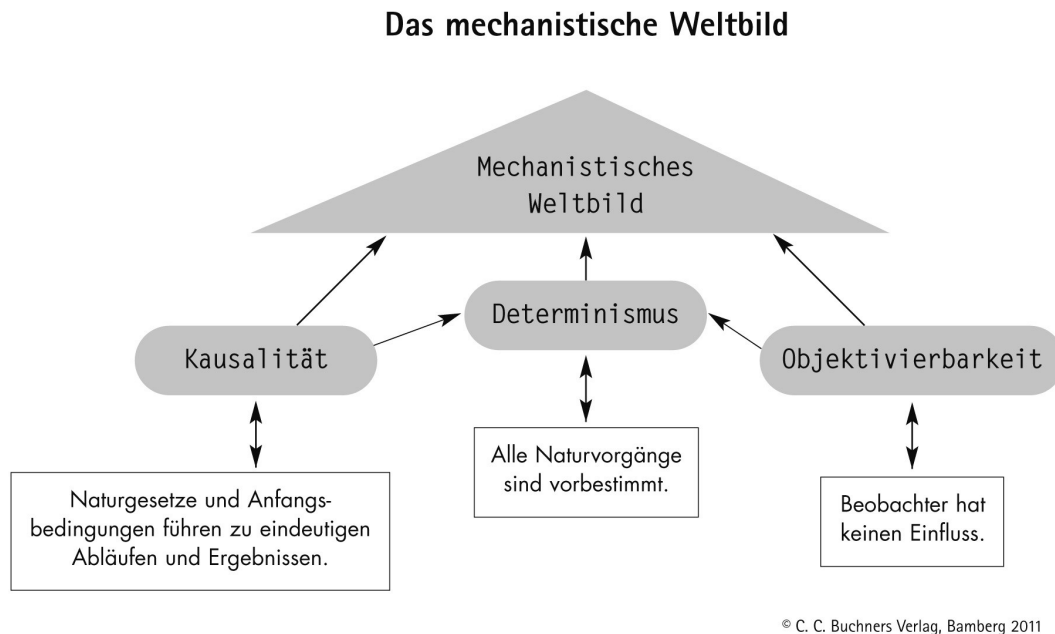


## Freiheit und Determinismus - Antworten der Physik (S. 150-155)



### **A: Das mechanistische Weltbild - Erfolgs- oder Auslaufmodell?** **(S. 150/151)**

**1: Weltbild der klassischen Physik:** (B/ Newton'sche Mechanik, Elektrodynamik → 17. bis 19. Jhdt)

- 1: **Kausalitätsprinzip** (Bei gleichen Bedingungen immer gleiche Ergebnisse; Alles hat eine Ursache)
- 2: **Determinismus** (keine Unsicherheiten/Zufälle)
- 3: **Objektivierbarkeit** (Natur **unabhängig vom Beobachter** objektiv beschreibbar)

### **Gedankenexperiment zum Determinismus der klassischen Physik (Laplace):**

- allwissender Beobachter ("**Laplace'scher Dämon**") mit exakter Kenntnis der Welt zu einem bestimmten, angehaltenen Zustand  
→ *Ist eine Zukunftsvorhersage möglich?*

→ Annahme: Momentaner Weltzustand als unausweichliche Folge des jeweils vorangegangenen Zustands

B/ Verhalten von Billardkugeln

→ Welt folgt unausweichlichen Naturgesetzen

→ Folgerung: seit Urknall alles festgelegt?

→ Freiheit nicht möglich (Position des **Inkompatibilismus**)

→ **Es gibt keinen echten (objektiven) Zufall** → alle "Zufälle" sind "**Pseudozufälle**" (→ **subjektiver Zufall** → "Zufall" beruht auf Unkenntnis der genauen Ursachen / Zufälle sind unwahrscheinliche Ereignisse) → B/ Würfel, Lottospiel

## **2: Scheinbarer Gegensatz zwischen Kausalität und Willensfreiheit (Max Planck)**

- wissenschaftliche Position: passiver externer Beobachter
- Willensfreiheit abhängig vom Standpunkt:
  - **externe/objektive Sichtweise: kausale Willensbindung** (B/ Beobachtung **anderer Menschen**)
  - **interne/subjektive Sichtweise: kausale Willensbindung nur bei vergangenen Entscheidungen; gefühlte Freiheit bei künftigen Entscheidungen**
  - **tatsächliches Gefühl der Freiheit > tatsächliche Freiheit**
  - **Gefühle sind wissenschaftlich nicht voll erfassbar**

→ **Position des Kompatibilismus**: Vereinbarkeit von Freiheit und Determinismus

## **B: Mehr Freiheit(en) durch die moderne Physik? (S. 152/153)**

### **Moderne Physik (Quantenmechanik, Relativität, Unschärferelation → Planck, Einstein, Heisenberg)**

#### **1: Quantenphysik**

- Quantenobjekte = atomare / subatomare Teilchen → B/ Elementarteilchen, Elektronen, Neutronen...
- **Materie + Licht im kleinen Maßstab**

