

Advanced Macroeconomics

Wissenschaftstheoretischer Prolog

Termin 1B

Claudius Gräbner

**University of Duisburg-Essen
Institute for Socio-Economics &**

Johannes Kepler University Linz

Institute for Comprehensive Analysis of the Economy (ICAE)

www.claudius-graebner.com | www.uni-due.de | www.jku.at/icae



Open-Minded



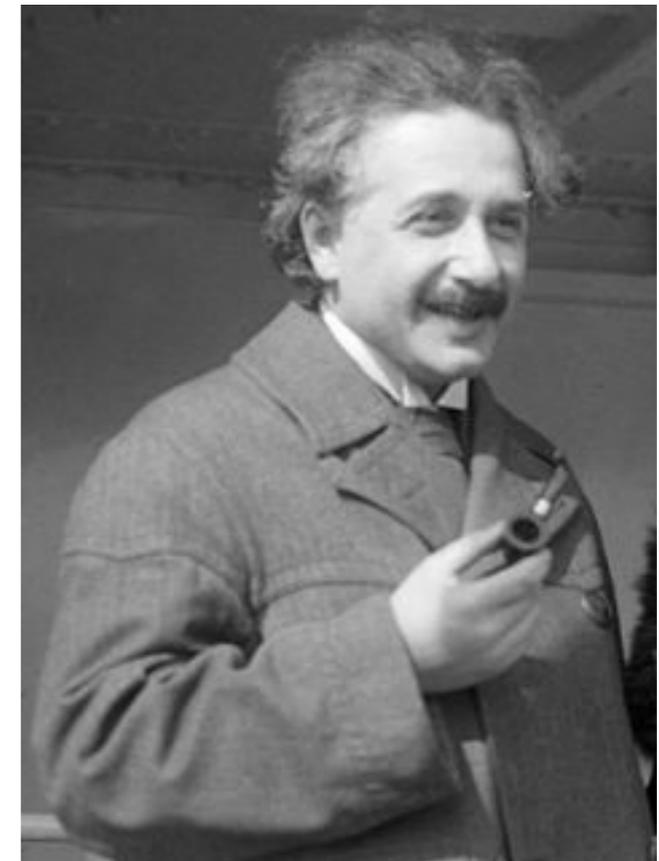
Outline

- Motivation
- Modelle und alternative Wege zur Erkenntnis
- Ein paar hilfreiche Grundkonzepte
- Forschungsprogramme in der VWL
- Verifizierung und Validierung von Modellen

Motivation

“ The reciprocal relationship of epistemology and science is of noteworthy kind. They are dependent upon each other.

Epistemology without contact with science becomes an empty scheme. Science without epistemology is – insofar as it is thinkable at all – primitive and muddled.



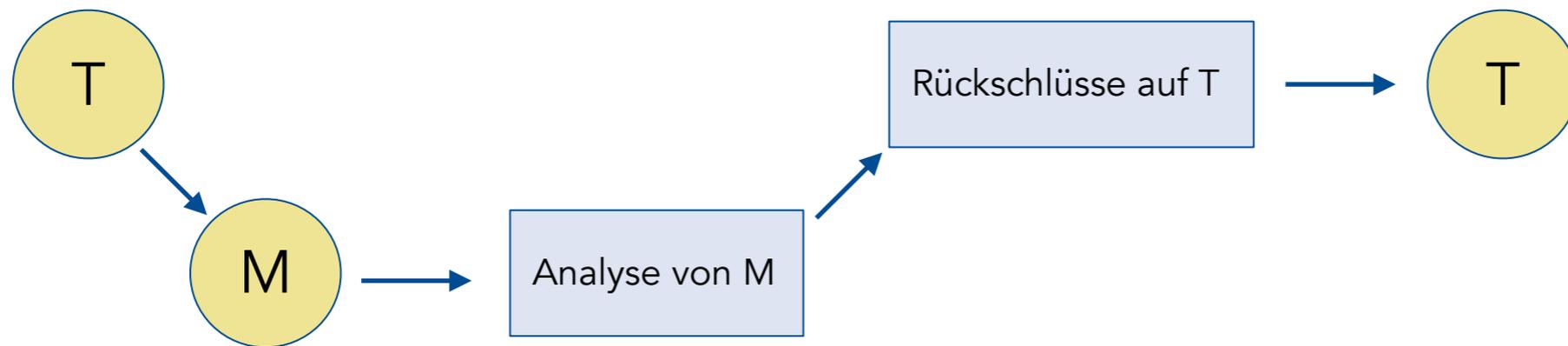
Albert Einstein (1949)

Motivation

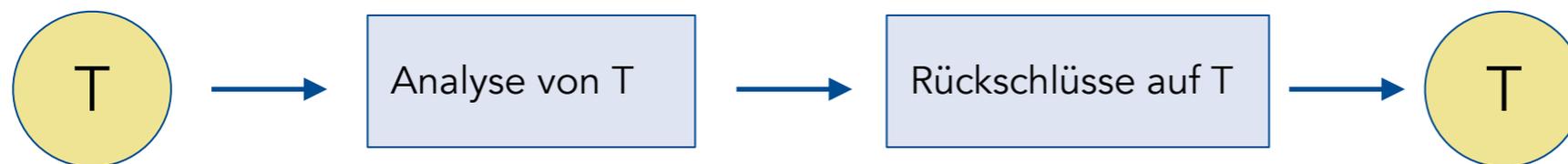
- Sprache der Wissenschaftsphilosophie führt zu mehr analytischer Klarheit in der Debatte über Sinn und Unsinn des Modellieren
 - Was ist eigentlich ein Modell? Wie erklärt mein Modell? Was macht mein Modell aus?
- 'Modelle' eines der heißesten Themen in der Wissenschaftsphilosophie heute
- Wissenschaftsphilosophie ist **der** Weg zur erfolgreichen Selbst-Reflexion
 - Es ist aber auch der Weg in endlose Fragen nach der Quelle von Wissen → "Geben Sie Acht oder studieren Sie länger!"

Modelle und Alternativen

- Dafür dass Modelle so verbreitet sind ist die Definition erschreckend schwierig
 - Sehr diverse Definitionen werden in der Philosophie debattiert
- Hier Fokus auf Forschungspraxis: was zeichnet modell-basierte Analyse aus?
- Modelle als eine **indirekte Art** das Zielsystem zu untersuchen:



- Alternative: **direkte Analyse** des Zielsystems:



Arten von Modellen

Konkrete Modelle

Mathematische Modelle

Algorithmische Modelle

Arten von Modellen

Konkrete Modelle

Mathematische Modelle

Algorithmische Modelle

- „Hergestellt“ aus physischem Material: Wasser, Steine, ...



Monetary National Income
Analogue Computer MONIAC

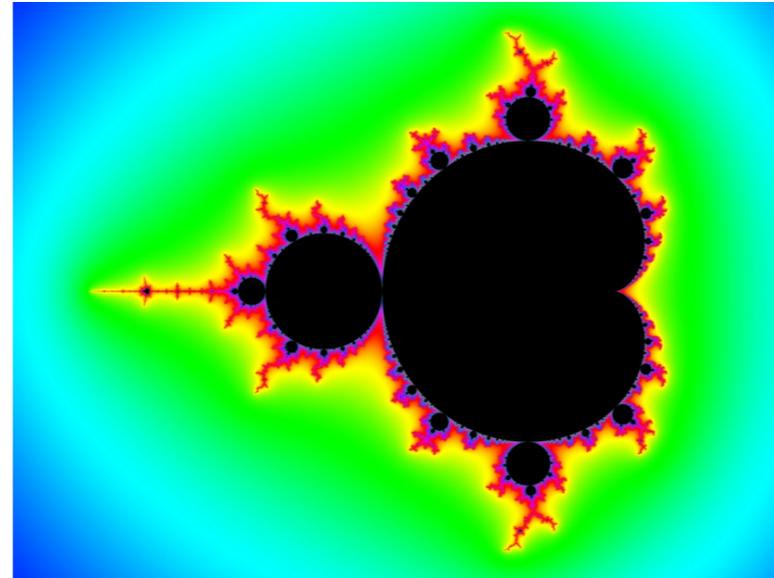
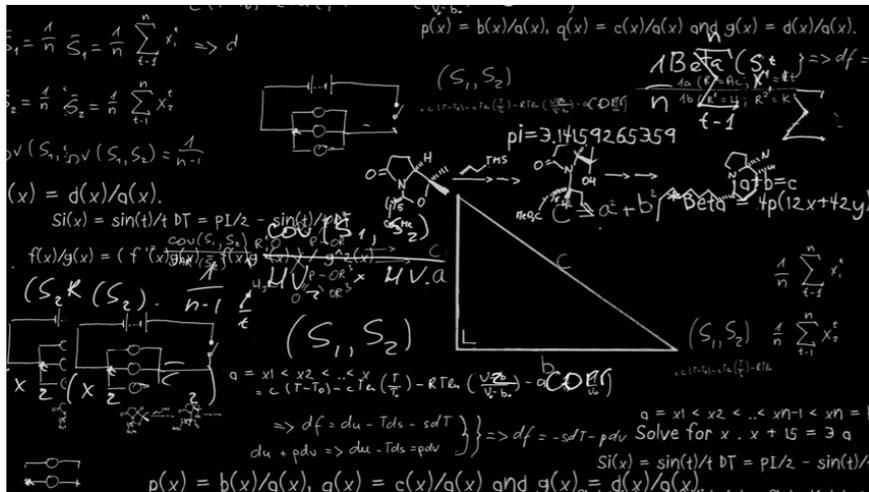
- Zustände = Wasserstand, Fließgeschwindigkeit,
- Diese Zustände können dem Zielsystem zugeschrieben werden

