

Wirtschaftswissenschaftliche Methoden: Logik und Falsifizierbarkeit

Termin 7

Jakob Kapeller

University of Duisburg-Essen
Institute for Socio-Economics &

Johannes Kepler University Linz
Institute for Comprehensive Analysis of the Economy (ICAE)

Editor: *Heterodox Economics Newsletter*

www.jakob-kapeller.org | www.uni-due.de | www.heterodoxnews.com



Open-Minded



Agenda

- Logik
 - Induktion
 - Deduktion
- Falsifizierbarkeit von Hypothesen und Theorien
 - Falsifizierbarkeit und die Demarkation von „Wissenschaft“ und „Nicht-Wissenschaft“
 - Falsifizierbarkeit und die hypothetisch-deduktive Methode

Logik: Induktion

Induktion

- „**Induktives Schließen**“ bezeichnet die Verallgemeinerung einzelner Beobachtungen
 - Schluss vom Besonderen auf das Allgemeine; vom Einzelfall auf alle Fälle
- „**Induktivismus:**“ Wissenschaft gewinnt ihre Erkenntnisse durch (1) Beobachtung und (2) induktives Schließen
 - Induktivismus ist seit der Antike eine wichtige Denkrichtung in der Wissenschaftstheorie
 - Induktivismus als allgemeiner Grundgedanke, der in vielen Varianten der Wissenschaftstheorie wieder auftaucht

Form eines Induktionsschlusses

Verbal:

Der erste beobachtete Schwan ist weiß.

Der zweite beobachtete Schwan ist weiß.

Der dritte beobachtete Schwan ist weiß.

.....

Der letzte beobachtete Schwan ist weiß.

Alle Schwäne sind weiß.

Formal:

$$Sx_1 \wedge Wx_1$$

$$Sx_2 \wedge Wx_2$$

$$Sx_3 \wedge Wx_3$$

$$Sx_n \wedge Wx_n$$

$$(x) (Sx \rightarrow Wx)$$

Kritik der Induktion

- David Hume (18. Jhdt.): Induktion ist **weder logisch noch empirisch** begründbar.
 - Aus **logischer Sicht** ist ein induktiver Schluss niemals gerechtfertigt, da auf eine offene Klasse von Fällen generalisiert wird (**allgemeine Aussage** behauptet mehr als die **Summe der Beobachtungen** belegen).
 - **Humesche Beispiele:** Sonnenaufgang, Konsum von Brot. Auch bei derart offensichtlichen Beispielen keine „logische Basis“ für einen solchen Schluss.
- Aus **empirischer Sicht** kann sich Induktion nur anhand von sich selbst rechtfertigen: **Zirkelschluss**.

Zur logischen Begründbarkeit der Induktion (1): „Deadly Induction“ und Führerscheinneulinge

Das erste waghalsige Überholmanöver führte zu keinem Unfall.

Das zweite waghalsige Überholmanöver führte zu keinem Unfall.

Das dritte waghalsige Überholmanöver führte zu keinem Unfall.

.....

Das letzte waghalsige Überholmanöver führte zu keinem Unfall.

Waghalsige Überholmanöver führen niemals zu Unfällen.

- Logisch gesehen ist dieser Schluss genauso (gut/schlecht) begründet wie jener im Fall des Sonnenaufgangs.

Zur empirischen Begründbarkeit der Induktion (2): Humes berühmter „Zirkelschluss“

Die erste Anwendung der Induktion war erfolgreich.

Die zweite Anwendung der Induktion war erfolgreich.

Die dritte Anwendung der Induktion war erfolgreich.

.....

Die letzte Anwendung der Induktion war erfolgreich.

Induktion ist immer erfolgreich.

- Das Prinzip der Induktion kann sich empirisch nur aus sich selbst begründen und ist daher als „Quelle sicherer Erkenntnis“ ungeeignet.

