

Carl Gustav Hempel – Erklärungen 1: DN-Erklärungen (Hempel/Oppenheim)

Text

C.G. Hempel/P.Oppenheim: „Studies in the Logic of Explanation“ (Erstveröffentlichung 1948 in Englisch), in: „*Aspects of Scientific Explanation*“, London 1970, S. 245 - 296

Referentinnen

Barbara Schweizer, Soziologie (HF, 6. Semester) / BWL (NF, 4. Semester)

Gerardina Bello, Soziologie (HF, 6. Semester) / Philosophie (NF, 4. Semester)

Inhalt

1. Biographische und historische Hintergründe
2. Zusammenfassung
3. Gliederung
4. Thematischer Begriffsrahmen / Kernbegriffe
5. Argumentskizze

1. Biographische und historische Hintergründe

Carl Gustav Hempel wurde am 8. Januar 1905 in Oranienburg bei Berlin geboren. Er studierte Mathematik, Physik und Philosophie in Berlin, Göttingen, Heidelberg und Wien. In Göttingen wurde er stark beeinflusst von H. Bellmann und D. Hilberts und deren Programm, die Widerspruchsfreiheit der klassischen Mathematik zu beweisen. 1924, wieder in Berlin, kam er in Berührung mit Reichenbach, bei welchem er Kurse über mathematische Logik, Philosophie von Zeit und Raum und Wahrscheinlichkeitstheorie besuchte. Im Wintersemester 1929/1930 ging er dann nach Wien, wo er unter anderem bei Carnap und Schlick studierte und auch an den Treffen des Wiener Kreis teilnahm. Nach der naturwissenschaftlichen Ausbildung wurde Hempel Mitglied der Berliner Gruppe. Diese *Gesellschaft für empirische Philosophie* in Berlin war eine Gruppe von logischen Positivisten, die sich in Berlin um Reichenbach bildete. Die Berliner Gruppe übte wie der Wiener Kreis zwischen den beiden Weltkriegen auf Philosophen, Naturwissenschaftler und Mathematiker in Europa und den USA grossen Einfluss aus. Hempel stand unter grossem Einfluss von Reichenbach und Carnap, erkannte aber frühzeitig die Unhaltbarkeit der ursprünglichen Version des logischen Positivismus. Er kritisierte vor allem das Verifikationsprinzip und die These, dass theoretische Ausdrücke für unbeobachtbare Grössen restlos in Beobachtungsausdrücke für beobachtbare Grössen übersetzt werden können. 1934 promovierte Hempel in Berlin mit einer noch bei H. Reichenbach begonnenen Dissertation über die Wahrscheinlichkeitstheorie. Im selben Jahr emigrierte er mit Hilfe eines Freundes von Reichenbach, P. Oppenheim, nach Belgien, wo er als Privatgelehrter tätig war. 1936 publizierten Hempel und Oppenheim gemeinsam das Buch „Der Typusbegriff im Lichte der neuen Logik“. Nachdem Oppenheim aufgrund der deutschen Invasion Belgien verlassen musste, emigrierte Hempel 1937 in die USA um bis 1938 an der University of Chicago als

Forschungsassistent von Rudolf Carnap zu arbeiten. Von 1939 bis 1948 lehrte er dann am City College und am Queens College in New York. Während dieser Zeit interessierte er sich stark für die Theorien von Erklärungen und Bestätigungen und veröffentlichte mehrere Aufsätze darüber, zum Teil gemeinsam mit P. Oppenheim. Von 1948 – 1954 war er an der Yale University tätig. Von 1955 bis 1975 war er Professor für Philosophie an der Princeton University. Danach lehrte er bis zu seiner Emeritierung 1985 an der Pittsburgh University. Während seiner Lehrtätigkeit nahm er zahlreiche Gastprofessuren an unter anderem an der Columbia University (1950), der Hebrew University in Jerusalem (1974), in Harvard (1953/54). 1961 wurde er ausserdem Präsident der American Philosophical Association Eastern Division. Hempel starb im November 1997 in Princeton, New Jersey.

