

Das No-Miracle Argument als ein Schluss auf die beste Erklärung

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	1
2. Der Schluss auf die beste Erklärung.....	3
2.1. Die zwei Grundprobleme.....	5
2.1.1. Das Verlässlichkeitsproblem.....	5
2.1.2. Das Verfügbarkeitsproblem.....	7
2.1.2.1. Das schwache Verfügbarkeitsproblem.....	7
2.1.2.2. Das starke Verfügbarkeitsproblem.....	8
2.2. Eine externalistische Verteidigungsstrategie.....	9
2.2.1. Der Petitio-Einwand.....	9
2.2.2. Die Verteidigungsstrategie.....	10
2.2.3. Mögliche Einwände und Reaktionen.....	12
3. Der Erklärungsbegriff.....	15
3.1. Ein Vorschlag.....	15
3.2. Mögliche Einwände und Reaktionen.....	18
4. Fazit.....	21
5. Literaturverzeichnis.....	22

1. Einleitung

Die Grundidee beim **No-Miracle Argument** [kurz: NMA] lässt sich so zusammenfassen:

In den **Prämissen** eines No-Miracle Arguments wird irgendwo auf bestimmte *Eigenschaften* oder *Leistungen* von einer wissenschaftlichen Theorie oder mehreren wissenschaftlichen Theorien¹ Bezug genommen, die in einer ersten Annäherung als "**empirischer Erfolg**" bezeichnet werden können. Dabei kann eine wissenschaftliche Theorie beispielsweise dann als empirisch erfolgreich gelten, wenn sie erfolgreich einen Phänomentyp prognostiziert, der während der Konstruktion der Theorie nicht bekannt oder nicht gebraucht wurden war (Alai (2014)).

In der **Konklusion** eines No-Miracle Arguments wird dann auf die Wahrheit des **wissenschaftlichen Realismus** in Bezug auf diese empirisch erfolgreiche Theorie oder empirisch erfolgreichen Theorien geschlossen. Dabei besagt der "klassische" Theorienrealismus grob, dass reife wissenschaftliche Theorien in einem wörtlichen Sinne wahr sind und demnach die von ihnen beschriebenen Zusammenhänge und postulierten theoretischen Entitäten in einer geistunabhängigen Weise existieren.

Das No-Miracle Argument besteht, im Kern, also in einer Inferenz von Erfolg auf Wahrheit. Viele Autoren bringen das NMA in die Form eines **Schlusses auf die beste Erklärung** [kurz: SdbE] (z.B. Psillos (2009), S. 49ff.). Das NMA besagt dann, dass der wissenschaftliche Realismus eine gute und die beste Erklärung für den empirischen Erfolg der Wissenschaften und *deshalb* wahr ist. Dabei kann das NMA als SdbE – wie jedes Argument – in zweierlei Hinsicht beurteilt werden:

- (1) **inhaltlich**: Sind alle Prämissen des Argumentes wahr? Das heißt in unserem Fall: Ist der wissenschaftliche Realismus tatsächlich eine gute und die beste Erklärung für den Erfolg der Wissenschaften?
- (2) **formal**: Wenn die Prämissen des Argumentes wahr sind, ist es *deshalb* rational, die Konklusion für wahr zu halten? Das heißt in unserem Fall: Wenn der wissenschaftliche Realismus tatsächlich eine gute und die beste Erklärung für den Erfolg der Wissenschaften ist, ist es deshalb rational, an die Wahrheit des wissenschaftlichen Realismus zu glauben?

Das NMA als SdbE ist Hauptgegenstand der vorliegenden Arbeit. Meine **Leitfrage** lautet: *Ist das NMA als SdbE ein gutes Argument?* Diese Frage ist auch deshalb interessant, weil, wenn sie bejaht werden kann, es rational ist, anzunehmen, dass reife wissenschaftliche Theorien uns einen epistemischen Zugang zu einer Welt jenseits des direkt Beobachtbaren erschließen. Dabei gehe ich davon aus, dass ein Argument gut ist, genau dann, wenn es zeigt, dass es rational ist, seine Konklusion für wahr zu halten. Das wiederum ist der Fall, wenn die beiden obenstehenden Fragen für das betreffende Argument bejaht werden können. Meine Leitfrage zerfällt also in die Teilfragen (1) und (2). Der Teilfrage (1) wird in Abschnitt 3 nachgegangen und die Frage wird letztendlich bejaht: Der wissenschaftliche Realismus ist in einem relevanten (nämlich metaphysischen) Sinne tatsächlich eine gute und die beste Erklärung für

¹ Generell kann zwischen globalen und lokalen Versionen des NMA unterschieden werden. Eine *globale Version* des NMA bezieht sich im Explanandum auf alle oder zumindest auf eine Gesamtheit der Theorien mit einer gewissen Erfolgseigenschaft E. Das Explanans enthält entsprechend eine generelle realistische Aussage über Theorien mit dieser Eigenschaft. Hilary Putnam (Putnam (1978), S. 19 bes. Fußnote 1) und Martin Carrier (Carrier (1991), S. 24) vertreten beispielsweise eine globale Version des NMA. Eine *lokale Version* des NMA bezieht sich dahingegen im Explanandum nur auf einzelne Theorien und ihren empirischen Erfolg. Eine solche Version findet sich etwa bei Alan Musgrave (Musgrave (1988), S. 239 - 240) und Peter Achinstein (Achinstein (2002)). Aus lokalen Versionen des NMA lassen sich direkt nur singuläre realistische Aussagen über wissenschaftliche Theorien ableiten. Generelle Aussagen über erfolgreiche Theorien o.Ä. lassen sich wenn überhaupt dann nur in einem zweiten (induktiven) Schritt gewinnen. Ich werde der Einfachheit halber globale und lokale Versionen gleich behandeln und nicht auf die Frage eingehen, welche der beiden Versionen attraktiver oder angemessener ist (für einen guten Überblick zu dieser Frage siehe Henderson (2017)).

den Erfolg der Wissenschaften. Es ist aber – und so wird meine Antwort auf die Teilfrage (2) ausfallen – nach dem derzeitigen Stand der Fachdebatte nicht final entscheidbar, ob es rational ist, darauf aufbauend auf die *Wahrheit* des wissenschaftlichen Realismus zu schließen. Zwar werde ich eine Strategie zur Verteidigung der Rationalität von SdbE entwickeln, diese wird man aber nur dann überzeugend finden, wenn man SdbE sowieso bereits zugeneigt ist. Es folgt, dass derzeit eine Pattsituation zwischen Befürwortern und Kritikern von SdbE herrscht, die nicht durch Argumente, die beide Seiten akzeptieren würden, aufgelöst werden kann.

Die vorliegende Arbeit ist schließlich wie folgt **gegliedert**: Der Abschnitt 2 beginnt mit einer *Einführung in die Grundlagen von Schlüssen auf die beste Erklärung*. Diese ist notwendig, um den darauffolgenden Argumenten und Diskussionen folgen zu können. *Abschnitt 2.1.* geht auf die grundlegenden Probleme mit SdbE ein, wobei eine Unterscheidung zwischen einem *Verlässlichkeitsproblem* und einem *Verfügbarkeitsproblem* eingeführt wird. In *Abschnitt 2.2.* wird eine *externalistische Verteidigungsstrategie* gegen diese beiden Probleme vorgestellt. Der Abschnitt 2 bildet den ersten Teil meiner Hausarbeit. In ihm entwickle und begründe ich meine obenstehende Antwort auf die Teilfrage (2). Die Teilfrage (1) wird im darauffolgenden Abschnitt 3 behandelt. Ich werde darin vorschlagen, dass sich Vertreter des NMA als ein SdbE auf einen bestimmten *metaphysischen Erklärungs begriff* berufen sollten und der wissenschaftliche Realismus in diesem Sinne tatsächlich eine gute und die beste Erklärung für den Erfolg der Wissenschaften darstellt.

2. Der Schluss auf die beste Erklärung

Der Begriff "**Schluss auf die beste Erklärung**" wurde durch Gilbert Harman in die moderne Fachdebatte eingeführt und wie folgt erläutert:

In making this inference one infers, from the fact that a certain hypothesis would explain the evidence, to the truth of that hypothesis. In general, there will be several hypotheses which might explain the evidence, so one must be able to reject all such alternative hypotheses before one is warranted in making the inference. Thus one infers, from the premise that a given hypothesis would provide a "better" explanation for the evidence than would any other hypothesis, to the conclusion that the given hypothesis is true.

- Gilbert Harman (1965). The Inference to the Best Explanation. *The Philosophical Review* 74 (1), S. 89.

Das **Schlusschema IFS1** eines SdbE lässt sich Harman folgend also so rekonstruieren:

P1. P ist ein erklärungsbedürftiges, empirisches Phänomen.

P2. Das gegebene *epistemische Hintergrundsystem* S impliziert: Die Hypothese H1 erklärt P besser als alle anderen verfügbaren Hypothesen H2, ... Hn.

C1. Also: H1 ist wahr.

Daran kann und sollte kritisiert werden, dass H1 nicht nur die *relativ beste*, sondern auch *eine gute* Erklärung für P sein muss, wenn der Schluss auf die beste Erklärung eine rationale Schlussform sein soll. Es lässt sich indes leicht ein an Alan Musgrave ((1988), S. 238 - 239) angelehntes **Inferenzschema IFS2** konstruieren, das diesen Kritikpunkt umgeht:²

P1. P ist ein erklärungsbedürftiges, empirisches Phänomen.

P2. Die Hypothese H1 erklärt P innerhalb des epistemischen Systems S.

P3. Die Hypothese H1 erklärt P zufriedenstellend in S.

P4. Keine andere, verfügbare Hypothese H2, ... Hn erklärt P in S so gut wie H1.

C1. Also: H1 ist wahr.

Angenommen also wir wollen das **NMA als ein SdbE** rekonstruieren. Dann können wir es durch Ersetzen der Variable P durch "Erfolg der Wissenschaft", H1 durch "Wissenschaftlicher Realismus" und H2, ... Hn durch diverse alternative Explanantia als eine Instanziierung des Inferenzschemas IFS2 auffassen. Es besagt dann, grob gesagt, dass der wissenschaftliche Realismus eine absolut

² Musgrave selbst bringt nicht genau dieses Schema an, sondern bringt es durch diese zusätzliche Prämisse auf die Form eines gültigen deduktiven Inferenzschemas:

"It is reasonable to accept a satisfactory explanation of any fact, which is also the best available explanation of that fact, as true"

- Alan Musgrave (1988), S. 239

Und die Konklusion wird dementsprechend abgeschwächt zu:

"Therefore, it is reasonable to accept H as true" (ibd.)

Dieser Schritt wird verständlich, wenn man weiß, dass Alan Musgrave ein Deduktivist ist. Das heißt, er ist der Meinung, dass die einzig gültigen Schlüsse deduktiv gültige Schlüsse sind und wir folglich auch allein eine deduktive Logik brauchen (Musgrave (1999), S. 395). Für unsere Zwecke und unabhängig vom Deduktivismus scheint mir diese zusätzliche Prämisse aber keinen wesentlichen Unterschied zu machen. Denn mit oder ohne diese Prämisse geht es im Kern um die Frage, ob die in der Prämisse ausgedrückte Annahme wahr ist, das heißt, ob es vernünftig ist, eine gute und relativ beste Erklärung für ein gegebenes Phänomen als wahr zu akzeptieren. Für eine ausführliche Kritik an Musgrades Deduktivismus siehe auch Psillos (2009), S. 52 – 55.

zufriedenstellende und die relativ beste Erklärung für den Erfolg der Wissenschaften und *deshalb* wahr ist.

Um einen solchen Schluss auf die Wahrheit eines *absolut guten* und *relativ besten* Explanans vornehmen zu können, brauchen wir offensichtlich einen **Maßstab für die Güte einer Erklärung**. Es ist wohlmöglich intuitiv naheliegend, dass die beste Erklärung einfach die *zutreffende* Erklärung für ein Phänomen ist. Wenn wir aber den Ausdruck "die beste Erklärung" lediglich als "die zutreffende Erklärung" interpretieren, verliert der SdbE seine normative und entscheidungsleitende Funktion. Denn ein SdbE soll ja gerade als ein *Instrument* dienen, um herauszufinden, welche Hypothese wahrscheinlich zutrifft.

