

Émilie Du Châtelet und Ruđer Bošković

Boršić, Luka; Skuhala Karasman, Ivana

Source / Izvornik: **Émilie Du Châtelet und die deutsche Aufklärung, 2019, 65 - 78**

Book chapter / Poglavlje u knjizi

Publication status / Verzija rada: **Published version / Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:261:709309>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-23**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Institute of Philosophy](#)

Women Philosophers and Scientists

The history of women's contributions to philosophy and the sciences dates back to the very beginnings of these disciplines. Theano, Hypatia, Du Châtelet, Lovelace, Curie are only a small selection of prominent women philosophers and scientists throughout history. The research in this field serves to revise and to broaden the scope of the complete theoretical and methodological tradition of these women.

The Springer Series *Women Philosophers and Scientists* provide a platform for scholarship and research on these distinctive topics. Supported by an advisory board of international excellence, the volumes offer a comprehensive, up-to-date source of reference for this field of growing relevance.

The Springer Series *Women Philosophers and Scientists* publish monographs, handbooks, collections, lectures and dissertations.

For related questions, contact the publisher or the editor.

Frauen in Philosophie und Wissenschaft

Die Geschichte der Philosophinnen und Wissenschaftlerinnen reicht so weit zurück wie die Wissenschaftsgeschichte selbst. Theano, Hypatia, Du Châtelet, Lovelace, Curie stellen nur eine kleine Auswahl berühmter Frauen der Philosophie- und Wissenschaftsgeschichte dar. Die Erforschung dieser Tradition dient der Ergänzung und Revision der gesamten Theorie- und Methodengeschichte.

Die Springer Reihe *Frauen in Philosophie und Wissenschaft* stellt ein Forum für die Erforschung dieser besonderen Geschichte zur Verfügung. Mit Unterstützung eines international ausgewiesenen Beirats soll damit eine Sammlung geschaffen werden, die umfassend und aktuell über diese Tradition der Philosophie- und Wissenschaftsgeschichte informiert.

Die Springer Reihe *Frauen in Philosophie und Wissenschaft* umfasst Monographien, Handbücher, Sammlungen, Tagungsbeiträge und Dissertationen.

Bei Interesse wenden Sie sich an den Verlag oder die Herausgeberin.

Advisory Board

Prof. Dr. Federica Giardini (Università Roma Tre)

Prof. Dr. Karen Green (University of Melbourne)

PD Dr. Hartmut Hecht (Humboldt Universität Berlin)

Prof. Dr. Sarah Hutton (University of York)

Prof. Dr. Katerina Karpenko (Kharkiv National Medical University)

Prof. Dr. Klaus Mainzer (Technische Universität München)

Prof. Dr. Lieselotte Steinbrügge (Ruhr-Universität Bochum)

Prof. Dr. Sigrídur Thorgeirsdóttir (University of Iceland)

Prof. Dr. habil. Renate Tobies (Friedrich-Schiller Universität)


Dr. Charlotte Wahl (Leibniz-Forschungsstelle Hannover)

Prof. Dr. Mary Ellen Waithe (Cleveland State University)

Prof. Dr. Michelle Boulous Walker (The University of Queensland)

Ruth Hagengruber · Hartmut Hecht
(Hrsg.)

Emilie Du Châtelet und die deutsche Aufklärung

 Springer VS

Weitere Bände in der Reihe <http://www.springer.com/series/15103>

Hrsg.
Ruth Hagenruber
Institut für Humanwissenschaften
Universität Paderborn
Paderborn, Deutschland

Hartmut Hecht
Berlin, Deutschland

Émilie Du Châtelet und ihre Wirkung in Deutschland

Ruth Hagenruber und Hartmut Hecht

ISSN 2524-3640 ISSN 2524-3659 (electronic)
Frauen in Philosophie und Wissenschaft. Women Philosophers and Scientists
ISBN 978-3-658-14021-2 ISBN 978-3-658-14022-9 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-14022-9>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer VS

© Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2019

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Verantwortlich im Verlag: Frank Schindler

Umschlagbild: Maximilian Erdmann (unter Verwendung folgender Bilder: Madame Du Châtelet al her desk, detail; Marie Curie; Theano von Kroton; Edith Stein)

Springer VS ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

Émilie Du Châtelet ist, etwas zugespitzt formuliert, die personifizierte Aufklärung schlechthin. Sie fordert ein Menschenrecht auf Bildung, das den Frauen dieselben Chancen am öffentlichen Leben teilzunehmen einräumt wie den Männern, und sie sieht darin eine der Quellen des Glücks, die der Hälfte der Menschheit bis dahin vorenthalten worden sei. Um diesen Missstand zu beseitigen, schreibt sie in ihrem *Discours sur le bonheur*, sei eine neue Erziehung vonnöten. Eine Erziehung, die es Frauen ermögliche, gleichberechtigt in den Wissenschaften zu reüssieren.

Émilie Du Châtelet ist kompromisslos, wenn es um die Wahrheit geht, wenn es gilt, Vorurteile und Denkgewohnheiten im Namen von Vernunft und Freiheit einer Kritik zu unterziehen, die den Mut hat, sich des eigenen Verstandes ohne Hilfe eines anderen zu bedienen, wie Immanuel Kant später formulieren wird. Vor allem aber ist sie *une femme d'action et de réflexion*. Émilie Du Châtelet begreift die Aufklärung nicht nur als Ausdruck eines neuen wissenschaftlichen Geistes, sie lebt sie mit allen ihren Sinnen und Gefühlen.

Die Marquise Du Châtelet nimmt in Männerkleidern an den Treffen der Pariser Aufklärer teil, weil den Frauen diese Gunst versagt ist. Sie zögert nicht, sich von den berühmtesten Wissenschaftlern ihrer Zeit in Mathematik und Physik, den Leitwissenschaften jener Epoche, unterweisen zu lassen; und sie engagiert Pierre Louis Moreau de Maupertuis und Alexis-Claude Clairaut, die ihr die Lektüre der Epoche machenden und mathematisch anspruchsvollen *Philosophiae naturalis principia mathematica* Isaac Newtons erschließen. Émilie Du Châtelet wird die erste Übersetzerin dieses Buches in Frankreich. Ihre Übersetzung aus dem Lateinischen ist bis heute die einzige vollständige Ausgabe dieses Schlüsselwerks der modernen Wissenschaftsentwicklung in französischer Sprache. Eine Leistung, die einzigartig ist, und den Geist der Aufklärung in besonderer Weise spiegelt.

Es ist eine Aufklärung ohne Wenn und Aber, eine Aufklärung, die den übergreifenden Charakter der europaweiten Bewegung auf unverwechselbare Weise

Voltaires und auf Émilie Du Châtelets *Institutions physiques*. In einer detaillierten Analyse kann sie zeigen, wie sich die Ansichten zur Metaphysik sowohl Voltaires als auch Du Châtelets mit jeder neuen Auflage ihrer Werke entwickelten. Den Gegenstand der Untersuchung bilden insbesondere der Gottesbegriff und das Prinzip des zureichenden Grundes. Alexandra Lewendoski bündelt ihre Darstellung in dem Ergebnis, dass die Positionen von Leibniz und Wolff für den Wandel der Ansichten Du Châtelets zur Metaphysik bestimmend waren, mit denen sie allerdings selbstbewusst im eigenen Interesse umzugehen wusste. Für Voltaire konstatiert sie ein Changieren zwischen Isaac Newton, John Keill und Samuel Clarke.

