

# 1. Die wissenschaftliche Methode

aus: Riffert, F. (2004): Wissenschaftstheorie

## 1.1 Das Problem

Niemand zweifelt heute am epochalen Erfolg der Wissenschaften - insbesondere der Naturwissenschaften - aber auch anderer wissenschaftlicher Disziplinen wie der Psychologie. Für den Laien wird dieser Erfolg bei den Technologien, die (zum großen Teil) auf wissenschaftlichen Forschungsergebnissen basieren, besonders deutlich (vgl. Brückenbauten, Computereentwicklung, Gentechnik, Psychotherapie<sup>1</sup>). Diese Erfolge wurden errungen durch die Verwendung der sog. *wissenschaftlichen Methode*! (Auf die Beziehung zwischen Wissenschaften und Technologien wird weiter unten noch ausführlicher eingegangen!) Heute herrscht allerdings ein Streit darüber, (1) was diese wissenschaftliche Methode eigentlich ist, und (2) (noch stärker umstritten) ob die Reichweite/Anwendung dieser Methode über den Bereich der Naturwissenschaften hinaus anwendbar ist bzw. sinnvoll anwendbar ist! Es ist also sehr wichtig beide Fragen zu untersuchen!

Wenn man die wissenschaftliche Methode in ihrem engen Sinn - im Sinne der experimentellen Methode - auffasst, dann scheint sie auf die Gebiete der Naturwissenschaften eingeschränkt zu bleiben. Fasst man sie jedoch weiter, so scheint einer Ausweitung auf andere Gebiete (z.B. Sozialwissenschaften) nichts im Wege zu stehen.

## 1.2 Zur Geschichte - ein sehr kurzer Abriss

Was ist eigentlich eine Methode? Eine Methode ist ein *regelgeleitetes, explizites und wiederholbares* Verfahren, um etwas zu erreichen, sei es materieller oder konzeptioneller (geistiger) Art. So gibt es etwa verschiedene ‚Methoden‘, wie man verschiedenartige Fische in verschiedenen tiefen Gewässern gut fangen kann. D.h. die Idee einer Methode für spezielle Bereiche oder Problemstellungen ist sehr alt. Die Idee, dass es eine Methode geben könnte, die auf verschiedene Probleme gleichermaßen sinnvoll angewendet werden könnte ist jüngerer Datums: wie viele allgemeine Ideen dürfte diese Idee aber erstmals bei den Griechen explizit formuliert worden sein. (Möglicherweise wurde sie aber auch schon früher bei den Indern und/oder Chinesen entwickelt!)

Erst im 17. Jhd. erlebte diese Idee aber ihren Durchbruch, ja Siegeszug. Dieser Durchbruch ist unauflöslich verqu coastet mit dem Aufstieg der *modernen* Wissenschaften, die sich zu dieser Zeit aus Teilbereichen der Philosophie heraus zu entwickeln begannen. (Z.B. Physik, Biologie, Chemie, Psychologie, Erziehungswissenschaft) Unter den wichtigsten Philosophen-Wissenschaftler, welche die Bedeutung einer Methode sehr betonten, waren Francis [Bacon](#) (1561-1626) und Rene [Descartes](#) (1596-1650).

Bacon war *Empirist*, der – grob gesagt - glaubte, man könne mit Hilfe eines Bündels an Regeln und Beobachtungen zu wissenschaftlichen Erkenntnissen gelangen. Bei den Regeln handelt es sich um solche, die aus Einzelbeobachtungen den Schluss auf allgemeine Aussagen über die Natur erlauben sollten. Man nennt derartige Schüsse von einzelnen Beobachtungen auf allgemeine Gesetze *induktiv*. Heute sind induktive Schlüsse als logisch nicht valide bekannt; sie sind daher mit großer Skepsis zu beurteilen. Daher vertritt kaum jemand mehr die These, dass man auf diese Weise zu wissenschaftlich anspruchsvollen Hypothesen, Gesetzen oder gar Theorien gelangen kann.

Descartes war *Rationalist*, der, wieder etwas vereinfacht ausgedrückt, die Ansicht vertrat, der Mensch könne ausgehend von allgemeinsten, als evident ausgewiesenen Sätzen (metaphysischer oder religiöser Natur) deduktiv auf weniger allgemeine Sätze schließen und so ein umfassendes philosophisch-wissenschaftliches System erarbeiten, das schließlich alles (=die gesamte Realität) zu erklären erlaube. Es handelt sich also hier um die logisch korrekte/valide Methode der *Deduktion*. (Diese Vorgangsweise wurde exemplarisch in der Geometrie - Descartes war exzellenter Mathematiker und Physiker – bereits von [Euklid](#) (ca. 360-300 v.Chr.) in seinem genialen aus dreizehn Büchern bestehenden Werk *Elemente* vorgeführt.) Das Problem das hier auftaucht – nämlich die Frage, wie wir zu den Evidenten ersten Aussagen kommen und wie wir deren Evidenz nachweisen

---

<sup>1</sup> Vgl. z.B. die psychotherapeutische Wirkungsforschung; so hat sich u.a. gezeigt, dass die (kognitive) Verhaltenstherapie bei Ängsten und Depressionen sehr erfolgreich ist. Vgl. Grawe, Donati & Bernauer (1994).

