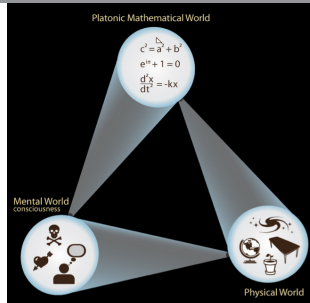


# Erkenntnistheorie und Wissenschaftsmethodik

Gregor Snelting

Praxis der Forschung, WS 21/22



- Veranstaltung im Rahmen von “Praxis der Forschung”  
auch für Doktoranden, ...
- Ziel: Grundkenntnisse in Erkenntnistheorie und Wissenschaftstheorie  
Einsicht in deren methodische und politische Relevanz
- Anwendung auf die Informatik

# Erkenntnistheorie

kein esoterisches, sondern teils hochpolitisches Thema!

# Erkenntnistheorie

kein esoterisches, sondern teils hochpolitisches Thema!

Grundfragen seit 2500 Jahren:

Können wir die Welt erkennen?

kein esoterisches, sondern teils hochpolitisches Thema!

Grundfragen seit 2500 Jahren:

Können wir die Welt erkennen?

Stimmen Wahrnehmung und Realität überein?

Was ist zuverlässiges Wissen, woran erkennt man es?

Gibt es objektive Erkenntnis, gibt es "Naturgesetze"?

kein esoterisches, sondern teils hochpolitisches Thema!

Grundfragen seit 2500 Jahren:

Können wir die Welt erkennen?

Stimmen Wahrnehmung und Realität überein?

Was ist zuverlässiges Wissen, woran erkennt man es?

Gibt es objektive Erkenntnis, gibt es "Naturgesetze"?

Was sind die Voraussetzungen von verlässlicher Erkenntnis?

Was ist gute Wissenschaftsmethodik?

# Bekannte Positionen

- **naiver Realismus**: die Welt ist so wie wir sie wahrnehmen.  
Bsp: gelbe Kaffeetassen “sind” gelb.

- **naiver Realismus**: die Welt ist so wie wir sie wahrnehmen.  
Bsp: gelbe Kaffeetassen “sind” gelb.  
Haupteinwand: Sinnestäuschungen, Geisteskrankheiten, ...  
Natur kennt keine Farben, nur elektromagnetische Spektren  
Wahrnehmung wird vom Gehirn aus “Rohdaten” aktiv konstruiert!





- **naiver Realismus**: die Welt ist so wie wir sie wahrnehmen.  
Bsp: gelbe Kaffeetassen “sind” gelb.  
Haupteinwand: Sinnestäuschungen, Geisteskrankheiten, ...  
Natur kennt keine Farben, nur elektromagnetische Spektren  
Wahrnehmung wird vom Gehirn aus “Rohdaten” aktiv konstruiert!
- **Solipsismus**: die Welt gibt’s nicht, sondern es gibt nur mich.  
*“Die Annahme, dass das ganze Leben ein Traum sei, in dem wir uns selbst alle Gegenstände schaffen, ist logisch nicht unmöglich”* [Russel]  
Spezialfall: Gehirn im Tank (vgl “Matrix”)



- **naiver Realismus**: die Welt ist so wie wir sie wahrnehmen.  
Bsp: gelbe Kaffeetassen “sind” gelb.  
Haupteinwand: Sinnestäuschungen, Geisteskrankheiten, ...  
Natur kennt keine Farben, nur elektromagnetische Spektren  
Wahrnehmung wird vom Gehirn aus “Rohdaten” aktiv konstruiert!
- **Solipsismus**: die Welt gibt’s nicht, sondern es gibt nur mich.  
*“Die Annahme, dass das ganze Leben ein Traum sei, in dem wir uns selbst alle Gegenstände schaffen, ist logisch nicht unmöglich.”*  
Spezialfall: Gehirn im Tank (vgl “Matrix”)  
Haupteinwand: modallogische Paradoxien [Putnam]  
wer baute den Tank?



- **Platonismus**: nur abstrakte Ideen sind real, “Realität” ist (verzernte) Widerspiegelung dieser Ideen in der Seele ( $\leadsto$  Höhlengleichnis)  
Bsp: nur “Gelbheit” ist real; ferner “Kaffeetasse an sich”, “Dreieck an sich”, komplexe Zahlen, berechenbare Funktionen, ...  
*“Die Seele ist gezwungen die Wirklichkeit durch den Körper zu sehen wie durch Gitterstäbe” [Plato]*

- **Platonismus**: nur abstrakte Ideen sind real, “Realität” ist (verzernte) Widerspiegelung dieser Ideen in der Seele ( $\leadsto$  Höhlengleichnis)  
Bsp: nur “Gelbheit” ist real; ferner “Kaffeetasse an sich”, “Dreieck an sich”, komplexe Zahlen, berechenbare Funktionen, ...  
*“Die Seele ist gezwungen die Wirklichkeit durch den Körper zu sehen wie durch Gitterstäbe”* [Plato]  
Haupteinwand: Ideen sind Abstraktionen aus realen Erfahrungen; in der Natur gibt es kein Dreieck, Dreieck nur formale Definition [Bourbaki] bzw “Konstrukt” (s.u.)



- **Platonismus**: nur abstrakte Ideen sind real, “Realität” ist (verzerrte) Widerspiegelung dieser Ideen in der Seele ( $\leadsto$  Höhlengleichnis)  
Bsp: nur “Gelbheit” ist real; ferner “Kaffeetasse an sich”, “Dreieck an sich”, komplexe Zahlen, berechenbare Funktionen, ...  
*“Die Seele ist gezwungen die Wirklichkeit durch den Körper zu sehen wie durch Gitterstäbe”* [Plato]  
Haupteinwand: Ideen sind Abstraktionen aus realen Erfahrungen; in der Natur gibt es kein Dreieck, Dreieck nur formale Definition [Bourbaki] bzw “Konstrukt” (s.u.)
- **Universalienstreit** (13. Jhd):  
“Realisten”: abstrakte Begriffe (u.a. rel. Dogmen!) sind real  
“Nominalisten”: nein, es sind nur menschliche Begriffe  $\leadsto$  Empirie  
Bsp: “Name der Rose”: der Held W.v.Baskerville ist Nominalist



# bekannte Positionen / 3

- **Rationalismus**: die Wirklichkeit kann (allein) durch logische Deduktion erkannt werden  
*“Ich denke, also bin ich”* [Descartes]

- **Rationalismus**: die Wirklichkeit kann (allein) durch logische Deduktion erkannt werden  
*“Ich denke, also bin ich”* [Descartes]  
Bsp ontologischer Gottesbeweis: Gott ist vollkommen, also hat er alle positiven Eigenschaften, also muss er existieren  
Bem: es gibt eine modallogische Formalisierung von Gödel [1941] und dazu einen **Isabelle**-Beweis von Benz Müller [2013] !