Die deutsch-französische Debatte wurde nach Du Châtelets Tod am Königshof Friedrichs weitergeführt. Dort waren jene Philosophen versammelt, mit denen Du Châtelet engen Kontakt gepflegt hatte, Voltaire und Maupertuis. Völlig im Unklaren liegt allerdings bis heute, ob Julien Offray de La Mettrie persönlichen Kontakt zu Du Châtelet hatte. Maupertuis protegierte und beschützte den Arzt und Philosophen, der Frankreich hatte verlassen müssen und der auch in Berlin vor einem Eklat stand. Immer wieder wurde die These diskutiert, ob die zahlreichen Widmungen dieses „enfant terrible“ an Du Châtelet auf persönlichem Umgang beruhten. Ana Rodrigues geht in ihrem Beitrag dieser Frage nach, präsentiert Daten und Fakten und eröffnet am Ende dieses Buches die Diskussion um die Moralphilosophin Émilie Du Châtelet, die in Sanssouci in Potsdam ihr Ende und ihren Anfang fand.

Den hier präsentierten Texten liegen Vorträge zugrunde, die in einem Kolloquium zu Émilie Du Châtelet gehalten und für die Publikation überarbeitet wurden. Sie wurden ergänzt durch Beiträge, die im Interesse einer abgerundeten Edition zum Thema *Émilie Du Châtelet und die deutsche Aufklärung* speziell verfasst wurden.

Die Herausgeber möchten sich bei allen Autoren für die Überlassung ihrer Texte und für die Geduld bedanken, die sie angesichts der sich hinziehenden Herstellung des Manuskripts aufgebracht haben.

Für die Übersetzung des Beitrags von Anne-Lise Rey bedanken sich die Herausgeber bei Ana Rodrigues. Besonderer Dank gilt Gudrun Richter, die das Gesamtmanuskript redigiert hat, sowie Janica Albers für die Herstellung des Verlagsmanuskripts.

Berlin und Paderborn, März 2018
Ruth Hagengruber und Hartmut Hecht

Inhalt

Émilie Du Châtelet und ihre Wirkung in Deutschland	V
<i>Ruth Hagengruber und Hartmut Hecht</i>	
Vis viva. Das Problem ihrer Begründung	I
<i>Hartmut Hecht</i>	
Der Streit um die lebendigen Kräfte in Du Châtelets <i>Institutions de physique</i> : Leibniz, Wolff und König	27
<i>Anne-Lise Rey</i>	
Émilie Du Châtelet und Ruder Bošković	65
<i>Luka Boršić und Ivana Skuhala Karasman</i>	
Metaphilosophie und das Prinzip des Widerspruchs: Leibniz, Wolff und Du Châtelet	79
<i>Andreas Blank</i>	
Émilie Du Châtelet und Leonhard Euler über die Rolle von Hypothesen	99
<i>Dieter Suisky</i>	
Émilie Du Châtelet zwischen Leibniz und Kant. Du Châtelet in der Eberhard-Kant-Kontroverse	173
<i>Ruth Hagengruber</i>	

„Metaphysik der Natur“ und „wirkende Kräfte“. Kant und Émilie Du Châtelet	197
<i>Ursula Winter</i>	
Die Rolle der Familie Keyserlingk und des Gottsched-Kreises für Kants Du Châtelet-Rezeption	245
<i>Andrea Reichenberger</i>	
Die Reaktion der Wolffianer in Deutschland auf die <i>Institutions physiques</i>	273
<i>Frauke Böttcher</i>	
Émilie, Friedrich der Große und die „Leibniz-Wolff'sche“ Metaphysik	295
<i>Tinca Prunea-Bretonnet</i>	
Ein Königreich für Newton? Wissenschaft und Wissenschaftspolitik in der Korrespondenz Friedrichs II. von Preußen mit Émilie Du Châtelet und Voltaire	323
<i>Veit Elm</i>	
Wechselwirkungen zwischen Voltaires <i>Metaphysique de Neuton</i> und Du Châtelets <i>Institutions Physiques</i>	357
<i>Alexandra Lewendowski</i>	
Du Châtelet und La Mettrie. Letzte Replik in Potsdam	389
<i>Ana Rodrigues</i>	
Über die Autoren	415

Vis viva

Das Problem ihrer Begründung

Hartmut Hecht

Einleitung

Als Émilie Du Châtelet im Jahre 1706 geboren wurde, tobte auf dem europäischen Kontinent ein Streit, der große Teile der Gelehrtenrepublik in seinen Bann zog. Sein Anlass war eine Schrift, die Gottfried Wilhelm Leibniz 1686 in den *Acta Eruditorum* hatte drucken lassen. Ihr Titel lautet: *Brevis Demonstratio Erroribus memorabilis Cartesii et aliorum circa Legem naturalem, secundum quam voluit a Deo eandem semper quantitatem motus conservari, qua et in re mechanica abutuntur*. Leibniz hat darin den Anspruch erhoben, einen bemerkenswerten Irrtum von Descartes und seiner Schule aufzuklären, den diese, wie aus dem Titel hervorgeht, in Bezug auf die Geltung eines grundlegenden Naturgesetzes begangen haben. Gemeint war das Diktum der kartesischen *Principia philosophiae*, wonach Gott durch seinen Beistand in der Welt stets dieselbe Quantität der Bewegung erhält.¹

Leibniz' Einwand gegen die Kartesianer galt freilich nicht der Einführung eines solchen Maßes überhaupt. Das war, wie er wusste, eine wissenschaftliche Leistung allerersten Ranges, eine Entdeckung, die es ermöglichte, die Bewegung nun auch in Bezug auf ihre quantitativen Eigenschaften gleichberechtigt in den philosophischen Diskurs einzubeziehen. Leibniz monierte vielmehr den formalen Ausdruck, den Descartes mit der Einführung einer physikalischen Größe verband, die sich in allen Bewegungen erhalten sollte. Er stellte, kurz gesagt, das Produkt aus der Größe des Körpers und seiner Geschwindigkeit (in moderner analytischer Schreibweise der Masse m und der Geschwindigkeit v), d. h. den mathematischen Ausdruck mv als Maß der Bewegung infrage.

¹ Descartes (1937), 62.

Émilie Du Châtelet und Ruđer Bošković

Luka Boršić und Ivana Skuhala Karasman

Einführung

In der Sekundärliteratur ist die Beziehung zwischen Émilie Du Châtelet und Ruđer Bošković selten beachtet und nie ausführlicher untersucht worden.¹ Berücksichtigt man aber das Leben und die Werke dieser zwei WissenschaftlerInnen und PhilosophInnen, so sieht man mancherlei Ähnlichkeiten und gemeinsame Interessen, die sie verbinden und diesen Vergleich rechtfertigen. Hier werden wir nur ein für ihre Zeit wichtiges und viel diskutiertes Moment in Betracht ziehen: die Frage nach der *vis viva*, womit sich beide beschäftigt haben.