Logik: Deduktion

Deduktion

- „**Deduktives Schließen**“ bezeichnet das Ableiten neuer Aussagen (Konklusion) aus gewissen Ausgangsannahmen (Prämissen).
 - „Schluss vom Allgemeinen auf etwas Besonderes“: irreführend.
 - Es geht vielmehr um die Frage was aus den gegebenen Prämissen ableitbar ist.
- Bei der **Deduktion** gilt:
 - Die Wahrheit der Prämissen garantiert die Wahrheit der Konklusion.
 - Der Informationsgehalt der Konklusion ist niemals größer als der der Prämissen (durch die Deduktion wird keine neue Information generiert).
 - Man kann also durch Deduktion keine Wahrheiten herausfinden, sondern nur die Implikationen jener Wahrheiten ableiten, die man bereits kennt.

Deduktion: Beispiele

Alle Metallstücke leiten Elektrizität. (Prämisse)

Dieses Metallstück leitet Elektrizität. (Konklusion)

Für alle Personen (x) gilt: Wenn x 100 mg Knollenblätterpilz zu sich nimmt, erleidet x eine schwere Vergiftung. (Prämisse 1)

Hans hat 100 mg Knollenblätterpilz zu sich genommen. (Prämisse 2)

Hans erleidet eine schwere Vergiftung. (Konklusion)

Deduktion: Beispiele

Entweder Maria oder Peter hat das letzte Stück Kuchen gegessen.

Maria hat das letzte Stück Kuchen nicht gegessen.

Peter hat das letzte Stück Kuchen gegessen.

Wenn zwei mal zwei fünf ist, dann ist Wien eine Kleinstadt.

Zwei mal zwei ist fünf

Wien ist eine Kleinstadt

Deduktion: Was haben wir bisher gesehen?

- **Logische Gültigkeit** und **empirische Korrektheit** sind zwei verschiedene Dinge
 - Ein Schluss kann logisch korrekt sein, auch wenn alle Aussagen empirisch falsch sind.
- Was kann man nun über die empirische Wahrheit der verwendeten Aussagen festhalten?
 - Wenn die **Prämissen wahr** sind, ist auch die **Konklusion wahr** (Wahrheitsübertragung).
 - Wenn die **Prämissen falsch** sind, kann die **Konklusion wahr oder falsch** sein.
 - Wenn die **Konklusion falsch** ist, muss zumindest **eine der Prämissen falsch** sein.
 - Wenn die **Konklusion wahr** ist, können die **Prämissen wahr oder falsch** sein.

Deduktion: richtiges Schließen aka „logisch denken“ I - modus ponens

wenn p, dann q

Prämisse 1

p

Prämisse 2

q

Konklusion

Wenn es regnet, wird die Straße nass.

Es regnet.

Die Straße wird nass.

Deduktion: richtiges Schließen aka „logisch denken“ II - modus tollens

wenn p, dann q

Prämisse 1

non-q

Prämisse 2

non-p

Konklusion

Beachte:

p ist hinreichend, aber
nicht notwendig für q

Wenn es regnet, wird die Straße nass.

Die Straße wird nicht nass.

Es regnet nicht.

Frage: deduktiv gültig?

Wenn es regnet, wird die Straße nass.

Es regnet nicht.

Die Straße ist nicht nass.

Wenn es regnet, wird die Straße nass.

Die Straße ist nass.

Es regnet.

Deduktion: richtiges Schließen aka „logisch denken“ III - typische Fehlschlüsse

wenn p, dann q

q

p

wenn p, dann q

non-p

non-q

Wenn es regnet, wird die Straße nass.

Die Straße ist nass.

