

# Wissenschaftstheorie

## Literatur:

Chalmers, A.F. (1982). *What is this thing called science?*  
St. Lucia, QL: University of Queensland Press.

dt.: *Wege der Wissenschaft* (1999). Berlin: Springer.

# Annahmen der Wissenschaft

## 1. Es gibt beobachtete Regelmäßigkeiten in der Natur.

- Die Natur ist nicht so komplex, daß alle Forschung vergebens wäre.

"The most incomprehensible thing about the universe is that it is comprehensible."

(Einstein, 1936).

- Regelmäßigkeiten gelten *einheitlich* für die gesamte Natur (gilt häufig nicht in den Sozialwissenschaften!).
- Regelmäßigkeiten sind von Dauer.

## 2. Überschaubarkeit der Ursachen

- Naturphänomene haben nur wenige "wichtige" Ursachen.
- mögliche Ursachen lassen sich durch Experimente prüfen.
- Ziel: Modelle, die unter Annahme von möglichst wenigen Ursachen möglichst viel erklären können.

z.B. Ersetzung von Newtons Physik durch Einsteins

A.N. Whitehead: "Seek simplicity and mistrust it."

### 3. Meßbarkeit

- Messung ist generell möglich, d.h. dem Maß entspricht etwas in der "Realität".
- Es ist bekannt, von welchen Einflußgrößen eine Messung bestimmt ist.

*Problem:*

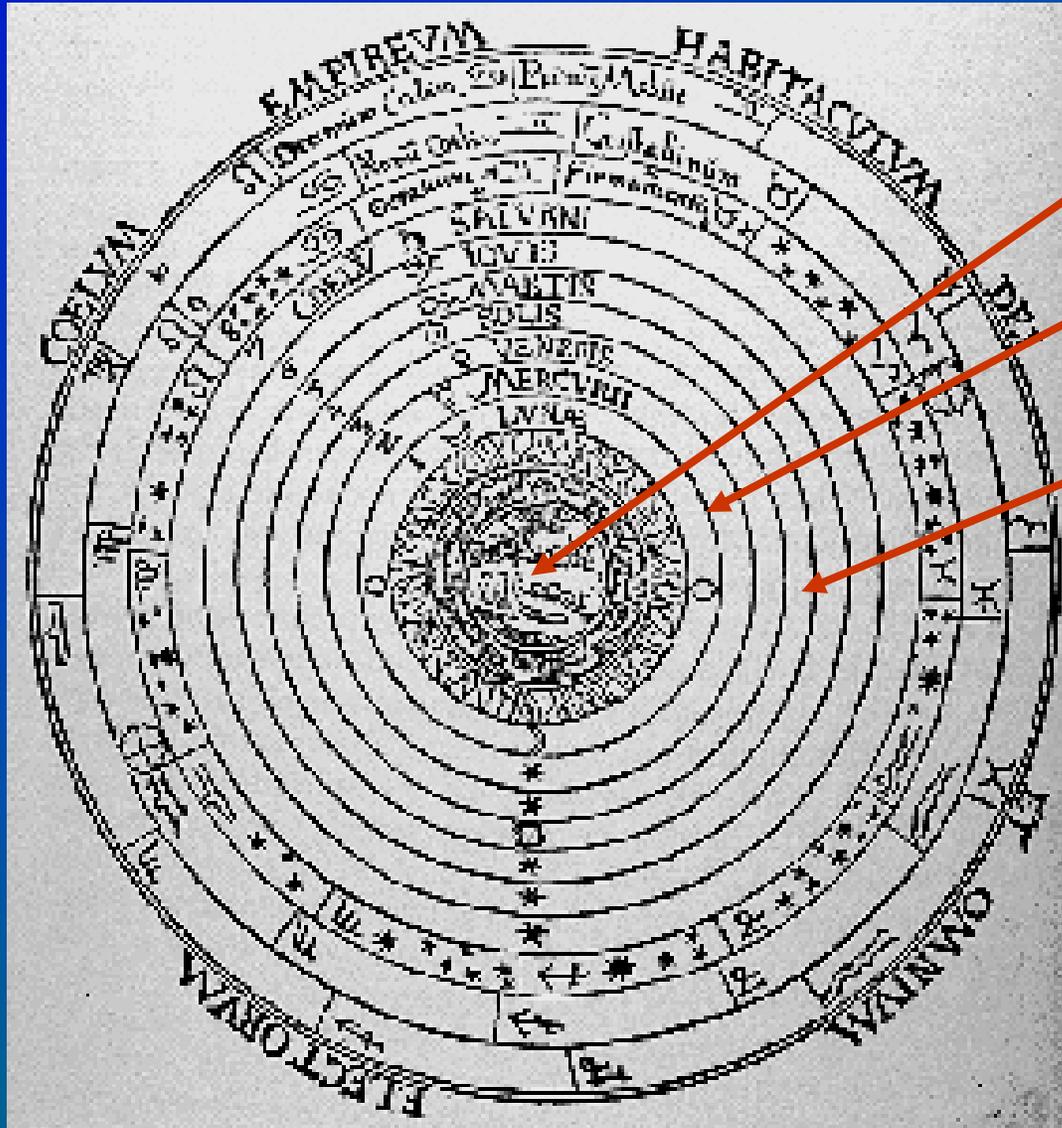
Maße sind theoretische Größen ("Konstrukte"), deren Abhängigkeit von anderen Größen nicht immer bekannt ist.