- **Rationalismus**: die Wirklichkeit kann (allein) durch logische Deduktion erkannt werden

*“Ich denke, also bin ich”* [Descartes]

Bsp ontologischer Gottesbeweis: Gott ist vollkommen, also hat er alle positiven Eigenschaften, also muss er existieren

Bem: es gibt eine modallogische Formalisierung von Gödel [1941] und dazu einen **Isabelle**-Beweis von Benz Müller [2013] !

Haupteinwand: letztlich solipsistisch  
mit falschen Axiomen kann man alles beweisen





- **Rationalismus**: die Wirklichkeit kann (allein) durch logische Deduktion erkannt werden

*“Ich denke, also bin ich”* [Descartes]

Bsp ontologischer Gottesbeweis: Gott ist vollkommen, also hat er alle positiven Eigenschaften, also muss er existieren

Bem: es gibt eine modallogische Formalisierung von Gödel [1941] und dazu einen **Isabelle**-Beweis von Benz Müller [2013] !

Haupteinwand: letztlich solipsistisch  
mit falschen Axiomen kann man alles beweisen



- **Empirismus**: alle Erkenntnis kommt (allein) aus der Wahrnehmung  
*“Nichts ist im Verstand, was nicht vorher in den Sinnen war”* [Locke]  
Bsp: Fallgesetz wurde aus Messdaten gewonnen

- **Rationalismus**: die Wirklichkeit kann (allein) durch logische Deduktion erkannt werden

*“Ich denke, also bin ich”* [Descartes]

Bsp ontologischer Gottesbeweis: Gott ist vollkommen, also hat er alle positiven Eigenschaften, also muss er existieren

Bem: es gibt eine modallogische Formalisierung von Gödel [1941] und dazu einen **Isabelle**-Beweis von Benz Müller [2013] !

Haupteinwand: letztlich solipsistisch  
mit falschen Axiomen kann man alles beweisen



- **Empirismus**: alle Erkenntnis kommt (allein) aus der Wahrnehmung

*“Nichts ist im Verstand, was nicht vorher in den Sinnen war”* [Locke]

Bsp: Fallgesetz wurde aus Messdaten gewonnen

Haupteinwand: Logik kommt nicht “von aussen”  
ohne Mathematik keine physikalische Erkenntnis



- **kritischer Idealismus**: es gibt eine reale Welt, aber Erkenntnis ist durch Struktur des Erkenntnisapparates begrenzt (nämlich durch “a priori” Wahrnehmungskategorien: Raum, Zeit, Kausalität, u.a.)  
Bem. Für Kant war dies eine Synthese aus Rationalismus und Empirismus  
*“Das Ding an sich ist unerkennbar”; “Bisher nahm man an, alle Erkenntnis müsse sich nach den Gegenständen richten; wir nehmen an, dass sich die Gegenstände nach unserer Erkenntnis richten.” [Kant]*

- **kritischer Idealismus**: es gibt eine reale Welt, aber Erkenntnis ist durch Struktur des Erkenntnisapparates begrenzt (nämlich durch “a priori” Wahrnehmungskategorien: Raum, Zeit, Kausalität, u.a.)  
Bem. Für Kant war dies eine Synthese aus Rationalismus und Empirismus  
*“Das Ding an sich ist unerkennbar”; “Bisher nahm man an, alle Erkenntnis müsse sich nach den Gegenständen richten; wir nehmen an, dass sich die Gegenstände nach unserer Erkenntnis richten.”* [Kant]  
Haupteinwand: Erkenntnisapparat entstand durch (biologische) Evolution in Anpassung an Realität; ohne Raumvorstellung / Kausalitätskonzept hätte die Menschheit nicht überlebt



- **objektiver** (“deutscher”) **Idealismus**: alles ist Geist, Realität ist Widerspiegelung des Geistigen, “objektive” Realität gibt es nicht  
Der Weltgeist lenkt die Geschichte dialektisch  
*“Das Geistige allein ist das Wirkliche”; “Umso schlimmer für die Wirklichkeit”; “Napoleon, der Weltgeist zu Pferde” [Hegel]*

# Bekannte Positionen / 5

- **objektiver** (“deutscher”) **Idealismus**: alles ist Geist, Realität ist Widerspiegelung des Geistigen, “objektive” Realität gibt es nicht  
Der Weltgeist lenkt die Geschichte dialektisch  
*“Das Geistige allein ist das Wirkliche”*; *“Umso schlimmer für die Wirklichkeit”*; *“Napoleon, der Weltgeist zu Pferde”* [Hegel]  
*“Die Welt ist meine Vorstellung”* [Schopenhauer]  
Haupteinwand: “Weltgeist und Dialektik sind Windbeutelerei und Scharlatanerie” [Schopenhauer]



- **objektiver** (“deutscher”) **Idealismus**: alles ist Geist, Realität ist Widerspiegelung des Geistigen, “objektive” Realität gibt es nicht  
Der Weltgeist lenkt die Geschichte dialektisch  
*“Das Geistige allein ist das Wirkliche”*; *“Umso schlimmer für die Wirklichkeit”*; *“Napoleon, der Weltgeist zu Pferde”* [Hegel]  
*“Die Welt ist meine Vorstellung”* [Schopenhauer]  
Haupteinwand: “Weltgeist und Dialektik sind Windbeutelerei und Scharlatanerie” [Schopenhauer]
- **dialektischer Materialismus**: alles hat materielle Basis, alles ist objektiv erkennbar/vorhersagbar  
*“Das Sein bestimmt das Bewusstsein”* [Marx]  
Bsp: Religionskritik, Wissensfortschritt durch Dialektik, Kommunismus als zwangsläufiges Endziel