(Für wen sind sie evident?) - wurde schon sehr bald gesehen und klar benannt - nämlich von [Leibniz](#) (1646-1716). Leibniz (Mathematiker, Physiker, Philosoph) meinte, man müsse diese deduktive Methode durch die Methode des (Er-)Findens ergänzen, durch die man zu den ersten allgemeinen Wahrheiten kommen könne: *ars inveniendi*! Aber natürlich gibt es keine Methode, kein Regelwerk, das die menschliche Phantasie und Kreativität in sinnvoller Weise kanalisieren kann (zumindest wissen wir heute nichts davon). Die Erfindung von allgemeinen, gehaltvollen und sich im weiteren Forschungsverlauf als fruchtbar erweisenden Ideen ist nicht regelgeleitet und damit regulierbar!

Es war Galileo [Galilei](#), der als einer der ersten die wissenschaftliche Methode in ihren Grundzügen angewandt hat, ohne die einzelnen Schritte klar darzustellen oder gar ‚Werbung‘ für die Methode zu machen! Diese Methode wurde bis heute weiterentwickelt; eine wichtige Weiterentwicklung für den Bereich der Sozialwissenschaften stellt die statistische Prüfung von Hypothesen dar. Es werden nun nicht mehr alle Daten naiv als gültig akzeptiert, sondern die Erfahrung wird mittels Statistik quasi ‚korrigiert‘ oder ‚optimiert‘ indem Mittelwerte über viele Beobachtungen (also viele Daten) erhoben werden und jene Daten eliminiert werden, die als ‚unvernünftig‘ erscheinen, dies sind häufig (aber keinesfalls immer<sup>2</sup>) jene, die mehr als drei mittlere quadratische Abweichungen überschreiten. (Signifikanzniveau!)

Die wissenschaftliche Methode besteht in einer eigentümlichen Mischung aus den beiden bereits grob skizzierten Positionen des *Empirismus* und *Rationalismus*. Also: Beobachtung und kritischer (vernünftiger) Prüfung! Neben diesen beiden Elementen ist aber auch noch ein drittes Element von entscheidender Bedeutung: der Entwurf kühner allgemeiner Aussagen – also die (menschliche) *Kreativität*. Dieses dritte Element stellt Leibniz’ *ars inveniendi* dar!

Diese drei Elemente einer „logic of discovery“ (Whitehead 1958, 67) versuchte der Logiker, Mathematische Physiker und Philosoph A. N. [Whitehead](#) in folgender Metapher zu veranschaulichen: „The true method of discovery is like the flight of an aeroplane. It starts from the ground of particular observation; it makes a flight in the thin air of imaginative generalization; and it lands for a renewed observation rendered acute by rational interpretation.“ (Whitehead 1978, 5; 1967)

### 1.3 Aufgaben der Wissenschaften

In den Wissenschaften werden folgende 4 Aufgaben zu bewältigen versucht:

- (1) Beschreibung (Deskription): hierbei geht es um die möglichst genau Darstellung von Phänomenen und Ereignissen.
- (2) Erklärung (Explanation): hierbei geht es um die Angabe von (kausalen) Gründen dafür, warum etwas so der Fall ist bzw. sich *auf eine bestimmte Art und Weise* ereignet.
- (3) Vorhersage (Prognose, Retrognose): hierbei geht es um die ‚Vorhersage‘ von Phänomenen bzw. Ereignissen, welche in der Zukunft oder in der Vergangenheit (in den Geschichtswissenschaften, teilweise in der Biologie (Evolutionstheorie)) liegen.
- (4) Anwendung: hierbei geht es um die Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse zur Realisierung außerwissenschaftlicher Zielsetzungen. Diese Aufgabe stellt keine Aufgabe der Wissenschaften im engeren und eigentlichen Sinne mehr dar. Sie wird in Form von Technologien zu erfüllen versucht. Die Anwendungsaufgabe fällt in den Verwertungszusammenhang der Wissenschaften.

---

<sup>2</sup> Die Festsetzung des Signifikanzniveaus hängt ganz pragmatisch davon ab, wie verheerend die Folgen bei einem Irrtum wären! Bei der Überprüfung der Nebenwirkungen eines Medikaments ist es ethisch notwendig, das Signifikanzniveau sehr restriktiv vorzugeben (z.B. auf  $p=0.0001$ ), um im Irrtumsfall nicht Menschenleben zu gefährden!

## Exkurs I: LOGIK

Im folgenden handelt es sich nicht um eine Einführung in die (Aussagen-)Logik! Es werden nur jene Aspekte der Logik behandelt, die für ein Grundverständnis wissenschaftstheoretischer Verfahren (Erklärung und Hypothesenprüfung) notwendig sind. (Für eine ausführlichere Auseinandersetzung mit diesem Thema wird empfohlen: W. C. [Salmon](#) (1983): *Logik* Stuttgart: Reclam; G. Schurz (1986): ‚Logik für Lehramtskandidaten‘ Vorlesungsskriptum)

Wenn jemand etwas behauptet, so sieht er/sie sich oft dazu gezwungen, Gründe anzugeben, welche die Behauptung stützen sollen. „Eine durch Gründe gestützte Behauptung ist die Konklusion eines Arguments, und die Logik stellt Methoden bereit für die Analyse von Argumenten.“ (Salmon 1983, 7)

In der Aussagenlogik werden Aussagen (Sätze) behandelt. Die kleinste Einheit, in die Sätze zu diesem Zweck zerlegt werden können, sind die sogenannte *atomaren* Aussagen. Aus ihnen werden dann mittels definierter Verknüpfungsarten komplexere Aussagen - *molare* Aussagen - gebildet.