# Wissenschaft im Mittelalter

## **Einfluß von Aristoteles in der Auslegung der Kirchenväter (vor allem Thomas v. Aquin):**

- Betonung von logischer Deduktion
- Ideal: der Syllogismus
- Versuch, Gegebenheiten der Natur aus logischen Prinzipien oder der Heiligen Schrift abzuleiten
- Ergebnisse durften der Auffassung der Kirche nicht widersprechen!

# Das aristotelisch-ptolemäische Weltbild



Erde

Mondbahn

Sonnenbahn

## Die ptolemäische Theorie war komplex und plausibel:

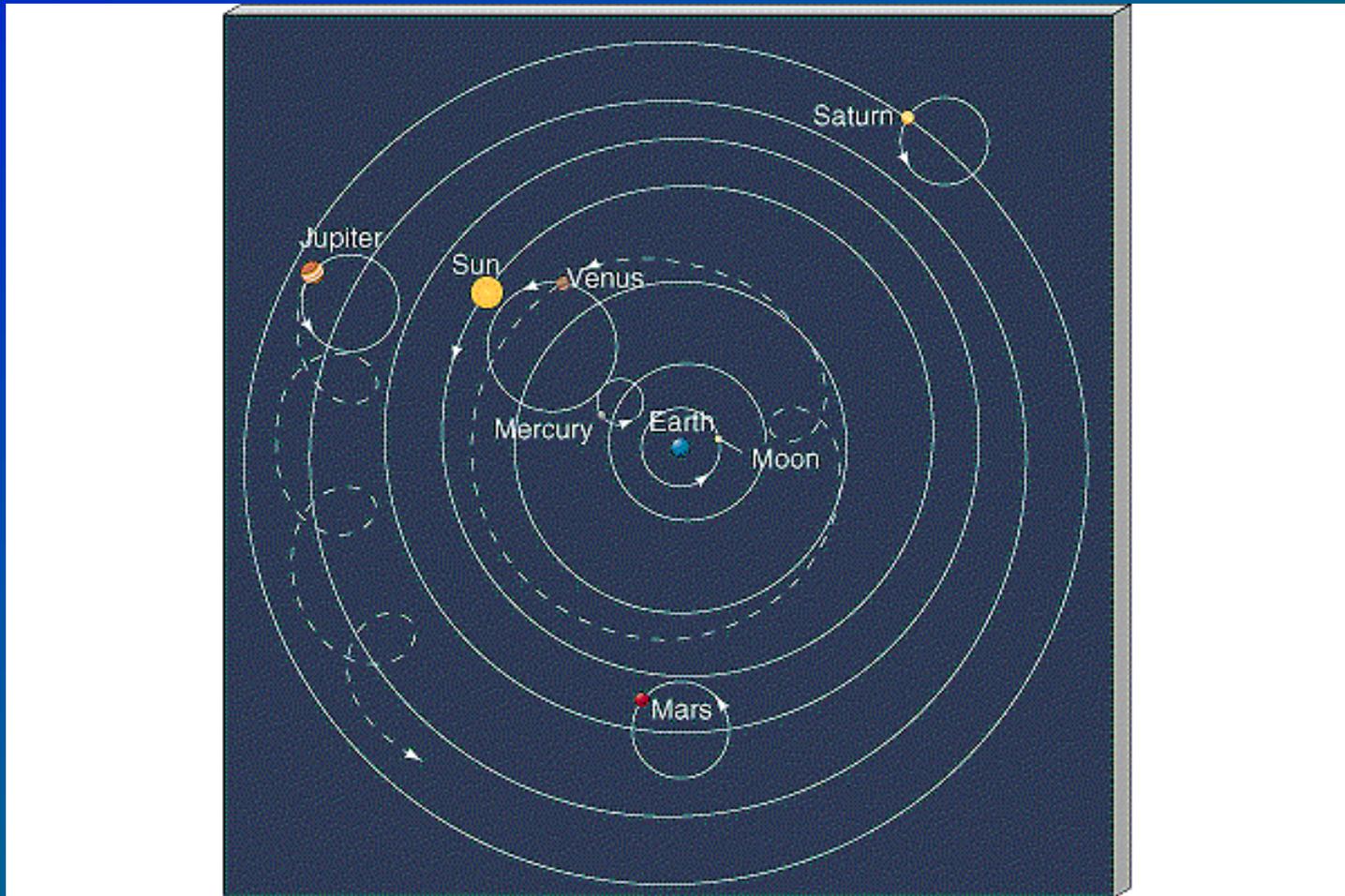
- die Erde befindet sich im Mittelpunkt eines endlichen Universums;
- die Himmelskörper bewegen sich durch den unvergänglichen Äther, der in perfekten Kreisen um die Erde fließt;
- auch die Himmelskörper sind perfekt kugelförmig und bewegen sich daher mit dem Äther auf perfekten Kreisbahnen;

