

Hartmut Hecht

Aufklärung am Polarkreis – Die Lappland-Expedition des Pierre Louis Moreau de Maupertuis

Pierre Louis Moreau de Maupertuis war zu seiner Zeit hochberühmt. Als *philosophe* war er in mehreren Wissenschaften erfolgreich und als Aufklärer repräsentierte er den Geist der modernen Erfahrungswissenschaften. Ausdruck dafür sind die von ihm geleitete Lappland-Expedition junger Akademiker 1736/1737 zur Bestimmung der Gestalt der Erde und die Formulierung des Prinzips der kleinsten Aktion. Die Resultate der *Messieurs du Nord*, gelten heute als erster experimenteller Beweis der *Newtonschen* Theorie, und das Prinzip der kleinsten Aktion figuriert als eines der fruchtbarsten Prinzipien der Physik überhaupt. Im Folgenden werde ich den Zusammenhang dieser beiden Glanzpunkte der Wissenschaftsgeschichte diskutieren. Ich werde zeigen, dass *Maupertuis'* Aktionsprinzip mehr ist als ein physikalisches Prinzip, dass es von ihm als philosophisches Prinzip verstanden wurde und eine Methodologie einschließt, die auch der Lappland-Expedition zugrunde liegt – einen *esprit systématique* im Unterschied zum Geist der metaphysischen Systeme.

In Ihrem Beitrag zur Leibniz-Ehrung unserer Sozietät im Jahre 2016 haben Sie, Herr Professor *Dill*, aus *Jean-Baptiste le Rond d'Alemberts* (1717–1783) *Discours préliminaire* zur *Encyclopédie* den folgenden Passus zitiert:

„Entre ces grands homes (sic !) il en est un dont la Philosophie (...) nous oblige à ne le point passer sous silence; c'est l'illustre Leibniz.“ (1750): „Unter diesen großen Männern ist einer, dessen Philosophie (...) uns verpflichtet, ihn nicht mit Schweigen zu übergehen, das ist der illustre Leibniz.“ (Dill 2017, S. 109)

Es ist eine Stelle, auf die *d'Alembert* den Geist seiner Zeit fokussiert. Selbst wenn sich *Gottfried Wilhelm Leibniz* (1646–1716) mit *Isaac Newton* (1643–1727) nur den Ruhm der Erfindung der Infinitesimalrechnung teilen müsste, hätte er schon eine ehrenvolle Erwähnung verdient, schreibt *d'Alembert*, doch *Leibniz* war ein Mann von seltenen Talenten. Die Weite seines Blicks erstreckte sich nicht nur auf alle Gebiete der Wissenschaft, sie grenzte auch in ihrer Tiefe ans Wunderbare, und er war ein wahrhaft philosophischer Geist. Allerdings, so hält er einschränkend fest, verdanke ihm die Metaphysik weniger Klarheit als Scharfsinn.

Eine überraschende Feststellung, denn *Leibniz* gilt allgemein als der größte christliche Metaphysiker, dessen Ideen die nachfolgenden Generationen nicht selten kritisch beurteilt, jedoch immer wieder auch angeregt haben, und *clare et distincte* zu argumentieren war für ihn das Kriterium jedes stringenten Vernunftgebrauchs.

Für *d'Alembert* jedoch ist das an sich schöne Prinzip des zureichenden Grundes kaum von großem Wert, die Monadenlehre hilft in Bezug auf das Verständnis der Materie nicht wirklich weiter, die prästabilisierte Harmonie hat *René Descartes'* (1596–1650) Körper-Seele-Dualismus bestenfalls verkompliziert, und „sein System des Optimismus endlich ist durch seinen angeblichen Vorzug, alles erklären zu können, vielleicht eine Gefahr.“ (*D'Alembert* 1989, S. 81) Dieser Vorwurf, dass nirgends ist, wer überall ist (*nusquam est qui ubique est*), ist *Leibniz* immer wieder gemacht worden, u. a. von dem begnadeten Anatomen und späteren Apostolischen Vikar für Norddeutschland und Skandinavien, *Niels Stensen* (1638–1686). Er ist jedoch nie in dieser Zuspitzung erhoben worden, denn was *d'Alembert* darin zum Ausdruck bringt, ist nicht nur die Kritik einer bestimmten Metaphysik, sondern die Kritik der Metaphysik überhaupt.

Seine Botschaft ist daher eindeutig, und sie lautet, dass die Zukunft der Wissenschaft nicht in der Konstruktion von Systemen liegt, sondern in der gegenstandsorientierten Forschung. Der in Frankreich gängige Begriff dafür lautete *esprit systématique*, systematischer Geist, und er versteht sich als Gegenpol zu dem *esprit de systèmes*, dem Geist der Systeme. Als Identifikationsfigur dieser im 18. Jahrhundert zunehmend sich etablierenden Denkungsart galt *Isaac Newton*. Dieser, sagt *d'Alembert*, hatte das seltene Glück, die Anerkennung seiner Philosophie (!) noch selbst zu erleben sowie die Achtung und Bewunderung seiner Landsleute zu erfahren, während man in Kontinentaleuropa von einer freundlichen Aufnahme der Ideen dieses großen Mannes weit entfernt war. Man beachte, dass *d'Alembert* von der Philosophie *Newtons* spricht, und es wird deutlich, weshalb *Leibniz* ihm als ein eher glücklos agierender Metaphysiker gelten musste.

Die Problemlage in den Wissenschaften

Den Unterschied zwischen dem Wissenschaftsverständnis auf den britischen Inseln und dem europäischen Festland macht *d'Alembert* an dem zentralen naturphilosophischen Thema der *Principia* fest, denn in Frankreich galt „noch die scholastische Philosophie, als *Newton* bereits die Cartesische Naturlehre überwunden hatte, und die Wirbeltheorie war abgetan, bevor ihre Annahme überhaupt erwogen worden war“, heißt es bei *d'Alembert*, und weiter:

„Der erste, der sich bei uns offen als Anhänger Newtons zu erklären gewagt hat, ist der Verfasser des ‚Discours sur la formation des astres‘, der neben ausgedehnten mathematischen Kenntnissen auch über philosophischen Geist – eine nicht sehr häufige Verbindung – und über eine schriftstellerische Begabung verfügte, die jeden Verdacht einer schädlichen Wirkung seiner Lehre zerstreuen, sobald man seine Werke liest.

Maupertuis behauptete, man könne ein guter Staatsbürger sein, ohne die in seinem Land herrschende Naturwissenschaft blindlings zu übernehmen, und er bewies im Kampf gegen diese einen Mut, den wir dankbar anerkennen müssen.“ (D’Alembert 1989, S. 82)

Lassen Sie mich diesen Auszug kurz erläutern: *Pierre Louis Moreau de Maupertuis* (1698–1759) war bereits mit 25 Jahren Mitglied der Pariser *Académie des Sciences*. Er hat bei *Johann (I) Bernoulli* (1667–1748) in Basel studiert, sich dort umfassend über *Leibniz* ins Bild gesetzt, und er ging für ein Jahr nach London, um auch in Bezug auf *Newton* aus erster Hand informiert zu sein. *Maupertuis* hat also jene beiden Gestalten, die im 17./18. Jahrhundert die naturwissenschaftlichen Debatten bestimmten, gleichermaßen ernst genommen, was sich insbesondere in der Argumentation seines berühmten Akademievortrags aus dem Jahre 1732 niederschlägt, auf den *d’Alembert* anspielt.

Dessen Titel lautete *Sur les lois de l’attraction*. Er lag dem von *d’Alembert* erwähnten Text zugrunde und wurde mit einer Verspätung von drei Jahren in den *Mémoires de l’Académie des Sciences* veröffentlicht – als *Conclusion* zu seinem *Discours sur les différentes figures des astres, où l’on essaye d’expliquer les principaux phénomènes du Ciel*. Den Grund dafür hat *d’Alembert* ebenfalls mitgeteilt: Der Vortrag hatte schon bei dem Versuch, den *Newtonschen* Gedanken einer Attraktionskraft nur in Erwägung zu ziehen, den entschiedenen Widerstand der die Akademie dominierenden *Cartesischen* Fraktion hervorgerufen.

Schaut man sich den Vortrag heute an, so steht man erstaunt vor dem Phänomen, dass der bloße Kommentar zu den Abschnitten XII und XIII des ersten Buches der *Newtonschen Philosophiae naturalis principia mathematica*, so hohe Wellen schlagen konnte, denn mehr hatte *Maupertuis* eigentlich nicht getan. Allerdings handelte es sich um genau die Passagen des *Newtonschen* Werks, in denen das $1/r^2$ -Gesetz der Gravitation abgeleitet wurde. *Newton* hatte dafür zunächst die zwischen sphärischen Körpern wirkenden Attraktionskräfte untersucht, und er ist im Anschluss daran zu solchen Körpern übergegangen, die eine davon abweichende Oberfläche besitzen. *Maupertuis* nimmt diese Darlegungen zum Anlass, um daran *Conjec-*

tures sur l'attraction anzuschließen, und es geht ihm darum, das, was *Newton* in rein geometrischer Darstellung entwickelt hat, hinsichtlich seiner Geltung als Naturgesetz zu prüfen.