### Formalisierung von umgangssprachlichen Aussagen:

Jede atomare Aussage wird durch genau einen Kleinbuchstaben (Variable) repräsentiert. Eine Variable kann für etwas Beliebiges stehen. So z. B. in der Mathematik:

‚ $(a - b)^2 = a^2 + b^2 - 24$ ‘ Hier stehen die Variablen ‚a‘ und ‚b‘ für Zahlen, welche die Gleichung wahr machen (nämlich:  $a=4$ ,  $b=3$ )!

In der Aussagenlogik werden umgangssprachliche Ausdrücke (Aussagen) durch Variablen repräsentiert:

Die Aussage „Jutta ärgert sich über die mislungene Schularbeit.“ Kann beispielweise durch p (oder q, r, s, t, u; auch indiziert:  $p_1$ ,  $p_2$ ,  $q_1$ ,  $q_2$ ...) ausgedrückt werden.

### Wahrheitswerte:

Jede Aussage kann (in unserem Fall der klassischen Aussagenlogik) genau eine von zwei Wahrheitswerten annehmen. Es handelt sich hierbei um die Wahrheitswerte ‚wahr‘ (künftig nur mehr: w) und ‚falsch‘ (künftig nur noch: f).

Atomare Aussagen sind in der Aussagenlogik nicht weiter in kleinere Einheiten ‚zerlegbar‘ (daher: ‚atomar‘).

Atomare Aussagen können aber zu komplexeren Aussagen zusammengefügt, verknüpft werden. Diese werden als ‚molare‘ Aussagen bezeichnet.

Folgende Verknüpfungsarten (Junktoren, Konnektive) von atomaren Aussagen zu molaren Aussagen sind in der Aussagenlogik möglich (zulässig):

### 0. Negation (Verneinung):

(Hierbei handelt es sich eigentlich nicht um eine Verknüpfung von atomaren Aussagen. Es wird aber – wie auch bei Salmon (1983, 75) - wie ein einstelliges Verknüpfungszeichen behandelt.)

$\neg$ ...repräsentiert umgangssprachliche Ausdrücke wie ‚nicht‘, ‚non‘.

Karl hustet nicht.  $\neg p$  ( ‚Karl hustet.‘ =  $p$ ; ‚nicht‘ =  $\neg$ )

Ignaz lebt nicht in San Franzisko.  $\neg q$

Doppelte Negation: Eine doppelte Negation ergibt eine Bejahung.

$$\neg \neg p = p$$

Die Negation ändert den Wahrheitswert der negierten Aussage: Wenn die Aussage  $p$  wahr ist, dann ist die Negation von  $p$ , also  $\neg p$ , falsch. Ist die Aussage  $p$  falsch, dann ist ihre Negation wahr. (Die doppelte Negation einer Aussage lässt demnach den Wahrheitswert der Aussage unverändert!)

## 1. Konjunktion

$\wedge$ ...repräsentiert umgangssprachliche Ausdrücke wie ‚und‘, ‚aber‘, ‚sowohl - als auch‘, ‚weder - noch‘, ...

Beispiel: „Karl strickt und Maria trinkt Schnaps.“  $p \wedge q$

An dieser Stelle ist es aus Verständnisgründen nötig, den Begriff der Wahrheitstafeln einzuführen!

### Wahrheitstafel:

Jeder Aussage kann - wie gesagt - genau einer von zwei Wahrheitswerten zugesprochen werden: ‚w‘ (wahr) oder ‚f‘ (falsch)! (= klassisch zweiwertige Logik)

Wahrheitstafeln stellen einen Weg dar, um den Wahrheitswert einer *molaren* Aussage für alle möglichen Wahrheitswertverteilungen der *atomaren* Aussagen aus denen sie zusammengesetzt ist, zu bestimmen:

z.B.

p	q	P	$\wedge$	Q
w	w	W	W	w
w	f	W	F	f
f	w	F	F	f
f	f	F	F	f

$\Downarrow$   $\Downarrow$

$2^2$  Möglichkeiten (= 4) der Wahrheitswertverteilung für die *atomaren* Aussagen  $p$  und  $q$ .

$\Downarrow$  Wahrheitswerte für die *molare* (zusammengesetzte) Aussage  
Sie ergeben sich aus den Wahrheitswerten der atomaren Aussage und deren konjunktiven Verknüpfung.

Achtung: „Adam und Eva aßen den Apfel und wurden aus dem Paradies vertrieben.“ Hier handelt es sich *nicht* um eine Konjunktion: Korrekt müsste die Aussage nämlich folgendermaßen formuliert werden: „...und *dann* wurde er...“ (Es geht hier um einen Bedingungs-zusammenhang!)

## 2. Disjunktion

$\vee$ ...repräsentiert umgangssprachliche Ausdrücke wie ‚oder‘, ‚und/oder‘ (=einschließendes ‚oder‘! (lat.: vel))

Beispiel für das ‚einschließende oder‘:

Für die ausgeschriebene Stelle ist ein Doktorat in Psychologie oder Pädagogik Voraussetzung. (Wenn man beide Doktorate besitzt wird man nicht von den Bewerbern ausgeschlossen – im Gegenteil!)

Anders verhält es sich mit dem ausschließenden ‚oder‘ (entweder oder; lat.: aut):

Beispiel: Mit dem Menü erhält man eine Frühlingsrolle oder eine süß-saure Suppe.

