

# Näherungen

## Basics

- Die Betrachtung eines beliebigen Atoms als ein "Ein-Elektron-System", bei dem die restliche Elektronen irgendwie verschmiert sind, ist eine ziemlich massive *Näherung* des eigentlichen Problems.
  - Manche wird (und sollte) sich jetzt fragen, ob man das so einfach "darf".
  - Die Antwort ist: Man (und frau) darf bei Näherungsannahmen über ein physikalisches System alles tun, was nicht den bekannten Naturgesetzen widerspricht. Ein Elektron im Potential einer irgendwie verschmierten positiven Elementarladung widerspricht keinem Naturgesetz; man *darf* das mal betrachten.
- Die wesentliche (und schwierige) Frage ist, ob das, was man als Ergebnis erhält, wirklich eine *gute Näherung* für das System ist, das man eigentlich beschreiben will.
  - Die Antwort auf diese Frage gibt im Zweifel nur das Experiment. Theoretisch läßt sich diese Frage nämlich nicht immer leicht beantworten.
- Man kann nun verschiedene Arten von Näherungen unterscheiden, zum Beispiel:
  - Mathematische Näherungen:** Eine Funktion oder sonstiger Ausdruck wird durch einen einfacheren *ungefähren* ersetzt.
    - Dann kann man häufig ausrechnen, oder doch zumindest abschätzen, wie gut man liegt. Wenn man z.B. für "kleine"  $x$  den Sinus von  $x$  durch  $x$  ersetzt ( $\sin x \approx x$ ), kann man den Fehler genau angeben und damit den Parameterbereich abschätzen, in dem die Näherung mit genügend kleinem Fehler gilt. Dies ist die Standardprozedur bei "mathematischen" Näherungen, bei denen man eine gegebene Formel durch eine einfachere ersetzt.
  - Physikalische Näherungen.** Häufig läßt sich *ausrechnen*, daß bestimmte Einflußgrößen kaum Wirkung auf das betrachtete System zeigen können und weggelassen oder vereinfacht werden können.
    - So ist z.B leicht nachzuweisen, daß die Gravitationskraft, die der Mars auf die Erde ausübt, viel kleiner ist als die Anziehungskraft der Sonne. Damit ist klar, daß man keinen großen Fehler machen wird, wenn man den Mars bei entsprechenden Berechnungen einfach wegläßt.
  - Verzweiflungsnäherungen.** Wenn man feststeckt, weil die Formel mathematisch nicht zu vereinfachen ist, und die Physik nicht sagt, was man weglassen kann, dann rechnet man eben ein "Hilfssystem", das dem zu Betrachtenden so nahe kommt wie es irgendwie geht, und *hofft*, daß die Ergebnisse irgendeine Relevanz für das eigentliche Problem haben.
    - Unsere Näherung für Atome gehört in diese Kategorie. Die erste Rechtfertigung für dieses Vorgehen liegt dann immer im Erfolg. Wenn die Ergebnisse zu den Experimenten passen, oder so eindeutig und einleuchtend sind, daß man an ihnen nicht vorbeikommt, dann hat man richtig "geraten".
    - Oft findet man erst später in mathematischer Strenge, warum die gemachte "Verzweiflungsnäherung" so gut war. Falsch ist es jedoch, jetzt anzunehmen, daß man immer so vorgehen kann. Denn die vielen "Verzweiflungsnäherungen", die schon gemacht wurden, die aber nicht geklappt haben, sind in den Lehrbüchern nicht dargestellt!
  - Intuitionsnäherungen** oder besse *-ansätze*. Hier probiert man einfach mal ein neues Gesetz, eine neue Gleichung - wenn's klappt entdeckt man mit Glück die Quantentheorie, die Relativitätstheorie oder auch nur die Erklärung der Supraleitung.
    - Auch hier rechtfertigt der Erfolg das Vorgehen. Die Bohrschen Quantenbedingungen oder die Plancksche Strahlungsformel sind schöne Beispiele für diese Art der Näherungen.
    - Aber auch hier gilt: Viele Ansätze dieser Art waren nicht tragfähig und wurden früher oder später wieder eingemottet.