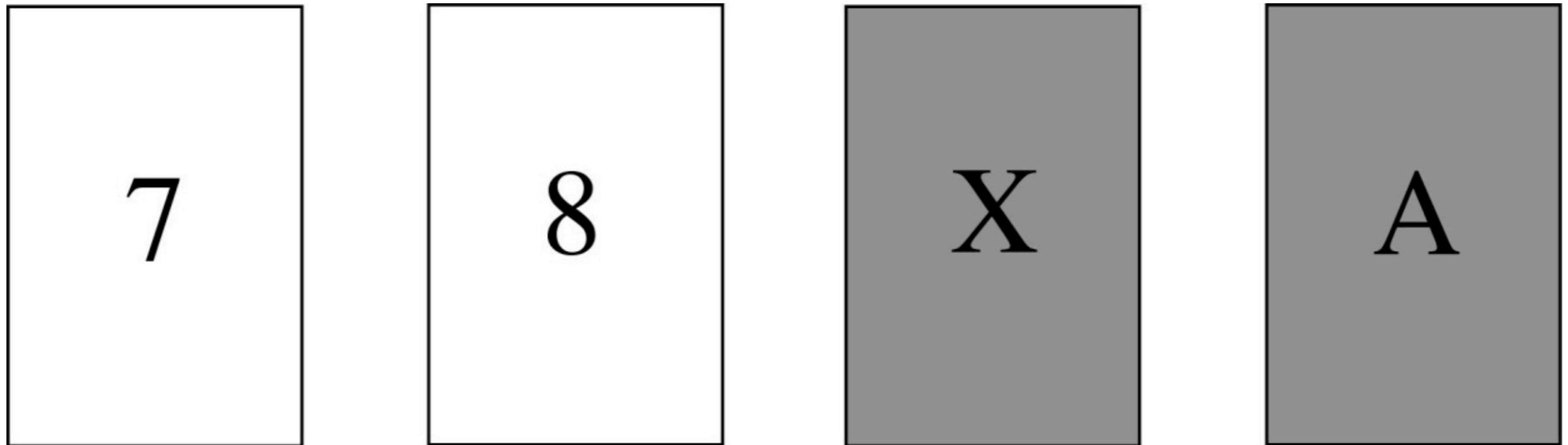
Es regnet.

Wenn es regnet, wird die Straße nass.

Es regnet nicht.

Die Straße ist nicht nass.

Kartenrätsel



“Wenn sich vorne (weiß) eine 7 befindet, dann ist auf der Rückseite (grau) ein X.”

- **Wieviele/Welche Karten** kann man umdrehen um diese **Aussage zu prüfen?**

Übrigens: Logische Zeichen

$\neg p$ **non**-p (Negation)

$p \wedge q$ p **und** q (Konjunktion)

$p \vee q$ p **oder** q (inklusive oder; Disjunktion)

$p \rightarrow q$ **wenn** p, **dann** q (Implikation)

(Beachte wiederum: p ist hinreichend für q, aber nicht notwendig für q)

Deduktive Schlussformen, formal

$p \rightarrow q$

p

q

(1)

$p \rightarrow q$

$\neg q$

$\neg p$

(2)

$p \vee q$

$\neg p$

q

(3)

(1) modus ponens, (2) modus tollens, (3) entweder-oder

Resümee: Beurteilung von Induktion und Deduktion

- **Deduktion ist...**

- nicht im Stande, die Wahrheit allgemeiner Aussagen zu beweisen (diese wird vielmehr vorausgesetzt bzw. benötigt).
- verwendbar um allgemeine Gesetze oder singuläre Prüfaussagen zu abzuleiten.
- nicht (immer) jenes Mittel, das zu einer Entscheidung für/gegen eine Theorie geführt hat.

- **Induktion ist...**

- nicht im Stande, die Wahrheit allgemeiner Aussagen zu beweisen.
- verwendbar um allgemeine Aussagen zu bilden („explorative Forschung“).
- nicht (unbedingt) jenes Verfahren durch das bedeutende Hypothesen entstanden sind.