In der Aussagenlogik wird ‚oder‘ als ‚einschließendes oder‘ per conventionem festgelegt! (Das ‚ausschließende oder‘ lässt sich mit Hilfe der anderen eingeführten Verknüpfungszeichen (z.B. ‚ $\vee$ ‘, ‚ $\wedge$ ‘ und ‚ $\neg$ ‘) ausdrücken! Vgl. etwa Schurz 1986, 18)

Wahrheitstafel (‚einschließendes oder‘):

P	q	p	$\vee$	Q
w	w	w	W	W
w	f	w	W	F
f	w	f	W	W
f	f	f	F	F

## 3. Implikation

(In unserem wissenschaftstheoretischen Zusammenhang sehr wichtig!)

$\rightarrow$ ...repräsentiert umgangssprachliche Ausdrücke wie ‚wenn-dann‘, ‚falls‘, ‚weil‘, ‚daher‘, ...  
Es werden also Konditionalaussagen damit ausgedrückt.

Beispiel:

Wenn x ein aggressives Modell beobachtet, dann verhält sich x auch selber aggressiv.

p	$\rightarrow$	q
$\Downarrow$		$\Downarrow$
Antecedens		Konsequens

Beispiel für die Wahrheitstafel:

Wenn die Kosten nicht steigen, dann kostet das Haus 200 000 EUR.

Nur bei Eintritt einer bestimmten Bedingung wird das Konsequens sicher eintreffen (Zeile 1; andernfalls wäre die Gesamtimplikation falsch: Zeile 2). Tritt die Bedingung nicht ein (Zeilen 3 & 4), so ist sowohl das Konsequens als auch seine Negation möglich und daher die Gesamtimplikation immer wahr!

p	q	p	$\rightarrow$	q
w	w	w	<b>W</b>	w
w	f	w	<b>F</b>	f
f	w	f	<b>W</b>	w
f	f	f	<b>W</b>	f

Einige Charakteristika der *materialen* Implikation:

- (1) Immer wenn das Antecedens falsch ist, ist die Gesamtsimplikation wahr - egal welchen Wahrheitswert das Konsequens hat!
- (2) Immer wenn das Konsequens wahr ist, ist die Gesamtsimplikation wahr - unabhängig vom Wahrheitswert des Antezendens.
- (3) Antecedens und Konsequens müssen inhaltlich nichts miteinander zu tun haben!  
*Paradox* der Implikation! (Dies ist ein Charakteristikum der materialen Implikation, die auf ‚schwächeren‘ Voraussetzungen basiert als die Implikation unserer Alltagssprache! Vgl. dazu etwa: Salmon 1983, 78ff; Schurz 1986, 15; dies kann zu intuitiv im Alltagsdenken als ‚unsinnig‘ empfundenen Wahrheitswertzuordnungen führen!)

Mit Hilfe dieser vier Junktoren/Verknüpfungsarten/Konnetiven ( $\rightarrow$ ,  $\wedge$ ,  $\vee$ ,  $\neg$ ) können alle molaren Aussagen in der klassischen zweiwertigen Aussagenlogik ausgedrückt werden. Auch das ‚ausschließende oder‘ oder die Äquivalenzbeziehung.

#### 4. Äquivalenz

$\leftrightarrow$ ...drückt umgangssprachliche Äußerungen aus wie ‚genau dann, wenn‘, ‚dann und nur dann, wenn‘.

Wahrheitstafel:

p	Q	p	$\leftrightarrow$	Q
w	w	w	<b>W</b>	W
w	f	w	<b>F</b>	F
f	w	f	<b>F</b>	W
f	f	f	<b>W</b>	F

## Argument und Argumentform<sup>3</sup>

Jedes Argument besteht aus Aussagen. Die Aussagen, aus denen eine weitere Aussage folgt (abgeleitet wird), werden als ‚Prämissen‘ (P) bezeichnet; die gefolgerte (abgeleitete) Aussage als ‚Konklusion‘. Bei einem Argument muss mindestens eine Prämisse und genau eine Konklusion (C) vorhanden sein!

Jede Argumentform besteht aus Aussageformen (atomar (p, q, r, ...) oder molar (p → (r → s), s ∧ [p ∨ ¬ q], ...)).

Grundstruktur von Argumentformen:

- |                   |  |
|-------------------|--|
| 1) P <sub>1</sub> | P <sub>1</sub> , P <sub>2</sub> ,... Prämissen |
| 2) P <sub>2</sub> |  |
| ·                 |  |
| ·                 |  |
| ·                 |  |
| n) P <sub>n</sub> |  |
| ∴ C               | C...Konklusion (Schluss)                       |

### Gültige Argumentformen:

Gültige Argumentformen sind jene Argumentformen, die bei jeder möglichen Wahrheitswertverteilung für die vorhandenen atomaren Aussageformen (p, q, r, s, t,...) das Gesamtargument wahr ‚machen‘.

Oder genauer: Eine Argumentform ist genau dann gültig, wenn es keine möglichen Wahrheitswertverteilungen für die Aussagenvariablen gibt, die alle Prämissen wahr, die Konklusion aber falsch machen würde.

Wir werden (aus Zeitgründen) nur zwei solcher gültiger Argumentformen, die im Rahmen der Wissenschaftstheorie von zentraler Bedeutung sind, hier kennenlernen: Modus Ponens und Modus Tollens.

#### A) Modus Ponens:

Beispielargument (Modellernen, A. Bandura):

- 1) Wenn Kinder aggressive Modelle beobachten, dann verhalten sie sich auch selbst Aggressiv(er).
  - 2) Die Kinder der Kindergartengruppe 1 des Kindergartens X sahen beobachteten Modelle.
- ∴ Die Kinder der Kindergartengruppe 1 des Kindergarten X verhielten sich aggressiv(er).