- **objektiver** (“deutscher”) **Idealismus**: alles ist Geist, Realität ist Widerspiegelung des Geistigen, “objektive” Realität gibt es nicht  
Der Weltgeist lenkt die Geschichte dialektisch  
*“Das Geistige allein ist das Wirkliche”*; *“Umso schlimmer für die Wirklichkeit”*; *“Napoleon, der Weltgeist zu Pferde”* [Hegel]  
*“Die Welt ist meine Vorstellung”* [Schopenhauer]  
Haupteinwand: “Weltgeist und Dialektik sind Windbeutelerei und Scharlatanerie” [Schopenhauer]



- **dialektischer Materialismus**: alles hat materielle Basis, alles ist objektiv erkennbar/vorhersagbar  
*“Das Sein bestimmt das Bewusstsein”* [Marx]  
Bsp: Religionskritik, Wissensfortschritt durch Dialektik, Kommunismus als zwangsläufiges Endziel  
Haupteinwand: Erkenntnis setzt auch im Diamat “ideelles” voraus  
Diamat ist dogmatische Pseudowissenschaft





- **Positivismus**: Erkenntnis ist Tatsachenfeststellung (Messung) und Modellbildung, alles sonst sind “Scheinprobleme”  
Korrekte (mathematische) Modelle machen korrekte (messbare) Vorhersagen. Bsp: Himmelsmechanik  
⇒ Begriff des “Dings an sich” / “Weltgeistes” / “Realität” überflüssig

- **Positivismus**: Erkenntnis ist Tatsachenfeststellung (Messung) und Modellbildung, alles sonst sind “Scheinprobleme”  
Korrekte (mathematische) Modelle machen korrekte (messbare) Vorhersagen. Bsp: Himmelsmechanik  
⇒ Begriff des “Dings an sich” / “Weltgeistes” / “Realität” überflüssig  
*“Worüber man nicht reden kann, darüber muss man schweigen”*  
[Wittgenstein]  
Modelle sollen so einfach wie möglich sein: *“Mache keine überflüssigen Annahmen”* [Ockham’s Razor]

- **Positivismus**: Erkenntnis ist Tatsachenfeststellung (Messung) und Modellbildung, alles sonst sind “Scheinprobleme”  
Korrekte (mathematische) Modelle machen korrekte (messbare) Vorhersagen. Bsp: Himmelsmechanik  
⇒ Begriff des “Dings an sich” / “Weltgeistes” / “Realität” überflüssig  
*“Worüber man nicht reden kann, darüber muss man schweigen”*  
[Wittgenstein]  
Modelle sollen so einfach wie möglich sein: *“Mache keine überflüssigen Annahmen”* [Ockham’s Razor]  
⇒ Begriff der “objektiven Realität” wird stark relativiert!

- **Positivismus:** Erkenntnis ist Tatsachenfeststellung (Messung) und Modellbildung, alles sonst sind “Scheinprobleme”  
Korrekte (mathematische) Modelle machen korrekte (messbare) Vorhersagen. Bsp: Himmelsmechanik
  - ⇒ Begriff des “Dings an sich” / “Weltgeistes” / “Realität” überflüssig  
*“Worüber man nicht reden kann, darüber muss man schweigen”*  
[Wittgenstein]
  - Modelle sollen so einfach wie möglich sein: *“Mache keine überflüssigen Annahmen”* [Ockham’s Razor]
  - ⇒ Begriff der “objektiven Realität” wird stark relativiert!  
Vgl “Kopenhagener Deutung” der Quantenmechanik:  
*“Schrödingergleichung beschreibt nichts ‘reales’. Schrödingers Katze ist zwischen 2 Messungen weder tot noch lebendig, sondern undefiniert”* [Bohr]

- **Positivismus:** Erkenntnis ist Tatsachenfeststellung (Messung) und Modellbildung, alles sonst sind “Scheinprobleme”  
Korrekte (mathematische) Modelle machen korrekte (messbare) Vorhersagen. Bsp: Himmelsmechanik
  - ⇒ Begriff des “Dings an sich” / “Weltgeistes” / “Realität” überflüssig  
*“Worüber man nicht reden kann, darüber muss man schweigen”*  
[Wittgenstein]  
Modelle sollen so einfach wie möglich sein: *“Mache keine überflüssigen Annahmen”* [Ockham’s Razor]
    - ⇒ Begriff der “objektiven Realität” wird stark relativiert!  
Vgl “Kopenhagener Deutung” der Quantenmechanik:  
“Schrödingergleichung beschreibt nichts ‘reales’. Schrödingers Katze ist zwischen 2 Messungen weder tot noch lebendig, sondern undefiniert”  
Haupteinwand: “Bürgerlicher Relativismus” [Lenin]  
“Katzen existieren auch zwischen 2 Messungen” [Einstein]



- **kritischer Rationalismus** (Details s.u.): wiss. Theorien/Modelle kann man nicht beweisen, nur widerlegen (durch Experimente)  
*“Jeder Forscher muss jeden Morgen vor dem Spiegel versuchen, seine Lieblingstheorie zu widerlegen”* [Popper]  
Bsp: Newton'sche Mechanik galt 200 Jahre, bis Einstein kam

- **kritischer Rationalismus** (Details s.u.): wiss. Theorien/Modelle kann man nicht beweisen, nur widerlegen (durch Experimente)  
*“Jeder Forscher muss jeden Morgen vor dem Spiegel versuchen, seine Lieblingstheorie zu widerlegen”* [Popper]  
Bsp: Newton'sche Mechanik galt 200 Jahre, bis Einstein kam  
Haupteinwand: s.u.



