

УДК 1(091):117

ИНЕРЦИЯ И ПРОСТРАНСТВО:  
КАНТ И ЭЙЛЕРЭ. Гёрг<sup>1</sup>

*Натурфилософия Канта в «Метафизических началах естествознания» обнаруживает сильное влияние «Принципов» Ньютона. Однако при ближайшем рассмотрении становится ясно, что на проект Канта повлияли и другие мыслители, в том числе Леонард Эйлер. Его работы оказали большое влияние на Канта, причем в связи с его взглядами не только на пространство и инерцию, но и на отношение между метафизикой и естествознанием в целом. Несмотря на то что физика Эйлера основывалась на работах Ньютона, его взгляды на фундаментальные аспекты отличались от ньютоновских, что привело к важнейшим изменениям в классической механике. Я рассматриваю влияние Эйлера на творчество Канта и сосредоточиваю свое внимание на позиции Эйлера по двум запутанным вопросам – проблеме инерции и проблеме пространства. Я объясняю, что и Эйлер, и Кант прошли через формирование этих фундаментальных понятий. После краткого освещения различий между Кантом и Ньютоном (1) я рассматриваю становление важных частей натурфилософии Эйлера, касающихся вышеупомянутых вопросов, и показываю, что он, опровергая вольфианство, стал сторонником необходимости абсолютного пространства, но при этом отрицал существование внутренней силы инерции (2). После этого я демонстрирую, как знакомство Канта с работами Эйлера привело к решающим изменениям кантовской натурфилософии в частности и его философской системы в целом. С этой целью я анализирую пересмотр Кантом теории пространства и инерции, разработанной в его докритических сочинениях. Основываясь на этом, я показываю влияние данных идей на «Метафизические начала естествознания» (3).*

**Ключевые слова:** Кант, Ньютон, Эйлер, абсолютное пространство, инерция, сила инерции, закон инерции, натурфилософия

<sup>1</sup> Рурский университет Бохума, Германия, 44801, Бохум, Университетсштрассе, д. 150. Поступила в редакцию: 03.08.2021 г.  
doi: 10.5922/0207-6918-2022-2-1

TRÄGHEIT UND RAUM:  
KANT UND EULERE. Görg<sup>1</sup>

*Kant's natural philosophy in the Metaphysical Foundations of Natural Science is heavily influenced by Newton's Principia. However, a closer look makes it clear that Kant's project has also been influenced by other thinkers. One of these thinkers is Leonard Euler. His work was of great influence for Kant, not only with regards to his view on space and inertia but on the relation between metaphysics and natural science in general. Even though Euler's Physics built on Newton's work, he differs from him in fundamental regards, leading to crucial developments inside classical mechanics. Here I will discuss the influence of Euler on the work of Kant and focus on Euler's view on the two entangled problems of inertia and space. It will become clear that both Euler and Kant went through a development concerning these fundamental notions. After shortly highlighting the differences between Kant and Newton (1), I shall go through the development of important parts of Euler's natural philosophy concerning the above mentioned themes. I intend to demonstrate that he, through his refutation of Wolffianism, became an advocate for the necessity of absolute space but also denied the existence of an internal force of inertia (2). After that I will show how Kant's reading of Euler led to crucial changes of his natural philosophy in particular and his philosophical enterprise in general. I therefore analyze Kant's revision of his theory of space and inertia in his precritical writings. Building upon that, I will show the influence of these thoughts on his Metaphysical Foundations (3).*

**Keywords:** Kant, Newton, Euler, absolute space, inertia, force of inertia, law of inertia, natural philosophy

<sup>1</sup> Ruhr-University Bochum. Universitätsstraße 150, Bochum, 44801, Germany. Received: 03.08.2021.  
doi: 10.5922/0207-6918-2022-2-1

## 1. Кантовские и ньютоновские основания закона инерции

Влияние И. Ньютона на кантовскую натурфилософию, особенно на его «Метафизические начала естествознания», подчеркивалось неоднократно. В качестве примера можно привести книгу М. Фридмана «Кант и точные науки». Название главы «Метафизические основания ньютоновской науки» (Friedman, 1992, p. 136–164) является программным для интерпретации Фридмана. Однако, акцентируя влияние Ньютона на кантовский проект создания оснований механики, можно упустить из виду важность других мыслителей для этого проекта. Так, между натурфилософскими основаниями ньютоновских «Принципов» и «Метафизических начал естествознания» обнаруживаются глубокие различия, как это подробно описал, в частности, Э. Уоткинс (Watkins, 1997; 1998; 2012).

Различия между «Принципами» Ньютона и «Метафизическими началами естествознания» Канта можно проиллюстрировать тремя аксиомами. Среди законов, названных Кантом, можно обнаружить только один, который также упоминается и Ньютоном<sup>2</sup>. «Законы механики» Канта включают в себя сохранение материи, закон инерции и равенство импульсов двух взаимодействующих тел. Из них только закон инерции встречается у Ньютона. Кантовская формулировка гласит: «Второй закон механики. Всякое изменение материи имеет внешнюю причину. (Всякое тело находится в состоянии покоя или движения в том же направлении и с той же скоростью, если оно не вынуждено внешней причиной оставить это свое состояние.)» (AA 04, S. 543; Кант, 1994а, с. 345).

<sup>2</sup> Фридман иногда слишком интенсивно проводит параллели между законами Ньютона и Канта. Так, он утверждает, что вторая ньютоновская аксиома содержится в третьем законе Канта (Friedman, 1992, p. 228). Недопустимость таких параллелей показана, в частности, Уоткинсом (Watkins, 1997) и Каррьером (Carrier, 1992).

## 1. Die Grundlagen des Trägheitsgesetzes bei Kant und Newton

Der Einfluss Newtons auf Kants Naturphilosophie, insbesondere die *Metaphysische[n] Anfangsgründe der Naturwissenschaften* (weiterhin MAN), ist immer wieder hervorgehoben worden. Exemplarisch sei hier auf Michael Friedmans *Kant and the Exact Sciences* verwiesen. Der Titel des Kapitels „*Metaphysical Foundations of Newtonian Science*“ (Friedman, 1992, S. 136-164) ist für Friedmans Lesart programmatisch. Der Fokus auf den Einfluss Newtons auf Kants Projekt einer Fundierung der Mechanik übersieht jedoch die Bedeutung anderer Denker für das Kantische Projekt. So fallen tiefgreifende Unterschiede zwischen den naturphilosophischen Grundlagen der Newtonschen *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* und den MAN auf, was u.a. von Watkins (Watkins, 1997; 1998; 2012) herausgearbeitet wurde.

Exemplarisch lassen sich die Differenzen zwischen Newtons *Principia* und Kants MAN anhand der drei Axiome aufzeigen. So findet sich unter den von Kant genannten Gesetzen nur eines, dass auch von Newton genannt wird:<sup>2</sup> Kants ‚Gesetze der Mechanik‘ beinhalten die Materieerhaltung, das Trägheitsgesetz und die Gleichheit der Impulse zweier wechselwirkender Körper. Bei Newton findet sich von diesen dreien nur das Trägheitsgesetz. Kants Formulierung lautet: „*Zweites Gesetz der Mechanik*. Alle Veränderung der Materie hat eine äußere Ursache. (Ein jeder Körper beharrt in seinem Zustand der Ruhe oder Bewegung, in derselben Richtung und mit derselben Geschwindigkeit, wenn er nicht durch eine äußere Ursache genötigt wird, diesen Zustand zu verlassen)“ (MAN, AA 04, S. 543).

<sup>2</sup> Friedman parallelisiert z.T. zu stark zwischen den Gesetzen Newtons und Kants. So argumentiert er, dass das zweite Newtonsche Axiom in Kants drittem Gesetz enthalten sei (Friedman, 1992, S. 228). Die Unzulässigkeit dieser Parallelisierung wird u.a. von Watkins (1997) und Carrier (1992) gezeigt.

Заклученная в скобки часть закона является прямым переводом из «Принципов» Ньютона (Pollok, 1997, S. 146). Однако кантовский закон инерции и закон инерции Ньютона основаны на разных фундаментальных предположениях. Кант утверждает, что всякое изменение материи имеет внешнюю причину. Тело находится в состоянии покоя, если оно не вынуждено внешней причиной оставить это свое состояние. Инерция для него является свойством тел, Кант отвергает внутреннюю силу инерции. В этом заключается различие между Кантом и Ньютоном. Ньютон пишет еще до своих аксиом в третьем определении «Принципов»: «Врожденная сила материи есть присущая ей способность сопротивления, по которой всякое отдельно взятое тело, поскольку оно предоставлено самому себе, удерживает свое состояние покоя или равномерного прямолинейного движения» (Ньютон, 1989, с. 25). Таким образом, согласно Ньютону, существует сила, присущая телам, которая обеспечивает движение тела по закону инерции, то есть по прямой и равномерно.

В другом месте «Принципов» Ньютон еще раз рассматривает силу инерции как внутреннюю силу тел. Хотя он отвергает гравитацию как силу, присущую телу, это не относится к силе инерции. Ньютон пишет: «Однако я отнюдь не утверждаю, что тяготение существенно для тел. Под врожденною силою я разумею единственно только силу инерции. Она неизменна. Тяжесть при удалении от Земли уменьшается» (Там же, с. 504). Это различие в обосновании закона инерции между Кантом и Ньютоном объясняется влиянием Леонарда Эйлера. Эйлер также стремится ограничить понятие силы понятием внешней причины. Это уточняющее описание понятия силы как внешней силы стало важным шагом в развитии классической механики. Цель моей статьи — выяснение в этой связи степени влияния Эйлера на Канта. При этом я сосредоточу внимание не только на его критике силы инерции, но и на

Bei dem eingeklammerten Teil des Gesetzes handelt es sich um eine direkte Übersetzung aus Newtons *Principia* (Pollok, 1997, S. 146). Nichtsdestotrotz basiert das Trägheitsgesetz bei Kant und Newton auf unterschiedlichen Grundannahmen. Kant redet davon, dass die Veränderung der Materie eine äußere Ursache hat. Der Körper beharrt ohne *äußere* Kräfte in seinem Zustand. Trägheit ist für Kant eine Eigenschaft der Körper, eine innere Trägheitskraft lehnt er ab. Hier besteht eine Differenz zwischen Kant und Newton. Dieser schreibt noch vor seinen Axiomen in der dritten Definition der *Principia*: „*Die vis insita der Materie ist die Fähigkeit [der Materie], sich zu widersetzen, infolge deren jeder Körper, quantum in se est, in seinem Zustand entweder des Ruhens oder Sich-geradlinig-gleichförmig-Bewegens verharret*“ (Newton, 1999, S. 23). Nach Newton gibt es also eine den Körpern innewohnende Kraft, die dafür sorgt, dass ein Körper sich gemäß dem Trägheitsgesetz, d.h. geradlinig und gleichförmig, bewegt.

An einer anderen Stelle der *Principia* geht Newton nochmals auf die Trägheitskraft als innere Kraft der Körper ein. Während er die Gravitation als essenzielle körperinhärente Kraft ablehnt, gilt dies nicht für die Trägheitskraft. Er schreibt: „Allerdings behaupte ich auf gar keinen Fall, daß die Schwere für die Körper wesentlich sei. Unter der *vis insita* verstehe ich nur die Trägheitskraft. Diese ist unveränderlich. Die Schwere aber läßt sich dadurch verringern, daß man sich von der Erde entfernt“ (Newton, 1999, S. 511). Diese Differenz in der Fundierung des Trägheitsgesetzes zwischen Kant und Newton ist auf den Einfluss Eulers zurückzuführen. Auch Euler will den Begriff der Kraft auf den einer äußeren Ursache beschränken. Diese Spezifizierung des Kraftbegriffs auf eine äußere Kraft ist ein wichtiger Schritt in der Entwicklung der klassischen Mechanik. Ziel meines Aufsatzes ist es, den dahingehenden Einfluss Eulers auf Kant herauszuarbeiten. Dabei werde ich den Fokus neben sei-

его обосновании независимо существующего пространства. Обе концепции тесно переплетаются у Эйлера и Канта. Кроме того, я постараюсь показать, как критика философии своего времени со стороны Эйлера повлияла на критическую философию Канта в целом.

## 2. Закон инерции и пространство у Эйлера

Работа Эйлера имеет первостепенное значение для развития классической механики. Во многих местах он опирается на «Принципы» Ньютона, но зачастую выходит за их рамки. В том что касается концепции пространства и инерции, можно отметить развитие по сравнению с Ньютоном. Ньютоновское понятие силы существенно отличается от того, что понимается под силой сегодня. Как уже стало ясно, Ньютон предполагает, что существует сила, присущая телам, — сила инерции. Это предположение и оказало влияние на его формулировку второй аксиомы, которая считается сердцем классической механики. Обычно она выражается в виде уравнения  $F = m \cdot a$ . Интересно, однако, что этот закон не встречается в «Принципах» Ньютона<sup>3</sup>. Вторая же аксиома Ньютона гласит: «Изменение количества движения пропорционально приложенной движущей силе и происходит по направлению той прямой, по которой эта сила действует» (Там же, с. 40).

В систематическом виде это соотношение можно формализовать как  $F \sim \Delta p$  (Westfall, 1971, p. 345). Данную формулировку можно наблюдать вплоть до исследования Ньютоном силы инерции: если тело А сталкивается с телом В, тело А *передает* часть своей силы инерции на тело В<sup>4</sup>. Сила инерции одного тела передается другому телу. Одна из многочисленных заслуг

<sup>3</sup> В такой формулировке закон восходит к «Механике» Эйлера 1736 г.

<sup>4</sup> Об этой реконструкции генезиса ньютоновской концепции силы см.: (Westfall, 1971, S. 344–345; Kutschmann, 1983, S. 23–24).

нер Kritik der Trägheitskraft auch auf sein Plädoyer für einen unabhängig existierenden Raum legen. Beide Konzeptionen sind bei Euler und Kant dicht miteinander verwoben. Zudem werde ich zu zeigen suchen, wie Eulers Kritik an der Philosophie seiner Zeit Kants kritische Philosophie insgesamt beeinflusst hat.

## 2. Das Trägheitsgesetz und Raum bei Euler

Eulers Werk ist von zentraler Bedeutung für die Entwicklung der klassischen Mechanik. An zahlreichen Stellen baut er auf Newtons *Principia* auf, geht jedoch in vielem darüber hinaus. Mit Bezug auf die Raum- und Trägheitskonzeption lässt sich dabei gegenüber Newton eine Entwicklung feststellen. Newtons Kraftbegriff unterscheidet sich in manchem von dem, was heute unter Kraft verstanden wird. Wie bereits deutlich wurde, geht Newton davon aus, dass es eine den Körpern innewohnende Kraft gibt, die Trägheitskraft. Dies hat auch Auswirkungen auf seine Formulierung des zweiten Axioms, das als Herzstück der klassischen Mechanik gilt. Dieses wird zumeist mit der Gleichung  $F = m \cdot a$  wiedergegeben. Interessanterweise findet sich dieses Gesetz jedoch so in Newtons *Principia* nicht.<sup>3</sup> Newtons zweites Axiom lautet hingegen: „Die Änderung einer Bewegung[sgröße] ist der eingepprägten Bewegungskraft proportional und erfolgt entlang der Geraden, entlang welcher diese Kraft eingepragt wird“ (Newton, 1999, S. 33).

Systematisch lässt sich dieser Zusammenhang als  $F \sim \Delta p$  formalisieren (Westfall, 1971, S. 345). Zurückzuführen ist diese Formulierung auf Newtons Auseinandersetzung mit der Trägheitskraft: Stößt ein Körper A den Körper B, so *prägt* der Körper A dem Körper B einen Teil seiner Trägheitskraft *ein*.<sup>4</sup> Die Trägheitskraft des ei-

<sup>3</sup> Das Gesetz geht in dieser Formulierung auf Eulers *Mechanica* von 1736 zurück.

<sup>4</sup> Für diese Rekonstruktion der Genese des Newtonschen Kraftbegriffes vgl. Westfall (1971, S. 344-345) und Kutschmann (1983, S. 23-24).

Эйлера заключается в том, что он привел понятие силы к той форме, которая имеет место сегодня. По его мнению, силы всегда являются внешними силами, и не существует такого понятия, как сила, имманентная телу.

Однако Эйлер не всегда однозначен в своем отказе от силы инерции и периодически признает это понятие, а иногда даже использует его сам. К решительному отказу от него он пришел только благодаря знакомству с немецкой схоластикой. Чтобы проследить это становление, далее я рассмотрю три краеугольных камня формирования эйлеровской концепции инерции и, кроме того, представлю тесно связанное с ней развитие эйлеровской концепции пространства. Моя цель — показать, что Эйлер критически относился к идее силы инерции на ранней стадии, но не отвергал это понятие полностью и иногда использовал его сам. Таким образом, он колебался в своих взглядах. Полный отказ от силы инерции произошел только в результате его противостояния с монадистами — последователями Лейбница и Вольфа. Здесь очевидны параллели с его отношением к абсолютному пространству. Хотя Эйлер вводит это понятие в своих ранних работах, он остается в стороне от философских дебатов об онтологии пространства. Только его противостояние с монадистами в конце 1740-х гг. привело к четкому позиционированию и требованию создать новую философию, ориентированную на установленные основы механики. Чтобы разобраться в этом, я сначала проанализирую работу «*Mechanica sive motus scientia analytice exposita*» (далее — «Механика») 1736 г. (2.1). Затем я прослежу развитие идей Эйлера в 1740-х гг. и рассмотрю его работу о несовместимости мысли и материи «*Enodatio quaestionis utrum materiae facultas cogitandi tribui possit necne*»<sup>5</sup> 1746 г. (см.: Euler, 2018), а также работу «*Réflexions sur l'espace et*

nen Körpers geht auf den anderen Körper über. Eine der vielen Errungenschaften Eulers ist es nun, den Kraftbegriff auf die heute übliche Form gebracht zu haben. Kräfte sind nach ihm immer *äußere* Kräfte, eine körperimmanente Kraft gibt es nicht.

