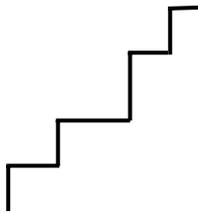


Wissenschaftlicher Fortschritt, traditionelle Auffassung



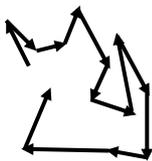
- Die empirischen Wissenschaften entwickeln sich linear akkumulativ
- Wissenschaftlicher Erkenntnisfortschritt bedeutet Wissenszunahme
- Geschichte der Wissenschaft ist Geschichte eines Fortschritts, der sich langsam aber unaufhaltsam gegen eine Vielzahl von Irrtümern durchgesetzt hat.



Ludwik Fleck, 1935:
Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache

Zwei Themenkomplexe:

- Die Entwicklung des Syphilis-Begriffs als Fallstudie aus der Medizingeschichte
- Erkenntnistheoretische Folgerungen



Fleck analysiert die kollektive Arbeit von Wassermann und seinen Mitarbeitern zu Beginn des 20. Jahrhunderts, die zum ersten diagnostischen Testverfahren der Syphilis führte.

Fleck: Der Forschungsgang ist durch eine Zick-Zack-Linie von Zufällen, Irrwegen und Irrtümern bestimmt.



Ludwik Fleck, 1935:

Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache

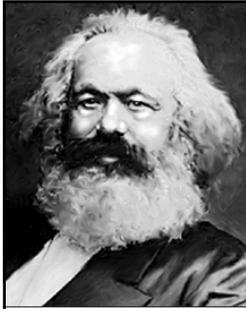
- Eine solche Entwicklung kann nur von einem Kollektiv geleistet werden, dessen Mitglieder, auf einheitlicher Grundlage arbeitend, individuelle Modifikationen eben dieser Grundlage probieren.
- Erfolgreiche Bemühungen überwiegen dabei; die Gruppe arbeitet weiter an den erfolgversprechenden, indem sie weitere Modifikationen probiert.
- Unter der Hand der Wissenschaftler verändern sich die ursprünglichen Grundlagen ihrer Arbeit.
- Diese Verschiebungen gehen unmerklich vor sich.
- Wissenschaft ist durch externe Faktoren determiniert.

Wissenssoziologie

Erste soziologische Untersuchungen über wissenschaftliche Erkenntnisse entstanden im Rahmen der Wissenssoziologie.

Sie etablierte sich in den 20er Jahren des 20. Jahrhunderts als eigenständiger Forschungsansatz, allerdings nur für kurze Zeit.

Ursprünge: Ideologiekritik, zurückgehend auf Francis Bacon und Karl Marx



Karl Marx (1818-1883): *Die Deutsche Ideologie* (1845/46)

- Das (soziale) Sein bestimmt das Bewusstsein!

Dieses „Sein“ stand dabei für

- *sozialen Kontext im Sinne der Klassenzugehörigkeit*
- *und die jeweilige Stellung zu den Produktionsmitteln.*



Karl Mannheim (1893-1947): *Ideologie und Utopie*, 1929

Erweiterung der ursprünglichen Ideologiekritik

- In letzter Konsequenz werden alle Ideen zur Ideologie:
- Wahrheit konnte seiner Meinung nach immer nur innerhalb einer spezifischen Weltsicht einer bestimmten sozialen Gruppe existieren.

Nähe zum Relativismus:

Wenn alles Wissen letztlich sozial bedingt ist, ...

- Gilt das dann auch für die Naturwissenschaften?
- Sind „naturwissenschaftliche Wahrheiten“ Trugbilder bzw. unerkennbar?

„Freischwebende Intelligenz“

- *Einführung einer privilegierten sozialen und wissenschaftlichen Position*
 - Von hier aus sind sichere Beobachtungen möglich.
 - Die „freischwebende Intelligenz“ sind Intellektuelle ohne soziale, politische oder sonstige Bindungen und Interessen.
- *Beschränkung der Wissenssoziologie auf politische, sozialwissenschaftliche und philosophische Ideen*

Mannheim schloss bei seinen wissenssoziologischen Untersuchungen aus:

 - Mathematisches Wissen
 - Naturwissenschaftliches Wissen

Mathematisches und naturwissenschaftliches Wissen

- *Besondere Bestandsgarantie:*

Während man der Aussage (um den einfachsten Urtypus als Beispiel anzuführen) $2 \text{ mal } 2 = 4$ nicht ansehen kann, durch wen und wann und wo sie so formuliert wurde, wird man es einem geisteswissenschaftlich-historischen Werk stets ansehen, ob es etwa in den Aspektstrukturen der „historischen Schule“ oder des „Marxismus“ und auf welcher Stufe derselben konstituiert worden war.

Karl Mannheim, *Ideologie und Utopie*, 1929 [1985], S. 234.