Maupertuis wollte die Frage beantworten, ob dem *Newtonschen* Gravitationsgesetz auch physikalische Bedeutung zugesprochen werden kann. Aus diesem Grund untersuchte er zunächst, auf welche Weise die Cartesische Wirbeltheorie, d. h. die Deutung der Gravitation als Sekundäreffekt aus den Wirbelbewegungen subtiler Materie (des Äthers) begründet ist. Seine Schlussfolgerungen sind ebenso kühn wie genial. Niemand hat bisher erklären können, wie die Übertragung der Bewegung durch Druck und Stoß erfolgt, die den Cartesischen Wirbeln zugrunde liegt, schreibt er.¹ Um *Descartes* ist es daher – folgt man *Maupertuis* –, nicht besser bestellt als um *Newton*, der die Gravitationskraft als Fernwirkungskraft einführt, ohne über deren Wirkmechanismen Rechenschaft abzulegen.

Die impulsive Kraft ist – wie die Attraktion – ein Mysterium für uns, meint *Maupertuis*. Wir wissen nicht, wie sie in den Dingen verankert ist, und in welcher Beziehung sie zur Ausdehnung des Körpers steht. Grundsätzlich befinden wir uns daher hinsichtlich der Attraktionskraft in derselben Situation wie hinsichtlich der Stoßkraft. Mehr noch:

„plusieurs de ces phénomènes semblent ne pouvoir être expliqués sans admettre encore dans la Nature une autre force, par laquelle les corps éloignés agissent les uns sur les autres, une attractions.“ (Maupertuis 1756a, S. 161)

Maupertuis' Ausgangspunkt ist das Erklärungspotential der Attraktionskraft, und vor diesem Hintergrund versucht er einen Befreiungsschlag, der auf seinen Kenntnissen von *Leibniz* und *Newton* beruht. *Maupertuis* formuliert das Problem neu, indem er es in der *Leibnizschen* Perspektive einer Wahl präsentiert. Da die Dinge ihren letzten Grund in der Wahl des Schöpfers haben, meint er, lässt sich die heikle Frage nach der Art und Weise, wie die Bewegungsübertragung aus den Eigenschaften der Körper zu erklären sei, dadurch umgehen, dass man die Bedingungen für eine solche Wahl expliziert, und genau das hat er in seinem Akademievortrag getan. *Maupertuis* schiebt die metaphysisch relevante Frage nach der Natur der Körper beiseite, indem er sie durch das grundlegendere Wahlproblem ersetzt. Allerdings durch ein gegenüber *Leibniz* modifiziertes Wahlproblem, denn diesem geht es um die Wahl der besten aller möglichen Welten, während *Maupertuis'* Gott, das geeignete Gesetz der Massenanziehung auswählt.

1 *Maupertuis* kommt hier an denselben Punkt wie *Leibniz* ein halbes Jahrhundert vor ihm, und er formuliert eine vergleichbare Lösung zu dem von *Leibniz* in seinem Dialog *Pacidius Philalethi* mit dem Begriff der *transcreatio* bezeichneten Ausweg (vgl. Hecht 2011, S. 435–38).

Dies geschieht, indem *Maupertuis* die Frage diskutiert, ob sich ein Grund dafür angeben lässt, der erklärt, dass Gott das *Newtonsche* Gravitationsgesetz gegenüber allen anderen bevorzugt hat. Um darauf eine Antwort zu finden, untersucht er die Wirkung der Anziehungskraft auf Körper innerhalb und außerhalb einer massiven Kugel sowie einer Kugelschale, und zwar hinsichtlich der Geltung unterschiedlicher Kraftgesetze. Für den Fall des *Newtonschen* $1/r^2$ -Gesetzes findet er, dass es sowohl für die Anziehung eines Körpers außerhalb einer massiven Kugel als auch außerhalb einer Kugelschale gilt, während sich innerhalb einer massiven Kugel eine $1/r$ -Beziehung ergibt. Innerhalb einer Kugelschale sei die Anziehung sogar Null. Im Unterschied dazu sei die Anziehung in allen diesen Fällen gleich, geht man von der Geltung eines $1/r$ -Gesetzes für die Gravitation aus. Ein klarer Vorteil für das $1/r$ -Gesetz, wie es scheint.

Dennoch sei dies kein wirklicher Vorzug gegenüber *Newton*, betont *Maupertuis*, weil der vermeintliche Vorzug

„[...] n'est point ici un avantage réel par rapport à l'analogie ou à l'accord de la même loi dans les parties & dans le tout: & cette loi d'une attraction qui croîtroit quand les distances augmentent, paroîtroit contraire à l'ordre universel de la Nature, où les effets diminuent avec l'éloignement des causes.“ (*Maupertuis* 1756a, S. 169)

Das Auswahlprinzip beruht für *Maupertuis* also nicht auf der Geltung eines empirischen Vorteils, sondern auf dem philosophischen Argument der Gleichförmigkeit und einer universellen Ordnung in der Natur.

Ich möchte an dieser Stelle darauf aufmerksam machen, dass die Originaltexte eine andere Sprache sprechen als es die heute verbreiteten Darstellungen erwarten lassen. *D'Alembert* hat von *Newtons* Philosophie gesprochen und *Maupertuis*, der heute in der Regel als Mathematiker und Naturforscher gilt, transzendiert die mathematisch-physikalische Argumentation der *Principia*, um die Geltung des *Newtonschen* Attraktionsgesetzes als gleichberechtigt neben die Gesetze der Mechanik von Druck und Stoß stellen zu können.

Darin bildet sich ein grundlegender Umschichtungsprozess ab, der in mathematischer Perspektive zum Ausdruck bringt, was die geistigen Verschiebungen dieser Zeit insgesamt ausmacht. Es ist der Übergang vom Geist der Systeme zum systematischen Geist. Letzterer ist ein philosophischer Geist, wenngleich er kein metaphysischer mehr ist. In diesem Sinne hat *d'Alembert* von *Newton* als einem Philosophen gesprochen, und *Maupertuis* hat sich selbst stets als Philosoph verstanden.

Damit werden die Widerstände verständlich, die sich an der Pariser *Académie des Sciences* – und nicht nur dort – in einer Ablehnung *Newtons* bündeln. Es ist nicht mehr und nicht weniger als ein Weltsystem, d. h. ein übergreifender wissenschaftlicher Horizont, der mit *Newton* zur Disposition gestellt wird, und zwar mit allen Konsequenzen, wie der martialische Umgang mit den *Philosophischen Briefen Voltaires* (1694–1778) zeigt.

Diese wurden, als sie 1734 in Frankreich erschienen, sofort verboten und dem Henker überantwortet. Allerdings, so lässt *Voltaire* durchblicken, seien es nicht die *Philosophischen Briefe* gewesen, die Opfer des Autodafé wurden, denn diese habe der Zensor für sich behalten und für den Henker gegen die historische Abhandlung *Umwälzungen in Spanien* ausgetauscht (vgl. *Voltaire* 1987, S. 125).

In diesen Briefen beschreibt *Voltaire* u. a. die Irritationen eines Franzosen, der im frühen 18. Jahrhundert in London ankommt. Dieser findet, schreibt er,

„[...] alles in der Weltweisheit sowie in den übrigen Dingen verändert. (!) Er hat eine bevölkerte Welt verlassen und kommt in eine Wüstenei. Zu Paris war das Weltgebäude aus Wirbeln und zarter Materie zusammengesetzt, zu London hört man nichts von all diesem. [...] Bei den Kartesianern geschieht alles durch einen Stoß (impulsion), welchen man nicht versteht, nach des Herrn *Newton* Meinung geschieht alles durch einen Zug (attraction), von welchem man die Ursache ebenso wenig kennt. Zu Paris stellt man sich die Erde wie eine Melone vor, zu London ist sie auf beiden Seiten platt.“ (*Voltaire* 1987, S. 62)

Voltaire bezieht sich hier auf eine der spektakulärsten Konsequenzen der *Newtonschen* Theorie, die eine Abplattung der Erde an den Polen voraussetzte, während *Descartes* und seine Schule genau das Gegenteil behaupteten. In diesen gegensätzlichen Aussagen steckte die Möglichkeit zu einem *experimentum crucis*, zu einem Entscheidungsexperiment, das Aufschluss über die wahre Gestalt der Erde und damit über die Geltung derjenigen Theorie geben konnte, die sich in Übereinstimmung mit den Messungen befand.