Eine **zweite Intuition** könnte sein, dass sich die Güte einer Erklärung an dem Wahrscheinlichkeitsgrad ihrer Wahrheit bemisst. Dagegen sprechen aber mindestens **zwei Punkte**:

1. Wenn wir bereits wissen, dass H1 die wahrscheinlichste Erklärung für P ist, dann ist SdbE gar kein relevantes Schlussprinzip mehr. Denn natürlich sollten wir gemeinhin auf die Wahrheit der wahrscheinlichsten Erklärung schließen!
2. Wenn die wahrscheinlichste Erklärung nicht ausgemacht werden kann, kann SdbE trotzdem ein interessantes Schlussprinzip sein.³

Peter Lipton hat deshalb vorgeschlagen, SdbE als den Schluss auf diejenige Erklärung zu sehen, die im größten Maße unser *Verständnis* des Phänomens P fördert (Lipton (1991), insb. Kapitel 4). Lipton spricht deshalb auch von "*inference to the loveliest explanation*" statt "*inference to the likeliest explanation*". Die "Loveliness" oder Güte einer Erklärung kann dabei anhand von **explanatorischen Werten** wie beispielsweise den folgenden ausgemacht werden:

- a. **Umfang**: Bessere Erklärungen erklären mehr Phänomene.
- b. **Präzision**: Bessere Erklärungen erklären Phänomene genauer.
- c. **Kausaler Informationsgehalt**: Bessere Erklärungen liefern mehr Informationen über die kausalen Mechanismen, die einem Phänomen zugrunde liegen.
- d. **Vereinheitlichung**: Bessere Erklärungen fassen mehr einzelne (scheinbar disparate) Phänomene in ein einheitliches Prinzip zusammen.
- e. **Einfachheit**: Bessere Erklärungen bieten ein einfacheres Wirklichkeitsbild.

Daraus folgen wichtige **Erkenntnisse** für den wissenschaftlichen Realisten. Wenn er NMA als SdbE auffassen möchten, dann muss er *erstens* zeigen, inwiefern seine Erklärung das Verständnis für den empirischen Erfolg der Wissenschaften fördert (Begründung Prämisse P2 in IFS2). Er muss *zweitens* zeigen, dass seine Erklärung für den empirischen Erfolg der Wissenschaften im oben beschriebenen Sinne „lovely“ ist (Begründung Prämisse P3 in IFS2). Und *drittens*, dass seine Erklärung die „loveliest“ unter allen verfügbaren ist (Begründung Prämisse P4 in IFS2). Kann ihm all das gelingen? Die Antwort hängt, wie in Abschnitt 3 erläutert, entscheidend von Annahmen über die Natur des Erklärens ab.

³ Hier ist ein Beispiel (Vgl. unter anderem Wilholt (2014), S. 226):

*Explanandum*s: Die Verteilung der verschiedenen Fossilien in den verschiedenen Schichten und Regionen der Erde, die morphologischen Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Lebewesen, die geographische Verteilung der Arten und ihre Angepasstheit an ihre jeweiligen Umwelten, und so weiter.

*Explanans*s: Die biologischen Arten sind durch natürliche Selektion entstanden.

Grob gesprochen erklären Evolutionsbiologen das Explanandum_s durch das Explanans_s. Nach meiner Einschätzung dürften sie sich aber Großteils *nicht* dazu hinreißen lassen zu sagen, dass das erschlossene Explanans_s *mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit* wahr ist. Der Schluss auf die beste Erklärung ist also gerade auch dann ein interessantes Schlussprinzip, wenn es nicht vernünftig erscheint, einen bestimmten Wahrscheinlichkeitsgrad für die Wahrscheinlichkeit der Wahrheit einer Erklärung anzugeben.

2.1. Die zwei Grundprobleme

Doch selbst wenn der Realist all das gezeigt hat, impliziert dies noch nicht, dass das Argument ein gutes Argument ist. Er muss auch zeigen, dass der SdbE eine rationale Schlussform ist. Ich möchte innerhalb der Debatte um die Rationalität von SdbE gerne zwischen **zwei Grundproblemen** unterscheiden. Die beiden Probleme stellen sich jedem Vertreter des NMA, welcher das Argument als ein SdbE auffassen möchte:

1. **Verlässlichkeitsproblem:** Ein Schluss auf die beste Erklärung ist nur dann rational, wenn er verlässlich ist, das heißt wenn er in hinreichend vielen Fällen von wahren Prämissen zu einer wahren Konklusion führt. Ein Verlässlichkeitsproblem besteht insofern, als sich in der kontemporären Literatur nach meiner Einschätzung gute Argumente gegen und keine vergleichbar guten Argumente für die Verlässlichkeit von SdbE finden, die nicht selbst wiederum auf SdbE beruhen.

2. **Verfügbarkeitsproblem:** Ein Schluss auf die beste Erklärung kann in der Praxis nur dann vollzogen werden, wenn uns die beste Erklärung auch tatsächlich zur Verfügung steht. Das heißt, selbst wenn das Verlässlichkeitsproblem gelöst ist, kann es immer noch sein, dass die relativ beste zur Verfügung stehende Erklärung meistens eine absolut schlechte Erklärung ist und wir deshalb meistens keinen SdbE vollziehen können.

Diese Probleme werden im Folgenden anhand von bekannten Argumenten aus der Literatur motiviert. In Abschnitt 2.3. wird eine Verteidigungsstrategie gegen beide Probleme entwickelt, es werden aber auch die Grenzen dieser Strategie aufgezeigt.

2.1.1. Das Verlässlichkeitsproblem

Es dürfte klar sein, dass es sich beim NMA als SdbE **nicht um ein deduktives Argument** handelt. Das heißt, *selbst wenn* alle Prämissen eines NMA de facto wahr sind, *erzwingt* das nicht die Wahrheit des wissenschaftlichen Realismus. Für den Realisten ist dies einerseits sehr ernüchternd, da er so die Wahrheit seiner Position niemals „beweisen“ können wird. Andererseits ist genau das für den Realisten aber auch vom großen Vorteil. Denn das NMA wird offenbar nicht dadurch unbrauchbar, wenn das erschlossene Explanans einmal nicht korrekt ist. Es reicht aus, wenn SdbE in diesem Sinne verlässlich sind:

Verlässlichkeitsthese: Wenn eine Hypothese H eine gute und die beste Erklärung für ein gegebenes Phänomen P ist, dann ist H in *hinreichend vielen Fällen* bzw. *mit einer hinreichend hohen Wahrscheinlichkeit* auch wahr.

Die Verlässlichkeitsthese (VT) behauptet somit einen **positiven Zusammenhang** zwischen der Güte einer Erklärung und der Wahrscheinlichkeit ihrer Wahrheit. Anders formuliert bedeutet "die beste Erklärung" also weder, wie bereits dargelegt, "die zutreffende Erklärung" noch "die wahrscheinlichste Erklärung", und trotzdem zielt der Schluss auf die beste Erklärung via Wahrscheinlichkeit auf die Wahrheit ab.

Eine Herausforderung für die Verlässlichkeitsthese VT stellt **Voltaires Einwand** dar. Am Anfang von **Voltaires Einwand** steht die Feststellung, dass wenn VT wahr wäre, die Erklärung, die am besten wäre, wenn sie wahr wäre, auch die Erklärung sein muss, die am wahrscheinlichsten wahr ist. Der eigentliche Einwand besteht dann in der Behauptung, dass wir epistemisch ungerechtfertigt sind zu glauben, dass wir in einer Welt leben, in der dies der Fall ist. Denn selbst wenn "Güte" eine objektive Eigenschaft von Erklärungen ist, wieso sollten wir davon ausgehen, dass die Güte und die Wahrheitswahrscheinlichkeit einer Erklärung eben just in unserer aktuellen Welt positiv korreliert sind?

Dieser Einwand wurde von Peter Lipton hervorgebracht (Lipton (1991), S. 142ff.). Lipton versucht gar nicht erst ihn zu entkräften, sondern führt ihn auf das **Induktionsproblem** zurück. Seine Auffassung lautet also, dass es schon ein Problem mit der Rechtfertigung von VT gibt. Dieses Problem sei aber kein „zusätzliches“ Problem, sondern nur das Problem, das sich bei der Rechtfertigung der Verlässlichkeit von *allen* nicht-demonstrativen Schlussformen stellt. Leider sagt Lipton sehr wenig zum eigentlichen Verlässlichkeitsproblem als einem Spezialfall des Induktionsproblems. Es scheint mir indes naheliegend - wenn auch nur teilweise überzeugend⁴ - das Verlässlichkeitsproblem so zu analysieren (analog zur Humeschen Analyse des Induktionsproblems für „klassische“ enumerative Induktionsschlüsse): Gegeben ist eine beliebige Menge an explanatorischen Werten e_1, e_2, \dots, e_n , anhand derer die Güte von Erklärungen in w_1 ausgemacht werden soll. Dann ist ein Schluss von der besten Erklärung in w_1 im Sinne der Werte e_1, e_2, \dots, e_n auf die Wahrheit dieser Erklärung nur dann verlässlich, wenn die folgende Annahme wahr ist: e_1, e_2, \dots, e_n sind in w_1 *wahrheitsförderliche Eigenschaften von Erklärungen*. Diese Annahme lässt sich aber einerseits nicht *a priori* rechtfertigen, denn wir können uns problemlos eine Welt vorstellen, in der die schlechteste oder eine mittelmäßige Erklärung im Sinne der Werte e_1, e_2, \dots, e_n in den meisten Fällen wahr ist. Wir können die Annahme andererseits aber auch nicht *empirisch* rechtfertigen, denn jede induktive Rechtfertigung einer Annahme, die selbst wiederum eine induktive Schlussform rechtfertigen soll, wäre zirkulär. Das Verlässlichkeitsproblem erweist sich somit als in zweierlei Hinsicht auf das Induktionsproblem zurückführbar: *Erstens* gleicht seine Analyse dem klassischen Induktionsproblem nach Hume. *Zweitens* lässt sich die Verlässlichkeitsthese wenn dann nur in einem weiten Sinne induktiv rechtfertigen. Auch in diesem Sinne ist das Problem mit der Rechtfertigung von VT auf das allgemeinere Induktionsproblem zurückführbar.

Es existieren eine Reihe von **Lösungsstrategien** für das Induktionsproblem. Die ‚**regelzirkuläre Lösungsstrategie**‘ besagt, dass wir zur Lösung des Induktionsproblems nur ein einziges Mal einen induktiven Schluss ziehen müssen. Dies ist dann aber kein fataler Prämissenzirkel, sondern ein legitimer Regelzirkel. Die davon zu unterscheidende ‚**externalistische Lösungsstrategie**‘ besagt, dass das Induktionsproblem gar nicht zeigt, worauf es ankommt: Die humesche (obenstehende) Analyse zeigt nur, dass wir die Verlässlichkeit von (in einem weiten Sinne) induktiven Schlüssen nicht zirkelfrei begründen können. Sie zeigt aber nicht, was zur Debatte steht, nämlich VT bzw. dass induktive Schlüsse faktisch nicht verlässlich sind. Wenn wir diese beiden Strategien zusammennehmen, kann man versuchen, *erstens* einen externalistischen Standpunkt einzunehmen, nach dem regelzirkuläre Argumente für eine Schlussregel nicht „böartig“ zirkulär sind, sofern die verwendete Schlussregel *de facto* verlässlich ist. Und *zweitens* ein solches regelzirkuläres Argument für VT formulieren. Diese „Doppelstrategie“ werde ich in Abschnitt 2.3. verfolgen, aber auch ihre Grenzen aufzeigen.

⁴ Es scheint mir zu stimmen, dass wir zum Beispiel nicht *a priori* beweisen können, dass eine einfachere Erklärung in unserer aktuellen Welt wahrscheinlicher wahr ist. Denn Aussagen wie "in unserer Welt bringen meistens komplizierte und nicht einfache Mechanismen oder Eigenschaften Explanandum-Phänomene hervor" bergen keine logischen Widersprüche (überhaupt scheint mir "Einfachheit" mehr ein pragmatischer als ein in irgendeiner Weise epistemisch gelagerter Wert zu sein). Allerdings wird zum Beispiel auch "Kohärenz" oft als ein explanatorischer Wert eingeführt (Vergleich Mackonis (2013)). Eine notwendige, wenn auch nicht hinreichende Bedingung für das Bestehen von Kohärenz in einem System S ist die innere Konsistenz von S. Eine komplexe Erklärung ohne sich einander widersprechende Aussagen ist also kohärenter als eine mit. Insofern also davon ausgegangen werden kann, dass der Satz vom Widerspruch *a priori* erkannt werden kann, das heißt, dass eine Aussage A nicht zugleich zutreffen und nicht zutreffen kann, kann vielleicht auch *a priori* erkannt werden, dass Kohärenz eine wahrheitsförderliche Eigenschaft von Erklärungen ist.

