

Wissenschaftstheorie

Fünfte Vorlesung (5/9)

Kausalität.
Deduktion, Induktion, Abduktion

Christian Damböck
Institut Wiener Kreis

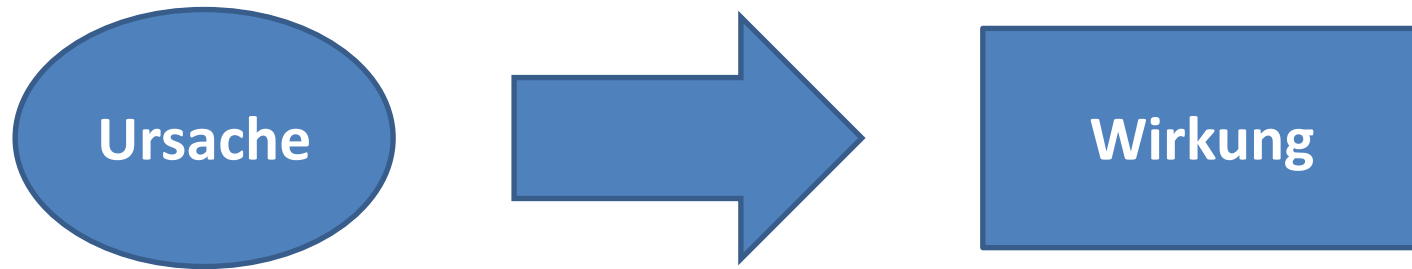
<http://homepage.univie.ac.at/christian.damboeck/vo14/index.html>

Kausalität

Kritik am D-N-Modell

- Wissenschaftliche Erklärungen müssen den *kausalen Zusammenhang* zwischen dem Eplanandum als Wirkung und dessen Ursache beschreiben
- Die Frage ist nun, ob und inwiefern das D-N-Modell in der Lage ist, solche kausalen Zusammenhänge anzugeben bzw. widerzuspiegeln

Kausalerklärung



Das D-N-Modell spiegelt Kausalität wieder, wenn



(1) Die Gesetzesaussage, die man zugrundelegt absolut wahr ist

(2) Die Prämisse stimmt

Das D-N-Modell setzt absolute Wahrheit von Gesetz und Prämisse voraus (dann gibt es Kausalität an)

Gesetzeszusammenhänge müssen wahr sein

Für sich genommen kein Gegenargument, jedoch eine wichtige Erläuterung zum D-N-Modell ist, dass wir nicht beliebige Gesetzesannahmen verwenden dürfen, sondern dass sowohl die faktischen Prämissen und das Explanandum als auch die Gesetzesannahmen *wahr* sein müssen

Beispiel 1: ich suche eine Erklärung für meinen Schnupfen, beobachte, dass heute Vollmond ist und stelle eine „passende“ Gesetzhypothese auf:

Wann immer Vollmond ist, habe ich einen Schnupfen
Heute ist Vollmond
Ich habe einen Schnupfen

Beispiel 2: ich suche eine Erklärung für meinen Schnupfen und fühle mich von Dämonen besessen, was mich zu folgenden Annahmen leitet:

Wann immer ich von Dämonen besessen bin, bekomme ich einen Schnupfen
Ich bin von Dämonen besessen
Ich bekomme einen Schnupfen

Wahre Bestandteile im Explanans alleine reichen nicht immer aus

Zu der (für viele vielleicht offensichtlichen) Forderung nach Wahrheit der Bestandteile einer Erklärung tritt aber das Argument hinzu, dass auch eine aus wahren Bestandteilen bestehende Erklärung nicht zwangsläufig richtig ist:

Beispiel:

Wenn es regnet, ist die Straße nass	(Gesetz)
<u>Es regnet</u>	<u>(Beobachtung)</u>
Die Straße ist nass	(Explanandum)

Alle drei Annahmen sind offensichtlich wahr, ABER: Die Straße ist überdacht und wird nur deshalb nass, weil sie von einem Schlauch bespritzt wird.

Symptome

- Der dem obigen Beispiel entsprechende allgemeine Fall ist der des Rückschlusses von einem Symptom auf eine Ursache.
- Symptome können aber viele unterschiedliche Erklärungen haben, von vielen unterschiedlichen Ursachen ausgelöst sein.

