

ZVONIMIR ČULJAK (Zagreb)

EINIGE WISSENSCHAFTSTHEORETISCHE ASPEKTE
VON BOŠKOVIĆS BEGRÜNDUNG SEINER THEORIE DER
NATURPHILOSOPHIE: METHODOLOGISCHER REALISMUS
(*Theoria philosophiae naturalis, Pars I*)

Einleitung: Periodisierung und Typologie

Wissenschaftshistorisch und wissenschaftstheoretisch gesehen, ist Boškovićs Werk ein heterogenes und in gewissem Sinne inkonsistentes Ganzes. Diese Heterogenität und Inkonsistenz kann durch eine intrinsische Evolution seines naturwissenschaftlichen und naturphilosophischen sowie seines methodologischen und allgemein wissenschaftstheoretischen Denkens erklärt werden. Die Periodisierung seiner naturwissenschaftlichen und naturphilosophischen Karriere ist eine relativ einfache Aufgabe: Es gibt die Periode *vor* und die Periode *nach* der ersten Formulierung seiner Kräftetheorie (1736–1745; 1745–1786). Boškovićs wissenschaftstheoretische Ansichten haben sich parallel zur Entwicklung seiner Kräftetheorie im Verlauf zweier Hauptschaffensperioden geändert, die mit den oben genannten Zeitabschnitten mehr oder weniger übereinstimmen und die man m.E. als *antirealistische* (instrumentalistische bzw. konventionalistische bzw. konstruktivistische) Periode einerseits und *realistische* Periode andererseits bezeichnen könnte.

Diese Perioden selbst dürften jedoch nicht als ausschließlich antirealistisch oder ausschließlich realistisch interpretiert werden, sondern als Perioden, die überwiegend realistisch bzw. antirealistisch waren. Daraus ergab sich nämlich eine dauerhafte Inkonsistenz in der Wissenschaftstheorie von Ruder Bošković: **Gewisse antirealistische Elemente** (etwa die These von der Unterbestimmtheit fundamentaler wissenschaftlicher Hypothesen durch die Beobachtung oder der implizit konstruktive Charakter der Materiepunkte in seinem Modell der Materie) sind auch in seinen späten Arbeiten ersichtlich. Jedenfalls scheint *wissenschaftlicher Realismus* die beste Bezeichnung für mehrere sonst unkorrelierbare wissenschaftstheoretische Aspekte seines Werkes zu sein. Die zweite Interpretationsschwierigkeit geht auf die Tatsache zurück, dass Bošković keine rein wissenschaftstheoretischen oder methodologischen Traktate verfasste: Seine methodologischen und allgemein wissenschaftstheoretischen Ansichten formulierte er in zerstreuten Fragmenten oder, im besten Fall, innerhalb einzelner Abschnitte in seinen naturwissenschaftlichen und naturphilosophischen Texten, oft ad hoc und manchmal als lediglich implizite Folgerungen seiner naturphilosophischen Betrachtungen.

So verstanden, lässt sich sein Antirealismus schon von seiner ersten Veröffentlichung mit dem Titel „De maculis solaribus exercitatio astronomica“ (1736) bis zum ersten Teil seiner Abhandlung *De lumine* (1748) verfolgen. Die zweite, realistische Schaffensphase beginnt im Zeitraum nach der ersten Formulierung seiner Kräftetheorie in der Abhandlung *De viribus vivis* (1745), präziser: im zweiten Teil seiner Abhandlung *De lumine* (1748). In den Abhandlungen *De continuitatis lege* (1754), in seinen *Supplementa* und *Adnotationes* zum Lehrgedicht *Philosophia recentior* von B. Stay, das in zehn Büchern bzw. drei Bänden erschien (1755, 1762, 1766), und besonders in Boškovićs Hauptwerk *Theoria philosophiae naturalis* (1758/1763) (im weiteren Text: *Theoria*) kommt diese „realistische Wende“ zu ihrer vollen Entfaltung. *Theoria* ist der Höhepunkt sowohl der naturphilosophischen Entwicklung Boškovićs einschließlich der vollständigen Formulierung seiner Kräftetheorie als auch seiner wissenschaftstheoretischen Entwicklung in Richtung eines wissenschaftlichen Realismus. Boškovićs Realismus kann als eine komplexe Folge seiner wissenschaftlichen Reifung, des Newton'schen Einflusses und vor allem seiner wissenschaftstheoretischen

Überzeugung, dass die besten Theorien, vor allem seine eigene, die Wahrheit von der realen Welt verkünden, erklärt werden.

Was ich hier als „wissenschaftlichen Realismus“ bezeichne, wird oft in vier Thesen zusammengefasst:¹

- (1) Die theoretischen Termini in den wissenschaftlichen Theorien sind als referentielle Ausdrücke zu betrachten;
- (2) die erfolgreichen wissenschaftlichen Theorien sind als approximativ wahre bestätigbar und durch die normale wissenschaftliche Evidenz schon oft bestätigt;
- (3) die von den Wissenschaften beschriebene Wirklichkeit ist grundsätzlich von unseren Gedanken oder „theoretischen Verpflichtungen“ unabhängig;
- (4) der geschichtliche Fortschritt der reifen Wissenschaft ist kumulativ und besteht aus sukzessiv genauer werdenden Approximationen an die Wahrheit hinsichtlich der beobachtbaren sowie unbeobachtbaren Phänomene.

Die Thesen (1) und (2) können als *semantisch*, die These (3) als *metaphysisch* und These (4) als *entwicklungstheoretisch* bezeichnet werden. Dieses Schema kann man durch zwei zusätzliche realistische Thesen, eine *methodologische* sowie eine *kausal- und erklärungs-theoretische* These, weiter zergliedern:

- (5) Die wissenschaftliche Forschung ist im Grunde ein *Entdeckungsverfahren*;
- (6) die kausalen Relationen sind *real*, und die kausalen Erklärungen sind *wahr*.

Alle diese Thesen wurden in Boškovićs Arbeiten explizit oder implizit ausgedrückt. Hier werde ich mich jedoch auf die These (5) in der Version von Bošković konzentrieren bzw. auf einige *methodologische* Aspekte seines wissenschaftlichen Realismus, die primär im ersten Teil von *Theoria* zum Ausdruck kommen.² Unter dem Ausdruck „methodologisch“ verstehe ich hier zuerst einen Inbegriff der Forschungs-, Bestätigungs- und Rechtfertigungsverfahren, die Bošković verwendete oder als normativ betrachtete.

Grundriss der Theorie: Kräfte, Materiepunkte und Raum als „Bausteine“ der Natur

Theoria ist vielleicht *das naturphilosophische Hauptwerk der Epoche*, wie Ernst Cassirer (1922) hervorhob. Die Bedeutung dieser Schrift wird aber oft damit begründet, dass Bošković darin eine Synthese der Newtonschen und Leibnizschen Naturphilosophie, vor allem der Newtonschen Gravitationstheorie und der Leibnizschen Monadologie vollzogen habe.³ Bošković selbst war für diese Deutung verantwortlich: Im Anhang erklärte er,

¹ Diese Gliederung stammt von R. BOYD, On the Current Status of Scientific Realism. In: R. BOYD, Ph. GASPER, J. D. TROUT (Hrsg.), *The Philosophy of Science* (Cambridge, Mass. – London, MIT, 1991) 196–197.

² Ausführlichere Betrachtungen dieser und anderer Aspekte des wissenschaftlichen Realismus bei Bošković sind zu finden in: Zvonimir ČULJAK, *Hypothesen und Phänomene. Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie Ruder Boškovićs zwischen Realismus und Antirealismus* (Würzburg 1998). Einzelne Analysen zum Thema des Boškovićschen Realismus sind nachzulesen in: Zvonimir ČULJAK, *Bošković's Unobservables* (= *International Studies in the Philosophy of Science*, Vol. 7, No. 3, 1993, 211–223; „Some aspects of explanation in Bošković“, *International Studies in the Philosophy of Science*, Vol. 9, No. 3, 1995, 73–84 und DERS., *Bošković und das Problem der primären und sekundären Qualitäten*. In: J. ZOVKO (Hrsg.), *Kroatische Philosophie im europäischen Kontext*, (St. Augustin 2003) 3–17.

