektur verwehren, diese besonderen Qualitäten sinnlicher Wahrnehmung

auch weiterhin anzuerkennen und zu nutzen! Schliesslich bewährte sich dies auch in methodischer Hinsicht. 1792 hatte sich das notwendige Zusammengehen von Mathematik und Architektur nochmals im *Traité Élémentaire de la Coupe des Pierres ou Art du Trait*, vom Verleger kommentiert, manifestiert.¹²⁷ (Abb. 25 und 26) Der Mathematiker Simonin habe bemerkt, dass es nicht ausreiche ein exzellerter Mathematiker zu sein, “pour faire, de son livre, un Ouvrage utile.”¹²⁸ Er habe sich deshalb stets den Schüler und Leser vorgestellt und sich mit einem Architekten, Delagardette, zusammengesetzt: “Dans cette vue, il a combiné sa théorie avec la pratique de l’art même, en se concertant avec un Architecte.” Daraus entstehen die gewünschten Qualitäten: “une marche très-méthodique, une clarté précieuse, & enfin des définitions aussi simples qu’exactes.”¹²⁹

4. “GEOMETRIE UND ERFAHRUNG”

“Erfahrung ist ohne Zweifel das erste Product, welches unser Verstand hervorbringt, indem er den rohen Stoff sinnlicher Empfindungen bearbeitet. Sie ist eben dadurch die erste Belehrung ... [...] Gleichwohl ist sie bey weitem nicht das einzige Feld, darinn sich unser Verstand einschränken lässt.”

Immanuel Kant, *Critik der reinen Vernunft*,
Riga: Johann Friedrich Hartknoch 1781, S. 1,
“Einleitung. I. Idee der Transcendental-Philosophie”

“Dass alle unsere Erkenntnis mit der Erfahrung anfange, daran ist gar kein Zweifel; denn wodurch sollte das Erkenntnißvermögen sonst zur Ausübung erweckt werden, geschähe es nicht durch Gegenstände, die unsere Sinne rühren und theils von selbst Vorstellungen bewirken, theils unsere Verstandestätigkeit in Bewegung bringen, diese zu vergleichen, sie zu verknüpfen oder zu trennen, und so den rohen Stoff sinnlicher Eindrücke zu einer Erkenntniß der Gegenstände zu verarbeiten, die Erfahrung heißt? Der Zeit nach geht also keine Erkenntniß in uns vor der Erfahrung vorher, und mit dieser fängt alle an.

Wenn aber gleich alle unsere Erkenntniß *mit* der Erfahrung anhebt, so entspringt sie darum doch nicht eben alle *aus* der Erfahrung.”

Immanuel Kant, *Critik der reinen Vernunft. Zweite hin und wieder verbesserte Auflage*, Riga: Johann Friedrich Hartknoch 1787,
 S. 1, “Einleitung I. Von dem Unterschiede der reinen und empirischen Erkenntnis”

Das Argument der “cogitatio caeca”, des Risikos der Abkoppelung mathematischen Denkens von der Erfahrung und Wirklichkeit, begleitet also diese Diskussion – und favorisiert die Geometrie gegenüber den Versprechungen einer ‘strengen’ Wissenschaft. Die Architektur hat dieser Zwist in besonderer Weise immer wieder eingeholt. Aber das Problem ist von grundsätzlicher Bedeutung und Ausstrahlung. Es geht um die Frage, wie sich im Bezug auf die äussere Welt Erfahrung zur Erkenntnis führen lässt – und umgekehrt, wie sich unsere Erkenntnis auf die äussere Welt richtet. Kant hat diesbezüglich die ersten Sätze der *Critik der reinen Vernunft* von 1781 in der zweiten Ausgabe von 1787 modifiziert und präzisiert. Es gilt in beiden Varianten, dass die Erfahrung – 1787 präzisiert: “der Zeit nach” – vorangeht und dass damit natürlich die Erkenntnismöglichkeit nicht eingeschränkt, sondern ermöglicht und eingeleitet wird. Sie wird andererseits dadurch natürlich auch nicht erschöpft. 1781 ist die Rede von einer Bearbeitung des rohen Stoffes sinnlicher Empfindungen, 1787 ist dies mit der Aufgabe “zu vergleichen”, “zu verknüpfen oder zu trennen” ausführlicher erläutert. In der “Vorrede zur zweyten Auflage”, 1787, folgen diesbezüglich Präzisierungen, so auch der Satz: “Wenn die Anschauung sich nach der Beschaffenheit der Gegenstände richten müßte, so sehe ich nicht ein, wie man a priori von ihr etwas wissen könne; richtet sich aber der Gegenstand (als Objekt der Sinne) nach der Beschaffenheit unseres Anschauungsvermögens, so kann ich mir diese Möglichkeit ganz wohl vorstellen.”¹³⁰

Es kommt also ganz besonders auf das Wechselverhältnis und die gegenseitige Abhängigkeit von Erfahrung und Erkenntnis an. Kant hatte dies kurz zuvor aus der “Naturwissenschaft” und ihren “empirischen Principien” hergeleitet und entwickelt.¹³¹ Die Einsicht ist bedeutsam, die daraus gezogene Konsequenz ebenso plausibel wie radikal und entwaffnend. “Sie begriffen, dass die Vernunft nur das einsieht, was sie selbst nach ihrem Entwurfe her vorbringt, dass sie mit Principien ihrer Urtheile nach beständigen Gesetzen

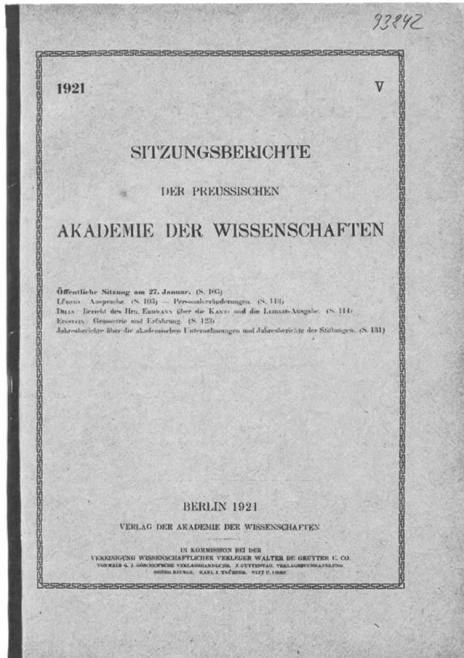


Abb. 27: Sitzungsberichte der Preussischen Akademie der Wissenschaften 1921. V. Öffentliche Sitzung 27. Januar zur Feier des Jahrestages König Friedrichs II., Berlin: Verlag der Akademie der Wissenschaften 1921, Umschlag, der Bericht enthält den Festvortrag "Geometrie und Erfahrung", den Albert Einstein im Jahr der Verleihung des Nobelpreises an der Akademie der Wissenschaften gehalten hat

vorangehen und die Natur nöthigen müsse auf Fragen zu antworten, nicht aber sich von ihr allein gleichsam am Leitbande gängeln lassen müsse; denn sonst hängen zufällige, nach keinem vorher entworfenen Plane gemachte Beobachtungen gar nicht in einem nothwendigen Gesetze zusammen, welches doch die Vernunft sucht und bedarf.”¹³²