Arten von Modellen

Konkrete Modelle

Mathematische Modelle

Algorithmische Modelle



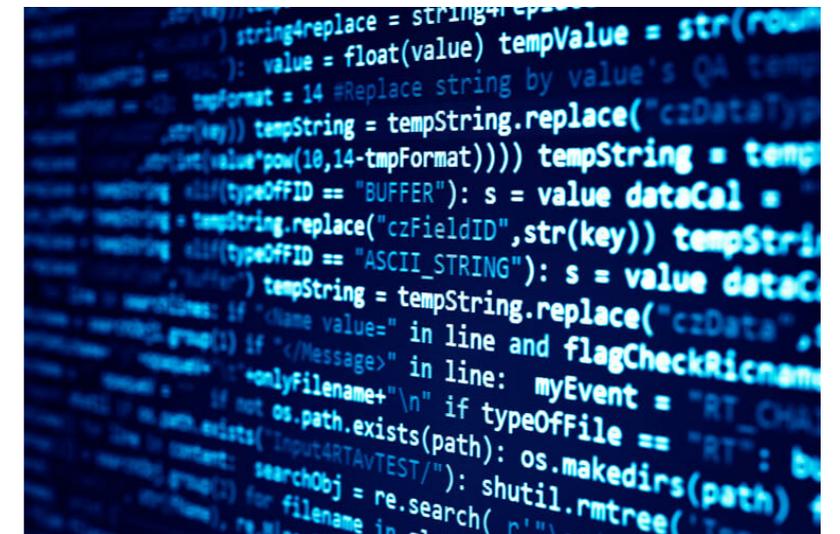
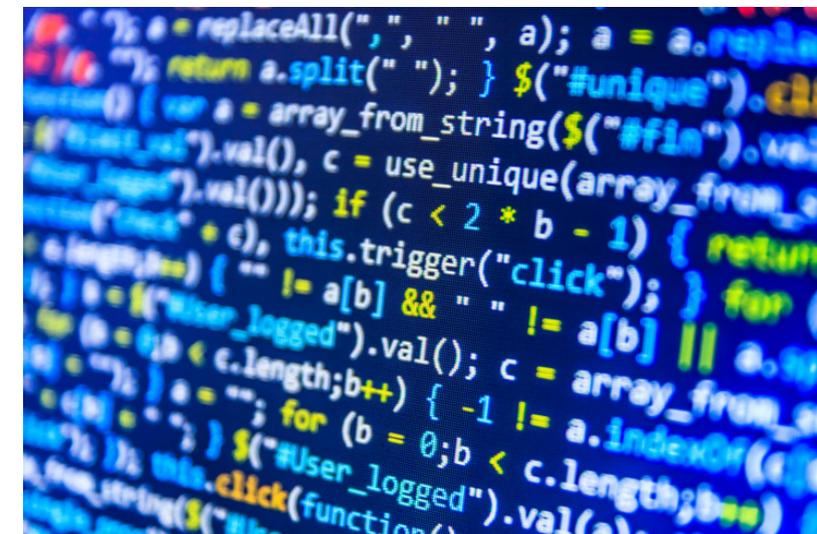
- „Hergestellt“ aus mathematischen Objekten: Zahlen, Mengen, Graphen...
- Im Gegensatz zu konkrete Modellen: kein direkter Zugriff auf diese Objekte
- Interaktion über die Beschreibung durch Formeln, Plots, etc.
- Interessant i.d.R. die Ergebnisse: Theoreme, Gleichgewichte, Attraktoren,...

Arten von Modellen

Konkrete Modelle

Mathematische Modelle

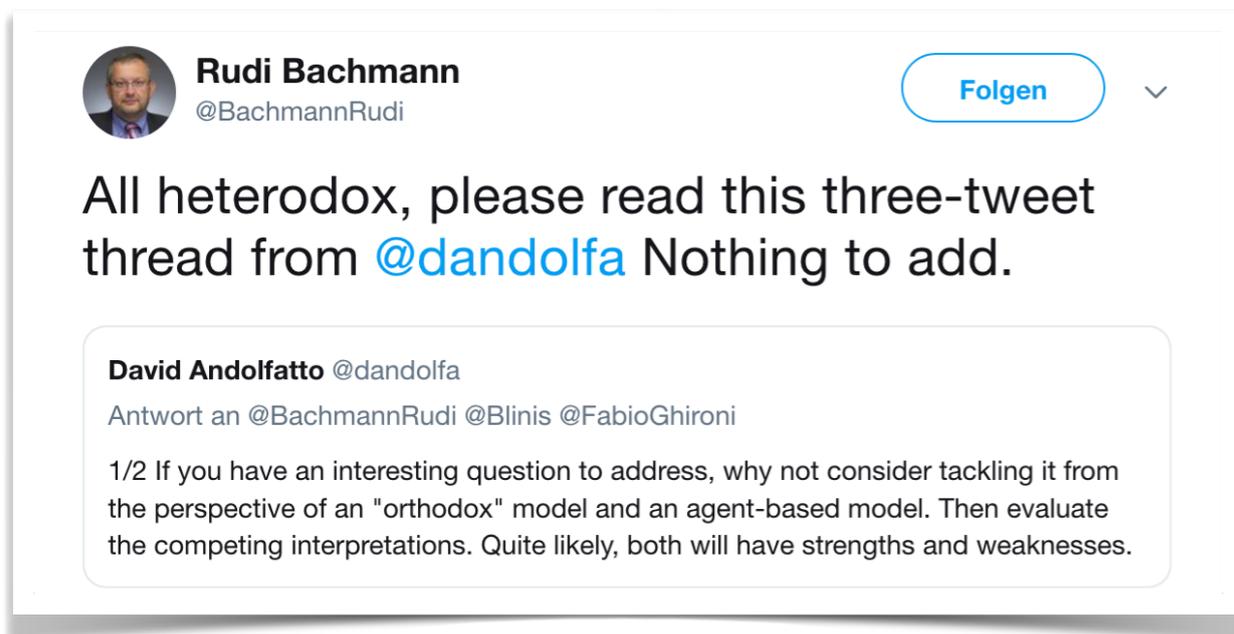
Algorithmische Modelle



- „Hergestellt“ aus Prozeduren, bzw. Algorithmen Objekten
- Beschrieben durch Computer Code
- Interaktion i.d.R. über den Computer: *epistemische Verdecktheit* ('opacity')
- Interessant vor allem „der Weg zum Ziel“: Die Generation der Ergebnisse

Modeltypen und Triangulation

- Verschiedene Modellarten haben unterschiedliche **repräsentative Kapazitäten**
- Dies motiviert die **Triangulation** verschiedener Methoden
 - Verwendung unterschiedlicher Methode im Rahmen einer Untersuchung
- Beispiel für die Notwendigkeit von Pluralismus, und Weg zu konstruktiver Auseinandersetzung:



Rudi Bachmann @BachmannRudi Folgen

All heterodox, please read this three-tweet thread from [@dandolfa](#) Nothing to add.