Beispiel: Rote Flecken können von unterschiedlichsten Krankheiten ausgelöst werden. Die von Gesetzmäßigkeiten der folgenden Form geleiteten „Erklärungen“ sind somit i. A. nutzlos:

Wer immer Krankheit X hat bekommt rote Flecken.

Ich habe Krankheit X .

Ich habe Rote Flecken.

Regeln haben Ausnahmen

- Das selbe Problem liegt auch im Fall der deduktivistischen Theorienkonzeption vor.
- Auch wenn ein Gesetz einen im Allgemeinen gültigen Zusammenhang repräsentiert, kann es Rahmenbedingungen geben, die das Gesetz außer Kraft setzen.

Beispiel:

Wenn ich Zucker in meinen Kaffee gebe, schmeckt er gut.

Ich gebe Zucker in meinen Kaffee_____.

Er schmeckt gut

Aber: Die Prognose ist falsch, weil jemand gleichzeitig Dieselöl in meinen Kaffee gegossen hat.

Kausalzusammenhänge statt abstrakter Gesetzesannahmen

- Die Lösung des Problems scheint zu sein, dass das was Erklärungen / Prognosen leisten, stets abhängig ist, von konkreten Kausalbeziehungen, die in der Welt vorliegen
- *Symptome* und *Korrelationen* erlauben aber keine Schlüsse auf das Bestehen solcher kausaler Zusammenhänge
- Das heißt aber, dass das D-N-Modell in einem wesentlichen Sinn unzulänglich ist, einfach weil es in keiner Form solche kausalen Beziehungen sichtbar zu machen imstande ist (gleiches gilt für die deduktivistische Auffassung der Prognose)
- Wie aber kann man diese Kausalzusammenhänge in das Modell der Erklärung mit einbeziehen? Wir diskutieren 2 Optionen:

Lösung 1: Ceteris paribus Klauseln

- Die erste Lösung, die wir diskutieren, versucht, den D-N-Formalismus im wesentlichen beizubehalten und ihn bloß um einen Zusatz zu erweitern, der das abstrakte Schema an konkrete Kausalzusammenhänge bindet
- Es werden „ceteris paribus Klauseln“ berücksichtigt (c.p.: „bei gleichen sonstigen Umständen“)
- Ein Gesetz gilt dann nur c.p., unter bestimmten „Normalbedingungen“ und der Schluss ist nur zulässig, wenn diese „Normalbedingungen“ vorliegen
- → David Lewis hat dazu eine „konditionale Logik“ entwickelt, die c.p.-Klauseln im Rahmen der Modallogik angeht und das neue Zeichen $>$ einführt:
 $\varphi > \psi$ bedeutet, dass ψ in den Welten gilt, in denen die durch φ definierten c.-p.-Bedingungen erfüllt sind.

- Vergleiche:
 - $\varphi \rightarrow \psi$ wenn φ gilt, so gilt ψ
 - $\varphi > \psi$ wenn die c.p.-Bed. Für φ erfüllt sind, gilt ψ
- Beispiel:

Wenn es regnet ist c.p. die Straße naß
Es regnet c.p.
 Die Straße ist naß
- Problem: Der Formalismus sagt wenig bis nichts über die Frage, welchen epistemischen Status c.p.-Annahmen haben
- Ist die resultierende Theorie immer noch eine Spielart von D-N oder vielmehr ein diesem entgegengesetztes Kausal-Modell?

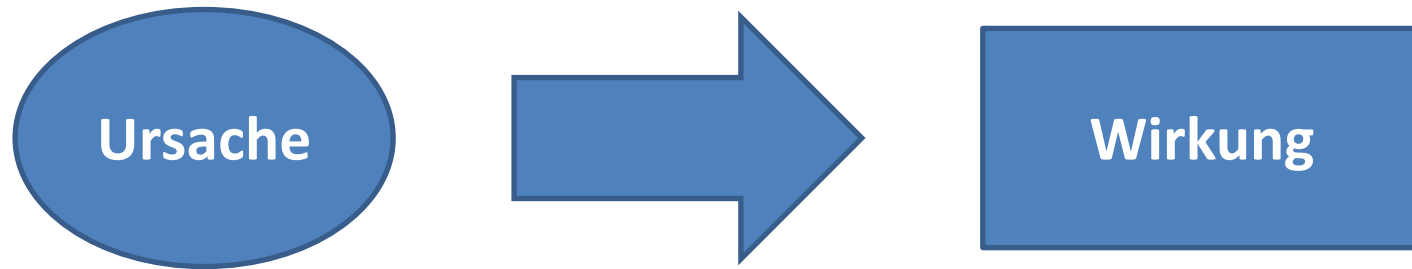
Lösung 2: reale Kausalbeziehungen, instrumentelle Gesetze