Kant unterstellt also, dass die Vernunft nach Gesetzmässigkeit strebt und streben muss und deshalb nicht nur die Natur “nöthigen” solle, um Antworten zu kriegen, sondern dies auch “müsste”. Dem ‘reinen’ Empiriker mag das ein Gräuel sein; handkehrum wird ihm, sollte er diese Bedingung des Zugangs zum Gegenstand leugnen, der Vorwurf des nackten Empirismus zuteil. Ohne Berücksichtigung dieses Sachverhalts unserer Hinwendung zum Gegenstand – oder eben krass zu dessen ‘Nötigung’ – wird es nicht gehen. Und in diesem Zwischenraum, auch wenn der noch so klein ist, wird sich alles entscheiden, was zur Erkenntnis führt. Auf die Hilfsmittel von Versuchsanordnung und Methode, in welcher Weise auch immer sie beansprucht werden, kommt es in besonderer Weise an, was ja Francis Bacon in dem oben zitierten Satz aus

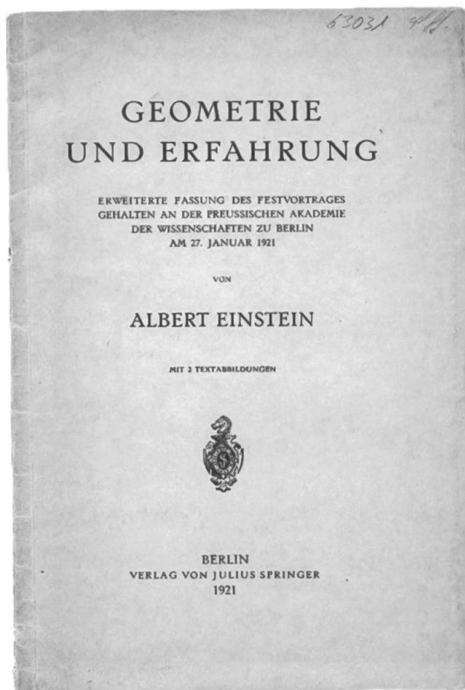


Abb. 28: Albert Einstein, Geometrie und Erfahrung. Erweiterte Fassung des Festvortrages gehalten an der Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin am 27. Januar 1921, Berlin: Julius Springer 1921, Umschlag

dem *Novum Organum* auf den Punkt gebracht hat: “Nec manus nuda, nec Intellectus sibi permissus, multū valet; Instrumentis & auxilijs res perficitur; quibus opus est, non minū ad intellectum, quām ad manum.” Auch die vernunftgelenkte ‘Nötigung’ wird sich der Instrumente bedienen wollen, um zum Ziele zu gelangen.

Zwischendurch, in den 1783 erschienenen *Prolegomena zu einer jeden künftigen Metaphysik die als Wissenschaft wird auftreten können*, hat Kant dies selbst verdeutlicht. Dazu gehört der Hinweis auf das Risiko, das sich als Folge jener freigespielten Verstandesbegriffe ergibt und dazu beiträgt, dass an das “Haus der Erfahrung” weitläufige “Nebengebäude” angebaut werden, in denen man sich leicht versteigt, weshalb die Ermahnung zwecks Ausrichtung auf “Principien möglicher Erfahrungen” folgt.¹³³ Die entsprechenden Ausführungen waren als Präzisierung zu David Hume gedacht und bezogen sich auf die eingangs erörterte “Verknüpfung von Ursache und Wirkung”. Da, wo dieser die Frage einer von Erfahrung “unabhängige[n] innre [n] Wahrheit” ungelöst liess, hätten seine Gegner “ein bequemes Mittel, ohne alle Einsicht trotzig zu thun”, gefunden, “nämlich, die Berufung auf den *gemeinen Menschenverstand*.¹³⁴

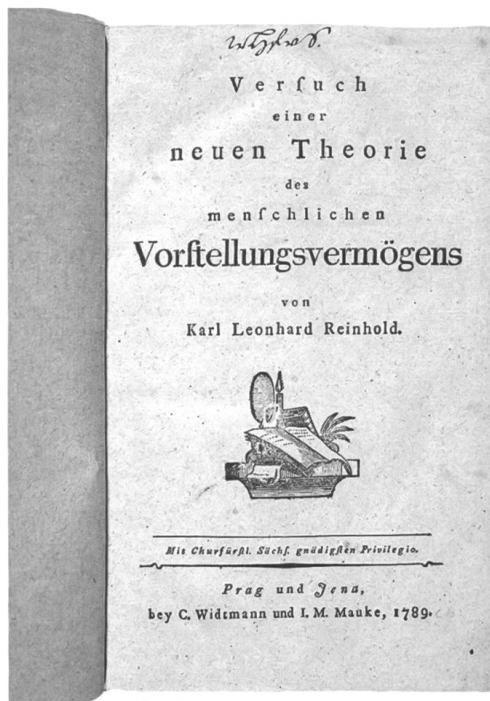


Abb. 29: Karl Leonhard Reinhold, Versuch einer neuen Theorie des menschlichen Vorstellungsvermögens, Prag und Jena: C. Widtmann und I. M. Mauke 1789, Titel

So sind alle Argumente auf dem Tisch, und in diesem hundertfach gedrehten ‘turmoil’ – zwischen Sinneswahrnehmung, Kants synthetischen Urteilen “a priori” und dem gesunden Menschenverstand – wird man sich in irgendeiner Weise orientieren müssen und dementsprechend urteilen wollen. Der Mathematiker, insofern er sich auf die Wirklichkeit bezieht,¹³⁵ ist davon genauso betroffen wie der Architekt, ob er sich das eingesteht oder nicht. (Abb. 27 und 28)

Aber es kommt noch schlimmer. Die vermeintlich soliden wissenschaftlichen und philosophischen Pfeiler gerieten ins Wanken. “Was würden Leibnitz, Wolf, Baumgarten, von demjenigen gedacht haben, der ihnen vorhergesagt hätte, daß eine Zeit kommen würde, wo die *Metaphysik* in eben dem Verhältnisse verlieren, als die *Philosophie* gewinnen müßte?”¹³⁶ (Abb. 29) Karl Leonhard Reinhold stellte diese Frage 1789 in der Vorrede seines *Versuch einer neuen Theorie des menschlichen Vorstellungsvermögen*. Das Ende der Metaphysik! Und damit nicht genug! Die “Bedeutung des Wortes Philosophie” habe sich ihrerseits “sehr verändert”. “Das eigentliche Gebieth dieser Wissenschaft wurde immer *unbestimmter*, je weiter die Philosophen ihre Eroberungen

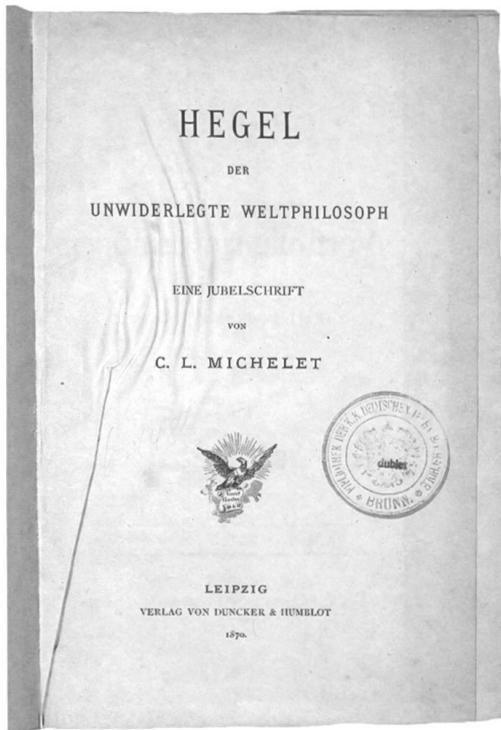


Abb. 30: C. L. Michelet, Hegel der unwiderlegte Weltphilosoph. Eine Jubelschrift, Leipzig: Duncker & Humblot 1870, Titel

ausbreiteten. Das Ansehen und der Einfluß der ehemaligen Königin aller Wissenschaften sank um so tiefer, je weniger man *ihr* und je mehr man der *Erfahrung* zu verdanken anfieng, welcher man endlich auch sogar die unentbehrlichsten Principien zueignete, je mehr diese nach und nach ihr wissenschaftliches gelehrtes Gepräg verloren, und den Namen der Aussprüche des gesunden Menschenverstandes angenommen hatten.”¹³⁷