- **kritischer Rationalismus** (Details s.u.): wiss. Theorien/Modelle kann man nicht beweisen, nur widerlegen (durch Experimente)  
*“Jeder Forscher muss jeden Morgen vor dem Spiegel versuchen, seine Lieblingstheorie zu widerlegen”* [Popper]  
Bsp: Newton'sche Mechanik galt 200 Jahre, bis Einstein kam  
Haupteinwand: s.u.
- **evolutionäre Erkenntnistheorie**: Erkenntnisapparat und -kategorien (“a priori”) haben sich in Evolution entwickelt; würden sie Realität nicht “homomorph” abbilden, hätte Menschheit nicht überlebt  
Bsp: Farbwahrnehmung ist homomorphes Abbild des elektromagn. Spektrums, Farberkennung hilft beim Überleben





- **kritischer Rationalismus** (Details s.u.): wiss. Theorien/Modelle kann man nicht beweisen, nur widerlegen (durch Experimente)  
*“Jeder Forscher muss jeden Morgen vor dem Spiegel versuchen, seine Lieblingstheorie zu widerlegen”* [Popper]  
Bsp: Newton'sche Mechanik galt 200 Jahre, bis Einstein kam  
Haupteinwand: s.u.
- **evolutionäre Erkenntnistheorie**: Erkenntnisapparat und -kategorien (“a priori”) haben sich in Evolution entwickelt; würden sie Realität nicht “homomorph” abbilden, hätte Menschheit nicht überlebt  
Bsp: Farbwahrnehmung ist homomorphes Abbild des elektromagn. Spektrums, Farberkennung hilft beim Überleben  
Haupteinwand: Zirkelschluss, da Evolution als Tatsache vorausgesetzt wird; dass es Tatsache ist wird (indirekt) mit e.E. begründet



## Bekannte Positionen / 8

- **Konstruktivismus**: es gibt keine objektive Wahrheit / platonische Idee, “Wahrheiten” werden gesellschaftlich konstruiert, “Methodik” (zB Falsifikation) gibt es nicht, Erkenntnis ist immer interessengeleitet.  
Bsp:
  - “Quarks sind nur mathematische Konstrukte”
  - “Geschichtsschreibung ist immer Geschichtsschreibung der Sieger”

## Bekannte Positionen / 8

- **Konstruktivismus**: es gibt keine objektive Wahrheit / platonische Idee, “Wahrheiten” werden gesellschaftlich konstruiert, “Methodik” (zB Falsifikation) gibt es nicht, Erkenntnis ist immer interessengeleitet.  
Bsp:
  - “Quarks sind nur mathematische Konstrukte”
  - “Geschichtsschreibung ist immer Geschichtsschreibung der Sieger”
  - “ ‘Intelligenz’ ist ein Konstrukt des IQ-Tests”

- **Konstruktivismus**: es gibt keine objektive Wahrheit / platonische Idee, “Wahrheiten” werden gesellschaftlich konstruiert, “Methodik” (zB Falsifikation) gibt es nicht, Erkenntnis ist immer interessengeleitet.  
Bsp:
  - “Quarks sind nur mathematische Konstrukte”
  - “Geschichtsschreibung ist immer Geschichtsschreibung der Sieger”
  - “ ‘Intelligenz’ ist ein Konstrukt des IQ-Tests”
  - “Geschlechtsspezifisches Verhalten rein gesellschaftlich konstruiert”;

- **Konstruktivismus**: es gibt keine objektive Wahrheit / platonische Idee, “Wahrheiten” werden gesellschaftlich konstruiert, “Methodik” (zB Falsifikation) gibt es nicht, Erkenntnis ist immer interessengeleitet.  
Bsp:
  - “Quarks sind nur mathematische Konstrukte”
  - “Geschichtsschreibung ist immer Geschichtsschreibung der Sieger”
  - “ ‘Intelligenz’ ist ein Konstrukt des IQ-Tests”
  - “Geschlechtsspezifisches Verhalten rein gesellschaftlich konstruiert”;  
“Viele sog. Naturgesetze sind lebensfeindliche, subjektiv-androzentrische Interpretationen” [Nieders.Wiss.Min. 95]

- **Konstruktivismus:** es gibt keine objektive Wahrheit / platonische Idee, “Wahrheiten” werden gesellschaftlich konstruiert, “Methodik” (zB Falsifikation) gibt es nicht, Erkenntnis ist immer interessengeleitet.  
Bsp:

- “Quarks sind nur mathematische Konstrukte”
- “Geschichtsschreibung ist immer Geschichtsschreibung der Sieger”
- “ ‘Intelligenz’ ist ein Konstrukt des IQ-Tests”
- “Geschlechtsspezifisches Verhalten rein gesellschaftlich konstruiert”;  
“Viele sog. Naturgesetze sind lebensfeindliche, subjektiv-androzentrische Interpretationen” [Nieders.Wiss.Min. 95]

Haupteinwand: Konstruktivismus ist kollektiver Solipsismus  
Naturwissenschaftliche Erkenntnis ist kulturunabhängig



- **Konstruktivismus:** es gibt keine objektive Wahrheit / platonische Idee, “Wahrheiten” werden gesellschaftlich konstruiert, “Methodik” (zB Falsifikation) gibt es nicht, Erkenntnis ist immer interessengeleitet.  
Bsp:

- “Quarks sind nur mathematische Konstrukte”
- “Geschichtsschreibung ist immer Geschichtsschreibung der Sieger”
- “ ‘Intelligenz’ ist ein Konstrukt des IQ-Tests”
- “Geschlechtsspezifisches Verhalten rein gesellschaftlich konstruiert”;  
“Viele sog. Naturgesetze sind lebensfeindliche, subjektiv-androzentrische Interpretationen” [Nieders.Wiss.Min. 95]

Haupteinwand: Konstruktivismus ist kollektiver Solipsismus  
Naturwissenschaftliche Erkenntnis ist kulturunabhängig

Bsp 1: Auch Konstruktivisten benutzen Flugzeug bzw Schmerzpillen, denn  
Aerodynamik bzw Biochemie ist kein Konstrukt