2.1.2. Das Verfügbarkeitsproblem

Bas van Fraassen hat in "**Laws and Symmetry**" (van Fraassen (1989), S. 131 - 144) zwei Argumente gegen den Schluss auf die beste Erklärung vorgebracht, die im Anschluss an Stathis Psillos (Psillos (1996)) als:

- a. Argument from the Bad Lot und
- b. Argument from Indifference

bezeichnet werden können. Diese Argumente betreffen beide die *Verfügbarkeit* von potentiellen Erklärungen bei in der Praxis gezogenen SdbE. Sie sollen beide, wenn auch in unterschiedlichem Ausmaß (siehe unten), das Verfügbarkeitsproblem starkmachen.

2.1.2.1. Schwaches Verfügbarkeitsproblem

Das **Argument from the Bad Lot** besagt, grob gesagt, dass die beste verfügbare Erklärung für ein Phänomen *möglicherweise* keine besonders gute Erklärung ist (van Fraassen 1989, S. 143). Dabei weist van Fraassen zunächst auf den nicht von der Hand zu weisenden Umstand hin, dass in konkreten Situationen immer nur zwischen allen *verfügbaren Hypothesen* ausgewählt werden kann (in IFS2 Prämisse P4). Deshalb sollten wir auch besser vom Schluss auf die beste *zum gegebenen Zeitpunkt zur Verfügung stehenden* Erklärung sprechen. Nach van Fraassen können wir aber grundsätzlich nicht wissen, dass die relativ beste zur Verfügung stehende Erklärung nicht eine *absolut schlechte* Erklärung ist. Das unterminiert natürlich den Anspruch von SdbE, eine verlässliche Schlussform zu sein. Und es zeigt eine prinzipielle Grenze von NMAs auf: Denn *konkret* können Realisten immer nur zeigen, dass der wissenschaftliche Realismus die beste *verfügbare* Erklärung für wissenschaftlichen Erfolg ist. Es scheint ihnen aber *prinzipiell* unmöglich zu zeigen, dass er auch die absolut beste Erklärung schlechthin ist.

So our selection may well be the best of a bad lot.
- Bas van Fraassen: Laws and Symmetry. (1989), S. 143

Stathis Psillos hat beide Argumente von Fraassen einer Kritik unterzogen. Seine Kritik gegen das "Argument from a Bad Lot" verfehlt dieses meiner Meinung nach aber aus zwei Gründen (Vgl. hierzu auch Ladyman et al. (1997)): *Erstens* fasst Psillos das Argument falsch zusammen, wenn er schreibt: "In brief, van Fraassen's point is that unless an unwarranted privilege is appealed to, it is *more likely* that the truth lies in the space of hitherto unborn hypotheses." (Psillos (1996), S. 37; m.H.). Wie aus dem oberen Abschnitt und Zitat klar hervorgeht, behauptet van Fraassen gar *nicht*, dass es *wahrscheinlich* ist, sondern nur, dass es *möglich* ist, dass uns die beste Erklärung nicht zur Verfügung steht. *Zweitens* fasst Psillos van Fraassens Forderung falsch zusammen, wenn er schreibt, dass dieser von Befürwortern des SdbE verlange, sie sollten: "[...] eliminate the possibility that the truth might lie outside the theories that scientists have come up with, before one argues that there are good reasons to believe that the truth lies within this range of theories?" (ebd.) Van Fraassen fordert nicht, dass Befürworter des SdbE die Möglichkeit, dass die beste Erklärung außerhalb der Menge der gegebenen Erklärungen liegt, *eliminieren* müssen. Er fordert sie lediglich dazu auf *gute Gründe* gegen diese Möglichkeit anzuführen.

Das Argument from a Bad Lot kann ein schwaches Verfügbarkeitsproblem motivieren:

2a. **schwaches Verfügbarkeitsproblem:** Es ist *möglich*, dass uns die beste Erklärung für ein gegebenes Phänomen meistens nicht zur Verfügung steht.

Der Realist kann, wie ich vorschlagen möchte, wie folgt mit dem schwachen Verfügbarkeitsproblem umgehen. Er gesteht zunächst zu, dass dieses Problem bislang ungelöst und vielleicht auch unlösbar ist. Dann weist er aber darauf hin, dass das schwache Verfügbarkeitsproblem dem **skeptischen Problem** ähnelt. Das skeptische Problem besteht darin, dass es möglich ist, dass wir uns in einem skeptischen Szenario befinden. Ein skeptisches Szenario ist zum Beispiel eines, in dem wir alle Gehirne in Tanks sind und uns die Außenwelt nur imaginiert wird. Obwohl es möglich ist, dass so etwas der Fall ist, halten wir unsere Sinneserfahrungen häufig für zuverlässig. Ein Grund dafür mag der sein, dass viele Szenarien *möglich* sind. Der Skeptiker liefert gemeinhin aber wenige Gründe für die Annahme, dass es *der Fall*

oder zumindest *wahrscheinlich* ist, dass wir uns in einem skeptischen Szenario befinden.⁵ Nehmen wir nun an, der Antiskeptiker kann umgekehrt gute Gründe dafür anführen, dass es *wahrscheinlich* ist, dass wir uns *nicht* in einem skeptischen Szenario befinden. Dann ist es in nicht-gewissheitserfordernden epistemischen Kontexten, denke ich, rational, davon überzeugt zu sein, dass unsere Sinneserfahrungen zuverlässig sind. Und zwar auch dann, wenn wir nicht die *Möglichkeit* ausschließen können, dass wir in einem skeptischen Szenario leben.

Ähnliches gilt nun für das **schwache Verfügbarkeitsproblem**. Auch hier kann nicht ausgeschlossen werden, dass es *möglich* ist, dass wir uns in einem Szenario befinden, in dem uns die besten Erklärungen meistens nicht zur Verfügung stehen. In nicht-gewissheitserfordernden Kontexten ist aber relevant, ob es *wahrscheinlich* ist, dass wir uns in einem solchen Szenario befinden. Im nächsten Abschnitt zeige ich, dass van Fraassen (und meines Wissens nach auch bisher sonst niemand) keine guten Gründe für diese relevante Hypothese angeführt hat. Und in Abschnitt 2.2.2. entwickle ich ein Argument für die Annahme, dass es sogar *wahrscheinlich* ist, dass uns die beste Erklärung meistens zur Verfügung steht. Es folgt, dass das schwache Verfügbarkeitsproblem zwar ungelöst ist, man unter Umständen aber trotzdem gerechtfertigt sein kann, an die Rationalität von SdbE zu glauben.

2.1.2.2. Starkes Verfügbarkeitsproblem

Das **Argument from Indifference** besagt, lose gesagt, dass die beste verfügbare Erklärung für ein Phänomen sogar *wahrscheinlich falsch* ist. Denn diese sei nur ein "random member" (van Fraassen (1989), S. 146) einer großen Menge von potentiellen Erklärungen, die das Explanandum alle mindestens ebenso gut erklären wie sie selbst und von denen die meisten falsch sind. Van Fraassen versucht das Verfügbarkeitsproblem also noch einmal zu verschärfen. Denn anders als sein erstes Argument besagt das Argument from Indifference nicht nur, dass wir nicht nur keine guten Gründe haben anzunehmen, die beste aller möglichen Erklärungen gehöre zur Menge der verfügbaren Erklärungen, sondern dass wir sogar gute Gründe für die gegenteilige Annahme besitzen:

I believe, and so do you, that there are many theories, perhaps never yet formulated but in accordance with all evidence so far, which explain at least as well as the best we have now. Since these theories can disagree in so many ways about statements that go beyond our evidence to date, it is clear that most of them by far must be false. I know nothing about our best explanation, relevant to its truth-value, except that it belongs to this class [of theories which explain at least as well]. So I must treat it as a random member of this class, most of which is false. Hence it must seem very improbable to me that it is true.

- ebd., S. 146

Anders ausgedrückt: Bas van Fraassen möchte nicht mehr nur das *schwache Verfügbarkeitsproblem*, sondern nun auch ein *starkes Verfügbarkeitsproblem* motivieren:

2b. **starkes Verfügbarkeitsproblem**: Es ist *wahrscheinlich*, dass uns die beste Erklärung für ein gegebenes Phänomen meistens nicht zur Verfügung steht.

Gegen dieses Argument hat Psillos - wie ich finde dieses Mal zu Recht - darauf hingewiesen, dass sich mit der angestrebten Verschärfung des Verfügbarkeitsproblems auch die **Beweislast verschiebt** (Psillos (1996), S. 43., Vergleich auch Psillos (1999), S. 223): Van Fraassen muss nun zeigen, dass es *erstens* stets viele unbekannte Explanantia gibt und dass diese *zweitens* die Explananda mindestens genauso gut erklären wie die bekannten. Beides steht seitens van Fraassen bisher aus. Das heißt natürlich aber nicht, dass sich die beiden Behauptungen nicht begründen ließen. Wie also könnte eine solche Begründung aussehen? Ich sehe u.a. zwei mögliche Rechtfertigungsstrategien:

⁵ Eine Ausnahme stellt eine neuere skeptische Hypothese dar. Nach dieser befinden wir uns in einer computational generierten Simulation einer Realität. Befürworter dieser Hypothese argumentieren, dass es nicht nur möglich, sondern sogar *wahrscheinlich* ist, dass wir in einer solchen Simulation leben (Bostrom (2003), insbesondere Abschnitt IV.).

Unterbestimmtheit: Wenn T_1 die beste verfügbare Erklärung für eine Menge von Phänomenen $M_1 (P_1, \dots P_n)$ ist, dann ergibt sich aus rein logischen Überlegungen, dass es empirisch äquivalente Theorien $T_2, \dots T_n$ geben muss, die auch mit $M_1 (P_1, \dots P_n)$ vereinbar sind (siehe z.B. Quine (1975), S. 219). Problem: Diese Strategie zeigt nicht, dass es stets viele Theorien gibt, die $M_1 (P_1, \dots P_n)$ mindestens ebenso gut *erklären* wie T_1 . Denn empirisch äquivalent zu sein bedeutet noch lange nicht explanatorisch mindestens ebenbürtig zu sein (Bird (2017), S. 426). Mehr noch: SdbE werden oft gerade dafür bemüht, um Unterbestimmtheitsprobleme zu lösen. Das heißt, wenn man bei der Konstruktion wissenschaftlicher Theorien explanatorische Werte berücksichtigt, dann ist es sogar wahrscheinlich, dass unsere wissenschaftlichen Theorien qua Konstruktion diejenigen unter den empirisch äquivalenten sind, die am besten erklären.

Pessimistische Meta-Induktion: Für einige historische Fälle gilt: Wenn T_1 zu einem vergangenen Zeitpunkt die beste verfügbare Erklärung für $M_1 (P_1, P_2, P_3)$ war, dann sind wir heute im Besitz einer Theorie T_2 , welche $M_1 (P_1, P_2, P_3)$ besser erklärt als T_1 oder welche mehr Phänomene $M_2 (P_1, P_2, P_3, P_4)$ mindestens ebenso gut erklärt wie T_1 . Qua Induktion folgt nun, dass wir auch in Zukunft Theorien finden werden, welche besser erklären als die uns heute verfügbaren. Problem: Dieser Schluss hat die Form: Alle bisher beobachteten Fs waren Gs, also werden auch zukünftige Fs Gs sein. *Konkret:* Alle bisherigen Theorien wurden durch explanatorisch höherwertige Theorien abgelöst, also werden auch unsere gegenwärtigen Theorien durch explanatorisch höherwertige Theorien abgelöst werden. Ein solcher Schluss ist aber nur dann gerechtfertigt, wenn *erstens* die induktive Basis (die bisher beobachteten Fs) groß und repräsentativ ist oder wenn *zweitens* eine natürliche Verbindung zwischen einem F-sein und einem G-sein besteht (Vgl. Godfrey-Smith (2011)). Laudans Liste ist aber *erstens* weder groß (sie umfasst nur 12 Theorien) noch repräsentativ (die Theorien wurden nicht zufällig, sondern vielmehr *gerade deshalb* ausgewählt, weil sie erfolgreich waren, sich aber als falsch herausgestellt haben). *Zweitens* gibt es keine „natürliche Verbindung“ zwischen eine-Theorie-sein und durch-eine-besser-erklärende-Theorie-abgelöst-werden. Die PMI ist in jedem Fall kein gutes induktives Argument (diese Argumentationslinie stammt von Mizrahi (2012)).

Das alles soll zeigen, dass das *starke Verfügbarkeitsproblem* zumindest nicht durch Abwandlungen der klassischen antirealistischen Argumente motiviert werden kann. Anders als beim schwachen Verfügbarkeitsproblem denke ich, dass es überdies gute Argumente gegen das Bestehen eines starken Verfügbarkeitsproblems gibt (siehe auch Lipton (1991), S. 158ff.). Eines dieser Argumente wird im Nachfolgenden vorgestellt.