**Zwei Arten der Erkenntnis und
die Frage der „Falsifizierbarkeit“**

Zwei Quellen der Erkenntnis

- 1) **Erfahrung**, Wahrnehmung, Beobachtung (puristisch: Empirismus)
 - 2) **Denken**, Schlussfolgern (puristisch: Rationalismus)
- Grenzen beider Erkenntnisquellen?
 - **Beobachtung**
 - Vermittelt uns Wissen über die Welt, aber systematisiert es nicht (nur singuläre Aussagen)
 - **Denken**
 - Erlaubt die Verknüpfung von Beobachtungen mit Hypothesen - Systematisierung & Überprüfung; ohne Beobachtung: empirisch leer = tautologisch = analytisch
 - Wissenschaftliche Erkenntnis entsteht erst durch die **Kombination** von Beobachtung und Denken.

Analytische Aussagen

- Analytische Aussagen, z.B.:
 - Wenn es regnet, dann regnet es. (Wenn A, dann A.)
 - Es regnet, oder es regnet nicht. (A oder Non A.)
 - Alle Junggesellen sind unverheiratet. (Alle A sind A.)
- **Analytische Aussagen informieren nicht über die Welt.**
 - Sie verbieten keine Ereignisse und haben daher keinen „empirischen Gehalt“ (bzw. „Informationsgehalt“); sie sind „tautologisch.“
 - Ihre Korrektheit ist unabhängig vom Zustand der Welt, sondern bloß abhängig von ihrer **Form.**

Synthetische Aussagen

- Synthetische Aussagen, z.B.:
 - Max hat blaue Augen.
 - Versuchsperson p hat im Intelligenztest den Wert 115 erzielt.
 - Alle Planetenbahnen sind Ellipsen.
 - Alle physischen Objekte bestehen aus Atomen.
- **Synthetische Aussagen informieren über die Welt.**
 - Sie können in vielen Fällen anhand von Beobachtungen überprüft werden, da ihre Korrektheit vom Zustand der Welt abhängt.

Analytisch - Synthetisch: Zusammenfassung

- **Analytische Aussagen...**
 - haben keinen Informationsgehalt.
 - sind allein durch Nachdenken überprüfbar.
- **Synthetische Aussagen...**
 - haben Informationsgehalt.
 - sind nur mit Rückgriff auf Beobachtungsaussagen („Erfahrung“) überprüfbar

Falsifizierbarkeit als Abgrenzungskriterium

- „Eine empirisch wissenschaftliche **Hypothese** muss durch Beobachtung **falsifizierbar** (widerlegbar) sein.“ (Popper 1934)
 - **Fallibilismus**: Sicheres Wissen nicht erreichbar.
 - **Konsequenz**: Aufstellen von Hypothesen und diese möglichst kritisch prüfen
 - Es ist rational eine Hypothese, die oft und kritisch geprüft wurde und nicht widerlegt werden konnte, vorläufig zu akzeptieren (anderen Hypothesen vorzuziehen)
- Abgrenzung von **Wissenschaft** und „**Pseudowissenschaft**“
 - „**Informationsgehalt**“ - wieviel sagt eine Hypothese über die Welt?
 - „**Intersubjektive Prüfversuche**“ - Prüfung muss (a) kritisch und (b) intersubjektiv nachvollziehbar sein

Beispiele für falsifizierbare Aussagen

- Hans hat blaue Augen.
- Der Weltmarktpreis für Öl ist im letzten Monat gestiegen.
- Alle Schwäne sind weiß.
- Alle Planetenbahnen sind Kreise.
- Wenn die Konsumnachfrage zurückgeht, dann geht auch das Bruttoinlandsprodukt zurück.
- **Wie viele Beobachtungen** braucht man um eine singuläre Aussage zu widerlegen, wie viele um eine allgemeine Aussage zu widerlegen?