Alle Körper unterhalb der Mondbahn bestehen aus vier Elementen (Feuer, Wasser, Erde, Luft), die ihrem natürlichen Platz im Universum zustreben: schwere Elemente bewegen sich in Richtung Erdmittelpunkt, leichte in Richtung Mondbahn

## Die physikalische Theorie steht mit der metaphysischen in Einklang:

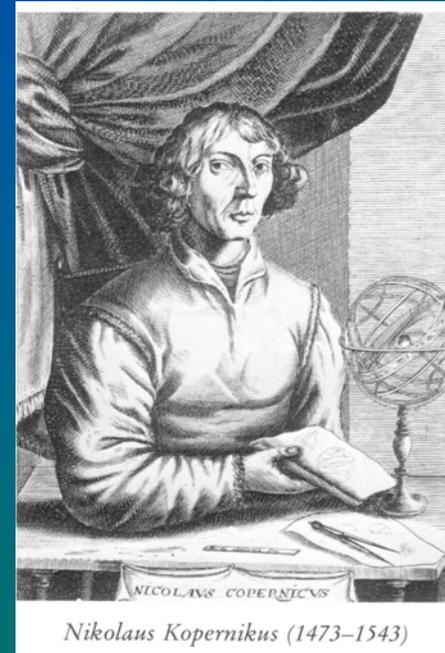
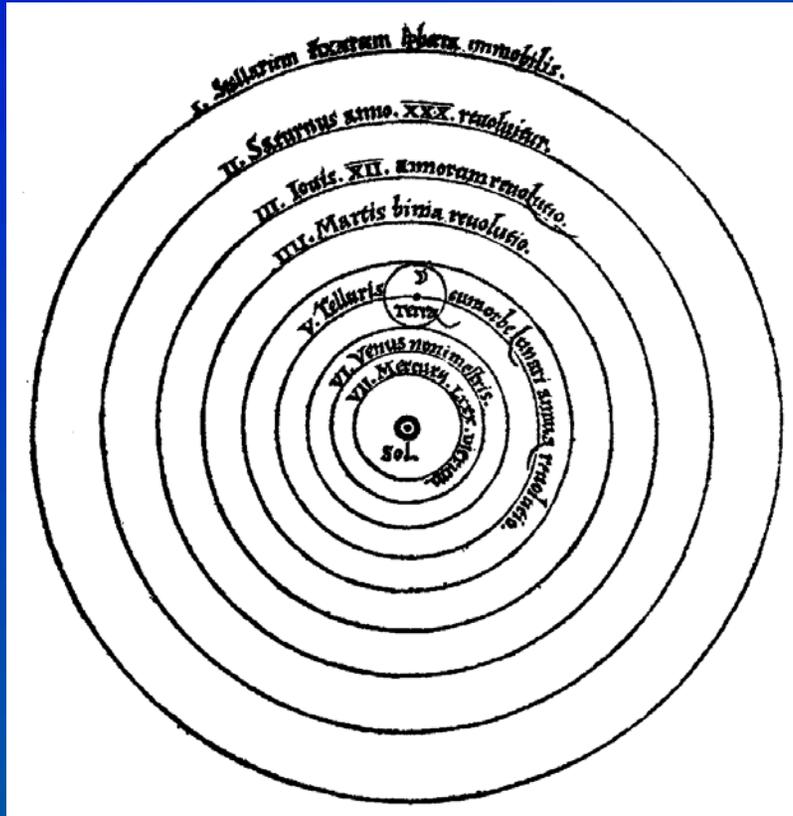
- unterhalb der Mondbahn („sublunar“): Chaos und Vergänglichkeit;
- oberhalb der Mondbahn („supralunar“): unvergängliche Ordnung.