- **Konstruktivismus:** es gibt keine objektive Wahrheit / platonische Idee, “Wahrheiten” werden gesellschaftlich konstruiert, “Methodik” (zB Falsifikation) gibt es nicht, Erkenntnis ist immer interessengeleitet.  
Bsp:

- “Quarks sind nur mathematische Konstrukte”
- “Geschichtsschreibung ist immer Geschichtsschreibung der Sieger”
- “ ‘Intelligenz’ ist ein Konstrukt des IQ-Tests”
- “Geschlechtsspezifisches Verhalten rein gesellschaftlich konstruiert”;  
“Viele sog. Naturgesetze sind lebensfeindliche, subjektiv-androzentrische Interpretationen” [Nieders.Wiss.Min. 95]

Haupteinwand: Konstruktivismus ist kollektiver Solipsismus  
Naturwissenschaftliche Erkenntnis ist kulturunabhängig

Bsp 1: Auch Konstruktivisten benutzen Flugzeug bzw Schmerzpillen, denn  
Aerodynamik bzw Biochemie ist kein Konstrukt

Bsp 2: geschlechtsspezifisches Verhalten ist auch evolutionsbiologisch  
disponiert, da partiell kulturunabhängig





# Bekannte Positionen / 9

Satirische Reaktionen auf Konstruktivismus

## Satirische Reaktionen auf Konstruktivismus

- “Wert von  $\pi$  ist vom gesellschaftlichen Kontext abhängig” [Sokal's Hoax 1996]

## Satirische Reaktionen auf Konstruktivismus

- “Wert von  $\pi$  ist vom gesellschaftlichen Kontext abhängig” [Sokal’s Hoax 1996]
- “Lt. Geheimtestament erfand Newton das Fallgesetz nur, um seine Frau am Höhenflug zu hindern” [Snelting 98]

## Satirische Reaktionen auf Konstruktivismus

- “Wert von  $\pi$  ist vom gesellschaftlichen Kontext abhängig” [Sokal's Hoax 1996]
- “Lt. Geheimtestament erfand Newton das Fallgesetz nur, um seine Frau am Höhenflug zu hindern” [Snelting 98]
- “Feministische Astrologie statt imperialistischer Astronomie”, “Penisse verursachen Klimawandel”, u.a. [7 Fake Papers von H. Pluckrose et al., angenommen in Gender Study Journals et sim., 2018]

# Kategorisierung erkenntnistheoretischer Positionen

- Abbildung vs Modell
- Materie vs Metaphysik
- “Welt ist draussen” vs “Welt ist in meinem Kopf”

# Kategorisierung erkenntnistheoretischer Positionen

- Abbildung vs Modell
- Materie vs Metaphysik
- “Welt ist draussen” vs “Welt ist in meinem Kopf”

Solipsismus B/0/B, Plato A/B/0, Rationalismus A/B/B, Empirismus A/B/A, Kant A/0/B, Hegel 0/B/A, Diamat A/A/A, Positivismus B/0/A, Popper B/A+B/A, evolut. Erk.theorie A/A/0, Konstruktivismus B/A/B [Snelting 2014]

Es sind noch nicht alle Kombinationen vergeben :-)

# Poppers kritischer Rationalismus

- Realität existiert, aber Erkenntnis durch subjektive Elemente beeinflusst
- Theorien/Modelle sind **Hypothesen**, beweisen kann man sie nicht.  
Erkenntnistheoretisches Induktionsprinzip gibt es nicht:  
Bsp “jeden Tag geht die Sonne auf”
- Theorien machen **Vorhersagen**, diese können durch Experimente **falsifiziert** werden  
berühmtes Beispiel: Michelson-Morley Experiment (Ätherwiderlegung)

- Realität existiert, aber Erkenntnis durch subjektive Elemente beeinflusst
- Theorien/Modelle sind **Hypothesen**, beweisen kann man sie nicht.  
Erkenntnistheoretisches Induktionsprinzip gibt es nicht:  
Bsp "jeden Tag geht die Sonne auf"
- Theorien machen **Vorhersagen**, diese können durch Experimente **falsifiziert** werden  
berühmtes Beispiel: Michelson-Morley Experiment (Ätherwiderlegung)
- kann eine Theorie trotz langer Anstrengungen nicht falsifiziert werden, steigt ihre Korrektheitswahrscheinlichkeit (Evolution des Wissens).  
Nicht-Falsifizierung ist aber kein Beweis; Bsp Newton'sche Mechanik
- Aussagen, die prinzipiell nicht falsifizierbar sind, sind unwissenschaftlich  
Bsp Theologie, Metaphysik, Stringtheorie  
später weniger dogmatisch formuliert



- Realität existiert, aber Erkenntnis durch subjektive Elemente beeinflusst
- Theorien/Modelle sind **Hypothesen**, beweisen kann man sie nicht.  
Erkenntnistheoretisches Induktionsprinzip gibt es nicht:  
Bsp “jeden Tag geht die Sonne auf”
- Theorien machen **Vorhersagen**, diese können durch Experimente **falsifiziert** werden  
berühmtes Beispiel: Michelson-Morley Experiment (Ätherwiderlegung)
- kann eine Theorie trotz langer Anstrengungen nicht falsifiziert werden, steigt ihre Korrektheitswahrscheinlichkeit (Evolution des Wissens).  
Nicht-Falsifizierung ist aber kein Beweis; Bsp Newton'sche Mechanik
- Aussagen, die prinzipiell nicht falsifizierbar sind, sind unwissenschaftlich  
Bsp Theologie, Metaphysik, Stringtheorie  
später weniger dogmatisch formuliert
- Einwände: Falsifikation nicht falsifizierbar  
manche moderne Physiktheorien (Multiversen, ...) prinzipiell nicht falsifizierbar, bzw zu teuer ( $\leadsto$  LHC)  
“Nicht alle Theorien treffen Voraussagen” [Adorno]

# Poppers 3 Welten

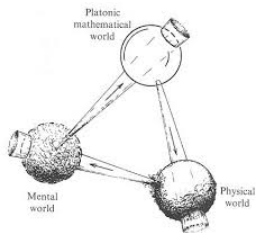
Altgriechen: “Physis, Psyche, Logos”

