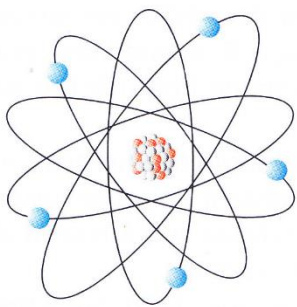
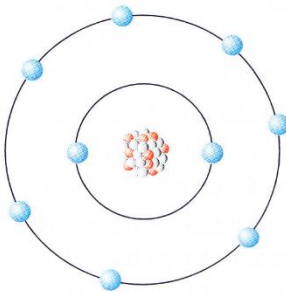
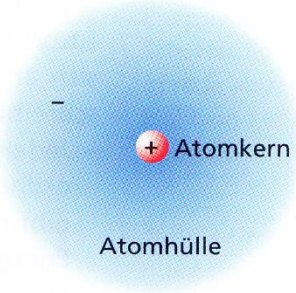


## 2.1.2 Entwicklung der Atomvorstellung

- **DEMOKRIT** (GRE, 5.Jh. v. Chr.):  
Aufbau der Stoffe aus kleinsten Teilchen
- **John DALTON** (ENG, 1766-1844):  
1808 Aufgreifen der Atomhypothese zur Erklärung chemischer Reaktionen
- **Joseph J. THOMSON** (ENG, 1856-1940)  
1903 **Rosinenkuchen-** (bzw. **plumpudding-**)**Modell**: Atome als positiv geladene „Flüssigkeitstropfen“ mit eingebetteten negativen Elektronen
- **Ernest RUTHERFORD** (NZL, 1871-1937)  
1911 **Planetenmodell**: positiv geladener Atomkern, Elektronenhülle aus Elektronen auf elliptischen Bahnen um den Kern
- **Niels BOHR** (DEN, 1885-1962)  
1913 **Schalenmodell**: Die Elektronen kreisen auf bestimmten „Quantenbahnen“ um den Kern, auf denen sie sich strahlungsfrei bewegen können.
- **Werner HEISENBERG** (1901-1976)/ **Erwin SCHRÖDINGER** (1887-1961)/ **Max BORN** (1882-1970)  
1920 **Quantenmechanisches Atommodell**: Die Elektronen halten sich mit gewissen Wahrscheinlichkeiten in bestimmten Raumbereichen um den Kern herum auf.

### Zum Vergleich:

Rutherfordsches Atommodell (1911)	Bohrsches Atommodell (1913)	Atommodell der Quantenphysik (um 1920)
		
Elektronen kreisen auf elliptischen Bahnen um den Atomkern (Planetenmodell).	Es existieren stabile Bahnen, auf denen sich Elektronen strahlungsfrei bewegen.	Die Elektronen halten sich mit bestimmter Wahrscheinlichkeit in einem Raumbereich auf.
Es beschreibt richtig die räumliche Verteilung der Masse und der Ladung.	Es ermöglicht die Abschätzung des Atomradius und die Berechnung des Wasserstoffspektrums. Es werden Erkenntnisse der Quantenphysik genutzt.	Es steht im Einklang mit dem Wellencharakter der Elektronen. Es erklärt das Periodensystem der Elemente.
Es kann die Stabilität von Atomen und die Entstehung von Spektrallinien nicht erklären.	Es geht im Widerspruch zur Quantenphysik von Bahnen aus und führt nur bei Wasserstoff zu richtigen Ergebnissen.	Es ist ein mathematisches Modell und nur sehr bedingt anschaulich zu deuten.

## Einige (bemerkenswerte) Elemente des BOHRschen Atommodells:

**Erstes Postulat:** Die Elektronen eines Atoms können nur auf ganz bestimmten Bahnen strahlungsfrei um den Kern kreisen – deshalb können die Elektronen im Atom nur ganz bestimmte diskrete Energiewerte annehmen.

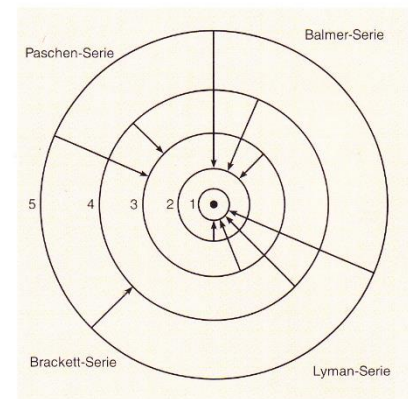
Für die erlaubten Bahnen gilt die

Quantisierungsbedingung

$$2\pi \cdot r_n \cdot m \cdot v_n = n \cdot h, n \in \mathbb{N}$$

**Zweites Postulat:** Die Energieänderung eines Atoms erfolgt durch Übergang eines Elektrons zwischen zwei solchen erlaubten „Schalen“ – dabei wird eine Photon der Frequenz  $f$  emittiert bzw. absorbiert:  $\Delta E = h \cdot f$

Um im Bild eine größere Zahl von Quantenbahnen zu erhalten sind die Radien nicht im richtigen Verhältnis gezeichnet.



**Rechnerisch:** Durch Kombination der obigen Quantenbedingung mit dem

Kraftansatz  $F_{\text{Coulomb}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r_n^2} = \frac{mv_n^2}{r_n} = F_{\text{Zentripetal}}$  für das H-Atom folgen schließlich als

Radius der n-ten Quantenbahn:

$$r_n = n^2 \cdot 5,29 \cdot 10^{-11} \text{ m}$$

Geschwindigkeit auf der n-ten Quantenbahn:

$$v_n = \frac{1}{n} \cdot 2,19 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Energiewert des Elektrons auf der n-ten Quantenbahn:

$$E_n = -\frac{1}{n^2} \cdot 13,6 \text{ eV}$$

**Das Bohrsche Atommodell ist grundlegend falsch**, denn es geht von exakten Elektronenbahnen bzw. Geschwindigkeiten aus, was im scharfen Widerspruch zur Heisenbergschen Unschärferelation steht. Außerdem ist das Atom im Bohr-Modell eine ebene Scheibe und keine Kugel. Die Behandlung von Mehrelektronensystemen ist im Bohrschen Modell nicht möglich.

Dennoch liefert es überraschend gute Übereinstimmungen mit den Experimenten beim Wasserstoffatom und anderen Eielektronensystemen (z.B.  $\text{He}^+$ ,  $\text{Li}^{2+}$ , ...). Im Gegensatz zum quantenmechanischen Atommodell hat es aber einen Vorteil, der später insbesondere bei der Erklärung der Entstehung von Röntgenstrahlen hilft: Es ist anschaulich!