

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 $T = 0 \text{ °C} \pm 200 \text{ °C}$ 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 ϵ_r nicht wirklich konstant ist, sondern eine Funktion der (Kreis) Frequenz ω 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; ω im **10¹⁵ 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 m²/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.