Bevor wir diese Frage erörtern, stellen wir kurz Boškovićs Leben und die Texte dar, die seine Bekanntschaft mit Du Châtelet und ihrer *vis-viva*-Diskussion bezeugen. Ruđer Bošković (in lateinischer Variante lautet sein Name Rogerius Boscovich) wurde im Jahre 1711 in Dubrovnik geboren, damals eine selbstständige Republik.² Seine erste Ausbildung erhielt er in Dubrovnik am *Collegium Ragusinum* und später in Rom am *Collegium Romanum*. Im Jahre 1740 fing er als Lehrer der Mathematik

-
- 1 Zur Zeit des Schreibens dieses Aufsatzes sind (wenigstens) noch zwei wichtige Texte erschienen: Reichenberger (2016) und van Strien (2017). Diese konnten wir leider nicht mehr zur Kenntnis nehmen. Wir sind Hartmut Hecht und Andrea Reichenberger für ihre Kommentare und Vorschläge zur Verbesserung dieses Textes sehr dankbar.
 - 2 Als ein Kuriosum ist bemerkenswert, dass Nietzsche, der von Boškovićs dynamistischen Theorien stark beeinflusst war, über denselben Bošković als „jenem Polen“ schreibt. Vgl. *Jenseits von Gut und Böse* § 12: „Dank vorerst jenem Polen Boscovich, der, mitsammt dem Polen Kopernicus, bisher der größte und siegreichste Gegner des Augenscheins war.“ In der Alfred Kröner Verlag Ausgabe von *Jenseits von Gut und Böse* aus dem Jahre 1921 steht zwar: „Dank vorerst jenem Dalmatiner Boscovich [...]“, aber in der kritischen Ausgabe von Colli und Montinari ist Bošković wieder „jener Pole“ geworden. Bošković war zwar im Jahre 1762 in Polen, aber nur für einige Monate. Vgl. Marković (1968), 620.

am *Collegium Romanum* an und vier Jahre später wurde er zum Priester geweiht. Ungewöhnlich für seine Zeit und seinen priesterlichen Habitus, pflegte er keine Vorurteile gegen gebildete Frauen und die Ausbildung von Frauen.³

Es steht außer Frage, dass Émilie Du Châtelet und Ruđer Bošković voneinander hörten. Du Châtelet erwähnte Bošković einmal in ihrem Brief vom 12. November 1745 und Bošković schrieb an zwei Stellen über Du Châtelet.

In ihrem Brief verlangt Du Châtelet von ihrem Freund, dem französischen Mathematiker und Physiker François Jacquier, ihr „la dissertation de votre ami sur les forces vives“ zukommen zu lassen. „Votre ami“ bezieht sich auf Bošković und „la dissertation“ auf sein Werk *De viribus vivis* aus dem Jahre 1745. Bošković kannte Jacquier von früher: Sie arbeiteten 1742 gemeinsam an der Renovierung des Domes von St. Peter im Rom. Zwei Jahre später besuchte Jacquier Voltaire und Du Châtelet im Schloss Cirey, wo er sie zur Fortsetzung des Studiums des Newtonschen Systems ermutigte. Es war Jacquier, ein gemeinsamer Freund von Bošković und Du Châtelet, der die beiden miteinander bekannt machte.

Dieser Brief von Du Châtelet ist auch das erste Zeugnis dafür, dass Boškovićs Büchlein *De viribus vivis*, in dem sich das berühmte Bildnis der *curva Boscovichiana* befindet, schon unter französischen Intellektuellen zirkulierte. Wir können nicht sagen, ob Du Châtelet damals wusste, dass Bošković sie in diesem Büchlein erwähnt hatte, oder ob ihre Interessen ausschließlich auf seine Ausführungen zu den *vires vivae* konzentriert waren. Im Jahre 1741 veröffentlichte Du Châtelet ihr *Réponse de Mme la Mère Du Châtelet à la lettre que M. de Mairan, secrétaire perpétuel de l'Académie royale des sciences, lui a écrite, le 18 février 1741, sur la question des forces vives*. Obwohl das Thema dieses Textes ausschließlich die *vires vivae* sind, erwähnte Bošković diesen Text nicht, sondern den Briefwechsel in ihrem Werk *Institutions de physique* aus dem Jahre 1740. Auch Bošković zweite Erwähnung

3 Die Beziehung zu seiner Schwester mag hier als Beispiel dienen. Seine jüngere Schwester, Anica (1714–1804), eine berühmte Dichterin, war humanistisch ausgebildet, sodass sie nicht nur den Inhalt der Lehre ihres Bruders gut kannte, sondern auch keine Probleme mit seinem eher komplizierten lateinischen Schreibstil hatte. In ihren Gedichten kann man mehrere Spuren seiner astronomischen Lehren finden. Ihr Gedicht *Ljubica* (*Veilchen*) aus dem Jahre 1758 ist das einzige gedruckte und veröffentlichte Werk einer Frau in der Geschichte der alten Republik Dubrovnik. Aus ihrer Korrespondenz wird offensichtlich, dass er sie dazu ermutigte, Gedichte zu schreiben und nach einer guten Ausbildung zu streben. Zusätzlich ermutigte er sie, mit ihren Gedichten auch in die Öffentlichkeit zu gehen. Deshalb ist es nicht als eine bloße Höflichkeit zu verstehen, wenn er von Émilie Du Châtelet als *matrona lectissima Du Chatellet* und *matrona doctissima Du Chatellet* spricht: schön seine Beziehung zu seiner Schwester weist darauf hin, dass er die Ausbildung von Frauen hoch geschätzt hat.

4 Jovy (1922).

von Du Châtelet in seinem Buch *De continuitatis lege* bezieht sich wieder auf die *Institutions de physique*.

Sehen wir jetzt genauer nach, in welchem Kontext Bošković über Du Châtelet schreibt.

Zum ersten Mal hat Bošković Du Châtelet in seinem Büchlein *De viribus vivis* aus dem Jahre 1745 erwähnt. Dort schreibt er:

4. [...] maximo auctoritatis pondere Leibnitianae sententiae accedente a reliquorum Bernoulliorum, et Volfii subfragiis in Germania, Gravesandii, et Muschembroeckii in Hollandia, comitis Jacobi Riccati iam olim, et nuper patris Vincentii Riccati eius filii summi e nostra Societate mathematici in Italia, ac demum in Gallia ipsa veteri potius sententiae addicta matronae lectissimae Du Chatellet, quae in suis physicis institutionibus leibnitianas partes acerrime propugnavit.⁵

Und in *De continuitatis lege* aus dem Jahre 1754 schreibt er:

3. Praecipuum universae analyseos nostrae fundamentum situm est in celeberrimo illo, quod philosophi iam passim continuitatis principium appellant, quod quidem iam ab anno 1687. Leibnitius, quamquam nondum hoc usus nomine, protulit ac contra Cartesianas motus leges adhibuit in iis, quas Baylius nominavit *Nouvelles de la Rep. des lettres*, tum Leibnitiani alii complures illustrarunt, quorum argumenta collegit in *Physicis institutionibus* matrona doctissima de Chatellet.⁶

Dass Boškovićs Bekanntschaft mit Du Châtelet auch über den rein akademischen Rahmen hinausgegangen sein muss, sieht man auch daran, dass er auch ihren Sohn, den Diplomaten und General Louis-Marie-Florent de Lomont d'Haraucourt duc Du Châtelet (20. November 1727, Semur-en-Auxois – 13. Dezember 1793, Paris), gut kannte. In seinem Brief vom 18. März 1760 beschrieb Bošković eine Soiree bei der berühmten Schriftstellerin Madame Anne-Marie du Boccage, wobei auch der Sohn von Émilie Du Châtelet anwesend war. Er wurde von Bošković als „ein sehr talentierter Junge, mit dem ich schon viele Male gegessen habe“, bezeichnet.⁷

5 Boscovich (1745), V.

6 Boscovich (2002), 28.

7 „Jeri fui da madame di Boccage, e la compagnia era numerosa, e sceltissima, di una mano di letterati, e fra questi Clairaut, Marmontel, il cavaliere di Chatlea [Châtelet], colonnello di un reggimento, e giovane di una grandissimo talento, con cui ho pranzato già molte volte, Montigni Trudent [Trudaine de Montigny], che e consigliere di stato, e uomo di grandissimo merito etc.“ Bošković (2013), 306.