Das ist der geistige Kontext, in dem die Wissenschaftsgeschichtsschreibung *Maupertuis'* Lapland-Expedition zur Bestimmung der Gestalt der Erde zumeist darstellt, und es handelt sich dabei zweifellos um den entscheidenden Anlass zur Ausrüstung dieser Forschungsreise. Indessen wäre es wohl kaum gelungen, allein aus wissenschaftlichen Interessen ein solches Unternehmen auf den Weg zu bringen. In diesem Sinne stellt *Maupertuis* in einem Rückblick fest:

„S'il n'eut été question que d'une simple Théorie, on les auroit peut-être laissé disputer. Mais la chose parut si importante pour la Géographie, & et la Navigation, qu'un Prince né pour la gloire et le bonheur de ses Peuples, la voulut faire décider.“ (Maupertuis 1752, S. 278)²

Die Expedition zur Bestimmung der Gestalt der Erde war ein Unternehmen von staatstragender Bedeutung. Bereits 1670 hatte der Staatsminister *Jean-Baptiste Colbert* (1619–1683) entschieden, eine Karte von Frankreich anfertigen zu lassen, und dafür genaue Messungen anzustellen. *Ludwig XIV.* (1638–1715) soll, als er die neue Karte seines Landes sah, bemerkt haben, dass ihn die Landvermessung mehr Territorium gekostet habe als jeder seiner Kriege. „Landvermessungen waren“, wie *Karl Schlögel* im Anschluss daran feststellt, „wirtschaftliche, organisatorische, logistische und wissenschaftliche Großprojekte, die bedeutende Aufwendungen verlangten und sich zudem über Generationen hinzogen“ (Schlögel 2009, S. 170). In unserem Fall waren sie reichlich fehlerbehaftet, und die Abweichungen so stark, dass man je nachdem, welchen Messungen man vertraute, damit sowohl die Theorie *Descartes'* als auch die *Newtons* hätte bestätigen können. Im Jahre 1735 wurde daher eine Expedition ausgerüstet, die unter Leitung von *Charles-Marie La Condamine* (1701–1774) einen Längengrad in der Nähe des Äquators vermessen sollte, wo man erwartete, aufgrund der größeren Abweichungen von der Kugelgestalt genauere Messergebnisse zu erhalten. Dieser folgte ein Jahr später die Expedition an den Polarkreis.

Theorie und Praxis der Expedition

Bereits die Vorbereitung der Reise war eine eigene Herausforderung. Was die Theorie der Messung anging, so war diese noch das geringste Problem. Am Beginn des 16. Jahrhunderts war in den Niederlanden die Methode der Triangulation entwickelt worden, die sich in der Praxis der Feldmesskunst bewährt hatte. Diese wurde auch den Planungen der *équipe Maupertuis* zugrunde gelegt. Sie besteht darin, eine aufgrund ihrer Länge nicht direkt messbare Strecke so in Teilstücke zu zerlegen, dass diese Seitenlängen von Dreiecken bilden. Auf dieser Grundlage wird es dann möglich, die Länge der Strecke indirekt durch Winkelmessungen zu bestimmen – vorausgesetzt, man hat vorher eine Basislänge traditionell mit Maßstäben ermittelt. Durch einfache trigonometrische Rechnungen lässt sich anschließend aus den gemessenen Winkeln auf die interessierenden Seitenlängen der Dreiecke

² Vgl. hierzu auch Pekonen (2010, S. 46–79).

schließen. Die sukzessive Ausführung dieses Prozedere ergibt dann die gesuchte Gesamtlänge.

Der entscheidende Vorzug dieses Verfahrens besteht darin, dass Hindernisse, die bei geodätischen Operationen unvermeidlich sind, vermieden werden können. Die Auswahl des Ortes, an dem die Messungen ausgeführt werden sollten, spielte für die Lapplandfahrer folglich eine entscheidende Rolle. Er musste hinreichend viele natürliche Erhebungen aufweisen, um ein ungehindertes Visieren für die Winkelmessungen zu ermöglichen, und er musste möglichst problemlos zugänglich sein in einer Gegend dichter Wälder sowie ausgedehnter Moore und Sümpfe. Einen solchen Ort vorab zu bestimmen, erwies sich als schwierig, weil die verfügbaren Karten des Expeditionsgebiets diesbezüglich nur wenig aussagekräftig waren. Eine gültige Entscheidung war daher nur an Ort und Stelle möglich.

Die Bestimmung der Weglänge durch Triangulation betraf allerdings nur einen Teil der auszuführenden Messungen. Denn um eine Aussage über die Länge eines Meridiangrades machen zu können, musste die durch Triangulation bestimmte Länge auf eben diesen Grad bezogen werden. Man benötigte dafür eine zweite unabhängige Messung, die Aufschluss über die Winkeldifferenz derjenigen Breiten geben konnte, zwischen denen die Triangulation auszuführen war. So wurde es möglich, die gemessene Länge auf den Meridiangrad abzubilden, und auf diese Weise die Längen unterschiedlicher Grade (zum Beispiel am Polarkreis und am Äquator) zu vergleichen. Dafür war die Höhe eines Sterns über den Endpunkten der Triangulationsstrecke zu bestimmen, und daraus die Winkeldifferenz zu ermitteln.

Für solche Messungen wurde bei dem englischen Mechaniker *George Graham* (1673–1751) ein Zenitsektor in Auftrag gegeben – ein Präzisionsmessgerät, das einzigartig in seiner Zeit war und schon von der Feinmechanik her höchsten Ansprüchen an die Messgenauigkeit genügte. Dasselbe gilt für den in den Uhrmacherwerkstätten des französischen Königs gefertigten Quadranten, der Stabilität mit Präzision verband. Er befindet sich als Geschenk *Maupertuis'* an die *Académie des Sciences et des Belles-Lettres* heute in der Sammlung astronomischer Instrumente der Sternwarte Babelsberg.³

Als dann die jungen französischen Akademiker – neben *Maupertuis* nahmen *Alexis-Claude Clairault* (1713–1765), *Pierre-Charles Le Monnier* (1715–1799) sowie *Charles-Etienne Camus* (1699–1768) und der *Abbé Réginald Outier* (1694–1774) an der Expedition teil – am 2. Mai 1736 in Dünkirchen an Bord des Expeditionsschiffes gingen, waren sie, was die technischen Vor-

3 Eine Beschreibung der Messmethoden, der verwendeten Instrumente und der Messergebnisse findet man in Howald-Haller (1999).

aussetzungen des Unternehmens anging, gut gerüstet, und sie hatten auch die wenigen Berichte, die es über Reisen nach Lappland gab, genau studiert. Die Expedition blieb dennoch ein Aufbruch in einen weitgehend unbekanntem und unter wissenschaftlichem Gesichtspunkt kaum zur Kenntnis genommenen Teil Europas. Einzig *Carl von Linné* (1707–1778) hatte 1732 – ebenfalls als junger Mann – eine vergleichbare Forschungsreise unternommen, doch sein Buch über die Pflanzenwelt Lapplands, die *Flora Lapponica*, erschien erst 1737 in Amsterdam und der Reisebericht sogar posthum.

Die *Messieurs du Nord*, wie die Expeditionsteilnehmer später genannt wurden, nahmen den Weg über Stockholm, wo sie vom schwedischen König empfangen wurden und mit *Anders Celsius* (1701–1744) einen ortskundigen Astronomen in ihre Forschungsgruppe aufnahmen, nach Torneå. Diese Stadt war nicht das ursprüngliche Ziel der Expedition. Man hatte gehofft, entlang des Bottnischen Meerbusens messen zu können, indem man Landzungen und der Küste vorgelagerte Inseln für die Arbeit zu nutzen gedachte. Die Hoffnung zerschlug sich schnell, denn es fehlte an Erhebungen, die eine Triangulation möglich machten. Nördlich von Torneå gab es immerhin einen gleichnamigen Fluss, der es ein Stück weit ermöglichte, Bewegungen in einer Region der Extreme vorzunehmen, die an bequemeren Orten schon eine Herausforderung darstellten. Der Fluss verlief weitgehend parallel zu dem Meridian, der vermessen werden sollte, doch selbst dieser Zugang zu den ausgewählten Messpunkten war alles andere als leicht.

Maupertuis schildert in seinem Reisebericht, wie die Finnen mit leichten, nur aus einigen sehr dünnen Tannenbrettern gefertigten Booten, den Fluss meisterten, der immer wieder Stromschnellen und Wasserfälle aufwies, dessen Lauf große Steine behinderten, und dem bisweilen – wie bei einem Gebirgsbach – nur auf den Steinen selbst zu folgen war. Es ist ein entsetzlicher Anblick für diejenigen, die solche Manöver nicht gewohnt sind, mit ansehen zu müssen, wie diese zerbrechlichen Schiffe durch den Strom der Wellen fortgerissen werden, wie sie in die Luft gehoben werden, und gleich wieder in den Fluten zu verschwinden scheinen, schreibt er, und der Abbé *Outhier* ergänzt, dass sowohl *Maupertuis* als auch *Camus* die Gefahr nicht schreckte, auf solchen Brettern über den Fluss zu gleiten, wobei sie – ganz Wissenschaftler eben – mit Faszination die verschiedenen Wirkungen des Wassers auf das Boot sowie dessen Strömungsverhalten angesichts der vielen Hindernisse beobachteten.⁴

4 Man vgl. hierzu *Allgemeine Historie der Reisen* (1759, S. 343). Diese Enzyklopädie des Reisens enthält eine Zusammenfassung der beiden Reiseberichte über die Lappland-Expedition in deutscher Übersetzung: *Maupertuis* (1740) und *Outhier* (1744).