Der von Hempel und Oppenheim 1948 in „Philosophy of Science“, Band 15, veröffentlichte Aufsatz „*Studies in the logic of explanation*“ brachte einen grossen Fortschritt in der Wissenschaftstheorie und löste breite Auseinandersetzungen aus. Hempel's Theorie über logische Erklärungen blieb wegweisend für die weitere Entwicklung von wissenschaftlichen Erklärungen, wurde aber auch kritisiert und ausgebaut. Seine Nachfolger forderten zusätzlich die deduktive Relevanz, Gesetzesrelevanz, keine akzidentiellen Generalisierungen und Zirkelfreiheit für DN-Erklärungen.

Wichtigste Werke:

- „Über den Gehalt von Wahrscheinlichkeitsaussagen“ 1935/36
- „Der Typusbegriff im Licht der neuen Logik“ 1936 (Gemeinsam mit P. Oppenheim)
- „The function of General Laws in History“ 1942
- „*Studies in the Logic of Confirmation*“ 1943
- „*The Logic of Functional Analysis*“ 1959
- „*Scientific Explanation*“ 1967

2. Zusammenfassung

Nach der Theorie der *deduktiv-nomologischen Erklärung* (DN-Erklärung) ist ein Ereignis dann erklärt, wenn man den es beschreibenden Satz (Explanandum) aus allgemeinen Gesetzen und einer Reihe von speziellen Anfangsbedingungen (Explanans) logisch deduzieren kann. Gesetze ihrerseits sind erklärt, wenn sie aus umfassenderen Gesetzen logisch deduziert werden. Diese Gesetze müssen universell und wahr sein. Bei einer DN-Erklärung folgt das Explanandum also logisch aus den Explanans, welche allgemeine Gesetze enthalten, die für die Deduktion des Explanandums nötig sind, d.h. deren Streichung würden das Argument ungültig machen.

3. Gliederung

I. Elementare Übersicht über wissenschaftliche Erklärungen

1. Beispiele zur Illustration

1.1 Subsumption eines singulären Satzes: Quecksilberthermometer

1.2 Subsumption eines allgemeinen Gesetzes: Brechung durch das Wasser

2. Die Basiselemente von wissenschaftlichen Erklärungen

- 2.1 *Explanandum und Explanans*
- 2.2 *Die logischen Bedingungen der Angemessenheit*
 - 2.21 Explanandum als logische Konsequenz der Explananda
 - 2.22 Explanans beinhaltet allgemeine Gesetze
 - 2.23 Der empirische Gehalt von Explananda
- 2.3 *Die empirische Bedingung der Angemessenheit*
 - 2.31 Der Wahrheitscharakter des Explananssatzes
- 2.4 Vorhersagen und Erklärungen
- 2.5 Unvollständige Erklärungen
- 2.6 Kausale Erklärungen: deterministisch-statistische Erklärungen

3. Erklärungen in nichtphysikalischen Wissenschaften: Motivation und Teleologische Aspekte

- 3.1 *Soziologische und Wirtschaftliche Faktoren*
- 3.2 *Erklärungen über vorsätzliches menschliches Verhalten*
 - 3.21 Die Eigenheit und Nichtwiederholbarkeit menschlichen Verhaltens
 - 3.22 Abhängigkeit vom historischen Hintergrund
 - 3.23 Absichten und das menschliche Verhalten
- 3.3 *Die Gefahr für Erklärungen, welche auf Motive Bezug nehmen*
- 3.4 *Teleologische Erklärungen in der Evolutionstheorie: Pseudoerklärungen*
 - 3.41 Kritik an teleologischen Erklärungen
 - 3.42 Vertrautheit der Explanans
 - 3.43 Einfühlungsvermögen und ungültige Erklärungen

II. Über die Idee der Emergenz

4. Levels von Erklärungen. Die Analyse der Emergenz

- 4.1 *Verschiedene Level der Erklärungsebenen*
 - 4.11 „Neue“ Ereignisse
- 4.2 *Analyse des Emergenzbegriffs*
 - 4.21 Nichttriviale Attribute der Bestandteile
 - 4.22 Spezifikation von Theorien und Gesetzen
- 4.3 *Definition von Emergenz*
 - 4.31 Anwendung auf Lebensphänomene