Antipositivistische Wende in der Wissenschaftstheorie



- Ablösung des logischen Empirismus
- Einführung dreier neuer Konzepte (Thesen)
 - *These von der Underdeterminiertheit von Theorien*
 - *Duhem-Quine-These*
 - *These von der Theoriegeleitetheit empirischer Beobachtungen*

These von der Underdeterminiertheit von Theorien

- Theorien sind durch Beobachtungsdaten nicht eindeutig bestimmt.
- Es gibt nie nur einen Weg, der von den empirischen Beobachtungen zu den Theorien führt und umgekehrt. Es können mehrere, auch unvereinbare Theorien sein, die mit denselben empirischen Daten in Einklang stehen.
- Daten sind kein hinreichendes Kriterium, um zwischen konkurrierenden Theorien zu entscheiden.
- Dies hat Konsequenzen für die Bestätigung wissenschaftlicher Theorien

 		Duhem-Quine-These
		<ul style="list-style-type: none"> • Theoretische Annahmen lassen sich niemals einzeln, sondern immer nur im Ganzen überprüfen. • Widersprüchliche Beobachtungen stellen selten das gesamte theoretische System in Frage. • Um die Widersprüchlichkeit zu beheben werden in der Regel eher graduelle oder partielle Anpassungen vorgenommen.
<p>Pierre Duhem (1861-1916)</p>	<p>Willard van Orman Quine (1908-2000)</p>	

Undeterminiertheit von Theorien + Duhem-Quine-These
<p>Wenn empirische Ergebnisse nicht ausreichen, um zwischen verschiedenen theoretischen Annahmen bzw. konkurrierenden Theorien zu entscheiden, dann ist die Frage nach dieser Entscheidung neu zu stellen!</p> <p><i>Wo die Logik und die Beobachtung nicht mehr ausreichen, wissenschaftliche Entscheidungen zu determinieren, da können HistorikerInnen oder SoziologInnen nach sozialen Erklärungen suchen, um die Kluft zu schließen.</i></p> <p style="text-align: right;">Mary Hesse</p>

These von der Theoriegeleitetheit empirischer Beobachtungen

- Problematisierung der konventionelle Trennung von Theorie und Empirie
- Diese Trennung stellte sicher, dass die Naturwissenschaften auf sicheren und unveränderlichen empirischen Grundlagen aufbaut.
- Die These von der Theoriegeleitetheit empirischer Beobachtungen besagt:

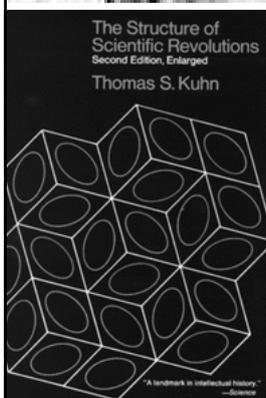
Beobachtungen werden immer in einem Kontext von theoretischen (und kulturellen, sozialen) Voraussetzungen und mit Hilfe von Messmethoden und Messinstrumenten gewonnen, die ihrerseits schon von Theorien „vorgeformt“ sind.

Thomas S. Kuhn (1922-1996)



Formulierung der Thesen

von der Unterdeterminiertheit von Theorien,
von der Theoriegeleitetheit empirischer Beobachtungen



- Problematisierung des traditionellen Fortschrittsglaubens in der Wissenschaftsgeschichte
- Neues Verständnis der Entwicklungsdynamik der Naturwissenschaften

Th. S. Kuhn: *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen*, 1962

- Perioden der *normalen Wissenschaft* werden von *wissenschaftlichen Revolutionen* abgelöst.
 - Wissenschaftliche Revolutionen leiten wieder Abschnitte „normaler Wissenschaft“ ein.
 - Dabei werden die Erkenntnisse über die Natur nicht notwendigerweise größer!

Ablaufschema des „Fortschritts“ in der Wissenschaft nach Kuhn:

Vor-Wissenschaft ---- normale Wissenschaft --- Krise --- Revolution --- Neue Normalwissenschaft --- Neue Krise --- Revolution --- Neue Normalwissenschaft . . .

Normale Wissenschaft

- Die einzelnen Wissenschaften schreiten voran und werden von den Wissenschaftlern
 - theoretisch ausgebaut,
 - methodisch ausgebaut,
 - durch Experimente gestützt.
- Schließlich werden sie als „klassisch“ angesehen.

Normale Wissenschaft

„Normale Wissenschaft“ besteht darin, die Fragen zu lösen, die das etablierte Paradigma stellt.

Die Zunahme von *Anomalien* (Entdeckungen, die das Paradigma nicht erklären kann, und Problemen, die es nicht lösen kann) führt zu einer *Phase der Unsicherheit*, in der verschiedene Theorien konkurrieren, bis ein neues Paradigma sich durchsetzen und als „normale Wissenschaft“ etablieren kann.

Das neue Paradigma ist nicht „wahrer“ als ein anderes, sondern löst die relevanteren Probleme.

Mit der Ablösung des wissenschaftlichen Paradigmas durch ein anderes ändern sich nicht nur die wissenschaftlichen Methoden und Fragestellungen, sondern die ganze *Weltsicht*.

Paradigma

Revolutionäre Phasen sind folgendermaßen gekennzeichnet:

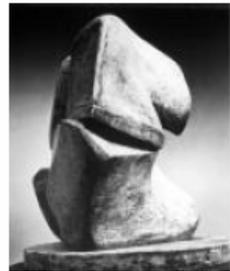
- Ein altes *Paradigma* wird durch ein neues *Paradigma* abgelöst.