³ Zu den Hauptelementen der Theorie Boškovićs vgl. vor allem Lancelot Law WHYTE, R. J. Boscovich, S.J., F.R.S. (1711–1787), and the Mathematics of Atomism (= *Notes and Records of the Royal Society* 13, 1958) 34–48; Željko MARKOVIĆ, *Boscovich's 'Theoria'*. In: Lancelot Law WHYTE (Hrsg.), *Roger*

dass seine Theorie *ein System zwischen dem Leibnizschen und dem Newtonschen (systema medium inter Leibnitianum et Newtonianum)* darstelle. Vom Letzteren übernehme er die Theorie von abstandsabhängigen anziehenden und abstoßenden Kräften, vom Ersteren die Annahme der Existenz völlig einfacher und unausgedehnter Elemente (*Theoria*, n. 1–2).⁴ Vom Letzteren unterscheide sich sein System in der Annahme eines einzigen Erklärungsprinzips, nämlich seines eigenen Kräftegesetzes, das er an die Stelle der drei Newton'schen Prinzipien – Gravitation, Kohäsion und Fermentation – setze, sowie in der Ablehnung der instantanen Geschwindigkeitsänderung; vom Ersteren wiederum unterscheide es sich in der Annahme der Homogenität der elementaren Punkte, aus deren Anordnungen und Kombinationen *alle Massenunterschiede (omnis massarum discrimen)* entstünden, sowie in der Ablehnung der kontinuierlich ausgedehnten Materie. Streng genommen, konnte Bošković die Idee der Materiepunkte und ihrer räumlichen Kombinationen als des letzten Prinzips der Materiestruktur auch von einigen anderen Autoren, u.a. von Newton selbst, übernehmen,⁵ sodass Leibniz hier, abgesehen von einigen anderen naturphilosophischen Elementen, nur als rhetorisches Exempel dient.

Boškovićs *Kräfte*theorie führt alle Naturwissenschaften, vor allem Physik, Astronomie und die damals entstehende Chemie, zwar nur programmatisch, auf *ein einziges Kräftegesetz* zurück. Der volle Titel seines Hauptwerkes – *Theoria philosophiae naturalis redacta ad unicam legem virium in natura existentium* [Eine Theorie der Naturphilosophie, die auf ein einziges Gesetz der in der Natur bestehenden Kräfte zurückgeführt wird]⁶ – verweist auf seine *reduktionistische* wie auch *realistische* Methodologie und Erklärungsstrategie. Sein Kräftegesetz postuliert abstandsabhängige Wechselwirkungen zwischen den Materiepunkten (*puncta materiae*), sodass die Kraft bei kleinsten Abständen abstoßend ist. Wenn die Abstände gegen Null streben, wird die Kraft unendlich groß, sodass sie jeden Kontakt zwischen den Teilchen und dadurch die instantane Änderung der Geschwindigkeit verhindert. Bei Abstandsvergrößerungen wechselt die Kraft mehrmals zwischen anziehenden und abstoßenden Werten, und bei sehr großen Abständen wird sie schließlich gemäß dem Gravitationsgesetz anziehend. Die Punkte des Gleichgewichts bzw. die Nullpunkte auf der

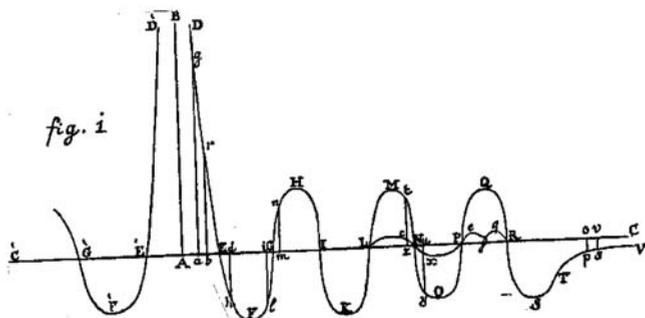
Joseph Boscovich. *Studies of His Life and Work on the 250th Anniversary of his Birth* (London 1961) 127–152; Lancelot Law Whyte, *Boscovich's Atomism*. In: Whyte, Roger Joseph Boscovich (Anm. 3) 102–126; Željko Marković, *Rude Bošković, 1. Teil, (Zagreb 1968) 410–455; Melchior Oster, Roger Joseph Boscovich als Naturphilosoph (Dissertation), Druck von Heinrich Theissing, (Köln 1909) 7–44. Eine kritische Darstellung von Boškovićs Theorie, vornehmlich hinsichtlich ihrer Relation zur Naturphilosophie in Großbritannien im 18. Jh., findet sich in der klassischen historischen Arbeit R. E. Schofield's, Mechanism and Materialism. British Natural Philosophy in the Age of Reason, (Princeton, N. J., 1970) besonders 236–241, und passim.*

⁴ Wo in den Werken Boškovićs eine Numerierung der Paragraphen durchgeführt wurde, ist es üblich, sie nach der Nummer des Paragraphen zu zitieren, sonst auf die gewöhnliche Weise nach der Seitennummer.

⁵ Vgl. dazu J. E. McGuire, *Atoms and the 'Analogy of Nature'. Newton's Third Rule of Philosophizing* (=Studies in History and Philosophy of Science 1, 1970) 3–58, sowie Čuljak, *Hypothesen und Phänomene, (Anm.2) Einleitung.*

⁶ „*Theoria philosophiae naturalis redacta ad unicam legem virium in natura existentium*“. Typographia Remondiniana (Venedig 1763), 1. Auflage Wien 1758. Die englische Übersetzung von „*Theoria*“ erschien 1922. Vgl. „*A Theory of Natural Philosophy*“, 1966, übers. von J. M. Child, (Cambridge – London 1966). In der französischen Übersetzung seines Werks „*De solis ac Lunae defectibus*“ unter dem Titel *Les Eclipses*, S. 534, spricht Bošković auch über eine französische Übersetzung von „*Theoria*“, die 1779 unter seiner Leitung fertiggestellt, aber nicht gedruckt wurde. Vgl. dazu Carlos Sommervogel, „*Bibliothèque de la Compagnie de Jésus*“ (Louvain 1960) col. 1841; Marković, *Rude Bošković (Anm. 3) 1. Teil, 456–457. Die kroatische Übersetzung „Teorija prirodne filozofije“ (übers. von J. Stipišić, Zagreb, SNL/Institut za filozofiju) erschien erst 1974 und leider nicht ohne beträchtliche Fehler.*

Kraftkurve, die sich an den Grenzen zwischen den Anziehungs- und Abstoßungsbereichen befinden, bezeichnet Bošković entweder als Grenzen der Kohäsion (d.h. Lagen der relativen Stabilität) oder als Grenzen der Inkohäsion (d.h. Lagen der Instabilität). Diese Unterscheidung sollte alle makroskopischen Eigenschaften der Körper, vor allem den Unterschied zwischen den starren oder elastischen Körpern, erklären.



Die allgemeine Form der Kraftkurve, Bošković, *Theoria*, Fig. 1

Die Materie ist für Bošković offensichtlich kein in einem leeren Raum kontinuierlich ausgedehnter Stoff: Ihre Existenz und Struktur geht eher auf die *diskreten* Strukturen der Materiepunkte und ihre kontinuierlichen Wechselwirkungen zurück. Es gebe keine harten korpuskularen Atome, sondern letztendlich nur die *räumlichen Anordnungen der Kraftpunkte*, die die echten „Bausteine“ der Natur sind.

„Kontext der Entdeckung“ und „Kontext der Rechtfertigung“

Methodologisch ist Boškovićs **durch die Forderung des Autors nach der Erforschung und Beschreibung** „*Theoria*“ der fundamentalen physikalischen (unbeobachtbaren) Struktur der Welt geprägt. Diese Einstellung steht in einem scharfen Kontrast zu seinen früheren Bemühungen um die Konstruktion einer empirisch adäquaten und technisch bequemen Hypothese ohne Wahrheitsanspruch, wie aus den Abhandlungen „*De viribus vivis*“ (1745) (n. 61 und *passim*) und „*De materiae divisibilitate et principii corporum*“ (1748) (n. 90)⁷ hervorgeht. In diesen früheren Abhandlungen interpretierte Bošković den wissenschaftlichen Beitrag seiner erstmals formulierten Kräftetheorie und seines Modells der physikalischen Punkte als einen wunderbaren empirischen und explanatorischen Erfolg.⁸

Obwohl Bošković damals seine Theorie als universelles Erklärungsschema konzipierte, ging er davon aus, dass sie eine empirisch adäquate Konstruktion sei, die man nicht als buchstäblich wahr oder als falsch interpretieren sollte, sondern als ein Instrument zur „Retung der Phänomene“. Sie sei durch die empirische Evidenz unterbestimmt und mit der Hypothese der kontinuierlichen Materie sowie mit der atomistischen Hypothese empirisch äquivalent. Ihre zentralen theoretischen Termini seien nicht referentiell, da die darin postulierten theoretischen Entitäten, *puncta physica* bzw. *puncta materiae*, und ihre räumliche

⁷ Für eine ausführliche Analyse zu diesem Punkt vgl. ČULJAK, Hypothesen und Phänomene (Anm. 2)

⁸ „Mirum autem quam ea particularum idea explicandis plurimis corporum phaenomenis perquam idonea sit“, „*De viribus vivis*“ (Rom 1745), n. 49; „mirum autem quam facile ex hac ipsa particularum constitutione deriventur plurimae diversorum corporum proprietates et discrimina“, „*De materiae divisibilitate et principii corporum*“. In: *Memorie sopra la Fisica e Istoria Naturale di diversi Valentuomini*, [Text der Abhandlung aus 1748 mit den „*Adnotationes*“ Boškovićs aus dem Jahr 1757], Tomo quarto (Lucca 1757) 131–258. n. 39.