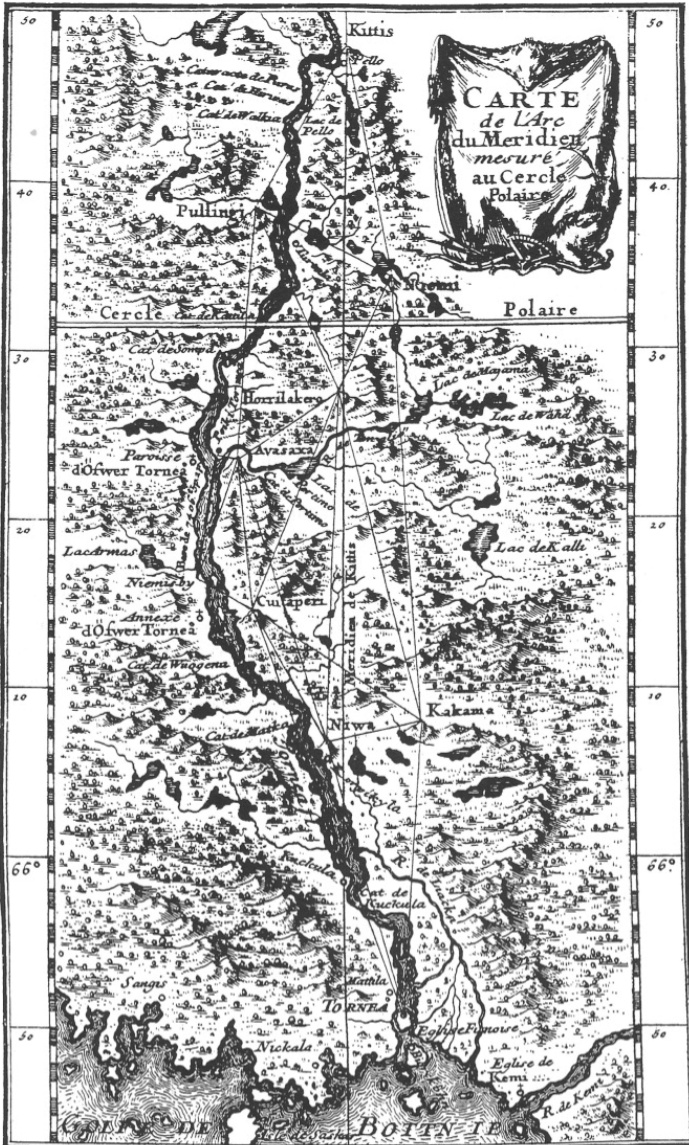


Abb. 1: Die Triangulation am Polarkreis

(Maupertuis 1756c, S. 175)

Dieser Fluss musste mit hochempfindlichen Instrumenten, mit Marschgepäck und Proviant bewältigt werden, und das war immer noch leichter als zu den Berggipfeln zu gelangen, dort Standzeichen zu errichten und an den Enden der Triangulationsstrecke Observatorien aufzuführen. Zu den Beschwerlichkeiten des Geländes kamen die Wetterextreme mit ihren Folgen – im Sommer Myriaden von Mücken der aggressivsten Art, gegen die es nur das Mittel gab, ein Feuer von feuchtem Holz zu entfachen und sich dahinter in Qualm und Rauch zu hüllen. Im Winter sank die Thermometeranzeige nicht selten unter -40°C . Bei solchen Temperaturen war Branntwein die einzige trinkbare Flüssigkeit, die nicht gefror, berichtet *Maupertuis*. Alle anderen froren beim Trinken sofort an den Lippen fest und hinterließen blutende Wunden, wenn man das Trinkgefäß wieder absetzen wollte.

Doch so, wie die *équipe* sich in den abenteuerlichsten Fahrten über den Torneåfluss für die Wirbel und die Wirkungen des Wassers auf ihr Fahrzeug interessierte, wusste sie auch besondere Natureindrücke wie die Polarnacht und vor allem die Ästhetik der Nordlichter zu genießen. *Maupertuis* beendet seinen *Essai de Cosmologie* aus dem Jahre 1750 rückblickend mit den Worten:

„Wer kann ohne Bewunderung den herrlichen Bogen ansehen, der der Sonne entgegengesetzt erscheint, wenn bei regnerischem Wetter die in der Luft zerstreuten Tropfen die Farben des Lichtes vor unseren Augen absondern! Und wenn man sich zu den Polen begibt, welch neue Schauspiele erwarten Sie! Feuer von tausend Farben, bewegt von tausend Regungen erleuchten die Nächte in den Breiten, wo der Tagesstern im Winter nicht erscheint. Ich habe solche Nächte gesehen, die schöner waren als der Tag, Nächte, die die Sanftheit der Morgenröte und den Glanz des Mittags vergessen ließen.“⁵ (*Maupertuis* 1756b, S. 77f.)

Unter diesen Bedingungen wurde die Triangulation ausgeführt. Man wollte diese Arbeiten unbedingt vor Einbruch des Winters beendet haben, und es gelang. Entstanden war, wie *Maupertuis* mitteilt,

„[...] ein langes Siebeneck, welches sich in die Richtung der Mittagslinie gesetzt befand, und fähig war, bewähret zu werden; welches bey dergleichen Verrichtungen etwas sonderbares ist.“ (*Allgemeine Historie der Reisen* 1759, S. 350)

Nachdem auch die Winkeldifferenz bestimmt und die Basislinie vermessen war, konnte die Gestalt der Erde errechnet werden – die Erde war an den Polen abgeflacht.

Am 22. Mai 1737 ging in Torneå ein Brief des Staatssekretärs *Comte de Maurepas* (1701–1781) ein, der die Expeditionsteilnehmer nach Frankreich

5 Unveröffentlichte Übersetzung von Jean-Paul Guiot.

zurück beordnete. Sie hatten eigentlich noch einen Obelisk errichten wollen, mit dem an die Messungen erinnert werden sollte, doch dazu kam es nicht mehr, denn bald darauf traten sie in zwei Gruppen zu Land und zu Wasser die Heimreise an. Es wurde eine Reise, die an Herausforderungen den Messungen nur wenig nachstand, und kaum war das Schiff mit allen Instrumenten und Gerätschaften unter gutem Wind unterwegs, geriet es auch schon in einen Sturm, der es leckschlug. Nur unter äußerster Anstrengung gelang es der Besatzung, die Küste zu erreichen, und mit den empfindlichen Instrumenten auch die Protokollbücher und naturkundlichen Sammlungen der Expedition in Sicherheit zu bringen.

Ein Bericht über die dramatischen Geschehnisse des Schiffbruchs findet sich in *Réginald Outhiers Journal d'un voyage au Nord fait en 1736 & 1737*, das 1744 in Paris erschien. Diese Havarie hat auch literarisch Wirkungen gezeigt – insbesondere in *Voltaires* Erzählung *Micromégas*, mit der ich ihnen einen ersten Eindruck von der Vielfalt der Ereignisse geben möchte, die nach der Rückkehr der *Messieurs du Nord* einsetzte.

Dass *Voltaire* dieses Sujet für eine seiner geistreich funkelnden und tief in die Seele seines Zeitalters blickenden Erzählungen wählte, hat mit seinem Engagement für *Newton* zu tun. *Voltaire* war nicht nur einer der ersten *Newtonianer* auf dem Kontinent, er war auch einer der kompromisslosesten, und dies sowohl wissenschaftlich-philosophisch als auch literarisch. Für den wissenschaftlich ambitionierten Aufklärer stehen vor allem die *Elemens de la philosophie de Newton*, und der Literat hat in der Erzählung *Micromégas* den Geist seiner Zeit – und wie sich bei einer Lektüre schnell zeigt, nicht nur dieser – zum Sprechen gebracht.

Der Titel der Erzählung ist ein Kunstwort, das sich aus den griechischen Adjektiven für klein und groß zusammensetzt. Es artikuliert die Relativität allen Denkens und Seins und macht sich damit zum Ausdruck des *esprit systématique*. Denn der neue wissenschaftliche Geist profiliert sich contra zu einem Wissenschaftsverständnis, das auf einem Letztbegründungsanspruch beruht. Er weist der Empirie als messender Erfahrung eine neue Bedeutung im Erkennen zu und setzt daher an die Stelle abgeschlossener Systeme eine sich systematisch erneuernde Wissenschaftslandschaft.