III. Logische Analyse von Gesetzen und Erklärungen

5. Probleme des Konzeptes der allgemeinen Gesetze

- 5.1 *Das Konzept der Gesetze*
 - 5.11 Gesetze müssen wahr sein
 - 5.12 Gesetzesähnliche Sätze
 - 5.121 Universalität
 - 5.13 Fundamentale und abgeleitete Gesetze
 - 5.14 Gültigkeit für einen unbegrenzten Bereich
 - 5.15 Kein Bezug zu einem Objekt
 - 5.16 Modellsprache

6. Definition von Gesetzen und Erklärungen für eine „Modellsprache“

III. Die Erklärungskraft einer Theorie

7. Erklärungen auf dem Konzept der Erklärungskraft
8. Systematische Kräfte und logische Wahrscheinlichkeit einer Theorie. Verallgemeinerung des Konzepts der systematischen Stärke


4. Thematischer Begriffsrahmen / Kernbegriffe

Deduktiv-nomologische Erklärung

Nach dem deduktiv-nomologischen Erklärungsmodell besteht eine Erklärung in der deduktiven Ableitung der zu erklärenden Einzel Tatsache aus wahren empirischen Gesetzen und anderen Einzel Tatsachen. Die DN- Erklärung beantwortet die Frage: „Warum trat das Ereignis auf?“ Dabei ist die Bezugnahme auf allgemeine Gesetze wesentlich.

Das Auftreten eines Ereignisses wird durch Deduktion des singulären Satzes, der das Ereignis beschreibt, aus einer nomologischen Hypothese und den Randbedingungen erklärt. Das zu erklärende Ereignis (**Explanandum**) muss aus dem **Explanans**, welches alle Sätze umfasst, die zur Erklärung des Ereignisses benötigt werden, logisch ableitbar sein. Das Explanans wird in zwei Unterklassen unterteilt: Sätze, die spezifische Randbedingungen enthalten und Sätze, welche allgemeine Gesetze darstellen. Die Gültigkeit der Erklärung setzt allerdings die Gültigkeit der im Explanans verwendeten Aussagen voraus. Das Explanans für singuläre Sätze besteht aus einer Menge genereller Sätze und einer Menge singulärer Sätze.

Allgemeine Form der wissenschaftlichen Erklärung:

	1) Generelle Gesetze / nomologische Hypothese(n) (z.B. „Wenn A, dann B“)		
	2) Randbedingung(en) (z.B. singulärer Satz: „Es gilt A“)		Explanans
	3) singulärer Satz, der das zu erklärende Ereignis beschreibt (z.B. „Es gilt B“)		Explanandum

Das DN- Erklärungsmodell erfordert im Explanans mindestens eine empirisch zutreffende nomologische Hypothese. Die DN- Erklärung ist eine deduktive Subsumption unter allgemeinen Gesetzen. Die in solchen Erklärungen vorkommenden Gesetze werden – nach William Drays – auch umfassende Gesetze (covering laws) genannt. Das DN- Modell macht deutlich, dass eine deduktiv- nomologische Erklärung nicht nur auf ein einziges Gesetz Bezug nimmt.

Deterministische und statistische Erklärung

Die **deterministische Erklärung** besteht darin, dass die zu erklärenden Ereignissen aus wahren empirischen Gesetzen und Randbedingungen deduktiv abgeleitet werden und diese Explanans deterministisch (begrenzt) sind. Sie gibt uns Auskunft über das „Warum“ des Ereignisses (DN- Erklärung).

Sind aber mindestens eine der im Explanans auftretenden Hypothesen probabilistisch (wahrscheinlichkeitstheoretisch), so spricht man von **induktiv- statistischen Erklärungen** (IS- Erklärung).

Im Unterschied zur DN- Erklärung ist das Explanandum in der IS- Erklärung nicht mehr logisch aus dem Explanans deduzierbar. In der IS- Erklärung hat die Erklärung nur noch einen Wahrscheinlichkeitscharakter.

Erklärung und Vorhersage eines Phänomens

Wenn ein Phänomen E gegeben ist (d.h. wenn wir wissen, dass das Phänomen E geschehen ist) und anschliessend eine Reihe von Feststellungen bestätigt werden, dann spricht man von einer **Erklärung des Phänomens**. Sind die Gesetze und Randbedingungen vorgegeben, und E wird a priori aus dem Ereignis, das es beschreibt, hergeleitet, so spricht man von einer **Vorhersage des Phänomens**. Erklärung und Prognose sind strukturell identisch.