2.2. Eine externalistische Verteidigungsstrategie

2.2.1. Der Petitio-Einwand

Die Debatte um Schlüsse auf die beste Erklärung ist natürlich nicht abgeschlossen und kann im Rahmen dieser Arbeit auch nicht angemessen skizziert werden. **Arthur Fine** (siehe Fine (1984), S. 85-86, Vgl. auch Fine (1986), S. 153-154, 160f.) und Larry Laudan (Laudan (1981), S. 45) haben im Kontext dieser Debatte auf einen wichtigen Punkt hingewiesen: Antirealisten akzeptieren die Verlässlichkeitsthese i.d.R. *nicht*.

Fine hat ihn insgesamt präziser herausgearbeitet:

While [antirealists] appreciate the systematization and coherence brought about by scientific explanation, they question whether acceptable explanations need to be true and, hence, whether the entities mentioned in explanatory principles need to exist. [...] one must not beg the question as to the significance of explanatory

hypotheses by assuming that they carry truth as well as explanatory efficiency.
- Arthur Fine: *The Shaky Game*. Chicago (1986), S. 153 - 154, 160f.

Was ist damit gemeint? Sehen wir uns hierzu ein konkretes Beispiel an:

Explanandum_E: Kathodenstrahlen tragen eine negative elektrische Ladung, die sich immer nur um das Ganze Vielfache einer Größe verändert.

Explanans_E: Elektronen (das heißt unteilbare mikroskopische Systeme mit einer negativen elektrischen Ladung) konstituieren Kathodenstrahlen.

Wenn wir Explanandum_E und Explanans_E in IFS2 einfügen, dann erhalten wir einen SdBE, der typischerweise nicht von Philosophen, sondern von Wissenschaftlern vollzogen wird! **Antirealisten** gestehen in der Regel zu, dass auf diese Weise wissenschaftliche Theorien entstehen, die empirisch sehr erfolgreich sind. Einige von ihnen teilen mit den Realisten tatsächlich auch die Meinung, dass eine erfolgreiche wissenschaftliche Theorie in vielen Fällen die *beste* wissenschaftliche Erklärung für ihren Erfolg darstellt. Aber anders als der Realist akzeptiert der Antirealist *nicht VT*, d.h. dass in diesen Fällen auf die *Wahrheit* der erfolgreichen Theorie geschlossen werden darf. Die Verlässlichkeitsthese VT ist also auf *lokaler Ebene* gerade erst Teil der Debatte zwischen Realisten und Antirealisten.

Wenn jetzt in *genau dieser Debatte* das NMA als SdbE rekonstruiert wird um den Realismus (global oder lokal) zu verteidigen, dann ist das gewissermaßen **zirkulär**. Denn das NMA setzt etwas voraus, die Verlässlichkeitsthese VT, was es erst zu beweisen gilt.

2.2.2. Die Verteidigungsstrategie

Was kann der **Realist** dem entgegenhalten? Die bekannteste **Erwiderung** auf den Einwand von Laudan und Fine findet sich zweifelsohne bei **Stathis Psillos** (Psillos (1999), S. 75 – 87). Psillos greift hier auf eine vielgebrauchte Unterscheidung von Richard Bevan Braithwaite zurück (Braithwaite (1953), S. 274 – 278):

Prämissenzirkularität: Ein Argument ist *prämissenzirkulär*, gdw. es mindestens eine Prämisse enthält, die man nur dann für glaubhaft halten kann, wenn man bereits von der Schlussfolgerung überzeugt ist.⁶

Regelzirkularität: Ein Argument ist *regelzirkulär*, gdw. seine Konklusion etwas über die Schlussregel R behauptet oder impliziert, die im Argument verwendet wird, um zur Konklusion zu gelangen. Insbesondere sagt oder impliziert die Konklusion, dass R eine *verlässliche* Schlussregel ist.

Psillos argumentiert jetzt **zunächst**, dass das NMA als SdbE *auf keinen Fall prämissenzirkulär* ist. Das sieht man ganz einfach daran, dass in den Prämissen weder explizit noch implizit eine Annahme über den wissenschaftlichen Realismus o.Ä. getroffen wird.

Psillos argumentiert **weiter**, dass das NMA wenn überhaupt *regelzirkulär* ist (Psillos (1999), S. 80). Eine solche regelzirkuläre Version ist Psillos' modifizierte Version von Richard Boyds NMA. Hier zunächst Boyds NMA als ein SdbE (Vgl. Boyd (1980), S. 617f. und Boyd (1991), S. 207 sowie speziell zu dieser Rekonstruktion Tschepeke (2003), S. 189 - 192 und 210 - 211):

⁶ Prämissenzirkularität wird oft anders definiert als von mir, nämlich so Def1: Ein Argument ist zirkulär, gdw. es mindestens eine Prämisse enthält, die die Schlussfolgerung voraussetzt. Wenn diese Definition korrekt wäre, dann wäre Descartes' berühmtes "Cogito-Argument" zirkulär! Denn dass ich denke, setzt voraus, dass ich existiere (sonst würde das Argument nicht funktionieren!). Descartes Argument ist aber durchaus überzeugend und informativ und da "Prämissenzirkularität" eine schlechte Eigenschaft von Argumenten anzeigt, ist Def1 offenbar unzufriedenstellend.

Explanandum_B: Die Gesamtmenge M der Methoden (Prinzipien, Verfahren etc.) der Wissenschaften, die sich auf die zum jeweiligen Zeitpunkt akzeptierten Theorien $\{T_i^{\text{Hin}}\}$ stützen, liefert in verlässlicher Weise neue Theorien $\{T_i^{\text{neu}}\}$, die ihrerseits instrumentell verlässlich sind.
Explanans_B: Die Theorien $\{T_i^{\text{Hin}}\}$ sind zumindest annähernd wahr.

Boyd's NMA besagt, dass *erstens* die wissenschaftliche Methodologie *verlässlich* ist, das heißt, dass sie Prinzipien, Regeln und Ähnliches beinhaltet, welche zur Gewinnung und Etablierung von wissenschaftlichen Theorien $\{T_i^{\text{neu}}\}$ beitragen, welche wiederum instrumentell verlässlich sind, das heißt annähernd korrekte Prognosen über das Verhalten beobachtbarer Phänomene liefert (Boyd (1980), S. 616). Und *zweitens*, dass die fraglichen Prinzipien und Ähnliches allesamt *theorieabhängig* sind, das heißt ihre Anwendung in einem konkreten Gegenstandsbereich involviert bereits etablierte Theorien $\{T_i^{\text{Hin}}\}$ des jeweiligen Gegenstandsbereiches selbst oder anderer Bereiche (Boyd (1985), S. 7-8). Diese beiden Punkte bilden das Explanandum in Boyd's NMA. Schließlich wird die Wahrheit der Theorien $\{T_i^{\text{Hin}}\}$ als die einzige plausible und eine gute Erklärung für dieses Explanandum ausgezeichnet und über ein SdbE auf die Wahrheit der Theorien $\{T_i^{\text{Hin}}\}$ geschlossen. Um ein eigenes **Beispiel** zu geben: Es werden experimentelle Daten mithilfe eines Mikroskops gesammelt. Ihre Auswertung hängt entscheidend von Hintergrundtheorien über den erforschten mikroskopischen Bereich, die Natur des Lichts etc. ab und führt erfolgreich zu neuen Theorien, die instrumentell verlässlich sind. Dieser Erfolg wird explanatorisch auf die annähernde Wahrheit der Hintergrundtheorien zurückgeführt: Wenn diese nicht zumindest annähernd wahr wären, käme es einem Wunder gleich, dass sie trotzdem verlässlich zu neuen Theorien führen, die ihrerseits instrumentell erfolgreich sind. Für unsere Zwecke ist nun besonders wichtig, dass Boyd *die Verlässlichkeit wissenschaftlicher Methodologie* dadurch erklärt, dass unsere Hintergrundtheorien $\{T_i^{\text{Hin}}\}$ annähernd wahr sind (Boyd (1991), S. 207). In reliabilistischer Terminologie kann man von einem verlässlichen **epistemischen Verfahren TMP** reden, dessen Input die Methoden in M und die Theorien $\{T_i^{\text{Hin}}\}$ und dessen Output die Theorien $\{T_i^{\text{neu}}\}$ sind. Boyd erklärt, in einem Satz zusammengefasst, die Verlässlichkeit von TMP durch die Wahrheit der Theorien $\{T_i^{\text{Hin}}\}$.

Stathis Psillos schlägt nun vor, das boydsche NMA so zu modifizieren, dass es zu einer Verteidigung der Verlässlichkeitsthese VT taugt (Psillos (1999), S. 79ff.). Dafür ergänzt er Boyd's NMA um einen kleinen, aber entscheidenden Argumentationsschritt: Die meisten der Theorien $\{T_i^{\text{Hin}}\}$ wurden ja bekanntlich über SdbE eingeführt. Aus diesem Umstand und daraus, dass das Explanandum_B am besten durch die Wahrheit der Theorien $\{T_i^{\text{Hin}}\}$ erklärt werden kann, soll nach Psillos auf die Verlässlichkeit von abduktiven Schlussregeln geschlossen werden. Wieder in einem Satz zusammengefasst: Die Theorien $\{T_i^{\text{Hin}}\}$ beruhen in der Regel auf SdbE und sind gemäß dem boydschen NMA annähernd wahr, das stützt die These VT, dass SdbE häufig zu wahren Konklusionen führen. Speziell gegen Voltaires Einwand kann also eingewendet werden, dass der methodologische Erfolg der Wissenschaften am besten dadurch erklärt werden kann, dass wir eine „erklärungsfreundliche“ Welt bevölkern.

Dieser zusätzliche Schritt macht das Argument nun aber definitiv **regelzirkulär**. Denn einerseits wird ein SdbE vollzogen, um zu der Annahme zu gelangen, dass die Theorien $\{T_i^{\text{Hin}}\}$ annähernd wahr sind. Andererseits soll genau diese Annahme aber auch die These von der Verlässlichkeit von SdbE rechtfertigen. Ist das nun ein Problem? Stathis Psillos ist der Auffassung, dass ein Argument nur dann „böartig“ zirkulär ist, wenn es etwas behauptet oder impliziert, dass unabhängig von ihm gezeigt werden muss (ebd., S. 79). Prämissenzirkuläre Argumente sind in diesem Sinne auf jeden Fall „böartig“. Ob regelzirkuläre Argumente, wie das gerade skizzierte, böartig sind, hängt ganz davon ab, welche Epistemologie man vertritt. Wenn man **Externalist** ist, dann glaubt man, dass die Verwendung einer Schlussregel zuverlässig ist oder nicht, unabhängig davon, ob das gezeigt werden kann. Ein **Internalist** hält dem entgegen, dass man zusätzlich Rechtfertigungsgründe für die Verlässlichkeit einer Schlussregel anführen können muss, um diese zuverlässig anwenden zu können. Für einen Internalisten ist Psillos Begründung von VT also „böartig“ regelzirkulär und für einen Externalisten nicht (Vgl. Psillos (1999), S. 79 – 87).

2.2.3. mögliche Einwände und Reaktionen

Der Realist kann sich hier also auf eine externalistische Position zurückziehen, das bietet ihm **drei Vorteile**, die in der Literatur nur selten unterschieden werden:

1. **Verlässlichkeitsproblem:** Er muss VT nicht begründen können, um SdbE gerechtfertigt vollziehen zu dürfen. Es reicht aus, wenn VT *de facto* wahr ist.
2. **Petitio-Problem:** Er kann VT begründen, indem er SdbE verwendet, sofern VT wahr ist - aber *dass* VT wahr ist, muss er nicht unabhängig von SdbE zeigen.
3. **starkes Verfügbarkeitsproblem:** Er kann gegen das *starke Verfügbarkeitsproblem* einwenden, dass die Theorien $\{T_i^{\text{Hin}}\}$ annähernd wahr sind und über SdbE eingeführt wurden. Das impliziert, dass uns annähernd wahre Erklärungen in der Vergangenheit meistens zur Verfügung gestanden haben müssen. Zudem zeigt uns unsere Erfahrung, dass neue Theorien im Laufe der Zeit zu Hintergrundtheorien werden und wiederum häufig neue, instrumentell verlässliche Theorien hervorbringen. Eine induktive Generalisierung ergibt schließlich: Es ist häufig der Fall, dass uns die besten (wissenschaftlichen) Erklärungen zur Verfügung stehen.

Der letzte Punkt, dass man mit Psillos modifizierten Version von Boyds NMA auch gegen das **starke Verfügbarkeitsproblem** bzw. gegen das Argument from Indifference anargumentieren kann, erscheint in der hier gewählten Darstellung vielleicht fast schon trivial. Meines Wissens nach hat ihn bisher aber kein anderer Autor herausgearbeitet.