Reinhold setzt also Philosophie und Erfahrung in Kontrast, wenn nicht gar in einen Gegensatz. Der Ersteren war das Grundsätzliche, waren Principien zugedacht. Doch mit zunehmender Einsicht vom Nutzen der Erfahrungen seien diesen “endlich auch sogar die unentbehrlichsten Principien” zugeeignet worden. Sie hätten “den Namen der Aussprüche des gesunden Menschenverstandes angenommen”.¹³⁸ Den Entwicklungsgang dahin beschreibt Reinhold damit, dass bei Descartes und Leibniz die rationale Grundlage einer Ontologie noch als Inhalt, bei Wolff und Baumgarten als Form aufgefasst worden seien, und dass das “Aufsammeln und Zusammenordnen von Thatsachen”, dass dieses “heiligste Interesse der Menschheit” mit dem gesunden Menschenverstand gepaart das Interesse “der Wenigen” am “Systematische[n] und Allgemeingültige[n]” gleichsam unterminiert

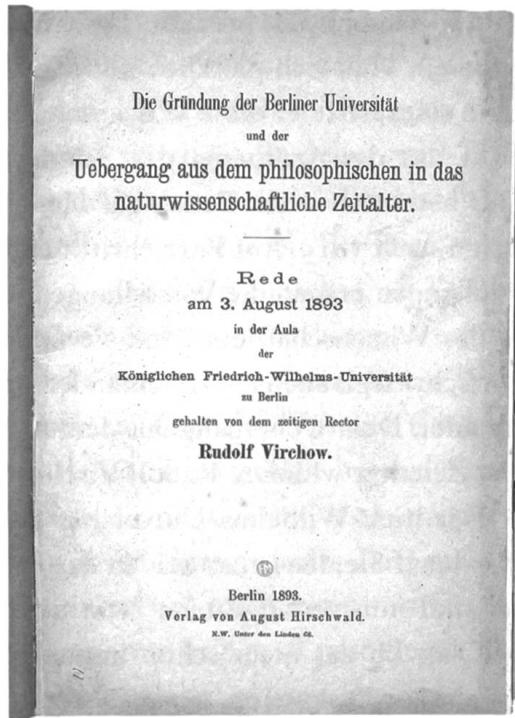


Abb. 31: Rudolf Virchow, Die Gründung der Berliner Universität und der Uebergang aus dem philosophischen in das naturwissenschaftliche Zeitalter. Rede am 3. August 1893 in der Aula der Königlichen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin gehalten von dem zeitigen Rektor, Berlin: August Hirschwald 1893, Titel

hätten.¹³⁹ „Auch die Metaphysik“, so wiederum Reinhold, „sollte auf Erfahrung gegründet, und Leibnitz durch Locke berichtiget, oder vielmehr die Theorieen von beyden sollten miteinander vereinigt werden.“¹⁴⁰

Dazu ist es offensichtlich nicht gekommen. Gerade umgekehrt wurden die „ontologischen Principien“ in dem Masse „verdächtiger als der Versuch sie von der Erfahrung abzuleiten allgemeinern Beyfall fand“.¹⁴¹ Die beiden Welten der ‘Principien’ und der ‘Erfahrungen’ haben sich vom gesunden Menschenverstand gestützt auseinandergelobt. Und im Blick zurück erscheint dies wie ein notwendiger Prozess; man hat diesem ‘Gang der Dinge’ die eigene Logik und Linearität verpasst und dabei vieles ausserachtgelassen, was abseits einer teleologisch angelegten ‘Geschichtsbetrachtung’ Beachtung verdient hätte. Allein ‘stringentes’ Argumentieren, so scheint es, geniesst den Vorzug – und führt zu überraschenden Ansichten! Die von Reinhold 1798 kritisch beschriebene Entwicklung der deutschen Philosophie findet sich fortgesetzt und zugespitzt in der 1870 aus Anlass des 100. Geburtstages Hegels publizierten „Jubelschrift“ von C. L. Michelet, die den Titel „Hegel der unwiderlegte Weltphilosoph“ trug: „Kant hatte in revolutionärem Kritis-

mus die Deutschen ihrer Metaphysik beraubt. Erschüttert rief Hegel Dem gegenüber aus: Es habe ein Volk sich plötzlich ohne Metaphysik, sein Allerheiligstes, befunden. So restaurirte er diese Wissenschaft, und noch dazu mit Logik. Genug, um auf ihn das Anathema des Scholasticismus zu schleudern.”¹⁴² (Abb. 30) Das beschrieb – mit Bezug auf Hegels Heidelberger Attrittsrede – die Situation nach 1815. Auf Fortschritt und Entwicklung aufgebaute Geschichtsvorstellungen prägen die Vorstellungen – und den Glauben – des Philosophen wie des Wissenschaftlers. Und sie finden sich bald – trotz des gemeinsamen Fortschrittsglaubens – voneinander getrennt, wenn nicht gar miteinander verfeindet. Dem Uebergang aus dem philosophischen in das naturwissenschaftliche Zeitalter widmete Rudolf Virchow seine am 3. August 1893 in der Berliner Friedrich-Wilhelms-Universität gehaltenen Rektoratsrede. Virchow berief sich auf Siemens, man sei “in das naturwissenschaftliche Zeitalter eingetreten” und nun verlange man “von dem Gelehrten, dass er auch ein Forscher sei”, als ob das nicht schon immer gültig gewesen ist.¹⁴³ (Abb. 31) Das stand nicht zur Diskussion, genauso wenig wie der Sinn dieser Wissenschaft: “Es bedarf keiner besonderen Beweisführung mehr, dass diese Art der Wissenschaft eine nützliche sei”, was dann Virchow weiter zu dem Francis Bacon entlehnten “Scientia est potentia”, Wissenschaft ist Macht, führt.¹⁴⁴ So ‘trennen’ sich die Welten. Wissenschaftspathos ist an die Stelle vergleichenden Argumentierens getreten. “Die Lernenden zu derjenigen Sicherheit im Denken zu erziehen, die wir gegenwärtig fordern”, steht auf der Tagesordnung. Und nach Massgabe des Rückzugs philosophischer Systeme seien nun “die nüchterne Beobachtung und der gesunde Menschenverstand in ihr Recht getreten.”¹⁴⁵ Einmal mehr wird hier der gesunde Menschenverstand, längst von jenen alten, mit der “bona mens” verbundenen Ansprüchen abgelöst, vorgebracht, und diese ‘Tugenden’ insgesamt aus gegebenem historischem Anlass König Friedrich Wilhelm III. zugeschrieben.