Paradigma bedeutet hier die Menge der

- Einschätzungen,
- Werte und
- Techniken,

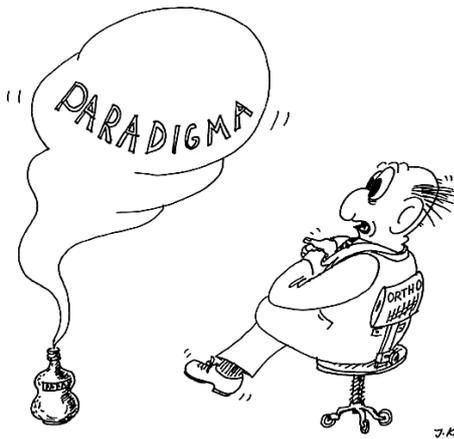
die den Mitgliedern der *Scientific Communities* bzw. ihrer Teilgruppen gemeinsam ist.

Paradigma



© Prof. Dr. med. Peter F. Matthiessen, Gerhard-Klenke-Lehrstuhl für Medizintechnik und Komplementärmedizin der Universität Witten/Herdecke (2003)

Paradigma



J. Kauerl 98

Ein Paradigma ist ein Set von

- Methoden,
- Begriffen,
- Kategorien und
- Problemlösungsverfahren,

das die Wahrnehmung und Deutung der Naturphänomene steuert und bestimmte Fragen erzeugt und andere nicht.

Paradigmawechsel (*paradigm shift*)

Paradigmen und *Paradigmawechsel* zeigen auf:

- die Historizität wissenschaftlicher Standards
und die
- relative Geltung wissenschaftlicher Theorien.

Altes Paradigma und neues Paradigma sind

- *inkompatibel* und *inkommensurabel*.

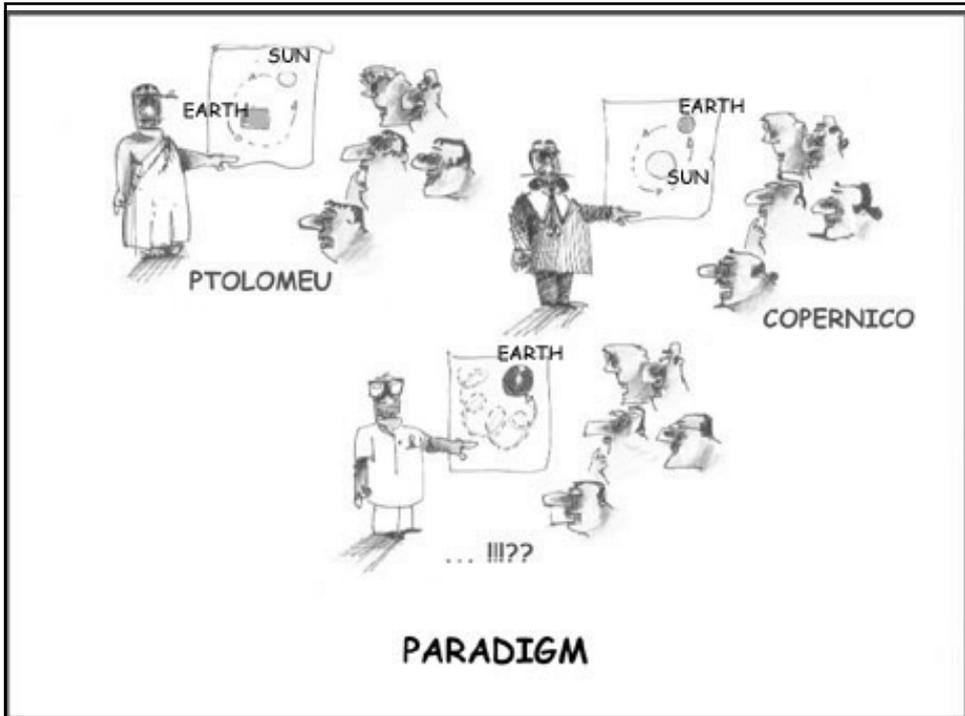
(d. h. sie können nicht gemeinsam nebeneinander existieren, da sie sich gegenseitig ausschließen.)

Krise anstatt Fortschritt

In der Wissenschaftstheorie ersetzt Kuhn den Begriff des *Fortschritts* durch den Begriff der *Krise*:

Wissenschaftliche, und das heißt hier naturwissenschaftliche Disziplinen entwickeln sich nicht, weil ihre Fortschrittspraxis der Wahrheit Schritt für Schritt näher kommt, sondern weil sie von Zeit zu Zeit in Krisen geraten, die ihr wissenschaftliches Weltbild völlig verändern und zu einem revolutionären Wandel ihrer Grundannahmen führen.

Auffallender Rückgang von verschiedenen Schulen, die unterschiedliche Sichtweisen der gleichen Problemstellung präsentieren.



Was ist das?

Aristotelischer Physiker: *ein gehemmter Fall*

Anhänger Galileis: *eine Pendelbewegung*

Paradigmawechsel (*paradigm shift*)

Es gebe zwei Theorien: T und T' :

- T sei die einfachere Theorie, die weniger Phänomene erklärt,
- T' sei die allgemeinere Theorie, die mehr Phänomene erklärt.
- Die Gesetze der Theorie T lassen sich aus denen von T' „ableiten“.