David Andolfatto @dandolfa
Antwort an @BachmannRudi @Blinis @FabioGhironi

1/2 If you have an interesting question to address, why not consider tackling it from the perspective of an "orthodox" model and an agent-based model. Then evaluate the competing interpretations. Quite likely, both will have strengths and weaknesses.



David Andolfatto @dandolfa · 11 Std.

Antwort an [@dandolfa](#) [@BachmannRudi](#) und 2 weitere

2/2 Ask where the two interpretations agree (wonderful!) and disagree (interesting!). Ask whether any important policy recommendation depends critically on which model is more likely to approximate reality.

1 4

Wiederholungsfragen

- Worin unterscheidet sich eine modell-basierte von eine abstrakt-direkten Analyse?
- Welche drei Arten von Modellen wurden hier unterschieden?
- Was versteht man unter den 'repräsentativen Kapazitäten' eines Modells?
- Was versteht man unter 'Triangulation'?

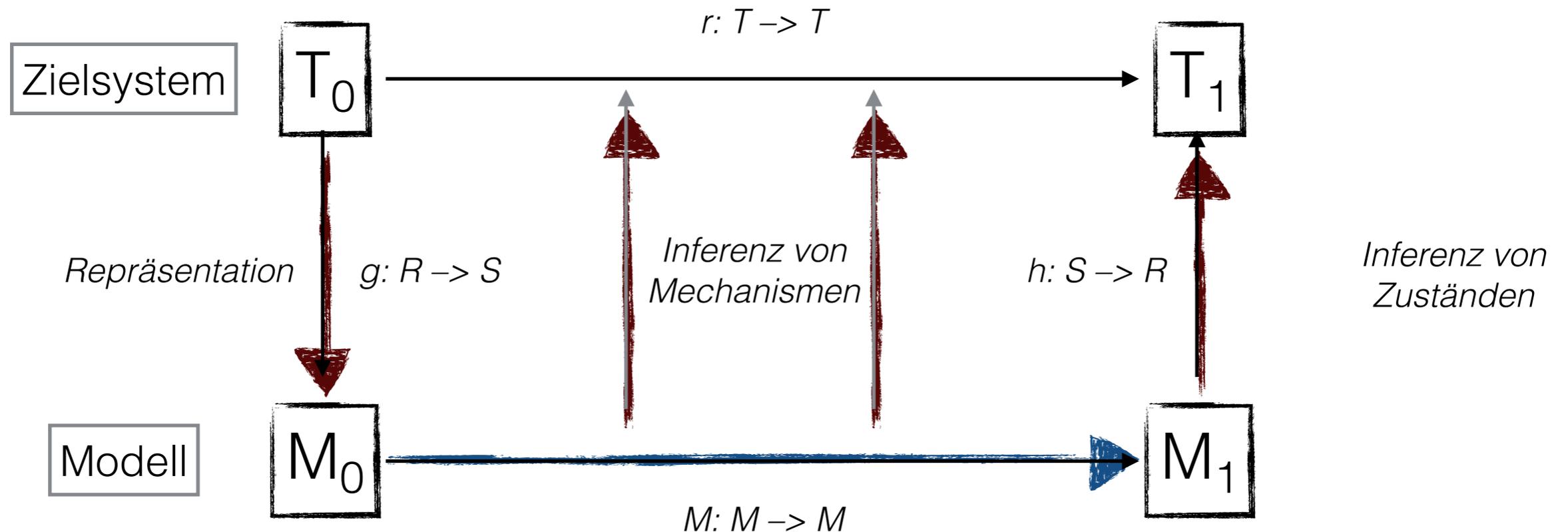
Ein paar weitere hilfreiche Grundkonzepte I

- Ökonomische Modelle haben i.d.R. ein **Zielsystem**
 - Verhältnis Modell - Zielsystem i.d.R. ein Verhältnis der **Repräsentation**
- Nutzer:innen haben unterschiedliche Vorstellungen wie das Modell zum Ziel korrespondieren soll (**construal**):
 - Assignment: Mapping von Elementen im Modell zu Elementen im Zielsystem
 - Intended scope: welche Aspekte des Ziels sollen überhaupt abgebildet werden?
 - Eng verbunden: **endogene & exogene** Variablen in einem Modell
- Modelle haben unterschiedliche **repräsentative Kapazitäten**
 - **Dynamische Suffizienz**: Fähigkeit zur Reproduktion bestimmter Patterns
 - **Mechanistische Adäquanz**: Möglichkeit zur Explikation bestimmter Mechanismen
- In beiden Dimensionen haben Nutzer:innen potenziell diverse **Erfolgskriterien**

Ein paar weitere hilfreiche Grundkonzepte II

- Wir unterscheiden eine Hierarchie von Erklärungen:
 - **Vollständige Erklärung** ('how-actual'): vollständige Darstellung der Kausalkette und der Mechanismen, die ein Event hervorgerufen haben
 - **Parziale Erklärung** ('partial'): Darstellung der für das Auftreten eines Ereignisses wesentlichen Mechanismen und Events
 - **Potenzielle Erklärung** ('how-possibly'): Explikation von Mechanismen und Ereignissen, die ein Phänomen im Prinzip hervorgebracht haben könnten
- Spezifizierung der angestrebten Erklärung auch über den construal

Verifizierung und Validierung



Verifikation: Testen ob das Modell tut was es soll und was es tut.

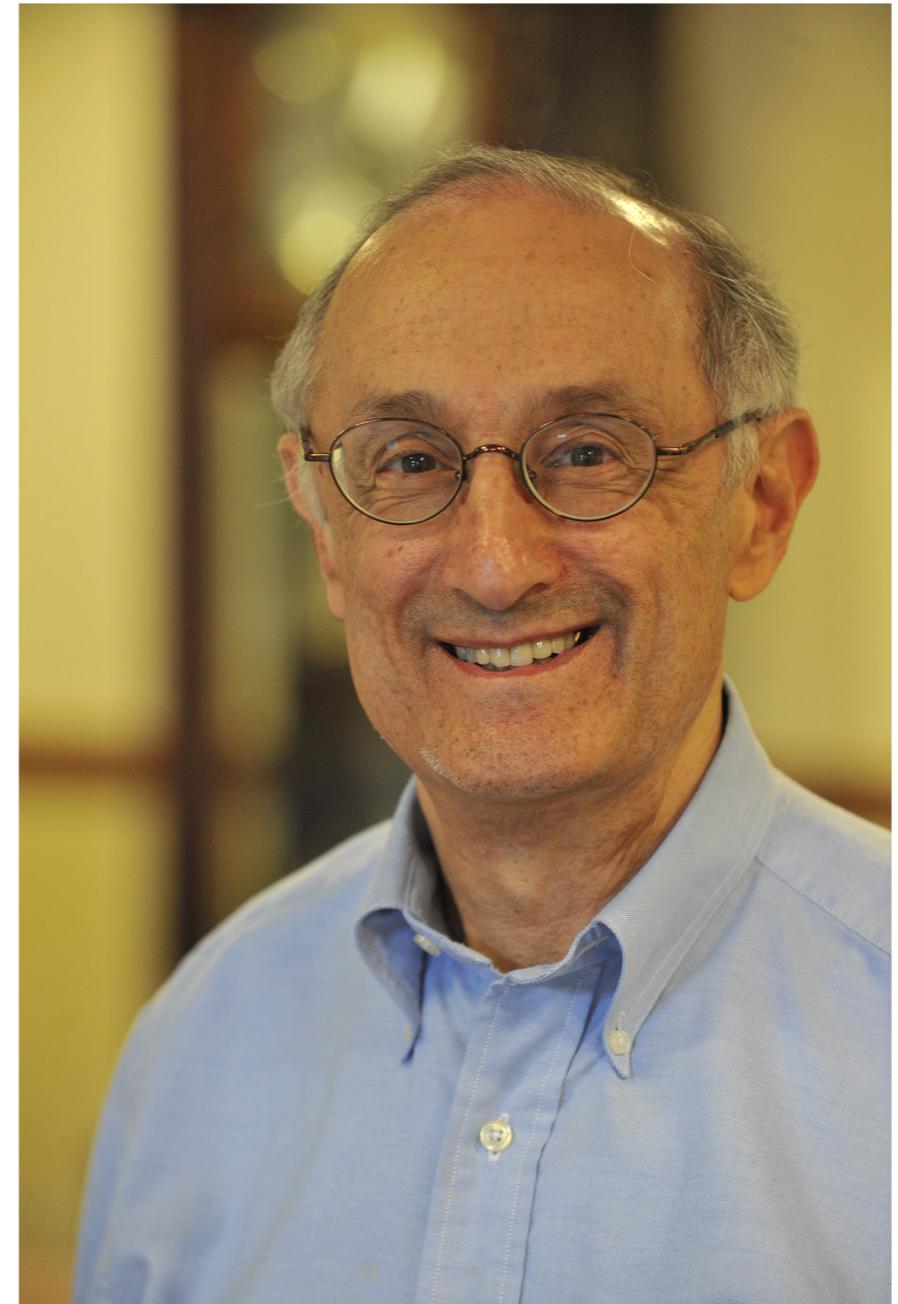
Validierung: Testen ob das Modell das Zielsystem 'gut' repräsentiert.