Es hat sich wenig verändert, ausser dass der Selbstzweifel – zumindest in jenem Moment rhetorischen Pathos’ – verschwunden schien. Reinhold hatte zu seiner Zeit schon vermerkt, dass die “ehemalige Königin aller Wissenschaften”, die Philosophie, mit Zuwachs der Kompetenzen auch “immer unbestimmter” geworden sei.¹⁴⁶ Der Gang in die Empirie verschärft die Lage: “Aus den *Grundsätzen* waren nun *Meynungen* geworden; sie erschienen in jedem neuen Philosophischen Werke in eine andere *Formel* eingekleidet, jeder denkende Kopf suchte sie nach seiner Weise zu bestimmen, baute sich ein eigenes System und benutzte dabey die Bruchstücke älterer einander entgegengesetzten Systeme, die ihm in das Seinige zu passen schienen.”¹⁴⁷

Statt Grundsätze, Meinungen und Formeln! Wie soll man jene Bemühungen nachvollziehen und richtig einschätzen, denen das Zusammenführen von Erfahrung und Grundsatz das dringlichste Anliegen war, bei denen die unvermeidbare Ungewissheit ständiger Begleiter war! Dafür, für dieses Restrisiko, gab es den Topos des “tatonnement”. Ein bisschen Halt zu finden, war demgegenüber ein erstrebenswertes Ziel. “La Hire, géomètre de l’académie des sciences, rempli de toutes ces recherches, ou l’on n’avait employé souvent que de simples tatonnemens, en développe et démontre les principes, dans deux mémoires très-curieux ...”¹⁴⁸ Auf diese Weise erinnert Charles Bossut de La Hire in seinem *Essai sur l’Histoire Générale des Mathématiques*. Das Anliegen Philippe de La Hires ist klar beschrieben, die Zielrichtung ist auch für die Architektur als die richtige und notwendige erkannt. Le Corbusier und Ozenfant haben in ihrem Manifest des Purismus 1918 dieses Ziel, die Überwindung des “tatonnement” zu Gunsten von Gesetzmässigkeiten angegeben, die man dem Bauen nutzbringend grundlegen könne.

- * Eine verkürzte Version dieses Beitrages erscheint in: Antonio Becchi/Hélène Rousteau-Chambon/Joël Sakarovitch (Hg.), *Philippe de La Hire 1640–1718, Entre architecture et sciences*, Paris: Éditions A. et J. Picard 2013.
- ¹ Cf. Immanuel Kant, *Prolegomena zu einer jeden künftigen Metaphysik die als Wissenschaft wird auftreten können*, Riga: Johann Friedrich Hartknoch 1783, S. 106. (Hervorhebung W. Oe.) – Cf. die Studie, auf die ich mich wiederholt beziehen werde: Werner Oechslin, “... und welche Vernunft speculirt nicht ...”: NEBENGEBAUDE – architektonische und andere!”, in: *Wissensformen*, Zürich: gta Verlag 2008, S. 16–37.
- ² Die Bezeichnung der Architektur als eine “Scienza speculativa” wird von Vincenzo Scamozzi – mit Bezug auf Vitruv, Plato, Aristoteles, Geminus und Pappus – vorgebracht und betont: cf. Vincenzo Scamozzi, *L’Idea della Architettura Universale ...*, Venetia: presso l’autore / per Giorgio Valentino expensis auctoris 1615, I, I, I, S. 6; id., I, I, III, S. 11. – Cf. Werner Oechslin, “L’Architettura come Scienza Speculativa”, in: Franco Barbieri/Guido Beltrami (Hg.), *Vincenzo Scamozzi 1548–1616*, Venezia: Marsilio 2003, S. 23–31; id., “Premesse a una nuova lettura dell’Idea della Architettura Universale di Scamozzi”, in: *V. Scamozzi, L’Idea della Architettura Universale (ristampa)*, (=Testi e fonti per la Storia dell’Architettura, I), Vicenza: Centro Internazionale di Studi di Architettura Andrea Palladio 1997, S. xi–xxvii.
- ³ Cf. Karl Friedrich Schinkel, “Gedanken und Bemerkungen über Kunst im Allgemeinen”, in: Alfred Freiherr von Wolzogen (Hg.), *Aus Schinkel’s Nachlass*, Berlin: Verlag der Königlichen Geheimen Ober- Hofdruckerei (R. Decker) 1862, Bd. III, S. 345ff, hier: S. 345.
- ⁴ Cf. [Daniele Barbaro], *I Dieci Libri dell’Architettura di M. Vitruvio Tradutti et Commentati da Monsignor Barbaro ...*, In Vinegia: Francesco Marcolini 1556, S. 6. – Auch die Zuweisung scienza/sapienza und arte/prudenza findet sich wörtlich in Aristoteles’ *Nikomachischer Ethik* (sechstes Buch, cap. vii und viii.) In der lateinischen Version Argyropulos’ wird die “prudentia” – in Differenzierung von der “civilis facultas” – mit der “legum ferendarum facultas” verbunden und als “quae est ut architectura” (in der Ausgabe Venezia: Gregorius de Gregoriis 1497, fol. 100r [falsch, nach fol. 199]) umschrieben. (Dieser Zusatz später bei Jacques Lefèvre d’Etaples 1505, cf. unten Anm. 10, in Klammer gesetzt.)

- 5 Barbaro, I Dieci Libri dell’Architettura di M. Vitruvio, op. cit. (wie Anm. 4), S. 6.
- 6 Cf. dazu: Werner Oechslin, “Die Theorie der Architektur und ihre vergessene und umso notwendigere Ausrichtung auf die Praxis”, in: Luise King (Hg.), *Architektur & Theorie. Produktion und Reflexion*, Hamburg: Junius 2009, S. 22–45; id., “‘Theorie der Praxis’ ... eine weitere Begründung”, in: Piet Lombaerde (Hg.), *Bringing the World into Culture. Liber Amicorum offered to Richard Foqué*, Brussels: UPA, University Press Antwerp 2009, S. 133–143.
- 7 Cf. weiterführend und grundsätzlich zur aristotelischen Habituslehre (ohne Bezug zur Architektur) zuletzt: Riccardo Pozzo, “Umdeutungen der aristotelischen Habituslehre in der Renaissance”, in: Günter Frank/Andreas Speer (Hg.), *Der Aristotelismus in der Frühen Neuzeit – Kontinuität oder Wiederaneignung?*, (=Wolfenbütteler Forschungen; Bd. 115), Wiesbaden: Harrassowitz Verlag 2007, S. 259–272. Ebenso sei verwiesen auf: Jill Kraye, “Renaissance Commentaries on the Nicomachean Ethics (1994)”, in: id., *Classical Traditions in Renaissance Philosophy*, Aldershot: Ashgate 2002, S. 96–117.
- 8 Es bedarf präzisierender Kommentare! Barbaro definiert “Scienza” als “habito di conclusione per vera, & necessaria prova acquistata”, fügt dem den Habitus des “intelletto” als “habito de i principij, & delle prove” hinzu und weist beides zusammen als Stärke (“vigore, & forza”) der Mathematik aus, was er dann zudem mit der Redensart “*baver scienza*” verbindet. Cf. Barbaro, I Dieci Libri dell’Architettura di M. Vitruvio, op. cit. (wie Anm. 4), S. 6.
- 9 Dem folgt dann auch noch die präzisierende Unterscheidung des habitus faciendi “vera cum ratione” vom “falsa cum ratione”, hier stets nach der Version Argyropulos’ zitiert.
- 10 Cf. “Opus Aristotelis de Moribus ad Nicomachum; Johanne Argyropilo Byzantino traducto/adiecto familiari Jacobi Stapulensis Commentario”, in: *Decem librorum Moralium Aristotelis, tres conversiones ... Ex secunda recognitione*, Paris: Henricus Stephanus 1505, fol. g (vi) verso. (Eugene F. Rice, *The Prefatory epistles of Jacques Lefèvre d’Étaples and related texts*, New York/London: Columbia University Press 1972, n. CXXXIX).
- 11 Cf. Barbaro, I Dieci Libri dell’Architettura di M. Vitruvio, op. cit. (wie Anm. 4), S. 6.
- 12 Cf. *Claudii Galeni Pergameni Definitiones mediceæ, Iona Philologo interprete*, Lyon: Franciscus Justus 1539, fol. 4 r. – Mit “comprehensio” wird “scientia” in gleicher Weise wie “ars” verbunden, Letztere jedoch um die Zielsetzung ergänzt (“ad finem quendam vitae commodum”). Die Bedeutung Galens und der Medizin in grundsätzlicher, ‘philosophischer’ Hinsicht ist bekannt.
- 13 Cf. Gottfried Semper, *Der Stil in den technischen und tektonischen Künsten ...*, Bd. I, Frankfurt am Main: Verlag für Kunst und Wissenschaft 1860, S. vi.
- 14 Cf. Scamozzi, L’Idea della Architettura Universale, 1615, op. cit. (wie Anm. 2), S. 7.
- 15 Ibid. – Scamozzi hat an dieser Stelle beides in einen Satz gerückt: die einträchtige Meinung aller Gelehrter (“tutti i Savi”), die Architektur sei eine “scienza prestantissima”, sowie die Benennung der Architektur als “arte” durch die “pratici”. Weil Scamozzi diese beiden Erklärungen zusammenrückt und diesen Satz mit “Quindi adunque, nasce che ...” einführt, könnte man auch das “La qual opinione, e largamente reprobata da Vitruvio ...” eingeleitete, nachfolgende Zitat Vitruvs auf diese allgemeinere Aussage beziehen wollen. Ob das einem Missverständnis Scamozzis oder seiner ausgeprägten Beweislust zuzuschreiben ist, kann man offenlassen. Jedenfalls fällt auf, dass Scamozzi in das Zitat nach Vitruv (I, I, 16) die Präzisierung “che sono i Capi Mastri” einsetzt. Der damit verdeutlichte Widerspruch zwischen einer *scienza* und einer *ars* der Architektur wird somit gegen die eingangs dieses Abschnitts beschworene Einheit des Ganzen gestellt.
- 16 Die Formulierung bei Scamozzi, L’Idea della Architettura Universale, 1615, op. cit. (wie Anm. 2), S. 6.
- 17 “Nasce ogni Arte dalla Isperienza”, in: Barbaro, I Dieci Libri dell’Architettura di M. Vitruvio, op. cit. (wie Anm. 4), S. 6.
- 18 Das umschreibt die heutige (!) Situation von Architekturschulen in akademischen Institutionen und berührt die Frage des Argumentariums bei der Verteilung der Mittel. Dem Schreibenden