---

<sup>3</sup> Zur Unterscheidung von ‚Argument‘ und ‚Schluss‘ - auf die hier aus Zeitgründen nicht näher eingegangen werden kann - vgl. bei vorliegendem Interesse Salmon 1983, 20ff.

Argumentform:

1)  $p \rightarrow q$                       1), 2), ...Prämissenzeichen  
 2)  $p$                                        $\therefore$  ...Konklusionszeichen  
 $\therefore q$

Hierbei handelt es sich um die Grundstruktur wissenschaftlicher Erklärung.

Wahrheitstafelbeweis:

		$(\wedge)$					$(\rightarrow)$		
p	q	p	$\rightarrow$	q	,	p	$\therefore$	q	
w	w	W	w	w	w	w	W	w	
w	f	W	f	f	f	w	W	f	
f	w	F	w	w	f	f	W	W	
f	f	F	w	f	f	f	W	F	

Die Prämissen sind untereinander durch 'und' ( $\wedge$ ) miteinander verknüpft. Prämissen und Konklusion stehen in einem ,wenn - dann'-Verhältnis ( $\rightarrow$ ).

**B) Modus Tollens:**

Beispielargument ([Periheldrehung des Merkur](#))<sup>4</sup>:

- 1) Wenn die [Newton](#)sche Physik wahr ist, dann beträgt die Periheldrehung des Merkur 531'' pro hundert Jahre.
  - 2) Die Periheldrehung des Merkur beträgt nicht 531'' pro hundert Jahre (da sie 574'' beträgt).
- 
- $\therefore$  Die Newtonsche Physik ist nicht wahr.

Argumentform:

1)  $p \rightarrow q$   
 2)  $\neg q$   
 $\therefore \neg p$

Hierbei handelt es sich um die Grundstruktur wissenschaftlicher Überprüfung.

Wahrheitstafelbeweis:

		$(\wedge)$					$(\rightarrow)$			
P	q	p	$\rightarrow$	q	,	$\neg$	q	$\therefore$	$\neg$	p
W	w	w	w	w	f	f	w	W	f	w
W	f	w	f	f	f	w	f	W	f	w
F	w	f	w	w	f	f	w	W	w	f
F	f	f	w	f	w	w	f	W	w	f

<sup>4</sup> Eine Erläuterung der Periheldrehung findet sich im Anhang XY



### 3. Erklären

Es lassen sich zwei Arten von Erklärung unterscheiden: deduktiv-nomologische Erklärungen bei strikt deterministischen Gesetzen (nach der Struktur des Modus Ponens) und induktiv-statistische Erklärungen bei statistischen Gesetzen (keine *logisch* gültige Ableitung!) Hier findet keine Wahrheitswertübertragung von allgemeinen Prämissen auf spezielle Konklusionen statt; die Konklusion wird daher bestenfalls nur wahrscheinlicher!

2 Arten von deduktiv-nomologischen Erklärungen:

- 1) empirische Erklärung
- 2) theoretische Erklärung

#### 3.1 Empirische Erklärungen

In diesem Fall werden Sachverhalte erklärt (genauer: Basisaussagen, die einen Sachverhalt beschreiben!) Explanandum = Basisaussage; Explanans = mind. ein Gesetz und mind. eine Randbedingung.

Bietet Antworten auf die Frage ‚Warum ist der Sachverhalt/das Ereignis y der Fall?‘

Wissenschaftlicher: „Aufgrund welcher Gesetze und Randbedingungen ist es der Fall, dass y?“

Bedingungen ( $B_1$ - $B_4$ ) für eine deduktiv-nomologische Erklärung:

$B_1$ : Das Argument, das von Explanans zum Explanandum schliesst muss logisch korrekt sein (etwa: modus ponens).

$B_2$ : Das Explanans muss mindestens eine gesetzesartige Aussage enthalten und mindestens eine Randbedingung.

$B_3$ : Das Explanans muss empirisch gehaltvoll sein.

$B_{4+}$  (stark): Die Sätze des Explanans müssen wahr sein (Übertragung des Wahrheitswerts) oder schwächer („da die Wahrheit der Prämissen nie mit Sicherheit gegeben ist):

$B_{4-}$  (schwach): Die Sätze des Explanans müssen gut bewährt sein!

Basisstruktur:

1)  $G_1, G_2 \dots G_n$

2)  $A_1, A_2, \dots A_n$

$\therefore E$

Beispiele: Beispiele 1-5 sind empirische Erklärungen; Beispiel 6 (in 3.2) ist eine Gesetzeserklärung!

#### Beispiel 1:

Verstärkungslernen/Instrumentelles Konditionieren (F. B. Skinner)

- 1) Für alle Reaktionen  $r$  gilt (=Angabe des Geltungsbereichs der Hypothese – hier: uneingeschränkt): Wenn einer Reaktion  $r$  positiv oder negativ verstärkt wird, dann erhöht sich die Auftretswahrscheinlichkeit von  $r$  in der Zukunft. (=Gesetz)

2) Die Reaktion  $a$  wurde positiv verstärkt. (=Randbedingung 1)

---

$\therefore$  Die Auftretswahrscheinlichkeit der Reaktion  $a$  wird sich in Zukunft erhöhen.