Jedoch ist Euler in seiner Ablehnung einer Trägheitskraft nicht immer eindeutig und akzeptiert den Begriff zwischenzeitlich, bzw. verwendet ihn mitunter sogar selbst. Zu einer entschiedenen Ablehnung des Begriffes der Trägheitskraft kommt es erst durch seine Auseinandersetzung mit der deutschen Schulphilosophie. Um diese Entwicklung nachzuvollziehen, werde ich im Folgenden drei Eckpunkte der Eulerschen Entwicklung mit Bezug auf seine Trägheitskonzeption untersuchen und zusätzlich die eng damit verknüpfte Entwicklung der Raumkonzeption bei Euler darstellen. Mein Ziel ist es dabei zu zeigen, dass Euler schon früh die Vorstellung einer Trägheitskraft kritisch sieht, den Begriff jedoch nicht gänzlich ablehnt, sondern ihn mitunter selbst verwendet. Er ist in seiner Position also schwankend. Zur endgültigen Ablehnung einer Trägheitskraft kommt es erst durch seine Auseinandersetzung mit den Monadisten, d.h. mit den Anhängern Leibniz' und Wolffs. Hier werden Parallelen zu seiner Haltung zum absoluten Raum deutlich. Obwohl Euler in seinen frühen Schriften einen absoluten Raum einführt, hält er sich aus den philosophischen Debatten um die Ontologie des Raumes heraus. Erst seine Auseinandersetzung mit den Monadisten führt hierbei am Ende der vierziger Jahre des achtzehnten Jahrhunderts zu einer eindeutigen Positionierung und zur Forderung nach einer neuen Philosophie, die sich an den etablierten Grundlagen der Mechanik orientiert. Um dies herauszuarbeiten, werde ich zunächst die Schrift *Mechanica sive motus scientia analytice exposita* (nachfolgend *Mechanica*) von 1736 analysieren (2.1). Daraufhin werde ich die Entwicklung Eulers in den vierziger Jahren nachverfolgen und auf sei-

<sup>5</sup> «Решение вопроса: можно ли отнести способность мыслить к материи или нет» (лат.). — *Примеч. ред.*

le temps» (далее — «Размышления о пространстве и времени»<sup>6</sup>) 1748 г. (2.2). Наконец, я обращаюсь к его поздним размышлениям в работе «Theoria motus corporum solidorum seu rigidorum» 1765 г. (далее — «Теория движения твердых тел») и в «Письмах к немецкой принцессе» 1768 г. (2.3). Наконец, основываясь на своих выводах, я сформулирую критику позиции Уоткинса, который не видит антилейбницевской направленности размышлений Эйлера.

### 2.1. Сила инерции и пространство в «Механике» Эйлера

В своей «Механике» 1736 г. Эйлер берет на вооружение многочисленные понятия ньютоновских «Принципов» и подвергает их пересмотру. Двадцатидевятилетний Эйлер во многом все еще близок к позиции Ньютона. Так, он предполагает, что существует сила инерции, присущая телам: «Сила инерции — это присущая всем телам (вложенная во все тела) способность или пребывать в покое или же равномерно продолжать движение по прямому направлению» (Эйлер, 1938, с. 76). При этом, однако, Эйлер подчеркивает, что сила инерции является пассивным принципом и, как это позднее делает Кант (AA 04, S. 549; Кант, 1994а, с. 352), открыто возражает кеплеровскому представлению о силе инерции (*vis inertiae*) как об активной силе:

Кеплер первый ввел этот термин и применил его к той силе, имеющейся во всех телах, которая противодействует всему тому, что пытаются изменить их состояние; и действительно, этот термин «инерция» более соответствует этой идее противодействия, чем той идее косности... Я предпочитаю пользоваться своим определением скорее, чем определением Кеплера, так как еще неизвестно, каким образом тела противодействуют воздействующим на них силам (Эйлер, 1938, с. 76–77).

<sup>6</sup> Издание цитируется по немецкому прижизненному переводу: (Euler, 1763). — *Примеч. ред.*

ne Schrift zur Unvereinbarkeit von Denken und Materie *Enodatio quaestionis utrum materiae facultas cogitandi tribui possit necne* (Euler, 1746a) sowie auf *Réflexions sur l'espace et le temps* (nachfolgend *Reflexionen über Raum und Zeit*) (Euler, 1763) von 1748 eingehen (2.2). Abschließend werde ich seine späten Überlegungen in der *Theoria motus corporum solidorum seu rigidorum* von 1765 (nachfolgend *Theoria motus*) und den *Briefen an eine deutsche Prinzessin* von 1768 untersuchen (2.3). Abschließend werde ich ausgehend von meinen Ergebnissen die Haltung Watkins' kritisieren, der die antileibnizianische Stoßrichtung der Eulerschen Überlegungen nicht sieht.

### 2.1. Trägheitskraft und Raum in Eulers *Mechanica*

In seiner *Mechanica* von 1736 greift Euler zahlreiche Konzepte der Newtonschen *Principia* auf und unterzieht sie einer Revision. Der 29jährige Euler ist dabei in vielem noch dicht an der Position Newtons angesiedelt. So geht er davon aus, dass es eine den Körpern innewohnende Trägheitskraft gibt: „Die Kraft der Trägheit ist jene allen Körpern inwohnende Fähigkeit, entweder in Ruhe zu verharren, oder ihre Bewegung gleichförmig in gerader Linie fortzusetzen“ (Euler, 1848, S. 25). Dabei unterstreicht Euler jedoch, dass es sich bei der Kraft der Trägheit um ein passives Prinzip handelt und wendet sich dabei, wie später auch Kant (MAN, AA 04, S. 549), direkt gegen Keplers Vorstellung einer *vis inertiae* als aktiven Kraft:

Kepler hat zuerst diese Benennung aufgestellt und er bezeichnet damit die jedem Körper eigenthümliche Kraft, allem zu widerstehen, was seinen Zustand zu verändern strebt. Zwar passt das Wort Trägheit besser zu dieser Idee des Widerstandes, als zur obigen des Beharrens [...]. Ich wollte lieber diese, als Kepler's Erklärung anwenden, weil man noch nicht weiss, auf welche Weise die Körper den antreibenden Kräften widerstehen (Euler, 1848, S. 25).

Позже Эйлер также вводит величины, изменяющие движение, — силы (Эйлер, 1938, с. 92). Он осознает противоречие между концепцией силы, *сохраняющей* движение, и силы, *производящей* движение. Эйлер пишет:

Тело подобного рода, раз оно находится в состоянии покоя, должно вечно пребывать в покое; если же оно имело движение, оно вечно должно двигаться с той же скоростью по прямому направлению. Оба эти закона наиболее удобно можно представить под именем закона *сохранения состояния*. Отсюда вытекает, что сохранение состояния является существенным свойством всех тел и что все тела, пока они остаются таковыми, имеют стремление или способность навсегда сохранять свое состояние, а это есть не что иное, как *сила инерции*. Правда, не очень удачно причине этого сохранения дано имя *силы*, так как она неоднородна с другими собственно так называемыми силами, каковы, например, сила тяжести, и с ними не может сравниваться. В эту ошибку обычно попадали многие и прежде всего метафизики, обманутые двусмысленностью этого слова. Так как всякое тело по своей природе пребывает в том же состоянии или покоя или движения, то если тело не следует этому закону... это нужно приписать действию внешних сил (Эйлер, 1938, с. 36–37).

Итак, в «Механике» уже имеет место определенная критика идеи силы инерции, хотя эта критика и не получает здесь дальнейшего развития. Это будет сделано Эйлером в более поздних работах. Что касается пространства, он вводит абсолютное пространство в самом начале своей работы, однако подчеркивает, что эта концепция — всего лишь математическая точка зрения и что он полностью исключает метафизические дискуссии об абсолютном пространстве. Он пишет: «*Место* есть часть неизмеримого или бесконечного пространства, в котором находится весь мир» (Эйлер, 1938, с. 41). И далее:

То, что мы говорили здесь о безграничном и неизмеримом пространстве, должно рассматриваться как чисто математические выраже-

Спäter führt Euler (1848, S. 33) auch Kräfte als bewegungsändernde Größen ein. Der Spannung zwischen der Konzeption einer bewegungserhaltenden und einer bewegungserzeugenden Kraft ist er sich dabei bewusst. Euler schreibt:

Wenn nämlich ein derartiger Körper sich einmal in Ruhe befindet, muss er beständig in derselben verharren; hat er aber einmal eine Bewegung, so muss er beständig mit derselben Geschwindigkeit geradlinig fortgehen. Beide Gesetze kann man bequem unter der Benennung *der Erhaltung des Zustandes* begreifen. Es folgt hieraus, dass die Erhaltung des Zustandes eine wesentliche Eigenschaft aller Körper ist und dass diese die Kraft oder das Vermögen besitzen, beständig in ihrem Zustande zu verharren. Diess ist nichts anderes, als die *Kraft der Trägheit*. Weniger passend legt man der Ursache dieser Erhaltung die Benennung *Kraft* bei, weil sie nicht mit andern eigentlich so genannten Kräften, wie z. B. der Schwere gleichartig ist und nicht mit ihnen verglichen werden kann. In diesem Irrthum pflegen sich viele, besonders die Metaphysiker zu befinden, indem sie durch die zweideutige Benennung betrogen werden. Da also jeder Körper vermöge seiner Natur in demselben Zustande der Ruhe oder Bewegung beharret, muss man es äusseren Kräften zuschreiben, wenn der Körper dieses Gesetz nicht befolgt [...] (Euler, 1848, S. 5-6).

Somit findet sich in der *Mechanica* bereits eine dezidierte Kritik an der Vorstellung der Trägheitskraft, auch wenn sie nicht weiter ausgearbeitet wird. Diese Kritik wird von Euler in späteren Schriften ausgebaut. Bezüglich des Raumes führt Euler gleich zu Beginn seiner Schrift den absoluten Raum ein. Er betont jedoch, dass es sich bei dieser Konzeption lediglich um eine mathematische Setzung handelt und er die metaphysischen Diskussionen um den absoluten Raum vollkommen ausklammert. Er schreibt: „Der *Ort* ist ein Theil des unermesslichen oder unendlichen Raumes, in welchem die ganze Welt sich befindet“ (Euler, 1848, S. 8). Und weiter:

Das, was wir über den unendlichen Raum und seine Grenzen gesagt haben, muss rein mathematisch gedacht werden. Stehen diese Vor-

ния. Хотя это, по-видимому, противоречит метафизическим спекуляциям, тем не менее оно хорошо подходит для нашей цели. Ведь мы не утверждаем, что есть подобного рода бесконечное пространство, — такое, что оно имеет точные и неизменные границы; но, не заботясь о том, есть ли такое пространство или нет, мы требуем только одного, чтобы тот, кто хочет исследовать вопрос об абсолютном движении и абсолютном покое, представил себе такое пространство... (Эйлер, 1938, с. 42).

То есть молодого Эйлера не занимают дебаты об онтологических основаниях пространства, подобные тем, которые вели Лейбниц и Кларк в начале XVIII в. Далее станет ясно, что Эйлер в последующие десятилетия отказывается от своего «онтологического агностицизма». Причина заключается в его несогласии с монадистами.

## 2.2. Развитие идей Эйлера в 1740-е годы

В 1740-е гг. Эйлер написал ряд философских трудов. Возможно, это связано с его противостоянием с вольфианцами в Берлинской академии (Pulte, 1989; Goldenbaum, 2004). Его неприятие философии Лейбница и Вольфа можно понять и с точки зрения университетской политики, и с религиозной точки зрения, поскольку он считает, что учение о монадах в конечном итоге ведет к атеизму<sup>7</sup>. Далее я изложу позицию Эйлера по отношению к инерции и пространству на основе двух его работ: «Enodatio quaestionis utrum materiae facultas cogitandi tribui possit necne» 1746 г., где приведены аргументы против вольфианцев и в пользу принципиальной несовместимости материи и одушевленности, и «Размышления о пространстве и времени» 1748 г., в которой, исходя из закона инерции, он делает вывод о необхо-

<sup>7</sup> Резкая критика Эйлером «приверженцев монадологии» может быть проиллюстрирована отрывком из «Писем к немецкой принцессе». Здесь он пишет: «Монадисты — весьма опасные люди» (Эйлер, 2002, с. 290, № 132). Об этом см. также: (Görg, 2018, S. 105).

stellungen auch mit den metaphysischen Speculationen scheinbar im Widerspruch, so können wir sie doch mit Recht zu unserm Zweck anwenden. Wir behaupten nämlich nicht, dass es einen derartigen unendlichen Raum mit festen unendlichen Grenzen gebe, kümmern uns auch nicht um ihr Dasein, sondern wir verlangen nur, dass derjenige, welcher die absolute Ruhe oder Bewegung betrachten will, sich einen solchen Raum vorstelle [...] (Euler, 1848, S. 9).

D.h. der junge Euler kümmert sich nicht um die Debatten zur ontologischen Grundlagen des Raumes, wie sie bspw. von Leibniz und Clarke zu Beginn des achtzehnten Jahrhunderts geführt wurden. Es wird im Folgenden deutlich werden, dass Euler seinen ‚ontologischen Agnostizismus‘ in den nächsten Jahrzehnten ablegt. Grund ist seine Auseinandersetzung mit den Monadisten.

## 2.2. Eulers Entwicklung in den vierziger Jahren

In den vierziger Jahren verfasste Euler eine Reihe philosophischer Schriften. Dies ist wohl auf seine Auseinandersetzung mit den Wolffianern an der Berliner Akademie zurückzuführen (s. Pulte, 1989; Goldenbaum, 2004). Seine Ablehnung der Leibniz-Wolffschen Philosophie ist dabei sowohl hochschulpolitisch zu verstehen als auch religiös bedingt, da er glaubt, dass die Monadenlehre letztlich zum Atheismus führe.<sup>5</sup> Im Folgenden werde ich die Haltung Eulers zur Trägheit und zum Raum anhand zweier Schriften darstellen: *Enodatio quaestionis utrum materiae facultas cogitandi tribui possit necne* von 1746, in der Euler gegen die Wolffianer und für die prinzipielle Unvereinbarkeit von Materie und Beseeltheit argumentiert, und *Reflexionen über Raum und Zeit* von 1748, in der er ausgehend vom Trägheitsgesetz auf die notwendige Existenz des Raumes

<sup>5</sup> Eulers scharfe Kritik der ‚Monadisten‘ lässt sich exemplarisch an einer Passage aus den Briefen an eine deutsche Prinzessin verdeutlichen. Dort schreibt er: „Welche gefährliche Leute sind doch die Monadisten!“ (Euler, 1986, S. 152, Nr. 132; siehe dazu auch Görg, 2018, S. 105).

димом существовании пространства. В обеих работах Эйлер действует одинаково: начинает с установленных основ механики, с которыми согласны все, включая вольфианцев, далее рассматривает философские вопросы. Такой подход, как станет ясно позже, оказал большое влияние на критический проект Канта.

В работе 1746 г. Эйлер пытается показать, что материя в принципе не может быть одушевленной. Он отстаивает картезианское различие между мыслью и материей. Его цель — продемонстрировать, что мышление противоречит уже известным свойствам материи — протяженности, непроницаемости и *силе* инерции. И хотя, возможно, имеют место и другие свойства, эти три являются теми, которые признают все. Он пишет о силе инерции:

Я понимаю, что силу инерции первым открыл Кеплер, а затем объяснил Ньютон, который вывел из нее принципы всей механики. Поскольку разум, как и опыт, учит нас, что каждое тело, находящееся в состоянии покоя, должно оставаться в состоянии покоя, если только оно не приведено в движение внешним источником, необходимо, чтобы причина этого постоянства содержалась в каждом теле. ...Мы признаем силу сохранения состояния, благодаря которой все тела способны сохранять свое неизменное состояние либо покоя, либо равномерного прямолинейного движения. Это называется силой инерции (Euler, 2018, p. 3–4).

Открыто ссылаясь на Кеплера и Ньютона, Эйлер, таким образом, признает здесь *силу инерции*<sup>8</sup>. Исходя из этого, он делает вывод, что одушевленность тел можно исключить: поскольку сила инерции присуща всем телам, душа не может быть телесной, ибо душе присуща сила постоянного изменения. Оба свойства, однако, не могут быть одновременно ча-

<sup>8</sup> Даже если понимание Эйлером силы инерции как сохраняющейся силы естественным образом отличается от кеплеровского. В этом месте я выражаю благодарность анонимному рецензенту за замечание.

schließt. In beiden Schriften geht er auf gleiche Weise vor: Ausgehend von den etablierten Grundlagen der Mechanik, hinsichtlich welcher sich alle einig sind, auch die Wolffianer, werden philosophische Fragestellungen behandelt. Dieses Vorgehen hat, wie später deutlich werden wird, großen Einfluss auf das kritische Projekt Kants.

In seiner Schrift von 1746 versucht Euler zu zeigen, dass Materie prinzipiell nicht beseelt sein kann. Er vertritt darin die cartesianische Unterscheidung von Denken und Materie. Sein Ziel ist es zu zeigen, dass Denken im Widerspruch zu den bereits bekannten Eigenschaften der Materie steht. Diese Eigenschaften sind Ausdehnung, Undurchdringlichkeit und die Trägheitskraft. Auch, wenn es weitere Eigenschaften geben mag, sind diese drei genannten Eigenschaften doch solche, die von allen akzeptiert werden. Er schreibt über die Trägheitskraft:

*I understand that the force of inertia was discovered first by Kepler, but then explained by Newton, who derived from it the principles of all mechanics. Since reason as well as experience teaches us that every body at rest must remain constantly at rest unless set in motion from an external source, it is necessary that the reason for this constancy be contained in every body. [...] we recognize a force of conservation of state, by which all bodies are capable of continuing their same state, either of rest or of uniformly straight motion. This is called the force of inertia (Euler, 1746a, S. 3-4).*

Mit expliziter Referenz auf Kepler und Newton tritt Euler hier also *für* eine Trägheitskraft ein.<sup>6</sup> Von dieser ausgehend schließt Euler darauf, dass eine Beseeltheit der Körper ausgeschlossen werden kann: Da allen Körpern die Trägheitskraft innewohnt, kann die Seele nicht körperlich sein, denn der Seele wohnt eine Kraft der beständigen Änderung inne. Beide Eigenschaften kön-

<sup>6</sup> Auch wenn Eulers Verständnis der Trägheitskraft als erhaltender Kraft natürlich von Keplers abweicht. Ich danke hier dem anonymen Rezensenten für den Hinweis.