Beispiele für nicht-falsifizierbare Aussagen

- Klassische **Tautologien** (analytische Aussagen)
 - Wenn sich das Wetter nicht ändert, dann wird es wohl gleich bleiben.
 - Alle Junggesellen sind unverheiratet.
 - Wenn Menschen handeln, maximieren sie dabei ihren eigenen Nutzen.
 - Die Einnahme von 500mg Vitamin C, kann die Dauer eines Schnupfens verkürzen.
- Aussagen über **nicht-beobachtbare Sachverhalte** (z.B. metaphysische Aussagen und Werturteile)
 - Jeder Mensch besitzt eine unsterbliche Seele. (Metaphysik)
 - Panama ist das schönste Land der Welt. (Werturteil)
 - Die Erde ist 4000 Jahre alt, doch von Gott so erschaffen, dass sie uns älter erscheint.

Beispiele zur Abgrenzung „falsifizierbar - nicht-falsifizierbar“

- Wenn Einkommen und Vermögen in einer Gesellschaft eher gleich verteilt sind, dann ist das wünschenswert. (*nicht falsifizierbar; Werurteil*)
- Wenn Einkommen und Vermögen in einer Gesellschaft eher gleich verteilt sind, ist die Zahl der psychischen und physischen Erkrankungen in allen Einkommenschichten geringer. (*falsifizierbar; empirisch; Wilkinson und Pickett 2009*)
- Wenn neue Technologien entwickelt werden, die ökonomisch verwertbar sind, dann ist das „technischer Fortschritt.“ (*nicht falsifizierbar; tautologisch*)
- Wenn neue Technologien entwickelt werden, die ökonomisch verwertbar sind, dann werden dadurch ältere Technologien/Industrien eliminiert (*falsifizierbar, empirisch, Schumpeter 1950*).

Bemerkungen zum Informationsgehalt I

- **Ausgangsfrage**

- Wie viel sagt eine Hypothese über die Welt? Informiert sie uns?
- Warum informiert uns der Satz „Entweder das Wetter bleibt gleich oder es ändert sich?“ nicht?

- **Falsifizierbare Hypothesen informieren über die Welt**, weil sie gewisse Ereignisse verbieten.

- Wenn die „verbotenen Ereignisse“ eintreten - **Falsifikation**.
- Wenn keine „verbotenen Ereignisse“ existieren, ist die Hypothese immer wahr (tautologisch) – sie ist mit allen möglichen Beobachtungen **vereinbar**, kann diese aber **nicht erklären**.

Bemerkungen zum Informationsgehalt II

- Eine Aussage informiert uns über die Welt, in dem sie Ereignisse verbietet.
 - Kein Informationsgehalt - keine empirisch-wissenschaftliche Aussage.
- Informationsgehalt nicht in Zahlen ausdrückbar; aber: mehr oder weniger
 - Informationsgehalt wächst mit „**Allgemeinheit**“ und „**Bestimmtheit**“ der Aussage
 - **Allgemeinheit** hängt von den Bedingungen im **Wenn-Satz** ab (je allgemeiner, desto höher)
 - **Bestimmtheit** hängt von Bedingungen im **Dann-Satz** ab (je konkreter, desto höher)
- **Beispiele:**
 - Wenn ein Schwan beobachtet wird, dann ist dieser weiß.
 - Wenn ein Essener Schwan beobachtet wird, dann ist dieser weiß.
 - Wenn ein Schwan beobachtet wird, dann ist dieser weiß oder schwarz.

Bemerkungen zum Informationsgehalt III

- „Wenn Menschen handeln, maximieren sie dabei ihren eigenen Nutzen.“
 - **Tautologie**; Versuch einer **Reparatur**: „Wenn Menschen handeln, maximieren sie dabei ihren eigenen Nutzen auf rationale Weise.“
 - **Bestimmtheit erhöht** - These sagt auf einmal etwas aus.
 - **Rationalität** näher definierbar, z.B. durch **Transitivität**
 - **Transitivität** heißt:
„Wer einen A(pfel) lieber mag als eine B(irne) und eine B(irne) lieber als eine C(lementine) muss auch den A(pfel) gegenüber der C(lementine) bevorzugen: Wenn $A > B$ und $B > C$, dann muss auch gelten: $A > C$ “
 - **Neue Hypothese also widerlegbar** - und in der Praxis oftmals widerlegt, beispielsweise...