ist kein Fall bekannt, dass die hier dargelegten Zusammenhänge dabei je eine positiv beförderliche Rolle gespielt hätten. Wissenschaft *versus* Kunst und auch Wissenschaft *versus* Handwerk werden meist als starre Gegensätze aufgefasst.

- ¹⁹ “Di maniera (come disse l’Alberti,) che volendo poi ridurre in atto, ciò che nell’Idea, s’ha l’Architetto formato, le mani, & i stromenti de gli artefici divengono stromenti dell’Architetto: poiche egli non opera alcuna cosa, se non per mezo loro.” Scamozzi, *L’Idea della Architettura Universale*, 1615, op. cit. (wie Anm. 2), S. 6.
- ²⁰ Cf. Francis Bacon, “Instauratio Magna”, in: *Operum Moralium et Civilium Tomus*, London: Edward Griffin/Richard Whitaker 1638, S. 47.
- ²¹ Id., S. 48.
- ²² Cf. die Definition des Architekten in Albertis Prolog: “Architectum ego hunc fore constitutam, qui certa admirabilique ratione et via tum mente animoque diffinire tum et opere absolvere didicerit ...”. Das “ratione et via” bezieht sich, durch das “... tum ... tum ...” betont, auf beide, das vitruvianische “ex fabrica et ratiocinatione” (in umgekehrter Reihenfolge) aufnehmende “mente animoque” respektive “opere”. Hierin ist ausnahmsweise die Übersetzung in Giovanni Orlandi, *Leon Battista Alberti. L’Architettura. De Re aedificatoria ...*, Milano: Il Polifilo 1966, S. 6, unpräzis.
- ²³ Cf. René Descartes, *REGULÆ AD DIRECTIONEM INGENII*, in: Charles Adam/Paul Tannery (Hg.), *ŒUVRES de DESCARTES*, vol. X, Paris: J. Vrin 1966, S. 359ff.: “REGULA I. Studiorum finis esse debet ingenij directio ad solida & vera, de ijs omnibus quae occurunt, proferenda judica.”
- ²⁴ Cf. Vitruv, I, I, 3.
- ²⁵ Vg. Barbaro, *I Dieci Libri dell’Architettura* di M. Vitruvio, op. cit. (wie Anm. 4), S. 10.
- ²⁶ Cf. Vitruv, I, I, 1.
- ²⁷ Cf. J. Scaliger, *Mesolabium*, Leyden: Ex officina Plantiniana, Apud Franciscum Raphelengium 1594, S. 9.
- ²⁸ Cf. id., *Cyclometrica Elementa Duo*, Leyden: Ex officina Plantiniana, Apud Franciscum Raphelengium 1594, Widmung, o. S.
- ²⁹ Cf. oben. Das ‘Missverständnis’ Scamozzis wird so besehen noch in ein anderes Licht gerückt!
- ³⁰ Cf. Vitruv I, I, 16 (“... qui proprie una arte ad faciendum sunt instituti. Ergo satis abunde videtur fecisse, qui ex singulis doctrinis partes et rationes earum mediocriter habet notas, eas quae necessariae sunt ad architecturam, uti, si quid de his rebus et artibus iudicare et probare opus fuerit, ne deficiatur.” – Bei Descartes steht am Ende der *REGULÆ I* die gleiche Einsicht vom Nutzen und von der Notwendigkeit einer umfassenden Kenntnis. Im direkten Vergleich der Passus: Descartes, *REGULÆ AD DIRECTIONEM INGENII*, *REGULÆ I*, *ŒUVRES*, vol. X, op. cit. (wie Anm. 23), S. 359: “... videntesque non omnes artes simul ab eodem homine esse addiscendas, ...”
- ³¹ Cf. die Diskussion der “argutezza” bei Emanuele Tesauro, *Il Cannocchiale aristotelico*, hier nach der Ausgabe: Venetia: Stefano Curti 1688, S. 5off., hier: S. 53: “... il medesimo dico io dell’Architettura: gli cui studiosi son chiamati INGEGNERI, per l’argutezza delle ingegnose lor’opre.”
- ³² Cf. unten die Diskussion zu Fontenelles diesbezüglichem Urteil über Philippe de La Hire.
- ³³ Cf. Vitruv, I, I, 3.
- ³⁴ Cf. René Descartes, *COCITATIONES PRIVATÆ*, in: *ŒUVRES*, vol. X, op. cit. (wie Anm. 23), S. 217.
- ³⁵ Cf. Immanuel Kant, *Critik der practischen Vernunft*, Riga: Johann Friedrich Hartknoch 1788, S. 55, Fettdruck bei Kant.
- ³⁶ Ibid.
- ³⁷ Cf. dazu und im Folgenden die einschlägigen Studien von René Taton und Madeleine Pinault; hier insbesondere: Madeleine Pinault, “L’Étude de la Perspective dans l’Histoire de Sainte Étienne par Laurent de la Hyre”, in: Jean Dhombres/Joël Sakarovitch (Hg.), *Desargues en son temps*, Paris: Blanchard 1994, S. 249ff., hier: S. 249.