Paradigmawechsel (*paradigm shift*)

- | | | |
|---|---|---------------------------------|
| • Ptolemäische Theorie | → | Kopernikanische Theorie |
| • Impetustheorie | → | Newtonsche Mechanik |
| • Thermodynamik | → | Statistische Mechanik |
| • Newtonsche Mechanik | → | Spezielle Relativitätstheorie |
| • Keplersche Gesetze der Planetenbewegung | → | Newtonsche Gravitationstheorie |
| • Physikalische Optik | → | Maxwellsche Elektrodynamik |
| • Quantenmechanik | → | Relativistische Quantenmechanik |

Paradigmawechsel (*paradigm shift*)

- Die Theorie T' des neuen Paradigmas kann völlig andere Begriffe enthalten, als die Theorie T des alten Paradigmas.
- Es muss für diese Begriffe in T' auch gar kein Analogon in T existieren.
- In T' können Begriffe, die es auch in T gibt, eine andere Bedeutung haben.
- Meist ist es aber möglich, die Begriffe von T' durch die Begriffe von T zu erklären.

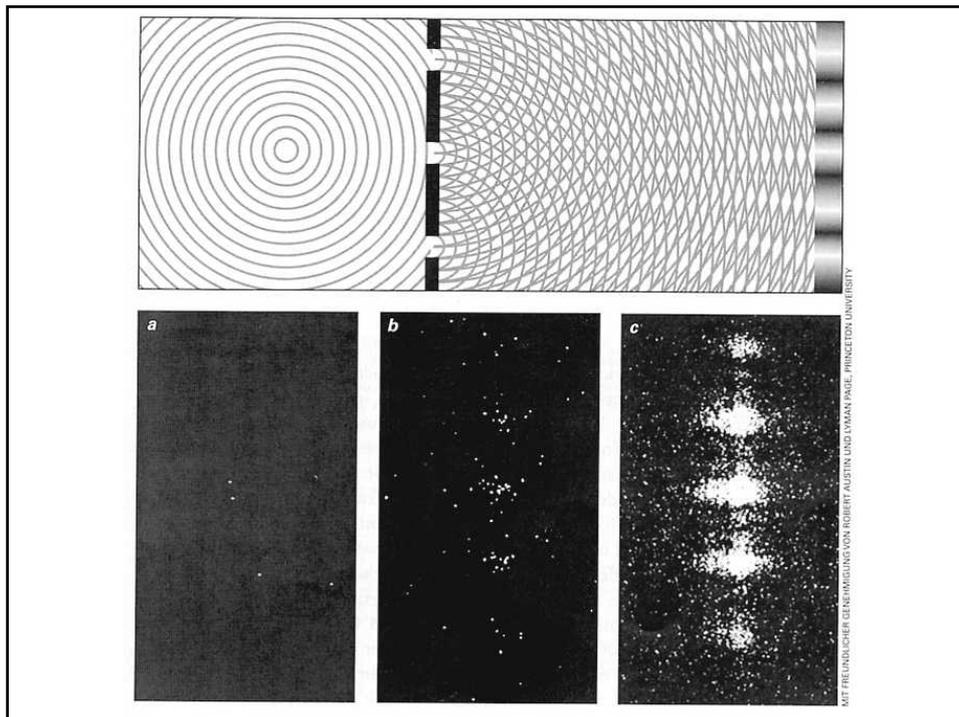
Paradigmawechsel: Klassische Mechanik → Relativitätstheorie

Objekte der klassischen Mechanik haben (besitzen)

- *Form*,
- *Masse*
- und *Volumen*

Objekte der Relativitätstheorie haben diese Eigenschaften nicht!

- *Form*, *Masse* und *Volumen* sind hier *Relationen* zwischen den Objekten und dem Bezugsrahmen