## Beispiel 2:

Klassisches Konditionieren (Pawlow)

- 1) Für alle Stimuli  $s$  und  $s'$ , sowie für alle Reaktionen  $r$  gilt: Wenn  $s$  ein unbedingter Stimulus für die Reaktion  $r$  ist und  $s'$  ein ursprünglich neutraler Stimulus (bezogen auf  $r$ ) ist, und  $s'$  mindestens  $n$ -Mal mit  $s$  gekoppelt dargeboten worden ist, dann wird  $s'$  zu einem bedingten Stimulus für  $r$  (=löst auch  $s'$   $r$  aus!).
- 2) Der Stimulus  $a$  ist ein unbedingter Reiz für die Reaktion  $b$ , Der Reiz  $a'$  war ein ursprünglich neutraler Reiz bezogen auf  $b$ . Stimulus  $a$  und  $a'$  wurden  $n$ -Mal miteinander gekoppelt.

---

∴ Der Stimulus  $a'$  wird zu einem konditionierten Stimulus für  $r$ .

## Beispiel 3:

Aus Hans-Jürgen Eysencks Persönlichkeitstheorie (1963, 1964, 1967);

G1: Für alle Personen  $p$  und  $p'$  gilt: Wenn  $p$  introvertiert ist und  $p'$  extravertiert, dann ist  $p$  leichter zu konditionieren als  $p'$ .

A1: Person  $a$  ist introvertiert und Person  $a'$  ist extravertiert.

---

E.: Person  $a$  ist leichter konditionierbar als Person  $a'$ .

Beispiel 4: Ein weiteres Beispiel aus Banduras Konzept der Selbstwirksamkeitsüberzeugungen.

G1: Für alle Personen  $p$  und  $p'$  gilt: Wenn  $p$  über stärker ausgeprägte Leistungsselbstwirksamkeitsüberzeugungen verfügt als  $p'$ , dann strengt sich  $p$  stärker an, bleibt beharrlicher bei seiner Aufgabe, wählt sich schwierigere Aufgaben, ... als  $p'$ , wenn er sich in einer Leistungssituation befindet.

A1:  $a$  und  $a'$  befinden sich in einer Leistungssituation.

A2: Bei  $a$  sind die Leistungsselbstwirksamkeitsüberzeugungen stärker ausgeprägt als bei  $a'$ .

E.: Daher strengt sich Person  $a$  mehr an, bleibt beharrlicher bei der Aufgabe, wählt sich schwierigere Aufgaben, ... als  $a'$ .

Beispiel 5: Eine Variante stellen die Dispositionserklärungen dar (Dispositionen sind veränderungsresistente und daher relativ überdauernde Persönlichkeitsvariablen):

z.B.

G1: Für alle Personen  $p$  und  $p'$  gilt: Wenn  $p$  stärker leistungsmotiviert ist als  $p'$ , dann ist, wenn  $p$  und  $p'$  sich in Leistungssituationen befinden, das Aktivierungsniveau von  $p$  höher als das von  $p'$ .

A1: Person  $a$  ist stärker leistungsmotiviert als die Person  $a'$ .

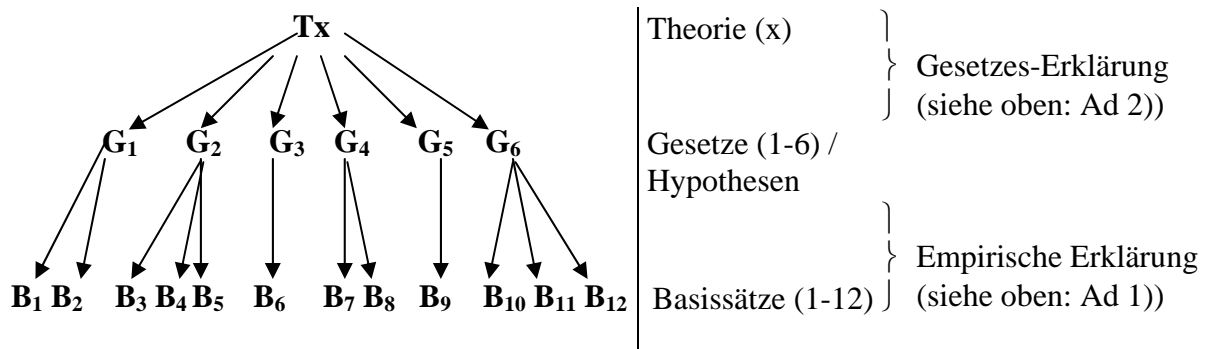
A2: Person  $a$  und  $a'$  befinden sich in einer Leistungssituation.

E.: Das Aktivierungsniveau der Person  $a$  ist höher als das der Person  $a'$ .

## **3.2 Gesetzeserklärungen (theoretische Erklärung)**

In diesem Fall wird ein weniger allgemeines (empirisches) Gesetz durch allgemeinere Gesetze erklärt. Explanandum ist ein Gesetz. Eplanans = (nur) Gesetze.

Bietet Antworten auf Fragen wie: ‚warum ist es der Fall, dass G gilt‘. Wissenschaftlicher: Aus welchen anderen Gesetzen lässt sich G ableiten?