#### **2: Neue Sichtweisen**

- "metaphysische" Implikationen
  - **Prinzip der Objektivierbarkeit** ↓ (keine Trennlinie zwischen Untersuchungsobjekt und davon unabhängigen Beobachter)
  - Verschwinden von Subjekt-Objekt-Grenzen
- **Orts- und Impulsunschärfe** (→ Richtung) **bei Quantenobjekten**
  - B/ **Heisenberg'sche Unschärferelation**: Quantenobjekte nicht genau lokalisierbar (B/ Elektronen: klassische Physik: Bohr'sches Atommodell: Elektronenbahnen ↔ moderne Physik: Elektronenwahrscheinlichkeitswolken)
- **Kernfusion**: Zusammenfall gleichartig geladener Teilchen (**echte Zufälle** als reale Eigenschaft der Objekte **im subatomaren Bereich** → B/ Zerfallszeitpunkt von Atomen nicht berechenbar → **Wahrscheinlichkeiten!**) → keine Kausalität
  - **Bedeutung**: Aus **Kernfusion in Sternen entstehen neue Atome** (aus denen wiederum die gesamte Welt und auch die Menschen bestehen)!

### 3: Relativität von Raum und Zeit

#### Newton (klassische, mechanistische Physik):

- intuitiv einsichtig; berechenbar
- **Raum und Zeit als absolute Größen**  
→ "Weltzeit" und "Weltraum"  
→ gleichmäßig / unbeweglich

→ **Determinismus**

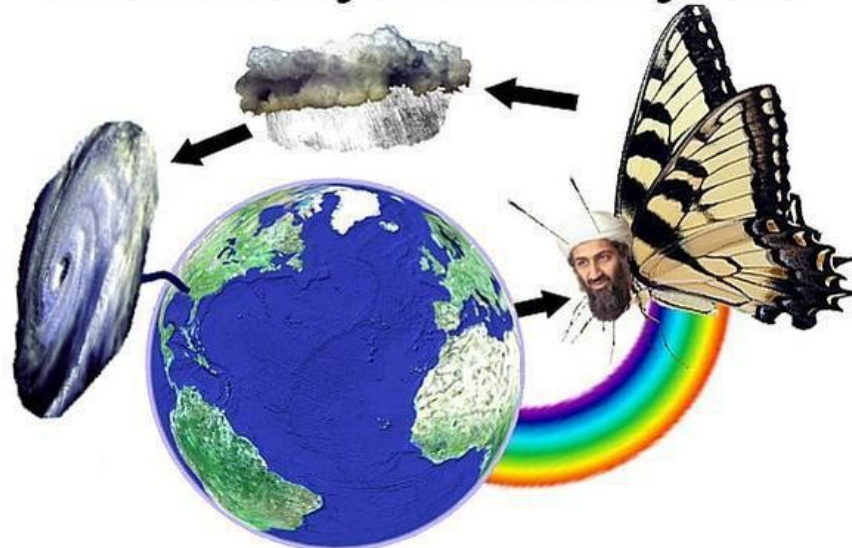
#### Einstein (mderne Physik)

- (Fast) **alles ist relativ** → Abhängig vom Betrachter  
→ Ausnahme: **Lichtgeschwindigkeit ist absolut**
- Abhängigkeit von Raum und Zeit → "**Raumzeit**"
- **Relativität der Zeit** in Abhängigkeit vom Bezugssystem / Betrachter  
→ Zeit vergeht (in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit) unterschiedlich schnell → mit zunehmender Geschwindigkeit verlangsamt sich die Zeit
- **Relativität des Raumes** in Abhängigkeit von schweren Massen  
→ Krümmung des Raumes (Strukturveränderung) = Gravitation  
→ schwarzes Loch: Raumkrümmung "verschlingt" Licht

→ **Indeterminismus**

# Hurricane Katrina - the truth

Taliban butterfly started butterfly effect



We believe you can fly to [LACHSCHON.DE](http://LACHSCHON.DE)

## 1: Chaos - eine ordentliche Unordnung

B/ Atmosphäre, Herz, Gehirn als chaotische Systeme

- **Chaos** = Zustand vollständiger Unordnung / Verwirrung
- **Merkmale:**
  - keine Wiederholung, sondern **stete Veränderung**
  - **keine Vorhersagbarkeit**, obwohl die **Gesetzmäßigkeiten**, denen die **Bestandteile der Systeme** folgen, bekannt sind.
  - **extreme Empfindlichkeit gegenüber Änderung der Ausgangslage**  
(B/ Senkrecht stehende Stecknadel / Wetter → "**Butterfly-Effekt**")