Dafür steht in der Erzählung *Micromégas* ein Bewohner des Sirius, dessen Größe den Abmessungen des Sterns entspricht, auf dem er zuhause ist. Er besitzt die Gestalt eines Riesen. Doch nicht nur das, auch seine Intelligenz ist enorm und seine praktischen Begabungen stehen dem in nichts nach. Dieser Riese, teilt uns *Voltaire* mit, ist bei den Jesuiten seines Sterns in die Schule gegangen. Er hat Mathematik, Metaphysik und Naturgeschichte

studiert – letztere mit besonderem Erfolg auf mikroskopischem Gebiet. Das machte ihn zum Verfasser eines Buches, in dem die Wachsamkeitsapostel über die ewigen Wahrheiten schnell freigeistige und ketzerische Gedanken entdeckten, so dass es kam, wie es kommen musste. Das Buch wurde verboten und *Micromégas* des Hofes verwiesen. Er begab sich nun zur Fortsetzung seiner Studien auf Reisen durch die Himmelsgefilde, und da er die Gesetze der Gravitation kannte, fiel es ihm leicht, von Stern zu Stern und von Planet zu Planet zu gelangen, so dass er schließlich auch unser Sonnensystem erreichte, in dem er sich auf dem Saturn niederließ.

Im Vergleich zum Sirius ist der Saturn ein Zwerg, und dessen Bewohner sind, wie er feststellte, entsprechend der Natur der Dinge ebenfalls Zwerge mit den daraus folgenden Konsequenzen für Körper und Geist. Ansonsten aber war alles weitgehend wie gehabt. *Micromégas*

„[...] schloß enge Freundschaft mit dem Sekretär der Saturnischen Akademie, einem sehr gescheiten Mann, der freilich selbst nichts entdeckt hatte, aber sehr gute Berichte über die Entdeckungen anderer schrieb, ganz passable kleine Verse und große Berechnungen machte.“ (Voltaire 1984, S. 13)

Unser Siriusbewohner konnte den Akademiesekretär zu einer gemeinsamen Expedition durch das Planetensystem bewegen, die sie schließlich auf die Erde brachte.

Dieser Planet war im Vergleich zu den Himmelskörpern der Herkunft der beiden Globetrotter so winzig, dass sie zunächst vermuteten, dort kein Leben zu finden – geschweige denn denkende Wesen. Erst als sie mit einem selbstgefertigten Mikroskop etwas ebenso Großes wie einen Wal auf der Ostsee treiben sahen, wurden sie aufmerksam. Denn, schreibt *Voltaire*:

„Wie man weiß, kehrte zu jener Zeit eine Forschergruppe vom Polarkreis zurück, wo sie Beobachtungen gemacht hatte, deren bis dahin keiner gewärtig war. In den Zeitungen stand, ihr Schiff sei im Bottnischen Meerbusen gestrandet und sie hätten sich nur mit knapper Not retten können. Aber man erfährt auf dieser Welt nie die wahren Hintergründe. Ich werde ungeschert erzählen, wie sich die Sache zugetragen hat, ohne meinerseits etwas hinzuzufügen: was für einen Historiker keine geringe Anstrengung ist.“ (Voltaire 1984, S. 20)

In *Voltaires* Geschichte hebt der Riese vom Sirius das Schiff aus dem Meer und verursacht dadurch die Havarie – eine Havarie freilich, die für ein Forscherteam nicht besser hätte ausgehen können, denn in deren Verlauf gelingt es dem Riesen zusammen mit dem saturnischen Zwerg zu den französischen Akademikern eine kommunikative Beziehung herzustellen. Diese führte zu einem angeregten Gespräch, in dem den Saturnier sogleich die Lust ankam,

„[...] diese denkenden Atome auszufragen, um zu sehen, in welchen Punkten sie übereinstimmen. ‚Wie groß‘, begann er, ‚schätzt ihr die Entfernung vom Hundstern bis zum großen Stern der Zwillinge?‘ – ‚Zweiunddreißigundeinhalb Grad‘ antworteten alle zugleich. ‚Wieviel rechnet ihr von hier bis zum Mond?‘ – ‚Rund sechzig halbe Erddiameter.‘ – ‚Wieviel wiegt eure Luft?‘ Er meinte sie zu ertappen, aber alle antworteten, die Luft wiege ungefähr neunhundertmal weniger als ein gleiches Volumen des leichtesten Wassers und neunzehnhundertmal weniger als Dukatengold. Der kleine Zwerg vom Saturn war über die Antworten so erstaunt, daß er versucht war, dieselben Menschen, denen er eine Viertelstunde zuvor eine Seele abgesprochen hatte, für Zauberer anzusehen.“ (Voltaire 1984, S. 27)

Dieser mit viel Sinn für die naturwissenschaftlichen Themen der Zeit eingefädelt Gesprächsverlauf ist ein schönes Beispiel für die von *Voltaire* in seinem Titel ausgedrückte Relativität aller Erkenntnis. Denn die hinsichtlich ihrer Intellektualität die französischen Akademiker um Größenordnungen überragenden Besucher von Sirius und Saturn müssen nicht nur einsehen, dass die Geometer und Messkünstler auf der Erde zu denselben Leistungen fähig sind wie sie selbst; sie müssen zudem anerkennen, dass Größe und Geist nicht unbedingt im gleichen Verhältnis zueinander stehen.

Auf die reale Situation der französischen Akademiker bezogen bedeutet dies, dass die wissenschaftlichen Kenntnisse und deren experimentelle Bestätigung durch die Lappland-Expedition nicht nur ein Meilenstein auf dem Weg der Naturerkenntnis waren. Vielmehr noch wurde deutlich, dass Messung und Geometrie die geeigneten Instrumentarien darstellten, um unangreifbar scheinende metaphysische Wahrheiten zu entzaubern. Das freilich war zu jener Zeit alles andere als Allgemeingut, und die Erfahrungen des Siriers *Micromégas*, die ihn am Beginn der Erzählung in die Weiten des Alls trieben, stehen bei *Voltaire* für Vorurteile und Denkbarrieren, gegen die auch die Messresultate der *équipe Maupertuis* nichts auszurichten vermochten. Dieser Sachverhalt kulminierte nach der Rückkehr der Forschungsreisenden in der Präsentation der Expeditionsergebnisse in Paris.

Das Interesse an diesen war groß, und die Ankunft der Forschergruppe gestaltete sich zu einem gesellschaftlichen Ereignis ersten Ranges. Die *Messieurs du Nord* wurden nicht nur vom König und vom Kardinal empfangen, auch die *Académie des Sciences* lud schon bald zu einer öffentlichen Sitzung ein, für die die vorgesehenen Säle des *Palais du Louvre* nicht ausreichten. Dennoch wurde der Bericht über die Expedition für die Lapplandreisenden zum Debakel. Die Messergebnisse entsprachen nicht dem, was die gebildete Öffentlichkeit erwartete. Gewünscht war ein klares Bekenntnis zu *Descartes* und geliefert wurde eine Bestätigung *Newtons*.

Es machten daher neben eher allgemein-philosophischen Vorbehalten auch Einwände die Runde, die sich auf messtechnische Details bezogen. *Maupertuis*, der von der Marquise *Du Châtelet* (1706–1749) auf ihr Schloss nach Cirey eingeladen worden war, um von den Anfeindungen zumindest örtlich Abstand zu gewinnen, ging sämtliche Messergebnisse immer wieder neu durch. Er erwog sogar, die Expedition auf eigene Kosten zu wiederholen, während *Anders Celsius* zeigte, dass die Einwände gegenüber der Messtechnik sowie den zugrunde gelegten Verfahren unzutreffend waren. Die Zweifel aber – einmal in der Welt – blieben.

Die allgemeine Grundstimmung änderte sich erst, als sich herausstellte, dass nicht die Messungen am Polarkreis, sondern die früheren Bestimmungen des Grades von Paris fehlerhaft waren, und das Blatt wendete sich mit der Rückkehr der Expedition *La Condamines* vom Äquator im Jahre 1745. Nun erst konnten Grafiken und Gemälde Breitenwirkung erlangen, wie sie Abbildung 2 zeigt. *Maupertuis* erscheint darin als der *Galilée du Siècle* (Voltaire), als der Mann, der, indem er die Gestalt der Erde verändert, zugleich einen Ausweg aus dem Rahmen des tradierten metaphysischen Denkens weist, und zwar nicht allein durch die Bestätigung der *Newtonschen* Theorie – ausgewiesen durch die Karte mit der Triangulation in der rechten unteren Ecke –, sondern auch durch naturkundliche Untersuchungen in einer weitgehend unbekanntem Tier- und Pflanzenwelt sowie durch die Bedeutung, die neue Industrien für das Verständnis von Natur und Kultur gewannen – dies symbolisiert durch die Kupferbergwerke von Falun im Hintergrund der Abbildung 2.

Die Expedition an den Polarkreis – so zeigen es die berühmten Bildnisse – ist für *Maupertuis* und seine Forschergruppe mehr als ein wissenschaftliches Experiment. Um ein Experiment auszuführen, müssen Bedingungen geschaffen werden, die das interessierende Phänomen dadurch quantifizierbar machen, dass sie andere störende Phänomene ausschließen. Das hätte genügt, um die Gestalt der Erde geometrisch zu bestimmen. Die Ambitionen der *Messieurs du cercle polaire* aber reichten weiter. Die Reise an den Polarkreis war für sie eine Reise in eine *terra incognita*, die es galt, hinsichtlich ihrer geometrischen Form zu bestimmen, dies jedoch in Einheit mit Natur und Kultur ihrer Bewohner. Es handelte sich um eine naturgeschichtlich-ethnografische Forschungsreise, die von vornherein die Erde als vielgliedrigen Erkenntnisgegenstand im Blick hatte.