Popper:

1. Aussenwelt (Kaffeetassen, Tanks, Gehirne, Galaxien, Energie, ...)
2. Innenwelt (Bewusstsein, Wahrnehmungen, Gefühle)
3. objektive Ideen (Mathematik, platonische Abstraktionen)

Verschränkung von Penrose (vgl. “Penrose Dreieck”):

Aussenwelt erzeugt Innenwelt (via Gehirnevolution), Innenwelt entdeckt (!)  
Mathematik/Naturgesetze, Naturgesetze erzeugen/dirigieren Aussenwelt



# Poppers 3 Welten

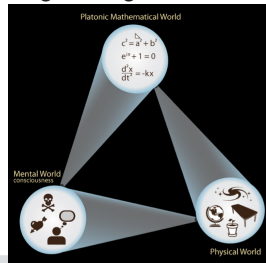
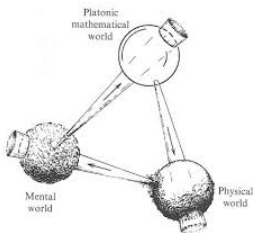
Altgriechen: “Physis, Psyche, Logos”

Popper:

1. Aussenwelt (Kaffeetassen, Tanks, Gehirne, Galaxien, Energie, ...)
2. Innenwelt (Bewusstsein, Wahrnehmungen, Gefühle)
3. objektive Ideen (Mathematik, platonische Abstraktionen)

Verschränkung von Penrose (vgl. “Penrose Dreieck”):

Aussenwelt erzeugt Innenwelt (via Gehirnevolution), Innenwelt entdeckt (!)  
 Mathematik/Naturgesetze, Naturgesetze erzeugen/dirigieren Aussenwelt



# Konstrukt vs zuverlässiges Wissen

Konstrukte gibt es überall –

wie kann man sie von zuverlässigem Wissen unterscheiden?

- Erklärungskraft?? Alle Theorien liefern auch Erklärungen.

# Konstrukt vs zuverlässiges Wissen

Konstrukte gibt es überall –

wie kann man sie von zuverlässigem Wissen unterscheiden?

- **Erklärungskraft??** Alle Theorien liefern auch Erklärungen.  
Aber Erklärungen oft kontextabhängig und deshalb Konstrukte:  
Bsp. Warum geht die Sonne im Osten auf? Weil sie sich um Erde dreht.  
Warum bin ich krank? Der böse Geist. Was hilft? Hexenverbrennung.

# Konstrukt vs zuverlässiges Wissen

Konstrukte gibt es überall –

wie kann man sie von zuverlässigem Wissen unterscheiden?

- **Erklärungskraft??** Alle Theorien liefern auch Erklärungen.  
Aber Erklärungen oft kontextabhängig und deshalb Konstrukte:  
Bsp. Warum geht die Sonne im Osten auf? Weil sie sich um Erde dreht.  
Warum bin ich krank? Der böse Geist. Was hilft? Hexenverbrennung.
- **Vorhersagekraft!!!** Jede falsifizierbare Theorie macht Vorhersagen.  
Wenn Vorhersage eintritt, hat man Fetzen der Realität erwischt!

# Konstrukt vs zuverlässiges Wissen

Konstrukte gibt es überall –

wie kann man sie von zuverlässigem Wissen unterscheiden?

- **Erklärungskraft??** Alle Theorien liefern auch Erklärungen.  
Aber Erklärungen oft kontextabhängig und deshalb Konstrukte:  
Bsp. Warum geht die Sonne im Osten auf? Weil sie sich um Erde dreht.  
Warum bin ich krank? Der böse Geist. Was hilft? Hexenverbrennung.
- **Vorhersagekraft!!!** Jede falsifizierbare Theorie macht Vorhersagen.  
Wenn Vorhersage eintritt, hat man Fetzen der Realität erwischt!  
Bsp 1: (relativistische) Himmelsmechanik sagt Sonnenfinsternisse und Merkurbahn voraus  
Bsp 2: IQ-Test korreliert stark mit Studienerfolg in MINT-Fächern

# Konstrukt vs zuverlässiges Wissen

Konstrukte gibt es überall –

wie kann man sie von zuverlässigem Wissen unterscheiden?

- **Erklärungskraft??** Alle Theorien liefern auch Erklärungen.  
Aber Erklärungen oft kontextabhängig und deshalb Konstrukte:  
Bsp. Warum geht die Sonne im Osten auf? Weil sie sich um Erde dreht.  
Warum bin ich krank? Der böse Geist. Was hilft? Hexenverbrennung.
- **Vorhersagekraft!!!** Jede falsifizierbare Theorie macht Vorhersagen.  
Wenn Vorhersage eintrifft, hat man Fetzen der Realität erwischt!  
Bsp 1: (relativistische) Himmelsmechanik sagt Sonnenfinsternisse und Merkurbahn voraus  
Bsp 2: IQ-Test korreliert stark mit Studienerfolg in MINT-Fächern
- Vorhersagen oft nur statistisch; gelten für Kollektive statt Individuen  
Bsp Quantenmechanik, Pharmazie, Psychologie (“Der Triebtäter wird mit 90% Wahrscheinlichkeit nicht rückfällig”)



# Konstrukt vs zuverlässiges Wissen

Konstrukte gibt es überall –

wie kann man sie von zuverlässigem Wissen unterscheiden?