Wie man an den oben genannten Stellen sieht, bringt Bošković Du Châtelet immer in Verbindung mit Leibniz. Um die Beziehung der beiden weiter zu erforschen, ist es deshalb nötig, den Hintergrund dieser Erwähnungen zu analysieren.

Der Einfluss von Du Châtelet auf Bošković: Von der Kontroverse über *vis viva* bis zu elementaren Partikeln

Die Debatte über die *vis viva* ist ein gut erforschtes Gebiet, weshalb sich eine ausführliche Darstellung erübrigt. Hier werden wir nur einige Punkte dieser Kontroverse darstellen, die von Bedeutung für unsere weitere Forschung sind.

Das Problem der *vis viva* fängt mit Descartes' *Principia philosophiae* von 1644 an, wo die Frage nach der Quantität der Bewegung diskutiert wird. Für Descartes hat diese Frage die klare theologisch-metaphysische Voraussetzung, dass die gesamte Quantität der Bewegung und der Ruhe, wie sie Gott am Anfang der Schöpfung des Universums schuf, bewahrt werden muss.⁸ Die Beispiele, mit denen Descartes dieses Prinzip veranschaulichen wollte, betrafen den Zusammenstoß zweier Körper. Descartes bestand darauf, dass die im Zusammenstoß bewahrte Quantität gleich der Summe der Produkte aus der Masse und der Geschwindigkeit jedes einzelnen Körpers ist. Die im Hintergrund stehende metaphysische Voraussetzung der Unmöglichkeit des Verlustes der Bewegung in der als geschlossenes System konzipierten Welt, die von der theologischen Voraussetzung eines Gottes als des ersten Bewegers stammt, löste eine sehr lebendige Diskussion aus. Von den drei Aspekten dieser Position – dem mathematischen, dem empirischen und dem metaphysischen – bezieht sich der metaphysische auf die Frage des Zustandes der Welt im Moment der Schöpfung und dessen Bewahrung. Dieser steht außer Frage, während die anderen zwei später zum Gegenstand heftiger Debatten wurden.

Der Anreger und einer der wichtigsten Teilnehmer an diesen Debatten um die *vis viva* war Leibniz.⁹ Im Jahre 1686 hat er einen kurzen Text mit langem Titel veröffentlicht: *Brevis demonstratio erroris memorabilis Cartesii et aliorum circa legem naturalem, secundum quam volunt a Deo eandem semper quantitatem motus*

8 Descartes [Cartesius] (1644), II. 36. (53), unter dem Titel: *Deum esse primariam motus causam: et eandem semper motus quantitatem in universo conservare*: „Et generalem quod attinet, manifestum mihi videtur illam non aliam esse, quam Deum ipsum, qui materiam simul cum motu et quiete in principio creavit, iamque, per solum suum concursum ordinarium, tantundem motus et quietis in ea tota quantum tunc posuit conservat“.

9 Darüber mehr in Iltis (1971). Vgl. auch Jammer (1957), 168–170.

conservari, qua et in re mechanica abutuntur (Eine kurze Darstellung des bemerkenswerten Fehlers von Descartes und den anderen über das Naturgesetz, nach dem angeblich immer die gleiche Quantität der Bewegung von Gott bewahrt wird, das sie auch in der Mechanik missbrauchen). Bei Leibniz unterlag der Begriff der Kraft einem radikalen Wandel. Im Vergleich zum newtonschen Begriff der Kraft, der mechanistisch verstanden wurde, bekommt die leibniz'sche Kraft fast eine spirituelle Dimension – für ihn gingen der Begriff der Kraft und die Grundlage der Metaphysik (die Monadologie) Hand in Hand.¹⁰ In demselben Jahr hat er auch den *Discours de metaphysique* veröffentlicht, in dem er versuchte, den Begriff der Kraft von dem Begriff der Bewegung zu unterscheiden. Wenn sich ein Körper entlang einer geraden Linie mit konstanter Geschwindigkeit ohne äußeren Einfluss bewegt, muss sich diese Bewegung aus einer inneren Kraft oder Aktivität ergeben. Die im Körper inhärente Trägheit wird als das Prinzip der Bewegung verstanden und, da sie nur durch die Wirkung einer anderen Kraft geändert werden kann, muss sie auch eine Kraft sein. Der bewegte Körper unterscheidet sich vom ruhenden Körper durch das Vorhandensein der Kraft.

In seiner *Brevis demonstratio* versucht Leibniz die in der Bewegung anwesenden Kräfte zu quantifizieren. Im Unterschied zu Descartes' Quantität der Bewegung kommt Leibniz zum Schluss, dass die Bewegungskraft (*vis motrix*) berechnet werden muss:

Itaque magnum est discrimen inter vim motricem & quantitatem motus, ita ut unum per alterum aestimari non possit, quod ostendendum suscepimus. Ex his apparet, quomodo vis aestimanda sit a quantitate effectus, quem producere potest, exempli gratia ab altitudine ad quam ipsa corpus grave datae magnitudinis & speciei potest elevare, non vere a celeritate quam corpori potest imprimere. Non enim dupla sed majore vi opus est ad duplam eidem corpori dandam celeritatem.¹¹

In diesem kurzen Text schrieb Leibniz jedoch nicht, wie man die *vis motrix* berechnen kann; erst später, „in seinem 1695 verfassten *Specimen dynamicum* ist Leibniz

10 Vgl. Leibniz (1989), 245: „There was a time when I believed that all the phenomena of motion could be explained on purely geometrical principles, assuming no metaphysical propositions, and that the laws of impact depend only on the composition of motions. But, through more profound meditation, I discovered that this is impossible, and I learned a truth higher than all mechanics, namely, that everything in nature can indeed be explained mechanically, but that the principles of mechanics themselves depend on metaphysical and, in a sense, moral principles, that is, on the contemplation of the most perfectly effectual [operans], efficient and final cause, namely, God, and cannot in any way be deduced from the blind composition of motions“.

11 Leibniz (1686), 162 f.

deutlicher und bestimmt das korrekte Maß der Kraft, die bei Interaktionen zwischen Körpern erhalten wird, als proportional zum Quadrat ihrer Geschwindigkeiten¹². Das ist nach Leibniz die eigentliche „bewegende Kraft“, *vis motrix* oder *vis viva*, wie er sie ein Jahr früher in seinem Text *Specimen dynamicum pro admirandis naturae legibus circa corporum vires et mutuas actiones detegendis et ad suas causas revocandis* genannt hat. Diese *vis viva* unterscheidet sich von der *vis mortua* – der von Galilei geprägte Terminus für den Druck und die Spannung. Den empirischen Beweis seiner mathematischen Hypothesen hat Leibniz schon früher in den Texten von John Wallis, Christopher Wren und Christiaan Huygens gefunden. Sie haben bei der *Royal Society* in London in den Jahren 1668 und 1669 die Texte veröffentlicht und damit auf die Mängel an der Erklärung der Bewahrung der Bewegung im kartesischen Moment der Bewegung hingewiesen.¹³

Dabei ist es wichtig zu betonen, dass der Hintergrund der Beobachtungen über die Rolle der Kräfte bei der Bewegung für Leibniz immer metaphysisch war. Auch wenn er über Mathematik spricht, hat er dabei metaphysische Begriffe im Sinn.¹⁴