- Die Theorie von Nancy Cartwright (1980) macht diesbezüglich eine klare Ansage:
- Gesetzhypothesen sind, für Cartwright, bloße Instrumente um die hinter ihnen verborgene Welt der realen Kausalbeziehungen auszudrücken (sie dreht also den Spieß des klassischen log. Empirismus um!)
- *Real* sind für Cartwright also bloß die Kausalbeziehungen, die Gesetzesaussagen hingegen sind bloße Konstruktionen, die uns oft auch von der Realität weg führen (How the Laws of Physics Lie)
→ Vgl. Realismusdebatte, Vorlesung 6

Fakten + Kausalketten *statt* Fakten + Gesetzesaussagen

- Ein zentraler Punkt an dem sich die Abweichung aller heutigen Vorstellungen der Wissenschaftstheorie vom *received view* des logischen Empirismus festmachen lässt:
- Erklärungen und Prognosen setzen sich nicht bloß aus Faktenaussagen (Protokollen) plus (analytische) Gesetzesaussagen zusammen
- Vielmehr treten zu den Faktenaussagen (Protokollen) Aussagen über *Kausalketten* hinzu, die ihrerseits faktische Zusammenhänge widerspiegeln
- Der rein-analytisch-logische Anteil fällt in diesem revidierten Modell also gänzlich weg!

Kausalerklärung



D-N-Modell



Problem 1:

Gesetzesaussagen können falsch sein bzw. sind nie absolut wahr

Problem 2:

Prämissen können falsch sein (Symptome)

Das D-N-Modell setzt absolute Wahrheit von Gesetz und Prämisse voraus:
eine unmögliche Annahme

Deduktion, Induktion, Abduktion

Wie funktioniert Wissenschaft?

- Antwort 1: **Deduktiv** – Wir bilden Hypothesen und leiten aus diesen Hypothesen Prognosen ab, die wir mit der empirischen Wirklichkeit konfrontieren
- Antwort 2: **Induktiv** – Wir sammeln Daten und verallgemeinern von diesen Daten weg
- Antwort 3: **Abduktiv** – Wir stellen unterschiedliche mögliche Erklärungen gegenüber und suchen die beste davon

zum Deduktivismus (Wiederholung)

- Die logisch-empiristische Theorienauffassung stellt den Begriff der *Rechtfertigung* von Theorien anhand der Ableitung von Prognosen und deren Test in den Vordergrund
→ Vgl. Vorlesung 2
- Es besteht kein Zweifel, dass empirische Wissenschaften (vor allem die Physik, vgl. etwa die Experimente am CERN!!) im Kern genau so funktionieren
- Karl Popper hat daher dieses zentrale Funktionsmerkmal empirischer Wissenschaften verabsolutiert und es zum ultimativen *Abgrenzungskriterium* stilisiert
- Dennoch ist die Antwort auf die Frage, ob Wissenschaften deduktiv funktionieren, dezidiert JEIN:

Wissenschaften funktionieren nicht (nur) deduktiv

1. Bei **empirisch äquivalenten** aber theoretisch verschiedenen Theorien wäre die Entscheidung zwischen diesen Theorien dann *absolut willkürlich* (Lorentzsche Äthertheorie vs. spezielle Relativitätstheorie!!)
2. Viele Wissenschaften, wie etwa die Chemie und mit ihr verwandte Disziplinen, funktionieren ganz offensichtlich wesentlich *induktiv*, d.h. **nicht der Test von Hypothesen steht im Zentrum des Tuns, sondern die theorienbildende Auswertung von Experimenten**
3. Die Entscheidung für oder gegen eine Hypothese erfolgt nur zum Teil anhand von Experimenten, haben wir unterschiedliche gut bestätigte Theorien, so führen wir eine *inference to the best explanation (Abduktion)* durch

Induktion: die naive Auffassung...