Anordnung keiner realen, außertheoretischen Struktur unbedingt entsprechen sollten. Deshalb bezeichnete Bošković seine Kräftetheorie am Anfang der Abhandlung „De materiae divisibilitate et principiis corporum“ als „reine“ und „willkürliche Hypothese“ (*hypotesis pura* und *arbitraria*). Der *konstruktive* Charakter seines Modells der Materiepunkte und der *instrumentelle* Charakter seiner Kräftehypothese waren im Einklang mit der allgemeinen Überzeugung Boškovićs vom *konventionellen* Charakter der theoretischen Termini und Sätze überhaupt. In demselben Jahr, in dem diese Abhandlung vermutlich verfasst wurde, bezeichnete Bošković seine Kräftehypothese konsequent als *Theorie* und qualifizierte sie eindeutig als eine wahre Darstellung der realen Welt. Im zweiten Teil der Abhandlung *De lumine* (1748) beschrieb er sie als „eine Theorie der Kräfte, die in der Natur bestehen (*in natura existentium*) und aus denen wir die gesamte Mechanik ableiten“.⁹ Die Gesetze, nach denen diese Kräfte wirken, „beobachten wir in der Natur“ (*in natura observamus*), was diese Theorie „auf wunderbare Weise bestätigt“ (*mirum in modum confirmat*).¹⁰ In der Abhandlung *De continuitatis lege* (1754) wurde diese Bewunderung jedoch durch eine realistische Erklärung ihres empirischen Erfolgs rationalisiert. Denn ihr Erfolg beruhe darauf, dass sie aus den beobachtbaren Regularitäten in der Natur durch eine systematische *Analyse* abgeleitet worden sei und sie für diese Regularitäten als die beste Erklärung diene.¹¹

In *Theoria* legt Bošković **seine Kräftetheorie systematisch dar und bestimmt zugleich** ihren methodologischen Status. Aus dem Inhaltsverzeichnis des Buches und aus einigen Aussagen in den einführenden Passagen ist ersichtlich, dass Bošković, in zeitgenössischen Termini ausgedrückt, eine rudimentäre Analyse „im Kontext der Entdeckung“ auch als eine Art „rationaler Rekonstruktion“ seiner Theorie bzw. eine Analyse „im Kontext der Rechtfertigung“ durchführte. Gemäß Boškovićs eigenen Worten im Inhaltsverzeichnis, die sich auf die Passagen nn. 16–32 beziehen, handelte es sich dort einerseits um eine Darstellung des „Anlasses der Entdeckung der Theorie“ (*occasio invendae theoriae*) und andererseits um „eine analytische Ableitung der entdeckten Theorie“ (*analytica deductio inventae theoriae*) (*Theoria*, xxxviii). Dass Bošković aber an dieser Unterscheidung nicht konsequent festgehalten hat, zeigt sich im Titel des ersten Teils, der sich auf die Erörterung zum Thema der Rechtfertigung bezieht: „Darstellung, analytische Ableitung und Verteidigung der Theorie“ (*expositio, analytica deductio und vindicatio theoriae*).

Jedenfalls ist Boškovićs Beschreibung der Theorie (Analyse „im Kontext der Entdeckung“) nachhaltig durch seinen Realismus geprägt. Er beschreibt das Verfahren, das ihn zur Kräftetheorie führte, nicht als kontrolliertes Konstruktionsverfahren innerhalb eines Gedankenexperiments, das etwa für seine Abhandlungen „De viribus vivis“ (1745) und „De materiae divisibilitate et principiis corporum“ (1748) charakteristisch ist, sondern als eine echte *Entdeckung*, die anfangs ein völlig *kontingentes* Ergebnis war. Im ersten Fall war seine Theorie ein Konstrukt, das mit der unzugänglichen und unerforschlichen Natur nicht unbedingt korrespondieren sollte. Im zweiten Fall soll eine *grundlegende und vorher verborgene Regularität* in der Natur – die Kontinuität der Bewegung beim Zusammenstoß von Körpern – durch einen *Zufall* enthüllt worden sein. Nach seinem Bericht in „*Theoria*“ soll er im Jahre 1745 unerwartet auf die Kräftetheorie gekommen sein (*incidi*),¹² und zwar gerade während der Niederschrift der Abhandlung von den lebendigen Kräften, als er versuchte, das Problem der Entstehung der Geschwindigkeit (*productio velocitatis*) beim Zusammenstoß von Körpern zu lösen. Die Ergebnisse der kontingenten Entdeckung würden, so Bošković, **durch ein richtiges Schlussfolgern** (*recta ratiocinatio*) gefestigt:

⁹ „De lumine, pars secunda“ (Rom 1748) n. 2.

¹⁰ Ebd. n. 18.

¹¹ „De continuitatis lege et eius consecrariis pertinentibus ad prima materiae elementa eorumque vires“ (Rom 1754) n. 2.

¹² „*Theoria*“ (Anm. 6) n. 1.

*Sogleich zeigte sich mir, dass es für Schläge dieser Art, die freilich eine endliche Geschwindigkeit zu einem Zeitpunkt einführen sollten, einige andere Gesetze der Wirkung geben muss. Nachdem ich dies jedoch tiefer betrachtete, bin ich darauf gekommen, dass diese Wirkungsweise, wenn wir **die richtige Methode** des Schlussfolgerns verwenden, aus der Natur entfernt werden muss, die überall dasselbe Kräftegesetz und denselben Grundsatz der Wirkung anwendet; dass nämlich der unmittelbare Impuls eines Körpers auf einen anderen und der unmittelbare Schlag ohne jenes Herstellen der endlichen Geschwindigkeit zu einem unteilbaren Zeitpunkt und folglich ohne einen gewissen Sprung und die Verletzung des Gesetzes, das man 'Kontinuitätsgesetz' nennt, nicht stattfinden kann. Ich war der Ansicht, dass durch ein freilich ausreichend gültiges Verfahren bewiesen werden kann, dass **dieses Gesetz sicherlich in der Natur vorhanden ist.**¹³ (Hervorhebung von Z. Č.)*

Auf der Grundlage der so entstandenen Theorie wurde danach die gesamte Theorie der Naturphilosophie Boškovičs aufgebaut. Der Anlass dafür wäre wieder ein kontingentes Ereignis, das stattfand, als Boškovič sich mit dem Problem der Oszillation dreier Körper beschäftigte. „Ich kam zufällig“ (*casu incidi*), äußerte sich Boškovič, „auf einen äußerst einfachen und eleganten Lehrsatz zum Vergleichen der Kräfte dreier aufeinander wirkender Massen, der [...] den Augen der Mechaniker bisher entging (*effugit hucusque mechanicorum oculos*)“.¹⁴ Durch die Metapher „Augen der Mechaniker“ machte Boškovič darauf aufmerksam, dass dieser Lehrsatz eine zu *entdeckende*, nicht aber eine zu *konstruierende* Sache war. Schließlich stellte er fest, dass die Form der „Kraftkurve“ (*curva virium*) „durch richtiges Schlussfolgern aus den Naturphänomenen und aus den wahren Grundsätzen abgeleitet“ würde (*directa ratiocinatione a naturae phaenomenis et genuinis principiis deducta*).¹⁵ Dadurch wurde seiner Kräftetheorie definitiv die Rolle einer fundamentalen wissenschaftlichen Theorie zugewiesen. Dabei erscheint Boškovič nicht nur als wissenschaftlicher, sondern auch als „dogmatischer“ Realist, der von der Wahrheit seiner Theorie restlos überzeugt ist.