Wie man aus dem Brief an Maupertuis aus dem Jahre 1738 ersieht, hat Du Châtelet damals angefangen, sich mit der *vis viva* zu beschäftigen.¹⁵ Ihr erstes Ziel war es, eine öffentliche Debatte über die *vis viva* mit Jean-Jacques Dortous de Mairan zu beginnen, der schon im Jahre 1728 einen Text über die *vis viva* veröffentlicht

12 Schmid (2011), 312.

13 Vgl. Iltis (1971), 22.

14 „I notice that most people who take pleasure in the science of mathematics have no taste for metaphysical meditations; they find enlightenment in the one, and darkness in the other. The main cause of this seems to be that general notions, which are thought to be the best known, have become ambiguous and obscure because of people's negligence and the inconsistent way in which they explain themselves. And ordinary definitions, far from explaining the nature of things, do not even explain the meanings of words. This problem has spread to other disciplines, which are subordinate in various ways to this first and architectonic science; thus, instead of clear definitions, we have been given petty distinctions, and instead of universal axioms, we have only local rules, which meet with almost as many exceptions as they have instances. Yet at the same time people are obliged to use metaphysical terms all the time, and they convince themselves that they understand words that they have grown used to using. People are always talking about substance, accident, cause, action, relation or ratio, and numerous other terms, whose true meanings have, however, not yet been made clear; for those true meanings are rich in excellent truths, whereas those we have given to them are barren“. Leibniz (2006), 31.

15 Hagengruber (2012), 35. Eine ausführliche Analyse des Begriffes von *vis viva* bei Du Châtelet kann man in folgenden Texten finden: Reichenberger (2012), Terrall (2004), Walters (2000), Kawashima (1990).

hatte.¹⁶ Diese Debatte hat bis zu der Veröffentlichung ihres Buches *Institutions de physique* im Jahre 1740 gedauert. Dortous de Mairan hatte die Vorstellung, dass die *vis viva* skalar als *mv* gemessen werden kann. Émilie Du Châtelet, obzwar sie im Übrigen die newtonianische Konzeption verteidigte, hat in Bezug auf *vis viva* die leibnizianische lebendige Kraft *mv²* befürwortet. Dabei hat sie ähnlich wie Leibniz versucht, die grundlegende Erklärung der mathematischen und physikalischen Reflexionen in metaphysischen Begründungen zu finden.

Die Debatte um die *vis viva* scheint eigentlich ein Missverständnis der Mehrdeutigkeit des Kraftbegriffes oder der Vielfältigkeit der verschiedenen Kräfte gewesen zu sein, die in dieser Phase der Entwicklung der modernen Mechanik entstanden sind. Teilweise hat diese Debatte ihren Ursprung in verschiedenen metaphysischen Überlegungen, teilweise aber auch in verschiedenen Deutungen der Experimente und deren Resultate. Einer der Hauptpunkte dieser Debatte war die Deutung der Erhaltung der Bewegung, d. h. die Frage, ob die Quantität der Bewegung im Universum endlich, durch die Schöpfung Gottes begrenzt ist, oder die Bewegung verloren gehen kann. Bei der Lösung dieses Problems, das heutzutage überhaupt kein physikalisches Problem ist, hat Du Châtelet den Standpunkt von Leibniz vertreten und dafür vier Argumente vorgetragen.¹⁷ Wie Reichenberger gezeigt hat, ist Du Châtelets Entscheidung für die leibniz'sche Lösung der Kontroverse die Folge ihrer metaphysischen Überlegungen, insbesondere des oben genannten Erhaltungsprinzips der Bewegung, nach dem die Welt einer Intervention Gottes nicht bedürftig ist.

Am Anfang seiner *Dissertatio* aus dem Jahre 1745 *De viribus vivis*, des Büchleins, das weniger als 50 Seiten im Oktavformat umfasst, verspricht Bošković, die „heftige Debatte“ um die *vires vivae*, die eine tiefe Kluft zwischen den namhaften Mathematikern und Physikern offenbart hatte, für immer zu beenden. Es gibt, so Bošković, zwei Formen der Kraft „in den Körpern“: Die eine Form sind „tote Kräfte“ (z. B. Druck), und die andere „lebendige Kräfte“ (immer mit der Bewegung verknüpfte Kräfte, z. B. wenn ein Körper unter dem Einfluss von Schwerkraft fällt). Die hier von Bošković benutzte Terminologie ist dieselbe, die auch Leibniz benutzt hat. In einer sehr detaillierten und gelehrten historischen Einführung konfrontiert Bošković einen gewissen Pietro Martino, der in einem anonymen Text Dortous de Mairan als einen „Dilettanten“ angegriffen hat, mit jemandem, den Bošković als „sehr gelehrten Mann und unseren engen Freund“ bezeichnet hat. Ihm ist auch

16 Dortous de Mairan (1728). Der Hintergrund dieser Debatte ist ausführlich von Terrall (2004) untersucht worden.

17 Reichenberger (2012), 164.

Boškovićs Text gewidmet.¹⁸ Dortous de Mairan war auch derjenige, der Bošković drei Jahre später in die *Académie Royale des Sciences* eingeführt hat, und der Adressat des oben genannten Briefs über die *forces vives* von Du Châtelet ist.

Die Hauptthese von Bošković ist die folgende: „Nach langen und sorgfältigen Beobachtungen, Experimenten und Abwägung der Argumente von beiden Seiten kam ich zu folgendem Ergebnis: Es gibt keine lebendigen Kräfte in Körpern [*vires vivas in corporibus nullas esse*].“¹⁹ Achtzehn Jahre später (1763) wiederholte er denselben Gedanken auch in seinem Hauptwerk *Philosophiae naturalis theoria* (sect. 293):

Et quidam tam ex iis, quae huc usque demonstrata sunt, quam ex iis, quae consequenter satis apparebit, nullum usquam esse eiusmodi irium vivarum indicium, nullam necessitatem, cum omnia Naturae phaenomena pendenat a motibus et aequilibrio, adeoque a viribus mortuis et velocitatibus inductis per earum actiones [...] et multa, quae ad eas probandas proferri solebant, satis luculenter exposui per solas velocitates a viribus non vivis inductas.²⁰

An die Stelle der *vis viva* setzt Bošković die Geschwindigkeiten. Für sein Verständnis des Begriffes der Geschwindigkeit ist es wichtig, seine Unterscheidung zwischen *velocitas in actu primo* und *velocitas in actu secundo*, der potenziellen und der aktuellen Geschwindigkeit zu erklären. Die „aktuelle Geschwindigkeit“ definiert Bošković als „ein gewisses Verhältnis zwischen der zurückgelegten Strecke und der zurückgelegten Zeit.“²¹ Die „potenzielle Geschwindigkeit“ andererseits ist die Neigung des Körpers zu der aktuellen Geschwindigkeit, das heißt, die Neigung eines bewegten Körpers, mit gleichförmiger Bewegung eine gewisse Strecke in einer gewissen Zeit zurückzulegen, wenn er von keiner Kraft zur Änderung gezwungen wird.²² Dementsprechend kann die „aktuelle Geschwindigkeit“ in einem infinitesimal kurzen Moment der Zeit nicht existieren (*haberi non potest momento temporis*), sondern verlangt die ununterbrochene Zeit. Die „potenzielle Geschwindigkeit“ ist in jedem Moment determiniert, sie ist die, von der die Physiker sprechen, wenn sie die ungleichförmige Bewegung beschreiben wollen.

18 „[...] sed ut erga doctissimum hominem, nobisque amicissimum, quaecunque hoc obsequii nostri argumentum exhibeamus“, Boscovich (1745), § 5.