	Frage	Bekannt	Gesucht
Erklärung	Warum B?	Explanandum (B)	Argumente/ Hypothesen
Prognose	Welches Ereignis wird infolge des Explanans eintreten?	Explanans	Explanandum

Kausale Erklärungen

Wenn E ein spezifisches Ereignis beschreibt, dann sind die vorangehend beschriebenen Umstände in den Sätzen C1, C2, ... CK zusammen die Ursache des Ereignisses. Die Gesetze L1, L2,... LR drücken gewisse empirische Regelmässigkeiten aus, so dass wann immer Bedingungen der Art C1, C2,... CK eintreten, sich das beschriebene Ereignis E manifestiert. L1, L2, ... LR nennt man Kausalgesetze.

Emergenz

Das Konzept der Emergenz charakterisiert gewisse Ereignisse als „neu“. Diese Ereignisse sind - im theoretischen Sinne – auf der Basis der Informationen des Systems, in dem das Ereignis eintritt, unerklärlich oder unvorhersehbar. Bei emergenten Ereignissen, kann man die Eigenschaften und die einzelnen Teile definieren, aber es können keine Gesetze angegeben werden.

Das Eintreten des Charakteristikum W in einem Objekt w ist in Bezug auf eine Theorie T, eine Teilrelation Pt und eine Klasse G von Attributen emergent, wenn das Eintreten des Ereignisses nicht aus den Teilrelationen Pt und der Klasse G der Attribute von der Theorie T abgeleitet werden kann.

Bsp.: Das Liquiditätskriterium des Wassers bei Zimmertemperatur wird deshalb als emergent bezeichnet, weil man das Ereignis aus dem Wissen über die chemischen Eigenschaften des Wassers nicht vorhersagen kann.

Gesetze

Gesetze haben einen universellen Charakter und einen unbegrenzten Umfang. Zusätzlich müssen Gesetze wahre Aussagen sein.

Sind alle Charakteristiken, ausser der Bedingung der Wahrheit, erfüllt, so spricht man von gesetzesähnlichen Sätzen.

Alle Gesetze sind gesetzesähnliche Sätze, aber gesetzesähnliche Sätze noch keine Gesetze.

Es gibt verschiedene **Erklärungsstufen**: Die erste Stufe umfasst die Subsumption des Ereignisses unter allgemeinen Gesetzen, die direkt beobachtbare Charakteristiken repräsentieren (Bsp. : Keplersche Gesetze zur Erklärung der Planetenbewegung). Höhere Verallgemeinerungsstufen verlangen abstrakte theoretische Konstrukte, welche im Kontext einer Gesamtheorie funktionieren. Man erklärt eine Klasse von Ereignissen mit der Hilfe einer Mikro- Theorie (Bsp. generelle Relativitätstheorie zur Erklärung der Planetenbewegung). Ereignisse, die man aufgrund vorhandenen Informationen nicht erklären oder vorhersagen kann, nennt man emergent.

Modellsprache

Die Modellsprache L ist eine formalisierte Sprache, die uns erlaubt, das Konzept eines Gesetzes zu verstehen. Diese Sprache wird durch ein wohl definiertes System logischer Regeln bestimmt und jeder Ausdruck besteht aus primitiven Charakteristiken oder wird durch explizite Definitionen eingeführt, welche aus primitiven Ausdrücken bestehen. Kein Satz enthält freie Variablen. In der folgenden Definition wird S immer als Satz in der Modellsprache L verstanden:

1.a) S ist formal wahr in L, wenn S in L bewiesen werden kann.

1.b) S ist ein singulärer Satz, wenn S keine Variablen enthält.

S ist ein allgemeiner Satz, wenn er eine universelle Form aufweist und keine individuellen Konstanten enthält.

2.a) Die primitiven Aussagen der Modellsprache L sind alle rein qualitativ.

Fundamentale und abgeleitete Gesetze:

Abgeleitete Gesetze haben einen universellen Charakter und folgen aus fundamentalen Gesetzen. Fundamentale Gesetze müssen eine universelle Form (qualitative Prädikate: z.B. „grün“) haben, wahr sein und keine Bezeichnungen für bestimmte Objekte beinhalten. Ausserdem müssen sie die Bedingung des nicht- limitierten Umfanges erfüllen. Fundamentale Gesetze beinhalten, nebst allgemeinen Aussagen mit empirischem Charakter, alle Aussagen universeller Form, welche auf rein logischer Basis wahr sind (Bsp.: $\forall(x)[P(x) \supset Q(x)]$; P= Vater; Q= Mann: \rightarrow für alle x gilt: Wenn x P ist, dann ist x Q, d.h. wenn x Vater ist, dann ist x ein Mann).