Die oben angegebenen Ausdrücke indizieren zugleich, wie Boškovič seine Analyse im „Kontext der Rechtfertigung“ durchführte. Er trat für eine Art *Fundationalismus* ein, eine epistemologische Theorie, nach der die Rechtfertigung wissenschaftlicher Hypothesen als ihre *Fundierung*, d.h. als ihre Ableitung aus den fundamentalen Gesetzen zu erklären ist. Boškovičs Rekonstruktion des logischen Gerüsts der Theorie wurde als (i) Deduktion des Kräftegesetzes aus dem Kontinuitätsgesetz (das sich auf Natur- und Konstruktionsprozesse bezieht, nicht aber auf die Materie), (ii) als geometrische Rekonstruktion durch die Kraftkurve (*curva virium*) und (iii) als Verteidigung durch die induktiven und metaphysischen Beweise (*probatio ab inductione, probatio metaphysica*) vollzogen.¹⁶ Das dritte Element inkorporiert sowohl die Verifizierungs- bzw. Bestätigungsverfahren als auch die Deduktion aus bestimmten metaphysischen Annahmen.

Mit dem Ausdruck *probatio metaphysica* meinte Boškovič einerseits die metaphysische Begründung des Kontinuitätsgesetzes und folglich seines eigenen Kräftegesetzes, für das die Annahme der unendlich und kontinuierlich wachsenden repulsiven Kraft bis zu den infinitesimalen Abständen zwischen den Materiepunkten von zentraler Bedeutung war. Diese metaphysischen Argumente berufen sich zuerst auf die aristotelische Konzeption der Kontinuität, die auf der Idee der *gemeinsamen Grenze* zweier Raum- oder Zeitintervalle gründet (*Theoria*, nn. 48ff, *De lege continuitatis*, passim). Andererseits lässt sich diese *probatio* als die Ableitung aus der Annahme der „Analogie und Einfachheit der Natur“

¹³ Ebd. nn. 16–17.

¹⁴ „Theoria“, 1763, (Anm. 6) n. 6.

¹⁵ Ebd. n. 80.

¹⁶ Diese Bezeichnungen erscheinen nur im Inhaltsverzeichnis des Werkes. Vgl. „Theoria“, XXXVIII.

(*analogia et simplicitas naturae*) verstehen. Diese Phrase erscheint an zahlreichen Stellen in den Werken Boškovićs, sporadisch auch als Formel „Analogie und Gleichförmigkeit der Natur“ (*analogia et uniformitas naturae*). Die Voraussetzung der Analogie und Einfachheit/Gleichförmigkeit der Natur war für Bošković, **obwohl er sie nicht erklärte, induktiv** und a priori legitimiert, sodass sie als zusätzliche Komponente in der Verteidigung der Theorie diene. Implizit sei die Analogie und Einfachheit der Natur eine Eigenschaft der realen Welt, der beobachtbaren sowie der unbeobachtbaren, die darauf gründete, dass alle Phänomene durch *dieselben Kausalgesetze*, immerhin jedoch sehr *wenige* Gesetze dieser Art, entstünden und folglich erklärt werden könnten.¹⁷ Diese Annahme hatte auch eine epistemologische Konsequenz: Die Gleichförmigkeit der Natur, so Bošković, sei zugleich eine notwendige Bedingung der Möglichkeit naturwissenschaftlichen Wissens, im Sinne wahrer oder wahrheitsähnlicher und gerechtfertigter naturwissenschaftlicher Hypothesen. Wäre die Natur nicht gleichförmig, wären alle unsere Forschungsmethoden, die uns zu gesetznähnlichen Generalisierungen führen, unzuverlässig, und folglich alle unsere wissenschaftlichen Meinungen falsch und unberechtigt.

„Die wahre Methode“ (I): Analyse und Synthese

Bošković war der Meinung, die „wahre Methode der naturwissenschaftlichen Forschung“ (*vera philosophandi methodus*) oder einfach die Forschungsmethode (*methodus investigationis*) sei die sukzessive Anwendung von *Analyse und Synthese* bzw. eine Art Induktion und Deduktion, deren Gültigkeit und Zuverlässigkeit auf den Beobachtungen und keineswegs auf der außerwissenschaftlichen Autorität beruht.¹⁸ Am Beispiel seiner Interpretation der Newton'schen Gravitationstheorie ist ersichtlich, dass die Analyse für Bošković ein *heuristisches* Verfahren ist, das von den Phänomenen, d.h. den kinematischen Wirkungen der unbeobachtbaren Ursachen, zu den Ursachen bzw. zu den Hypothesen von diesen Ursachen führt. Die Synthese hingegen geht von den Ursachen zu ihren beobachtbaren Folgen und wird zugleich als eine *Bestätigung* der Theorie und der durch die Analyse entdeckten Naturgesetze ausgeführt:

... wir schreiten von der **Analyse**, durch die man zu ihr [zur Gravitation] kam, zur **Synthese** fort, durch die wir ihre Folgen [der Gravitation] einsehen, und zwar so, dass aus ihr einerseits durch eine gewisse Regression das abgeleitet wird, wovon wir ausgegangen sind, andererseits das, nach dessen Gesetzen wir nur durch Beobachtungen vergeblich suchen würden, obwohl wir die meisten [Gesetze], sobald wir sie durch die Theorie erfunden haben, mit den Beobachtungen vergleichen und die Theorie selbst aufgrund der immer größeren Übereinstimmung [mit den Beobachtungen] bestätigen können.¹⁹ (Hervorhebung von Z. Č.)

¹⁷ In dieser Bedeutung erscheint der Ausdruck *analogia et simplicitas naturae* an vielen Stellen in mehreren späteren Werken Boškovićs. Hier kann nur auf einige dieser Stellen aufmerksam gemacht werden. Vgl. dazu vor allem „De lumine, pars secunda“ nn. 50, 52, 53; „Adnotationes“, in: Benedikt STAY, „Philosophia recentior“ Band II, (Rom 1760) 63, 241; „Supplementa“. In: Ebd. n. 374. In den „Adnotationes“ in STAYS „Philosophia recentior“, Band III, (Rom 1766), 102, taucht die Formel *analogia simplex* auf, in ders. Schrift auf S. 397 auch *simplicitas et uniformitas naturae*. In derselben Bedeutung erscheint die Formel *analogia naturae* auch in der Gemeinschaftsarbeit Christopher MAIRE, BOŠKOVIĆ, „De litteraria expeditione per pontificiam ditionem ad dimetiendos duos meridiani gradus et corrigendam mappam geographicam“ (Rom 1755) n. 52.

¹⁸ „Supplementa“ und „Adnotationes“. In: STAY, „Philosophia recentior“ (Anm. 17) Band II, n. 58, 57–58, und in „Adnotationes“. In: STAY, „Philosophia recentior“, Band III, 397.

¹⁹ ... *ut ab analysi qua ad eam devenitum est pergamus ad synthesim qua eius consecutaria videamus, ut ex ipsa deduci possint tum per certum regressum ea, ex quibus ad ipsam devenimus, tum*

Durch die Methode der Analyse und Synthese können die Existenz und die Eigenschaften der bisher *unbekannten* Elemente der Realität abgeleitet werden. Dies würde im deduktiven Schritt (Synthese) dieses Verfahrens vollzogen (**Bošković bezeichnete diesen Schritt untypischerweise als *regressio*, obwohl es sich hier nach der traditionellen Terminologie um einen Teil der Synthese, also *compositio* handelt.**)²⁰ Dieser Schritt enthält eigentlich zwei getrennte Ableitungen. Die eine ist die Deduktion der bekannten Phänomene („von denen wir ausgegangen sind“) aus der durch die Analyse gefundenen fundamentalen Gesetzmäßigkeit (z.B. Gravitation), also eine Art der Prüfung der gesamten Analyse. Die andere ist die Ableitung gewisser noch unbekannter Elemente aus dieser Gesetzmäßigkeit, d.h. eine *Vermutung* darüber, was ebenso unbeobachtbar ist („nach dessen Gesetzen wir nur durch die Beobachtungen vergeblich suchen“). Dieser Teil der Synthese ist *progressiv* oder *ampliativ*. Die Unbeobachtbarkeit der bisher unbekannt Elemente ist deshalb nur relativ in Bezug auf unser Wissen: Nachdem **Bošković die Theorie aufgestellt hat, stellt er bezüglich der meisten solcher damals unbekannter Regelmäßigkeiten fest, dass sie mit den beobachtbaren Phänomenen übereinstimmen.** Die Theorie selbst wird auf diese Weise durch die Beobachtungen *bestätigt* (*comprobatur*).