19 Ebd. X. Diese Formulierung, dass es keine lebendigen Kräfte gibt, wiederholt Bošković in *De viribus vivis* zehnmal!

20 Bošković (1974), §138.

21 „Velocitas in actu secundo est relatio quaedam spatii, quod percurritur, et temporis, quo percurritur“, ebd. § 11.

22 „Velocitas in actu primo est ipsa determinatio, quam habet corpus ad hanc celeritatem in actu secundo; sive est determinatio percurrendi dato tempore determinatum spatium. Hanc velocitatem retinet corpus in motu uniformi vi inertiae [...]“, ebd. § 11 f.

Dabei ist sich Bošković der Formalitäten der Infinitesimalrechnung bewusst; hier findet man die ersten Versuche einer Theorie, die er später entwickeln und als eine metaphysische Theorie bezeichnen wird. Er unterscheidet zwischen zeitlichen Momenten (*momenta*) und „kleinen kontinuierlichen Zeiten“ (*tempuscula continua*), was seine Bezeichnung des Differenzials *dt* ist. *Momenta* sind nicht Teile eines kontinuierlichen zeitlichen Intervalls, sondern eher die Teile der „unteilbaren und diskontinuierlichen Grenzen“, die das zeitliche Intervall vor und nach dem Zeitpunkt *t* trennen.

Es kann die Frage aufgeworfen werden, ob hier ein Einfluss von Du Châtelet auf Bošković festzustellen ist. Wir beziehen uns insbesondere auf den Absatz 256 ihrer *Institutions*, in dem sie zwischen absoluten und relativen Geschwindigkeiten unterscheidet. Darüber hinaus kann uns ihr Beharren auf der Unterscheidung zwischen Aktualität und Potenzialität als Grundgesetz, das über die Natur regiert, zur Frage nach ihrem genauen Einfluss auf Bošković anregen. Zwar unterscheiden sich die Inhalte in den Texten von Du Châtelet und Bošković, aber die Ähnlichkeit der Terminologie und Methodik in den Texten legen einen Einfluss nahe.

Dementsprechend besteht Bošković auf der Unterscheidung zwischen zwei Aspekten der Kräfte: *potentia* und *vis*. Die *potentia* bedeutet die Ursache, durch deren Tätigkeit die Körper ihre Position ändern und die eine Geschwindigkeit in *actus primus* und die andere in *actus secundus* haben:

Potentiarum nomine intelligimus eas causas quae per actiones suas statum corporis mutant, quae cum illud determinant ad habendam aliam celeritatem in actu secundo, dicuntur producere in ipso novam celeritatem in actu primo. Actio momentanea, qua haec velocitas generari concipitur, dicitur vis activa, quae nobis quidem est unica vis, a Leibnitio autem vis mortua dicta est. Eiusmodi potentiae sunt impenetrabilitas in collisione corporum, si per contactum fiat [...].²³

Und weiter bestimmt er die Wirkung der *potentia*:

Cum potentiae singulis temporibus, non singulis spatiis producant celeritates sibi proportionales, analogia melius servabitur, si et vires eadem lege produca[n]t. [...] Demum cum mortuae vires sint in ratione massarum et celeritatum; etiam vivae, si aequae bene possunt, debent potius eodem modo aestimari. At possunt: nam quaecunque diximus de potentiis generantibus celeritates, si dicantur de generantibus vires, et colligantur summae sive eorum, quae acquiruntur, sive eorum, quae amittuntur; constabunt sibi simul omnia, et phaenomenum nullum repugnabit [...].²⁴

23 Boscovich (1745), § 13.

24 Boscovich (1745), § 37.

Potentia ist die Ursache der Bewegungsänderung, *vis* ist die Wirkung der *potentia*, die in jedem unteilbaren Moment einen bestimmten Druck ausübt, und nur, wenn sie in einer kontinuierlichen infinitesimalen Zeit (*dt*) ohne Hindernis andauert und die potenzielle Geschwindigkeit erzeugt. Diese Aktion wird durch *mv* gemessen. *Vis activa* bedeutet „Arbeitskraft“, und für Bošković ist diese „Aktion der Potenz“ die „einzige Kraft“, die mit der Kraft, die Leibniz *vis mortua* genannt hat, koinzidiert.

Ähnliches beobachtet man in der Unterscheidung zwischen *vis motrix* und *vis acceleratrix*, wie Bošković diese Begriffe von Newton übernommen hat. Schon Newton schrieb über diesen Unterschied in seinen *Principia*: die *vis acceleratrix* ist „proportional zu der Geschwindigkeit, die sie zu bestimmter Zeit herstellt“ und die *vis motrix* ist „proportional zur Bewegung [Moment], die sie zu bestimmter Zeit herstellt“. Die Beziehung zueinander ist die folgende: die *vis motrix* bezieht sich „zur *vis acceleratrix* wie Bewegung zur Geschwindigkeit“. Für Bošković sind die *vires motrices* „die Summen von allen die Geschwindigkeit in allen Punkten bestimmenden Kräften“. Vielleicht könnte man behaupten, dass für Bošković die *vis motrix* der oben genannten *vis activa* entspricht, also der *mv* berechnete Kraft. Die *vis motrix* ist die eigentliche Kraft, die Bestimmtheit (*determinatio*) für das gegenseitige Annähern oder die gegenseitige Entfernung der Punkte.²⁵ Dadurch ist die *vis motrix* der *vis acceleratrix* naheliegend: Dieses kann man durch Boškovićs Verständnis der Vektor-Eigenschaften der Beschleunigung, die ihm einen Eindruck der Kraft vermittelten, verstehen. Deswegen beschreibt Bošković das Gewicht als *vis motrix* und die Schwerkraft als *vis acceleratrix*.

Mit diesen feinsinnigen Unterscheidungen, könnte man sagen, versuchte sich Bošković der Lösung des leibnizischen Problems des Übergangs von *vis mortua* zu *vis viva* zu nähern. Wenn eine Bewegung in der Zeit beobachtet wird, wird *mv* zum angemessenen Ausdruck der Kraft. Wenn eine Bewegung im Raum beobachtet wird,

25 Diese Formulierungen entstammen dem Text „On the Motion of Bodies“ aus *Geometry and Dynamics of Motion*: „Quantitas seu *vis acceleratrix* est velocitati proportionalis quam dato tempore generat [...]. Quantitas seu *vis motrix* est motui proportionalis quem dato tempore producit [...]. Ita se habet igitur *vis motrix* ad vim acceleratricem ut motus ad celeritatem“ Newton (1974), 94. Eine ähnliche Beschreibung gibt Newton auch in den *Principia* zur Definition 8. Newton (1972), 45.

26 „Nam vires motrices sunt summae omnium virium determinantium celeritatem in punctis omnibus secundum eam directionem, secundum quam movetur centrum gravitatis commune, quae idcirco sunt praeterea directe, ut massae, sive ut numeri punctorum; adeoque ratio directa, & reciproca massarum mutuo eliduntur.“ Bošković (1974), § 315

27 „Censeo igitur bina quaecunque materiae puncta determinari aequae in aliis distantibus ad mutuum accessum, in aliis ad recessum mutuum, quam ipsam determinationem appello vim.“ Bošković (1974), § 9.

wird *mv* zum adäquaten Ausdruck. Somit distanziert sich Bošković von beiden Positionen: Die *mv*-Formel ist ihm jedoch näher und er ist geneigt, diese Formel als die Formel der Kraft zu verstehen, weil es die „Unendlichkeit der lebendigen Kraft“ gibt und es unmöglich ist, weder das eine noch das andere Verständnis der *vis viva* experimentell zu beweisen. Zudem stimmt diese Formel für Bošković mit der „Einfachheit und Analogie mit der Natur“ überein, was für ihn ein wichtiges Kriterium der Wahrheit war.