- Die naive oder *enumerative* Auffassung von Induktion funktioniert nach dem Konzept des Schlusses von vielen Fällen auf alle Fälle
- Hat man für eine Reihe von Fällen a_1, \dots, a_n festgestellt, dass P gilt, so schließt man *induktiv*, dass P immer gelten wird:

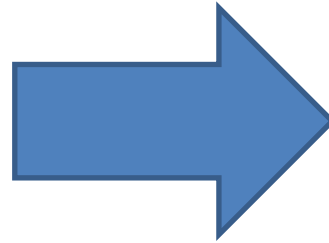
$$P(a_1), \dots, P(a_n) \xrightarrow{\text{Induktion}} \forall x: P(x)$$

- Beispiele: man beobachtet viele weiße Schwäne, schwarze Raben, Sonnenaufgänge und schließt daraus, dass *alle* Schwäne weiß, alle Raben schwarz sind bzw. dass die Sonne *jeden Tag* aufgehen wird

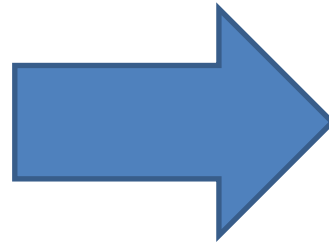
... und ihre Probleme ...

- Der klassische Einwand gegen diese Theorie lautet, dass es keine innere Notwendigkeit gibt, die solche Verallgemeinerungsschlüsse als zulässig ausweisen könnte.
- Klassischer Fall: man beobachtet tausende Schwarze Raben, verallgemeinert, und dann stellt sich heraus, dass auch weiße Raben existieren: die Theorie ist widerlegt



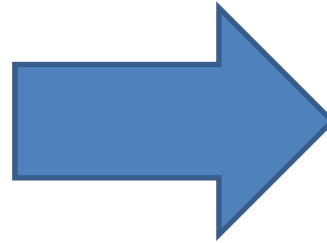


Alle Raben sind schwarz!

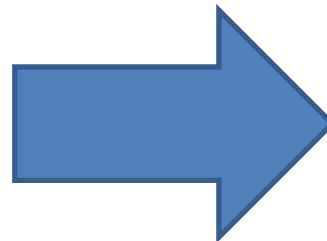


Alle Raben sind schwarz!





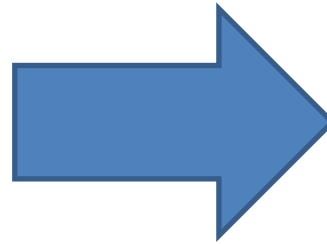
Alle Raben sind schwarz!



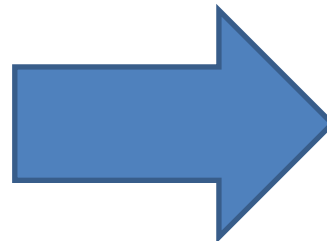
Verdammt!

...

- Dem könnte man jedoch entgegenhalten, dass die Theorie immer noch *approximativ* wahr bleibt: die Beobachtung von *sehr vielen* schwarzen Raben hat gezeigt, dass doch zumindest *fast alle* Raben schwarz sind



Alle Raben sind schwarz!



**FAST ALLE
Raben sind schwarz!**

... das *new riddle of induction*

- Dass auch der letzte Schluss unzulässig ist, zeigt das von Nelson Goodman (1953) formulierte *new riddle of induction*:
- Es sei BROSA die Eigenschaft bis zum 31.12.2014 blau zu sein und ab dem 31.12.2014 rosa zu sein
- Dann werden wir aufgrund jahrtausendelanger Beobachtungen die Theorie „Das Meer ist BROSA“ aufstellen.
- Diese Theorie aber wird zwar bis zum 31.12.2014 *immer* bestätigt werden, während sie ab diesem Tag *nie wieder* bestätigt werden wird.

Das Meer ist
so was von
BROSA!!



Das Meer ist
so was von
überhaupt
nicht
BROSA!!