Besonders aufschlussreich ist in dieser Hinsicht der Reisebericht des Abbé *Outhier*. In diesem findet man neben Schilderungen der Gastfreund-



Abb. 2: Maupertuis als Lapplandforscher

(ABBAW: Gr.-Slg.Nr. 208)

schaft und der Religion der Bewohner Lapplands, Passagen über die Besonderheiten ihres Landbaus, der Pferdezucht und der Rentierbewirtschaftung. Breiten Raum nimmt die Beschreibung der Häuser und deren Einrichtung ein, wobei die finnische Sauna eine besondere Faszination auf die französischen Forscher ausübte. *Outhier* beschreibt, wie er in der Nacht, wenn die Straßen leer waren, die Grundrisse einiger Städte und deren Abmessungen aufnahm, um ein möglichst umfassendes Bild dieser Region zu gewinnen.

Schaut man in diesem Zusammenhang noch einmal auf Abbildung 2, so wird deutlich, dass auch Kleidung, Zeremonien und abhängig von der Jahreszeit praktizierte Riten interessierten. Der Reichtum der Tier- und Pflanzenwelt wird erwähnt, Wetterbeobachtungen ausgeführt und die Bergwerke von Falun, zu deren Besuch einige der Expeditionsteilnehmer eingeladen wurden, nebst der Kupferschmiede von Afsta ausführlich beschrieben.

Als die Akademiker die Industrieanlagen besichtigten, befanden sie sich bereits auf dem Rückweg. Kurz vorher hatten *Maupertuis* und *Anders Celsius* noch eine Reise in einem Rentierschlitten, einer Pulka (Abb. 3), unternommen, die sie an einen für die Bewohner des Landstrichs geheimnisumwitterten Ort führte. Eine Tagesreise entfernt bei Windso, so hieß es, befände sich ein Monument mit einer alten Runeninschrift, in der – so die Legende – die Weisheit der Ureinwohner in Stein gemeißelt sei. Es handelte sich um einen Stein mit einer Gravur, die *Celsius* als guter Kenner von Runenschriften jedoch nicht als solche identifizieren konnte, und auch *Maupertuis* war sich unsicher, ob man es dabei überhaupt mit einer Mitteilung in Zeichenform zu tun hatte oder doch eher mit einem Spiel der Natur.⁶

Wenn es sich dabei wirklich um eine Inschrift handeln sollte, überlegte er, dann müsste es wohl die älteste der Welt sein. Doch wie sollte man dies an einem Ort erwarten können, an dem die Lebensbedingungen so hart waren, dass man in den Weiten des Schnees an der Grenze von Kultur und Wildheit vegetierte? Man müsste in diesem Fall annehmen, dass die Gegend schon einmal bessere Zeiten gesehen hat – klimatische Bedingungen etwa, die es nicht erforderten, alle Aktivitäten zur Erhaltung des bloßen Lebens zu bündeln. *Maupertuis* imaginiert daher eine große Umwälzung, die auf der Erde stattgefunden haben könnte und verweist dafür auf Zeugnisse wie Fossilien und Abdrücke organischen Lebens im Kupferschiefer. Er nimmt an,

6 Heute weiß man, dass es sich bei den vermeintlichen Runeninschriften nicht um Zeugnisse menschlicher Kultur handelt, sondern um natürliche Umbildungen des Gesteins dieser Gegend, die sich nicht nur an dem Monument von Windso finden. Man vgl. dazu Herva et al. (2018).

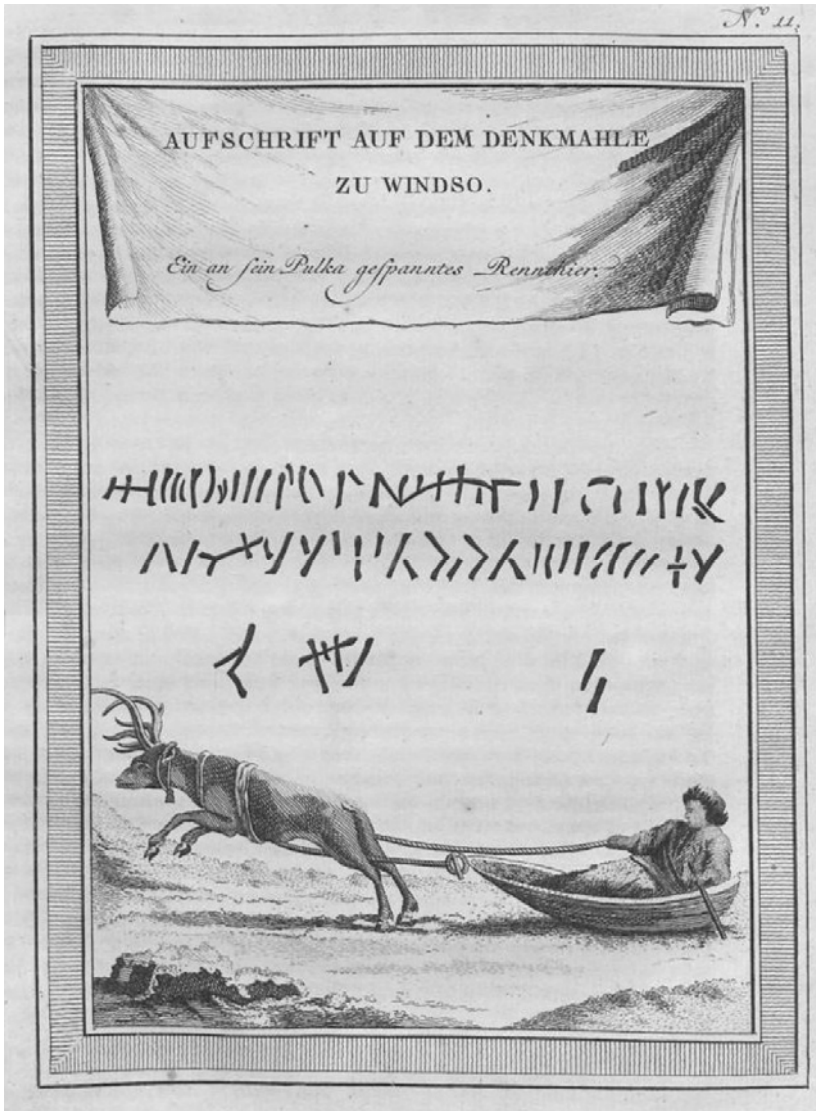


Abb. 3: Die Reise zum Monument von Windso
(Allgemeine Historie der Reisen 1759, N^o. 11)

dass sich die Lage der Erdachse zur Ekliptik verschoben haben könnte, die dann, nachdem sie eine Veränderung des Massenschwerpunkts bewirkte, eine neue stabile Lage ermöglichte.

Um einen aktuellen Vergleich anzubringen, bittet er seine Leser sich vorzustellen, dass die Teilnehmer der Expedition zur Bestimmung der Gestalt der Erde an eben diesem Ort eine Inschrift hinterlassen haben, in der über ihre Tätigkeit und deren Resultate berichtet wird. Auch deren Inhalt könnte, wie er mutmaßt, eines Tages ebenso dunkel erscheinen wie die Botschaft der Runen. Unter solchen Umständen würde niemand mehr erfahren, dass die Gravur etwas mit der französischen Expedition zur Vermessung eines Meridians zu tun hatte. Die Schriftzeichen wären dann nichts weiter als Hieroglyphen, von denen nicht einmal mehr klar wäre, ob es sich überhaupt um Symbole handelt, die auf etwas verweisen. Nach *Maupertuis* sind in der Geschichte des menschlichen Denkens immer wieder Kenntnisse verloren gegangen, auf deren Wiedergewinnung wir nicht hoffen können und das, was wir wissen, ist für ihn daher nur fragmentarisch.

Bereits 1742 in seiner *Lettre sur la Comète* für *Emilie Du Châtelet* malte er die Folgen einer Katastrophe aus, die sich ergibt, sollte sich einmal ein Komet zu nahe an der Erde vorbei bewegenden. Es besteht kein Zweifel, schreibt er, dass die meisten Tiere, die der Hitze und den Dämpfen des Kometenschweifs ausgesetzt sein würden, umkämen. Nur die stärksten Arten oder die niedrigsten blieben am Leben, und die ursprüngliche Harmonie und Ordnung der Dinge wäre für immer verloren. Ist aber die große Kette der Wesen erst einmal unterbrochen, kann unsere Erkenntnis nicht mehr vollständig sein, und wir müssen auf die Entdeckung einer Vielzahl von Wesen verzichten, weil isolierte Arten zu unserer Erkenntnis nichts beitragen können.