стью одной и той же вещи. Итак, поскольку сила инерции присуща всем телам, одушевленных тел быть не может, поэтому существует принципиальное различие между телами и душами.

Несмотря на ранее высказанную в «Механике» критику в отношении понятия силы инерции, Эйлер сам использует термин в этом месте. В параграфе 2.3 станет ясно, что в 1750-х гг. это поменяется.

В работе «Размышления о пространстве и времени» 1748 г. Эйлер обращается к вопросу о существовании пространства. В центре критики ньютоновской механики со стороны немецких схоластов была идея абсолютного пространства, существующего независимо от тел. Эта концепция подвергалась нападкам, в частности, со стороны Лейбница и, вслед за ним, со стороны вольфианцев. В противовес Ньютону эти мыслители предложили реляционистскую теорию пространства, которая усматривала в пространстве связь существующих тел<sup>9</sup>. Хотя Эйлер и критикует ньютоновскую натурфилософию по другим пунктам, здесь он доказывает существование абсолютного, ньютоновского пространства. Отправной точкой в этом месте снова являются основания механики: на вопрос о том, существует ли независимое от тел пространство, следует ответить, спросив, необходимо ли такое пространство для оснований механики, а точнее, для закона инерции. В самом начале он пишет: «Принципы механики уже настолько основательно закреплены, что было бы неправильным желать усомниться в их истинности» (Euler, 1763, S. 1). Под принципами механики он понимает закон инерции. Рассуждения Эйлера можно резюмировать следующим образом: закон инерции как принцип механики не может быть обоснован релятивизмом. Если рассматривать тело, находящееся

<sup>9</sup> Я предполагаю, что дискуссии о природе пространства, которые велись между Ньютоном, Кларком и Лейбницем в начале XVIII в., известны. Краткое изложение см.: (Carrier, 2009).

nen aber nicht zugleich Teil ein und derselben Sache sein. Da die Trägheitskraft nun allen Körpern innewohnt, kann es keine beseelten Körper geben, weshalb ein prinzipieller Unterschied zwischen Körpern und Seelen besteht.

Trotz seiner zuvor geäußerten Kritik an dem Begriff der Trägheitskraft in der *Mechanica*, verwendet Euler also an dieser Stelle den Terminus selbst. Im Abschnitt 2.3 wird deutlich werden, dass sich dies in den fünfziger Jahren ändert.

In *Reflexionen über Raum und Zeit* von 1748 geht Euler auf die Frage nach der Existenz des Raumes ein. Ein zentraler Kritikpunkt der deutschen Schulphilosophie an der Newtonschen Mechanik war die Vorstellung eines unabhängig von den Körpern existierenden absoluten Raumes. Diese Konzeption wurde insbesondere von Leibniz und ihm nachfolgend von den Wolffianern angegriffen. Gegen Newton führten diese Denker eine relationalistische Raumtheorie ein, die im Raum die Relation der existierenden Körper sah.<sup>7</sup> Obwohl Euler die Newtonsche Naturphilosophie in anderen Punkten kritisiert, argumentiert er hier für die Existenz eines absoluten, Newtonschen Raumes. Ausgangspunkt sind auch hier wieder die Grundlagen der Mechanik: Die Frage, ob es einen unabhängig von den Körpern existierenden Raum gibt, muss durch die Frage beantwortet werden, ob für die Grundlagen der Mechanik, hier genauer für das Trägheitsgesetz, ein solcher Raum notwendig ist. Gleich zu Beginn schreibt er: „Die Grundsätze der Mechanik sind schon so gründlich befestigt, daß man unrecht handeln würde, wenn man an ihrer Wahrheit zweifeln wollte“ (Euler, 1763, S. 1). Unter den Grundsätzen der Mechanik versteht er das Trägheitsgesetz. Eulers Überlegungen lassen sich wie folgt zusammenfassen: Das Trägheitsgesetz als Grundsatz der Mechanik ist

<sup>7</sup> Ich setze hier die Diskussionen um die Natur des Raumes, wie sie zwischen Newton, Clarke und Leibniz am Anfang des achtzehnten Jahrhunderts geführt wurden, als bekannt voraus. Für eine Zusammenfassung vgl. Carrier (2009).

в состоянии покоя в воде, которая не течет, релятивист должен будет объяснить покой тела с точки зрения его усилий, направленных на то, чтобы оставаться рядом с окружающими телами. Однако, согласно Эйлеру, это объяснение перестает быть достаточным, как только вода начинает течь: «Механика же ясно и четко показывает нам, что тело следует за течением воды только в той мере, в какой его ударяют частицы воды, и что, следовательно, это есть внешняя сила, которая приводит тело в движение» (Euler, 1763, S. 7–8). По мнению Эйлера, релятивистская теория пространства, не рассматривающая место как часть пространства, а стремящаяся определить его через местоположение, по этой причине несостоятельна.

Первостепенно здесь то значение, которое Эйлер придает закону инерции как критерию принятия решений в вопросах метафизики: закон имеет аксиоматический характер и поэтому может рассматриваться как критерий решения онтологических вопросов. Итак, если у признанной метафизики его времени возникают проблемы с концепцией пространства, то необходима новая метафизика, которая будет руководствоваться сложившимся естествознанием:

Первые понятия, которые мы формируем о вещах вне себя, обычно настолько туманны и неопределенны, что очень опасно делать из них выводы, на которые можно было бы положиться. Тогда всегда большим преимуществом будет, если уже известны некоторые другие выводы, а именно те, к которым должны стремиться первоосновы метафизики, и это будут выводы, в соответствии с которыми следует направлять и определять первые понятия метафизики (Euler, 1763, S. 2–3).

Эти рассуждения оказали большое влияние на отношения физики и метафизики и на философию Канта (Cassirer, 1999, S. 477).

Что касается 1740-х гг., следует отметить, что Эйлер отказывается от своего онтологическо-

nicht relational begründbar. Betrachtet man einen Körper, der in nicht fließendem Wasser ruht, so müsste ein Relationalist die Ruhe des Körpers anhand dessen Bestrebung erklären, in der Nähe der umliegenden Körper zu bleiben. Diese Erklärung reicht jedoch nach Euler nicht mehr aus, sobald das Wasser zu fließen anfängt: „Die Mechanik aber, zeigt uns klar und offenbar, daß der Körper dem Strom des Wassers nur in so fern folgt, als er durch die Theilchen des Wassers getroffen wird, und daß es folglich eine fremde Kraft ist, welche den Körper in Bewegung setzt“ (Euler, 1763, S. 7-8). Eine relationale Theorie des Raumes, die den Ort nicht als Teil des Raumes ansieht, sondern diesen über die Lage zu bestimmen sucht, greift daher nach Euler zu kurz.

Zentral ist hier die Bedeutung, die Euler dem Trägheitsgesetz als Entscheidungskriterium hinsichtlich Fragen der Metaphysik beimisst: Das Gesetz hat axiomatischen Charakter und kann damit als Entscheidungskriterium für ontologische Fragen gelten. Wenn die etablierte Metaphysik seiner Zeit also Probleme mit der Raumkonzeption hat, so bedarf es einer neuen Metaphysik, welche durch die etablierte Naturwissenschaft angeleitet wird:

Die ersten Begriffe, so wir uns von Dingen ausser uns machen, sind gemeiniglich so dunkel und so unbestimmt, daß es sehr gefährlich ist, Schlüsse daraus zu ziehen, daraus man sich gewiß verlassen könnte. Es ist dannenhero allezeit ein grosser Vortheil, wenn man schon anders woher einige Schlüsse weis, und zwar solche, wohin die ersten Gründe der Metaphysik abzielen müssen, und das werden die Schlüsse seyn, darnach man die ersten Begriffe der Metaphysik richten und bestimmen mus (Euler, 1763, S. 2-3).

Diese Überlegungen waren von großem Einfluss für das Verhältnis von Physik und Metaphysik und für die Philosophie Kants (Cassirer, 1999, S. 477).

Mit Bezug auf die vierziger Jahre ist festzuhalten, dass Euler seinen ontologischen Agnos-

го агностицизма в отношении пространства и все больше вовлекается в философские дебаты<sup>10</sup>. Закон инерции имеет для него аксиоматический характер. Далее будет показано, что Эйлер полностью отвергает понятие силы инерции в 1750-х гг. и тем самым прокладывает путь для современного понятия силы.

### 2.3. Поздние взгляды Эйлера на силу инерции и пространство

Наконец, следует рассмотреть более поздние взгляды Эйлера на инерцию и пространство. Стало ясно, что Эйлер, хотя и критикует понятие *силы* инерции на ранних этапах, иногда сам это понятие использует. В законе инерции он видит основания механики и критерий решения философских вопросов. В 1750 г. происходит явный разрыв с понятием силы инерции в работе «Recherches sur l'origine des forces»<sup>11</sup> (Watkins, 1997, p. 329–330; Pulte, 1993, S. 44–46). Далее я собираюсь проанализировать сформировавшиеся взгляды в работах «Письма к немецкой принцессе» и «Теория движения твердых тел» и сформулировать окончательную оценку Эйлером вопроса о *силе* инерции и пространстве. В «Письмах...» Эйлер затрагивает, среди прочего, вопрос о природе тел<sup>12</sup>. Он начинает с протяженности тел как центрального компонента. Однако одной протяженности недостаточно.

<sup>10</sup> Это также можно показать на примере работы «Мысли в отношении элементов тела» (Euler, 1942), с которой он под псевдонимом участвует в конкурсе Академии, сформулировавшей вопрос о существовании монад. Здесь он также доказывает существование *силы* инерции.

<sup>11</sup> «Исследование о происхождении сил». — *Примеч. ред.*  
<sup>12</sup> Здесь я опираюсь на «Письма к немецкой принцессе», хотя они не могли повлиять на отказ Канта от силы инерции в 1758 г. (письма появились между 1768 и 1774 гг.). Вполне вероятно, что Кант при написании «Механики» в «Метафизических началах естествознания» опирался не только на «Механику» Эйлера, но и на «Письма к немецкой принцессе», поскольку и Эйлер, и Кант подчеркивают, что только внешние причины могут изменить состояние тела, а также приписывают душе особый статус.

tizismus hinsichtlich des Raumes aufgibt und sich vermehrt in philosophische Debatten einmischte.<sup>8</sup> Das Trägheitsgesetz hat dabei einen axiomatischen Charakter für Euler. Im Folgenden wird deutlich werden, dass er den Begriff der Trägheitskraft in den fünfziger Jahren gänzlich verwirft und so dem modernen Kraftbegriff den Weg ebnet.

### 2.3. Eulers späte Haltung zu Trägheitskraft und Raum

Zuletzt soll Eulers spätere Haltung zur Trägheit und zum Raum untersucht werden. Es ist deutlich geworden, dass Euler zwar früh den Begriff der Trägheitskraft kritisch sieht, ihn aber mitunter selbst verwendet. Im Trägheitsgesetz sieht er dabei die Grundlage der Mechanik und ein Entscheidungskriterium für philosophische Fragen. 1750 kommt es zum deutlichen Bruch mit der Trägheitskraft in der Schrift *Recherches sur l'origine des forces* (Watkins, 1997, S. 329-330; Pulte, 1993, S. 44-46). Im Folgenden will ich die ausgearbeitete Haltung in den Werken *Briefe an eine deutsche Prinzessin* und *Theoria Motus* analysieren und Eulers finale Einschätzung der Frage nach Trägheitskraft und Raum herausarbeiten. In den *Briefen an eine deutsche Prinzessin* geht Euler u.a. auf die Natur der Körper ein.<sup>9</sup> Er beginnt bei der Ausdehnung der Körper als zentralem Bestandteil. Die Ausdehnung alleine reicht jedoch noch nicht aus. Zusätzlich bedarf es noch

<sup>8</sup> Dies ließe sich auch durch die Schrift *Gedancken von den Elementen der Körper* zeigen (Euler, 1746b), mit der er sich unter einem Pseudonym in die Preisfrage der Akademie nach der Existenz der Monaden einschaltet. Auch hier vertritt er die Existenz einer Trägheitskraft.

<sup>9</sup> Ich greife hier auf die *Briefe an eine deutsche Prinzessin* zurück, obwohl diese Kants Abwendung von der Trägheitskraft 1758 nicht beeinflusst haben können (die Briefe erschienen zwischen 1768 und 1774). Dass Kant beim Abfassen der „Mechanik“ der MAN neben Eulers *Mechanica* auch auf die *Briefe an eine deutsche Prinzessin* zurückgriff, ist wahrscheinlich, da Euler wie auch Kant betonen, dass lediglich äußere Ursachen den Zustand des Körpers verändern können, aber auch der Seele dabei einen Sonderstatus zuschreiben.

Помимо нее существует необходимость в непроницаемости. В качестве третьего и последнего свойства Эйлер упоминает инерцию. «Следовательно, это — свойство, заложенное в самой природе тел. И благодаря этому свойству они стремятся сохранить одно и то же состояние, будь то покой или движение. Это свойство, которым наделены все тела, называется *инерцией*; оно столь же присуще всякому телу, как протяженность и непроницаемость; и поэтому невозможно представить себе тела, лишенного инерции» (Эйлер, 2002, с. 155–156, № 74).

Если сравнить свойства, перечисленные Эйлером, с теми, о которых шла речь в рассмотренной выше работе 1746 г., то можно заметить, что при всех прочих неизменных свойствах *сила инерции* заменяется на инерцию как состояние. Он явно ограничивает понятие силы понятием *внешней причины*:

*Когда тело находится в покое и вне его нет ничего, что могло бы на него воздействовать, то это тело будет всегда оставаться в покое; если же оно начало двигаться, то причина этого движения будет вне его, ибо в самом теле не заключается ничего, что способно было бы привести его в движение.*

Поэтому, когда мы видим, что тело, находившееся в покое, начинает двигаться, мы можем быть уверены, что причиной этого движения явилась какая-нибудь внешняя сила, поскольку в самом теле нет ничего, что могло бы привести его в движение... (Эйлер, 2002, с. 149, № 71).

Таким образом, Эйлер приходит к важному терминологическому уточнению понятия силы: силы всегда являются внешними силами<sup>13</sup>. Если раньше он периодически сам использовал понятие инерционной силы, хотя иногда и критически, то теперь полностью его

<sup>13</sup> «Всякая перемена направления или скорости движущегося тела требует приложения силы. Эти силы, следовательно, находятся всегда вне тела, изменившего свое состояние...» (Эйлер, 2002, с. 156, № 74). Эйлер также осознает, что здесь речь идет о понятийной спецификации силы. См.: (Эйлер, 2002, с. 160, № 76).

der Undurchdringlichkeit. Als dritte und letzte Eigenschaft nennt Euler die Trägheit. „Diese allen Körpern eigene und ihnen wesentliche Eigenschaft, durch welche sie in ihrem Zustande, er mag Bewegung oder Ruhe seyn, zu bleiben suchen, heißt die *Trägheit*, und kommt allen Körpern eben so nothwendig als die Ausdehnung und die Undurchdringlichkeit zu; so daß ein Körper ohne Trägheit etwas unmögliches seyn würde“ (Euler, 1986, S. 80, Nr. 74).

Vergleicht man die von Euler angeführten Eigenschaften mit der oben diskutierten Schrift von 1746, so fällt auf, dass bei allen sonst gleichbleibenden Eigenschaften die *Trägheitskraft* durch die Trägheit als Zustand ersetzt wird. Den Begriff der Kraft schränkt er explizit auf den der *äußeren Ursache* ein:

*Wenn ein Körper einmal in Ruhe ist, und es ist nichts außer ihm, das auf ihn wirkt, so wird der Körper immer in Ruhe bleiben; und wenn er anfiange sich zu bewegen, so müßte die Ursache seiner Bewegung außer ihm seyn; in dem Körper selbst ist nichts, das ihn in Bewegung zu setzen im Stande sey. Also, wenn wir sehen, daß ein Körper, der in Ruhe gewesen ist, sich zu bewegen anfängt: so können wir sicher schließen, daß diese Bewegung durch eine äußere Kraft verursacht worden ist; weil in ihm selbst nichts ist, was die Ursache von der Bewegung seyn könnte [...] (Euler, 1986, S. 77, Nr. 71).*

Euler kommt somit zu einer wichtigen terminologischen Spezifikation des Kraftbegriffs: Kräfte sind immer äußere Kräfte.<sup>10</sup> Während er den Begriff der Trägheitskraft zuvor mitunter noch selbst verwendete, wenn auch mitunter kritisch, lehnt er ihn nun gänzlich ab. Der Grund für Eulers eindeutige Positionierung ist, wie im Falle des Raumes, erneut sein Konflikt mit den

<sup>10</sup> „Jede Aenderung in Richtung und Geschwindigkeit der Bewegung erfordert eine Vermehrung oder Verminderung der Kräfte. Diese Kräfte sind allemal außerhalb des Körpers, dessen Zustand verändert wird [...]“ (Euler, 1986, S. 80, Nr. 74). Dass es hier um eine begriffliche Spezifizierung der Kraft geht, ist auch Euler bewusst (vgl. Euler, 1986, S. 82, Nr. 76).

отвергает. Причиной такой однозначной точки зрения Эйлера становится, как и в случае с пространством, его конфликт с монадистами, поскольку последние приписывают телам психические свойства (Эйлер, 2002, с. 160–161, № 76). В «Письмах к немецкой принцессе» он отвечает критикам закона инерции. После рассмотрения последователей Аристотеля пишет:

Другие наши противники более опасны, ибо — это знаменитые вольфианцы. Они не нападают прямо на наш закон и даже обнаруживают почтительное к нему внимание, но предлагают другие законы, прямо ему противоречащие. Они утверждают, что всякое тело по своей природе постоянно стремится изменить свое состояние. Иными словами, когда оно в покое, оно силится прийти в движение, а когда оно движется, то беспрестанно стремится переменить скорость и направление. <...> Следовательно, эти ученые, отстаивая одновременно и истинный закон движения, и свое абсурдное мнение, сами себе противоречат и тем самым опровергают собственные научные взгляды.