Boškovićs Anmerkung, dass die durch die Analyse entdeckten Naturgesetze vergeblich „nur durch Beobachtungen“ (*per solas observationes*) gesucht wurden, ist hier bemerkenswert: Sie impliziert, dass die Analyse (in Kombination mit der Synthese) keine übliche induktive oder *bottom-up*-Prozedur ist, sondern dass sie von Anfang an gewisse theoretische Elemente einschließt und als ein deduktives oder *top-down*-Verfahren angewandt wird. Eine zusätzliche Qualität dieser Methode besteht darin, dass diese Gesetze sich auf den Bereich der *unbeobachtbaren* Entitäten und Prozesse beziehen, sodass sie als eine systematische Anwendung des Schlussfolgerns auf das Unbeobachtbare betrachtet werden könnte.

Dass die Analyse in Kombination mit der Synthese ein heuristisches Instrument zur Entdeckung der grundlegenden unbeobachtbaren Struktur der Realität, der Materiepunkte und ihrer Eigenschaften ist, zeigte Bošković in seinen Werken an mehreren Stellen. Etwa in *Theoria* stellte er fest, man entdecke durch die Analyse (die Bošković hier zugleich als *chemische* Analyse versteht), dass die Elemente der Materie *einfach* und *gleichartig* seien:

*Es ist zu bemerken, [...] dass die Natur selbst und die Reihe der Analyse selbst uns zur Einfachheit und Gleichartigkeit der Elemente führt, da man, je mehr die Analyse fortschreitet, zu desto kleineren und untereinander weniger verschiedenen Elementen kommt, wie es bei den chemischen Auflösungen feststeht.*²¹

Die Ergebnisse dieser Analyse werden durch den Grundsatz der *Analogie der Natur* gerechtfertigt:

*Die aus der Betrachtung der Natur selbst abgeleitete Analogie führt uns nicht zur Verschiedenartigkeit, sondern zur Gleichartigkeit der Elemente.*²²

alia quorum leges frustra per solas observationes quaereremus, licet plerasque ubi per theoriam invenerimus possimus cum observationibus conferre et ex consensu semper magis theoriam ipsam confirmare, „Supplementa“. In: STAY, „Philosophia recentior“ (Anm. 17) Band II, n. 170.

²⁰ Ebenso schreibt er in seinem Brief an Conti vom 26. Februar 1762 von einem *regresso sintetico*. Vgl. „Lettere a Giovan Stefano Conti“. Hrsg. von Gino ARRIGHI, (Florenz 1980) 79.

²¹ *Monuendum, [...] ipsam naturam et ipsum analyseos ordinem nos ducere ad simplicitatem et homogeneitatem elementorum, cum nimirum quo analysis promovetur magis eo ad pauciora et inter se minus discrepantia principia deveniatur, uti patet in resolutionibus chemicis.* „Theoria“ (Anm. 6) n. 98.

²² *Analogia ex ipsa naturae consideratione derivata non ad difformitatem, sed ad conformitatem elementorum nos ducit.* Ebd. n. 99.

Die Feststellung der Eigenschaften der Materiepunkte wird durch die *Synthese* (Deduktion aus dem Kräftegesetz) abgeschlossen:

*Aus einem positiven Beweisgrund, der aus dem positiv bewiesenen Kräftegesetz ausersehen ist, wurde die Einfachheit und Unausgedehntheit der ersten Elemente der Materie deduziert und durch so viele andere Indizien unterstützt beziehungsweise durch die aus ihnen abgeleiteten Vorteile bestätigt.*²³

Es gebe positive Gründe (*argumenta positiva*) für die Existenz nicht nur der unbeobachtbaren Materiepunkte, sondern auch der physikalischen Wechselwirkungen zwischen ihnen, sagt Bošković. **Sie seien weder Fernwirkungen** (*actiones in distans*) noch verborgene Qualitäten (*qualitates occultae*), sondern Bestimmungen (*determinationes*) zur Bewegung. Anders als in der Abhandlung *De viribus vivis* ist nun die Existenz der Kräfte eine positive Tatsache. Denn es gibt *ebenso positive Beweisgründe, die die Existenz dieser Bestimmung beweisen*,²⁴ sodass *dies alles zeigt, dass das Gesetz solcher Kräfte nicht verborgen, sondern offensichtlich ist*.²⁵

Wenn auch unsere Wahrnehmungsfähigkeiten unveränderlich beschränkt seien, gebe es in uns andere kognitive Fähigkeiten, etwa Reflexionsfähigkeit und Einbildungskraft, die uns eine Einsicht in die Natur des *Unwahrnehmbaren* ermöglichen, räumt Bošković ein.²⁶ Die Reflexion ist für ihn ein kognitiver Prozess, durch den die Hypothesen aus den beobachtbaren Phänomenen mittels der Analyse ermittelt und festgestellt sowie mittels der *Synthese*, die uns von den unbeobachtbaren Ursachen zu den beobachtbaren Phänomenen führt, bestätigt und gerechtfertigt werden. Die Reflexion ist folglich ein Ersatz für den Mangel an direkter Wahrnehmbarkeit bzw. Beobachtbarkeit mikrophysikalischer Objekte, jedoch zugleich auch eine Erweiterung unseres Erkenntnisvermögens auf den Bereich des Unbeobachtbaren. Unter den wahrnehmbaren bzw. beobachtbaren Phänomenen gebe es, so Bošković, für unsere Reflexionsfähigkeit sowie Einbildungskraft genug Indizien, aufgrund derer wir auf die Existenz und auf die Eigenschaften der Materiepunkte schließen könnten.

Die Reflexion verteidige zugleich die Zuverlässigkeit der analytisch-synthetischen Ableitungen gegen einige Vorurteile des „gesunden Verstandes“. Denn mit ihrer Hilfe seien die Materiepunkte, die prinzipiell unbeobachtbaren Entitäten, doch zugänglich:

*Deshalb ist diese Schwierigkeit, die diejenigen haben, welche bekennen, dass sie die einfachen, unteilbaren und unausgedehnten Materiepunkte, die ohne jede Gestalt sind, sich nicht vorstellen können, ein Vorurteil. Denn sie konnten Beispiele solcher Punkte nicht durch die Sinne haben und ihre Ideen durch die Sinne erwerben. Sie müssen sie sich aber durch die Reflexion bilden, wenn irgendein Grund darauf hinwiese, dass sie in der Natur existieren.*²⁷

²³ *Positivo argumento, a lege virium positive demonstrata desumpto, simplicitas et inextensio primorum materiae elementorum deducatur et tam multis aliis vel indiis fulciatur vel emolumentis inde derivatis confirmetur.* „Theoria“ (Anm. 6) n. 91.

²⁴ *Argumenta iidem positiva quae ipsius eiusmodi determinationis existentiam probant.* Ebd. n. 101.

²⁵ *Haec omnia non occultam, sed patentem reddunt eiusmodi virium legem.* Ebd.

²⁶ Vgl. dazu „De continuitatis lege“ nn. 11, 20; „Supplementa“. In: STAY, „Philosophia recentior“ (Anm. 17) Band I, n. 95.

²⁷ *Quare praeiudicium est quoddam ea difficultas quam habent qui puncta materiae simplicia, indivisibilia, inextensa, carentia omni figura se non posse concipere profitentur. Eiusmodi punctorum exempla per sensus habere non potuerunt, nec eorum ideas per sensus haurire. Reflexione sibi eas comparare debent si ratio quaeipiam ea in natura existere indicaret.* „Supplementa“. In: STAY, „Philosophia recentior“ (Anm. 17) Band I, n. 95.

Die Reflexion könne uns von diesen Vorurteilen befreien und zur richtigen Erkenntnis von der Natur des Unbeobachtbaren führen (dass nämlich die scheinbar kontinuierliche Materie aus den diskret gelagerten, unteilbaren und unausgedehnten Materiepunkten besteht):

*Vieles davon erscheint denjenigen als äußerst unklar, die in den Ursprung ihrer Ideen nicht tiefer eingedrungen sind und die nicht über eine hinlängliche Fähigkeit verfügen, aus den Ideen, die sie durch die Sinne erwarben, andere Ideen durch die Reflexion zu bilden, die mit dem **gesunden Verstand**²⁸ und mit dem **Wesen der Dinge** mehr in Übereinstimmung wären. Nicht nur unteilbare und unausgedehnte, sondern auch unendlich viele teilbare Größen entgehen unseren Sinnen, die uns völlig im Stich lassen, wenn man zu gewissen Grenzen der verkleinerten Größen kommt. [...] **Man soll der Wahrnehmung die Reflexion zugesellen.** Wenn man berücksichtigt, dass irgendeine endliche Ausgedehntheit ihr Ende haben muss und dass es bei dem, was die Teile haben sollte, kein Ende [in der Zahl] seiner Teile gibt, dann wird es sofort klar werden, dass es fürwahr ein Ende gibt und dass dies die Teile und die Ausgedehntheit nicht hat, und **dass das Unausgedehnte von dem Unausgedehnten nicht berührt werden kann, weil sie sich zugleich vereinigen würden.**²⁹ (Hervorhebung von Z. Č.)*

In der Abhandlung „De viribus vivis“ (1745) wurde die Ableitung der physikalischen Punkte aus dem Kontinuitätsgesetz und aus der Idee von der abstoßenden Kraft nur als eine Derivation innerhalb eines zweckmäßigen konzeptuellen Schemas vollzogen. In den *Supplementa* sowie in *Theoria* dagegen entsprächen die durch die Reflexion gebildeten Ideen „dem gesunden Verstand und dem Wesen der Dinge“ (*rectae rationi et rerum naturae*). Da die theoretischen Entitäten (Materiepunkte) dadurch als reale Entitäten festgesetzt wurden, müssen die theoretischen Termini als referentielle Ausdrücke und die Theorie, die sie postuliert, als wahr(heitsähnlich) betrachtet werden.