- 38 Cf. dazu: Madeleine Pinault, «Note sur Philipp de La Hyre», in: Pierre Rosenberg/Jacques Thuillier, *Laurent de La Hyre 1606–1656, L'homme et l'œuvre*, Genève: Skira 1988, S. 76ff.
- 39 Id., S. 76.
- 40 Cf. René Taton, “Philippe de La Hire”, in: *Dictionary of Scientific Biography*, New York: Charles Scribner's sons 1973, vol. VII, S. 576.
- 41 So das kompetente Urteil René Tatons, in: id., “Girard Desargues”, in: *Dictionary of Scientific Biography*, vol. IV, 1971, op. cit. (wie Anm. 40), S. 46–51, hier: S. 46.
- 42 Id., S. 47: “His profound intuition of spatial geometry led him to prefer a thorough renewal of the method of geometry rather than the Cartesian algebraization; from this preference there resulted a broad extension of the possibilities of geometry.”
- 43 Cf. A. Bosse, *La Manière Universelle de Mr. Desargues Lyonnais, Pour Poser L'Essieu, & placer les heures & autres choses aux Cadans au Soleil*, Paris: Pierre Des-Hayes 1643, S. 1ff. (“Avant-Propos”); id., *Manière Universelle De Mr Desargues, pour pratiquer la Perspective Par Petit-Pied, comme le Geometral. Ensemble Les Places Et Proportions Des Fortes & Foibles Touches, Teintes ou Couleurs*, Paris: Pierre Des-Hayes 1648, S. 1ff. (“Avant-Propos”).
- 44 Unter dem Titel “Reconnaissance de Monsieur Desargues” publiziert in: id., *Manière Universelle de Mr. Desargues pour pratiquer la Perspective*, op. cit. (wie Anm. 43), o. S. (nach der “Table”).
- 45 Id., S. 7f.
- 46 Cf. Desargues, “Exemple de l'une des Manieres Universelles du S.G.D.L. touchant la pratique de la Perspective ...”, in: Bosse, *Manière Universelle de Mr. Desargues pour pratiquer la Perspective*, op. cit. (wie Anm. 43), S. 321ff.
- 47 Cf. René Descartes, *Meditationes de Prima Philosophia ...*, Tertia editio, Amsterdam: Ludovicum Elzevirium 1650, S. 161.
- 48 Cf. A. Bosse, *La Pratique du Trait à Preuves, de Mr Desargues Lyonnais, Pour la Coupe des Pierres en l'Architecture*, Paris: Pierre Des-Hayes 1643. (Der Titel wiederholt vor dem Tafelteil und als Frontispiz nach dem Titel mit der Adresse “en l'Isle du Palais, à la Roze Rouge”.)
- 49 Im “Avertissement” zur Ausgabe von 1762 ist die Rede von “Editions sans nombre qui ont été faites de l'Architecture Pratique de M. Bullet”. Natürlich ist das insbesondere auf die Ausrichtung auf die Baugewohnheiten und Baugsetze von Paris (“à l'usage actuel du Toisé des Batimens, aux Us & Coutumes de Paris, & aux Réglements des Mémoires”) und die insofern noch weit verbindlichere Praxis bezogen.
- 50 Hier nach: Monsieur Clermont, *La Geometrie Pratique de l'Ingénieur, ou l'Art de Mesurer ...*, Paris: Briasson 1755, S. xiii, “Préface”.
- 51 Cf. dazu zuletzt: Sophie Join-Lambert, “Bosse et l'Académie Royale”, in: Sophie Join-Lambert/Maxime Préaud (Hg.), *Abraham Bosse, savant graveur: Tours, vers 1604–1676*, Paris/Tours: Bibliothèque nationale de France/Musée des Beaux-Arts 2004, S. 64ff.
- 52 Cf. A. Bosse, *Au Lecteur, Sur les causes qu'il croit avoir euës, de discontinuer le cours de ses Leçons Géométrales et Perspectives, dedans l'Academie Royale de la Peinture et de la Sculpture, & mesme de s'en retirer*, Paris 1668, fol. c iii recto.
- 53 Cf. “Mémoires de Mathématiques et de Physique ... de l'Année M.DCCIV”, in: *Histoire de l'Académie Royale des Sciences. Année M.DCC.IV*, Paris: Charles-Etienne Hochereau 1722, S. 1ff. und S. 6.
- 54 Cf. Philippe de La Hire, *Tabulae Astronomicae* (1702), Paris: Montalant 1727 (secunda editio), “Epistola Joanni Paulo Bignon”, o. S., C3: “Verum cùm prolixior foret calculus, nec mihi praestò esset ulla demonstratio, quâ liqueret siderum motus, aut quorumlibet corporum per hujusmodi curvas effici, ab incaepito destiti, ut iter ipsum quod monstrabat natura, insisterem.”
- 55 Cf. G. G. Leibniz, “Meditationes De Cognitione, Veritate, & Ideis”, in: *Acta Eruditorum Anno MDCLXXXIV. Mensis Novembbris*, Leipzig: Johann Grosse & Johann Friedrich Gleditsch 1684,

- S. 537ff., hier: S. 538.
- 56 Cf. id., "Nova Methodus pro Maximis et Minimis ...", in: *Acta Eruditorum* ..., 1684, op. cit. (wie Anm. 55), S. 467ff.
- 57 Cf. dazu die klassische Darstellung: Florian Cajori, *A History of mathematical Notations*, vol. I: *Notations in elementary mathematics*, La Salle/Illinois: The Open Court 1928, S. 218ff.
- 58 Cf. dazu und im Folgenden die exzellente Arbeit: Wolfgang Schöller, *Die Académie Royale d'Architecture 1671–1793. Anatomie einer Institution*, Köln/Weimar/Wien 1993, hier: S. 164f. Dort auch der Verweis auf de La Hires "Architecture Civile" und das Kasseler Manuskript einer Mitschrift (id., Anm. 148). – Ich verweise hier ausdrücklich auf die publizierten Beiträge des de La Hire-Kongresses von 2010: Antonio Becchi/Hélène Rousteau-Chambon/Joël Sakarovitch (Hg.), *Philippe de La Hire 1640–1718, Entre architecture et sciences*, Paris: Éditions A. et J. Picard 2013.
- 59 Cf. Schöller, *Académie Royale d'Architecture*, op. cit. (wie Anm. 58), S. 137ff. – Cf. auch zu den diesbezüglichen Interessen 1706/07: id., S. 163.
- 60 Cf. id., S. 144.
- 61 Cf. dazu: id., "Die Bibliothek der 'Académie royale d'architecture' zu Paris (1671–1793)", in: *Archiv für die Geschichte des Buchwesens* 38 (1992), S. 267ff.
- 62 Cf. Mathurin Jousse, *L'Art de Charpenterie, ... Corrigé & augmenté de ce qu'il y a de plus curieux dans cet Art, & des Machines les plus nécessaires à un Charpentier. Par Mr. D.L.H.*, Paris: Thomas Moette 1702.
- 63 Id., S. 176ff.
- 64 Cf. id., *L'Art de Charpenterie, ... Corrigé & augmenté ... Par M. De La Hire*, Troisième Edition, Paris: Charles-Antoine Jombert 1751. – Im "Avertissement" findet sich eine Darstellung der Verbesserungsmassnahmen, des Ersatzes der Tafeln nach Wolffs französischer Ausgabe der *Anfangsgründe aller Mathematischen Wissenschaften* von 1747 sowie der Verweis auf die – bei de La Hire 1702 völlig übergangene – "Ordonnance des cinq especes de colonnes" von Perrault.
- 65 Der Hinweis bei Schöller, Bibliothek der Académie royale d'architecture, op. cit. (wie Anm. 61), S. 268. Cf. Henri Lemonnier, *Procès-Verbaux de l'Académie Royale de l'Architecture*, tome II, Paris: Jean Schemit 1912, S. 227.
- 66 Cf. Antonio Becchi, "Chambre H. Per una storia del costruire", in: Antonio Becchi/Fedrico Foce, *Degli archi e delle volte. Arte del costruire tra meccanica e stereotomia*, Venezia 2002, S. 17ff. – Auf diese wertvolle Studie sei in besonderer Weise verwiesen. Hier soll auf Wiederholungen verzichtet werden. Weiterführende Analysen in: Becchi/Rousteau-Chambon/Sakarovitch, Philippe de La Hire, *Entre architecture et sciences*, op. cit. (wie Anm. 58).
- 67 Becchi, Chambre H., op. cit. (wie Anm. 66), S. 30: "In questo territorio di frontiera, dove i saperi non sono ancora paralizzati nelle codifiche disciplinari ma saldamente ancorati ai problemi da risolvere ..."
- 68 Cf. die Hinweise bei Schöller, *Académie Royale d'Architecture*, op. cit. (wie Anm. 58), S. 138 und S. 163.
- 69 B. de Fontenelle, "Eloge de M. De La Hire.", in: *Histoire de l'Académie Royale des Sciences. Année M.DCCXVIII*, Paris: L'Imprimerie Royale 1719, S. 76ff., hier: S. 86.
- 70 Id., S. 88.
- 71 Cf. Taton, "Philippe de La Hire", in: *Dictionary of Scientific Biography*, op. cit. (wie Anm. 40), S. 576–579.
- 72 Id., S. 578: "Although his rejection of infinitesimal calculus may have rendered a part of his mathematical work sterile, his early works in projective, analytic, and applied geometry place him among the best of the followers of Desargues and Descartes." Taton lokalisiert die besonderen Verdienste de La Hires völlig zu Recht "in the growth of technological thought, the advance of practical mechanics, and the perfecting of graphic techniques".