Итак, неопровержимо, что наш закон находит свое надежное обоснование в самой природе вещей и все противоречащее ему должно быть изгнано из подлинной науки. Тот же закон позволяет нам избавить науку от множества обманчивых представлений (Эйлер, 2002, с. 154–155, № 73).

Эйлер основательно возражает последователям Вольфа и пытается показать, что идея монад, которые, по мнению монадистов, обладают врожденной силой, и закон инерции находятся в противоречии друг с другом. Предполагая, что существует сила, присущая телам, которая обеспечивает *изменение* состояния тела, монадисты противоречат сами себе (Эйлер, 2002, с. 160, № 76)<sup>14</sup>. По мнению Эйлера, точка зрения монадистов открывает путь

<sup>14</sup> См. об этом следующее замечание: «Следовательно, эти ученые, отстаивая одновременно и истинный закон движения, и свое абсурдное мнение, сами себе противоречат и тем самым опровергают собственные научные взгляды» (Эйлер, 2022, с. 154, № 73).

Монадистам, да diese den Körpern seelische Eigenschaften zuschreiben (Euler, 1986, S. 82, Nr. 76). In seinen *Briefen an eine deutsche Prinzessin* geht er auf Kritiker des Trägheitsgesetzes ein. Nachdem er die Aristoteliker behandelt hat, schreibt er:

Die anderen sind fürchterlicher, da es die berühmten Wolfischen Philosophen sind. Sie erklären sich nicht gerade zu gegen unsern Satz, für den sie im Gegentheile viel Achtung bezeugen; aber sie behaupten andere Sätze, die jenem gerade entgegen stehen. Sie sagen, jeder Körper wende, vermöge seiner Natur, beständig eine Bemühung an, seinen Zustand zu verändern; das heißt, wenn er in Ruhe ist, so bemühe er sich seine Geschwindigkeit und Richtung beständig zu verändern. [...] Indem also diese Philosophen das wahre Principium der Bewegung und ihren ungereimten Satz zugleich behaupten wollen: so widersprechen sie sich selbst und werfen ihr eigenes System über den Haufen. Es bleibt also ausgemacht, daß unser Satz in der Natur der Körper auf das festeste gegründet sey; und daß also alles, was ihm widerspricht, aus der wahren Philosophie verbannt werden müsse. Und eben dieser Grundsatz setzt uns in den Stand die Philosophie von einer Menge falscher Einbildungen zu reinigen (Euler, 1986, S. 79, Nr. 73).

Euler argumentiert ausführlich gegen die Anhänger Wolffs und versucht zu zeigen, dass die Vorstellung der Monaden, denen ja nach Vorstellung der Monadisten eine Kraft innewohnt, und das Trägheitsgesetz im Widerspruch zueinander stehen. Indem die Monadisten davon ausgehen, dass den Körpern eine Kraft innewohnt, die dafür sorgt, den Zustand des Körpers zu *verändern*, widersprechen sie sich selbst (Euler 1986, S. 82, Nr. 76).<sup>11</sup> Die Haltung der Monadisten ebnet damit, so Euler, dem Materialismus den Weg, denn

<sup>11</sup> Man vgl. hierzu auch die folgende Bemerkung: „Indem also diese Philosophen das wahre Principium der Bewegung und ihren ungereimten Satz behaupten wollen: so widersprechen sie sich selbst und werfen ihr ganzes System über den Haufen“ (Euler, 1986, S. 79, Nr. 73).

к материализму, поскольку если телам приписываются динамические принципы, на основе которых они изменяются, то принципиальное различие между телами и душами оказывается под угрозой<sup>15</sup>. Напротив, согласно Эйлеру, тела и души безусловно разделены. Чтобы удостовериться в этом разделении, он с этого момента полностью отказывается от понятия силы инерции: «Поэтому я полагаю, что инерцию, которая и является этим свойством, ошибочно было бы рассматривать как силу (как это делают некоторые ученые) и называть ее *силой инерции*» (Там же). Силы могут быть вызваны только другими телами или душами. Эйлер уже ранее критически относился к силе инерции, но противостояние с монадистами приводит его к сведению понятия силы до понятия изменения состояния и, таким образом, к отказу от силы инерции, присущей телу: «Ибо если понимать под словом “сила” все, что способно изменить состояние тела, то стремление пребывать в одном и том же состоянии является свойством, скорее противоположным силе» (Там же). Только душа обладает внутренними силами, тогда как тела инертны и не имеют внутренних сил.

Аналогично в работе «Теория движения твердых тел» Эйлер однозначно аргументирует против использования понятия *сила инерции*<sup>16</sup>. На его взгляд, масса материи берет на

внн ден Кйрперн динамичекие Принципии зуге-  
 шрибеи вен, аугрун дерер sie sich ver-  
 иndern, so ist die prinzipielle Unterscheidung zwi-  
 schen Kйrpern und Seele in Gefahr.<sup>12</sup> Demgegen-  
 iiber sind nach Euler Kйrper und Seelen unbe-  
 dingt getrennt. Um diese Trennung sicherzustellen,  
 lehnt er nun den Begriff der Tr-  
 iegheitskraft g-  
 ianzlich ab: „Es ist also ein bloer Mi-  
 ьbrauch, wenn einige Schriftsteller der Tr-  
 iegheit, die diese Eigenschaft ist, den Namen Kraft beylegen, und sie die *Kraft der Tr-  
 iegheit* nennen“ (ebd.). Kr-  
 iefte kйnnen immer nur von anderen Kйrpern oder  
 von Seelen bewirkt werden. Euler hatte schon  
 fr-  
 iher eine kritische Haltung zur Tr-  
 iegheitskraft, die Auseinandersetzung mit den Monadi-  
 sten f-  
 ihrt ihn jedoch zu einer Beschr-  
 iinkung des Kraftbegriffes auf den der Zustands-  
 iinderung und damit zu einer Ablehnung der kйrperim-  
 manenten Tr-  
 iegheitskraft: „Denn wenn man ein-  
 mal unter Kraft, die Ursache einer Ver-  
 iinderung in dem Zustande eines Kйrpers versteht: so ist die Eigenschaft, die diesen Zustand zu erhalten  
 sucht, vielmehr das entgegengesetzte der Kraft“  
 (ebd.). Nur der Seele kommen innere Kr-  
 iefte zu, w-  
 iehrend die Kйrper tr-  
 iege sind und keine innen-  
 ere Kr-  
 iefte aufweisen.

Аннлих аргументирует Euler auch in seinem  
 Werk *Theoria Motus* nun klar gegen die Verwen-  
 dung des Begriffes *Tr-  
 iegheitskraft*.<sup>13</sup> Dabei iiber-

<sup>15</sup> «Сторонники этой теории хотели таким путем отнести элементы материи к категории существ, в которую входят духовные субстанции и сознание, способные, без всякого сомнения, к изменению своего состояния» (Эйлер, 2002, с. 161, № 76).

<sup>16</sup> «Иногда применяют выражение “сила инерции”, так как сила есть нечто, противодействующее изменению состояния. Но если под силой понимать какую-то причину, изменяющую состояние тела, то здесь ее нужно понимать совсем не в этом смысле: проявление инерции в высшей степени отлично от того, какое свойственно, как это будет показано ниже, обычным силам. Поэтому для избежания какой-либо путаницы на этой почве мы опустим слово “сила” и будем рассматриваемое свойство тел называть просто инерцией» (Эйлер, 1938, с. 337). Здесь необходимо также смотреть его нападки на философов, под которыми, конечно, следует понимать представителей немецких схоластов (Там же, с. 358 – 360).

<sup>12</sup> „Die Absicht seiner Anh-  
 iinger ist, die Elemente der  
 Kйrper in eben die Klasse von Dingen zu bringen, zu denen die Seelen und die Geister geh-  
 iren, die ohne Widerspruch eine Kraft haben ihren Zustand zu ver-  
 indern“ (Euler, 1986, S. 82, Nr. 76).

<sup>13</sup> „Man sagt bisweilen Kraft der Tr-  
 iegheit, weil Kraft et-  
 was ist, was der Aenderung des Zustandes entgegen-  
 wirkt. Wenn aber die Kraft durch eine beliebige Ursache, welche den Zustand der Kйrper ver-  
 iindert, er kl-  
 iert wird, so kann man sie hier keinesweges in dieser Bedeutung annehmen. Ihre Weise weicht sicher im h-  
 iehsten Grade von derjenigen ab, nach welcher, wie wir k-  
 iinftig zeigen werden, Kr-  
 iefte wirken. Damit nun hieraus keine Ver-  
 wirrung hervorgehe, werden wir das Wort Kraft fortlassen und diese Eigenschaft der Kйrper einfach Tr-  
 iegheit nennen“ (Euler, 1853, S. 43). Man vgl. hier auch seine Angriffe gegen die Philosophen, worunter nat-  
 ierlich die Vertreter der deutschen Schulphilosophie zu verstehen sind (Euler, 1853, S. 53-55).

себя задачу силы инерции (также см.: Эйлер, 1938, с. 358–360; Эйлер, 2002, с. 154–155, № 73): «Массой тела, или количеством материи, называется величина заключенной в теле инерции, вследствие которой тело стремится сохранить свое состояние и противодействовать всякому его изменению. <...> Таким образом, о количестве материи судят по инерции» (Эйлер, 1938, с. 383–384).

Формулируя в процессе спора об инерции с философами своего времени важное уточнение понятия силы, Эйлер также более четко разрабатывает проблему пространства. В первой главе «Теории движения твердых тел» он полностью отказывается от абсолютного пространства и занимается только описанием движения тел по отношению друг к другу. Само пространство между тем является абстракцией органов чувств:

Однако понятие пространства мы можем воспринять лишь с помощью абстракции: для этого мы должны мысленно удалить все тела, и уже то, что, по нашему представлению, после этого остается, мы называем пространством.

Мы, следовательно, полагаем, что после удаления тел их протяжение все-таки остается, — представление, которое философами по многим основаниям оспаривается. Далее, этот вопрос как будто нельзя было бы еще считать разрешенным, пока не будет построена и схожая идея движения (Там же, с. 266).

Как и в своих «Размышлениях о пространстве и времени», Эйлер здесь утверждает, что пространство основано на законе инерции (Там же, с. 326–327). Однако с этого момента Эйлер четко формулирует необходимый «сдвиг», который представляет собой абсолютное пространство: хотя тела даны нам через органы чувств, мы должны абстрагироваться от пространства. В то же время это ставит перед философией новые задачи:

Итак, место есть нечто такое, что не зависит от тел, и оно не представляет собой только чистого понятия нашего разума. Однако како-

нимт gemäß Euler die Masse einer Materie die Aufgabe der Trägheitskraft (vgl. auch Euler, 1853, S. 53-55; 1986, S. 79, Nr. 73): „Die Masse eines Körpers oder die Menge seiner Materie nennt man die Grösse der Trägheit, welche sich in dem Körper befindet und vermöge welcher er das Bestreben hat, sowohl in seinem Zustande zu verharren, als auch jeder Veränderung zu widerstehen. [...] Nach der Trägheit wird daher die Menge der Materie beurtheilt“ (Euler, 1853, S. 69).

Während Euler aufgrund seiner Auseinandersetzungen mit den Philosophen seiner Zeit bezüglich der Trägheit zu einer wichtigen Spezifizierung des Kraftbegriffs kommt, arbeitet er zudem das Problem des Raumes deutlicher heraus. Im ersten Kapitel der *Theoria Motus* verzichtet Euler gänzlich auf einen absoluten Raum. Es geht ihm nur darum, die Bewegung der Körper zueinander zu beschreiben. Der Raum selbst ist jedoch eine Abstraktion von den Sinnen:

Wir können aber die Bedeutung dieses Raumes nur durch Abstraction auffassen, indem wir im Geiste alle Körper aufheben und dasjenige, was alsdann nach unserer Vorstellung übrig bleibt, den Raum nennen. Wir nehmen demnach an, dass, nachdem alle Körper fortgenommen sind, ihre Ausdehnung noch übrig bleibe; eine Auffassung, welche die Philosophen mit vielen Gründen zu bekämpfen pflegen. Es scheint ferner diese Frage nicht eher abgeschlossen werden zu können, bevor nicht eine entsprechende Idee der Bewegung aufgestellt worden ist (Euler, 1853, S. 3-4).

Wie bereits in seinen *Reflexionen zu Raum und Zeit*, argumentiert Euler hier für einen Raum auf Basis des Trägheitsgesetzes (Euler, 1853, S. 37). Nun arbeitet Euler jedoch den notwendigen ‚Sprung‘, den der absolute Raum darstellt, deutlich heraus: Während uns die Körper durch die Sinne gegeben werden, müssen wir hinsichtlich des Raumes abstrahieren. Dies stellt die Philosophie jedoch vor neue Aufgaben:

Der Ort ist daher etwas, was von den Körpern abhängt und eben so wenig ein reiner Begriff des Verstandes, was er aber ausserhalb

ва его реальная природа вне нашего разума, я не решился бы определить, хотя мы и должны признать за ним какую-то реальность. И если философы делят все реально существующее на определенные классы и указывают, что место не может быть отнесено ни к какому из них, то я скорее позволил бы себе полагать, что это разделение на классы произведено ими неправильно, так как они недостаточно исследовали относящиеся сюда вопросы (Там же, с. 361 – 362).

Здесь Эйлер развивает онтологическое особое положение пространства, еще одна идея, которая стала путеводной для философии Канта (Speiser, 1986, S. XXX).

Относительно взглядов Эйлера можно сказать, что, отвергая точку зрения немецких схоластов, он пересмотрел фундаментальные представления о физике. Это важный шаг в развитии классической механики. Однако тот факт, что Эйлер развивал свои взгляды в процессе критического неприятия точки зрения немецких схоластов, иногда не получает должного внимания в исследованиях. В заключение я хотел бы выразить критику относительно точки зрения Уоткинса (Watkins, 1997, p. 328), который подчеркивает влияние Лейбница и Вольфа на Эйлера<sup>17</sup>. И характеристика Эйлера как ньютонианца<sup>18</sup>, данная Фрид-

<sup>17</sup> Вместе с Пульте я рассматриваю взгляды Эйлера под влиянием Декарта, Ньютона и Лейбница, причем влияние Лейбница следует характеризовать как самое незначительное (см.: Pulte, 1989, S. 110).

<sup>18</sup> Чтобы показать, насколько ошибочна характеристика Эйлера как ньютонианца, давайте еще раз укажем на другие различия между Ньютоном и Эйлером. Например, в работе «Enodatio quaestionis utrum materiae facultas cogitandi tribui possit necne», рассмотренной выше, Эйлер также критикует существование гравитационной силы, характерной для тел. Эта критика гравитации как основной силы тел появляется в нескольких местах. В своем неопубликованном «Введении к теории природы» он пишет, например: «Гравитация возникает из-за неравномерного давления эфира, которое становится все больше и больше на большем расстоянии от Земли... Те, кто объясняет гравитацию силой притяжения Земли, основывают свое мнение главным образом на этом, потому что иначе невозможно указать причину этой силы. Но поскольку мы показали, что все тела окружены эфиром и испытывают давле-

des letztern für eine Reellität besitze, möchte ich nicht zu bestimmen wagen, wenn wir nicht auch in ihm einige Reellität anerkennen müssen. Wenn aber die Philosophen alle Reellität in bestimmte Klassen theilen und wäñnen, dass der Ort auf keine von ihnen bezogen werden könne; so möchte ich lieber glauben, dass diese Klassen fälschlich von ihnen aufgestellt worden sind, indem sie die darauf zu beziehenden Dinge nicht hinreichend erkannt hatten (Euler, 1853, S. 56).

Hier arbeitet Euler die ontologische Sonderstellung des Raumes heraus, eine weitere Überlegung, die wegweisend für die Philosophie Kants ist (Speiser, 1986, S. XXX).

Mit Bezug auf die Position Eulers lässt sich feststellen, dass er, durch seine Ablehnung der deutschen Schulphilosophie grundlegende Konzeptionen der Physik revidiert. Dies ist ein wichtiger Schritt in der Entwicklung der klassischen Mechanik. Dass Euler seine Position in kritischer Ablehnung zu der deutschen Schulphilosophie entwickelt, wird jedoch in der Forschung mitunter nicht richtig gesehen. Abschließend möchte ich dahingehend die Haltung Watkins kritisieren (Watkins, 1997, S. 328), der die Leibniz-Wolffsche Prägung Eulers betont.<sup>14</sup> Sowohl Friedmans (1992, S. 16) Charakterisierung von Euler als Newtonianer<sup>15</sup> als auch Watkins Einordnung

<sup>14</sup> Mit Pulte (1989, S. 110) sehe ich Euler unter dem Einfluss von Descartes, Newton und Leibniz, wobei der Einfluss Leibniz als am geringste anzusehen ist.