Aber: da die astronomischen Beobachtungen nicht mit der Vorstellung kreisförmiger Bahnen um die Erde übereinstimmen, sind post-hoc-Annahmen nötig:



Das Modell der Epizyklen

# Kopernikus' Gegenmodell: Die Sonne steht im Mittelpunkt des Universums



Die Theorie kann dieselben astronomischen Daten einfacher erklären und ist mathematisch eleganter.

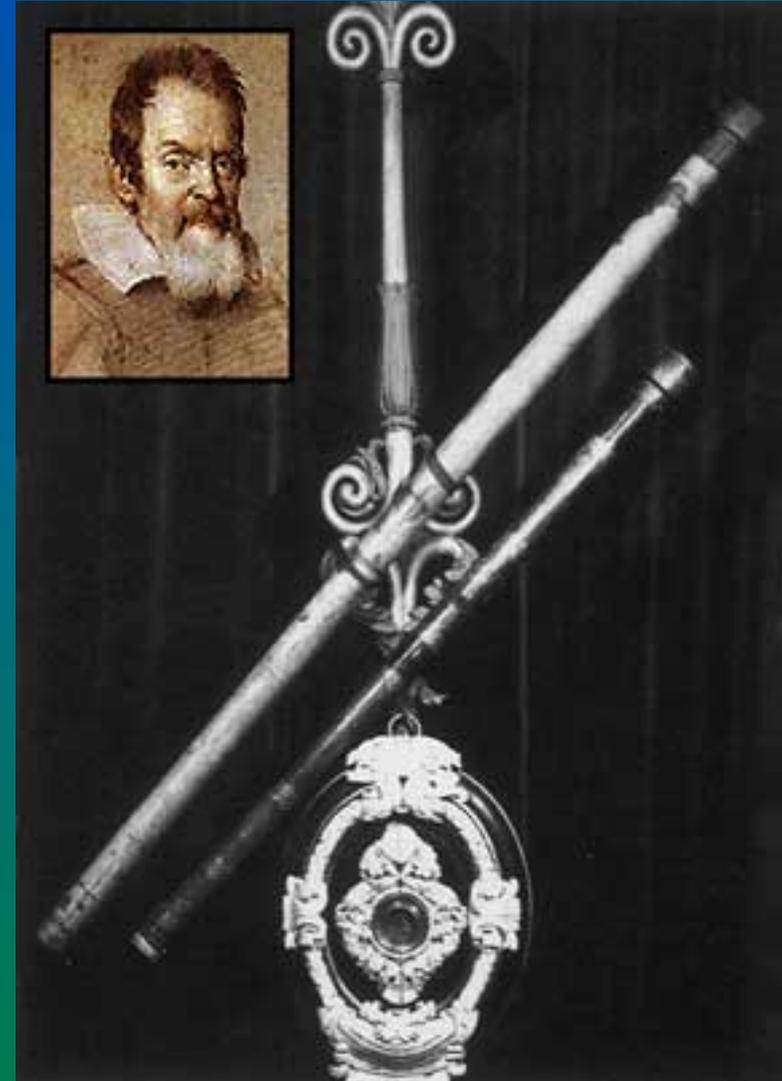
Aber: sie kann die damals bekannten „Fallgesetze“ nicht mehr erklären und paßt nicht ins religiöse Denken der Zeit.