- 73 Ibid.
- 74 Cf. M. Bélidor, *Architecture Hydraulique, Ou L'Art De Conduire, D'Elever Et De Menager Les Eaux Pour Les Différens Besoins De La Vie*, tome premier, Paris: Charles-Antoine Jombert 1737, S. iv und S. v.
- 75 Cf. oben.
- 76 Cf. M. Montucla, *Histoire des Mathématiques*, ..., tome II, Paris: Ch. Ant. Jombert 1758, S. 472: "Remarquons cependant, en faveur de quelques lecteurs, qu'un peu trop de précipitation a quelquefois induit M. de la Hire en erreur."
- 77 Id., S. 347: "M. de la Hire néanmoins, dans son Traité des Epicycloïdes, imprimé en 1694, garde un profond silence sur M. Roemer, & semble s'attribuer le mérite de cette invention géométrique & mécanique."
- 78 Id., S. 347, note (a). – Cf. *Virorum Celeberr. Got. Gul. Leibnitii et Johan. Bernoullii Commercium Philosophicum et Mathematicum*, Bd. I, Lausanne/Genf: Bousquet 1745, S. 346f.: "Epistola LXVII. Leibnitii ad Bernoullum": S. 347.
- 79 Cf. de Montucla, *Histoire des Mathématiques*, op. cit. (wie Anm. 76), S. 348.
- 80 Cf. Fontenelle, *Eloge de M. De La Hire*, op. cit. (wie Anm. 69), S. 88.
- 81 Id., S. 89.
- 82 Ibid.
- 83 Ibid. – Der vorausgehende Satz lautet: "Si on lui contestoit ce principe, on étoit tout étonné qu'il n'en prenoit pas la défense."
- 84 Id., S. 88.
- 85 Cf. dazu (und zu Argumentationsweisen im architektonischen Umfeld): Werner Oechslin, "Begründungen des Neuen aus der Geschichte: Claude Perraults Louvrekolonnade und die 'querelle des anciens et des modernes'", in: *DAIDALOS* (1994), Heft 52, S. 48–55.
- 86 Natürlich sind hier die einschlägigen Untersuchungen zu de La Hire und auch diejenigen zur Architekturakademie, insbesondere die wertvolle Arbeit von Wolfgang Schöller (*Académie Royale d'Architecture*, op. cit. [wie Anm. 58]) ausgenommen. Aber man erinnere sich, wie spärlich de La Hire in der monumentalen Darstellung der *Histoire de l'Architecture Classique en France* von Louis Hautecœur behandelt ist.
- 87 Cf. Mr. de Voltaire, *Eléments De La Philosophie De Newton, Mis à la portée de tout le monde*, Amsterdam: Jacques Desbordes 1738, S. 12.
- 88 Id., S. 15.
- 89 Id., S. 12, S. 10.
- 90 Id., S. 10.
- 91 Id., S. 17.
- 92 Cf. id., S. 10.
- 93 Cf. oben.
- 94 Hier zitiert nach der Ausgabe: Marquis d'Argens, *La Philosophie du Bon-Sens, ou Reflexions Philosophiques Sur l'Incertitude des Connoissances Humaines, à l'Usage des Cavaliers & du Beau-Sexe*, Nouvelle Edition, tome premier, Den Haag: Pierre Paupie 1747, S. 272f.
- 95 [Baron Paul H. d'Holbach], *Le Bon-Sens ou Idées Naturelles Opposées aux Idées surnaturelles*, Londres 1772.
- 96 Cf. Marquis d'Argens, *La Philosophie du Bon-Sens*, op. cit. (wie Anm. 94), Frontispiz mit der Beischrift: "L'étude de la Philosophie m'a apris a mépriser des honneurs, qui ne rendent ni meilleur ni plus sage."
- 97 Cf. zu dieser berühmten Darstellung von Pittoni und Valeriani: Francis Haskell, "The Apotheosis of Newton in Art" (1967), in: id., *Past and Present in Art and Taste. Selected Essays*, New Haven/London: Yale University Press 1987, S. 1ff.

⁹⁸ Cf. Henry Pemberton, *A View of Sir Isaac Newton's Philosophy*, London: S. Palmer 1728.

⁹⁹ Id., S. 9.

¹⁰⁰ Newton hält Descartes' Titelwahl 'Geometrie' seines einschlägigen Werkes für irreführend und setzt umso deutlicher 1707 seinen Titel über die – natürlich auch geoemtrische Probleme behandelnde – Darstellung algebraischer Verfahren als "Arithmetica Universalis". Den geometrischen Teil leitet der Satz ein: "Quaestiones Geometricae eadem facilitate iisdemque legibus ad aequationes nonnunquam redigi possunt ac quae de abstractis quantitatibus proponuntur." Hier zitiert nach der Leydener Ausgabe, cf. Is. Newton, *Arithmetica Universalis; sive de Compositione et Resolutione Arithmetica Liber*, Leiden: Joh. et Herm. Verbeek 1732, S. 82.

¹⁰¹ Cf. Pemberton, Isaac Newton's Philosophy, op. cit. (wie Anm. 98), "Preface", o. S.

¹⁰² Cf. Alexandre Koyré/I. Bernard Cohen (Hg.), *Isaac Newton's Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (1687), the third edition 1726, Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press 1972, S. 15ff.: "AUCTORIS PRÆFATIO AD LECTOREM".

¹⁰³ Cf. Immanuel Kant, *Critik der reinen Vernunft*. Zweyte hin und wieder verbesserte Auflage, Riga: Johann Friedrich Hartknoch 1787, S. xiii.

¹⁰⁴ Cf. Newton, *Principia Mathematica*, op. cit. (wie Anm. 102), "PRÆFATIO", S. 15.

¹⁰⁵ Ibid.