<sup>15</sup> Um zu zeigen, wie irreführend die Charakterisierung Eulers als Newtonianer ist, sei hier nochmal auf andere Differenzen zwischen Newton und Euler hingewiesen. So kritisiert Euler bspw. in seiner oben besprochenen Schrift *Enodatio quaestionis utrum materiae facultas cogitandi tribui possit necne* auch die Existenz einer den Körpern eingepprägten Gravitationskraft. Diese Kritik der Gravitation als essenzielle Kraft der Körper taucht an mehreren Stellen auf. In seiner unveröffentlichten *Anleitung zur Naturlehre* schreibt er z.B.: „Die Schwere entsteht aus dem ungleichen Druck des Aethers, welcher in einer grössern Entfernung von der Erde immer grösser wird; [...]. Diejenigen, welche die Schwere einer anziehenden Kraft der Erde zueignen, gründen ihre Meinung hauptsächlich darauf, weil sonst keine Ursache dieser Kraft angezeigt werden könnte. Da wir aber gewiesen, dass alle Körper rings herum mit Aether umgeben sind und von desselben elastischer Kraft gedrückt werden, so haben wir nicht nöthig die Ursache der Schwere anderwärts zu

маном (Friedman, 1992, p. 16), и классификация Уоткинса не соответствуют действительности. Возражение Уоткинсу, как уже стало ясно, состоит в том, что Эйлер развивает и оттачивает свои взгляды на пространство и инерцию именно в противостоянии с позицией Вольфа<sup>19</sup>: Однако Уоткинс справедливо подчеркивает, возражая ньютоновской интерпретации Фрийдмана, что закон инерции Эйлера вытекает из закона достаточной причины: «Эйлер пытается вывести один из законов движения Ньютона — а именно закон инерции — из более примитивного принципа, поскольку и в “Механике и научном анализе...”, и в “Размышлениях о пространстве и времени” Эйлер, как и Вольф, обосновывает закон инерции на основе принципа достаточного основания...» (Watkins, 1997, p. 330). Однако с расположением в таком порядке, сделанным Уоткинсом в этом фрагменте, можно согласиться лишь отчасти. Хотя Эйлер в своем доказательстве закона инерции ссылается на тезис о достаточной причине, этот тезис имеет здесь скорее иллюстративное значение. В более поздних публикациях, таких как «Теория движения твердых тел», это становится еще более очевидным, чем в «Механике». Эйлер пишет:

Это положение обыкновенно формулируется применительно к любому телу. Оно само по себе кажется настолько ясным, что как будто и не нуждается в каком-либо доказательстве. Однако, для того чтобы еще яснее убедиться в его правильности, рассмотрим точку или элемент тела. Если последний в некоторый момент времени находится в состоянии абсолютного покоя, то он в этом состо-

ние его упругой силы, нам не нужно искать причину гравитации в другом месте» (Euler, 1862, S. 542). По этой причине я не считаю удачной характеристику Эйлера как ньютонианца. Если учесть критику силы инерции, представленную в 2.3, то можно сказать, что Эйлер в конечном итоге хочет вообще отказаться от сил как фундаментальных сущностей.

<sup>19</sup> Это не означает, что в других местах работы Эйлера на него не повлияли Лейбниц и Вольф. Уоткинс справедливо упоминает закон непрерывности, который у Эйлера имеет лейбнизовское происхождение.

greifen zu kurz. Gegen Watkins ist einzuwenden, wie deutlich wurde, dass Euler seine Haltungen zum Raum und zur Trägheit gerade in der Auseinandersetzung mit der Position Wolffs herausarbeitet und schärft.<sup>16</sup> Zwar unterstreicht Watkins zurecht gegen Friedmans newtonianische Lesart, dass das Trägheitsgesetz von Euler durch das Gesetz vom zureichenden Grund hergeleitet wird: „Euler attempts to derive one of Newton’s laws of motion — namely, his law of inertia — from a more primitive principle, for in both his *Mechanica sive motus scientia analytica* [...] and his *Reflexions sur l’espace et les temps*, Euler, like Wolff, argues for the law of inertia on the basis of the principle of sufficient reason [...]“ (Watkins, 1997, S. 330). Watkins Einordnung dieser Passage ist jedoch nur bedingt zuzustimmen. Zwar greift Euler in seinem Beweis des Trägheitsgesetzes auf den Satz vom zureichenden Grund zurück, jedoch hat der Satz vom zureichenden Grund hier eher illustratorische Bedeutung. Dies wird in späteren Veröffentlichungen wie der *Theoria motus* noch deutlicher als in der *Mechanica*. Euler schreibt:

Man pflegt diesen Grundsatz in Betreff jedes beliebigen Körpers auszusprechen und er scheint von selbst so zu sein, dass er keines Beweises bedarf. Damit man aber seine Kraft noch deutlicher einsehe, betrachte man einen Punkt oder ein Element eines Körpers; befindet sich dieses einmal in absoluter Ruhe so muss es be-

suchen“ (Euler, 1862, S. 542). Obwohl er die Gültigkeit des Gravitationsgesetzes anerkennt, versucht Euler, die Wechselwirkung zwischen den Körpern lediglich über Stoß bzw. Druck zu erklären. Man vgl. hierzu auch Eulers vorsichtiger Ausführungen in den *Briefen an eine deutsche Prinzessin*, insb. Brief 79 (Euler, 1986, S. 84-85). Aus diesem Grund halte ich die Charakterisierung Eulers als Newtonianer nicht für treffend. Bezieht man die in 2.3 dargestellte Kritik der Trägheitskraft mit ein, so lässt sich sagen, dass Euler schlussendlich auf Kräfte als fundamentale Entitäten gänzlich verzichten will.

<sup>16</sup> Das heißt nicht, dass es im Werk Eulers nicht an anderer Stelle durch Leibniz-Wolffs beeinflusst ist. Watkins nennt zu Recht das Gesetz der Kontinuität, das bei Euler leibnizianischen Ursprungs ist.

янии должен оставаться вечно. В самом деле, ведь нет никакого основания, в силу которого он скорее стал бы двигаться в одном направлении, чем во всех остальных направлениях. А так как действие каких бы то ни было внешних сил здесь исключено, то он и не сможет двигаться ни в каком направлении (Эйлер, 1938, с. 329).

Тезис о достаточной причине лишь иллюстрирует здесь действие закона инерции. Сам закон инерции имеет для Эйлера аксиоматический характер. Эйлер утверждает, что он «лежит в основе всей науки механики» (Эйлер, 2002, с. 150, № 71). Это сопровождается многочисленными фрагментами, в которых становится очевидной глубокая неприязнь Эйлера к философии Лейбница и Вольфа, например, в «Размышлениях о пространстве и времени», которые явно направлены против Лейбница и Вольфа, а также в многочисленных фрагментах в «Письмах к немецкой принцессе». В «Размышлениях...» Эйлер использует закон инерции в качестве отправной точки для нападок на всеобщность положения о тождестве неразличимого, который, согласно Лейбницу, следует из положения о достаточном основании. Он пишет: «Поэтому я не знаю, является ли этот принцип настолько общим, как принято считать» (Euler, 1763, S. 13). Центральная идея «Размышлений о пространстве и времени» заключается именно в том, что метафизические положения и спекуляции должны быть адаптированы к основаниям механики. Уоткинс, следовательно, ошибается, когда видит в философии Лейбница и Вольфа основу взглядов Эйлера на закон инерции.

### 3. Сила инерции и проблема пространства у Канта

Кант продолжает развивать проблему пространства и силы инерции. Как и для Эйлера, для Канта вопросы пространства и силы инерции тесно взаимосвязаны. Далее я затрону во-

ständig in dieser verharren. Da nämlich in demselben kein Grund vorhanden ist, warum es eher nach der einen, als nach allen Richtungen sich zu bewegen anfangen sollte und da jede äussere Ursache der Bewegung aufgehoben wird; so wird es nach keiner Richtung eine Bewegung beginnen können (Euler, 1853, S. 38-39).

Der Satz vom zureichenden Grund verdeutlicht hier nur die Gültigkeit des Trägheitsgesetzes. Das Trägheitsgesetz selbst hat für Euler axiomatischen Charakter. Er nennt es den „Grund der ganzen Mechanik“ (Euler, 1986, S. 77, Nr. 71). Dies geht einher mit zahlreichen Stellen, an denen Eulers tiefe Abneigung gegen die Philosophie Leibniz' und Wolffs deutlich wird, wie bspw. in den *Reflexionen über Raum und Zeit*, die sich klar gegen Leibniz und Wolff richten, aber auch an zahlreichen Stellen der *Briefe an eine deutsche Prinzessin*. In den *Reflexionen über Raum und Zeit* nutzt Euler das Trägheitsgesetz als Ausgangspunkt, um die Allgemeinheit des Satzes von der Identität des Ununterscheidbaren, der ja nach Leibniz aus dem Satz vom zureichenden Grund folgt, anzugreifen. Er schreibt: „So weis ich nicht, ob dieser Grundsatz so allgemein ist, wie man gedenkt“ (Euler, 1763, S. 13). Zentraler Gedanke der *Reflexionen über Raum und Zeit* ist ja gerade, dass metaphysische Sätze und Spekulationen sich den Grundlagen der Mechanik anzupassen haben. Demnach irrt Watkins, wenn er die Leibniz-Wolffsche Philosophie als Grundlage der Haltung Eulers zum Trägheitsgesetz ansieht.

### 3. Trägheitskraft und Raumproblematik bei Kant

Kant macht hinsichtlich des Raumes und der Trägheitskraft eine Entwicklung durch. Wie für Euler sind auch für Kant die Fragen nach Raum und Trägheitskraft eng verknüpft. Im Folgen-

прос развития взглядов Канта и влияние Эйлера. При этом важно провести различие между отдельными фазами в размышлениях Канта и определить наиболее важные моменты. До 1756 г. Кант предполагал, что существует сила инерции, но в 1758 г., вероятно, под влиянием Эйлера, отверг ее в работе «Новая теория движения и покоя». В «Механике» в «Метафизических началах естествознания» он во многом опирается на рассуждения, изложенные в этом труде, однако расширяет их, благодаря чему влияние Эйлера становится еще более очевидным. Большое значение для формирования идей Канта имеет также работа о пространстве 1768 г., в которой он доказывает, с явной ссылкой на Эйлера, существование абсолютного пространства, а всего два года спустя уже отстаивает позицию трансцендентального идеализма. Здесь необходимо сделать выбор. Поэтому сначала я рассмотрю раннюю докритическую фазу, то есть до 1756 г. (3.1), а затем исследую последующую докритическую фазу, с 1758 по 1768 г. (3.2). При этом я сосредоточусь на его «Новой теории движения и покоя», поскольку к центральным идеям об отрицании силы инерции и о теории движения Кант вновь возвращается в критической фазе. В заключение я проанализирую «Механику» в «Метафизических началах естествознания» (3.3). Основное внимание здесь будет уделено кантовской критике силы инерции и влиянию Эйлера на критический проект. Подробное обсуждение кантовской теории пространства критической фазы представлено не будет.

### 3.1. Ранний докритический период Канта (до 1756 г.)

Кант уже в своих ранних трудах восхищался Эйлером. Посылая свою работу «Мысли об истинной оценке живых сил» Эйлеру, Кант называет его в сопроводительном письме «тем лицом, которое прежде других обладает способностью в самых запутанных моментах механи-

ден werde ich die Entwicklung Kants darstellen und auf den Einfluss Eulers eingehen. Dabei gilt es, unterschiedliche Phasen in Kants Denken zu unterscheiden und Schwerpunkte zu setzen. Bis 1756 geht Kant von der Existenz einer Trägheitskraft aus, lehnt sie aber, wohl unter dem Einfluss Eulers, in seiner Schrift *Neuer Lehrbegriff der Bewegung und der Ruhe* (weiterhin *NLBR*) von 1758 ab. In der „Mechanik“ seiner *MAN* greift er in vielem auf die Überlegungen dieser Schrift zurück, erweitert sie jedoch, wobei die Einflüsse Eulers noch deutlicher werden. Von großer Bedeutung für Kants Entwicklung ist zudem die Schrift *Von dem ersten Grunde des Unterschiedes der Gegenden im Raume* von 1768, in der er, mit expliziter Referenz auf Euler, für die Existenz eines absoluten Raumes argumentiert und nur zwei Jahre später bereits die Position des transzendentalen Idealismus vertritt. Hier gilt es eine Auswahl zu treffen. Daher gehe ich zunächst auf die frühe vorkritische Phase, d.h. bis 1756, ein (3.1), um dann die darauf folgende vorkritische Phase, 1758 bis 1768, zu untersuchen (3.2). Dabei werde ich den Schwerpunkt auf seine *NLBR* setzen, da zentrale Überlegungen Kants zur Ablehnung der Trägheitskraft und zur Bewegungslehre von ihm in der kritischen Phase wieder aufgegriffen werden. Zuletzt werde ich auf die „Mechanik“ der *MAN* eingehen (3.3). Hier soll Kants Kritik der Trägheitskraft im Mittelpunkt stehen und der Einfluss Eulers auf das kritische Projekt. Eine ausführliche Diskussion der von Kant vertretenen Raumtheorien in der kritischen Phase findet nicht statt.

### 3.1. Kants frühe vorkritische Phase (bis 1756)

Schon der frühe Kant ist ein Bewunderer Eulers. So schickt er seine *Gedanken von der wahren Schätzung der lebendigen Kräfte* an Euler und nennt ihn in seinem Anschreiben „diejenige Per-

ки вывести человеческий рассудок из затянувшегося заблуждения и сомнения...» (из письма Канта Эйлеру, см.: Fischer, 1985, S. 218)<sup>20</sup>. Однако в ранних работах Канта не обнаруживается более глубокое взаимодействие с Эйлером. Это демонстрируют многочисленные различия между его рассуждениями и работами Эйлера, например совершенно иное представление о пространстве в этот период времени. Кант, вероятно, обращается к работам Эйлера больше из-за его известности и меньше из-за сходства их взглядов на натурфилософию.

Кантовские взгляды как на пространство, так и на закон инерции почти диаметрально противоположны его более поздней точке зрения. Что касается пространства, Кант придерживается релятивистской концепции пространства, которая стремится объединить ньютоновские идеи о действии гравитации с концепцией пространства в рамках взглядов Лейбница. Так, в его первой работе пространство исследуется как совокупность субстанций, воздействующих друг на друга. Действие этих субстанций происходит в соответствии с квадратом обратного расстояния (AA 01, S. 23-24, Кант, 1994б, с. 68–69). Хотя Кант здесь далек от своей критической теории пространства, важно не рассматривать его как лейбницианца. Кант во многом движется в фарватере схоластов, но принимает релятивизм скорее некритически.

Кроме того, интересно, что в этой работе содер­жится также и отрицание общей значимости закона инерции:

*Таким образом, правило свободного и беспрепятственного продолжения движения будет действовать не вообще, а только начиная с определенной степени скорости и далее; при этом все меньшие степени движения будут поглощать себя и исчезать, пока при бесконечно малой степени движение не будет длиться лишь мгновение и требовать постоянной замены извне. Поэтому правило Ньютона в его не-*

<sup>20</sup> Это письмо отсутствует в немецком академическом собрании сочинений И. Канта.

sohn, die vor andern im Besitze sind, in dem verwikeltesten Punkte[n] der Mechanik den menschlichen Verstand aus einem langwierigen Irrthume und Zweifel hinauszureißen [...]“ (Brief von Kant an Euler, nach Fischer, 1985, S. 218).<sup>17</sup> Jedoch kann für den jungen Kant eine tiefergehende Auseinandersetzung mit Euler ausgeschlossen werden. Dies wird durch zahlreiche Differenzen zwischen seinen Ausführungen und dem Werk Eulers deutlich, wie bspw. die zu diesem Zeitpunkt vollkommen unterschiedliche Raumkonzeption. Kant scheint sich an Euler eher wegen dessen großen Namens und weniger wegen der Übereinstimmungen in ihren naturphilosophischen Positionen zu wenden.

Sowohl seine Position zum Raum als auch seine Haltung zum Trägheitsgesetz sind seinen späteren Haltungen nahezu diametral entgegengesetzt. Bezüglich des Raumes vertritt Kant eine relationalistische Raumkonzeption, die Newtonianische Überlegungen zur Wirkung der Gravitation mit einer Leibnizianisch geprägten Raumkonzeption zu verbinden sucht. So ist wird in seiner Erstlingsschrift der Raum als Gesamtheit der aufeinander wirkenden Substanzen gesehen. Die Wirkung dieser Substanzen geschieht gemäß dem inversen Abstandsquadrat (GSK, AA 01, S. 23-24). Obwohl Kant hier weit von seiner kritischen Raumtheorie entfernt ist, ist es wichtig, ihn nicht als Leibnizianer zu sehen. Vielmehr bewegt Kant sich zwar im Fahrwasser der Schulphilosophie, übernimmt den Relationalismus aber eher unkritisch.

Weiterhin findet sich in dieser Schrift interessanterweise auch eine Ablehnung der allgemeinen Gültigkeit des Trägheitsgesetzes:

Also wird die Regel der freien und unverminderten Fortsetzung der Bewegung nicht überhaupt, sondern nur von einem gewissen Grade Geschwindigkeit an gelten, unter demselben werden alle kleinere Grade der Bewegungen sich von selber aufzehren und verschwinden,

<sup>17</sup> Der Brief findet sich nicht in der *Akademie-Ausgabe*.

пределенном значении не применимо к телам природы: *Corpus quodvis pergit in statu suo, vel quiescendi, vel movendi, uniformiter, in directum, nisi a causa externa statum mutare cogatur*<sup>21</sup> (AA 01, S. 155<sup>22</sup>; об этом см.: Watkins, 2012, p. 430).

Хотя Кант и критикует здесь закон инерции, следует отметить, что это всего лишь мнение очень молодого Канта. Уже в последующих работах он отказывается от многих соображений. В 1756 г., например, Кант попытался доказать существование инерционной силы в работе «Физическая монадология»: «Сила инерции во всяком элементе имеет определенную величину, которая в различных элементах может быть весьма различна» (AA 01, S. 485; Кант, 1994д, с. 329).

В противном случае, по мнению Канта, тела можно было бы остановить самым незначительным сопротивлением. Он видит при этом в силе инерции массу тела. Он пишет: «Ведь масса тела есть не что иное, как количество силы инерции, посредством которой тела сопротивляются движению или, приведенные в движение, способны к известному натиску движения» (AA 01, S. 486; Кант, 1994д, с. 330).

До этого момента натурфилософия Канта все еще характеризуется различными противоположными взглядами. Сначала он критикует общую значимость закона инерции, а затем, в 1756 г., вводит силу инерции с помощью «доказательства». Более глубокое осознание проблемы пространства, а также отказ от понятия силы инерции, имеет место только в последующий период.

<sup>21</sup> «Всякое тело продолжает удерживаться в своем состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения, пока и поскольку оно не понуждается приложенными силами изменить это состояние» (Ньютон, 1989, с. 39). — Примеч. ред.