Diese Argumentation findet sich fast wörtlich auch in dem Bericht über die Reise zu dem Monument von Windso (vgl. Allgemeine Historie der Reisen 1759, S. 375f.), und sie bildet den Abschluss des *Essai de Cosmologie*. Letzterer erschien 1750, d. h. sechs Jahre vor *Immanuel Kants* (1724–1804) *Allgemeiner Naturgeschichte und Theorie des Himmels*. Für beide – für *Maupertuis* und *Kant* –, war klar, dass die Natur eine Geschichte haben muss, und dass sich diese Geschichte stets auf besondere Weise zum Ausdruck bringt, z. B. auch in Veränderungen der Gestalt der Erde. Diese Einsicht hat nun Folgen für den Ausgangspunkt meines Vortrags, d. h. für das Verständnis der Schwierigkeiten bei der Anerkennung der *Newtonschen* Theorie in Frankreich.

Die Methodologie

Sie, Herr Professor *Dill*, haben sich, wie wir gerade in der Laudatio hörten, intensiv mit dem Werk *Alexander von Humboldts* (1769–1859) auseinandergesetzt, und ich habe in einer ihrer jüngsten Publikationen zu diesem Thema eine Stelle gefunden, die mich angeregt hat, in deren Perspektive meinen Vortrag noch einmal Revue passieren zu lassen. Die Passage lautet:

„Der Naturforscher *Humboldt* war in den Sozial- und Kulturwissenschaftler *Humboldt* geschlüpft und umgekehrt. Darin, nicht in der bloßen Addition von natur- und sozialorientierten Einzelwissenschaften liegt seine Einmaligkeit als Universalist. Für seine führende Rolle in den Wissenschaftsdebatten seiner Zeit spielte sein umfangreiches Zusammenhangswissen, seine Annahme des letztendlichen Gesamtzusammenhangs der Welt und des Planetensystems und damit aller Wissenschaften eine entscheidende Rolle.“ (Dill 2020, S. 29)

Dasselbe lässt sich auch von *Maupertuis* sagen.

Ich hatte am Beginn meiner Rede den Akademievortrag *Maupertuis*‘ vorgestellt, der als Geburtsurkunde des *Newtonianismus* auf dem europäischen Kontinent gilt, und ich hatte gezeigt, auf welche Weise *Maupertuis* für seine Argumentation eine *Leibnizsche* Denkfigur neu interpretiert hat. Diese Denkfigur hat in der Folgezeit bei ihm die Form eines Prinzips angenommen, des Prinzips der kleinsten Aktion (*le principe de la moindre quantité d’action*). Es besagt, dass bei allen Veränderungen, die in der Natur vorkommen, die Größe der Aktion, die für diese Veränderung aufgewendet werden muss, stets die kleinstmögliche ist.

Dieses Prinzip hat Physikgeschichte geschrieben. Nach *Helmut Pulte* kann es

„[...] neben dem Energieerhaltungssatz als das einzige grundlegende Gesetz der klassischen Mechanik gelten, das den Übergang zur Relativitätstheorie und Quantenmechanik unbeschadet überstanden hat.“ (Pulte 1989, S. 1)

Dennoch ist der spätere Erfolg des Prinzips in der Physik nur ein Teil dessen, was *Maupertuis* mit seiner Formulierung anstrebte. Das kommt insbesondere darin zum Ausdruck, dass *Maupertuis* dem in der Formulierung seines Prinzips vorkommenden Terminus der Aktion eigentlich die Bezeichnung Kraft geben wollte. Da der Kraftbegriff aber schon durch *Leibniz* und *Christian Wolff* (1679–1754) festgelegt war, hat er davon abgesehen, um die Begriffe nicht zu verwirren.

Der Verweis auf *Leibniz* und *Wolff* ist wichtig, weil darin zum Ausdruck kommt, dass es sich bei den *Maupertuisschen* Aktionen um vergleichbare

Wirkpotenzen handelt, d. h. um philosophische Bestimmungen, die insbesondere den Charakter finaler Wirkungen besitzen – bei den beiden Deutschen freilich im metaphysischen Sinne, während der Franzose *Maupertuis* die Aktionen als natürliche Wirkungen auffasst, die quantifiziert werden können.⁷ Das Prinzip der kleinsten Aktion ist daher für ihn das Grundgesetz aller natürlichen Veränderungen – menschliche Handlungen eingeschlossen –, und in diesem Sinne ist es ein philosophisches Prinzip.

Dieser Sachverhalt ist in der gesamten Rezeptionsgeschichte, die sich auf die physikalische Bedeutung des *Maupertuisschen* Prinzips konzentriert hat, weitgehend unbeachtet geblieben. In ihm aber steckt der aufklärerische Impetus des *Maupertuisschen* Denkens, das auf der Grundlage der philosophischen Bedeutung des *principe de la moindre quantité d'action* einen durchgehenden Entwicklungszusammenhang in Natur und Kultur auf Begriffe bringt.

So liest man etwa in *Maupertuis' Cosmologie*, und zwar bezogen auf die Veränderung biologischer Arten, dass es kein Wunder sei, wenn sich eine grundlegende Übereinstimmung bei allen zur Zeit existierenden Arten findet. Nimmt man nämlich an, dass nur die in irgendeiner Weise zweckmäßigen unter den zufällig hervorgebrachten Kombinationen der Natur fortbestehen können, so ließe sich sagen, dass der Zufall eine unermessliche Menge von Individuen hervorgebracht hat, von denen eine kleine Anzahl so gebaut war, dass die Teile des Tieres seinen Bedürfnissen genügen konnten, während es bei einer noch größeren Anzahl weder Übereinstimmung noch Ordnung gab, so dass diese zugrunde gingen. (*Maupertuis* 1756b, S. 11)

Man erkennt in dieser Argumentation leicht das Motiv des Akadmievortrags *Les lois de l'attraction* wieder, aber auch den inzwischen erreichten Erkenntnisfortschritt, denn 1732 war es noch Gott, dessen Wahlkriterium erschlossen werden sollte. Jetzt ist es die Natur selbst, die durch Mutation Wahlmöglichkeiten als Voraussetzung für die Entstehung neuer biologischer Arten hervorbringt. Hier wie da handelt es sich um ein Auswahlprinzip, dessen Kriterium kein biologisches oder physikalisches ist. Mit der Betonung von Ordnung und Übereinstimmung in der Natur besitzt es für *Maupertuis* philosophischen Charakter, und damit erscheint auch die Lappland-Expedition in einem neuen Licht. Denn deren verschiedene Facetten erweisen sich nun als Momente eines Anliegens, in dem Möglichkeiten hinsichtlich ihrer Praktikabilität evaluiert werden: Das betrifft eine an den Polen abgeflachte Erde ebenso wie die Entdeckung einer anderen Lebensweise

7 Man vgl. hierzu Hecht (1999).

am Polarkreis, aber auch die überraschende Tier- und Pflanzenwelt sowie die Möglichkeit so grundlegender Veränderungen, wie sie das Monument von Windso nahelegte.

Dies alles liegt in dem Prinzip der kleinsten Aktion beschlossen, wenn man es im Sinne *Maupertuis*' versteht, und bezogen auf das Thema meines Vortrags ergibt sich daraus, dass die Bestimmung der Gestalt der Erde weit mehr war als die Bestätigung der *Newtonschen* Theorie. Die Expedition wurde zwar anfänglich als *experimentum crucis* konzipiert, in ihrem Verlaufe aber und insbesondere im Zusammenhang mit der Verteidigung der Messergebnisse am Polarkreis gewann ein Bewusstsein Oberhand, in dem die Historizität der Naturerkenntnis zum Denkrahmen wurde, in dem nicht nur die Physik, sondern die Naturwissenschaften überhaupt ein neues Paradigma entfalteten.

Aus dieser Perspektive wurde rückblickend klar, dass weder die *Cartesische* noch die *Newtonsche* Voraussage der Erdgestalt als gültige Lösung angesehen werden konnten. Vielmehr setzte sich der Gedanke einer dynamischen, d. h. letztlich nicht zeitlich begrenzten Veränderung der Erde in allen ihren Bestandteilen durch. Dazu hat *Maupertuis* den ersten Schritt getan, und es ist dieses Paradigma, das die Grundlage auch heutiger geophysikalischer Forschungen bildet.⁸

In diesen Konsequenzen zeigt sich der eigentliche aufklärerische Gehalt der Lappland-Expedition. Die noch metaphysisch verfassten Aussagen von *Descartes* und *Newton* werden als historisch bestimmte in einen *esprit systématique* aufgehoben, und diese Tendenz erlangt sogar anschauliche Bedeutung. Ich kenne keine bildliche Darstellung *Maupertuis*' , in der er nicht wenigstens mit Pelzmütze erscheint, und man sieht nun auch weshalb: In Bezug auf den Polarkreis fasst sich sein Denken und Handeln wie in einem Focus zusammen. Diese Expedition ist für ihn Ausdruck eines wissenschaftlichen Geistes, der einen neuen Gelehrtentyp erfordert, den *homme d'action et de réflexion*.