Fundamentale Gesetze können nicht gleichzeitig abgeleitete Gesetze sein.

Theorien

Die Erklärung von Phänomene beinhaltet generelle Sätze, welche nicht universeller Form sind. Solche Sätze nennt man Theorien.

Definitionskette:

a) Ein Satz S ist eine fundamentale Theorie, wenn S rein verallgemeinernd und wahr ist.

b) Ein Satz S ist eine abgeleitete Theorie in der Modellsprache L, wenn S erforderlich, aber nicht verallgemeinernd ist und es eine Reihe von fundamentalen Theorien in L gibt, die S als Konsequenz haben.

c) Ein Satz S ist eine Theorie in L, wenn es eine fundamentale oder abgeleitete Theorie in L ist.

Jedes Gesetz ist eine Theorie, und jede Theorie ist wahr.

Potentielle Erklärung

Eine Folge von Sätzen (T, C) bildet für einen singulären Satz E eine potentielle Erklärung, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- 1) T ist ein verallgemeinernder Satz und C ein singulärer Satz.
- 2) E ist in der Modellsprache L durch T und C (gemeinsam) ableitbar.
- 3) T muss mit mindestens einer Klasse von Basissätzen kompatibel sein, die C aber nicht E als Konsequenz haben.

5. Argumentskizze

These 1:

Eine Erklärung beinhaltet Aussagen über Randbedingungen und allgemeine Gesetze. (S. 246).

Anschauungsbeispiel: Für einen Beobachter im Ruderboot sieht der Teil des Ruders, der im Wasser ist, gebogen aus.

Dieses Ereignis wird durch das allgemeine Gesetz der Lichtbrechung oder durch das Gesetz, dass Wasser ein optisch dichteres Medium ist als Luft und durch die Randbedingungen, dass ein Teil des Ruders im Wasser und der andere Teil in der Luft ist erklärt. Es braucht immer allgemeine Gesetze und Randbedingungen, um das "Warum" eines Ereignisses zu erklären.

These 2:

Die Bestandteile einer Erklärung müssen bestimmten Bedingungen der Adäquatheit genügen (S. 247 – 248):

Logische Bedingungen der Adäquatheit

1. *Das Explanandum muss aus den Explanans logisch deduzierbar sein.*

Explikation: ansonsten würde das Explanans keine adäquate Basis für das Explanandum bilden.

2. *Das Explanans muss generelle Gesetze enthalten.*

Explikation: dies ist für die Ableitung des Explanandums erforderlich.

3. *Das Explanans muss einen empirischen Gehalt haben, d.h. durch Experimente oder Beobachtungen testbar sein.*

Explikation: diese Forderung ist implizit in 1 gegeben, da man annimmt, dass das Explanandum empirische Ereignisse beschreibt.

Empirische Bedingung der Adäquatheit

4. *Sätze, welche das Explanans ausmachen, müssen wahr sein.*

Explikation: da das Explanandum aus dem Explanans logisch deduziert wird, müssen die Sätze, welche im Explanans beschrieben werden, wahr sein, damit aus dem Explanans logisch gültige Gesetze gewonnen werden können. Sind die Sätze nicht wahr, so sind es keine Gesetze.

These 3:

Kausale Erklärungen sind auch ausserhalb der Physik, Chemie und der Verhaltensforschung denkbar (S. 253).

Anschauung: man trifft solche Erklärungen auch in der Psychologie oder in den Sozialwissenschaften an. Jedes einzelne Ereignis – sowohl in den Naturwissenschaften als auch in den Sozialwissenschaften oder in der Psychologie - ist einzigartig, weil die speziellen Charakteristiken dieser Ereignisse, sich nicht von selbst wiederholen. Trotzdem können die einzelnen Ereignisse übereinstimmen und somit durch allgemeine Kausalgesetze erklärt werden.