Dies alles weist darauf hin, dass es bei der Anwendung der Analyse und Synthese eigentlich um eine Art *hypothetische Induktion* oder *Abduktion* handelt, die für die realistische Argumentationsstrategie von Naturwissenschaftlern wie etwa J. Kepler und I. Newton oder Wissenschaftstheoretikern wie Ch. S. Pierce bis zu ihren heutigen Nachfolgern so charakteristisch ist.³⁰

²⁸ Es ist nicht klar, was Bošković hier mit „recta ratio“ eigentlich meinte. Vielleicht stammt die Wendung aus den üblichen Cicero-Paraphrasen des Ausdrucks *orthos logos*, übernommen aus der *Nicomachischen Ethik* von Aristoteles, was hier und an anderen vergleichbaren Stellen in Boškovićs Werken als „richtige Vernunft“, „Besonnenheit“ oder, vielleicht besser, als „gesunder [menschlicher] Verstand“ übersetzt werden sollte.

²⁹ *Multa autem horum obscurissima videntur iis qui in suarum idearum originem altius non penetrarunt, nec ab iis quas per sensus hauserunt satis norunt alias per reflexionem efformare rectae rationi et rerum naturae magis conformes. Non indivisibilia tantummodo et inextensa, verum etiam divisibiles magnitudines numero infinitae nostros sensus effugiunt qui, ubi ad quosdam imminutae magnitudinis limites devenit, nos omnino destituunt. Hinc a prima infantia, tam per visum quam per tactum, divisibilium extensarum quantitatum perceptiones hausimus innumerabiles, quibus ita paulatim assuevimus ut quotiescunque puncti cuiuspiam ideam excitare volumus in nostris mentibus, globuli cuiusdam extensi in longum, latum et profundum excitemus ideam, quem globulum alteri globulo adiungimus et longissimum etiam ipsorum ordinem globulorum consideramus. [...] Accedat sensuum perceptioni reflexio. Consideretur illud finitam extensionem quamcumque debere habere suum finem, nec id quod partes habeat posse interioribus sui partibus finem esse et patebit illico finem revera haberi ac partibus et extensione carere, nec posse inextensum ab inextenso contingi, quia simul coeant.* „De continuitatis lege“ n. 11.

³⁰ Allgemeine Betrachtungen zum Thema der Abduktion/hypothetischen Induktion in historischer Perspektive und in Verbindung mit Bošković sind nachzulesen in: ČULJAK, *Hypothesen und Phänomene* (Anm. 2). Zur maßgeblichen Unterscheidung zwischen der enumerativen und hypothetischen Induktion vgl. etwa Harmans klassische Arbeiten: G. H. HARMAN, *Inference to the Best Explanation*. In: *The Philosophical Review* 74, 1965, 88–95; DERS., „Induction“. In: M. SWAIN (Hrsg.), *Induction*,

„Die wahre Methode (II): hypothetische Induktion

Boškovićs Konzeption der Induktion wurde hauptsächlich in der Abhandlung *De continuitatis lege* (1754),³¹ danach kurz in den *Adnotationes* und im Artikel „De principio inductionis“ in seinen *Supplementa* zum ersten Band des Stay'schen Gedichtes „Philosophia recentior“³² (1755) formuliert. Boškovićs Induktionskonzeption aus der Abhandlung „De continuitatis lege“ (nn. 134–135) wurde wörtlich in *Theoria* übertragen (n. 40). Einige Elemente dieser Konzeption können auch anhand der Stellen, an denen Bošković die Methode der Analyse und Synthese betrachtete, eruiert werden. Denn die Analyse ist für Bošković insofern mit der Induktion gleichbedeutend, als die induktive Methode den Zugang zur grundlegenden Struktur der Naturphänomene ermöglicht.

Boškovićs explizite Unterscheidung zwischen der „vollständigen“ (*perfecta*) und „unvollständigen“ (*imperfecta*) Induktion kommt sehr nah an die heutige Unterscheidung zwischen der *enumerativen* und der *hypothetischen* Induktion bzw. Abduktion als der Methode des Schlussfolgerns auf das Unbeobachtete sowie Unbeobachtbare heran. Interessanterweise knüpfte er mit dieser Unterscheidung an die Induktionskonzeption an, die er in der dritten *regula* Newtons fand.³³

Diese Regel enthält ein Prinzip der Induktion, und zwar nicht der vollständigen, nämlich einer solchen, [die darin bestünde,] dass wir daraus, dass eine Eigenschaft in jedem einzelnen Ding bewiesen ist, diese [Eigenschaft] allen Bestandteilen der Menge dieser Dinge allgemein zuweisen, sondern der unvollständigen, dass wir das, was wir in sehr vielen untereinander ähnlichen Dingen wahrnehmen – gesetzt, dass keines von den ähnlichen Dingen gefunden wird, das ihm widerspricht –, auf andere Dinge derselben Art erweitern, bei denen es noch nicht beobachtet werden konnte. Das Prinzip einer solchen [Induktion], auch wenn es sorgfältig angewandt wird, ist freilich nicht unwiderlegbar, es ist jedoch das geeignetste Forschungsprinzip, und deshalb gebrauchen wir es allenthalben in allen Wissenschaften und zum Nutzen für das menschliche Leben selbst. (Hervorhebung von Z. Č)³⁴

Acceptance, and Rational Belief (Dordrecht 1970) 83–99; DERS., Induction: enumerative and hypothetical. In: J. DANCY, E. SOSA, A Companion to Epistemology (Oxford 1996) 200–206. Zur hypothetischen Induktion bzw. zum Schluss auf die beste Erklärung als der realistischen Argumentationsstrategie vgl. die ebenso klassische Darstellung und Verteidigung in: P. LIPTON, Inference to the Best Explanation, 2nd edition, Routledge, 2004.

³¹ Vgl. „De continuitatis lege“ nn. 134–136. Diese Passagen wurden wörtlich in „Theoria“ (Anm. 6) n. 40, übertragen.

³² Vgl. „Adnotationes“ und „Supplementa“. In: STAY, „Philosophia recentior“ (Anm. 17) Band I, 55–57, nn. 89–95.

³³ J. E. McGuire war der Meinung, dass Bošković seine Anwendung der Abduktion durch seine Kritik der dritten Newtonschen Regel rechtfertigte: *Boscovich is critical of the third rule on the grounds that induction does not support the transference of many physical properties to the parts of phenomena.* J. E. MCGUIRE, Atoms and the ‘Analogy of Nature’ (Anm. 5) 3. Wenn auch diese komparative Interpretation richtig wäre, entdeckte Bošković selbst eben in der dritten Regel Newtons ein Muster für seine Konzeption der „unvollständigen Induktion“ bzw. der hypothetischen Induktion.

³⁴ *Haec regula principium inductionis continet, non perfectae, ut cum a proprietate in singularibus omnibus demonstrata eandem generaliter omnibus collectionem illorum constituentibus tribuimus, sed imperfectam, cum quae deprehendimus in plurimis similibus inter se, nullo similium contrario invento extendimus ad reliqua eiusdem generis, in quibus nondum observare rem licuit. Principium huiusmodi caute adhibitum [...] non est quidem infallibile, est tamen principium investigationi aptissimum et eo passim utimur in omnibus facultatibus et in ipso humane vitae usu.* „Adnotationes“. In: STAY, „Philosophia recentior“ (Anm. 17) Band I, 55–56.