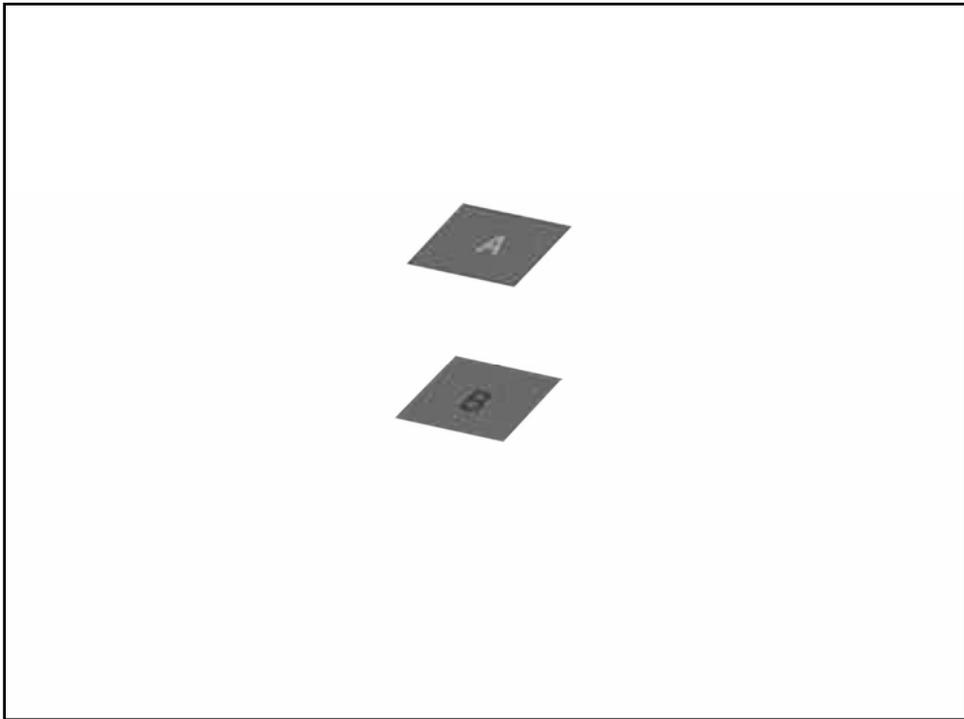
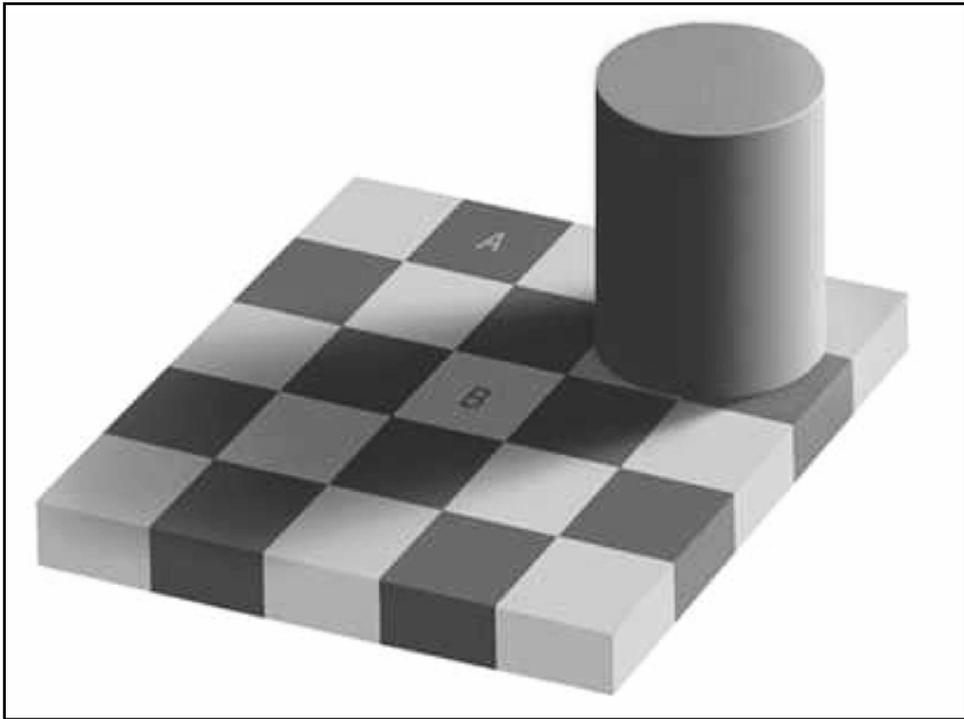
Wissenschaftliche Revolutionen

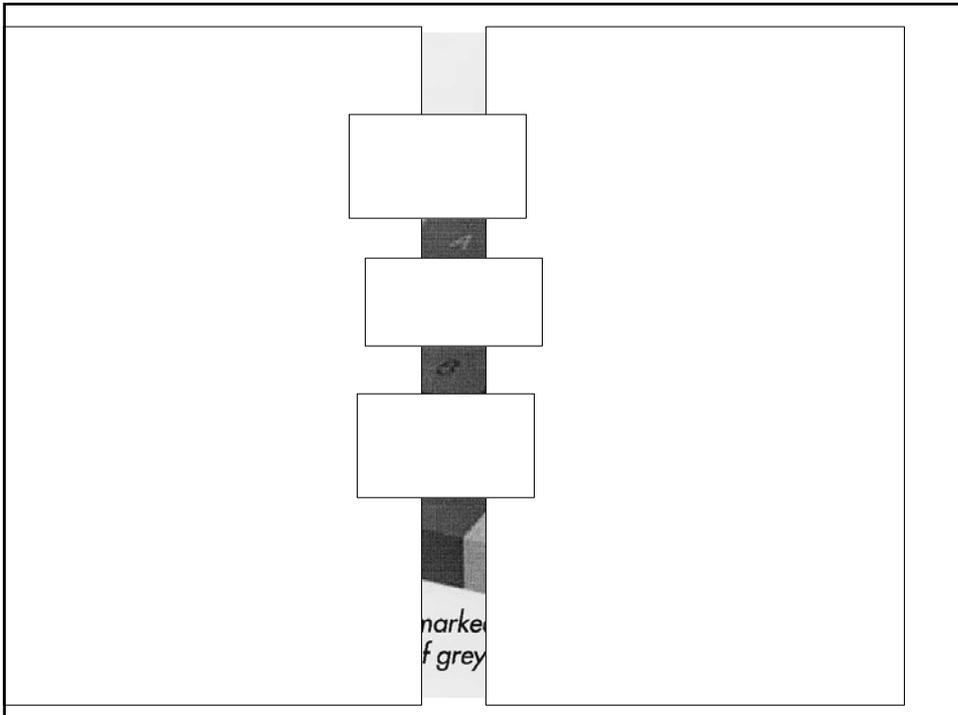
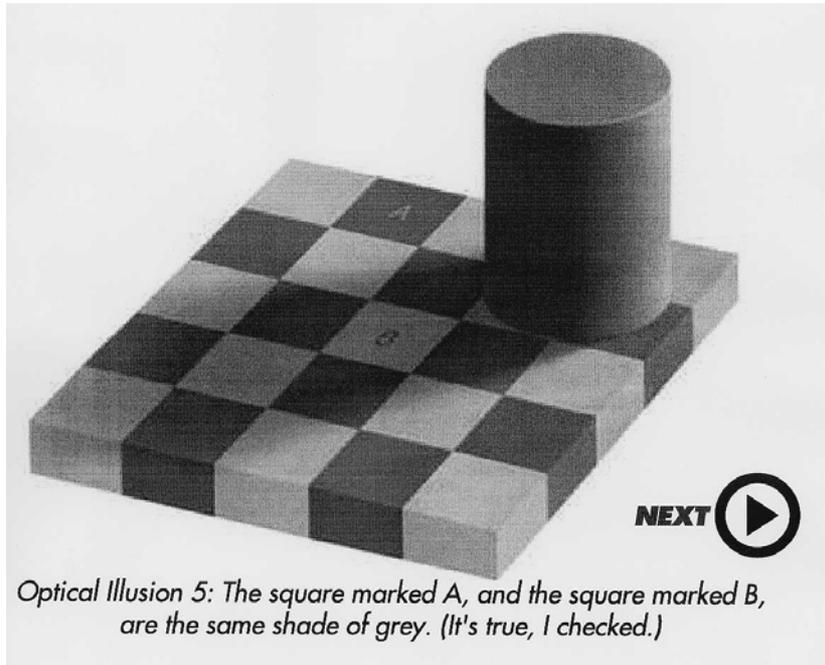
Nach Kuhn spielen bei wissenschaftlichen Experimenten *Gestaltwahrnehmungen* eine wichtige Rolle.