# Erst Galileis Beobachtungen mit Teleskopen ermöglichen die „kopernikanische Revolution“:

Allerdings erst nach massiven Auseinandersetzungen mit der Kirche.

Problem: Galileis Teleskope waren unvollkommen, und man hatte keine Möglichkeit, Artefakte von tatsächlichen Daten zu unterscheiden.

Kepler notiert nach einem Blick durch Galileis Teleskop:  
„Der Mars ist quadratisch und intensiv gefärbt“.



# Wissenschaftstheorie: (Philosophy of Science)

- Wie fällen Wissenschaftler Urteile über Theorien?
- Wie sollten sie das in Zukunft tun?



## Francis Bacon: *Novum Organon*, 1620

Kritik an der durch die aristotelische Tradition ausgelösten Stagnation

- Betonung von Induktion statt Deduktion
- Betonung von Beobachtung und Experiment



# Bacons Forderung nach einer "reinen Wissenschaft":

- rein **objektives** Vorgehen
- keine Beeinflussung durch **Dogmen und Vorurteile**

Ist diese Forderung realistisch?

# Nicht alles wird rein „wissenschaftlich“ entschieden:

Ist ein Phänomen "interessant" genug?

z.B. die Lebenszufriedenheit von ukrainischen Leistungssportlern im höheren Lebensalter

Welche Variablen sind "wichtig" für das Experiment?

z.B. Wochentag, Tageszeit...

Wie sollen die Ergebnisse interpretiert werden?

Was für Konsequenzen kann die Forschung haben?

# Logischer Positivismus und der "Wiener Kreis" (Carnap, Feigl, Hempel, Ayer)

## **"Verifizierbarkeitskriterium der Bedeutung":**

Eine Aussage ist nur dann von Bedeutung, wenn es eine empirische Methode gibt, ihre Wahrheit oder Falschheit zu entscheiden.

- "Der Mond kreist um die Erde" ist eine verifizierbare Behauptung.
- "Der Mond wurde von Gott erschaffen" ist keine, weil sie nicht empirisch entschieden werden kann.
- „Alle Junggesellen sind unverheiratet“ ist auch keine, weil Junggesellen als unverheiratet definiert sind.

## Empirische Verifikation:

Wenn Theorie T wahr ist, dann folgen die Daten dem Muster M.  
Die Daten folgen dem Muster M.

---

Theorie T ist wahr.

(logisch nicht gültig)

## Empirische Falsifikation:

Wenn Theorie T wahr ist, dann folgen die Daten dem Muster M.  
Die Daten folgen dem Muster M **nicht**.

---

Theorie M ist falsch

(logisch gültig)

## Induktivismus:

### Wie soll man zeigen, daß eine Theorie richtig ist?

Induktionsproblem: Egal wie viele Beobachtungen für eine Theorie sprechen, es kann immer sein, daß die nächste Beobachtung die Theorie falsifiziert!

## Falsifikationismus:

### Wie kann man all die falschen Theorien ausschalten?

Falsifikationsprinzip: Wenn man Theorien schon nicht verifizieren kann, so kann man sie wenigstens falsifizieren. Dazu genügt schon **eine** Beobachtung, die der Theorie widerspricht!

(Allerdings: neue Daten werden nur als „wichtig“ wahrgenommen, wenn sie

1. überraschenderweise **eine „kühne“ Theorie nahelegen**; oder
2. überraschenderweise **eine allgemein anerkannte Theorie widerlegen!**

Es kommt also auch darauf an, **was** falsifiziert oder verifiziert wird!)