Neben den hier aufgelisteten Stärken der aufgezeigten Verteidigungsstrategie von SdbE sehe ich vor allem **drei Probleme**. Um **das erste** zu verstehen, müssen wir zwischen der faktischen Wahrheit von VT und der praktischen Überzeugungskraft von SdbE unterscheiden. Selbst wenn VT *de facto* wahr ist, ändert das nichts an Fines ursprünglichen Punkt, dass Antirealisten VT nicht akzeptieren und in Folge die gesamte aufgezeigte Argumentationslinie nicht überzeugend finden werden. Das ist insofern ein Problem für den Realisten, als dass er mit seinem „ultimativen Argument“ ja nicht nur die Leute aus dem eigenen Lager bekräftigen, sondern optimalerweise auch Antirealisten überzeugen können möchte. Hier herrscht meiner Einschätzung nach eine Pattsituation: Realisten akzeptieren in der Regel VT und Antirealisten akzeptieren in der Regel VT nicht. In Folge werden Realisten die hier aufgezeigte Verteidigungsstrategie in der Regel auch überzeugend finden und Antirealisten nicht. Diese Pattsituation ist gegenwärtig insofern nicht auflösbar, als dass es derzeit keine schlagenden Argumente für oder wider VT gibt, die unabhängig von vorthoretischen Intuitionen über SdbE alle überzeugen könnten.

Es gibt noch ein **zweites Problem** mit der aufgezeigten Argumentationslinie. Sobald man nämlich regelzirkuläre Argumente für die Rationalität von Schlussformen zulässt, lassen sich viele Schlussformen rechtfertigen, die klarerweise irrational zu sein scheinen. Eine solche augenscheinlich irrationale Schlussform kann ein "Schluss auf die schlechteste Erklärung" (SdsE) sein. Ein SdsE ist verlässlich, gdw. die schlechteste Erklärung für ein Phänomen in hinreichend vielen Fällen dessen korrekte Erklärung ist. Jetzt können wir Hintergrundtheorien $\{T_i^{\text{Hin}_2}\}$ einführen, die die schlechteste Erklärung für gegebene Explanandumphänomene sind und vermutlich zu instrumentell erfolglosen neuen Theorien führen. Die schlechteste (oder zumindest eine sehr schlechte) Erklärung für dieses Phänomen ist die Wahrheit der Theorien $\{T_i^{\text{Hin}_2}\}$. Wenn man regelzirkuläre Argumente zulässt, dann kann man weiter argumentieren, dass da die $\{T_i^{\text{Hin}_2}\}$ wahr sind und über SdsE eingeführt wurden, unser Vertrauen in die Verlässlichkeit von SdsE bestärkt ist. Das entspricht der zuvor aufgezeigten Argumentationslinie für die Verlässlichkeit von SdbE (Vgl. für einen ähnlichen Einwand in Bezug auf regelzirkuläre Verteidigungen von enumerativen Induktionsschlüssen siehe Salmon (1957), S. 45 - 47). Der externalistisch eingestellte Realist kann zwar immer noch glauben, hoffen und sogar dafür argumentieren, dass SdbE *de facto* verlässlich sind und SdsE nicht, aber das macht keinen epistemischen Unterschied mehr. Denn ob die Verwendung einer Schlussregel verlässlich ist oder nicht, hängt laut dem Externalismus nicht von internen Zuständen, sondern allein davon ab, ob die Schlussregel tatsächlich zuverlässig ist oder nicht.

Das **dritte Problem** der externalistischen Verteidigung ist wahrscheinlich das am meisten diskutierte.⁷ Kyle Stanford (Stanford (2006)) hat darauf hingewiesen, dass wir in der Vergangenheit häufig bessere und aus heutiger Sicht wahrheitsnähere Erklärungen für Eplanandumphänomene nicht berücksichtigt haben. Zum Beispiel berücksichtigte Isaac Newton nicht die Relativitätstheorie, als er seine eigene Erklärung der himmlischen und terrestrischen Bewegungen entwickelte. Und Augustin Jean Fresnel berücksichtigte nicht die Quantenelektrodynamik, als er eine große Klasse von optischen Phänomenen erklären wollte. Die newtonsche Mechanik und Fresnels Wellentheorie des Lichts waren damals auch Hintergrundtheorien von Experimenten, die zu erfolgreichen neuen Theorien geführt haben. Folglich scheinen Hintergrundtheorien auch dann zu erfolgreichen neuen Theorien führen zu können, wenn sie nicht wahr sind. Kurz zusammengefasst bedeutet das, dass es nicht rational zu sein scheint, die Konklusion in Boyds NMA für wahr zu halten, wenn die Prämissen wahr sind. Nun kann der Realist diesem Problem entgegen, indem er seine Position abschwächt und nur noch einen selektiven Realismus vertritt. Das kann heißen, er behauptet nicht mehr die Wahrheit von erfolgreichen Theorien als Ganzes, sondern nur noch die Wahrheit von wissenschaftlichen Sätzen über Dinge, die einer ganz bestimmten metaphysischen Kategorie angehören. Die drei wohl bekanntesten klassischen Formen des **selektiven Realismus** sind:

Deployment-Realismus: Die Sätze über die "working posits" einer erfolgreichen Theorie sind wahr, d.h. über die Teile, die für den Erfolg von T verantwortlich sind.
epistemischer Strukturenrealismus: Die mathematischen Sätze (der strukturelle Gehalt) einer erfolgreichen Theorie sind wahr.
Entitätenrealismus: Die theoretischen Entitäten, die sich in Experimenten gezielt und routinemäßig kausal manipulieren lassen, sind real.

Der Entitätenrealismus kehrt dem "klassischen" Theorienrealismus ganz den Rücken zu. Bemerkenswert ist überdies, dass der Entitäten- und Strukturenrealismus gewissermaßen in entgegengesetzte Richtungen ziehen: Ersterer sagt aus, dass wir Vertrauen in die Existenz von Elektronen haben können, aber skeptisch gegenüber Theorien über diese sein sollten. Der Strukturenrealismus besagt hingegen, dass wir Vertrauen in den strukturellen Gehalt dieser Theorien haben können, aber skeptisch gegenüber der ontologischen Existenz von Elektronen sein sollten. Trotz aller Unterschiede gibt es Versuche, Entitätenrealismus und Strukturenrealismus miteinander zu vereinen (siehe unter anderem Chakravartty (1998), Chakravartty (2010)). Und trotz aller Unterschiede verfolgen alle Formen des selektiven Realismus dieselbe **"Divide-et-Impera"-Strategie**: Sie behaupten nur die Wahrheit von den wissenschaftlichen Sätzen, von denen angenommen wird, dass sie auch nach radikalen Theorienwandel in erfolgreichen wissenschaftlichen Theorien erhalten geblieben sind und erhalten bleiben werden.

Gegeben also die Wissenschaftshistorie zeigt tatsächlich, dass die Inferenz von dem empirischen Erfolg einer Theorie auf ihre vollumfängliche Wahrheit nicht verlässlich ist (für eine Kritik an dieser Annahme siehe aber Psillos (1999), S. 95 – 139). Dann ist das NMA, wie es auf Seite 1 dieser Arbeit dargestellt wurde, **kein gutes Argument**. Denn dann ist es nicht rational, von der Wahrheit der Prämissen dieses Argumentes auf die Wahrheit seiner Konklusion zu schließen. Das NMA lässt sich aber wohlmöglich dadurch retten, indem im Explanans nur noch auf die Wahrheit eines *selektiven Realismus* geschlossen wird. Ob die "Divide-et-Impera"-Strategie aber tatsächlich erfolgreich sein kann und welche Form von

⁷ Hier ist eine Klarstellung angebracht: Laudans Pessimistische Meta-Induktion kann eine induktive und eine deduktive Form annehmen (Mizrahi (2012)). Das Gleiche gilt für Stanfords Argument der unbedachten Alternativen. Ich habe auf den Seiten 10 – 11 dieser Arbeit dargelegt, dass ich solche Argumente in induktiver Form für schlechte Argumente halte. Es scheint mir unverständlich, warum heutige Theorien falsch sein sollten, weil vergangene Theorien falsch waren (bestenfalls könnte man hier vielleicht mit einer Pfadabhängigkeit argumentieren). Die Argumente von Laudan und Stanford in einer deduktiven Form nehme ich aber sehr ernst. Das sind aber keine Argumente mehr für einen Antirealismus, sondern gegen das realistische No-Miracle Argument: (P1) Wenn das NMA ein rationales Argument ist, dann müssten (in einem in den Prämissen eines NMA explizierten Sinne) erfolgreiche Theorien häufig wahr sein. (P2) Die Wissenschaftshistorie zeigt, dass erfolgreiche Theorien oftmals falsch sind. (K1) Das NMA ist kein rationales Argument.

selektivem Realismus dabei angebracht ist, ist ein Gegenstand anhaltender Debatten, deren Ende derzeit noch nicht absehbar ist.⁸

⁸ In jüngster Zeit haben einige Autoren dafür argumentiert, dass sogar ein selektiver Realismus in Bezug auf *alle* erfolgreichen Theorien immer noch zu weit gefasst ist. Wissenschaft, so behaupten sie, ist kein einheitliches Unternehmen, sondern äußerst inhomogen. Es gibt große Unterschiede in verschiedenen Teilen der Wissenschaft in Bezug auf ihre jeweiligen Methoden, Erklärungen, Argumentationen und vieles mehr. Deshalb sollte man sich diese Teile separat anschauen und prüfen, was für oder gegen eine realistische Haltung in Bezug auf diese Teile spricht (siehe zum Beispiel Magnus and Callender (2004), S. 335; Saatsi (2009); Saatsi (2017); Fitzpatrick (2013); Asay (2017)).

3. Der Erklärungsbeff

3.1. Ein Vorschlag

Es soll in diesem Abschnitt zunächst die **Frage** beantwortet werden, *in welchem Sinne genau* das Explanans das Explanandum im NMA erklären soll. Danach werden wir sehen, ob und inwiefern der wissenschaftliche Realismus tatsächlich eine gute und die relativ beste Erklärung für den Erfolg der Wissenschaften darstellt. Die wissenschaftlichen Realisten äußern sich selbst kaum zu diesen Fragen.⁹ Sie scheinen häufig ein *intuitives* Verständnis von "Erklären" vorauszusetzen sowie anzunehmen, dass ihre Erklärung die einzige ist, die den Erfolg der Wissenschaft nicht zu einem "**Wunder**" macht (Putnam (1975), S. 73).

Was also ist eine **Erklärung**? Es ist vielleicht *prima facie* naheliegend zu glauben, dass eine zutreffende Erklärung ein Explanandum *logisch impliziert*. Allerdings folgt das Explanandum im NMA logisch nicht ohne weiteres aus der Wahrheit des Explanans. Das Explanans kann im Rahmen eines deduktiv-nomologischen Erklärungsmodells aber um eine Annahme ergänzt werden, sodass ein deduktiver Zusammenhang hergestellt wird:

R1. T ist wahr.

R2. $T \vdash S(p)$ (*sprich: Satz S über beobachtbares Phänomen p ist ableitbar aus T*).

G1. Für alle Mengen von Theorien $\{T_j\}$ und für alle Sätze Q gilt: Wenn $\{T_j\}$ wahr ist und $\{T_j\} \vdash Q$, dann ist Q wahr.

E. $T \vdash S(p)$ und $S(p)$ ist wahr.

Das Explanandum ist hier der Prognoseerfolg einer wissenschaftlichen Theorie T. Und das Explanans besteht in der Aussage, dass T wahr ist und alle aus wahren Theorien ableitbaren Sätze ebenfalls wahr sind. Nach dem **DN-Modell der Erklärung** ist das Explanandum schon dadurch erklärt, indem gezeigt wurde, dass es deduktiv aus den obenstehenden Prämissen folgt, die das Explanans bilden. Es gibt allerdings äußerst schwerwiegende Kritikpunkte an dem DN-Modell der Erklärung (für einen gelungenen Überblick über die wichtigsten Kritikpunkte siehe Wiltsche (2013), S. 187 – 191). Ich werde deshalb im Folgenden davon ausgehen, dass die gesuchte *explanatorische Relation* zwischen dem Explanandum und Explanans im NMA nicht in der oben angeführten deduktiven Relation besteht. Weiterhin gehe ich aber davon aus, dass oben die *explanatorischen Relata* eines paradigmatischen NMA formal dargestellt wurden. Wie das Explanandum durch das Explanans erklärt werden kann, wird sich, wie wir sehen werden, dann daraus ergeben, wie die Randbedingung R1 "T ist wahr" genau interpretiert wird.