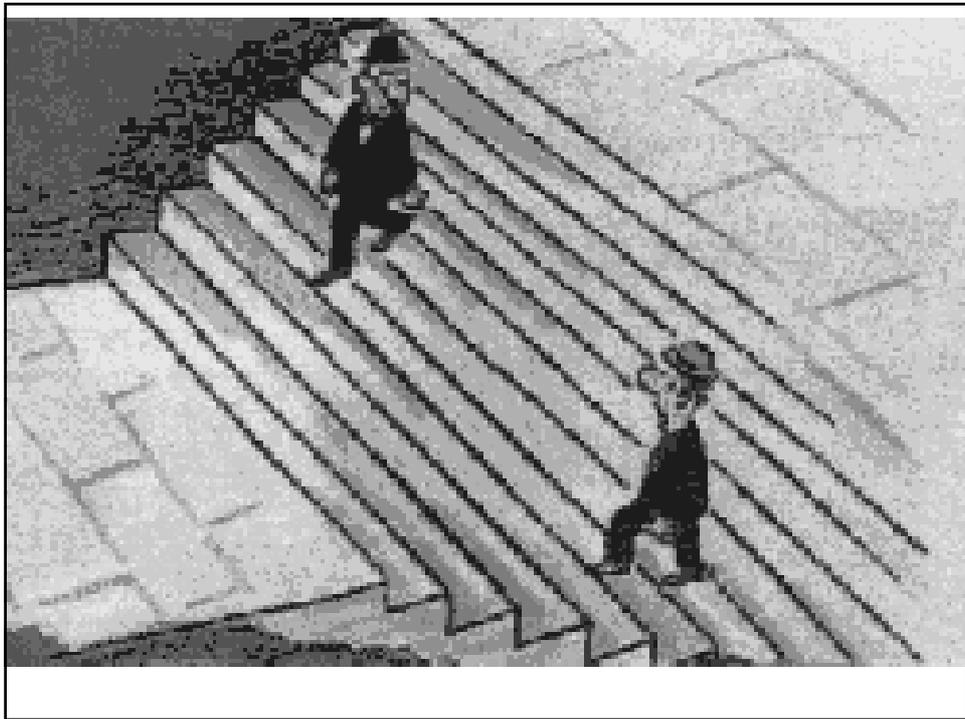
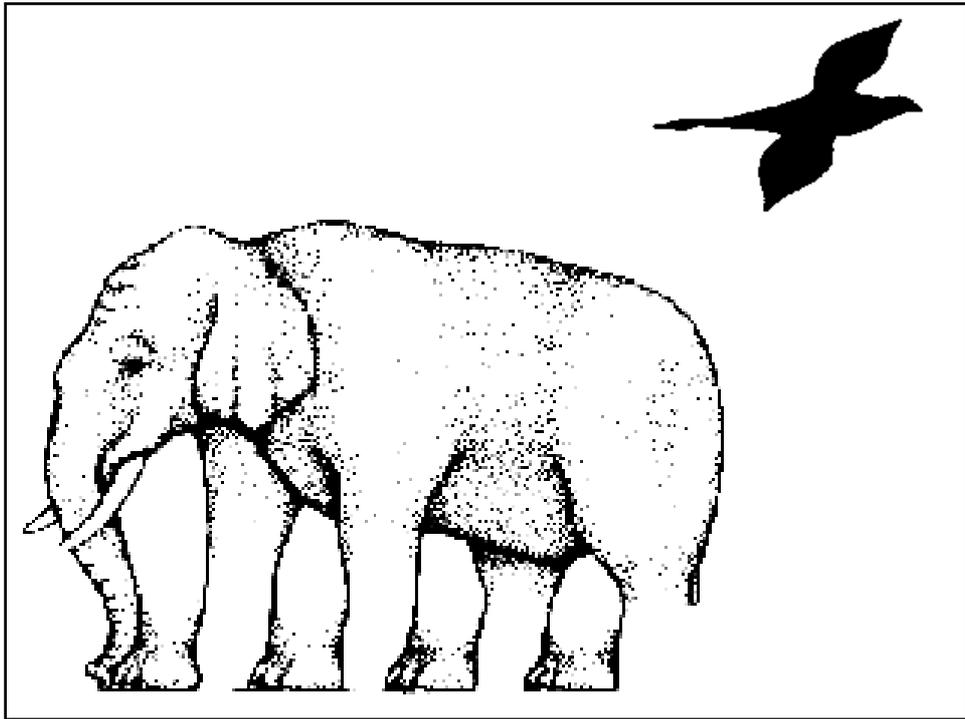
Das bedeutet die unterschiedliche Wahrnehmung oder auch Deutung eines Sachverhaltes durch zwei Personen, die etwa das gleiche Bild betrachten, dieses Bild aber vollkommen unterschiedlich deuten.

