

## 1.2.2 Was wir lernen wollen

### Das Umfeld

Was müssen Bachelor der Elektrotechnik und Informationstechnik über Materialwissenschaft wissen? Das weiß niemand so genau - Erfahrungswerte liegen noch nicht vor. Beim alten Diplomstudiengang gab es eine klare Vorgabe: Alles was in den folgenden Hyerskripten steht:

- [Einführung in die Materialwissenschaft I](#) (MaWi I)
- [Einführung in die Materialwissenschaft II](#) (MaWi II)
- [Electronic Materials](#) (Elmat)

Das sind **8 SWS** Vorlesungen und **3 SWS** Übungen. Dazu kam - je nach Vertiefungsrichtung - noch um die **6 SWS** "Halbleitertechnologie" und möglicherweise noch **3 SWS** "Sensorik".

Für Bachelor sind es jetzt **3 SWS** Vorlesung und **2 SWS** Übungen. Einschränkungen gegenüber dem alten Umfang sind unvermeidlich

Um einen ersten Eindruck über den prinzipiellen Lernstoff zu geben, sind hier die Inhaltsverzeichnisse der obigen Hyerskripte aufgeführt.

| MaWi I                                  | MaWi II                               | Elmat   |
|---|---------------------------------------|---|
| 1. Einleitung                           | 1. Einleitung                         | 1. Introduction                                   |
| 2. Vom Atom zum Festkörper              | 2. Elektronen in Festkörpern          | 2. Conductors                                     |
| 3. Perfekte Kristalle                   | 3. Struktur von Kristallen            | 3. Dielectrics                                    |
| 4. Reale Kristalle                      | 4. Periodisches Potential und Bänder  | 4. Magnetic Materials                             |
| 5. Thermodynamisches Gleichgewicht      | 5. Halbleiter                         | 5. General Silicon Technology                     |
| 6. Kinetik                              | 6. Halbleiterkontakte und Bauelemente | 6. Materials and Processes for Silicon Technology |
| 7. Mechanische Eigenschaften I          |                                       |   |
| 8. Plastische Verformung von Kristallen |                                       |   |
| 9. Amorphe Materialien                  |                                       |   |
| 10. Materialalterung                    |                                       |   |


Was davon ist nicht wirklich wichtig für einen **ET&IT** Studierenden?




- OK - wir streichen "*Mechanische Eigenschaften*" weitgehend. Dann noch "*Materialalterung*", obwohl das eigentlich ein heißes Thema der **ET** ist (Wie lange "leben" die derzeit nagelneuen **OLED** Fernseher?)
- Wir werden *Quantentheorie, Thermodynamik und Kinetik* nur streifen, aber nicht ganz weglassen, und uns bei "*perfekten und realen Kristallen*" stark einschränken, ähnlich bei *Elektronen in Festkörpern, Struktur von Kristallen und periodisches Potential und Bänder*.
- Wir werden diese Themen aber nicht ganz weglassen, denn ein gewisses Verständnis der fundamentalen Prinzipien ist uns wichtiger als eine reine Rezeptesammlung.





### Beispiele zum Nachdenken




Wir betrachten ein beliebiges Produkt der Elektrotechnik und fragen uns was passiert wenn wir es nicht bei Raumtemperatur betreiben, sondern bei sehr tiefen oder sehr hohen **Temperaturen T**.

- Wir übergehen die trivialen Dinge, wie das Schmelzen von Lötzinn und stellen fest, dass ein gutes altes Röhrenradio eigentlich auch bei Temperaturen  $T = 0 \text{ }^\circ\text{C} \pm 200 \text{ }^\circ\text{C}$  noch laufen würde, wären alle Produkte mit Halbleitern schon längst vor Erreichen der Extremtemperaturen ihren Geist aufgegeben hätten. Warum? Weil Halbleiter in ihren Eigenschaften im Großen und Ganzen *exponentiell* auf **T** reagieren, die altmodischen Materialien in der Regel aber nur *linear*.
- Warum ist das so? Weil wir hier das Wirken der *Thermodynamik* (zusammen mit einem wichtigen Prinzip der *Quantentheorie*) erleben. Wir können moderne Produkte und Komponenten der **ET** nicht mal ansatzweise verstehen, wenn wir diese beiden Fundamente der Materialwissenschaft komüplett weglassen.

-  Ist ein flacher Bildschirm ein Produkt der **ET**? Wenn man diese Frage bejaht, hat man zumindest Teile der Optik in die **ET** integriert.

  -  Ist eine **LED**, eine "**light emitting diode**" ein Produkt der **ET**? Wenn man diese Frage bejaht...
  -  Gehören "**Lichtleitfasern**" oder optische Kommunikation ganz allgemein, zur **ET&IT**? Wenn man diese Frage bejaht...
-  Was verknüpft **Optik** (gekennzeichnet durch Materialien mit einem Brechungsindex  $n$ ) mit **MaWi** und **ET**?

  -  Ganz schlicht die Beziehung  $n(\omega) = [\epsilon_r(\omega)]^{1/2}$  mit  $\epsilon_r =$  "Dielektrizitäts"konstante" des Materials. Wir haben schon berücksichtigt, dass  $\epsilon_r$  nicht wirklich konstant ist, sondern eine Funktion der (Kreis) Frequenz  $\omega$  des elektrischen Feldes, das auf's Material einwirkt.
  -  Nehmen wir noch dazu, dass  $\epsilon_r(\omega) = \epsilon'_r(\omega) + i\epsilon''_r(\omega)$  eine **komplexe** Funktion ist, die dann "**dielektrische Funktion**" heißt, enthält  $\epsilon_r(\omega)$  alles was man über das Verhalten des Materials in elektrischen Feldern jeder Frequenz (also auch für Licht;  $\omega$  im **10<sup>15</sup> Hz** Bereich) wissen muss.
  -  Die Frage ist natürlich: Können wir die dielektrische Funktion für ein gegebenes Material **ausrechnen** oder zumindest Grundsätzliches dazu aussagen? Die Antwort ist: Wir können - aber nur wenn wir erstmal sehr grundsätzlich den atomaren Aufbau der Materie anschauen.
-  Ist die Solarik, die Erzeugung elektrischer Energie, Teil der **ET**?

  -  Wenn man diese Frage bejaht, hat man nicht nur (wie bei Chips und **LED**'s) die Halbleiterphysik, -technologie und -produktion (also die Halbleiter **MaWi**) in die **ET** integriert, sondern auch die Thematik "Wie produziere ich **> 1 m<sup>2</sup>/min** Solarzellen zu geringen Kosten?
  -  Neuartige Prozesse und Materialien ("**CIS**", **CdTe**, ...) tauchen auf. Warum? Wieso ist man nicht mit **Si** und den bekannte Technologien zufrieden?
  -  Die Antwort führt uns zurück auf den [allerersten Modul](#). Wir brauchen sehr spezielle **Eigenschaften** der Solarhalbleiter, die das Grundmaterial zwar haben könnte, aber nicht unbedingt hat. Es geht darum, die notwendigen Eigenschaften **billig** herzustellen.