Übersicht: Empirische Erklärung und Gesetzeserklärung (n. Patry & Perrez 2000, 20)

Form:

- 1) G<sub>1</sub>
- 2) G<sub>2</sub>

---

- ∴ G<sub>3</sub>

Gehen wir von folgender gesetzesartiger Aussage G<sub>1</sub> aus:

„Introvertierte sind leichter konditionierbar als extravertierte Menschen.“

Eine empirische Erklärung mit Hilfe dieser Aussage könnte die folgende Form haben (wobei unsere gesetzesartige Aussage in diesem Argument die Prämisse 1) darstellt):

- 1) Für alle Personen p und p' gilt: Wenn p introvertiert und p' extravertiert ist, dann ist p leichter konditionierbar als p'. (G<sub>1</sub>)
- 2) Person a ist nach der Introvertiert/Extravertiert-Skala introvertierter als a'. (R<sub>1</sub>)

---

- ∴ Person a ist leichter konditionierbar als Person b.

Eysencks Hypothese G<sub>1</sub> kann nun aber aus anderen Gesetzen/Hypothesen seiner Persönlichkeitstheorie abgeleitet werden (Gesetzeserklärung):

#### Beispiel 6:

- G<sub>2</sub>: Für alle Personen p gilt: Wenn p introvertiert ist, dann überwiegen bei p die Erregungsprozesse.
- G<sub>3</sub>: Für alle Personen p' gilt: Wenn p' extravertiert ist, dann überwiegen bei p die Hemmungsprozesse.
- G<sub>4</sub>: Für alle Personen p' gilt: Wenn bei p' die Hemmungsprozesse überwiegen, dann liegt bei p' eine kortikale Hemmung vor.
- G<sub>5</sub>: Für alle Personen p gilt: Wenn bei p die Erregungsprozesse überwiegen, dann liegt bei p ein Mangel an kortikaler Hemmung vor.
- G<sub>6</sub>: Für alle Personen p gilt: Wenn bei p ein Mangel an kortikaler Hemmung vorliegt, dann liegt bei dieser Person p eine Verhaltenshemmung vor.
- G<sub>7</sub>: Für alle Personen p' gilt: Wenn bei p' eine kortikale Hemmung vorliegt, dann liegt bei dieser Person p' ein Mangel an Verhaltenshemmung vor.
- G<sub>8</sub>: Für alle Personen p' gilt: Wenn bei p' ein Mangel an Verhaltenshemmung vorliegt, dann ist p' schwer konditionierbar.

G9: Für alle Personen p gilt: Wenn bei p eine Verhaltenshemmung vorliegt, dann sind sie leicht konditionierbar.

BP (Bedeutungspostulat): Für alle Personen p und p' gilt: Wenn p leicht und p' schwer konditionierbar ist, dann ist p leichter konditionierbar als p'.

---

E=G1.: Für alle Personen p und p' gilt: Wenn p introvertiert und p' extravertiert ist, dann ist p leichter konditionierbar als p'.

Dieses Beispiel illustriert, dass und wie auch komplexere psychologisch-pädagogische Argumentationszusammenhänge/Erklärungen ohne Probleme in Form des H-O-Schemas darstellbar sind!

Achtung! Deduktiv-nomlogische Erklärungen müssen noch zusätzlich folgende Bedingung erfüllen: Das Antecedens der gesetzesartigen Aussage (z.B. Hypothese) muss für das Konsequens relevant sein.

Beispiel:

Alle Männer die Antibabypillen schlucken werden nicht schwanger!

$$\begin{array}{l} 1) (M_x \wedge A_x) \rightarrow \neg S_x \quad M_x \dots X \text{ ist ein Mann, } A_x \dots X \text{ nimmt Antibabypillen} \\ 2) M_a \wedge A_a \\ \hline \therefore \quad \quad \quad \neg S_a \quad (\neg)S_x \dots X \text{ ist (nicht) schwanger} \end{array}$$

In diesem Beispiel trägt das Antecedens  $A_x$  nichts zur Erklärung bei; das Antecedens  $M_x$  alleine ist völlig ausreichend für die Vorhersage!

In den Sozialwissenschaften (wie z. B. in der Psychologie und Pädagogik) sind deterministisch-deduktive Erklärungen aber eher selten anzutreffen. Häufiger treten hingegen die sog. statistisch-deduktiven Erklärungen auf: hier werden die (deterministischen) Gesetze durch (mind.) ein statisches Gesetz ersetzt. Der Übergang von den Explanans-Teilen der Erklärung zum Explanandum ist aber auch hier deduktiv. Es muss also von unseren vier Bedingungen an eine deduktiv-nomologische Erklärung nur  $B_2$  dahingehend verändert werden, dass das Explanans mindestens eine statistische Hypothese enthalten muss. Zu näheren Informationen über statistische Prüfung von Hypothesen sei hier aber aus

### 3.3 Statistische Erklärungen

Diese Erklärungsart wurde ursprünglich auch von Hempel entwickelt, kam aber viel stärker unter Druck als sein deduktiv-nomologisches Schema (= Hempel-Oppenheim Schema)! (Zur Diskussion um dieses Erklärungsschema vgl. z. B. W. C. Salmon 1983)

Diese Erklärungsform wird angewendet, wenn keine deterministischen Gesetze zur Verfügung stehen (wie meist in den Sozialwissenschaften (Pädagogik))! Es hat die Form:

$$\begin{array}{l} 1) G1, G2, \dots Gn \quad p \\ 2) R1, R2, \dots Rn \\ \hline \therefore E \quad \quad \quad p \end{array}$$

p... statistische (objektive) Wahrscheinlichkeit

p... subjektive (!) Wahrscheinlichkeit: sog. induktive Erwartungswahrscheinlichkeit

G1, G2, ... mindestens ein statistisches Gesetz (mit der Wahrscheinlichkeit p)

R1, R2, ... Randbedingungen

Beispiele:

Beispiel 1:

- 1) Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Kind von dem ein Elternteil schizopren ist auch schizopren wird beträgt  $p=.25$ .
  - 2) Person a hat ein schizoprenes Elternteil  $p=.25$
- 
- ∴ Die Wahrscheinlichkeit, dass a schizopren wird beträgt.