Dieses Prinzip der „Einfachheit und Analogie der Natur“ erlangt immer größere Bedeutung in Boškovićs Schriften. In diesem Fall beweist er die Gültigkeit dieses Prinzips mit folgender Beobachtung: Die Potenzen rufen die Geschwindigkeiten proportional in bestimmten Segmenten der Zeit, und nicht zu bestimmten Segmenten des Raumes hervor, sodass die Analogie besser bewahrt wird, wenn die Kräfte demselben Gesetz unterliegen.²⁸

Die ganze Debatte über die Bedeutung der Kräfte hat aber einen metaphysischen Hintergrund: die Frage nach dem Fundament der Natur. Wie Bošković selbst in *De lumine* aus dem Jahre 1748 schrieb, muss er zuerst „seine Theorie über die in der Natur existierenden Kräfte“ entwickeln, weil „die universalen sowie partikulären mechanischen Eigenschaften von allen Körpern“ davon abhängen.²⁹ Bošković dachte also, von seiner Theorie der Kräfte die Theorie des materiellen Fundaments ableiten zu können.

Boškovićs berühmte Kraftpunkte waren ein spekulativer Versuch, die Diskontinuität der Aktion durch Anstoß auf eine Art kontinuierliche Fernwirkung zu reduzieren. Man könnte behaupten, dass seine Theorie eine Verbindung von Leibniz' Metaphysik der Punktmonaden und Newtons Physik der Fernwirkung darstellt.³⁰ Nach Bošković besteht die Materie aus Punkten (*puncta*), die alle identisch, einfach, unteilbar, nicht ausgedehnt, undurchdringlich, diskret und homogen sind. Diese Punkte zeigen die Neigung, sich einander zu nähern oder voneinander zurückzuziehen, d. h. Aktionen zwischen Paaren, die als Relativbeschleunigungen beobachtbar sind, die sowohl im Vorzeichen als auch in der Größe mit ihren Abständen variieren.

28 „Cum Potentiae singulis temporibus, non singulis spatiis producant celeritates sibi proportionales; analogia melius servabitur, si et vires eadem lege producat.“ Boscovich (1745), § 37.

29 „Verum antequam ad ipsas Luminis proprietates deveniamus, exponenda est in hoc ipso limine aliquanto diligentius nostra quaedam theoria virium in natura existentium, ex quibus nos quidem universam Mechanicam derivamus, et omnes corporum omnium tam generales, quam particulares mechanicas proprietates ita pendere arbitrarum, ut pleraque nullo sane negotio explicentur, et principiis quibusdam propositis sponte fluant.“ Boscovich (1748), 1.

30 Whyte (1957), 284.

Diese Punkte sind die Quellen von Kräften, die fernwirksam sind. Diese Punkte unterscheiden sich von mathematischen Punkten dadurch, dass sie die Eigenschaft der Trägheit besitzen und dass es eine Kraft gibt – die Kraft nach Bošković, die zwischen ihnen steht, die durch die Kurve von Bošković (*curva boscovichiana*) repräsentiert wird. In extrem kleinen Abständen stoßen sie sich gegenseitig ab, im Gegensatz zu Newtons Atomen, die angezogen werden. Weil diese abstoßende Kraft in die Unendlichkeit geht, wenn die Distanzen sich nähern, ist es für zwei Teilchen unmöglich, einander zu berühren. Bei Zwischenabständen wechselt die Kraft zwischen Abstoßung und Anziehung. Damit können stabile Partikelsysteme in analoger Weise zu den stabilen Atomen der modernen Theorie entstehen. Auf lange Distanzen ziehen sich die Partikel an, und so entsteht Newtons Schwerkraft.³¹

Besonders wichtig für Bošković ist es, das Problem der Ausdehnung von Atomen zu beheben:

Ceterum illud ostendo, me non inducere primum in Physicam puncta indivisibilia, & inextensa, cum eo etiam Leibnitianae monades recidunt, sed sublata extensione continua difficultatem auferre illam omnem, [...] qua fit, ut extensio continua ab inextensis effici omnino non possit.³²

Dazu könnte man den Text von Du Châtelet so lesen, dass man ihre Gedanken als eine gewisse Antizipation von Boškovićs Lösung des Problems des Atomismus verstehen kann. Für sie können die Atome, die nur als „unteilbar“ definiert sind, nicht die letzte Grundlage der materiellen Wirklichkeit sein, weil sie gegen das Prinzip des Widerspruchs gehen. Die Logik dieser Position ist: Die Materie ist ausgedehnt, d. h. teilbar, also kontinuierlich muss auch der kleinste Teil teilbar sein. Dies steht im Widerspruch zum Begriff (zur Bedeutung des Namens) von Atomen. In gewisser Weise scheint Du Châtelet eine merkwürdige Position anzunehmen: dass Atome, die aufgrund ihrer Größe (Ausdehnung) begrifflich teilbar, aber physisch unteilbar sind, von einem allmächtigen Wesen, das alles, was im Wesentlichen teilbar ist, teilen kann, geteilt werden können.³³ Also, die letzte Ebene der Realität dürfen nicht die Atome sein. So schreibt Du Châtelet:

Les atomes, ou parties insécables de la matière ne peuvent être les Êtres simples; car ces parties, quoique physiquement insécable, sont étendues et sont par conséquentes

31 Bošković (1974), § 391 und 440.

32 Bošković (1974), 22, vgl. auch §131.

33 „Or comme il n'implique point contradiction que des Êtres étendus soient divisibles, on ne peut recevoir l'indivisibilité des atomes comme nécessaire: ainsi il en faut venir à des Êtres simples“ Du Châtelet (1740), § 121.

dans le même cas que les corps qu'elles composent; ainsi, le principe de la raison suffisante refuse également aux plus petits Corps comme aux plus grands, cette simplicité qui leur est nécessaire, pour que l'on puisse trouver en eux la raison de l'étendue de la matière.³⁴

Eine ähnliche Dichotomie können wir auch bei Bošković finden. Um seine Theorie der Kraftpunkte zu bestimmen, muss er zuerst den Unterschied zwischen „mathematischem“ und „physischem“ Kontakt herstellen. Die mathematisch (geometrisch) definierte Ausdehnung ist diejenige, bei der es keine Unterbrechungen gibt; die physische Ausdehnung ist diejenige, bei der es kleine, den Sinnen unbegreifliche Unterbrechungen gibt, wie z. B. Glas, Marmor u. a. Sie scheinen absolut undurchdringlich zu sein, aber in der Tat erlauben sie das Durchdringen von der Seite der anderen Partikel.

Wie es schon mehrmals in der Sekundärliteratur wiederholt wurde, ist die Theorie der Kraftpunkte von Bošković eine Erweiterung und Ausarbeitung der leibniz'schen Monadologie. Bošković kannte den Text von Leibniz, und er brauchte dafür keine Vermittlung von Du Châtelet. Aber andererseits scheint er sich von einigen Theorien Du Châtelets inspirieren zu lassen. Um den Umfang des möglichen Einflusses von Du Châtelet auf Boškovićs Kraftpunkt-Theorie festzustellen, müsste man eine tiefere und sorgfältigere Analyse durchführen, die im vorliegenden Aufsatz nicht intendiert war.