<sup>22</sup> В опубликованном русском переводе трактата «Мысли об истинной оценке живых сил» (Кант, 1994б) отсутствуют параграфы со 127-го по 162-й. — Примеч. пер.

bis bei unendlich kleinem Grade die Bewegung nur einen Augenblick dauert und einer immerwährenden Ersetzung von draußen nöthig hat. Daher gilt Newtons Regel in seiner unbestimmten Bedeutung nicht von den Körpern der Natur: *Corpus quodvis pergit in statu suo, vel quiescendi, vel movendi, uniformiter, in directum, nisi a causa externa statum mutare cogatur* (GSK, AA 01, S. 155).<sup>18</sup>

Obwohl Kant an dieser Stelle das Trägheitsgesetz kritisiert, ist festzuhalten, dass es sich lediglich um Momentaufnahmen des sehr jungen Kant handelt. Schon in den darauffolgenden Schriften widerruft er zahlreiche Überlegungen. So versucht er 1756 in der *Monadologia Physica* die Existenz einer Trägheitskraft zu beweisen: „Die Trägheitskraft ist in einem jeden Element von bestimmter Größe, diese wird in den verschiedenen ganz verschieden sein können“ (*MoPh*, AA 01, S. 485; Kant, 1968, S. 553).

Andernfalls, so Kant, würden Körper durch den kleinsten Widerstand gestoppt werden können. Dabei sieht er in der Trägheitskraft die Masse des Körpers. Er schreibt: „Denn die Masse der Körper ist nur die Größe ihrer Trägheitskraft, mit der sie entweder einer Bewegung widerstehen oder, mit einer gegebenen Geschwindigkeit bewegt, eine bestimmte Gewalt der Bewegung besitzen“ (*MoPh*, AA 01, S. 486; Kant, 1968, S. 555).

Die Naturphilosophie Kants ist bis zu diesem Punkt noch durch verschiedene gegenläufige Überlegungen geprägt. Zunächst kritisiert er die allgemeine Gültigkeit des Trägheitsgesetzes, um dann 1756 die Trägheitskraft anhand eines ‚Beweises‘ einzuführen. Ein tiefergehendes Problembewusstsein für die Raumfrage, aber auch eine Ablehnung der Trägheitskraft, findet erst in der darauffolgenden Zeit statt.

<sup>18</sup> Vgl. hierzu Watkins (2012, S. 430).

### 3.2. Кантовский поздний докритический период (с 1758 г.)

Отказ Канта от силы инерции и его закон противодействия имеют центральное значение для «Механики» в «Метафизических началах естествознания». Их можно проследить в работе «Новая теория движения и покоя» 1758 г. Параллели между формулировками Канта в «Метафизических началах естествознания» и взглядами Эйлера позволяют предположить, что Кант, критикуя силу инерции, находится под его влиянием<sup>23</sup>. Хотя Кант и «доказал» существование силы инерции в 1756 г., сейчас он ее отвергает и критикует. Он пишет по этому поводу: «...Ясно само собой, что упомянутая сила инерции придумана без всякой нужды...» (AA 02, S. 20; Кант, 1994в, с. 375). Таким образом, по сравнению с 1756 г. Кант коренным образом изменил свой взгляд на силу инерции. В этот период у него также сформировалось понимание проблемы пространства, основанное на проблематике теории движения. Отправной точкой стала космология, которую он разработал во «Всеобщей естественной истории» в 1755 г. Движение тела может быть зафиксировано только относительно других тел. Теперь, однако, референтное тело, с которым соотносится «данное» движение, может быть свободно выбрано, потому что каждое тело можно рассматривать как часть еще более широкой системы тел. Однако само пространство не может быть использовано в качестве точки отсчета для движения из-за его однородности:

Теперь я начинаю понимать, что в выражениях *движение* и *покой* мне чего-то не хватает. Я всегда должен понимать их не в абсолютном, а в относительном смысле. Я никогда не должен говорить, что тело находится в состоянии покоя, не прибавляя, по отношению

<sup>23</sup> Об этом см.: (Pollok, 2000, S. 385). Таким образом, в кантовских формулировках обнаруживаются параллели со взглядами Эйлера (AA 04, S. 549; Кант, 1994а, с. 352; Эйлер, 1938, с. 76). См. также рассуждения в 3.3.

### 3.2. Kants späte vorkritische Phase (von 1758 an)

Kants Ablehnung der Trägheitskraft und sein Gesetz der Gegenwirkung sind von zentraler Bedeutung für die „Mechanik“ der MAN. Sie lassen sich zurückführen auf die Schrift *Neuer Lehrbegriff der Bewegung und der Ruhe* aus dem Jahr 1758. Parallelen zwischen Kants Formulierungen in den MAN und Eulers Formulierungen lassen darauf schließen, dass Kant in seiner Kritik an der Trägheitskraft durch Euler beeinflusst ist.<sup>19</sup> ‚Bewies‘ Kant die Existenz einer Trägheitskraft noch 1756, wird diese nun abgelehnt und kritisiert. Er schreibt dazu: „[S]o leuchtet ein, dass diese Trägheitskraft ohne Noth erdacht sei [...]“ (NLBR, AA 02, S. 20). Kant hat demnach seine Haltung zur Trägheitskraft gegenüber 1756 grundlegend verändert. Er entwickelt in dieser Zeit zudem, ausgehend von Problemen der Bewegungslehre, ein Bewusstsein für die Raumproblematik. Ausgangspunkt ist die von ihm in der *Allgemeinen Naturgeschichte* 1755 entwickelte Kosmologie. Die Bewegung eines Körpers kann immer nur mit Bezug auf andere Körper angegeben werden. Nun kann der Bezugskörper, auf den sich die ‚respektive‘ Bewegung bezieht, jedoch frei gewählt werden, denn jeder Körper kann als Teil eines noch weiteren Systems an Körpern gesehen werden. Der Raum selbst kann dabei jedoch aufgrund seiner Homogenität nicht als Bezugsrahmen der Bewegung verwendet werden:

Jetzt fange ich an einzusehen, daß mir in dem Ausdrücke der Bewegung und Ruhe etwas fehlt. Ich soll ihn niemals in absolutem Verstande brauchen, sondern immer respective. Ich soll niemals sagen: Ein Körper ruht, ohne dazu zu

<sup>19</sup> Vgl. hierzu Pollok (2000, S. 385). So zeigt Kant in seinen Formulierungen Parallelen zu Euler (MAN, AA 04, S. 549; Euler, 1848, S. 25). Siehe hierzu auch die Überlegungen in 3.3.

к каким именно телам оно находится в покое, и никогда не должен говорить, что оно движется, не указывая в то же время те предметы, по отношению к которым оно изменяет свое положение. И если бы я даже захотел представить себе математическое пространство, свободное от каких бы то ни было предметов, как некое вместилище тел, то и это мне нисколько не помогло бы. Ибо каким образом я могу отличить часть этого пространства и различные места в нем, коль скоро они не заняты ничем телесным? (AA 02, S. 17; Кант, 1994в, с. 372).

Однородное пространство не может быть основой концепции движения, но оно и не должно ею быть. Движение всегда должно рассматриваться таким образом, чтобы обоим телам приписывалась одинаковая величина движения. Модернизируя это, можно сформулировать намерение Канта сконструировать движение в системе центра тяжести, то есть в системе, в которой обоим телам приписываются одинаковые импульсы. То есть применяется

$$p_A = -p_B.$$

Это означает следующее:

$$v_A m_A = -v_B m_B.$$

Рука об руку с этой концепцией движения развивается критика силы инерции. Кант отвергает силу, присущую телу, которой обмениваются тела во время взаимодействия, например во время удара. Если бы мы попытались объяснить взаимодействие материи на основе силы инерции, это означало бы предположение о *qualitas occulta*<sup>24</sup>. Развивая поставленную Ньютоном проблему объяснения тяготения между телами, Кант пишет:

Однако этой цели она [сила инерции] служит лишь в том смысле, в каком ньютоновская сила притяжения, присущая материи, служит для объяснения великих движений мироздания, а именно только в качестве закона общего, установленного с помощью опыта явления, причина которого остается неизвестной

<sup>24</sup> «Скрытое качество» (лат.). — Примеч. пер.

setzen, in Ansehung welcher Dinge er ruhe, und niemals sprechen, er bewege sich, ohne zugleich die Gegenstände zu nennen, in Ansehung deren er seine Beziehung ändert. Wenn ich mir auch gleich einen mathematischen Raum leer von allen Geschöpfen als ein Behältniß der Körper einbilden wollte, so würde mir dieses doch nichts helfen. Denn wodurch soll ich die Theile desselben und die verschiednen Plätze unterscheiden, die von nichts Körperlichem eingenommen sind? (NLBR, AA 02, S. 17).

Der homogene Raum kann nicht das Fundament der Bewegungskonzeption sein, er muss es aber auch nicht. Bewegung muss immer so gesehen werden, dass beiden Körpern die gleiche Bewegungsgröße zugeschrieben werden muss. Modernisierend lässt sich sagen, dass Kant die Bewegung im Schwerpunktsystem konstruieren will, d.h. in dem System, in dem beiden Körpern die gleichen Impulse zugeschrieben werden. D.h. es gilt:

$$p_A = -p_B.$$

Dies bedeutet weiter:

$$v_A m_A = -v_B m_B.$$

Hand in Hand mit dieser Bewegungskonzeption geht eine Kritik der Trägheitskraft. Eine körperinhärente Kraft, die bei der Interaktion zwischen den Körpern, bspw. beim Stoß, ausgetauscht wird, lehnt er ab. Würde man nämlich die Interaktion von Materie anhand einer Trägheitskraft zu erklären suchen, so hieß dies, eine *Qualitas occulta* anzunehmen. In Anlehnung an Newtons Problem, die Gravitation zwischen den Körper zu erklären, schreibt Kant:

Gleichwohl dient diese angenommene Kraft ungemein geschickt dazu alle Bewegungsgesetze sehr richtig und leicht daraus herzuleiten. Aber hiezu dient sie nur eben so, wie die Newtonische Anziehungskraft aller Materie zu Erklärung der großen Bewegungen des Weltbaues, nämlich nur als das Gesetz einer durch die Erfahrung erkannten allgemeinen Erscheinung, wovon man die Ursache nicht weiß, und welche

и которое, стало быть, не следует слишком поспешно сводить к некоей внутренней силе природы, действующей в указанном направлении (AA 02, S. 20; Кант, 1994в, с. 376).

Предполагать наличие силы инерции, присущей телам, значит ссылаться на нечто, что в любом случае всегда должно оставаться для нас неизвестным. Приписывая обоим телам одинаковое движение, Кант считает проблему решенной, поскольку взаимодействие между телами больше не нужно объяснять на основе силы, присущей телам. В дополнение к своей физической критике силы инерции Кант также заявляет, что у него есть метафизические возражения против концепции силы инерции, но он не будет здесь подробно на них останавливаться. Хотя Кант и не развивает здесь свою метафизическую критику, можно предположить, что это рассуждения, сходные с теми, которые Кант излагает в «Метафизических началах естествознания» в 1786 г. (см. об этом п. 3.3).

Изменение взглядов Канта на силу инерции можно интерпретировать как часть более глубокого сдвига в осознании проблемы. Если до 1756 г. Кант еще развивал свои идеи в русле философии Лейбница и Вольфа, то теперь он осознает проблематику движения, а также проблематику силы инерции.

Основательный поворот касательно теории пространства происходит в 1768 г.<sup>25</sup> В противовес Лейбницу и Вольфу Кант пытается показать, что пространство существует независимо от отношений тел. При этом он прямо ссылается на работу Эйлера 1748 г. Он пишет:

Всем известно, сколь тщетны были усилия философов раз и навсегда решить этот вопрос посредством отвлеченнейших суждений метафизики; я не знаю ни одной попытки

<sup>25</sup> Влияние Эйлера на кантовскую работу о пространстве подробно обсуждалось мною в другом месте, поэтому здесь я кратко изложу суть кантовской работы и стоящие за этим рассуждения. См.: (Görg, 2018, S. 132–136).

folglich man sich nicht übereilen muß sogleich auf eine dahin zielende innere Naturkraft zu schieben (NLBR, AA 02, S. 20).

Eine den Körpern innewohnende Trägheitskraft anzunehmen, bedeutet auf etwas zu referieren, dass uns ohnehin immer unbekannt bleiben muss. Indem nach Kant beiden Körpern die gleiche Bewegung zugeschrieben werden muss, sieht er das Problem als gelöst, denn die Interaktion zwischen Körpern muss nicht mehr anhand einer den Körpern innewohnenden Kraft erklärt werden. Neben seiner physikalischen Kritik an der Trägheitskraft gibt Kant an, auch metaphysische Einwände gegen die Konzeption einer Trägheitskraft zu haben, diese hier jedoch nicht näher zu beleuchten. Auch wenn Kant seine metaphysische Kritik hier nicht ausführt, ist anzunehmen, dass es sich um ähnliche Überlegungen handelt, wie sie Kant 1786 in den *MAN* darlegt (vgl. dazu 3.3).

Kants *Haltungsänderung* hinsichtlich der Trägheitskraft kann als Teil einer tiefergehenden Verschiebung im Problembewusstsein gedeutet werden. Bewegte sich Kant bis 1756 noch im Fahrwasser der Leibniz-Wolffschen Philosophie, wird ihm nun die Bewegungsproblematik, aber auch die Problematik einer Trägheitskraft, klar.

Bezüglich der Raumtheorie kommt es 1768 zu einer tiefgreifenden Wende.<sup>20</sup> Gegen Leibniz und Wolff versucht Kant zu zeigen, dass der Raum unabhängig von den Relationen der Körper existiert. Dabei referiert er direkt auf Eulers Schrift von 1748. Er schreibt:

Jedermann weiß, wie vergeblich die Bemühungen der Philosophen gewesen sind, diesen Punkt vermittelt der abgezogensten Urtheile der Metaphysik einmal außer allen Streit zu setzen, und ich kenne keinen Versuch dieses gleichsam a posteriori auszuführen (nämlich

<sup>20</sup> Der Einfluss Eulers auf Kants Raumschrift wurde von mir an anderer Stelle ausführlich diskutiert, weshalb ich Kants Schrift und die dahinterstehende Überlegungen hier kürzer fasse (vgl. Görg, 2018, S. 132-136).

вывести это так сказать *a posteriori* (а именно посредством других неопровержимых положений, которые сами, правда, лежат вне метафизики, однако, если применять их *in concreto*, могут послужить пробным камнем их правильности), кроме статьи знаменитого Эйлера-старшего в «Истории Королевской академии наук» в Берлине от 1748 г. Эта статья, однако, не вполне достигает своей цели, потому что она лишь показывает, как трудно придать самым общим законам движения определенное значение, когда принимают только то понятие пространства, которое возникает из абстракции от отношений действительных вещей между собой. Статья обходит не меньшие трудности, остающиеся при применении упомянутых законов, когда их хотят представить *in concreto* в соответствии с понятием абсолютного пространства. Доказательство, которое я здесь ищу, должно дать убедительный довод не знатокам механики, как это имел в виду Эйлер, а самим геометрам, дабы они с обычной для них очевидностью могли обосновать действительность признаваемого ими абсолютного пространства (AA 02, S. 378; Кант, 1994г, с. 269 – 270).

Фридман интерпретирует это как дистанцирование Канта от аргументации Эйлера (Friedman, 1992, p. 207). Однако все обстоит иначе: Кант считает, что метафизика вынуждена отвечать на вопрос о существовании пространства. Следует интерпретировать его попытку метафизически показать существование пространства таким образом, что он заимствует для философии рабочую задачу Эйлера: основополагающие законы естественных наук могут служить руководством, в каком направлении должна развиваться метафизика. Не ограничиваясь аргументацией Эйлера, Кант пытается доказать существование пространства: два инконгруэнтных аналога различаются не в отношении их частей, а в связи с их отношением к пространству, поэтому пространство должно быть больше, чем отношение объектов.

Основываясь на своей работе о пространстве, Кант уже в 1770 г. отстаивает позицию

vermitteltst anderer unleugbaren Sätze, die selbst zwar außer dem Bezirke der Metaphysik liegen, aber doch durch deren Anwendung *in concreto* einen Probestein von ihrer Richtigkeit abgeben können), als die Abhandlung des berühmten Eulers des Ältern in der Historie der K. Akad. d. W. zu Berl. vom Jahr 1748, die dennoch ihren Zweck nicht völlig erreicht, weil sie nur die Schwierigkeiten zeigt, den allgemeinsten Bewegungsgesetzen eine bestimmte Bedeutung zu geben, wenn man keinen andern Begriff des Raumes annimmt als denjenigen, der aus der Abstraction von dem Verhältniß wirklicher Dinge entspringt, allein die nicht mindere Schwierigkeiten unberührt läßt, welche bei der Anwendung gedachter Gesetze übrig bleiben, wenn man sie nach dem Begriffe des absoluten Raumes *in concreto* vorstellen will. Der Beweis, den ich hier suche, soll nicht den Mechanikern, wie Herr Euler zur Absicht hatte, sondern selbst den Meßkünstlern einen überzeugenden Grund an die Hand geben, mit der ihnen gewöhnlichen Evidenz die Wirklichkeit ihres absoluten Raumes behaupten zu können (GUGR, AA 02, S. 378).

Friedman (1992, S. 207) deutet dies als Distanzierung Kants von Eulers Argumentation. Das Gegenteil ist jedoch der Fall: Kant sieht die Metaphysik in Zugzwang, die Frage nach der Existenz des Raumes zu beantworten. Man muss seinen Versuch, die Existenz des Raumes metaphysisch aufzuzeigen, so deuten, dass er den Arbeitsauftrag Eulers an die Philosophie annimmt: Die grundlegenden Gesetze der Naturwissenschaft können eine Orientierung geben, in welche Richtung sich die Metaphysik entwickeln muss. Über Eulers Argumentation hinaus versucht Kant die Existenz des Raumes zu beweisen: Zwei inkongruente Gegenstücke unterscheiden sich nicht hinsichtlich der Relation ihrer Teile, sondern hinsichtlich ihres Verhältnisses zum Raum, weshalb der Raum mehr sein muss als die Relation der Gegenstände.

Ausgehend von seiner Raumschrift vertritt Kant schon 1770 die Position des Transzendenta-

трансцендентального идеализма в отношении пространства и времени. Далее мы будем рассматривать не эту позицию, как она представлена в «Критике чистого разума», а его рассуждения в «Метафизических началах естествознания».