31.12.2014

← davor →
danach



Induktion und Kausalität

- Sind induktive Schlüsse also (wie Popper argumentiert hat) absolut nutzlos?
- Die Antwort ist Ja, wenn wir von einem Schluss fordern, dass er einen rein analytischen Zusammenhang wiedergibt, ohne selbst irgendeine empirische Seite zu haben
- Dagegen wurde von Bacon, Hume, vor allem aber von John Stuart Mill eingewendet, dass induktive Schlüsse niemals diesen analytischen Charakter haben, sondern vielmehr *Kausalzusammenhänge* sichtbar machen und also selbst den Status von empirischen Urteilen besitzen
- Induktive Urteile basieren auf dem ständigen Auftauchen eines Phänomens als von der selben Ursache hervorgerufen

Induktive Fehlschlüsse

- Das Hauptproblem bei der Beobachtung von Kausalbeziehungen besteht in der Aussonderung echter Kausalketten und der Unterscheidung von bloßer Korrelation
- Klassischer Fall: gemeinsame Ursachen – ein Ereignis wird als Ursache aufgefasst, dass in Wahrheit von einem anderen (der echten Ursache) mit verursacht wird
- Beispiel (Carrier): Im Mittelalter nahm die Kindersterblichkeit direkt proportional zur Anzahl der Taufpaten ab. Viele Taufpaten waren aber nicht die *Ursache* einer geringen Kindersterblichkeit. Vielmehr bedeutete das Identifizieren vieler Taufpaten eine stärkere Bereitschaft der Eltern, für ihre Kinder zu sorgen.

Mills induktive Methoden 1: Methode der Übereinstimmungen

- Gibt es nur einen Umstand, der allen untersuchten Instanzen eines Phänomens vorausgeht, dann wird dieser als Ursache vermutet
- Wird häufig bei epidemiologischen Studien verwendet.
Beispiel: SARS 2002, Lebensumstände der Opfer führten zur Identifikation des Wirtstieres
- Problem: oft viele Gemeinsamkeiten
Beispiel: man trinkt am ersten Tag Whisky mit Eis, am zweiten Tag Wodka mit Eis und am dritten Tag Cognac mit Eis und wird immer betrunken. Was ist die Ursache?

Mills induktive Methoden 2: Methode der Unterschiede

- Komplexerer Ansatz als Methode 1:
- Man vergleicht die Umstände, unter denen ein Phänomen auftritt, mit denen, unter denen es ausbleibt, und sucht den einzigen Faktor, in dem sich die Fälle unterscheiden
- **Beispiel: Helicobacter pylori als Ursache für Magengeschwüre. Wurde bei Magengeschwüren konstatiert.
Frage: bloße Begleiterscheinung? Robin Warren machte den Selbstversuch und trank einen Cocktail mit H. pylori. Da er zuvor gesund nun eine Gastritis entwickelte war H. pylori als Ursache identifiziert**

Mills induktive Methoden 3: Methode der begleitenden Veränderungen

- Korrelationen zwischen der Ausprägung von Größen und der eines vorangegangenen Umstandes führt zum Schluss auf die Ursache
- **Beispiel: Gezeiten – Tidenzeiten korrelieren mit dem Stand des Mondes, Tidenausprägungen mit den Mondphasen**
- Problem: fehleranfällig, weshalb Mill Kombination mit anderen Methoden empfiehlt

Mill: Kombination mehrere Methoden

- Methode der Unterschiede + begleitende Veränderungen
- **Beispiel: Kindbettfieber (Semmelweis, 1840er-Jahre)**
- **Geburtsstation mit Krankenschwestern hatte niedrigere Sterberate wie die Geburtsstation mit Ärzten**
- **Verschiedene Vermutungen (Pfarrer, der durch die Station der Ärzte geht um Sterbenden die letzte Ölung zu geben, erschrickt Mütter)**
- **Hypothese: Leichengift, wurde gestützt durch Arzt, der sich beim Sezieren verletzt hat und mit ähnlichen Symptomen wie die Mütter gestorben ist.**
- **Desinfektion behob das Problem.**

Nutzen und Nachteil der Induktion

- Viele Theorien (etwa im Bereich der Medizin oder Chemie) wären ohne Induktion niemals gefunden worden: Wissenschaft funktioniert wesentlich induktiv!
- Induktive Schlüsse sind jedoch keine *rein analytischen* Schlüsse, sondern sind ein Teil empirischer Untersuchungen; sie basieren auf Vermutungen über Kausalzusammenhänge
- Dabei bleibt immer ein Rest an „Intuitionen“, die sich gleichermaßen als erfolgreich wie als irreführend erweisen können
- Aber vielleicht sind genau diese Restbestände, die „kühnen Vermutungen“, die der glühende Anti-Induktivist Popper den Wissenschaftlern zu formulieren empfiehlt...

Was tun, wenn man mehrere Erklärungsmöglichkeiten hat?