# Probleme mit dem Induktivismus

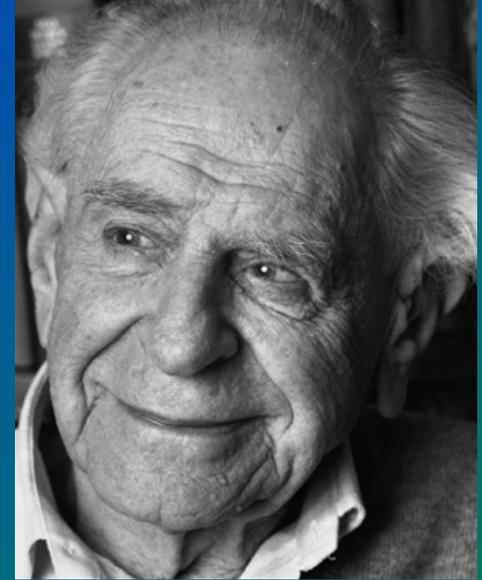
Salmon, 1973:

*"If all ravens are black, surely non-black things must be non-ravens. The generalizations are logically equivalent, so that any evidence that confirms one must tend to confirm the other. Hence the observation of a green vase seems to confirm the hypothesis that all ravens are black.*

*Even a black raven finds it strange."*

# Falsifikationismus: Karl Popper

Forderung: Theorien müssen **falsifizierbar** sein!



## Probleme mit dem Falsifikationismus:

- Hypothesen können nur in Form von Wahrscheinlichkeitsaussagen abgelehnt werden
- auch Beobachtungen sind nur mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit korrekt
- Sollte eine Theorie schon aufgrund einer einzigen widersprechenden Beobachtung als falsifiziert gelten?
- Dem Induktionsproblem kann man also grundsätzlich nicht entkommen!

Thomas Kuhn (1962):  
"The Structure of  
Scientific Revolutions"



**Hauptthese: Psychologische und soziologische Faktoren spielen die wichtigste Rolle in der Entwicklung der Wissenschaft**

Wissenschaftler werden stark von Gebräuchen, Normen und akzeptierten Ideen innerhalb ihrer Forschungstradition beeinflusst

## Paradigmen:

"[...] universally recognized scientific achievements that for a time provide model problems and solutions to a community of practitioners." Paradigmen sind *inkommensurabel* !

z.B. Newtons Theorie der Mechanik,  
Lavoisiers Chemie,  
Behaviorismus

Solange die Wissenschaftler "**Rätzel**" innerhalb eines solchen Paradigmas lösen, nennt Kuhn das **normale Wissenschaft**

*Problem:*

Immer wieder tauchen **Anomalien** auf, die mit dem Paradigma nicht vereinbar sind.

Wenn diese Anomalien zu zahlreich werden, stürzen sie das Paradigma (und alle beteiligten Wissenschaftler!) in eine **Krise**.

Diese Krise kann zu einem **Paradigmenwechsel** führen. Innerhalb des neuen Paradigmas können die Anomalien erklärt werden - früher oder später tauchen aber sicher neue auf.

z.B. Introspektionismus, Behaviorismus und Kognitive Wende

# Kritik an Kuhns Theorie

- sie sieht nicht vor, daß das "bessere" (umfassendere) Paradigma gewinnt - ein Paradigma kann sich aus irrationalen Gründen durchsetzen
- dadurch fehlt eine normative Komponente der Theorie - wie sollte Wissenschaft denn nun ablaufen?
- sie ist relativistisch: sie geht überhaupt nicht davon aus, daß ein wissenschaftliches Modell eher der "Realität" entsprechen könnte als ein anderes

# Keine Theorie kann den Wissenschaftsprozess zur Zeit zufriedenstellend erklären:

- logische, soziologische, psychologische Faktoren spielen eine Rolle
- subjektive Entscheidungen spielen eine Rolle in jeder Phase des wissenschaftlichen Prozesses (Planung, Durchführung, Interpretation, Kommunikation)
- tatsächliche Wissenschaft verläuft also viel „anarchischer“, als die meisten Wissenschaftstheoretiker sich das vorstellen
- die meisten Wissenschaftler vertreten wohl so etwas wie "pragmatischen Realismus"