Entscheidungssituation 1:

„Sie haben gerade 1000 \$ bekommen. Entscheiden Sie sich für A oder B?

Variante	Wahrscheinlichkeit	Wirkung	%-Anteil d. Befragten
A	100%	Gewinn von 500 \$	84 %
B	50%	Gewinn von 1000 \$	16 %
	50%	Gewinn von 0 \$	

Entscheidungssituation 2:

„Sie haben gerade 2000 \$ bekommen. Entscheiden Sie sich für A oder B?

Variante	Wahrscheinlichkeit	Wirkung	%-Anteil d. Befragten
A	100%	Verlust von 500 \$	31 %
B	50%	Verlust von 1000 \$	69 %
	50%	Verlust von 0 \$	

Übernommen aus: Kahneman und Tversky (1979)

Falsifizierbarkeit und die hypothetisch-deduktive Methode

Hypothetisch-deduktives Vorgehen

- Falsifizierbare Hypothese (Theorie) H zur **Ausgangsfrage**
 - H: Wenn ein Metallstück erhitzt wird, dann dehnt es sich aus.
- Deduktive Ableitung einer **Prüfvorhersage P** aus Anfangsbedingungen (B) und Hypothese (H)
 - B: Metallstück x wird erhitzt; $B \wedge H \rightarrow P$: Das Metallstück x wird sich ausdehnen
- **Empirische Untersuchung:** P (Metallstück größer) oder non-P (nicht größer)?
 - Falls non-P: Falsifikation von H \rightarrow neue Hypothese
 - Falls P: Bewährung von H \rightarrow neue Untersuchung

Hypothetisch-deduktives Vorgehen und logisches Schließen

Wenn H, dann P

Non-P

Non-H

Wenn H, dann P

P

H

- Welcher der beiden Schlüsse ist logisch korrekt?
 - „**Asymmetrie von Verifikation und Falsifikation**“: Daten „bestätigen“ niemals eine Theorie - sie widerlegen sie bloß nicht.
 - Die Hypothese informiert weil sie Verbote macht - und nur deshalb kann sie auch widerlegt werden.

Hypothetisch-deduktives Vorgehen: Eine Fallstudie

- Ignaz Semmelweis: 1844-1848 am Wiener AKH
- **Problem:** Hohe Müttersterblichkeit auf Geburtenabteilung I, Kindbettfieber
- **Todesrate:**
 - 1844: 8,2% (260 von 3157 Frauen)
 - 1845: 6,8%
 - 1846: 11,4%
- Keine derartig hohen Sterberaten in Geburtenabteilung II / bei Straßengeburten
- Semmelweis entwickelt eine Reihe von **Hypothesen** um das Problem in den Griff zu bekommen

Hypothetisch-deduktives Vorgehen: Eine Fallstudie II

- H1: Epidemie
- H2: Überbelegung in Abteilung I
- H3: Inkompetenz der Medizinstudenten
- H4: Stress durch Priester und Messdiener
- H5: Rückenlage bei der Geburt
- H6: Blutvergiftung durch Leichensubstanz
 - H1-H5 falsifiziert - H6 bewährt (nicht: bewiesen)
 - Ironie der Geschichte: Abteilungsleiter verwirft H6 (u.a. weil H6 nicht ins damals dominierende medizinische Paradigma passt) und intrigiert gegen Semmelweis
 - Todesrate steigt auf altes Niveau, Semmelweis erkrankt an Depressionen

Die hypothetisch-deduktive Methode und das Duhemsche Problem

Das Duhemsche Problem

- **Prüfung von Gesetzhypothesen** nicht direkt, sondern immer mit einer Reihe von Hilfsannahmen / vor einem gewissen Hintergrundwissen (HW)