Verifizierung



*As is often the case, confirming that the model was correctly programmed was substantially **more work** than programming the model in the first place.*

Robert Axelrod (1997)

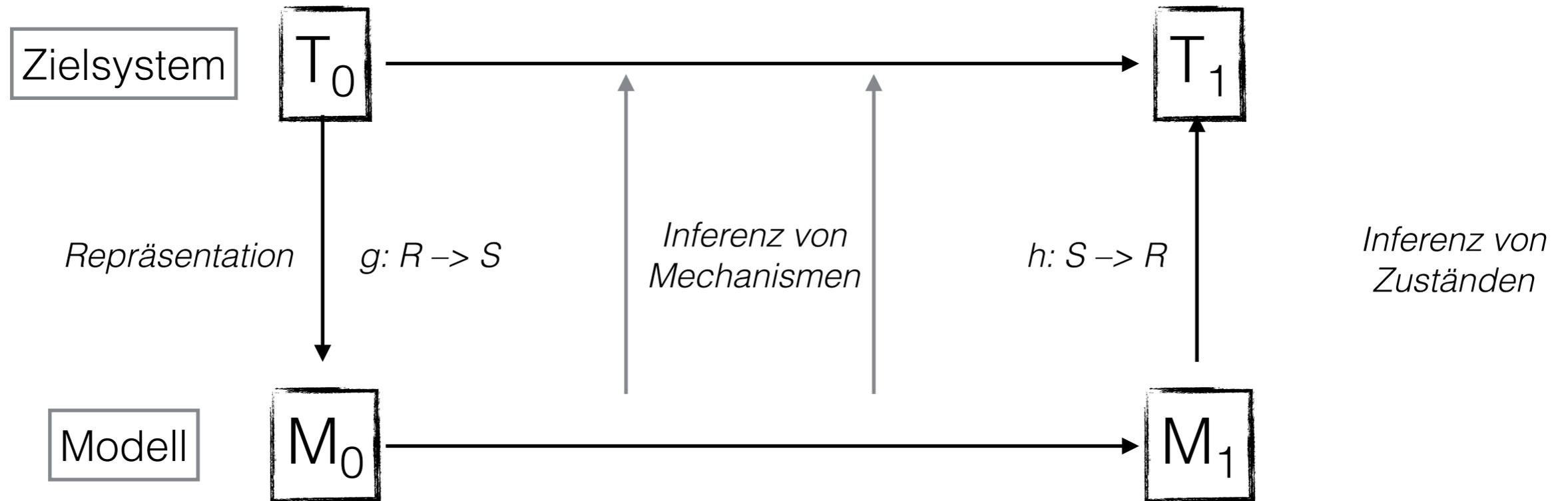


Verifizierung



- Wann ist Verifikation einfach?
 - Für einfache und transparente Modelle
 - Je simpler das Modell, desto einfacher die Verifizierung
- Hängt auch von der Art des Modells ab:
 - Die "beste" Form der Verifizierung ist der mathematische Beweis
 - Kein Zweifel, dass aus "A" "B" folgt
- Das ist einer der größten Kritikpunkte an Simulationsmodellen in der VWL
 - Lehtinen & Kuorikoski (2007): *Computing the Perfect Model: Why Do Economists Shun Simulation?*

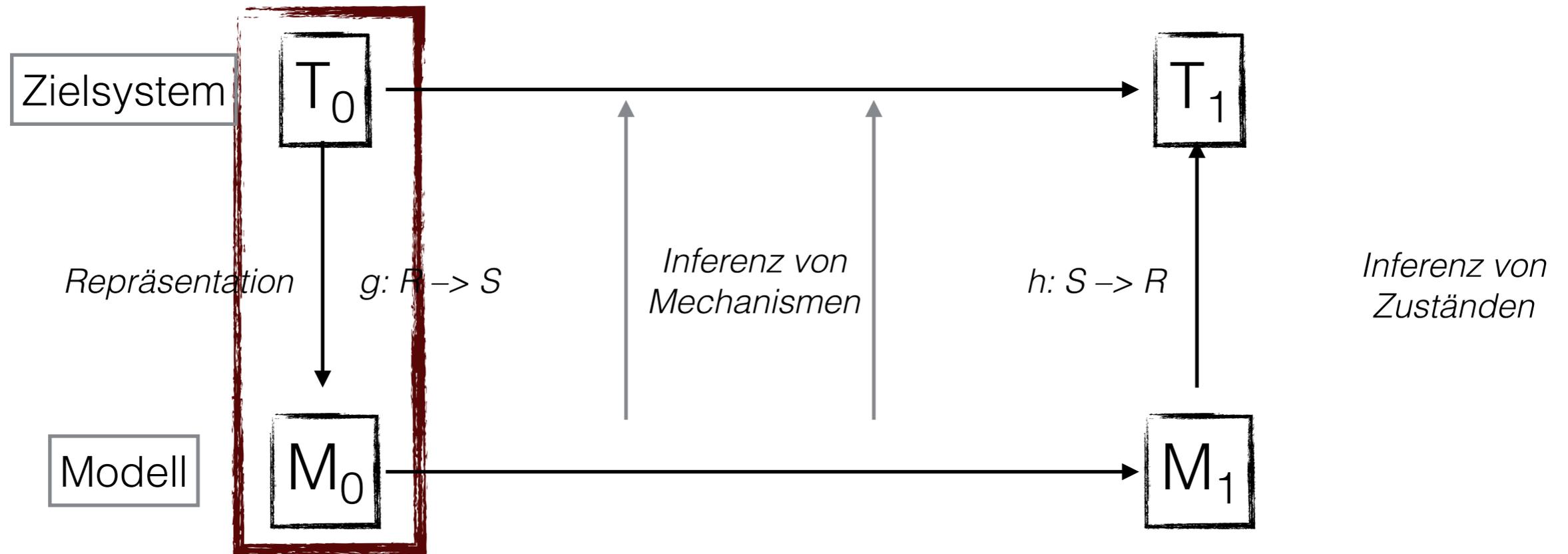
Validierung I



Vier Arten der Validierung (Tesfatsion, 2017; Gräbner, 2019):

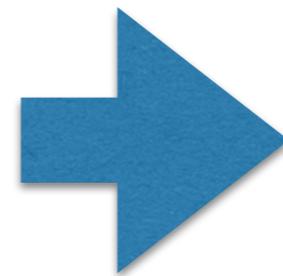
1. Input Validierung
2. Prozess Validierung
3. Deskriptive Output Validierung
4. Vorhersagende Output Validierung