### 3.3. Инерция и проблема движения в «Метафизических началах естествознания»

Кантовские «Метафизические начала естествознания» 1786 г. преследовали цель вывести основы естествознания, главным образом механики, из критической философии. Это осуществляется в четырех основных разделах, которые ориентируются на таблицу категорий, или систему принципов, «Критики чистого разума». Данный проект можно рассматривать отчасти как реализацию «рабочей задачи» применительно к философии, сформулированной Эйлером в 1748 г. Если метафизику Лейбница и Вольфа нельзя согласовать с установленными основаниями физики, то эта метафизика должна быть заменена метафизикой, которая учитывает эти основания. Зарекомендовавшая себя наука может служить ориентиром. Во втором издании «Критики чистого разума» Кант задается вопросом, как возможно чистое естествознание, и разрабатывает на этой основе свою собственную систему, при этом влияние Эйлера на критический проект Канта становится очевидным. Однако кантовская работа «Метафизические начала естествознания» выходит за рамки объяснения того, как возможно естествознание: в ней ставится задача вывести основания естествознания из критической системы. Это означало бы важный успех для его системы. Согласно взглядам Канта, естествознание базируется на метафизическом фундаменте, который может быть выведен из критической системы:

len Idealismus hinsichtlich des Raumes und der Zeit. Im Folgenden soll nicht diese Position, wie sie auch in der *Kritik der reinen Vernunft* (weiterhin *KrV*) vertreten wird, behandelt werden, sondern seine Überlegungen aus den *MAN*.

### 3.3. Die Trägheit und das Bewegungsproblem in den Metaphysischen Anfangsgründe der Naturwissenschaft

Kants *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft* von 1786 haben das Ziel, die Grundlagen der Naturwissenschaft, hauptsächlich der Mechanik, aus der kritischen Philosophie herzuleiten. Dies geschieht in vier Hauptstücken, die sich an der Kategorientafel, bzw. dem System der Grundsätze der *KrV* orientieren. Dieses Projekt kann in Teilen als Umsetzung des von Euler formulierten ‚Arbeitsauftrages‘ an die Philosophie von 1748 gesehen werden. Wenn die Leibniz-Wolffsche Metaphysik nicht mit den etablierten Grundlagen der Physik in Übereinstimmung zu bringen ist, dann muss die Metaphysik ersetzt werden durch eine Metaphysik, die diesen Grundlagen Rechnung trägt. Dabei kann die etablierte Wissenschaft als Orientierung dienen. Kant fragt in der zweiten Ausgabe der *KrV* danach, wie reine Naturwissenschaft möglich sei und entwickelt davon ausgehend sein eigenes System, wodurch der Einfluss Eulers auf Kants kritisches Projekt deutlich wird. Kants *MAN* gehen jedoch noch darüber hinaus, indem sie zu erklären suchen, wie Naturwissenschaft möglich sei: Hier sollen die Grundlagen der Naturwissenschaft aus dem kritischen System hergeleitet werden. Dies wäre ein wichtiger Erfolg für sein System. Gemäß Kants Vorstellung basiert die Naturwissenschaft auf einem metaphysischen Fundament, dass aus dem kritischen System deduziert werden kann:

Все натурфилософы, которые хотели применять математический метод при решении своих задач, всегда пользовались (хотя и бессознательно) и должны были пользоваться метафизическими принципами, несмотря на то что вообще-то они торжественно оберегали свою науку от посягательств метафизики. Без сомнения, они понимали под метафизикой иллюзию, будто можно придумывать разные возможности по своему усмотрению или играть такими понятиями, которые, быть может, вовсе нельзя изобразить в созерцании и которые не имеют никакого иного подтверждения своей объективной реальности, кроме отсутствия внутреннего противоречия. Всякая подлинная метафизика черпается из самого существа мыслительной способности и из-за того, что не заимствуется из опыта, вовсе не есть фикция; она охватывает чистые акты мышления, стало быть априорные понятия и основоположения, единственно которые приводят многообразное [содержание] эмпирических представлений в закономерную связь, позволяющую этому многообразному стать эмпирическим познанием, т. е. опытом. Вот почему математические физики никак не могли обойтись без метафизических принципов, в том числе и таких, которые а priori делают применимым к внешнему опыту понятие их истинного предмета, т. е. материи; таковы понятия движения, наполнения пространства, инерции и т.п. Признание всех этих понятий подчиненными чисто эмпирическим основоположениям они справедливо считали несообразным и с той аподиктической достоверностью, которую они хотели придать своим законам природы, а потому предпочитали постулировать свои основоположения, не исследуя их априорных источников (AA 04, S. 472; Кант, 1994а, с. 254–255).

Решающее значение для проекта Канта имеет выведение трех законов механики. Кант извлекает их, применяя принципы «Критики чистого разума» к понятию материи. Для кантовской критики силы инерции и для его теории движения решающее значение имеют второй и третий законы. Закон инерции он выводит из применения принципа порождения (принцип временной последовательности согласно закону причинности во втором издании), а за-

Alle Naturphilosophen, welche in ihrem Geschäfte mathematisch verfahren wollten, haben sich daher jederzeit (obschon sich selbst unbekannt) metaphysischer Principien bedient und bedienen müssen, wenn sie sich gleich sonst wider allen Anspruch der Metaphysik auf ihre Wissenschaft feierlich verwahrten. Ohne Zweifel verstanden sie unter der letzteren den Wahn, sich Möglichkeiten nach Belieben auszudenken und mit Begriffen zu spielen, die sich in der Anschauung vielleicht gar nicht darstellen lassen, und keine andere Beglaubigung ihrer objectiven Realität haben, als daß sie blos mit sich selbst nicht im Widerspruche stehen. Alle wahre Metaphysik ist aus dem Wesen des Denkungsvermögens selbst genommen und keinesweges darum erdichtet, weil sie nicht von der Erfahrung entlehnt ist, sondern enthält die reinen Handlungen des Denkens, mithin Begriffe und Grundsätze a priori, welche das Mannigfaltige empirischer Vorstellungen allererst in die gesetzmäßige Verbindung bringt, dadurch es empirisches Erkenntniß, d. i. Erfahrung, werden kann. So konnten also jene mathematische Physiker metaphysischer Principien gar nicht entbehren und unter diesen auch nicht solcher, welche den Begriff ihres eigentlichen Gegenstandes, nämlich der Materie, a priori zur Anwendung auf äußere Erfahrung tauglich machen, als des Begriffs der Bewegung, der Erfüllung des Raums, der Trägheit, u.s.w. Darüber aber blos empirische Grundsätze gelten zu lassen, hielten sie mit Recht der apodiktischen Gewißheit, die sie ihren Naturgesetzen geben wollten, gar nicht gemäß, daher sie solche lieber postulirten, ohne nach ihren Quellen a priori zu forschen (MAN, AA 04, S. 472).

Von zentraler Bedeutung für das Projekt Kants ist dabei die Herleitung von drei Gesetzen der Mechanik. Diese gewinnt Kant, indem er die Grundsätze der *KrV* auf den Begriff der Materie anwendet. Für Kants Kritik der Trägheitskraft und seine Bewegungslehre sind das zweite und das dritte Gesetz entscheidend. Das Trägheitsgesetz leitet er aus der Anwendung des Grundsatzes der Erzeugung (in der B-Ausgabe der Grundsatz der Zeitfolge nach dem Gesetz der Kausali-

кон противодействия материи — из принципа одновременности согласно закону взаимодействия. И хотя Кант теперь выводит эти законы из критической философии, его размышления демонстрируют явные параллели с работой 1758 г. В целом Кант неоднократно возвращается в «Метафизических началах естествознания» к рассуждениям докритической фазы. Возможно, это связано с тем, что натурфилософия в это время уже не была как прежде в центре его исследований<sup>26</sup>.

Здесь он также выступает против силы инерции и считает ее ненужной из-за закона взаимодействия. Влияние Эйлера на размышления Канта становится очевидным на основе параллелей в формулировках (см. об этом п. 2.2). Кант, как и Эйлер, ссылается на Кеплера как на создателя силы инерции:

Таково, следовательно, конструирование сообщения движения... В угоду ему другие ввели в естествознание особую силу материи под названием *силы инерции* (*vis inertiae*), какое впервые употребил Кеплер (AA 04, S. 549; Кант, 1994а, с. 352).

Следовательно, название *сила инерции* (*vis inertiae*), несмотря на славное имя того, кто ввел его в употребление, должно быть совершенно изгнано из естествознания... (AA 04, S. 550; Кант, 1994а, с. 354).

Параллели между формулировками Эйлера и Канта позволяют предположить, что Кант находится здесь под влиянием Эйлера, как и в 1758 г. (см. пояснения в п. 2.1 и Pollok, 2000, S. 385). Более того, можно также предположить, что Кант при написании «Механики» в «Метафизических началах естествознания» в дополнение опирался на «Письма к немецкой принцессе». Это становится ясно из дополнительных аргументов, выдвигаемых Кантом. Еще в 1758 г. Кант указал, что ссылка на силу инерции для

тät) her und das Gesetz der Gegenwirkung der Materien aus dem Grundsatz des Zugleichseins nach dem Gesetz der Wechselwirkung. Obwohl Kant diese Gesetze nun aus der kritischen Philosophie herleitet, zeigen seine Überlegungen starke Parallelen zu seiner Schrift von 1758. Generell greift Kant in den *MAN* immer wieder auf Überlegungen aus der vorkritischen Phase zurück. Dies mag damit zusammenhängen, dass die Naturphilosophie zu dieser Zeit nicht mehr so sehr in seinem Forschungsfokus lag wie zuvor.<sup>21</sup>

Auch hier argumentiert er gegen eine Trägheitskraft und hält sie aufgrund des Gesetzes der Wechselwirkung für unnötig. Der Einfluss Eulers auf Kants Überlegungen wird anhand von Parallelen in den Formulierungen deutlich (vgl. dazu 2.2). So referiert Kant, wie auch Euler, auf Kepler als Urheber der Trägheitskraft:

Dies ist also die Construction der Mittheilung der Bewegung [...] welchem zu Gefallen andere eine besondere Kraft der Materie dem von Kepler zuerst angeführten Namen Trägheitskraft (*vis inertiae*) in der Naturwissenschaft einführten [...] (*MAN*, AA 04, S. 549).

Die Benennung der Trägheitskraft (*vis inertiae*) muß also unerachtet des berühmten Namens ihres Urhebers aus der Naturwissenschaft gänzlich weggeschafft werden [...] (*MAN*, AA 04, S. 550).

Die Parallelen zwischen Eulers Formulierungen und denen Kants lassen darauf schließen, dass Kant hier, wie auch 1758, durch Euler beeinflusst ist (vgl. die Ausführungen in 2.1 und Pollok, 2000, S. 385). Zudem ist aber auch anzunehmen, dass Kant beim Abfassen der „Mechanik“ der *MAN* zusätzlich auf die *Briefe an eine deutsche Prinzessin* zurückgegriffen hat. Dies wird an den zusätzlichen Argumenten deutlich, die Kant nun anführt. Bereits 1758 hatte Kant angegeben, dass eine Referenz auf die Träg-

<sup>26</sup> См. об этом у М. Кюна: «Закончив написание этой рукописи, он перешел к другим делам» (Кюн, 2021, с. 416).

<sup>21</sup> Vgl. hierzu Kühn (2003, S. 351): „Sobald er das Manuskript abgeschlossen hatte, wandte er sich anderen Themen zu.“

объяснения взаимодействия тел будет равносильна введению «скрытого качества», поэтому от нее следует отказаться. Он также упоминал о наличии других метафизических возражений против силы инерции, но не останавливался на них подробно. В этом фрагменте «Метафизических начал естествознания» он усматривает в инерции материи ее безжизненность:

Единственно этот механический закон следует называть законом *инерции* (*lex inertiae*)... *Инерция* материи есть и означает не что иное, как *безжизненность* материи самой по себе. *Жизнь* означает способность *субстанции* определять себя к деятельности, исходя из *внутреннего принципа*, способность *конечной субстанции* определять себя к изменению и способность *материальной субстанции* определять себя к движению или покою как перемене своего состояния. Но мы не знаем никакого другого внутреннего принципа субстанции, который побуждал бы ее изменять свое состояние, кроме *желания*, и вообще никакой другой внутренней деятельности, кроме *мышления*... Эти определяющие основания и деятельность не относятся, однако, к представлениям внешних чувств, а следовательно, не относятся и к определениям материи как материи. Стало быть, всякая материя как таковая *безжизненна* (AA 04, S. 544; Кант, 1994а, с. 346).

Здесь Кант выступает против виталистической концепции материи. Материя по своей природе инертна, и единственный внутренний принцип субстанции, мышление, не является предметом физики, которая в конце концов имеет дело с определениями материи в пространстве. Поэтому изменение материи всегда должно иметь *внешнюю* причину, так как в самой материи нет ничего, что могло бы изменить ее состояние. Изменение в движении тела может происходить только через пространственно-временную связь с другими телами. «Но причина эта [изменения движения] не может быть внутренней, ибо материя не имеет чисто внутренних определений и определяющих оснований. Стало быть, вся-

heidskraft zur Erklärung der Wechselwirkung zwischen Körpern dem Einführen einer *Qualitas occulats* gleichkäme, weshalb auf sie zu verzichten sei. Auch hatte er erwähnt, weitere metaphysische Einwände gegen die Trägheitskraft zu haben, diese aber nicht weiter ausgeführt. Hier in den *MAN* sieht er in der Trägheit der Materie ihre Leblosigkeit:

Dieses mechanische Gesetz muss allein das Gesetz der *Trägheit* (*lex inertiae*) genannt werden werden [...]. Die *Trägheit* der Materie ist und bedeutet nichts anders, als ihre *Leblosigkeit*, als Materie an sich selbst. *Leben* heißt das Vermögen einer *Substanz* sich aus einem *inneren Prinzip* zum Handeln, einer *endlichen Substanz* sich zur Veränderung, und einer *materiellen Substanz* sich zur Bewegung oder Ruhe, als Veränderung ihres Zustandes, zu bestimmen. Nun kennen wir kein anderes inneres Prinzip einer Substanz, ihren Zustand zu verändern, als das *Begehren*, und überhaupt keine andere innere Tätigkeit, als das *Denken* [...]. Diese Bestimmungsgründe aber und Handlungen gehören gar nicht zu den Vorstellungen äußerer Sinne und also auch nicht zu den Bestimmungen der Materie als Materie. Also ist Materie als solche *leblos* (*MAN*, AA 04, S. 544).

Кантwendet sich hier gegen eine vitalistische Materieauffassung. Материя ist intrinsisch inert, und das einzige innere Prinzip einer Substanz, das Denken, ist nicht Gegenstand der Physik, die es ~~doch~~ mit den Bestimmungen der Materie im Raum zu tun hat. Die Veränderung der Materie muss daher immer eine *äußere* Ursache haben, denn in der Materie selbst ist nichts, was ihren Zustand verändern könnte. Die Veränderung der Bewegung eines Körpers kann nur über die raumzeitliche Relation zu anderen Körpern geschehen. „Die Ursache [der Bewegungsänderung] aber kann nicht innerlich sein, denn die Materie hat keine schlechthin innere Bestimmungen und Bestimmungsgründe. Also ist alle Veränderung einer Materie auf äußere Ursachen

кое изменение материи основано на внешней причине...» (AA 04, S. 544; Кант, 1994а, с. 345). Кант подчеркивает, что изменения происходят под воздействием *внешних* причин. Он также указывает на особый статус души. Это ограничение силы *внешними* причинами встречается и у Эйлера, который в «Письмах к немецкой принцессе», возражая монадистам, обращает внимание на то, что силы представляют собой *внешние* причины<sup>27</sup>, а также на то, что материю, таким образом, необходимо полностью отличать от души (см.: Эйлер, 2002, с. 148–157, № 71–74). Это позволяет предположить, что Кант при написании «Механики» в «Метафизических началах естествознания» также опирался на «Письма к немецкой принцессе», хотя он и основывает свои рассуждения на критической философии: силы могут действовать только через пространственно-временные отношения и не являются внутренними состояниями.

Итак, Кант расширяет концепцию движения, согласно которой движения всегда должны рассматриваться в системе центра тяжести: система центра тяжести должна рассматриваться как абсолютное пространство — в 1758 г. этого рассуждения у Канта еще не было. В четвертом разделе, в «Феноменологии», абсолютное пространство называется у Канта «не более чем *идея*» (AA 04, S. 559; Кант, 1994а, с. 363). Каждая система центра тяжести должна рассматриваться как часть более широкой системы тел. Поскольку существует не бесконечное число тел, мы никогда не приходим к конечному абсолютному пространству, поэтому оно остается точкой назначения. Как цитируется в п. 3.2, Кант пишет о размышлениях Эйлера о пространстве и времени, что эта работа «не вполне достигает своей цели» (AA 02, S. 378; Кант, 1994г, с. 269),

<sup>27</sup> «Когда состояние тела меняется, причину этого никогда не следует искать внутри самого тела: причина находится всегда вовне. Таково истинное представление, которое мы должны себе составить о силе» (Эйлер, 2002, с. 157, № 74).

gegründet [...]» (MAN, AA 04, S. 544). Кант betont, dass Veränderung durch *äußere* Ursachen erfolgt. Ebenso betont er den Sonderstatus der Seele. Diese Beschränkung der Kraft auf *äußere* Ursachen findet sich auch bei Euler, der in den *Briefen an eine deutsche Prinzessin* gegen die Monadisten betont, dass Kräfte äußere Ursachen seien<sup>22</sup>, aber auch, dass die Materie daher vollkommen von der Seele zu unterscheiden sei (vgl. Euler, 1986, S. 77-80, Nr. 71-74). Dies legt nahe, dass Kant beim Abfassen der „Mechanik“ der MAN auch die *Briefe an eine deutsche Prinzessin* herangezogen hat, wenn er auch seine Überlegungen aus der kritischen Philosophie heraus begründet: Kräfte können nur über raumzeitliche Relationen wirken und sind keine inneren Zustände.