- P wird aus der Hypothese und HW abgeleitet:

$$H \wedge HW \rightarrow P$$

$$\neg P$$

$$\neg H \vee \neg HW$$

- Kann also im Fall non-P nicht einfach auch HW falsch sein?
 - Können wir HW überhaupt vollständig angeben?
 - Kritik an Poppers Falsifikationismus: Falsifikation nicht eindeutig

Weiterentwicklung der hypothetisch-deduktiven Methodologie

- Wenn non-P, dann zwei Möglichkeiten
 - Gesetzeshypothese verwerfen
 - An Gesetzeshypothese festhalten und **genaue Angabe** machen was im HW / welche Hilfsannahme falsch war --> neue Untersuchung
- Falls Ergebnis non-P: wiederum zwei Möglichkeiten - siehe oben
- Falls Ergebnis P: Gesetzeshypothese bewährt
- **Nicht erlaubt:** An Gesetzeshypothese festhalten ohne anzugeben, welche Hilfsannahme falsch ist - empirische Befunde dürfen nicht ignoriert werden.

Prüfung von Theorien und Hintergrundwissen

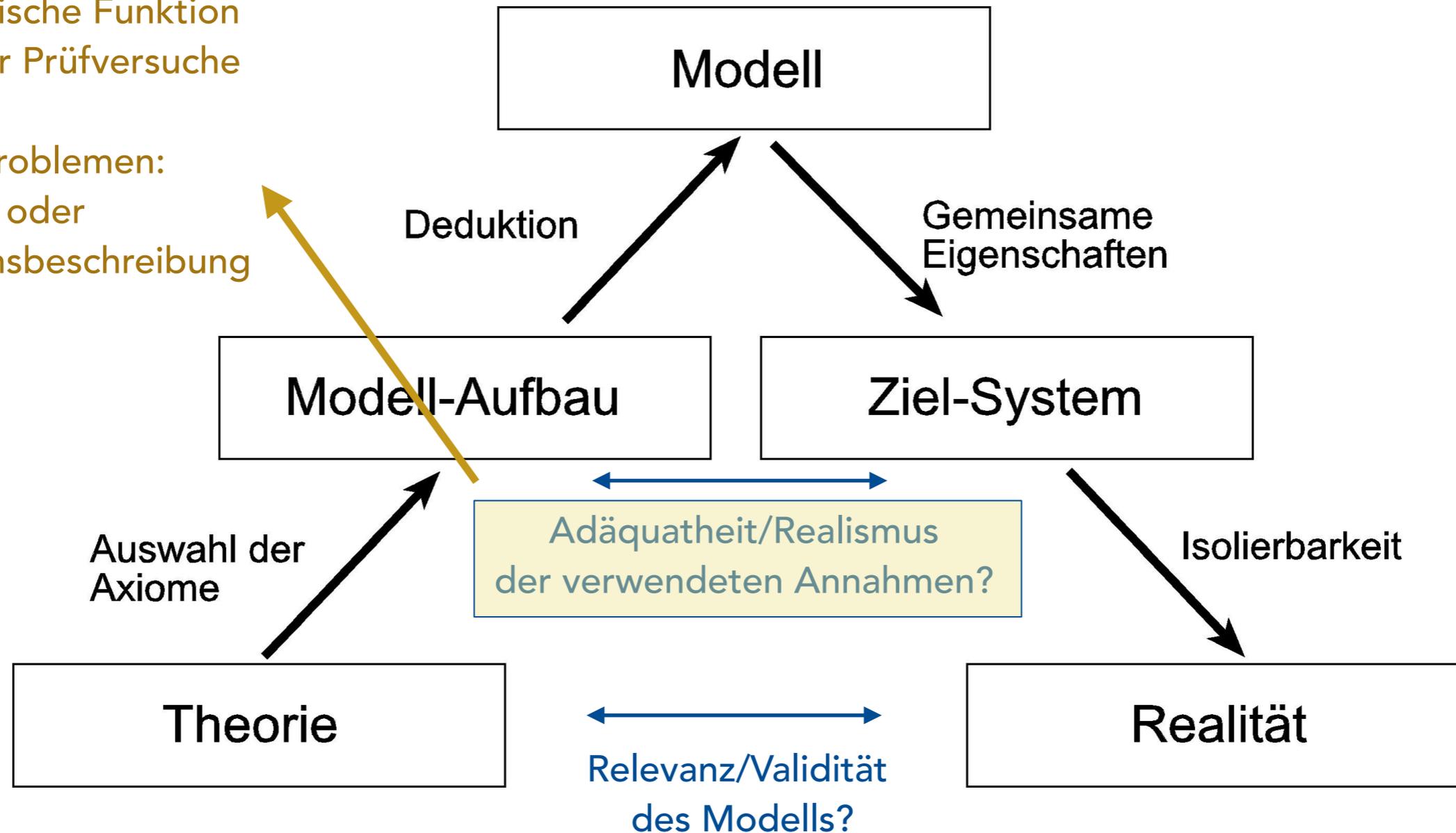
- **Wir haben gesehen...**
 - dass sich prüfbare Aussagen oft nur durch die Kombination von Gesetzhypothesen mit einem gewissen Hintergrundwissen (= gewissen Hilfsannahmen) ableiten lassen.
 - **Gesetzesaussagen** sind dabei jene Aussagen, die eigentlich geprüft werden sollen.
 - **Hilfsannahmen** liefern eine Beschreibung einer Situation, in der die postulierten Gesetze relevant sind / zur Anwendung kommen.
- Wie lassen sich **Gesetze und Hilfsannahmen allgemein unterscheiden?**
 - Antwort: **Gar nicht**; es gibt keine allgemeinen Merkmale von Gesetzhypothesen, die nicht auch Hilfsannahmen aufweisen könnten.
 - Unterscheidung eine Frage (a) fachlicher Konvention oder auch (b) unterschiedlicher Interpretationen der gleichen Theorie