Validierung II



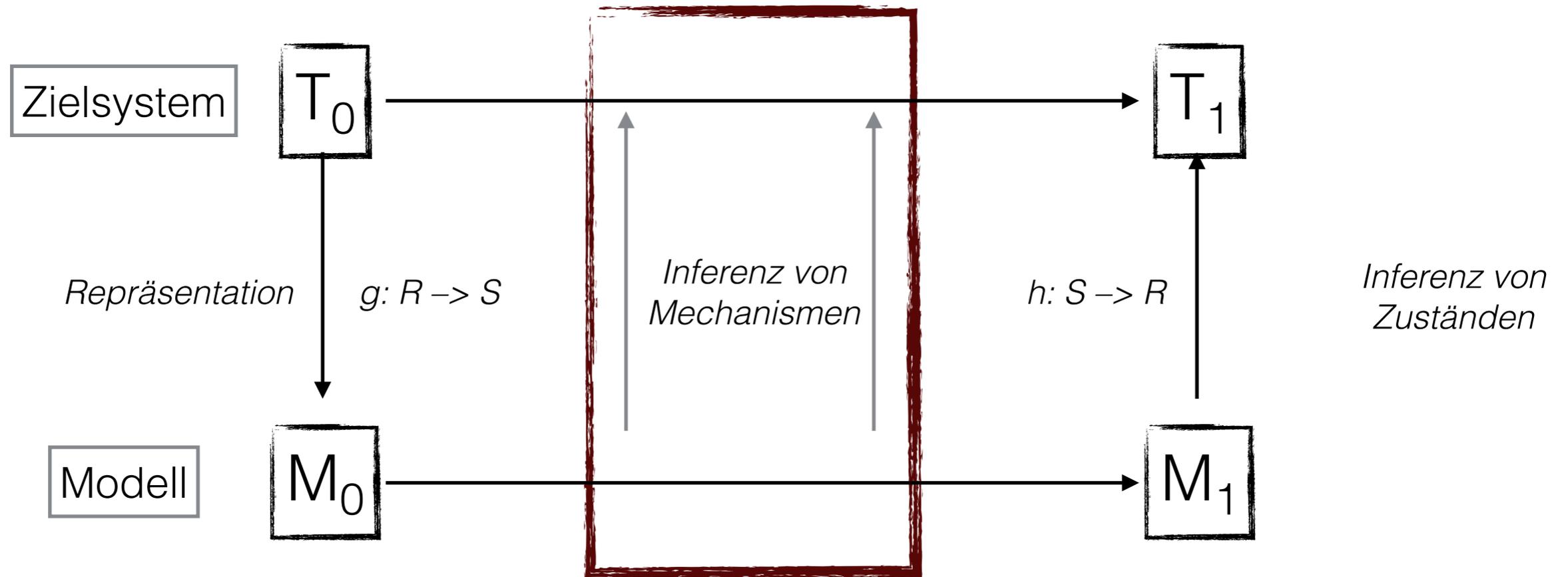
1. Input Validierung

- Machen die Zustandsvariablen Sinn?
- Wir können nur vergleichen was explizit abgebildet ist
- Direkte Abbildung besser als "as if" Twists



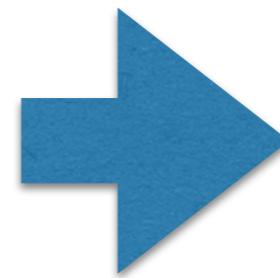
Input-Validierung profitiert von **ausreichend komplexen** Modellen

Validierung III



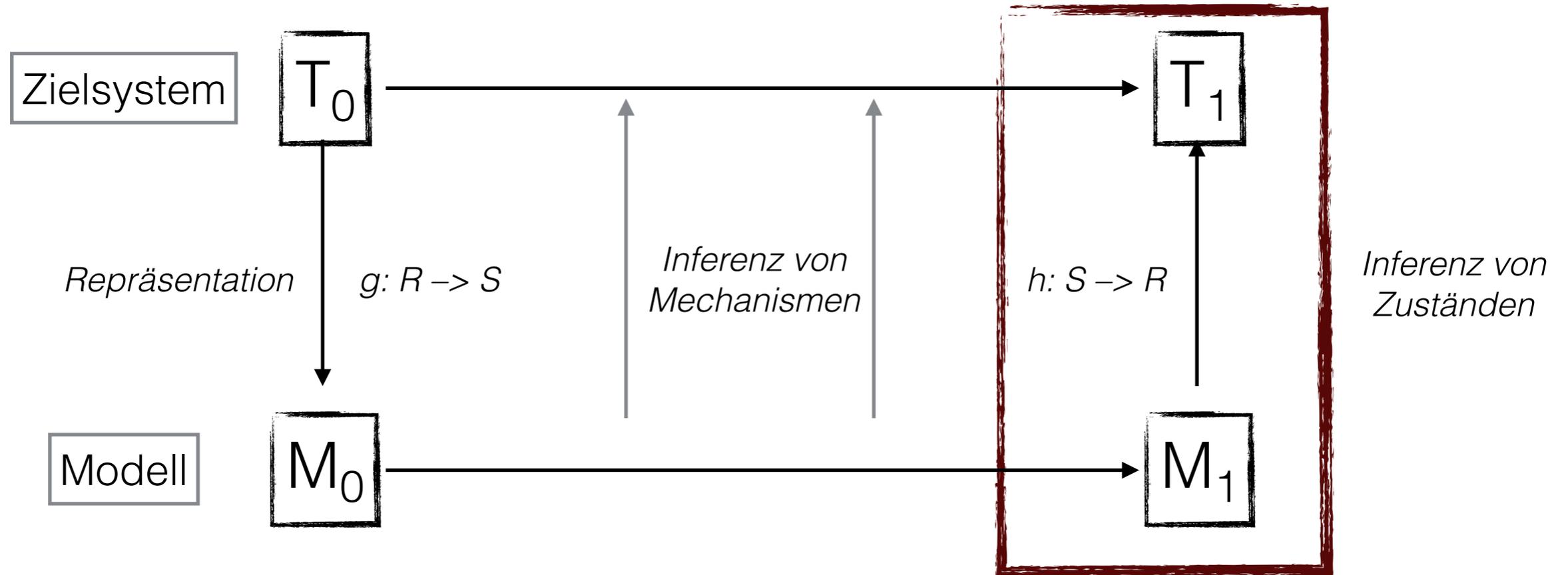
2. Prozess-Validierung

- Sind die Mechanismen in M ähnlich zu denen in T?
 - Mechanismen in der Realität unbeobachtbar
 - Funktion-zu-Mechanismus ein 1-zu-N Verhältnis
 - Dennoch viele Plausibilitätstests möglich



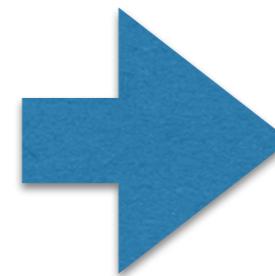
Prozessvalidierung profitiert von expliziter Darstellung und modularem Design

Validierung IV



3. Deskriptive Output-Validierung

- Wie gut können wir das Modell an die Daten Kalibrieren?
- Gefahr: Overfitting und empirische Risikominimierung
- Problem: Equifinalität
- Prominenteste Form der Validierung in der VWL