8 Dies ist in der Leibniz-Sozietät immer wieder Gegenstand von Kolloquien und Vorträgen gewesen. Man vgl. hierzu etwa die Berichte über das Ehrenkolloquium zum 75. Geburtstag unseres Mitglieds *Erik W. Grafarend* mit dem Thema „Geodäsie – Mathematik – Physik – Geophysik“, vom 13. Februar 2015 sowie das Kolloquium „Klimawandel – Anzeichen, Ursachen, Folgen“ vom 13. Februar 2020 auf der Homepage der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften: <https://leibnizsozietat.de/ehrenkolloquium-anlaesslich-des-80-geburtstages-von-mls-heinz-kautzleben-kurzbericht/#more-7531>; <https://leibnizsozietat.de/bericht-zum-kolloquium-klimawandel-anzeichen-ursachen-folgen/#more-19088>.

Wirkungen

Epoche machende Ereignisse wie die gerade vorgestellte Forschungsreise französischer Akademiker an den Polarkreis werden im Verlaufe der Wissenschaftsentwicklung immer wieder zu einem Gegenstand, an dem sich neue und scheinbar mit der Tradition unvereinbare Einsichten ihrer Geltung vergewissern. Repräsentativ dafür sind die philosophischen Debatten um die Relativitätstheorie und Quantenmechanik am Beginn des 20. Jahrhunderts, für die der Rückgriff auf *Leibniz* und *Newton* bis heute einen festen Punkt in den Argumentationsfiguren bildet.

Nicht immer sind die Wirkungen freilich von einer Brisanz, wie sie etwa mit dem Namen *Einsteins* verbunden ist. Was *Maupertuis* und die Lappland-Expedition angeht, so haben Mutmaßungen, die *Maupertuis* vorsichtig über die Veränderbarkeit der Gestalt der Erde vortrug, heute längst den Charakter von Forschungsprogrammen. Das drückt sich insbesondere in dem Begriff des Geoids aus, an dem sich solche Veränderungen modellieren lassen (vgl. Sünkel 2015).

Selbst die Messungen der *Messieurs du Nord* sind in den Jahren 1816–1852 noch einmal zum Ausgangspunkt für ein geodätisches Großunternehmen geworden, bei dem ein Bogen von 3.000 km Länge zwischen Hammerfest in Norwegen und dem Schwarzen Meer vermessen wurde. Das Unternehmen wurde von dem Astronomen *Wilhelm von Struve* (1793–1864) geleitet, dessen Namen der Bogen heute trägt, und einer der Messpunkte ist identisch mit dem südlichsten Punkt der Messstrecke der *équipe Maupertuis*. Er befindet sich in der Kirche von Torneå, die bis heute im Originalzustand erhalten geblieben ist. Der Struve-Bogen wurde aufgrund seiner Bedeutung für die Geodäsie und die internationale wissenschaftliche Kooperation 2005 in die Liste des Weltkultur- und Naturerbes der UNESCO aufgenommen.

Nicht erhalten geblieben ist der Hof, auf dem *Maupertuis* und seine Forschergruppe am nördlichen Punkt der Vermessungsstrecke Quartier genommen hatten. Inzwischen gibt es auch Obelisken, wie sie die französischen Akademiker zur Erinnerung an ihr Forschungsunternehmen geplant hatten, und das Interesse an der Expedition der Jahre 1736/1737 nimmt in Finnland insbesondere seit dem Erscheinen des Buches von *Osmo Pekonen* über den Abbé *Réginald Outhier* (Pekonen 2010) beständig zu. Auch die neueren Untersuchungen der vermeintlichen Runensteine stehen in diesem Zusammenhang.

Um den Vortrag mit einer persönlichen Begebenheit abzuschließen, erwähne ich noch, dass ich am 2. Mai 2018 eine Email mit der Ankündigung erhielt: „Die zwei Besucher, Osmo & Veli-Markku, aus Finnland kommen.“ Die Mail enthielt folgendes Postskriptum:

„Herr Veli-Markku Korteniemi gehört zur Familie ‚Corten-niemi‘ die die Expedition von *Maupertuis* in Pello einquartiert hat. [...] Leider existiert der historische Hof von Korteniemi am Polarkreis nicht mehr: Er wurde von der Wehrmacht im Oktober 1944 niedergebrannt.“

Auch das gehört zu der Polarkreis-Expedition, deren Verlauf nach den Vorstellungen der beiden finnischen Besucher in einem wissenschaftshistorischen Entdeckungsweg nachvollziehbar werden soll. Gedacht ist an ein Tourismusangebot, bei dem Interessierte sich über einen geistigen Wendepunkt im wissenschaftlichen Leben Europas und dessen Folgen informieren können, und es ist geplant, die Wirkungen der Expedition bis in unsere Zeit erfahrbar zu machen. Ein interessantes Projekt, in dem sich Wissenschaft und Aufklärung in Geschichte und Gegenwart verbinden lassen.

Literatur

- Allgemeine Historie der Reisen zu Wasser und zu Lande; oder Sammlung aller Reisebeschreibungen, welche bis itzo in verschiedenen Sprachen von allen Völkern herausgegeben worden, und einen vollständigen Begriff von der neuern Erdbeschreibung und Geschichte machen: Worinnen der wirkliche Zustand aller Nationen vorgestellt, und das Merkwürdigste, Nützlichste und Wahrhaftigste in Europa, Asia, Africa und America, ... enthalten ist; Mit nöthigen Landkarten [...] und mancherley Abbildungen [...] versehen, Bd. 17 (1759), Leipzig
- D'Alembert, Jean Le Rond (1989): Einleitung zur Enzyklopädie, Frankfurt/M.
- Dill, Hans-Otto (2017): Gottfried Wilhelm Leibniz' Enzyklopädismus in Theorie und Praxis. In: Hecht, H. (Hg.): Gottfried Wilhelm Leibniz. Ein unvollendetes Projekt. Berlin (= Abhandlungen der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften, Bd. 48)
- Dill, Hans-Otto (2020): Alexander von Humboldt und die Methodologie der Sozial- und Geisteswissenschaften. In: Fleischer, L.-G.; Kant, H. (Hg.): Mosaicum zum Denken, Wollen und Wirken Alexander von Humboldts. Berlin (= Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften, Bd. 143, Jahrgang 2020)
- Hecht, Hartmut (1999): Gemeinsame Denkmotive bei Leibniz und Maupertuis. In: Ders. (Hg.): Pierre Louis Moreau de Maupertuis. Eine Bilanz nach 300 Jahren. Berlin
- Hecht, Hartmut (2011): Leibniz' Analyse des elastischen Stoßes. In: Breger, H.; Herbst, J.; Erdner, S. (Hg.): Natur und Subjekt, IX. Internationaler Leibniz-Kongress, Vorträge 2. Teil. Hannover

- Herva, Vesa-Pekka; Ikäheimo, Janne; Enbuske, Matti; Okkonen, Jari (2018): Alternative Pasts and Colonial Engagements in the North: The Materiality and Meanings of the Pajala 'Runestone' (Vinsavaara Stone), Northern Sweden. In: Cambridge Archaeological Journal
- Howald-Haller, Mario (1999): Maupertuis' Messungen in Lappland. In: Hecht, H. (Hg.): Pierre Louis Moreau de Maupertuis. Eine Bilanz nach 300 Jahren. Berlin
- Maupertuis, Pierre Louis Moreau de (1740): *Elémens de géographie*. Paris
- Maupertuis, Pierre Louis Moreau de (1752): Discours prononcé dans l'Académie Royale des Sciences et Belle-Lettres le jour de la naissance du Roi. In: *Œuvres*. Dresden
- Maupertuis, Pierre Louis Moreau de (1756a): Discours sur les différentes figures des astres, où l'on essaye d'expliquer les principaux phénomènes du Ciel. In: *Œuvres*, Bd. 1. Lyon
- Maupertuis, Pierre Louis Moreau de (1756b): *Essai de Cosmologie*. In: *Œuvres*, Bd. 1. Lyon
- Maupertuis, Pierre Louis Moreau de (1756c): Relation du voyage fait par ordre du Roi au cercle polaire, pour déterminer la figure de la Terre. In: *Œuvres*, Bd. 3. Lyon
- Outhier, Réginald (1744): *Journal d'un voyage au Nord fait en 1736 & 1737*. Paris
- Pekonen, Osmo (2010): *La Rencontre des relegions autour du voyage de l'abbé Réginald Outhier en Suède en 1736–1737*. Rovaniemi
- Pulte, Helmut (1989): *Das Prinzip der kleinsten Wirkung und die Kraftkonzeptionen der rationalen Mechanik*. Stuttgart (= *Studia Leibnitiana*, Sonderheft 19)
- Sünkel, Hans (2015): Das Geoid – *theoria cum praxi et commune bonum*. Präsentationsfolien in: <https://leibnizsozietaet.de/kolloquium-der-leibniz-sozietaet-am-13-02-2015-zum-thema-geodaesie-mathematik-physik-geophysik-kurzbericht>
- Voltaire (1984): *Mikromegas. Eine philosophische Geschichte*. In: *Kleine Romane und Erzählungen*. Berlin
- Voltaire (1987): *Briefe des Herrn de Voltaire die Engländer und Anderes betreffend*. Berlin