Der eine Betrachter könnte in dem Bild einen Hasen sehen, während der zweite eine Ente zu sehen glaubt.

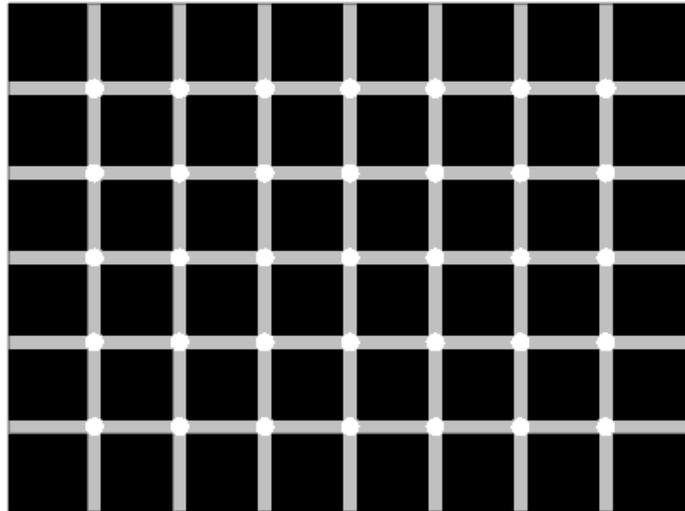
So sehen Wissenschaftler ihren Forschungsbereich „mit ganz anderen Augen“, je nachdem, welchem Paradigma sie folgen – dem vorrevolutionären oder dem nachrevolutionären Paradigma.







Zähle die schwarzen Punkte!



© www.PatrickWagner.de

„Normalwissenschaft“

„Normale Wissenschaft, liegt vor, wenn sich bestimmte Lehrmeinungen bei der Lösung auftretender Probleme bewährt haben.

Hier werden von Wissenschaftlern meist vorsichtige Forschungsstrategien angewandt, die nur durch kleine theoretische Veränderungen gekennzeichnet sind.

Die meisten Wissenschaftler sind in solch einer Zeit von der Richtigkeit der herrschenden Theorie annähernd überzeugt und nicht sonderlich daran interessiert, diese Theorien zu verwerfen.

Kuhn beschreibt diesen Zeitraum der Normalwissenschaft als einen Versuch, Standardprobleme mit Standardmethoden zu lösen; Rätsellösen („puzzle solving“).

Außerordentliche Wissenschaft

Kommt es häufig zu Anomalien oder bewährt sich die herrschende Theorie bei der Erklärung von Phänomenen nicht mehr, so kann es zur "außerordentlichen Wissenschaft" kommen. Diese lässt revolutionäre Forschungsstrategien zu.

Drei Merkmalsgruppen der „außerordentlichen Wissenschaft“:

1. Revolutionäre Veränderungen haben ganzheitliche Struktur. Sie werden nicht Schritt für Schritt durchgeführt, sondern untereinander verbundene Gesetzmäßigkeiten werden gleichzeitig einer gemeinsamen Revision unterworfen.
2. Begriffe, die mit Naturphänomenen verbunden sind, werden einem Bedeutungswandel unterworfen.
3. Aufgrund neuer Erkenntnisse können Zusammenhänge zwischen verschiedenen Theorien vollkommen anders gedeutet werden.

Die Phase *außerordentlicher Wissenschaft* endet, sobald sich wieder eine Lehrmeinung durchgesetzt hat; es beginnt wieder eine Phase der *Normalwissenschaft*.

Ludwik Fleck (1896-1961)

Thomas S. Kuhn (1922-1996)



Fleck arbeitete wie Kuhn mit zwei zentralen Begriffen:



Denkstil *Paradigma*

Denkkollektiv *Scientific Community*

Thomas S. Kuhn (1922-1996)



Thomas S. Kuhn: „Das Wort Paradigma gebrauchen wir nicht länger“

Thomas Samuel Kuhn, 73. Wer auf irgendeinem Gebiet einen „Paradigmenwechsel“ einleiten möchte, hat die Kernthese des US-Wissenschaftstheoretikers nicht begriffen. Der meinte mit seinem bald geflügelten Wort etwas, das bewußt nicht zu steuern ist: epochale Denkmuster, die schlagartig wechseln. In der Renaissance, so sein Hauptbeispiel, rückten Kopernikus und seine Kollegen keineswegs in logischen Etappen vom geozentrischen Weltbild ab; eher bekannten sie sich zum Kosmos-Modell mit der Sonne im Mittelpunkt, als sei es ein neuer Glaube. Mit solchen Befunden widerlegte Kuhn, der gelernte Physiker, Karl Poppers Hoffnung auf rein rationalen Wissenschaftsfortschritt

so gründlich, daß mancher Fachgenosse ihn zum Revoluzzer ausrief – ganz gegen seine Absicht. Thomas S. Kuhn starb vergangenen Montag in Cambridge, Massachusetts.