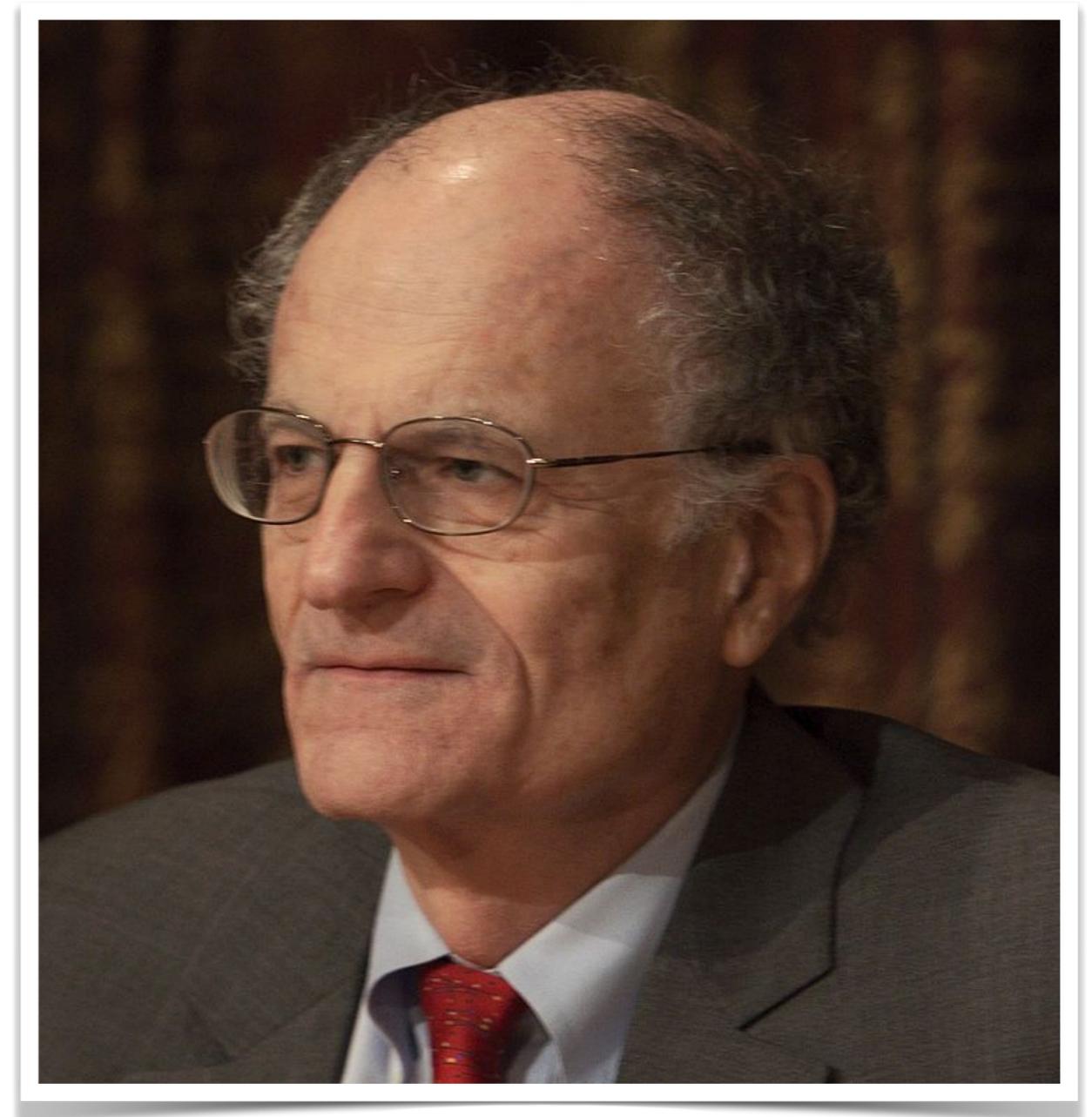


Ceteris paribus: je komplexer desto besser!

Präferenzen für bestimmte Arten der Validierung

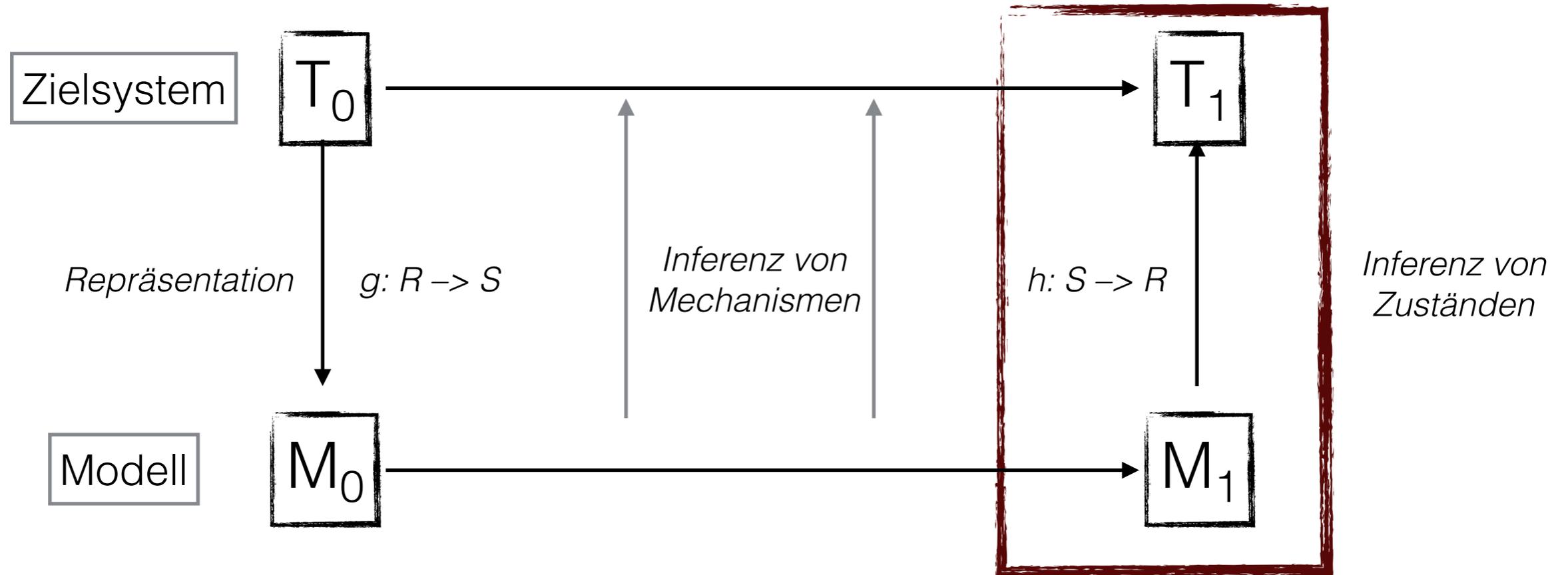
*But after about five years of doing likelihood ratio tests on rational expectations models, I recall Bob Lucas and Ed Prescott both telling me that **those tests were rejecting too many good models.***

Thomas Sargent (2005)



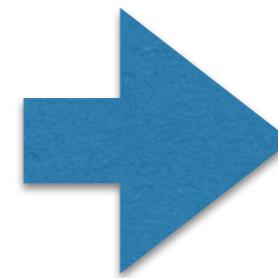
- In unterschiedlichen Forschungsprogrammen gibt es unterschiedliche Vorstellungen davon was eine gute Erklärung ist - und damit Präferenzen für andere Arten der V.

Validation V



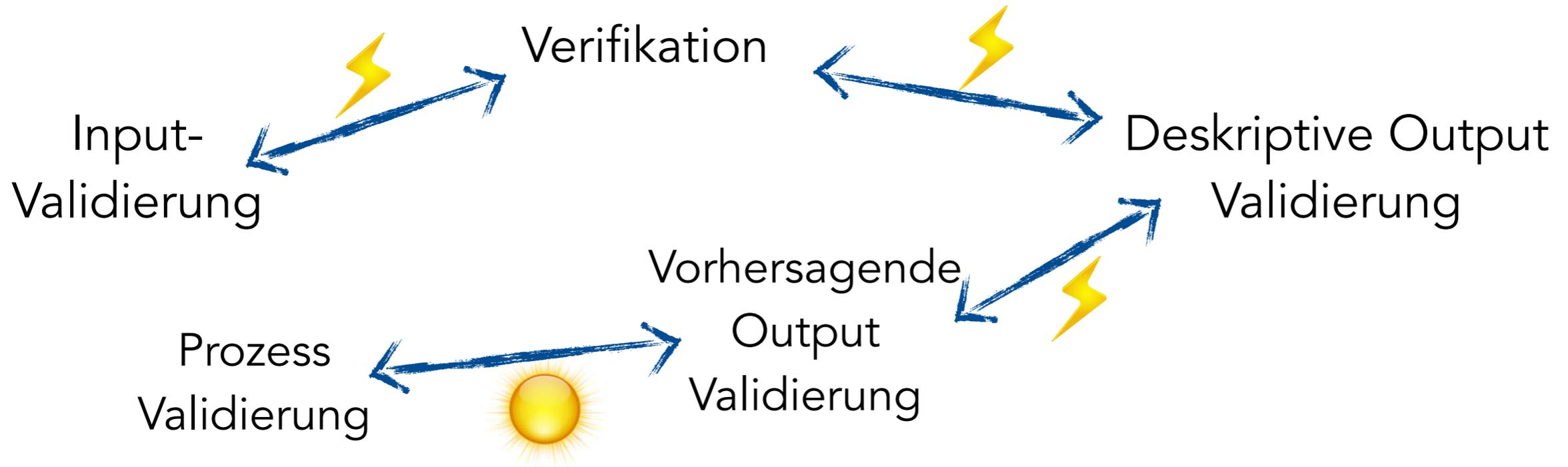
4. Vorhersehende Output-Validierung

- Wie gut kann das Modell noch unbekannte Datenpunkte vorhersagen?
- Trainiere das Modell nur auf Trainings-Daten, teste es an Test-Daten
- Noch nicht weit verbreitet, aber großer Trend in ABM



Benötigt viele Daten und ist technisch nicht so einfach.