Beispiel 2:

- 1) Die Wahrscheinlichkeit, dass Personen, die den Statistikstoff im Frontalunterricht erworben haben, diesen auch selbständig anwenden können, beträgt  $p=.20$  (= pure Annahme des Autors!)
  - 2) Der Statistikstoff in der Statistikgruppe A wurde im reinen Frontalunterricht unterrichtet.  $p=.20$
- 
- ∴ Die Wahrscheinlichkeit, dass die Personen der Gruppe A den Statistikstoff selbständig anwenden können beträgt.

Achtung: Die *subjektive* oder *induktive Erwartungswahrscheinlichkeit* bezieht sich auf den *Einzelfall*; daher ist sie keine statistische Wahrscheinlichkeit, die sich immer auf Häufigkeiten bezieht! Die induktive (subjektive) Erwartungswahrscheinlichkeit bringt folglich unseren *subjektiven Glaubensgrad* bezüglich eines Einzelereignisses zum Ausdruck!

Statistisch-deduktive Erklärungen müssen daher folgende Anforderungen erfüllen:

- (a) Das Antecedenteil (A) der gesetzesartigen Aussage muss die Auftretswahrscheinlichkeit des Konsequentsteils (K) der gesetzesartigen Aussage gegenüber der Ausgangswahrscheinlichkeit (ohne Antecedenteil) erhöhen (= Relevanzbedingung).  
D. h.  $p(A \rightarrow K) > p(K)$  (>...größer als;  $p(K)$ ...Ausgangswahrscheinlichkeit)

Wenn man etwa weiß, dass die Wahrscheinlichkeit für einen Mitteleuropäer oder Nordamerikaner an Schizophrenie zu erkranken bei etwa 1% ( $p=0,01$ ) liegt (=Ausgangswahrscheinlichkeit), so muss diese Ausgangswahrscheinlichkeit durch ein Antecedens erhöht werden; etwa: Wenn jemand ein schizoprenes Elternteil hat, so beträgt die Wahrscheinlichkeit an Schizophrenie zu erkranken für diese Person etwa 20% ( $p=0,2$ ). Der Antecedenteil „ein schizoprener Elternteil“ erhöht also die ursprüngliche Ausgangswahrscheinlichkeit wesentlich und trägt daher auch wesentlich zum Erkenntnisgewinn bei!

Bei mehreren Antecedensbedingungen muss natürlich für jeden Antecedenteil überprüft werden, ob er zur Erhöhung der Auftretswahrscheinlichkeit des Konsequentsteils beiträgt!

Beispiel:

- 1)  $(G_x \wedge F_x) \rightarrow P_x$   $p$
  - 2)  $G_a \wedge F_a$   $p$
- 
- ∴  $P_a$

Es müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

1.  $p(G_x \rightarrow P_x) > p(P_x)$
2.  $p(F_x \rightarrow P_x) > p(P_x)$
3.  $p((G_x \wedge F_x) \rightarrow P_x) > p(F_x \rightarrow P_x)$
4.  $p((G_x \wedge F_x) \rightarrow P_x) > p(G_x \rightarrow P_x)$

- a) Noch wichtiger ist es (n. W. C. Salmon 1983), dass durch die gesetzesartige(n) Aussage(n) alle für den in Frage stehenden Einzelfall relevanten Kausalfaktoren („Ursachen“) abgedeckt werden. Dieses „Hintergrundwissen“ über die relevanten Kausalfaktoren ist natürlich in vielen Fällen nicht im ausreichenden Maße gegeben. Dies relativiert aber die Zuverlässigkeit statistische Erklärungen. Die Qualität statistisch-deduktivere Erklärungen sind immer nur relativ zum vorhandenen/zur Verfügung stehenden Hintergrundwissen.

Beispiel:

- 1) Wenn ein/e SchülerIn für ein bestimmtes Verhalten gelobt wird, dann wird er dieses Verhalten in Zukunft häufiger zeigen.  $p=.80$  (Annahme)
  - 2) Die Schülerin X wurde für ihren Arbeitsbeitrag gelobt.  $p=.80$
- 
- ∴ Die Schülerin X wird in Zukunft häufiger arbeiten.

Nun ist bekannt, dass Lob insbesondere bei SchülerInnen in der Pubertät und bei bestimmten gruppenspezifischen Konstellationen in der Klasse (Gruppe) auch wirkungslos bleiben oder gar entgegengesetzte Reaktionen (in der Literatur bekannt als sog. „paradoxe Verstärkung“) hervorrufen kann. (Lob kann als Gängelung, oder als Herabsetzung vor MitschülerInnen etc. kognitiv verarbeitet werden - also als eine „Bestrafung“ - und führt dann natürlich zu einem Absinken des „gelobten“ Verhaltens!) Daher ist es für die obige statistisch-deduktive Erklärung sehr wichtig über Hintergrundwissen bezüglich der Schülerin a (des „Einzelfalls“) zu verfügen; etwa, ob sie sich in der Pubertät befindet oder welche ihre soziale Rolle und ihr Prestige in der Klasse ist. Gegebenenfalls müsste man dann (bei einer unvoreilhaftigen Gruppendynamik im Klassenverband) ein Lob unter vier Augen dem vor der gesamten Klasse vorziehen!