- **Erklärungskraft??** Alle Theorien liefern auch Erklärungen.  
Aber Erklärungen oft kontextabhängig und deshalb Konstrukte:  
Bsp. Warum geht die Sonne im Osten auf? Weil sie sich um Erde dreht.  
Warum bin ich krank? Der böse Geist. Was hilft? Hexenverbrennung.
- **Vorhersagekraft!!!** Jede falsifizierbare Theorie macht Vorhersagen.  
Wenn Vorhersage eintrifft, hat man Fetzen der Realität erwischt!  
Bsp 1: (relativistische) Himmelsmechanik sagt Sonnenfinsternisse und Merkurbahn voraus  
Bsp 2: IQ-Test korreliert stark mit Studienerfolg in MINT-Fächern
- Vorhersagen oft nur statistisch; gelten für Kollektive statt Individuen  
Bsp Quantenmechanik, Pharmazie, Psychologie (“Der Triebtäter wird mit 90% Wahrscheinlichkeit nicht rückfällig”)
- sogar Archäologie u.ä. macht Vorhersagen (über die Vergangenheit :-)  
Bsp: Postulierung menschlicher Vorformen, deren Fossilien später tatsächlich gefunden wurden

# Die Bösen

berühmte **Leugner** zuverlässiger Erkenntnisse:

# Die Bösen

berühmte **Leugner** zuverlässiger Erkenntnisse:

- Papst Urban (1624) vs. heliozentrisches Weltbild  
“Galileo ist im Irrtum des Glaubens”

berühmte **Leugner** zuverlässiger Erkenntnisse:

- Papst Urban (1624) vs. heliozentrisches Weltbild  
“Galileo ist im Irrtum des Glaubens”

Bem.: Galileo nahm zunächst Kreisbahnen an  $\Rightarrow$  schlechtere Vorhersagen als Geozentrik!

berühmte **Leugner** zuverlässiger Erkenntnisse:

- Papst Urban (1624) vs. heliozentrisches Weltbild  
“Galileo ist im Irrtum des Glaubens”

Bem.: Galileo nahm zunächst Kreisbahnen an  $\Rightarrow$  schlechtere Vorhersagen als Geozentrik!

- Hitler (1940) vs. Relativitätstheorie  
“jüdische Physik”

berühmte **Leugner** zuverlässiger Erkenntnisse:

- Papst Urban (1624) vs. heliozentrisches Weltbild  
“Galileo ist im Irrtum des Glaubens”  
Bem.: Galileo nahm zunächst Kreisbahnen an  $\Rightarrow$  schlechtere Vorhersagen als Geozentrik!
- Hitler (1940) vs. Relativitätstheorie  
“jüdische Physik”
- Stalin / Lyssenko (1950) vs. Genetik  
“Gene sind unsozialistisch”

berühmte **Leugner** zuverlässiger Erkenntnisse:

- Papst Urban (1624) vs. heliozentrisches Weltbild  
“Galileo ist im Irrtum des Glaubens”  
Bem.: Galileo nahm zunächst Kreisbahnen an  $\Rightarrow$  schlechtere Vorhersagen als Geozentrik!
- Hitler (1940) vs. Relativitätstheorie  
“jüdische Physik”
- Stalin / Lyssenko (1950) vs. Genetik  
“Gene sind unsozialistisch”
- rel. Fundamentalismus (19.-21. Jhd)  
vs. Evolutionsbiologie

berühmte **Leugner** zuverlässiger Erkenntnisse:

- Papst Urban (1624) vs. heliozentrisches Weltbild  
“Galileo ist im Irrtum des Glaubens”  
Bem.: Galileo nahm zunächst Kreisbahnen an ⇒ schlechtere Vorhersagen als Geozentrik!
- Hitler (1940) vs. Relativitätstheorie  
“jüdische Physik”
- Stalin / Lyssenko (1950) vs. Genetik  
“Gene sind unsozialistisch”
- rel. Fundamentalismus (19.-21. Jhd) && Linksradikale (21. Jhd)  
vs. Evolutionsbiologie  
“Evolutionsbiologie ist biologistisches Konstrukt zur Unterdrückung”



berühmte **Leugner** zuverlässiger Erkenntnisse:

- Papst Urban (1624) vs. heliozentrisches Weltbild  
“Galileo ist im Irrtum des Glaubens”  
Bem.: Galileo nahm zunächst Kreisbahnen an ⇒ schlechtere Vorhersagen als Geozentrik!
- Hitler (1940) vs. Relativitätstheorie  
“jüdische Physik”
- Stalin / Lyssenko (1950) vs. Genetik  
“Gene sind unsozialistisch”
- rel. Fundamentalismus (19.-21. Jhd) && Linksradikale (21. Jhd)  
vs. Evolutionsbiologie  
“Evolutionsbiologie ist biologistisches Konstrukt zur Unterdrückung”

Leugnen stets **macht**politisch bedingt!

Bsp: “Intelligenz ist 100% vererbt” vs “Intelligenz ist 100% Umwelt”

berühmte **Leugner** zuverlässiger Erkenntnisse:

- Papst Urban (1624) vs. heliozentrisches Weltbild  
“Galileo ist im Irrtum des Glaubens”  
Bem.: Galileo nahm zunächst Kreisbahnen an  $\Rightarrow$  schlechtere Vorhersagen als Geozentrik!
- Hitler (1940) vs. Relativitätstheorie  
“jüdische Physik”
- Stalin / Lyssenko (1950) vs. Genetik  
“Gene sind unsozialistisch”
- rel. Fundamentalismus (19.-21. Jhd) && Linksradikale (21. Jhd)  
vs. Evolutionsbiologie  
“Evolutionsbiologie ist biologistisches Konstrukt zur Unterdrückung”

Leugnen stets **macht**politisch bedingt!