Der Spiegel, 1996

Strukturalistische Theorieauffassung

Eine Theorie über wissenschaftliche Theorien, die zur adäquaten Rekonstruktion auf die explizite Einführung einer formalen Sprache verzichtet ...

... zugunsten einer informellen mengentheoretischen Axiomatisierung.

Diese Richtung innerhalb der Wissenschaftstheorie geht auf die Empfehlung von Patrick Suppes aus den 50er Jahren zurück:

Suppes schlug vor, in das ursprünglich meta-mathematische Programm der Gruppe „Bourbaki“ auch die Behandlung naturwissenschaftlicher Theorien einzubeziehen.

Joseph D. Sneed hat auf die Methode von Suppes aufbauend eine informelle Semantik entwickelt, so dass neben dem mathematischen Aspekt auch der Anwendungsaspekt naturwissenschaftlicher Theorien voll berücksichtigt wird.

Strukturalistische Theorieauffassung

Theorie über wissenschaftliche Theorien

- zur Rekonstruktion empirischer Theorien
- Verzicht auf formale Sprache
- Informelle mengentheoretische Axiomatisierung
- Berücksichtigung auch der Anwendungsaspekte
- P. Suppes (1970), J. D. Sneed (1971), W. Stegmüller (1973),
C. U. Moulines, W. Balzer, ...

Strukturalistische Theorieauffassung

Axiomatisierung der mathematischen Struktur x eines Theorie-Elements T
durch Definition eines mengentheoretischen Prädikats S
nach dem Vorbild der Mathematik:

(x ist eine Gruppe, x ist ein Vektorraum)

x ist ein S

Beispiele:

x ist eine klassische Partikelmechanik

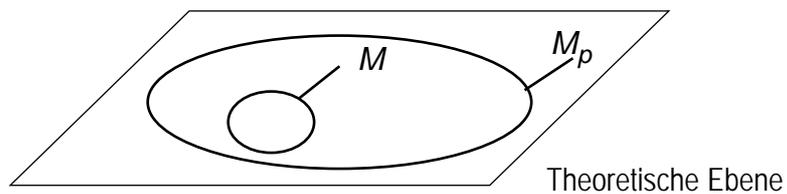
x ist eine Quantenmechanik

x ist eine Tauschwirtschaft

Strukturalistische Theorieauffassung

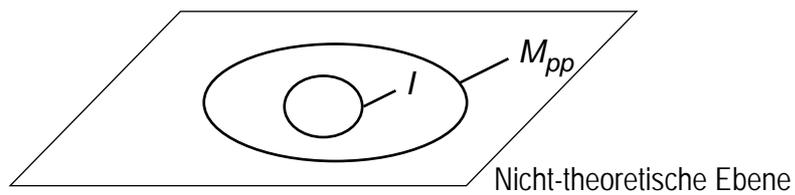
Erfüllt ein reales System das Prädikat S , so ist es ein *Modell* für das Theorie-Element T .

- M sei die Menge der *Modelle* von T .
- M_p sei die Menge der *potentiellen Modelle* von T .

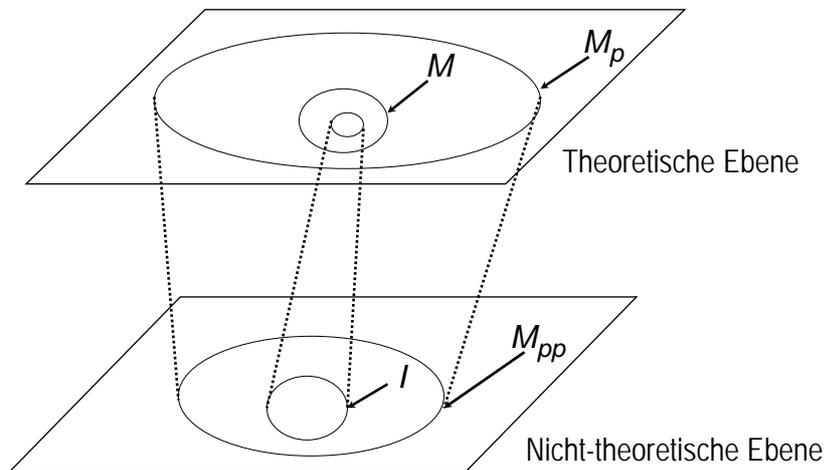


Strukturalistische Theorieauffassung

- M_{pp} sei die Menge der *partiell potentiellen Modelle* von T .
- I sei die Menge der *intendierten Anwendungen* von T .
"worüber die Theorie redet".



Strukturalistische Theorieauffassung



Strukturalistische Theorieauffassung

- J. D. Sneed: *The Logical Structure of Mathematical Physics*, Dordrecht 1971
- W. Stegmüller: *Theorie und Erfahrung*, Zweiter Halbband, Berlin-Heidelberg-New York 1973.
- W. Stegmüller: *The Structuralist View of Theories*, Berlin-Heidelberg-New York 1979.
- W. Stegmüller: *Neue Wege der Wissenschaftstheorie*, Berlin-Heidelberg-New York 1980.