Bibliografie

- Arthur, Richard T. W., „The Enigma of Leibniz's Atomism“, in: *Oxford Studies in Early Modern Philosophy* 1 (2003), 183–228.
- Boscovich, Rogerius Josephus, *De viribus vivis dissertation*, Venantius Monaldinus, Roma 1745.
- Boscovich, Rogerius Josephus, *De lumine pars secunda*, Komarek, Roma 1748.
- Boscovich, Rogerius J., *De continuitatis lege / Über das Gesetz der Kontinuität*, hrsg. und übersetzt von J. Talanga, Universitätsverlag C. Winter, Heidelberg 2002.
- Bošković, Ruđer Josip, *Teorija prirodne filozofije*, hrsg. von Vladimir Filipović, übersetzt von Jakov Stipišić, Sveučilišna naklada liber, Zagreb 1974.
- Bošković, Ruđer Josip, *Pisma, pjesme i rasprave*, hrsg. von Stipe Kutleša, Matica hrvatska, Zagreb 2013.
- Cartesius, Renatus, *Principia philosophiae*, Ludovicus Elzevirius, Amsterdam 1644.

34 Ebd.

- Dortous de Marian, Jean Jacques, „Dissertation sur l'estimation et la mesure des forces motrices des corps“, in: *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences*, 1728, 1–50.
- Du Châtelet, Émilie, *Institutions de Physique*, Prault, Paris 1740.
- Hagengruber, Ruth, „Émilie Du Châtelet Between Leibniz and Newton: The Transformation of Metaphysics“, in: Ruth Hagengruber (Hrsg.): *Émilie Du Châtelet between Leibniz and Newton*, Springer, Dordrecht 2012, 1–61.
- Iltis, Carolyn, „Leibniz and the Vis Viva Controversy“, in: *Isis* 62/1 (1971), 21–35.
- Jammer, Max, *Concepts of Force*, Harvard University Press, Cambridge, MA 1957.
- Jovy, Ernest, *Le P. François Jacquier et ses correspondants*, Société des sciences et arts de Vitry-le-François, Vitry-le-François 1922.
- Kawashima, Keiko, „La participation de madame Du Châtelet à la querelle sur les forces vives“, in: *Historia scientiarum – International Journal of the History of Science Society of Japan* 40 (1990), 9–28.
- Leibniz, Gottfried Wilhelm, „Brevis demonstratio erroris memorabilis Cartesii et aliorum circa legem naturalem, secundum quam volunt a Deo eandem semper quantitatem motus conservari, qua et in re mechanica abutuntur“, in: *Acta eruditorum*, J. Gross und J. Th. Fritsch, Leipzig 1686, 161–163.
- Leibniz, Gottfried Wilhelm, „On the Nature of Body and the Laws of Motion“ (ca. 1678–1682), in: *Philosophical Essay*, Hackett Publishing Company, Indianapolis, Cambridge 1989.
- Leibniz, Gottfried Wilhelm, „Reflections on the Advancement of True Metaphysics and Particularly on the Nature of Substance Explained by Force“ (1694), in: *Leibniz's 'New System' and associated contemporary texts*, übers. und hrsg. von R. S. Woolhouse, Richard Francks, Oxford University Press, Oxford 2006, 31–35.
- Marković, Željko, *Rude Bošković I*, Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb 1968.
- Newton, Isaac, *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, 2 Bde., hrsg. von Alexandre Koyré, I. Bernard Cohen, Harvard University Press, Cambridge, MA 1972.
- Newton, Isaac, „On the Motion of Bodies“, in: *Geometry and Dynamics of Motion, The Mathematical Papers of Isaac Newton*, Bd. VI, hrsg. von D. T. Whiteside, Cambridge University Press, Cambridge 1974.
- Reichenberger, Andrea, „Leibniz's Quantity of Force: A ‚Heresy‘? Émilie Du Châtelets *Institutions* in the Context of the *Vis Viva* Controversy“, in: Ruth Hagengruber (Hrsg.), *Émilie Du Châtelet between Leibniz and Newton*, Springer, Dordrecht 2012, 157–173.
- Reichenberger, Andrea, „Émilie du Châtelets *Institutions physiques*“, in: *Über die Rolle von Prinzipien und Hypothesen in der Physik*, Springer, Wiesbaden 2016, 215–256.
- Schmid, Stephan, *Finalursachen in der Frühen Neuzeit*, De Gruyter, Berlin/ New York 2011.
- Strien, Marij van, „Continuity in Nature and in Mathematics: Du Châtelet and Boscovich“, in: *EPSA 15 Selected Papers*, hrsg. von M. Massimi, J.-W. Romeijn, G. Schurz, Series: European Studies in Philosophy of Science, vol 5., Springer International Publishing 2017, 71–81.
- Terrall, Mary, „Vis Viva Revisited“, in: *History of Science* 42 (2004), 189–209.
- Walters, Robert L., „La querelle des forces vives et le rôle de Mme Du Châtelet“, in: François de Gandt (Hrsg.), *Clrey dans la vie intellectuelle: la réception de Newton en France*, Voltaire Foundation, Oxford 2001, 198–211.
- Whyte, L. L., „Boscovich and Particle Theory“, in: *Nature* 179 (1957), 284 f.

Metaphilosophie und das Prinzip des Widerspruchs: Leibniz, Wolff und Du Châtelet

Andreas Blank

Im Vorwort zu ihren *Institutions de Physique* (1740) kündigt Émilie Du Châtelet an, sie werde die zentralen Auffassungen von Leibniz darstellen und sich dabei an die Kapitel über das Prinzip des Widerspruchs, das Prinzip des zureichenden Grundes, das Mögliche und Unmögliche und einige weitere halten, von denen, wie sagt, ein Schüler von Wolff ihr Auszüge angefertigt hatte.¹ Zu Beginn des betreffenden Kapitels bemerkt sie in methodologischer Hinsicht: „Alle unsere Erkenntnisse entstehen nach und nach auseinander und sind gegründet auf bestimmte Prinzipien, deren Wahrheit selbst man kennt, ohne darüber reflektieren, weil sie durch sich selbst evident sind.“² Welche Art der Evidenz hat Châtelet hier im Sinn? Und wie ist es zu verstehen, dass sie im Folgenden durchaus für die Gültigkeit von Grundsätzen wie dem Prinzip des Widerspruchs argumentiert, obwohl sie solche Grundsätze als ohne Reflexion bekannt betrachtet?

In diesem Essay möchte ich dafür argumentieren, dass ihr Blickwinkel auf Leibniz durch die Philosophie von Wolff spezifische Aspekte der Metaphilosophie von Leibniz grundlegend für ihre eigene Auffassung der methodologischen Rolle der Vernunftprinzipien macht. Wie sich herausstellen wird, liegt dies daran, dass Wolff Leibniz' Überlegungen zur Rolle der inneren Erfahrung – der Erfahrung, die wir mit unserem eigenen Denken machen – in viel weitreichenderer Weise zur Grundlage seiner Ontologie gemacht hat, als dies bei Leibniz selbst der Fall ist. Eine Untersuchung der (durch Wolff vermittelten) Differenzen und Parallelen

- 1 Châtelet (1740), 12–13. Alle für den vorliegenden Artikel relevanten Passagen werden unverändert aufgenommen in Châtelet (1742). Eine altertümliche deutsche Übersetzung der Ausgabe von 1742 findet sich in Châtelet (1743). Im Interesse der Genauigkeit sind, wo nicht anders vermerkt, Übersetzungen im Folgenden meine eigenen. Generell zu Châtelets Leibniz-Rezeption, siehe Rey (2008), Winter (2008), Hagengruber (2012).
- 2 Châtelet (1740), 15.