These 4:

Phänomene können durch Gesetze, die auf unterschiedlichen Stufen der Allgemeingültigkeit stehen, erklärt werden (S. 258).

Explikation:

- Es gibt die Subsumption des Ereignisses unter allgemeinen Gesetzen, die beobachtbare Charakteristiken direkt verbinden (Bsp.: Keplersches Gesetz zur Erklärung der Planetenbewegung).
- Es gibt Klassen von Ereignissen, die durch Mikro- Theorien erklärt werden (Bsp.: generelle Relativitätstheorie zur Erklärung der Planetenbewegung).
- Es gibt Ereignisse, die man aufgrund vorhandenen Informationen nicht erklären oder vorhersagen kann (Bsp.: das Liquiditätsprinzip des Wassers bei Zimmertemperatur kann nicht durch die bekannten chemischen Eigenschaften der Bestandteile des Wassers erklärt werden).

These 5:

Gesetzesähnliche Sätze sind universelle Aussagen mit unbegrenztem Umfang. Diese Sätze können durch die Bedingung der universellen Form aber nicht zu Genüge erklärt werden (S. 266).

Explikation: Wir nehmen an, dass ein Korb b zu einer bestimmten Zeit t eine gewisse Anzahl roter Äpfel und nichts anderes enthält.

S1) Jeder Apfel im Korb b zur Zeit t ist rot.

- dieser Satz ist wahr und hat eine universelle Form. Trotzdem ist er kein gesetzesähnlicher Satz, da er einen begrenzten Umfang (Korb b) hat und sich auf spezifische Objekte (rote Äpfel) stützt.
- Somit ist in S1 die Universalitätsbedingung verletzt: Gesetzesähnliche Sätze dürfen sich nicht auf spezifische Objekte beziehen.

These 6:

Jedes Gesetz ist eine Theorie, und jede Theorie ist wahr (S. 272).

Explikation:

„Theorie“ wird folgendermassen definiert:

- a) Ein Satz S ist eine fundamentale Theorie, wenn S rein verallgemeinernd und wahr ist.
- b) Ein Satz S ist eine abgeleitete Theorie in der Modellsprache L, wenn S notwendig, aber nicht rein verallgemeinernd ist und es eine Reihe von fundamentalen Theorien in L gibt, die S als Konsequenz haben.
- c) Ein Satz S ist eine Theorie in L, wenn es eine fundamentale oder abgeleitete Theorie in L ist.

Gesetze sind universeller Form und wahr. Theorien bilden sich aus fundamentalen oder abgeleiteten Theorien. Fundamentale oder abgeleitete Theorien bestehen aus fundamentalen oder abgeleiteten Gesetzen. Gesetze sind also Theorien, und da alle Gesetze wahr sind, müssen Theorien auch wahr sein.

These 7:

Ein singulärer Satz E kann durch eine Theorie T erklärt werden, wenn ein singulärer Satz C existiert, so dass (T,C) Explanans von E ist (S. 278).

Explikation

Aus der Konjunktion von T und C lässt sich das Explanandum E ableiten, wenn T mindestens mit einer Klasse von Basissätzen kompatibel ist, welche C aber nicht E als Konsequenz haben, da sonst C nicht notwendig für die Ableitung von E ist.

These 8:

Das Konzept der systematischen Kraft und das Konzept der logischen Wahrscheinlichkeit einer Theorie sind eng miteinander verbunden (S. 282).

Explikation

Die systematische Stärke einer Theorie wird definiert durch das Verhältnis der ableitbaren Informationen zu den initialen Informationen, welche für die Ableitung notwendig sind. Während sich die systematische Stärke jedoch auf minimale Sätze bezieht, bildet sich das Verhältnis der logischen Wahrscheinlichkeit aufgrund maximaler Sätze. Maximale Sätze sind dual zu den minimalen Sätzen, es sind Konjunktionen aus verschiedenen atomistischen Sätzen k ($0 \leq k \leq n$) und den Negationen der verbleibenden $n-k$ atomistischen Sätzen. Jeder singuläre Satz kann ausgedrückt werden als eine Konjunktion von minimalen Sätzen oder als Konjunktion von bestimmten einzigartigen maximalen Sätzen. Die minimale Form von singulären Sätzen entspricht dabei einem Indikator für den Inhalt, während die maximale Form dem Indikator der Reichweite entspricht.