¹⁰⁶ Cf. Marquis de l'Hopital, *Analyse des Infiniment Petits*, Avignon/Paris: la Veuve Girard & François Seguin 1768, S. xxiv (Préface de l'auteur). – Die "Préface de l'éditeur" (Abbé de la Caille), diskutiert länglich den hohen Anspruch und die Schwierigkeiten, die sich mit dem calcul différentiel verbindet, und richtet sich (1768!) vermittelnd an die, "qui ne sçavent que les règles du calcul ordinaire", S. viii.

¹⁰⁷ Cf. *Histoire de l'Académie Royale des Sciences. Année M.DCC.III. Avec les Memoires de Mathematique & de Physique, pour la même Année*, Paris: Charles-Etienne Hochereau 1720, S. 58ff., hier: S. 60.

¹⁰⁸ Id., S. 63.

¹⁰⁹ Cf. Leibnitz, "Explication de l'Arithmetique Binaire", in: "Memoires de Mathematique & de Physique, ... De l' Année M.DCCIII.", S. 85ff., in: *Histoire de l'Académie Royale des Sciences. Année M.DCC.III.*, op. cit. (wie Anm. 107).

¹¹⁰ Cf. Hermann Boerhaave, *Sermo Academicus, De Comparando Certo In Physicis; quem habuit in Academia Lugduno-Batava, quum Octavo Februarii, Anno MDCCXV. Rectoratum Academiae deponeret*, Leiden: Petrus vander Aa 1715, S. 2f.

¹¹¹ Cf. oben.

¹¹² Diese Formulierung in der Vorrede Buffons zu seiner Übersetzung: *La Méthode des Fluxions, et des Suites Infinités. Par M. le Chevalier Newton*, Paris: De Bure l'aîné 1740, S. ix.

¹¹³ Cf. J. F. Blondel/M. Patte, *Cours d'Architecture* ..., tome sixième, Paris: la Veuve Desaint 1777, S. 460.

¹¹⁴ Cf. Charles-François Viel, *De l'impuissance des Mathématiques pour assurer la Solidité des Batimens* ..., Paris: V^e Tilliard et fils XIII. – 1805.

¹¹⁵ Cf. id., *De la solidité des Batimens, puisée dans les proportions des Ordres d'Architecture, et de l'impossibilité de la restauration des piliers du Dome du Panthéon Français sur le plan exécuté par Soufflot, Architecte de ce temple*, Paris: Tilliard frères 1806, S. 6.

¹¹⁶ Id., S. 10.

¹¹⁷ Ibid.

¹¹⁸ Cf. M. Frézier, *La Theorie et la Pratique de la Coupe des Pierres et des Bois, pour la Construction des Voutes et autres Parties des Bâtiments Civils & Militaires, ou Traité de Stéréotomie à l'Usage de l'Architecture*, Strassbourg: Jean Daniel Doulsseker le fils/L. H. Guérin l'aîné 1737, tome premier, Epitre, o. S.

¹¹⁹ Cf. id., *Élémens de Stéréotomie, à l'Usage de l'Architecture, pour la Coupe des Pierres, tome premier*, Paris: Ch. Ant. Jombert 1760, S. iiif.

¹²⁰ Id., tome second, 1760, S. 1ff.

- ¹²¹ Cf. Joseph Balthasar Bérard, *Statique Des Voûtes, Contenant L'Essai D'Une Nouvelle Théorie De La Poussée, Et Un Appendice Sur Les Anses De Panier*, Paris: Firmin Didot 1810, S. vij.
- ¹²² M. de La Hire, "Sur la construction des voûtes dans les édifices", in: "Memoires de Mathematique et de Physique, ... De l'Année M.DCCXII.", *Hisotire de l'Académie Royale des Sciences. Année M.DCCXII.*, Paris: L'Imprimerie Royale 1714, S. 70ff., hier: S. 70.
- ¹²³ Cf. die ausführliche Darlegung der Entwicklung dieser Probleme in: Robin Middleton/Marie-Noëlle Baudouin-Matuszek, *Jean Rondelet. The Architect as Technician*, New Haven/London: Yale University Press 2007, S. 10ff.
- ¹²⁴ Id., S. 18.
- ¹²⁵ Cf. H. Helmholtz, *Die Thatsachen in der Wahrnehmung. Rede gehalten zur Stiftungsfeier der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin am 3. August 1878*, Berlin: August Hirschwald 1879, S. 25.
- ¹²⁶ Ibid.
- ¹²⁷ Cf. Mr. Simonin, *Traité Élémentaire de la Coupe des Pierres ou Art du Trait*, Mis au Jour par Mr. Delagardette, Paris: Joubert 1792.
- ¹²⁸ Id., "Observations de l'Editeur", o. S.
- ¹²⁹ Ibid.
- ¹³⁰ Cf. Kant, Critik der reinen Vernunft, op. cit. (wie Anm. 103), S. xvii.
- ¹³¹ Id., S. xii: "Ich will hier nur die Naturwissenschaft, sofern sie auf empirische Prinzipien gegründet ist, in Erwägung ziehen." Es folgen die Beispiele von Galilei, Torricelli und Stahl und (vorgängig zum nachfolgend zitierten Satz) die Bemerkung: "so ging allen Naturforschern ein Licht auf".
- ¹³² Id., S. xiii.
- ¹³³ Cf. id., *Prolegomena zu einer jeden künftigen Metaphysik die als Wissenschaft wird auftreten können*, Riga: Johann Friedrich Hartknoch 1783, S. 106 und S. 102.
- ¹³⁴ Id., S. 10f.
- ¹³⁵ Dies meint die noch bei Einstein hervorgehobene Unterscheidung, deren Strenge auf der anderen Seite das Zusammentreffen von Mathematik und Wirklichkeit als Rätsel übrig lässt: "Insofern sich die Sätze der Mathematik auf die Wirklichkeit beziehen, sind sie nicht sicher, und insofern sie sicher sind, beziehen sie sich nicht auf die Wirklichkeit.", in: Albert Einstein, *Geometrie und Erfahrung. Erweiterte Fassung des Festvortrages gehalten an der Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin am 27. Januar 1921*, Berlin: Julius Springer 1921, S. 3f.
- ¹³⁶ Cf. Karl Leonhard Reinhold, *Versuch einer neuen Theorie des menschlichen Vorstellungsvermögens*, Prag/Jena: C. Widtmann/I. M. Mauke 1789, S. 6.
- ¹³⁷ Ibid.
- ¹³⁸ Ibid.
- ¹³⁹ Id., S. 7.
- ¹⁴⁰ Id., S. 8.
- ¹⁴¹ Cf. ibid.
- ¹⁴² Cf. C. L. Michelet, *Hegel der unwiderlegte Weltphilosoph. Eine Jubelschrift*, Leipzig: Duncker & Humblot 1870, S. 54: "Antitrendelenburg".
- ¹⁴³ Cf. Rudolf Virchow, *Die Gründung der Berliner Universität und der Uebergang aus dem philosophischen in das naturwissenschaftliche Zeitalter. Rede am 3. August 1893 in der Aula der Königlichen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin gehalten von dem zeitigen Rektor*, Berlin: August Hirschwald 1893, S. 27.
- ¹⁴⁴ Id., S. 28.
- ¹⁴⁵ Id., S. 21.
- ¹⁴⁶ Cf. Reinhold, Versuch einer neuen Theorie, op. cit. (wie Anm. 136), S. 6.
- ¹⁴⁷ Id., S. 8.
- ¹⁴⁸ Cf. Charles Bossut, *Essai sur l'Histoire Générale des Mathématiques*, tome I, Paris: Louis 1802, S. 233.