Eine weitere Vorbemerkung zu der Darstellung oben ist angebracht: Das Explanandum eines NMA sollte so formuliert werden, dass die Formulierung sowohl von Befürwortern als auch von Kritikern des Argumentes akzeptiert werden kann. Auf diese Weise wird nämlich eine gemeinsame Grundlage zur Diskussion des NMA geschaffen (Vergleich Tschepke (2003), S. 198). Da zu den Kritikern auch **semantische Antirealisten** zählen, sollte im Explanandum insbesondere nur in *syntaktischer* Hinsicht auf wissenschaftliche Theorien Bezug genommen werden. Das heißt, es darf nicht vorausgesetzt werden, dass es sich bei der Theorie T um interpretierte Zeichen, also um semantisch vollwertige sprachliche Ausdrücke handelt, denen Bedeutung, Referenz und Wahrheitswerte zukommen. Und es darf nicht vorausgesetzt werden, dass es sich bei der Ableitbarkeit von dem (unstrittig semantisch vollwertigen) Beobachtungssatz $S(p)$ aus T um einen deduktiven Schluss handelt. Kurz gesagt: Es darf keine semantische realistische These über die Theorie T in die Formulierung des Explanandums eingehen, wenn das NMA gegen semantische Diskussionsgegner eingesetzt werden soll. All diese Anforderungen werden durch die obenstehende, formale Darstellung des Explanandums erfüllt.

⁹ Eine Ausnahme stellt Richard Boyd dar. Boyd plädiert bei seinem NMA ausdrücklich für einen kausalen Erklärungsbeff (Boyd (1990), S. 376). Für eine genauere Erläuterung seines kausalen Erklärungsbeffs siehe auch Boyd (1989), S. 12.

Dem obenstehenden Explanans könnten - was mehr als bemerkenswert ist - ebenfalls einige Antirealisten zustimmen!¹⁰ Denn das logische Kalkül in der Gesetzesbedingung G1 ist relativ unkontrovers. Die logische Ableitbarkeitsrelation " $T \vdash S(p)$ " ebenso.¹¹ Der Antirealist müsste die Randbedingung R1 nur so lesen, dass sie besagt, dass T *empirisch adäquat und nur in diesem Sinne wahr* ist (James Ladymann (1999), insb. S. 186; Alan Musgrave (1988), S. 242 haben unter anderem vorgeschlagen, dass der Antirealist das Explanandum im NMA durch *empirische Adäquatheit* erklären könnte). Wohingegen der Realist R1 so auffassen würde, dass T sowohl beobachtbare als auch unbeobachtbare Phänomene wahrheitsgemäß beschreibt. *Beide Lager* können den Prognoseerfolg der Theorie T also effektiv dadurch „erklären“, dass alle Sätze, die aus wahren Theorien ableitbar sind, ebenfalls wahr sind. Die explanatorische Relation zwischen Explanandum und Explanans wird jeweils dadurch hergestellt, dass der einzelne Prognoseerfolg **unter einen generellen Sachverhalt subsumiert** wird. Allerdings entspricht die Erklärung beider Lager bislang aber nur einer Erklärung gemäß des gescheiterten DN-Modells.

Bei meiner nachstehenden Argumentation gehe ich nun von den folgenden Annahmen aus: *Erstens*, nach dem bereits erwähnten Scheitern des DN-Modells haben sich vor allem zwei Arten von Erklärungsmodellen hervorgetan: Zum einen die modernen *vereinheitlichenden Erklärungsmodelle*. Diese umgehen zwar einige der zentralen Kritikpunkte am DN-Modell, behalten aber auch viele der Hauptbestandteile des DN-Modells bei (für einen gelungenen Vergleich siehe Klärner (2003), Kapitel 2). Ich gehe daher davon aus, dass es sich beim DN-Modell auch um ein (frühes) Vereinheitlichungsmodell der Erklärung handelt. Und zum anderen *metaphysische Erklärungsmodelle*, zu deren bekanntesten Vertreter die kausalen Erklärungsmodelle gehören. Mein **Argument** ist nun das folgende: *Erstens*, metaphysisches Erklären ist eine stärkere Form von Erklären als vereinheitlichendes Erklären, insofern es im Erfolgsfall aufzeigt, was das Explanandum hervorbringt und meist auch ein vereinheitlichendes Erklären beinhaltet (Bartelborth (2007), S. 200). *Zweitens*, der Antirealist kann das Explanandum im NMA nur vereinheitlichend und der Realist auch metaphysisch erklären. Es folgt, dass die Erklärung des Realisten in einem relevanten, metaphysischen Sinne eine gute und die beste verfügbare Erklärung für den Erfolg der Wissenschaften ist. Der Rest dieser Arbeit besteht in der Ausarbeitung dieses Argumentes.

Der **Antirealist** kann das Explanandum im NMA im Sinne eines modernen Vereinheitlichungsmodelles erklären. Ein solches Modell findet sich etwa bei Philip Kitcher (Kitcher (1981); Kitcher (1989)). Vereinfacht ausgedrückt werden nach Kitcher eine Menge von gegebenen Überzeugungen M durch eine Theorie T vereinheitlicht und damit erklärt, wenn T es erlaubt, eine große Anzahl von Elementen in M unter Verwendung von einigen wenigen deduktiven Argumentmustern herzuleiten (Kitcher (1981), S. 514). Der Antirealist kann in diesem Sinne den prognostischen Erfolg einer wissenschaftlichen Theorie dadurch erklären, dass diese Theorie empirisch adäquat ist (siehe oben). Dabei ist eine Theorie empirisch adäquat, genau dann wenn das, was sie über die beobachtbaren Dinge und Ereignisse in der Welt sagt, wahr ist (Vergleich van Fraassen (1998), S. 213 - 214). Aus dieser einfachen Annahme kann er deduktiv alle Überzeugungen ableiten, nach denen die betreffende Theorie prognostisch erfolgreich war, ist und

¹⁰ Ich gehe davon aus, dass ein *wissenschaftlicher Realismus* in Bezug auf eine wissenschaftliche Theorie besagt, dass die theoretischen Terme dieser Theorie der Absicht nach auf theoretische Entitäten referieren und zumindest näherungsweise wahre Beschreibungen dieser Entitäten beinhalten. Ich verstehe den wissenschaftlichen Realismus also primär im Sinne eines *semantischen* wissenschaftlichen Realismus. Der wissenschaftliche Antirealismus ist dann einfach nur die Negation des wissenschaftlichen Realismus. Dieses Verständnis schließt mit ein, dass ein wissenschaftlicher Antirealist glauben kann, dass die Wahrmacher von theoretischen Ausdrücken in wissenschaftlichen Theorien beobachtbare Phänomene sind.

¹¹ In Wirklichkeit wird ein Beobachtungssatz nicht nur aus einer einzigen Theorie, sondern aus einer Theorie mitsamt Hintergrundannahmen abgeleitet. Hierauf haben unter anderem Willard Van Orman Quine und Pierre Duhem hingewiesen. Ich blende diesen Umstand hier, der Einfachheit halber, aus.

sein wird. Dass es sich bei der Erklärung des Antirealisten durch empirische Adäquatheit, wenn überhaupt, aber nur um eine **sehr schwache Form** von "Erklären" handelt, zeigt das folgende **Beispiel**: Nehmen wir an, aus einer Elektronentheorie T_e lässt sich ein Beobachtungssatz $S(p_N)$ über ein Strich in einer Nebelkammer ableiten und dieser Satz erweist sich empirisch als wahr. Nun fragt ein Student seinen Physikdozenten, *warum* T_e dieses Phänomen vorhersagen konnte. Dieser antwortet ihm, dass alle aus T_e ableitbaren Beobachtungssätze wahr sind. Dies entspricht der oben skizzierten, vereinheitlichenden Erklärung des Antirealisten über empirische Adäquatheit. Sie wird den Studenten vermutlich aber nicht zufriedenstellen, denn bislang hat ihm der Dozent nur gezeigt, dass das Explanandum unter bestimmten Umständen zu erwarten ist. Er hat ihm aber nicht erklärt, *warum* T_e empirisch erfolgreich ist, will heißen, warum sich die beobachtbare Welt so verhält, wie es zu erwarten wäre, wenn T_e wortwörtlich wahr wäre. Um diese "kosmische Koinzidenz" zwischen theoretischer Prognose und empirischer Wirklichkeit geht es den Vertretern des NMA aber im Wesentlichen (Smart (1963), S. 39). Eine Erklärung durch empirische Adäquatheit ist also keine gute Erklärung für ein wohlverstandenes NMA-Explanandum (ähnlich argumentiert auch Leplin (1997), S. 23). Insbesondere fördert sie auch kaum, wie von Peter Lipton von einer guten Erklärung gefordert, unser *Verständnis* des NMA-Explanandums.

Eine stärkere Form als das nur vereinheitlichende Erklären ist das **metaphysische Erklären**. Eine metaphysische Erklärung zeigt auf, "dass das Auftreten von E eine Instanz eines stabilen (meist kausalen) nomischen Musters [...] ist, dessen Randbedingungen im vorliegenden Fall erfüllt sind, und das bei Vorliegen dieser Randbedingungen E *hervorbringt*." (Bartelborth (2007), S. 44, H.v.m.). Die hervorbringenden Muster oder dispositionellen Eigenschaften werden durch eine invariante Generalisierung oder sogar ein Naturgesetz beschrieben (ebd., S. 200). Insofern beinhaltet metaphysisches Erklären meist auch, aber eben nicht nur, ein vereinheitlichendes Erklären. Der **Realist** möchte den empirischen Erfolg der Wissenschaften auf jeden Fall in diesem starken Sinne erklären. Denn er führt diesen explanatorisch auf die These zurück, dass die von empirisch erfolgreichen Theorien postulierten *theoretischen Entitäten* tatsächlich existieren und, so ist anzunehmen, ist die Grundidee, unter bestimmten Randbedingungen, das Explanandum im NMA "hervorbringen". Das bedeutet auf unser Beispiel bezogen: Der Realist behauptet, dass Elektronen tatsächlich existieren und die Theorie T_e diese zumindest annähernd wahrheitsgemäß beschreibt. Das kann die Überzeugung beinhalten, dass ein Elektron unter bestimmten Laborbedingungen eine bestimmte kausale Rolle einnimmt. Und dadurch kann er schließlich erklären, weshalb es der Fall ist, dass unter diesen Bedingungen ein Strich in der Nebelkammer zu sehen ist. Darüber hinaus kann der Realist qua der Annahme von bestimmten dispositionellen Eigenschaften von Elektronen auch ganz andere empirische Erfolge der Theorie T_e erklären, etwa *Anwendungserfolge* in der Halbleitertechnologie. Im besten Fall kann der Realist also den gesamten empirischen Erfolg von T_e explanatorisch auf dispositionelle Eigenschaft oder nomische Muster zurückführen, die er mit Elektronen assoziiert, und damit metaphysisch erklären.

Dieses Beispiel zeigt, warum der Realist seine **metaphysische Erklärung** für eine gute und die relativ beste Erklärung für den empirischen Erfolg der Wissenschaften hält. Denn sie ist *erstens* eine gute Erklärung im Sinne der explanatorischen Werte a. – e. (siehe S. 4). Das heißt, sie fällt im Regelfall präzise, kausal informationsreich, vereinheitlichend, etc. aus und fördert damit letztendlich im hohen Maße unser Verständnis für diesen Erfolg. In dem Sinne, dass metaphysische Erklärungen häufig in hohem Maße unser Verständnis von Explananda fördern, handelt es sich hier beim metaphysischen Erklären auch um eine *relevante* Form des Erklärens. *Zweitens* ist die Erklärung des Realisten in dem von ihm intendierten metaphysischen Sinne besser als die alternativen Explanantia der Antirealisten. Seungbae Park bietet hier eine gute Übersicht über die neun relevantesten alternativen Explanantia der Antirealisten (Park (2014)), wovon eine die bereits diskutierte Erklärung über empirische Adäquatheit ist (ebd., S. 4 – 5). Ich kann hier aus Platzgründen nicht auf alle einzeln eingehen. Meine Behauptung, die man anhand des zitierten Papers von Seungbae Park auch überprüfen kann, ist aber diese hier: Keiner dieser antirealistischen Erklärungsansätze postuliert *konkrete* dispositionelle Eigenschaften oder nomische Muster und zeigt *konkret* auf, wie diese das NMA-Explanandum beim Vorliegen geeigneter Randbedingungen hervorbringen können. Daher können sie die "kosmische Koinzidenz" zwischen Theorie und Empirie auch nicht annähernd so gut verständlich machen wie das Explanans des Realisten.

