

6.1.2 Was wir über Dielektrika gerne wissen möchten

Wenn man die Sache mit den **Feldstärken** in Dielektrika kapiert hat, ist die erste Frage, die sich stellt, ganz offenbar:

1. Frage: Welche maximale oder **kritische Feldstärke E_{krit}** hält ein gegebenes Dielektrikum so gerade noch aus. Wie lange? Von was hängt es ab? Gibt es z. B. Unterschiede zwischen einkristallinem und amorphem Quarz oder "Volumen-" oder "Dünnschicht"-Quarz?

Wenn wir als nächstes mal die nachfolgende Tabelle anschauen, ist klar, warum es "**Tantal-Kondensatoren**" gibt und warum **Bariumtitanat** bei Billigkondensatoren so beliebt ist. Die zweite Frage wird damit aber auch klar:

| Statisches ϵ_r (Gleichspannung) | | | | | | | | |
|--|----------|------------|------|----------------|-------|---|-----------------------------------|----|
| Gebräuchliche Isolatoren | | Halbleiter | | Ionenkristalle | | Flüssigkeiten / "Exoten" | | |
| SiO ₂ | 3,7 | C | 5,7 | NaCl | 5,9 | H ₂ O | 0° C | 88 |
| | | | | | | | 100° C | 55 |
| Porzellan | 2 - 6 | Si | 12,0 | LiF | 9,01 | Eis | 100 | |
| Glas | 3,7 - 10 | Ge | 16,0 | LiBr | 13,25 | Methanol | 32,6 | |
| PVC | 1,4 | SiC | 6,7 | LiJ | 16,85 | Feuchte Erde | 29 | |
| Polyethylen (PE) | 2,4 | GaP | 8,4 | NaF | 5,05 | Bariumtitanat BaTiO ₃ | 10 ³ - 10 ⁴ | |
| Paraffin | 2,2 | ZnO | 4,6 | NaBr | 6,28 | Tantalpentoxid Ta ₂ O ₅ | 27 | |

2. Frage: Welche (atomaren) Mechanismen bestimmen die **Dielektrizitätskonstante** eines Materials? Im Detail interessiert vielleicht auch noch die **Variationsbreite** von ϵ_r für ein gegebenes Material - offenbar kann sie ja stark schwanken, je nach genauer Zusammensetzung (Beispiel "Glas"), interner Struktur oder Gefüge (Beispiel BaTiO₃) und Temperatur (Beispiel Wasser).

Ein Blick auf die nachfolgende Tabelle macht jetzt ein Problem klar:

| Frequenzabhängiges ϵ_r von Wasser | |
|---|--------------|
| Frequenz | ϵ_r |
| 0 Hz | 88 |
| 2,5 GHz | 77 |
| 10 GHz | 30 |
| ≈ 10 ¹⁵ Hz (optische Frequenzen) | 1,77 |
| → ∞ Hz | 1 |

3. Frage: Wie ist und was bestimmt die offenbar kräftige **Frequenzabhängigkeit der Dielektrizitätskonstanten**? Dass sie grundsätzlich mit steigender Frequenz abzunehmen scheint, kann man sich wie folgt klarmachen:

Der Brechungsindex aller gängigen optischen Materialien liegt so um die **1,5** - dazu gehört ein $\epsilon_r = 1,5^2 = 2,25$. Den höchsten Brechungsindex im Sichtbaren hat der Diamant mit $n = 2,42$, d. h. der höchste ϵ_r -Wert im Sichtbaren liegt bei **5,86**.

Drei einfache und griffige Fragen - und ein riesiges Programm, wenn man das richtig ernst nimmt. Tun wir aber nicht, sondern wir betrachten nur mal das Grundsätzliche.

Hier noch die schnellen Fragen:

Fragebogen

Schnelle Fragen zu 6.1.2