Bei der vollständigen Induktion wird eine Eigenschaft, die bei *jedem* einzelnen Ding oder Bestandteil einer Menge *beobachtet* wurde, zur Eigenschaft *aller* dieser einzelnen Dinge oder Bestandteile. Die vollständige Induktion sei also, so Bošković, die enumerative Induktion, die ihre Generalisierungen nicht außerhalb der Sphäre des Beobachteten ausführe. Deshalb eignet sich dieser Induktionstyp für Bošković nicht zur naturwissenschaftlichen Anwendung, da dadurch keine relevanten oder interessanten Erklärungen und Voraussagen gemacht werden könnten.

Die unvollständige Induktion versteht Bošković offensichtlich als *eine Methode, um auf das Unbeobachtbare zu schließen*:

*Jene so umfassende Induktion, die wir vollziehen, muss uns veranlassen, dieses Gesetz auch für diejenigen Fälle allgemein zuzulassen, in denen wir unmittelbar durch Beobachtungen nicht feststellen können, ob es in ihnen erhalten wird, wie beim Zusammenstoß von Körpern.*³⁵

Diese Induktion diene folglich zur Erforschung der *unbeobachtbaren Ursachen* und trete an die Stelle des Leibniz'schen Grundsatzes des zurechnenden Grundes:

*Nachdem dieser Grund aufgegeben wurde, werden wir zwei andere vortragen, den einen aus den metaphysischen Prinzipien, den anderen aus der Induktion, die vornehmlich überall in der Physik von größtem Nutzen sein muss, da wir mindestens die ersten Ursachen entweder immer oder fast immer notwendigerweise nicht kennen, weil wir die Natur nur mit der freilich schwachen Hilfe unserer Sinne erforschen.*³⁶

Deshalb nennt Bošković diese Induktion, durch die man aus den Eigenschaften der beobachtbaren Körper auf die Eigenschaften ihrer unbeobachtbaren Teile oder auf die unbeobachtbaren Ursachen der Phänomene schließt, auch „physikalische Induktion“ (*inductio physica*). Mit diesem Ausdruck bezeichnet er ebenso jede unvollständige Induktion, durch die man die Naturgesetze ableitet, die auch in den Bereichen der Phänomene, in denen sie noch nicht getestet wurden, gelten sollten. Die Beschreibung dieser Induktionsart entspricht dem generellen *Probabilismus* Boškovićs:

*Die physikalische Induktion ist nicht durchweg sicher und enthält keine unwiderlegbare Gewissheit, sondern eine trügerische Wahrscheinlichkeit.*³⁷

Die hypothetische Induktion bzw. Abduktion ist also eine unvollständige Induktion, die vornehmlich zur Erforschung der unbeobachtbaren Teile der Körper oder unbeobachtbaren Ursachen der Phänomene sowie zur Rechtfertigung unserer Schlüsse auf das Unbeobachtbare verwendet wird. Diese Funktion der hypothetischen Induktion kommt vor allem im Rahmen von Boškovićs Betrachtungen der absoluten und relativen bzw. primären und sekundären Eigenschaften zum Ausdruck. Die Verwendung der hypothetischen Induktion ist insofern für den Realismus Boškovićs kennzeichnend, als durch sie die Dichotomie zwischen dem Absoluten und dem Relativen, folglich auch zwischen dem Beobachtbaren und dem Unbeobachtbaren völlig relativiert wird.

³⁵ *Illa tam ampla inductio quam habemus debet nos movere ad illam generaliter admittendam etiam pro iis casibus in quibus determinare immediate per observationes non possumus an eadem habeatur, uti est collisio corporum.* „Theoria“ (Anm.6) n. 43.

³⁶ *Ea igitur ratione omitta, binas proferemus, alteram ex metaphysicis principiis, alteram ex inductione quae in physicis potissimum summi ubique usus esse debet, cum causas saltem primas vel semper vel fere semper ignorari a nobis necesse sit naturam sola, satis illa quidem tenui nostrorum sensuum ope investigantibus,* „De continuitatis lege“ n. 131.

³⁷ [...] *inductionem physicam non esse prorsus certam, nec habere evidentiam infallibilem, sed fallacem probabilitatem.* „Adnotationes“. In: STAY, „Philosophia recentior“ (Anm. 17) Band III, 310.

Zugleich kann die vollständige Induktion, ebenso wie die unvollständige, nicht als beweiskräftig betrachtet werden. Denn, *um beweiskräftig zu sein, müsste die [vollständige] Induktion alle möglichen Einzelfälle aufzählen. Sie kann folglich bei der Festlegung der Naturgesetze nicht angewandt werden.*³⁸ (Hervorhebung von Z. Č.)

Die *unvollständige Induktion* ist jene Induktion, bei der die Generalisierung auch auf die noch nicht beobachteten Einzelfälle erweitert wird. Verglichen mit der vollständigen Induktion hat die unvollständige Induktion für Bošković offensichtlich wichtige methodologische Vorteile, die ihre logische Defizienz ersetzen. Sie sei widerlegbar (*non infallibilis*), enthalte die Möglichkeit von Fehlern (*erroris capax*) und sei nicht beweiskräftig (*non demonstrativa*);³⁹ trotzdem sei das Prinzip der unvollständigen Induktion „das geeignetste Forschungsprinzip“ (*principium investigationis aptissimum*). Dafür gebe es zwei Hauptgründe. Der erste Grund liege in der positiven Rolle der unvollständigen Induktion gerade bei der Festlegung der Naturgesetze (*legibus stabiliendis*), der zweite in ihrer erfolgreichen Anwendung im Bereich des Unbeobachtbaren.

Die unvollständige Induktion diene, so Bošković, zur Festlegung eines Naturgesetzes unter drei Bedingungen: (i) dass dieses Gesetz in allen präzise untersuchten Einzelfällen bestätigt (*observari*) oder entdeckt werde (*inveniri*), (ii) dass diese Fälle zahlreich seien (*non sunt in exiguo numero*) und (iii) dass durch diese Induktion in den Fällen der scheinbaren (*prima fronte*) Verletzung dieses Gesetzes alles in Einklang mit diesem Gesetz gebracht werden könne, „obwohl auf keine Weise unmittelbar bekannt werden kann, ob dies gerade auf diese Weise in Einklang gebracht wird“.⁴⁰

Die letzte Bedingung zeigt, dass die unvollständige Induktion als hypothetische Induktion in einem zweiten Sinne zu verstehen ist: Sie führt in diesem Fall zur Hypothese, die die *beste Erklärung* einer *prima facie* irregulären Evidenz (z.B. der scheinbaren Diskontinuität) ist. Sie kann aus einer grundlegenden Regularität (Kontinuitätsgesetz) abgeleitet werden, obwohl eine *notwendige* Verbindung zwischen dem Gesetz und dieser Evidenz nicht festgestellt werden kann.

In Boškovićs Abhandlung *De maris aestu* etwa kam die hypothetische Induktion in der Rechtfertigung der Gravitationstheorie zur Anwendung. Der Schluss auf die Existenz der Gravitationskraft aus der gegenseitigen Anziehung der Planeten und ihrer Satelliten sowie aus den Störungen ihrer Bahnen sei plausibler als die Erklärung der Planetenbewegungen durch die Wirbelhypothese.⁴¹ Es sei ebenso plausibler, den Widerstand, den wir bei der Berührung der festen Körper erfahren, durch die Annahme der gegenseitigen Gravitationsanziehung zwischen ihren Partikeln zu erklären als durch die Annahme ihrer Undurchdringlichkeit. Dadurch werde der Schluss auf die Existenz der Gravitation im Bereich des Unbeobachtbaren als *Schluss auf die beste Erklärung* vollzogen:

Darin soll man eine äußerst umfassende Induktion zugunsten der gegenseitigen Gravitation so vieler Körper sehen, sogar aller jener Körper, bei denen sie durch eine andere Methode erfahren werden kann. Diese ist tatsächlich viel umfassender als die Induktion, durch die wir die Undurchdringlichkeit der Körper ableiten, die wir nur bei denjenigen irdischen Körpern beobachten, die wir manchmal berühren. Und

³⁸ *Inductio, ut demonstrationis vim habeat, debet omnes singulares casus, quicumque haberi possunt, percurrere. Ea in naturae legibus stabiliendis locum habere non potest.* „De continuitatis lege“, n. 134; „Theoria“ (Anm. 6) n. 4.

³⁹ „Supplementa“, in: STAY, „Philosophia recentior“ (Anm. 17) Band I, n. 90.

⁴⁰ „Licet, an eo potissimum pacto concilientur, immedie innotescere nequaquam possit“, „De continuitatis lege“ n. 134; „Theoria“ (Anm. 6) n. 40.

⁴¹ Vgl. dazu „De maris aestu“ (Rom 1747) n. 37.