Implizierte Trade-Offs für das Modell-Design



- Modelle, die einfach zu verifizieren sind sind häufig schwieriger zu validieren
- Agentenbasierte Modelle zum Beispiel haben...
 - ...einen komparativen Vorteil bei Input- und Prozess Validierung
 - ...einen komparativen Nachteil bei Verifizierung
- Die Tatsache, dass Modellframeworks unterschiedliche Stärken und Schwächen haben birgt Potenzial - Triangulation und Methodenpluralismus

Wiederholungsfragen

- Welche vier Arten der Modell-Validierung haben wir kennengelernt?
- Was verstehen wir unter 'Overfitting' und für welche Art der Validierung ist das relevant?
- Inwiefern unterscheidet sich Modell-Verifikation von der Modell-Validierung?
- Fassen Sie die Trade-Offs im Design eines Modells zusammen wenn es um die Validierung des Modells geht!
- Warum ist die Unterscheidung zwischen deskriptiver und vorhersagender Validierung so relevant, aber für die klassische Wissenschaftstheorie eine große Herausforderung?

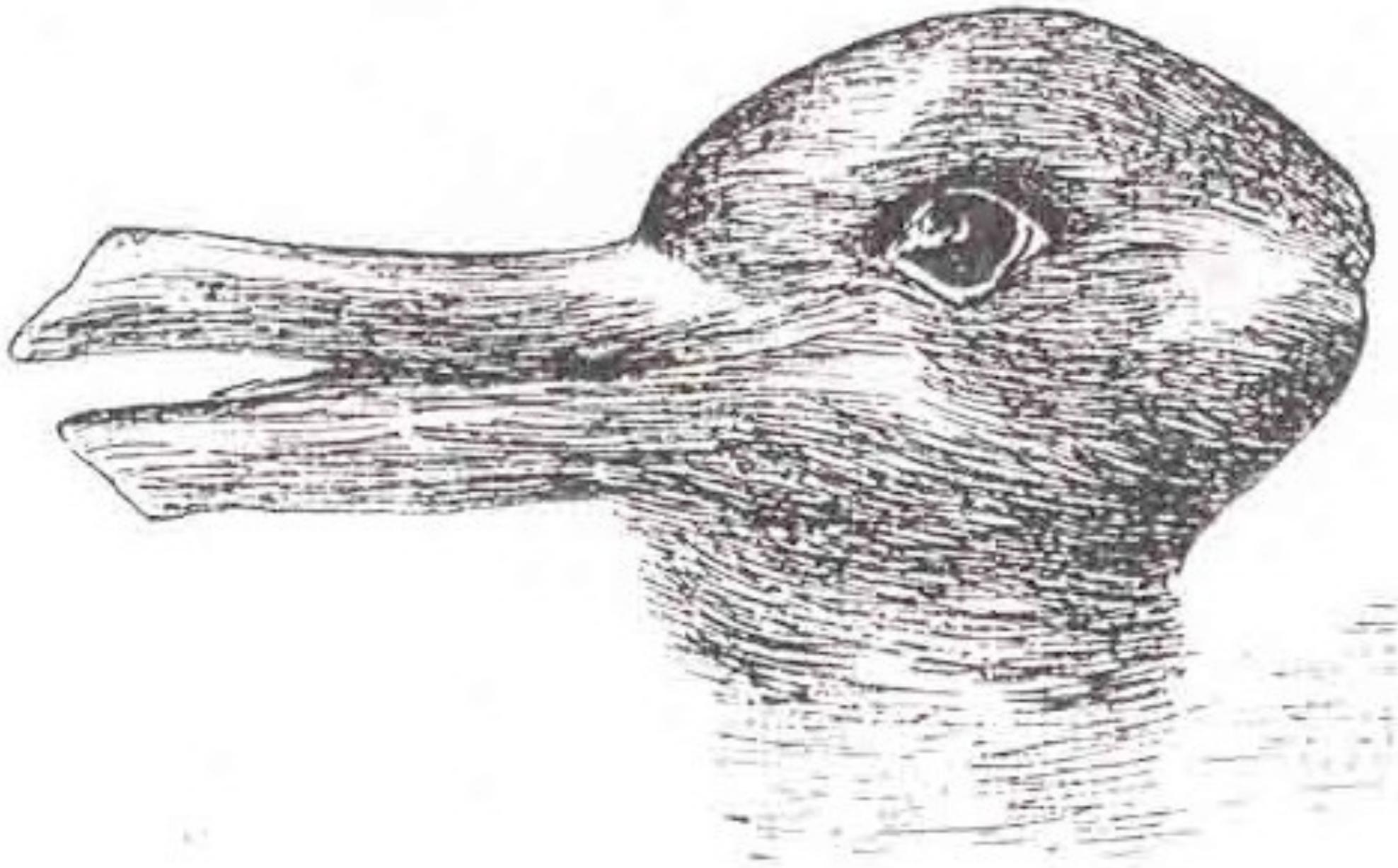
Beurteilung von Validierungsergebnissen

- Was heißt "gute Repräsentation"?
 - Gutes Ergebnis in Validierungsprozedur
 - Aber welche Validierungsprozedur ist einschlägig?
 - Wie gut muss das Modell abschneiden, damit es "gut" ist?
 - Modelle haben unterschiedliche Zwecke
- Zu jedem Modell gehören auch subjektive Komponenten (zB Weisberg, 2007):
 - **Angestrebter Geltungsbereich** (*scope*) - wofür soll das Modell gelten?
 - **Gewünschte Zuweisungen** (*assignment*) - welche Teile des Modells sind wichtig?
 - **Angestrebte dynamische Angemessenheit** - wie gut soll das Modell zu Daten passen?
 - **Angestrebte mechanistische Adäquanz** - wie gut soll es Mechanismen repräsentieren?
- Zugeständnis an das subjektive Element beim Modellieren - und mögliche Immunisierung gegen Kritik? → Wichtige Unterschiede zwischen Forschungsprogrammen