Die Bewegungskonzeption, nach der Bewegungen immer im Schwerpunktsystem zu betrachten sind, wird von Kant nun aber noch erweitert: Das Schwerpunktsystem ist als absoluter Raum zu betrachten, eine Überlegung, die sich 1758 bei Kant noch nicht fand. Im vierten Hauptstück, der Phänomenologie, nennt Kant den absoluten Raum eine ‚*bloße Idee*‘ (MAN, AA 04, S. 559). Jedes Schwerpunktsystem muss als Teil eines umfassenderen Systems an Körpern gesehen zu werden. Da es eine nicht-endliche Anzahl an Körpern gibt, kommen wir niemals bei einem letzten absoluten Raum an, er bleibt demnach ein Zielpunkt. Wie in 3.2 zitiert, schreibt Kant über Eulers Reflexionen über Raum und Zeit, dass diese Schrift „ihren Zweck nicht völlig erreicht“ (GUGR, AA 02, S. 378), da sie „die nicht mindere Schwierigkeiten unberührt läßt, welche bei der Anwendung gedachter Gesetze übrig bleiben, wenn man sie nach dem Begriffe des absoluten Raumes *in concreto*

<sup>22</sup> „So oft der Zustand eines Körpers verändert wird, muß man die Ursache davon nicht im Körper, sondern außer ihm suchen; und diese Ursache ist eben das was man Kraft nennt“ (Euler, 1986, S. 80, Nr. 74).

так как она «обходит не меньшие трудности, остающиеся при применении упомянутых законов, когда их хотят представить in concreto в соответствии с понятием абсолютного пространства» (AA 02, S. 378; Кант, 1994г, с. 270). Эта проблема применения законов движения к абсолютному пространству в силу его однородности решается в 1786 г. третьим законом механики, состоящим в том, что абсолютное пространство рассматривается в механике как система центра тяжести, а в феноменологии — как идея всеобъемлющей системы центра тяжести.

### Вывод

На вопрос о том, существует ли сила инерции, присущая телам, Эйлер и Кант отвечают отрицательно. Однако оба мыслителя изначально не отвергают силу инерции. Хотя Эйлер критикует силу инерции в самом начале, он иногда сам использует это понятие. Как и во взглядах на абсолютное пространство, он позиционирует себя в этом вопросе только в контексте своего спора с монадистами. Сила инерции становится свойством инерции, а понятие силы ограничивается внешними причинами. Это уточнение понятий является новаторским для развития классической механики. Кант в ранних работах предполагает существование силы инерции, а также отстаивает релятивистскую теорию пространства. Только к концу 1750-х гг., вероятно, под влиянием Эйлера, он осознает проблему теории пространства и движения и отвергает силу инерции. Эйлеровская критика философии своего времени также оказала существенное влияние на критический проект Канта, ставившего цель вывести из своей критической философии возможность естествознания. Кантовскую заключительную критику силы инерции и его собственную концепцию движения, таким образом, можно среди прочего соотнести с его критическим рассмотрением трудов Эйлера.

vorstellen will“ (GUGR, AA 02, S. 378). Dieses Problem der Anwendung der Bewegungsgesetze auf den absoluten Raum aufgrund von dessen Homogenität wird nun 1786 durch das dritte Gesetz der Mechanik gelöst, indem der absolute Raum in der Mechanik als Schwerpunktsystem und in der Phänomenologie als Idee eines umfassenden Schwerpunktsystems gesehen wird.

### Fazit

Die Frage, ob es eine den Körpern innewohnende Trägheitskraft gibt, wird sowohl von Euler als auch von Kant verneint. Beide Denker lehnen die Trägheitskraft jedoch nicht von vornherein ab. Während Euler schon früh die Trägheitskraft kritisiert, verwendet er den Begriff mitunter selbst. Ähnlich wie hinsichtlich des absoluten Raumes, positioniert er sich zu dieser Frage erst im Rahmen seiner Auseinandersetzung mit den Monadisten. Aus der Trägheitskraft wird die Eigenschaft der Trägheit, und der Kraftbegriff wird auf äußere Ursachen beschränkt. Diese Begriffsspezifizierung ist wegweisend für die Entwicklung der klassischen Mechanik. Der frühe Kant geht von der Existenz einer Trägheitskraft aus und vertritt zudem eine relationalistische Raumtheorie. Erst gegen Ende der fünfziger Jahre des achtzehnten Jahrhunderts entwickelt er, wohl unter dem Einfluss Eulers, ein Problembewusstsein für die Raum- und Bewegungstheorie und lehnt eine Trägheitskraft ab. Eulers Kritik an der Philosophie seiner Zeit hat aber auch einen wichtigen Einfluss auf das kritische Projekt Kants, der die Möglichkeit der Naturwissenschaft aus seiner eigenen, kritischen Philosophie herleiten will. Seine endgültige Kritik der Trägheitskraft und seine eigene Bewegungskonzeption lassen sich dabei u.a. auf seine Auseinandersetzung mit den Schriften Eulers zurückführen.

## Список литературы

- Кант И. Метафизические начала естествознания // Соч. : в 8 т. М. : Чоро, 1994а. Т. 4. С. 247–372.
- Кант И. Мысли об истинной оценке живых сил // Соч. : в 8 т. М. : Чоро, 1994б. Т. 1. С. 51–82.
- Кант И. Новая теория движения и покоя // Соч. : в 8 т. М. : Чоро, 1994в. Т. 1. С. 369–382.
- Кант И. О первом основании различия сторон в пространстве // Соч. : в 8 т. М. : Чоро, 1994г. Т. 2. С. 267–276.
- Кант И. Физическая монадология // Соч. : в 8 т. М. : Чоро, 1994д. Т. 1. С. 313–332.
- Кюн М. Кант: биография. М. : Дело (РАНХиГС), 2021.
- Ньютон И. Математические начала натуральной философии / [пер. с лат. и коммент. А. Н. Крылова, под ред. Л. С. Полака]. М. : Наука, 1989.
- Эйлер Л. Основы динамики точки. М. ; Л. : НТИ-НИИП-СССР, 1938.
- Эйлер Л. Письма к немецкой принцессе о разных физических и философских материях. СПб. : Наука, 2002.
- Carrier M. Kant's Relational Theory of Absolute Space // Kant-Studien. 1992. Bd. 83, H. 4. P. 399–416.
- Carrier M. Raum-Zeit. Berlin : De Gruyter, 2009.
- Cassirer E. Das Erkenntnisproblem in der Philosophie und Wissenschaft der neueren Zeit // Gesammelte Werke. Bd. 3.2 / hrsg. von B. Recki. Hamburg : Meiner, 1999.
- Euler L. Vernünfftige Gedanken von dem Raume, dem Orth, der Dauer und der Zeit / übers. von G. H. Schwan. Quedlinburg : bey G. H. Schwans Wittwe, 1763.
- Euler L. Anleitung zur Natur-Lehre, worin die Gründe zu Erklärung aller in der Natur sich ereignenden Begebenheiten und Veränderungen festegesetzt werden // Leonhardi Euleri opera postuma mathematica et physica. Tomus Alter, quae Academiae Scientiarum Petropolitanae obtulerunt ejusque auspiciis ediderunt auctoris pronepotes P. H. Fuss et N. Fuss. Petropoli : Eggers et Socios ; Lipsiae : Voss, 1862.
- Euler L. Gedancken von den Elementen der Körper, in welchem das Lehr-Gebäude von den einfachen Dingen und Monaden geprüft, und das wahre Wesen der Körper entdeckt wird // Leonhardi Euleri opera omnia sub auspiciis societatis scientiarum naturalium helveticae. Series 3: Opera physica, miscellanea, epistolae, Vol. 2: Rechenkunst / ed. E. Hoppe, K. Matter, J. J. Burckhardt. Lipsiae ; Berolini : B. G. Teubner; Turici ; Lipsiae : Orell Füssli, 1942. P. 347–366.

## Literatur

- Carrier, M., 1992. Kant's Relational Theory of Absolute Space. *Kant-Studien*, 83(4), S. 399-416.
- Carrier, M., 2009. *Raum-Zeit*. Berlin: De Gruyter.
- Cassirer, E., 1999. Das Erkenntnisproblem in der Philosophie und Wissenschaft der neueren Zeit. In: E. Cassirer, 1999. *Gesammelte Werke*. 3.2. Hg. von B. Recki. Hamburg: Meiner.
- Euler, L., 1746a. *A solution to the problem of whether or not the faculty of thought can be attributed to matter, based on principles of mechanics*. Übersetzt von J. McAlhany, 2018. Available at: The Euler Archive <<https://scholarlycommons.pacific.edu/cgi/viewcontent.cgi?filename=0&article=1089&context=euler-works&type=additional>> (accessed 6 December 2021).
- Euler, L., 1746b. *Gedancken von den Elementen der Körper, in welchem das Lehr-Gebäude von den einfachen Dingen und Monaden geprüft, und das wahre Wesen der Körper entdeckt wird*. In: *Leonhardi Euleri opera omnia sub auspiciis societatis scientiarum naturalium helveticae. Series 3: Opera physica, miscellanea, epistolae, Volume 2: Rechenkunst*. Ed. E. Hoppe, K. Matter, J. J. Burckhardt, Genevae 1942. Lipsiae et Berolini: B. G. Teubner; Turici et Lipsiae: Orell Füssli, pp. 347-366.
- Euler, L., 1763. *Vernünfftige Gedancken von dem Raume, dem Orth, der Dauer und der Zeit*. Übers. von G. H. Schwan. Quedlinburg: bey G. H. Schwans Wittwe.
- Euler, L., 1848. *Mechanik oder analytische Darstellung der Wissenschaft von der Bewegung. Erste Theil*. Hg. von J. P. Wolfers. Greifswald: Koch's Verlagshandlung.
- Euler, L., 1853. *Mechanik oder analytische Darstellung der Wissenschaft von der Bewegung. Dritter Theil: Theorie der Bewegung fester und starrer Körper*. Hg. von J. P. Wolfers. Greifswald: Koch's Verlagshandlung.
- Euler, L., 1862. *Anleitung zur Natur-Lehre, worin die Gründe zu Erklärung aller in der Natur sich ereignenden Begebenheiten und Veränderungen festegesetzt werden*. In: *Leonhardi Euleri opera postuma mathematica et physica. Tomus Alter, quae Academiae Scientiarum Petropolitanae obtulerunt ejusque auspiciis ediderunt auctoris pronepotes P. H. Fuss et N. Fuss. Petropoli: Eggers et Socios; Lipsiae: Voss*.
- Euler, L., 1986. *Briefe an eine deutsche Prinzessin über verschiedene Gegenstände aus der Physik und Philosophie*. Hg. von A. Speiser. Braunschweig: Vieweg.
- Fischer, H.-P., 1985. Kant an Euler. *Kant-Studien*, 76(2), S. 214-219.

Euler L. A Solution to the Problem of Whether or Not the Faculty of Thought Can Be Attributed to Matter, Based on Principles of Mechanics / transl. by J. McAlhany // The Euler Archive, 2018. URL: <https://scholarlycommons.pacific.edu/cgi/viewcontent.cgi?filename=0&article=1089&context=euler-works&type=additional> (дата обращения: 06.12.2021).

Fischer H.-P. Kant an Euler // Kant-Studien. 1985. Bd. 76, H. 2. S. 214–219.

Friedman M. Kant and the Exact Science. Cambridge : Harvard University Press, 1992.

Goldenbaum U. Appell an das Publikum. Die öffentliche Debatte in der deutschen Aufklärung 1687–1796. Berlin : Akademie, 2004.

Görg E. Raum, Gott, Gravitation. Eine Untersuchung zum Verhältnis von Wissenschaft und Metaphysik anhand des ‚absoluten Raumes‘ von Newton über Kant zu Fries. Stuttgart : Franz Steiner, 2018.

Kutschmann W. Die Newtonsche Kraft. Metamorphose eines wissenschaftlichen Begriffs. Wiesbaden : Steiner, 1983.

Pollok K. Anmerkung des Herausgebers // Kant I. Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft. Hamburg : Meiner, 1997. S. 127–149.

Pollok K. Kants ‚Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft‘. Ein kritischer Kommentar. Hamburg : Meiner, 2000.

Pulte H. Das Prinzip der kleinsten Wirkung und die Kraftkonzeption der rationalen Mechanik: Eine Untersuchung zur Grundlegungsproblematik bei Leonhard Euler, Pierre Louis Moreau de Maupertuis und Joseph Louis Lagrange. Stuttgart : Steiner, 1989.

Pulte H. Die Newton-Rezeption in der rationalen Mechanik des 18. Jahrhunderts. Wissenschaftstheoretische, -historische und -historiographische Reflexionen zu einem kontroversen Thema // Beiträge zur Geschichte von Technik und technischer Bildung. Folge 7 / hrsg. von K. Steinbock. Leipzig : Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur, 1993. S. 33–59.

Speiser A. Einleitung zu Briefe an eine deutsche Prinzessin // Euler L. Briefe an eine deutsche Prinzessin über verschiedene Gegenstände aus der Physik und Philosophie / hrsg. von A. Speiser. Braunschweig : Vieweg, 1986. S. XXI–XLV.

Watkins E. The Laws of Motion from Newton to Kant // Perspectives on Science. 1997. Vol. 5, № 3. P. 311–348.

Watkins E. Kant's Justification of the Laws of Mechanics // Studies in History and Philosophy of Science. 1998. Vol. 29, № 4. P. 539–560.

Friedman, M., 1992. *Kant and the Exact Science*. Cambridge: Harvard University Press.

Goldenbaum, U., 2004. *Appell an das Publikum. Die öffentliche Debatte in der deutschen Aufklärung 1687–1796*. Berlin: Akademie Verlag.

Kant, I., 1968. Der Gebrauch der Metaphysik, sofern sie mit der Geometrie verbunden ist, in der Naturphilosophie, dessen erste Probe die physische Monadologie enthält. In: *Immanuel Kant: Werke in zehn Bänden. Bd. 1: Vorkritische Schriften bis 1768. Erster Teil*. Übers. und hg. von W. Weischedel. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, S. 511–568.

Kühn, M., 2007. *Kant. Eine Biografie*. München: dtv.

Kutschmann, W., 1983. *Die Newtonsche Kraft. Metamorphose eines wissenschaftlichen Begriffs*. Wiesbaden: Steiner.

Newton, I., 1999. *Die mathematischen Prinzipien der Physik*. Übers. und hg. von V. Schüller. Berlin: De Gruyter.

Pollok K., 1997. Anmerkung des Herausgebers. In: I. Kant. *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft*. Hamburg: Meiner, S. 127–149.

Pollok, K., 2000. *Kants Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft. Ein kritischer Kommentar*. Hamburg, Meiner.

Pulte, H., 1989. *Das Prinzip der kleinsten Wirkung und die Kraftkonzeption der rationalen Mechanik: Eine Untersuchung zur Grundlegungsproblematik bei Leonhard Euler, Pierre Louis Moreau de Maupertuis und Joseph Louis Lagrange*. Stuttgart: Steiner.

Pulte, H., 1993. Die Newton-Rezeption in der rationalen Mechanik des 18. Jahrhunderts. Wissenschaftstheoretische, -historische und -historiographische Reflexionen zu einem kontroversen Thema. In: K. Steinbock, Hg. 1993. *Beiträge zur Geschichte von Technik und technischer Bildung. Folge 7*. Leipzig: Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur, S. 33–59.

Speiser, A., 1986. Einleitung. In: *Briefe an eine deutsche Prinzessin über verschiedene Gegenstände aus der Physik und Philosophie*. In: L. Euler, 1986. *Briefe an eine deutsche Prinzessin über verschiedene Gegenstände aus der Physik und Philosophie*. Hg. von A. Speiser. Braunschweig: Vieweg, S. XXI–XLV.

Watkins, E., 1997. The Laws of Motion from Newton to Kant. *Perspectives on Science*, 5(3), pp. 311–348.

Watkins, E., 1998, Kant's Justification of the Laws of Mechanics. *Studies in History and Philosophy of Science*, 29(4), pp. 539–560. [https://doi.org/10.1016/S0039-3681\(98\)00042-9](https://doi.org/10.1016/S0039-3681(98)00042-9)

Watkins E. The Early Kant's (anti-) Newtonianism // *Studies in History and Philosophy of Science*. 2012. Vol. 44, № 3. P. 429–437.

Westfall R. *Force in Newton's Physics: The Science of Dynamics in the Seventeenth Century*. L. : American Elsevier, 1971.

### Об авторе

Эрдман Гёрг, доктор философии, Рурский университет Бохума, Бохум, Германия.

E-mail: erdmann.goerg@googlemail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9015-3945>

### О переводчике

Ирина Геннадьевна Черненко, кандидат филологических наук, доцент, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, Россия.

E-mail: [ichernenok@kantiana.ru](mailto:ichernenok@kantiana.ru)

### Для цитирования:

Гёрг Э. Инерция и пространство: Кант и Эйлер // Кантовский сборник. 2022. Т. 41, № 2. С. 7–41.

doi: [10.5922/0207-6918-2022-2-1](https://doi.org/10.5922/0207-6918-2022-2-1)

© Гёрг Э., 2022.

Watkins, E., 2012. The Early Kant's (anti-) Newtonianism. *Studies in History and Philosophy of Science*, 44(3), pp. 429-437. <https://doi.org/10.1016/j.shpsa.2012.10.015>

Westfall, R., 1971. *Force in Newton's Physics: The Science of Dynamics in the Seventeenth Century*. London: American Elsevier.

### The author

Dr Erdmann Görg, Ruhr-University Bochum, Germany.

E-mail: [erdmann.goerg@googlemail.com](mailto:erdmann.goerg@googlemail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9015-3945>

### To cite this article:

Görg, E., 2022. Trägheit und Raum: Kant und Euler. *Kantian Journal*, 41(2), pp. 7-41

<http://dx.doi.org/10.5922/0207-6918-2022-2-1>

© Görg E., 2022.



ПРЕДСТАВЛЕНО ДЛЯ ВОЗМОЖНОЙ ПУБЛИКАЦИИ В ОТКРЫТОМ ДОСТУПЕ В СООТВЕТСТВИИ С УСЛОВИЯМИ ЛИЦЕНЗИИ CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION (CC BY) ([HTTP://creativecommons.org/licenses/by/4.0/](http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/))



SUBMITTED FOR POSSIBLE OPEN ACCESS PUBLICATION UNDER THE TERMS AND CONDITIONS OF THE CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION (CC BY) LICENSE ([HTTP://creativecommons.org/licenses/by/4.0/](http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/))