*deshalb wird die gegenseitige Gravitation mit mehr Recht auf alle Partikeln der Materie erweitert als die Undurchdringlichkeit.*⁴² (Hervorhebung von Z. Č.)

Um gerechtfertigt zu sein, sollte die hypothetische Induktion möglichst umfassend sein (*amplissima*), umfassender als die Induktion, die auf das Beobachtbare beschränkt ist. Insofern wäre die induktive Ableitung „mit mehr Recht“ (*potiore iure*) vollzogen. Durch sie wird eine Hypothese abgeleitet, die eine plausiblere Erklärung geben sollte als irgendeine andere Hypothese. Dies zeigt, dass sich die unvollständige Induktion auch als Methode zur *Evaluierung* konkurrierender Hypothesen bzw. zur Rechtfertigung aufgestellter Hypothesen eignet.

Bei der enumerativen Induktion geht die Generalisierung von der Evidenz einzelner beobachtbarer oder beobachteter Instanzen aus. Bei der hypothetischen Induktion wird aus der empirischen Evidenz eine wahrscheinlich wahre Hypothese abgeleitet, die als beste Erklärung dieser Evidenz dient, d.h. als beste unter den konkurrierenden Erklärungshypothesen. Danach wird diese Hypothese in die Prämissen des abduktiven Arguments aufgenommen, und im Schlusssatz erhalten wir diese Hypothese als einen wahren oder sehr wahrscheinlichen Satz:

$$\frac{(H_1 \rightarrow E) \vee (H_2 \rightarrow E) \vee (H_3 \rightarrow E) \dots \vee (H_n \rightarrow E)}{P(H_1) > P(H_2) \wedge (P(H_1) > P(H_3)) \dots \wedge (P(H_1) > P(H_n))}$$

(sehr wahrscheinlich) H_1 .

Dank dieser zwei Anwendungsweisen der hypothetischen Induktion – einerseits als Methode, um auf das Unbeobachtbare zu schließen, und andererseits, um auf die beste Erklärung zu schließen – konnte Bošković die Bereiche des Unbeobachtbaren und des Beobachtbaren als epistemologisch und ontologisch integriert betrachten. Eine wichtige Rolle bei dieser Integrierung spielte auch das *Kontinuitätsgesetz*, das für die beiden Bereiche gilt. Ebenso wie alle physikalischen *Entitäten* die erwähnten absoluten Eigenschaften hätten, vor allem die Undurchdringlichkeit, so seien alle *Vorgänge* in der Natur, beobachtbare und unbeobachtbare, *kontinuierlich*, sagt Bošković. **Dies werde durch die hypothetische Induktion ermittelt:**

*Daraus ist offensichtlich, dass durch diese Art der Induktion sowohl die Undurchdringlichkeit als auch das Kontinuitätsgesetz vollauf geprüft und bewiesen werden, und dass die Undurchdringlichkeit auf alle wie auch immer geringen Partikeln der Körper sowie das Kontinuitätsgesetz auf alle wie auch immer geringen Grade, die in einem Moment angefügt werden, erweitert werden müssen.*⁴³

Das Kontinuitätsgesetz gelte als fundamentaler Grundsatz im Bereich des Beobachtbaren. Alle unsere Experimente und Beobachtungen bestätigen, dass die Phänomene diesem Gesetz folgen.⁴⁴ Um eine befriedigende Erklärung dafür zu geben, behauptete Bošković, dass es notwendig sei, „seine Existenz in der Natur“ (*eius in natura existentiam*) anzunehmen.⁴⁵

⁴² *En igitur inductionem amplissimam pro gravitate mutua tot corporum, immo omnium eorum corporum in quibus eam aliqua methodo experiri licet. Profecto haec es multo amplior quam inductio, qua corporum impenetrabilitatem eruimus, quam immediate observamus in iis tantum corporibus terrestribus quae aliquando attigimus. Ac proinde potiore iure ad omnes materiae particulas extendetur gravitas mutua, quam impenetrabilitas.* Ebd.

⁴³ *Et his patet et impenetrabilitatem et continuitatis legem per eiusmodi inductionis genus abunde probari atque evinci, illam quidem ad quascunque utcunque exiguas particulas corporum, hanc ad gradus utcunque exiguos momento temporis adiectos debere extendi.* „Theoria“ (Anm. 6) n. 41. Vgl. auch ebd. n. 43.

⁴⁴ Vgl. dazu etwa Bošković „De continuitatis lege“ n. 138, „Theoria“ (Anm. 6) n. 39, passim.

⁴⁵ „De continuitatis lege“ n. 5; „Theoria“ (Anm. 6) n. 38.

Die Kontinuität werde überall in der Natur erhalten (*servatur*).⁴⁶ Als Realist war Bošković folglich der Ansicht, das Kontinuitätsgesetz habe absolute Bedeutung, d.h., es gelte auch im Bereich des Unbeobachtbaren. Dies veranlasste ihn in seinem Briefwechsel mit G. S. Conti zu dem Schluss, dass das Kontinuitätsgesetz, trotz der Tatsache, dass es induktiv aus den Phänomenen abgeleitet wurde, ein *a priori* bewiesenes Gesetz sei:

*Io non dimostro a priori alcuna parte della mia teoria, ma solo il suo fondamento consistente nella legge di continuità.*⁴⁷

Dies bedeutet für Bošković, dass das Kontinuitätsgesetz nicht nur eine beobachtbare und unbeobachtbare Regularität ist, sondern auch eine *notwendige Bedingung* aller Vorgänge in der Natur. Um das Kontinuitätsgesetz gegen die scheinbaren Fälle von Diskontinuität in der Natur zu verteidigen, postulierte Bošković, wie gezeigt, einerseits die *abstoßende Kraft* bei kleinsten Abständen, andererseits die *Materiepunkte*. Auf beide Weisen sollte etwa die unmittelbare Berührung der Körper und folglich die momentane Änderung der Geschwindigkeit verhindert werden.

Zusammenfassung

Schon in seinen Abhandlungen „De lumine (pars secunda)“ (1748), „De continuitatis lege“ (1754) und in den „Supplementa“ zu Stays Leergedicht „Philosophia recentiori“ (1755) beschrieb Bošković die Entstehung und die Rechtfertigung seiner Kräftelehre von einem eindeutig realistischen Standpunkt aus. Sein *wissenschaftlicher Realismus* äußert sich in mehreren Aspekten besonders im ersten Teil seines Hauptwerkes „Theoria philosophiae naturalis“ (1758/1763). Im Fokus dieser Abhandlung ist sein *methodologischer Realismus*, der seinem früheren methodologischen Antirealismus (Instrumentalismus, Konstruktivismus) gegenübergestellt wird. In mehreren Passagen von „Theoria“ und in anderen Werken dieser Periode beschrieb Bošković sein Verfahren als echte *Entdeckung* einer bisher verborgenen und in der Natur existierenden Regularität (d.h. des Kräftegesetzes). Im „Kontext der Rechtfertigung“ verfuhr Bošković als *Fundationalist*, für den die Annahme von der Analogie und Einfachheit der Natur, das Kontinuitätsgesetz für die Vorgänge und sein Kräftegesetz die fundamentalen Hypothesen seiner Theorie und dadurch die fundamentalen Hypothesen bei der Erklärung aller Naturphänomene waren. In Boškovićs Methodologie, d.h. in seinen Forschungs-, Bestätigungs- und Rechtfertigungsverfahren spielte die Methode der Analyse und Synthese, die er eigentlich als hypothetische Induktion verstand, eine zentrale Rolle. Die hypothetische Induktion verwandte Bošković sowohl als eine *heuristische Methode*, um auf das Unbeobachtbare zu schließen, als auch eine Methode, um auf die beste Erklärung zu schließen, die zur *Evaluation* seiner fundamentalen Hypothesen (des Kontinuitäts- und des Kräftegesetzes) diene. Diese Erörterung sollte zeigen, dass Boškovićs Äußerungen im ersten Teil von „Theoria“, wenn sie mit einigen anderen Stellen in seinen Werken dieser „reifen“ Periode verglichen werden, eine konsequente methodologische Einstellung präsentieren. In „Theoria“ sowie in seinen anderen Werken scheint Bošković, naturphilosophisch und wissenschaftstheoretisch, vor allem hinsichtlich der Frage des Realismus erstaunlich modern, zugleich aber tief in der Tradition verankert gewesen zu sein.

⁴⁶ „De continuitatis lege“ n. 138, „Theoria“ n. 39.

⁴⁷ Lettere a Giovan Stefano Conti (Anm. 20) 77.