Resümee: Falsifizierbarkeit und Wissenschaft

Falsifizierbarkeit → präzisere Diskussion der Frage des Realismus

(1) Praktische Funktion
kritischer Prüfversuche

(2) Bei Problemen:
Gesetze oder
Situationsbeschreibung
falsch?



aus: Kapeller (2011): *Modell-Platonismus in der Ökonomie*, S. 54

Wiederholungsfragen zum Selbststudium

Wiederholungsfragen zum Selbststudium

- Welche zwei zentralen Argumente legt David Hume zur Kritik am Prinzip der Induktion vor?
- Definieren Sie die Begriffe „Induktion“ und „Deduktion“.
- Was bedeutet es für die Konklusion eines deduktiven Schlusses wenn die Prämissen (a) wahr oder (b) falsch sind?
- Was sind der „modus tollens“ und der „modus ponens“? Skizzieren Sie die Bedeutung dieser Termini in geeigneten logischen Darstellungen.

Wiederholungsfragen zum Selbststudium

- Was ist der Unterschied zwischen analytischen und synthetischen Aussagen?
- Wie rechtfertigt Popper die These, dass alle legitimen erfahrungswissenschaftlichen Hypothesen falsifizierter sein müssen?
- Wie kann man den Informationsgehalt von Aussagen genauer erfassen?
- Diskutieren Sie welche Modifikationen der Aussage „wenn Menschen handeln, maximieren diese ihren Nutzen“ denkbar wären um dieser Aussage empirische Aussagekraft zu verleihen.

Wiederholungsfragen zum Selbststudium

- Beschreiben Sie die Grundidee der hypothetisch-deduktiven Methode in eigenen Worten.
- Welche zentralen Aspekte des wissenschaftlichen Erkenntnisprozesses illustriert die Geschichte von Ignaz Semmelweis?
- Aus welchen zwei Fragen besteht das Duhemsche Problem und wie hat der kritische Rationalismus (Falsifikationismus) auf die zweite Frage Duhems reagiert?