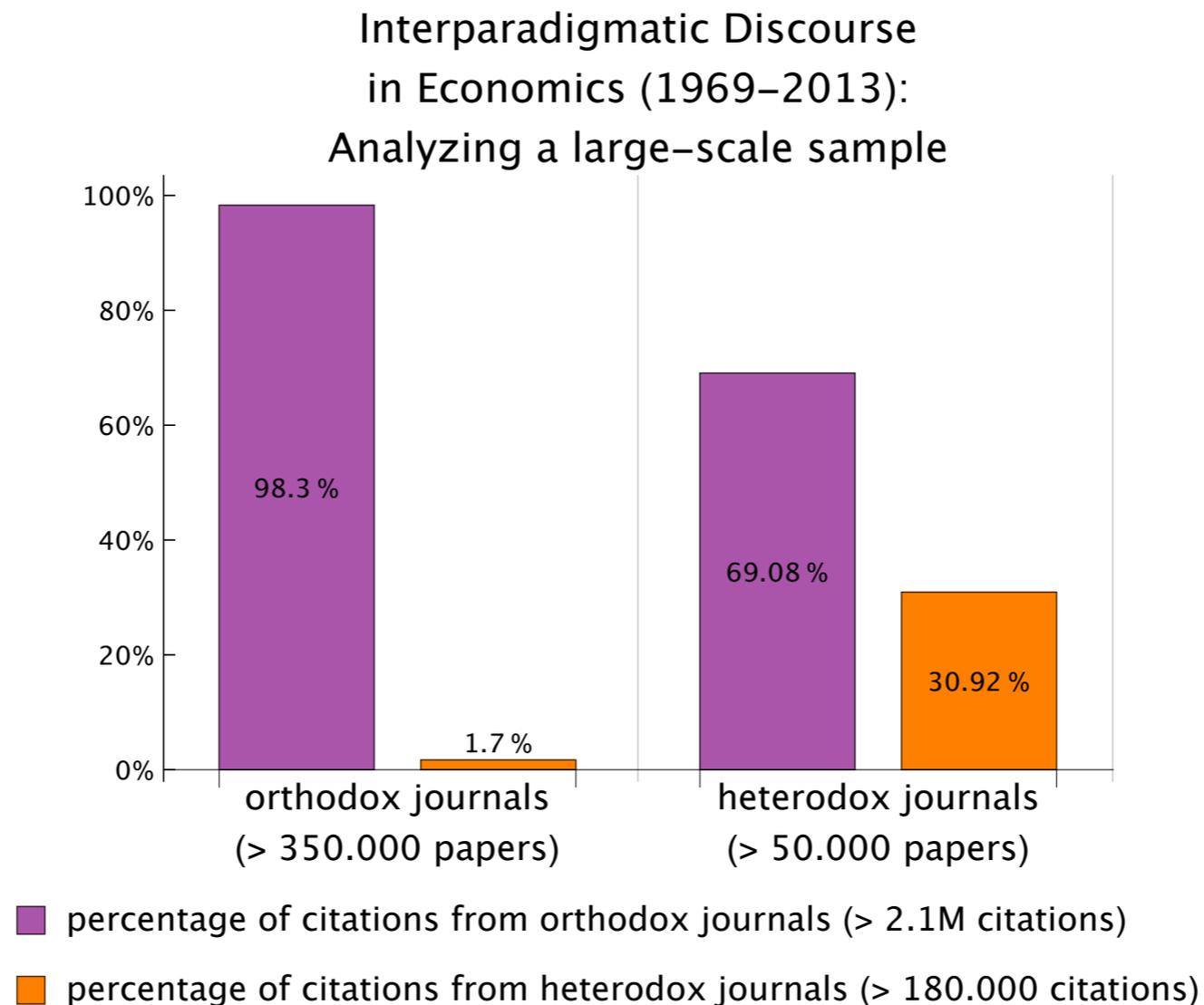
Forschungsprogramme in der Ökonomik

- Wissenschaftliche Forschung ist ein soziales Unterfangen → Forschung findet in Gruppen statt ('epistemische Communities')
- Innerhalb einer Community gibt es implizite Abmachungen darüber was Kernannahmen guter Forschung sind
 - Betrifft pragmatische und meta-theoretische Annahmen
 - Auch: präferiert Art des Modell-Designs und der Validierung
 - 'Maximization-cum-Equilibrium' in der Neoklassik vs. 'Disequilibrium' und 'bounded rationality' in der evolutorischen Ökonomik
- Thomas Kuhm: 'Paradigmen' → Imre Lakatos: 'Forschungsprogramme'
 - Harter Kern vs. Hilfsannahmen
- Mit dem harten Kern inkonsistente Erklärungen werden von der Community i.d.R. nicht anerkannt → vereinfacht Kommunikation

Forschungsprogramme in der Ökonomik

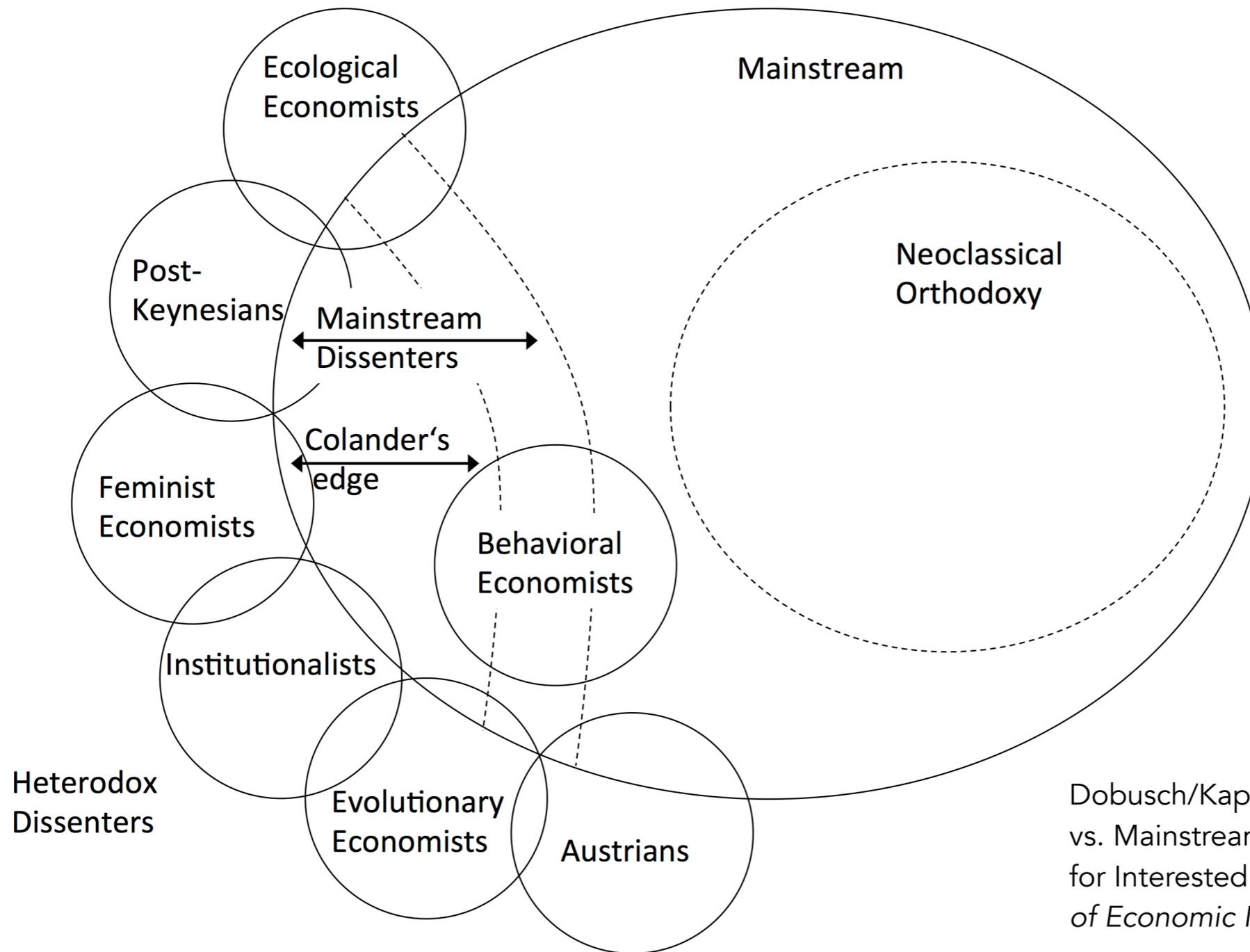


Forschungsprogramme in der Ökonomik



Aistleitner/Kapeller/Steinerberger (2019): Citation Patterns in Economics and Beyond. *Science in Context* (forthcoming)

Forschungsprogramme in der Ökonomik



Dobusch/Kapeller (2012): Heterodox United vs. Mainstream City? Sketching a Framework for Interested Pluralism in Economics. *Journal of Economic Issues*, 46(4): 1035-1057.

Zusammenfassung

- Modelle sind eine weit verbreitete Art und Weise Zielsysteme zu untersuchen
- Grenzen sich von der abstrakt-direkten Analyse durch ein indirektes Vorgehen aus ('surrogatives Denken')
- Verwendung von Modellen mit wichtigen subjektiven Element
- Modell-Verifikation \neq Modell-Validierung
- Wir haben vier Arten der Validierung unterschieden
- In unterschiedlichen Forschungscommunities gibt es unterschiedliche Präferenzen für (unterschiedliche) Modelle
 - Die Kernelemente der Modelle unterscheiden sich über die Communities hinweg
- Im Laufe der Veranstaltung werden wir makroökonomische Modelle aus unterschiedlichen Forschungsprogrammen kennen lernen

Wiederholungsfragen

- Was verstehen wir unter einem Forschungsprogramm?
- Was ist der 'harte Kern' eines Forschungsprogramms?
- Welche zentrale Herausforderung wird durch das Bilden von *epistemic communities* adressiert?
- Welche Gefahr besteht bei zu starker Selbstorganisation in Forschungsprogrammen?
- Welche vier Arten der Modell-Validierung haben wir kennengelernt?
- Welchen Bezug haben die Validierungsmethoden zur Idee des Forschungsprogramms?
- Fassen Sie die Trade-Offs im Design eines Modells zusammen wenn es um die Validierung des Modells geht!