Bsp: “Intelligenz ist 100% vererbt” vs “Intelligenz ist 100% Umwelt”

$\equiv$  Machtanspruch der “Blutsverwandschaft” vs Machtanspruch der “Revolution”

# Und in der Informatik?

Popper rules! (hopefully)

- Abstraktion und Modellbildung zentral  
Informatiker erfinden abstrakte Konzepte, diese ermöglichen /  
begrenzen die möglichen Anwendungen!  
jeder Algorithmus ist bereits Abstraktion (von Eingabewerten)

# Und in der Informatik?

Popper rules! (hopefully)

- Abstraktion und **Modellbildung** zentral  
Informatiker erfinden abstrakte Konzepte, diese ermöglichen / begrenzen die möglichen Anwendungen!  
jeder Algorithmus ist bereits Abstraktion (von Eingabewerten)
- Unterschied zur Physik: Informatiker bauen ihre eigene Software-Realität, eigene Realitäts-Modelle  
“Die Grenzen meines Formalismus sind die Grenzen meiner Welt”
- Abstraktionen (zB Sprachen, Modelle, Algorithmen, ...) sollen sich aufs wesentliche beschränken [Occam's Razor]  
Bsp: polymorphe Typinferenz [Milner]

# Und in der Informatik?

Popper rules! (hopefully)

- Abstraktion und **Modellbildung** zentral  
Informatiker erfinden abstrakte Konzepte, diese ermöglichen / begrenzen die möglichen Anwendungen!  
jeder Algorithmus ist bereits Abstraktion (von Eingabewerten)
- Unterschied zur Physik: Informatiker bauen ihre eigene Software-Realität, eigene Realitäts-Modelle  
“Die Grenzen meines Formalismus sind die Grenzen meiner Welt”
- Abstraktionen (zB Sprachen, Modelle, Algorithmen, ...) sollen sich aufs wesentliche beschränken [Occam's Razor]  
Bsp: polymorphe Typinferenz [Milner]
- Testen / **Validierung** sind Spezialfälle von Poppers Falsifikationsprinzip deshalb (Korrektheits)Beweise notwendig [Dijkstra]  
aber nicht hinreichend!  $\implies$  empirische Bewertung unverzichtbar

# Und in der Informatik?

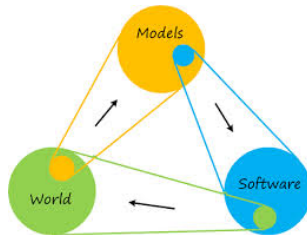
Popper rules! (hopefully)

- Abstraktion und **Modellbildung** zentral  
Informatiker erfinden abstrakte Konzepte, diese ermöglichen / begrenzen die möglichen Anwendungen!  
jeder Algorithmus ist bereits Abstraktion (von Eingabewerten)
- Unterschied zur Physik: Informatiker bauen ihre eigene Software-Realität, eigene Realitäts-Modelle  
“Die Grenzen meines Formalismus sind die Grenzen meiner Welt”
- Abstraktionen (zB Sprachen, Modelle, Algorithmen, ...) sollen sich aufs wesentliche beschränken [Occam's Razor]  
Bsp: polymorphe Typinferenz [Milner]
- Testen / **Validierung** sind Spezialfälle von Poppers Falsifikationsprinzip deshalb (Korrektheits)Beweise notwendig [Dijkstra]  
aber nicht hinreichend!  $\implies$  empirische Bewertung unverzichtbar  
Bsp 1: Programmverifikation schützt nicht vor Hardwarefehler  
Bsp 2: Methodik des SPP “Algorithm Engineering”

# Beispiel: Softwareentwicklung

Das 3 Welten Modell:

- Modell beschreibt homomorph (!) Teil der Welt
- (Teil des) Modell wird in Software umgesetzt
- Teil der Welt durch Software gesteuert



# Konstruktivismus in der Informatik

Methodisch unsauber handelt, wer nicht falsifizierbare Aussagen in die Welt setzt. Typisch:

- weder Beweise noch empirische Validierung anstreben



Methodisch unsauber handelt, wer nicht falsifizierbare Aussagen in die Welt setzt. Typisch:

- weder Beweise noch empirische Validierung anstreben  
das 1. Paper zum Thema darf auch ein Konzeptpapier sein, aber dann ...
- bekannter Spezialfall: nur **Kästchen und Pfeile** hinmalen, nur **rumlabern**  
[Gegenbeispiel: Palladio]
- **Wissenschaftsmoden** unkritisch folgen

Methodisch unsauber handelt, wer nicht falsifizierbare Aussagen in die Welt setzt. Typisch:

- weder Beweise noch empirische Validierung anstreben  
das 1. Paper zum Thema darf auch ein Konzeptpapier sein, aber dann ...
- bekannter Spezialfall: nur **Kästchen und Pfeile** hinmalen, nur **rumlabern** [Gegenbeispiel: Palladio]
- **Wissenschaftsmoden** unkritisch folgen

Bsp 1: Conway's Law: Softwarearchitekturen sind oft isomorph zur Organisationsstruktur der Entwicklungsorganisation! ("3 Abteilungen – 3 Subsysteme")

Bsp 2: aspektorientierte Programmierung: 700 Papers, 7 Programme :-)

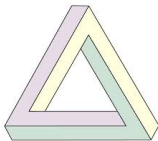
Methodisch unsauber handelt, wer nicht falsifizierbare Aussagen in die Welt setzt. Typisch:

- weder Beweise noch empirische Validierung anstreben  
das 1. Paper zum Thema darf auch ein Konzeptpapier sein, aber dann ...
- bekannter Spezialfall: nur **Kästchen und Pfeile** hinmalen, nur **rumlabern** [Gegenbeispiel: Palladio]
- **Wissenschaftsmoden** unkritisch folgen

Bsp 1: Conway's Law: Softwarearchitekturen sind oft isomorph zur Organisationsstruktur der Entwicklungsorganisation! ("3 Abteilungen – 3 Subsysteme")

Bsp 2: aspektorientierte Programmierung: 700 Papers, 7 Programme :-)

All dies ist Wasser auf die Mühlen der Konstruktivisten!



# Methodische Konsequenzen

Details zur guten wissenschaftlichen Praxis et sim.:  
siehe Vortrag von Prof. Reussner!

# *O - Raison d'Esclave*

*“ Lügen, Lügen, gebt uns Lügen!  
Ach, die Wahrheit ist so roh!  
Wahrheit macht uns kein Vergnügen,  
Lügen machen fett und froh! ”*

(C. Morgenstern)

# Vielen Dank!



Literatur:

G. Snelting: Paul Feyerabend und die Softwaretechnologie. Inf. Spek. 21, 1998.

R. Penrose: The Road to Reality. Vintage 2007.

P. Davis, R. Hersh: Mathematical Experience. Mariner Books 1999.

G. Vollmer: Evolutionäre Erkenntnistheorie. Hirzel 2002.