

1.1.3 Grundlagen und Praxis der Materialwissenschaft

Die wissenschaftlichen Grundlagen

■ Festkörper bestehen aus **Atomen**. Atome bestehen aus dem Atomkern (= Protonen und Neutronen) und **Elektronen**. Atome können ionisiert sein (Elektronenzahl ungleich Protonenzahl); Ionen findet man dann in jeder Kaffeetasse ($\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$; $\text{NaCl} \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$, ...). Im täglichen Leben kommen allenfalls noch elektrische und magnetische Felder inkl. **elektromagnetischer Wellen**, z.B. in Form von Licht = "**Photonen**" hinzu (und das Gravitationsfeld, das uns aber hier so gut wie nicht interessiert). Das war's Mehr gibt es im alltäglichen Leben nicht.

■ Nochmal zum Mitdenken: Um MaWi zu treiben brauchen wir nur

- Atome (und Ionen)
- Elektronen
- Photonen

Das war's.

- Das Problem (für ET&IT Studis) ist, dass man einzelne Atome **nur** mit der **Quantentheorie** beschreiben kann. Es gibt dazu nichts anderes, und was rauskommt ist immer perfekt.
- Mit bloßem Auge sichtbare Kristalle enthalten um die **10^{20}** Atome. Falls der Kristall überhaupt was "tut", kann er nicht am absoluten Temperaturnullpunkt sein. Was er bei endlichen Temperaturen (gern bei ca. **300 K** = Raumtemperatur) so macht fällt unter die **Thermodynamik**.
- Bei mehr als bestenfalls einigen **1.000** Atome sind nur noch "gemittelte" Aussagen möglich. Das macht dann die **statistische Thermodynamik**, die nebenbei noch die klassische Thermodynamik "erklärt".
- Quantentheorie und statistische Thermodynamik, mit noch ein bißchen Elektrodynamik und klassische Mechanik, ergibt dann die **Festkörperphysik**, die sich besonders gerne mit Kristallen beschäftigt - weil's einfacher ist.

■ **Materialwissenschaft** braucht alle diese Fächer (und noch viel mehr) als Grundlage. Aber wir brauchen nicht alles, was innerhalb der Physik dazu gemacht wird.

- Wir interessieren uns zum Beispiel nicht besonders für die Verfeinerung von Theorien, damit man endlich Dinge mit guter Genauigkeit **ausrechnen** kann, die man auch sehr einfach **messen** kann (z. B. Schmelzpunkte).
- Wir interessieren uns auch nicht besonders für aufregende Entwicklungen mit vielen Nobelpreisen, die aber voraussichtlich noch lange auf Anwendungen warten müssen (z. B. die Bose-Einstein Kondensation).
- Wir akzeptieren im Zweifel einfach so, dass die "Physiker" sich mit zum Teil erheblichem Aufwand durch komplexe Themen gepflügt haben, nur um zum Schluss ein ziemlich einfaches allgemeines Ergebnis zu erhalten (z.B. die Boltzmann- oder Fermiverteilung). Wir nehmen das Ergebnis und verzichten auf die Herleitung.

■ Dafür integrieren wir aber noch ein paar andere Disziplinen, die dem "reinen" Physiker ziemlich gleichgültig sind:

- **Ökonomie**. Es geht in der Ingenieurwissenschaft MaWi früher oder später immer um **Geld**. Bei der Solarenergie ist die Richtschnur ausschließlich der Preis für die mittels Solarzellen erzeugten **kWh**; ob dafür die neuesten und tollsten "Nano"strukturen verwendet werden, oder die gute alte **Si** Standardsolarzelle ist für den "Kunden" vollständig irrelevant.
- **Ökologie**. Versteht sich von selbst.
- **Ingenieurkultur** und **Technik**. Man braucht nicht nur das Prinzip, man muss es wirklich machen. Dabei ist erlaubt was funktioniert, auch wenn man nicht weiß warum. Man nennt das dann **Empirie**.
- Chemie, Elektrotechnik, (praktische) Informatik, und selbst eine Prise Jura (Patentrecht), gehören selbstredend auch noch dazu.

■ Alle Ingenieurwissenschaften waren mal mehr oder weniger Physik. Die Chemie ist nach 1920 im Prinzip Physik geworden, bei der Biologie wird man sehen.

- Falls der Abnabelungsprozess schon **100** Jahre her ist, wie bei der Elektrotechnik, ist das nicht mehr so stark im Bewusstsein.
- Der Abnabelungsprozess von "Materials Science and Engineering" (kann man nicht griffig übersetzen) liegt in England und den USA ca. **30** Jahre zurück; in Deutschland hat er viel später begonnen (wenn man die klassische Metallkunde mal außen vor läßt). Dies erklärt sowohl die noch relativ große Nähe der MaWi zur Physik / Chemie als auch die vielen Physiker / Chemiker in Deutschland, die eigentlich MaWi betreiben.

Merke

- **An ihren Produkten sollt ihr sie erkennen.**
- **Spätestens wenn jede oder jeder es kaufen kann, wurde es von MaWis (und anderen Ing.) gemacht.**