Vielleicht lässt sich meine letzte Behauptung sogar noch verschärfen: Wenn es eine Hypothese H gäbe, welche den Erfolg einer wissenschaftlichen Theorie T mindestens genauso gut - das heißt wieder:

präzise, kausal informationsreich, vereinheitlichend, etc. - erklären würde, wie diese Theorie selbst, dann würden wir H voraussichtlich selbst als wissenschaftliche Konkurrenztheorie zu T ansehen. Falls diese verschärfte Behauptung wahr ist, dann folgt, dass es gar keine *antirealistischen* Erklärungen für die Explananda in *lokalen* NMAs als echte Alternativen zu einer realistischen Erklärung geben kann.¹² Das würde dann auch erklären, weshalb Antirealisten nur alternative Erklärungen für *globale* NMAs vorzuschlagen scheinen (siehe wieder Park (2014) sowie für den Unterschied zwischen globalen und lokalen NMAs die Fußnote [1]).

3.2. Mögliche Einwände und Reaktionen

Ich habe dafür argumentiert, dass der Realist sich beim NMA auf einen metaphysischen Erklärungs begriff beziehen sollte. Was könnte man mir entgegenhalten? Ein **möglicher Einwand** ist, dass sich der Realist spezifischer auf einen *kausalen Erklärungs begriff* beziehen sollte. Dieser Einwand wird durch das von mir selbst angebrachte Beispiel noch bestärkt: Der Strich in der Nebelkammer wird von dem Realisten nicht nur dadurch erklärt, dass er von einem Elektron *irgendwie*, sondern dass er *kausal* hervorgebracht wird. Peter Lipton schlägt auch vor, dass man sich beim SdbE auf einen bestimmten kausalen Erklärungs begriff berufen sollte (Lipton (1991), insb. Kap 3 und 5). Zugleich diskutiert Lipton auch zwei Gegenbeispiele aus den Wissenschaften, bei denen auf die Wahrheit einer besten nicht-kausalen Erklärung geschlossen wird (ebd., S. 31f.). Hier ist noch ein drittes Beispiel: Beim physikalischen Hafele-Keating-Experiment wurden vier Atomuhren_A in Linienflugzeugen einmal in westlicher und einmal in östlicher Richtung um die Erde geflogen. Dabei hat man die Atomuhren_A relativ zu den Atomuhren_B im United States Naval Observatory in Washington D.C. bewegt. Ein anschließender Vergleich der Uhren ergab, dass die Atomuhren_A gegenüber den Atomuhren_B etwas nachgingen. Dieses Phänomen wird im Rahmen der Speziellen Relativitätstheorie über eine Hypothese über die Raumzeitgeometrie erklärt. Diese Hypothese drückt aber kein Ereignis und auch keine raumzeitlich begrenzte Eigenschaft aus. In diesem Sinne wird das Phänomen laut der Speziellen Relativitätstheorie in einem *nicht-kausalen Sinne* durch Eigenschaften der Raumzeit-Geometrie bestimmt oder hervorgebracht. Trotzdem ist die Wahrheit der Speziellen Relativitätstheorie (genauer: der in dieser Theorie enthaltenen Annahme der Zeitdilatation) eine gute und die beste verfügbare Erklärung für die Messergebnisse im Hafele-Keating-Experiment. Und es ist naheliegend, dass der

¹² Nehmen wir an, es gibt eine Menge M von explanatorischen Werten, die plausibel sind und welche die bohmsche Mechanik und die Kopenhagener Deutung als gleich gute Erklärungen für den Erfolg der nicht-relativistischen Quantenmechanik auszeichnen. Dann steht der Realist natürlich auch vor einem Problem, aber das ist dann eine Art *explanatorisches Unterbestimmtheitsproblem*, das heißt, die empirische Evidenz plus die Werte in M lassen unterbestimmt, welche der beiden Theorien den empirischen Erfolg besser erklärt und daher bevorzugt werden sollte. Es ist aber *kein Problem alternativer antirealistischer Explanantia*. Denn Antirealisten können qua ihrer Position nichts durch einen wissenschaftlichen Realismus erklären.

wissenschaftliche Realist vor dem Hintergrund dieses Erfolges natürlich auch auf die Wahrheit der Speziellen Relativitätstheorie schließen können möchte. Das Beispiel zeigt also, dass ein zumindest engerer kausaler Erklärungs begriff für die Zwecke des Realisten ungeeignet ist. Der Realist sollte sich daher im NMA meiner Meinung nach auf den weiteren, metaphysischen (oder vielleicht noch besser: dispositionellen) Erklärungs begriff berufen.

Ein weiterer Einwand könnte lauten, dass ich mich mit der Rede von Eigenschaften, die einander *hervorbringen*, bereits vorschnell auf bestimmte metaphysische Annahme festgelegt habe. Es gibt in der kontemporären Metaphysik indes eine anhaltende Debatte, die man als Debatte um Humesche Metaphysik versus eine Metaphysik der Kräfte bezeichnen kann. Letztere behauptet, dass es modale Fakten bzw. notwendige Verbindungen in der Welt gibt, während die Humesche Metaphysik eben dies verneint. Der Einwand lautet dann schließlich, dass ich mich mit der Rede von Eigenschaften, die einander *hervorbringen*, bereits auf eine Metaphysik von Kräften festgelegt habe. Und dass ein NMA, wie von mir selbst gefordert, eigentlich so formuliert werden sollte, dass alle Realisten und damit auch humesche Realisten diese Formulierung akzeptieren können. Gegen diesen Einwand ist folgendes zu sagen: *Erstens*, der (epistemische) Realist ist auf eine realistische Sicht auf die Quantentheorie als die gegenwärtig erfolgreichste Theorie überhaupt verpflichtet. Die Quantentheorie verletzt das Prinzip der Seperabilität und die Humesche Metaphysik beruht maßgeblich auf diesem Prinzip (siehe unter anderem Maudlin (2007), S. 50 - 78 und Humphreys (2013), S. 56 – 58). Ein humescher Wissenschaftsrealismus ist so betrachtet keine konsistente Position.¹³ *Zweitens* sind sowohl Realisten als auch die am besten ausgearbeitete Form des wissenschaftlichen Antirealismus, nämlich der Konstruktiven Empirismus, wie ich argumentieren werde, auf einen dispositionalen Essenzialismus festgelegt. Die Gegenposition zum Dispositionalismus ist ein Kategorialismus: Dieser besagt, dass das Wesen von Eigenschaften unabhängig von den kausalen und nomologischen Beziehungen ist, in denen diese Eigenschaften sich manifestieren oder manifestieren können. Nun scheint das folgende Prinzip aber sehr plausibel:

Empiristisches Prinzip (EP): Ein Subjekt S besitzt einen *epistemischen Zugang* zu einer beliebigen Eigenschaft der Art G nur durch – und damit in Abhängigkeit von den kausalen und oder nomologischen Beziehungen, in denen Vorkommnisse von G zu anderen Eigenschaften und letztendlich zum Erkenntnisapparat von S stehen.¹⁴

Hier ist ein **einfaches Beispiel**: Es liegt ein runder Gegenstand vor mir. Dann ist es naheliegend, davon auszugehen, dass ich durch dieses Vorkommnis einen epistemischen Zugang zur Eigenschaft Rundsein wie folgt erlangen kann: Die Oberflächenpunkte des Gegenstandes und die Objekte hinter ihm reflektieren Lichtstrahlen mit unterschiedlichen Wellenlängen, dieses treffen auf meine Netzhaut und verursachen bestimmte elektrochemische Reaktionen in meinem Nervensystem, welche wiederum die Wahrnehmung eines runden Gegenstandes in mir hervorrufen. Es mag noch andere (viel indirektere) Zugänge zu der Eigenschaft Rundsein für mich geben, aber es scheint schlichtweg keiner *denkbar*, der nicht in einer kausalen oder nomologischen Relation zwischen mir und Vorkommnissen dieser Eigenschaft besteht. Deshalb ist das Prinzip EP so **plausibel**.

Wenn wir die fundamentalen Eigenschaften nun also als kategorial begreifen, hat dies eine sonderbare Konsequenz, für welche in der Literatur der lateinische Ausdruck "**quidditas**" gebraucht wird (die heutige Verwendung dieses Ausdrucks in diesem Kontext geht auf Black (2000) zurück). Denn eine beliebige kategoriale Eigenschaftsart kann in beliebigen kausalen (und nomologischen) Relationen stehen. Daraus und aus EP folgt, dass wenn wir die Eigenschaften in der Welt als kategorial begreifen, wir keinen Zugang zum Wesen dieser Eigenschaften haben können. Denn wir erlangen einen solchen nur in Abhängigkeit von kausalen und nomologischen Relationen und das Wesen von kategorialen

¹³ Diese Inkonsistenz ließe sich aufheben, indem man die Humesche Metaphysik so abändert, dass sie die fundamentalen physikalischen Eigenschaften relational und nicht intrinsisch konzipiert (Esfeld (2008), Kapitel 5.2.). Diese Abänderung ist unproblematisch, weil der Humeanismus ist nicht auf eine Metaphysik intrinsischer Eigenschaften festgelegt ist. Meine entscheidende Erwiderung ist also die zweite.

¹⁴ Ich beziehe mich hier nur auf natürliche Eigenschaften und lasse aus, ob es z.B. auch mathematische Eigenschaften gibt und ob wir diese erkennen können. Außerdem lasse ich mit der Formulierung „[...]kausalen und oder nomologischen Beziehungen[...]“ die vertrackte Frage offen, wie das Verhältnis zwischen kausalen und nomologischen Relationen ist.

Eigenschaften ist unabhängig von diesen. Das Wesen einer kategorialen Eigenschaft muss daher in einer unerkennbaren "**primitiven Washeit**" bestehen.

Das kann mithilfe des nachstehenden Gedankenexperiments illustriert werden (Bird (2007), S. 70 – 79, Black 2000): Es sei G die Eigenschaftsart, die in der möglichen Welt w_1 als Ladung und H die Eigenschaftsart, die in w_1 als Masse charakterisiert wird. Dann gibt es gemäß der Humeschen Metaphysik eine mögliche Welt w_2 , die w_1 weitestgehend gleicht, außer dass die kausalen und nomologischen Rollen von Ladung und Masse gegenüber w_1 vertauscht sind. Das heißt: In w_2 stehen Eigenschaften der Art G in den kausalen und nomologischen Relationen, in denen die Eigenschaften der Art H in w_1 stehen und umgekehrt. Es gibt damit einen *metaphysischen Unterschied* zwischen den Welten w_1 und w_2 . Dieser macht gemäß dem Prinzip EP aber keinen *epistemisch feststellbaren Unterschied* zwischen w_1 und w_2 , weil beide Welten hinsichtlich ihrer Relationen vollkommen identisch sind. Man spricht in solchen Fällen auch von einem "**haeccistischen Unterschied**" zwischen w_1 und w_2 . Wenn wir also davon ausgehen, dass EP wahr ist und wir eine der Welten w_1 oder w_2 bewohnen, dann können wir *prinzipiell* nicht wissen, welche dieser Welten die unsrige ist.

Dies ist ein Problem sowohl für den wissenschaftlichen Realisten als auch für den konstruktiven Empiristen. Nehmen wir hier erneut an, aus einer Elektronentheorie T_e lässt sich ein Beobachtungssatz $S(p_N)$ über einen Strich in einer Nebelkammer ableiten und dieser Satz erweist sich empirisch als wahr. Der **wissenschaftliche Realist** erklärt dies bekanntermaßen durch die Wahrheit von T_e . Diese Erklärung erscheint nur dann intelligibel, wenn Eigenschaften metaphysisch im Sinne von Dispositionen gedeutet werden. Ansonsten wären die Eigenschaften des Elektrons keine Kraft, die beobachtbaren Eigenschaften in der Nebelkammer hervorzubringen. Es bestünde in diesem Fall keine ontologische Verbindung zwischen den beobachtbaren Eigenschaften in der Nebelkammer und dem Wesen der Eigenschaften des Elektrons. In Folge wären wir dann auch nicht gerechtfertigt, aufgrund der beobachtbaren Eigenschaften in der Nebelkammer auf die Wahrheit von Beschreibungen von unbeobachtbaren Eigenschaften von Elektronen zu schließen. Diese Beschreibungen könnten nämlich von jeder beliebigen Ansammlung von Eigenschaften wahr gemacht werden.