- Neben dem Induktionsproblem existiert ein mindestens genau so kniffliges Problem der Wissenschaft, das von klassischen Vertretern der WT noch viel hartnäckiger ausgeblendet worden ist wie das Induktionsproblem:
- Wenn wir unterschiedliche mögliche Erklärungen vorliegen haben (vielleicht solche, die empirisch äquivalente Theorien repräsentieren), für welche sollen wir uns dann entscheiden?
- Was ist die beste dieser Erklärungen? Wie können wir auf die beste Erklärung schließen?

Peter Lipton: Likelihood vs. Loveliness

- Klassische Ansätze der Induktion suchen (nur) nach der wahrscheinlichsten Erklärung, ihr Kriterium ist also nur Wahrheit bzw. *likelihood*
- Bei dem Schluss auf die beste Erklärung müssen wir aber, für Lipton, auch berücksichtigen, welche Erklärung uns *das beste Verständnis* eines Sachverhaltes ermöglicht: zur likelihood tritt *loveliness* als Motiv hinzu
- Abduktion ist dann, für Lipton, die Kunst, diese beiden Motive – likelihood (Wahrheit) und loveliness (Verständnispotential) gegeneinander abzuwägen

Beispiele (von Lipton)

- Likely aber nicht lovely ist die Erklärung, dass Opiumrauchen wegen der einschläfernden Wirkung des Opiums einschläfert (likely, aber nicht sicher: könnte auch die Luft sein, die wir mit dem Opium einatmen...)
- Lovely aber nicht likely könnten manche Verschwörungstheorien sein (weil sie viel einfachere Erklärungen liefern als die wahrscheinlichen bzw. wahren Erklärungen)
- Newtons Physik ist das Paradebeispiel einer lovely Erklärung, sie war am Anfang auch likely, die spezielle Relativitätstheorie hat bewirkt, dass die NP heute weniger likely aber immer noch lovely ist

Likely, Lovely, und die nicht-empirische Theorienbestätigung

- Likelihood bedeutet den Grad der empirischen Bestätigung, die Wahrscheinlichkeit einer Theorie, gegeben die vorhandenen Daten
- Loveliness bedeutet das Potential einer Theorie, die Erwartungen, die wir in eine Theorie setzen, zu erfüllen, uns die Erklärung zu liefern, die wir gerne hätten (vielleicht weil uns unser Gefühl, unsere Erfahrung zu einer solchen Erklärung und nicht einer anderen drängt)
- Die Frage ist aber, ob damit alles gesagt ist? Liefern uns nicht Theorien selbst Kriterien, an sie zu glauben?

The no alternatives argument (Richard Dawid)

- Vor allem in der Hochenergiephysik hat sich gezeigt, dass ein wesentlicher Teil der Theorienbestätigung darin besteht, auf der theoretischen Ebene zu zeigen, dass es keine (oder wenige) Alternativen zur existierenden Theorie gibt
- Es gibt also eine Form der *nicht empirischen Theorienbestätigung*, die darauf basiert, dass wir die existierende Theorie als alternativenlos demonstrieren – damit erbt die existierende Theorie insbesondere die empirischen Befunde, die andere Theorien bestätigt haben, auch dann, wenn diese (wie im Fall der String Theorie) rezent noch nicht bestätigt werden konnte

- Das heißt: die Theoriwahl stützt sich offenbar auf konkrete innertheoretische Argumentationen, die sich von *likeliness* unterscheiden, die aber auch nicht zwangsläufig das selbe sind wie *loveliness*
- Während *loveliness* sehr allgemein den appeal einer Theorie für den Wissenschaftler charakterisiert geht es hier um den sehr konkreten Fall der Qualität einer Theorie ohne Alternative zu sein (ein drittes Kriterium?)
- Beispiel String Theorie: *final theory claims*
- These: analoge Argumente finden sich in allen empirischen Wissenschaften

Lektüre zur Vorlesung

Über Kausalität:

Über Induktion:

Martin Curd , J. A. Cover, Christopher Pincock, *Philosophy of Science*, ch. 4

Martin Carrier, *Wissenschaftstheorie zur Einführung*, 15-35.

Über Abduktion:

Peter Lipton, *Inference to the Best Explanation*, London: Routledge, 2004.

Richard Dawid, Stephan Hartmann, Jan Sprenger, „The no alternatives argument“, *British Journal for the Philosophy of Science*, 2014.