Der **wissenschaftliche Antirealist** (konstruktive Empirist) erklärt den Erfolg von T_e dahingegen durch die empirische Adäquatheit von T_e . Das heißt, dadurch dass das, was die Theorie T_e über die beobachtbaren Eigenschaften in der Welt aussagt, wahr ist (siehe etwa van Fraassen (1998), S. 213f.). Die Wahrheit dieser Beobachtungsaussagen wird dabei empirisch festgestellt. Das heißt, die Wahrheit des Beobachtungssatzes $S(p_N)$ wird durch einen Blick in die Kammer und durch eine anschließende Wahrnehmung eines Striches festgestellt. Jene Wahrnehmung des Striches kann laut dem Kategorialismus aber gar nicht durch die Eigenschaften in der Nebelkammer hervorgerufen werden. Der wissenschaftliche Antirealist ist daher nur unter der Voraussetzung des Dispositionalen Essenzialismus gerechtfertigt, von einer Beobachtungseigenschaft (Strich-Wahrnehmung) auf eine Eigenschaft in der Nebelkammer zu schließen. Beide, der wissenschaftliche Realist und Antirealist, sind daher *qua ihres Erklärungsansatzes* für das NMA-Explanandum darauf festgelegt, dass Eigenschaften die Disposition oder Kraft sind, eventuell unter bestimmten Umständen, andere Eigenschaften hervorzubringen.

4. Fazit

Das NMA als ein SdbE besagt, dass der wissenschaftliche Realismus eine gute und die beste Erklärung für wissenschaftlich-empirischen Erfolg und folglich wahr ist. In dieser Hausarbeit bin ich der Frage nachgegangen, ob es sich beim NMA in dieser Form um ein gutes Argument handelt. Dabei bezeichne ich ein Argument als gut, dann und nur dann, wenn es diese zwei Bedingungen erfüllt: (1) seine Prämissen sind wahr und (2) deshalb ist es rational, seine Konklusion für wahr zu halten. Ich habe dafür argumentiert, dass das NMA als SdbE die **erste Bedingung** zumindest für den relevanten Fall von metaphysischen Erklärungen erfüllt. Denn der wissenschaftliche Realismus ist zum einen eine sehr gute, da im hohen Maße verständnisfördernde Erklärung für das NMA-Explanandum. Zum anderen sind die alternativen, antirealistischen Explanantia relativ viel schlechtere Erklärungen, insbesondere enthalten sie keine Beschreibungen von *konkreten* dispositionellen Eigenschaften oder nomischen Mustern, welche die erklärungsbedürftigen „kosmische Koinzidenzen“ zwischen Theorie und Empirie verständlich machen könnten. Der konstruktive Empirist ist mit seinem Standpunkt bereits auf einen dispositionalen Essenzialismus festgelegt. Er kann gegen mich also nicht erwidern, dass ich etwas präsupponiere, das er nicht voraussetzen braucht.

Des Weiteren habe für die These argumentiert, dass es nach dem aktuellen Stand der Fachdebatte offen ist, ob das NMA als SdbE die **zweite Bedingung** erfüllt. Auf der einen Seite gelingt es dem Realisten zwar, ein gelungenes Argument für die Verlässlichkeit von SdbE zu entwerfen. Allerdings nur unter der Annahme, dass SdbE de facto verlässlich sind. Wenn diese Annahme falsch ist, bricht die gesamte Argumentation des Realisten ein. Auf der anderen Seite formuliert der Antirealist Bas van Fraassen mit dem starken Verfügbarkeitsproblem ein Problem, das bei tatsächlichem Bestehen dazu führen würde, dass das NMA als SdbE die zweite Bedingung nicht erfüllen würde. Bei van Fraassen finden sich aber keine guten Gründe für das Bestehen dieses Problems und zumindest die "klassischen" antirealistischen Argumente scheinen auch nicht dafür zu taugen. In Folge ist epistemisch offen, ob das NMA als SdbE die zweite Bedingung erfüllt und damit letztendlich auch die Frage, ob und inwieweit es ein gutes Argument ist oder nicht.

Literaturverzeichnis

- Achinstein, Peter (2002). Is there a valid Experimental Argument for Scientific Realism? *The Journal of Philosophy* 99 (9), S. 470 – 495.
- Alai, Mario (2014). Novel Predictions and the No Miracle Argument. *Erkenntnis* 79 (2), S. 297 - 326.
- Asay, Jamin (2019). Going local: a defense of methodological localism about scientific realism. *Synthese* 196 (2), S. 587 – 609.
- Bartelborth, Thomas (2007). *Erklären*. Berlin: DeGruyter.
- Bird, Alexander (2007). *Nature's Metaphysics: Laws and Properties*. Oxford: Oxford University Press.
- Bird, Alexander (2017). Scientific Realism and Epistemology. In: Juha Saatsi (Hrsg.), *The Routledge Handbook of Scientific Realism*, London: Routledge, S. 419 – 434.
- Black, Robert (2000). Against quidditism. *Australasian Journal of Philosophy* 78(1), S. 87 – 104.
- Bostrom, Nick (2003). Are you living in a Computer Simulation? *Philosophical Quarterly* 53 (211), S. 243 - 255.
- Boyd, Richard (1980). Scientific Realism and Naturalistic Epistemology. *PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*, S. 613 - 662.
- Boyd, Richard (1985). Lex Orandi est Lex Credendi. In: Paul M Churchland, Clifford A. Hooker (Hrsg.), *Images of Science: Essays on Realism and Empiricism with Replies from Bas C. Van Fraassen*, Chicago: University of Chicago Press, S. 3 – 34.
- Boyd, Richard (1989). What Realism Implies and What it does not. *Dialectica* 43 (1/2), S. 5 - 29.
- Boyd, Richard (1990). Realism, Approximate Truth, and Philosophical Method. In: C. Wage Savage (Hrsg.), *Scientific Theories*. Minneapolis: University of Minnesota Press , S. 355 – 391.
- Boyd, Richard (1991). On the Current Status of the Issue of Scientific Realism. In: Richard Boyd, Philip Gasper; J.D. Trout (Hrsg.), *The Philosophy of Science*, Cambridge: MIT Press, S. 195 – 221.
- Braithwaite, Richard Bevan (1953). *Scientific Explanation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Carrier, Martin (1991). What is wrong with the miracle argument? *Studies in History and Philosophy of Science* 22 (1), S. 23 – 36.
- Chakravartty, Anjan (1998). Semirealism. *Studies in History and Philosophy of Science* 29 (3), S. 391 - 408.
- Chakravartty, Anjan (2010). *A Metaphysics for Scientific Realism: Knowing the Unobservable*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Esfeld, Michael (2008). *Naturphilosophie als Metaphysik der Natur*. Berlin: Suhrkamp Taschenbuch Verlag.
- Fine, Arthur (1984). The Natural Ontological Attitude. In: Jarrett Leplin (Hrsg.), *Scientific Realism*, Berkeley: University of California Press, S. 83 – 107.

- Fine, Arthur (1986). Unnatural Attitudes: Realist and Instrumentalist Attachments to Science. *Mind*, 95 (378), S. 149 - 179.
- Fitzpatrick, Simon (2013). Doing away with the No Miracles Argument. In: Dennis Dieks & Vassilios Karakostas (Hrsg.): *Recent Progress in Philosophy of Science: Perspectives and Foundational Problems*. Dordrecht: Springer.
- Godfrey-Smith, Peter (2011). Induction, Samples, and Kinds. In: Joseph Keim Campbell, Michael O'Rourke; Matthew Slater (Hrsg.), *Carving Nature at Its Joints: Natural Kinds in Metaphysics and Science (Topics in Contemporary Philosophy)*, Cambridge: MIT Press, S. 33 – 52.
- Harman, Gilbert (1965). The Inference to the Best Explanation. *The Philosophical Review* 74 (1), S. 88 - 95.
- Henderson, Leah (2018). Global versus local arguments for realism. In: Juha Saatsi (Hrsg.): *The Routledge Handbook of Scientific Realism*, London: Routledge, S. 151 – 163.
- Humphreys, Paul (2013). Scientific Ontology and Speculative Ontology. In: Don Ross, James Ladyman, and Harold Kincaid (Hrsg.): *Scientific Metaphysics*. Oxford: Oxford University Press, S. 51 – 78.
- Jackson, Frank (1998). *From Metaphysics to Ethics. A Defence of Conceptual Analysis*. Oxford: Oxford University Press.
- Kitcher, Philip (1981). Explanatory Unification. *Philosophy of Science* 48 (4), S. 507 - 531.
- Kitcher, Philip (1989). Explanatory Unification and the Causal Structure of the World. In: Philip Kitcher, Wesley C Salmon. (Hrsg.): *Minnesota studies in the philosophy of science. Volume 13*, S. 410 – 505.
- Klärner, Holger (2003). *Der Schluss auf die beste Erklärung*. Berlin: DeGruyter.
- Ladyman, James; Douven, Igor; Horsten, Leon; Van Fraassen, Bas. (1997). A Defence of Van Fraassen's Critique of Abductive Inference: Reply to Psillos. *The Philosophical Quarterly*, 47 (188), S. 305 - 321.
- Ladyman, James (1999). Review of Leplin's A novel defense of scientific realism. *British Journal for the Philosophy of Science* 50 (1), S. 181 - 188.
- Laudan, Larry (1981). A Confutation of Convergent Realism. *Philosophy of Science* 48 (1), S. 19 - 49.
- Leplin, Jarrett (1997). *A novel defense of scientific realism*. Oxford: Oxford University Press.
- Lipton, Peter (1991). *Inference to the Best Explanation*. London: Routledge.
- Mackonis, Adolfas (2013). Inference to the best explanation, coherence and other explanatory virtues. *Synthese* 190 (6), S. 975 - 995.
- Magnus, P.D., & Callender, Craig (2004). Realist Ennui and the Base Rate Fallacy*. *Philosophy of Science* 71 (3), S. 320 - 338.
- Maudlin, Tim (2007). *The Metaphysics within Physics*. Oxford: Oxford University Press.
- Mizrahi, Moti (2013). The pessimistic induction: A bad argument gone too far. *Synthese* 190 (15), S. 3209 – 3226.

- Musgrave, Alan (1988). The Ultimate Argument for Scientific Realism. In: Robert Nola (Hrsg.): *Relativism and Realism in Sciences*. Dordrecht: Springer Verlag, S. 229 – 252.
- Musgrave, Alan (1999). How To Do Without Inductive Logic. *Science & Education* 8, S. 395 – 412.
- Park, Seungbae (2014). A Pessimistic Induction against Scientific Antirealism. *Organon F* 21 (1), S. 3 - 21.
- Psillos, Stathis (1996). On van Fraassen's Critique of Abductive Reasoning. *The Philosophical Quarterly* 46 (182), S. 31 - 47.
- Psillos, Stathis (1999). *Scientific Realism: How Science Tracks Truth*. London: Routledge.
- Psillos, Stathis (2009). *Knowing the structure of nature: Essays on realism and explanation*. London: Palgrave Macmillan.
- Putnam, Hilary (1975). *Mathematics, Matter and Method*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Putnam, Hilary (1978). *Meaning and the Moral Sciences*. London: Routledge.
- Quine, Willard Van Orman (1975). On empirically equivalent systems of the world. *Erkenntnis* 9 (2), S. 313 – 328.
- Saatsi, Juha (2009). Form vs. Content-driven Arguments for Realism. In: In P. D. Magnus & Jacob Busch (Hrsg.), *New Waves in Philosophy of Science*. Basingstoke: Palgrave-Macmillan.
- Saatsi, Juha (2017). Replacing recipe Realism. *Synthese* 194 (9), S. 3233 – 3244.
- Salmon, Wesley C. (1957). Should We Attempt to Justify Induction? *Philosophical Studies: An International Journal for Philosophy in the Analytic Tradition* 8 (3), S. 33 - 48.
- Shoemaker, Sydney (1980). Causality and Properties. In: Peter van Inwagen (Hrsg): *Time and Cause*. Dordrecht: D. Reidel.
- Smart, John J. C. (1963). *Philosophy and Scientific Realism*. London: Routledge.
- Stanford, Kyle P. (2006). *Exceeding our grasp: Science, history, and the problem of unconceived alternatives*. Oxford: Oxford University Press.
- Tschepke, Frank (2003). *Wissenschaftlicher Realismus*. <https://ediss.uni-goettingen.de/bitstream/handle/11858/00-1735-0000-0006-AFB0-3/tschepke.pdf?sequence=1>
Abgerufen am 08. Juli 2020.
- Van Fraassen, Bas (1989). *Laws and Symmetry*. Oxford: Oxford University Press.
- Van Fraassen, Bas (1998). The Agnostic Subtly Probabilified. *Analysis* 58 (3), S. 212 - 220.
- Wilholt, Thorsten (2014). *Logik und Argumentationstheorie*. https://www.philos.uni-hannover.de/fileadmin/philos/Dateien/Personen_-_Dokumente/Wilholt/Logik.pdf. Abgerufen am 08. Juli 2020.
- Wiltsche, Harald (2013). *Einführung in die Wissenschaftstheorie*. Stuttgart: UTB-GmbH.

